

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Printed board assemblies –

Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies

Ensembles de cartes imprimées –

Partie 1: Spécification générique – Exigences relatives aux ensembles électriques et électroniques brasés utilisant les techniques de montage en surface et associées





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 61191-1

Edition 2.0 2013-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Printed board assemblies –

Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies

Ensembles de cartes imprimées –

Partie 1: Spécification générique – Exigences relatives aux ensembles électriques et électroniques brasés utilisant les techniques de montage en surface et associées

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.190; 31.240

ISBN 978-2-83220-810-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 General requirements	10
4.1 Order of precedence.....	10
4.1.1 General remark	10
4.1.2 Conflict.....	10
4.1.3 Conformance documentation	10
4.2 Interpretation of requirements	10
4.3 Classification.....	11
4.4 Defects and process indicators.....	11
4.5 Process control requirements	11
4.6 Requirements flowdown	11
4.7 Physical designs	12
4.7.1 Design requirements.....	12
4.7.2 New designs.....	12
4.7.3 Existing designs	12
4.8 Visual aids	12
4.9 Proficiency of personnel	12
4.9.1 Design proficiency	12
4.9.2 Manufacturing proficiency.....	12
4.10 Electrostatic discharge (ESD).....	12
4.11 Facilities.....	13
4.11.1 General	13
4.11.2 Environmental controls	13
4.11.3 Temperature and humidity	13
4.11.4 Lighting	13
4.11.5 Field conditions	13
4.11.6 Clean rooms.....	13
4.12 Assembly tools and equipment	13
4.12.1 General	13
4.12.2 Process control.....	14
5 Materials requirements	14
5.1 Overview	14
5.2 Solder	14
5.3 Flux.....	14
5.4 Solder paste	15
5.5 Preform solder.....	15
5.6 Adhesives	15
5.7 Cleaning agents	15
5.7.1 General	15
5.7.2 Cleaning agents selection.....	15
5.8 Polymeric coatings	15
5.8.1 General	15

5.8.2	Solder resists and localized maskants	15
5.8.3	Conformal coating and encapsulants	15
5.8.4	Spacers (permanent and temporary)	16
5.9	Chemical strippers	16
5.10	Heat shrinkable soldering devices	16
6	Components and printed board requirements	16
6.1	General	16
6.2	Solderability	16
6.2.1	Parts solderability	16
6.2.2	Reconditioning	16
6.2.3	Solderability testing of ceramic boards	16
6.3	Solderability maintenance	17
6.3.1	General	17
6.3.2	Preconditioning	17
6.3.3	Gold embrittlement of solder joints	17
6.3.4	Tinning of non-solderable parts	17
6.4	Solder purity maintenance	18
6.5	Lead preparation	18
6.5.1	General	18
6.5.2	Lead forming	19
6.5.3	Lead forming limits	19
7	Assembly process requirements	19
7.1	Overview	19
7.2	Cleanliness	19
7.3	Part markings and reference designations	19
7.4	Solder connection contours	19
7.5	Moisture traps	19
7.6	Thermal dissipation	20
8	Assembly soldering requirements	20
8.1	General	20
8.2	General	20
8.2.1	Soldering process	20
8.2.2	Machine maintenance	20
8.2.3	Handling of parts	20
8.2.4	Preheating	20
8.2.5	Carriers	20
8.2.6	Hold down of surface mount leads	20
8.2.7	Heat application	21
8.2.8	Cooling	21
8.3	Reflow soldering	21
8.3.1	Requirements	21
8.3.2	Process development for reflow soldering	21
8.3.3	Flux application	21
8.3.4	Solder application	21
8.4	Mechanized immersion soldering (non-reflow)	22
8.4.1	General	22
8.4.2	Process development for mechanized immersion soldering	22
8.4.3	Drying/degassing	23
8.4.4	Holding fixtures and materials	23

8.4.5	Flux application	23
8.4.6	Solder bath.....	23
8.5	Manual/hand soldering	23
8.5.1	Requirements	23
8.5.2	Non-reflow manual soldering	24
8.5.3	Reflow manual soldering.....	24
9	Cleanliness requirements	25
9.1	General	25
9.2	Equipment and material compatibility	25
9.3	Pre-soldering cleaning.....	25
9.4	Post-soldering cleaning	25
9.4.1	General	25
9.4.2	Ultrasonic cleaning	25
9.5	Cleanliness verification.....	26
9.5.1	General	26
9.5.2	Visual inspection	26
9.5.3	Testing	26
9.6	Cleanliness criteria.....	26
9.6.1	General	26
9.6.2	Particulate matter	26
9.6.3	Flux residues and other ionic or organic contaminants.....	26
9.6.4	Cleaning option	27
9.6.5	Test for cleanliness	27
9.6.6	Rosin residues on cleaned board assemblies	27
9.6.7	Ionic residues (instrument method)	28
9.6.8	Ionic residues (manual method)	28
9.6.9	Surface insulation resistance (SIR).....	28
9.6.10	Other contamination	28
10	Assembly requirements	28
10.1	General	28
10.2	Acceptance requirements	28
10.2.1	Process control.....	28
10.2.2	Corrective action limits	29
10.2.3	Control limit determination	29
10.3	General assembly requirements	29
10.3.1	Assembly integrity	29
10.3.2	Assembly damage	29
10.3.3	Markings.....	30
10.3.4	Flatness (bow and twist)	30
10.3.5	Solder connection.....	30
10.3.6	Interfacial connections.....	31
11	Coating and encapsulation	31
11.1	Detail requirements	31
11.2	Conformal coating	32
11.2.1	Coating instructions.....	32
11.2.2	Application	32
11.2.3	Performance requirements.....	33
11.2.4	Rework of conformal coating	34
11.2.5	Conformal coating inspection.....	34

11.3	Encapsulation.....	34
11.3.1	Encapsulation instructions	34
11.3.2	Application	34
11.3.3	Performance requirements.....	34
11.3.4	Rework of encapsulant material	34
11.3.5	Encapsulant inspection	34
12	Rework and repair	35
12.1	General	35
12.2	Rework of unsatisfactory soldered electrical and electronic assemblies	35
12.3	Repair	36
12.4	Post rework/repair cleaning	36
13	Product quality assurance	37
13.1	System requirements.....	37
13.2	Inspection methodology.....	37
13.2.1	Verification inspection	37
13.2.2	Visual inspection	37
13.2.3	Sampling inspection	38
13.3	Process control	38
13.3.1	System details	38
13.3.2	Defect reduction	38
13.3.3	Variance reduction.....	39
14	Other requirements.....	39
14.1	Health and safety	39
14.2	Special manufacturing requirements.....	39
14.2.1	Manufacture of devices incorporating magnetic windings	39
14.2.2	High-frequency applications.....	39
14.2.3	High-voltage or high-power applications	39
14.3	Guidance on requirement flowdown	39
15	Ordering data	39
	Annex A (normative) Requirements for soldering tools and equipment	41
	Annex B (normative) Qualification of fluxes.....	43
	Annex C (normative) Quality assessment.....	44
	Bibliography.....	46
	Figure 1 – Solder contact angle	30
	Figure 2 – Solder wetting of plated through-holes without leads	31
	Figure 3 – Coating conditions	33
	Table 1 – Solder contamination limits; maximum contaminant limit (percentage by weight).....	18
	Table 2 – Electrical and electronic assembly defects	36
	Table 3 – Magnification requirements	37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRINTED BOARD ASSEMBLIES –**Part 1: Generic specification –
Requirements for soldered electrical and electronic assemblies
using surface mount and related assembly technologies****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61191-1 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1998, and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- reference standard IEC 61192-1 has been replaced by IPC-A-610;
- some of the terminology has been updated;
- references to IEC standards have been corrected;
- the use of lead-free alloys in the assembly have been added.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
91/1089A/FDIS	91/1098/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

A list of all parts of IEC 61191 series, published under the general title *Printed board assemblies* can be found in the IEC website.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

PRINTED BOARD ASSEMBLIES –

Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies

1 Scope

This part of IEC 61191 prescribes requirements for materials, methods and verification criteria for producing quality soldered interconnections and assemblies using surface mount and related assembly technologies. This part of IEC 61191 also includes recommendations for good manufacturing processes.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60194, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

IEC 60721-3-1, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage*

IEC 61188-1-1, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 1-1: Generic requirements – Flatness considerations for electronic assemblies*

IEC 61189-1, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 1: General test methods and methodology*

IEC 61189-3, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)*

IEC 61190-1-1, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-1: Requirements for soldering fluxes for high-quality interconnections in electronics assembly*

IEC 61190-1-2, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnects in electronics assembly*

IEC 61190-1-3, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solders for electronic soldering applications*

IEC 61191-2, *Printed board assemblies – Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount soldered assemblies*

IEC 61191-3, *Printed board assemblies – Part 3: Sectional specification – Requirements for through-hole mount soldered assemblies*

IEC 61191-4, *Printed board assemblies – Part 4: Sectional specification – Requirements for terminal soldered assemblies*

IEC 61249-8-8, *Materials for interconnection structures – Part 8: Sectional specification set for non-conductive films and coatings – Section 8: Temporary polymer coatings*

IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

IEC/TR 61340-5-2, *Electrostatics – Part 5-2: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – User guide*

IEC 61760-2, *Surface mounting technology – Part 2: Transportation and storage conditions of surface mounting devices (SMD) – Application guide*

IPC-A-610E:2010, *Acceptability of Electronic Assemblies*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194 as well as the following apply.

3.1

bow

deviation from flatness of a board characterized by a roughly cylindrical or spherical curvature so that, if the product is rectangular, its four corners are in the same plane

3.2

manufacturer assembler

individual or company responsible for the procurement of materials and components, as well as all assembly process and verification operations necessary to ensure full compliance of assemblies with this standard

3.3

objective evidence

documentation, agreed to between user and manufacturer

Note 1 to entry: The documentation can be in the form of a hard copy, computer data, computer algorithms, video or other media.

3.4

process indicator

detectable anomaly, other than a defect, that is reflective of material, equipment, personnel, process and/or workmanship variation

3.5

proficiency

capability to perform tasks in accordance with the requirements and verification procedures detailed in this standard

3.6

shadowing

phenomenon where parts create a shadow of leads, lands, or other parts, which obstruct heating at reflow soldering or spreading solder at flow soldering

3.7

supplier

individual or company responsible for assuring, to the manufacturer (assembler), full compliance of components and base materials with the requirements and verification procedures of this standard

Note 1 to entry: Components include electronic, electromechanical, mechanical components, printed boards, etc.

Note 2 to entry: Base materials include solder, flux, cleaning agents, etc.)

3.8 twist

deviation of a rectangular sheet, panel or printed board that occurs parallel to a diagonal across its surface, so that one of the corners of the sheet is not in the plane that contains the other three corners

3.9 user

procuring authority

individual, company or agency responsible for the procurement of electrical/electronic hardware, and having the authority to define the class of equipment and any variation or restrictions to the requirements of this standard

EXAMPLE The originator/custodian of the contract detailing these requirements.

4 General requirements

4.1 Order of precedence

4.1.1 General remark

In the event of a conflict between the text of this standard and the applicable standard cited herein, the text of this standard shall take precedence. However, nothing in this standard supersedes applicable laws and regulations.

4.1.2 Conflict

In the event of conflict between the requirements of this standard and the applicable assembly drawing(s), the applicable user approved assembly drawing(s) shall govern. In the event of conflict between the requirements of this standard and assembly drawing(s) that has not been approved, the differences shall be referred to the designated user activity for approval. Upon such approval, the provisions shall be documented (by official revision notice or equivalent) on the assembly drawings, which shall then govern.

4.1.3 Conformance documentation

Where this standard requires documentary evidence to support conformance claims, each record shall be retained and be available for inspection for a minimum of two years from the date of the recorded occurrence (see ISO 9001).

4.2 Interpretation of requirements

The introduction of product classification according to the levels and their end use (see 4.3) permits the user to differentiate the performance requirements. When the user elects to specify compliance with the mandatory requirements of this standard, the following conditions apply:

- unless otherwise specified by the user, the word "shall" signifies that the requirements are mandatory,
- deviations from any "shall" requirement requires written acceptance by the user, e.g., via assembly drawing, specification or contract provision. The word "should" is used to indicate a recommendation or guidance statement. The word "may" indicates an optional situation. Both "should" and "may" express non-mandatory situations. "Will" is used to express a declaration of purpose.

4.3 Classification

This standard recognizes that electrical and electronic assemblies are subject to classifications by intended end-item use. Three general end-product levels have been established to reflect differences in producibility, functional performance requirements, and verification (inspection/test) frequency.

It should be recognized that there may be overlaps of equipment between levels. The user (see 3.5) of the assemblies is responsible for determining the level to which the product belongs. The contract shall specify the level required and indicate any exceptions or additional requirements to the parameters, where appropriate.

Level A: General electronics products

Includes consumer products, some computer and computer peripherals, and hardware suitable for applications where the major requirement is function of the completed assembly.

Level B: Dedicated service electronics products

Includes communications equipment, sophisticated business machines, and instruments where high performance and extended life is required, and for which uninterrupted service is desired but not mandatory. Typically, the end-use environment would not cause failures.

Level C: High performance electronics products

Includes all equipment where continued performance or performance-on-demand is mandatory. Equipment downtime cannot be tolerated, end-use environment may be uncommonly harsh, and the equipment shall function when required, such as life support systems and other critical systems.

4.4 Defects and process indicators

Table 2 lists the defects that are unacceptable and require attention (e.g., rework, repair, etc.). The manufacturer is responsible for identifying other areas of risk and treating those additional concerns as additions to Table 2. Such items should be documented on the assembly drawing. Other than the unacceptable defects listed in Table 2, anomalies and variances from "shall" requirements are considered as process indicators, and shall be monitored when their occurrence is observed. The disposition of process indicators is not required.

Workmanship requirements shall be consistent with IPC-A-610E, and match the level of classification identified in 4.3.

4.5 Process control requirements

This standard requires the use of process control methodologies in the planning implementation and evaluation of the manufacturing processes used to produce soldered electrical and electronic assemblies. The philosophy, implementation strategies, tools and techniques may be applied in different sequences depending on the specific company, operation, or variable under consideration, to relate process control and capability to end-product requirements. The manufacturer, subject to agreement by the user, may be exempt from performing specific quality conformance evaluations and inspections, detailed in this standard, provided objective evidence of a comprehensive and current continuous improvement plan is available (see 13.3).

4.6 Requirements flowdown

The applicable requirements of this standard shall be imposed by each manufacturer or supplier on all applicable subcontracts and purchase orders. The manufacturer or supplier

shall not impose or allow any variation from these requirements on subcontracts or purchase orders other than those that have been approved by the user.

Unless otherwise specified, the requirements of this standard are not imposed on the procurement of off-the-shelf (catalogue) assemblies or subassemblies (see 14.3). However, the manufacturer of these items may comply as deemed appropriate.

4.7 Physical designs

4.7.1 Design requirements

Some structural and layout design requirements are given in the following subclauses.

4.7.2 New designs

The printed board layout and mechanical and thermal structure of the electrical/electronic assembly should, where relevant, be based on an appropriate design standard (e.g., IEC 61188-5-1) or as approved by the user. When a manufacturer has objective evidence that a revised layout will produce good end product quality that fulfills the requirements of this standard, the user and manufacturer should agree on the changes, and the layout be modified appropriately.

4.7.3 Existing designs

The requirements of this standard should not constitute the sole cause for redesign of a currently approved design. However, when existing electronic or electrical designs undergo changes that have an impact on hardware configuration, the design of the latter shall be reviewed and user-approved changes made that allow for maximum practical compliance. Any manufacturer-proposed design changes shall be approved by the user; however, even though the proposed changes result in compliance with this standard and the manufacture of quality end products, the user is under no obligation to accept the proposed redesign.

4.8 Visual aids

Line drawings and illustrations are depicted herein to assist in the interpretation of the written requirements of this standard. The written requirements take precedence.

4.9 Proficiency of personnel

4.9.1 Design proficiency

The design facility shall have documentation which demonstrates that formal design training for all technical workforce personnel has been accomplished. Training shall be given irrespective of whether such personnel have direct responsibility for product electronic/electrical design (see ISO 9001).

4.9.2 Manufacturing proficiency

Prior to commencing work, all instructors, operators and inspection personnel shall be proficient in the tasks to be performed. Objective evidence of that proficiency shall be maintained and be available for review. Objective evidence shall include records of training for the applicable job functions being performed, testing to the requirements of this standard, and results of periodic reviews of proficiency (see ISO 9001 and IPC-A-610E).

4.10 Electrostatic discharge (ESD)

The ESD control programme shall be in accordance with IEC 61340-5-1 and IEC/TR 61340-5-2. Documented procedures, electrostatic discharge control for the protection of ESD sensitive electrical and electronic parts, components, assemblies and equipment shall be maintained during, but not limited to:

- a) receipt and test of incoming items;
- b) board, component and parts storage and kitting;
- c) manufacturing and rework;
- d) inspection and test cycles;
- e) storage and shipping of completed product;
- f) transport and installation.

Procedures for analysis of failures arising from ESD shall be documented and be available for review by an authorized inspectorate.

4.11 Facilities

4.11.1 General

Cleanliness and ambient environments in all work areas shall be maintained at levels that prevent contamination or deterioration of soldering tools, materials and surfaces to be soldered. Eating, drinking and use of tobacco products or illegal drugs shall be prohibited in the work area.

4.11.2 Environmental controls

The soldering facility should be enclosed, temperature and humidity controlled, and maintained at a positive pressure.

4.11.3 Temperature and humidity

When relative humidity decreases to a level of 30 % or lower, the manufacturer shall verify that electrostatic discharge control is adequate, and that sufficient moisture is present for flux performance and solder paste applications. For operator comfort and solderability maintenance, the temperature should be maintained between 18 °C and 30 °C and the relative humidity should not exceed 70 %. For process control, the need for more restrictive temperature and humidity limits should be evaluated.

4.11.4 Lighting

Illumination at the working surface of manual soldering and inspection stations shall be 1 000 lm/m² minimum.

4.11.5 Field conditions

In field operations, where the controlled environment conditions required by this standard cannot be achieved effectively, special precautions shall be taken to maximize the quality of solder connections and minimize the effects of the uncontrolled environment on the operation being performed on the hardware.

4.11.6 Clean rooms

The assembly of electronics may necessitate the use of clean rooms to ensure compliance with the end production performance requirements of this standard. If required, the class of clean room shall be agreed upon between user and manufacturer.

4.12 Assembly tools and equipment

4.12.1 General

The manufacturer is responsible for the selection and maintenance of tools and equipment used in the preparation and soldering of components and/or conductors. Tools used shall be selected and maintained so that no damage results from their use. Tools and equipment should be clean prior to use and be kept clean and free of dirt, grease, flux, oil and other

foreign matter during use. Soldering irons, equipment, and systems shall be chosen and employed to provide temperature control and isolation from electrical overstress EOS or ESD (see 4.10).

4.12.2 Process control

If suitable process controls are not in place to ensure compliance with 4.12 and the intent of Annex A, the relevant detailed requirements of Annex A shall be mandatory. Assembly tools and equipment shall be utilized in accordance with a documented process that is available for user review. Assembly tools and equipment shall demonstrate process parameters as described in the process documentation.

5 Materials requirements

5.1 Overview

Materials used in the soldering processes stipulated in this standard shall be as specified hereinafter. Since the materials and processes specified may be incompatible in some combinations, the manufacturer shall be responsible for selecting the combination of materials and processes that will produce acceptable products.

5.2 Solder

Solder alloys conforming to IEC 61190-1-3 shall be used. Any alloy which provides the service life, performance, reliability or regulatory requirements of the product may be used if all other conditions of this standard are met and agreed upon by user and manufacturer.

5.3 Flux

Flux shall be tested and classified in accordance with IEC 61190-1-1 or equivalent, into one of the following three types:

- L = low or no flux/flux residue activity;
- M = moderate flux/flux residue activity;
- H = high flux/flux residue activity.

Types L or M flux shall be used for assembly soldering. For applications where the flux residue will not be removed (no-clean), the use of an L flux meeting the requirements of 9.6.9 without cleaning (C00) is recommended (see 9.6.3.2).

Inorganic acid fluxes and type H fluxes may be used for tinning of terminals, solid wire and sealed components. Inorganic acid fluxes may not be used for assembly soldering. Type H fluxes may be used for soldering of terminals, solid wire and sealed components when performed as part of an integrated fluxing, soldering, cleaning and cleanliness test system and either of the following conditions is met:

- a) usage is approved by the user;
- b) data demonstrating compliance with the testing requirements of Annex B is available for review.

When type H flux is used, cleaning is mandatory.

When liquid flux is used in conjunction with other fluxes, it shall be chemically compatible with the other fluxes and materials with which it will be used. The flux of cored solder shall be in accordance with this subclause. The percentage of flux in cored solder is optional.

5.4 Solder paste

Solder paste, solder powder and flux constituents shall meet the requirements of 5.2 and 5.3 and should be evaluated in accordance with IEC 61190-1-2 to meet the assembly process requirements.

5.5 Preform solder

Preform solder shall meet all applicable requirements in 5.2 and 5.3.

5.6 Adhesives

Adhesive materials used for attachment of other than surface mounted components shall be suitable for the application and compatible with the assembly.

5.7 Cleaning agents

5.7.1 General

Cleaning agents used for the removal of grease, oil, wax, dirt, flux and other debris shall be selected for their ability to remove flux residue, other residues and particulate contaminants. The cleaning agents should not have aggressive chemicals and shall not degrade the materials or the parts being cleaned. The cleaning process shall permit the assembly to meet the cleaning requirements of 9.6.

5.7.2 Cleaning agents selection

Cleaning agents and mixtures of cleaning agents shall conform to all appropriate specifications and references. Mixtures of cleaning agents may be used provided they are suitably stabilized or inhibited.

The use of chlorinated solvents is not permitted. Water, water/alcohol or terpenes are to be considered as first choice for cleaning applications. Any cleaning solvent shall comply with applicable health, safety and environmental regulations.

5.8 Polymeric coatings

5.8.1 General

The detailed requirements for polymeric materials are defined in the following subclauses.

5.8.2 Solder resists and localized maskants

Polymer solder resist coatings and temporary maskants in accordance with IEC 61249-8-8 shall be of a material that:

- a) does not degrade solderability or the substrate material or printed wiring;
- b) precludes solder flow to the masked area;
- c) is compatible, if left in place, with printed board base material, conductive material, the intended fluxes, adhesive and subsequently applied conformal coatings;
- d) can, if temporary, be readily removed without post-removal residual contamination harmful to the integrity of the printed board conformal coating, or assembly.

5.8.3 Conformal coating and encapsulants

Conformal coating requirements for assemblies, including the type of coating (i.e. the material), shall be as specified on the approved assembly drawing. If edge coating is specified on the assembly drawing, it shall conform to 11.2.2.7. Encapsulants shall be suitable for the application and shall be compatible with the assembly.

5.8.4 Spacers (permanent and temporary)

Materials used as mechanical stand-offs shall withstand soldering processes and should permit inspection of the solder joints (see 13.2.2.3). This requirement includes spacers that should withstand temperatures generated due to self-heating of components. Location, configuration and material shall be specified in the appropriate documentation.

5.9 Chemical strippers

Chemical solutions, pastes and creams used to strip solid wires shall not cause degradation to the wire. The cleaning agents should not have aggressive chemicals and shall not degrade the materials or the parts being cleaned. In addition, wires shall be neutralized and cleaned of contaminants in accordance with suppliers' recommended instructions, and shall be solderable in accordance with 6.3.

5.10 Heat shrinkable soldering devices

Heat shrinkable soldering devices shall be self-sealing and shall encapsulate the solder connection. Braided shield terminations shall be in accordance with detailed manufacturers' work instructions that have been prepared to reflect the requirements documented on an approved assembly drawing. These self-sealing devices are exempt from the cleaning requirements of 9.4.

6 Components and printed board requirements

6.1 General

Electronic/mechanical components and printed boards shall conform to the requirements of the procurement document; ensuring conformance shall be the responsibility of the assembly manufacturer. Components and printed boards selected for assembly shall be compatible with all materials and processes used to manufacture the assembly.

NOTE For further information, see IEC 62326-1, IEC 62326-4, IEC 62326-4-1 and IEC/PAS 62326-7-1.

6.2 Solderability

6.2.1 Parts solderability

Solderability of parts shall be the responsibility of the supplier and shall meet the requirements specified and agreed to by the manufacturer. Electronic/mechanical components and wires shall meet solderability requirements when tested in accordance with IEC 60068-2-20, IEC 60068-2-58 or equivalent; printed boards shall meet the requirements when tested in accordance with IEC 61189-3 or equivalent.

Prior to acceptance of parts for storage or use, the manufacturer shall ensure that the parts to be soldered have been solderability tested in accordance with a sampling plan, and conform to the requirements of the applicable solderability specification. The user should specify the required solderability specification. Storage conditions shall comply with class 1K2 of IEC 60721-3-1 and IEC 61760-2.

6.2.2 Reconditioning

When tinning and inspection is performed as part of the assembly process, that tinning operation can be used in lieu of solderability testing (see 6.3).

6.2.3 Solderability testing of ceramic boards

Metallic elements of ceramic printed boards shall be tested for solderability as specified in IEC 61189-3, or by using an equivalent method.

6.3 Solderability maintenance

6.3.1 General

The manufacturer shall ensure that all components, leads, wiring, terminals, and printed boards which have met the requirements of 6.2 are solderable at the start of hand and/or machine soldering operations. The manufacturer shall establish procedures to minimize solderability degradation.

6.3.2 Preconditioning

Component leads, terminations, and terminals may be preconditioned (e.g. hot solder dipped) to provide solderability maintenance.

6.3.3 Gold embrittlement of solder joints

6.3.3.1 General

To minimize the impact of embrittlement of solder from gold-plated items (e.g. component leads, printed board lands), the total volume of gold in any solder joint shall not exceed 1,4 % of the volume (i.e., 3 % by weight) of solder present.

If there is documented objective evidence, available for review, that there are no gold related solder embrittlement issues, or other metallic surface finish solder joint integrity problems associated with the soldering process being used the following requirements may be eliminated.

6.3.3.2 Gold on component and piecepart leads terminations

The manufacturer shall demonstrate compliance with the presoldering requirement:

- a) all gold-plated leads/terminations and terminals have either been pre-tinned or that the gold has been otherwise removed from surfaces to be soldered and/or
- b) the quantity of any residual gold present prior to soldering will not cause the limits given in 6.3.3 to be exceeded.

6.3.3.3 Tinning of leads/terminations

Tinning of leads/terminations shall not adversely affect the components. A double-tinning process or dynamic solder wave should be used for effective gold removal.

The gold removal process may be eliminated for components to be soldered using dip, wave, or drag soldering processes provided that:

- a) sufficient gold thickness exists to meet the solderability requirements in 6.2;
- b) sufficient time, temperature and solder volume exist during the soldering process to enable the requirements of 6.3.3 to be met.

6.3.3.4 Gold on printed board lands

The volume of gold deposited on any printed board land intended for soldering components or terminals shall not cause the limits given in 6.3.3 to be violated.

6.3.4 Tinning of non-solderable parts

Component leads, terminations and printed boards not meeting the designated solderability requirements shall be reworked by hot solder dip tinning or other suitable methods prior to soldering. The reworked parts shall conform to the requirements of 6.2, except for steam ageing. Tinned areas of wires shall not conceal the wire strand(s) with solder. Wicking of

solder under wire insulation shall be minimized. When required, heat sinks shall be applied to leads of heat-sensitive parts during the tinning operation.

6.4 Solder purity maintenance

Solder used for preconditioning gold removal, tinning of parts, and machine soldering shall be analyzed, replaced or replenished at a frequency to ensure compliance with the limits specified in Table 1. The frequency of analysis should be determined on the basis of historical data or monthly analyses. If contamination exceeds the limits of Table 1, intervals between the analyses, replacement or replenishment shall be shortened. Records containing the results of all analyses and solder bath usage (e.g. total time in use, amount of replacement solder required, or area throughput) shall be maintained for each process system (see 4.1.3).

**Table 1 – Solder contamination limits;
maximum contaminant limit (percentage by weight)**

Contaminant	Preconditioning (lead/wire tinning)	Assembly soldering (pot, wave, etc.)
Copper	0,750 ^c	0,300
Gold	0,500	0,200
Cadmium	0,010	0,005
Zinc	0,008	0,005
Aluminum	0,008	0,006
Antimony	0,500	0,500
Iron	0,020	0,020
Arsenic	0,030	0,030
Bismuth ^b	0,250	0,250
Silver ^a	0,750	0,100
Nickel	0,020	0,010
Palladium	0,004	0,004
Lead	0,100	0,100
The tin content of the solder bath shall be within $\pm 1,5$ % of nominal for the solder specified and tested at the same frequency as tested for copper/gold contamination. The balance of bath shall be lead or the items listed above.		
The total of copper, gold, cadmium, zinc and aluminum contaminants shall not exceed 0,4 % for assembly soldering.		
NOTE When these metals are compositions of the solder alloy applied to the process, these are not considered to be contaminants.		
^a Not applicable for Sn62Pb36Ag2; limits to be 1,75 % to 2,25 %. ^b Not applicable for processes using Sn60Pb38Bi2 (alloy 19/ISO 9453) for attachment. ^c When tinning fine-pitch leaded devices, the copper ratio should not exceed 0,300 %.		

6.5 Lead preparation

6.5.1 General

The detailed requirements for lead forming and preparation are described in the following subclauses.

6.5.2 Lead forming

The lead forming process shall not damage connections internal to components. The preferred methods of lead forming given in the manufacturer's specification shall be used. In addition, component bodies, leads and lead seals shall not be degraded below the basic component specification requirements.

6.5.3 Lead forming limits

Whether leads are formed manually or by machine or die, components shall not be mounted if the component lead has unwanted nicks or deformation in diameter or width exceeding 10 % of the lead.

Exposed core metal is acceptable if the defect does not affect more than 5 % of the solderable surface area of the lead. Occurrence of exposed basis metal in the formed area of the lead shall be treated as a process indicator.

7 Assembly process requirements

7.1 Overview

The following subclauses deal with the requirements for the mounting of terminals, mechanical and electronic components, and wires to printed boards or other packaging and interconnecting structures. On assemblies using mixed component mounting technology, through-hole components should be mounted on one side of the printed board. Surface mounted components may be mounted on either or both sides of the assembly.

When design restrictions mandate mounting components incapable of withstanding soldering temperatures incident to a particular process, such components shall be mounted and soldered to the assembly as a separate operation. In an assembly sequence where certain components are mounted and soldered followed by additional mounting and soldering, the appropriate steps shall be taken regarding cleaning of flux residues. If applicable, assemblies shall be cleaned after each soldering operation so that subsequent placement and soldering operations are not impaired by contamination (see Clause 9).

7.2 Cleanliness

The cleanliness of terminals, component leads, conductors, and printed wiring surfaces shall be sufficient to ensure solderability and compatibility with subsequent processes. Cleaning shall not damage the components, component leads, conductors or markings.

7.3 Part markings and reference designations

Part markings and reference designations shall be legible and components shall be mounted in such a manner that markings are visible.

7.4 Solder connection contours

Designs that utilize special solder connection contours as a part of a coefficient of thermal expansion (CTE) mismatch compensation system shall be identified on the approved assembly drawing. The mounting technique shall be capable of performing with a solder connection that meets the requirements of 10.3.

7.5 Moisture traps

Within the constraints imposed by component and part design, parts and components shall be mounted to preclude the formation of moisture traps.

7.6 Thermal dissipation

When heat dissipation is required by the assembly, the material compatibility requirements of Clause 5 shall be followed.

8 Assembly soldering requirements

8.1 General

The detailed requirements for manual and machine soldering processes are defined in the following subclauses.

8.2 General

8.2.1 Soldering process

Soldering processes, as specified herein, shall not result in damage to the components or assemblies.

8.2.2 Machine maintenance

Machines used in the soldering process shall be maintained to assure capability and efficiency commensurate with design parameters established by the original equipment manufacturer.

Maintenance procedures and schedules shall be documented in order to provide reproducible processing.

8.2.3 Handling of parts

Parts shall be handled in a manner to preclude damage to terminations and to avoid the need for subsequent lead straightening operations. Once parts are mounted on printed boards, the assembly prior to soldering shall be handled, transported (e.g. by hand or conveyor) and processed in a manner to preclude movement which would affect detrimentally formation of acceptable solder connections. After soldering operations have been performed, the assembly shall be sufficiently cooled so that the solder is solidified prior to further handling to prevent hot cracking of the solder.

8.2.4 Preheating

Assemblies should be preheated to minimize the presence of volatile solvents prior to soldering, to reduce the temperature differences across the board, to reduce thermal shock to boards and components, to improve solder flow, and to reduce the molten solder dwell time. The preheat temperature exposure shall not degrade printed boards, components, or soldering performance.

8.2.5 Carriers

Carriers used for the transport of printed boards through the assembly line shall be of such material, design, and configuration that they will not impair solderability or cause board, part or component degradation or electrostatic damage (ESD) to components.

8.2.6 Hold down of surface mount leads

Short, stiff or thick surface mounted device leads shall not be held down under stress (e.g. by probes) during solder solidification so that the resulting initial stresses decrease reliability. The resistance reflow system (e.g. parallel gap, shorted bar, thermal transfer) should not deflect the leads more than two times the lead thickness. For short or thick leads, the deflection should be less than two times the lead thickness.

8.2.7 Heat application

The elements to be soldered shall be sufficiently heated to cause complete melting of the solder and wetting of the surface being soldered.

8.2.8 Cooling

The connection shall not be subjected to detrimental movement or detrimental stress at any time during the solidification of the solder. Controlled cooling may be used with documented processes.

8.3 Reflow soldering

8.3.1 Requirements

The detailed requirements for reflow soldering operations are defined in the following subclauses. Methods for reflowing solder for attachment of surface mounted devices include, but are not limited to infrared, vapour phase, convection (hot air/gas), laser, thermode (hot bar) or conduction. These should provide:

- a) the capability to apply controlled pre-heat to printed wiring assemblies;
- b) the thermal capacity to raise and maintain the soldering temperatures for the range of component thermal masses and solder joint sizes to within $\pm 5^\circ\text{C}$ of their selected temperature profile, throughout the span of the required continuous soldering production run;
- c) within the constraints of thermal shock limitation requirements, to heat rapidly the surfaces to be joined and to cool them thereafter;
- d) to minimize the effects of shadowing and colour on individual component heating rates.

8.3.2 Process development for reflow soldering

Manufacturers shall establish and maintain a reflow soldering process that is repeatable within limits defined for the process equipment. A reflow soldering process instruction shall also be developed and maintained. The manufacturer shall perform the reflow soldering operations in accordance with these process instructions. The process shall include, as a minimum, a reproducible time/temperature envelope including the drying/degassing operation (when required), preheating operation (when required), solder reflow operation, and a cooling operation. These steps may be part of an integral or in-line system or may be accomplished by a series of separate operations. If the temperature/time profile is adjusted for a different printed wiring assembly, or another assembly variation, the setting to be used shall be documented.

8.3.3 Flux application

Flux, when used, shall be applied prior to formation of the final solder connection. Flux may be a constituent of the solder paste or preform solder. Any flux meeting the requirements of 5.3 may be used provided that

- a) the flux or combination of fluxes does not damage parts,
- b) the subsequent cleaning processes (if required) shall be sufficient to comply with the cleanliness requirements in Clause 9 and not be detrimental to the product.

8.3.4 Solder application

8.3.4.1 Workmanship

Enough solder shall be applied to components or boards or both to ensure that sufficient quantity is in place during reflow to meet the end point workmanship requirements.

8.3.4.2 Solder paste application

Methods for applying solder paste on surface mount land pattern areas include, but are not limited to, screen or stencil printing, dispensing, or pin transfer. Solder paste shall be handled by the material supplier recommendation for proper performance. Re-use or mixing of solder paste exposed for excessive periods (e.g. 1 h to 24 h depending on material) with fresh paste should be avoided.

8.3.4.3 Solid solder deposition (SSD)

Surface mount land patterns can be coated with a defined amount of solder during the printed board manufacturing process.

Different methods of solder application are permissible, for example:

- a) plating of SnPb; it shall not be applied to lead-free soldering;
- b) screen or stencil printing of solder paste followed by a reflow solder process. This process can be used with or without a flattening operation of the reflowed solder pads;
- c) application of molten solder;
- d) application of solder particles in an adherent flux (solid solder deposit technology).

The characteristics of the solid solder deposit on land patterns are the following:

- e) the applied solder has a plated or molten intermetallic bond to the surface mounting device (SMD) land pattern;
- f) the applied thickness of the solder is sufficient for a reliable reflow solder joint;
- g) the solder is applied with sufficient precision to the SMD land pattern;
- h) the flatness of deposited solder shall be suitable for the applicable component, for example fine pitch devices require better flatness than most other components.

The amount of the solder shall be specified.

8.4 Mechanized immersion soldering (non-reflow)

8.4.1 General

The detailed requirements for immersion non-reflow machine soldering are defined in the following subclauses. These soldering systems should provide:

- a) the capability to apply flux to all points requiring flux;
- b) the capability to apply controlled pre-heat to printed board assemblies;
- c) the thermal capacity to maintain the soldering temperature at the assembly surface to within ± 5 °C of the selected temperature, throughout the span of the required continuous soldering production run;
- d) within the constraints of thermal shock limitation requirements, to heat the surfaces to be joined in a controlled manner, and to cool them thereafter;
- e) sufficient mechanical energy to minimize shadowing effects and to assist wetting in the nooks and crannies between closely packed surface mount components.

8.4.2 Process development for mechanized immersion soldering

The manufacturer shall maintain operating procedures describing the soldering process and the proper operation of the automatic soldering machine and associated equipment. For the soldering machine, these procedures, as a minimum, shall define the preheat temperature, solder temperature, rate of travel, frequency of temperature verification measurements, frequency and method of flux analysis (mandatory for low-solids fluxes), and frequency of solder bath analysis. If any of the above-mentioned characteristics are adjusted for a different

printed wiring assembly, drawing number, or other positive identification element, the setting to be utilized shall be identified.

8.4.3 Drying/degassing

Prior to soldering, the assembly may be baked to reduce detrimental moisture and other volatiles.

8.4.4 Holding fixtures and materials

Devices, materials or techniques used to retain parts and components to the printed board through preheat, fluxing, soldering, and cooling stages shall not contaminate, damage or degrade printed boards or components. The devices, materials or techniques shall be adequate to maintain component positioning, and shall permit solder flow through plated through-holes and/or on to terminal areas.

8.4.5 Flux application

The flux used shall form a coating on the surface to be soldered. The flux or method of application should not damage or reduce reliability of components. The flux shall be thinned with material recommended by the flux supplier as necessary to meet the requirements of the flux application. The flux shall be dried sufficiently before soldering to prevent solder spatter.

8.4.6 Solder bath

8.4.6.1 Solder bath temperature

The solder bath using the solder compositions defined in 5.2 should be maintained at a temperature recommended by the supplier of the solder. However, the temperature shall not exceed the resistance to soldering heat of the components mounted. For alloys other than those cited in 5.2, other temperature ranges may be required. For all alloys, the nominal temperature should have a tolerance of $\pm 5^\circ\text{C}$. This tolerance shall not put the bath temperature outside the established limits.

The temperature and time of contact between the assembly and the solder shall be dependent upon such factors as preheating, thickness of the board, number and size of contacts or conductors, and the type of parts. The period of exposure of any printed board to a solder bath shall be limited to a duration which will not cause damage to the board or components mounted thereon.

8.4.6.2 Solder bath maintenance

Solder bath purity in machine soldering of printed board assemblies shall be maintained in accordance with 6.4 and the following procedures:

- a) dross shall be removed from the solder bath in a manner which assures that dross does not contact the items being soldered. Automatic or manual methods for dross removal are acceptable;
- b) soldering oils may be intermixed with the molten solder and carried to the surface of the solder wave or applied to the surface of the solder wave or solder bath. The oil level should be controlled to preclude intermix of oil in solidified solder joints;
- c) solder in soldering machines shall be analyzed on a regular basis in accordance with 6.4.

8.5 Manual/hand soldering

8.5.1 Requirements

The detailed requirements for manual/hand soldering are defined in the following subclauses.

8.5.2 Non-reflow manual soldering

8.5.2.1 Flux application

If used, liquid flux shall be applied to the surfaces to be joined, prior to the application of heat. The use of excess flux should be avoided. When cored solder is used, it shall be placed in a position that allows the flux to flow and cover the connection elements as the solder melts. When an external liquid flux is used in conjunction with flux cored solders, the fluxes shall be compatible.

8.5.2.2 Solder application

A well-tinned tip (see 4.12) shall be applied to the joint and the solder introduced at the junction of the tip and the connection for maximum heat transfer. After applying heat and achieving heat transfer, the solder should be applied to the joint and not the soldering iron tip. Solder is supplied to a surface of the joint that left from the heating position. The method of application should be such that no solder deposits on the body of component. Solder and the soldering iron tip shall be quickly pulled apart from the joint metal. Solder shall only be applied to one side of a plated through-hole. The temperature of the soldering tip shall not exceed the specific working temperature. The application of heat should be within the restricted temperature and time specified. Heat may be applied to both sides of the plated through-hole. Some hand soldering applications may require preheating to prevent damage to components.

8.5.2.3 Heat sinks

When hand soldering is being carried out close to the body of heat-sensitive devices, a heat sink should be used between the soldering iron tip and the component body as necessary to restrict heat flow into the component.

8.5.2.4 Solder wicking

Limited solder wicking during soldering of wire is permissible. Solder wicking shall not extend to a portion of the wire which is required to remain flexible.

8.5.3 Reflow manual soldering

8.5.3.1 Solder applications

Enough solder shall be applied to components, or boards, or both to ensure that sufficient quantity is in place during reflow to meet the end product requirements. Methods for solder application include dispensing or pin transfer of solder paste, or use of solder wire or preforms. Land patterns to which solder is applied shall be clean prior to solder application reflow methods.

8.5.3.2 Reflow methods

Manufacturers shall establish a reflow soldering process that is repeatable within the limits defined for the hand soldering reflow equipment (e.g. hot air or gas, infrared). The reflow process instructions shall be developed and maintained and shall be performed in accordance with these process instructions.

The process shall include as a minimum a reproducible time/temperature envelope including the drying/degassing operation (when required). Reflow methods include hot air/gas guns, solder irons, or hot bar (thermode) or laser operations.

8.5.3.3 Shielding

When manual reflow soldering is performed, appropriate shielding should be provided so that adjacent components (next to the parts being joined) are not damaged or that the solder joints of adjacent components are reflowed.

9 Cleanliness requirements

9.1 General

When the post soldering cleanliness designator (see 9.6.3.2) specifies cleaning option C-0 (no surface to be cleaned), the soldered assembly shall meet the visual inspection requirements of 9.5.2 except that evidence of flux residue is permitted.

If cleaning is required (as in 9.6) during and after processing, parts, subassemblies, and final assemblies shall be cleaned within a time frame that permits appropriate removal of contaminants (especially flux residue).

All items cleaned shall be cleaned in a manner that will prevent detrimental thermal shock and intrusion of cleaning media into components which are not totally sealed. The assembly cleaning shall be capable of meeting the cleanliness requirement as specified herein.

9.2 Equipment and material compatibility

The cleaning media and equipment shall be selected for their ability to remove both ionic and non-ionic contamination, and shall not degrade the materials, markings, or parts being cleaned. Analysis and documentation demonstrating compliance with these requirements shall be available for review.

9.3 Pre-soldering cleaning

The cleanliness of terminals, component leads, conductors, and printed wiring surfaces shall be sufficient to ensure solderability. Cleaning shall not damage or reduce the reliability of the components, component leads, or conductors. For post-soldering cleaning option C-0 (no surfaces to be cleaned), cleanliness shall be sufficient to ensure compliance with the final assembly cleanliness requirements.

9.4 Post-soldering cleaning

9.4.1 General

When cleaning is required, flux residue shall be removed as soon as possible, preferably within 15 min, but no longer than 1 h after soldering. Some fluxes or processes may require more immediate action to facilitate adequate removal. Mechanical means such as agitation, spraying, brushing, etc., or vapour degreasing and other methods of application may be used in conjunction with the cleaning medium. The time between soldering and completion of cleaning may be extended for hand soldering operations provided interim cleaning is performed and complete cleaning is performed prior to the end of the production shift.

Terminations internal to self-sealing devices (e.g. heat shrinkable solder devices) shall be exempt from the cleaning requirements of this standard when the device encapsulates the solder connection.

9.4.2 Ultrasonic cleaning

Ultrasonic cleaning is permissible

- a) on bare boards or assemblies, provided only terminals or connectors without internal electronics are present, or
- b) on electronic assemblies with electrical components, provided the contractor has documentation available for review showing that the use of ultrasonics does not damage the mechanical or electrical performance of the product or components being cleaned.

9.5 Cleanliness verification

9.5.1 General

Assemblies shall meet the requirements of 9.6 for cleanliness. The following methods are to be used to assess the amount of remaining particulate or foreign matter, as well as flux residues and other ionic organic contaminants.

9.5.2 Visual inspection

When made as part of a documented process control and product improvement system, visual inspection shall be based on a statistical sample (see 13.2.3). Otherwise, 100 % visual inspection shall be used to assess the presence of foreign particulate matter as required in 9.6.2, or flux and other ionic or inorganic residues as required in 9.6.3.

9.5.3 Testing

Periodic testing of cleanliness of the assembly after final cleaning (e.g. the cleaning prior to conformal coating, encapsulation, or incorporation into the next higher assembly) shall be conducted on a random sample basis (see 13.2.3) to ensure the adequacy of the cleaning process(es), as required in 9.6.5.

If any assembly fails, the entire lot shall be recleaned and a random sample of this lot, and each lot cleaned since performing the last acceptable cleanliness test, shall be tested. The frequency of testing shall be a minimum of once each 8 h shift, unless the process control system data supports a change in frequency.

9.6 Cleanliness criteria

9.6.1 General

Cleaning of assemblies shall be performed as necessary to remove

- a) particulate foreign matter as required in 9.6.2, and
- b) flux residues and other ionic or organic contaminants as required in 9.6.3.

9.6.2 Particulate matter

Assemblies shall be free of dirt, lint, solder splash, dross, etc. Solder balls shall be neither loose nor degrade electrical performance characteristics. Inspection for particulate matter shall be consistent with inspection methodology defined in 13.2.2.2.

Solder balls shall not reduce the minimum design electrical spacing by more than 50 %, and shall be fixed to the board surface. Additionally, not more than 5 solder balls per 600 mm² shall occur.

9.6.3 Flux residues and other ionic or organic contaminants

9.6.3.1 General

The user and manufacturer shall agree to the cleaning requirements and the appropriate tests for cleanliness. In addition, the visual requirements for cleanliness shall be agreed to and specified.

It is the responsibility of the user to specify cleanliness. The user may wish to use the cleanliness designator that establishes the cleaning option and test for cleanliness in accordance with 9.6.3.2. In the absence of a specified cleanliness designator, the designator C-22

as described in the following subclauses should apply. In addition, the visual requirements for cleanliness (as in 9.6.3.3) shall be specified.

9.6.3.2 Post-soldering cleanliness designator

Where the user specifies a cleanliness designator, it shall be in the following form:

Cleanliness designator	Cleaning option	Test for cleanliness
C	9.6.4	9.6.5

A two digit (minimum) code describes the cleanliness requirements for all assemblies covered under this standard. This code begins with the letter C then a dash followed by two or more digits. The first digit represents the cleaning option described in 9.6.4 and the second and following digits indicate the requirements for cleanliness testing described in 9.6.5. (If all five cleanliness tests are required, the cleanliness designator will have a total of six digits.)

9.6.3.3 Visual requirements

Surfaces cleaned should be inspected without magnification and shall be free of visual evidence of flux residue or other contaminants. Surfaces not cleaned may have evidence of flux residues.

9.6.4 Cleaning option

The first digit of the cleanliness designator defines the cleaning option. One of the following digits is used to define the surfaces of the assembly that are to be cleaned:

- 0 = No surfaces to be cleaned.
- 1 = One side (wave solder source side) of assembly to be cleaned.
- 2 = Both sides of assembly to be cleaned.

9.6.5 Test for cleanliness

The second and following digits of the cleanliness designator define the requirements for cleanliness testing. The following digits may be used in any combination (not including zero):

- 0 = No test for cleanliness required.
- 1 = Test for rosin residues required (see 9.6.6).
- 2 = Test for ionic residues required (see 9.6.7and/or 9.6.8).
- 3 = Test for surface insulation resistance (see 9.6.9).
- 4 = Test for other surface organic contaminants (see 9.6.10).
- 5 = Other tests as deemed by user/manufacture agreement.

9.6.6 Rosin residues on cleaned board assemblies

If rosin-based fluxes are used, assemblies shall be cleaned and tested in accordance with the following.

Assemblies that have been cleaned shall be tested in accordance with IEC 61189-1 and IEC 61189-3 (see Annex B), and shall comply with the following requirements for the maximum allowable level of rosin flux residues:

- Level A: assemblies less than 200 µg /cm²
- Level B: assemblies less than 100 µg /cm²
- Level C: assemblies less than 40 µg /cm²

9.6.7 Ionic residues (instrument method)

Assemblies shall be tested in accordance with IEC 61189-1 and IEC 61189-3 (ionizable detection of surface contaminants (dynamic method), or ionizable detection of surface contaminants (static method), see Annex B) and shall contain less than 1,56 µg/cm² NaCl equivalent ionic or ionizable flux residue. Other methods may be used when the sensitivity of the alternative method is shown to be equal to or better than the above methods with respect to detecting ionizable surface contamination.

In comparing the sensitivity between methods, the solvent used to extract the residue, the method used to present the solvent to the assembly, and the method of detecting the residue should all be considered.

9.6.8 Ionic residues (manual method)

Assemblies shall be tested in accordance with IEC 61189-1 and IEC 61189-3 (resistivity of solvent extract, see Annex B). The surface contamination shall be less than 1,56 µg/cm² sodium chloride (NaCl) equivalent ionic or ionizable flux residue. Other acceptance values may be specified by the user for equivalent tests.

9.6.9 Surface insulation resistance (SIR)

Test specimens processed in exactly the same manner as the assemblies being produced shall be tested for the effect of the contamination on the electrical insulation resistance of printed boards under high temperature and humidity in accordance with IEC 61189-1 and IEC 61189-3 (see Annex B) using the test conditions of IEC 61189-1. The test specimens shall have a minimum resistance of 100 MΩ after soldering and/or after soldering and cleaning, depending on the flux classification. The user and manufacturer may agree upon other test specimens, test conditions, and SIR requirements.

9.6.10 Other contamination

Assemblies tested in accordance with IEC 61189-1 and IEC 61189-3 (see Annex B, surface organic contaminant detection test (in-house method)) shall not exceed the maximum acceptance level established by mutual agreement between user and manufacturer.

10 Assembly requirements

10.1 General

Boards, components and processes described and specified in Clauses 1 to 8 provide for soldered interconnections that are better than the minimum acceptance requirements of this clause. Processes and their controls should be capable of producing a product meeting or exceeding the acceptance criteria for a level C product. However, soldered connections shall meet the product level (A, B or C) acceptance requirements specified by user.

10.2 Acceptance requirements

10.2.1 Process control

The manufacturer shall either:

- a) have a process control plan in accordance with 13.3; or
- b) perform 100 % inspection to the requirements of 10.3. If defects and process indicators exceed the corrective action limits specified in 10.2.2 for their respective level of opportunities (10.2.3), the manufacturer shall initiate corrective action to reduce their occurrence. For corrective action calculations, no more than one defect characteristic (see Table 2) or process indicator shall be attributed to a particular interconnection site (e.g. lead-to-land, via, lead-in-hole).

If the limits specified in this standard are met, it is likely that the reliability of the joint has a high possibility of meeting the assembly expectations. However, the user has the responsibility for determining true reliability requirements based on design and end product usage.

10.2.2 Corrective action limits

Corrective action shall be initiated if

- a) defects listed in Table 2 exceed 0,3 % of the possibilities for their occurrence, and if
- b) process indicators (see 4.4) exceed 3,0 % of the total opportunities for their occurrence.
- c) As a minimum, the following general process indicator occurrences shall be monitored:
 - 1) markings (10.3.3);
 - 2) voids and blow holes (10.3.5);
 - 3) lead outline visibility (10.3.5);
 - 4) via interfacial connection wetting (10.3.6);
 - 5) other process indicators defined in the sectional specifications; and
 - 6) solder quantity.

10.2.3 Control limit determination

The total number of interconnection sites shall be used as the measure to which the percentage of defects or process indicators is applied. These calculations consider each surface mount termination, each through-hole termination, and each terminal termination as a single opportunity for determining the total number of opportunities for a given printed board assembly.

10.3 General assembly requirements

10.3.1 Assembly integrity

All products shall meet the requirements of the assembly drawing. The electrical and mechanical integrity and the reliability of all components and assemblies shall be retained after exposure to all processes employed during manufacture and assembly (e.g. handling, fixing, soldering and cleaning).

10.3.2 Assembly damage

10.3.2.1 Assembly requirements

Assembly damage to electronic and mechanical devices shall not exceed the requirements given in the present standard and in IEC 61191-2, IEC 61191-3, IEC 61191-4.

Printed boards shall show no evidence of burning, blistering, or delamination as referenced in IEC 62326-1. Laminate scratches shall be treated as weave exposure.

10.3.2.2 Unacceptable assembly defects

The following defects can be found in printed wiring assemblies: measles, crazing, blistering, delamination, weave exposure, haloing, edge delamination, and lifted lands or conductors.

The following conditions are causes for rejection:

- a) assemblies exhibiting measles or crazing defects affecting their functionality;
- b) blistering or delamination which make bridges between plated through-holes or between subsurface conductors, or which extend under surface conductors or over/under subsurface conductors.

10.3.3 Markings

Markings shall not be deliberately altered, obliterated or removed by the manufacturer unless required by the assembly drawing. Additional markings (such as labels added during the manufacturing process) should not obscure the original supplier's markings. Where a component part marking loss occurs it shall be recorded as a process indicator to track and determine if a supplier has a potential marking problem, and determine the degree of corrective action (e.g. new materials, new processes, remarking, etc.).

10.3.4 Flatness (bow and twist)

Bow and twist after soldering shall not exceed 0,5 % or 1,5 mm for level C surface mount; 0,75 % or 2,0 mm for level B surface mount; 1,0 % or 2,5 mm for level A surface mount; and 1,5 % or 2,5 mm for through-hole (all levels) printed board applications. Mixed assemblies (SMT (Surface mount technology), THT (Through hole technology), etc.) shall meet the requirements for surface mount assemblies (see IEC 61191-2, IEC 61189-3, IEC 61188-1-1).

10.3.5 Solder connection

10.3.5.1 Solder wetting angle

The acceptable solder connection shall indicate evidence of wetting and adherence when the solder blends with the soldered surface, forming a contact angle of 90° or less, except when the quantity of solder results in a contour which extends over the edge of the land (see Figure 1). The solder joints should have a generally smooth appearance.

A lead-free solder alloy composition will typically produce an appearance of surface roughness (grainy or dull) and greater wetting contact angles. These solder joints are acceptable.

A smooth transition from land to connection surface or component lead shall be evident. A line of demarcation or transition zone where applied solder blends with solder coating, solder plate, or other surface material is acceptable, provided that wetting is evident. In case of fused solder coatings, presence of the applied solder above the rim of the hole is not required if the hole wall and component lead exhibit good wetting (see Figure 2). Marks or scratches on the solder joint shall not degrade the integrity of the connection.

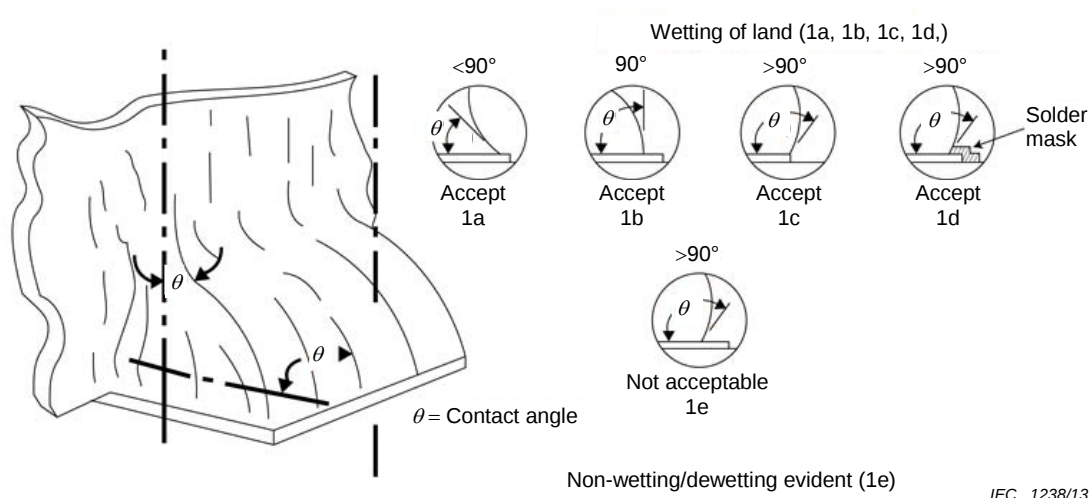


Figure 1 – Solder contact angle

10.3.5.2 Defects

The following conditions are unacceptable and shall be considered defects (see 12.2):

- a) fractured or disturbed solder connections;
- b) cold solder connection;
- c) greater than 5 % of the solder connection (except vias) exhibiting dewet or nonwet characteristics;
- d) excess solder which contacts the component body;
- e) gold embrittlement due to insufficient gold removal (see 6.3.3); and
- f) voiding by which the solder volume of the joint is decreased below the allowable minimum value.

10.3.5.3 Process indicators

The following conditions are acceptable, but shall be considered as process indicators and shall be documented and available for review:

- a) voids and the blow holes where wetting is evident, and which do not reduce solder volume below the allowable minimum;
- b) outline or lead not visible in solder joint because of excess solder.

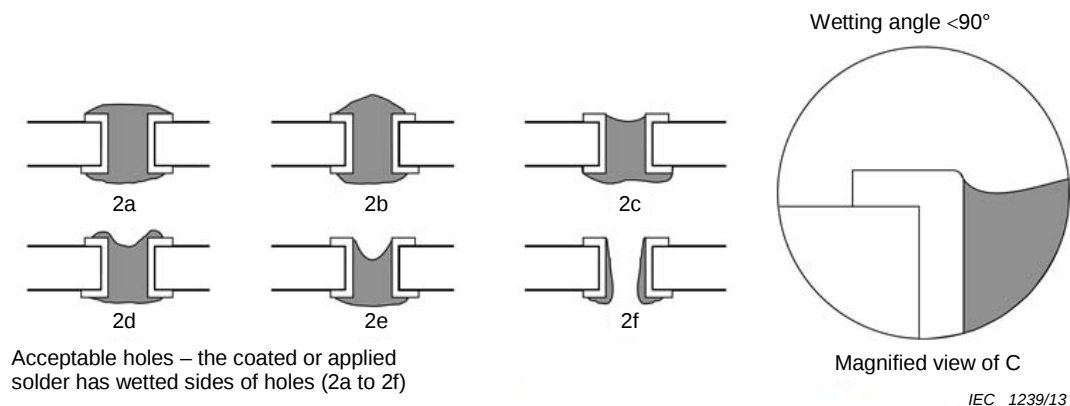


Figure 2 – Solder wetting of plated through-holes without leads

10.3.6 Interfacial connections

Unsupported holes with leads or plated through-holes, not subjected to mass soldering and used for interfacial connections need not be filled with solder. Plated through-holes not exposed to solder because of permanent or temporary maskants and used for interfacial connections need not be filled with solder. Plated through-holes without leads, including vias, after exposure to wave, dip, or drag solder processing shall meet the acceptability requirements of Figure 2. Failure to meet this requirement shall be treated as a process indicator in accordance with Clause 13. Wetting of the top-side lands by applied solder is acceptable, but not required (see Figures 2c, 2e and 2f). Plated through-hole damage due to copper dissolution is a defect (see Table 2)

11 Coating and encapsulation

11.1 Detail requirements

The detail requirements for coating and encapsulation procedures are defined in the following subclauses.

11.2 Conformal coating

11.2.1 Coating instructions

The material specification and supplier's instructions, as applicable, shall be followed. When curing conditions (temperature, time, IR intensity, etc.) vary from supplier recommended instructions, the alternate conditions shall be documented and available for review. The material shall be used within the time period specified (both shelf life and pot life), or used within the time period indicated by a documented system that the manufacturer (assembler) has established to mark and control age-dated material.

11.2.2 Application

11.2.2.1 Application details

A coating shall be continuous in all areas designated for coverage on the assembly drawing. The coating fillets should be kept to a minimum. Conformal coating material shall not contain aggressive solvents. Conformal coating or method of application of conformal coating shall not damage or reduce the reliability of components. When used, masking materials shall have no harmful or degrading effect on the printed boards and shall be removable without leaving a contaminant residue. Dimensioning specified for masked areas shall not be decreased in length, width, or diameter by more than 0,8 mm by application of conformal coating.

11.2.2.2 Adjustable components

The adjustable portion of adjustable components, as well as electrical and mechanical mating surfaces such as probe points, screw threads, bearing surfaces (e.g. card guides) shall be left uncoated as specified on the assembly drawing.

11.2.2.3 Conformal coating on connectors

Mating connector surfaces of printed wiring assemblies shall not be conformal coated. The conformal coating specified on the assembly drawing shall, however, provide a seal around the perimeter of all connector/board interface areas. Press-fit pins and connectors installed after conformal coating is applied shall be exempt from the seal requirement.

11.2.2.4 Conformal coating on brackets

The mating (contact) surface of brackets or other mounting devices shall not be coated with conformal coating unless specifically required by the assembly drawing. However, the perimeter of the junction between these devices and the board and all attaching hardware shall be coated.

11.2.2.5 Conformal coating on flexible leads

Components which are electrically connected to the assembly by flexible leads (e.g. gull wing) shall as a minimum have the junction of the leads with the components and the assembly coated.

11.2.2.6 Perimeter coating

Unless otherwise specified on the approved assembly drawing, the outer perimeter of assemblies shall not be increased in total thickness by more than 1,0 mm as a result of conformal coating. The outer perimeter is defined as the area on each side of the board at a distance of not more than 6,0 mm inwards from the outer edge (see Figure 3).

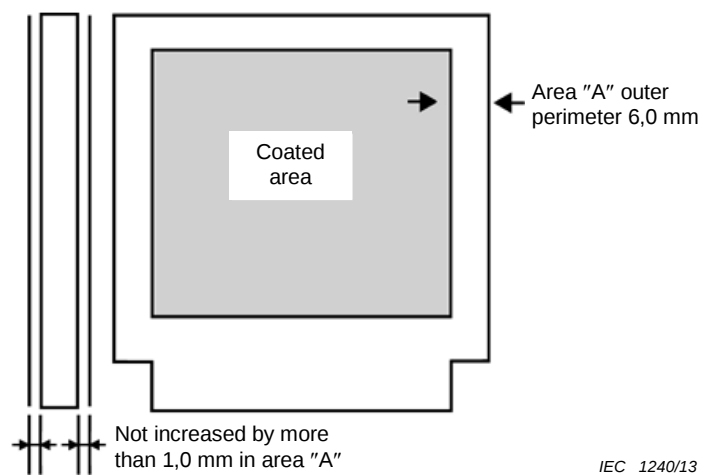


Figure 3 – Coating conditions

11.2.2.7 Edge coating

Unless otherwise specified on the approved assembly drawing, the dimensions of the assemblies shall not be increased in length or width by more than 0,8 mm on each edge, giving a total of 1,5 mm by application of conformal coating.

11.2.3 Performance requirements

11.2.3.1 Coating requirements

The detailed requirements for applied coatings are defined in the following subclauses.

11.2.3.2 Thickness

The thickness of the conformal coating shall be as follows for the type specified:

- | | |
|--|---------------------|
| a) types ER (epoxy), UR (urethane) and AR (acrylic): | 0,03 mm to 0,13 mm; |
| b) type SR (silicone): | 0,05 mm to 0,21 mm; |
| c) type XY (paraxylene): | 0,01 mm to 0,05 mm. |
| d) type FC (fluoropolymer) | ~ 0,01 μ m |

The thickness shall be measured on a flat, unencumbered, cured surface of the printed wiring assembly, or on a coupon which has been processed with the assembly. Coupons may be of the same type of material as the printed board or may be of a non-porous material such as metal or glass. As an alternative, a wet film thickness measurement may be used to establish the coating thickness, provided there is documentation which correlates the wet and dry film thicknesses.

11.2.3.3 Coating coverage

Conformal coating shall be of the type specified on the assembly drawing, and shall

- be completely cured and homogeneous,
- cover only those areas specified on the assembly drawing,
- be free of blisters or breaks which affect the assembly operations or sealing properties of the conformal coating,

- d) be free of voids, bubbles, or foreign material which expose component conductors, printed wiring conductors (including ground planes) or other conductors, and/or violate design electrical spacing; and
- e) contain no measling, peeling or wrinkle (non-adherent areas).

11.2.4 Rework of conformal coating

Procedures which describe the removal and replacement of conformal coating shall be documented and available for review.

11.2.5 Conformal coating inspection

Visual inspection of conformal coating may be performed without magnification. Inspection for conformal coating coverage may be performed under an ultraviolet (UV) light source when using conformal coating material containing a UV tracer. Magnification from 2× to 4× may be used for referee purposes.

11.3 Encapsulation

11.3.1 Encapsulation instructions

The material specification and suppliers instructions, as applicable, shall be followed. The material shall be used within the time period specified (both shelf life and pot life) or used within the time period indicated by a documented system the manufacturer has established to mark and control age-dated material.

11.3.2 Application

11.3.2.1 Quality details

The encapsulant materials shall be continuous in all areas designated for coverage on the assembly drawing. When used, masking material shall have no deleterious effect on the printed boards and shall be removable without contaminant residue.

11.3.2.2 Encapsulant-free surfaces

All portions of the assembly not designated to receive encapsulant material shall be free of any encapsulant material.

11.3.3 Performance requirements

The applied encapsulant shall be completely cured, homogeneous, and cover only those areas specified on the assembly drawing.

The encapsulant shall be free of bubbles, blisters or breaks that affect the printed wiring assembly operation or sealing properties of the encapsulant material. There shall be no visible cracks, crazes, mealing, peeling and/or wrinkles in the encapsulant material.

11.3.4 Rework of encapsulant material

Procedures which describe the removal and replacement of encapsulant material shall be documented and available for review (i.e., within the manufacturers' ISO 9001 documentation or equivalent written procedures).

11.3.5 Encapsulant inspection

Visual inspection of encapsulation may be performed with magnification.

12 Rework and repair

12.1 General

The detailed requirements for rework and repair are defined in the following subclauses.

12.2 Rework of unsatisfactory soldered electrical and electronic assemblies

Rework of unsatisfactory electrical and electronic assemblies consists of addressing the defects listed in Table 2, and the non-conforming characteristics shown in the defect tables of the relevant sectional specification (i.e. IEC 61191-2, IEC 61191-3, IEC 61191-4) as appropriate.

Rework of unsatisfactory solder connections and other defects shall not be performed until the discrepancies have been documented. Documentation requirements shall be defined in the process control plan and may be on a sampling or audit basis. This data shall be used to provide an indication as to the possible causes and to determine if corrective action, in accordance with 10.2, 10.2.2 and 10.2.3, is required. When rework is performed, each reworked and/or reflowed connection shall be inspected to the requirements of 10.3.5 in accordance with 13.2.

Table 2 – Electrical and electronic assembly defects

Defect No.	Defect description	Requirement subclause	Remarks
01	Violations of the assembly drawing requirements a) missing component b) wrong component c) reversed component	4.1.2	
02	Damage to components beyond procurement specification or the relevant sectional specification allowance a) component damage (cracks) b) moisture cracking (pop-corning)	IEC 61191-2 IEC 61191-3 IEC 61191-4	
03	Damage to the assembly or printed board a) measling or crazing that affects functionality b) blisters/delamination that bridges between PTHs/conductors c) excessive departure from flatness	10.3.2 10.3.2.2 10.3.4	
04	Plated-through hole interconnections with and without leads a) non wetted hole or lead b) unsatisfactory hole fill c) fractured solder joint d) cold or disturbed solder connection	10.3.5 10.3.5.2 10.3.6	
05	Violation of minimum design electrical spacing a) conductive part body or wire movement/misalignment b) solder balling c) solder bridging d) solder spikes e) solder webs/skins	IEC 61191-2 9.6.2 IEC 61191-2 IEC 61191-2 IEC 61191-2	
06	Improper solder connections (lead, termination or land) a) dewetting or non wetting b) solder leaching c) insufficient solder d) solder wicking e) insufficient reflow f) incomplete joint (open circuit) g) excessive solder h) excessive solder voids i) adhesive encroachment j) gold embrittlement	10.3.5.3 10.3.5.2	
07	Damaged marking on the board a) altered marking b) obliterated marking	10.3.3	
08	Failure to comply with stated cleaning or cleanliness testing	9.6 9.6.3.2	
09	Failure to comply with conformal coating requirements	11.2.3.3	
10	Copper dissolution	10.3.6	

12.3 Repair

Repairs are changes to an unacceptable end product to make it acceptable in accordance with the original functional requirements. The repair method shall be determined by agreement between the manufacturer and the user.

12.4 Post rework/repair cleaning

After rework or repair, assemblies shall be cleaned as necessary by a process meeting the requirements of 9.6.

13 Product quality assurance

13.1 System requirements

General requirements for the establishment and maintenance of an effective quality assurance programme incorporating process control systems (see 4.5) are given in the following subclauses.

13.2 Inspection methodology

13.2.1 Verification inspection

Verification inspection shall consist of the following:

- a) surveillance of the operation to determine that practices, methods, procedures and a written inspection plan are being properly applied;
- b) inspection to measure the quality of the product.

13.2.2 Visual inspection

13.2.2.1 Visual sampling

Inspection prior to soldering (e.g. between component placement and soldering) or in between other process steps (e.g. solder paste application and component placement) should only take place on a sampling basis when analyzing the assembly process to identify solder joint defect causes. After soldering, the assembly shall be evaluated in accordance with the established process control plan (see 13.3) or by 100 % visual inspection (see 10.2).

13.2.2.2 Magnification aids and lighting

The tolerance for magnification aid is 15 % of the selected magnification power (i.e. +15 % or a range of 30 % centred at the selected magnification power). Magnification aids and lighting (see 4.11.4) used for inspection shall be commensurate with the size of the item being processed. The magnification used to inspect solder connections shall be based on the minimum width of the land used for the device being inspected. Magnification aids should be in accordance with Table 3.

Table 3 – Magnification requirements

Land widths and land diameters mm	Inspection	Referee
>1,0	2×	4×
0,5 to 1,0	4×	10×
0,25 to 0,5	10×	20×
<0,25	20×	40×

Referee conditions shall only be used to verify product rejected at the inspection magnification. For assemblies with mixed land widths, the greater magnification may be used for the entire assembly.

13.2.2.3 Partially visible or hidden solder connections

Partially visible or hidden solder connections are acceptable provided that the following conditions are met:

- a) the visible portion, if any, of the connection on either side of the PTH solder connection (or the visible portion of the SMD connection) is acceptable;
- b) the design does not restrict solder flow to any connection element on the primary side (e.g. pin in hole component) of the assembly;

- c) process controls are maintained in a manner assuring repeatability of assembly techniques.

13.2.3 Sampling inspection

Use of sample based inspection shall be predicated on meeting one of the following:

- a) when done as part of a documented process control system as in 13.3; or
- b) as part of the user approved product assurance programme.

13.3 Process control

13.3.1 System details

Process control shall be a documented system, available for review, that meets the intent of ISO 9001, IEC 61193-3, or user-approved system. The primary goal of process control is to continually reduce variation in the processes, products, or services to provide product or processes meeting or exceeding customer requirements. The process control system shall include the following elements as a minimum:

- a) training shall be provided to personnel with assigned responsibilities in the development, implementation, and utilization of process control and statistical methods that are commensurate with their responsibilities;
- b) quantitative methodologies and evidence shall be maintained to demonstrate that the process is capable and in control;
- c) improvement strategies to define initial process control limits and methodologies leading to a reduction in the occurrence of process indicators in order to achieve continuous process improvement;
- d) criteria for switching to sample based inspection shall be defined. When processes exceed control limits, or demonstrate an adverse trend or run, the criteria for reversion to higher levels of inspection (up to 100 %) shall also be defined;
- e) when defect(s) are identified in the lot sample, the entire lot shall be 100 % inspected for the occurrence(s) of the defect(s) observed;
- f) a system shall be put in place to initiate corrective action for the occurrence of process indicators, out-of-control process(es), and/or discrepant assemblies;
- g) a documented audit plan is defined to monitor process characteristics and/or output at a prescribed frequency.

Objective evidence of process control may be in the form of control charts or other tools and techniques of statistical process control derived from application of process parameter and/or product parameter data. This data can be acquired from sources such as inspection, non-destructive evaluation, machine operation data, or periodic testing of production samples. For attribute data, the key is understanding and controlling parameters in the process that influence the response in question and establishing controls at that point. Attribute data, measured in parts of 10^{-6} nonconforming product, can generally be correlated to a process capability index (Cpk) generated using variable data (see Annex C).

Available resources (e.g. ISO 9001, IEC 61193-1, etc.) should be used in establishing the process control plan and defining the characteristics and criteria.

13.3.2 Defect reduction

Continuous process improvement techniques shall be implemented to reduce the occurrence of defects and process indicators. When processes vary beyond established process control limits, corrective action shall be taken to prevent recurrence. When corrective action is ineffective within 30 days of implementation, the problem shall be referred to plant management for resolution.

13.3.3 Variance reduction

All variances from the requirements of this standard shall be minimized with the goal of elimination (where economically practical) through process corrective action. Failure to implement process corrective action and/or the use of continually ineffective corrective action shall be grounds for disapproval of the process and associated documentation.

14 Other requirements

14.1 Health and safety

The use of some materials referenced in this standard can be hazardous. In such cases, a risk assembly shall be undertaken prior to the use of any hazardous material. All safety precautions shall be taken as outlined in the data provided with the material. Adequate ventilation shall be provided in all areas where solder chemicals are used or fumes are generated. To provide for personnel safety, areas, equipment and procedures shall meet all applicable occupational (workplace), safety and health regulations.

14.2 Special manufacturing requirements

14.2.1 Manufacture of devices incorporating magnetic windings

This standard is limited in its applicability to the manufacturing processes associated with the mounting of internal electronic elements and the soldering of the internal connections of transformers, motors, and similar devices. Unless a user has a specific need for the controls provided by this standard, it shall not be imposed relative to the manufacture of the internal elements of these devices. The external interconnect points (i.e. terminals, pins, etc.) shall meet the solderability requirements of this standard.

14.2.2 High-frequency applications

High-frequency applications (e.g. radiowave and microwaves) may require part spacings, mounting systems, and assembly designs which vary from the requirements stated herein. When high-frequency design requirements prevent compliance with the design and part mounting requirements contained herein, manufacturers may use alternative designs.

14.2.3 High-voltage or high-power applications

High-power applications such as high-voltage power supplies may require part spacings, mounting systems, and assembly designs which vary from the requirements stated herein. When high-voltage design requirements prevent compliance with the design and part mounting requirements contained herein, manufacturers may use alternative designs.

14.3 Guidance on requirement flowdown

Manufacturers are responsible for delivering fully compliant hardware according to the requirements of this standard and the applicable assembly drawing. Where a part is adequately defined by a basic part specification, then the requirements of this standard should be imposed on the manufacture of that part only when absolutely necessary to meet end-item requirements. When it is unclear where flowdown should stop, it is the responsibility of the manufacturer to work with the user to determine this point.

15 Ordering data

Procurement documents should follow the requirements with the inclusion of the following referenced items:

- a) the title, number and date of this standard;
- b) whether or not to conduct preproduction testing;

- c) the quantity of preproduction samples required, if any;
- d) the disposition of preproduction samples, when applicable;
- e) the specific type of evaluation to be used and the requirements for the quality control system;
- f) the detailed requirements for operator certification, if any;
- g) level of product (see 4.3);
- h) cleanliness designator, cleaning option, cleanliness test (see 9.6); and
- i) ESD packaging requirements.

Annex A (normative)

Requirements for soldering tools and equipment

A.1 Requirements for tools and equipment

The following requirements for tools and equipment shall be imposed if process controls are not sufficiently in place to ensure compliance with 4.12.

A.2 Abrasives

Knives, emery cloth, sandpaper, sandblasting, braid, steel wool, and other abrasives shall not be used on surfaces to be soldered.

A.3 Benchtop and hand soldering systems

The selection criteria of benchtop and hand soldering systems shall include the following:

- a) soldering systems shall be selected for their capacity to heat the connection area rapidly and maintain sufficient soldering temperature range at the connection throughout the soldering operation;
- b) temperature-controlled soldering equipment at rest shall be controlled within ± 5 °C of the idle tip temperature. Constant output (steady output) tools in compliance with items a), d), e) and f) may also be used;
- c) operator-selected or rated temperatures of soldering systems at idle/standby shall be within ± 15 °C of actual measured tip temperature;
- d) resistance between the tip of soldering systems and the workstation common point ground shall not exceed 5 Ω . Heated element and tips shall be measured when at their normal operating temperature. Current-limited soldering equipment manufactured to CECC 100015 shall have tip-to-ground resistance of 1 Ω to 5 Ω inclusive;
- e) tip-to-ground voltage leakage shall not exceed 2 mV r.m.s. ($Z_{in} = 100$ k Ω);
- f) tip transient voltages generated by the soldering equipment shall not exceed 2 V peak ($Z_{in} \geq 100$ k Ω);
- g) tool holders shall be of a type appropriate for the hand piece or tool used. The holder shall not apply excessive physical stress or heat sinking to heating elements, and shall protect personnel from burns;
- h) sponges for cleaning of soldering irons tips and reflow soldering tool surfaces shall be manufactured from materials which are not detrimental to solderability or which could contaminate the soldering tool surfaces;
- i) soldering guns with the transformer incorporated into the hand piece shall not be used;
- j) solder pots shall maintain the solder temperature within ± 5 °C of the selected temperature. Solder pots shall be grounded. Resistance between the molten solder and the workstation common point ground shall not exceed 5 Ω .

The appropriate requirements of this clause shall also apply to non-conventional benchtop soldering equipment including equipment which utilizes conductive, convective, parallel gap resistance, shorted bar resistance, hot gas, infrared, laser powered devices, or thermal transfer soldering techniques.

Tools used shall be maintained so that no detrimental damage results from their use, and they shall be kept clean and free of dirt, grease, flux, oil or other foreign matter during use. The heat source shall not cause damage to the printed board or components.

A.4 Soldering iron holders

Soldering iron holders shall be of a type appropriate for the soldering iron used. The holder shall leave the soldering iron heating element and tip unsupported without applying excessive physical stress or heat sinking, and it shall protect personnel from burns.

A.5 Wiping pads

Sponges and pads for wipe cleaning of soldering iron tips and reflow soldering tool surfaces shall be kept free of contaminants which are detrimental to solderability or which would contaminate the soldering tool surfaces.

A.6 Soldering guns

Soldering guns with the transformer incorporated into the hand piece shall not be used.

A.7 Solder pots

Solder pots shall maintain the solder temperature within ± 5 °C of the selected temperature. Solder pots shall be grounded.

A.8 Process control

Documented process controls shall be in place to ensure compliance with Annex C. All equipment shall be operated in accordance with manufacturers' recommendations and calibrated, where necessary, to maintain manufacturers' specifications. Process control documents shall be available to production workers and for user review. Equipment grounding, protection and temperature control testing should be performed when qualifying equipment for purchase, inspection of new or repaired equipment, and when indicated as part of the process control programme.

Annex B

(normative)

Qualification of fluxes

Testing shall be done as follows:

- a) a minimum of 24 assemblies representative of the assemblies being soldered and incorporating a surface insulation resistance (SIR) test pattern as described in IEC 61189-1 and IEC 61189-3 shall be tested in accordance with 9.6.9;
- b) the assemblies shall be fabricated using the proposed solder flux, soldering process and cleaning system. The conformal coating selected for the design shall be applied and cured in accordance with production requirements. If a manufacturer employs multiple conformal coatings, a sample set of at least 24 printed wiring assemblies shall be tested for each coating to be used. If a manufacturer will use the flux on uncoated assemblies, a sample set of at least 24 uncoated assemblies shall be tested;
- c) these assemblies shall be tested in accordance with 9.6.3.3 and comply with the requirements of 9.6.9.

Annex C (normative)

Quality assessment

C.1 Process control (PC)

Process control (PC), when coupled with statistical analysis (SPC), uses systematic mathematical techniques to analyze a process or its outputs. The purpose of these analyses is to take appropriate actions to achieve and maintain a state of statistical control, and to assess and improve process capability. The primary goal of PC is to reduce variation in processes, products or services continually. This is in order to provide a product meeting or exceeding real or implied customer requirements.

Implementation of PC or SPC shall be in accordance with ISO 9001 or a user-approved documented system.

Depending on the progress made in implementing PC on a particular product, an individual supplier may demonstrate compliance to specification with any of the following:

- a) quality conformance evaluations;
- b) end-product control and capability as defined in the PC plan;
- c) in-process control and capability correlated to customer requirements as defined in the process control plan; and
- d) process parameter control and capability correlated to customer requirements as defined in the PC plan.

An individual supplier may choose to use a combination of the four assurance techniques listed above to prove compliance. For example, a documented control plan may indicate that a product with 15 characteristics may meet specifications by quality conformance evaluations on two characteristics, in-process product evaluations on five characteristics, and process parameter control on five characteristics. The remaining three characteristics meet specification by a combination of in-process control and quality conformance evaluations.

Evidence of compliance to the specification at the level of PC implementation claimed in the control plan is auditable by the customer or by an appointed third party.

Requirements are dynamic in nature and are based on what is accepted in the worldwide market. Requirements may be stated as reduction of variation around a target value, as opposed to just meeting the specification, drawing, etc.

C.2 Reduction of quality conformance testing

The primary goal of process control is not the reduction of quality conformance testing. The primary goal of process control is to continually reduce variation in processes, product and services. This is in order to provide product meeting or exceeding real or implied customer requirements. However, as a result of the understanding and the control of highly capable process and product parameters, quality conformance testing may be reduced to an audit function in an orderly fashion in accordance with the following:

- a) a documented PC plan according to the requirements of ISO 9001 or a user approved plan is in place and up to date;
- b) the process or processes that affect the characteristic have been identified, have been included in the control plan, and have been documented as being in a state of statistical control. Product characteristics resulting from this plan have demonstrated a capability

above a minimum specified value. For variables data, this capability is often defined as a Cpk above 1,33. (For attribute data, the key is understanding and controlling parameters in the process that influence the response in question and establishing controls at that point.) The criteria for reduced testing then becomes a stable process whose critical correlated parameters exhibit a state of statistical control, and which produce an acceptable level of nonconforming product as agreed to between supplier and customer. For example, attribute data resulting in a nonconformance ratio of 33×10^{-6} would approximate a Cpk of 1,33 for variables data;

- c) a corrective action discipline is in place for discoveries of, and reaction to, out of control and discrepant points;
- d) the measurement system used has been validated in accordance with the implementation plan, and correlated to the criticality of the measurement requirements. A desirable minimum for variable data is a 4 to 1 gauge for repeatability and reproducibility;
- e) a documented audit plan is defined to monitor process output. The plan sets out corrective action in the event that an audit discovers a discrepancy;
- f) current quality evaluation techniques have not exhibited any nonconformance for a period of time or for a number of lots, as agreed to between customer and supplier.

C.3 Audit plan

The audit plan should be designed to confirm that the PC plan is being implemented correctly and to confirm that implementation of the plan achieves continuing improvement. The audit plan that is put in place after replacement of quality conformance testing shall include provisions for action to be taken when out-of-specification conditions are found.

The action plan shall include the following items:

- a) a complete description of the problem;
- b) a complete description of the root cause for the failure;
- c) a containment and short-term corrective action to preclude continuing production or shipment of nonconforming products;
- d) a description of the planned long-term corrective action that will eliminate future recurrence of non-conformance.

Demonstrating capability with attribute data requires a great deal of data, particularly as the process improves into the defective level measured in parts of 10^{-6} . Process capability (Cp) and Cpk statistics generally are used to describe variable characteristics and, without transformations, do not lend themselves to attribute data.

Bibliography

IEC and ISO references

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 61188-5-1:2002, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-1: Attachment (land/joint) considerations – Generic requirements*

IEC 61188-5-2:2003, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use of printed boards and printed board assemblies – Part 5-2: Attachment (land/joint) considerations – Discrete components*

IEC 61188-5-3:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-3: Attachment (land/joint) considerations – Components with gull-wing leads on two sides*

IEC 61188-5-4:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-4: – Attachment (land/joint) considerations – Components with J leads on two sides*

IEC 61188-5-5:2007, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-5: – Attachment (land/joint) considerations – Components with gull-wing leads on four sides*

IEC 61188-5-6:2003, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-6: – Attachment (land/joint) considerations – Chip carriers with J leads on four sides*

IEC 61188-7:2009, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 7: Electronic component zero orientation for CAD library construction*

IEC 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures*

IEC 61190-1-2:2007, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnects in electronics assembly*

IEC 61193-1:2001, *Quality assessment systems – Part 1: Registration and analysis of defects on printed board assemblies*

IEC 61193-3, *Quality assessment systems – Part 3: Selection and use of sampling plans for printed boards and laminate end-products and in-process auditing*

IEC 62326-1:2002, *Printed boards – Part 1: Generic specification*

IEC 62326-4:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification*

IEC 62326-4-1:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification – Section 1: Capability detail specification – Performance levels A, B and C*

IEC/PAS 62326-7-1:2007, *Performance guide for single- and double-sided flexible printed wiring boards*

ISO 9001:2008, *Quality management systems – Requirements*

Other references

IPC-TM-650, *Test Methods Manual*

- 2.3.25 *Detection and measurement of ionizable surface contaminants by resistivity of solvent extract*
- 2.3.25.1 *Ionic Cleanliness Testing of Bare PWBs*
- 2.3.27 *Cleanliness test - residual rosin*
- 2.3.38 *Surface organic contamination detection test*
- 2.4.22 *Bow and twist (percentage)*
- 2.6.3.3 *Surface insulation resistance, fluxes*

IPC-PC-90, *General Requirements for Implementation of Statistical Process Control*

IPC-OI-645, *Standard for Visual Optical Inspection Aids*

IPC-SM-817, *General Requirements for Dielectric Surface Mounting Adhesives*

J-STD-001, *Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies*

J-STD-002, *Solderability Tests for Component Leads, Terminals, Lugs Terminals and Wires*

J-STD-003, *Solderability Tests for Printed Boards*

J-STD-004, *Requirements for Soldering Fluxes*

J-STD-005, *General Requirements and Test Methods for Electronic Grade Solder Paste*

J-STD-006, *General Requirements and Test Methods for Solder Alloys and Fluxed and Non-Fluxed Solid Solders for Electronic Solder Applications*

J-STD-020, *General Requirements and Test Methods for Handling Moisture Sensitive Components*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	52
1 Domaine d'application	54
2 Références normatives	54
3 Termes et définitions	55
4 Exigences générales	56
4.1 Ordre de priorité	56
4.1.1 Remarque générale	56
4.1.2 Contradiction	56
4.1.3 Documentation relative à la conformité	56
4.2 Interprétation des exigences	56
4.3 Classification	57
4.4 Défauts et indicateurs de processus	57
4.5 Exigences relatives au contrôle du processus	58
4.6 Répercussion des exigences	58
4.7 Conceptions physiques	58
4.7.1 Exigences relatives à la conception	58
4.7.2 Conceptions nouvelles	58
4.7.3 Conceptions existantes	58
4.8 Supports visuels	58
4.9 Compétence du personnel	59
4.9.1 Compétence au niveau de la conception	59
4.9.2 Compétence au niveau de la fabrication	59
4.10 Décharge électrostatique (ESD)	59
4.11 Installations	59
4.11.1 Généralités	59
4.11.2 Contrôles de l'environnement	59
4.11.3 Température et humidité	59
4.11.4 Eclairage	60
4.11.5 Conditions sur le terrain	60
4.11.6 Pièces propres	60
4.12 Outils et matériel d'assemblage	60
4.12.1 Généralités	60
4.12.2 Contrôle de processus	60
5 Exigences relatives aux matériaux	60
5.1 Vue d'ensemble	60
5.2 Brasure	60
5.3 Flux	61
5.4 Crèmes à braser	61
5.5 Préformes de brasage	61
5.6 Adhésifs	61
5.7 Agents nettoyants	61
5.7.1 Généralités	61
5.7.2 Choix des agents nettoyants	62
5.8 Revêtements en polymères	62
5.8.1 Généralités	62

5.8.2	Epargnes de brasure et masques localisés	62
5.8.3	Revêtement enrobant et encapsulants	62
5.8.4	Ecarteurs (permanents et temporaires)	62
5.9	Dénudeurs chimiques	62
5.10	Dispositifs de brasage rétractables à la chaleur	63
6	Exigences relatives aux composants et cartes imprimées	63
6.1	Généralités	63
6.2	Brasabilité	63
6.2.1	Brasabilité des pièces	63
6.2.2	Reconditionnement	63
6.2.3	Essai de brasabilité des circuits sur substrats céramique	63
6.3	Maintien de la brasabilité	63
6.3.1	Généralités	63
6.3.2	Préconditionnement	64
6.3.3	Effritement de la dorure dans les joints soudés	64
6.3.4	Etamage des pièces non brasables	64
6.4	Maintien de la pureté de la brasure	65
6.5	Préparation des sorties	65
6.5.1	Généralités	65
6.5.2	Formation des sorties	65
6.5.3	Limites de formation des sorties	66
7	Exigences relatives au processus d'assemblage	66
7.1	Vue d'ensemble	66
7.2	Propreté	66
7.3	Marquages des pièces et désignations de référence	66
7.4	Contours des connexions de brasure	66
7.5	Pièges d'humidité	66
7.6	Dissipation thermique	67
8	Exigences relatives au brasage d'un ensemble	67
8.1	Généralités	67
8.2	Généralités	67
8.2.1	Processus de brasage	67
8.2.2	Entretien de la machine	67
8.2.3	Manipulation des pièces	67
8.2.4	Préchauffage	67
8.2.5	Supports	67
8.2.6	Maintien en position basse des sorties de montage en surface	67
8.2.7	Application de chaleur	68
8.2.8	Refroidissement	68
8.3	Brasage par refusion	68
8.3.1	Exigences	68
8.3.2	Déroulement du processus pour le brasage par refusion	68
8.3.3	Application du flux	68
8.3.4	Application de la brasure	69
8.4	Brasage à la machine par immersion (autre que la refusion)	69
8.4.1	Généralités	69
8.4.2	Développement des procédures pour les machines de brasage par immersion	70
8.4.3	Séchage/dégazage	70

8.4.4	Dispositifs et matériaux de fixation	70
8.4.5	Application du flux	70
8.4.6	Bain de brasage	70
8.5	Brasage manuel	71
8.5.1	Exigences.....	71
8.5.2	Brasage manuel sans refusion.....	71
8.5.3	Brasage manuel par refusion.....	72
9	Exigences relatives à la propreté	72
9.1	Généralités.....	72
9.2	Compatibilité des matériaux et des équipements	72
9.3	Nettoyage avant brasage.....	73
9.4	Nettoyage après brasage	73
9.4.1	Généralités.....	73
9.4.2	Nettoyage par ultrasons.....	73
9.5	Vérification de la propreté	73
9.5.1	Généralités.....	73
9.5.2	Contrôle visuel	73
9.5.3	Mise à l'essai.....	73
9.6	Critères de propreté	74
9.6.1	Généralités.....	74
9.6.2	Particules	74
9.6.3	Résidus de flux et autres contaminants ioniques ou organiques	74
9.6.4	Option de nettoyage	75
9.6.5	Essai de propreté	75
9.6.6	Résidus de résine sur les ensembles de cartes nettoyés	75
9.6.7	Résidus ioniques (méthode instrumentale)	75
9.6.8	Résidus ioniques (méthode manuelle)	76
9.6.9	Résistance d'isolement de surface (SIR)	76
9.6.10	Autre contamination.....	76
10	Exigences relatives à l'ensemble	76
10.1	Généralités.....	76
10.2	Exigences relatives à l'acceptation	76
10.2.1	Contrôle de processus.....	76
10.2.2	Limites de l'action corrective.....	77
10.2.3	Détermination de la limite de contrôle.....	77
10.3	Exigences générales relatives à l'assemblage	77
10.3.1	Intégrité de l'assemblage.....	77
10.3.2	Endommagement de l'ensemble	77
10.3.3	Marquages	78
10.3.4	Planéité (courbure et vrillage).....	78
10.3.5	Connexion brasée	78
10.3.6	Connexions interfaciales.....	80
11	Revêtement et encapsulation	80
11.1	Exigences détaillées.....	80
11.2	Revêtement enrobant	80
11.2.1	Instructions relatives au revêtement	80
11.2.2	Application	80
11.2.3	Exigences relatives aux performances.....	82
11.2.4	Retouche du revêtement enrobant	83

11.2.5	Contrôle du revêtement enrobant.....	83
11.3	Encapsulation.....	83
11.3.1	Instructions relatives à l'encapsulation.....	83
11.3.2	Application	83
11.3.3	Exigences relatives aux performances.....	83
11.3.4	Retouche du matériau encapsulant.....	83
11.3.5	Contrôle de l'encapsulant	83
12	Retouche et réparation	84
12.1	Généralités.....	84
12.2	Retouche des ensembles électriques et électroniques brasés non satisfaisants	84
12.3	Réparation	85
12.4	Nettoyage post-retouche/réparation.....	85
13	Assurance de la qualité du produit.....	86
13.1	Exigences relatives au système.....	86
13.2	Méthodologie de contrôle	86
13.2.1	Contrôle de vérification.....	86
13.2.2	Contrôle visuel	86
13.2.3	Contrôle par échantillonnage	87
13.3	Contrôle de processus.....	87
13.3.1	Détails relatifs au système.....	87
13.3.2	Réduction des défauts	88
13.3.3	Réduction de la variance	88
14	Autres exigences.....	88
14.1	Santé et sécurité	88
14.2	Exigences de fabrication spéciales.....	88
14.2.1	Fabrication de dispositifs comprenant des enroulements magnétiques	88
14.2.2	Applications à haute fréquence.....	88
14.2.3	Applications à haute tension et à grande puissance.....	88
14.3	Indications concernant la répercussion des exigences.....	89
15	Données de commande	89
	Annexe A (normative) Exigences relatives aux outils et au matériel de brasage.....	90
	Annexe B (normative) Qualification des flux.....	92
	Annexe C (normative) Evaluation de la qualité.....	93
	Bibliographie.....	95
	Figure 1 – Angle de contact de brasure.....	79
	Figure 2 – Mouillage de brasure de trous traversants métallisés sans sorties	80
	Figure 3 – Conditions de revêtement	82
	Tableau 1 – Limites de contamination de la brasure; limite maximale de contamination (pourcentage en masse)	65
	Tableau 2 – Défauts des assemblages électriques et électroniques	85
	Tableau 3 – Exigences relatives au grossissement	86

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES DE CARTES IMPRIMÉES –

**Partie 1: Spécification générique –
Exigences relatives aux ensembles électriques et électroniques brasés
utilisant les techniques de montage en surface et associées**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61191-1 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Cette deuxième édition remplace la première édition, parue en 1998, dont elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- remplacement de la norme de référence CEI 61192-1 par le document IPC-A-610;
- mise à jour d'une partie de la terminologie;
- correction des références aux normes CEI;

- ajout de l'utilisation d'alliages sans plomb dans l'assemblage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1089A/FDIS	91/1098/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Une liste de toutes les parties de la CEI 61191, publiées sous le titre général *Ensembles de cartes imprimées*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

ENSEMBLES DE CARTES IMPRIMÉES –

Partie 1: Spécification générique – Exigences relatives aux ensembles électriques et électroniques brasés utilisant les techniques de montage en surface et associées

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61191 établit les exigences relatives aux matériaux, méthodes et critères de vérification utilisés dans le cadre de la production d'interconnexions et d'ensembles brasés de qualité faisant appel à la technique de montage en surface ainsi qu'à des techniques de montage associées. La présente partie de la CEI 61191 comprend également des recommandations concernant la qualité des processus de fabrication.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60194, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions* (disponible en anglais seulement)

CEI 60721-3-1, *Classification des conditions d'environnement - Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités - Section 1: Stockage*

CEI 61188-1-1, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 1-1: Prescriptions génériques – Considérations concernant la planéité d'ensembles électroniques*

CEI 61189-1, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles – Partie 1: Méthodes d'essai générales et méthodologie*

CEI 61189-3, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 3: Méthodes d'essai des structures d'interconnexion (cartes imprimées)*

CEI 61190-1-1, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-1: Exigences relatives aux flux de brasage pour les interconnexions de haute qualité dans les assemblages de composants électroniques*

CEI 61190-1-2, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-2: Exigences relatives aux pâtes à braser pour les interconnexions de haute qualité dans les assemblages de composants électroniques*

CEI 61190-1-3, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-3: Exigences relatives aux alliages à braser de catégorie électronique et brasures solides fluxées et non fluxées pour les applications de brasage électronique*

CEI 61191-2, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 2: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage pour montage en surface*

CEI 61191-3, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 3: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage de trous traversants*

CEI 61191-4, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 4: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage de bornes par brasage*

CEI 61249-8-8, *Matériaux pour les structures d'interconnexion – Partie 8: Collection de spécifications intermédiaires pour les films et revêtements non conducteurs – Section 8: Revêtements amovibles de polymère*

CEI 61340-5-1, *Electrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Exigences générales*

CEI/TR 61340-5-2, *Electrostatique – Partie 5-2: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Guide d'utilisation*

CEI 61760-2, *Technique du montage en surface – Partie 2: Conditions de transport et de stockage des composants pour montage en surface (CMS) – Guide d'application*

IPC-A-610E:2010, *Acceptabilité des assemblages électroniques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de la CEI 60194, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

courbure

défaut de planéité d'une carte, caractérisé par une déformation grossièrement cylindrique ou sphérique telle que, si le produit est rectangulaire, ses quatre coins sont dans le même plan

3.2

fabricant assembleur

individu ou société responsable de la fourniture de matériaux et composants, ainsi que de tous les procédés d'assemblage et des opérations de vérification nécessaires pour assurer la parfaite conformité des ensembles avec la présente norme

3.3

preuve objective

documentation faisant l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant

Note 1 à l'article: La documentation peut être sous forme de documents de papier, de données informatisées, d'algorithmes, d'images vidéo ou d'autres supports.

3.4

indicateur de processus

anomalie détectable, différente d'un défaut, reflétant une variation au niveau du matériau, du matériel, du personnel, du processus et/ou de la fabrication

3.5

compétence

capacité à réaliser une tâche conformément aux exigences et procédures de vérification décrites dans la présente norme

3.6

masquage

phénomène par lequel les pièces forment une ombre des sorties, pastilles ou autres parties qui obstruent le chauffage pour le brasage par refusion ou l'application de la brasure pour le brasage par fusion

3.7

fournisseur

individu ou société chargé(e) d'assurer au fabricant (assembleur) la parfaite conformité des composants et des matériaux de base aux exigences et aux procédures de vérification de la présente norme

Note 1 à l'article: Les composants comprennent les composants électroniques, électromécaniques ou mécaniques, les cartes imprimées, etc.

Note 2 à l'article: Les matériaux de base comprennent la brasure, le flux, les agents nettoyants, etc.

3.8

vrillage

déformation d'une plaque rectangulaire, panneau ou carte imprimée qui se produit parallèlement à une diagonale de sa surface, telle que l'un des coins de la plaque n'est pas dans le plan contenant les trois autres

3.9

utilisateur

autorité du fournisseur

individu, société ou agence responsable de la fourniture de matériel électrique/électronique, ayant la charge de définir la classe de matériel ainsi que toute variation ou restriction par rapport aux exigences de la présente norme

EXEMPLE L'initiateur ou la personne chargée du respect du contrat qui détaille ces exigences.

4 Exigences générales

4.1 Ordre de priorité

4.1.1 Remarque générale

En cas de contradiction entre le texte de la présente norme et les normes applicables qui y sont citées, le texte de la présente norme doit être prioritaire. Cependant, la présente norme ne remplace en rien les lois et réglementations applicables.

4.1.2 Contradiction

En cas de contradiction entre les exigences de la présente norme et le ou les dessins d'assemblage applicables, le ou les dessins d'assemblage applicables approuvés par l'utilisateur doivent s'appliquer. Dans le cas d'une contradiction entre les exigences de la présente norme et un ou plusieurs dessins d'assemblage non approuvés, les différences doivent être signalées à l'utilisateur désigné pour approbation. Pour une telle approbation, les dispositions doivent être documentées (par une note de révision officielle ou équivalent) sur les dessins d'assemblage, qui doivent alors s'appliquer.

4.1.3 Documentation relative à la conformité

Lorsque la présente norme nécessite l'apport de preuves documentaires pour étayer des demandes de conformité, chaque rapport doit être conservé et disponible pour un éventuel contrôle pendant une durée minimale de deux ans à partir de la date de l'événement enregistré (voir ISO 9001).

4.2 Interprétation des exigences

L'introduction d'une classification des produits en fonction des niveaux et de leur utilisation finale (voir 4.3) permet à l'utilisateur de différencier les exigences de performance. Quand l'utilisateur déclare se conformer aux exigences obligatoires de cette norme, les conditions suivantes s'appliquent:

- à moins qu'il n'en soit spécifié autrement par l'utilisateur, le terme «doit» signifie que les exigences sont obligatoires,
- tout écart par rapport à une exigence obligatoire («doit») requiert l'acceptation écrite de l'utilisateur, par exemple au travers du dessin de l'assemblage, de la spécification ou d'une clause contractuelle. Le terme «il convient» est utilisé pour indiquer une recommandation ou des lignes directrices. Le terme «peut» indique un choix optionnel. Ces derniers termes («il convient» et «peut») expriment des situations non obligatoires. Il y a parfois également des déclarations d'intention («sera»).

4.3 Classification

La présente norme reconnaît que les ensembles électriques et électroniques sont soumis à des classifications correspondant à l'utilisation finale prévue pour l'article. Trois niveaux généraux relatifs au produit fini ont été établis afin de refléter les différences au niveau de la productivité, des exigences de performances fonctionnelles et de la fréquence des vérifications (contrôle/essai).

Il convient d'admettre d'éventuels empiètements de matériels entre différents niveaux. C'est à l'utilisateur (voir 3.5) des ensembles que revient la responsabilité de déterminer le niveau auquel le produit appartient. Le contrat doit spécifier le niveau exigé et indiquer toute exception ou exigence supplémentaire concernant les paramètres, le cas échéant.

Niveau A: Produits électroniques généraux

Comprend les produits de consommation, certains ordinateurs et périphériques ainsi que le matériel informatique approprié aux applications quand l'exigence principale est fonction de l'ensemble achevé.

Niveau B: Produits électroniques spécialisés

Comprend du matériel de communication, des machines de bureau perfectionnées et des instruments pour lesquels de hautes performances et une durée de vie étendue sont exigées et que l'on souhaite voir fonctionner de façon ininterrompue sans que cela soit pour autant impératif. Généralement, l'environnement d'utilisation finale ne provoque pas de défaillance.

Niveau C: Produits électroniques à hautes performances

Comprend tous les matériels pour lesquels un fonctionnement continu ou sur demande est impératif. Aucune période d'arrêt du matériel ne peut être tolérée, il est possible que l'environnement d'utilisation finale soit exceptionnellement difficile et le matériel doit fonctionner sur commande, comme c'est le cas pour les systèmes d'aide à la vie et autres systèmes d'urgence.

4.4 Défauts et indicateurs de processus

Le Tableau 2 répertorie les défauts inacceptables et nécessitant des dispositions (par exemple, retouches, réparations, etc.). Le fabricant est chargé d'identifier d'autres points à risques et de les considérer comme des additions au Tableau 2. Il convient de documenter ces points précis sur le dessin d'assemblage. Tout ce qui ne relève pas des défauts inacceptables répertoriés dans le Tableau 2, des anomalies et des écarts par rapport aux exigences obligatoires («doit») est considéré comme un indicateur de processus, et son évolution doit être contrôlée lorsqu'on observe son apparition. La disposition d'indicateurs de processus n'est pas exigée.

Les exigences relatives à la qualité d'exécution doivent être conformes au document IPC-A-610E et correspondre au niveau de classification identifié au 4.3.

4.5 Exigences relatives au contrôle du processus

La présente norme exige l'utilisation de méthodes de contrôle du processus dans le cadre de la planification, de la mise en œuvre et de l'évaluation des processus de fabrication utilisés pour produire les ensembles électriques et électroniques montés par brasage. Afin d'établir la relation entre le contrôle de processus, la capacité et les exigences relatives au produit fini, il est permis d'appliquer la philosophie, les stratégies de mise en œuvre, les outils et les techniques en séquences différentes en fonction de la société, de l'opération ou de la variable spécifique considérée. A condition que l'utilisateur donne son accord, il est permis au fabricant de ne pas effectuer d'évaluations ni de contrôles spécifiques de conformité de la qualité, tels qu'ils sont décrits dans la présente norme, si on fournit la preuve objective qu'il existe un plan d'amélioration actuel complet et continu (voir 13.3).

4.6 Répercussion des exigences

Les exigences applicables de la présente norme doivent être imposées par chaque fabricant ou fournisseur à tous les contrats de sous-traitance ou commandes applicables. Le fabricant ou le fournisseur ne doit imposer ou autoriser aucune variation par rapport à ces exigences sur les contrats de sous-traitance ou sur les commandes autres que celles approuvées par l'utilisateur.

Sauf spécification contraire, les exigences de la présente norme ne sont pas imposées à la fourniture d'ensembles ou sous-ensembles directement disponibles (sur catalogue) (voir 14.3). Cependant, il n'est pas exclu que le fabricant de ces articles s'y conforme selon les cas.

4.7 Conceptions physiques

4.7.1 Exigences relatives à la conception

Certaines exigences relatives à la conception de la structure et de la disposition sont fournies dans les paragraphes suivants.

4.7.2 Conceptions nouvelles

Il convient que la disposition de la carte imprimée ainsi que la structure mécanique et thermique de l'ensemble électrique/électronique répondent, le cas échéant, à une norme de conception appropriée (par exemple, CEI 61188-5-1) ou en fonction de l'approbation de l'utilisateur. Quand un fabricant a la preuve évidente qu'une nouvelle implantation donnera un produit fini de bonne qualité qui répondra aux exigences de la présente norme, il convient que l'utilisateur et le fabricant s'entendent sur les changements et changent l'implantation en conséquence.

4.7.3 Conceptions existantes

Les exigences de la présente norme ne doivent pas constituer l'unique raison de transformer une conception actuelle approuvée. Cependant, lorsque des conceptions électroniques ou électriques existantes subissent des modifications ayant des répercussions sur la configuration du matériel, la conception de ce dernier doit être réexaminée et des modifications recevant l'approbation de l'utilisateur doivent être faites pour assurer une conformité pratique maximale. Toute proposition de changement de conception de la part du fabricant doit être approuvée par l'utilisateur; cependant, même lorsque les changements proposés donnent des produits finis de bonne qualité conformes à cette norme, l'utilisateur n'est pas dans l'obligation d'accepter les changements proposés.

4.8 Supports visuels

Les dessins et illustrations sont représentés ici afin de faciliter l'interprétation des exigences écrites de la présente norme. Les exigences écrites sont prioritaires.

4.9 Compétence du personnel

4.9.1 Compétence au niveau de la conception

Le service de conception doit disposer de documents prouvant que l'ensemble du personnel technique a reçu une formation formelle à la conception. La formation doit être donnée sans tenir compte de la responsabilité directe du personnel vis-à-vis de la conception électronique/électrique du produit (voir ISO 9001).

4.9.2 Compétence au niveau de la fabrication

Avant d'entreprendre le travail, tous les instructeurs, les opérateurs et le personnel de contrôle doivent être compétents au niveau des tâches à réaliser. Une preuve objective de cette compétence doit être conservée et disponible pour réexamen. La preuve objective doit comprendre des rapports de stage de formation aux fonctions applicables réalisées, un essai de conformité aux exigences de la présente norme ainsi que les résultats de contrôle de compétence périodiques (voir ISO 9001 et IPC-A-610E).

4.10 Décharge électrostatique (ESD)

NOTE ESD = *electrostatic discharge*.

Le programme de commande ESD doit être conforme à la CEI 61340-5-1 et la CEI/TR 61340-5-2. Les procédures et leurs pièces justificatives, la commande de décharge électrostatique pour la protection des pièces, composants, ensembles et matériels électriques et électroniques sensibles à l'ESD doivent être conservées durant les phases suivantes, sans que cela ne se limite à ce qui suit:

- a) la réception et l'essai des articles reçus;
- b) le stockage et l'assemblage des cartes, composants et pièces;
- c) la fabrication et la retouche;
- d) le contrôle et les cycles d'essai;
- e) le stockage et l'expédition du produit fini;
- f) le transport et l'installation.

Les procédures d'analyse des défaillances résultant de l'ESD doivent être documentées et être disponibles pour un réexamen par un inspecteur mandaté.

4.11 Installations

4.11.1 Généralités

La propreté et les environnements ambiants dans toutes zones de travail doivent être maintenus à des niveaux prévenant toute contamination ou détérioration des outils et des matériaux de brasage ainsi que des surfaces à braser. Il doit être interdit de manger, de boire et de consommer du tabac ou des drogues sur le lieu de travail.

4.11.2 Contrôles de l'environnement

Il convient de situer l'installation de brasage dans un espace clos, de contrôler la température et l'humidité et de maintenir une pression positive.

4.11.3 Température et humidité

Quand l'humidité relative diminue pour atteindre 30 % ou moins, le fabricant doit vérifier que le contrôle de décharge électrostatique est adéquat et que le degré d'humidité est suffisant pour conserver les performances du flux et des applications de pâte à braser. Pour assurer le confort de l'opérateur et le maintien de la brasabilité, il convient de maintenir la température entre 18 °C et 30 °C et de ne pas dépasser une humidité relative de 70 %. Pour le contrôle de

processus, il convient d'évaluer la nécessité d'imposer des limites plus restrictives au niveau de la température et de l'humidité.

4.11.4 Eclairage

L'éclairage du plan de travail des postes de brasage manuel et des postes de contrôle doit être de 1 000 lm/m² au minimum.

4.11.5 Conditions sur le terrain

Pour les opérations sur le terrain, où il n'est pas possible de respecter les conditions d'environnement contrôlé exigées par la présente norme, des précautions particulières doivent être prises afin d'optimiser la qualité des connexions et de minimiser les effets de l'environnement non contrôlé pour l'opération réalisée sur le matériel.

4.11.6 Pièces propres

L'assemblage de composants électroniques peut nécessiter l'usage de pièces propres pour assurer la conformité aux exigences relatives à la qualité de fonctionnement de la production finale, figurant dans la présente norme. Si nécessaire, la classe de la pièce propre doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fabricant.

4.12 Outils et matériel d'assemblage

4.12.1 Généralités

Le fabricant est responsable du choix et de l'entretien des outils et du matériel utilisés lors de la préparation et du brasage de composants et/ou de conducteurs. Les outils utilisés doivent être choisis et entretenus de façon que leur utilisation ne provoque aucun dommage. Il convient de veiller à la propreté des outils et du matériel avant leur utilisation, de les maintenir propres et d'éliminer les traces de saleté, de graisse, de flux, d'huile et de tout autre corps étranger au cours de l'utilisation. Les fers à braser, le matériel et les systèmes de brasage doivent être choisis et utilisés de façon à assurer le contrôle de la température et l'isolation contre les surcharges électriques (EOS, *electrical overstress*) ou l'ESD (voir 4.10).

4.12.2 Contrôle de processus

Si des contrôles de processus adaptés ne sont pas mis en place pour assurer la conformité à 4.12 et à l'Annexe A dans sa globalité, les exigences applicables détaillées de l'Annexe A doivent s'appliquer obligatoirement. Les outils et le matériel d'assemblage doivent être utilisés conformément à un processus documenté disponible pour un examen par l'utilisateur. Les outils et le matériel d'assemblage doivent indiquer les paramètres du processus, tel que cela est décrit dans la documentation du processus.

5 Exigences relatives aux matériaux

5.1 Vue d'ensemble

Les matériaux utilisés pour les procédés de brasage stipulés dans la présente norme doivent être conformes à ce qui est spécifié ci-après. Les matériaux et les processus spécifiés n'étant éventuellement pas compatibles avec certaines combinaisons, le fabricant doit être responsable du choix de la combinaison de matériaux et de procédés permettant d'obtenir des produits acceptables.

5.2 Brasure

Les alliages de brasure conformes à la CEI 61190-1-3 doivent être utilisés. Il est permis d'utiliser d'autres alliages assurant la durée de vie, la qualité de fonctionnement, la fiabilité ou les exigences réglementaires exigées pour le produit si toutes les autres conditions de la présente norme sont respectées et si l'utilisateur et le fabricant sont d'accord sur ce point.

5.3 Flux

Le flux doit faire l'objet d'un essai et doit être classé conformément à la CEI 61190-1-1 ou à une norme équivalente, parmi l'un des trois types suivants:

L = activité faible ou inexistante du flux/résidu de flux;

M = activité modérée du flux/résidu de flux;

H = activité importante du flux/résidu de flux.

Le flux de type L ou M doit être utilisé pour le brasage des ensembles. Dans le cas d'applications pour lesquelles le résidu de flux n'est pas enlevé (pas nettoyé), il est recommandé d'utiliser un flux de type L répondant aux exigences de 9.6.9 sans nettoyage (C00) (voir 9.6.3.2).

Les flux acides inorganiques et les flux de type H peuvent être utilisés pour l'étamage des bornes, des fils rigides et des composants scellés. Il n'est pas permis d'utiliser les flux acides inorganiques pour le brasage des ensembles. Il est permis d'utiliser les flux de type H pour le brasage des bornes, des fils rigides et des composants scellés s'ils s'intègrent à un système de fluxage, brasage, nettoyage et d'essai de propreté et si l'une ou l'autre des conditions suivantes sont respectées:

- a) l'usage est approuvé par l'utilisateur;
- b) des données démontrant la conformité aux exigences d'essai de l'Annexe B sont disponibles pour réexamen.

Quand le flux de type H est utilisé, le nettoyage est obligatoire.

Lorsqu'un flux liquide est utilisé avec d'autres flux, il doit être chimiquement compatible avec les autres flux et matériaux qui lui seront associés. Le flux d'une soudure à flux incorporé doit être conforme à ce paragraphe. Le pourcentage de flux dans une brasure à flux incorporé est optionnel.

5.4 Crèmes à braser

Les composants de la crème à braser, de la poudre à braser et du flux doivent respecter les exigences de 5.2 et 5.3, et il convient de les évaluer conformément à la CEI 61190-1-2, afin de satisfaire aux exigences relatives au processus d'assemblage.

5.5 Préformes de brasage

Les préformes de brasage doivent respecter toutes les exigences applicables de 5.2 et 5.3.

5.6 Adhésifs

Les matériaux adhésifs utilisés pour la fixation de composants autres que montés en surface doivent être appropriés à l'utilisation et compatibles avec l'assemblage.

5.7 Agents nettoyants

5.7.1 Généralités

Les agents nettoyants utilisés pour enlever les traces de graisse, d'huile, de cire, de saleté, de flux et autres débris doivent être choisis pour leur aptitude à éliminer le résidu de flux ainsi que d'autres résidus et contaminants présents sous forme de particules. Il convient que les agents nettoyants ne contiennent pas de produits chimiques agressifs, et ils ne doivent pas dégrader les matériaux ou les pièces nettoyés. Le processus de nettoyage doit permettre à l'ensemble de répondre aux exigences de 9.6 relatives au nettoyage.

5.7.2 Choix des agents nettoyants

Les agents nettoyants et les mélanges d'agents nettoyants doivent se conformer à toutes les spécifications et références appropriées. Il est permis d'utiliser des mélanges d'agents nettoyants à condition qu'ils soient convenablement stabilisés ou inhibés.

L'utilisation de solvants chlorés n'est pas autorisée. L'eau, le mélange hydro-alcoolique ou les terpènes doivent constituer les principaux éléments à prendre en considération pour les applications de nettoyage. L'utilisation d'autres solvants de nettoyage doit respecter les réglementations applicables en matière de santé, de sécurité et les autres réglementations relatives à l'environnement.

5.8 Revêtements en polymères

5.8.1 Généralités

Les exigences détaillées concernant les matériaux en polymères sont définies dans les paragraphes suivants.

5.8.2 Epargnes de brasure et masques localisés

Les revêtements d'épargne de brasure en polymères et les masques temporaires, conformément à la CEI 61249-8-8, doivent être réalisés dans un matériau qui:

- a) ne réduit pas la brasabilité et ne dégrade ni le substrat ni le câblage imprimé;
- b) limite la vague de brasage à la zone masquée;
- c) est compatible, s'il reste en place, avec le matériau de base de la carte imprimée, le matériau conducteur, les flux prévus, l'adhésif et les revêtements enrobants appliqués par la suite;
- d) peut, s'il est temporaire, être facilement éliminé sans qu'il n'en résulte de contamination résiduelle préjudiciable à l'intégrité du revêtement enrobant de la carte imprimée ou de l'ensemble.

5.8.3 Revêtement enrobant et encapsulants

Les exigences relatives au revêtement enrobant pour les ensembles, y compris le type de revêtement (c'est-à-dire le matériau), doivent se conformer au dessin d'assemblage approuvé. Si le revêtement de bord est spécifié sur le dessin d'assemblage, il doit être conforme à 11.2.2.7. Les encapsulants doivent être appropriés à l'application et doivent être compatibles avec l'ensemble.

5.8.4 Ecarteurs (permanents et temporaires)

Les matériaux utilisés comme écarteurs mécaniques doivent résister aux processus de brasage, et il convient qu'ils permettent le contrôle des joints de brasure (voir 13.2.2.3). Cette exigence comprend les écarteurs pour lesquels il convient qu'ils résistent à des températures produites par l'auto-échauffement des composants. L'emplacement, la configuration et le matériau doivent être spécifiés dans la documentation appropriée.

5.9 Dénudeurs chimiques

Les solutions chimiques, pâtes et crèmes utilisées pour dénuder des fils rigides ne doivent pas endommager le fil. Il convient que les agents nettoyants ne contiennent pas de produits chimiques agressifs, et ils ne doivent pas dégrader les matériaux ou les pièces nettoyés. De plus, les fils doivent être neutralisés et débarrassés des contaminants, conformément aux instructions préconisées par le fournisseur, et doivent être brasables, conformément à 6.3.

5.10 Dispositifs de brasage rétractables à la chaleur

Les dispositifs de brasage rétractables à la chaleur doivent être auto-obturants et doivent encapsuler la connexion de brasure. Les sorties de blindage tressées doivent être conformes aux instructions de travail détaillées du fabricant, élaborées pour refléter les exigences documentées sur un dessin d'assemblage approuvé. Ces dispositifs auto-obturants ne sont pas soumis aux exigences relatives au nettoyage de 9.4.

6 Exigences relatives aux composants et cartes imprimées

6.1 Généralités

Les composants électroniques/mécaniques et les cartes imprimées doivent se conformer aux exigences du document fournisseur; le fabricant de l'ensemble doit assurer la conformité. Les composants et cartes imprimées choisis pour l'assemblage doivent être compatibles avec tous les matériaux et processus utilisés pour fabriquer l'ensemble.

NOTE Pour de plus amples informations, consulter les CEI 62326-1, CEI 62326-4, CEI 62326-4-1 et CEI/PAS 62326-7-1.

6.2 Brasabilité

6.2.1 Brasabilité des pièces

Le fournisseur doit être responsable de la brasabilité des pièces, qui doit respecter les exigences spécifiées et approuvées par le fabricant. Les composants électroniques/mécaniques et les fils doivent respecter les exigences relatives à la brasabilité s'ils sont soumis à des essais conformément à la CEI 60068-2-20, à la CEI 60068-2-58 ou à une norme équivalente; les cartes imprimées doivent respecter les exigences si elles sont soumises à des essais conformément à la CEI 61189-3 ou à une norme équivalente.

Avant d'accepter de stocker ou d'utiliser les pièces, le fabricant doit s'assurer que les pièces à braser ont fait l'objet d'essais de brasabilité, conformément à un plan d'échantillonnage, et il doit assurer la conformité aux exigences de la spécification applicable relative à la brasabilité. Il convient que l'utilisateur précise la spécification requise, relative à la brasabilité. Les conditions de stockage doivent se conformer à la classe 1K2 de la CEI 60721-3-1 et de la CEI 61760-2.

6.2.2 Reconditionnement

Lorsque l'étamage et le contrôle sont réalisés au cours du processus d'assemblage, cette opération d'étamage peut être utilisée pour remplacer l'essai de brasabilité (voir 6.3).

6.2.3 Essai de brasabilité des circuits sur substrats céramique

Les éléments métalliques des circuits sur substrats céramique doivent subir un essai de brasabilité, tel que spécifié dans la CEI 61189-3, ou en appliquant une méthode équivalente.

6.3 Maintien de la brasabilité

6.3.1 Généralités

Le fabricant doit assurer que tous les composants, sorties, fils, terminaisons et cartes imprimées répondant aux exigences de 6.2 sont brasables au début des opérations de brasage manuelles et/ou à la machine. Le fabricant doit établir des procédures permettant de minimiser la dégradation de la brasabilité.

6.3.2 Préconditionnement

Le préconditionnement des sorties et des bornes des composants (par exemple l'immersion dans la brasure chauffée) peut être admis afin d'assurer le maintien de la brasabilité.

6.3.3 Effritement de la dorure dans les joints soudés

6.3.3.1 Généralités

Afin de minimiser l'impact de l'effritement de la soudure des parties dorées (par exemple les terminaisons de composants, les plages d'accueil des circuits imprimés), le volume total d'or dans un joint ne doit pas excéder 1,4 % du volume (c'est-à-dire 3 % en masse) de la brasure constituant le joint.

S'il existe une preuve objective documentée, disponible pour réexamen, de l'absence de problèmes d'effritement de la brasure au niveau de la dorure ou autres problèmes d'intégrité du joint de brasure quant à l'état de la surface métallique, associés au processus de brasage appliqué, les exigences suivantes peuvent être supprimées.

6.3.3.2 Composants dorés ou à terminaisons dorées

Le fabricant doit démontrer la conformité à l'exigence relative à l'étamage, c'est-à-dire:

- a) que toutes les sorties/terminaisons et bornes dorées ont été préétamées ou que l'or a été enlevé des surfaces à souder et/ou
- b) que la quantité d'or résiduel avant la brasure ne provoquera pas le dépassement des limites fixées en 6.3.3.

6.3.3.3 Etamage des sorties/terminaisons

L'étamage des sorties/terminaisons ne doit pas détériorer les composants. Il convient qu'un double processus d'étamage ou une vague de brasage dynamique soit utilisé(e) pour enlever la dorure de manière efficace.

Il est permis de supprimer le processus d'enlèvement de la dorure pour les composants destinés à être fixés grâce à des processus de brasage par immersion, de brasage à la vague, ou à la traîne, à condition que les exigences suivantes soient respectées:

- a) l'épaisseur de la dorure est suffisante pour satisfaire aux exigences de brasabilité de 6.2;
- b) le temps, la température et le volume de brasure sont suffisants, au cours du processus de brasage, pour respecter les exigences de 6.3.3.

6.3.3.4 Dorure sur une plage d'accueil de la carte imprimée

Le volume d'or déposé sur n'importe quel site de la carte imprimée, prévu pour le brasage d'un composant ou d'une terminaison, ne doit pas être la cause du non-respect des exigences de 6.3.3.

6.3.4 Etamage des pièces non brasables

Les sorties et terminaisons de composants et les cartes imprimées ne répondant pas aux exigences de brasabilité désignées doivent être retouchées par le biais d'un étamage par immersion dans la brasure chauffée ou de toute autre méthode adaptée avant le brasage. Les pièces retouchées doivent respecter les exigences de 6.2, hormis le vieillissement à la vapeur. Les zones de câbles étamées ne doivent pas dissimuler le ou les brins de câble sous la brasure. L'effet de mèche de la brasure sous l'isolation du fil doit être minimisé. Le cas échéant, des dissipateurs thermiques doivent être appliqués sur les sorties des pièces sensibles à la chaleur au cours de l'opération d'étamage.

6.4 Maintien de la pureté de la brasure

La brasure utilisée pour préconditionner l'enlèvement de la dorure, étamer les pièces et pour le brasage à la machine doit être analysée, remplacée ou complétée selon une fréquence permettant de respecter les limites spécifiées dans le Tableau 1. Il convient de déterminer la fréquence d'analyse sur la base de données historiques ou d'analyses mensuelles. Si la contamination dépasse les limites comprises dans le Tableau 1 pour les analyses, l'intervalle de remplacement ou de remplissage doit être réduit. Les rapports comprenant les résultats de toutes les analyses et de l'utilisation du bain de brasage (par exemple la durée totale d'utilisation, la quantité prescrite de brasure de remplacement, la surface traitée) doivent être conservés pour chaque système de processus (voir 4.1.3).

**Tableau 1 – Limites de contamination de la brasure;
limite maximale de contamination (pourcentage en masse)**

Contaminant	Brasure pour le préconditionnement (étamage du fil/de la sortie)	Brasure pour l'assemblage (pot, vague, etc.)
Cuivre	0,750 ^c	0,300
Or	0,500	0,200
Cadmium	0,010	0,005
Zinc	0,008	0,005
Aluminium	0,008	0,006
Antimoine	0,500	0,500
Fer	0,020	0,020
Arsenic	0,030	0,030
Bismuth ^b	0,250	0,250
Argent ^a	0,750	0,100
Nickel	0,020	0,010
Palladium	0,004	0,004
Plomb	0,100	0,100
La teneur en étain du bain de brasage doit varier entre $\pm 1,5$ % de la valeur nominale pour la brasure spécifiée et soumise à essai à la même fréquence que pour les contaminants de cuivre et or. L'équilibre du bain doit être réalisé avec du plomb ou l'un des éléments énumérés ci-dessus.		
La quantité totale de contaminants de cuivre, or, cadmium, zinc et aluminium ne doit pas dépasser 0,4 % pour le brasage d'ensemble.		
NOTE Lorsque ces métaux sont constitutifs de l'alliage de brasure appliqué au processus, ils ne sont pas considérés comme des contaminants.		
^a Non applicable pour Sn62Pb36Ag2; limites comprises entre 1,75 % et 2,25 %.		
^b Non applicable pour les processus utilisant le Sn60Pb38Bi2 (alliage 19/ISO 9453) pour la fixation.		
^c Pour l'étamage des composants à faible pas de sortie, il convient que le pourcentage de cuivre ne dépasse pas 0,300 %.		

6.5 Préparation des sorties

6.5.1 Généralités

Les exigences détaillées relatives à la formation et la préparation des sorties sont décrites dans les paragraphes suivants.

6.5.2 Formation des sorties

Le processus de formation des sorties ne doit pas endommager les connexions internes des composants. Les méthodes préférentielles de formation des sorties données dans la spécification du fabricant doivent être utilisées. De plus, les corps des composants, les

sorties et les joints des sorties ne doivent subir aucune dégradation en dessous des exigences de la spécification relative aux composants de base.

6.5.3 Limites de formation des sorties

Que les sorties soient formées manuellement ou en utilisant une machine ou une matrice, les composants ne doivent pas être montés si la sortie de composant présente des entailles ou une déformation non désirées au niveau des zones transversales dépassant 10 % de la sortie.

L'exposition du métal de l'âme est acceptable si le défaut n'affecte pas plus de 5 % de la surface de la zone à braser de la sortie. Le métal de base exposé dans la zone formée de la sortie doit être considéré comme un indicateur de processus.

7 Exigences relatives au processus d'assemblage

7.1 Vue d'ensemble

Les paragraphes suivants traitent des exigences relatives au montage des bornes, des composants mécaniques et électroniques et des fils sur les cartes imprimées ainsi que d'autres structures d'assemblage et d'interconnexion. Sur les ensembles faisant appel à des techniques mixtes de montage de composants, il convient de monter les composants à trous traversants sur un côté de la carte imprimée. Il est permis de monter les composants montés en surface sur l'un ou l'autre côté de l'ensemble ou sur les deux côtés à la fois.

Quand les restrictions au niveau de la conception imposent l'utilisation de composants ne supportant pas les températures de brasage liées à un processus particulier, le montage et le brasage de ces composants sur l'ensemble doivent faire l'objet d'une opération distincte. Lors d'une séquence d'assemblage où certains composants sont montés et brasés, opérations suivies par un montage et un brasage supplémentaires, les dispositions appropriées doivent être prises pour nettoyer les résidus de flux. Le cas échéant, les ensembles doivent être nettoyés après chaque opération de brasage, de façon que les opérations ultérieures de placement et de brasage ne soient pas perturbées du fait de la contamination (voir l'Article 9).

7.2 Propreté

La propreté des bornes, des sorties des composants, des conducteurs et des surfaces de câblage imprimées doit être suffisante pour assurer la brasabilité et la compatibilité avec les processus ultérieurs. Le nettoyage ne doit pas endommager les composants, les sorties des composants, les conducteurs ou les marquages.

7.3 Marquages des pièces et désignations de référence

Les marquages des pièces et les désignations de référence doivent être lisibles et les composants doivent être montés de telle façon que les marquages soient visibles.

7.4 Contours des connexions de brasure

Les conceptions utilisant des contours de connexion de brasure spéciaux pour compenser les désadaptations dues au coefficient de dilatation thermique (CTE, *coefficient of thermal expansion*), doivent être identifiées sur le dessin d'assemblage approuvé. La technique de montage doit pouvoir être appliquée avec une connexion de brasure répondant aux exigences de 10.3.

7.5 Pièges d'humidité

Dans la limite des contraintes imposées par le composant et par la conception de la pièce, les pièces et composants doivent être montés afin de prévenir la formation de pièges d'humidité.

7.6 Dissipation thermique

Lorsqu'une dissipation de chaleur est exigée par l'assemblage, les exigences relatives à la compatibilité des matériaux de l'Article 5 doivent être suivies.

8 Exigences relatives au brasage d'un ensemble

8.1 Généralités

Les exigences détaillées relatives aux processus de brasage manuels ou automatisés sont définies dans les paragraphes suivants.

8.2 Généralités

8.2.1 Processus de brasage

Les processus de brasage, tels qu'ils sont spécifiés ici, ne doivent provoquer aucun endommagement des composants ou des ensembles.

8.2.2 Entretien de la machine

Les machines utilisées dans le cadre du processus de brasage doivent être entretenues de manière à assurer une puissance et une efficacité correspondant aux paramètres de conception établis par le fabricant de l'équipement original.

Les procédures et les calendriers de maintenance doivent être documentés afin de permettre de reproduire le processus.

8.2.3 Manipulation des pièces

Les pièces doivent être manipulées de manière à éviter l'endommagement des sorties et les opérations ultérieures de redressement des sorties. Une fois que les pièces sont montées sur les cartes imprimées, l'ensemble, avant le brasage, doit être manipulé, transporté (par exemple manuellement ou par l'intermédiaire d'un transporteur) et traité de manière à prévenir tout mouvement susceptible d'affecter la formation de connexions de brasure acceptables. Après la réalisation des opérations de brasage, l'ensemble doit être suffisamment refroidi pour que la brasure se solidifie avant d'autres manipulations, afin d'éviter la fissuration à chaud de la soudure.

8.2.4 Préchauffage

Il convient de préchauffer les ensembles pour diminuer la présence de solvants volatils avant le brasage, pour réduire les différences de température sur les cartes, pour réduire le choc thermique pour les cartes et composants, pour améliorer l'écoulement de la vague de brasage et réduire la durée de passage dans la brasure en fusion. L'exposition à la température de préchauffage ne doit provoquer aucune dégradation des cartes imprimées, des composants ou des performances de brasage.

8.2.5 Supports

Les matériaux, la conception et la configuration des supports utilisés pour le transport des cartes imprimées tout au long de la chaîne d'assemblage ne doivent provoquer aucune diminution de la brasabilité, aucune dégradation de la carte, de la pièce ou du composant, ou aucun dommage électrostatique (ESD, *electrostatic damage*) sur les composants.

8.2.6 Maintien en position basse des sorties de montage en surface

Les sorties courtes, rigides ou épaisses de dispositifs montés en surface ne doivent pas être maintenues en position basse sous la contrainte (par des sondes, par exemple) durant la solidification, de telle manière que la fiabilité soit réduite par les contraintes initiales en

résultant. Il convient que le système de refusion par résistance (par exemple électrodes parallèles, électrode courte, transfert thermique) ne fasse pas dévier les sorties de plus de deux fois l'épaisseur de la sortie. Pour les sorties courtes ou épaisses, il convient que la déviation soit inférieure à deux fois l'épaisseur de la sortie.

8.2.7 Application de chaleur

Les éléments à braser doivent être chauffés suffisamment pour permettre une fusion totale de la brasure et le mouillage sur la surface brasée.

8.2.8 Refroidissement

La connexion ne doit jamais subir de mouvement ou contrainte préjudiciable au cours de la solidification de la brasure. Il est permis d'utiliser le refroidissement contrôlé avec des processus documentés.

8.3 Brasage par refusion

8.3.1 Exigences

Les exigences détaillées relatives aux opérations de brasage par refusion sont définies dans les paragraphes suivants. Parmi les méthodes de refusion de brasure utilisées pour la fixation des dispositifs montés en surface, on utilise entre autres l'infrarouge, la phase vapeur, la convection (air/gaz chaud), le laser, la thermode (barre chaude) ou la conduction. Il convient qu'elles présentent les caractéristiques suivantes:

- a) capacité d'appliquer un préchauffage contrôlé aux ensembles de câblage imprimés;
- b) capacité thermique d'augmenter et de maintenir les températures de brasage pour des valeurs de masses thermiques de composants et des tailles de joints de brasure comprises entre ± 5 °C de leur profil de température, tout au long de la production de brasage continu exigée;
- c) possibilité, en respectant les contraintes imposées par les exigences de limitations des chocs thermiques, de chauffer rapidement les surfaces à joindre et de les refroidir ensuite;
- d) minimisation des effets de masquage et de couleur sur les taux de chauffage des composants individuels.

8.3.2 Déroulement du processus pour le brasage par refusion

Les fabricants doivent établir et entretenir un processus de brasage par refusion reproductible dans les limites définies pour l'équipement dudit processus. Une instruction relative à un processus de brasage par refusion doit également être créée et maintenue. Le fabricant doit réaliser les opérations de brasage par refusion conformément aux instructions relatives à ce processus. Le processus doit inclure au minimum un ensemble de valeurs de temps/température reproductible, comprenant l'opération de séchage/dégazage (si nécessaire), l'opération de préchauffage (si nécessaire), l'opération de refusion de la brasure, ainsi qu'une opération de refroidissement. Il est permis d'intégrer ces étapes dans un système global ou en série ou de les réaliser par le biais d'une série d'opérations distinctes. Si le profil temps/température est ajusté pour différents assemblages de cartes imprimées ou d'autres variations d'assemblage, le réglage à utiliser doit être documenté.

8.3.3 Application du flux

Le flux, s'il est utilisé, doit être appliqué avant la formation par brasure de la connexion finale. Il est permis d'utiliser le flux comme élément constitutif de la crème à braser ou de la préforme de brasure. Il est permis d'utiliser tout flux répondant aux exigences de 5.3, à condition que

- a) le flux ou la combinaison de flux n'endommage pas les pièces,
- b) les processus ultérieurs de nettoyage (si nécessaire) soient suffisants pour respecter les exigences de propreté de l'Article 9 et ne soient pas préjudiciables au produit.

8.3.4 Application de la brasure

8.3.4.1 Qualité d'exécution

On doit appliquer sur les composants ou les cartes ou sur les deux assests de brasure pour assurer la présence, au cours de la refusion, d'une quantité suffisante pour répondre aux exigences de fabrication en fin de processus.

8.3.4.2 Application de la crème à braser

Les méthodes d'application de la crème à braser sur les plages d'accueil pour composants montés en surface comprennent entre autres le pochoir gravé, l'écran de sérigraphie, la diffusion à la seringue ou le transfert par aiguille. La crème à braser doit être manipulée selon la recommandation du fournisseur du matériau, afin de garantir un bon résultat. Il convient d'éviter de réutiliser ou de mélanger de la crème fraîche avec une crème à braser exposée pendant des périodes de temps excessives (par exemple 1 h à 24 h, en fonction du matériau).

8.3.4.3 Dépôt de brasure solide (SSD)

NOTE SSD = *Solid solder deposition*.

Les plages d'accueil pour composants montés en surface peuvent être revêtues d'une quantité définie de brasure au cours du processus de fabrication de cartes imprimées.

Différentes méthodes d'application de brasure sont permises, par exemple:

- a) le plaquage de SnPb; il ne doit pas être appliqué au brasage sans plomb;
- b) l'impression à l'écran ou au pochoir de la pâte à braser suivie d'un processus de brasage par refusion. Ce processus peut être utilisé avec ou sans opération d'aplatissement des pastilles de brasure fusionnées;
- c) l'application de brasure fondue;
- d) l'application de particules de brasure dans un flux adhérent (technique de dépôt de brasure solide).

Les caractéristiques du dépôt de brasure solide sur les plages d'accueil sont les suivantes:

- e) la brasure appliquée possède une liaison intermétallique métallisée ou fondue avec la plage d'accueil pour composant monté en surface;
- f) l'épaisseur de brasure appliquée est suffisante pour obtenir un joint de brasure par refusion de bonne qualité;
- g) la brasure est appliquée avec une précision suffisante sur la plage d'accueil du composant monté en surface;
- h) la planéité de la brasure déposée doit être adaptée au composant applicable. Les dispositifs présentant par exemple des pas réduits exigent une planéité plus marquée que la plupart des autres composants.

La quantité de brasure doit être spécifiée.

8.4 Brasage à la machine par immersion (autre que la refusion)

8.4.1 Généralités

Les exigences détaillées relatives au brasage à la machine effectué non par refusion mais par immersion sont définies dans les paragraphes suivants. Il convient que ces systèmes de brasage présentent:

- a) la capacité d'appliquer du flux à tous les points nécessitant un flux;
- b) la capacité d'appliquer un préchauffage contrôlé sur les ensembles de cartes imprimées;

- c) la capacité thermique de maintenir la température de brasage à la surface de l'ensemble avec une variation de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ par rapport à la température choisie, durant toute la production de brasage continu exigée;
- d) la possibilité, en respectant les contraintes des exigences de limitation des chocs thermiques, de chauffer les surfaces à joindre de manière contrôlée et de les refroidir ensuite;
- e) une énergie mécanique suffisante pour minimiser les effets de masquage et favoriser le mouillage dans les recoins et les failles entre les composants pour montage en surface très resserrés.

8.4.2 Développement des procédures pour les machines de brasage par immersion

Le fabricant doit maintenir des procédures de fonctionnement décrivant le processus de brasage et l'exploitation correcte de la machine de brasage automatique et du matériel associé. Pour la machine de brasage, ces procédures doivent, au minimum, définir la température de préchauffage, la température de brasage, la vitesse de défilement, la fréquence des mesures de vérification de la température, la fréquence et la méthode d'analyse du flux (obligatoire pour les flux à faibles résidus), ainsi que la fréquence d'analyse du bain de brasage. Si l'une ou l'autre des caractéristiques mentionnées ci-dessus est adaptée à un ensemble de câblage imprimé ou un numéro de dessin différent, ou à un autre élément d'identification positif, les réglages à utiliser doivent être identifiés.

8.4.3 Séchage/dégazage

Avant le brasage, il est permis d'étuver l'ensemble afin de réduire la présence d'humidité préjudiciable ou d'autres éléments volatils.

8.4.4 Dispositifs et matériaux de fixation

Les dispositifs, les matériaux ou les techniques utilisés pour maintenir les pièces et les composants sur la carte imprimée tout au long des phases de préchauffage, de fluxage, de brasage et de refroidissement ne doivent pas contaminer, endommager ou dégrader les cartes imprimées ou les composants. Les dispositifs, les matériaux ou les techniques doivent être adaptés pour le maintien du positionnement des composants et doivent permettre le passage de la vague de brasage au travers des trous traversants métallisés et/ou sur les zones des bornes.

8.4.5 Application du flux

Le flux utilisé doit former un revêtement sur la surface à braser. Il convient que le flux ou la méthode d'application n'endommage pas et ne réduise pas la fiabilité des composants. Le flux doit être dilué avec un matériau recommandé par le fournisseur du flux, de façon à respecter les exigences relatives à l'application du flux. Le flux doit être suffisamment séché, avant le brasage, pour éviter les projections de brasure.

8.4.6 Bain de brasage

8.4.6.1 Température du bain de brasage

Il convient que le bain de brasage utilisant les compositions de brasage définies en 5.2 soit maintenu à une température recommandée par le fournisseur de la brasure. Cependant, la température ne doit pas dépasser la résistance au chauffage de brasage des composants montés. Pour les alliages différents de ceux cités en 5.2, d'autres écarts de température peuvent être exigés. Pour tous les alliages, il convient d'accepter une tolérance de température nominale de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Cette tolérance ne doit pas placer la température du bain au-delà des limites établies.

La température et la durée de contact entre l'ensemble et la brasure doivent dépendre de facteurs tels que le préchauffage, l'épaisseur de la carte, le nombre et la taille des contacts ou conducteurs, ainsi que le type de pièces. La période d'exposition d'une carte imprimée à

un bain de brasage doit être limitée à une durée ne provoquant aucun dommage sur la carte imprimée ou les composants montés.

8.4.6.2 Entretien du bain de brasage

La pureté du bain de brasage au cours du brasage à la machine des ensembles de cartes imprimées doit être maintenue, conformément à 6.4 et aux procédures suivantes:

- a) les déchets doivent être éliminés du bain de brasage de façon à garantir que des déchets ne soient pas en contact avec les articles brasés. Les méthodes automatiques ou manuelles sont acceptables pour l'élimination des déchets;
- b) il est admis que les huiles de brasage soient mélangées à la brasure fondue et portées à la surface de la vague de brasage ou appliquées à la surface de la vague de brasage ou du bain de brasage. Il convient de contrôler le niveau d'huile afin de prévenir le mélange d'huile dans les joints de brasure solidifiés;
- c) la brasure dans les machines de brasage doit être analysée sur une base régulière, conformément à 6.4.

8.5 Brasage manuel

8.5.1 Exigences

Les exigences détaillées relatives au brasage manuel sont définies dans les paragraphes suivants.

8.5.2 Brasage manuel sans refusion

8.5.2.1 Application du flux

S'il est utilisé, le flux liquide doit être appliqué sur les surfaces à joindre, avant l'application de chaleur. Il convient d'éviter l'utilisation d'une quantité excessive de flux. Si l'on utilise une brasure à flux incorporé, celle-ci doit être placée dans une position permettant au flux de couler et de couvrir les éléments de connexion tandis que la brasure fond. Si l'on utilise un flux liquide externe en même temps que des brasures à flux incorporé, les flux doivent être compatibles.

8.5.2.2 Application de la brasure

Une pointe bien étamée (voir 4.12) doit être appliquée sur le joint, et la brasure doit être introduite à la jonction de la pointe et de la connexion pour un transfert de chaleur maximal. Après avoir appliqué la chaleur et achevé le transfert de chaleur, il convient d'appliquer la brasure sur le joint et non la pointe du fer à braser. La brasure est appliquée à la surface du joint éloignée de la position de chauffage. Il convient que la méthode d'application ne soit pas telle que la brasure se dépose sur le corps du composant. La brasure et la pointe du fer à braser doivent être rapidement éloignées du métal du joint. La brasure doit seulement être appliquée sur un côté d'un trou traversant métallisé. La température de la pointe de brasage ne doit pas dépasser la température de travail spécifique. Il convient que l'application de la chaleur se fasse avec les restrictions de température et de durée spécifiées. Il est permis d'appliquer la chaleur sur les deux côtés du trou traversant métallisé. Il n'est pas exclu que certaines applications de brasage manuel nécessitent un préchauffage pour éviter un endommagement des composants.

8.5.2.3 Dissipateurs thermiques

Lorsqu'un brasage manuel est pratiqué près du corps de dispositifs sensibles à la chaleur, il convient qu'un dissipateur thermique soit utilisé entre la pointe du fer à braser et le corps du composant, de façon à limiter la vague de chaleur dans le composant.

8.5.2.4 Remontées d'étain

Des remontées d'étain limitées sont permises au cours du brasage de fils. Les remontées d'étain ne doivent pas s'étendre à une portion du fil qui, selon les exigences, doit rester flexible.

8.5.3 Brasage manuel par refusion

8.5.3.1 Applications de brasure

Une quantité de brasure suffisante doit être appliquée sur les composants ou les cartes, ou sur les deux, afin d'assurer que la quantité présente est suffisante lors de la refusion pour répondre aux exigences du produit fini. Parmi les méthodes d'application de la brasure, on distingue l'application à la seringue, le transfert par aiguille de la crème à braser, ou l'utilisation de fil ou de préformes de soudure. Les réseaux de plages d'accueil sur lesquels la brasure est appliquée doivent être propres avant l'utilisation de méthodes par refusion pour l'application de brasure.

8.5.3.2 Méthodes de refusion

Les fabricants doivent établir un processus de brasage par refusion reproductible dans les limites définies pour le matériel de refusion pour le brasage manuel (par exemple air ou gaz chaud, infrarouge). Les instructions relatives au processus de refusion doivent être élaborées et entretenues et doivent être réalisées conformément à ces instructions de processus.

Le processus doit présenter, au minimum, une enveloppe temps/température reproductible comprenant une opération de séchage/dégazage (si nécessaire). Parmi les méthodes de refusion figurent les pistolets à air/gaz chaud, les fers à braser, la barre chaude (thermode) ou les opérations au laser.

8.5.3.3 Blindage

Lorsqu'un brasage par refusion manuel est réalisé, il convient de fournir un blindage adéquat, de façon que les composants adjacents (voisins des parties jointes) ne soient pas endommagés ou que les joints de brasure des composants adjacents soient fusionnés.

9 Exigences relatives à la propreté

9.1 Généralités

Quand le désignateur de propreté après le brasage (voir 9.6.3.2) spécifie l'option de nettoyage C-0 (aucune surface à nettoyer), l'ensemble brasé doit respecter les exigences relatives au contrôle visuel de 9.5.2, sauf en ce qui concerne la présence de résidu de flux, qui est permise.

Si le nettoyage est exigé (selon 9.6) pendant et après le traitement, les pièces, les sous-ensembles et les ensembles finaux doivent être nettoyés pendant un intervalle de temps permettant une élimination adéquate des contaminants (particulièrement du résidu de flux).

Tous les articles nettoyés doivent l'être de manière à empêcher tout choc thermique préjudiciable ou toute intrusion d'agents nettoyants dans les composants qui ne sont pas totalement hermétiques. Le nettoyage de l'ensemble doit être en mesure de répondre aux exigences relatives au nettoyage spécifiées ici.

9.2 Compatibilité des matériaux et des équipements

Les agents et le matériel nettoyants doivent être choisis en fonction de leur aptitude à éliminer la contamination ionique et non ionique et ne doivent pas dégrader les matériaux,

marquages ou pièces nettoyées. L'analyse et la documentation démontrant la conformité à ces exigences doivent être disponibles pour réexamen.

9.3 Nettoyage avant brasage

La propreté des bornes, des sorties des composants, des conducteurs et des surfaces de câblage imprimées doit être suffisante pour assurer la brasabilité. Le nettoyage ne doit occasionner aucun endommagement ni réduire la fiabilité des composants, des sorties de composants ou des conducteurs. Concernant l'option de nettoyage après brasage C-0 (aucune surface à nettoyer), la propreté doit être suffisante pour assurer la conformité aux exigences relatives à la propreté de l'ensemble final.

9.4 Nettoyage après brasage

9.4.1 Généralités

Quand un nettoyage est exigé, le résidu de flux doit être enlevé dès que possible, de préférence dans un délai de 15 min, mais jamais au-delà de 1 h après le brasage. Certains flux ou processus peuvent nécessiter des actions plus immédiates pour faciliter un enlèvement adéquat. Il est permis d'utiliser des moyens mécaniques tels que l'agitation, la pulvérisation, le brossage, etc., ou le dégraissage à la vapeur ainsi que d'autres méthodes d'application conjointement avec l'agent nettoyant. Il est permis d'allonger l'intervalle de temps entre le brasage et la fin du nettoyage concernant les opérations de brasage manuelles, à condition qu'un nettoyage intermédiaire soit réalisé et qu'un nettoyage complet soit fait avant la fin de l'étape de production.

Les sorties internes aux dispositifs auto-obturants (par exemple dispositifs de brasage thermo-rétractables) ne doivent pas être soumises aux exigences relatives au nettoyage de la présente norme lorsque ce dispositif encapsule la connexion brasée.

9.4.2 Nettoyage par ultrasons

Le nettoyage par ultrasons est permis

- a) sur les cartes nues ou les ensembles, à condition que seuls les bornes ou les connecteurs sans électronique interne soient présents, ou
- b) sur les ensembles électroniques possédant des composants électriques, à condition que le fabricant possède une documentation disponible pour un éventuel contrôle démontrant que l'utilisation d'ultrasons ne dégrade pas les performances mécaniques ou électriques du produit ou des composants nettoyés.

9.5 Vérification de la propreté

9.5.1 Généralités

Les ensembles doivent respecter les exigences de 9.6 concernant la propreté. Les méthodes suivantes doivent être utilisées pour estimer la quantité résiduelle de particules ou de corps étrangers et les résidus de flux, tout comme les autres contaminants organiques ioniques.

9.5.2 Contrôle visuel

Le contrôle visuel, quand il fait partie intégrante d'un système documenté de contrôle de processus et d'amélioration du produit, doit être fondé sur un échantillon statistique (voir 13.2.3). D'autre part, un contrôle visuel à 100 % doit être utilisé pour estimer la présence de particules étrangères, comme il est prescrit en 9.6.2, de résidus de flux ou d'autres résidus ioniques ou inorganiques, comme il est prescrit en 9.6.3.

9.5.3 Mise à l'essai

Des essais périodiques de propreté de l'ensemble après le nettoyage final (par exemple, nettoyage avant enrobage de faible épaisseur, encapsulation ou incorporation dans

l'ensemble immédiatement supérieur) doivent être conduits sur une base d'échantillons aléatoires (voir 13.2.3) pour assurer l'adéquation du ou des processus de nettoyage, comme il est prescrit en 9.6.5.

Si un ensemble est refusé, tout le lot doit être nettoyé à nouveau et un échantillon aléatoire de ce lot et de chaque lot nettoyé depuis la réalisation du dernier essai de propreté acceptable doit être soumis à un essai. La fréquence des essais doit correspondre au minimum à un essai pour une rotation de 8 h, à moins que les données du système de contrôle de processus ne plaident en faveur d'un changement de fréquence.

9.6 Critères de propreté

9.6.1 Généralités

Le nettoyage des ensembles doit être effectué de façon à enlever

- a) les particules étrangères, comme il est prescrit en 9.6.2, et
- b) les résidus de flux et les autres contaminants ioniques ou organiques, comme il est prescrit en 9.6.3.

9.6.2 Particules

Les ensembles doivent être dépourvus de saletés, peluches, projections de brasure, déchets, etc. Les billes de brasure ne doivent pas se détacher, ni dégrader les caractéristiques de performances électriques. Le contrôle des particules doit correspondre à la méthodologie de contrôle définie en 13.2.2.2.

Les billes de brasure ne doivent pas réduire l'espacement électrique minimal de conception de plus de 50 %, et doivent être fixées à la surface de la carte. De plus, ces billes ne doivent pas apparaître dans une proportion supérieure à 5 pour 600 mm².

9.6.3 Résidus de flux et autres contaminants ioniques ou organiques

9.6.3.1 Généralités

L'utilisateur et le fabricant doivent approuver les exigences relatives au nettoyage et les essais appropriés concernant la propreté. En outre, les exigences visuelles relatives à la propreté doivent être approuvées et spécifiées.

L'utilisateur est responsable de la spécification concernant la propreté. Il n'est pas exclu que l'utilisateur souhaite utiliser le désignateur de propreté établissant l'option de nettoyage et l'essai de propreté conformément à 9.6.3.2. S'il n'existe aucun désignateur de propreté spécifié, il convient d'appliquer le désignateur C-22 comme décrit dans les paragraphes suivants. En outre, les exigences visuelles concernant la propreté (selon 9.6.3.3) doivent être spécifiées.

9.6.3.2 Désignateur de propreté après brasage

Quand l'utilisateur spécifie un désignateur de propreté, il doit prendre la forme suivante:

Désignateur de propreté	Option de nettoyage	Essai de propreté
C	9.6.4	9.6.5

Un code à deux chiffres (minimum) décrit les exigences de propreté concernant tous les ensembles couverts par la présente norme. Ce code commence par la lettre C suivie d'un tiret puis de deux chiffres ou plus. Le premier chiffre représente l'option de nettoyage décrite en 9.6.4 et le deuxième chiffre et les suivants indiquent les exigences relatives aux essais de propreté décrites en 9.6.5. (Si les cinq essais de propreté sont exigés, le désignateur de propreté possédera un total de six chiffres.)

9.6.3.3 Exigences visuelles

Il convient de contrôler les surfaces nettoyées sans grossissement; ces surfaces ne doivent présenter aucune marque visuelle de résidu de flux ou d'autres contaminants. Il est admis que les surfaces non nettoyées présentent des résidus de flux.

9.6.4 Option de nettoyage

Le premier chiffre du désignateur de propreté définit l'option de nettoyage. L'un des chiffres suivants est utilisé pour définir les surfaces de l'ensemble qui doivent être nettoyées:

0 = Aucune surface à nettoyer.

1 = Un côté (côté de la source de brasure à la vague) de l'ensemble doit être nettoyé.

2 = Les deux côtés de l'ensemble doivent être nettoyés.

9.6.5 Essai de propreté

Dans le désignateur de propreté, le deuxième chiffre et les suivants définissent les exigences relatives aux essais de propreté. Il est permis d'utiliser les chiffres suivants selon une combinaison quelconque (à l'exception du 0):

0 = Aucun essai de propreté exigé.

1 = Essai exigé pour les résidus de résine (voir 9.6.6).

2 = Essai exigé pour les résidus ioniques (voir 9.6.7 et/ou 9.6.8).

3 = Essai exigé portant sur la résistance de l'isolement de surface (voir 9.6.9).

4 = Essai exigé pour les autres contaminants organiques de surface (voir 9.6.10).

5 = Autres essais selon l'accord utilisateur/fabricant.

9.6.6 Résidus de résine sur les ensembles de cartes nettoyés

Si des flux à base de résine sont utilisés, les ensembles doivent être nettoyés et soumis à essai selon les spécifications suivantes.

Les ensembles qui ont été nettoyés doivent être soumis à des essais conformément à la CEI 61189-1 et à la CEI 61189-3 (voir Annexe B) et doivent respecter les exigences suivantes relatives au niveau maximal autorisé de résidus de flux résineux:

Niveau A: ensembles ayant moins de 200 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Niveau B: ensembles ayant moins de 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Niveau C: ensembles ayant moins de 40 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

9.6.7 Résidus ioniques (méthode instrumentale)

Les ensembles doivent être soumis aux essais conformément à la CEI 61189-1 et à la CEI 61189-3 (détection ionisante des contaminants de surface (méthode dynamique), ou détection ionisante des contaminants de surface (méthode statique), voir Annexe B) et doivent avoir un résidu de flux ionique ou ionisable équivalent de moins de 1,56 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de NaCl. Il est permis d'utiliser d'autres méthodes lorsque l'on peut montrer que la sensibilité de la méthode de remplacement est supérieure ou égale à celle des méthodes ci-dessus concernant la détection de la contamination de surface ionisable.

Lorsque l'on compare la sensibilité des différentes méthodes, il convient de considérer le solvant utilisé pour extraire le résidu, la méthode utilisée pour appliquer le solvant à l'ensemble et la méthode de détection du résidu.

9.6.8 Résidus ioniques (méthode manuelle)

Les ensembles doivent être soumis à des essais conformément à la CEI 61189-1 et à la CEI 61189-3 (résistivité par extraction de solvant, voir Annexe B). La contamination en surface doit être inférieure à un résidu de flux ionique ou ionisable équivalent de moins de $1,56 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ de chlorure de sodium (NaCl). Il est admis que l'utilisateur spécifie d'autres valeurs d'acceptation pour des essais équivalents.

9.6.9 Résistance d'isolement de surface (SIR)

NOTE SIR = *Surface insulation resistance*.

Les spécimens d'essai traités exactement de la même façon que les ensembles produits doivent être soumis à des essais pour déterminer l'effet de la contamination sur la résistance d'isolement électrique des cartes imprimées à haute température et pour une forte humidité, conformément à la CEI 61189-1 et à la CEI 61189-3 (voir Annexe B), en utilisant les conditions d'essai de la CEI 61189-1. Les spécimens d'essai doivent présenter une résistance minimale de $100 \text{ M}\Omega$ après le brasage et/ou après le brasage et le nettoyage, en fonction de la classification du flux. Il est admis que l'utilisateur et le fabricant s'entendent sur d'autres spécimens d'essai, conditions d'essai et sur les exigences relatives à la SIR.

9.6.10 Autre contamination

Les ensembles soumis à des essais conformément à la CEI 61189-1 et à la CEI 61189-3 (voir Annexe B, essai de détection de contaminant organique de surface (méthode intégrée)), ne doivent pas dépasser le niveau maximal d'acceptation établi par accord mutuel entre l'utilisateur et le fabricant.

10 Exigences relatives à l'ensemble

10.1 Généralités

Les cartes, composants et processus décrits et spécifiés dans les Articles 1 à 8 fournissent des interconnexions brasées de qualité supérieure à celle des exigences minimales d'acceptation du présent article. Il convient que les processus et leurs contrôles soient à même de produire un article respectant ou dépassant les critères d'acceptation pour le produit de niveau C. Cependant, les connexions brasées doivent respecter les exigences d'acceptation du niveau de produit (A, B ou C) spécifié par l'utilisateur.

10.2 Exigences relatives à l'acceptation

10.2.1 Contrôle de processus

Le fabricant doit soit:

- a) posséder un plan de gestion de processus conforme à 13.3, soit
- b) réaliser un contrôle à 100 % conforme aux exigences de 10.3. Si les défauts ou indicateurs de processus dépassent les limites de l'action corrective spécifiées en 10.2.2 pour leur niveau respectif d'opportunités (10.2.3), le fabricant doit lancer une action corrective afin de réduire leur apparition. Pour le calcul des actions correctives, on ne doit pas attribuer plus d'une caractéristique de défaut (voir Tableau 2) ou plus d'un indicateur de processus à un site d'interconnexion particulier (par exemple entre connexion et pastille, trou de liaison, trou d'entrée).

Si les limites spécifiées dans la présente norme sont respectées, il est probable que la fiabilité du joint ait de fortes chances de répondre aux attentes concernant l'ensemble. Cependant, l'utilisateur est chargé de déterminer les véritables exigences de fiabilité sur la base de la conception et de l'utilisation du produit final.

10.2.2 Limites de l'action corrective

L'action corrective doit être lancée si

- a) les défauts répertoriés dans le Tableau 2 dépassent 0,3 % de la possibilité de leur apparition, et si
- b) les indicateurs de processus (voir 4.4) dépassent 3,0 % des possibilités totales de leur apparition.
- c) On doit, au minimum, surveiller les apparitions générales d'indicateurs de processus suivantes:
 - 1) marquages (10.3.3);
 - 2) vides et cratères (10.3.5);
 - 3) visibilité de la configuration de sortie (10.3.5);
 - 4) mouillage du trou de liaison interfaciale (10.3.6);
 - 5) autres indicateurs de processus définis dans les spécifications intermédiaires; et
 - 6) quantité de brasure.

10.2.3 Détermination de la limite de contrôle

Le nombre total de sites d'interconnexion doit être utilisé comme mesure de référence pour l'application du pourcentage de défauts ou d'indicateurs de processus. Ces calculs considèrent chaque plage d'accueil, chaque sortie par trou traversant et chaque sortie de borne comme une seule opportunité pour déterminer le nombre total d'opportunités pour une carte imprimée assemblée donnée.

10.3 Exigences générales relatives à l'assemblage

10.3.1 Intégrité de l'assemblage

Tous les produits doivent respecter les exigences du dessin d'assemblage. L'intégrité électrique et mécanique ainsi que la fiabilité de tous les composants et ensembles doivent être conservées après l'exposition à tous les processus employés au cours de la fabrication et de l'assemblage (par exemple manipulation, fixation, brasage et nettoyage).

10.3.2 Endommagement de l'ensemble

10.3.2.1 Exigences relatives à l'ensemble

L'endommagement de l'ensemble concernant les dispositifs électroniques et mécaniques ne doit pas dépasser les exigences données dans la présente norme et la CEI 61191-2, la CEI 61191-3 et la CEI 61191-4.

Les cartes imprimées ne doivent laisser apparaître aucune brûlure, aucun cloquage ou décollement interlaminaire, comme il est fait référence dans la CEI 62326-1. Les éraflures de stratifié doivent être traitées comme l'exposition du tissage.

10.3.2.2 Défauts d'ensemble inacceptables

Les défauts suivants sont susceptibles d'apparaître au niveau des ensembles de câblage imprimés: farinage, délabrement, cloquage, décollement interlaminaire, exposition du tissage, halo, décollement interlaminaire du bord et décollement des pastilles ou conducteurs.

Les conditions suivantes entraînent une élimination:

- a) ensembles présentant des défauts de farinage ou de délabrement affectant leur fonctionnalité;

- b) cloquage ou décollement interlaminaire formant des ponts entre les trous traversants ou entre les conducteurs sous-jacents, ou s'étendant sous les conducteurs de surface ou sur/sous les conducteurs sous-jacents.

10.3.3 Marquages

Les marquages ne doivent pas être délibérément modifiés, effacés ou supprimés par le fabricant, sauf si le dessin d'assemblage l'exige. Il convient que les marquages supplémentaires (tels que des étiquettes ajoutées au cours du processus de fabrication) ne cachent pas les marquages originaux du fournisseur. Si une perte de marquage survient sur une pièce du composant, celle-ci doit être enregistrée en tant qu'indicateur de processus permettant de suivre le cheminement, de déterminer si un fournisseur présente un éventuel problème de marquage et de définir le degré de l'action corrective (par exemple, nouveaux matériaux, nouveaux processus, nouveau marquage, etc.).

10.3.4 Planéité (courbure et vrillage)

La courbure et le vrillage après le brasage ne doivent pas dépasser 0,5 % ou 1,5 mm pour le montage en surface de niveau C; 0,75 % ou 2,0 mm pour le montage en surface de niveau B; 1,0 % ou 2,5 mm pour le montage en surface de niveau A; et 1,5 % ou 2,5 mm pour les applications de carte imprimée à trous traversants (tous niveaux). Les ensembles mixtes (CMS = Composant monté en surface, THT = technologie par trous traversants traditionnelle (*Through hole technology*), etc.) doivent respecter les exigences relatives aux ensembles pour montage en surface (voir CEI 61191-2, CEI 61189-3, CEI 61188-1-1).

10.3.5 Connexion brasée

10.3.5.1 Angle de mouillage de brasure

La connexion brasée acceptable doit laisser apparaître un mouillage et une adhérence quand la brasure fond sur la surface brasée, formant un angle de contact de 90° ou moins, sauf quand la quantité de brasure donne un contour s'étendant au-delà du bord de la pastille (voir Figure 1). Il convient que les joints de brasure présentent une apparence globalement lisse.

Une composition d'alliages de brasure sans plomb produit généralement des brasures présentant un état de rugosité de surface (granuleux ou mat) et des angles de contact de mouillage plus importants. Ces joints de brasure sont acceptables.

Une transition régulière de la pastille à la surface de connexion ou à la sortie du composant doit apparaître de façon évidente. Une ligne de démarcation ou une zone de transition à l'endroit où la brasure appliquée se mélange au revêtement de brasure, à la plaque de brasure ou à un autre matériau de surface est acceptable, à condition que le mouillage soit évident. Dans le cas de revêtements de brasure fondus, la présence de la brasure appliquée au-dessus du bord du trou n'est pas exigée si la paroi du trou et la sortie du composant présentent un mouillage satisfaisant (voir Figure 2). Des marques ou des éraflures dans le joint de brasure ne doivent pas dégrader l'intégrité de la connexion.

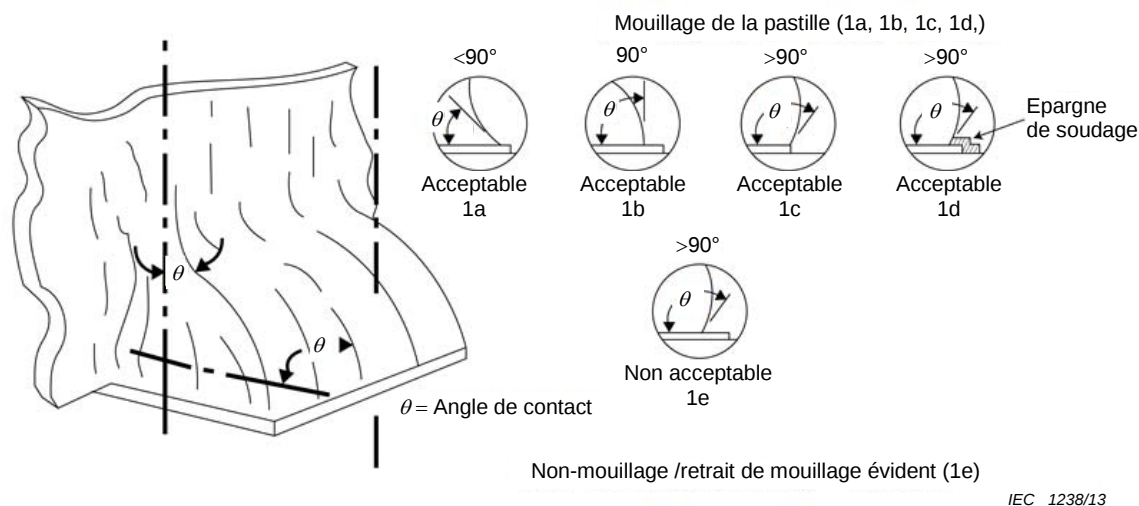


Figure 1 – Angle de contact de brasure

10.3.5.2 Défauts

Les conditions suivantes sont inacceptables et doivent être considérées comme des défauts (voir 12.2):

- a) connexions brasées cassées ou endommagées;
- b) connexion brasée présentant les caractéristiques d'une soudure froide;
- c) plus de 5 % de la connexion brasée (sauf trous de liaison) présentant des signes de démouillage ou de non-mouillage;
- d) excès de brasure qui est en contact avec le corps du composant;
- e) effritement de la dorure du fait de l'enlèvement insuffisant de dorure (voir 6.3.3); et
- f) vides créant un volume de joint brasé inférieur à la valeur minimale acceptable.

10.3.5.3 Indicateurs de processus

Les conditions suivantes sont acceptables, mais doivent être considérées comme des indicateurs de processus, doivent faire l'objet d'une documentation et doivent être disponibles pour réexamen:

- a) vides et cratères quand le mouillage est évident, qui ne réduisent pas le volume de brasure en dessous du seuil minimal tolérable;
- b) profil ou sortie non visible dans le joint de brasure en raison de l'excès de brasure.

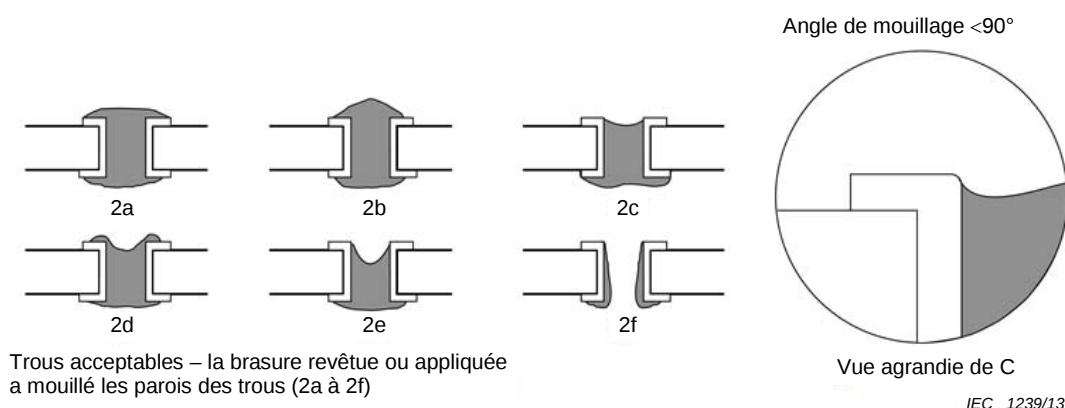


Figure 2 – Mouillage de brasure de trous traversants métallisés sans sorties

10.3.6 Connexions interfaciales

Il n'est pas nécessaire de remplir de brasure les trous non renforcés avec sorties ou trous traversants métallisés, non soumis à un brasage simultané et utilisés pour les connexions interfaciales. Il n'est pas nécessaire de remplir de brasure les trous traversants métallisés non exposés à la brasure en raison de masques permanents ou temporaires et utilisés pour les connexions interfaciales. Les trous traversants métallisés sans sorties, y compris les trous de liaison, après être exposés à des traitements de brasage à la vague, par immersion ou à la traîne, doivent respecter les exigences d'acceptabilité de la Figure 2. Le non-respect de cette exigence doit être traité comme un indicateur de processus, conformément à l'Article 13. Le mouillage des pastilles sur l'autre face, par la brasure appliquée, est acceptable, mais il n'est pas exigé (voir Figures 2c, 2e et 2f). Les dommages des trous traversants métallisés dus à la dissolution du cuivre sont considérés comme un défaut (voir le Tableau 2).

11 Revêtement et encapsulation

11.1 Exigences détaillées

Les exigences détaillées relatives aux procédures de revêtement et d'encapsulation sont définies dans les paragraphes suivants.

11.2 Revêtement enrobant

11.2.1 Instructions relatives au revêtement

La spécification relative au matériau et les instructions du fournisseur, selon leur applicabilité, doivent être suivies. Quand les conditions de traitement (température, temps, intensité IR, etc.) diffèrent des instructions recommandées par le fournisseur, elles doivent faire l'objet d'une documentation et être disponibles pour réexamen. Le matériau doit être utilisé pendant l'intervalle de temps spécifié (à la fois la durée de conservation et la durée d'enrobage) ou utilisé pendant la période de temps indiquée par un système documenté établi par le fabricant (assembleur) pour marquer et contrôler le matériau daté.

11.2.2 Application

11.2.2.1 Détails relatifs à l'application

Un revêtement doit être continu sur toutes les zones désignées pour être couvertes sur le dessin d'assemblage. Il convient de réduire au minimum les raccords de revêtement. Le matériau du revêtement enrobant ne doit pas contenir de solvants agressifs. Le revêtement enrobant ou la méthode d'application du revêtement enrobant ne doit pas endommager ni

réduire la fiabilité des composants. Quand ils sont utilisés, les matériaux de masquage ne doivent avoir aucun effet néfaste ou de détérioration sur les cartes imprimées et doivent pouvoir être enlevés sans laisser de résidu contaminant. Les dimensions spécifiées pour les zones masquées ne doivent pas être réduites en longueur, largeur ou diamètre de plus de 0,8 mm du fait de l'application de revêtement enrobant.

11.2.2.2 Composants ajustables

La portion ajustable des composants ajustables, ainsi que les surfaces de contact électriques et mécaniques telles que les points de sonde, les filets des vis, les surfaces portantes (par exemple guide-cartes) ne doivent pas être couvertes de revêtement, comme spécifié sur le dessin d'assemblage.

11.2.2.3 Revêtement enrobant sur les connecteurs

Les surfaces de contact des connecteurs sur les ensembles câblés imprimés ne doivent pas être recouvertes de revêtement enrobant. Le revêtement enrobant spécifié sur le dessin d'assemblage doit cependant fournir un scellement autour du périmètre de toutes les zones d'interface connecteur/carte. Les contacts et les connecteurs insérés à force après l'application du revêtement enrobant doivent être dispensés de répondre à l'exigence relative au scellement.

11.2.2.4 Revêtement enrobant sur les supports

La surface de contact des supports ou d'autres dispositifs de montage ne doit pas être couverte de revêtement enrobant, sauf exigence contraire du dessin d'assemblage. Cependant, le périmètre de la jonction entre ces dispositifs et la carte et tout l'équipement de support et de fixation doit être couvert de revêtement.

11.2.2.5 Revêtement enrobant sur les sorties flexibles

Les composants connectés électriquement à l'ensemble par l'intermédiaire de sorties flexibles (par exemple en ailes de mouette) doivent au minimum présenter un revêtement à la jonction des sorties et des composants ainsi que de l'ensemble.

11.2.2.6 Revêtement du périmètre

Sauf spécification contraire figurant sur le dessin d'assemblage approuvé, le périmètre extérieur des ensembles ne doit pas augmenter en largeur totale de plus de 1,0 mm du fait du revêtement enrobant. Le périmètre extérieur est défini comme la zone couvrant de part et d'autre de la carte une distance maximale de 6,0 mm à l'intérieur du bord externe (voir Figure 3).

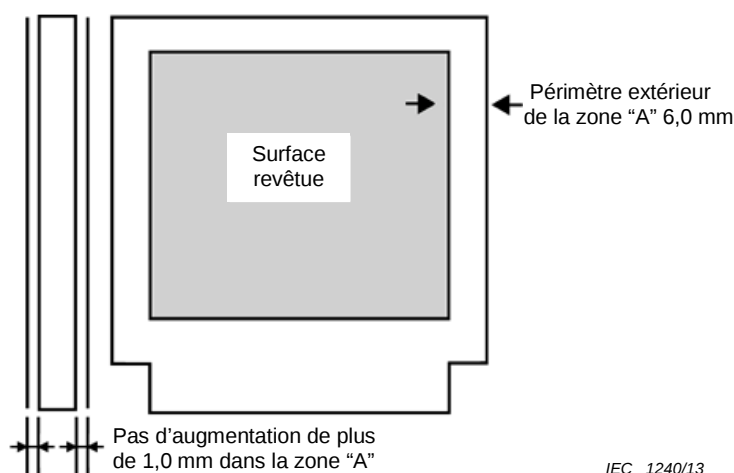


Figure 3 – Conditions de revêtement

11.2.2.7 Revêtement du bord

Sauf spécification contraire figurant sur le dessin d'assemblage approuvé, les dimensions des ensembles ne doivent pas augmenter en longueur ou en largeur de plus de 0,8 mm sur chaque bord, c'est-à-dire 1,5 mm au total du fait de l'application de revêtement enrobant.

11.2.3 Exigences relatives aux performances

11.2.3.1 Exigences relatives au revêtement

Les exigences détaillées relatives aux revêtements appliqués sont définies dans les paragraphes suivants.

11.2.3.2 Epaisseur

L'épaisseur du revêtement enrobant doit être la suivante pour le type spécifié:

- a) types ER (époxyde), UR (uréthane) et AR (acrylique): 0,03 mm à 0,13 mm;
- b) type SR (silicone): 0,05 mm à 0,21 mm;
- c) type XY (paraxylène): 0,01 mm à 0,05 mm.
- d) type FC (polymère fluoré) ~ 0,01 µm

L'épaisseur doit être mesurée sur une surface plate, dégagée et traitée de l'ensemble de câblage imprimé ou d'un coupon traité avec l'ensemble. Les coupons peuvent être constitués du même type de matériau que la carte imprimée ou d'un matériau non poreux tel que le métal ou le verre. En variante, il est permis d'utiliser une mesure d'épaisseur du film mouillé pour établir l'épaisseur du revêtement, à condition qu'il existe une documentation établissant une corrélation entre les épaisseurs du film mouillé et sec.

11.2.3.3 Couverture par revêtement

Le revêtement enrobant doit appartenir au type spécifié sur le dessin d'assemblage et doit

- a) être complètement traité et homogène,
- b) couvrir seulement les zones spécifiées sur le dessin d'assemblage,
- c) être dépourvu de cloques ou de cassures affectant les opérations d'assemblage ou les propriétés d'étanchéité du revêtement enrobant,

- d) être dépourvu de vides, de bulles ou de matériau étranger exposant les conducteurs des composants, les conducteurs de câblage imprimés (y compris les plans de masse) ou d'autres conducteurs et/ou ne respectant pas l'espacement électrique de conception, et
- e) être dépourvu de tout farinage, décollement ou ride (zones non adhérentes).

11.2.4 Retouche du revêtement enrobant

Les procédures décrivant l'enlèvement et le remplacement du revêtement enrobant doivent être documentées et être disponibles pour réexamen.

11.2.5 Contrôle du revêtement enrobant

Il est permis d'effectuer le contrôle visuel du revêtement enrobant sans grossissement. Il est permis d'effectuer le contrôle de la couverture du revêtement enrobant sous une source de lumière ultraviolette (UV) si l'on utilise un matériau de revêtement enrobant contenant un traceur d'UV. Il est permis d'utiliser un agrandissement de 2× à 4× à des fins d'arbitrage.

11.3 Encapsulation

11.3.1 Instructions relatives à l'encapsulation

La spécification relative au matériau et les instructions du fournisseur, selon leur applicabilité, doivent être suivies. Le matériau doit être utilisé pendant l'intervalle de temps spécifié (à la fois la durée de conservation et la durée d'enrobage) ou utilisé pendant la période de temps indiquée par un système documenté établi par le fabricant pour marquer et contrôler le matériau daté.

11.3.2 Application

11.3.2.1 Détails relatifs à la qualité

Les matériaux encapsulants doivent être continus dans toutes les zones désignées pour être couvertes sur le dessin d'assemblage. Quand il est utilisé, le matériau de masquage ne doit avoir aucun effet délétère sur les cartes imprimées et doit pouvoir être enlevé sans laisser de résidu contaminant.

11.3.2.2 Surfaces dépourvues d'encapsulant

Toutes les portions d'ensemble non destinées à recevoir un matériau encapsulant doivent être dépourvues de tout matériau encapsulant.

11.3.3 Exigences relatives aux performances

L'encapsulant appliqué doit être entièrement traité, homogène, et il doit couvrir seulement les zones spécifiées sur le dessin d'assemblage.

L'encapsulant doit être dépourvu de bulles, cloques ou cassures affectant l'opération d'assemblage du câblage imprimé ou les propriétés d'étanchéité du matériau encapsulant. Aucune fissure, aucun délabrement, farinage, décollement et/ou ride ne doivent être visibles dans le matériau encapsulant.

11.3.4 Retouche du matériau encapsulant

Les procédures décrivant l'enlèvement ou le remplacement de matériau encapsulant doivent être documentées et doivent être disponibles pour réexamen (c'est-à-dire dans la documentation ISO 9001 des fabricants ou des procédures écrites équivalentes).

11.3.5 Contrôle de l'encapsulant

Il est permis d'effectuer un contrôle visuel de l'encapsulation avec grossissement.

12 Retouche et réparation

12.1 Généralités

Les exigences détaillées relatives aux retouches et réparations sont définies dans les paragraphes suivants.

12.2 Retouche des ensembles électriques et électroniques brasés non satisfaisants

Les retouches des assemblages électriques et électroniques non satisfaisants consistent à traiter les défauts répertoriés dans le Tableau 2 et les caractéristiques des non-conformités figurant dans les tableaux de défaut des spécifications intermédiaires appropriées (c'est-à-dire CEI 61191-2, CEI 61191-3, CEI 61191-4).

La retouche de connexions brasées non satisfaisantes et d'autres défauts ne doit pas être réalisée avant que les caractères non conformes aient été documentés. Les exigences de documentation doivent être définies dans le plan de contrôle du processus et peuvent être basées sur un échantillonnage ou un audit. Ces données doivent être utilisées pour fournir une indication quant aux causes possibles et pour déterminer si une action corrective est exigée, conformément à 10.2, 10.2.2 et 10.2.3. Quand les retouches ont été effectuées, chaque connexion retouchée et/ou refondue doit être inspectée suivant les exigences de 10.3.5 et conformément à 13.2.

Tableau 2 – Défauts des assemblages électriques et électroniques

Défaut n°	Description du défaut	Paragraphe des exigences	Remarques
01	Violation des exigences du dessin d'assemblage a) composant manquant b) mauvais composant c) composant inversé	4.1.2	
02	Dégradation d'un composant supérieure aux exigences de la spécification ou de la spécification intermédiaire correspondante a) composant endommagé (fissures) b) fissures dues à l'humidité («pop-corning»)	CEI 61191-2 CEI 61191-3 CEI 61191-4	
03	Dégradation de l'assemblage ou de la carte imprimée a) farinage ou délabrement affectant la fonctionnalité b) cloques ou délaminations rejoignant des trous traversants métallisés et/ou des pistes c) écart important de planéité	10.3.2 10.3.2.2 10.3.4	
04	Interconnexions par trous traversants métallisés avec ou sans terminaisons a) trous ou terminaisons non mouillés b) remplissage du trou non satisfaisant c) fracture du joint brasé d) soudure froide ou perturbée	10.3.5 10.3.5.2 10.3.6	
05	Violation des isolations électriques de conception a) mouvement/désalignement d'une partie conductrice d'un composant ou d'un fil b) billes de soudure c) pont de soudure d) pointe de soudure e) membrane/peau de soudure	CEI 61191-2 9.6.2 CEI 61191-2 CEI 61191-2 CEI 61191-2	
06	Mauvaises connexions brasées (sortie, terminaison ou pastille) a) démouillage ou non-mouillage b) lixivation de la soudure c) soudure insuffisante d) mèche de soudure e) refusion insuffisante f) joint incomplet (circuit ouvert) g) soudure excessive h) vides dans la soudure trop importants i) empiètement de l'adhésif j) effritement de l'or	10.3.5.3 10.3.5.2	
07	Dégradation du marquage sur la carte a) marquage altéré b) marquage effacé	10.3.3	
08	Non-respect des essais de nettoyage ou de propreté	9.6 9.6.3.2	
09	Non-respect des exigences relatives au revêtement enrobant	11.2.3.3	
10	Dissolution du cuivre	4.4	

12.3 Réparation

Les réparations sont des modifications apportées à un produit final non acceptable afin de le rendre acceptable conformément aux exigences fonctionnelles originales. La méthode de réparation doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

12.4 Nettoyage post-retouche/réparation

Après la retouche ou la réparation, les ensembles doivent être nettoyés en suivant un processus conforme aux exigences de 9.6.

13 Assurance de la qualité du produit

13.1 Exigences relatives au système

Des exigences générales relatives à l'établissement et au maintien d'un programme efficace d'assurance de la qualité intégrant des systèmes de contrôle de processus (voir 4.5) sont indiquées dans les paragraphes suivants.

13.2 Méthodologie de contrôle

13.2.1 Contrôle de vérification

Le contrôle de vérification doit comprendre les points suivants:

- a) surveillance de l'opération permettant de déterminer si les pratiques, les méthodes, les procédures et si un plan de contrôle rédigé ont été correctement appliqués;
- b) contrôle permettant de mesurer la qualité du produit.

13.2.2 Contrôle visuel

13.2.2.1 Echantillonnage visuel

Il convient que le contrôle avant le brasage (par exemple entre le placement et le brasage du composant) ou entre d'autres étapes du processus (par exemple l'application de la crème à braser et le placement du composant) ne soit basé que sur un échantillonnage quand il s'agit d'analyser le procédé d'assemblage afin d'identifier les causes des défauts du joint de brasage. Après le brasage, l'ensemble doit être évalué conformément au plan de contrôle de processus établi (voir 13.3) ou par le biais d'un contrôle visuel à 100 % (voir 10.2).

13.2.2.2 Systèmes de grossissement et éclairage

La tolérance pour les systèmes de grossissement correspond à 15 % du pouvoir grossissant choisi (c'est-à-dire +15 % ou une marge de 30 % centrée sur le pouvoir grossissant choisi). Les systèmes de grossissement et l'éclairage (voir 4.11.4) utilisés pour le contrôle doivent être adaptés à la taille de l'article traité. Le grossissement utilisé pour contrôler les connexions brasées doit être fondé sur la largeur minimale de la pastille utilisée pour le dispositif contrôlé. Il convient que les systèmes de grossissement soient conformes au Tableau 3.

Tableau 3 – Exigences relatives au grossissement

Largeurs et diamètres de pastille mm	Contrôle	Arbitrage
>1,0	2×	4×
0,5 à 1,0	4×	10×
0,25 à 0,5	10×	20×
<0,25	20×	40×

Les conditions d'arbitrage doivent seulement être utilisées pour vérifier un produit refusé avec le grossissement de contrôle. Pour les ensembles présentant diverses largeurs de pastille, il est permis d'utiliser le grossissement supérieur pour tout l'ensemble.

13.2.2.3 Connexions brasées partiellement visibles ou cachées

Les connexions brasées partiellement visibles ou cachées sont acceptables sous réserve que les conditions suivantes soient respectées:

- a) la portion visible, si elle existe, de la connexion sur l'un ou l'autre bord de la connexion brasée du trou traversant métallisé (ou la portion visible de la connexion CMS) est acceptable;
- b) la conception ne limite pas l'écoulement de brasure à un quelconque élément de connexion sur le bord primaire (par exemple le composant à piquer) de l'ensemble;
- c) les contrôles de processus sont maintenus de manière à assurer la répétabilité des techniques d'assemblage.

13.2.3 Contrôle par échantillonnage

L'application d'un contrôle sur la base d'échantillons doit être fondée sur le respect des caractéristiques suivantes:

- a) contrôle intégré dans un système de contrôle de processus documenté selon 13.3, ou
- b) contrôle intégré dans un programme d'assurance du produit approuvé par l'utilisateur.

13.3 Contrôle de processus

13.3.1 Détails relatifs au système

Le contrôle de processus doit être un système documenté, disponible pour réexamen, répondant à la perspective de l'ISO 9001, de la CEI 61193-3, ou un système approuvé par l'utilisateur. Le but premier du contrôle de processus est de réduire constamment les variations au niveau des processus, produits ou services, afin de fournir un produit ou des processus respectant ou dépassant les exigences du client. Le système de contrôle de processus doit comprendre au minimum les éléments suivants:

- a) une formation doit être fournie au personnel auquel sont assignées des responsabilités au niveau du développement, de la mise en œuvre et de l'utilisation des méthodes de contrôle de processus et des méthodes statistiques adaptées en fonction des responsabilités de chacun;
- b) des méthodologies quantitatives et des preuves doivent être fournies régulièrement pour montrer que le processus est efficace et contrôlé;
- c) il doit exister des stratégies d'amélioration afin de définir les limites initiales du processus de contrôle ainsi que des méthodologies conduisant à une réduction des apparitions d'indicateurs de processus permettant une amélioration continue du processus;
- d) des critères pour le passage à un contrôle par échantillonnage doivent être définis. Quand les processus dépassent les limites de contrôle ou montrent une tendance négative, des critères pour un retour à des niveaux supérieurs de contrôle (jusqu'à 100 %) doivent également être définis;
- e) quand un ou plusieurs défauts sont identifiés dans l'échantillon d'un lot, tout le lot doit être contrôlé à 100 % pour déceler la présence du ou des défauts observés;
- f) un système doit être mis en place pour lancer une action corrective quand apparaissent des indicateurs de processus, un ou plusieurs processus hors de contrôle et/ou des ensembles non acceptables;
- g) un plan d'audit documenté est défini pour surveiller les caractéristiques du processus et/ou ses résultats à une fréquence exigée.

Il est permis de fournir des preuves objectives du contrôle de processus sous la forme de diagrammes de contrôle ou d'autres outils et techniques de contrôle statistique de processus dérivés de l'application de paramètres de processus et/ou des données de paramètre de produit. Ces données peuvent provenir de sources telles que le contrôle, l'évaluation non destructive, les données d'exploitation de la machine ou les essais périodiques effectués sur des échantillons de production. Pour les données d'attributs, il est crucial de comprendre et contrôler les paramètres dans le processus qui influencent la réaction en question et d'établir des contrôles en ce point précis. Les données d'attributs, mesurées en parties de 10–6 de produit non conforme, peuvent généralement être corrélées avec un Cpk (*process capability index*) généré en utilisant des données variables (voir Annexe C).

Il convient d'utiliser les ressources disponibles (par exemple l'ISO 9001, la CEI 61193-1, etc.) pour établir le plan de contrôle de processus et définir les caractéristiques et critères.

13.3.2 Réduction des défauts

Des techniques d'amélioration continue du processus doivent être appliquées pour réduire l'apparition de défauts et d'indicateurs de processus. Quand les processus varient au-delà des limites établies de contrôle de processus, une action corrective doit être entreprise pour empêcher toute récurrence. Quand l'action corrective est inefficace dans les 30 jours d'application, le problème doit être soumis à la direction de l'usine pour qu'une solution soit apportée.

13.3.3 Réduction de la variance

Toutes les variances par rapport aux exigences de la présente norme doivent être réduites dans l'objectif de les éliminer (si c'est économiquement possible) grâce à une action corrective sur le processus. Le fait de n'appliquer aucune action corrective sur le processus et/ou d'appliquer une action corrective constamment inefficace doit être le motif d'une désapprobation du processus et de la documentation annexe.

14 Autres exigences

14.1 Santé et sécurité

Il n'est pas exclu que l'utilisation de certains matériaux cités dans la présente norme présente des risques. Dans ces cas, une analyse des risques doit être réalisée avant d'utiliser tout matériau dangereux. Toutes les précautions de sécurité doivent être prises, selon les données fournies avec le matériau. Une aération adaptée doit être pratiquée dans toutes les zones où l'on utilise des produits chimiques de brasage ou quand il y a production de fumées. Pour garantir la sécurité du personnel, les zones, matériels et procédures doivent respecter toutes les réglementations applicables concernant le lieu de travail, la sécurité et la santé.

14.2 Exigences de fabrication spéciales

14.2.1 Fabrication de dispositifs comprenant des enroulements magnétiques

L'applicabilité de la présente norme est limitée en ce qui concerne les processus de fabrication associés au montage d'éléments électroniques internes et au brasage de connexions internes de transformateurs, moteurs et dispositifs similaires. A moins qu'un utilisateur n'exprime un besoin spécifique concernant les contrôles fournis par la présente norme, celle-ci ne doit pas être appliquée pour la fabrication des éléments internes de ces dispositifs. Les points d'interconnexion externes (c'est-à-dire les bornes, broches, etc.) doivent répondre aux exigences de brasabilité de la présente norme.

14.2.2 Applications à haute fréquence

Il n'est pas exclu que les applications à haute fréquence (c'est-à-dire onde radio et micro-ondes) nécessitent des espacements de pièces, des systèmes de montage et des conceptions d'ensemble différant des exigences établies ici. Quand les exigences relatives à la conception à haute fréquence empêchent la conformité aux exigences relatives à la conception et au montage des pièces contenues ici, il est admis que les fabricants utilisent des conceptions différentes.

14.2.3 Applications à haute tension et à grande puissance

Il n'est pas exclu que les applications à grande puissance telles que les alimentations à haute tension nécessitent des espacements de pièces, des systèmes de montage et des conceptions d'ensemble différant des exigences établies ici. Quand les exigences relatives à la conception à haute tension empêchent la conformité aux exigences relatives à la

conception et au montage des pièces contenues ici, il est admis que les fabricants utilisent des conceptions différentes.

14.3 Indications concernant la répercussion des exigences

Les fabricants sont chargés de fournir du matériel parfaitement conforme aux exigences de la présente norme et au dessin d'assemblage applicable. Quand une pièce est définie de manière adaptée par une spécification de pièce de base, il convient alors d'imposer les exigences de la présente norme à la fabrication de cette pièce seulement s'il est absolument nécessaire de respecter les exigences relatives à l'élément fini. Quand on ne sait définir clairement où s'arrête la répercussion des exigences, le fabricant est chargé de travailler avec l'utilisateur pour définir ce point.

15 Données de commande

Il convient que les documents de commande suivent les exigences spécifiées par les éléments de référence suivants:

- a) titre, numéro et date de la présente norme;
- b) s'il faut ou non conduire des essais avant la production;
- c) quantité d'échantillons de préproduction requise, le cas échéant;
- d) disposition des échantillons de préproduction, le cas échéant;
- e) type d'évaluation spécifique à utiliser et exigences relatives au système de gestion de la qualité;
- f) exigences détaillées relatives à la certification de l'opérateur, le cas échéant;
- g) niveau de produit (voir 4.3);
- h) désignateur de propreté, option de nettoyage et essai de propreté (voir 9.6); et
- i) exigences relatives au conditionnement ESD.

Annexe A (normative)

Exigences relatives aux outils et au matériel de brasage

A.1 Exigences relatives aux outils et au matériel

Les exigences suivantes relatives aux outils et au matériel doivent être imposées si la mise en place des contrôles de processus n'est pas suffisante pour assurer la conformité à 4.12.

A.2 Abrasifs

Les couteaux, la toile émeri, le papier de verre, le décapage à la sableuse, la tresse, la paille de fer ainsi que d'autres abrasifs ne doivent pas être utilisés sur les surfaces à braser.

A.3 Appareils de table et autres systèmes de brasage manuel

Les critères de sélection des appareils de table et des systèmes de brasage manuel doivent comprendre les éléments suivants:

- a) les systèmes de brasage doivent être choisis pour leur capacité à chauffer rapidement la zone de connexion et à maintenir une gamme de températures de brasage suffisante au niveau de la connexion pendant toute la durée de l'opération de brasage;
- b) le matériel de brasage en veille, à température contrôlée, doit être contrôlé avec une marge de $\pm 5\text{ °C}$ par rapport à la température de la pointe libre. Il est également permis d'utiliser des outils à régulation continue (régulation progressive), conformément à a), d), e) et f);
- c) les températures choisies par l'opérateur ou les températures assignées des systèmes de brasage en veille/en attente doivent être comprises dans une marge de $\pm 15\text{ °C}$ par rapport à la température réelle de la pointe mesurée;
- d) la résistance entre la pointe des systèmes de brasage et la masse de pointe commune de la station de travail ne doit pas dépasser $5\ \Omega$. L'élément chauffé et les pointes doivent être mesurés à leur température de fonctionnement normale. Le matériel de brasage à courant limité fabriqué selon la CECC 100015 doit posséder une résistance entre la pointe et la masse variant de $1\ \Omega$ à $5\ \Omega$ compris;
- e) la perte de tension entre la pointe et la masse ne doit pas dépasser 2 mV efficace ($Z_{in} = 100\text{ k}\Omega$);
- f) les tensions transitoires de la pointe générées par le matériel de brasage ne doivent pas dépasser 2 V (valeur de crête) ($Z_{in} \geq 100\text{ k}\Omega$);
- g) les porte-outils doivent être d'un type approprié à la pièce manuelle ou à l'outil utilisé. Le porte-outils ne doit pas provoquer de contrainte physique excessive ou de dissipation thermique au niveau des éléments de chauffage et doit protéger le personnel des brûlures;
- h) les éponges utilisées pour nettoyer les pointes de fers à braser et les surfaces des outils de brasage par fusion doivent être fabriquées dans des matériaux ne provoquant aucune dégradation de la brasabilité ou contamination des surfaces des outils de brasage;
- i) les pistolets à braser dont le transformateur est incorporé dans la partie manuelle ne doivent pas être utilisés;
- j) les pots de brasage doivent maintenir la température de brasage dans une marge de $\pm 5\text{ °C}$ par rapport à la température choisie. Les pots de brasage doivent être mis à la masse. La

résistance entre la brasure fondue et le point de masse commun de la station de travail ne doit pas dépasser 5 Ω .

Les exigences appropriées de cet article doivent également s'appliquer à des matériels de brasage de table non conventionnels, y compris le matériel utilisant une résistance par conduction, convection, électrodes parallèles, électrode courte, dispositifs à gaz chaud, infrarouges, laser ou techniques de brasage par transfert thermique.

Les outils utilisés doivent être entretenus de façon que leur utilisation n'occasionne aucun dommage préjudiciable et qu'ils soient dépourvus de traces de saleté, graisse, flux, huile ou de toute autre matière étrangère au cours de l'utilisation. La source de chaleur ne doit pas endommager la carte imprimée ou les composants.

A.4 Supports de fer à braser

Les supports de fer à braser doivent appartenir à un type approprié pour le fer à braser utilisé. Le support ne doit pas supporter l'élément de chauffage du fer à braser ni la pointe; il ne doit pas occasionner de contrainte physique ou de dissipation de chaleur excessive et doit protéger le personnel des brûlures.

A.5 Tampons de nettoyage

Les éponges et tampons servant au nettoyage par frottement des pointes de fer à braser et des surfaces des outils de brasage par fusion doivent être dépourvus de contaminants préjudiciables à la brasabilité ou susceptibles de contaminer les surfaces des outils de brasage.

A.6 Pistolets à braser

Les pistolets à braser dont le transformateur est incorporé dans la partie manuelle ne doivent pas être utilisés.

A.7 Pots de brasage

Les pots de brasage doivent maintenir la température de brasage dans une marge de ± 5 °C par rapport à la température choisie. Les pots de brasage doivent être mis à la masse.

A.8 Contrôle de processus

Des contrôles de processus documentés doivent être mis en place afin d'assurer la conformité à l'Annexe C. Tous les matériels doivent être exploités conformément aux recommandations du fabricant et étalonnés, le cas échéant, pour maintenir la conformité aux spécifications du fabricant. Les documents relatifs au contrôle de processus doivent être mis à la disposition des ouvriers et de l'utilisateur. Il convient de réaliser les essais effectués au niveau de la mise à la masse du matériel, de la protection et du contrôle de la température lors de la phase de qualification du matériel en vue de l'achat, au moment du contrôle du matériel neuf ou réparé et lorsque le programme de contrôle de processus l'indique.

Annexe B (normative)

Qualification des flux

Les essais doivent être réalisés comme suit:

- a) un minimum de 24 ensembles représentatifs des ensembles brasés et comprenant une impression pour essai de résistance d'isolement surfacique (SIR), tel que décrit dans la CEI 61189-1 et la CEI 61189-3, doit être soumis à l'essai conformément à 9.6.9;
- b) les ensembles doivent être fabriqués en utilisant le flux de brasure, le processus de brasage et le système de nettoyage proposés. Le revêtement enrobant choisi pour la conception doit être appliqué et traité conformément aux exigences de production. Si un fabricant emploie des revêtements enrobants multiples, un échantillon d'au moins 24 ensembles de câblage imprimés doit être soumis à un essai pour chaque revêtement devant être utilisé. Si un fabricant utilise le flux sur des ensembles non revêtus, un échantillon d'au moins 24 ensembles non revêtus doit être soumis à un essai;
- c) ces ensembles doivent être soumis à l'essai conformément à 9.6.3.3 et respecter les exigences de 9.6.9.

Annexe C (normative)

Evaluation de la qualité

C.1 Contrôle de processus (PC)

NOTE (PC = *Process control*).

Le contrôle de processus, associé à une analyse statistique (SPC), utilise des techniques mathématiques systématiques permettant d'analyser un processus ou ses résultats. Ces analyses ont pour but de susciter des actions appropriées permettant d'obtenir et de maintenir un état de contrôle statistique, d'évaluer et d'améliorer la capacité du processus. L'objectif premier du contrôle de processus consiste à diminuer constamment la variation des processus, produits ou services. Il est destiné à fournir un produit respectant ou dépassant les exigences réelles ou implicites du client.

La mise en œuvre du PC ou du SPC doit se conformer à l'ISO 9001 ou à un système documenté approuvé par l'utilisateur.

En fonction des progrès réalisés au niveau de la mise en œuvre du PC pour un produit particulier, il est admis qu'un fournisseur individuel démontre la conformité à la spécification grâce à l'un des éléments suivants:

- a) évaluations de conformité de qualité;
- b) contrôle et capacité du produit fini selon la définition du plan PC;
- c) contrôle et capacité en cours de fabrication en corrélation avec les exigences du client définies dans le plan de contrôle de processus; et
- d) contrôle et capacité des paramètres de processus en corrélation avec les exigences du client définies dans le plan de contrôle de processus.

Il n'est pas exclu qu'un fournisseur individuel choisisse une combinaison des quatre techniques d'assurance répertoriées plus haut afin de démontrer la conformité. Par exemple, on admet qu'un plan de contrôle documenté indique qu'un produit possédant 15 caractéristiques puisse respecter les spécifications en effectuant des évaluations de conformité de qualité portant sur deux caractéristiques, sur cinq caractéristiques pour les évaluations du produit en cours de fabrication et sur cinq caractéristiques pour le contrôle des paramètres de processus. Les trois caractéristiques restantes respectent la spécification par le biais d'une combinaison d'évaluations de contrôle et de conformité de la qualité effectuées au cours de la production.

Au niveau de la mise en œuvre du PC, la preuve de la conformité à la spécification apportée dans le plan de contrôle peut faire l'objet d'un audit de la part du client ou d'un tiers désigné.

Les exigences sont dynamiques par nature et sont fondées sur les éléments acceptés sur le marché international. Il est admis que les exigences soient établies pour réduire la variation autour d'une valeur cible, contrairement au simple respect de la spécification, du dessin, etc.

C.2 Réduction des essais de conformité de qualité

L'objectif premier du contrôle de processus n'est pas de réduire les essais de conformité de qualité. L'objectif premier du contrôle de processus est de réduire constamment la variation au niveau des processus, du produit et des services. Il s'agit de fournir un produit respectant ou dépassant les exigences réelles ou implicites du client. Cependant, la compréhension et le contrôle des paramètres de produit et de processus très efficaces permettent de réduire

méthodiquement les essais de conformité de qualité à une fonction d'audit conforme aux points suivants:

- a) un plan de PC documenté conforme aux exigences de l'ISO 9001 ou à un plan approuvé par l'utilisateur est en place et tenu à jour;
- b) le ou les processus affectant cette caractéristique ont été identifiés, intégrés dans le plan de contrôle et documentés comme un état de contrôle statistique. Les caractéristiques du produit résultant de ce plan ont démontré une capacité dépassant une valeur minimale spécifiée. Pour les données de variables, cette capacité est souvent définie comme un Cpk dépassant 1,33. (Pour les données d'attributs, il est crucial de comprendre et contrôler les paramètres dans le processus qui influencent la réaction en question et d'établir des contrôles en ce point précis.) Les critères relatifs à une réduction des essais prennent alors la forme d'un processus stable dont les paramètres critiques corrélés présentent un état de contrôle statistique et produisant un niveau acceptable de produits non conformes faisant l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client. Par exemple, les données d'attributs se soldant par un taux de non-conformité de 33×10^{-6} correspondraient approximativement à un Cpk de 1,33 pour les données de variables;
- c) une discipline relative à l'action corrective est instaurée afin de découvrir les points non acceptables échappant au contrôle et de réagir en fonction;
- d) le système de mesure utilisé a été validé conformément au plan de mise en œuvre, puis mis en corrélation avec la sévérité des exigences de mesure. Concernant les données de variables, un rapport minimal de 4 à 1 est souhaitable pour la répétabilité et la reproductibilité;
- e) un plan d'audit documenté est défini pour contrôler les résultats du processus. Le plan définit l'action corrective à prendre au cas où un élément non acceptable serait découvert lors d'un audit;
- f) les techniques actuelles d'évaluation de la qualité n'ont montré aucune non-conformité pour une période de temps ou pour un nombre de lots, selon l'accord entre le client et le fournisseur.

C.3 Plan d'audit

Il convient d'élaborer le plan d'audit de manière à confirmer que le plan de contrôle de processus est correctement mis en œuvre et que la mise en œuvre du plan permet d'obtenir une amélioration continue. Le plan d'audit mis en place après le remplacement des essais de conformité de qualité doit comprendre des dispositions décrivant l'action à entreprendre si l'on constate des conditions non conformes à la spécification.

Le plan d'action doit comprendre les éléments suivants:

- a) description complète du problème;
- b) description complète de la source du défaut;
- c) action d'endiguement et action corrective à court terme empêchant la poursuite de la production ou de l'expédition de produits non conformes;
- d) description de l'action corrective planifiée à long terme évitant la réapparition future de la non-conformité.

De nombreuses données sont nécessaires pour démontrer la capacité à l'aide de données d'attributs, particulièrement quand le processus subit une amélioration du niveau de défaut mesuré en parties de 10⁻⁶. Les statistiques des Cp (process capability) et Cpk sont généralement utilisées pour décrire les caractéristiques des variables et elles ne se prêtent pas sans transformations aux données d'attributs.

Bibliographie

Normes CEI et ISO

CEI 60068-2-20:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

CEI 60068-2-58:2004, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 61188-5-1:2002, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-1: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Prescriptions génériques*

CEI 61188-5-2:2003, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-2: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants discrets*

CEI 61188-5-3:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-3: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en aile de mouette sur deux côtés*

CEI 61188-5-4:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-4: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en J sur deux côtés*

CEI 61188-5-5:2007, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-5: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en aile de mouette sur quatre côtés*

CEI 61188-5-6:2003, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-6: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Composants à sorties en J sur quatre côtés*

CEI 61188-7:2009, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 7: Orientation nulle des composants électroniques pour l'élaboration de la bibliothèque CAO*

CEI 61189-2:2006, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures (disponible en anglais uniquement)*

CEI 61190-1-2:2007, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-2: Exigences relatives aux pâtes à braser pour les interconnexions de haute qualité dans les assemblages de composants électroniques*

CEI 61193-1, *Système d'assurance de la qualité – Partie 1: Enregistrement et analyse des défauts sur les cartes imprimées équipées*

CEI 61193-3, *Système d'assurance de la qualité – Partie 3: Choix et utilisation de plans d'échantillonnage pour cartes imprimées et produits finis stratifiés et audits en cours de fabrication*

CEI 62326-1:2002, *Cartes imprimées – Partie 1: Spécification générique*

CEI 62326-4:1996, *Cartes imprimées – Partie 4: Cartes imprimées multicouches rigides avec connexions intercouches – Spécification intermédiaire*

CEI 62326-4-1:1996, *Cartes imprimées – Partie 4: Cartes imprimées multicouches rigides avec connexions intercouches – Spécification intermédiaire – Section 1: Spécification particulière d'agrément – Niveaux de performances A, B et C*

CEI/PAS 62326-7-1:2007, *Performance guide for single- and double-sided flexible printed wiring boards* (disponible en anglais uniquement)

ISO 9001:2008, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

Autres normes

IPC-TM-650, *Manuel des méthodes d'essai*

- 2.3.25 *Détection et mesure des contaminants de surface ionisables par résistivité des solvants extraits*
- 2.3.25.1 *Essais de propreté ionique des cartes de circuits imprimés nues*
- 2.3.27 *Essai de propreté – Résine résiduelle*
- 2.3.38 *Essai de détection de contamination organique de surface*
- 2.4.22 *Courbure et vrillage (pourcentage)*
- 2.6.3.3 *Résistance d'isolement surfacique, flux*

IPC-PC-90, *Exigences générales pour l'implémentation du contrôle statistique du procédé*

IPC-OI-645, *Norme pour l'aide sur l'inspection optique visuelle*

IPC-SM-817, *Exigences générales des adhésifs diélectriques pour montage en surface*

J-STD-001, *Exigences relatives aux ensembles électriques et électroniques brasés*

J-STD-002, *Essais de soudabilité pour les sorties des composants, les terminaisons, les pions et câbles*

J-STD-003, *Essais de soudabilité pour les cartes imprimées*

J-STD-004, *Exigences pour les flux de soudure*

J-STD-005, *Exigences générales et méthodes d'essai pour les crèmes à braser à usage électronique*

J-STD-006, *Exigences générales et méthodes d'essai pour les alliages de brasure et les brasures fluxées ou non fluxées pour les applications électroniques*

J-STD-020, *Exigences générales et méthodes d'essai pour la préhension des composants sensibles à l'humidité*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch