

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Workmanship requirements for soldered electronic assemblies –
Part 5: Rework, modification and repair of soldered electronic assemblies**

**Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques
brasés –
Partie 5: Retouche, modification et réparation des assemblages électroniques
brasés**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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 Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61192-5

Edition 1.0 2007-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Workmanship requirements for soldered electronic assemblies –
Part 5: Rework, modification and repair of soldered electronic assemblies**

**Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques
brasés –
Partie 5: Retouche, modification et réparation des assemblages électroniques
brasés**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 31.190

ISBN 2-8318-9781-5

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	8
3 Terminology	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Abbreviations	10
4 Classification of rework activities	10
4.1 Pre-soldering rework	10
4.2 Post-soldering rework.....	11
4.3 Essential prerequisites for successful and reliable rework	11
5 Pre-soldering rework	12
5.1 General.....	12
5.2 Reworking solder paste and non-conducting adhesive deposits.....	12
5.2.1 General	12
5.2.2 General misalignment or smudging of deposits.....	12
5.2.3 Local misalignment or smudging of deposit.....	12
5.2.4 General paste or adhesive quantity incorrect.....	12
5.2.5 Local paste or adhesive quantity incorrect.....	12
5.3 Reworking placed components	12
5.3.1 General overall component misalignment	12
5.3.2 Local component misalignment.....	13
5.4 Realigning components after curing thermoplastic adhesive	13
5.5 Realigning components after curing thermosetting adhesive.....	13
6 Factors affecting post-soldering rework	13
6.1 Component marking and unmarked components	13
6.2 Reuse of removed components	14
6.3 Sensitive components	14
6.4 Printed board layout design and space constraints	14
6.5 Heat-sink effects	15
6.6 Printed board material type	15
6.7 Solder resist material and aperture size	15
6.8 Reworking individual fine pitch device leads.....	17
6.9 Reworking grid arrays	17
7 Preparation for post-soldering rework and repair	18
7.1 Electrostatic precautions	18
7.2 Avoiding exposure of components to contaminants.....	18
7.3 Removal of conformal coating	18
7.4 Unsuitable components	18
7.5 Cleaning prior to rework	19
7.6 Protecting adjacent sensitive components	19
7.7 Baking of assemblies prior to component replacement	19
7.8 Preheating large multilayer boards	19
7.9 Preheating replacement sensitive components	19
8 Post-soldering rework.....	19
8.1 General.....	19
8.2 Component realignment (tweaking)	20

8.3	Component removal	20
8.4	Removal of adjacent components	20
8.5	Reuse of components	20
8.6	Addition of flux and solder	20
8.7	Topping-up	21
8.8	Removal of excess solder from joints	22
8.9	Preparation of lands before component replacement	22
8.10	Component replacement	22
8.11	Cleaning (if required)	23
8.12	Visual inspection and electrical testing	23
8.13	Checking thermal integrity of solder joints	23
8.14	Replacement of local conformal coating (if required)	23
9	Selection of rework equipment, tools and methods	23
9.1	General	23
9.2	Matching rework equipment to component and printed-board prerequisites	24
9.2.1	General	24
9.2.2	Selection based on component types on the printed board	24
9.2.3	Selection based on printed-board laminate material type	25
9.2.4	Selection based on assembly structure and soldering processes	25
10	Manual rework tools and methods	27
10.1	General	27
10.2	Miniature conventional (stored energy) soldering irons	27
10.3	Directly heated soldering irons	28
10.4	Hot air/gas pencils	29
10.5	Heated tweezers	29
10.6	Soldering irons with special tips	30
11	Mechanized and programmable rework machines	30
11.1	General	30
11.2	Hot air rework machines	30
11.3	Focused infrared (IR) equipment	31
11.4	Thermode (heated electrode) equipment	32
11.5	Laser equipment for de-soldering	33
12	Ancillary tools and equipment	34
12.1	Conventional soldering irons	34
12.2	Hotplates	34
12.3	Pneumatic dispensers	34
12.4	De-soldering tools, as used for through-hole assemblies	35
12.5	Tweezers and vacuum pencils	35
12.6	Solder pots	35
12.7	Copper braid	35
13	Rework recording procedures	35
13.1	General	35
13.2	Anomaly charts	35
13.3	Travelling documents	36
13.4	Rework status	37
14	Training of operators and inspectors	37
15	Field repair	38
	Bibliography	39

Figure 1 – Typical in-process modification, rework or repair activities	8
Figure 2 – Gang mounting no solder mask between lands.....	16
Figure 3 – Conductor between lands on small pitch	16
Figure 4 – Optional solder-mask design for multiple termination component attachment.....	17
Figure 5 – SOIC repair procedure example	24
Figure 6 – Comparing hot air/gas and infrared rework processes	27
Figure 7 – Miniature conventional soldering iron	28
Figure 8 – Hot air solder system	31
Figure 9 – Heated thermode reflow soldering.....	32
Figure 10 – Automated laser reflow equipment	34
Table 1 – Recommended tools for different component types	26
Table 2 – Electrical and electronic assembly defects	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**WORKMANSHIP REQUIREMENTS FOR
SOLDERED ELECTRONIC ASSEMBLIES –****Part 5: Rework, modification and repair of
soldered electronic assemblies**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 61192-5 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

This bilingual version, published in 2008-05, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
91/652/FDIS	91/686/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

A list of all parts in the IEC 61192 series, under the general title *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

WORKMANSHIP REQUIREMENTS FOR SOLDERED ELECTRONIC ASSEMBLIES –

Part 5: Rework, modification and repair of soldered electronic assemblies

1 Scope

This part of IEC 61192 provides information and requirements that are applicable to modification, rework and repair procedures for soldered electronic assemblies. It is applicable to specific processes used to manufacture soldered electronic assemblies where components are attached to printed boards and to the relevant parts of resulting products. The standard is also applicable to activities that can form part of the work in assembling mixed technology products.

This part of IEC 61192 also contains guidance on design matters where they have relevance to rework.

NOTE Typical in-process surface-mount rework activities to which this standard applies are shown in Figure 1.

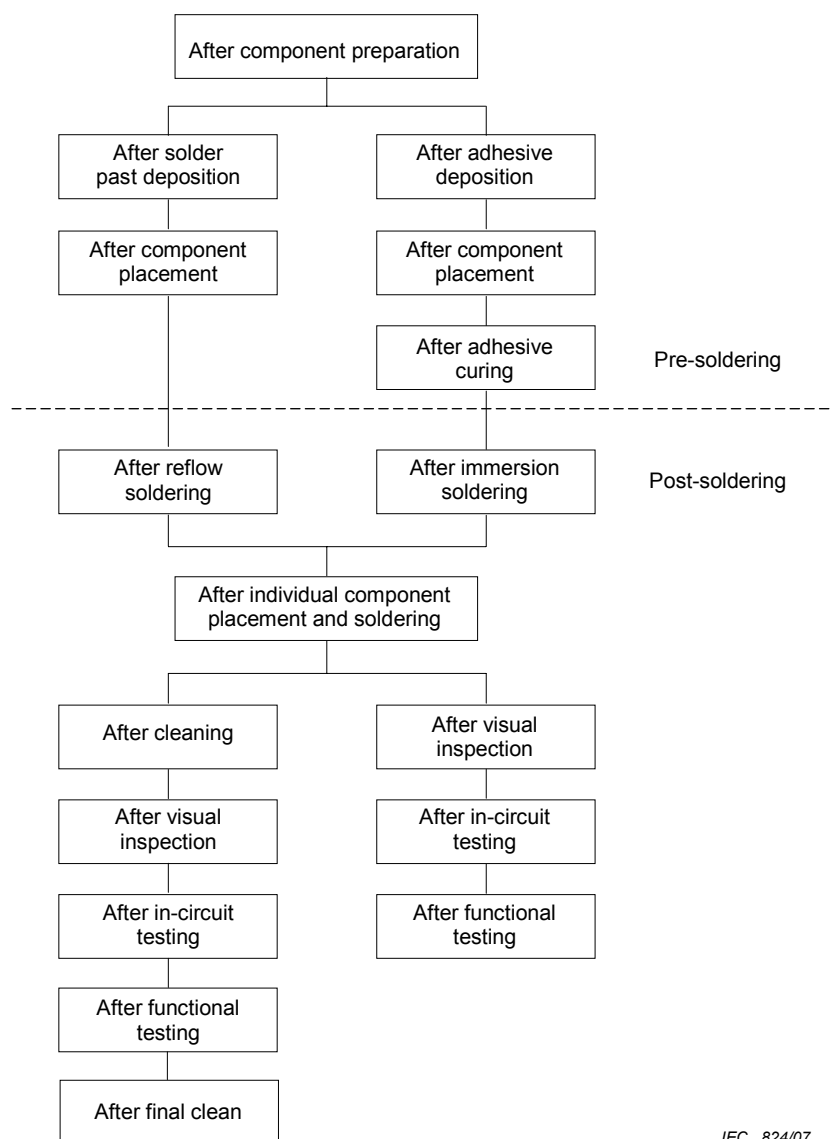


Figure 1 – Typical in-process modification, rework or repair activities

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. 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 (only available in English)*

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 (only available in English)*

IEC 61190-1-3, *Attachment materials for electronics assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solders for electronic soldering applications (only available in English)*

IEC 61191-1:1998, *Printed board assemblies – Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies*

IEC 61191-2:1998, *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 61192-1, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 1: General*

IEC 61192-2, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 2: Surface-mount assemblies*

IEC 61192-3, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 3: Through-hole mount assemblies*

IEC 61192-4, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 4: Terminal assemblies*

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

IEC 61249 (all parts), *Materials for printed boards and other interconnecting structures*

3 Terminology

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194, some of which (marked with an asterisk) are repeated below for convenience, as well as the following, apply.

3.1.1

rework*

act of reprocessing non-complying articles, through the use of original or alternate equivalent processing, in a manner that assures compliance of the article with applicable drawings or specifications

3.1.2

repair*

act of restoring the functional capability of a defective article in a manner that precludes compliance of the article with applicable drawings or specifications

3.1.3

modification*

revision of the functional capability of a product in order to satisfy new acceptance criteria

3.1.4

anomaly chart

copy of an assembly drawing (or of an actual printed board assembly) that is used to record the location of faults or process indicators used for process improvement analysis

3.1.5

added component

electronic component that is mounted on a printed board by soldering or other attachment methods

3.1.6

embedded component

electronic component that is an integral part of a printed board, for example, embedded resistors, capacitive layers, printed inductors

3.2 Abbreviations

The following abbreviations are commonly used in relation to printed board assemblies. Not all of them are used in the text. Some are included for information only.

ASIC	application-specific integrated circuit
BGA	ball grid array
CLCC	ceramic leaded chip carrier
CLLCC	ceramic leadless chip carrier
LCCC	leadless ceramic chip carrier
LED	light-emitting diode
MELF	metal electrode face-bonded component
PLCC	plastic leaded chip carrier
PTFE	polytetrafluoroethylene
QFP	plastic quad flat package
RMA	rosin, mildly active
SMD	surface-mounted device
SMT	surface-mount technology
SO	small outline
SOD	small outline diode
SOIC	small outline integrated circuit
SOT	small outline transistor
TSOP	plastic thin small outline package

4 Classification of rework activities

4.1 Pre-soldering rework

This includes rework following:

- component preparation;
- deposition of solder (e.g. paste, preform, tinning);
- deposition of adhesive;
- component placement;

e) curing of adhesive.

NOTE In the context of this standard, the word "component" includes all added components, printed boards and any components that are manufactured integrally with the printed board.

4.2 Post-soldering rework

Post-soldering rework activities, not necessarily occurring in the order given, include:

- a) preparation prior to rework or repair, for example, removal of conformal coating, preheating, baking, cleaning, removal of adjacent components and parts to enable access;
- b) component realignment;
- c) component removal;
- d) addition of flux and solder to a joint;
- e) removal of excess solder from a joint;
- f) removal of excess solder or adhesive from the printed board prior to remounting a component;
- g) placement and soldering of a replacement component;
- h) post-rework cleaning (if required);
- i) visual, thermal, mechanical and dimensional inspection and electrical test of reworked items.

4.3 Essential prerequisites for successful and reliable rework

The essential prerequisites for successful and reliable rework include the following:

- a) suitable printed-board layout design to allow the preferred tool to be used for each component type;
- b) confirmation of the type of solder used for the interconnection and selection of the appropriate process (tin/lead, lead free, other), and replacement material;
- c) availability of the most efficient tool or equipment for the task plus antistatic protection;
- d) sufficient knowledge at operator or inspector level to enable correct judgement on whether rework is necessary or will do more harm than good;
- e) avoidance of rework processes that may create reliability hazards not detectable prior to shipment, for example, excessive thermal shock, intermetallic growth at the copper-to-solder interface;
- f) appropriate operator skill level, particularly in rework or repair operations;
- g) quality assurance conditions of printed boards, components and materials;
- h) ergonomically designed rework /repair stations;
- i) management of rework working conditions;
- j) effective training and verification (certification);
- k) documented rework, repair procedures;
- l) control of safety and environmental aspects.

The wide range of component terminations and lead configurations in use, and their differing resistance to thermal stress means that no single rework equipment is likely to be suitable for all purposes.

5 Pre-soldering rework

5.1 General

In all cases, appropriate corrective action should ensure that the causes of non-conformity are rectified. Further guidance is given in IEC 61192-1 and IEC 61192-2.

5.2 Reworking solder paste and non-conducting adhesive deposits

5.2.1 General

This should be carried out in accordance with 5.2.2 to 5.2.5. Further guidance is given in IEC 61192-2.

5.2.2 General misalignment or smudging of deposits

All the paste or adhesive should be thoroughly cleaned off the printed board. The printed board may be reused if it is cleaned properly, but paste and adhesive removed from boards should be discarded.

a) Unpopulated PCB

The unpopulated PCB should be cleaned in the cleaning machine as soon as possible. Only appropriate cleaning fluids should be used to clean the PCB.

b) Populated PCB

Before any cleaning, approval must be obtained from the process manager responsible for the component and assembly release before a PCB is cleaned in a cleaning machine. Usually localized cleaning will be permitted; however cleaning of the completed assembly should take place shortly after reflow in order to remove any cleaning residue. Other cleaning is not allowed as cleaning fluids could penetrate the component resulting in, as well as other things, corrosion, which may significantly influence the operational functionality of the component.

5.2.3 Local misalignment or smudging of deposit

If the defect is confined to one or a few sites and the required quantity of deposit and its location can be sufficiently controlled using manual methods, the local or smudged material can be removed and replaced using a syringe or other means of dispensing a single charge. If this is not the case, the recommendations given in 5.2.2 should be followed.

5.2.4 General paste or adhesive quantity incorrect

Reworking should be carried out in accordance with 5.2.2.

5.2.5 Local paste or adhesive quantity incorrect

Reworking should be carried out in accordance with 5.2.3.

5.3 Reworking placed components

5.3.1 General overall component misalignment

All the added components should be removed from the printed board and all items thoroughly cleaned. Care should be taken to identify the moisture level of the parts. The printed board may be reused if its cleanliness requirements are met, but all paste and adhesive removed from boards should be scrapped. If added components are to be reused (not recommended), for example, as spares for rework activity, they should be checked for mechanical damage (100 %) and retested electrically (100 %).

5.3.2 Local component misalignment

Immediately after placement is the best time to correct serious misalignment. During reflow of surface-mount components, often there will be a realignment action due to surface tension forces when the solder becomes molten. This action is more effective with small components and ball grid arrays, but it should not be relied upon, as local differences in solderability and temperature across the component terminations can bring counter-forces.

Where one or a few components are misaligned, they may be gently moved using tweezers with conductive plastic tips. To avoid spreading the paste or adhesive, a slight lifting movement should be applied before any horizontal realignment action, but care is needed to avoid the component losing contact with the paste or adhesive.

NOTE If realignment is undertaken, a higher incidence of shorting/bridging is likely.

5.4 Realigning components after curing thermoplastic adhesive

It is better to correct misalignment after curing the adhesive rather than to wait until after soldering. If it is clear that the component is outside the prescribed post-soldering positional limits, the component should be removed and replaced, if necessary using additional adhesive. Further guidance can be obtained from Clause 5 of IEC 61191-2.

If only a small corrective movement is needed, for example, 0,2 mm or 10° rotation, the thermoplastic adhesive can be melted and the component gently moved using tweezers with conductive plastic tips. Care is needed to avoid breaking contact between the component body and the adhesive layer. Before attempting the task, the maximum allowable remelt temperature should be checked with the adhesive manufacturer, and it should also be checked that the material will provide adequate bond strength after remelt to avoid the risk of the component falling into the solder bath. In this case, the component is not being taken off the printed board and replaced, hence the method of applying heat should be appropriate to the component type, for example, a soldering iron should not be used on a multilayer ceramic capacitor. See also 6.3 and Table 1.

5.5 Realigning components after curing thermosetting adhesive

When a thermosetting adhesive is used, it is normal to leave the correction until after soldering because there is no need to replace it. When the adhesive is also used to provide additional strength during operational thermal cycling, it needs to be reapplied. In some cases it may be acceptable to use a thermoplastic adhesive for the rework.

If it is necessary to break the bond completely, for example, by rotating the heated component with tweezers to fracture the adhesive bond before lifting it away from the printed board, the replacement component should not be applied until after immersion soldering when adhesive is no longer needed. Where it is essential to realign a component after soldering, this requires simultaneously remelting the solder joints and softening the adhesive so that appropriate corrective movement can be applied.

6 Factors affecting post-soldering rework

6.1 Component marking and unmarked components

With lack of marking on many components and the tendency to omit "identification" or "legend" on printed boards, it is recommended that a full component layout diagram should be supplied to each rework operator and/or inspector, together with a detailed component list.

To minimize the risk of confusion, any surplus or loose components without marking on their bodies should be carefully identified as to value, type and batch number and stored in a protected environment such as a rigid plastic vial or drypack, near the workplace. Where a

printed legend on the printed board is completely omitted, a coordinate grid system may be needed to identify respective component positions.

To assure correct replacement, rework operators should be trained to note the polarity of all defective diodes, electrolytic capacitors and integrated circuit packages before removing them, even when incorrect polarity is the reason for the action.

6.2 Reuse of removed components

Basically, components should not be reused. In addition to the quality deterioration which has already occurred, potential quality degradation may occur after the time lapse. Most component manufacturers are unable to give effect to normal guarantees if their product has been removed from a printed board and remounted. While there is always a risk of damage arising, it is possible with some types to perform the removal and reuse operation successfully.

Whether, as a result, the circuit suffers an early failure in the field, this is at the risk of the person authorizing the work. However, it is reasonable to assume that some reduction in reliability may occur. See also 7.9.

6.3 Sensitive components

Whichever rework method is applied, some components are more at risk than others, and the choice of tool and the skill of the operator are both critical. The following components are examples of those that can be especially sensitive to rework and their reuse is particularly inadvisable:

- multilayer ceramic chip capacitors;
- LEDs;
- ASICs in PLCC or quadpack format;
- wave-soldered precision resistors;
- large SOICs (>16 leads);
- wave-soldered quadpacks;
- SOT23 and SO packages moulded in thermoplastic material;
- plastic-encapsulated BGAs;
- ceramic ball grid arrays (CBGA);
- ceramic column grid arrays (CCGA);
- opto-couplers;
- crystals and crystal filters.

Basically, components should not be reused. Especially, no component for which the data sheet specifically disbars reuse should be reused. For these components, automatic rework machines with control of times and temperatures and heating rates are preferred to manual methods on reliability grounds.

6.4 Printed board layout design and space constraints

Many users adopt surface-mount technology because of its potential for cost-effective miniaturization. However, the printed-board layout designer should reach a careful compromise between the conflicting requirements of functional performance, reducing "real estate", electrical test, ease of assembly and rework. Product reliability can be sensitive to the latter items.

If components are too close, adjacent or replacement components can easily be damaged during rework. Nearby solder could be melted a second time, leading to dewetting, reduced mechanical attachment strength and the risk of dry joints. For those components that have

been attached with adhesive and wave-soldered, wherever possible sufficient clearance should be allowed around the devices so that they can be rotated through 90° in one direction (or 45° in two directions) to shear the adhesive while all the joints are molten.

Successful removal of large multi-lead integrated circuit packages involves the use of hot gas, heated electrode or laser equipment. Sufficient clearance around the package to permit the rework head to completely surround the device is important, as is sufficient space between components to reduce the risk of reflowing adjacent joints.

6.5 Heat-sink effects

Where large ground planes or heat sinks are present in a printed-board substrate, these can conduct heat away from the component being reworked. Extra heat for longer periods can then be required which, in turn, can lead to damage to components or the printed board. The fact that the solder joints may not reach reflow temperature is no guarantee that the component (or the printed board) has not been overheated. This is a design problem to be resolved at the printed-board layout stage. Wherever possible, any component termination that can need rework, including leaded through-hole types, should be thermally isolated from any ground plane or integral heat sink by a short length of copper conductor.

Where a heat sink has to be attached to a component, either it should be of a type which is removable without disturbing or stressing the solder joints or, if not removable, it should not impede access for the appropriate rework tool and should not itself act as a significant sink for the heat applied by the rework tool. If an improper soldering tool is used, the likelihood of it touching and damaging adjacent components can be high as well as the likelihood of imparting thermal shock to the reworked device. If possible, be sure to detach the heat sink before working on removing the electronic part.

Alternatively, it can sometimes be necessary to protect a component body from excess rework temperature, for example, by clipping a local heat sink between the body and the solder joint. A specially formed crocodile (alligator) clip can, for example, fulfil this function.

6.6 Printed board material type

To minimize the risk of conductor land detachment during rework, a woven glass-epoxide base material conforming to an appropriate IEC 61249 series sectional specification or other comparable material should be selected at the design stage. Some base materials in common use have an inherently low copper-cladding peel strength, and their use will increase the likelihood of land detachment during rework.

To ensure minimum damage to the printed board during rework, the base laminate should be qualified to accept modification, repair or rework procedures. The IEC 61249 series provides the performance criterion of various laminate used in the production of different rigid printed-board types. Rework procedures and test methods are identified to determine the board's capability to sustain its characteristics through multiple exposures to assembly or rework temperatures.

6.7 Solder resist material and aperture size

The adhesion properties of photo-imageable solder resists and the aspect ratios of resist strips between adjacent lands can affect the choice of rework tool. Overheating such resists can cause local lifting. Some dry film photo-imageable resists are more likely to exhibit lifting and curling over conductor areas when overheated, making it necessary to apply a scalpel or similar instrument to clear the land sites for replacement component leads. Thicker films may be more prone to lifting. Multiple gang mounting is used without soldermask between lands as shown in Figure 2.

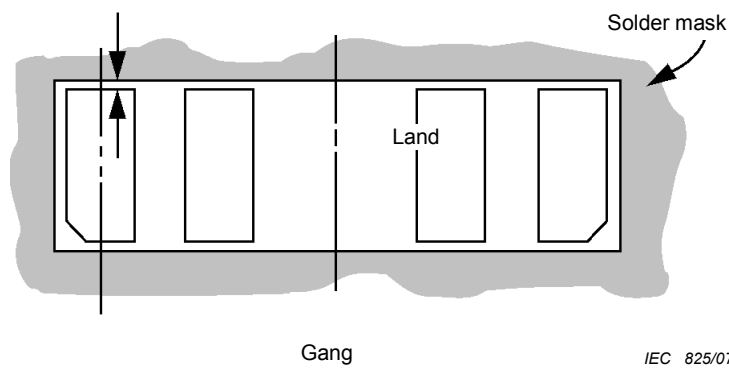


Figure 2 – Gang mounting no solder mask between lands

Conductors between lands at 1,0 mm pitch and below are not generally recommended due to the high chance of damage during rework. Attempting to position lands, conductor, and two clearances where the total pitch is only 1,0 mm requires a conductor width of 0,15 mm with two clearances of 0,15 mm. This situation would accommodate lands that are 0,55 mm. See Figure 3 for an example of this situation. The 0,15 mm conductor is the smallest that is recommended when being covered with solder mask. Usually the solder mask is used to protect a conductor that is positioned between two lands intended for surface-mounting an electronic part. If the amount of overlap of that conductor (solder mask strip) is small (under 0,1 mm), it is more likely to lift due to the proximity of heat applied to an adjacent land.

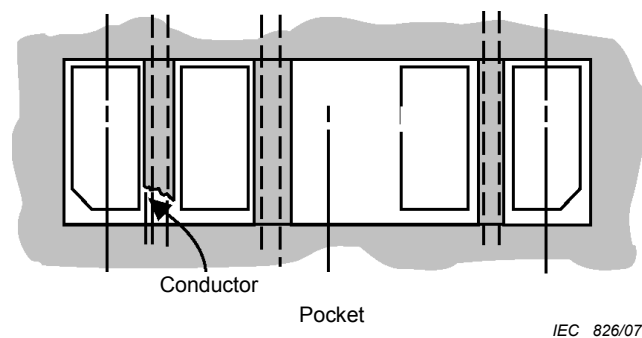


Figure 3 – Conductor between lands on small pitch

Where the aperture in the resist is offset to overlap the copper land and protect an incoming fine conductor track, lifting during component removal is more likely if the overlap is less than 0,125 mm. To minimize the risk of lifting, the location of narrow strips of resist between fine pitch lands should be avoided. See Figure 4. This imposes the need for very close control of accuracy when printing solder paste. Depending on film thickness, wet film photo-imageable resists are generally more resistant to lifting but can be unsuitable when testing of vias is required.

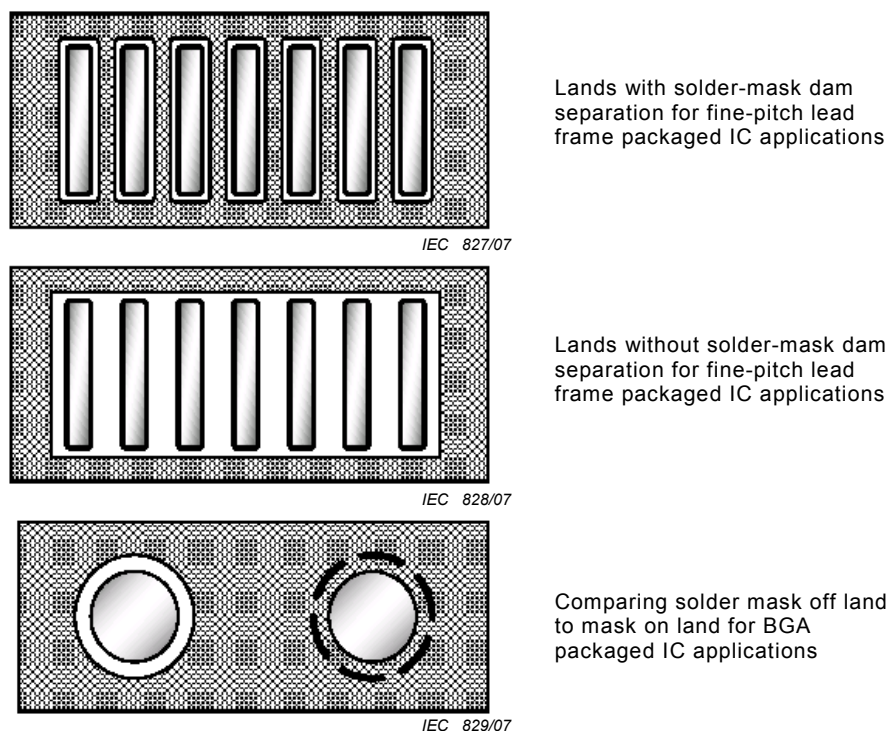


Figure 4 – Optional solder-mask design for multiple termination component attachment

6.8 Reworking individual fine pitch device leads

Except for prototype assemblies where it is not planned to send the product into the field, it is not considered prudent to attempt manual replacement of individual integrated circuit leads having pitches at 0,5 mm and below. The best chance of success is achieved by using a thermode or laser reflow soldering unit, or equivalent, but this involves applying flux and remelting all joints. See also 11.3 and 11.4. The rework method is usually determined by the component density.

6.9 Reworking grid arrays

X-ray and other methods can be used to detect poor wetting and bridging after soldering. BGAs can either be re-flow soldered at the same time as all other surface-mounted components on the printed board or by using special equipment designed for accurate placement and hot gas soldering of individual arrays. If a defective BGA needs to be removed, the procedure normally requires hot gas tools to direct the stream of gas under the BGA. Infrared and laser tools may also be effective. It is recommended that the board be preheated to reduce the temperature stress of the repair operation. The defective part can be removed after all joints are molten. Once removed, the lands need to be redressed and then a new part attached using similar hot gas reflow tools. New solder paste may be added to the BGA board lands or to the new component balls themselves, depending on the BGA ball pitch. Manual placement without optical alignment assistance is not recommended. Component removal and replacement needs the latter.

7 Preparation for post-soldering rework and repair

7.1 Electrostatic precautions

The precautions to prevent electrostatic damage to components and assemblies that are operating in the original assembly area should also be applied to all rework and repair operations.

7.2 Avoiding exposure of components to contaminants

Wherever possible, replacement components should be extracted from their protective packing (for example, tapes or tubes) as and when they are used and not beforehand. It is important to respect moisture sensitive level of components and evaluate the storage conditions by checking the moisture sensitive label, usually packed with most components. Transferring components into trays is not recommended unless the latter are covered, kept clean and all components are used before replenishing the tray. The exposures to factory contaminants can bring significant risk to solderability and to reworked joint quality. Great care is needed with multileaded components to maintain lead coplanarity and pitch. It is recommended to avoid touching the leads with fingers or other objects to avoid lead contamination and thus degrade lead solderability.

The main tools for handling individual components for manual placement on printed boards are the vacuum pencil and tweezers. If the latter are employed for handling chip ceramic components, the use of conductive plastic-nosed tweezers is strongly recommended to minimize the risk of damage to brittle ceramic bodies. With these tools, to minimize contamination risks, components should be handled only by their bodies and not by their terminations. With vacuum pencils, care should be taken to keep the small suction pads scrupulously clean and to replace them frequently. Through constant use, their pick-up surface becomes coated and later impregnated with a thin layer of dirt and grease, and chip solderability can be impaired through contact with them.

7.3 Removal of conformal coating

Completed boards and boards returned for repair, for example, after service in the field, may have been conformally coated. The local removal of this layer around the defective component(s) before rework commences is essential. Great care is needed to avoid damage to, or contamination of, the adjacent added components and the printed board. First determine the coating type in order to establish the removal method. Once established, the gentle use of heated tools such as a thermal parting device, by airbrasion and/or chemicals may be used. Precautions should be taken to prevent any sharp instrument from damaging nearby components or the printed board.

To prevent unwanted chemical and mechanical expansion effects, solvents should not be left in contact with the coating media or added components for longer than 15 min. Any debris or residue left from the coating removal processes should be removed before repair starts, for example, with a vacuum cleaner pencil tip. Soldering irons should not be used for coating removal as they can cause charring of the coating and local delamination of the printed board. For leaded components, it is recommended that each lead be cut individually before attempting to remove the component body.

NOTE 1 Some plastics used for conformal coating can give off toxic fumes when heated to soldering-iron temperatures, for example, polyurethane varnish.

NOTE 2 Only chemicals recommended by the conformal coating supplier should be used for coating removal. Compatibility with printed board and added component body materials should be considered.

7.4 Unsuitable components

No attempt should be made to replace a defective component with one of the same value but having a different package footprint size. Such a component can nearly fit on the same lands, but the solder joint(s) may not meet the specified dimensional requirements or make reliable,

long-life connections. Components designed for through-hole mounting with wire or tape leads should not be soldered to lands intended for surface-mount terminations. If this is unavoidable, the component body should be firmly glued to the printed board before soldering. If a mass soldering method is contemplated after glueing, the suitability of the component for the intended soldering thermal profile should be checked.

7.5 Cleaning prior to rework

For many tasks, the localized application of a suitable liquid or solvent (for example, propan 2-01) with a brush will be sufficient. If total immersion is required, the suitability of all components, the printed-board as well as process materials (for example, solder resists, no-clean flux residues) for such immersion should be ensured as well as their compatibility with the intended cleaning fluid.

7.6 Protecting adjacent sensitive components

Where temperature-sensitive components or materials are close to the components to be reworked and there is a risk of overheating them, for example, when using hot gas systems, baffles or masking arrangements should be deployed. In critical applications, to prevent thermal shock causing undetectable internal damage, either sensors should be used to check heating rates and maximum temperatures, or the sensitive components should be replaced with new ones.

7.7 Baking of assemblies prior to component replacement

Multilayer printed board assemblies that have been returned from the field, or that have been in unprotected storage for a month or more, may need to be baked before rework to remove absorbed moisture. This is to reduce the risk of general board delamination and plastic component package fracture. The baking process should be carried out at the maximum storage temperature of the assembly for an appropriate time. Typical combinations are 48 h at 80 °C or 60 h at 70 °C, depending on component types, printed-board material and size, layer count and earth or power-plane design. Boards with hatched copper planes are quicker to dry out than those having continuous, solid areas.

NOTE Flatness can be impaired if the assembly is not correctly supported during baking.

7.8 Preheating large multilayer boards

Preheating should be applied whenever practicable and for multilayer boards should be considered essential. As well as shortening the rework process time, preheating is important in avoiding thermal shock to components and in reducing the risk of local delamination.

7.9 Preheating replacement sensitive components

When it is known that the rework tool to be used is capable of imparting severe thermal shock, for example, in the case of a soldering iron, it is important to preheat the new components. Usually this is done in a small oven next to the rework station which is set either to the maximum storage temperature of the component(s) or to the maximum safe working temperature of the handling surface.

8 Post-soldering rework

8.1 General

Apart from the necessary preparations given in Clause 7, there are nine basic elements in surface-mounted component rework and repair activity. These are as follows:

- 1) component realignment (tweaking) (see 8.2);
- 2) component removal (including adjacent components where necessary) (see 8.3 and 8.4);

- 3) addition of solder and flux (see 8.6 and 8.7);
- 4) removal of excess solder from joints (see 8.8);
- 5) preparation of lands before replacing components (see 8.9);
- 6) component replacement (see 8.10);
- 7) cleaning (if required) (see 8.11);
- 8) visual inspection and electrical testing (see 8.12 and 8.13);
- 9) replacement of conformal coating (if required) (see 8.14).

8.2 Component realignment (tweaking)

Although there may be no intention to lift away or remove the component, flux should still be applied to aid even thermal distribution and enable a smooth joint, free of spikes.

8.3 Component removal

Typical defects giving rise to the need for component removal include

- faulty component (electrical, mechanical);
- component placed in wrong position or wrong orientation;
- solder balls trapped beneath the component.

Other reasons for component removal include the removal of expensive components for future use and the removal of components due to design changes.

8.4 Removal of adjacent components

Where component packing density on the printed board is very high and/or layout design has ignored rework requirements, any components or parts that inhibit effective access to the solder joints needing attention may have to be removed. This can be a significant problem on boards that have seen service. Through-hole leaded components may have been assembled after testing, or programmable integrated circuits may have been socketed later and require extraction to allow access to surface-mounted components beneath them. In all cases, both the defective component and those unsoldered to provide access, should be replaced with new items. It is considered acceptable to reuse sockets.

8.5 Reuse of components

Basically, components should not be reused. In addition to the quality deterioration which has already occurred, potential quality degradation may occur after the time lapse. Surface-mount components removed from boards should only be reused in very exceptional circumstances. If they are to be reused, they should have 100 % visual inspection and 100 % retesting. Normally, the manufacturer's warranty is invalidated if removal from the printed board and reuse on another land site occurs. For example, multilayer ceramic chip capacitors exposed to undue thermal shock may develop internal microcracks during the removal and replacement heating operations. These defects may not be detectable at shipment but may cause failure several months later in the field. Also, chip ceramic capacitors, fixed chip resistors and trimmers may have silver leached from their terminations during initial soldering operations. In any attempt to re-solder them, further leaching can occur leading to a depletion of silver at the ceramic interface and de-wetting from the ceramic. Where it can be forecast that there is a high likelihood of the need to remove an integrated circuit, as in the case of memory expansion and programmable components, the use of sockets is recommended.

8.6 Addition of flux and solder

Defects likely to give rise to the need for the addition of solder (topping up) and flux include

- incorrect solder quantity (design or process fault),

- dry joint, including tombstoning and crocodile effects,
- solder theft, for example, due to lifting of resist or unsuitable printed-board layout.

The addition of new components requires the use of fresh flux and solder. During all rework operations, the application of good quality liquid "no clean", low residue or RMA, or similarly mild flux is recommended, in accordance with IEC 61190-1-1. A mild "low-residue" or "no-clean" flux can be particularly important for repair when there may be no subsequent cleaning and it is essential to minimize corrosion risks from flux residues.

If flux is applied prior to component removal, often there is sufficient solder left adherent to the land to avoid the need for additional solder during replacement. However, it is good practice to remove as much solder as possible to reduce the overall level of intermetallic compounds and/or other contaminants in the joint. An even coating of flux can be applied with a cotton bud, a soft brush or a syringe. As well as removing oxides from the surfaces to be soldered, the flux layer also allows the solder to melt more quickly and evenly, thus reducing rework times and overheating risks.

If preheating is used, flux should not be applied until a few seconds before the rework activity starts. If rework is carried out adjacent to contact areas (for example, edge contacts or key pads), care should be taken to avoid contamination of the contacts with flux. The use of a suitable masking medium is recommended. Contacts may be cleaned of flux or tape residues using a propan 2-01 impregnated wipe or equivalent.

Solder paste and solder wire used for the rework shall be in accordance with IEC 61190-1-2 for solder paste, and IEC 61190-1-3 for solder wire.

8.7 Topping-up

Topping up the solder joint is not recommended as a cosmetic repair. The practice applies mainly to those joints having insufficient solder supplied either by the assembly process, or as a result of poor design, or both. Usually the choice lies between dispensing small amounts of solder paste and applying heat with a hot gas pencil or applying flux to help the heat distribution before using plain solder wire with a small iron. When cored wire is used, some joints may not need pre-fluxing; others will, depending on their size and shape.

Multilayer ceramic chip capacitors need special care. To minimize the risk of internal damage from thermal shock, the following precautions should be observed:

- a) The chip should be preheated gently to 100 °C.
- b) If a soldering iron is used, its power rating should not exceed 30 W, its tip should be no more than 2 mm in diameter and its maximum tip temperature set to 280 °C. These parameters may be essential for the rework of devices in which thermoplastic encapsulation material is used. Heat should be applied to the joints via the termination area, not the component body.
- c) The maximum overall soldering time should be 5 s, measured from the first application of the iron to its withdrawal.

To reduce the risk of leaching during rework, the use of 2 % silver in rework solder is recommended where ceramic chip components are involved. If required, working conditions (for example, the temperature of a soldering iron) should be adequately selected, depending on the solder material and the object component.

Where necessary, with dexterity and practice, solder paste can be dispensed from a pressurized small syringe onto individual lands prior to placing the new component(s). Information on pneumatic dispensers is given in 12.3. For this purpose, tapered polypropylene syringe nozzles are preferable to parallel-sided stainless steel tubes, as steel tubes are more prone to blocking.

On multi-lead footprint arrays having a lead pitch of 1,27 mm or less, it may not be practicable to deposit paste manually on individual lands with sufficient accuracy, but the technique of laying the paste like a thin strip of toothpaste along the row of lands is sometimes used. As heat is applied to the new component leads, surface tension pulls an amount of solder onto each lead and land. A few shorts between them may require attention.

Alternatively, using a miniature soldering iron in one hand and a pair of tweezers in the other, the iron is applied first to two leads far apart to tack the component in position. The tweezers can then be discarded in favour of a length of solder wire and each joint worked in turn to provide the correct amount of solder to make a good joint. Considerable skill is required to make acceptable joints.

For replacing fine pitch devices, for example, at 0,65 mm pitch or less, after removing as much solder as practicable from each land, the use of a single-head thermode or hot gas machine is recommended. Information on thermodes and hot gas machines is given in 11.4 and 11.2, respectively.

One method of applying measured amounts of additional solder is to use a specially dimensioned kit of self-adhesive polyimide tapes with a solder strip that is as long as the row of leads to be attached. Careful alignment of the tape with the pads is essential prior to applying a thin coating of flux and then placing the component. Slots in the tape help in aligning the component leads and the tape is carefully peeled away after soldering.

Heat can be applied either using a hot gas or a thermode machine. The former is sometimes preferred as, after placement, the component can be lifted above the pads so that the solder is visible whilst heated. When it is molten, the component is then lowered onto the solder mounds and held until flow and then solidification occurs. Focused infrared machines can also be used for this process.

8.8 Removal of excess solder from joints

The options include the use of a soldering iron alone, using it in conjunction with copper braid and using a desoldering tool. The respective applications are described in the relevant parts of Clauses 8, 9 and 10.

8.9 Preparation of lands before component replacement

After component removal, some of the printed board lands may have more solder on them than the original amount and this may avoid the need for applying more solder. However, it is good practice to remove as much solder as possible to reduce the overall level of intermetallic compounds and/or other contaminants in the joint. In any event, excessive height variation should be smoothed out prior to attempting component replacement.

A suitable solvent or heated blade will be needed to remove sufficient adhesive residue so that the replacement surface-mounted component can seat properly on its land areas. Normally, there is no need to replace the adhesive unless it was applied to give additional post-assembly mechanical strength.

8.10 Component replacement

Reasons giving rise to the need for component replacement include the following:

- component missed during placement;
- component dislodged during soldering or cleaning;
- component removed during rework;
- component not available at time of initial assembly;
- late design change.

Guidance on component replacement is given in Clauses 10, 11 and 12.

8.11 Cleaning (if required)

For large, densely populated boards where more than one rework cycle may occur, cleaning should be confined to local rework sites, for example, using a brush, until all necessary changes are completed. Care should be taken to avoid spreading flux contamination to nearby areas. If an ultrasonic method is to be used, it should be confined to the final immersion cleaning, and documentation is available for review showing that the ultrasonic exposure does not damage the mechanical or electrical performance of the product or the component being cleaned. "No-clean" fluxes should be used for rework only when there is to be no final immersion cleaning operation.

8.12 Visual inspection and electrical testing

Post rework visual inspection should be carried out in accordance with IEC 61191-1, IEC 61191-2, IEC 61191-3 or IEC 61191-4. Care should be taken during rework to avoid contaminating electrical test points with flux residue, especially if a "no-clean" approach is adopted.

8.13 Checking thermal integrity of solder joints

A form of checking solder joint characteristics can be accomplished by applying a laser, or other beam, to each joint in succession and noting its rate of rise of temperature, for example with an infrared sensor. Where this rate is higher than normal, a poor joint is indicated.

8.14 Replacement of local conformal coating (if required)

The basic requirement before local re-coating is to determine the coating type, and establish the method of coating removal and replace. The characteristics of hardness, transparency, solubility, striping ability, thermal removal ability and thickness of the coating are all important in making the decision on how the coating is to be removed without damage to the components intended to stay with the assembly. The replacement coating should be of the identical formulation. The same degree of cleanliness in the reworked region as was needed before the original coating was applied needs to be ensured. Techniques for adding the new coating vary from manual to robotic automated spray applications. "No-clean" fluxes should not be used for the rework. An RMA or low residue flux is preferred. The curing temperature should not exceed the maximum for the component having the lowest maximum storage temperature or the t_g of the board.

9 Selection of rework equipment, tools and methods

9.1 General

The essential characteristics of a rework equipment kit are as follows:

- a) The equipment should present no inherent health or safety hazards to operators.
- b) The equipment should not cause
 - 1) damage to the reworked component,
 - 2) damage to adjacent components,
 - 3) damage to the printed board.
- c) The equipment should have built-in heating to reduce thermal shock.
- d) The equipment should be simple in operation – minimum skill needed.
- e) The equipment should consist of a single unit for component removal and replacement, solder addition and removal.

- f) The equipment should cause the minimum time to be required to complete the rework operation.
- g) The tool size should be applicable to the assembly component density.
- h) The equipment should contain a vacuum pick-up to remove component after reflow and/or adhesive joint fracture.

9.2 Matching rework equipment to component and printed-board prerequisites

9.2.1 General

When reworking conventional through-hole component lead solder joints, a soldering iron and a vacuum de-soldering tool will enable most common device types to be dealt with. Unfortunately, with surface-mount technology, there is no single equipment that will perform rework operations on all surface-mount component types cost-effectively and without prejudicing their reliability. Assemblers may wish to place more weighting on some prerequisites than others, depending on the application of the product and the salvage priorities. Examples of the priorities to be considered include the following:

- a) to save the main printed board assembly at all costs;
- b) to save the component due to its high cost or the non-availability of a replacement;
- c) to save both the printed board and the component for reuse or analysis.

Many different tools may be needed, as well as a variety of different heads for each rework, repair or modification. The selection of rework methods, tools and equipment depends on a number of factors. These factors are considered in 9.2.2 to 9.2.4. Figure 5 provides an example of a SOIC removal procedure.

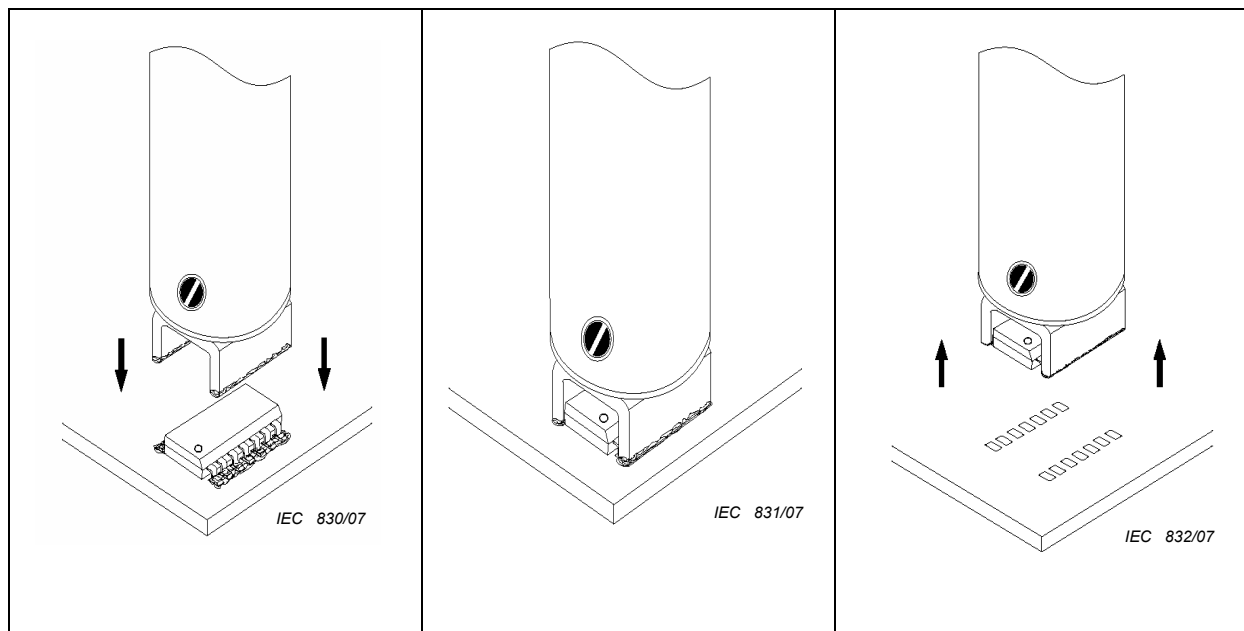


Figure 5 – SOIC repair procedure example

9.2.2 Selection based on component types on the printed board

Each type of component has one or more rework technique(s) best suited to its removal. For example, multi-lead devices such as plastic-encapsulated quad-flat packages (QFPs) are best handled by hot gas jet, infrared or heated electrode units because they remove the component in a single operation.

The hot gas pencil and heated tweezers are more suitable for removing the simple chip resistor. Very often the choice has to be made in response to factors other than the best technical option, for example, tool availability or poorly designed-in proximity constraints.

9.2.3 Selection based on printed-board laminate material type

The type of printed-board material used has two major effects on the choice of rework method.

- a) For laminates with low copper peel strength such as PTFE, the tool and board layout should enable sufficient visibility of the component joints to see that all are molten before lifting the component.
- b) For boards having high thermal mass, such as metal-cored types or those with large area ground planes, to avoid employing a tool with a high heat-input rate, the use of a hotplate to provide background heating is desirable.

9.2.4 Selection based on assembly structure and soldering processes

Assemblies that have been wave-soldered carry devices that are glued to the printed board. In this circumstance, rework tools need to be capable of supplying sufficient heat to melt the solder and soften the adhesive before enabling lateral torque to twist the component and break the bond. Assemblies without glued components, for example reflowed structures, do not need these capabilities. It is sufficient to apply flux and melt the solder. The flux provides improved thermal coupling as well as reducing the oxide.

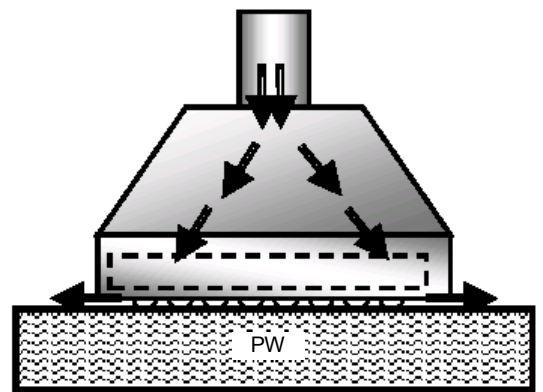
Where boards have surface-mount components on both sides, control over the rework process is needed to prevent damage to joints or loss of components from the reverse side directly opposite those being reflowed, as well as adjacent items. In some instances it may be advisable to design for the use of adhesive on one side even for reflowed assemblies. This will not prevent undesirable remelting of the joints and consequent intermetallic growth, but will at least prevent components from falling off. Taking all factors into consideration, the data in Table 1 indicates the recommended tool for use with a selection of component types. Figure 6 shows an example of BGA removal using either hot gas or infrared convection heating.

Table 1 – Recommended tools for different component types

Tool type	Component type									
	BGA	SOIC	PLCC	QFP	CLLCC	SOD	SOT	Chips	MELF	Leaded passive
Miniature soldering irons (25 W or 30 W to 2 mm diameter) (see 10.2)		A B C D	A* B* C D	A* B* C D		A	A	A	A	A B C D
Directly heated soldering irons (see 10.3)		A B C D	A* B* C D	A* B* C D						A B C D
Hot gas pencils (see 10.4)		A B C D	C D	C D	C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
Heated tweezers (see 10.5)						A	A	A	A	A
Soldering irons with special tips (see 10.6)		A	A			A	A	A	A	A
Hot gas rework machines (see 11.2)	A B	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*
Focused infrared equipment (see 11.3)		A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B
Thermode equipment (see 11.4)		A B	A B	A B	A	A	A	A	A	A
Laser equipment (see 11.5)	A B									
NOTE A = Component removal, B = Component replacement, C = Solder addition, D = Solder removal, * = Not cost-effective.										

Hot air/gas rework systems

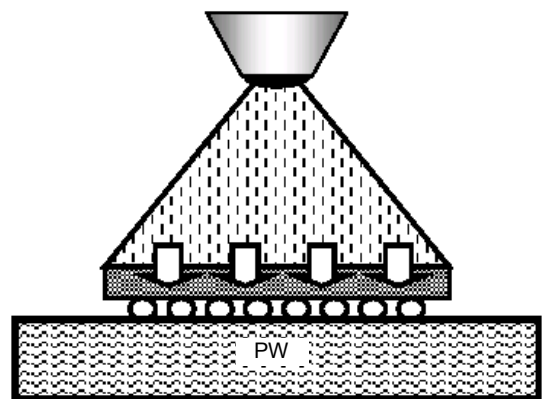
Directs heat through a nozzle or custom platen fixture that conforms to the specific package outline.



IEC 833/07

Infrared convection systems

Radiates medium wavelength energy (heat) from a focused lamp element above the target device.



IEC 834/07

Figure 6 – Comparing hot air/gas and infrared rework processes

10 Manual rework tools and methods

10.1 General

This clause covers the principal manual techniques only. For each of the rework activities described in Clauses 4 to 8, Table 1 shows the recommended rework tools for all of the widely used surface-mounted component types.

10.2 Miniature conventional (stored energy) soldering irons

These irons have small tips (maximum bit diameter 2 mm) and low stored thermal energy to enable safe reworking of the finer geometries found on surface-mount boards and components, for example, by reducing thermal shock risks. See Figure 7.



IEC 835/07

Figure 7 – Miniature conventional soldering iron

The use of temperature-controlled 25 W or 30 W versions is essential. The idling temperature should be set at $260\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$, with regular checks on tip temperature as they are prone to major variations whilst in use. According to necessity, the working conditions of the temperature of the soldering iron, hot air gun, etc., are adequately selected depending on the solder material and the object component.

NOTE When reworking small components whose bodies are made of thermoplastic material, typically having melting points between 270 °C and 280 °C , a slightly lower bit temperature should be considered.

Leadless ceramic chip capacitors and resistors can be removed by applying the tip of the hot iron to the centre region of the chip (for removal and disposal only) and, when both joints are reflowed, by using a pair of fine metal tweezers to lift the body away. For components attached using adhesive, a combined rotation and upward motion is needed. The procedure should be regarded as destructive for all chip components. It is essential that they are not reused. Although this method does work, it is not recommended.

Packaged devices with tape or wire leads are removed by reflowing each joint in turn and bending each successive lead up and away from the printed board until all are clear. A vacuum pencil or large aperture tweezer set is used to lift out the component body. This approach is also destructive, very time-consuming and likely to be impracticable for PLCC packages. In some cases, it may be necessary to precede the main operation by removing excess solder from individual joints with a miniature vacuum soldering iron or with copper braid. For the addition of solder, the use of cored or solid wire is recommended.

10.3 Directly heated soldering irons

These irons incorporate small heaters designed into the tip. The tip heating is self-regulating and draws power only when it is required to maintain the set tip temperature. However, like stored energy irons, they may still be capable of causing rapid heating and should be used with care for replacing or touching-up temperature sensitive components, for example, ceramic chip capacitors.

Soldering can be carried out satisfactorily at lower tip temperatures than with conventional irons, making rework less operator-sensitive and reducing the risk of thermal damage to printed board and component.

Directly heated irons are much quicker to heat up and cool down, allowing tips to be changed more easily. Because of the self-regulating feature, one tip can be used for a wide range of components and printed-board thermal mass situations. However, for best results with surface-mounted devices, a range of specially designed tips is available for up to 84-pin packages. Larger tips may be less effective than the smaller ones. They reduce visual access

to the joint and during device removal bring a risk that the operator may lift too early and pull conductor or land away from the board.

10.4 Hot air/gas pencils

Hot air/gas pencils are small, hand-held instruments that dispense a controlled stream of heated gas, usually air. This jet is fine enough to be directed at individual joints and should supply enough heat to reflow them, one by one. They can be used for all types of rework, and portable versions powered by butane gas are also available.

For the removal of leaded components, each individual lead has to be reflowed and bent up clear of its land using tweezers to prevent the joint reforming. When all leads have been treated this way, the device can be lifted away with suitable tweezers or a vacuum pencil.

For multi-lead component types, as with the miniature soldering iron, the method is very slow, but possible where other more suitable techniques are not available. Hot air/gas pencils may not always be suitable for removing large leadless components such as large chip ceramic capacitors or CLCCs.

When used on smaller devices such as ceramic chips and small leaded device packages, it is possible to melt all the joints at once by playing the jet from side to side over the component leads. The gas spreads out sideways as it hits the printed board and care should be taken to avoid overheating adjacent components and to avoid small chip components being blown off the printed board by the jet.

For solder addition, the use of solder paste or preforms rather than wire is recommended. Solder removal requires good-quality clean fluxed copper braid on individual joints. The use of a sparsely wetted iron tip may itself be sufficient for removing excess solder from small leaded component joints, but the method should not be applied to chip components.

Component replacement can be achieved by first dispensing solder paste onto the component land pattern using a pressurized syringe, followed by hand placement of each component and either reflowing each joint in turn or oscillating the jet to reflow all joints on small components simultaneously. For multi-lead devices, the method is very slow but, again, is possible where other more suitable techniques may not be available.

10.5 Heated tweezers

Heated tweezers can either be similar in principle to directly heated soldering irons or they can use a stored energy method. The tweezers have specially shaped resistive metal heads that carry current to generate heat at their tips, but this current does not pass through the reworked device. Heating can be by pulsed or continuous current flow.

By gripping the ends of a two-terminal component with the tweezer tips, heat is transferred to the joints to reflow them simultaneously so that the body can be lifted clear before the solder cools and the joints reform. The main advantage is that it offers a one-handed operation. This means that the tool is particularly suitable for reworking glued components which need to be rotated through approximately 90° to shear the adhesive after the solder joints become molten. The printed-board layout should be designed to allow room for this procedure.

A disadvantage of this tool is that it can be difficult to see exactly when the solder becomes molten and there is a risk that an inexperienced user may act too soon and pull the copper lands away from the printed board during the combined rotation and lifting action.

Heated tweezers are suitable for removing small multi-lead components, for example, up to six leads. After placing flux on the joints, the action is as previously described for two-terminal components.

Touching-up, solder addition and solder removal are not practicable with this type of tool and should be carried out using an alternative method. It is not generally recommended for component replacement of temperature-sensitive chip capacitors because of thermal shock risks.

10.6 Soldering irons with special tips

Conventional stored energy soldering irons fitted with special interchangeable tips to suit a limited range of standard surface-mount device packages. Tips are available to fit most standard ceramic chip components (resistors, capacitors), MELFs, SOD/SOT packages and some smaller SOICs and TSOPs.

Sometimes users attach them to small drill stands to maintain x,y alignment, ensure better control of downward pressure and to maintain coplanarity of the tool face with the printed board. A tip temperature range of $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ is recommended. According to necessity, the working conditions of the temperature of the soldering iron, hot air gun, etc., are adequately selected depending on the solder material and the object component.

Some manufacturers offer tips for the smaller PLCC sizes (up to 84 pins). The tips can be used to apply torque to glued components when the solder is molten, but this latter condition may be difficult to see, depending on the depth of the tip cavity and the proximity of adjacent components. Because of the inability to see clearly when the solder is molten, particular care is needed to avoid lifting away lands from the board when working on materials such as PTFE which have a low copper peel strength. For component removal, the better quality tool heads are equipped with a vacuum chuck to aid lifting of the package when reflow temperature is reached.

Solder addition and removal are not practicable with this type of tool and should be carried out beforehand by an alternative method. This tool is not recommended for component replacement, but may be used in emergency if nothing else is available, and if used may require some touch-up. They reduce visual access to the joint and during device removal bring a risk that the operator may lift too early and pull the track or land away from the board.

11 Mechanized and programmable rework machines

11.1 General

For each of the rework activities described in Clause 8, Table 1 shows the recommended mechanized and/or programmable rework machines and tools for all of the widely used surface-mounted component types.

11.2 Hot air rework machines

Hot air rework machines are bench-top equipment capable of dispensing a stream of heated air/gas through nozzles or via a baffle block onto component leads. They are intended mainly for use with multi-lead packages and are capable of initial soldering as well as component removal and replacement. Hot air paint strippers, heat-shrinking guns and hand-held hair dryers should be avoided.

The nozzles generally form a shaped array of small tubes set in a block. For PLCCs the nozzles are bent inwards near their tips to direct the flow towards the component joints. For QFP types they point straight downwards. Baffle types of equipment allow passage of the heated gas through slots that align with the particular component lead rows. In both cases the heads are tailored to individual package types and sizes, but on some machines the array for a large device will also rework smaller ones, provided the printed board layout design has allowed enough room around the smaller package to permit access.

The head blocks are interchangeable and may not necessarily be rapid, depending on the machine type. Most machines have an integral hotplate or a secondary jet mounted underneath the printed board to provide preheating. In cases of high volume of rework, modification or repair it may be advisable to purchase an auxiliary hotplate or heated tunnel with a rising temperature profile so that preheating begins earlier and thermal shock is avoided when the boards are transferred to the rework station.

The hot air temperature and the flow rate are regulated and these determine the time to reflow. A thermocouple is located in the jetstream and this controls the electrical power in the heating element. Too high a temperature/flow rate combination can cause reflow of joints on nearby components. Many machines also include a timer to shut off hot air flow after a definable period to prevent overheating of the component and the printed board.

The process can be viewed through a binocular microscope or, alternatively, via a video camera and monitor screen. For fine-pitch devices and BGAs, the optical system uses a prism method to permit accurate co-alignment of component terminations and lands.

Most systems have an integral vacuum chuck which can be activated to lift the component off the printed board and some units are fitted with sensors or springs attached to the chuck which will enable it to lift automatically when the solder at all the joints is molten. Several versions are available with an auxiliary small single-jet pencil for use on individual joints.

This type of equipment is one of the most popular systems used for removing and replacing high pin-count devices. Liquid flux should be applied to all joints and then all should be reflowed almost simultaneously using the correct nozzle. The component body is then lifted away using the vacuum chuck provided.

Unless the equipment is fitted with a single-jet pencil, it cannot itself be used to apply additional solder or for the removal of excess without reflowing all joints. Pre-placement of solder paste, fluxed preforms or pre-coated polyimide adhesive strips are usually required for component replacement (see Figure 8). If a pencil is available on the machine, for solder addition its use in conjunction with solder paste is preferred to the application of wire with a soldering iron. See also 10.4.



IEC 836/07

Figure 8 – Hot air solder system

11.3 Focused infrared (IR) equipment

Focused infrared equipment consists of a focused beam of short wavelength infrared light, collimated or shuttered to restrict its area to suit the component joint(s) being reflowed. In most cases, the method can be used to carry out the initial soldering operation as well as removal and replacement.

Owing to the method of heat transfer, the process is sensitive to thermal mass and colour therefore certain components, for example, black plastic moulded I/Cs can get very hot unless suitable shields are employed or great care is used in setting-up and programming. Obviously, the latter point is unimportant if the component is to be thrown away after removal.

To reduce the process time, either the machine should be fitted with a programmable preheat station or the printed board preheated away from the machine and transferred quickly thereto. Work is placed on a platform capable of x,y movement and the heat cycle can be programmed to provide different time/temperature profiles for component terminations of differing shapes and thermal masses. More sophisticated versions have split beam optical systems to facilitate alignment of fine pitch integrated circuit package leads with the printed board land patterns, and quickly changed shutters tailored to individual package types and sizes. These direct the IR beams only at the leads, not at the embedding plastics.

Additionally, there can be an integral vacuum pick-up head which reduces the likelihood of lifting printed board tracks by repeatedly trying to lift the component away using just enough force to break the surface tension of the molten solder. Prior to component removal, liquid flux should be applied to all joints. Although the shutter and thermal programme should be similar each time a specific package type is reworked, with different printed board thicknesses and layers, several trial runs for each new circuit may be necessary to establish the right time/temperature profile.

Unless the equipment is fitted with a miniature soldering iron or a single-jet hot air/gas pencil, it cannot itself be used to apply additional solder or to remove excess without reflowing all joints. Pre-placement of solder paste, fluxed preforms or solder-coated polyimide adhesive strips are usually needed for component replacement. If a pencil is available on the machine, for solder addition its use in conjunction with solder paste is preferred to the application of wire with a soldering iron. See also 10.4.

11.4 Thermode (heated electrode) equipment

Thermode equipment techniques are used for initial component placement and soldering as well as for rework. Developed from small welding machines, thermode equipment applies pulsed resistance heating methods to shaped electrodes that are designed to make simultaneous contact with all the terminations of multi-lead devices. The electrode materials are not wettable by the flux/solder combination used on printed boards and, as with heated tweezers, virtually no voltage appears across any of the device terminations during the operating cycle. See Figure 9.

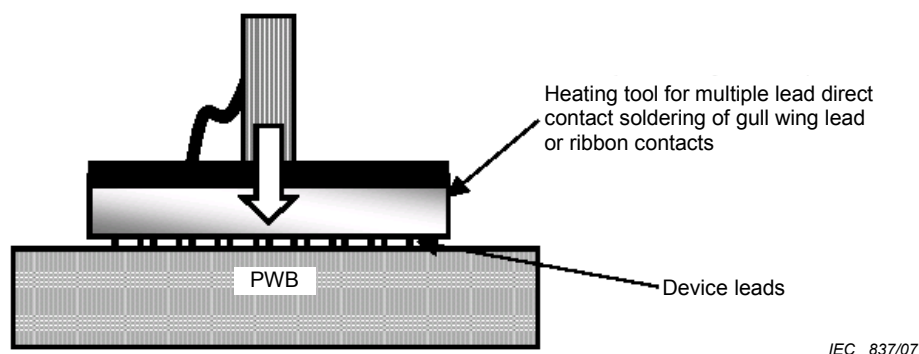


Figure 9 – Heated thermode reflow soldering

The electrode system for rework is usually mounted on a form of dieset in order to give very accurate vertical motion and to maintain the electrode face coplanar with the dieset base and the printed-board surface. It is important to check the coplanarity on a regular basis, for example, hourly, and to ensure that the fixture arrangement for each individual printed board land pattern location allows the dieset to control the local coplanarity of the printed board with the base and the heated electrode.

The more sophisticated systems have a floating head that can follow the surface of the printed board and thus ensure that device leads are held flat onto its surface. The thermode technique is particularly suitable for quad-flat packages and flatpacks which, incidentally, were designed originally for this method rather than the reflow processes now applied to them. However, with an accurately shaped electrode to suit each particular supplier's product, PLCCs can, with difficulty, also be removed and replaced with a thermode machine.

The removal and replacement process cycles can be time-consuming due to the need to heat comparatively large thermal masses. In the latter operation, the electrode has to remain in place holding the leads hard onto the printed board until the solder has solidified. For both removal and replacement, printed board preheating is advisable up to 100 °C.

NOTE Components having one or more leads deformed to the extent that any portion of any lead requires flattening downward onto its land by more than twice the lead thickness, should be rejected. The residual stress after solder solidification will impair the reliability of the joint, eventually causing joint failure.

For lead spacings down to 0,8 mm, the use of solder paste for replacement is practicable, but there may be some shorts to rectify and there is a risk of causing solder balls. Due to surrounding components the paste will need to be dispensed from a syringe rather than printed.

Below 0,8 mm lead spacing it is difficult to position paste evenly on each land in small enough quantities. One possibility is to use a lower solder content paste instead of the usual type. Alternatively, fluxed preforms on flexible plastic carriers are available, but their designs are specific to each package type. Sometimes there may be sufficient solder remaining on the land after component removal, in which case only the addition of flux is needed.

As with hot gas equipment, thermode units usually have a vacuum chuck built into the electrode system for lifting the component away after reflow. To carry out component removal, a small quantity of mild flux is applied evenly with a brush or nozzle just before the printed board is loaded beneath the rework head, i.e. after preheat.

The electrode is lowered onto the leads and power is applied to the heating electrode. When the solder is molten, the vacuum chuck is activated and the electrode raised with the component held on the chuck. After adding solder paste to the lands, the replacement device is either positioned on the printed board by hand or located within the electrode and held up by vacuum. The electrode is held in position during heating and cooling cycles and upon their completion is lifted clear.

Solder addition should be confined to situations in which all the joints require the same amount of solder added for mounting or remounting the component. As stated above, dispensing solder paste beforehand is the preferred method in most cases. In special circumstances, the use of fluxed solder preforms may be a suitable alternative. Solder removal is not part of the function of this type of equipment and should be carried out beforehand by an alternative technique.

11.5 Laser equipment for de-soldering

The use of the laser in reflow solder attachment has been dedicated to specific applications; thus, lasers are also used as a rework tool. Lasers are very precise and can be used to heat joints for component removal or solder joint touch-up. The clear advantage of this approach is its precision and, therefore, its ability to avoid reflow of adjacent solder joints and to minimize the amount of heat applied to encapsulation materials. See Figure 10.



Figure 10 – Automated laser reflow equipment

12 Ancillary tools and equipment

12.1 Conventional soldering irons

Very great skill is needed to avoid damage via thermal shock to surface-mounted components when using conventional (for example, 50 W) soldering irons. Such powerful irons are definitely not recommended except for the larger sizes of MELF or through-hole components adapted for surface-mounting.

12.2 Hotplates

The use of hotplates (or alternative means) to provide background heating before and during rework is strongly recommended wherever it is practicable. In addition to reducing the energy needed from the rework heating tool, background heating also dramatically reduces the risk of thermal shock to the component to be reworked, to components surrounding it and to the printed board itself. Preheating is particularly important when working on multilayer boards where moisture absorbed between layers can cause delamination if insufficient precautions are taken.

12.3 Pneumatic dispensers

Pneumatic dispensers are capable of providing a consistent, controllable source of solder paste that is suitable for rework. Preferably the dispenser should be kept at a constant temperature so that variations in dispensed quantity arising from viscosity change is kept to a minimum. Most units are fitted with an air pulse pressure regulator, a programmable pulse length timer and a gauge to indicate the pressure from a normal oil-free factory compressed air supply. The pulse is triggered by a foot switch.

When connected to a syringe of solder paste, the pressure can be adjusted and the length of pulse programmed to control the volume of paste dispensed by a single depression of the foot switch. On simpler equipment the pulse time is not controlled automatically. These units dispense solder paste with significantly better control over quantity than hand-held syringes. Similar units can be used to dispense adhesive.

12.4 De-soldering tools, as used for through-hole assemblies

Because the sizes of the tips tend to make them too cumbersome, de-soldering tools are of limited value for removing excess solder from small surface-mount component joints and de-soldering surface-mounted components with low pin counts. Most types have a vacuum pick-up nozzle to suck away the excess solder. They are extremely useful for removing excess solder from lands after defective components have been lifted off the printed board.

12.5 Tweezers and vacuum pencils

Tweezers used should be of the soft-nosed, non-tinnable variety, for example, of high temperature plastic or bone to avoid damage to components. Preferably they should also be conductive to avoid having to differentiate between static-sensitive components and others.

Vacuum pencils may be preferred for delicate components, but not all components have the flat upper surface necessary for pick-up; MELFs, trimmer resistors and trimmer capacitors are examples. Some vacuum pencils have the additional feature of a rotatable head that can be useful when aligning components during hand placement.

Tweezer and vacuum pencil tips should be kept clean. It is advisable to issue formal instructions that call for cleaning on a routine basis and specify the method, for example, at least hourly, or more often if contamination of any sort is observed.

12.6 Solder pots

Solder pots can be used for soldering and desoldering, for example, of lead frames on smaller printed board modules. The molten solder temperature should be controlled to within $\pm 5^\circ\text{C}$ of the specified value.

12.7 Copper braid

Fresh copper braid can be used in conjunction with a suitably powered soldering iron to reduce the amount of solder in joints to larger chip components. It is difficult to use accurately on smaller joints and leaded components and the fact that an iron is needed makes thermal shock an issue.

13 Rework recording procedures

13.1 General

Important reasons for the strict control of rework procedures include the collection of data for cost reduction and yield improvement programmes, as well as for normal process control and defining limits for the number of times a board may be reworked before it is discarded as unacceptable.

13.2 Anomaly charts

As a separate issue, the use of anomaly charts for recording post-soldering defects during the initial phase of manufacture of a new design is a satisfactory method of identifying design and process faults at an early stage. A simple method is to make a photocopy of the assembled board and use it to mark the positions of all faults for a batch of boards inspected (for example 10 boards). A new copy would be used for the next 10 boards and so on. They are most useful for process improvement of defects or as process deviation indicators.

13.3 Travelling documents

Where operators/inspectors are undertaking the rework, they should be given appropriate documentation to record rework, modification, or repair actions for each electronic printed-board assembly.

Operators/inspectors should be asked to record the number of defects in each category in accordance with Table 2 (IEC 61191-1). Their work should be checked at least on a sampling basis by a different operator/inspector.

Table 2 – Electrical and electronic assembly defects

Defect no.	Defect description	Requirement clause	Remarks
01	Violations of the assembly drawing requirements a) missing component b) wrong component c) reversed component	IEC 61191-1 4.1.1	
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	
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	IEC 61191-1 10.2.1 10.2.1.1 10.2.3	
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	IEC 61191-1 10.2.4 10.2.4.1 10.2.5	
05	Violation of minimum design electrical spacing conductive part body or wire movement/misalignment a) solder balling b) solder bridging c) solder spikes d) solder webs/skins	IEC 61191-2 9.5.1 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	IEC 61191-1 10.2.4 10.2.4.1	

Defect no.	Defect description	Requirement clause	Remarks
07	Damaged marking on the board a) altered marking b) obliterated marking	IEC 61191-1 10.2.2	
08	Failure to comply with stated cleaning or cleanliness testing	IEC 61191-1 9.5, 9.5.2.1	
09	Failure to comply with conformal coating requirements	IEC 61191-1 11.1.2.2	

13.4 Rework status

To ensure that rework status is known, it is preferable that a specific plan be developed to allow traceability of reworked product. To augment a general process control system, it is helpful to build a simple feedback method for corrective action in accordance with IEC 61193-1.

14 Training of operators and inspectors

Because of the smaller component sizes and the wide range of termination and solder joint styles, the training of inspectors and operators to carry out reliable surface-mount rework and repair operations takes considerably longer than for conventional through-hole work.

Not all candidates have the right degree of manual skills. All candidates should be tested for colour blindness and have satisfactory eyesight, with annual eye testing on health and safety grounds.

Training schedules should contain material covering the following items:

- a) component types used, their identification, orientation marks and standard colour codes;
- b) handling of sensitive components;
- c) alignment requirements for all component types used (further guidance is given in IEC 61191-2);
- d) fillet shapes, minimum and maximum solder contours for each component type used (further guidance is given in IEC 61191-2);
- e) how to detect dry joints, dewetting, leaching, webs/skins, bridging, disturbed joints, adhesive encroachment, pits, voids, blowholes;
- f) choosing the correct tool to be used for each type of rework on each basic component type;
- g) methods of applying correct tools, including fluxing, contact points, timing;
- h) how to minimize thermal shock to components;
- i) how to avoid creating intermetallics;
- j) techniques for dealing with solder balls;
- k) checking component bodies for damage;
- l) when and how to report repetitive faults;
- m) methods used to monitor rework quality, defect recording requirements and categories.

15 Field repair

Normally consideration is given during the printed-board layout design stage to the policy on field maintenance of products that contain surface-mount assemblies and which are not considered to be "throw-away" items.

Great harm can be done by untrained and ill-equipped repair workers in the field, not only to the circuitry, but also to a company's reputation and brand image. Manufacturers should include in the advice they supply with the printed wiring boards, advice to users that wherever practicable, nonconforming surface-mount circuits should be returned either to the original assembly line where the necessary experience and test equipment to carry out repair work specific to the circuit is available, or to specialized rework skill centres.

Bibliography

IEC 61760-1, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs) (only available in English)*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 9453, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

ISO 9454-1, *Soft soldering fluxes – Classification and requirements – Part 1: Classification, labelling and packaging*

IPC-7711, *Rework of electronics assemblies*, IPC-Association Connecting Electronics Industries, 2215 Sanders Road, Northbrook, IL 60062-9135, <http://www.ipc.org> (only available in English)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	43
1 Domaine d'application	45
2 Références normatives	46
3 Terminologie	47
3.1 Termes et définitions	47
3.2 Abréviations	48
4 Classification des activités de retouche	49
4.1 Retouche pré-brasage	49
4.2 Retouche post-brasage	49
4.3 Prérequis essentiels pour une retouche réussie et fiable	49
5 Retouche pré-brasage	50
5.1 Généralités.....	50
5.2 Pâte à braser de retouche et dépôts d'adhésif non conducteur.....	50
5.2.1 Généralités.....	50
5.2.2 Mauvais alignement général ou maculage des dépôts	50
5.2.3 Mauvais alignement local ou maculage du dépôt	50
5.2.4 Quantité totale de pâte ou d'adhésif inappropriée	51
5.2.5 Quantité locale de pâte ou d'adhésif inappropriée	51
5.3 Retouche des composants positionnés.....	51
5.3.1 Mauvais alignement général de l'ensemble des composants	51
5.3.2 Mauvais alignement local du composant.....	51
5.4 Réalignement des composants après traitement de l'adhésif thermoplastique	51
5.5 Réalignement des composants après traitement de l'adhésif thermodurcissable	52
6 Facteurs affectant la retouche post-brasage	52
6.1 Marquage du composant et composants non marqués.....	52
6.2 Réutilisation des composants extraits.....	52
6.3 Composants sensibles.....	52
6.4 Configuration des cartes imprimées et contraintes spatiales.....	53
6.5 Effets du dissipateur thermique	53
6.6 Type de matériau de carte imprimée	54
6.7 Matériau constituant les réserves de brasage et taille de l'ouverture	54
6.8 Retouche des broches individuelles de dispositif à pas étroit	56
6.9 Retouche des boîtiers à billes	56
7 Préparation avant retouche et réparation post-brasage	57
7.1 Précautions électrostatiques	57
7.2 Eviter l'exposition des composants à des agents contaminants	57
7.3 Elimination du revêtement de consolidation	57
7.4 Composants inappropriés	58
7.5 Nettoyage avant retouche.....	58
7.6 Protection des composants adjacents sensibles	58
7.7 Cuisson des assemblages préalable au remplacement du composant	58
7.8 Préchauffage de grandes cartes multicouches.....	58
7.9 Préchauffage de composants de remplacement sensibles	59
8 Retouche post-brasage	59
8.1 Généralités.....	59

8.2	Réalignement du composant (ajustement)	59
8.3	Retrait du composant	59
8.4	Retrait des composants adjacents	59
8.5	Réutilisation des composants	60
8.6	Ajout de brasure et de flux	60
8.7	Ajout	61
8.8	Retrait de la brasure en excès sur les joints	62
8.9	Préparation des pastilles préalablement au remplacement du composant	62
8.10	Remplacement du composant	62
8.11	Nettoyage (si nécessaire)	62
8.12	Examen visuel et essais électriques	63
8.13	Vérification de l'intégrité thermique des joints à brasure	63
8.14	Remplacement du revêtement de consolidation local (si nécessaire)	63
9	Choix des méthodes, des outils et de l'équipement de retouche	63
9.1	Généralités	63
9.2	Conformité de l'équipement de retouche avec les conditions préalables relatives au composant et à la carte imprimée	64
9.2.1	Généralités	64
9.2.2	Choix fondé sur les types de composant présents sur la carte imprimée	65
9.2.3	Choix fondé sur le type de matériau laminé présent sur la carte imprimée	65
9.2.4	Choix fondé sur la structure de l'assemblage et les processus de brasage	65
10	Méthodes et outils de retouche manuels	67
10.1	Généralités	67
10.2	Fers à braser (énergie stockée) miniatures classiques	67
10.3	Fers à braser directement chauffés	68
10.4	Crayons à air/gaz chaud	69
10.5	Pinces chauffées	69
10.6	Fers à braser à pointes spéciales	70
11	Machines de retouche mécaniques et programmables	71
11.1	Généralités	71
11.2	Machines de retouche à air chaud	71
11.3	Equipement à infrarouge (IR) centré	72
11.4	Equipement à thermode (électrode chauffée)	73
11.5	Equipement laser pour le débrasage	74
12	Outils et équipements accessoires	75
12.1	Fers à braser classiques	75
12.2	Plaques chauffantes	75
12.3	Réservoirs sous pression	75
12.4	Outils de débrasage utilisés pour les assemblages à montage par trous traversants	76
12.5	Pinces et crayons à vide	76
12.6	Bains de soudure	76
12.7	Tresse en cuivre	76
13	Procédures d'enregistrement de la retouche	76
13.1	Généralités	76
13.2	Tableaux des anomalies	77

13.3 Documents de voyage	77
13.4 Statut de la retouche	78
14 Formation des opérateurs et des inspecteurs	78
15 Réparation sur site	79
Bibliographie.....	80
Figure 1 – Activités caractéristiques de modification, de retouche ou de réparation en cours de fabrication	46
Figure 2 – Montage multiple sans masque de brasage entre les pastilles.....	54
Figure 3 – Conducteur entre des pastilles sur un petit pas	55
Figure 4 – Conception facultative du masque de brasage pour la fixation du composant à connexions de sortie multiples	56
Figure 5 – Exemple de procédure de réparation d'un circuit intégré en boîtier à connexions courtes	65
Figure 6 – Comparaison des processus de retouche à air/gaz chaud et à infrarouge	67
Figure 7 – Fer à braser miniature classique	68
Figure 8 – Système de brasage à air chaud	72
Figure 9 – Brasage par refusion à l'aide d'une thermode chauffée	73
Figure 10 – Équipement de refusion laser automatique	75
Tableau 1 – Outils recommandés pour différents types de composants.....	66
Tableau 2 – Anomalies des assemblages électriques et électroniques.....	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXIGENCES RELATIVES À LA QUALITÉ D'EXÉCUTION
DES ASSEMBLAGES ÉLECTRONIQUES BRASÉS –****Partie 5: Retouche, modification et réparation
des assemblages électroniques brasés**

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61192-5 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

La présente version bilingue, publiée en 2008-05, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 91/652/FDIS et 91/686/RVD.

Le rapport de vote 91/686/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61192, présentées sous le titre général *Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

EXIGENCES RELATIVES À LA QUALITÉ D'EXÉCUTION DES ASSEMBLAGES ÉLECTRONIQUES BRASÉS –

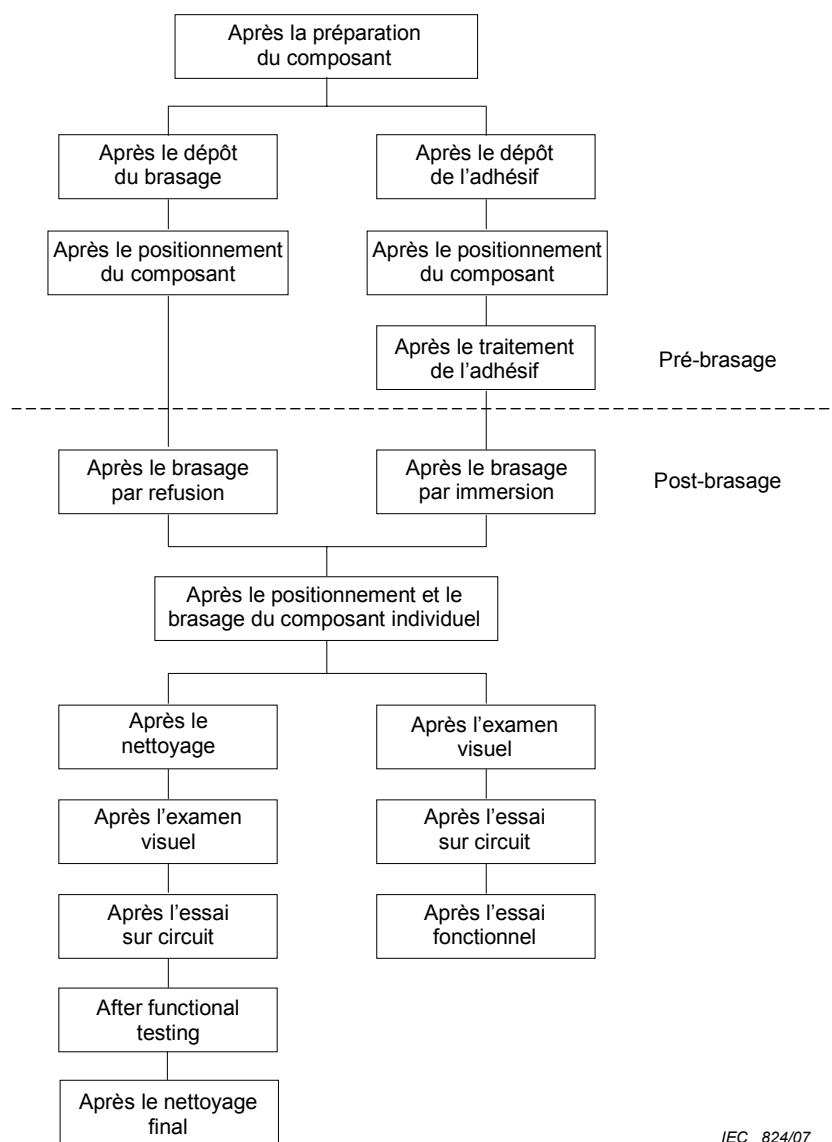
Partie 5: Retouche, modification et réparation des assemblages électroniques brasés

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61192 fournit des informations et des exigences s'appliquant aux procédures de modification, retouche et réparation des assemblages électroniques brasés. Elle s'applique à des processus spécifiques utilisés pour la fabrication d'assemblages électroniques brasés où les composants sont fixés à des cartes imprimées et aux parties concernées des produits qui en résultent. La norme s'applique également aux activités pouvant faire partie du travail d'assemblage des produits issus de technologies mixtes.

La présente partie de la CEI 61192 contient également des directives relatives aux questions de conception dans les cas où la retouche est nécessaire.

NOTE Les activités caractéristiques de retouche en cours de fabrication des composants montés en surface, auxquelles la présente norme s'applique, sont indiquées à la Figure 1.



IEC 824/07

Figure 1 – Activités caractéristiques de modification, de retouche ou de réparation en cours de fabrication

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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 uniquement en anglais)

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, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnects in electronics assembly (disponible uniquement en anglais)*

CEI 61190-1-3, *Attachment materials for electronics assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solders for electronic soldering applications (disponible uniquement en anglais)*

CEI 61191-1: 1998, *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*

CEI 61191-2: 1998, *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 61192-1, *Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés – Partie 1: Généralités*

CEI 61192-2, *Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés – Partie 2: Assemblage par montage en surface*

CEI 61192-3, *Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés – Partie 3: Assemblage au moyen de trous traversants*

CEI 61192-4, *Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés – Partie 4: Assemblage au moyen de bornes*

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

CEI 61249 (toutes les parties), *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion*

3 Terminologie

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.¹

3.1.1

retouche

action de retraitement des articles non conformes, par le recours au traitement original ou à un traitement équivalent, de manière à assurer la conformité de l'article aux plans ou spécifications applicables

¹ La remarque faite en anglais ne s'applique pas car il n'existe pas de version française.

3.1.2**réparation**

action consistant à restaurer les capacités fonctionnelles d'un article présentant un défaut le rendant non conforme aux plans ou spécifications applicables

3.1.3**modification**

révision des capacités fonctionnelles d'un produit afin de satisfaire à de nouveaux critères d'acceptation

3.1.4**tableau des anomalies**

copie d'un plan d'assemblage (ou d'un ensemble de carte imprimée réel) servant à enregistrer la localisation des anomalies ou des indicateurs de processus utilisés dans l'analyse de l'amélioration des processus

3.1.5**composant ajouté**

composant électronique monté sur une carte imprimée par brasage ou par toute autre méthode de fixation

3.1.6**composant intégré**

composant électronique faisant partie intégrante d'une carte imprimée, par exemple, résistances intégrées, couches capacitatives, inducteurs imprimés

3.2 Abréviations

Les abréviations suivantes sont communément utilisées pour les questions relatives aux ensembles de cartes imprimées. Toutes ne sont pas utilisées dans le texte. Certaines abréviations sont indiquées à titre indicatif uniquement.

ASIC	circuit intégré à application spécifique
BGA	boîtier à billes
CLCC	boîtier céramique avec broches
CLLCC	boîtier céramique sans broches
LCCC	boîtier céramique sans broches
LED	diode électroluminescente
MELF	composant à électrode métallique soudée par la face avant
PLCC	boîtier plastique avec broches
PTFE	polytétrafluoréthylène
QFP	boîtier plastique plat avec broches sur les quatre côtés
RMA	résine modérément activée
SMD	composant pour montage en surface
SMT	technologie de montage en surface
SO	boîtier à connexions courtes
SOD	diode en boîtier à connexions courtes
SOIC	circuit intégré en boîtier à connexions courtes
SOT	transistor en boîtier à connexions courtes

TSOP boîtier plastique fin à connexions courtes

4 Classification des activités de retouche

4.1 Retouche pré-brasage

La retouche pré-brasage comprend les étapes suivantes:

- a) préparation du composant;
- b) dépôt de la brasure (par exemple: pâte, préforme, étamage);
- c) dépôt de l'adhésif;
- d) positionnement du composant;
- e) traitement de l'adhésif.

NOTE Dans le contexte de la présente norme, le terme «composant» regroupe tous les composants ajoutés, les cartes imprimées et tout composant intégralement fabriqué avec la carte imprimée.

4.2 Retouche post-brasage

Les activités de retouche post-brasage comprennent les étapes suivantes, qui n'interviennent pas forcément dans l'ordre cité:

- a) préparation préalable à la retouche ou réparation, par exemple, élimination du revêtement de consolidation, préchauffage, cuisson, nettoyage, retrait des parties et composants adjacents pour faciliter l'accès;
- b) réalignement du composant;
- c) retrait du composant;
- d) ajout de flux et de brasure à un joint;
- e) retrait de l'excès de brasure d'un joint;
- f) retrait de l'excès de brasure ou d'adhésif de la carte imprimée préalablement au remontage d'un composant;
- g) positionnement et brasage d'un composant de remplacement;
- h) nettoyage post-retouche (si nécessaire);
- i) examens visuel, mécanique et des dimensions et essai électrique des éléments retouchés.

4.3 Prérequis essentiels pour une retouche réussie et fiable

Les prérequis essentiels pour une retouche réussie et fiable comprennent les étapes suivantes:

- a) conception appropriée de la configuration de la carte imprimée, permettant l'utilisation d'un outil de préférence pour chaque type de composant;
- b) confirmation du type de brasure utilisé pour l'interconnexion et choix d'un processus adapté (étain/plomb, sans plomb, autre) et du matériau de remplacement;
- c) disponibilité de l'outil ou de l'équipement le plus efficace pour la tâche et la protection antistatique;
- d) connaissances suffisantes de l'opérateur ou de l'inspecteur pour pouvoir estimer de manière exacte si la retouche est nécessaire ou si elle risque d'avoir plus d'effets négatifs que positifs;
- e) refus de tout processus de retouche susceptible de créer des risques de fiabilité indécélables avant l'expédition, comme par exemple un choc thermique trop important, une croissance intermétallique au niveau de l'interface cuivre/brasure;

- f) niveau de compétences adapté de l'opérateur, notamment pour les retouches ou les réparations;
- g) conditions d'assurance de la qualité des cartes imprimées, des composants et des matériaux;
- h) stations de retouche/réparation conçues de façon ergonomique;
- i) gestion des conditions de travail pendant la retouche;
- j) formation et vérification (certification) efficaces;
- k) procédures de retouche et de réparation documentées;
- l) contrôle des aspects liés à la sécurité et à l'environnement.

La vaste gamme de connexions de sortie de composant et de configurations de broches utilisées, et leurs différentes résistances à la contrainte thermique impliquent qu'un équipement de retouche unique ne peut pas constituer un outil approprié pour tous les besoins.

5 Retouche pré-brasage

5.1 Généralités

Dans tous les cas, il convient qu'une action correctrice adaptée assure la rectification des causes de non-conformité. Des directives supplémentaires sont indiquées dans la CEI 61192-1 et la CEI 61192-2.

5.2 Pâte à braser de retouche et dépôts d'adhésif non conducteur

5.2.1 Généralités

Il convient que cette étape soit effectuée conformément aux paragraphes 5.2.2 à 5.2.5. Des directives supplémentaires sont indiquées dans la CEI 61192-2.

5.2.2 Mauvais alignement général ou maculage des dépôts

Il convient de nettoyer complètement l'intégralité de la pâte ou de l'adhésif présent sur la carte imprimée. Si elle est nettoyée convenablement, la carte imprimée peut être réutilisée, mais il convient d'éliminer la pâte et l'adhésif extraits des cartes.

a) Carte de circuit imprimé non équipée

Il convient que la carte de circuit imprimé non équipée soit lavée dans la machine de nettoyage dès que possible. Il convient d'utiliser uniquement des liquides de nettoyage adaptés pour nettoyer la carte de circuit imprimé.

b) Carte de circuit imprimé équipée

Avant tout passage d'une carte de circuit imprimé dans une machine de nettoyage, il faut obtenir l'autorisation du gestionnaire de processus en charge de la sortie du composant et de l'assemblage. Généralement, le nettoyage localisé est autorisé; il convient cependant de procéder au nettoyage intégral de l'assemblage rapidement après la refusion afin d'éliminer tout résidu du nettoyage. Tout autre nettoyage n'est pas autorisé, dans la mesure où des liquides de nettoyage pourraient pénétrer dans le composant et provoquer, entre autres, une réaction de corrosion, qui pourrait altérer considérablement le fonctionnement du composant.

5.2.3 Mauvais alignement local ou maculage du dépôt

Si le défaut est limité à un ou quelques sites peu nombreux et que la quantité nécessaire de dépôt et sa localisation peuvent être suffisamment contrôlées au moyen de méthodes manuelles, le matériau local ou maculé peut être retiré et remplacé à l'aide d'une seringue ou d'un autre moyen permettant de déposer une charge unique. Si ce n'est pas le cas, il convient de suivre les recommandations données en 5.2.2.

5.2.4 Quantité totale de pâte ou d'adhésif inappropriée

Il est recommandé d'effectuer la retouche conformément à 5.2.2.

5.2.5 Quantité locale de pâte ou d'adhésif inappropriée

Il est recommandé d'effectuer la retouche conformément à 5.2.3.

5.3 Retouche des composants positionnés

5.3.1 Mauvais alignement général de l'ensemble des composants

Il convient que tous les composants ajoutés soient retirés de la carte imprimée et que tous les éléments soient intégralement nettoyés. Il convient d'évaluer soigneusement le niveau d'humidité des pièces. Si les exigences de propreté sont satisfaites, la carte imprimée peut être réutilisée, mais il convient de mettre au rebut l'intégralité de la pâte et de l'adhésif extraits des cartes. Si par exemple, des composants ajoutés doivent être réutilisés (ce qui n'est pas recommandé), comme pièces détachées pour les activités de retouche, il convient de vérifier qu'ils sont exempts de dommages mécaniques (100 %) et de les soumettre à de nouveaux essais électriques (100 %).

5.3.2 Mauvais alignement local du composant

Le meilleur moment pour corriger un mauvais alignement important est immédiatement après le positionnement. Au cours de la refusion des composants pour montage en surface, une action de réalignement est souvent engagée, en raison des forces de tension de surface au moment où la brasure est en fusion. Cette action s'avère plus efficace avec les petits composants et les boîtiers à billes, mais il convient de ne pas s'y fier automatiquement, car des différences locales d'aptitude au brasage et de température au niveau des connexions de sortie du composant peuvent entraîner des forces contraires.

Quand un seul composant ou un petit nombre de composants est mal aligné, il est possible de le(s) déplacer légèrement à l'aide d'une pince munie de pointes en plastique conducteur. Afin d'éviter la dispersion de pâte ou d'adhésif, il convient d'appliquer un léger mouvement vers le haut avant toute action de réalignement horizontal, mais il est nécessaire d'agir avec précaution pour éviter que le contact entre le composant et la pâte ou l'adhésif soit perdu.

NOTE Si un réalignement est entrepris, le risque de court-circuit/pontage est plus élevé.

5.4 Réalignement des composants après traitement de l'adhésif thermoplastique

Il vaut mieux corriger un mauvais alignement après le traitement de l'adhésif, plutôt que d'attendre jusqu'au moment suivant le brasage. S'il apparaît clairement que le composant est en-dehors des limites du positionnement post-brasage prescrites, il convient de le retirer et de le remplacer, en se servant si nécessaire d'adhésif supplémentaire. Des directives complémentaires sont spécifiées à l'Article 5 de la CEI 61191-2.

Si seul un léger mouvement correcteur s'avère nécessaire, de 0,2 mm ou bien une rotation de 10° par exemple, l'adhésif thermoplastique peut être fondu et le composant légèrement déplacé à l'aide d'une pince munie de pointes en plastique conducteur. Il est nécessaire d'agir avec précaution pour éviter de rompre le contact entre le corps du composant et la couche d'adhésif. Avant de procéder au déplacement, il convient de vérifier la température de refusion maximale possible auprès du fabricant de l'adhésif, et de vérifier également que le matériau présentera une capacité d'adhérence convenable après la refusion, afin d'éviter tout risque de chute du composant dans le bain de brasage. Dans ce cas, le composant n'est pas retiré de la carte imprimée et remplacé, c'est pourquoi il convient que la méthode consistant à appliquer de la chaleur soit adaptée au type de composant. Par exemple, il convient de ne pas utiliser de fer à braser sur un condensateur céramique multicouche. Voir également en 6.3 et le Tableau 1.

5.5 Réalignement des composants après traitement de l'adhésif thermodurcissable

Lorsqu'un adhésif thermodurcissable est utilisé, il est normal de remettre la correction au moment suivant le brasage car il n'est pas nécessaire de remplacer l'adhésif. Lorsque l'adhésif est également utilisé pour fournir une résistance supplémentaire au cours du cycle thermique de fonctionnement, il est nécessaire de le remplacer. Dans certains cas, l'utilisation d'un adhésif thermoplastique pour la retouche peut être tolérée.

S'il s'avère nécessaire de rompre entièrement la liaison, par exemple, en effectuant une rotation du composant chauffé à l'aide d'une pince pour casser la liaison adhésive avant de l'extraire de la carte imprimée, il convient de ne pas appliquer le composant de remplacement avant la fin du brasage par immersion, c'est-à-dire lorsque l'adhésif n'est plus utile. Lorsque le réalignement d'un composant est indispensable après le brasage, il faut procéder simultanément à la refusion des joints à brasure et au ramollissement de l'adhésif, afin de pouvoir appliquer un mouvement correcteur approprié.

6 Facteurs affectant la retouche post-brasage

6.1 Marquage du composant et composants non marqués

Pour pallier le manque de marquage sur de nombreux composants et la tendance à omettre l'apposition d'une «identification» ou d'une «inscription» sur les cartes imprimées, il est recommandé qu'un schéma complet de la disposition des composants soit fourni à chaque opérateur et/ou inspecteur de la retouche, accompagné d'une liste détaillée des composants.

Afin de réduire au minimum le risque de confusion, il convient que tout composant superflu ou détaché, ne portant pas de marquage sur le corps, soit soigneusement identifié en ce qui concerne la valeur, le type et le lot, et stocké dans un environnement protégé tel qu'un emballage sec ou une fiole en plastique rigide, près du lieu de travail. En cas d'absence totale d'inscription sur la carte imprimée, un système de grille de coordonnées peut s'avérer nécessaire pour identifier les emplacements respectifs du composant.

Pour assurer un remplacement convenable, il convient que les opérateurs de la retouche aient reçu la formation nécessaire pour identifier la polarité de toutes les diodes défectueuses, de tous les condensateurs électrolytiques et de tous les boîtiers de circuit intégré avant de les retirer, même lorsqu'une polarité inadéquate se trouve être à l'origine de l'intervention.

6.2 Réutilisation des composants extraits

En règle générale, il convient de ne pas réutiliser les composants. Outre la détérioration de la qualité qui s'est déjà produite, une dégradation supplémentaire peut éventuellement se produire après un certain temps. La majorité des fabricants de composants n'est pas en mesure de donner effet aux garanties normales si le produit a été ôté d'une carte imprimée et remonté. De même qu'il existe toujours un risque d'endommagement, certains types de composants peuvent être extraits et réutilisés avec succès.

Cependant, si le circuit subit une défaillance prématurée en cours de fonctionnement, la responsabilité du risque incombe à la personne ayant autorisé le travail. Néanmoins, il est raisonnable de considérer qu'une réduction de la fiabilité est susceptible de se produire. Voir aussi en 7.9.

6.3 Composants sensibles

Quelle que soit la méthode de retouche utilisée, certains composants présentent un risque plus élevé que les autres. Le choix d'un outil comme les compétences de l'opérateur constituent alors des facteurs déterminants. Les composants suivants sont spécialement sensibles à la retouche et leur réutilisation est tout particulièrement déconseillée:

- condensateurs pastille céramique multicouches;
- diodes électroluminescentes;
- circuits intégrés à application spécifique en boîtier plastique avec broches ou en boîtier plat avec broches sur les quatre côtés;
- résistances de précision brasées à la vague;
- circuits intégrés en boîtier à connexions courtes grand format (>16 broches);
- boîtiers plats avec broches sur les quatre côtés brasés à la vague;
- boîtiers SOT23 et SO moulés en matériau thermoplastique;
- boîtiers à billes en boîtier plastique;
- boîtiers à billes céramiques;
- boîtiers à colonnes céramiques;
- photocoupleurs;
- cristaux et filtres à quartz.

En règle générale, il convient de ne pas réutiliser les composants. Il convient notamment de ne réutiliser aucun composant dont la feuille de données exclut tout particulièrement la réutilisation. Pour ces composants, l'utilisation d'une machine de retouche automatique, permettant de contrôler le temps, la température et le niveau de chauffage, est préférable, du point de vue de la fiabilité, aux méthodes manuelles.

6.4 Configuration des cartes imprimées et contraintes spatiales

De nombreux utilisateurs adoptent la technologie de montage en surface en raison de ses possibilités de miniaturisation rentable. Cependant, il convient que le concepteur des cartes imprimées parvienne à un compromis savant entre les différentes exigences contradictoires en matière de fonctionnalité, à savoir la réduction de la surface disponible, les essais électriques et la facilité d'assemblage et de retouche. La fiabilité du produit peut être sensible en ce qui concerne ces derniers éléments.

Si des composants sont trop proches, les composants adjacents ou de remplacement risquent d'être endommagés au cours de la retouche. La brasure à proximité pourrait être fondue une deuxième fois et entraîner un démouillage, une réduction de la capacité de fixation mécanique et un risque de joints secs. Pour les composants qui ont été fixés à l'aide d'adhésif et brasés à la vague, il convient, lorsque cela est possible, qu'une distance suffisante soit respectée autour des dispositifs, afin de leur permettre d'effectuer une rotation de 90° dans une direction (ou de 45° dans deux directions) pour déchirer l'adhésif tandis que les joints sont en fusion.

Le retrait de larges boîtiers de circuit intégré à broches multiples implique l'utilisation de gaz chaud, d'électrode chauffée ou d'équipement laser. Il est important de respecter une distance suffisante autour du boîtier afin de permettre à la tête de la retouche d'entourer complètement le dispositif, comme de laisser un espace suffisant entre les composants pour réduire le risque de refusion des joints adjacents.

6.5 Effets du dissipateur thermique

Si des retours de masse ou des dissipateurs thermiques importants sont présents dans un substrat de carte imprimée, ils peuvent entraîner une déperdition de chaleur du composant en cours de retouche. Un surplus de chaleur sur une plus longue période peut alors s'avérer nécessaire et représenter, à son tour, un risque d'endommagement des composants ou de la carte imprimée. Le fait que les joints à brasure ne puissent pas atteindre la température de refusion ne constitue pas une garantie que le composant (ou la carte imprimée) n'a pas subi de surchauffe. Ce problème de conception doit être résolu lors de la configuration de la carte imprimée. Si cela est possible, il convient que toutes les connexions de sortie de composants nécessitant une retouche, y compris les types à broches à trous traversants, soient isolées

thermiquement des retours de masse et des dissipateurs thermiques complets à l'aide d'un court morceau de conducteur en cuivre.

Si un dissipateur thermique doit être fixé à un composant, il convient soit qu'il puisse être retiré sans perturber ni contraindre les joints à brasure soit, s'il ne peut pas être retiré, qu'il n'empêche pas d'accéder à l'outil de retouche approprié ni qu'il ne joue lui-même le rôle d'un dissipateur déterminant pour la chaleur appliquée par l'outil de retouche. En cas d'utilisation d'un outil de brasage inapproprié, la probabilité que les composants adjacents soient touchés et endommagés peut s'avérer aussi élevée que la probabilité qu'un choc thermique affecte le dispositif retouché. Il faut veiller, si possible, à détacher le dissipateur thermique avant d'enlever la partie électronique.

Par ailleurs, il peut parfois s'avérer nécessaire de protéger le corps d'un composant d'une température de retouche excessive, par exemple en fixant un dissipateur thermique local entre le corps et le joint à brasure. Par exemple, une pince crocodile spéciale peut être utilisée à cet effet.

6.6 Type de matériau de carte imprimée

Pour réduire le risque de détachement d'une pastille conductrice pendant la retouche, il convient de choisir lors de la conception un matériau à base d'époxyde de verre textile conforme à la spécification intermédiaire appropriée de la série CEI 61249, ou tout autre matériau comparable. Certains matériaux de base d'usage courant présentent une faible résistance inhérente à l'exfoliation de la gaine en cuivre, et leur utilisation accroît le risque de détachement des pastilles au cours de la retouche.

Pour garantir un endommagement minimal de la carte imprimée lors de la retouche, il convient que le laminé de base soit choisi de sorte à pouvoir supporter les procédures de modification, réparation ou retouche. La série CEI 61249 fournit le critère de performance de divers laminés utilisés dans la production de différents types de cartes imprimées rigides. Les procédures de retouche et les méthodes d'essai sont identifiées pour déterminer la capacité de la carte à conserver ses caractéristiques à la suite d'expositions multiples aux températures d'assemblage ou de retouche.

6.7 Matériau constituant les réserves de brasage et taille de l'ouverture

Les propriétés adhésives des réserves de brasage photosensibles et le rapport largeur/longueur des bandes de réserves entre les pastilles adjacentes peuvent influencer le choix d'un outil de retouche. La surchauffe de ces réserves peut provoquer un soulèvement local. Certains films photosensibles secs sont plus susceptibles d'entraîner un soulèvement et un enroulement autour des zones conductrices en cas de surchauffe, rendant nécessaire l'utilisation d'un scalpel ou d'un instrument similaire pour libérer les emplacements des pastilles pour les broches de composant de remplacement. Les films plus épais risquent plus de se soulever. Le montage multiple est réalisé sans masque de brasage entre les pastilles, comme indiqué à la Figure 2.

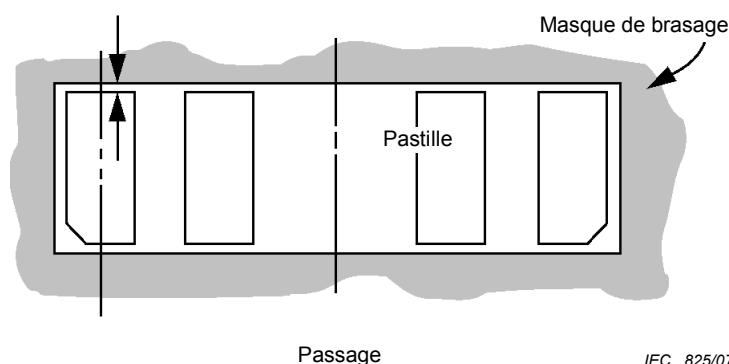


Figure 2 – Montage multiple sans masque de brasage entre les pastilles

Les conducteurs entre les pastilles, de pas inférieur ou égal à 1,0 mm, ne sont généralement pas recommandés en raison du risque important d'endommagement au cours de la retouche. Aménager des pastilles, un conducteur et deux espacements lorsque le pas total est de seulement 1,0 mm nécessite une largeur de conducteur de 0,15 mm, avec deux espacements de 0,15 mm. Ce scénario accepterait des pastilles de 0,55 mm. Voir la Figure 3 pour un exemple. Un conducteur de 0,15 mm représente le plus petit conducteur recommandé lorsqu'un masque de brasage est utilisé. En général, le masque de brasage est utilisé pour protéger un conducteur positionné entre deux pastilles prévues pour le montage en surface d'une pièce électronique. Si l'espace de chevauchement de ce conducteur (bande de masque de brasage) est petit (moins de 0,1 mm), il risque fortement de se soulever en raison de la proximité avec la chaleur appliquée à une pastille adjacente.

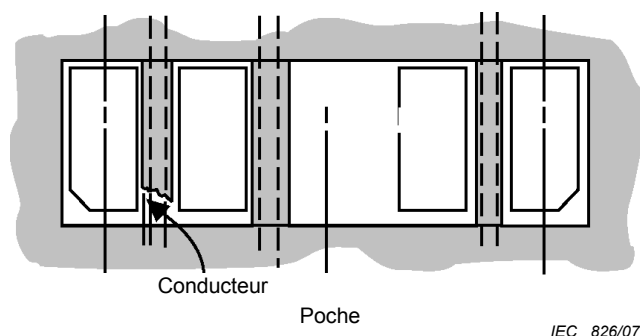


Figure 3 – Conducteur entre des pastilles sur un petit pas

Lorsque l'ouverture de la réserve est décalée pour entourer la pastille en cuivre et protéger une piste conductrice étroite entrante, un soulèvement lors du retrait du composant est fortement probable si le chevauchement s'étend sur moins de 0,125 mm. Afin de réduire au minimum le risque de soulèvement, il est recommandé d'éviter de placer des bandes étroites de réserve entre les pastilles à pas étroit. Voir la Figure 4. Cette situation rend nécessaire un contrôle de précision très strict lors de l'impression de la pâte à braser. En fonction de l'épaisseur du film, les films photosensibles mouillés sont généralement plus efficaces contre le soulèvement mais peuvent ne pas convenir lorsqu'une mise à l'essai des trous d'interconnexion est requise.

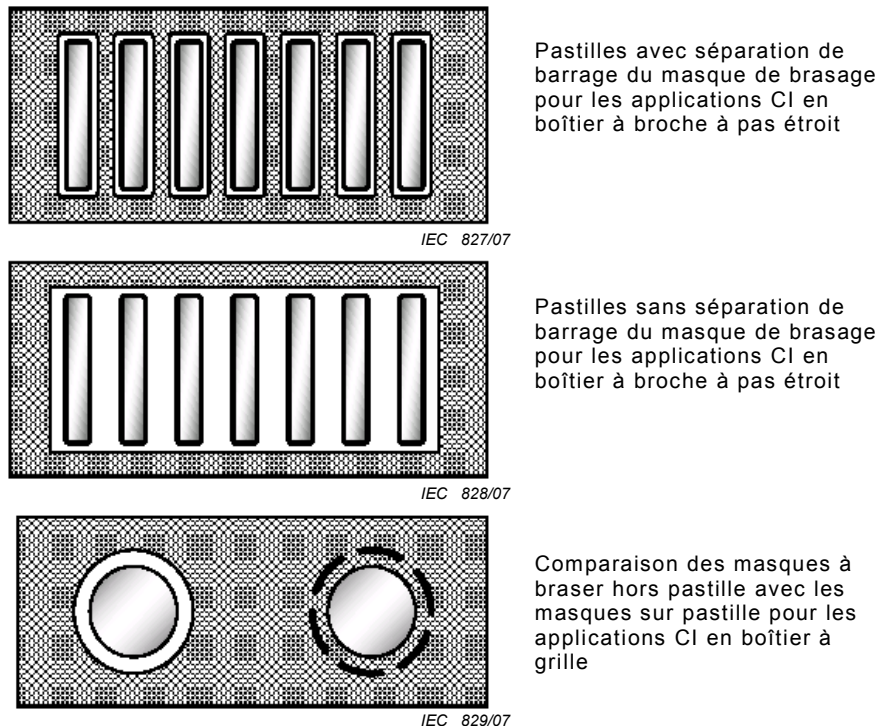


Figure 4 – Conception facultative du masque de brasage pour la fixation du composant à connexions de sortie multiples

6.8 Retouche des broches individuelles de dispositif à pas étroit

À l'exception des assemblages de prototypes pour lesquels une application dans la pratique n'est pas prévue, il est considéré comme imprudent d'essayer de remplacer manuellement les broches individuelles de circuit intégré ayant des pas de 0,5 mm ou moins. Le meilleur moyen d'y parvenir consiste à utiliser une thermode ou une unité de brasage par refusion laser, ou son équivalent, mais ceci implique l'application de flux et la refusion de tous les joints. Voir également en 11.3 et 11.4. La méthode de retouche est généralement déterminée par la densité du composant.

6.9 Retouche des boîtiers à billes

Les rayons X comme d'autres méthodes peuvent être utilisées pour détecter une humidité insuffisante et un pontage après brasage. Les boîtiers à billes peuvent être brasés par refusion soit en même temps que les autres composants montés en surface sur la carte imprimée soit à l'aide d'un équipement spécial conçu pour permettre un positionnement approprié et le brasage par gaz chaud des boîtiers individuels. Si un boîtier à billes défectueux doit être extrait, la procédure exige en principe que les outils à gaz chaud dirigent le flux de gaz sous le boîtier. Les outils à infrarouge et laser peuvent également s'avérer efficaces. Il est recommandé que la carte soit préchauffée afin de réduire la contrainte de la température lors de la réparation. La partie défectueuse peut être retirée dès que tous les joints sont en fusion. Une fois retirées, les pastilles doivent être redressées et une nouvelle pièce attachée à l'aide d'outils similaires de refusion de gaz chaud. Une nouvelle pâte à braser peut être ajoutée aux pastilles de la carte en boîtier à billes ou aux billes du nouveau composant elles-mêmes, selon le pas de bille du boîtier à billes. L'alignement manuel sans assistance optique est déconseillé. Pour le retrait et le remplacement du composant, les précautions suivantes sont nécessaires.

7 Préparation avant retouche et réparation post-brasage

7.1 Précautions électrostatiques

Il convient d'appliquer également les précautions visant à prévenir tout endommagement électrostatique des composants et des assemblages fonctionnant dans la zone d'assemblage originale à toutes les opérations de retouche et de réparation.

7.2 Eviter l'exposition des composants à des agents contaminants

Quand cela est possible, il convient d'extraire les composants de remplacement de leur emballage protecteur (par exemple, bandes ou tubes) au moment où ils sont utilisés et non au préalable. Il est important de respecter le niveau de sensibilité à l'humidité des composants et d'évaluer les conditions de stockage en vérifiant l'étiquette de sensibilité à l'humidité, figurant généralement dans l'emballage de la plupart des composants. Le transfert des composants dans des plateaux n'est pas recommandé à moins qu'ils ne soient couverts, propres et que tous les composants soient utilisés avant de charger à nouveau le plateau. Les expositions aux agents contaminants industriels peuvent entraîner des risques considérables pour l'aptitude au brasage et la qualité des joints retouchés. Un très grand soin est nécessaire avec les composants à broches multiples pour maintenir la coplanarité et le pas des broches. Il est recommandé de ne pas toucher les broches avec les doigts ou d'autres objets pour éviter de les contaminer et d'en altérer l'aptitude au brasage.

Les principaux outils permettant de manipuler les composants individuels et de les positionner manuellement sur les cartes imprimées sont le crayon à vide et la pince brucelle. Si ces outils sont utilisés pour manipuler des composants de pastille céramique pour montage en surface, l'usage d'une pince plastifiée conductrice est fortement recommandé afin de réduire le risque d'endommagement des corps en céramique fragiles. Avec ces outils, pour limiter les risques de contamination, il convient de manipuler les composants en les saisissant uniquement par le corps et non par leur connexion de sortie. En ce qui concerne les crayons à vide, il est recommandé de veiller à garder les petites plaquettes d'aspiration scrupuleusement propres et à les remplacer régulièrement. En cas d'utilisations répétées, leur surface d'aspiration se trouve peu à peu recouverte puis imprégnée d'une fine couche de saleté et de graisse, ce qui peut altérer l'aptitude au brasage de la pastille lors de leur mise en contact.

7.3 Elimination du revêtement de consolidation

Les cartes pleines et les cartes renvoyées pour réparation, par exemple, après avoir été utilisées dans la pratique, sont susceptibles d'avoir été recouvertes d'un revêtement de consolidation. L'élimination locale de cette couche présente autour du(des) composant(s) défectueux avant le début de la retouche est essentielle. Un très grand soin est nécessaire pour éviter d'endommager, ou de contaminer, les composants ajoutés adjacents et la carte imprimée. Il faut commencer par déterminer le type de revêtement afin de définir la méthode d'élimination. Une fois la méthode définie, l'utilisation pondérée d'outils chauffés tels que les dispositifs de séparation thermique, par abrasion par jet d'air et/ou produits chimiques, est possible. Il convient de respecter certaines précautions afin d'éviter qu'un instrument pointu n'endommage les composants ou la carte imprimée à proximité.

Afin d'éviter tout effet indésirable d'expansion mécanique et chimique, il convient de ne pas laisser les solvants en contact avec le matériau de revêtement ou les composants ajoutés pendant une durée supérieure à 15 min. Il est recommandé de nettoyer tout débris ou résidu laissé par le processus d'élimination du revêtement avant de commencer les réparations, à l'aide par exemple d'un crayon de nettoyage à vide. Il convient de ne pas utiliser les fers à braser pour éliminer le revêtement car ils peuvent provoquer une carbonisation du revêtement et un délaminage local de la carte imprimée. Pour les composants à broches, il est recommandé que chaque broche soit coupée individuellement avant toute tentative de retrait du corps du composant.

NOTE 1 Certains plastiques utilisés pour le revêtement de consolidation, comme le vernis au polyuréthane, peuvent dégager des fumées toxiques lorsqu'ils sont chauffés à des températures de fer à braser.

NOTE 2 Pour éliminer le revêtement, il convient d'utiliser uniquement les produits chimiques recommandés par le fournisseur du revêtement de consolidation. Il convient d'en vérifier la compatibilité avec les matériaux constituant la carte imprimée et le corps des composants ajoutés.

7.4 Composants inappropriés

Il convient de ne pas essayer de remplacer un composant défectueux par un composant ayant la même valeur mais un format de boîtier de taille différente. Un composant de ce type doit pouvoir s'adapter aux mêmes pastilles, mais le(s) joint(s) à brasure risque(nt) de ne pas répondre aux exigences spécifiées en termes de dimension ou de ne pas constituer des connexions fiables et durables. Il convient que les composants conçus pour le montage par trous traversants avec broches à fil ou bande ne soient pas fixés par brasage aux pastilles prévues pour des connexions de sortie pour montage en surface. Si cette opération ne peut pas être évitée, il convient que le corps du composant soit collé fermement à la carte imprimée avant le brasage. Si la méthode de brasage simultané est envisagée après le collage, il convient de vérifier que le composant est compatible avec le profil thermique du brasage prévu.

7.5 Nettoyage avant retouche

Pour de nombreuses tâches, l'application localisée d'un liquide ou d'un solvant adapté (par exemple, du propane 2-01) à l'aide d'une brosse est suffisante. Si une immersion totale est nécessaire, il convient que l'adéquation de tous les composants, de la carte imprimée comme des matériaux utilisés (par exemple, les réserves de brasage, les résidus de flux non nettoyés) avec une telle immersion soit garantie, comme leur compatibilité avec le liquide de nettoyage prévu.

7.6 Protection des composants adjacents sensibles

Si des composants ou des matériaux sensibles à la température se trouvent à proximité des composants retouchés et qu'il existe un risque de surchauffe comme, par exemple, lors de l'utilisation de systèmes à gaz chaud, il convient de mettre en place des déflecteurs ou un système de masquage. Dans le cas d'applications critiques, afin de prévenir tout dommage interne indétectable pouvant entraîner un choc thermique, il convient soit d'utiliser des capteurs pour mesurer les vitesses de chauffage et les températures maximales, soit de remplacer les composants sensibles.

7.7 Cuisson des assemblages préalable au remplacement du composant

Il peut s'avérer nécessaire de cuire, préalablement à la retouche, les assemblages de cartes imprimées multicouches retournées après utilisation ou qui ont passé un mois ou plus dans un espace non protégé afin d'en éliminer l'humidité absorbée. Cette mesure permet de réduire le risque de délaminage général de la carte et de fracture du boîtier en plastique du composant. Il convient que la cuisson soit effectuée à la température de stockage maximale de l'assemblage pendant une durée appropriée. Les valeurs types correspondent à 80 °C pendant 48 h ou à 70 °C pendant 60 h, en fonction du type de composant, du matériau et de la taille de la carte imprimée, du nombre de couches et de la configuration du plan de puissance ou du plan de masse. Les cartes à plan en cuivre hachuré sont plus rapides à sécher que celles présentant des zones solides et continues.

NOTE La planéité peut se trouver altérée si l'assemblage n'est pas correctement pris en charge pendant la cuisson.

7.8 Préchauffage de grandes cartes multicouches

Il convient de procéder au préchauffage dès lors qu'il est possible, et de le considérer comme nécessaire dans le cas des cartes multicouches. Comme la réduction de la durée de la retouche, le préchauffage est important pour éviter un choc thermique aux composants et pour diminuer le risque de délaminage local.

7.9 Préchauffage de composants de remplacement sensibles

Si le risque d'un choc thermique sérieux provoqué par l'outil de retouche à utiliser est connu, comme par exemple dans le cas d'un fer à braser, il est important de préchauffer les nouveaux composants. Le préchauffage s'effectue généralement dans un petit four, à proximité de l'atelier de retouche, qui est réglé soit à la température maximale de stockage du(des) composant(s) soit à la température maximale de fonctionnement sécurisé de la surface de manipulation.

8 Retouche post-brasage

8.1 Généralités

Outre les préparatifs nécessaires indiqués à l'Article 7, il existe neuf étapes élémentaires dans l'activité de retouche et de réparation des composants pour montage en surface. Ces étapes sont les suivantes:

- 1) réaligement du composant (ajustement) (voir en 8.2);
- 2) retrait du composant (y compris des composants adjacents si nécessaire) (voir en 8.3 et 8.4);
- 3) ajout de brasure et de flux (voir en 8.6 et 8.7);
- 4) élimination de l'excès de brasure des joints (voir en 8.8);
- 5) préparation des pastilles préalablement au remplacement des composants (voir en 8.9);
- 6) remplacement du composant (voir en 8.10);
- 7) nettoyage (si nécessaire) (voir en 8.11);
- 8) examen visuel et essai électrique (voir en 8.12 et 8.13);
- 9) remplacement du revêtement de consolidation (si nécessaire) (voir en 8.14).

8.2 Réalignement du composant (ajustement)

Même s'il n'est pas prévu d'extraire ou de retirer le composant, il convient que le flux soit toujours appliqué pour assurer une distribution égale de la chaleur et permettre une connexion en douceur, sans à-coups.

8.3 Retrait du composant

Les défauts typiques suivants qui donnent lieu au retrait du composant sont les suivants:

- anomalie (électrique, mécanique) du composant;
- mauvaise position ou orientation du composant;
- billes de brasage coincées sous le composant.

Les autres causes possibles de retrait du composant comprennent le retrait de composants coûteux en vue d'une utilisation future et le retrait de composants en raison de changements de conception.

8.4 Retrait des composants adjacents

Si la densité d'emballage du composant sur la carte imprimée est très élevée et/ou si la conception n'a pas respecté les exigences relatives à la retouche, tous les composants ou pièces qui limitent l'accès aux joints à brasure à surveiller peuvent devoir être retirés. Cette situation peut constituer un problème significatif pour les cartes qui ont servi. Par exemple, il est possible d'avoir à retirer des composants pour montage à trous traversants à broches, qui peuvent avoir été assemblés après essais, ou bien des circuits intégrés programmables encastés par la suite, afin de libérer l'accès aux composants montés en surface situés en dessous. Dans tous les cas, il convient de remplacer le composant défectueux comme le

composant non brasé pour libérer l'accès. La réutilisation des supports est considérée comme acceptable.

8.5 Réutilisation des composants

En règle générale, il convient de ne pas réutiliser les composants. Outre la détérioration déjà subie en termes de qualité, une dégradation supplémentaire peut éventuellement se produire après un intervalle de temps. Il convient de réutiliser les composants pour montage en surface extraits des cartes uniquement dans des circonstances tout à fait exceptionnelles. S'ils doivent être réutilisés, il convient qu'ils soient examinés visuellement et réessayés à 100 %. Normalement, la garantie du fabricant n'est plus valable en cas d'extraction de la carte imprimée et de réutilisation sur un autre site de pastille. Par exemple, les condensateurs pastille céramique multicouches exposés à un choc thermique excessif peuvent développer des microfissures internes lors des opérations de chauffage pour le retrait et le remplacement. Ces anomalies peuvent ne pas être décelables au moment de l'expédition mais peuvent entraîner des défaillances en service plusieurs mois plus tard. En outre, les condensateurs pastille céramique, les résistances pastille fixées et les condensateurs ajustables peuvent subir une fuite d'argent à partir de leurs connexions de sortie au cours des opérations initiales de brasage. Toute tentative de rebrasage risque d'entraîner une fuite supplémentaire et donc un appauvrissement d'argent au niveau de l'interface en céramique et le démouillage de céramique. Lorsque la probabilité de devoir retirer un circuit intégré est élevée et peut être prévue, comme dans le cas d'une extension de mémoire et de composants programmables, l'utilisation d'interfaces de connexion est recommandée.

8.6 Ajout de brasure et de flux

Les défauts susceptibles de rendre nécessaire l'ajout de brasure (remplissage) et de flux comprennent

- quantité inadéquate de brasure (erreur de conception ou de processus),
- joint sec, y compris l'alignement horizontal non prévu et l'effet crocodile,
- élimination de la brasure, due par exemple au soulèvement de la réserve ou à une configuration de la carte imprimée inadaptée.

L'ajout de nouveaux composants implique l'utilisation de brasure et de flux frais. Au cours de l'ensemble des opérations de retouche, l'application d'un liquide «non propre» de bonne qualité, de résidu bas, de RMA ou de flux faible similaire est recommandée, conformément à la CEI 61190-1-1. Un flux faible «résidus bas» ou «non propre» peut s'avérer particulièrement important pour la réparation s'il n'y a pas de nettoyage ultérieur et constitue un élément essentiel de la réduction du risque de corrosion des résidus de flux.

Si le flux est appliqué préalablement au retrait du composant, il reste généralement suffisamment de brasure adhérente à la pastille pour éviter le besoin de brasure supplémentaire pendant le remplacement. Cependant, il est conseillé de retirer autant de brasure que possible pour réduire le niveau général de composés intermétalliques et/ou d'autres agents contaminants dans le joint. Une application uniforme du flux est possible à l'aide d'un tampon de coton, d'une brosse douce ou d'une seringue. Comme le retrait d'oxydes des surfaces à braser, la couche de flux permet également à la brasure de fondre plus rapidement et de manière plus homogène, et réduit donc la durée de retouche et les risques de surchauffe.

En cas de préchauffage, il convient de ne pas appliquer le flux sans attendre quelques secondes avant le début de l'activité de retouche. Si la retouche est effectuée à proximité des zones de contact (par exemple, les contacts d'extrémité ou le clavier), il est recommandé de veiller à éviter la contamination des contacts par le flux. L'utilisation d'un masque approprié est recommandée. Les résidus de flux ou de bande sur les contacts peuvent être éliminés à l'aide d'une lingette imprégnée de propane 2-01 ou d'une substance équivalente.

La pâte à braser et le fil à braser utilisés pour la retouche doivent être conformes, respectivement, à la CEI 61190-1-2 et à la CEI 61190-1-3.

8.7 Ajout

L'ajout de joint à brasure n'est pas recommandé en tant que réparation cosmétique. Cette pratique s'applique principalement aux joints dont la brasure est insuffisante soit en raison du processus d'assemblage, soit en raison d'une mauvaise conception, ou les deux. Généralement, il faut choisir entre fournir de petites quantités de pâte à braser et appliquer de la chaleur à l'aide d'un crayon à gaz chaud ou appliquer du flux pour améliorer la distribution de la chaleur avant d'utiliser un fil à braser simple et un petit fer. Lorsque du fil à mèche est utilisé, il est possible que certains joints ne nécessitent pas de préfluxage; certains en ont besoin, en fonction de leur taille et de leur forme.

Les condensateurs pastille céramique multicouches réclament une attention particulière. Afin de réduire au minimum le risque d'endommagement interne causé par un choc thermique, il est recommandé de prendre les précautions suivantes:

- a) Il convient que la pastille soit préchauffée doucement à 100 °C.
- b) En cas d'utilisation d'un fer à braser, il convient que sa puissance nominale ne dépasse pas 30 W, que le diamètre de sa pointe soit inférieur à 2 mm et que sa température de pointe maximale soit fixée à 280 °C. Ces paramètres peuvent s'avérer essentiels pour la retouche des dispositifs au cours de laquelle des matériaux d'encapsulation thermoplastiques sont utilisés. Il convient que la chaleur soit appliquée aux joints par la zone des connexions de sortie, et non par le corps du composant.
- c) Il convient que la durée de l'ensemble du brasage ne dépasse pas 5 s, depuis la première application du fer jusqu'à son retrait.

Afin de limiter les risques de fuite au cours de la retouche, l'utilisation de 2 % d'argent dans la brasure de retouche est recommandée quand des composants à puce en céramique sont utilisés. Si nécessaire, il convient que les conditions de travail (comme par exemple, la température du fer à braser) soient choisies en fonction du matériau de brasure et du composant traité.

Si nécessaire, avec de la dextérité et de la pratique, la pâte à braser peut être déposée à l'aide d'une petite seringue sous pression sur les pastilles individuelles avant de placer le(s) nouveau(x) composant(s). Des informations sur les réservoirs sous pression sont données en 12.3. Pour cet usage, les embouts de seringues coniques en polypropylène sont préférables aux tubes en acier inoxydable à côtés parallèles, étant donné que les tubes en acier se bloquent plus fréquemment.

Sur les boîtiers à plusieurs broches ayant un pas de broche de 1,27 mm ou inférieur, il peut s'avérer impossible de déposer la pâte manuellement sur les pastilles individuelles de manière efficace. Cependant, la technique consistant à étaler la pâte à la manière d'une fine couche de dentifrice le long de la rangée de pastilles est parfois utilisée. Lorsque la chaleur est appliquée aux broches du nouveau composant, la tension de surface tire une quantité de brasure sur chaque broche et chaque pastille. Quelques courts-circuits dans les intervalles peuvent nécessiter de l'attention.

Une autre méthode consiste à se munir d'un fer à braser miniature dans une main et d'une paire de pinces dans l'autre, et à appliquer tout d'abord le fer sur deux broches assez éloignées pour fixer le composant dans sa position. La pince peut alors être délaissée au profit du fil à braser et chaque joint est travaillé à son tour, jusqu'à ce que la quantité appropriée de brasure pour réaliser un bon joint soit obtenue. Réaliser de bons joints exige des compétences très étendues.

Pour remplacer les dispositifs à pas étroit, dont le pas est par exemple inférieur ou égal à 0,65 mm, après avoir retiré autant de brasure que possible de chaque pastille, l'utilisation d'une thermodé à tête unique ou d'une machine à gaz chaud est recommandée. Des

informations sur les thermodes et les machines à gaz chaud sont données en 11.4 et 11.2, respectivement.

Une méthode permettant d'appliquer des quantités mesurées de brasure supplémentaire consiste à utiliser un kit de bandes en polyimide autoadhésives de dimensions spéciales, avec une bande de brasure de la longueur de la rangée de broches à fixer. Un alignement minutieux de la bande et des pastilles est essentiel avant l'application d'un fin revêtement de flux et le placement du composant. Des encoches dans la bande permettent d'aligner les broches du composant. La cassette est ensuite retirée soigneusement après le brasage.

La chaleur peut être appliquée à l'aide soit d'une machine à gaz chaud, soit d'une machine à thermode. La thermode est parfois préférée car, après le positionnement, le composant peut être soulevé au-dessus des pastilles de sorte que la brasure est visible lors du chauffage. Une fois qu'il est en fusion, le composant est abaissé sur les monticules de brasure et maintenu jusqu'à la refusion et ensuite, la solidification. Des machines à infrarouge centrées peuvent également être utilisées pour cette procédure.

8.8 Retrait de la brasure en excès sur les joints

Pour retirer la brasure en excès, il est possible d'utiliser un fer à braser seul, de l'utiliser avec une tresse en cuivre ou d'utiliser un outil de débrasage. Ces applications sont décrites dans les parties correspondantes des Articles 8, 9 et 10.

8.9 Préparation des pastilles préalablement au remplacement du composant

Après le retrait du composant, certaines des pastilles de carte imprimée peuvent présenter une quantité de brasure supérieure à la quantité d'origine, ce qui permet d'éviter l'application de plus de brasure. Cependant, il est conseillé de retirer autant de brasure que possible pour réduire le niveau général de composés intermétalliques et/ou d'autres agents contaminants dans le joint. Dans tous les cas, il convient qu'une variation excessive de hauteur soit atténuée avant d'essayer de remplacer le composant.

Un solvant adapté ou une lame chauffée peut s'avérer nécessaire pour retirer une quantité suffisante de résidu d'adhésif de sorte que le composant de remplacement pour montage en surface puisse se positionner de manière adéquate sur les zones de pastilles. Normalement, il n'est pas nécessaire de remplacer l'adhésif, à moins qu'il n'ait été appliqué pour augmenter la résistance mécanique post-assemblage.

8.10 Remplacement du composant

Les raisons pouvant nécessiter le remplacement du composant sont, entre autres:

- l'absence d'un composant au cours du positionnement;
- le décollement d'un composant au cours du brasage ou du nettoyage;
- le retrait du composant lors de la retouche;
- l'indisponibilité d'un composant au moment de l'assemblage initial;
- un changement de conception tardif.

Des directives relatives au remplacement des composants sont données aux Articles 10, 11 et 12.

8.11 Nettoyage (si nécessaire)

Pour les cartes de grande taille, largement occupées, où plus d'un cycle de retouche peut se produire, il est recommandé que le nettoyage soit limité aux sites de retouche locaux, par exemple à l'aide d'une brosse, jusqu'à ce que toutes les modifications nécessaires aient été effectuées. Il convient de veiller à éviter d'étendre la contamination du flux aux zones proches. En cas de recours à une méthode par ultrasons, il convient de limiter cette méthode au nettoyage final par immersion et qu'une documentation soit disponible pour la réalisation

d'un contrôle indiquant que l'exposition aux ultrasons ne réduit pas les capacités mécanique ou électrique du produit ou du composant nettoyé. Il convient qu'un flux «non propre» soit utilisé pour la retouche uniquement dans les cas n'impliquant pas d'opération de nettoyage final par immersion.

8.12 Examen visuel et essais électriques

Il convient que l'examen visuel post-retouche soit effectué conformément aux CEI 61191-1, CEI 61191-2, CEI 61191-3 ou CEI 61191-4. Il convient, au cours de la retouche, de veiller à éviter la contamination aux points d'essais électriques avec les résidus de flux, notamment en cas d'approche «non propre».

8.13 Vérification de l'intégrité thermique des joints à brasure

Une vérification des caractéristiques des joints à brasure peut être effectuée en appliquant un laser, ou un autre faisceau, sur chaque joint l'un après l'autre et en consignait la vitesse d'élévation de la température, à l'aide par exemple d'un capteur infrarouge. Quand la vitesse est supérieure à la normale, le joint est signalé comme étant en mauvais état.

8.14 Remplacement du revêtement de consolidation local (si nécessaire)

L'exigence première avant tout renouvellement du revêtement local consiste à déterminer le type du revêtement, et à définir la méthode de retrait et de remplacement du revêtement. Les caractéristiques de solidité, de transparence, de solubilité, d'aptitude à l'entrelacement, d'aptitude au retrait thermique et d'épaisseur du revêtement influencent toutes le choix d'une méthode d'élimination du revêtement qui ne présente pas de risque d'endommagement des composants prévus pour rester dans l'assemblage. Il convient que le revêtement de remplacement soit de formule identique. Un degré de propreté identique à celui qui était nécessaire avant l'application du revêtement d'origine doit être assuré dans la zone retouchée. Les techniques permettant d'ajouter un nouveau revêtement varient de l'application manuelle à l'application par vaporisateur automatisé. Il convient de n'utiliser aucun flux « non propre » pour la retouche. Une RMA ou un flux à résidu bas sont préférés. Il est recommandé que la température de traitement ne dépasse pas la température maximale admise pour le composant dont la température maximale de stockage est la plus basse, ni la température t_g de la carte.

9 Choix des méthodes, des outils et de l'équipement de retouche

9.1 Généralités

Les caractéristiques essentielles d'un kit d'équipement de retouche sont les suivantes:

- a) Il convient que l'équipement ne présente aucun risque pour la santé ou la sécurité des opérateurs.
- b) Il convient que l'équipement n'entraîne aucun dommage pour
 - 1) le composant retouché,
 - 2) les composants adjacents,
 - 3) la carte imprimée.
- c) Il convient que l'équipement dispose d'un chauffage intégré pour limiter les chocs thermiques.
- d) Il convient que l'équipement soit simple d'utilisation: compétences nécessaires minimales.
- e) Il convient que l'équipement consiste en une unité simple pour le retrait et le remplacement du composant, l'ajout et l'élimination de brasure.
- f) Il convient que l'équipement augmente le moins possible la durée nécessaire pour la retouche.

- g) Il convient que les dimensions de l'outil s'appliquent à la densité du composant de l'assemblage.
- h) Il convient que l'équipement comporte un tube d'aspiration pour le retrait du composant après refusion et/ou fracture du joint d'adhésif.

9.2 Conformité de l'équipement de retouche avec les conditions préalables relatives au composant et à la carte imprimée

9.2.1 Généralités

Lors de la retouche des joints à brasure à broches de composant à montage par trous traversants classiques, un fer à braser et un outil de débrasage à vide permettent de travailler avec la majorité des types de dispositifs courants. Malheureusement, la technologie de montage en surface ne permet pas qu'un équipement unique soit utilisé de manière rentable pour les opérations de retouche sur tous les types de composant pour montage en surface et sans altérer leur fiabilité. Les assembleurs peuvent décider d'accorder plus d'importance à certaines conditions préalables, selon l'application du produit et les priorités de récupération. Quelques exemples des priorités à prendre en considération:

- a) conservation de l'assemblage principal de carte imprimée à tous prix;
- b) conservation du composant en raison de son coût élevé ou de la non disponibilité d'un composant de remplacement;
- c) conservation de la carte imprimée et du composant pour les réutiliser ou les analyser.

De nombreux outils différents peuvent être nécessaires, comme un ensemble de têtes différentes pour chaque retouche, réparation ou modification. Le choix de méthodes, d'outils et d'équipement de retouche repose sur plusieurs facteurs. Ces facteurs sont étudiés dans de 9.2.2 à 9.2.4. La Figure 5 fournit un exemple de procédure de retrait de circuit intégré en boîtier à connexions courtes.

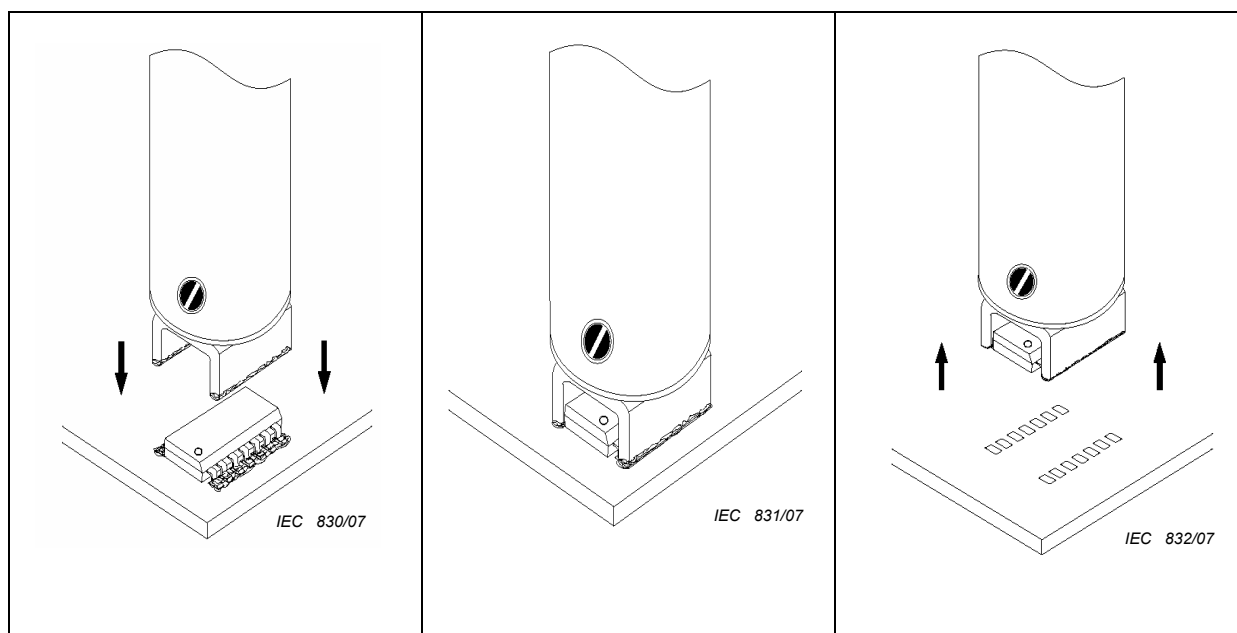


Figure 5 – Exemple de procédure de réparation d'un circuit intégré en boîtier à connexions courtes

9.2.2 Choix fondé sur les types de composant présents sur la carte imprimée

Pour chaque type de composant, une ou plusieurs technique(s) de retouche est mieux adaptée à son retrait. Par exemple, les dispositifs à broches multiples tels que les boîtiers plats avec broches sur les quatre côtés en plastique réagissent mieux au jet de gaz chaud, aux infrarouges ou aux unités d'électrodes chauffées car ces méthodes retirent le composant en une seule opération.

Le crayon à gaz chaud et les pinces chauffées conviennent mieux au retrait d'une résistance pastille simple. Le choix se fait très souvent en fonction de facteurs autres que la meilleure option technique, comme par exemple la disponibilité d'un outil ou des contraintes liées à un défaut de conception ponctuel.

9.2.3 Choix fondé sur le type de matériau laminé présent sur la carte imprimée

Le type de matériau utilisé dans la carte imprimée a deux effets principaux sur le choix de la méthode de retouche.

- Pour les laminés présentant une faible résistance à l'exfoliation du cuivre, comme le polytétrafluoréthylène, il convient que la configuration de l'outil et de la carte permette une visibilité suffisante des joints du composant afin de s'assurer que tous sont en fusion avant de soulever le composant.
- Pour les cartes dont la masse thermique est élevée, comme les types de cartes garnies de métal ou présentant des retours de masse de zone importants, afin d'éviter d'utiliser un outil ayant un débit calorifique nominal élevé, l'utilisation d'une plaque chauffante est souhaitable pour fournir un chauffage de base.

9.2.4 Choix fondé sur la structure de l'assemblage et les processus de brasage

Les assemblages qui ont été brasés à la vague comportent des dispositifs collés à la carte imprimée. Dans ce cas, les outils de retouche doivent pouvoir fournir une chaleur suffisante pour faire fondre la brasure et adoucir l'adhésif avant de permettre à un effort latéral de tordre le composant et de rompre la connexion. Pour les assemblages sans composants collés, par exemple les structures brasées par refusion, ces caractéristiques ne sont pas nécessaires. Il

suffit de leur appliquer un flux et de faire fondre la brasure. Le flux offre un effort thermique amélioré ainsi qu'une réduction de l'oxyde.

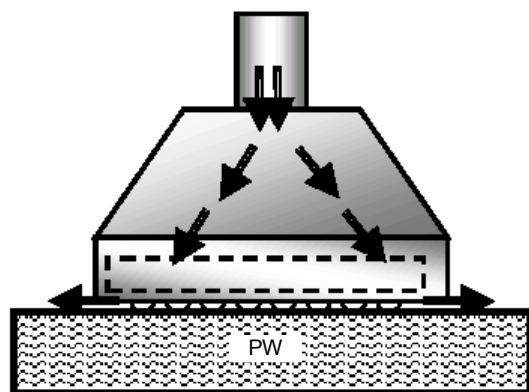
Quand les cartes présentent des composants pour montage en surface des deux côtés, la maîtrise du processus de retouche est nécessaire pour prévenir tout endommagement des joints ou toute perte de composants du côté inverse, directement opposés à ceux brasés par refusion, ainsi que la perte d'éléments adjacents. Dans certains cas, il peut s'avérer souhaitable de choisir l'utilisation d'adhésif d'un côté, même pour les assemblages brasés par refusion. Cette option n'empêche pas une refusion indésirable des joints et de ce fait, une croissance intermétallique, mais prévient au moins le risque de chute des composants. En prenant tous les facteurs en considération, les données du Tableau 1 indiquent l'outil à utiliser pour une sélection de types de composant. La Figure 6 donne un exemple de retrait de boîtier à billes par chauffage par gaz chaud ou par convection infrarouge.

Tableau 1 – Outils recommandés pour différents types de composants

Type d'outil	Type de composant									
	BGA	SOIC	PLCC	QFP	CLLCC	SOD	SOT	Pastilles	MELF	Passif à broches
Fers à braser miniatures (25 W ou 30 W, de 2 mm de diamètre) (voir en 10.2)		A B C D	A* B* C D	A* B* C D		A	A	A	A	A B C D
Fers à braser directement chauffés (voir en 10.3)		A B C D	A* B* C D	A* B* C D						A B C D
Crayons à gaz chaud (voir en 10.4)		A B C D	C D	C D	C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D	A B C D
Pincettes chauffées (voir en 10.5)						A	A	A	A	A
Fers à braser avec pointes spéciales (voir en 10.6)		A	A			A	A	A	A	A
Machines de retouche à gaz chaud (voir en 11.2)	A B	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*	A B C* D*
Équipement à infrarouge centré (voir en 11.3)		A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B
Équipement de thermode (voir en 11.4)		A B	A B	A B	A	A	A	A	A	A
Équipement de laser (voir en 11.5)	A B									
NOTE A = Retrait du composant, B = Remplacement du composant, C = Ajout de brasure, D = Elimination de brasure, * = Non rentable.										

Systèmes de retouche air/gaz chaud

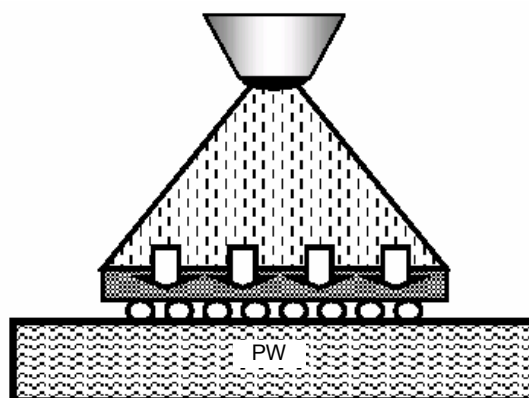
La chaleur est dirigée à travers un embout ou un dispositif cylindrique particulier adapté au contour du boîtier spécifique.



IEC 833/07

Systèmes à convection infrarouge

L'énergie (la chaleur) de longueur d'onde moyenne irradie depuis une lampe centrée au dessus du dispositif cible.



IEC 834/07

Figure 6 – Comparaison des processus de retouche à air/gaz chaud et à infrarouge

10 Méthodes et outils de retouche manuels

10.1 Généralités

Le présent article traite uniquement des principales techniques manuelles. Pour chacune des activités de retouche décrites dans les Articles 4 à 8, le Tableau 1 indique les outils de retouche recommandés pour tous les types de composant pour montage en surface communément utilisés.

10.2 Fers à braser (énergie stockée) miniatures classiques

Ces fers ont de petites pointes (de 2 mm de diamètre maximal) et peu d'énergie thermique stockée pour permettre une retouche sécurisée des géométries les plus délicates rencontrées sur les cartes et les composants pour montage en surface, par exemple en réduisant les risques de chocs thermiques. Voir la Figure 7.



IEC 835/07

Figure 7 – Fer à braser miniature classique

L'utilisation de modèles 25 W ou 30 W à température contrôlée est primordiale. Il convient que la température de ralenti soit fixée à $260\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$, avec des vérifications régulières des pics de température étant donné que des variations importantes se produisent au cours de l'utilisation. Selon la nécessité, les conditions de fonctionnement de la température du fer à braser, du pistolet à air chaud, etc., sont choisies en fonction du matériau de brasure et du composant traité.

NOTE Lors de la retouche de petits composants dont le corps est en matériau thermoplastique et dont les points de fusion sont généralement situés entre 270 °C et 280 °C , il convient d'envisager un pic de température légèrement plus bas.

Les résistances et condensateurs pastille céramique sans broche peuvent être retirés en appliquant la pointe du fer chaud au centre de la pastille (pour le retrait et le dépôt uniquement) et, lorsque les deux joints sont brasés par refusion, en utilisant une paire de pinces en métal fin pour soulever le corps. Pour les composants fixés à l'aide d'adhésif, une rotation et un mouvement vers le haut simultanés sont nécessaires. Il convient de considérer cette procédure comme destructive pour tous les composants à puce. Il est essentiel qu'ils ne soient pas réutilisés. Bien que cette méthode fonctionne, elle n'est pas recommandée.

Les dispositifs en boîtier avec broches en bande ou fil sont retirés par la refusion de chaque joint l'un après l'autre et par le pliage de chaque broche vers le haut en s'éloignant de la carte imprimée, jusqu'à sa libération. Un crayon à vide ou une pince à ouverture large est utilisé(e) pour soulever le corps du composant. Cette approche est également destructive, prend beaucoup de temps et peut s'avérer inapplicable sur les boîtiers en plastique avec broches. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de retirer l'excès de brasure des joints individuels préalablement à l'opération principale, à l'aide d'un fer à braser à vide miniature ou d'une tresse en cuivre. Pour l'ajout de brasure, l'utilisation de fil fourré ou solide est recommandée.

10.3 Fers à braser directement chauffés

Ces fers disposent de petits systèmes de chauffage intégrés dans la pointe. Le chauffage de la pointe est autorégulé et ne consomme du courant que lorsque cela est nécessaire pour maintenir la température fixée pour la pointe. Cependant, comme les fers à énergie stockée, ce type de fer est toujours en mesure de déclencher un chauffage rapide et il convient de s'en servir avec précaution pour remplacer ou toucher des composants sensibles à la température, comme par exemple les condensateurs pastille céramique.

Le brasage peut être réalisé de manière satisfaisante à des températures de pointes inférieures à celles des fers classiques, rendant la retouche moins risquée pour les

opérateurs et réduisant les risques d'endommagement thermique pour la carte imprimée et le composant.

Les fers directement chauffés sont plus rapides à chauffer et refroidir, et permettent ainsi de changer plus facilement de pointe. Grâce à cette caractéristique d'autorégulation, une pointe unique peut être utilisée avec une vaste gamme de composants et dans un grand nombre de situations de masse thermique de carte imprimée. Cependant, pour obtenir de meilleurs résultats avec les composants pour montage en surface, une gamme de pointes spécialement conçues est disponible pour les boîtiers jusqu'à 84 broches. Les grandes pointes peuvent s'avérer moins efficaces que les petites. Elles limitent la visibilité du joint et, lorsque l'opérateur retire le dispositif, il risque de se soulever trop rapidement et de retirer de la carte le conducteur ou la pastille.

10.4 Crayons à air/gaz chaud

Les crayons à air/gaz chaud sont des instruments petits et portatifs qui fournissent un flux contrôlé de gaz chauffé, généralement de l'air. Le jet de gaz chaud est assez fin pour être dirigé vers les joints individuels et il convient qu'il fournisse suffisamment de chaleur pour entraîner leur refusion, l'un après l'autre. Ils peuvent servir pour tous les types de retouche, et des modèles portables fonctionnant au gaz butane sont également disponibles.

Pour le retrait des composants à broches, chaque broche individuelle doit être refondue et retirée hors de sa pastille à l'aide de pinces pour empêcher que le joint ne se reforme. Quand toutes les broches ont été traitées de cette manière, le dispositif peut être soulevé à l'aide de pinces appropriées ou d'un crayon à vide.

Pour les types de composant à broches multiples, comme pour le fer à braser miniature, cette méthode est très lente, mais applicable là où d'autres techniques plus appropriées ne sont pas possibles. Les crayons à air/gaz chaud peuvent ne pas être appropriés pour retirer de grands composants sans broche, comme des grands condensateurs pastille céramique ou des boîtiers céramique avec broches.

En cas d'utilisation sur des dispositifs plus petits comme des pastilles en céramique et des boîtiers pour petit dispositif à broches, il est possible de fondre tous les joints en même temps en dirigeant le jet d'un côté vers l'autre, au-dessus des broches du composant. Le gaz est pulvérisé de part et d'autre lorsqu'il entre en contact avec la carte imprimée et il convient de veiller à ce que les composants adjacents ne subissent pas de surchauffe et d'éviter que de petits composants à puce ne soient éjectés hors de la carte imprimée par le jet.

Pour l'ajout de brasure, l'utilisation de pâte à braser ou de préformes plutôt que de fil est recommandée. Le retrait de la brasure exige du cuivre nickelé fluxé propre et de bonne qualité sur les joints individuels. L'utilisation d'une pointe en fer légèrement mouillée peut suffire à retirer l'excès de brasure des petits joints de composant à broches, mais il convient de ne pas utiliser cette méthode pour les composants à puce.

Le remplacement du composant peut s'effectuer en déposant tout d'abord de la pâte à braser sur le modèle de circuit du composant au moyen d'une seringue sous pression, en positionnant ensuite manuellement chaque composant, soit en réalisant la refusion de chaque joint l'un après l'autre, soit en faisant osciller le jet pour obtenir la refusion de tous les joints sur les petits composants simultanément. Pour les dispositifs à broches multiples, cette méthode est très lente mais, une fois encore, est possible dans des cas où des techniques plus appropriées peuvent ne pas être disponibles.

10.5 Pinces chauffées

Les pinces chauffées peuvent fonctionner de la même manière que les fers à braser directement chauffés ou bien utiliser une méthode d'énergie stockée. Les pinces sont munies de têtes en métal résistantes de forme spéciale qui transportent du courant permettant de

générer de la chaleur au niveau de leurs pointes. Cependant, le courant ne passe pas à travers le dispositif retouché. La chaleur peut provenir d'un flux de courant continu ou pulsé.

Lorsque les extrémités d'un composant à deux bornes sont tenues par les pointes de la pince, la chaleur est transférée aux joints et entraîne leur refusion simultanée, de sorte à libérer le corps qui peut être soulevé avant que la brasure ne refroidisse et que les joints ne se reforment. L'avantage principal de cette méthode est de ne nécessiter qu'un seul geste. L'outil est ainsi particulièrement adapté à la retouche de composants collés qui nécessitent une rotation d'approximativement 90° pour rompre l'adhésif lorsque les joints à brasure sont en fusion. Il convient que la configuration de la carte imprimée ménage suffisamment de place pour permettre la réalisation de cette procédure.

Un inconvénient de cet outil tient à la difficulté de voir précisément le moment où la brasure entre en fusion, ce qui induit le risque qu'un utilisateur inexpérimenté agisse trop tôt et tente d'extraire les pastilles en cuivre de la carte imprimée pendant les actions combinées de rotation et de soulèvement.

Les pinces chauffées sont adaptées au retrait des petits composants à broches multiples, jusqu'à six broches par exemple. Après le dépôt de flux sur les joints, l'action est identique à celle décrite précédemment pour les composants à deux bornes.

Il n'est pas possible de toucher, ajouter et retirer de la brasure avec ce type d'outil et il convient d'utiliser une autre méthode. Cet outil n'est généralement pas recommandé pour le remplacement de condensateurs pastille sensibles à la température en raison des risques de choc thermique.

10.6 Fers à braser à pointes spéciales

Ces fers à braser classiques à énergie stockée sont équipés de pointes spéciales interchangeables leur permettant de s'adapter à une gamme limitée de boîtiers standard pour composants à puce. Les pointes peuvent s'adapter à la majorité des composants céramique standards pour montage en surface rectangulaire (résistances, condensateurs), aux électrodes métalliques soudées par la face avant, aux boîtiers de diodes ou transistors en boîtier à connexions courtes (SOD/SOT) et à certains circuits intégrés en boîtier à connexions courtes plus petits et aux boîtiers en plastique fin à connexions courtes.

Les utilisateurs les fixent parfois à de petits supports de perceuse pour conserver l'alignement x, y, assurer un meilleur contrôle de la pression vers le bas et maintenir la coplanarité entre la face de l'outil et la carte imprimée. Pour la pointe, une température moyenne de 260 °C ± 20 °C est recommandée. Selon la nécessité, les conditions de fonctionnement de la température du fer à braser, du pistolet à air chaud, etc., sont choisies en fonction du matériau de brasure et du composant traité.

Certains fabricants proposent des pointes adaptées aux plus petites tailles de boîtiers plastique avec broches (jusqu'à 84 broches). Ces pointes peuvent servir à appliquer un effort aux composants collés lorsque la brasure est en fusion, mais cette dernière condition peut s'avérer difficile à percevoir, selon la profondeur de la cavité de la pointe et la proximité des composants adjacents. En raison de l'impossibilité de distinguer clairement le moment où la brasure est en fusion, une attention particulière est requise pour éviter d'extraire les pastilles de la carte alors que des matériaux tels que du polytétrafluoréthylène présentant une faible résistance à l'exfoliation du cuivre sont utilisés. Pour le retrait du composant, les têtes d'outil de la meilleure qualité sont équipées d'un plateau de maintien à vide pour faciliter le soulèvement du boîtier au moment où la température de refusion est atteinte.

Il n'est pas possible d'ajouter ni de retirer de la brasure avec ce type d'outil et il est recommandé au préalable d'utiliser une autre méthode. Cet outil n'est pas recommandé pour le remplacement des composants, mais peut servir en cas d'urgence si aucun autre outil n'est disponible. Dans ce cas, il peut nécessiter un affûtage. Il limite la visibilité du joint et, pendant

le retrait du dispositif, l'opérateur risque de le soulever trop rapidement et de retirer la piste ou la pastille de la carte.

11 Machines de retouche mécaniques et programmables

11.1 Généralités

Pour chacune des activités de retouche décrites dans l'Article 8, le Tableau 1 indique les machines et les outils de retouche mécaniques et/ou programmables recommandées pour tous les types de composant pour montage en surface communément utilisés.

11.2 Machines de retouche à air chaud

Les machines de retouche à air chaud constituent un équipement d'établi capable de fournir un flux d'air/gaz chaud à travers des embouts ou par l'intermédiaire d'un bloc de dissipation d'énergie sur les broches du composant. Ces machines sont conçues principalement pour être utilisées avec des boîtiers à broches multiples et peuvent servir pour le brasage initial comme pour le retrait et le remplacement de composants. Il convient d'éviter les décapants pour peinture à air chaud, les pistolets de retrait à la chaleur et les sèche-cheveux portatifs.

Les buses forment généralement un boîtier profilé de petits tubes assemblés dans un bloc. Pour les boîtiers plastiques avec broches, les embouts sont orientés vers l'intérieur, à proximité de leurs pointes pour diriger le flux vers les joints du composant. Pour les boîtiers plats avec broches sur les quatre côtés, elles sont dirigées tout droit vers le bas. Des types à déflecteurs permettent le passage du gaz chauffé à travers des encoches alignées le long des rangées de broches spécifiques du composant. Dans les deux cas, les têtes sont adaptées au type et à la taille de chaque boîtier individuel; mais sur certaines machines, le boîtier prévu pour un dispositif de grande taille sert également à la retouche de dispositifs plus petits, dans la mesure où la conception de la configuration de la carte imprimée accepte un espace assez vaste autour du boîtier de plus petite taille pour en permettre l'accès.

Les blocs de tête sont interchangeables et ne sont pas nécessairement rapides; ce critère dépend du type de machine. La plupart des machines dispose d'une plaque chauffante intégrée ou d'un jet secondaire monté sous la carte imprimée pour fournir le préchauffage. En cas de volume important à retoucher, modifier ou réparer, il peut être souhaitable d'acheter une plaque chauffante ou un tunnel chauffé auxiliaire avec un profil de température progressif, de sorte que le préchauffage commence plus tôt et que les chocs thermiques soient évités lors du transfert des cartes vers le poste de retouche.

La température de l'air chaud et le débit sont réglés et déterminent le temps nécessaire pour la refusion. Un thermocouple situé dans l'écoulement du jet contrôle la puissance électrique dans l'élément chauffant. Une combinaison température/débit trop élevée peut entraîner la refusion des joints des composants à proximité. De nombreuses machines sont également équipées d'un minuteur pour couper le flux d'air chaud après une période programmable et prévenir ainsi la surchauffe du composant et de la carte imprimée.

Le processus peut être observé à l'aide d'un microscope binoculaire ou par l'intermédiaire d'une caméra vidéo et d'un écran d'ordinateur. Pour les dispositifs à pas étroit et les boîtiers à billes, le système optique utilise une méthode de prisme permettant le co-alignement précis des pastilles et des connexions de sortie du composant.

La plupart des systèmes dispose d'un plateau de maintien à vide intégré pouvant être activé pour extraire le composant de la carte imprimée, et certaines unités sont équipées de capteurs ou de ressorts fixés au plateau permettant de le soulever automatiquement lorsque la brasure est en fusion au niveau de tous les joints. Plusieurs modèles sont disponibles avec un petit crayon auxiliaire à jet simple, utilisable sur les joints individuels.

Ce type d'équipement est l'un des systèmes les plus appréciés pour le retrait et le remplacement des dispositifs présentant un grand nombre de broches. Il convient d'appliquer

du flux liquide à tous les joints et que tous soient soumis à refusion presque simultanément à l'aide de l'embout adéquat. Le corps du composant est ensuite extrait à l'aide du plateau de maintien à vide fourni.

À moins que l'équipement soit équipé d'un crayon à jet simple, il ne peut pas être utilisé directement pour appliquer de la brasure supplémentaire ou pour en retirer l'excès sans passer par la refusion de tous les joints. Le dépôt préalable de pâte à braser, les préformes fluxées ou les bandes d'adhésifs en polyimide pré-revêtues sont généralement nécessaires pour le remplacement du composant (voir Figure 8). Pour l'ajout de brasure, si la machine dispose d'un crayon, il est préférable de l'utiliser avec de la pâte à braser plutôt que d'appliquer du fil à l'aide d'un fer à braser. Voir également en 10.4.



IEC 836/07

Figure 8 – Système de brasage à air chaud

11.3 Equipement à infrarouge (IR) centré

L'équipement à infrarouge centré consiste en un faisceau centré de lumière infrarouge de longueur d'ondes courte, collimaté ou obturé pour limiter son rayon et l'adapter au(x) joint(s) du composant en refusion. Dans la plupart des cas, cette méthode peut servir à réaliser l'opération de brasage initiale ainsi que le retrait et le remplacement.

En raison de la méthode de transfert de la chaleur, ce processus est sensible à la couleur et à la masse thermique; c'est pourquoi certains composants tels que les circuits intégrés moulés en plastique noir peuvent devenir très chauds, à moins que des protections adaptées soient utilisées ou que le réglage et la programmation soient effectués très rigoureusement. De toute évidence, ce dernier point est sans importance si le composant doit être jeté après le retrait.

Pour réduire la durée du processus, il convient soit d'équiper la machine d'une station de préchauffage programmable soit de préchauffer la carte imprimée à distance et de la transférer ensuite rapidement vers la machine. La pièce est placée sur une plate-forme capable d'effectuer un mouvement x, y. Le cycle de chauffage peut être programmé pour fournir différents profils temps/température pour les connexions de sortie de composant de différentes formes et masses thermiques. Des modèles plus sophistiqués disposent de systèmes optiques à faisceau divisé pour faciliter l'alignement des broches en boîtiers de circuit intégré à pas étroit avec les modèles de pastille de carte imprimée, ainsi que d'obturateurs à changement rapide adaptés au type et à la taille des boîtiers individuels. Les faisceaux IR sont dirigés uniquement vers les broches, et non vers les plastiques intégrés.

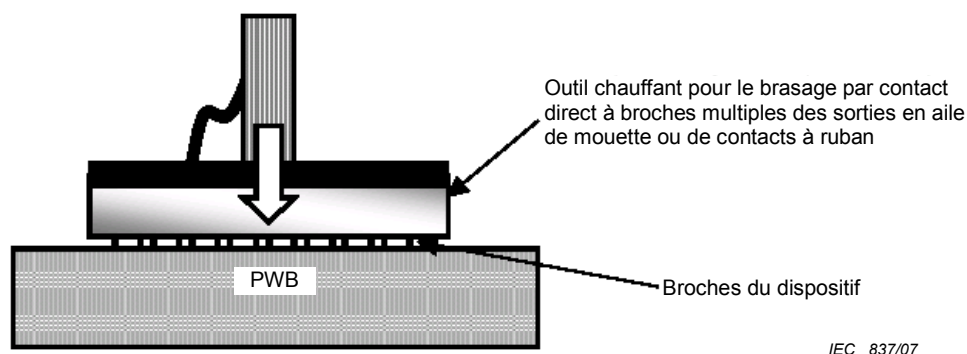
En outre, l'équipement peut disposer d'une tête de tube d'aspiration intégrée, réduisant la probabilité de soulèvement des pistes de carte imprimée lors d'essais d'extraction du composant répétés, en utilisant juste assez de force pour rompre la tension de surface de la

brasure en fusion. Préalablement au retrait du composant, il convient d'appliquer un flux liquide à tous les joints. Même s'il convient que l'obturateur et le programme de chauffage soient identiques à chaque retouche d'un type de boîtier spécifique, plusieurs séquences d'essai pour chaque nouveau circuit peuvent s'avérer nécessaires avec différentes couches et épaisseurs de cartes imprimées, afin d'établir le profil temps/température approprié.

À moins que l'équipement soit équipé d'un fer à braser miniature ou d'un crayon à air/gaz chaud à jet simple, il ne peut pas être directement utilisé pour appliquer de la brasure supplémentaire ou en retirer l'excès sans passer par la refusion de tous les joints. Le dépôt préalable de pâte à braser, de préformes fluxées ou de bandes d'adhésifs en polyimide revêtues de brasure est généralement nécessaire pour le remplacement du composant. Pour l'ajout de brasure, si la machine dispose d'un crayon, il est préférable de l'utiliser avec de la pâte à braser plutôt que d'appliquer du fil à l'aide d'un fer à braser. Voir également en 10.4.

11.4 Equipement à thermode (électrode chauffée)

Les techniques d'équipement à thermode sont utilisées pour le positionnement initial du composant comme pour le brasage et la retouche. Développé à partir de petits appareils à braser, l'équipement à thermode applique des méthodes de chauffages par résistance pulsée aux électrodes formées, conçues pour effectuer un contact simultané avec les connexions de sortie de dispositifs à broches multiples. Les matériaux à électrode ne sont pas mouillables par la combinaison flux/brasure utilisée sur les cartes imprimées et, comme avec les pinces chauffées, il n'apparaît presque pas de tension à travers les connexions de sortie du dispositif pendant le cycle de fonctionnement. Voir la Figure 9.



IEC 837/07

Figure 9 – Brasage par refusion à l'aide d'une thermode chauffée

Le système à électrode pour la retouche est généralement monté sur une sorte de bloc à colonnes pour appliquer un mouvement vertical très précis et maintenir la face de l'électrode coplanaire avec la base du bloc à colonnes et la surface de la carte imprimée. Il est important de vérifier régulièrement la coplanarité, par exemple toutes les heures. Il est également important de s'assurer que la disposition de la pièce fixe, pour chaque emplacement de modèle de pastille de carte imprimée, permet au bloc à colonnes de contrôler la coplanarité locale de la carte imprimée avec la base et l'électrode chauffée.

Les systèmes les plus sophistiqués sont équipés d'une tête flottante pouvant suivre la surface de la carte imprimée et assurer ainsi le maintien des broches du dispositif à plat sur la surface. La technique à thermode convient particulièrement aux boîtiers plats avec broches sur les quatre côtés et aux boîtiers plats qui ont justement été conçus pour cette méthode plutôt que pour les processus de refusion qui leur sont à présent appliqués. Cependant, à l'aide d'une électrode formée de manière adéquate pour s'adapter à chaque produit du fabricant, il est également possible, non sans quelque difficulté, de retirer et de remplacer les boîtiers plastiques avec broches en utilisant une machine à thermode.

Les cycles de retrait et de remplacement peuvent exiger du temps en raison de la nécessité de chauffer des masses thermiques relativement importantes. Au cours de cette dernière opération, il faut garder l'électrode en place en maintenant fermement les broches sur la carte imprimée jusqu'à la solidification de la brasure. Pour le retrait et le remplacement, il est souhaitable de préchauffer la carte imprimée jusqu'à 100 °C.

NOTE Il convient de rejeter les composants présentant une ou plusieurs broches déformées au point que la moindre partie de chaque broche exige un aplanissement vers le bas sur sa pastille, représentant plus de deux fois l'épaisseur de la broche. Un effort prolongé après la solidification de la brasure altère la fiabilité du joint, jusqu'à entraîner finalement une défaillance.

Pour les écartements de broches supérieurs à 0,8 mm, il est possible d'utiliser de la pâte à braser pour le remplacement, mais il peut se présenter quelques courts-circuits à rectifier et il existe un risque de voir se former des billes de brasure. Les composants à proximité entraînent la nécessité de déposer la pâte au moyen d'une seringue plutôt que par impression.

Un écartement inférieur à 0,8 mm rend difficile le dépôt uniforme de pâte sur chaque pastille en quantités assez réduites. Une des options possibles consiste à utiliser une pâte présentant une teneur moindre en brasure à la place de la pâte habituelle. Des préformes fluxées peuvent également être utilisées sur les boîtiers en plastique souple, mais leur conception est spécifique à chaque type de boîtier. Il arrive parfois qu'il reste suffisamment de brasure sur la pastille après le retrait du composant; dans ce cas, seul l'ajout de flux est nécessaire.

Comme pour l'équipement à gaz chaud, les unités à thermode disposent généralement d'un plateau de maintien à vide incorporé au système à électrode pour extraire le composant après la refusion. Pour effectuer le retrait du composant, une petite quantité de flux faible est appliquée uniformément avec une brosse ou un embout, immédiatement avant le chargement de la carte imprimée derrière la tête de retouche, c'est-à-dire après le préchauffage.

L'électrode est abaissée sur les broches et du courant est appliqué à l'électrode en cours de chauffage. Lorsque la brasure est en fusion, le plateau de maintien à vide est activé et l'électrode est élevée tandis que le composant est maintenu sur le plateau. Après l'ajout de pâte à braser sur les pastilles, le dispositif de remplacement est placé soit manuellement sur la carte imprimée, soit dans l'électrode, maintenu par le vide. L'électrode est maintenue en position pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, et extraite dès qu'ils sont achevés.

Il convient que l'ajout de brasure soit limité aux cas dans lesquels tous les joints nécessitent la même quantité de brasure supplémentaire pour le montage ou le démontage du composant. Comme indiqué précédemment, il est préférable dans la majorité des cas que la pâte à braser soit déposée au préalable. Dans des cas particuliers, l'usage de préformes de brasure fluxées peut constituer une alternative appropriée. Le retrait de la brasure ne fait pas partie des fonctions de ce type d'équipement et il convient qu'il soit effectué au préalable au moyen d'une autre technique.

11.5 Equipement laser pour le débrasage

L'utilisation d'un laser pour la fixation par brasage par refusion est réservée à certaines applications spécifiques; les lasers sont donc également utilisés en tant qu'outil de retouche. Les lasers sont des outils très précis et peuvent être utilisés pour chauffer les joints dans le but d'extraire un composant ou d'affûter un joint à brasure. L'avantage certain de cette méthode tient à sa précision, qui permet d'éviter la refusion des joints à brasure adjacents et de réduire la chaleur appliquée aux matériaux d'encapsulation. Voir la Figure 10.



Figure 10 – Équipement de refusion laser automatique

12 Outils et équipements accessoires

12.1 Fers à braser classiques

Des connaissances très solides sont nécessaires pour éviter tout dommage causé par un choc thermique sur les composants pour montage en surface lors de l'utilisation de fers à braser classiques (par exemple, modèles 50 W). Ce type de fers puissants n'est assurément pas recommandé, excepté pour les grandes électrodes métalliques soudées par la face avant ou pour les composants à montage par trous traversants adaptés au montage en surface.

12.2 Plaques chauffantes

L'utilisation de plaques chauffantes (ou de tout moyen alternatif) pour fournir un chauffage de base avant et pendant la retouche est fortement recommandée, dans tous les cas possibles. Outre la réduction de la quantité d'énergie requise par l'outil de chauffage de retouche, le chauffage de base limite également considérablement les risques de choc thermique pour le composant à retoucher, pour les composants à proximité et pour la carte imprimée elle-même. Le préchauffage est particulièrement important pour la retouche des cartes multicouches, pour lesquelles l'humidité absorbée entre les couches peut entraîner le délaminage si certaines précautions ne sont pas prises.

12.3 Réservoirs sous pression

Les réservoirs sous pression sont capables de fournir une source complète et contrôlable de pâte à braser appropriée pour la retouche. Il convient de maintenir de préférence le réservoir à température constante, de sorte que les écarts de quantités fournies, dus aux modifications de la viscosité, sont réduits le plus possible. La majorité des unités dispose d'un régulateur de pression d'air pulsé, d'un minuteur de durée d'impulsion programmable et d'une jauge pour indiquer la pression d'un approvisionnement normal en air comprimé sans huile. L'impulsion se déclenche au moyen d'une pédale.

Lorsque le réservoir est raccordé à une seringue de pâte à braser, une pression unique de la pédale permet d'ajuster la pression et de programmer la durée d'impulsion pour contrôler le

volume de pâte fournie. Les équipements les plus simples ne permettent pas le contrôle automatique de la durée d'impulsion. Ces unités permettent d'exercer un contrôle sur la quantité de pâte à braser fournie nettement meilleur que les seringues portatives. Des unités du même type peuvent être utilisées pour fournir de l'adhésif.

12.4 Outils de débrasage utilisés pour les assemblages à montage par trous traversants

Etant donné que la taille de leurs pointes tend à les rendre trop encombrants, les outils de débrasage présentent un intérêt limité pour retirer l'excès de brasure des petits joints de composant pour montage en surface et pour débraser les composants montés en surface avec peu de broches. La plupart de ces types d'outil est munie d'un embout de tube d'aspiration pour extraire l'excès de brasure. Ce dispositif est extrêmement utile pour retirer l'excès de brasure des pastilles après l'extraction des composants défectueux de la carte imprimée.

12.5 Pincettes et crayons à vide

Il convient que les pincettes utilisées soient non étamées et peu pointues, par exemple, en plastique ou os haute température pour éviter d'endommager les composants. Il convient également qu'elles soient de préférence conductrices pour éviter une différenciation entre les composants sensibles aux parasites et les autres.

Les crayons à vide peuvent être préférés pour les composants fragiles, mais tous les composants ne présentent pas une surface supérieure plate nécessaire pour l'aspiration; c'est le cas par exemple des électrodes métalliques soudées par la face avant, des résistances de condensateur ajustable et des condensateurs ajustables. Certains crayons à vide présentent la caractéristique supplémentaire d'être équipés d'une tête rotative, qui peut s'avérer utile pour aligner les composants lors du positionnement manuel.

Il convient de maintenir les pointes des pincettes et des crayons à vide en parfait état de propreté. Il est conseillé de fournir des instructions formelles prescrivant le nettoyage régulier selon une méthode donnée, par exemple, au moins toutes les heures, ou plus souvent si une contamination quelconque est observée.

12.6 Bains de soudure

Des bains de soudure peuvent être utilisés pour le brasage et le débrasage, par exemple, de grilles de connexion sur de petits modules de carte imprimée. Il convient de maintenir la température de la brasure en fusion à ± 5 °C de la valeur indiquée.

12.7 Tresse en cuivre

Une tresse en cuivre neuve peut être utilisée, conjointement à un fer à braser avec une puissance d'alimentation adaptée, pour réduire la quantité de brasure dans les joints des grands composants à puce. Une tresse en cuivre est difficile à utiliser de manière précise sur les petits joints et composants à broches et le recours à un fer induit un risque de choc thermique.

13 Procédures d'enregistrement de la retouche

13.1 Généralités

Les raisons importantes qui motivent un contrôle strict des procédures de retouche comprennent la collecte de données en vue de la réduction des coûts et de l'établissement de programmes d'amélioration du rendement, le contrôle normal des processus et la définition d'un nombre limite de retouches subies par une carte avant sa mise au rebut.

13.2 Tableaux des anomalies

Par ailleurs, l'utilisation de tableaux d'anomalies pour l'enregistrement des défauts post-brasage au cours de la phase initiale de fabrication d'un nouveau modèle constitue une méthode satisfaisante d'identification anticipée des erreurs de conception et de processus. Une méthode simple consiste à effectuer une photocopie de la carte assemblée et à s'en servir pour signaler l'emplacement de chaque anomalie pour un lot de cartes inspectées (par exemple 10 cartes). Une nouvelle copie peut servir pour les 10 cartes suivantes, etc. Ces copies sont très utiles pour améliorer le traitement des anomalies ou comme indicateurs des écarts de processus.

13.3 Documents de voyage

Quand les opérateurs/inspecteurs effectuent la retouche, il convient qu'ils reçoivent les documents appropriés pour enregistrer les actions de retouche, de modification, ou de réparation effectuées pour chaque assemblage de carte imprimée électronique.

Il convient de demander aux opérateurs/inspecteurs d'enregistrer le nombre de défauts dans chaque catégorie, conformément au Tableau 2 (CEI 61191-1). Il convient de faire vérifier leur travail, ou au moins un échantillon, par un opérateur/inspecteur différent.

Tableau 2 – Anomalies des assemblages électriques et électroniques

Anomalie n°	Description de l'anomalie	Article spécifiant des exigences	Remarques
01	Violations des exigences du plan d'assemblage a) composant manquant b) mauvais composant c) composant inversé	CEI 61191-1 4.1.1	
02	Endommagement des composants supérieurs aux limites admises par la spécification d'approvisionnement ou la spécification intermédiaire concernée a) endommagement du composant (fissures) b) craquelures dues à l'humidité (effet de grenaille)	CEI 61191-2	
03	Dommage subi par l'assemblage ou la carte imprimée a) délamellation ou fissuration affectant la fonctionnalité b) cloques/délaminage faisant des ponts entre les PTH/conducteurs c) écart excessif du critère de planéité	CEI 61191-1 10.2.1 10.2.1.1 10.2.3	
04	Interconnexions plaques à trous traversants avec et sans broches a) trou ou broche non mouillé b) remplissage du trou insuffisant c) fracture du joint à brasure d) connexion de la brasure froide ou perturbée	CEI 61191-1 10.2.4 10.2.4.1 10.2.5	
05	Violation de l'écartement électrique minimal du corps de la pièce ou mouvement/désalignement du fil a) emballage de la brasure b) pontage de la brasure c) pics de brasure d) toiles/peaux de brasure	CEI 61191-2 9.5.1 CEI 61191-2 CEI 61191-2 CEI 61191-2	

Anomalie n°	Description de l'anomalie	Article spécifiant des exigences	Remarques
06	Connexions de brasure inappropriées (broche, connexion de sortie, ou pastille) a) démouillage ou non-mouillage b) fuite de brasure c) brasure insuffisante d) effet de mèche de la brasure e) refusion insuffisante f) joint incomplet (circuit ouvert) g) excès de brasure h) manques excessifs de brasure i) empiètement de l'adhésif j) fragilisation de l'or	CEI 61191-1 10.2.4 10.2.4.1	
07	Marquage de la carte endommagée a) marquage altéré b) marquage oblitéré	CEI 61191-1 10.2.2	
08	Non-respect du nettoyage indiqué ou non-conformité aux essais de propreté	CEI 61191-1 9.5, 9.5.2.1	
09	Non-respect des exigences relatives au revêtement de consolidation	CEI 61191-1 11.1.2.2	

13.4 Statut de la retouche

Pour garantir que le statut de retouche est connu, il est souhaitable de développer un plan spécifique permettant la traçabilité du produit retouché. Pour renforcer un système général de contrôle des processus, il est utile de mettre au point une méthode simple de suivi pour les actions correctives conformément à la CEI 61193-1.

14 Formation des opérateurs et des inspecteurs

En raison de la taille des plus petits composants et de la vaste gamme de styles des connexions de sortie et des joints à brasure, la formation des inspecteurs et des opérateurs, en vue d'effectuer des opérations fiables de retouche et de réparation des composants pour montage en surface, est considérablement plus longue que la formation classique, permettant de travailler sur des dispositifs à montage par trous traversants.

Tous les candidats n'ont pas le niveau de compétences manuelles nécessaires. Il convient que tous les candidats soient évalués en termes de perception des couleurs et de capacité visuelle, et subissent des examens ophtalmologiques annuels, pour garantir leur santé et leur sécurité.

Il convient que les programmes de formation couvrent les points suivants:

- types des composants utilisés, identification, marques d'orientation et codes de couleur standard;
- manipulation des composants sensibles;
- exigences relatives à l'alignement de tous les types de composants utilisés (des directives complémentaires sont données dans la CEI 61191-2);
- formes des clins, contours de brasure minimal et maximal pour chaque type de composant utilisé (des directives complémentaires sont données dans la CEI 61191-2);
- mode de détection des joints secs, démouillage, fuites, toiles/peaux, pontage, joints perturbés, empiètement de l'adhésif, fosses, manques, soufflures;

- f) choix de l'outil adapté à chaque type de retouche, pour chaque type de composant de base;
- g) méthodes d'application des outils adaptés, y compris fluxage, points de contact, mesurage du temps;
- h) méthode utilisée pour limiter les chocs thermiques subis par les composants;
- i) méthode utilisée pour éviter de créer des composés intermétalliques;
- j) techniques de gestion des billes de brasure;
- k) vérification de l'absence de dommages sur le corps des composants;
- l) moment et mode de compte-rendu des anomalies répétitives;
- m) méthodes utilisées pour évaluer la qualité de la retouche, exigences et catégories relatives à l'enregistrement des anomalies.

15 Réparation sur site

Pendant la phase de configuration de la carte imprimée, l'attention se porte généralement sur la politique d'entretien sur site des produits comportant des assemblages pour montage en surface, qui ne sont pas considérés comme des éléments à « jeter ».

Les personnels chargés des réparations risquent, s'ils ne bénéficient pas d'une bonne formation ou s'ils ne disposent pas d'un équipement correct, d'effectuer sur site des actions fortement préjudiciables, non seulement pour l'ensemble des circuits mais aussi pour la réputation et l'image de marque d'une entreprise. Il convient que les fabricants indiquent, parmi les instructions qu'ils fournissent avec les tableaux de connexions imprimés, des conseils aux utilisateurs sur le lieu où il convient de renvoyer les circuits pour montage en surface non conformes, comme la chaîne de montage d'origine où le savoir-faire et les équipements d'essais nécessaires aux travaux de réparation spécifiques au circuit sont disponibles, ou les centres compétents spécialisés dans la retouche.

Bibliographie

CEI 61760-1, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)* (disponible uniquement en anglais)

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

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

ISO 9453, *Alliages de brasage tendre – Compositions chimiques et formes*

ISO 9454-1, *Flux de brasage tendre – Classification et caractéristiques – Partie 1: Classification, marquage et emballage*

IPC-7711, *Rework of electronics assemblies*, IPC-Association Connecting Electronics Industries, 2215 Sanders Road, Northbrook, IL 60062-9135, <http://www.ipc.org> (disponible uniquement en anglais)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. 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