

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Environmental acceptance requirements for tin whisker susceptibility of tin and tin alloy surface finishes on semiconductor devices

Exigences de réception environnementale pour la susceptibilité des finis de surface en étain et alliage d'étain à la trichite d'étain sur les dispositifs à semiconducteurs



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 62483

Edition 1.0 2013-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Environmental acceptance requirements for tin whisker susceptibility of tin and tin alloy surface finishes on semiconductor devices

Exigences de réception environnementale pour la susceptibilité des finis de surface en étain et alliage d'étain à la trichite d'étain sur les dispositifs à semiconducteurs

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.080.01

ISBN 978-2-8322-1103-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

1	Scope.....	8
2	Terms and definitions	8
3	Test method for measuring tin whisker growth	14
3.1	Procedure	14
3.2	Test samples.....	14
3.3	Handling precaution	15
3.4	Reflow assembly	15
4	Acceptance procedure for tin and tin alloy surface finishes	16
4.1	Determination of whether a technology, manufacturing process, or similarity acceptance test is required.....	16
4.2	Samples	22
4.2.1	Sample requirements.....	22
4.2.2	Sample size for multi-leaded components with 5 or more leads	22
4.2.3	Sample size for passive and discrete components with 4 leads or fewer	22
4.2.4	Additional samples	22
4.3	Test procedures and durations	23
4.3.1	Preconditioning.....	23
4.3.2	Test conditions	24
4.3.3	Test durations	24
4.3.4	Whisker inspection	24
4.3.5	Surface corrosion observed during high temperature/humidity testing.....	24
4.4	Determination of the class level for testing	27
5	Acceptance criteria	28
5.1	General	28
5.2	Through-hole lead termination exclusions.....	28
6	Reporting of results	29
6.1	General requirements.....	29
6.2	Description of the surface finish, defined by technology and process parameters in Table 2	30
6.3	Samples and preconditioning.....	30
6.4	Acceptance testing	30
7	On-going tin whisker evaluation	30
Annex A (normative) Test method for measuring whisker growth on tin and tin alloy surface finishes of semiconductor devices		32
A.1	Overview	32
A.2	Disclaimer	32
A.3	Apparatus.....	34
A.3.1	Temperature cycling chambers	34
A.3.2	Temperature humidity chambers.....	34
A.3.3	Optical stereomicroscope (optional).....	34
A.3.4	Optical microscope (optional)	34
A.3.5	Scanning electron microscope	34
A.3.6	Convection reflow oven (optional).....	34
A.4	Validation of optical microscopy equipment	35
A.4.1	Overall criteria.....	35
A.4.2	Capability of whisker detection	35

A.4.3	Capability of whisker length measurement	36
A.4.4	Capability of whisker density measurement	36
A.5	Sample requirements and optional preconditioning	36
A.5.1	Acceptance requirements	36
A.5.2	Scientific studies	37
A.5.3	Test coupons	37
A.5.4	Optional test sample preconditioning	37
A.6	Whisker inspection, length measurement and test conditions	39
A.6.1	General principles	39
A.6.2	Handling	39
A.6.3	General inspection instructions	39
A.6.4	Initial pretest inspection	40
A.6.5	Test conditions	40
A.6.6	Screening inspection	41
A.6.7	Detailed inspection	41
A.6.8	Recording procedure for scientific studies	43
Figure 1	– Cross-sectional view of component surface finishes	8
Figure 2	– Typical photographs of termination corrosion	10
Figure 3	– Examples of tin whiskers	12
Figure 4	– Non-whisker surface formations	13
Figure 5	– Whisker length measurement	13
Figure 6	– Minimum lead-to-lead gap	14
Figure 7	– Flowchart to determine whether a technology acceptance test, a manufacturing process acceptance test or no testing is required on the basis of similarity	17
Figure 8	– Technology acceptance test flow for multi-leaded components using copper alloy leadframe with post bake mitigation technology – Surface finish test sample, technology parameters fixed (1 of 2)	18
Figure A.1	– Process flow for Sn whisker testing	33
Figure A.2	– Optional preconditioning reflow profile	39
Figure A.3	– Examples of whiskers in areas of corrosion	40
Figure A.4	– A schematic diagram depicting a component lead and the top, 2 sides, and bends of the lead to be inspected	42
Figure A.5	– A schematic drawing depicting a leadless component and the top and 3 sides of the terminations to be inspected	42
Figure A.6	– A schematic drawing depicting one possible coupon and three 1,7 mm ² areas identified for inspection	42
Table 1	– SMT board assembly process guidance for minimum termination wetting ^b	16
Table 2	– Surface finish technology and manufacturing process change acceptance parameters	20
Table 3	– Tin and tin alloy surface finish acceptance test matrix	21
Table 4	– Tin and tin alloy surface finish acceptance test sample size requirements per precondition treatment for multi-leaded component	23
Table 5	– Tin and tin alloy surface finish acceptance test sample size requirements per precondition treatment for passive and discrete components with 4 leads or fewer	23
Table 6	– Technology acceptance tests and durations	25

Table 7 – Manufacturing process change acceptance tests and durations.....26

Table 8 – Preconditioning for technology/ manufacturing process change acceptance testing27

Table 9 – Technology acceptance criteria for maximum allowable tin whisker length.....29

Table 10 – Manufacturing process change acceptance criteria for maximum allowable tin whisker length.....29

Table A.1 – Test sample size requirements per precondition treatment for coupons.....37

Table A.2 – Optional preconditioning treatments for tin whisker test samples.....38

Table A.3 – Optional preconditioning reflow profiles ^a38

Table A.4 – Tin whisker test conditions40

Table A.5 – Tin whisker tests standard report formats (general information)43

Table A.6 – Tin whisker tests standard report formats (detailed whisker information)45

Table A.7 – Whisker density ranges that can be determined based on the number of whiskers observed per lead, termination, or coupon area.....46

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ENVIRONMENTAL ACCEPTANCE REQUIREMENTS
FOR TIN WHISKER SUSCEPTIBILITY OF TIN AND TIN ALLOY
SURFACE FINISHES ON SEMICONDUCTOR DEVICES**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62483 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This first edition is based on JEDEC documents JESD201A and JESD22-A121A and replaces IEC/PAS 62483, published in 2006. This first edition constitutes a technical revision.

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

- a) The content of IEC/PAS 62483 was added to the content of JESD201A as Annex A.
- b) A methodology was introduced for environmental acceptance testing of tin-based surface finishes and mitigation practices for tin whiskers.
- c) A Clause 6 was introduced detailing the reporting requirements of test results.

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

FDIS	Report on voting
47/2171/FDIS	47/2180/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.

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

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Many companies in the electronics industry have adopted tin-based surface finishes as one of the methods to comply with various legislative lead-free (Pb-free) initiatives, e.g., the European Union's RoHS directive. However, tin (Sn) and tin alloy surface finishes may be prone to tin whisker formation with associated possible reliability degradation. Appropriate mitigation practices may be incorporated to reduce tin whisker propensity to an acceptable level.

Test conditions in accordance with Annex A and qualification limits presented in this International Standard are based on known Sn whisker data from around the world. These test conditions have not been correlated with longer environmental exposures of components in service. Thus, there is at present no way quantitatively to predict whisker lengths over long time periods based on the lengths measured in the short-term tests described in this document. At the time of writing, the fundamental mechanisms of tin whisker growth are not fully understood and acceleration factors have not been established. Therefore, the testing described in this document does not guarantee that whiskers will or will not grow under field life conditions.

ENVIRONMENTAL ACCEPTANCE REQUIREMENTS FOR TIN WHISKER SUSCEPTIBILITY OF TIN AND TIN ALLOY SURFACE FINISHES ON SEMICONDUCTOR DEVICES

1 Scope

This International Standard describes the methodology applicable for environmental acceptance testing of tin-based surface finishes and mitigation practices for tin whiskers on semiconductor devices. This methodology may not be sufficient for applications with special requirements, (i.e. military, aerospace, etc.). Additional requirements may be specified in the appropriate requirements (procurement) documentation.

This International Standard does not apply to semiconductor devices with bottom-only terminations where the full plated surface is wetted during assembly (for example: quad-flat no-leads and ball grid array components, flip chip bump terminations). Adherence to this standard includes meeting the reporting requirements described in Clause 6.

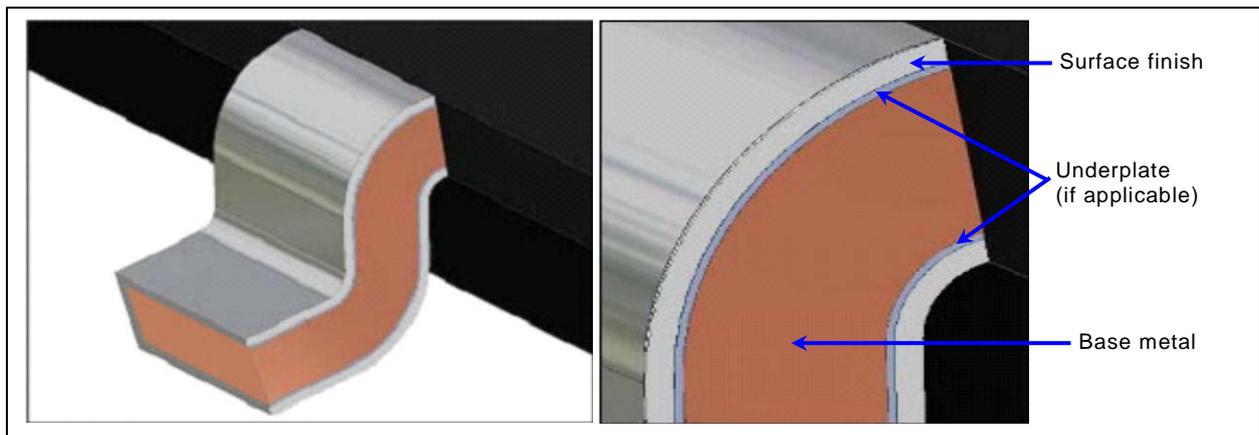
2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

2.1

base metal

metal alloy residing beneath all surface finish(es) and/or underplate



IEC 2381/13

Figure 1 – Cross-sectional view of component surface finishes

2.2

tin and tin alloy surface finish

tin-based outer surface finish for external component terminations and other exposed metal

2.3

tin whisker mitigation practice

process(es) performed during the manufacture of a component to reduce the propensity for tin whisker growth by minimizing the surface finish internal compressive stress

**2.4
manufacturing process change acceptance**

acceptance testing of a change to a surface finish manufacturing process already accepted by technology acceptance tests (qv)

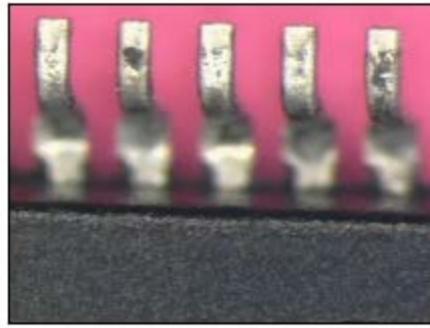
**2.5
similarity acceptance**

acceptance of a change to a surface finish manufacturing process based upon similarity and data available from previous tin whisker technology and manufacturing process change acceptance tests

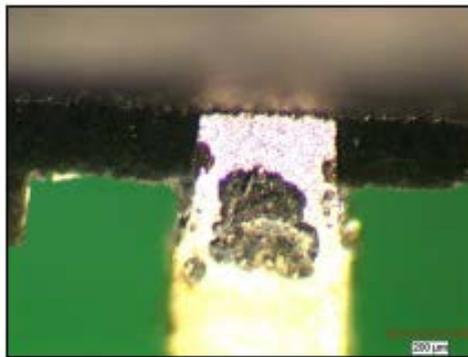
**2.6
surface corrosion**

localized change to a silver-coloured tin surface finish appearing in an optical microscope as non-reflective dark spots ranging in size from about 25 μm on the longest dimension to the entire termination

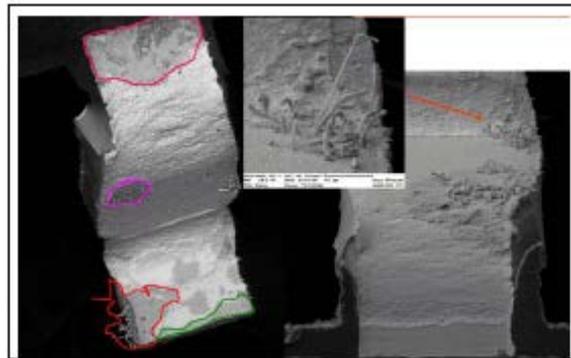
Note 1 to entry: While tin oxide is ubiquitous on tin surface finishes, surface corrosion creates a locally thick layer of tin oxide that may span from the substrate to the surface of the deposit at the black spot. Typical photos of termination corrosion are shown in Figure 2 (a) to d)).



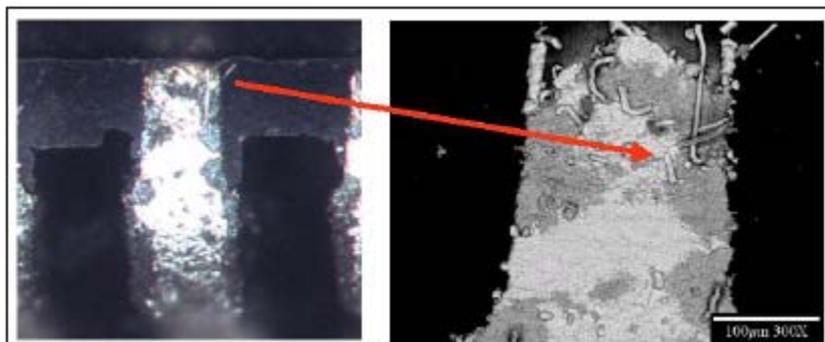
a) Matte Sn on Cu with Ni plate (optical)



b) Matte Sn on Cu (optical)



c) Matte Sn on Cu (SEM)



IEC 2383/13

d) Matte Sn on Cu (optical/SEM)

Figure 2 – Typical photographs of termination corrosion

2.7**surface finish technology acceptance**

acceptance testing of surface finish material set and manufacturing processes that includes a defined set of base metals, underplating metals, surface finish alloy, surface finish bath chemistry and process flow steps

2.8**underplate****underlay**

plated layers between the base metal and the outer surface finish

2.9**whisker**

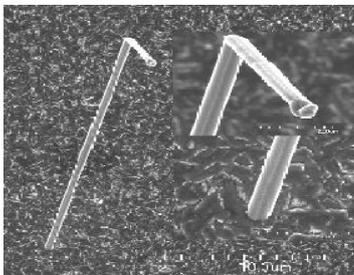
spontaneous columnar or cylindrical filament, usually of monocrystalline metal, emanating from the surface of a finish

EXAMPLE See Figure 3 for example pictures of tin whiskers.

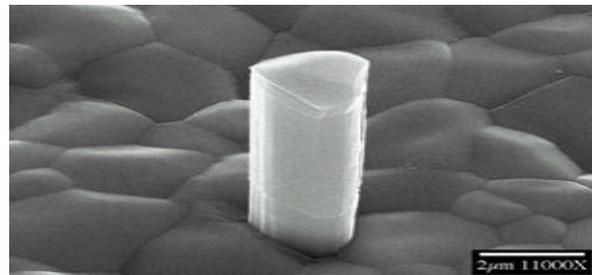
Note 1 to entry: For the purposes of this document, whiskers have the following characteristics:

- they have an aspect ratio (length/width) greater than 2;
- they can be kinked, bent, or twisted;
- they usually have a uniform cross-sectional shape;
- they typically consist of a single columnar filament that rarely branches;
- they may have striations along the length of the column and/or rings around the circumference of the column;
- they have a length of 10 μm or more (features less than 10 μm may be deemed important for research but are not considered significant for this test method).

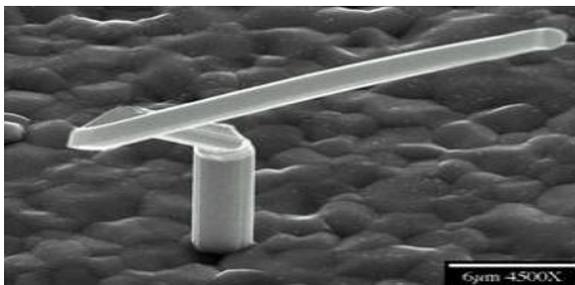
Note 2 to entry: Whiskers are not to be confused with dendrites, fern-like growths on the surface of a material which can be formed as a result of electromigration of an ionic species or produced during solidification. (See Figure 4 for a picture of a typical solidification dendrite.)



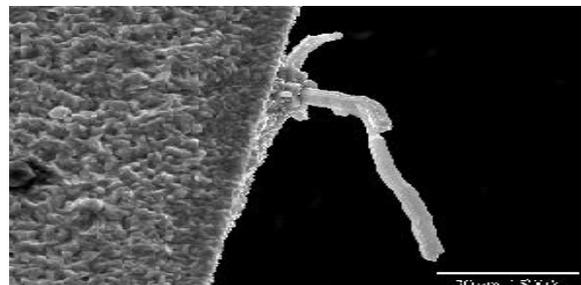
a) Tin whisker filaments



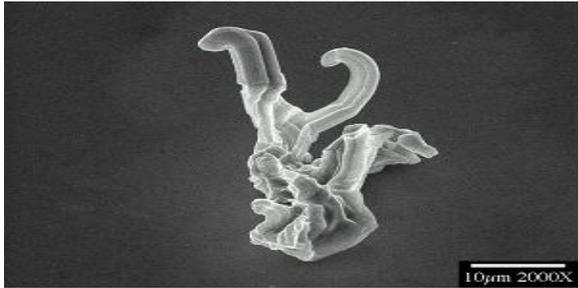
b) Whisker with a consistent cross section



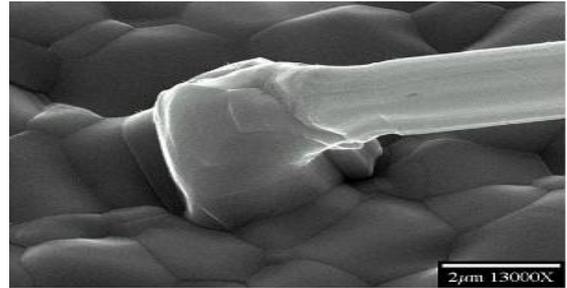
c) Kinked whisker



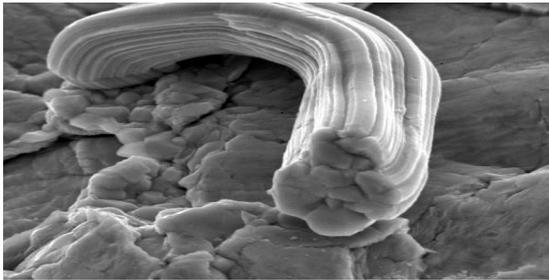
d) Kinked whiskers growing from a nodule



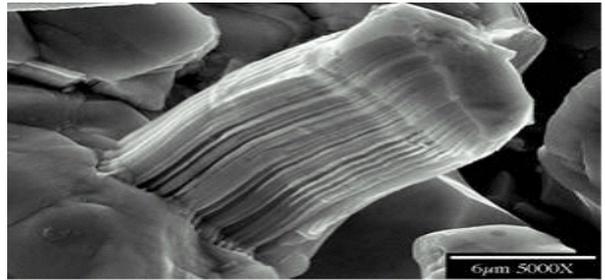
e) Branched tin whiskers on bright tin (rare)



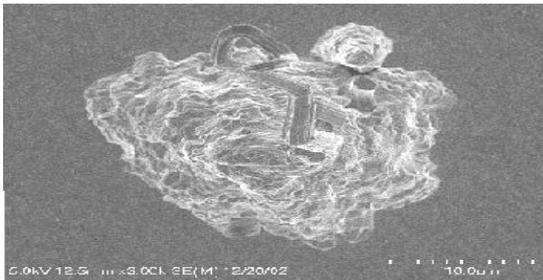
f) Whisker initiating from a hillock



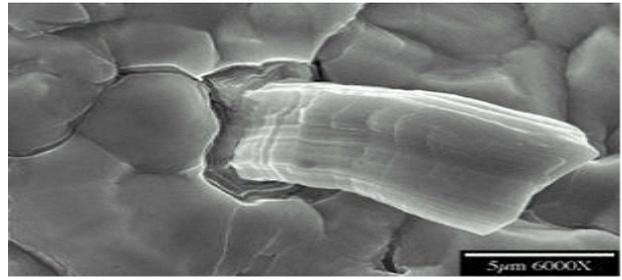
g) Tin whisker filament with striations



h) Tin whisker filament with striations



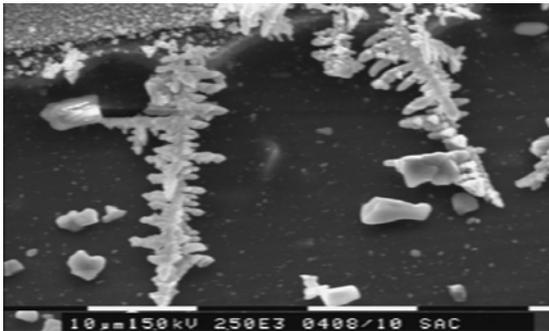
i) Kinked whisker on odd-shaped eruptions



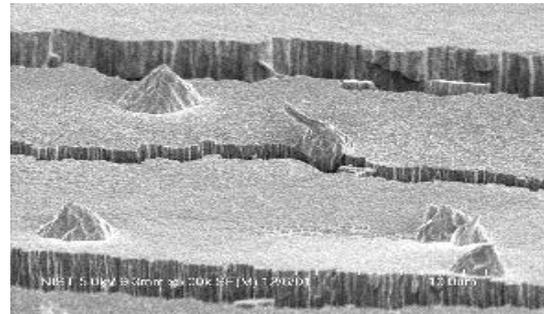
j) Tin whisker with rings

IEC 2384/13

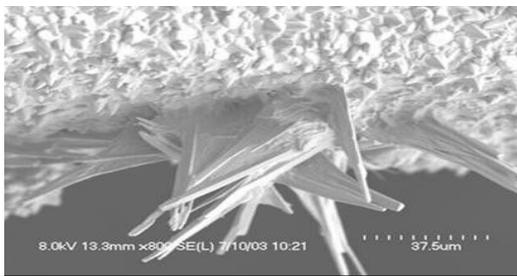
Figure 3 – Examples of tin whiskers



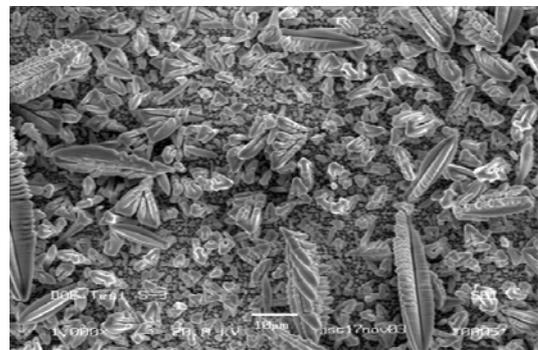
a) Dendrites are fern-like growths formed for example as a result of solidification. They are not whiskers



b) Hillocks may be precursors to whiskers in some cases, but are not considered whiskers for the purposes of this test method



c) “Flower” created on a tin plating exposed to the test condition of high-temperature humidity storage and is most likely a result of a combination of surface contamination and condensation



d) Dendrites formed on a tin surface during plating. These are not tin whiskers

IEC 2385/13

Figure 4 – Non-whisker surface formations

2.10 whisker length

straight line distance from the point of emergence of the whisker to the most distant point on the whisker

Note 1 to entry: The whisker length is the radius of a sphere containing the whisker with its centre located at the point of emergence, see Figure 5.

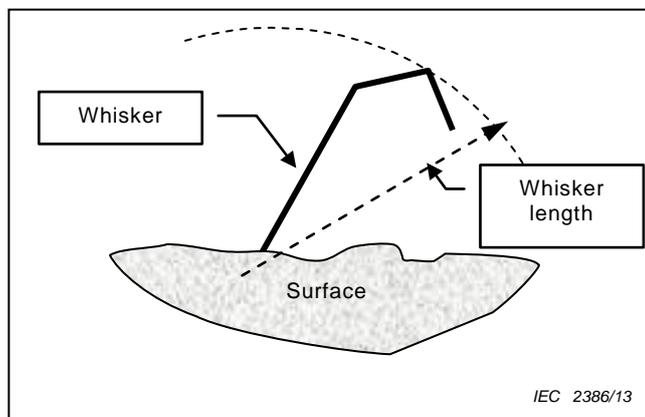


Figure 5 – Whisker length measurement

2.11

whisker density

number of whiskers per unit area on a single lead or coupon area

2.12

whisker growth

measurable changes in whisker length and/or whisker density after exposure to a whisker test condition for a certain duration or number of cycles

2.13

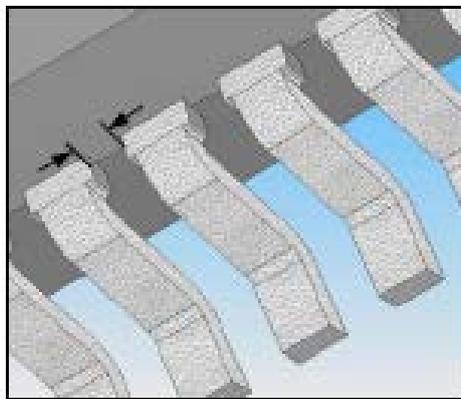
whisker test coupon

piece of metal of specified size and shape that is plated or dipped with a tin finish for the purpose of measuring the propensity for whisker formation and growth

2.14

minimum lead-to-lead gap

minimum gap between leads (terminations)



IEC 2387/13

Figure 6 – Minimum lead-to-lead gap

2.15

matte tin

tin film with lower internal stresses and larger grain sizes typically of 1 μm or greater and carbon content less than 0,050 %

2.16

bright tin

tin film with higher internal stresses and smaller grain size of 0,5 μm to 0,8 μm and carbon content of 0,2 % to 1,0 %

3 Test method for measuring tin whisker growth

3.1 Procedure

Except as specifically noted in this document, the procedures for conducting stress testing and inspections for tin whisker growth as shown in Annex A, shall be used as applicable to satisfy this acceptance standard.

3.2 Test samples

In most cases, individual production components shall be used for the acceptance test. However, for some assembled components with internal tin plated surfaces that cannot be inspected optically, e.g., internal surfaces of cans and hybrid component lids, testing and inspection of piece parts may be necessary. In addition, components with tin or tin alloy

surface finishes used in press-fit, socketed applications, or with other compressive mechanical connections, should be qualified in their end use configuration. Additional testing and/or specifications may be needed for testing mechanically loaded components.

3.3 Handling precaution

Careful test sample handling is important in order to avoid possible damage or detachment of whiskers from the test samples. Excessive vibration, impact, or physical contact with the termination finish should be avoided because whiskers may be dislodged. Test sample contamination as a result of improper handling or as a result of the application of a conductive material for SEM inspection should be avoided if the samples are to be returned to the test condition for further exposure, because such material may impact whisker growth behaviour. The procedures outlined in Annex A to limit condensation on the samples should also be followed during elevated temperature-humidity testing since condensation increases the likelihood of surface corrosion.

3.4 Reflow assembly

The board assembly process shall reflect both the influence of typical reflow temperatures and the metallurgical effects of a typical solder material. Components for which the terminations are usually fully wetted, even with a board assembly process at the lower process window limits, are exempted from this test. For example, this applies to:

- nonleaded components;
- flat leaded components.

Since whiskers usually grow only from the unwetted surface finish, it is essential that there is some unwetted area left after the board assembly process. This area shall represent at least 1/3 of the termination surface. Technical justification (documentation) shall be provided that the 1/3 minimum unwetted area requirement has been met, for example statistical EDX analysis, etc. The number of sample terminations inspected needs to be increased due to the reduction of termination area wetted by the board solder. The inspection increase should be based on achieving approximately the same area as an unwetted termination. For example, if only 1/3 of the termination area is unwetted, 3 times as many terminations shall be inspected than for unassembled components, i.e. $96 \times 3 = 288$ per stress test.

The board assembly process will likely be somewhat different than typical production assembly processes because of the requirement for minimum termination wetting. In cases where the acceptance of multiple component types is being assessed by similarity (Tables 2 and 3), it is recommended that board assembly be performed on the component type with the longest terminations in order to promote the presence of an unwetted surface. Table 1 provides some further guidance for the board assembly process that may help to minimize termination wetting. Finally, it is recommended to clean the test board of flux residues before acceptance testing due to the unknown effect of flux residues on whisker growth.

Table 1 – SMT board assembly process guidance for minimum termination wetting^b

Reflow atmosphere	Air
Flux type	Low activity
Paste alloy	Precondition C: SnPb Rrecondition D: SnAgCu
Stencil	Substantial cut backs from production opening and/or thickness may be required
Reflow profile ^a	SnPb and Pb-free reflow profiles in accordance with Table A.3 and Figure A.2
^a In some cases it may be necessary to use a peak temperature at the low end of the range in order to avoid substantial wetting of the terminations. ^b Boards do not need to be electrically functional.	

4 Acceptance procedure for tin and tin alloy surface finishes

4.1 Determination of whether a technology, manufacturing process, or similarity acceptance test is required

The acceptance requirements for tin and tin alloy finishes depend on the acceptance testing history of the surface finish. For a surface finish without any acceptance testing history, a rigorous technology acceptance test shall be completed as described in 4.3. If the tin or tin alloy finish has already passed a technology acceptance test, then any change to the manufacturing process or the metallurgy shall be categorized as either a technology change, a manufacturing process change, or a negligible change based on similarity. Table 2 may be used as guidance to differentiate between a technology and a manufacturing process acceptance change. Table 3 shall be used to categorize a change as either a technology change, a manufacturing process change, or a negligible change based on similarity. In addition, Table 3 indicates required testing that is described in detail in Tables 4 to 8. The acceptance procedure for tin and tin alloy surface finishes shall follow the procedural flow outlined in Figure 7. A specific surface finish/mitigation process or change will necessitate a technology or manufacturing process change acceptance unless the change is covered by similarity. Figure 8 shows the typical technology acceptance test flow, using minimum sample size, for multi-leaded components using copper alloy leadframe with post bake mitigation technology.

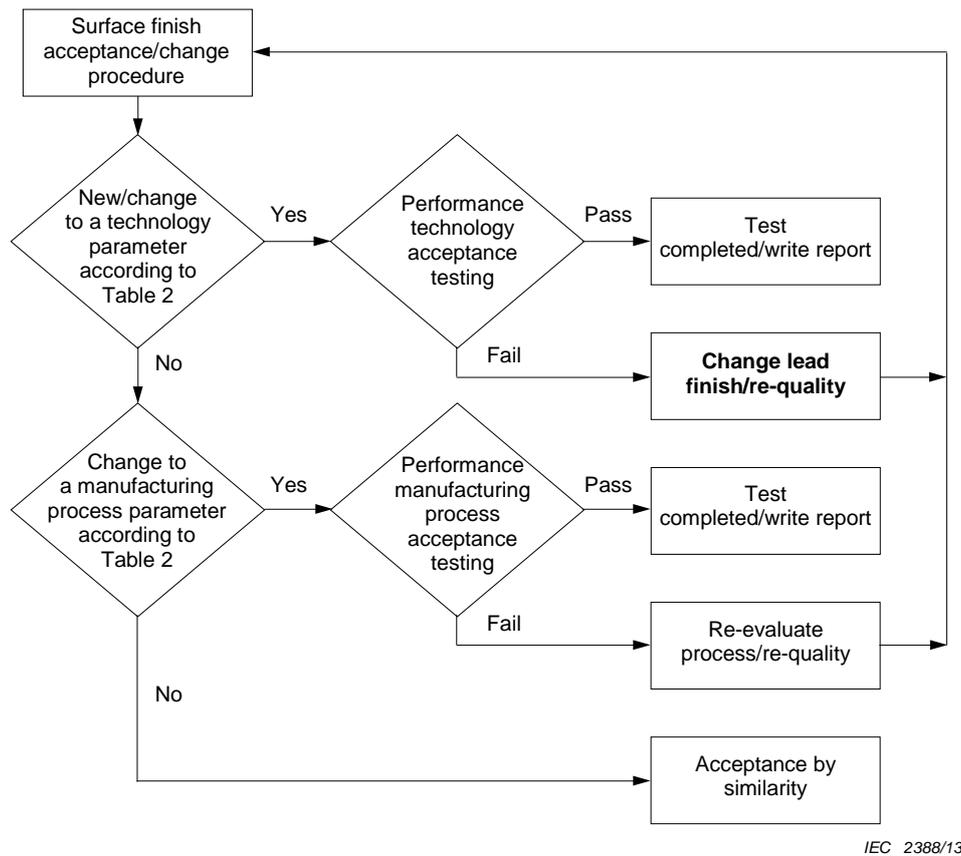
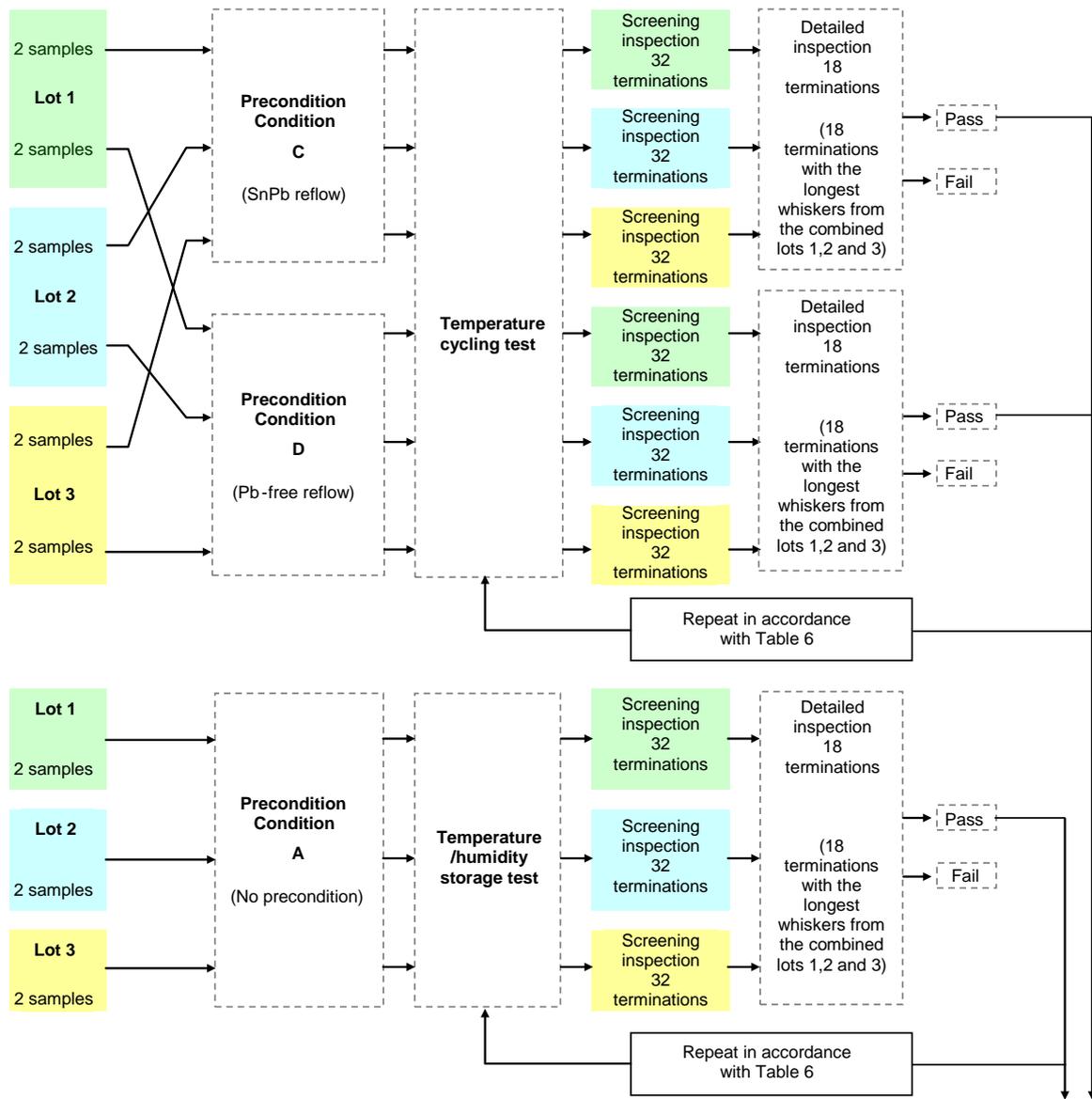


Figure 7 – Flowchart to determine whether a technology acceptance test, a manufacturing process acceptance test or no testing is required on the basis of similarity



IEC 2389/13

Figure 8 – Technology acceptance test flow for multi-leaded components using copper alloy leadframe with post bake mitigation technology – Surface finish test sample, technology parameters fixed (1 of 2)

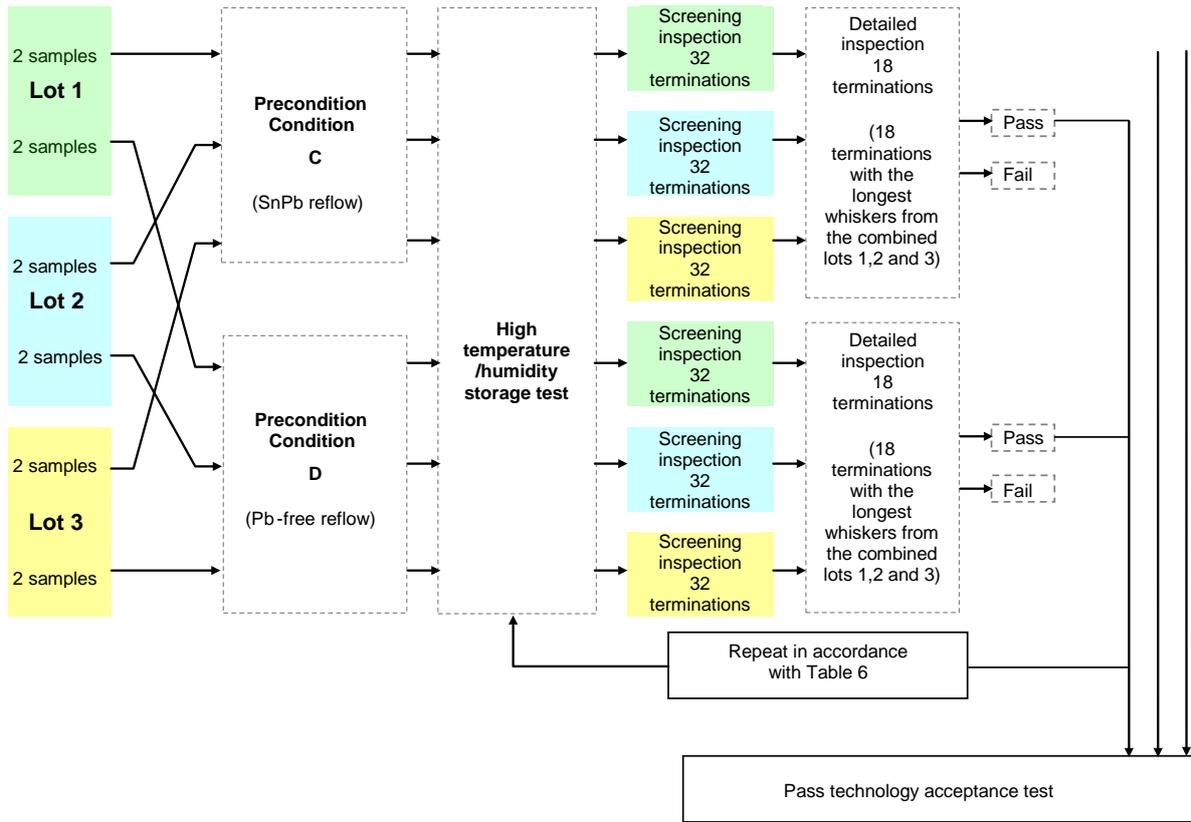


Figure 8 (2 of 2)

IEC 2390/13

The acceptance requirements described in this document apply to a specific tin or tin alloy surface finish. The same surface finish may originate from multiple plating lines and be used on multiple component types, as long as the parameters described in Table 2 are the same. For the purposes of this document, a surface finish is defined by the base metal, surface finish composition, surface finish chemistry and manufacturing process, assembly process and component type, and factory or plating process. These categories are listed in the left column of Table 2. Within these categories, there are major parameters called technology parameters and minor parameters called manufacturing process parameters that define the tin or tin alloy surface finish. Any new surface finish shall be submitted for a technology acceptance test. In addition, changes to technology parameters require a new technology acceptance test, and changes to a manufacturing process parameter require a new manufacturing process acceptance test, according to the flowchart in Figure 7.

Table 2 – Surface finish technology and manufacturing process change acceptance parameters

Parameter	Technology parameters	Manufacturing process parameters
Base metal	<ul style="list-style-type: none"> • base metal composition 	<ul style="list-style-type: none"> • type, e.g., etched or stamped
Surface finish composition	<ul style="list-style-type: none"> • surface finish alloy composition • surface finish thickness • underplate composition • underplate thickness 	
Surface finish chemistry or manufacturing process	<ul style="list-style-type: none"> • surface finish plating process • process chemistry • underplate process • underplate process chemistry • dip process • dip process chemistry • post bake process parameters • plating bath vendor • major plating process control parameters 	<ul style="list-style-type: none"> • minor plating process control parameters • dip process control parameters
Assembly process and component type		<ul style="list-style-type: none"> • lead forming process
Factory or plating process	<ul style="list-style-type: none"> • startup new factory 	<ul style="list-style-type: none"> • new plating equipment

Table 3 lists the technology and manufacturing process change acceptance tests required for parameter changes. The details of the tests are described in Tables 4 to 8. Table 3 also defines those changes that are considered negligible and do not require additional testing, according to the flowchart in Figure 7.

Table 3 – Tin and tin alloy surface finish acceptance test matrix

Technology or manufacturing process parameter	Examples	Qual type ^a	Acceptance tests required		
			TC ^b	T&H	High/T&H
Base metal					
base metal alloy ^c	base metal, e.g., Cu alloy, FeNi42	T	x	x	x
base metal vendor ^d	supplier A vs. B, same metal	S	–	–	–
leadframe type	etch vs. stamped	P	x	x	x
Surface finish composition					
surface finish alloy	Sn, SnAg3,5, SnBi2-4, SnBi5-7, SnCu1, SnCu3	T	x	x	x
surface finish thickness	change in thickness limits	T	x	x	x
underplate composition	change in underplate composition	T	x	x	x
underplate thickness	change in thickness limits	T	x	x	x
Surface finish chemistry or process					
surface finish plating process	in-line vs. rack vs. barrel, bright vs. matte tin	T	x	x	x
underplate process	change in underplate process	T	x	x	x
process chemistry	MSA, mixed acid, etc.	T	x	x	x
plating bath vendor	supplier A vs. B	T	x	x	x
major plating process window limits	change beyond process window limits for additive levels, metal content, acid content, current density, temperature, impurity levels	T	x	x	x
minor plating process window limits	change within process window limits for additive levels, metal content, acid content, current density, temperature, impurity levels	S	–	–	–
dip process	change of flux, impurity levels, immersion rate, cooling rate, etc.	T	x	x	x
post bake process	change in bake process parameters	T	x	x	x
Assembly process and component style					
lead form	J-lead vs. gull wing	S	–	–	–
lead count	different lead count	S	–	–	–
lead dimension	e.g., 0,25 mm wide, 0,18 mm wide	S	–	–	–
Factory or plating process^e					
startup new factory	new factory	P ^f	x	x	x
		T	x	x	x
new plating line (duplicate)	accepted technology/factory/vendor	S	–	–	–
new plating equipment	new plating line, vendor, or relocation of a line	P	x	x	x
^a T = technology acceptance; P = manufacturing process change acceptance; S = similarity acceptance. ^b For the manufacturing process change acceptance, the TC test may be omitted if the CTE (coefficient of thermal expansion) of the base metal is > 15 ppm/K. If an underplate is used, the TC may be omitted only if the CTE of both the underplate and base metal is > 15 ppm/K. ^c Technology acceptance testing is not required for changes to copper alloys if an underplate sufficient to limit copper diffusion into the tin surface finish is used. ^d Same base metallurgy/chemistry including any flash metal surface plating.					

<p>^e Precautions should be taken as regards maintenance practices, which can result in a change in manufacturing process parameters, which may result in more susceptibility to whisker growth.</p> <p>^f A new factory interim release may be granted based on manufacturing process change acceptance completion upon agreement between supplier and user. Full factory release will be after successful completion of the technology acceptance testing.</p>
--

4.2 Samples

4.2.1 Sample requirements

4.2.1.1 Sample production and surface finish

Production samples and surface finishes shall be used for technology and manufacturing process acceptance testing. The set of production samples used for a single technology or process acceptance test shall be composed of three lots of the same surface finish, according to Tables 4 and 5. The set of production samples used for a single technology or manufacturing process acceptance test shall be taken from three lots of the same surface finish, according to Tables 4 and 5. The required three lots of surface finish may be plated at one-week intervals on the same plating line or may be plated simultaneously on different plating lines within the same factory using the same surface finish, defined by the same technology and process parameters that are listed in Table 2. The same samples shall be used at each inspection or readpoint, as described in 4.3. Component samples for applications with mechanical connections, i.e. press-fit or socketed, etc., should be qualified in the end use configuration.

4.2.1.2 Lead forms

The samples chosen for the test shall be selected with consideration of the lead form. It is not necessary to test every lead form. For IC and lead type components, the gull wing configuration (if applicable) shall be tested. If not applicable, select the lead form that has the most extreme case of tin deformation due to trim and form operations that occur after plating. For other component types, select the product for testing that has the most extreme case of tin deformation due to trim and form operations (if applicable).

4.2.2 Sample size for multi-leaded components with 5 or more leads

Table 4 specifies the minimum quantity of 3 plating lots, 2 samples from each lot per each described precondition treatments (see Table 8), making a total minimum of 18 samples per stress test. When the number of terminations per sample part is less than 16, the number of components shall be increased to meet the minimum required number of termination inspections, in accordance with Table 4.

4.2.3 Sample size for passive and discrete components with 4 leads or fewer

Table 5 specifies the minimum quantity of 3 plating lots, 3 samples from each lot per each described precondition treatments (see Table 8), making a total minimum of 27 samples per stress test.

4.2.4 Additional samples

It is recommended that some samples in addition to the minimum shown in Tables 4 and 5 be included for the high temperature/humidity storage test because of the possibility of surface corrosion, which can result in terminations or components being removed from the whisker inspection. As defined in Clause 2 and discussed in 4.3, terminations or components may be removed from inspection due to surface corrosion. Since terminations or components that are removed due to corrosion shall be replaced in order for the test to be valid, it is beneficial to begin testing with extra samples.

Table 4 – Tin and tin alloy surface finish acceptance test sample size requirements per precondition treatment for multi-leaded component

Stress type	Minimum sampling and inspection requirements per precondition treatment				
	Lots per stress	Samples per lot	Components inspected per readpoint ^a	Screening inspection terminations per readpoint ^b	Detailed inspection terminations per readpoint ^c
Temperature cycling	3	2	6	96	18
Temperature /humidity storage	3	2	6	96	18
High temperature /humidity storage	3	2	6	96	18

^a Components should be drawn equally from the manufacturing lots, as much as is practicable.

^b Minimum number of terminations inspected during screening inspection per readpoint (see Annex A).

^c If whiskers are detected in the screening inspection, then the terminations with the longest whiskers shall be measured in the detailed inspection. The longest whisker is measured and recorded for each termination. If no whiskers are detected in the screening inspection, then no detailed inspection is required, according to Annex A.

Table 5 – Tin and tin alloy surface finish acceptance test sample size requirements per precondition treatment for passive and discrete components with 4 leads or fewer

Stress type	Minimum sampling and inspection requirements per precondition treatment				
	Lots per stress	Samples per lot	Components inspected per readpoint ^a	Screening inspection terminations per readpoint	Detailed inspection terminations per readpoint ^b
Temperature cycling	3	3	9	18	18
Temperature /humidity storage	3	3	9	18	18
High temperature /humidity storage	3	3	9	18	18

^a Components should be drawn equally from the manufacturing lots, as much as is practicable.

^b The longest whisker is measured and recorded for each termination. If no whiskers are detected in the screening inspection, then no detailed inspection is required, according to Annex A.

4.3 Test procedures and durations

4.3.1 Preconditioning

The technology acceptance and manufacturing process acceptance testing require that the samples described in 4.2 shall be preconditioned prior to test condition exposure, according to Table 8 and Annex A.

Depending on the base metal of the surface finish and the mitigation method used, different preconditioning is required prior to performing the technology or manufacturing process

acceptance test, as described in Table 8. All preconditions indicated in Table 8 for a particular base metal and test condition are required for an acceptance test. Refer to Figure 8 for a typical schematic of the division of multi-leaded components using copper alloy leadframe with post bake mitigation technology from 3 lots.

4.3.2 Test conditions

Tables 6 (technology acceptance) and 7 (manufacturing process acceptance) list the stress tests, test conditions, inspection intervals and total durations required for tin whisker acceptance testing of tin-based surface finishes. Testing shall be carried out in accordance with Tables 6 and 7, unless otherwise detailed in the relevant specification. The user should refer to Annex A for procedures for conducting these tests.

4.3.3 Test durations

Specific inspection intervals and total test durations shall be used as defined in Tables 6 and 7. These inspection intervals and total durations depend on the class level of the product, in accordance with 4.4, in which the component will be used. A particular surface finish may be tested for acceptability in multiple product class levels. The product class affects the inspection intervals and test durations listed in Tables 6 and 7, as well as the failure criteria given in Tables 9 and 10.

4.3.4 Whisker inspection

At each inspection interval listed in Tables 6 and 7, the test samples shall be removed from the stress chamber(s) and inspected by optical microscope and/or SEM according to the procedures specified in Annex A. If optical microscopy is used for screening and measurement of whisker length, then validation of the optical equipment shall be performed in accordance with Annex A prior to inspection of whisker samples.

The same samples shall be used at each inspection readpoint. For example, for a high temperature high humidity test, on a copper base, multi-leaded component with no mitigation, testing would begin with a minimum of 18 samples (2 samples from each of 3 lots for each of the 3 precondition treatments). Consider one particular precondition treatment with 6 corresponding sample parts. At the 1 000 h readpoint, these 6 samples would be removed from the chamber, 96 terminations would be inspected, and the 18 terminations with the longest whiskers shall have the longest whisker on each termination measured. These 6 samples then would be returned to the thermal chamber and exposed for another 1 000 h. Then, these same 6 samples would be removed at the 2 000 h readpoint, the same 96 terminations would be inspected, and the 18 longest whiskers (not necessarily the same as at the previous readpoint) would be measured. This process would repeat until the test is complete.

The time that samples are out of the chamber for inspection and whisker measurement should be kept to a minimum in order to minimize the overall test time and to avoid inducing artifacts into the whisker measurements. If time out of chamber is over 24 h the time shall be reported. (See Clause 6).

4.3.5 Surface corrosion observed during high temperature/humidity testing

If surface corrosion is observed, the termination showing corrosion may be removed from the whisker inspection; any termination removed shall be replaced with another termination to maintain the total required sample size.

If one sample part shows evidence of massive corrosion, that sample may be removed as invalid for the test and replaced with another sample. Therefore, additional samples beyond the minimum required in Tables 4 and 5 may need to be included from the beginning to account for the possibility of removing a corroded sample part from the test.

Any elimination or substitution of sample parts or individual terminations due to corrosion shall be documented with appropriate technical justification (in accordance with Clause 6).

Table 6 – Technology acceptance tests and durations

Stress type	Test conditions	Preconditioning	Inspection intervals	Total duration	
				Class 1 and 2 products	Class 1A products ^{e,f}
Temperature cycling ^a	-55 ⁰ / ₋₁₀ °C to +85 ⁺¹⁰ / ₀ °C, air to air; 10 min soak; ~3 cycles/h (typ.)	in accordance with Table 8	500 cycles	1 500 cycles	1 000 cycles
	-40 ⁰ / ₋₁₀ °C to +85 ⁺¹⁰ / ₀ °C, air to air; 10 min soak; ~3 cycles/h (typ.)				
Temperature/humidity storage	30 °C ± 2 °C and 60 % ± 3 % RH ^b	in accordance with Table 8	1 000 h	4 000 h ^d	1 000 h
High temperature/humidity storage	55 °C ± 3 °C and 85 % ± 3 % RH ^c	in accordance with Table 8	1 000 h	4 000 h ^d	1 000 h

^a Either temperature cycling test condition may be used.

^b Previous data generated under uncontrolled ambient conditions may be substituted for this condition.

^c Previous data generated under higher humidity conditions, e.g., 60 °C and 90 % to 95 % relative humidity (RH), are substitutable for this condition.

^d Whisker length data for all inspection intervals shall be recorded and be available, upon request, for all technology acceptance tests. The length of the longest whiskers at each inspection interval, from the 18 terminations detailed inspection, shall be plotted against the inspection time interval.

^e See 4.4 for definitions of class levels.

^f For class 1A products using low CTE (< 15 ppm/K, e.g., alloy 42) leadframe, only the temperature cycling test shall be performed for technology acceptance.

Table 7 – Manufacturing process change acceptance tests and durations

Stress type	Test conditions	Preconditioning	Total duration	
			Class 1 and 2 products	Class 1A products ^d
Temperature cycling ^a	- 55 ₋₁₀ ⁰ °C to + 85 ₀ ⁺¹⁰ °C , air to air; 10 min soak; ~3 cycles/h (typ.)	in accordance with Table 8	500 cycles	500 cycles
	- 40 ₋₁₀ ⁰ °C to + 85 ₀ ⁺¹⁰ °C , air to air; 10 min soak; ~3 cycles/h (typ.)		500 cycles	500 cycles
Temperature/humidity storage	30 °C ± 2 °C and 60 % ± 3 % RH ^b	in accordance with Table 8	1 500 h	1 000 h
High temperature/humidity storage	55 °C ± 3 °C and 85 % ± 3 % RH ^c	in accordance with Table 8	1 500 h	1 000 h
<p>^a Either temperature cycling test condition may be used.</p> <p>^b Previous data generated under uncontrolled ambient conditions may be substituted for this condition.</p> <p>^c Previous data generated under higher humidity conditions, e.g., 60 °C and 90 % to 95 % RH, are substitutable for this condition.</p> <p>^d For class 1A products using low CTE (< 15 ppm/K , e.g., alloy 42) leadframe, only the temperature cycling test shall be performed for manufacturing process change acceptance.</p>				

Table 8 – Preconditioning for technology/ manufacturing process change acceptance testing

Base metal alloy	Mitigation technology	Test condition	Precondition treatment ^{a,b,c}
Copper alloys	none	temperature/humidity storage	required for each test condition:
		high temperature/humidity storage	A (no precondition) B + C (storage + SnPb reflow)
		temperature cycling	B + D (storage + Pb-free reflow)
	Ni barrier Ni > 1,25 µm	temperature/humidity storage	A (no precondition) only
		high temperature/humidity storage	A (no precondition) D (Pb-free reflow) ^d
		temperature cycling	A (no precondition) D (Pb-free reflow) ^d
	other underplate process or post bake process	temperature/humidity storage	A (no precondition) only
		high temperature/humidity storage	C (SnPb reflow) D (Pb-free reflow) ^d
		temperature cycling	C (SnPb reflow) D (Pb-free reflow) ^d
FeNi42 (e.g., alloy 42)	none	temperature/humidity storage	required for each test condition:
		high temperature/humidity storage	A (no precondition) C (SnPb reflow)
		temperature cycling	D (Pb-free reflow)

^a Preconditioning treatments in accordance with Annex A prior to indicated stresses in Tables 6 and 7.

^b Reflow assembly is optionally allowed for conditions C and D using the optional preconditioning reflow temperatures from Table A.3. If reflow assembly is used, the number of sample terminations inspected may need to be increased due to the reduction of the termination area wetted by the board solder. The inspection increase should be based on achieving approximately the same area as an unwetted termination. Subclause 3.4 describes the details for the reflow assembly process.

^c The + symbol indicates sequential preconditioning in the order listed.

^d If no underlay material, such as nickel or silver, is used or no annealing tin matte heat treatment is used, then condition B (4 weeks room ambient storage) shall be used before conditions C and D.

4.4 Determination of the class level for testing

The class level indicates the test program (test duration and whisker length criteria) used for the surface finish technology acceptance testing. Product classes shall be agreed to between supplier and user. General guidelines for product classes are given in the following but may not apply in all cases:

Class 3: Mission/life critical applications such as military, aerospace and medical applications

- pure tin and high tin content alloys are not typically acceptable.

Class 2: Business critical applications such as telecom infrastructure equipment, high-end servers, automotive, etc.

- a whisker mitigation practice is expected unless otherwise agreed between supplier and user;
- long product lifetimes and minimal downtime;
- products such as disc drives typically fall into this category;
- breaking off of a tin whisker is a concern.

Class 1: Industrial / consumer products

- medium product lifetimes;
- no major concern with tin whiskers breaking off.

Class 1A: Consumer products

- short product lifetimes;
- minimal concern with tin whiskers.

NOTE Examples of whisker mitigation practice can be found in JEDEC/IPC JP002.

5 Acceptance criteria

5.1 General

Whisker length measurements shall be made at each inspection interval and at the total test duration listed in Tables 6 and 7, according to procedures in Annex A. Each of these measurements shall be compared to the maximum allowable tin whisker length in Table 9 for technology acceptance testing and Table 10 for manufacturing process acceptance testing. Any measurement of whisker length that exceeds the appropriate maximum allowable whisker length in Table 9 for technology acceptance testing, or Table 10 for manufacturing process acceptance testing, results in a failure of the surface finish that is being tested. Specifically, a single tin whisker on a single termination that exceeds the appropriate failure criterion in Table 9 or 10 constitutes a failure of the surface finish technology or manufacturing process under test. The appropriate failure criterion or maximum allowable whisker length depends on the product class determined with guidance from 4.4. It is possible for a surface finish to pass 1 or 2 classes while failing others. For instance, a surface finish could pass the class 1A technology acceptance test, but fail the class 1 and class 2 tests.

Generic data on long established tin surface finish manufacturing processes with reliable field histories can be substituted with agreement between supplier and user.

5.2 Through-hole lead termination exclusions

Large through-hole devices may have damage at the ends of the lead terminations due to trim operations. In this case, any whiskers observed within a distance of 2,5 mm from the trimmed lead end may be discounted. Any whiskers observed more than 2,5 mm from the trimmed lead end shall be included in the acceptance analysis.

Examples of devices subject to this exclusion include: axial devices, bridges, and power package devices similar to a package style P-SFM-T3 (TO-220).

This exclusion is not to be used for devices that have a final trim and form that will be assembled as is with no part of the device discarded after soldering, nor is it to apply to any dambar cut area.

Table 9 – Technology acceptance criteria for maximum allowable tin whisker length

Considerations (component type, lead pitch or operating frequency)	Maximum allowable whisker length			
	Class 3	Class 2	Class 1	Class 1A
2-lead SMD components	pure tin and high tin content alloys are not typically allowed	40 µm for temperature/humidity storage and high temperature/humidity storage	67 µm ^a	50 µm for temperature cycling and high temperature/humidity storage
Multi-leaded components			67 µm ^a	
High frequency components^b		50 µm	20 µm for temperature/humidity storage	
Components with a minimum lead-to-lead gap > 320 µm		45 µm for temperature cycling	100 µm	75 µm
^a This spacing accounts for up to 0,05 mm bent leads. The maximum of the 67 µm accounts for adjacent discrete components.				
^b It is reported that the susceptibility to electrical performance degradation associated with tin whiskers increases with frequency (RF components > 6 GHz, or digital components $T_{rise} < 59$ ps).				

Table 10 – Manufacturing process change acceptance criteria for maximum allowable tin whisker length

Considerations	Stress type	Maximum allowable whisker length		
		Class 2	Class 1	Class 1A
Components with a lead-to-lead gap ≤ 320 µm	temperature cycling	45 µm	50 µm	50 µm
	temperature/humidity storage	20 µm	20 µm	20 µm
	high temperature/humidity storage	20 µm	20 µm	50 µm
Components with a minimum lead-to-lead gap > 320 µm	temperature cycling	45 µm	50 µm	50 µm
	temperature/humidity storage	20 µm	40 µm	75 µm
	high temperature/humidity storage	20 µm	40 µm	75 µm

6 Reporting of results

6.1 General requirements

At the conclusion of the acceptance testing, a report of the background information and findings shall be provided. This report shall contain all of the information described in Clause 6, as applicable. Additional information may be included at the supplier's discretion or by agreement between supplier and user.

6.2 Description of the surface finish, defined by technology and process parameters in Table 2

The following descriptions of surface shall be included:

- the details of the mitigation process used on the test samples (in accordance with Tables A.5 and A.6);
- the component type, base metal, under layer plating (if any), and surface finish material(s);
- the plating and under layer plating (if any) thickness.

6.3 Samples and preconditioning

The following information shall be included:

- the date of plating of each lot and lot identification;
- the precondition treatment and preconditioning temperature profile details;
- the date of preconditioning.

6.4 Acceptance testing

The following information shall be included:

- the type of qualification being performed (technology vs. manufacturing process);
- for a manufacturing process acceptance test, provide a reference to the related technology acceptance test;
- the stress conditions (including inspection intervals and duration) and sample sizes utilized in acceptance testing;
- the acceptance criteria utilized and product class;
- the inspection equipment details including magnifications used;
- the optical inspection qualification data in accordance with A.4, if optical inspection is utilized;
- a table that lists the longest whisker from 18-termination areas inspected (in accordance with Table A.4);
- optical and/or SEM results for each inspection termination per stress condition and interval (in accordance with Tables A.5 and A.6), including maximum whisker length and photograph results;
- as a minimum, photograph results on the longest whisker (or no growth if no whisker is present), in accordance with each precondition treatment, per stress condition;
- the identification and inspection results, including maximum whisker length and typical photographs, of sample parts and/or terminations discounted or removed from whisker inspection due to corrosion;
- in cases where there is an agreement between customer and suppliers that corrosion is present all whiskers observed shall be discounted on the corroded sample or termination;
- the identification of any sample parts and/or terminations discounted due to corrosion;
- the conclusion of whether the surface finish has passed or failed the test.

7 On-going tin whisker evaluation

Suppliers shall establish a system to periodically evaluate the performance of the surface finish manufacturing processes for whisker generation. The specifics of this system are left to the supplier. The following minimum guidelines are suggested:

- a representative sample of components taken periodically, as determined by the supplier, should be evaluated for each surface finish technology;
- the storage conditions for these components should include a relative humidity of 60 % or greater. Using the temperature/humidity storage test conditions of Tables 6 to 8 is preferred;
- the samples should be inspected for whiskers 6 months from the date of plating;
- results should be compared to baseline measurements. If these are exceeded, the supplier should take appropriate corrective actions.

Annex A (normative)

Test method for measuring whisker growth on tin and tin alloy surface finishes of semiconductor devices

A.1 Overview

The predominant terminal finishes on electronic components have been SnPb alloys. As the industry moves toward Pb-free components and assembly processes, the predominant terminal finish materials will be pure Sn and alloys of Sn, including SnBi and SnAg.

Pure Sn and Sn-based alloy electrodeposits and solder-dipped finishes may grow tin whiskers, which could electrically short across component terminals or break off the component and degrade the performance of electrical or mechanical parts.

The methodology presented in Annex A (see Figure A.1 for process flow), is applicable for studying tin whisker growth from finishes on semiconductor devices containing a predominance of tin (Sn). This test method may not be sufficient for applications with special requirements, e.g., military or aerospace. Additional requirements may be specified in the appropriate requirements document.

The purpose of Annex A is to:

- provide an industry-standardized suite of tests for measurement and comparison of whisker propensity for different plating or finish chemistries and processes;
- provide a consistent inspection protocol for tin whisker examination;
- provide a standard reporting format.

A.2 Disclaimer

Annex A is not to be used as a standalone for qualification purposes. It contains a suite of recommended tin whisker growth tests. If these common tests are adopted, then the industry can collect common and comparable data that may improve the understanding of the fundamentals of whisker growth and allow comparisons between technologies. Tests in this annex may be changed in the future as a better understanding of the mechanisms causing tin whisker growth is developed.

Based on a variety of testing and data review from around the globe, three test conditions have been identified that appear to be suitable for monitoring tin whisker growth. The three test conditions include two isothermal conditions with controlled humidity and a thermal cycling condition. However, these test conditions have not been correlated with longer environmental exposures of components in service. Thus, there is at present no way to quantitatively predict whisker lengths over long time periods based on the lengths measured in the short-term tests described in this document. At the time of writing, the fundamental mechanisms of tin whisker growth are not fully understood and acceleration factors have not been established. However until such time as acceleration factors are determined, all acceptance requirements for commercial tin finishes are provided in this standard. Certain applications, e.g., military or aerospace, may require additional and/or different tin whisker tests or evaluations.

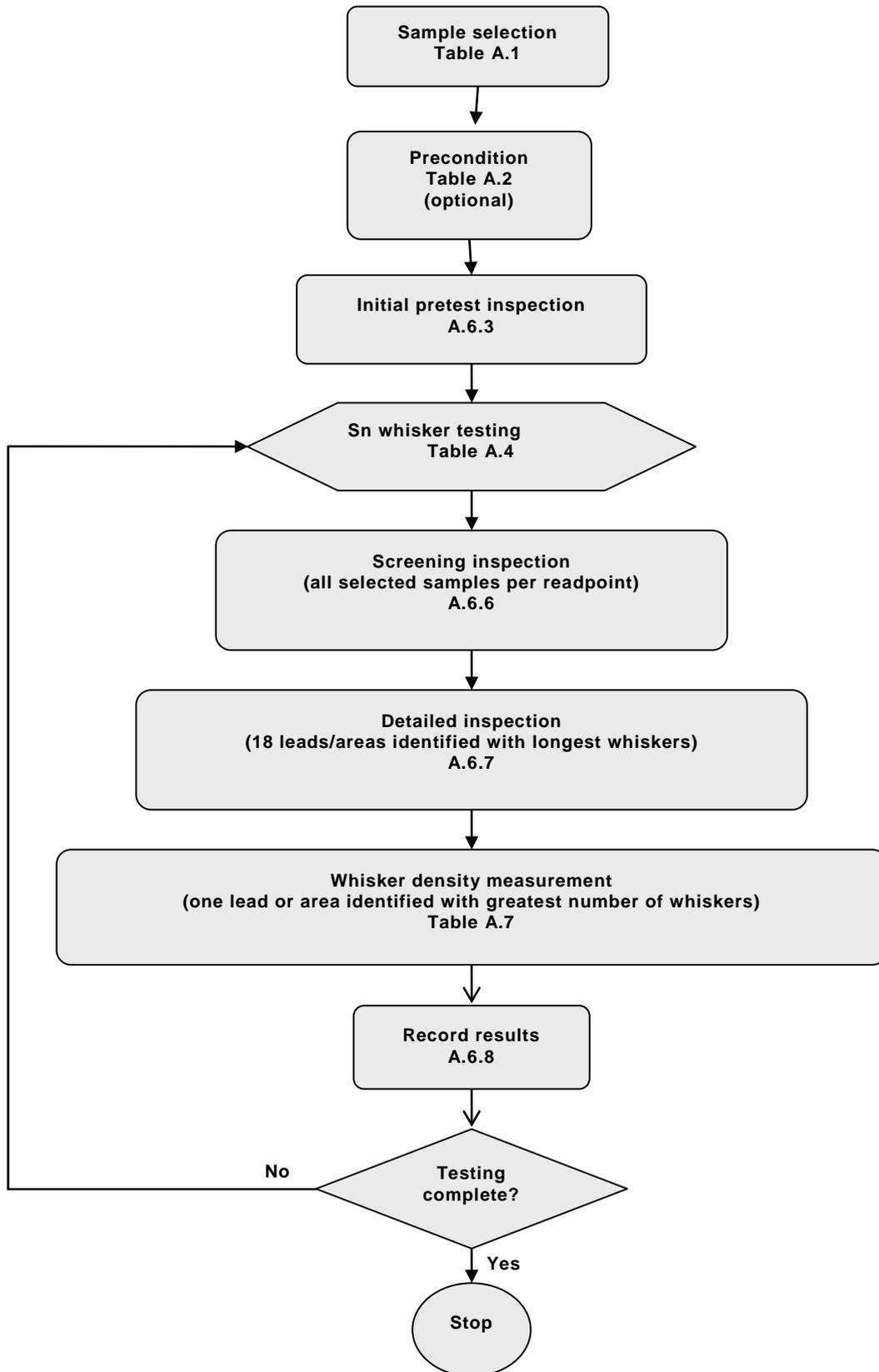


Figure A.1 – Process flow for Sn whisker testing

A.3 Apparatus

A.3.1 Temperature cycling chambers

Temperature cycling chamber(s) shall be air to air, and capable of cycling from -55_{-10}^0 °C to $+85_{+10}^0$ °C or from -40_{-10}^0 °C to $+85_{+10}^0$ °C. The temperature cycling chamber(s) shall be able to satisfy the cycle conditions defined in Tables 4 and 5.

A.3.2 Temperature humidity chambers

Temperature-humidity (T&H) chambers shall be capable of functioning in a non-condensing 55 °C \pm 3 °C, 85 % \pm 3 % RH and 30 °C \pm 2 °C, 60 % \pm 3 % RH environment.

The elevated temperature–humidity condition of 55 °C \pm 3 °C, 85 % \pm 3 % RH is close to the condensation point. If water condenses on the tin finish during environmental exposure, the condensed moisture and resulting corrosion may affect the final test results. To prevent condensation in the T&H chamber, the chamber dry-bulb temperature shall exceed the wet-bulb temperature at all times by not less than 2,4 °C (or equivalent for electronic sensors). Before opening of the chamber door for loading and unloading, the chamber temperature and humidity should be ramped down sufficiently close to room ambient (recommended within 10 °C and 10 % RH) to prevent condensation on the test samples and chamber walls.

During operation, condensation is most likely to occur on the T&H test chamber walls and ceiling; therefore, it is recommended that the test samples be sufficiently shielded from any condensed water that may drip from the chamber ceiling and/or walls onto the samples.

When loading the test samples into the T&H test chamber, the sample temperature shall be sufficiently higher than the chamber ambient temperature to avoid condensation on the test samples. It is recommended that the test samples and all sample trays or holders be preheated (to a temperature equal to the test temperature of the T&H test chamber) in a dry-bake oven prior to loading them into the T&H test chamber. Frequent wet-bulb maintenance is required for proper control of this test condition.

A.3.3 Optical stereomicroscope (optional)

The optical stereomicroscope shall possess adequate lighting capable of 50X to 150X magnification and be capable of detecting whiskers with a minimum length of 10 μ m, in accordance with A.4. If tin whiskers are measured with an optical system, then the system shall have a stage that is able to move in three dimensions and rotate, such that whiskers can be positioned perpendicular to the viewing direction for measurement.

A.3.4 Optical microscope (optional)

The optical microscope shall possess adequate lighting capable of 100X to 300X magnification and be capable of measuring whiskers with a minimum length of 10 μ m, in accordance with A.4. For tin whisker measurements, the optical system shall have a stage that is able to move in three dimensions and rotate, such that whiskers can be positioned perpendicular to the viewing direction for measurement.

A.3.5 Scanning electron microscope

Scanning electron microscopes (SEM) shall be capable of at least 250X magnification. An SEM fitted with an X-ray detector is recommended for elemental identification.

A.3.6 Convection reflow oven (optional)

Convection reflow systems shall be capable of achieving the reflow profiles of Table A.3.

A.4 Validation of optical microscopy equipment

A.4.1 Overall criteria

Validation of the capability of the optical equipment which is used for screening inspection and/or whisker length measurement is required.

The capability of the optical inspection equipment and the associated optical process shall be validated in accordance with A.4.2, A.4.3, and A.4.4 using reference samples inspected and characterized by an SEM. This validation process ensures that the optical equipment and the attendant inspection process can detect whiskers and result in an accurate assessment of the whisker lengths and densities.

The same optical equipment can be used for the two different tasks (screening inspection in accordance with A.6.6 and detailed whisker measurements in accordance with A.6.7). However, in this case the equipment shall be validated independently in accordance with A.4.2, A.4.3, and A.4.4.

If the optical inspection equipment or the optical measurement equipment fails to meet the requirements in A.4.2, A.4.3, and A.4.4, the optical system has failed the validation test for the relevant intended purpose. In this case the optical equipment, the fixturing, the lighting, magnification, and/or viewing angle may be adjusted and the validation procedure repeated for the new configuration. A system need only be re-validated if there is a change in the optical equipment or the inspection process.

NOTE 1 “Optical equipment” is the composite of an optical viewing system, sample retention and manipulation fixtures and lighting.

NOTE 2 As an inspection tool, stereomicroscopes have several advantages over binocular microscopes, and are essential for the screening inspection process. One important advantage is in depth perception. Stereomicroscopes have two separate optical paths. This makes depth perception and three-dimensional viewing of an object possible. Stereomicroscopes also offer long working distances and relatively large fields of view. These attributes make them ideal for whisker inspection.

A.4.2 Capability of whisker detection

The capability of the optical system used for whisker screening inspection shall be verified by following the screening inspection protocols in A.6. The usage of a stereomicroscope is required for the screening inspection process. A minimum whisker length of 10 μm shall be detectable with the optical system used for inspection.

To verify this capability, ten terminations or coupon areas that have whiskers, preferably using samples containing whiskers 10 μm to 20 μm in length and ten terminations or coupon areas without whiskers greater than 10 μm in length, shall be identified using the standard screening procedure and the optical equipment to be validated. The SEM shall then be used to verify the correctness of these selections by confirming that no whiskers greater than 10 μm are present on the ten terminations that were found by the optical system to have no whiskers and further confirming that whiskers of at least 10 μm are present on the ten terminations designated by the optical system as having whiskers greater than or equal to 10 μm . The system passes if the following criterion is met:

- in all cases, the correct distinction is made between terminals or coupon areas with whiskers from those without.

If whiskers of 10 μm to 20 μm are detected in the SEM but not with the optical microscope, then validation of the optical system for whisker detection capability has failed.

The measurements taken to validate the optical system and the results of the validation process should be documented for reference.

NOTE 1 A sample with whiskers having lengths of 10 µm to 20 µm can frequently be created by performing 500 to 1 000 thermal cycles, as defined in Table A.4, on a matte-tin plating or finish. If needed, a sample with a low density of whiskers can frequently be created by performing an isothermal aging using matte-tin over Cu, as defined in Table A.4, for 3 000 h to 4 000 h.

NOTE 2 Test samples identified as containing areas both with and “without” whiskers could, with time during storage, nucleate and grow new whiskers or continue to grow existing whiskers. Therefore, reference samples identified and characterized for whisker-detection capability cannot be used at a later time for additional optical system validations unless all samples are once again re-characterized by SEM inspection, and found to still meet the test sample requirements intended for the detection-capability process.

NOTE 3 Capturing a low magnification image of the region containing the measured whisker can be used as an aid for finding and identifying the exact whisker of interest. This can be done with either optical or SEM techniques.

A.4.3 Capability of whisker length measurement

The capability of the optical system to accurately measure whisker lengths shall be validated by comparison of optical measurements to those made with an SEM. This comparison shall be made on samples with whisker lengths ranging from 10 µm to 50 µm (see Note 1). The minimum number of whiskers measured in this validation shall be 30. The individual whiskers measured shall be the same for both systems so that direct comparisons of measured lengths can be made. The optical system passes if the following criterion is met:

- for the same whisker, the maximum whisker length measured with the optical system differs by less than 5 µm on average and by less than 10 µm for any particular whisker from the measurements taken in the SEM.

The measurements taken to validate the optical system and the results of the validation process should be documented for reference.

NOTE 1 A sample with whiskers having lengths of 10 µm to 50 µm can frequently be created by performing 1 000 to 2 000 thermal cycles, as defined in Table A.4, on a matte-tin plating or finish.

NOTE 2 Reference samples used for whisker length as well as density measurements can, with time during storage, nucleate and grow new whiskers or continue to grow existing whiskers. Therefore, reference samples identified and characterized for the whisker length/density capability cannot be used at a later time for additional optical system validations unless all samples are once again re-characterized by SEM inspection.

A.4.4 Capability of whisker density measurement

The capability of the optical system to accurately measure the density of whiskers shall be validated by comparison of the optical measurements with those made with an SEM. This comparison shall be made on six separate samples with whiskers ranging from 10 µm to 50 µm in length (refer to Note 1 of A.4.3). Preferably, at least one sample will have a high density of whiskers and at least one sample will have a low density of whiskers, according to Table A.7. The six samples can be six separate terminations on one electronic component, six separate terminations from multiple different electronic components, or can be six different areas on one or more coupons. The samples used for validating whisker density measurement capability can be the same as those used for the whisker length measurement capability (A.4.3). For each sample, the number of whiskers greater than 10 µm in length shall be measured with both systems within the same viewing area. The optical system passes if the following criterion is met:

- the whisker density measured with the optical system is within 20 % of that measured with an SEM.

The measurements taken to validate the optical system and the results of the validation process should be documented for reference.

A.5 Sample requirements and optional preconditioning

A.5.1 Acceptance requirements

For acceptance requirements of tin finishes for commercial use, the relevant test conditions, readpoints, and durations are given in Clause 4. For evaluating the whisker propensity of tin

finishes for other purposes (e.g., scientific study, preliminary evaluations of various platings, etc.), it is recommended that all three conditions defined in Table A.4 be used and that the durations given in Table 6 for class 1 and 2 products be used. In addition, each test condition is to be performed independently on separate samples.

A.5.2 Scientific studies

Test coupons may be used for scientific studies.

A.5.3 Test coupons

For comparison purposes, if using coupons, a total inspection area of at least 75 mm² on at least 3 coupons is required for each test condition. For small coupons, it is recommended that there be sufficient coupons so that the total area inspected adds up to a minimum of 75 mm², as described in Table A.1.

Table A.1 – Test sample size requirements per precondition treatment for coupons

Sample type	Finished area ^a	Minimum number of samples	Minimum total inspection area for screening inspection	Minimum inspection surface area per sample for screening inspection	Minimum total number of inspection areas for screening inspection ^b	Detailed inspection (number of areas per readpoint) ^b
small coupons	< 25 mm ²	3	75 mm ²	top and two sides of coupon	75 mm ² divided by (plated area on top and 2 sides of coupon)	9
large coupons	≥ 25 mm ²	3	75 mm ²	top and two sides up to a total of 25 mm ²	3	9

^a See Figure A.6 for detailed definition of the plated/finished area for inspection.

^b Each area for detailed inspection should be a minimum of 1,7 mm².

The same components or coupons evaluated for each test condition may be evaluated at all sequential readouts, including the final readout. Hence, to study a single finish, a minimum of 9 coupon samples are required to complete the three test conditions. Alternatively, the test may be started with a sufficient quantity of test samples equalling the minimum number of samples required per readout times the number of readouts. If a more accurate determination of growth kinetics is needed, it is recommended that the same test samples be used for each sequential readout instead of using re-populated samples.

A.5.4 Optional test sample preconditioning

A.5.4.1 Optional test sample preconditioning treatments

Table A.2 lists optional test sample preconditioning treatments that are recommended prior to all subsequent Sn whisker growth tests.

Table A.2 – Optional preconditioning treatments for tin whisker test samples

Condition	Preconditioning temperature exposure	Thermal profile exposure	Use guidelines
A	none	normal ambient exposure	intended to test for whisker growth under ambient temperature/humidity storage
B	room temperature storage for a minimum of 4 weeks after the finish is applied	15 °C to 30 °C 30 % to 80 % RH	intended for samples without under-plating or post bake mitigation before exposure to high temperature/humidity storage, temperature cycling or preconditioning in accordance with conditions C or D
C	SnPb temperature preconditioning	SnPb profile in accordance with Table A.3	intended to test for whisker growth after thermal exposure to SnPb SMT assembly temperatures (backward compatibility)
D	Pb-free temperature preconditioning	Pb-free profile in accordance with Table A.3	intended to test for whisker growth after thermal exposure to Pb-free SMT assembly temperatures (Pb-free compatibility)

A.5.4.2 Optional test sample preconditioning profiles

NOTE The profiles in A.5.4.2 utilize a lead or coupon temperature reference.

Test sample preconditioning profile information is shown in Table A.3 and Figure A.2. All profile criteria reference either the lead or solder joint temperature for components or the surface temperature for coupons. For the profile and the preconditioning process itself, it is recommended that non-metallized carriers or printed circuit boards be used to hold the samples during the reflow process. For components with leads, the orientation of the component shall be in the “live bug” configuration (i.e., leads down touching the carrier or board).

Table A.3 – Optional preconditioning reflow profiles ^a

Profile feature	SnPb profile	Pb-free profile
average ramp-up rate ($T_{s,max}$ to T_{peak})	3 °C s ⁻¹ max.	3 °C s ⁻¹ max.
preheat:		
– temperature min. ($T_{s,min}$)	100 °C	150 °C
– temperature max. ($T_{s,max}$)	150 °C	200 °C
– time ($T_{s,min}$ to $T_{s,max}$) (t_s)	60 s to 120 s	60 s to 120 s
time maintained above:		
– temperature (T_L)	183 °C	217 °C
– time (t_L)	60 s to 120 s	60 s to 120 s
lead or solder joint temperature (T_{peak})	200 °C to 220 °C ^b	245 °C to 260 °C ^c
average ramp-down rate (T_{peak} to $T_{s,max}$)	6 °C s ⁻¹ max.	6 °C s ⁻¹ max.
time duration from 25 °C to peak temperature	6 minutes max.	8 minutes max.
^a All temperatures refer to lead or solder joint temperature for components or the surface temperature for coupons. ^b Maximum temperature of 220 °C ensures that the finish is not melted (i.e., melting point of pure Sn is 232 °C). ^c Minimum temperature of 245 °C ensures that the finish is melted.		

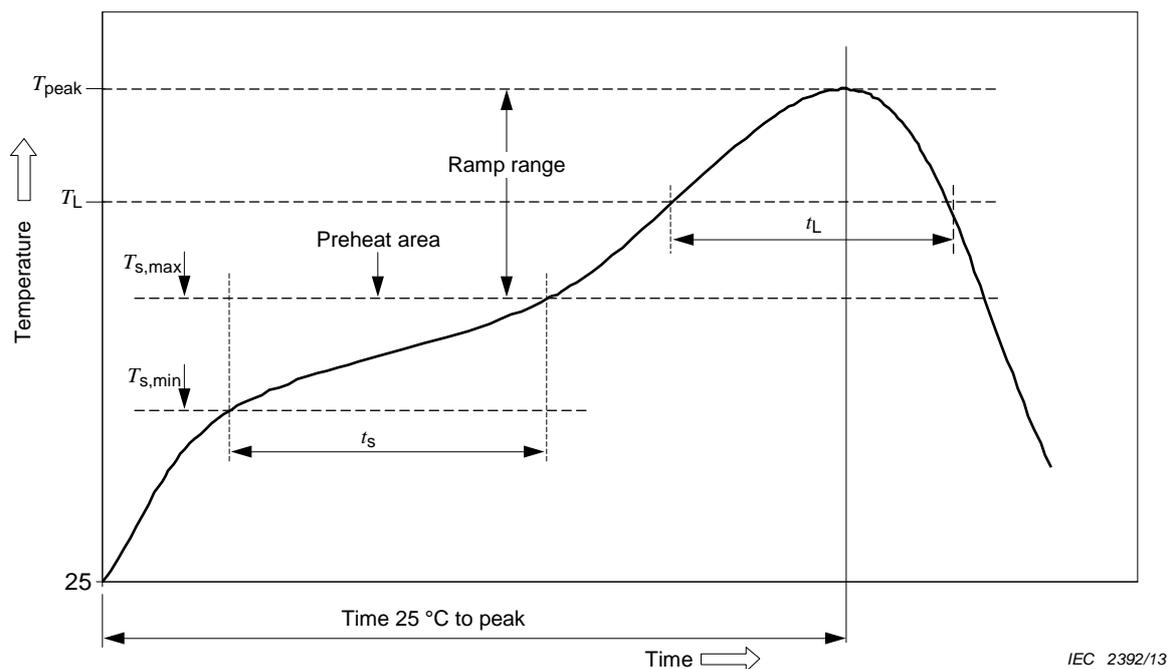


Figure A.2 – Optional preconditioning reflow profile

A.6 Whisker inspection, length measurement and test conditions

A.6.1 General principles

The whisker inspection procedure includes three parts: (1) the initial pre-test inspection, (2) the screening inspection, and (3) the detailed inspection. The initial inspection should be performed once before the test samples are exposed to any test condition. The screening inspection should be performed at each readout. If whiskers are detected in the screening inspection, then the detailed inspection should be performed at that readout. The whisker inspections can be performed using either an SEM or a validated optical system meeting the conditions as outlined in A.4.

A.6.2 Handling

When handling test samples, care shall be taken to avoid contact with the finish which may result in the detachment of whiskers. For SEM inspection, a conductive material to attach the test sample to the SEM work holder to prevent charging is recommended; however, if the same test samples will be inspected at each readout and then returned to the test condition for further exposure, conductive sputter coating, such as C, Pt, or Au, shall not be deposited to aid SEM inspection. If the test samples will not be returned to the test condition, then a conductive coating may be used to reduce sample charging.

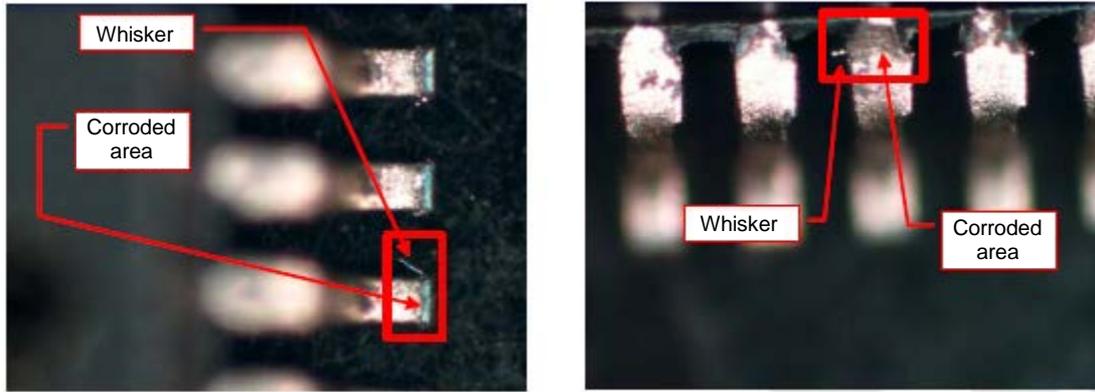
A.6.3 General inspection instructions

The screening (A.6.6) and detailed inspections (A.6.7) for whiskers shall include inspection for whisker patterns and relationships (alignments) between whiskers and sample features or between whiskers and irregularities. Irregularities are extrinsic (acquired) features which deviate from the original, ideally (perfectly) plated surface, particularly those features that occur as a result of post-plating mechanical operations or deterioration of the plated surface.

During inspection, particular attention should be paid to the occurrence of corrosion, surface scratches, tool/clamping marks, edges and surfaces created by punching or shearing operations, heat affected zones or solder-to-plated surface boundaries (created during assembly). The presence of special relations between whiskers and irregularities should be

recorded in Table A.6. In addition, it is strongly recommended that images are taken to document any relationship observed between whiskers and features and/or irregularities.

Figure A.3 shows examples of corrosion irregularities (in this instance the corrosion occurs in areas adjacent to other irregularities created by shearing and punching operations that expose copper base metal).



IEC 2393/13

Figure A.3 – Examples of whiskers in areas of corrosion

A.6.4 Initial pretest inspection

Prior to any test condition exposure, an initial optical or SEM inspection should be conducted and documented to determine if whiskers are present. The same procedure used for the screening inspection, described in A.6.6, shall be followed.

A.6.5 Test conditions

Test conditions used for assessing tin whisker growth are listed in Table A.4. These test conditions represent a minimum set of conditions that shall be used to assess the propensity for tin whisker growth on any given tin finish under study.

Table A.4 – Tin whisker test conditions

Stress type	Test conditions
temperature cycling	minimum temperature $-55_{-10}^0 \text{ } ^\circ\text{C}$ or $-40_{-10}^0 \text{ } ^\circ\text{C}$ maximum temperature $+85_{+0}^{+10} \text{ } ^\circ\text{C}$, air to air; 10 min soak; $\sim 3 \text{ cycles h}^{-1}$
ambient temperature / humidity storage	$30 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ and $60 \text{ } \% \pm 3 \text{ } \% \text{ RH}$
high temperature / humidity storage	$55 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$ and $85 \text{ } \% \pm 3 \text{ } \% \text{ RH}$

A.6.6 Screening inspection

A.6.6.1 Screening requirement

The screening inspection shall be performed for all samples at each readout following exposure to any test condition. The intent is to efficiently inspect the entire sample population and identify those leads, terminations, or coupon areas that contain whiskers for further detailed inspection.

A.6.6.2 Components

Components shall be inspected using either an optical system meeting the requirements of A.4 or an SEM. If the screening inspection is performed with an optical system, a minimum magnification of 50X is required. For whisker verification, a higher magnification is recommended. If the screening inspection is performed with an SEM, a minimum magnification of 250X is required. If whiskers are not detected during the screening inspection, then a detailed inspection is not required at that readpoint. If whiskers are detected during the screening inspection, then a minimum of 18 areas that appear to have the longest tin whiskers shall be identified for detailed inspection.

A.6.6.3 Coupons

For coupons larger than 25 mm², a minimum of 3 coupons, in accordance with Table A.1, shall be inspected using either an optical system meeting the requirements of A.4 or an SEM. On each of these 3 coupons, a minimum area of 25 mm² shall be screened, including at least two edges of at least 3 mm in total length. For coupons smaller than 25 mm², additional coupons shall be screened, such that the total area screened is a minimum of 75 mm². If the screening inspection is performed with an optical system, a minimum magnification of 50X is required. For whisker verification, a higher magnification is recommended. If the screening inspection is performed with an SEM, a minimum magnification of 250X is required. If whiskers are not detected during the screening inspection, then a detailed inspection is not required at that readpoint. If whiskers are detected during the screening inspection, then a minimum of three areas of 1,7 mm² on each coupon that appear to have the longest tin whiskers shall be identified for detailed inspection. These three areas from each sample shall be evaluated following the detailed inspection procedure in A.6.7.

A.6.7 Detailed inspection

A.6.7.1 Inspection requirements

The detailed inspection shall be performed on terminations or areas identified in the screening inspection. If whiskers are not observed in the screening inspection then the detailed inspection is not required. For test samples that exhibit whiskers, 3 terminations or 3 areas per sample and a minimum of 6 components for multi-leaded devices, 9 passive/discrete components with 4 leads or fewer or 3 coupons shall be inspected. A scanning electron microscope or a validated optical system (see A.4) shall be used for the detailed inspection. For SEM inspections, a minimum magnification of 250X shall be used and for optical systems a minimum magnification of 50X shall be used. For the whisker length measurements themselves, a magnification higher or lower than that used for inspection may be required, such that the whisker being measured approximately fills the field of view at the selected magnification. Whisker length measurements should be made approximately perpendicular to the viewing direction for SEM and optical microscopy.

A.6.7.2 Components with leads

Following the minimum sample sizes as listed in Tables 4 or 5, a minimum of 18 leads shall be inspected. The top, 2 sides, and bends of each identified lead shall be inspected as depicted in Figure A.4. If leads are round then the surface that is the top half of the diameter should be inspected. Whiskers on the two sides may be easier to identify and measure if the component is mounted upside down in the “dead bug” position. For each inspected lead, the maximum whisker length shall be recorded as described in A.6.8. The whisker density shall

also be recorded for one lead identified as having the greatest number of whiskers following the protocol outlined in A.6.8.3.3.

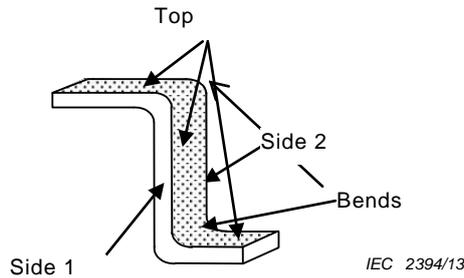


Figure A.4 – A schematic diagram depicting a component lead and the top, 2 sides, and bends of the lead to be inspected

A.6.7.3 Leadless components

The areas to be inspected are denoted by the arrows in Figure A.5

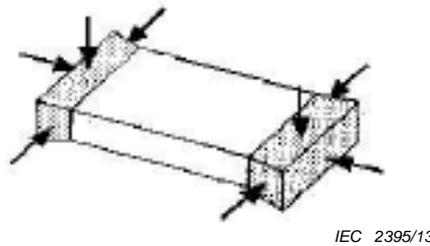


Figure A.5 – A schematic drawing depicting a leadless component and the top and 3 sides of the terminations to be inspected

A.6.7.4 Coupons

A minimum of 9 areas on a minimum of 3 coupons shall be inspected. Each area shall be a minimum of 1,7 mm² and should have been identified during the screening inspection. An example of inspection areas is depicted in Figure A.6. For each inspected area, the maximum whisker length shall be recorded as described in A.6.8. The whisker density shall also be recorded for one area identified as having the greatest number of whiskers following the protocol outlined in A.6.8.3.3.

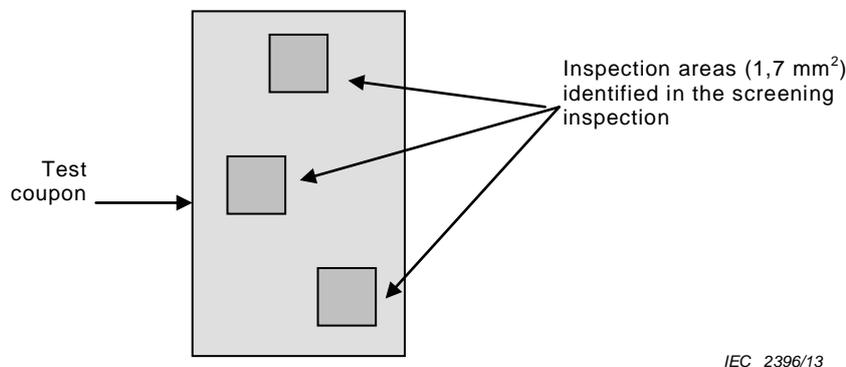


Figure A.6 – A schematic drawing depicting one possible coupon and three 1,7 mm² areas identified for inspection

A.6.8 Recording procedure for scientific studies

A.6.8.1 General information

Tin whisker tests standard report formats are shown in Tables A.5 and A.6. The factors listed in Table A.5 are known or believed to influence whisker behaviour. All applicable information should be provided.

Table A.5 – Tin whisker tests standard report formats (general information)

(Add columns as needed)

Basic information:	Sample ID	Sample ID
Date of inspection		
Test condition		
Cumulative exposure time (hours) or number of cycles at readpoint		
Observations:		
Type of whisker (kinked, straight, branched)		
Length of longest whisker (microns)		
Whisker density (low, medium, high per inspected area)		
Additional comments / exceptions		
Substrate:		
Type (e.g., package, coupon, chip)		
Substrate material (e.g., Cu, CuFe2, alloy 42)		
Forming operation (e.g., etched, stamped)		
Post-finish treatment (none, reflow at temperature, anneal at time and temperature, etc.)		
Time between pre- and post-finish treatment (anneal, reflow, etc.)		
Time between finish application and initiation of environmental aging		
Underplating:		
Underplate date		
Underplate material (e.g., Ni, Ag, etc.)		
Bath type (e.g., sulfamate)		
Underplate type (bright, matte, satin)		
Underplate thickness (microns)		

Tin finish:	Sample ID	Sample ID
Finish application date		
Alloy type (e.g., tin, tin-bismuth)		
If an alloy of tin is used, alloy content range (e.g., 1 % to 3 %)		
Bath type (methane sulfonic acid, mixed acid, etc.)		
Finish type (bright, matte, satin)		
Finish thickness (µm)		
Finish grain size (µm) ^a		
Current density (A/dm)		
Carbon content in the deposit ^b		
Impurity content in the plating bath, Cu ^c		
Impurity content in the plating bath, Zn ^c		
Impurity content in the plating bath, Fe ^c		
Impurity content in the plating bath, Ag ^c		
Impurity content in the plating bath, Pb ^c		
Impurity content in the plating bath, Ni ^c		
^a Can be measured on the surface of the deposit. The test method should be disclosed. ^b Carbon content may be measured on a separate coupon sample provided that the plating conditions are similar to the conditions used for creating whisker test samples. The test method should be disclosed. ^c Impurity content should be measured in the plating bath. These fields are not required, but are recommended to be reported.		

A.6.8.2 Recording of screening inspection

For components, the number of components screened per test condition and the number of leads or terminations screened per component shall be recorded. In addition, the number of leads or terminations with whiskers identified shall be recorded. (For example, 6 components and 96 leads were screened and 14 leads exhibited whiskers). For coupons, the number of coupons and the inspection area per coupon that were screened shall be recorded.

A.6.8.3 Recording of detailed inspection

A.6.8.3.1 Items to be recorded

The number of leads, terminations, or inspection areas evaluated in the detailed inspection per test condition shall be recorded. An example format for recording the information is shown in Table A.6. For each lead, termination, or coupon area that is inspected during the detailed inspection, the maximum whisker length shall be recorded. The whisker density shall also be recorded for the one lead, termination, or coupon area exhibiting the greatest number of whiskers.

Table A.6 – Tin whisker tests standard report formats (detailed whisker information)

Screening observations:	Sample information	Features (e.g., corrosion, scratches, clamp marks, etc.)
Number of samples inspected		
Number of terminations or coupon areas inspected per sample		
Total number of terminations or coupon areas inspected		
Total area inspected		
Number of terminations or coupon areas with whiskers		
Detailed observations:		
Number of samples inspected		
Total number of terminations or coupon areas inspected		
Whisker density (low, medium, high per inspected area)		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 1		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 2		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 3		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 4		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 5		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 6		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 7		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 8		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 9		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 10		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 11		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 12		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 13		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 14		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 15		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 16		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 17		
Length of longest whisker (µm) – termination or coupon area 18		
Additional comments:		
Additional comments/exceptions:		

A.6.8.3.2 Whisker length

Record the maximum whisker length measured on each lead, termination, or coupon area during the detailed inspection. The whisker length is measured as the straight line distance from the termination/electroplate surface to the most distant point on the whisker (i.e., the radius of a sphere containing the whisker with its centre located at the point of emergence), as depicted in Figure 5.

A.6.8.3.3 Optional for scientific studies: whisker density range

In the screening inspection, one lead or termination for components or one inspection area for coupons shall be identified as having approximately the greatest number of whiskers. For this one lead, termination, or coupon area, a whisker density range shall be determined using the following procedure. For most components, whiskers shall be counted on the entire top and sides of the lead or termination. The number of whiskers shall be recorded along with the amount of surface area that was inspected. Counting may be stopped when the total number of whiskers counted in the inspected surface area exceeds 45 whiskers. The total number of whiskers counted per lead, termination, or coupon area shall be used to classify the whisker density range, according to Table A.7.

NOTE The whisker density range has not been correlated with whisker length. However, the chance of a whisker causing a failure depends on the whisker density. Therefore, reporting of whisker density range can help to improve the understanding of how whisker density correlates (if at all) with maximum whisker length.

Table A.7 – Whisker density ranges that can be determined based on the number of whiskers observed per lead, termination, or coupon area

Maximum whisker density range	Total number of whiskers per lead, termination, or inspected coupon area	Lead, termination, or coupon inspection area
low	< 10 whiskers	(mm ²)
medium	10 to 45 whiskers	(mm ²)
high	> 45 whiskers	(mm ²)

Bibliography

JEDEC/IPC JP002, *Current tin whiskers theory and mitigation practices guideline*

SOMMAIRE

1	Domaine d'application	54
2	Termes et définitions	54
3	Méthode d'essai pour la mesure du développement des trichites d'étain.....	60
3.1	Procédure	60
3.2	Echantillons pour essai	61
3.3	Mesure de prévention de manipulation	61
3.4	Assemblage par refusion	61
4	Procédure de réception des finis de surface en étain et alliage d'étain	62
4.1	Détermination de la nécessité ou non d'essais de réception technologique, de procédé de fabrication ou de similarité	62
4.2	Echantillons.....	68
4.2.1	Exigences concernant les échantillons	68
4.2.2	Effectif d'échantillon pour les composants multiconducteurs à 5 conducteurs ou plus	69
4.2.3	Effectif d'échantillon pour les composants passifs et discrets à 4 conducteurs ou moins.....	69
4.2.4	Echantillons supplémentaires	69
4.3	Procédures et durées d'essai	71
4.3.1	Pré-conditionnement.....	71
4.3.2	Conditions d'essai	71
4.3.3	Durées d'essai.....	71
4.3.4	Inspection des trichites	71
4.3.5	Corrosion superficielle observée lors des essais à température/humidité élevées.....	72
4.4	Détermination du niveau de classe pour les essais.....	74
5	Critères d'acceptation.....	75
5.1	Généralités.....	75
5.2	Exclusion des extrémités de conducteurs à trou traversant.....	75
6	Compte-rendu des résultats.....	77
6.1	Exigences générales	77
6.2	Description du fini de surface, définie par les paramètres de technologie et de procédé dans le Tableau 2	77
6.3	Echantillons et pré-conditionnement	77
6.4	Essais de réception	77
7	Evaluation continue des trichites d'étain	78
Annexe A (normative) Méthode d'essai pour la mesure du développement des trichites sur les finis de surface en étain et alliage d'étain des dispositifs à semiconducteurs.....		79
A.1	Vue d'ensemble.....	79
A.2	Exonération de responsabilité	79
A.3	Appareillage	81
A.3.1	Chambres de cycles de températures	81
A.3.2	Chambres de température-humidité	81
A.3.3	Microscope stéréoscopique optique (facultatif)	81
A.3.4	Microscope optique (facultatif)	81
A.3.5	Microscope électronique à balayage	82
A.3.6	Etuve de refusion par convection (facultatif)	82
A.4	Validation des équipements de microscopie optique	82

A.4.1	Critères généraux	82
A.4.2	Capacité de détection des trichites	82
A.4.3	Capacité de mesure de la longueur des trichites	83
A.4.4	Capacité de mesure de la densité des trichites	84
A.5	Exigences concernant les échantillons et pré-conditionnement facultatif	84
A.5.1	Exigences de réception	84
A.5.2	Etudes scientifiques	84
A.5.3	Eprouvettes	84
A.5.4	Pré-conditionnement facultatif des échantillons pour essai	85
A.6	Inspection des trichites, mesure de la longueur et conditions d'essai	87
A.6.1	Principes généraux	87
A.6.2	Manipulation	88
A.6.3	Instructions générales d'inspection	88
A.6.4	Inspection d'essai préliminaire initiale	89
A.6.5	Conditions d'essai	89
A.6.6	Inspection par balayage	89
A.6.7	Inspection détaillée	90
A.6.8	Procédure de consignation destinée aux études scientifiques	91
Figure 1	– Coupe transversale des finis de surface des composants	54
Figure 2	– Photographies typiques de la corrosion des extrémités	56
Figure 3	– Exemples de trichites d'étain	58
Figure 4	– Formations superficielles autres que des trichites	59
Figure 5	– Mesure de la longueur de trichite	59
Figure 6	– Intervalle minimal entre conducteurs	60
Figure 7	– Organigramme permettant de déterminer si un essai de réception technologique ou du procédé de fabrication est requis, ou si aucun essai n'est requis, sur la base de la similarité	63
Figure 8	– Organigramme d'essai de réception technologique pour les composants multiconducteurs, avec un réseau de conducteurs en alliage de cuivre reposant sur la technologie de réduction post cuisson – Echantillon d'essai du fini de surface , paramètres de technologie établis (1 de 2)	64
Figure A.1	– Déroulement des opérations pour les essais d'inspection des trichites d'étain	80
Figure A.2	– Profil de refusion avec pré-conditionnement facultatif	87
Figure A.3	– Exemples de trichites sur des surfaces corrodées	88
Figure A.4	– Schéma de principe illustrant un conducteur de composant et le sommet, 2 côtés et les coudes du conducteur à inspecter	90
Figure A.5	– Schéma illustrant un composant sans conducteur et le sommet et 3 côtés des extrémités à inspecter	91
Figure A.6	– Schéma illustrant une éprouvette potentielle et trois surfaces de 1,7 mm ² identifiées pour inspection	91
Tableau 1	– Recommandations concernant le procédé d'assemblage de carte SMT pour un mouillage minimum des extrémités ^b	62
Tableau 2	– Paramètres de réception des modifications d'ordre technologique et du procédé de fabrication du fini de surface	66
Tableau 3	– Matrice d'essai de réception du fini de surface en étain et alliage d'étain	67

Tableau 4 – Exigences concernant l'effectif d'échantillon pour l'essai de réception du fini de surface en étain et alliage d'étain, par traitement de pré-conditionnement pour un composant multiconducteurs.....	70
Tableau 5 – Exigences concernant l'effectif d'échantillon pour l'essai de réception du fini de surface en étain et alliage d'étain, par traitement de pré-conditionnement pour les composants passifs et discrets à 4 conducteurs ou moins	70
Tableau 6 – Essais et durées de réception de technologie	72
Tableau 7 – Essais et durées de réception des modifications apportées au procédé de fabrication.....	73
Tableau 8 – Pré-conditionnement pour les essais de réception des modifications d'ordre technologique / du procédé de fabrication	74
Tableau 9 – Critères de réception technologique pour une longueur de trichite d'étain maximale admissible.....	76
Tableau 10 – Critères de réception de modification du procédé de fabrication pour une longueur de trichite d'étain maximale admissible.....	76
Tableau A.1 – Exigences concernant les effectifs d'échantillons pour essai par traitement de pré-conditionnement dédié aux éprouvettes.....	85
Tableau A.2 – Traitements de pré-conditionnement facultatif pour les échantillons pour essai des trichites d'étain.....	86
Tableau A.3 – Profils de refusion avec pré-conditionnement facultatif ^a	87
Tableau A.4 – Conditions d'essai d'inspection des trichites d'étain	89
Tableau A.5 – Formats de rapports normalisés relatifs aux essais portant sur les trichites d'étain (informations générales).....	92
Tableau A.6 – Formats de rapports normalisés relatifs aux essais portant sur les trichites d'étain (informations détaillées concernant les trichites)	93
Tableau A.7 – Intervalles de densité des trichites pouvant être déterminés sur la base du nombre de trichites observées par conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette	95

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXIGENCES DE RÉCEPTION ENVIRONNEMENTALE POUR LA SUSCEPTIBILITÉ DES FINIS DE SURFACE EN ÉTAIN ET ALLIAGE D'ÉTAIN À LA TRICHITE D'ÉTAIN SUR LES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62483 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semi-conducteurs.

Cette première édition est basée sur les documents JEDEC JESD201A et JESD22-A121A et remplace la CEI/PAS 62483, parue en 2006. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) Le contenu de la publication CEI/PAS 62483 a été ajouté au contenu de JESD201A à l'Annexe A.
- b) Une méthodologie a été introduite pour les essais de réception environnementale des finis de surface en étain et de pratiques d'atténuation pour les trichites d'étain.

c) L'Article 6 présente en détail les exigences de déclaration des résultats d'essai.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2171/FDIS	47/2180/RVD

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

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

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

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

De nombreuses entreprises de l'industrie électronique ont adopté des finis de surface en étain comme l'une des méthodes permettant de satisfaire à diverses mesures législatives d'applications sans plomb, par exemple, la directive RoHS de l'Union Européenne. Toutefois, les finis de surface en étain (Sn) et alliage d'étain peuvent être sujets à la formation de trichite associée à une diminution potentielle de la fiabilité. Il est possible d'intégrer des pratiques de réduction appropriées afin de réduire la propension de la trichite d'étain à un niveau acceptable.

Les conditions d'essai conformément à l'Annexe A et les limites de qualification spécifiées dans la présente Norme internationale sont basées sur les données relatives à la trichite d'étain, ces données étant collectées au niveau mondial. Ces conditions d'essai n'ont pas été corrélées avec des expositions dans l'environnement de plus longue durée des composants en service. Ainsi, il n'existe actuellement aucune méthode de prévision quantitative des longueurs de trichite sur des périodes de longue durée établies sur les longueurs mesurées dans les essais à court terme décrits dans le présent document. Au moment de la rédaction de la présente norme, les mécanismes fondamentaux du développement de la trichite d'étain ne sont pas pleinement compris et les facteurs d'accélération n'ont pas été établis. Par conséquent, les essais décrits dans le présent document ne garantissent pas que les différents types de trichite se développeront ou non dans des conditions de vie sur site.

EXIGENCES DE RÉCEPTION ENVIRONNEMENTALE POUR LA SUSCEPTIBILITÉ DES FINIS DE SURFACE EN ÉTAIN ET ALLIAGE D'ÉTAIN À LA TRICHITE D'ÉTAIN SUR LES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit la méthodologie appliquée aux essais de réception environnementale des finis de surface en étain et aux pratiques de réduction pour les différents types de trichite d'étain sur les dispositifs à semiconducteurs. Cette méthodologie peut ne pas se révéler suffisante pour les applications associées à des exigences spéciales (c'est-à-dire applications militaires, aérospatiales, etc.). Des exigences supplémentaires peuvent être spécifiées dans la documentation (d'approvisionnement) appropriée contenant les exigences.

La présente Norme internationale ne s'applique pas aux dispositifs à semiconducteurs à extrémités exclusivement inférieures dont la surface entièrement galvanisée) est mouillée lors de leur assemblage (par exemple, composants pour boîtier plat quadrangulaire sans connexion, et pour boîtier matriciel à billes, extrémités à résistance à billes). L'adhésion à la présente norme doit comprendre la satisfaction aux exigences de compte-rendu décrites dans l'Article 6.

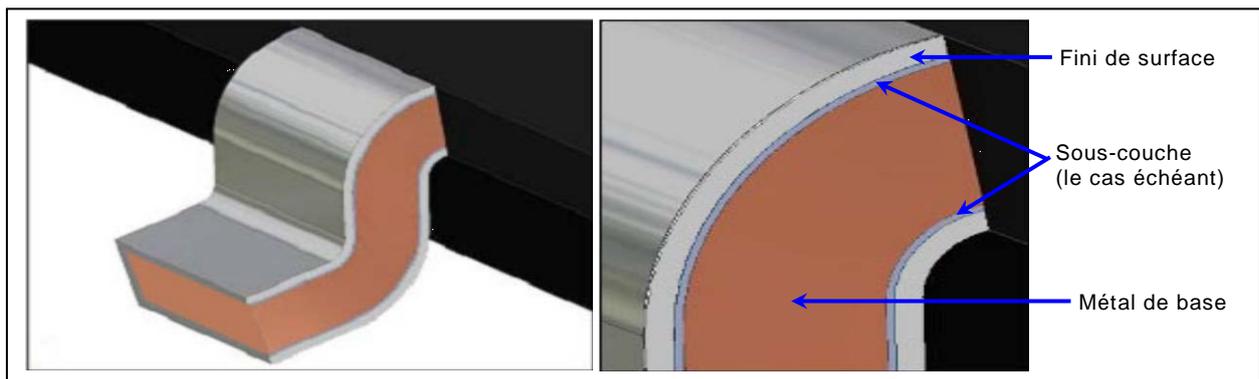
2 Termes et définitions

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

2.1

métal de base

alliage de métal présent sous tous les finis de surface et/ou sous-couche



IEC 2381/13

Figure 1 – Coupe transversale des finis de surface des composants

2.2

fini de surface en étain et alliage d'étain

fini de surface extérieur en étain pour les extrémités de composants externes et autre métal exposé

2.3

pratique de réduction de la trichite d'étain

processus appliqué(s) lors de la fabrication d'un composant afin de réduire la propension de développement de la trichite d'étain, par une réduction au minimum de la contrainte de compression interne du fini de surface

2.4

réception des modifications du procédé de fabrication

essai de réception d'une modification apportée à un processus de fabrication du fini de surface déjà accepté par des essais de réception technologique (qv)

2.5

réception de similarité

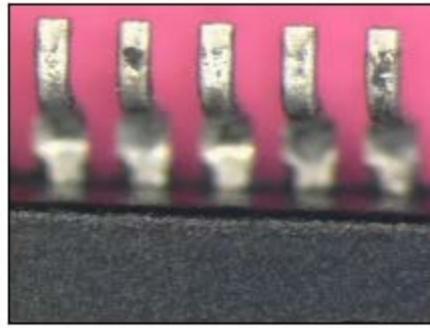
réception d'une modification apportée à un processus de fabrication du fini de surface sur la base de la similarité et des données issues des essais de réception de la technologie de la trichite d'étain antérieure et de la modification du procédé de fabrication

2.6

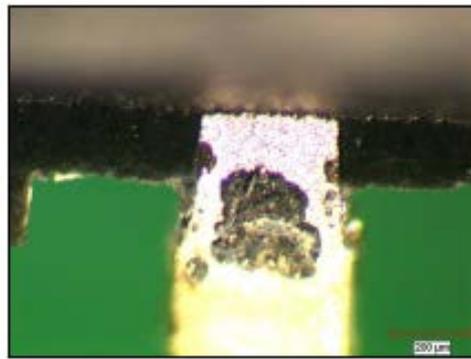
corrosion superficielle

modification localisée apportée à un fini de surface en étain argenté qui apparaît dans un microscope optique sous la forme de surfaces d'ombre non réfléchissantes dont la taille est d'environ 25 μm sur toute la longueur de l'extrémité

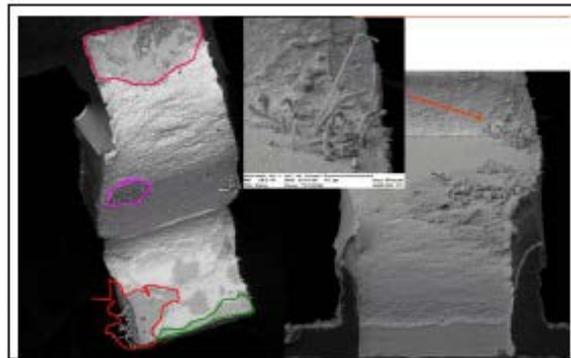
Note 1 à l'article: Alors que l'oxyde d'étain est très répandu sur les finis de surface en étain, la corrosion superficielle génère une couche localement épaisse d'oxyde d'étain susceptible de s'étendre du substrat à la surface du dépôt au niveau de la surface d'ombre. Des photographies typiques de la corrosion d'extrémité sont présentées à la Figure 2 (a) à d)).



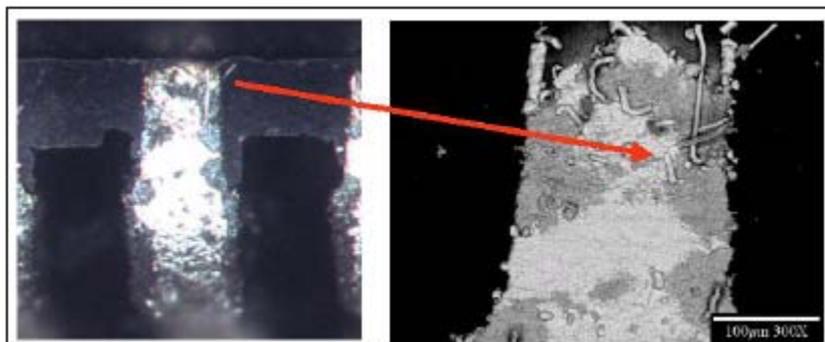
a) Etain mat sur cuivre (Cu) avec revêtement en nickel (Ni) (optique)



b) Etain mat sur cuivre (Cu) (optique)



c) Etain mat sur cuivre (Cu) (MEB)



d) Etain mat sur cuivre (Cu) (optique/MEB)

IEC 2383/13

Figure 2 – Photographies typiques de la corrosion des extrémités

2.7

réception technologique du fini de surface

essai de réception d'un ensemble de matériaux de fini de surface et procédés de fabrication comprenant un ensemble défini de métaux de base, de métaux de sous-couche de métallisation, d'alliages de fini de surface, ainsi que la chimie de bain de fini de surface et des étapes de déroulement des opérations

2.8

sous-couche sous-finition

couches galvanisées entre le métal de base et le fini de surface extérieur

2.9

trichite

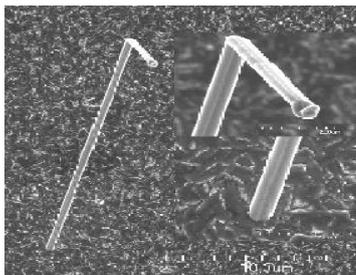
filament spontané de forme colonnaire ou cylindrique, habituellement en métal monocristallin, provenant de la surface d'un fini (revêtement)

EXEMPLE Voir la Figure 3 pour des exemples de photographies de trichites d'étain.

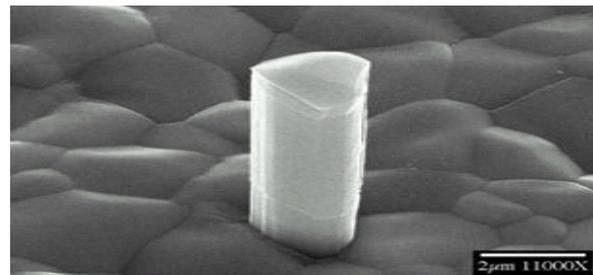
Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, les trichites ont les caractéristiques suivantes:

- elles ont un rapport de forme (longueur/largeur) supérieur à 2;
- elles peuvent être déformées, courbées ou tordues;
- elles ont habituellement une forme de section uniforme;
- elles consistent généralement en un filament unique de forme colonnaire dont les ramifications sont peu fréquentes;
- elles peuvent comporter des stries disposées sur toute la longueur de la colonne et/ou des anneaux autour du périmètre de la colonne;
- elles ont une longueur de 10 μm ou plus (les longueurs inférieures à 10 μm peuvent être considérées importantes pour la recherche, mais ne sont pas considérées comme telles pour cette méthode d'essai).

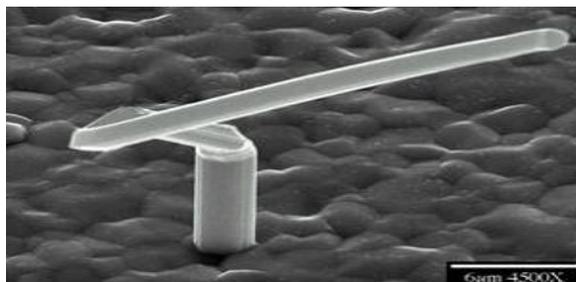
Note 2 à l'article: Ne pas confondre les trichites avec les dendrites, qui constituent des développements plumeux apparaissant à la surface d'un matériau, susceptibles de se former suite à l'électromigration d'une espèce ionique ou de se produire lors de la solidification. (Voir la Figure 4 pour une photographie d'une dendrite par solidification typique).



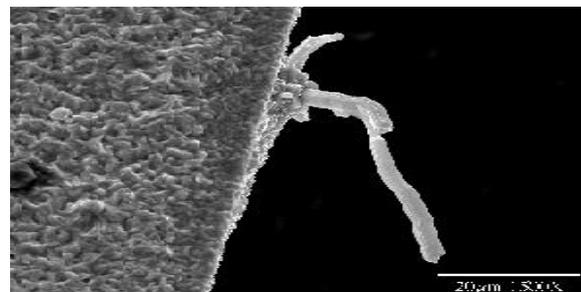
a) Filaments de trichite d'étain



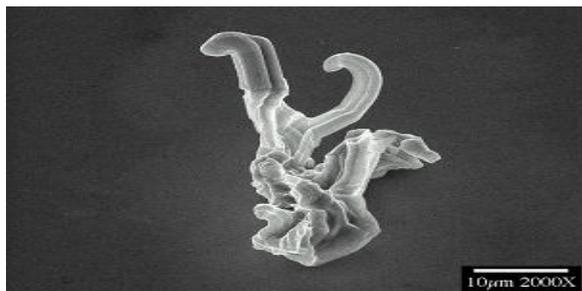
b) Trichite de section cohérente



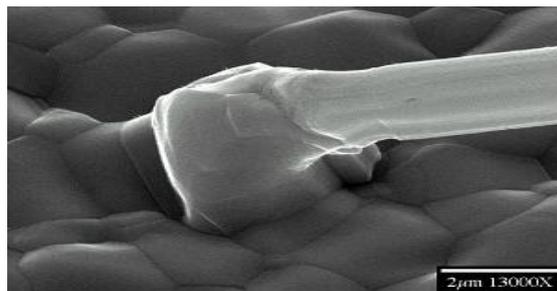
c) Trichite déformée



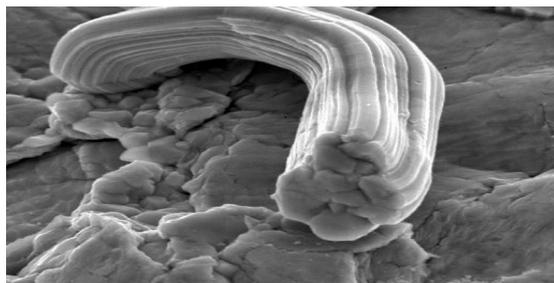
d) Trichite déformée qui se développe à partir d'un nodule



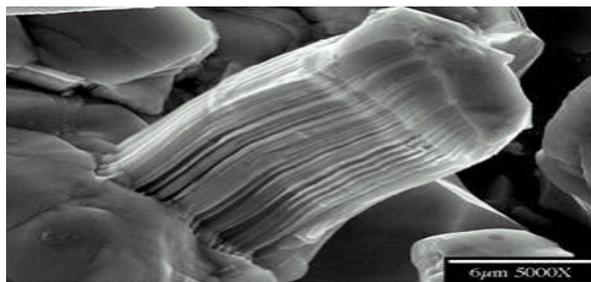
e) Trichite d'étain à ramification se formant sur l'étain clair (phénomène rare)



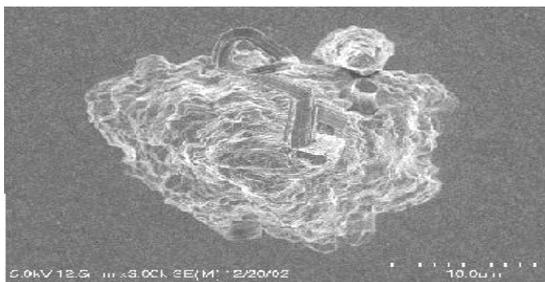
f) Trichite née d'un monticule



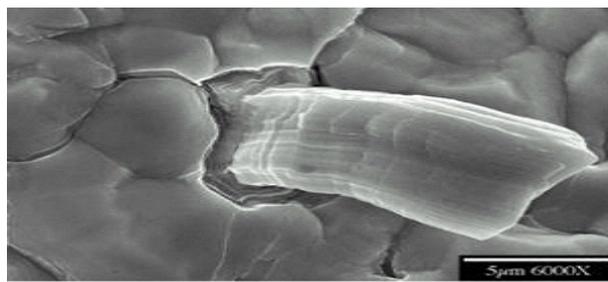
g) Filament de trichite d'étain comportant des stries



h) Filament de trichite d'étain comportant des stries



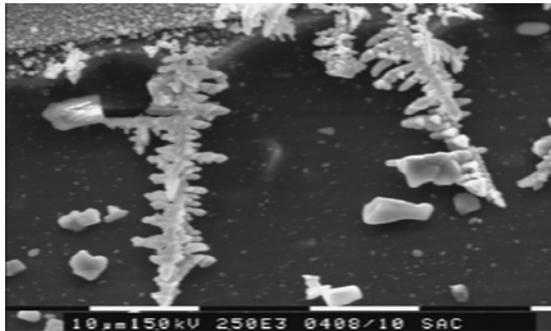
i) Trichite déformée présente sur des éruptions de forme irrégulière



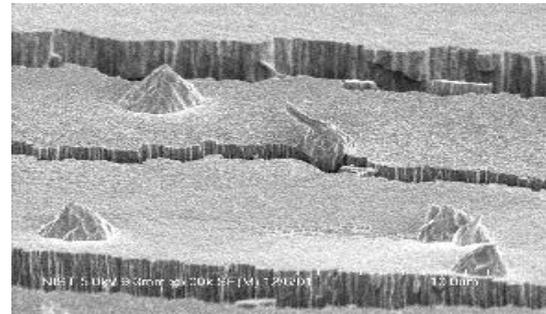
j) Trichite d'étain comportant des anneaux

IEC 2384/13

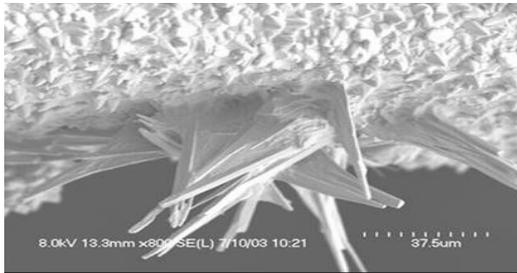
Figure 3 – Exemples de trichites d'étain



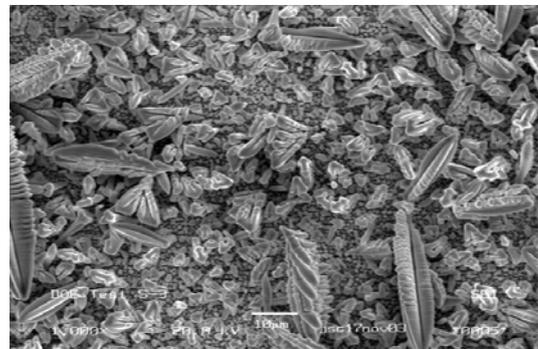
a) Les dendrites sont des développements plumeux qui apparaissent, par exemple, à l'issue de la solidification. Il ne s'agit pas de trichites



b) Les monticules peuvent être précurseurs des trichites dans certains cas, mais ne sont pas considérés comme de véritables trichites pour les besoins de cette méthode d'essai



c) "Fleur" produite sur un placage en étain exposé à la condition d'essai de stockage à humidité élevée et très vraisemblablement le résultat de la combinaison d'une contamination et d'une condensation superficielles



d) Dendrites formées sur une surface en étain lors du placage. Il ne s'agit pas de trichites d'étain

IEC 2385/13

Figure 4 – Formations superficielles autres que des trichites

2.10

longueur de trichite

distance en ligne droite entre le point de naissance de la trichite et le point le plus éloigné sur la trichite

Note 1 à l'article: La longueur de trichite est le rayon d'une sphère contenant la trichite, son centre étant situé au point de naissance, voir Figure 5

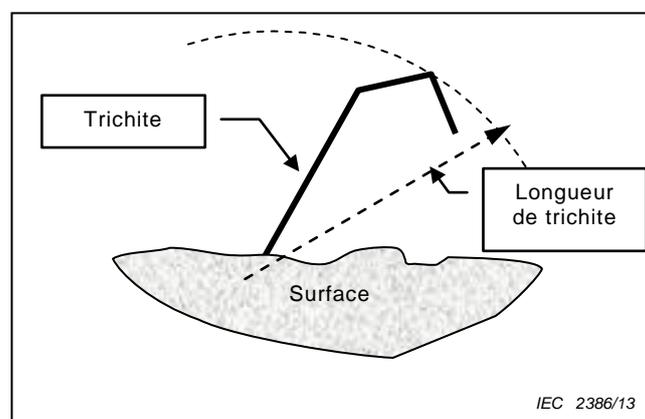


Figure 5 – Mesure de la longueur de trichite

2.11

densité de trichites

nombre de trichites par unité de surface sur une seule surface de conducteur ou d'éprouvette

2.12

développement de trichite

variations mesurables de la longueur et/ou densité de trichites après exposition à une condition d'essai correspondante pendant une certaine durée ou un certain nombre de cycles

2.13

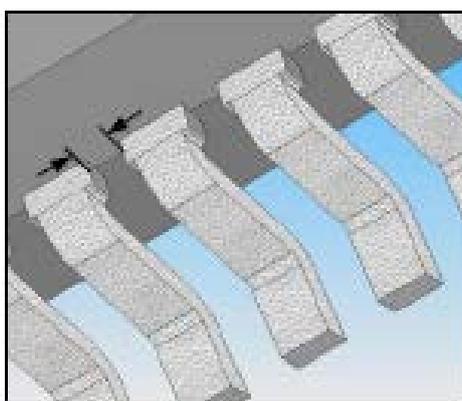
éprouvette pour essai d'inspection des trichites

pièce de métal de taille et de forme spécifiées recouverte ou immergée dans un fini en étain afin de mesurer la propension à la formation et au développement de trichites

2.14

intervalle minimal entre conducteurs

intervalle minimal entre conducteurs (extrémités)



IEC 2387/13

Figure 6 – Intervalle minimal entre conducteurs

2.15

étain mat

film d'étain avec contraintes internes de faible intensité et dimensions de grains (granulométrie) importantes, généralement de 1 μm ou plus, et dont la teneur en carbone est inférieure à 0,050 %

2.16

étain clair

film d'étain avec contraintes internes d'intensité élevée et dimensions de grains (granulométrie) petites, comprises entre 0,5 μm et 0,8 μm , et dont la teneur en carbone est comprise entre 0,2 % et 1,0 %

3 Méthode d'essai pour la mesure du développement des trichites d'étain

3.1 Procédure

Sauf spécification particulière dans le présent document, les procédures de réalisation des essais de contrainte et d'inspection du développement des trichites d'étain, décrites à l'Annexe A, doivent être utilisées selon le cas afin de satisfaire à cette norme de réception.

3.2 Echantillons pour essai

Dans la plupart des cas, des composants de production individuels doivent être utilisés pour l'essai de réception. Toutefois, pour certains composants assemblés dont les surfaces étamées internes ne peuvent pas faire l'objet d'un contrôle optique, par exemple, surfaces internes de boîtes de conserve et couvercles de composants hybrides, les essais et l'inspection des pièces peuvent se révéler nécessaires. De plus, il convient de qualifier les composants à finis de surface en étain ou alliage d'étain utilisés dans les applications encastrées insérées à la force, ou avec d'autres connexions mécaniques comprimées, dans leur configuration d'utilisation finale. Des essais et/ou spécifications supplémentaires peuvent être nécessaires pour les essais des composants à charge mécanique.

3.3 Mesure de prévention de manipulation

Il est important de manipuler avec la plus grande attention les échantillons pour essai afin d'éviter tout dommage ou toute désolidarisation potentiels des trichites des échantillons pour essai. Il convient d'éviter toute vibration, tout impact ou tout contact physique excessif avec le revêtement des extrémités, étant donné que les trichites peuvent se détacher. Il convient d'éviter toute contamination des échantillons pour essai due à une manipulation incorrecte ou suite à l'application d'un matériau conducteur en vue d'une inspection par MEB, lorsque les échantillons doivent recouvrir la condition d'essai pour une exposition ultérieure, dans la mesure où ce type de matériau peut influencer sur le comportement de développement des trichites. Il convient également de respecter les procédures décrites à l'Annexe A, visant à limiter la condensation sur les échantillons, lors des essais d'humidité à température élevée, puisque la condensation accroît la probabilité d'une corrosion superficielle.

3.4 Assemblage par refusion

Le procédé d'assemblage de carte doit refléter à la fois l'influence des températures de refusion typiques et les effets métallurgiques d'un matériau de soudage également typique. Les composants dont les extrémités sont habituellement complètement mouillées, même dans le cas d'un procédé d'assemblage de carte dont les limites de fenêtrage sont minimales, ne sont pas soumis à cet essai. Par exemple, ceci s'applique aux:

- composants sans conducteurs;
- composants à conducteurs coplanaires.

Les trichites se développant habituellement uniquement à partir du fini de surface non mouillé, il est essentiel de conserver une certaine surface non mouillée à l'issue du procédé d'assemblage de carte. Cette surface doit représenter au moins 1/3 de la surface d'extrémité. Une justification (documentation) technique doit confirmer que l'exigence d'une surface non mouillée minimale de 1/3 a été satisfaite, par exemple, analyse EDX statistique, etc. Le nombre d'extrémités d'échantillons inspectées doit être augmenté du fait de la réduction de la surface des extrémités mouillée par la soudure. Il convient d'établir l'augmentation du nombre d'inspections en considérant approximativement la même surface que celle d'une extrémité non mouillée. Par exemple, si seul un 1/3 de la surface d'extrémité est non mouillé, un nombre supérieur à 3 fois le nombre d'extrémités existantes pour les composants non assemblés, doit être examiné, c'est-à-dire $96 \times 3 = 288$ par essai de contrainte.

Le procédé d'assemblage de carte sera vraisemblablement quelque peu différent des procédés d'assemblage de production typiques, en raison de l'exigence concernant le mouillage minimal des extrémités. Lorsque la réception de plusieurs types de composants fait l'objet d'une évaluation par similarité (Tableaux 2 et 3), il est recommandé d'effectuer l'assemblage de carte sur le type de composant ayant les extrémités les plus longues, afin de favoriser la présence d'une surface non mouillée. Le Tableau 1 fournit des recommandations supplémentaires concernant le procédé d'assemblage de carte susceptible de faciliter la réduction du mouillage des extrémités. Enfin, il est recommandé d'éliminer les résidus de flux de la carte d'essai avant de réaliser les essais de réception, en raison de l'effet inconnu des résidus de flux sur le développement des trichites.

Tableau 1 – Recommandations concernant le procédé d'assemblage de carte SMT pour un mouillage minimum des extrémités^b

Atmosphère de refusion	Air
Type de flux	Faible activité
Alliage en pâte	Pré-condition C: SnPb Pré-condition D: SnAgCu
Pochoir	Des réductions importantes par rapport à l'ouverture de production et/ou l'épaisseur peuvent être requises
Profil de refusion ^a	Profils de refusion exempts de SnPb et de Pb conformément au Tableau A.3 et à la Figure A.2.
^a Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser une température maximale à l'extrémité inférieure de la plage de manière à éviter tout mouillage important des extrémités. ^b Il n'est pas nécessaire que les cartes soient fonctionnelles du point de vue électrique.	

4 Procédure de réception des finis de surface en étain et alliage d'étain

4.1 Détermination de la nécessité ou non d'essais de réception technologique, de procédé de fabrication ou de similarité

Les exigences de réception concernant les finis de surface en étain et alliage d'étain dépendent de l'historique des essais de réception du fini de surface. Dans le cas d'un fini de surface pour lequel il n'existe aucun historique des essais de réception, un essai de réception technologique rigoureux doit être effectué tel que décrit au 4.3. Lorsque le fini en étain ou alliage d'étain a déjà satisfait à un essai de réception technologique, toute modification du procédé de fabrication ou de la métallurgie doit alors être catégorisée comme modification d'ordre technologique, modification du procédé de fabrication ou modification négligeable basée sur la similarité. Le Tableau 2 peut servir de guide permettant de différencier une modification de réception technologique et une modification de réception du procédé de fabrication. Le Tableau 3 doit permettre de catégoriser une modification en tant que modification d'ordre technologique, modification du procédé de fabrication ou modification négligeable basée sur la similarité. De plus, le Tableau 3 indique les essais requis décrits de manière détaillée dans les Tableaux 4 à 8. La procédure de réception pour les finis de surface en étain et alliage d'étain doit suivre l'organigramme procédural défini à la Figure 7. Un fini de surface/un processus de réduction ou une modification spécifiques nécessitent la réception des modifications de technologie ou de procédé de fabrication à moins que la modification ne soit couverte par similarité. La Figure 8 illustre l'organigramme typique d'essai de réception technologique, en utilisant un effectif d'échantillon minimal, pour les composants multiconducteurs avec un réseau de conducteurs (cadre de montage) en alliage de cuivre reposant sur la technologie de réduction post cuisson.

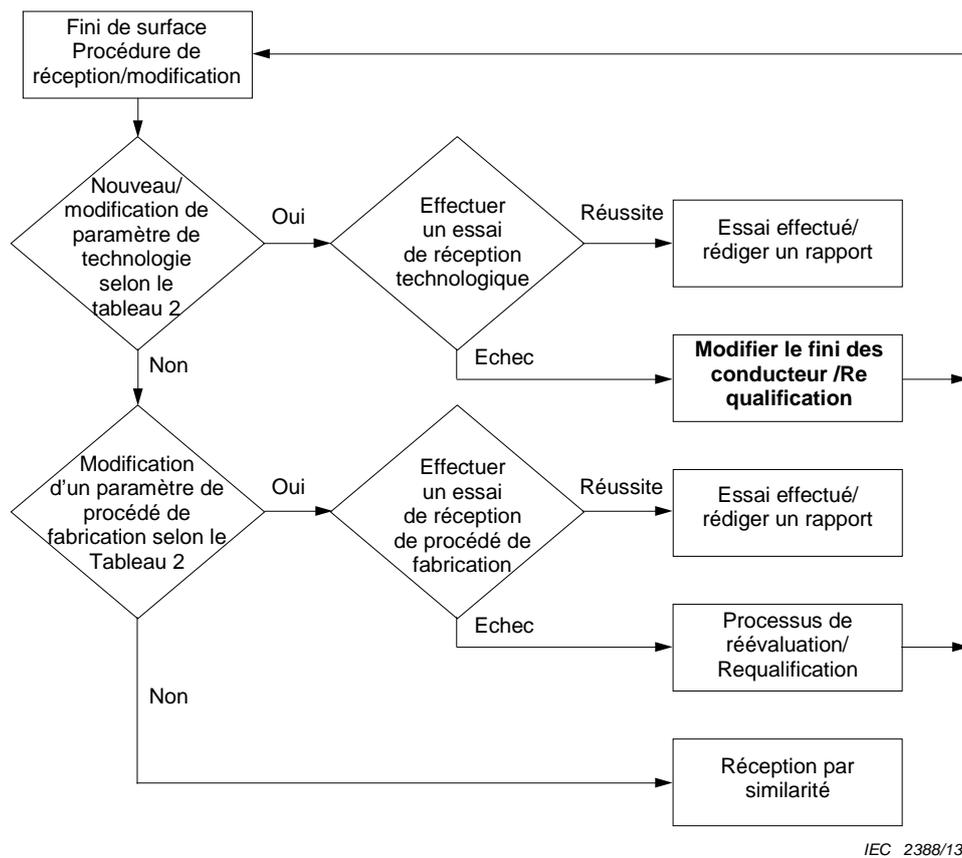
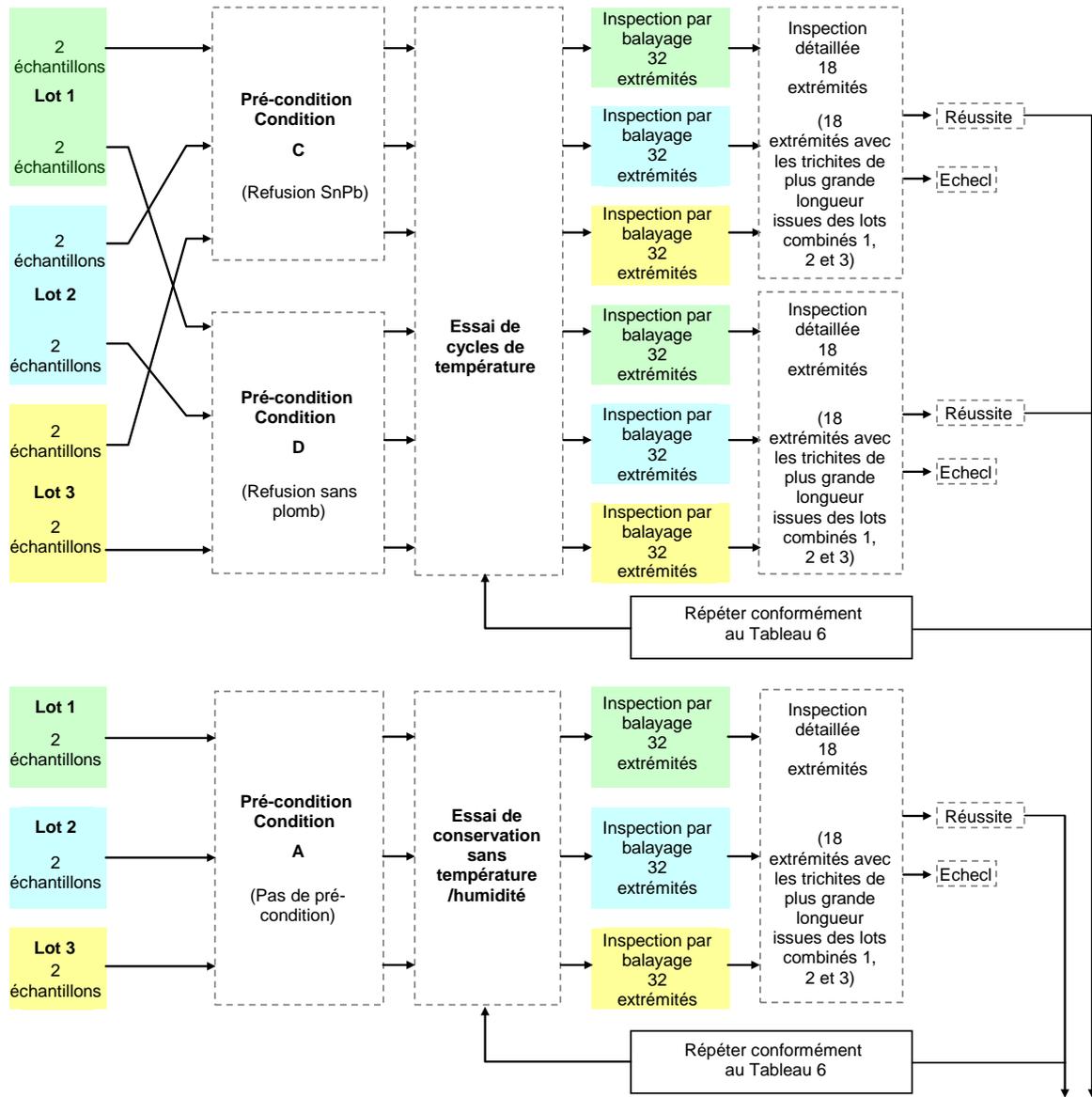
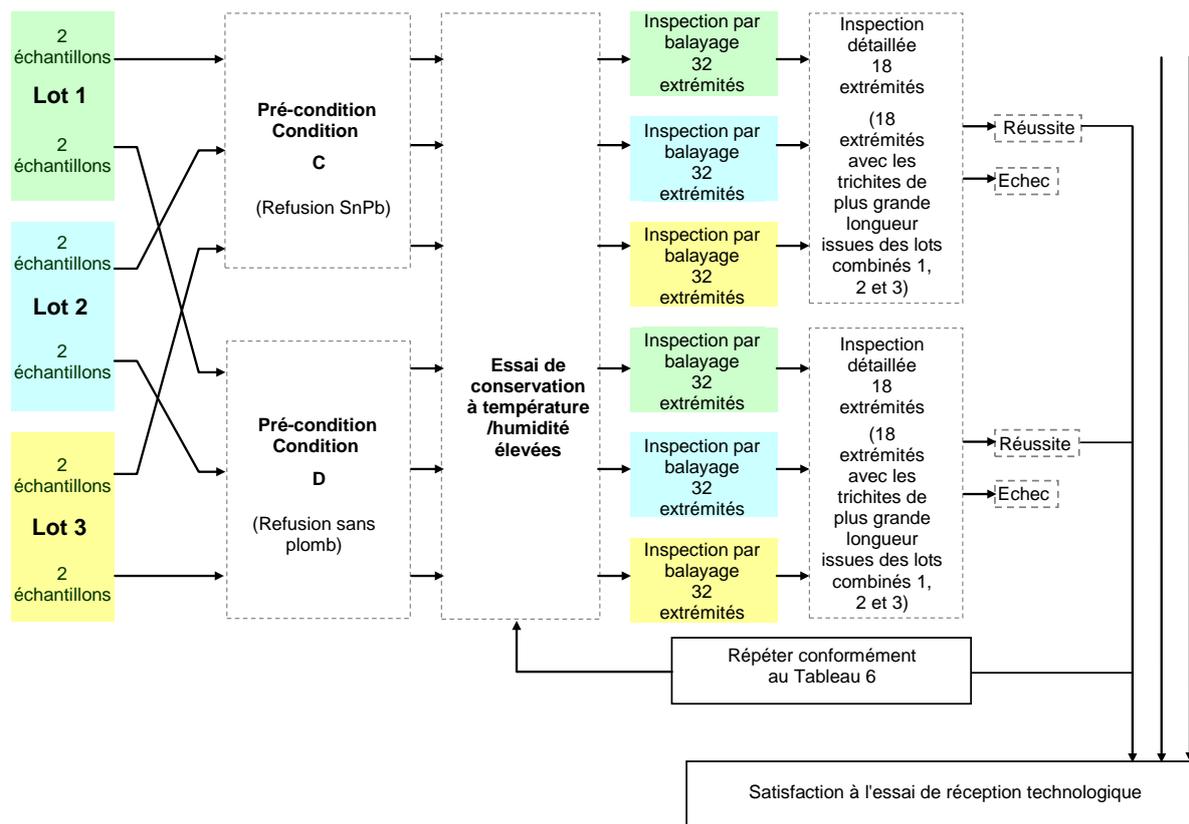


Figure 7 – Organigramme permettant de déterminer si un essai de réception technologique ou du procédé de fabrication est requis, ou si aucun essai n'est requis, sur la base de la similarité



IEC 2389/13

Figure 8 – Organigramme d'essai de réception technologique pour les composants multiconducteurs, avec un réseau de conducteurs en alliage de cuivre reposant sur la technologie de réduction post cuisson – Echantillon d'essai du fini de surface , paramètres de technologie établis (1 de 2)



IEC 2390/13

Figure 8 (2 de 2)

Les exigences de réception décrites dans le présent document s'appliquent à un fini de surface en étain ou alliage d'étain spécifique. Le même fini de surface peut provenir de chaînes d'électrodéposition multiples et être utilisé sur plusieurs types de composants, tant que les paramètres décrits dans le Tableau 2 sont identiques. Pour les besoins du présent document, un fini de surface est défini par le métal de base, la composition du fini de surface, la chimie et le procédé de fabrication du fini de surface, le procédé d'assemblage et le type de composants, ainsi que le procédé d'usinage ou d'électrodéposition. Ces catégories sont énumérées dans la colonne de gauche du Tableau 2. Ces catégories comportent des paramètres principaux appelés paramètres de technologie et des paramètres secondaires appelés paramètres du procédé de fabrication, qui définissent le fini de surface en étain ou alliage d'étain. Tout nouveau fini de surface doit être soumis à un essai de réception technologique. De plus, les changements apportés aux paramètres de technologie requièrent de réaliser un nouvel essai de réception technologique, et les changements apportés à un paramètre de procédé de fabrication nécessitent un nouvel essai de réception du procédé de fabrication, selon l'organigramme de la Figure 7.

Tableau 2 – Paramètres de réception des modifications d'ordre technologique et du procédé de fabrication du fini de surface

Paramètre	Paramètres de technologie	Paramètres de procédé de fabrication
Métal de base	<ul style="list-style-type: none"> composition du métal de base 	<ul style="list-style-type: none"> type, par exemple, gravé ou matricé
Composition du fini de surface	<ul style="list-style-type: none"> composition de l'alliage du fini de surface épaisseur du fini de surface composition de la sous-couche épaisseur de la sous-couche 	
Chimie ou procédé de fabrication du fini de surface	<ul style="list-style-type: none"> procédé d'électrodéposition du fini de surface chimie de procédé procédé d'application de sous-couche chimie de procédé d'application de sous-couche procédé par trempage chimie de procédé par trempage paramètres de procédé post cuisson fournisseur du bain d'électrodéposition paramètres principaux de contrôle de procédé d'électrodéposition 	<ul style="list-style-type: none"> paramètres secondaires de contrôle de procédé d'électrodéposition paramètres de contrôle de procédé par trempage
Procédé d'assemblage et type de composant		<ul style="list-style-type: none"> procédé de formage des conducteurs
Procédé d'usinage ou d'électrodéposition	<ul style="list-style-type: none"> initier un nouvel usinage 	<ul style="list-style-type: none"> nouvel équipement d'électrodéposition

Le Tableau 3 énumère les essais de réception de modification des procédés de technologie et de fabrication requis pour les changements de paramètres. Les détails des essais sont décrits dans les Tableaux 4 à 8. Le Tableau 3 définit également les modifications considérées négligeables et qui ne requièrent aucun essai supplémentaire, selon l'organigramme de la Figure 7.

Tableau 3 – Matrice d'essai de réception du fini de surface en étain et alliage d'étain

Paramètre de technologie ou de procédé de fabrication	Exemples	Type de qual ^a	Essais de réception requis		
			TC ^b	T&H	Elevée/ T&H
Métal de base					
alliage de métal de base ^c	métal de base, par exemple, alliage de cuivre, FeNi42	T	x	x	x
fournisseur du métal de base ^d	fournisseur A par rapport à B, même métal	S	-	-	-
type de réseau de conducteurs	gravé ou matricé	P	x	x	x
Composition du fini de surface					
alliage du fini de surface	Sn, SnAg3.5, SnBi2-4, SnBi5-7, SnCu1, SnCu3	T	x	x	x
épaisseur du fini de surface	modification des limites d'épaisseur	T	x	x	x
composition de la sous-couche	modification dans la composition de la sous-couche	T	x	x	x
épaisseur de la sous-couche	modification des limites d'épaisseur	T	x	x	x
Chimie ou procédé de fabrication du fini de surface					
procédé d'électrodéposition du fini de surface	chaîne par rapport à support, par rapport à cylindre étain clair par rapport à étain mat	T	x	x	x
procédé d'application de sous-couche	modification dans le procédé d'application de sous-couche	T	x	x	x
chimie de procédé	MSA, acide mixte, etc.	T	x	x	x
fournisseur du bain d'électrodéposition	fournisseur A par rapport à B	T	x	x	x
principales limites de fenêtrage de procédé d'électrodéposition	modification au-delà des limites de fenêtrage de procédé pour les niveaux d'additifs, la teneur en métal et en acides, la densité de courant, la température et les niveaux d'impureté	T	x	x	x
limites secondaires de fenêtrage de procédé d'électrodéposition	modification dans les limites de fenêtrage de procédé pour les niveaux d'additifs, la teneur en métal et en acides, la densité de courant, la température et les niveaux d'impureté	S	-	-	-
procédé par trempage	modification de flux, des niveaux d'impureté, du taux d'immersion, du taux de refroidissement, etc.	T	x	x	x
procédé post cuisson	changement des paramètres de procédé de cuisson	T	x	x	x
Procédé d'assemblage et type de composant					
profil des conducteurs	conducteur en forme de J par rapport à conducteur en forme de V	S	-	-	-
nombre de conducteurs	nombre différent de conducteurs	S	-	-	-
dimension de conducteur	par exemple, 0,25 mm de large, 0,18 mm de large	S	-	-	-

Paramètre de technologie ou de procédé de fabrication	Exemples	Type de qual ^a	Essais de réception requis		
			TC ^b	T&H	Elevée/ T&H
Procédé d'usinage ou d'électrodéposition^e					
initier un nouvel usinage	nouvel usinage	P^f	x	x	x
		T	x	x	x
nouvelle chaîne d'électrodéposition (reproduction)	technologie/usinage/fournisseur agréés	S	–	–	–
nouvel équipement d'électrodéposition	nouvelle chaîne d'électrodéposition, nouveau fournisseur ou réinstallation d'une chaîne	P	x	x	x
<p>^a T = Réception de technologie; P = Réception des modifications de procédé de fabrication; S = Réception de similarité.</p> <p>^b Pour la réception des modifications de procédé de fabrication, l'essai TC peut être omis si le CTE (coefficient de dilatation thermique) du métal de base est >15 ppm/K. En cas d'utilisation d'une sous-couche, l'essai TC peut être omis uniquement si le CTE de la sous-couche et du métal de base est >15 ppm/K.</p> <p>^c L'essai de réception technologique n'est pas requis pour les modifications apportées aux alliages de cuivre lorsqu'une sous-couche capable de limiter la diffusion du cuivre dans le fini de surface de l'étain est utilisée.</p> <p>^d Métallurgie/chimie de base identiques y compris tout placage rapide de surface métallique.</p> <p>^e Il convient de prendre des mesures de prévention eu égard aux pratiques de maintenance, qui peuvent engendrer un changement des paramètres de procédé de fabrication, ce qui peut renforcer la susceptibilité au développement de trichites.</p> <p>^f Une nouvelle préversion d'usinage peut être garantie sur la base d'une réception effective des modifications de procédé de fabrication selon un accord entre le fournisseur et l'utilisateur. Une version d'usinage complète sera disponible après la réussite de l'essai de réception de technologie.</p>					

4.2 Echantillons

4.2.1 Exigences concernant les échantillons

4.2.1.1 Production d'échantillons et fini de surface

Les échantillons de production et les finis de surface doivent être utilisés pour les essais de réception technologique et de procédé de fabrication. L'ensemble des échantillons de production utilisés pour un essai de réception technologique ou de procédé de fabrication unique doit être composé de trois lots du même fini de surface, selon les Tableaux 4 et 5. L'ensemble des échantillons de production utilisés pour un essai de réception technologique ou de procédé de fabrication unique doit être prélevé sur trois lots du même fini de surface, selon les Tableaux 4 et 5. Les trois lots requis de fini de surface peuvent faire l'objet d'une électrodéposition, à des intervalles d'une semaine, sur la même chaîne d'électrodéposition ou peuvent faire l'objet d'une électrodéposition simultanément sur différentes chaînes dans le cadre du même usinage, en utilisant le même fini de surface, défini par les mêmes paramètres de technologie et de procédé qui sont énumérés dans le Tableau 2. Les mêmes échantillons doivent être utilisés à chaque inspection ou point de relevé, comme décrit au 4.3. Il convient que les échantillons de composants pour les applications avec connexions mécaniques, c'est-à-dire insérées à la force ou encastrées, etc., soient qualifiés dans la configuration d'utilisation finale.

4.2.1.2 Profils des conducteurs

Les échantillons choisis pour l'essai doivent être sélectionnés compte tenu du profil de conducteur. Il n'est pas nécessaire de soumettre à essai chaque profil de conducteur. Pour les composants de circuit intégré et ceux de type conducteur, la configuration en forme de V

(le cas échéant) doit être soumise à essai. Dans le cas contraire, choisir le profil de conducteur présentant le cas de déformation de l'étain le plus extrême, engendrée par les opérations d'ébavurage et de formage qui suivent l'électrodéposition. Pour les autres types de composants, choisir le produit à soumettre à essai qui présente le cas de déformation de l'étain le plus extrême, engendrée par les opérations d'ébavurage et de formage (le cas échéant).

4.2.2 Effectif d'échantillon pour les composants multiconducteurs à 5 conducteurs ou plus

Le Tableau 4 spécifie la quantité minimale de 3 lots d'électrodéposition, avec 2 échantillons prélevés sur chaque lot pour chaque traitement de pré-conditionnement décrit (voir Tableau 8), ce qui constitue un nombre total minimal de 18 échantillons par essai de contrainte. Lorsque le nombre d'extrémités par échantillon est inférieur à 16, le nombre de composants doit être augmenté afin d'atteindre le nombre minimal requis d'inspections d'extrémités, conformément au Tableau 4.

4.2.3 Effectif d'échantillon pour les composants passifs et discrets à 4 conducteurs ou moins

Le Tableau 5 spécifie la quantité minimale de 3 lots d'électrodéposition, avec 3 échantillons prélevés sur chaque lot pour chaque traitement de pré-conditionnement décrit (voir Tableau 8), ce qui constitue un nombre total minimal de 27 échantillons par essai de contrainte.

4.2.4 Echantillons supplémentaires

Il est recommandé d'inclure certains échantillons en plus du nombre minimal indiqué dans les Tableaux 4 et 5, pour l'essai de conservation à température/humidité élevées, du fait d'une corrosion superficielle possible, pouvant entraîner un défaut d'inspection des trichites présentes sur les extrémités ou les composants. Comme défini à l'Article 2 et traité au 4.3, les extrémités ou les composants peuvent être soustraits de l'inspection en raison de la corrosion superficielle. Dans la mesure où les extrémités ou les composants retirés en raison de la corrosion doivent être remplacés pour que l'essai soit valable, mieux vaut commencer les essais avec des échantillons supplémentaires.

Tableau 4 – Exigences concernant l'effectif d'échantillon pour l'essai de réception du fini de surface en étain et alliage d'étain, par traitement de pré-conditionnement pour un composant multiconducteurs

Type de contrainte	Exigences minimales d'échantillonnage et d'inspection par traitement de pré-conditionnement				
	Lots par contrainte	Echantillons par lot	Composants inspectés par point de relevé ^a	Extrémités pour inspection par balayage par point de relevé ^b	Extrémités pour inspection détaillée par point de relevé ^c
Cycle de températures	3	2	6	96	18
Conservation sous température/humidité	3	2	6	96	18
Conservation sous température/humidité élevées	3	2	6	96	18

^a Il convient de prélever les composants de manière égale sur les lots de fabrication, dans la mesure où la pratique le permet.

^b Nombre minimal d'extrémités inspectées lors de l'inspection par balayage par point de relevé (voir Annexe A).

^c Si les trichites sont détectées pendant l'inspection par balayage, les extrémités présentant les trichites de plus grande longueur doivent alors être mesurées pendant l'inspection détaillée. La trichite de plus grande longueur est mesurée et enregistrée pour chaque extrémité. Lorsqu'aucune trichite n'est détectée pendant l'inspection par balayage, aucune inspection détaillée n'est alors requise, selon l'Annexe A.

Tableau 5 – Exigences concernant l'effectif d'échantillon pour l'essai de réception du fini de surface en étain et alliage d'étain, par traitement de pré-conditionnement pour les composants passifs et discrets à 4 conducteurs ou moins

Type de contrainte	Exigences minimales d'échantillonnage et d'inspection par traitement de pré-conditionnement				
	Lots par contrainte	Echantillons par lot	Composants inspectés par point de relevé ^a	Extrémités pour inspection par balayage par point de relevé	Extrémités pour inspection détaillée par point de relevé ^b
Cycle de températures	3	3	9	18	18
Conservation sous température/humidité	3	3	9	18	18
Conservation sous température/humidité élevées	3	3	9	18	18

^a Il convient de prélever les composants de manière égale sur les lots de fabrication, dans la mesure où la pratique le permet.

^b La trichite de plus grande longueur est mesurée et enregistrée pour chaque extrémité. Lorsque aucune trichite n'est détectée pendant l'inspection par balayage, aucune inspection détaillée n'est alors requise, selon l'Annexe A.

4.3 Procédures et durées d'essai

4.3.1 Pré-conditionnement

Les essais de réception technologique et de procédé de fabrication exigent que les échantillons décrits au 4.2 doivent être pré-conditionnés préalablement à l'exposition aux conditions d'essai, selon le Tableau 8 et l'Annexe A.

Selon le métal de base du fini de surface et la méthode de réduction employée, un pré-conditionnement différent est requis préalablement à l'essai de réception technologique ou de procédé fabrication, comme décrit dans le Tableau 8. Toutes les pré-conditions indiquées dans le Tableau 8 pour un métal de base particulier et les conditions d'essai sont nécessaires pour un essai de réception. Se reporter à la Figure 6 pour un schéma typique de la division des composants multiconducteurs utilisant un réseau de conducteurs en alliage de cuivre avec une technologie de réduction post cuisson (prélèvement sur 3 lots).

4.3.2 Conditions d'essai

Les Tableaux 6 (réception technologique) et 7 (réception de procédé de fabrication) énumèrent les essais de contrainte, conditions d'essai, intervalles d'inspection et durées totales requis pour les essais de réception des trichites d'étain effectués sur les finis de surface en étain. Sauf précision contraire dans la spécification applicable, l'essai doit être effectué selon les Tableaux 6 et 7. Il convient que l'utilisateur se réfère à l'Annexe A pour les procédures de réalisation de ces essais.

4.3.3 Durées d'essai

Les intervalles d'inspection spécifiques et les durées d'essai totales doivent être utilisés comme défini dans les Tableaux 6 et 7. Ces intervalles d'inspection et durées totales dépendent du niveau de classe du produit, conformément au 4.4, dans lequel le composant sera utilisé. Un fini de surface particulier peut être soumis à un essai d'acceptabilité avec plusieurs niveaux de classe de produit. La classe de produit affecte les intervalles d'inspection et les durées d'essai énumérés dans les Tableaux 6 et 7, ainsi que les critères de défaillance indiqués dans les Tableaux 9 et 10.

4.3.4 Inspection des trichites

A chaque intervalle d'inspection énuméré dans les Tableaux 6 et 7, les échantillons pour essai doivent être retirés de la (des) chambre(s) de contrainte et inspectés par microscope optique et/ou MEB selon les procédures spécifiées dans l'Annexe A. Lorsque la microscopie optique sert à analyser et à mesurer la longueur des trichites, la validation de l'équipement optique doit alors être réalisée conformément à l'Annexe A préalablement à l'inspection des échantillons de trichite.

Les mêmes échantillons doivent être utilisés à chaque point de relevé d'inspection. Par exemple, pour un essai à température et à humidité élevées, sur un composant multiconducteurs à matériel de base en cuivre, sans aucune réduction, l'essai commence avec un nombre minimal de 18 échantillons (2 échantillons prélevés sur chacun des 3 lots pour chacun des 3 traitements de pré-conditionnement). Considérer un traitement de pré-conditionnement particulier avec 6 échantillons correspondants. Au point de relevé au terme d'une période de 1 000 h, ces 6 échantillons sont retirés de la chambre, 96 extrémités sont inspectées, et les 18 extrémités dont les longueurs de trichites sont les plus longues doivent avoir la trichite de la plus grande longueur sur chaque extrémité mesurée. Ces 6 échantillons sont ensuite replacés dans la chambre thermique et de nouveau exposés pendant encore 1 000 h. Puis, lesdits échantillons sont retirés au point de relevé d'une période de 2 000 h, les mêmes 96 extrémités sont inspectées, et les 18 trichites de plus grande longueur (pas nécessairement identiques à celles mesurées au point de relevé précédent) sont également mesurées. Ce processus se répète jusqu'à l'achèvement de l'essai.

Il convient de réduire au minimum le temps de présence des échantillons hors de la chambre en vue de leur inspection, ainsi que le temps de mesure des trichites, afin de réduire également au minimum la durée d'essai globale et d'éviter de produire des artefacts dans les mesures des trichites. Toute période de présence hors de la chambre supérieure à 24 h doit être consignée dans un rapport. (Voir Article 6).

4.3.5 Corrosion superficielle observée lors des essais à température/humidité élevées

Si l'on observe une corrosion superficielle, l'extrémité qui présente les signes de corrosion peut ne pas être soumise à l'inspection des trichites; toute extrémité retirée doit être remplacée par une autre extrémité afin de maintenir l'effectif d'échantillon requis total.

Si un échantillon présente des signes de corrosion massive, il peut être retiré car il ne peut pas être soumis à l'essai, et être ainsi remplacé par un autre échantillon. Par conséquent, il peut se révéler nécessaire d'inclure des échantillons supplémentaires, au-delà du nombre minimal requis dans les Tableaux 4 et 5, dès le début de l'essai afin de tenir compte de la possibilité de retirer un échantillon corrodé de l'essai.

Tout retrait ou remplacement d'échantillons ou d'extrémités individuelles en raison de la corrosion doit être documenté avec justification technique appropriée (conformément à l'Article 6).

Tableau 6 – Essais et durées de réception de technologie

Type de contrainte	Conditions d'essai	Pré-conditionnement	Intervalles d'inspection	Durée totale	
				Produits de classes 1 et 2	Produits de classe 1A ^{e,f}
Cycle de températures ^a	- 55 ⁰ / ₋₁₀ °C à + 85 ⁺¹⁰ / ₀ °C , air-air; trempage d'une durée de 10 min; -3 cycles/h (typ.)	conformément au Tableau 8	500 cycles	1 500 cycles	1 000 cycles
	- 40 ⁰ / ₋₁₀ °C à + 85 ⁺¹⁰ / ₀ °C , air-air; trempage d'une durée de 10 min; -3 cycles/h (typ.)				
Conservation sous température/humidité	30 °C ± 2 °C et 60 ± 3 % HR ^b	conformément au Tableau 8	1 000 h	4 000 h ^d	1 000 h
Conservation sous température/humidité élevées	55 °C ± 3 °C et 85 % ± 3 % HR ^c	conformément au Tableau 8	1 000 h	4 000 h ^d	1 000 h

^a	L'une ou l'autre des conditions d'essai de cycles de températures peut être utilisée.
^b	Les données précédentes générées dans des conditions ambiantes non maîtrisées peuvent remplacer cette condition.
^c	Les données précédentes générées dans des conditions d'humidité élevée, par exemple, 60 °C et 90 % à 95 % d'humidité relative (HR), peuvent remplacer cette condition.
^d	Les données relatives à la longueur des trichites concernant tous les intervalles d'inspection doivent être consignées et disponibles, sur demande, pour tous les essais de réception de technologie. La longueur des trichites de plus grande longueur à chaque intervalle d'inspection, à partir de l'inspection détaillée des 18 extrémités, doit être tracée par rapport à l'intervalle de temps d'inspection.
^e	Voir 4.4 pour les définitions des niveaux de classe.
^f	Pour les produits de classe 1A, qui utilisent un réseau de conducteurs à CTE faible (< 15 ppm/K, par exemple, alliage 42), seul l'essai de cycles de températures doit être effectué pour la réception technologique.

**Tableau 7 – Essais et durées de réception des modifications
apportées au procédé de fabrication**

Type de contrainte	Conditions d'essai	Pré-conditionnement	Durée totale	
			Produits de classes 1 et 2	Produits de classe 1A ^d
Cycle de températures	- 55 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$ °C à + 85 $\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}$ °C , air-air; trempage d'une durée de 10 min; ~3 cycles/h (typ.)	conformément au Tableau 8	500 cycles	500 cycles
	- 40 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$ °C à + 85 $\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}$ °C , air-air; trempage d'une durée de 10 min; ~3 cycles/h (typ.)		500 cycles	500 cycles
Conservation sous température/humidité	30 °C ± 2 °C et 60 % ± 3 % HR ^b	conformément au Tableau 8	1 500 h	1 000 h
Conservation sous température/humidité élevées	55 °C ± 3 °C et 85 % ± 3 % HR ^c	conformément au Tableau 8	1 500 h	1 000 h

^a	L'une ou l'autre des conditions d'essai de cycles de températures peut être utilisée.
^b	Les données précédentes générées dans des conditions ambiantes non maîtrisées peuvent remplacer cette condition.
^c	Les données précédentes générées dans des conditions d'humidité élevée, par exemple, 60 °C et 90 % à 95 % d'humidité relative (HR), peuvent remplacer cette condition.
^d	Pour les produits de classe 1A, qui utilisent un réseau de conducteurs à CTE faible (< 15 ppm/K, par exemple, alliage 42), seul l'essai de cycles de températures doit être effectué pour la réception des modifications du procédé de fabrication.

Tableau 8 – Pré-conditionnement pour les essais de réception des modifications d'ordre technologique / du procédé de fabrication

Alliage de métal de base	Technologie de réduction	Condition d'essai	Traitement de pré-conditionnement ^{a,b,c}
Alliages de cuivre	aucune	conservation sous température/humidité	requis pour chaque condition d'essai:
		conservation sous température/humidité élevées	A (pas de pré-condition)
		cycle de températures	B + C (conservation + refusion SnPb) B + D (conservation + refusion sans plomb)
	barrière Ni Ni >1,25 µm	conservation sous température/humidité	A (pas de pré-condition) uniquement
		conservation sous température/humidité élevées	A (pas de pré-condition) D (refusion sans plomb) ^d
		cycle de températures	A (pas de pré-condition) D (refusion sans plomb) ^d
	autre procédé d'application de sous-couche ou procédé post cuisson	conservation sous température/humidité	A (pas de pré-condition) uniquement
		conservation sous température/humidité élevées	C (refusion SnPb) D (refusion sans plomb) ^d
		cycle de températures	C (refusion SnPb) D (refusion sans plomb) ^d
FeNi42 (par exemple, alliage 42)	aucune	conservation sous température/humidité	requis pour chaque condition d'essai:
		conservation sous température/humidité élevées	A (pas de pré-condition) C (refusion SnPb)
		cycle de températures	D (refusion sans plomb)
<p>^a Traitements de pré-conditionnement conformément à l'Annexe A préalablement aux contraintes indiquées dans les Tableaux 4 et 5.</p> <p>^b L'assemblage par refusion est admis (facultativement) pour les conditions C et D en utilisant les températures facultatives de refusion de pré-conditionnement données dans le Tableau A.3. Lorsque l'assemblage par refusion est utilisé, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre d'extrémités d'échantillons inspectées du fait de la réduction de la surface des extrémités mouillée par la soudure de carte. Il convient d'établir l'augmentation du nombre d'inspections en considérant approximativement la même surface que celle d'une extrémité non mouillée. Le 3.4 décrit les détails du procédé d'assemblage par refusion.</p> <p>^c Le symbole + désigne le pré-conditionnement séquentiel dans l'ordre énuméré.</p> <p>^d Si aucun matériau en sous-couche, tel que le nickel ou l'argent n'est utilisé ou si aucun traitement thermique de l'étain mat par recuit n'est utilisé, la condition B (conservation dans l'environnement ambiant d'une pièce pendant une durée de 4 semaines) doit être utilisée avant les conditions C et D.</p>			

4.4 Détermination du niveau de classe pour les essais

Le niveau de classe indique le programme d'essai (durée d'essai et critères de la longueur des trichites) utilisé pour l'essai de réception technologique du fini de surface. Les classes de produits doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur. Les lignes directrices générales concernant les classes de produits sont données ci-dessous, mais peuvent toutefois ne pas s'appliquer dans tous les cas:

Classe 3: Les applications critiques pour l'exécution d'une mission/essentielles à la vie telles que les applications militaires, aérospatiales et médicales

- les alliages en étain pur et à teneur en étain élevée ne sont généralement pas acceptables.

Classe 2: Les applications essentielles à l'activité telles que les équipements d'infrastructure de télécommunications, serveurs haut de gamme, automobile, etc.

- on prévoit l'application d'une pratique de réduction des trichites sauf accord contraire entre le fournisseur et l'utilisateur;
- longues durées de vie des produits et temps d'arrêt minimal;
- les produits tels que les lecteurs de disques relèvent typiquement de cette catégorie;
- la rupture d'une trichite d'étain est source de préoccupation.

Classe 1: Produits industriels / de consommation

- produits à durées de vie moyennes;
- pas de préoccupation importante concernant la rupture des trichites d'étain.

Classe 1A: Produits de consommation

- produits à durées de vie courtes;
- préoccupation minimale concernant les trichites d'étain.

NOTE Des exemples de pratique de réduction de trichite figurent dans la JEDEC/IPC JP002.

5 Critères d'acceptation

5.1 Généralités

Les mesures de la longueur des trichites doivent être réalisées à chaque intervalle d'inspection et selon la durée d'essai totale indiquée dans les Tableaux 6 et 7, selon les procédures définies dans l'Annexe A. Chacune de ces mesures doit être comparée à la longueur de trichite d'étain maximale admissible donnée dans le Tableau 9 pour l'essai de réception technologique et dans le Tableau 10 pour l'essai de réception du procédé de fabrication. Toute longueur de trichite mesurée supérieure à la longueur de trichite maximale admissible appropriée définie dans le Tableau 9 pour l'essai de réception technologique, ou dans le Tableau 10 pour l'essai de réception du procédé de fabrication, engendre la défaillance du fini de surface soumis à essai. Plus particulièrement, une trichite d'étain unique présente sur une seule extrémité dont la longueur dépasse le critère de défaillance approprié défini dans le Tableau 9 ou 10, constitue une défaillance du procédé technologique ou du procédé de fabrication en essai du fini de surface. Le critère de défaillance approprié ou la longueur de trichite maximale admissible dépend de la classe de produit déterminée avec les recommandations du 4.4. Il est possible qu'un fini de surface satisfasse à 1 ou 2 classes, tout en ne satisfaisant pas à d'autres. Par exemple, un fini de surface peut satisfaire à l'essai de réception technologique de classe 1A, mais ne pas satisfaire aux essais des classes 1 et 2.

Les données génériques concernant les procédés reconnus de fabrication du fini de surface en étain, et dont les historiques sur site sont fiables, peuvent être remplacées par d'autres selon accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

5.2 Exclusion des extrémités de conducteurs à trou traversant

Les opérations d'ébavurage peuvent détériorer les extrémités des conducteurs des dispositifs à trou traversant de grande dimension. Dans ce cas, les trichites observées à une distance de 2,5 mm de l'extrémité de conducteur ébarbée peuvent être éliminées. Les trichites observées à une distance de plus de 2,5 mm de l'extrémité de conducteur ébarbée doivent être incluses dans l'analyse de réception.

Les exemples de dispositifs soumis à cette exclusion incluent les dispositifs axiaux, ponts et groupes de puissance similaires à un type de groupe P-SFM-T3 (TO-220).

Cette exclusion ne doit pas être utilisée pour les dispositifs dont la garniture et le profil définitifs seront assemblés en l'état, aucune partie du dispositif n'étant éliminée après soudage, et ne doit par ailleurs pas s'appliquer à la surface de découpe des barres de lingotière.

Tableau 9 – Critères de réception technologique pour une longueur de trichite d'étain maximale admissible

Eléments pris en considération (type de composant, pas de conducteur ou fréquence de fonctionnement)	Longueur de trichite maximale admissible			
	Classe 3	Classe 2	Classe 1	Classe 1A
Composants CMS à 2 conducteurs	les alliages en étain pur et à teneur en étain élevée ne sont généralement pas admis	40 µm pour une conservation sous température/humidité et sous température/humidité élevées 45 µm pour un cycle de températures	67 µm ^a	50 µm pour un cycle de températures et une conservation sous température/humidité élevées
Composants multiconducteurs			67 µm ^a	
Composants haute fréquence^b			50 µm	20 µm pour une conservation sous température/humidité
Composants avec un intervalle minimal entre conducteurs > 320 µm			100 µm	75 µm
^a Cet espacement tient compte de conducteurs à courbure de 0,5 mm au plus. La longueur maximale de 67 µm tient compte des composants discrets adjacents. ^b Il est indiqué que la susceptibilité à la dégradation des performances électriques associée aux trichites d'étain augmente avec la fréquence (composants RF > 6 GHz, ou composants numériques $T_{rise} < 59$ ps).				

Tableau 10 – Critères de réception de modification du procédé de fabrication pour une longueur de trichite d'étain maximale admissible

Eléments pris en considération	Type de contrainte	Longueur de trichite maximale admissible		
		Classe 2	Classe 1	Classe 1A
Composants avec un intervalle entre conducteurs ≤ 320 µm	cycle de températures	45 µm	50 µm	50 µm
	conservation sous température/humidité	20 µm	20 µm	20 µm
	conservation sous température/humidité élevées	20 µm	20 µm	50 µm
Composants avec un intervalle minimal entre conducteurs > 320 µm	cycle de températures	45 µm	50 µm	50 µm
	conservation sous température/humidité	20 µm	40 µm	75 µm
	conservation sous température/humidité élevées	20 µm	40 µm	75 µm

6 Compte-rendu des résultats

6.1 Exigences générales

A la fin de l'essai de réception, un rapport des informations et des constatations générales doit être fourni. Ce rapport doit contenir l'ensemble des informations décrites dans l'Article 6, le cas échéant. Des informations supplémentaires peuvent être incluses au choix du fournisseur ou par accord entre ce dernier et l'utilisateur.

6.2 Description du fini de surface, définie par les paramètres de technologie et de procédé dans le Tableau 2

Les descriptions suivantes de la surface doivent être incluses:

- les renseignements détaillés du processus de réduction utilisé sur les échantillons pour essai (conformément aux Tableaux A.5 et A.6);
- le type de composant, métal de base, placage de sous-couche (s'il existe) et matériau(x) du fini de surface;
- l'épaisseur de placage et de placage de sous-couche (s'il existe).

6.3 Echantillons et pré-conditionnement

Les informations suivantes doivent être incluses:

- la date de placage de chaque lot et l'identification des lots.
- le traitement de pré-conditionnement et les détails du profil de température de pré-conditionnement.
- la date de pré-conditionnement.

6.4 Essais de réception

Les informations suivantes doivent être incluses:

- le type de qualification réalisée (procédé technologique par rapport à procédé de fabrication);
- pour un essai de réception du procédé de fabrication, prévoir une référence à l'essai de réception technologique associé;
- les conditions de contrainte (y compris les intervalles d'inspection et leur durée) et les effectifs d'échantillons utilisés pour les essais de réception.
- les critères de réception utilisés et la classe de produit;
- les détails du matériel d'inspection y compris les grossissements appliqués;
- les données de qualification de l'inspection optique conformément à A.4, en cas d'inspection optique effective;
- un tableau qui mentionne la trichite de plus grande longueur mesurée sur les 18 surfaces d'extrémité inspectées (conformément au Tableau A.4);
- les résultats de l'inspection optique et/ou MBE pour chaque extrémité examinée par condition de contrainte et par intervalle (conformément aux Tableaux A.5 et A.6), y compris les résultats relatifs à la longueur de trichite maximale et les photographies prises;
- au minimum, les photographies prises sur la trichite de plus grande longueur (ou absence de développement en l'absence de trichite), conformément à chaque traitement de pré-conditionnement, par condition de contrainte;
- les résultats d'identification et d'inspection, y compris la longueur de trichite maximale et les photographies typiques, des échantillons et/ou extrémités éliminés ou non soumis à l'inspection des trichites en raison de la corrosion;

- dans le cas d'un accord entre le client et les fournisseurs portant sur la reconnaissance d'une corrosion effective, toutes les trichites observées doivent être éliminées sur l'échantillon ou l'extrémité corrodé(e);
- l'identification des échantillons et/ou extrémités éliminés en raison de la corrosion;
- la conclusion portant sur la satisfaction ou non à l'essai du fini de surface.

7 Evaluation continue des trichites d'étain

Les fournisseurs doivent mettre en place un système d'évaluation périodique des performances des procédés de fabrication du fini de surface pour la production de trichites. Les particularités de ce système sont laissées au choix du fournisseur. Les lignes directrices minimales suivantes sont proposées:

- il convient d'évaluer un échantillon représentatif des composants prélevé de manière périodique, comme déterminé par le fournisseur, pour chaque technologie de fini de surface;
- il convient que les conditions de conservation de ces composants comprennent une humidité relative de 60% ou plus. Il est préférable d'utiliser les conditions d'essai de conservation sous température/humidité définies dans les Tableaux 5 à 8;
- il convient d'examiner les échantillons, pour détecter les trichites éventuelles, 6 mois à compter de la date de placage;
- il convient de comparer les résultats aux mesures de référence. Lorsque les résultats dépassent ces mesures, il convient que le fournisseur prenne les mesures correctives appropriées.

Annexe A (normative)

Méthode d'essai pour la mesure du développement des trichites sur les finis de surface en étain et alliage d'étain des dispositifs à semiconducteurs

A.1 Vue d'ensemble

Les principaux finis de borne des composants électroniques ont été les alliages étain-plomb. Les principaux matériaux de fini de surface de borne seront à l'avenir l'étain pur et les alliages d'étain, y compris les alliages étain-bismuth et étain-argent, et ce, du fait de l'adoption grandissante par l'industrie de composants et procédés d'assemblage sans plomb.

Les dépôts électrolytiques en étain pur et en alliage d'étain et les finis soudés par immersion peuvent développer des trichites d'étain, susceptibles de provoquer un court-circuit au niveau des bornes des composants ou la rupture du composant et détériorer les performances des parties électriques ou mécaniques.

La méthodologie détaillée dans l'Annexe A (voir la Figure A.1 pour le déroulement des opérations), permet d'étudier le développement des trichites d'étain observées sur les finis sur des dispositifs à semiconducteurs contenant principalement de l'étain (Sn). Cette méthode d'essai peut ne pas se révéler suffisante pour les applications associées à des exigences spéciales (par exemple, applications militaires ou aérospatiales). Des exigences supplémentaires peuvent être spécifiées dans le document approprié contenant les exigences.

L'Annexe A a pour objet de:

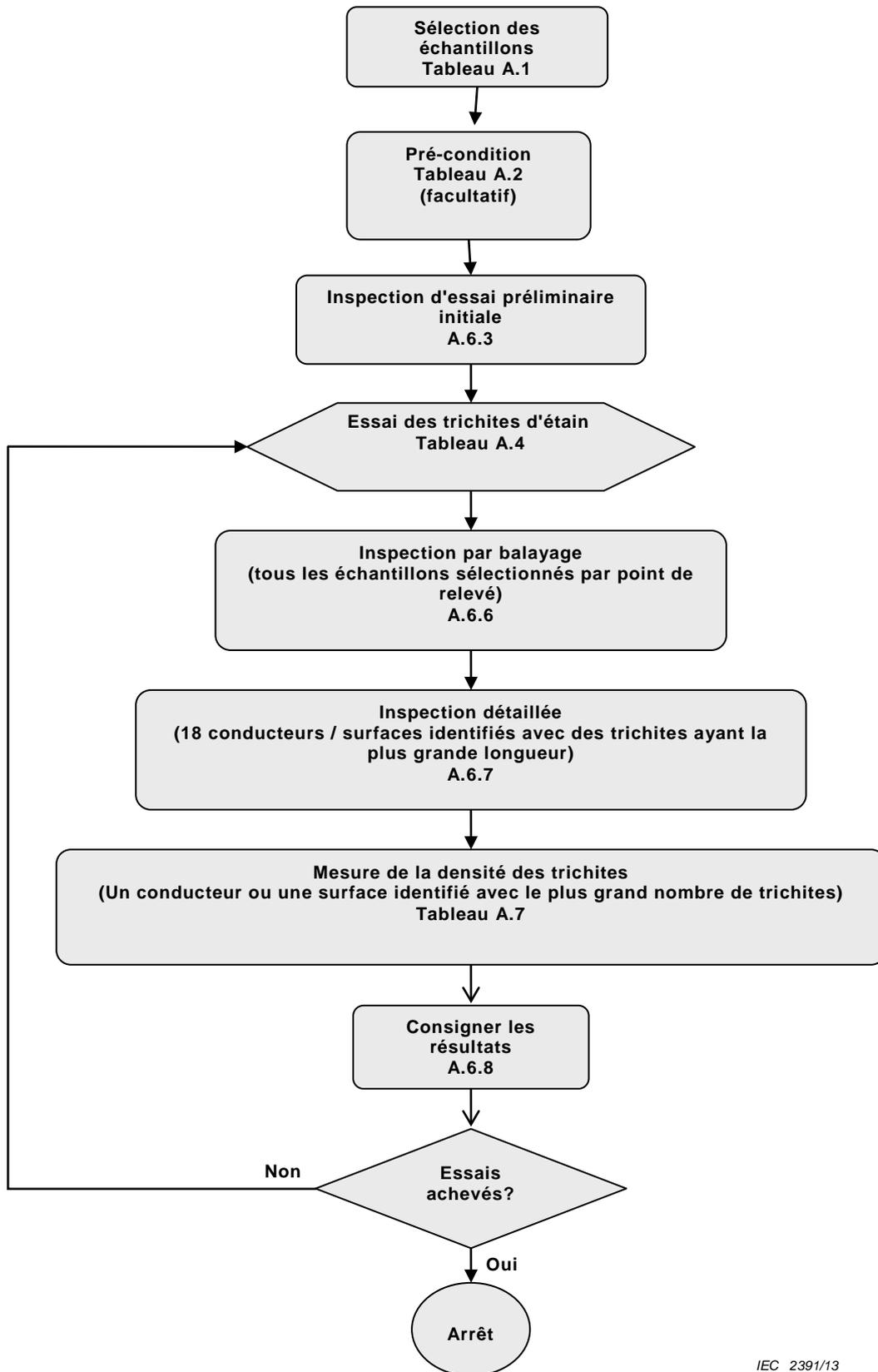
- fournir une série d'essais normalisés par le secteur de l'industrie et dédiés à la mesure et à la comparaison de la propension aux trichites pour différents procédés et chimies de placage ou fini de surface;
- fournir un protocole d'inspection cohérent pour l'examen des trichites d'étain;
- fournir un format de rapport normalisé.

A.2 Exonération de responsabilité

L'Annexe ne doit pas être utilisée comme document autonome à des fins de qualification. Elle comprend une série d'essais recommandés de développement de la trichite d'étain. Si ces essais communs sont adoptés, le secteur de l'industrie peut alors recueillir des données comparables communes susceptibles d'améliorer la compréhension des principes fondamentaux du développement des trichites et permettre des comparaisons entre les technologies. Il sera possible de modifier à l'avenir les essais décrits dans la présente annexe afin de mieux comprendre les mécanismes à l'origine du développement des trichites d'étain.

Les divers essais et revues de données au niveau international ont permis d'identifier trois conditions d'essai qui semblent adaptées au contrôle du développement des trichites d'étain. Ces trois conditions d'essai incluent deux conditions isothermes avec humidité contrôlée, et une condition de cycle thermique. Toutefois, ces conditions d'essai n'ont pas été corrélées avec des expositions dans l'environnement de plus longue durée des composants en service. Ainsi, il n'existe actuellement aucune méthode de prévision quantitative des longueurs de trichite sur des périodes de longue durée établies sur les longueurs mesurées dans les essais à court terme décrits dans le présent document. Au moment de la rédaction de la présente norme, les mécanismes fondamentaux du développement de la trichite d'étain ne sont pas pleinement compris et les facteurs d'accélération n'ont pas été établis. Cependant, la présente norme spécifie l'ensemble des exigences de réception concernant les finis en étain du commerce, jusqu'à ce que les facteurs d'accélération soient déterminés. Certaines

applications, par exemple, militaires ou aérospatiales, peuvent nécessiter de réaliser des essais ou évaluations de trichites d'étain supplémentaires et/ou différents.



IEC 2391/13

Figure A.1 – Déroulement des opérations pour les essais d’inspection des trichites d’étain

A.3 Appareillage

A.3.1 Chambres de cycles de températures

La ou les chambres de cycles de températures doivent avoir un flux de circulation air-air et pouvoir générer un cycle de températures compris entre $-55 \begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix} \text{ °C}$ et $+85 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ °C}$ ou entre $-40 \begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix} \text{ °C}$ et $+85 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ °C}$. La ou les chambres de cycles de températures doivent pouvoir satisfaire aux conditions de cycles définies dans les Tableaux 4 et 5.

A.3.2 Chambres de température-humidité

Les chambres de température-humidité (T&H) doivent pouvoir fonctionner dans un environnement sans condensation à une température de $55 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, $85 \% \pm 3 \% \text{ HR}$ et une température de $30 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$, $60 \% \pm 3 \% \text{ HR}$.

La condition de température-humidité élevées de $55 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$, $85 \% \pm 3 \% \text{ HR}$ est proche du point de condensation. Lorsque l'eau se condense sur le fini en étain lors d'une exposition dans l'environnement, l'humidité condensée et la corrosion qui en résulte peuvent altérer les résultats d'essai définitifs. Pour éviter toute condensation dans la chambre T&H, la température du thermomètre sec de celle-ci doit à tout moment être supérieure à la température du thermomètre mouillé, et ce, d'au moins $2,4 \text{ °C}$ (ou équivalent pour les capteurs électroniques). Il convient, avant l'ouverture de la porte de la chambre pour chargement et déchargement, que la température et l'humidité de la chambre diminuent d'un degré suffisamment proche de la température et de l'humidité ambiantes (recommandé dans des conditions de 10 °C et $10 \% \text{ HR}$) afin d'éviter toute condensation sur les échantillons pour essai et les parois de la chambre.

En fonctionnement, la condensation est davantage susceptible de se former sur les parois et le plafond de la chambre d'essai T&H; par conséquent, il est recommandé de correctement protéger les échantillons pour essai contre toute condensation d'eau susceptible de s'écouler du plafond et/ou des parois de la chambre sur les échantillons.

Lors du chargement des échantillons pour essai dans la chambre d'essai T&H, la température des échantillons doit être suffisamment supérieure à la température ambiante de la chambre afin d'éviter toute condensation sur les échantillons pour essai. Il est recommandé de préchauffer les échantillons pour essai et tous les porte-échantillons (à une température égale à la température d'essai de la chambre T&H) dans une étuve à cuisson à sec avant de les charger dans la chambre T&H. Un entretien fréquent du thermomètre mouillé est requis pour un contrôle correct de cette condition d'essai.

A.3.3 Microscope stéréoscopique optique (facultatif)

Le microscope stéréoscopique optique doit disposer d'un éclairage adéquat permettant un grossissement de 50X à 150X et être capable de détecter les trichites d'une longueur minimale de $10 \text{ }\mu\text{m}$, conformément à A.4. Lorsque les trichites d'étain sont mesurées à l'aide d'un système optique, le système doit alors comporter un palier à déplacement tridimensionnel et tournant, de manière à positionner les trichites perpendiculairement au sens d'observation pour effectuer les mesures.

A.3.4 Microscope optique (facultatif)

Le microscope optique doit disposer d'un éclairage adéquat permettant un grossissement de 100X à 300X et être capable de mesurer les trichites d'une longueur minimale de $10 \text{ }\mu\text{m}$, conformément à A.4. Pour les mesures des trichites d'étain, le système optique doit comporter un palier à déplacement tridimensionnel et tournant, de manière à positionner les trichites perpendiculairement au sens d'observation pour effectuer les mesures.

A.3.5 Microscope électronique à balayage

Les microscopes électroniques à balayage (MEB) doivent avoir une capacité de grossissement d'au moins 250X. Un MEB équipé d'un détecteur par rayons X est recommandé pour une identification élémentaire.

A.3.6 Etuve de refusion par convection (facultatif)

Les systèmes de refusion par convection doivent pouvoir réaliser les profils de refusion donnés dans le Tableau A.3.

A.4 Validation des équipements de microscopie optique

A.4.1 Critères généraux

La validation de la capacité des équipements optiques utilisés pour l'inspection par balayage et/ou la mesure de la longueur des trichites est requise.

La capacité des équipements d'inspection optiques et le processus optique associé doivent être validés conformément aux A.4.2, A.4.3 et A.4.4, en utilisant les échantillons de référence inspectés et caractérisés par un MEB. Ce processus de validation garantit que les équipements optiques et le processus d'inspection peuvent détecter les trichites et permettre ainsi une évaluation précise des longueurs et densités de ces dernières.

Les mêmes équipements optiques peuvent être utilisés pour les deux tâches différentes (inspection par balayage conformément à A.6.6 et mesures détaillées des trichites conformément à A.6.7). Toutefois, dans ce cas, les équipements doivent être validés de manière indépendante conformément aux A.4.2, A.4.3 et A.4.4.

Si les équipements d'inspection ou de mesure optiques ne satisfont pas aux exigences spécifiées aux A.4.2, A.4.3 et A.4.4, le système optique n'a pas satisfait à l'essai de validation pour l'objet prévu approprié. Dans ce cas, il est possible d'ajuster les équipements optiques, les accessoires, l'éclairage, le grossissement et/ou l'angle optique, et la procédure de validation peut être répétée pour la nouvelle configuration. Il est nécessaire de procéder à une nouvelle validation d'un système uniquement en cas de modification des équipements optiques ou du processus d'inspection.

NOTE 1 Les "équipements optiques" englobent le système à angle optique, les accessoires de maintien et de manipulation des échantillons, ainsi que l'éclairage.

NOTE 2 En leur qualité d'outil d'inspection, les microscopes stéréoscopiques présentent plusieurs avantages par rapport aux microscopes binoculaires, et sont nécessaires pour le processus d'inspection par balayage. La vision de profondeur constitue un avantage important. Les microscopes stéréoscopiques comportent deux trajets optiques distincts. Ceci rend possible la vision de profondeur et l'examen tridimensionnel d'un objet. Les microscopes stéréoscopiques offrent également de longues distances de travail et des champs d'observation relativement importants. Ces attributs les rendent parfaitement adaptés à l'inspection des trichites.

A.4.2 Capacité de détection des trichites

La capacité du système optique utilisé pour l'inspection par balayage des trichites doit être vérifiée par rapport aux protocoles d'inspection par balayage décrits en A.6. L'utilisation d'un microscope stéréoscopique est requise pour le processus d'inspection par balayage. Une longueur de trichite minimale de 10 μm doit pouvoir être détectée avec le système optique utilisé pour l'inspection.

Pour vérifier cette capacité, dix extrémités ou surfaces d'échantillons comportant des trichites, de préférence en utilisant des échantillons comprenant des trichites d'une longueur de 10 μm à 20 μm et dix extrémités ou surfaces d'échantillons ne comportant pas de trichites d'une longueur de plus de 10 μm , doivent être intifiées au moyen de la procédure de balayage normalisée et des équipements optiques à valider. Le MEB doit alors être utilisé pour vérifier l'exactitude de ces sélections d'une part par la confirmation de l'absence de trichites de

longueur supérieure à 10 μm sur les dix extrémités pour lesquelles le système optique a constaté qu'elles ne comportaient pas de trichites, et d'autre part par la confirmation supplémentaire de la présence de trichites d'une longueur d'au moins 10 μm sur les dix extrémités caractérisées par le système optique comme comportant des trichites d'une longueur supérieure ou égale à 10 μm . Le système satisfait à l'essai si le critère suivant est satisfait:

- dans tous les cas, les bornes ou les surfaces d'échantillons comportant des trichites sont bien différenciées de celles qui n'en comportent pas.

Lorsque les trichites d'une longueur de 10 μm à 20 μm sont détectées avec le MEB, et non avec le microscope optique, la validation du système optique pour la capacité de détection des trichites n'a alors pas abouti.

Il convient de documenter pour référence les mesures effectuées pour valider le système optique et les résultats du processus de validation.

NOTE 1 Un échantillon comportant des trichites de longueurs de 10 μm à 20 μm peut habituellement être produit par la réalisation de 500 à 1 000 cycles thermiques, comme défini dans le Tableau A.4, sur un placage ou un fini en étain mat. Si nécessaire, un échantillon comportant des trichites de faible densité peut habituellement être produit par la réalisation d'un vieillissement isotherme en utilisant de l'étain mat appliqué sur du cuivre, comme défini dans le Tableau 4, et ce, pendant une période de 3 000 h à 4 000 h.

NOTE 2 Les échantillons pour essai identifiés comme comportant des surfaces avec et sans trichites pourraient, avec le temps de conservation, se regrouper et développer de nouvelles trichites ou continuer à développer les trichites existantes. Par conséquent, les échantillons de référence identifiés et caractérisés pour la capacité de détection des trichites ne peuvent pas être utilisés ultérieurement pour les validations supplémentaires du système optique, à moins que tous les échantillons ne fassent une nouvelle fois l'objet d'une caractérisation par inspection par MEB, et ne soient identifiés comme toujours conformes aux exigences des échantillons pour essai destinés au processus de capacité de détection.

NOTE 3 La saisie d'une image à faible grossissement de la région contenant la trichite mesurée peut servir d'aide à la détection et à l'identification de la trichite concernée précise. Ceci peut être effectué soit par les techniques optiques ou les techniques MEB.

A.4.3 Capacité de mesure de la longueur des trichites

La capacité du système optique à mesurer avec précision les longueurs de trichites doit être validée par comparaison des mesures optiques avec les mesures effectuées avec un MEB. Cette comparaison doit être effectuée sur les échantillons dont les longueurs de trichites sont comprises entre 10 μm et 50 μm (voir Note 1). Le nombre minimal de trichites mesurées pour cette validation doit être de 30. Les trichites individuelles mesurées doivent être identiques pour les deux systèmes de manière à pouvoir effectuer des comparaisons directes des longueurs mesurées. Le système optique satisfait à l'essai si le critère suivant est satisfait:

- pour une même trichite, la longueur de trichite maximale mesurée avec le système optique diffère en moyenne de moins de 5 μm et de moins de 10 μm pour toute trichite particulière, par rapport aux mesures effectuées avec le MEB.

Il convient de documenter pour référence les mesures effectuées pour valider le système optique et les résultats du processus de validation.

NOTE 1 Un échantillon comportant des trichites de longueurs de 10 μm à 50 μm peut habituellement être produit par la réalisation de 1 000 à 2 000 cycles thermiques, comme défini dans le Tableau A.4, sur un placage ou un fini en étain mat.

NOTE 2 Les échantillons de référence utilisés pour les mesures de la longueur des trichites, ainsi que pour les mesures de la densité de celles-ci, peuvent, avec le temps de conservation, se regrouper et développer de nouvelles trichites ou continuer à développer les trichites existantes. Par conséquent, les échantillons de référence identifiés et caractérisés pour la capacité de détection de la longueur/densité des trichites ne peuvent pas être utilisés ultérieurement pour les validations supplémentaires du système optique, à moins que tous les échantillons ne fassent une nouvelle fois l'objet d'une caractérisation par inspection par MEB.

A.4.4 Capacité de mesure de la densité des trichites

La capacité du système optique à mesurer avec précision la densité des trichites doit être validée par comparaison des mesures optiques avec les mesures effectuées avec un MEB. Cette comparaison doit être effectuée sur six échantillons distincts dont la longueur des trichites est comprise entre 10 μm et 50 μm (se reporter à la Note 1 de A.4.3). De préférence, au moins un échantillon comportera des trichites de densité élevée et au moins un échantillon comportera des trichites de densité faible, selon le Tableau A.7. Ces six échantillons peuvent être six extrémités distinctes d'un composant électronique, six extrémités distinctes de plusieurs composants électroniques différents ou six surfaces différentes d'une éprouvette ou plus. Les échantillons utilisés pour la validation de la capacité de mesure de la densité des trichites peuvent être identiques à ceux utilisés pour la capacité de mesure de la longueur des trichites (A.4.3). Pour chaque échantillon, le nombre de trichites dont la longueur est supérieure à 10 μm doit être mesuré avec les deux systèmes dans la même surface d'observation. Le système optique satisfait à l'essai si le critère suivant est satisfait:

- la densité des trichites mesurée avec le système optique est égale à 20% de celle mesurée avec un MEB.

Il convient de documenter pour référence les mesures effectuées pour valider le système optique et les résultats du processus de validation.

A.5 Exigences concernant les échantillons et pré-conditionnement facultatif

A.5.1 Exigences de réception

Pour les exigences de réception des finis en étain à des fins commerciales, les conditions d'essai, points de relevé et durées appropriés sont donnés à l'Article 4. Pour l'évaluation de la propension des finis en étain au développement de trichites à d'autres fins (par exemple, étude scientifique, évaluations préliminaires des divers placages, etc.), il est recommandé d'appliquer l'ensemble des trois conditions définies dans le Tableau A.4, ainsi que les durées données dans le Tableau 6 pour les produits des classes 1 et 2. De plus, chaque condition d'essai doit être appliquée de manière indépendante sur des échantillons distincts.

A.5.2 Etudes scientifiques

Les éprouvettes peuvent être utilisées pour des études scientifiques.

A.5.3 Eprouvettes

A des fins de comparaison, et en cas d'utilisation d'éprouvettes, une surface d'inspection totale d'au moins 75 mm^2 sur au moins 3 éprouvettes est requise pour chaque condition d'essai. Pour les éprouvettes de petite dimension, il est recommandé de disposer d'un nombre suffisant d'éprouvettes de sorte que la surface totale examinée s'ajoute à une surface minimale de 75 mm^2 , comme décrit dans le Tableau A.1.

Tableau A.1 – Exigences concernant les effectifs d'échantillons pour essai par traitement de pré-conditionnement dédié aux éprouvettes

Type d'échantillon	Surface revêtue ^a	Nombre minimal d'échantillons	Surface d'inspection totale minimale pour inspection par balayage	Surface d'inspection minimale par échantillon pour inspection par balayage	Nombre total minimal de surfaces d'inspection pour inspection par balayage ^b	Inspection détaillée (nombre de surfaces par point de relevé) ^b
éprouvettes de petite dimension	< 25 mm ²	3	75 mm ²	sommet et deux côtés de l'éprouvette	75 mm ² divisés par (surface revêtue d'un placage au sommet et sur 2 côtés de l'éprouvette)	9
éprouvettes de grande dimension	≥ 25 mm ²	3	75 mm ²	sommet et 2 côtés jusqu'à une surface totale de 25 mm ²	3	9

^a Voir Figure A.6 pour une définition détaillée de la surface revêtue d'un placage/revêtue d'un fini pour inspection.

^b Il convient que chaque surface devant faire l'objet d'une inspection détaillée soit au moins égale à 1,7 mm².

Les mêmes composants ou éprouvettes évalués pour chaque condition d'essai peuvent être évalués à tous les relevés séquentiels, y compris le relevé final. De ce fait, l'étude d'un seul fini de surface requiert un nombre minimal de 9 éprouvettes pour remplir les trois conditions d'essai. En variante, il est possible de commencer l'essai avec un nombre suffisant d'échantillons pour essai égal au nombre minimal d'échantillons requis par relevé multiplié par le nombre de relevés. Lorsqu'une détermination plus précise de la cinétique de développement est nécessaire, il est recommandé d'utiliser les mêmes échantillons pour essai pour chaque relevé séquentiel et non d'utiliser des échantillons regarnis.

A.5.4 Pré-conditionnement facultatif des échantillons pour essai

A.5.4.1 Traitements de pré-conditionnement facultatif des échantillons pour essai

Le Tableau A.2 énumère les traitements de pré-conditionnement facultatif des échantillons pour essai recommandés préalablement à tous les essais ultérieurs de développement de trichites d'étain.

Tableau A.2 – Traitements de pré-conditionnement facultatif pour les échantillons pour essai des trichites d'étain

Condition	Exposition à une température de pré-conditionnement	Exposition des profils thermiques	Appliquer les lignes directrices
A	aucune	exposition normale à un environnement normal	destinée à vérifier par essai le développement de trichites dans des conditions de conservation de température/humidité ambiantes
B	conservation à température ambiante pendant une durée minimale de 4 semaines après application du fini	15 °C à 30 °C 30 % à 80 % HR	destinée aux échantillons sans placage de sous-couche ou réduction post cuisson avant exposition à des conditions de conservation à température/humidité élevées, cycle de températures ou pré-conditionnement conformément aux conditions C ou D
C	pré-conditionnement sous température avec alliage SnPb	Profil avec alliage SnPb conformément au Tableau A.3	destinée à vérifier par essai le développement de trichites après exposition thermique à des températures d'assemblage SMT avec alliage SnPb (rétrocompatibilité)
D	pré-conditionnement sous température sans plomb	Profil sans plomb conformément au Tableau A.3	destinée à vérifier par essai le développement de trichites après exposition thermique à des températures d'assemblage SMT sans plomb (compatibilité sans plomb)

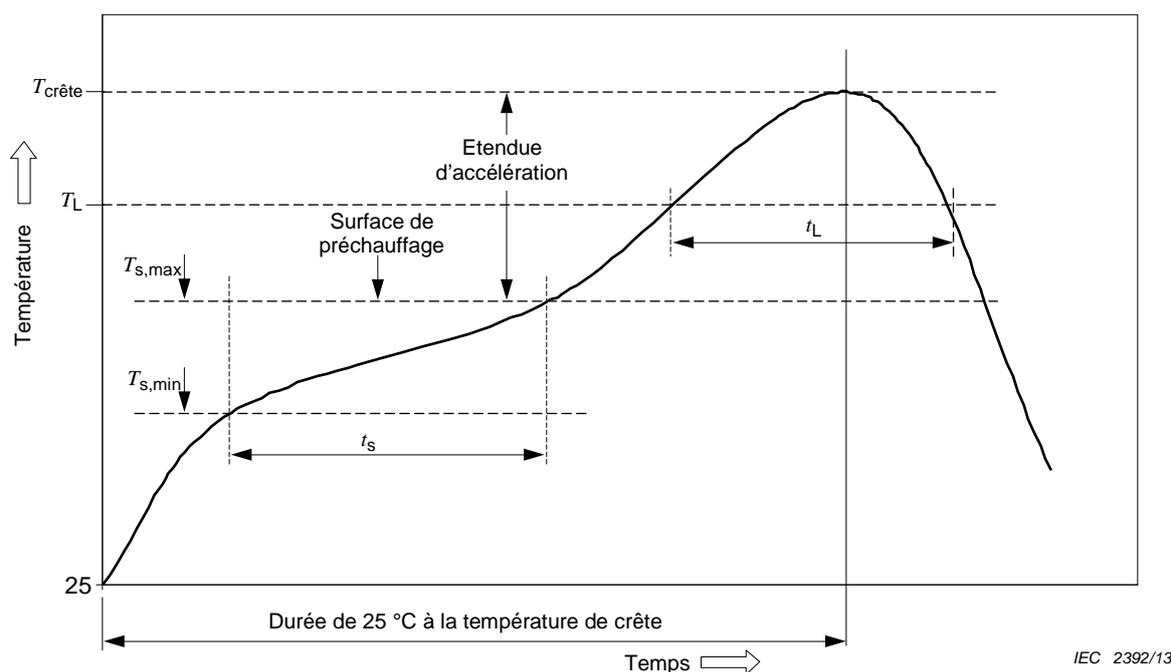
A.5.4.2 Profils de pré-conditionnement facultatif des échantillons pour essai

NOTE Les profils décrits dans A.5.4.2 utilisent une référence de température de conducteur ou d'éprouvette.

Le Tableau A.3 et la Figure A.2 donnent les informations concernant les profils de pré-conditionnement des échantillons pour essai. Tous les critères de profils font référence soit à la température du conducteur ou du joint de soudure pour les composants, soit à la température superficielle pour les éprouvettes. Pour le profil et le processus de pré-conditionnement proprement dit, il est recommandé d'utiliser des supports non métallisés ou des cartes de circuits imprimés pour maintenir les échantillons pendant le processus de refusion. Pour les composants avec conducteurs, l'orientation du composant doit être du type à configuration "live bug" (c'est-à-dire, avec les conducteurs pointant vers le bas et en contact avec le support ou la carte).

Tableau A.3 – Profils de refusion avec pré-conditionnement facultatif ^a

Caractéristique du profil	Profil Sn-Pb	Profil sans plomb
taux d'accélération moyen ($T_{s,max}$ à $T_{crête}$)	3 °C s ⁻¹ max.	3 °C s ⁻¹ max.
préchauffage: – température min. ($T_{s,min}$) – température max. ($T_{s,max}$) – temps ($T_{s,min}$ à $T_{s,max}$) (t_s)	100 °C 150 °C 60 s à 120 s	150 °C 200 °C 60 s à 120 s
temps maintenu au-dessus: – température (T_L) – temps (t_L)	183 °C 60 s à 120 s	217 °C 60–120 s
température du conducteur ou du joint de soudure ($T_{crête}$)	200 °C à 220 °C ^b	245 °C à 260 °C ^c
taux de décélération moyen ($T_{crête}$ à $T_{s,max}$)	6 °C s ⁻¹ max.	6 °C s ⁻¹ max.
durée de 25°C à la température de crête	6 minutes max.	8 minutes max.
<p>^a Toutes les températures font référence à la température du conducteur ou du joint de soudure pour les composants, ou à la température superficielle pour les éprouvettes.</p> <p>^b La température maximale de 220 °C garantit que le fini de surface n'est pas fondu (c'est-à-dire que la température du point de fusion de l'étain pur est de 232 °C).</p> <p>^c La température minimale de 245 °C garantit que le fini de surface est fondu.</p>		

**Figure A.2 – Profil de refusion avec pré-conditionnement facultatif**

A.6 Inspection des trichites, mesure de la longueur et conditions d'essai

A.6.1 Principes généraux

La procédure d'inspection des trichites comprend trois parties distinctes: (1) l'inspection initiale avant essai, (2) l'inspection par balayage et (3) l'inspection détaillée. Il convient d'effectuer une seule inspection initiale avant d'exposer les échantillons pour essai à toute condition d'essai. Il convient d'effectuer l'inspection par balayage à chaque relevé. Lorsque

des trichites sont détectées pendant l'inspection par balayage, il convient alors d'effectuer l'inspection détaillée lors de ce relevé. Les inspections de trichites peuvent être effectuées au moyen d'un MEB ou d'un système optique validé satisfaisant aux conditions précisées en A.4.

A.6.2 Manipulation

Lors de la manipulation des échantillons pour essai, on doit veiller à éviter tout contact avec le fini de surface susceptible de provoquer la désolidarisation des trichites. Pour l'inspection par MEB, il est recommandé d'utiliser un matériau conducteur destiné à fixer l'échantillon pour essai au support MEB de la pièce à travailler pour éviter tout chargement. Toutefois, lorsque les mêmes échantillons pour essai sont inspectés à chaque relevé, puis sont soumis une nouvelle fois à la condition d'essai pour une exposition ultérieure, aucun revêtement cathodique conducteur, tel que C, Pt ou Au, ne doit être déposé, afin de faciliter l'inspection par MEB. Lorsque les échantillons pour essai ne sont pas soumis une nouvelle fois à la condition d'essai, un revêtement conducteur peut alors être utilisé pour réduire le chargement des échantillons.

A.6.3 Instructions générales d'inspection

Les inspections par balayage (A.6.6) et détaillée (A.6.7) des trichites doivent comporter l'inspection des types de trichites et des relations (alignements) entre les trichites et les caractéristiques des échantillons ou entre les trichites et les irrégularités observées. Les irrégularités sont des caractéristiques extrinsèques (acquises) éloignées de la surface d'origine revêtue d'un placage (parfait) théorique, notamment des caractéristiques que l'on observe suite aux opérations mécaniques post placage ou à la dégradation de la surface revêtue d'un placage.

Lors de l'inspection, il convient d'accorder une attention toute particulière à l'apparition de corrosion, rayures superficielles, empreintes d'outil/serrage, arêtes et surfaces engendrées par des opérations de poinçonnement ou de cisaillement, zones thermiquement affectées ou limites entre les surfaces de soudure et les surfaces revêtues d'un placage (engendrées en cours d'assemblage). Il convient de consigner dans le Tableau A.6 l'existence de relations spéciales entre les trichites et les irrégularités. De plus, il est fortement recommandé de prendre des photographies afin de documenter toute relation observée entre les trichites et les caractéristiques et/ou irrégularités.

La Figure A.3 montre des exemples d'irrégularités de corrosion (dans cet exemple, la corrosion apparaît sur des surfaces contiguës aux autres irrégularités engendrées par les opérations de cisaillement et de poinçonnement qui exposent un métal de base en cuivre).



IEC 2393/13

Figure A.3 – Exemples de trichites sur des surfaces corrodées

A.6.4 Inspection d'essai préliminaire initiale

Préalablement à toute exposition dans les conditions d'essai, il convient d'effectuer une inspection optique ou par MEB initiale et de la documenter afin de déterminer la présence éventuelle de trichites. La même procédure utilisée pour l'inspection par balayage, décrite en A.6.6, doit être suivie.

A.6.5 Conditions d'essai

Les conditions d'essai appliquées pour l'évaluation du développement des trichites d'étain sont énumérées dans le Tableau A.4. Ces conditions d'essai représentent un ensemble minimum de conditions qui doivent être appliquées pour évaluer la propension au développement de trichites d'étain de tout fini d'étain donné effectivement étudié.

Tableau A.4 – Conditions d'essai d'inspection des trichites d'étain

Type de contrainte	Conditions d'essai
cycle de températures	température minimale $-55 \begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix} \text{ °C}$ ou $-40 \begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix} \text{ °C}$ température maximale $+85 \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ °C}$, air-air; trempage d'une durée de 10 min; ~3 cycles h ⁻¹
conservation sous température / humidité ambiantes	30°C ± 2 °C et 60 % ± 3 % HR
conservation sous température / humidité élevées	55°C ± 3 °C et 85 % ± 3 % HR

A.6.6 Inspection par balayage

A.6.6.1 Exigence concernant le balayage

L'inspection par balayage doit être effectuée pour tous les échantillons à chaque relevé suivant l'exposition aux conditions d'essai quelles qu'elles soient. L'objectif est d'inspecter en toute efficacité l'ensemble des échantillons et d'identifier les conducteurs, extrémités ou surfaces d'éprouvettes qui comportent des trichites en vue d'une inspection détaillée ultérieure.

A.6.6.2 Composants

Les composants doivent être inspectés au moyen d'un système optique conforme aux exigences de A.4 ou d'un MEB. Lorsque l'inspection par balayage est effectuée au moyen d'un système optique, un grossissement minimum de 50X est requis. Un grossissement supérieur est recommandé pour la vérification des trichites. Lorsque l'inspection par balayage est effectuée au moyen d'un MEB, un grossissement minimum de 250X est requis. Lorsqu'aucune trichite n'est détectée pendant l'inspection par balayage, il n'est alors pas nécessaire d'effectuer une inspection détaillée à ce point de relevé. Lorsque des trichites sont détectées lors de l'inspection par balayage, un nombre minimal de 18 surfaces qui semblent comporter les trichites d'étain les plus longues doit alors être identifié en vue d'une inspection détaillée.

A.6.6.3 Eprouvettes

Pour les éprouvettes de dimension supérieure à 25 mm², un nombre minimal de 3 éprouvettes, conformément au Tableau A.1, doit être inspecté au moyen d'un système optique conforme aux exigences de A.4 ou d'un MEB. Sur chacune de ces trois éprouvettes,

une surface minimale de 25 mm² doit être balayée, y compris au moins deux arêtes d'au moins 3 mm de longueur totale. Pour les éprouvettes de dimension inférieure à 25 mm², des éprouvettes supplémentaires doivent être balayées, de sorte que la surface totale balayée soit au minimum de 75 mm². Lorsque l'inspection par balayage est effectuée au moyen d'un système optique, un grossissement minimum de 50X est requis. Un grossissement supérieur est recommandé pour la vérification des trichites. Lorsque l'inspection par balayage est effectuée au moyen d'un MEB, un grossissement minimum de 250X est requis. Lorsqu'aucune trichite n'est détectée pendant l'inspection par balayage, il n'est alors pas nécessaire d'effectuer une inspection détaillée à ce point de relevé. Lorsque des trichites sont détectées lors de l'inspection par balayage, un nombre minimal de trois surfaces de 1,7 mm² sur chaque éprouvette qui semblent comporter les trichites d'étain les plus longues doit alors être identifié en vue d'une inspection détaillée. Ces trois surfaces de chaque échantillon doivent être évaluées suivant la procédure d'inspection détaillée définie en A.6.7.

A.6.7 Inspection détaillée

A.6.7.1 Exigences concernant l'inspection

L'inspection détaillée doit être effectuée sur les extrémités ou surfaces identifiées lors de l'inspection par balayage. Lorsqu'aucune trichite n'est observée pendant l'inspection par balayage, il n'est alors pas nécessaire d'effectuer l'inspection détaillée. Pour les échantillons pour essai qui présentent des trichites, 3 extrémités ou 3 surfaces par échantillon et un nombre minimal de 6 composants pour les dispositifs multiconducteurs, 9 composants passifs/discrets à 4 conducteurs ou moins ou 3 éprouvettes doivent être inspectés. Un microscope électronique à balayage ou un système optique validé (voir A.4) doit être utilisé pour l'inspection détaillée. Les inspections par MEB doivent être effectuées avec un grossissement minimum de 250X et les systèmes optiques doivent pour leur part utiliser un grossissement minimum de 50X. Pour les mesures de longueur des trichites proprement dites, un grossissement supérieur ou inférieur à celui utilisé pour l'inspection peut être requis, de sorte que la trichite mesurée remplisse approximativement le champ d'observation au grossissement sélectionné. Il convient d'effectuer les mesures de longueur des trichites approximativement perpendiculairement au sens d'observation pour la microscopie par MEB et la microscopie optique.

A.6.7.2 Composants avec conducteurs

Suivant les effectifs d'échantillons minimum énumérés dans les Tableaux 4 ou 5, un nombre minimal de 18 conducteurs doit être inspecté. Le sommet, 2 côtés et les coudes de chaque conducteur identifié doivent être inspectés tel qu'illustré à la Figure A.4. Lorsque les conducteurs sont de forme arrondie, il convient alors d'inspecter la surface qui correspond à la moitié supérieure du diamètre. Il peut être plus facile d'identifier et de mesurer les trichites sur les deux côtés si le composant est monté orienté vers le bas dans la position "dead bug". Pour chaque conducteur inspecté, la longueur de trichite maximale doit être consignée comme décrit en A.6.8. La densité des trichites doit également être consignée pour un conducteur identifié comme ayant le plus grand nombre de trichites suivant le protocole décrit en A.6.8.3.3.

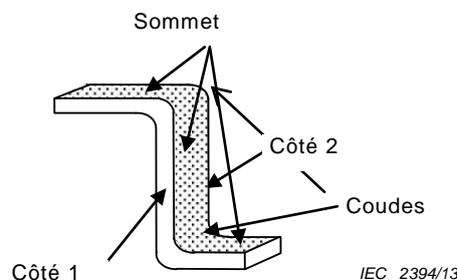


Figure A.4 – Schéma de principe illustrant un conducteur de composant et le sommet, 2 côtés et les coudes du conducteur à inspecter

A.6.7.3 Composants sans conducteur

Les surfaces à inspecter sont indiquées par les flèches à la Figure A.5.

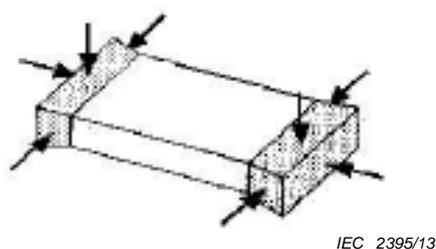


Figure A.5 – Schéma illustrant un composant sans conducteur et le sommet et 3 côtés des extrémités à inspecter

A.6.7.4 Epreuves

Un nombre minimal de 9 surfaces sur un nombre minimal de 3 éprouvettes doit être inspecté. Chaque surface doit être au minimum de $1,7 \text{ mm}^2$ et il convient qu'elle ait été identifiée lors de l'inspection par balayage. Un exemple de surfaces d'inspection est illustré à la Figure A.6. Pour chaque surface inspectée, la longueur de trichite maximale doit être consignée comme décrit au A.6.8. La densité des trichites doit également être consignée pour une surface identifiée comme ayant le plus grand nombre de trichites suivant le protocole décrit en A.6.8.3.3.

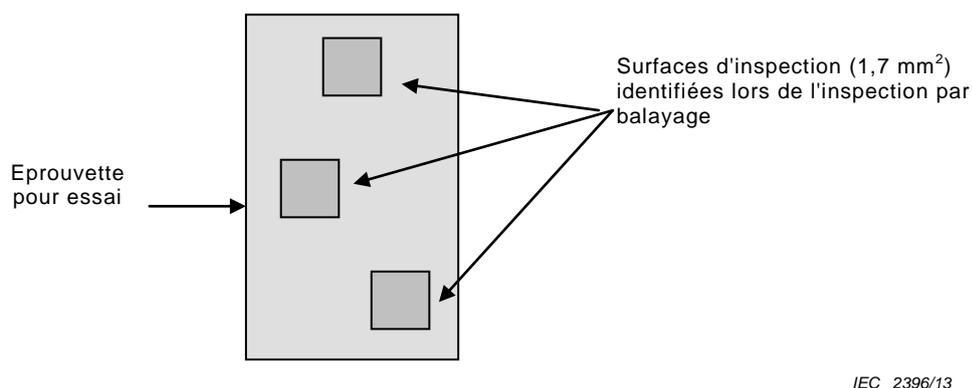


Figure A.6 – Schéma illustrant une éprouvette potentielle et trois surfaces de $1,7 \text{ mm}^2$ identifiées pour inspection

A.6.8 Procédure de consignation destinée aux études scientifiques

A.6.8.1 Informations générales

Les formats de rapports normalisés relatifs aux essais portant sur les trichites d'étain sont présentés dans les Tableaux A.5 et A.6. Il est réputé ou considéré que les facteurs énumérés dans le Tableau A.5 influencent le comportement des trichites. Il convient de fournir toutes les informations applicables.

Tableau A.5 – Formats de rapports normalisés relatifs aux essais portant sur les trichites d'étain (informations générales)

(Ajouter des colonnes si nécessaire)

Informations de base:	ID du ou des échantillons	ID du ou des échantillons
Date de l'inspection		
Condition d'essai		
Temps d'exposition cumulé (heures) ou nombre de cycles au point de relevé		
Observations:		
Type de trichite (déformée, droite, à ramifications)		
Taille de la trichite la plus longue (microns)		
Densité des trichites (faible, moyenne, élevée par surface inspectée)		
Commentaires / exceptions supplémentaires		
Substrat:	ID du ou des échantillons	ID du ou des échantillons
Type (par exemple, boîtier, éprouvette, puce)		
Matériau de substrat (par exemple, Cu, CuFe2, alliage 42)		
Opération de formage (par exemple, gravé, matricé)		
Traitement post application du fini de surface (aucun, refusion à la température, recuit au temps et à la température, etc.)		
Temps écoulé entre le traitement avant et après application du fini de surface (recuit, refusion, etc.)		
Temps écoulé entre l'application du fini de surface et le début du vieillissement dans l'environnement		
Placage de sous-couche:		
Date d'application de la sous-couche		
Matériau de sous-couche (par exemple, Ni, Ag, etc.)		
Type de bain (par exemple, sulfamate)		
Type de sous-couche (claire, mate, satinée)		
Épaisseur de sous-couche (microns)		
Fini de surface en étain:		
Date d'application du fini de surface		
Type d'alliage (par exemple, étain, étain-bismuth)		
En cas d'utilisation d'un alliage d'étain, pourcentage de la teneur en alliage (par exemple, 1 % à 3 %)		
Type de bain (acide sulfonique de méthane, acide mixte, etc.)		
Type de fini de surface (clair, mat, satiné)		
Épaisseur du fini (µm)		
Taille de grain du fini (µm) ^a		
Densité de courant (A/dm)		
Teneur en carbone du dépôt ^b		
Teneur en impuretés du bain galvanoplastique, Cu ^c		
Teneur en impuretés du bain galvanoplastique, Zn ^c		

Informations de base:	ID du ou des échantillons	ID du ou des échantillons
Teneur en impuretés du bain galvanoplastique, Fe ^c		
Teneur en impuretés du bain galvanoplastique, Ag ^c		
Teneur en impuretés du bain galvanoplastique, Pb ^c		
Teneur en impuretés du bain galvanoplastique, Ni ^c		
<p>^a Peut être mesurée à la surface du dépôt. Il convient de mentionner la méthode d'essai.</p> <p>^b La teneur en carbone peut être mesurée sur un échantillon éprouvette distinct sous réserve que les conditions de placage soient similaires aux conditions de production des échantillons pour essai d'inspection des trichites. Il convient de mentionner la méthode d'essai.</p> <p>^c Il convient de mesurer la teneur en impuretés dans le bain galvanoplastique. Ces champs ne sont pas requis, mais il est recommandé de les consigner dans le rapport.</p>		

A.6.8.2 Consignation de l'inspection par balayage

Pour les composants, le nombre de composants balayés par condition d'essai et le nombre de conducteurs ou d'extrémités balayés par composant doivent être consignés. De plus, le nombre de conducteurs ou d'extrémités comportant les trichites identifiées doit être consigné. (Par exemple, 6 composants et 96 conducteurs ont été balayés et 14 conducteurs ont présenté des trichites). Pour les éprouvettes, le nombre d'éprouvettes et la surface d'inspection par éprouvette effectivement balayés doivent être consignés.

A.6.8.3 Consignation de l'inspection détaillée

A.6.8.3.1 Éléments à consigner

Le nombre de conducteurs, extrémités ou surfaces d'inspection évalués lors de l'inspection détaillée par condition d'essai doit être consigné. Un exemple de format de consignation des informations est présenté dans le Tableau A.6. Pour chaque conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette inspecté lors de l'inspection détaillée, la longueur de trichite maximale doit être consignée. La densité des trichites doit également être consignée pour le conducteur, l'extrémité ou la surface d'éprouvette qui présente le plus grand nombre de trichites.

Tableau A.6 – Formats de rapports normalisés relatifs aux essais portant sur les trichites d'étain (informations détaillées concernant les trichites)

Observations de balayage:	Informations concernant les échantillons	Caractéristiques (par exemple, corrosion, rayures, marques de serrage, etc.)
Nombre d'échantillons inspectés		
Nombre d'extrémités ou de surfaces d'éprouvettes inspectées par échantillon		
Nombre total d'extrémités ou de surfaces d'éprouvettes inspectées		
Surface totale inspectée		
Nombre d'extrémités ou de surfaces d'éprouvettes présentant des trichites		
Observations détaillées:		
Nombre d'échantillons inspectés		
Nombre total d'extrémités ou de surfaces d'éprouvettes inspectées		
Densité des trichites (faible, moyenne, élevée par surface inspectée)		

Observations de balayage:	Informations concernant les échantillons	Caractéristiques (par exemple, corrosion, rayures, marques de serrage, etc.)
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 1		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 2		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 3		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 4		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 5		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 6		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 7		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 8		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 9		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 10		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 11		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 12		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 13		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 14		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 15		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 16		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 17		
Taille de la trichite la plus longue (µm) – extrémité ou surface d'éprouvette 18		
Commentaires supplémentaires:		
Commentaires/exceptions supplémentaires:		

A.6.8.3.2 Longueur des trichites

Consigner la longueur de trichite maximale mesurée sur chaque conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette lors de l'inspection détaillée. La longueur de trichite est mesurée comme étant la distance en ligne droite entre la surface de l'extrémité/ dépôt électrolytique et le point le plus éloigné sur la trichite (c'est-à-dire le rayon d'une sphère contenant la trichite, son centre étant situé au point de naissance), tel qu'illustré à la Figure 5.

A.6.8.3.3 Facultatif pour des études scientifiques: intervalle de densité des trichites

Dans l'inspection par balayage, un conducteur ou une extrémité pour les composants ou une surface d'inspection pour les éprouvettes doit être identifié comme ayant approximativement le plus grand nombre de trichites. L'intervalle de densité des trichites, pour un conducteur, une extrémité ou une surface d'éprouvette, doit être déterminé en suivant la procédure suivante. Pour la plupart des composants, les trichites doivent être comptabilisées sur la totalité du sommet et des côtés du conducteur ou de l'extrémité. Le nombre de trichites doit être consigné avec l'étendue de la surface inspectée. La comptabilisation des trichites peut être interrompue lorsque le nombre total de trichites comptabilisées sur la surface inspectée est supérieur à 45. Le nombre total de trichites comptabilisées par conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette doit permettre de classer l'intervalle de densité des trichites, selon le Tableau A.7.

NOTE L'intervalle de densité des trichites n'a pas été corrélé avec la longueur des trichites. Toutefois, la probabilité qu'une trichite provoque une défaillance peut dépendre de la densité des trichites. Par conséquent, la consignation dans un rapport de l'intervalle de densité des trichites peut contribuer à une meilleure compréhension de la méthode de corrélation (le cas échéant) de la densité des trichites avec la longueur de trichite maximale.

Tableau A.7 – Intervalles de densité des trichites pouvant être déterminés sur la base du nombre de trichites observées par conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette

Intervalle maximal de densité des trichites	Nombre total de trichites par conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette inspectée	Conducteur, extrémité ou surface d'éprouvette inspectée
faible	< 10 trichites	(mm ²)
moyen	10 à 45 trichites	(mm ²)
élevé	> 45 trichites	(mm ²)

Bibliographie

JEDEC/IPC JP002, *Current tin whiskers theory and mitigation practices guideline* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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