

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 2-82: Tests – Test Tx: Whisker test methods for electronic and electric
components**

**Essais d'environnement –
Partie 2-82: Essais – Essai Tx: Méthodes de vérification des trichites pour les
composants électroniques et électriques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 2-82: Tests – Test Tx: Whisker test methods for electronic and electric
components**

**Essais d'environnement –
Partie 2-82: Essais – Essai Tx: Méthodes de vérification des trichites pour les
composants électroniques et électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Test equipment.....	7
4.1 Desiccator	7
4.2 Humidity chamber	7
4.3 Thermal cycling chamber.....	7
4.4 Optical microscope.....	7
4.5 Scanning electron microscope.....	7
4.6 Fixing jig	8
5 Preparation for test.....	8
5.1 General	8
5.2 Selection of test methods	8
5.3 Storage conditions prior to testing	8
5.4 Handling of the specimen	8
5.5 Preconditioning by heat treatment	8
5.6 Specimen preparation by leads forming.....	9
6 Test conditions	10
6.1 Ambient test.....	10
6.2 Damp heat test.....	10
6.3 Temperature cycling test	10
7 Test schedule	11
7.1 Procedure for test method selection	11
7.2 Initial measurement.....	12
7.3 Test.....	12
7.4 Recovery.....	12
7.5 Intermediate or final assessment.....	12
8 Information to be given in the relevant specification	12
9 Minimum requirements for a test report	13
Annex A (normative) Measurement of the whisker length	14
Annex B (informative) Examples of whiskers.....	15
Annex C (informative) Guidance on the sample lots and test schedules	17
Annex D (informative) Guidance on acceptance criteria	19
Annex E (informative) Background on whisker growth	21
Annex F (informative) Background on ambient test	22
Annex G (informative) Background on damp heat test.....	24
Annex H (informative) Background on temperature cycling test.....	27
Bibliography.....	32
Figure A.1 – Definition of the whisker length	14
Figure B.1 – Nodule	15
Figure B.2 – Column whisker	15
Figure B.3 – Filament whisker.....	15

Figure B.4 – Kinked whisker	16
Figure B.5 – Spiral whisker	16
Figure D.1 – Smallest distance of components and circuit boards	19
Figure F.1 – Whisker growth of tin plating in ambient test condition	23
Figure G.1 – Growth of the oxide layer in damp heat conditions	25
Figure G.2a – Growth of whiskers in damp heat conditions	25
Figure G.2b – Growth of whiskers in damp heat conditions	26
Figure G.2 – Growth of whiskers	26
Figure H.1 – Distribution of whisker length grown on FeNi (Alloy42) base material.....	28
Figure H.2 – Whisker grown on FeNi (Alloy42) base material	29
Figure H.3 – Relationship of Δt and number of cycles for whisker growth on FeNi (Alloy42) base material	29
Figure H.4 – Whisker growth on Cu based leadframes (QFP) in temperature cycling tests	31
Table 1 – Methods of preconditioning – Soldering simulation	9
Table 2 – Methods of preconditioning – Soldering	9
Table 3 – Severities of the ambient test	10
Table 4 – Severities of the temperature cycling test – Temperature	10
Table 5 – Severities of the temperature cycling test – Cycles	11
Table 6 – Suitability of test methods for different plating situations	11
Table H.1 – Example for a relationship between realistic application conditions and test conditions	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 2-82: Tests – Test Tx: Whisker test methods
for electronic and electric components**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60068-2-82 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

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

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

FDIS	Report on voting
91/651/FDIS	91/685/RVD

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

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

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

A list of all parts in the IEC 60068 series, under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

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

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

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-82: Tests – Test Tx: Whisker test methods for electronic and electric components

1 Scope

This part of IEC 60068 specifies whisker tests for electric or electronic components representing the finished stage, with tin or tin-alloy finish. However, the standard does not specify tests for whiskers that may grow as a result of external mechanical stress.

This test method is employed by a relevant specification (international component or application specification) with transfer of the test severities to be applied and with defined acceptance criteria.

Where tests described in this standard are considered for other components, e.g. mechanical parts as used in electrical or electronic equipment, it should be ensured that the material system and whisker growth mechanisms are comparable.

2 Normative references

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

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Soldering*

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

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 61192-3:2002, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 3: Through-hole mount assemblies*

IEC 61760-1:2006, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60068-1, as well as the following, apply.

3.1

whisker

metallic protrusion which spontaneously grows during storage or use

NOTE 1 Whiskers typically do not require any electrical field for their growth and may not be mixed with products of electrochemical migration. Typical signs of whiskers include:

- striations in growth direction;
- typically no branching;
- typically constant diameters.

Exceptions are known, but rare and may require detailed investigation.

For the purposes of this standard, whiskers are considered if

- they have an aspect ratio (length/width) greater than 2,
- they have a length of 10 µm or more.

NOTE 2 For the purposes of this standard, whiskers have the following characteristics:

- they can be kinked, bent, or twisted; they usually have a uniform cross-sectional shape;
- they may have rings around the circumference of the column.

NOTE 3 Whiskers are not to be confused with dendrites which are fern-like growths on the surface of a material which can be formed as a result of electro-migration of an ionic species or produced during solidification.

3.2

material system

termination consists of the following elements:

- a) base material;
- b) underlayer, if any, located under the final plating;
- c) final tin or tin alloy plating.

NOTE There may be additional layers between the base material and the underlayer. The penultimate layer is the used bulk material or the deposited layer underneath the final tin or tin alloy plating of the component.

4 Test equipment

The test equipment shall comprise the following elements:

4.1 Desiccator

The desiccator shall be capable of providing the conditions of temperature and humidity specified in 6.1.

4.2 Humidity chamber

The humidity chamber shall meet all the requirements of IEC 60068-2-78 and be capable of providing the conditions specified in 6.2.

4.3 Thermal cycling chamber

The thermal cycling chamber shall meet all the requirements of IEC 60068-2-14, test Na and be capable of providing the conditions specified in 6.3.

4.4 Optical microscope

An optical stereo-microscope with a magnification of at least 50 times and an appropriate illumination, capable of detecting whiskers with a length of 10 µm.

If used for measurement, the microscope shall be equipped with a scale or electronic detection system capable for length measurement with an accuracy of at least ± 5 µm.

4.5 Scanning electron microscope

A scanning electron microscope (SEM) capable of investigating the surface of the specimen, preferably equipped with a handling system capable to tilt and rotate the specimen.

4.6 Fixing jig

The fixture jig shall be capable of setting samples in any of the test chambers specified in 4.1, 4.2 and 4.3 without affecting compliance with the specified requirements.

The jig should also be attachable to the optical microscope or be appropriately small in size so that it can be inserted in the SEM sample chamber.

5 Preparation for test

5.1 General

The samples shall represent finished products as supplied to the market.

NOTE Guidance on suitable sample sizes is provided in Annex C.

5.2 Selection of test methods

Choose the appropriate test method according to the type of final plating, underlayer and base material of the specimen according to Table 6.

5.3 Storage conditions prior to testing

The specimen shall be kept for at least 2 h in the standard atmospheric conditions defined in IEC 60068-1, 5.3.1 prior to any preconditioning or test.

5.4 Handling of the specimen

It is recommended to hold the specimen with a fixture jig as specified in 4.6 to prevent them from being contaminated unexpectedly. The fixture jig shall not contact the metallic surfaces of the specimen to be tested. The sample shall be handled carefully to prevent the grown whiskers from falling away unexpectedly. Broken whiskers shall be recorded, see 7.4.

Where there is a possibility of grown whiskers to drop down, an appropriate fixture jig design shall be considered in advance of the test. Conductive sputter coating typically used to aid SEM inspection, such as C, Pt, or Au, shall not be deposited on the specimen.

5.5 Preconditioning by heat treatment

5.5.1 Soldering simulation prior to ambient and damp heat test (see 6.1 and 6.2)

a) Components intended for soldering

Before soldering simulation, the specimen of material descriptions case 1.1, case 3 or case 4 shall have been stored under room temperature for more than 30 days after the last manufacturing process, e.g. as indicated by the date code of the product.

Unless otherwise specified by the relevant specification, the components shall be submitted to a soldering simulation according to Table 1 without the use of solder and without contact to any metal surface.

Table 1 – Methods of preconditioning – Soldering simulation

Component type	Soldering simulation	
	First half of the sample	Second half of the sample
SMD	Reflow heat treatment according to Table 3 (Group 3) of 8.1.2.1, IEC 60068-2-58	None
Other	Bath with inert liquid ¹ according to test Ta, method 1 of IEC 60068-2-20 Dipping depth: max. 4 mm.	None

¹ e.g. Perfluoropolyether PFPE.

After preconditioning the test shall be started within 168 h.

Conditions of thermal preconditioning shall be recorded.

b) Components not intended for soldering

No thermal preconditioning shall be applied.

5.5.2 Soldering simulation prior to temperature cycling test (see 6.3)

a) Components intended for soldering

Before soldering, the specimen of material descriptions case 1.1, case 3 or case 4 shall have been stored under room temperature for more than 30 days after the last manufacturing process, e.g. as indicated by the date code of the product.

Unless otherwise specified by the relevant specification, the components may be assembled onto printed circuit boards. The circuit board material shall be epoxide woven glass with a thickness of $(1,6 \pm 0,2)$ mm. The assembly process shall be according to Table 2.

Table 2 – Methods of preconditioning – Soldering

Component type	Soldering
SMD	Hot air convection reflow soldering with SnAgCu solder ¹ , low activity flux, according to Table 3 (Group 3) of 8.1.2.1, IEC 60068-2-58
Other	Wave soldering by use of a soldering profile according to 6.1 of IEC 61760-1, using SnAgCu solder

¹ Apply 50 % of the solder paste volume recommended for typical production. This requirement shall ensure that after soldering a part of the terminal surface is not covered by solder and remains for inspection.

After this preconditioning the test shall be started within 168 h.

The soldering conditions shall be recorded.

b) Components not intended for soldering

Unless otherwise described by the relevant specification, the components are tested in unassembled stage.

5.6 Specimen preparation by leads forming

In cases where components are subjected to mechanical stress after delivery, e.g. the forming of leads, a representative pre-conditioning is required. Unless otherwise specified by the relevant specification, each specimen shall be bent 90° to the consistent inner bending radius specified as the minimum radius in Table 1, of IEC 61192-3.

6 Test conditions

6.1 Ambient test

Unless otherwise specified by the relevant specification, apply the conditions according to Table 3 and in accordance with the severity selected from Table 6:

Table 3 – Severities of the ambient test

Severity	Temperature °C	Relative humidity %
A	30 ± 2	60 ± 3
B	25 ± 10	50 ± 25

Test duration: 4 000 h.

6.2 Damp heat test

Unless otherwise specified by the relevant specification, use the humidity chamber specified in IEC 60068-2-78 and apply the conditions stated below:

- temperature: (55 ± 3) °C
- relative humidity: (85 ± 5) %
- test duration: 2 000 h.

Apply heating, cooling, moistening, and dehumidifying in the test in a way that dew does not condensate on the specimens.

6.3 Temperature cycling test

Unless otherwise specified by the relevant specification, apply the procedures specified in IEC 60068-2-14, test Na with the conditions stated below:

For the lower temperature and upper temperature, one severity according to Table 4 shall be used.

Table 4 – Severities of the temperature cycling test – Temperature

Severity (First character)	Lower temperature °C	Upper temperature °C
K	-40 ± 5	85 ± 2
L	-55 ± 5	85 ± 2
M	-40 ± 5	125 ± 2
N	-55 ± 5	125 ± 2
NOTE Neither the sequence of listed severities nor the range between lower and upper temperature impose a specific degree of severity, see Annex H.		

NOTE Severities for this test are given by two characters, e.g. KQ for -40 °C / 85 °C / 1 000 cycles. Reference to only one severity parameter can be made by using an "x" for the unspecified parameter, e.g. Kx for -40 °C / 85 °C.

Apply a minimum dwell time of 20 min for both the low and high test temperature. The transfer time between the extremes shall be less than 30 s.

For the number of test cycles, apply the conditions according to Table 5 and in accordance with the severity selected from Table 6.

Table 5 – Severities of the temperature cycling test – Cycles

Severity (Second character)	Number of cycles
P	2 000
Q	1 000

NOTE Severities for this test are given by two characters, e.g. KQ for –40 °C / 85 °C / 1 000 cycles. Reference to only one severity parameter can be made by using an “x” for the unspecified parameter, e.g. xQ for 1 000 cycles.

7 Test schedule

7.1 Procedure for test method selection

Unless otherwise specified by the relevant specification, test methods shall be selected according to the type of plating, underlayer and base material of the component. Apply the decision matrix of Table 6 for the selection of the appropriate test methods.

Table 6 – Suitability of test methods for different plating situations

Case	Material description Base material, underlayer and plating	Test method and severity		
		Ambient test	Damp heat test	Temperature cycling test
		6.1	6.2	6.3
1	Base material is an alloy of only iron (Fe) and nickel (Ni) without underlayer, or underlayer is an alloy of only iron and nickel. Plating is tin (Sn) or any tin alloy, except those alloys defined in case 1.1.	NO	YES	YES Severity xP
1.1	Base material is an alloy of only iron (Fe) and nickel (Ni) without underlayer, or underlayer is alloy of only iron and nickel. Plating is a tin (Sn) alloy containing copper (Cu) or zinc (Zn) or both.	YES Severity A	YES	YES Severity xP
2	Any base material except those covered in case 1.0 or 1.1. Underlayer is nickel (Ni) or silver (Ag).	YES Severity B	YES	YES Severity xQ
3	Base material is copper (Cu) or copper alloy, no underlayer. Plating is tin (Sn) or any tin alloy.	YES Severity A	YES	YES Severity xQ
3.1	Base material is copper (Cu) or copper alloy without underlayer, or underlayer is copper or copper alloy. Plating is tin (Sn), with established inter-metallic Sn Cu compound layer (see condition A below).	YES Severity B	YES	YES Severity xQ
4	Base material or underlayer is none of the materials specified in cases 1 through 3 above.	YES Severity A	YES	YES Severity xP

Special conditions:

- A) The presence of a grown inter-metallic Sn Cu compound layer with a minimum thickness of 0,5 µm is presumed
- if the tin plating is deposited in a molten tin bath with a temperature of at least 250 °C and a corresponding retention period of at least 0,5 s, or
 - if the tin plating has been fused within 24 h after electroplating with a temperature of at least 250 °C and a corresponding retention period of at least 0,5 s, or

- if the tin plating has been annealed within 24 h after electroplating with a temperature of at least 150 °C for a retention period of at least 1 h.

7.2 Initial measurement

Inspect the appearance of specimen prepared according to Clause 5 before performing the test selected according to Table 6. Measure and record the maximum length of whiskers found on the specimen.

If a more detailed assessment is desired, unless otherwise specified by the relevant specification, whiskers shall be counted using a SEM in a square field of 250 µm × 250 µm at the densest part on the sample.

7.3 Test

After the initial measurement, apply the test methods recommended by the decision matrix of Table 6.

7.4 Recovery

At any intermediate test point, or after completion of the test, the specimen shall be stored in the standard atmospheric conditions defined in IEC 60068-1, 5.3.1 for at least 2 h. The specimen shall be handled carefully in order to prevent any whisker from falling off the surface.

In the event of whiskers falling off, record such event and continue succeeding steps.

7.5 Intermediate or final assessment

Perform any intermediate or the final assessment as described in 7.2.

8 Information to be given in the relevant specification

When this test is included in the relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

Information to be given:	Subclause
a) Description of the fixing jig	4.6
b) Requirements for preparation of specimen	
- thermal preconditioning	5.4, 5.5
- lead forming	5.6
c) Severities and tolerances for ambient test	6.1
- temperature	
- humidity	
- duration	
d) Severities and tolerances for damp test	6.2
- temperature	
- humidity	
- duration	
e) Severities and tolerances for temperature cycling test	6.3
- lower and upper temperature	
- dwell time	
- transition time	

- duration
- f) Selection of test methods 7.1
- g) Inspection area for assessments 7.2, 7.5

The relevant specification may specify intermediate inspections for all applied test methods.

The relevant specification shall specify for its purpose:

- performance and acceptance criteria for a visual inspection, if required
- acceptance criteria for all applied test methods.

9 Minimum requirements for a test report

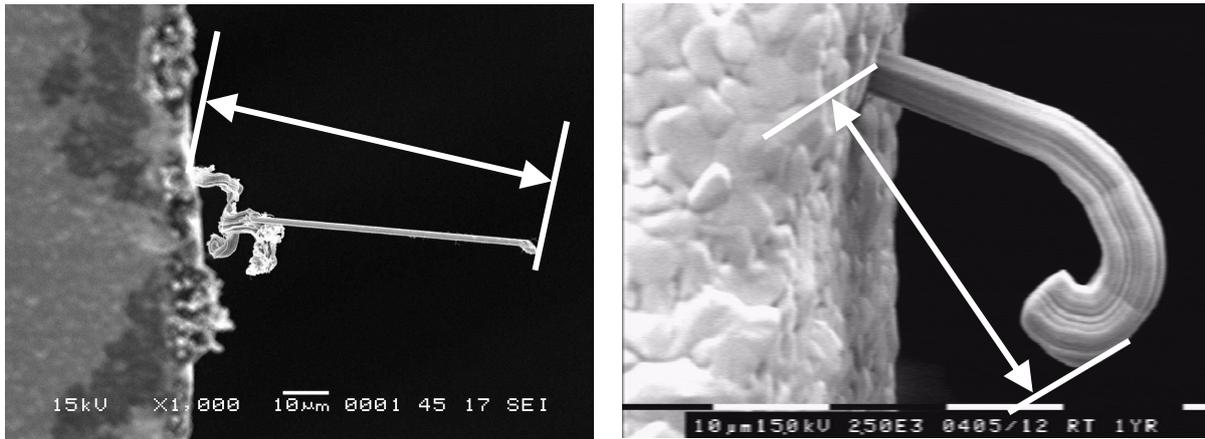
When this test is used independently from a relevant specification, the following minimum requirements for test reports shall apply:

- identification of the specimen;
- conditions of specimen preparation;
- test severities and duration;
- used test and measuring equipment;
- observed maximum whisker length.

Annex A (normative)

Measurement of the whisker length

The length of a whisker is defined as the straight-line distance from its source on the final surface to its most distant point.



IEC 839/07

Figure A.1 – Definition of the whisker length

The specimen shall be rotated in order to make the source and the most distant point of the whisker appear in the plane of observation.

NOTE Whiskers do not always grow in a single straight direction but may change direction during growth. However, for the purpose of determining the length of the complete whisker, it is not appropriate to measure fractions of a whisker regardless of their direction, and add them for a virtual total length.

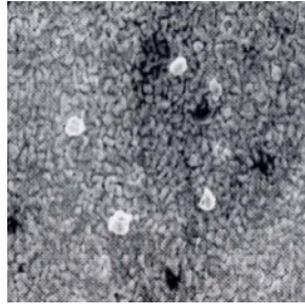
Annex B (informative)

Examples of whiskers

The observed features may be addressed using the following terminology. However, this description is not suitable for linking with acceptance criteria.

a) Nodule (also known as mound or hillock)

The length of the observed protrusion does not exceed two times its diameter.

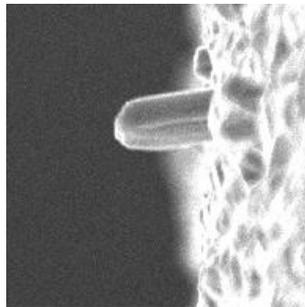


IEC 840/07

Figure B.1 – Nodule

b) Column whisker

A whisker protruding from the final surface and having a columnar shape with a length up to ten times its diameter.

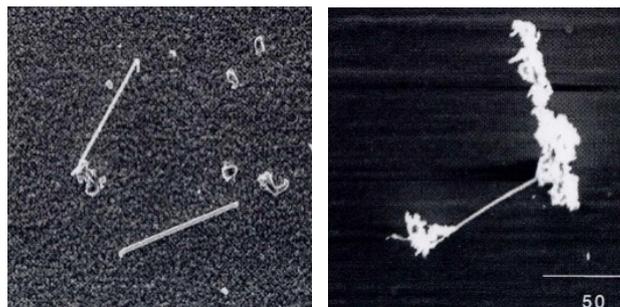


IEC 841/07

Figure B.2 – Column whisker

c) Filament whisker (also known as needle whisker)

A whisker having a columnar shape with a length exceeding ten times its diameter.

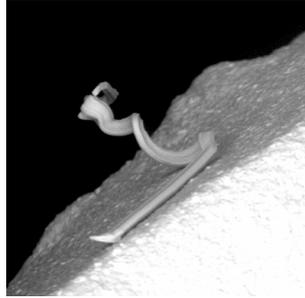


IEC 842/07

Figure B.3 – Filament whisker

d) Kinked whisker

A whisker having sections of columnar shape, showing spontaneous changes in growth direction.

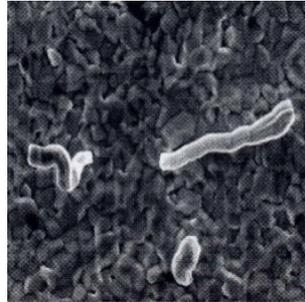


IEC 843/07

Figure B.4 – Kinked whisker

e) Spiral whisker

A whisker having a bent shape.



IEC 844/07

Figure B.5 – Spiral whisker

Annex C (informative)

Guidance on the sample lots and test schedules

C.1 General

This part of IEC 60068 should be used in conjunction with the relevant specification which will define a sampling schedule, the tests to be used, the required degree of severity for each of them and the respective requirements.

This annex provides the writers of the component specifications or application specifications with a suitable basis for the definition of test schedules and requirements for the formation of sample lots.

The aim is to harmonize requirements across independent component types or fields of application, wherever deemed applicable.

C.2 Technological similarity

Products may be considered technologically similar, regardless of their actual size and termination count, if their plated surfaces follow the same design, are built from the same materials and use the same manufacturing process.

Variation in one or more of the following features does not affect the technological similarity of products:

- thickness of base material, different wire diameter or lead or termination dimension;
- plating lines using identical plating process and equipment, including lines set up at different locations;
- lead bending or forming specifications;
- lead or termination count;
- components using identical design, materials and process.

The following properties exclude products from being technologically similar:

- different composition of base material;
- different thickness or composition of underlayer;
- different composition of final material;
- different plating process, by physical type, by chemistry or by electric parameters;
- different post processing aiming at the suppression of whisker growth, e.g. fusing, annealing.

A difference in any of the above items shall be assumed if the parameter exceeds the process control limits.

Furthermore, technological similarity should be applicable to subcontractors only after passing a qualification approval.

C.3 Formation of inspection lots for qualification approval

Any inspection lot should consist of technologically similar products.

The inspection lots should be taken from different batches of products within a range of technological similarity. If the concept of technological similarity is applied, the inspection lots should be taken from batches representing the permissible variety of features as proposed in Clause C.2.

The sample size for each inspection lot should be selected in the following way:

- the minimum number of leads or terminations inspected in each test should be 30;
- the minimum number of products used in each test should be 6;
- the number of requested leads or terminations should be equally distributed over the number of components.

NOTE It is not recommended to meet the requirement for a lead or termination count on multi-pin components with e.g. just one component.

C.4 Test schedule for qualification approval

Qualification approval should be performed on three independent inspection lots.

An additional qualification approval should be required for any change of one or more of the following key parameters:

- composition of base material;
- thickness or composition of underlayer;
- composition of final material;
- plating process, by physical type, by chemistry or by process parameters;
- post processing aiming at the suppression of whisker growth, e.g. fusing, annealing.

An additional qualification approval should be required for any involvement of a new sub-contractor for the electroplating process.

C.5 Test schedule for quality conformance inspections

Quality conformance inspection should be performed on single inspection lots with a periodicity of three months.

Annex D (informative)

Guidance on acceptance criteria

D.1 General

This part of IEC 60068 should be used in conjunction with the relevant specification which will define a sampling schedule, the tests to be used, the required degree of severity for each of them and the respective requirements.

This annex provides the writers of the component specifications or application specifications with a suitable basis for the definition of those permissible limits and acceptance criteria.

The aim is to harmonize requirements across independent component types or fields of application, wherever deemed applicable.

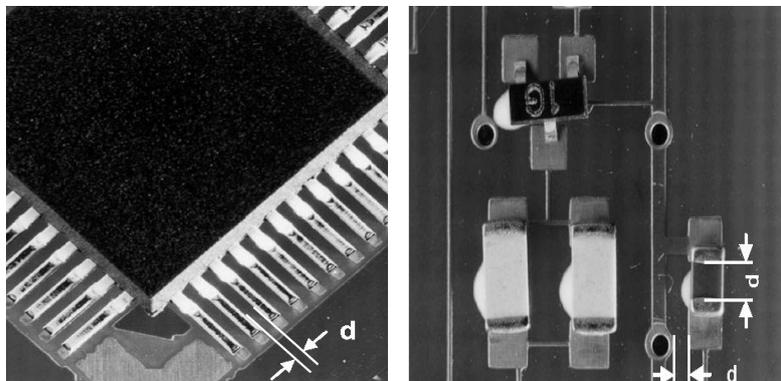
D.2 Risks attributed to whiskers

The major risk associated with whiskers is the formation of an electric connection between two independent conducting surfaces, generally referred to as a short-circuit. A short-circuit originating from a whisker may generate substantial damage, e.g. in low impedance circuitry by fusing or by arcing in vacuum, or in general malfunction of a device.

Whiskers are assumed to penetrate coatings on the protruding side.

At the time of publication of this standard, there is no evidence available that whisker growth would be influenced by the presence of electrical or magnetic fields.

Hence the risk of a whisker forming a short-circuit is related only to the proximity of conductive surfaces in electronic or electric circuits, e.g. on printed circuit boards. This means that for modern QFP packages of integrated circuits, the smallest distance, d , has decreased down to 0,17 mm. For very small "010 05 size" passive components, the smallest distance of only 0,13 mm can be found in the literature.



IEC 845/07

Figure D.1 – Smallest distance of components and circuit boards

In addition, workmanship standards for printed board assemblies permit misalignment of the component terminations against the solder lands resulting in a reduction of the above mentioned smallest distance.

Furthermore, due to the limited test duration, the growth of any whisker may not yet have reached its final length. A safety margin may be appropriate to account for the further asymptotic approximation to the final whisker length.

D.3 Acceptance criteria for whisker length

Based on the considerations above, 50 μm is recommended as a maximum permissible whisker length for any of the prescribed tests.

There are, however, applications with less packing density that may permit a less tight acceptance criterion, such as for example 100 μm .

D.4 Acceptance criteria for whisker density

Whisker density, i.e. whisker count per area, is not related in any way with the risks attributed to whiskers.

There is no evidence available on any type of correlation between whisker density, uniformity of whisker density over a final surface and whisker length.

Hence there is no justification to establish acceptance criteria based on whisker density.

Annex E (informative)

Background on whisker growth

Current knowledge concerning the basic mechanics of whisker growth are as follows:

- Whisker propensity depends on three factors:
 - deposit design;
 - component design; and
 - internal compressive stress generated by environmental conditions.
- A whisker occurs through the re-crystallization of tin and growth depends on the compression stress in the deposit.
- The compressive stress is generated by one or more of the following features:
 - internal stress of plating deposit;
 - Cu diffusion into the Sn along grain boundaries forming irregular Cu_6Sn_5 ;
 - oxidation into the deposit;
 - mismatch of coefficient of thermal expansion (CTE) between base material and plating layer(s).
- Internal compression stress generated by external mechanical stress, e.g. bending, trimming, forming force load.

These stresses do not all occur simultaneously, and sometimes they offset each other, so the phenomenon is complex. The whisker test methods are established in consideration of the above mechanisms, using ambient storage, damp heat storage and temperature cycling.

Known influences to mitigate whisker growth include the following:

- an underlayer of Ni or Ag prevents the growth of irregular CuSn inter-metallics;
- heat treatment, e.g. fusing or annealing, building a regular Cu_6Sn_5 inter-metallic compound (IMC) prevents further growth of irregular CuSn inter-metallics;
- formation of Cu_3Sn decreases the molar volume in Sn deposit, thus decreasing compressive stress.
- an oxide film may prevent the occurrence of a whisker. On the other hand, a surface diffusion of zinc can make a deficit at this film.

Annex F (informative)

Background on ambient test

F.1 General

The ambient test addresses the risk of whisker growth associated with diffusion processes, originating from the interface between the final plating layer and the underlayer or base material underneath.

A particular root cause of whisker growth is attributed to inter-metallic compound growing inside the grain matrix of the final plating layer.

Humidity is not considered to have a major influence on whisker growth in this test.

F.2 Choice of severities

For situations where measures against copper diffusion are applied, e.g. Ni underlayer, annealed or fused CuSn IMC, tight control of the temperature and humidity conditions is not essential. Therefore severity B may be applied.

For situations where diffusion is expected to result in irregular CuSn IMC, the speed of this process strongly depends on the ambient temperature. Hence tight control of the temperature is required and thus only severity A shall be applied.

F.3 Correlation with real application conditions

The temperature of ambient test is equal to or near real application environmental conditions. Therefore this ambient test does not provide any acceleration.

F.4 Test duration

The mechanism of whisker growth examined by this test depends on re-crystallization of tin and on the diffusion of copper into the tin. Both phenomena reach saturation over time.

A representative investigation of whisker growth was performed on typical MSA matte tin plating. The base material of the specimen is 99,96 % copper with 2 µm of a copper plating from a copper cyanide bath applied on top. The average tin plating thickness was 2,5 µm.

The duration of this ambient test is set to 4 000 h with consideration of the shown results.

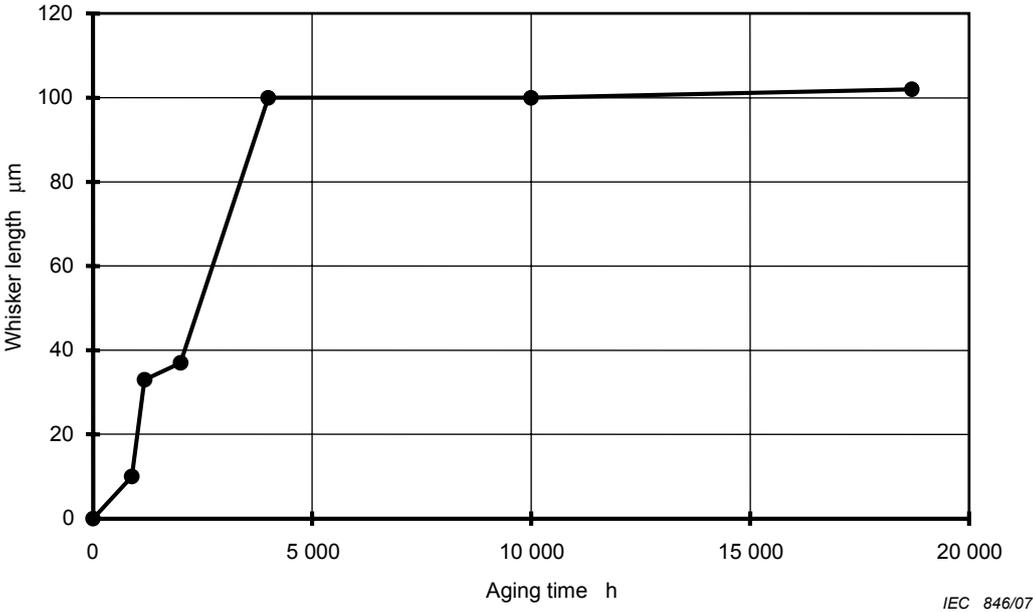


Figure F.1 – Whisker growth of tin plating in ambient test condition

Annex G (informative)

Background on damp heat test

G.1 General

The damp heat test addresses the risk of whisker growth associated with the oxidation of the final plating layer originating from its surface.

A particular root cause of whisker growth is attributed to an oxide layer creeping down inside the grain matrix of the final plating layer.

G.2 Choice of severity

In order to accelerate the formation of the oxide layer 55 °C; 85 % RH is chosen as the test condition. The humidity is chosen at 85 % in order to avoid condensation in the test chambers. Condensation can result in corrosion of the plating layer (see Clause G.5). At 55 °C; 85 % RH the dew point is approximately 3,4 K from the set point. This should be sufficient to avoid condensation in the test chamber. (At 60 °C; 93 % RH, the dew point is only about 1,4 K from the set point.)

The temperature is set at too low a value for stress relief, whilst at the same time the temperature is set sufficiently high to have a decent re-crystallization and diffusion of Sn.

G.3 Determination of an acceleration coefficient

A comparative experiment was conducted for the determination of an acceleration coefficient, using damp heat environments (30 °C; 93 % RH), (40 °C; 93 % RH) and (60 °C; 93 % RH). Samples of copper base material with nickel underlayer and MSA bath tin plating were used for investigation. The oxide layer thickness can also be calculated using the following equation:

$$x(t)^2 = a_0 \times e^{\frac{-E_a}{k \cdot T}} \times t + x(0)^2 \quad (G.1)$$

where

$x(t)$ is the thickness of the oxide film;

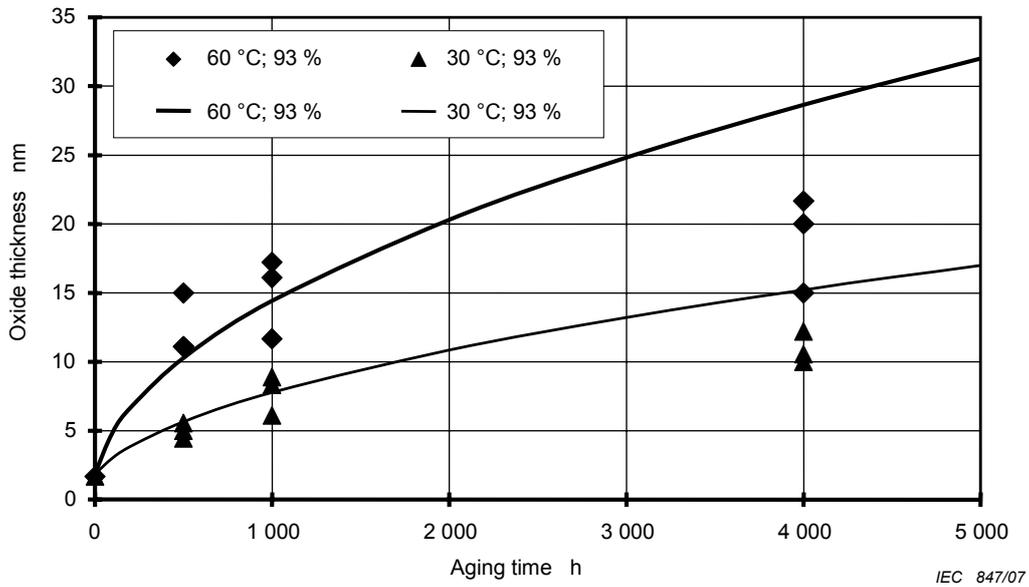
T is the environmental temperature, given in Kelvin (K);

t is the storage period, given in hours (h);

a_0 = 21 000 nm²/h;

E_a = 0,350 eV;

The oxide layer growth is shown in Figure G.1.



NOTE Dots are from the observation, and lines are calculated by Equation (G.1).

Figure G.1 – Growth of the oxide layer in damp heat conditions

Although oxide formation in the tin layer is assumed to generate tin whiskers, there is no direct correlation between their growth rates nor between their dimensions (see Figures G.2a, G.2b).

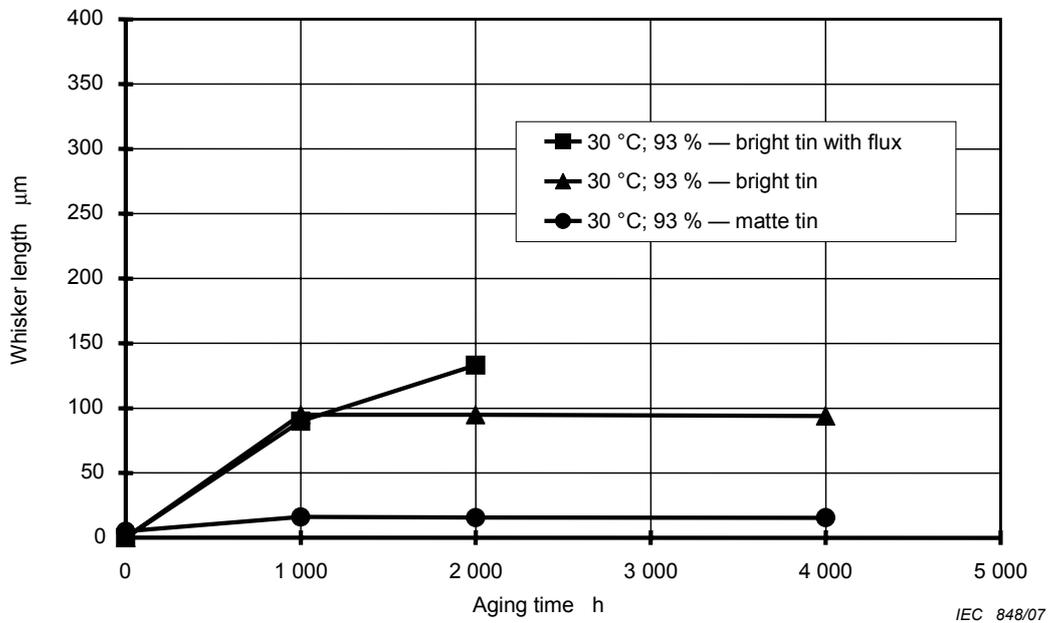


Figure G.2a – Growth of whiskers in damp heat conditions

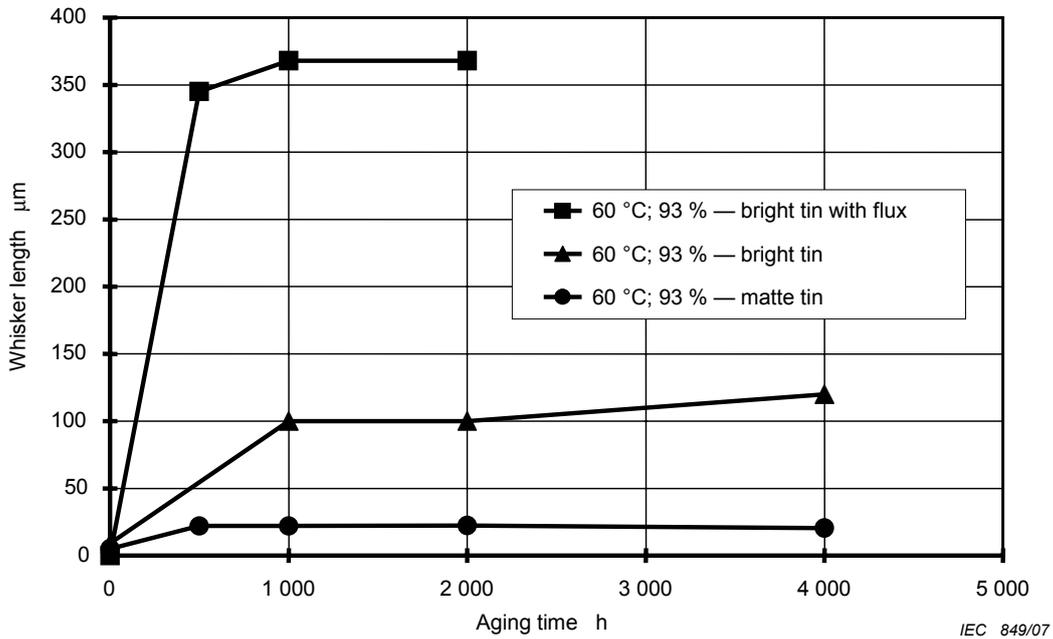


Figure G.2b – Growth of whiskers in damp heat conditions

Figure G.2 – Growth of whiskers

There is no established acceleration for whisker growth in a damp heat test.

G.4 Correlation with real application conditions

At several locations, 85 % relative humidity is a frequent climatic condition. However, temperatures at this high humidity are well below 55 °C. Therefore the test condition 55 °C/85 % RH provides an acceleration against real application conditions. However, the acceleration can not be quantified.

G.5 Corrosion

Corrosion results from water condensing on the final surface. Corrosion is likely to result in different kinds of outgrowths from a final surface.

However, condensation is never considered as an applicable operating condition for electrical or electronic equipment. The exclusion of condensation is in general achieved either by specific instructions banning excessive humidity or moisture, or by preventive design utilizing coating or casing techniques.

This damp heat test is explicitly not intended to stimulate corrosion on the final surface.

Therefore care should be taken to avoid any condensation on the samples prior to or during the execution of the tests, e.g. by means of the following:

- never open the damp heat chamber when the actual temperature is above the ambient;
- never insert samples with a lower temperature into the damp heat chamber.

Annex H (informative)

Background on temperature cycling test

H.1 General

The temperature cycling test addresses the risk of whisker growth associated with the accumulation of internal compression stress originating from a mismatch of the coefficient of thermal expansion (CTE) of the base material and the materials used for plating.

H.2 Choice of severity – Upper and lower temperature

It is a common understanding that the stress resulting from the coefficient of thermal expansion (CTE) mismatch continuously increases with an increasing temperature difference.

Another common understanding implies the relaxation of intrinsic stress at elevated temperatures, typically observed at temperatures above 100 °C. The onset temperature and the degree of relaxation certainly depend on the involved materials, their manufacturing history and the particular design. Therefore, at high temperature cycling, the latter effect may compensate the intended stress generated by CTE mismatch.

Results on Cu-based leadframes show that the superposition of both effects results in close comparable results for temperature cycling up to 85 °C and up to 125 °C. Hence both conditions are considered equally permissible.

There are no specific properties associated with the variation of the lower temperature. Hence both values, –40 °C and –55 °C are considered equally permissible.

H.3 Determination of an accelerated coefficient

A comparative experiment was carried out in the environment using the following temperature ranges:

- from 20 °C to 85 °C;
- from –10 °C to 85 °C,
- from –40 °C to 85 °C

to establish an acceleration coefficient. MSA bath tin plating, nickel or copper plating under layer and nickel plating and copper, iron, Alloy42 and ceramic were used for investigation.

The distribution of whisker growth on FeNi (Alloy42) base material at 300 cycles is shown in Figure H.1.

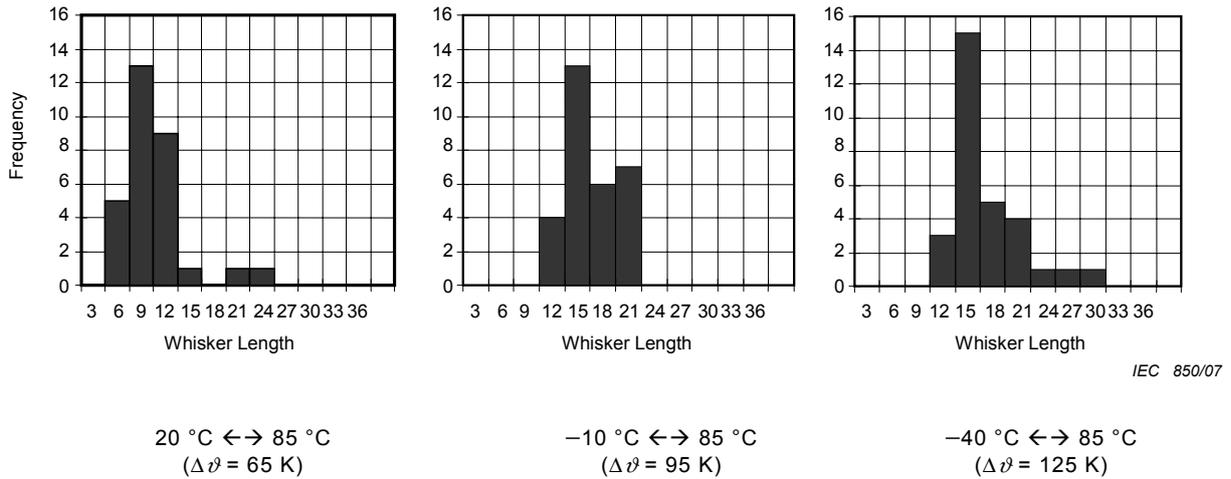


Figure H.1 – Distribution of whisker length grown on FeNi (Alloy42) base material

Furthermore, Figure H.2 shows average whisker length as being from maximum to one-tenth of whisker growth on FeNi (Alloy42) base material until 2 000 cycles have elapsed for each condition.

Figure H.3 shows the relationship between the number of cycles for whisker growth to reach 100 μm and each condition from estimates of Figure H.2. As a result, the acceleration coefficient of this test on Alloy42 is explained as follows:

$$\ln(n) = -2,8 \times \ln\left(\frac{\Delta\vartheta}{1K}\right) + 22,2$$

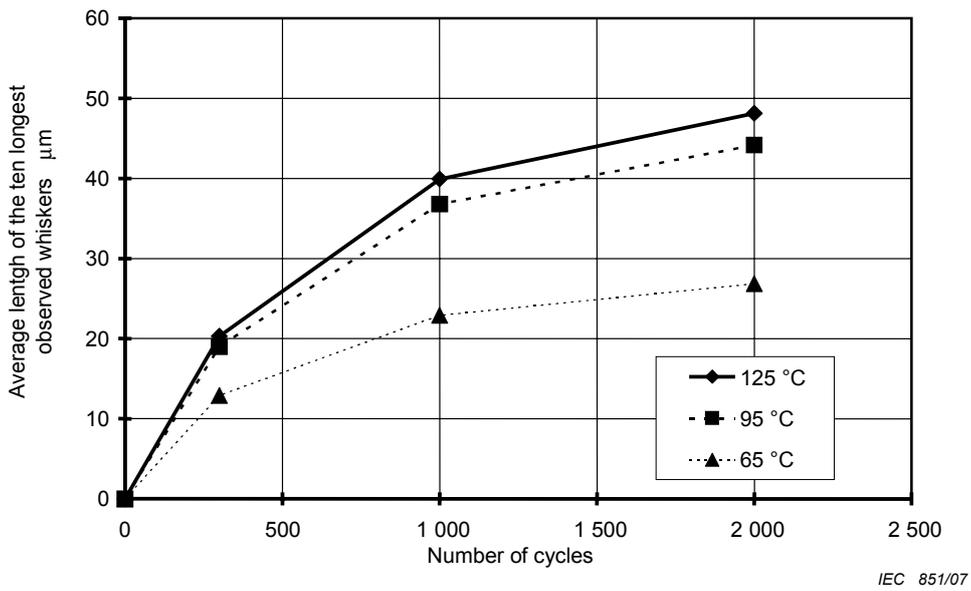
where

n is the number of cycles;

$\Delta\vartheta$ is the range between lower and upper temperature.

In this case, the expansion coefficient of base material influences the acceleration coefficient of whisker growth.

The selection of an acceleration coefficient for this test method is based on Alloy42, the termination material with the lowest CTE.



NOTE The dotted lines show estimates.

Figure H.2 – Whisker grown on FeNi (Alloy42) base material

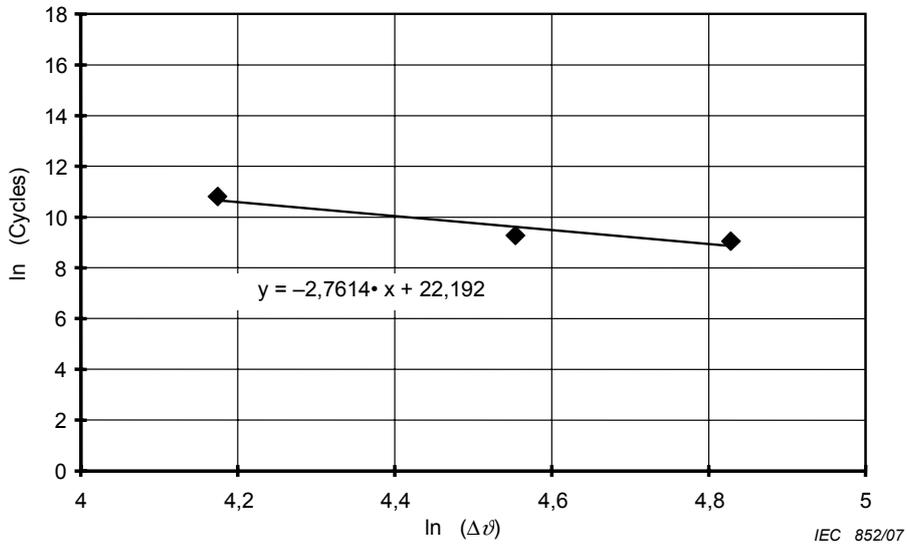


Figure H.3 – Relationship of $\Delta\theta$ and number of cycles for whisker growth on FeNi (Alloy42) base material

H.4 Correlation with real application conditions

The following consideration is based on realistic environmental conditions known to be typical for consumer electronic applications. Table H.1 shows an example of a relationship between such application conditions and a typical temperature cycling test condition. The required number of test cycles is determined by using the acceleration factor established in Clause H.3.

Table H.1 – Example for a relationship between realistic application conditions and test conditions

Realistic environmental condition for consumer application: Temperature cycling 20 °C ↔ 85 °C, Δϑ = 65 K			Corresponding test condition: Temperature cycling -40 °C ↔ 85 °C, Δϑ = 125 K
Case	Assumption	Total	
A	1 temperature cycle per day for 2 years	730 cycles	127 cycles
B	2 temperature cycles per day for 5 years	3 650 cycles	633 cycles
C	2 temperature cycles per day for 10 years	7 300 cycles	1 266 cycles

Different applications with their individual typical environmental conditions may require specific considerations for the establishment of a suitable test duration.

H.5 Choice of severity – Test duration

For situations where copper is an essential ingredient of base material, a large acceleration coefficient is observed. This permits the use of severity Q. Typically, a short growth length of whiskers is expected here.

Only severity P should be applied for situations where copper is not an essential ingredient of base material.

H.5.1 Saturation of whisker growth in a temperature cycling test

Figure H.4 shows the growth of a whisker in temperature cycling tests on copper base material. The tests used different temperature variations and different upper cycling temperatures. This figure shows that whisker growth saturates between 500 and 1 000 temperature cycles.

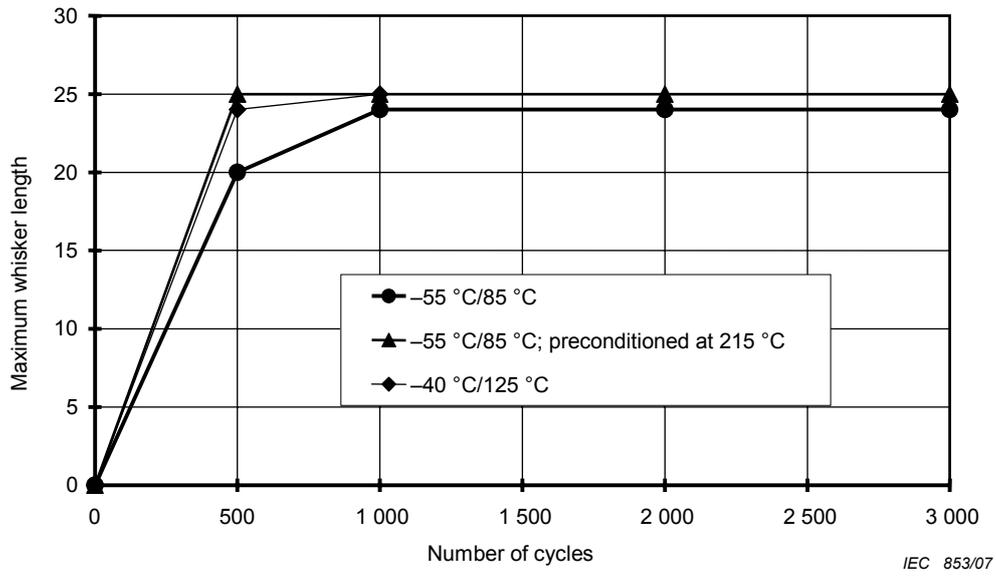


Figure H.4 – Whisker growth on Cu based leadframes (QFP) in temperature cycling tests

Bibliography

IEC 60068-3-4, *Environmental testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

SAKAMOTO, Ichizo, *Whisker Test Methods of JEITA Whisker Growth Mechanism for Test Methods*; IEEE, 2005 Vol.28, pp.10-16

OBERNDORFF, P.J.T.L; DITTES, M; PETIT, L; “*Intermetallic Formation in Relation to Tin Whiskers*” Proc. of the IPC/ Soldertec International Conference “*Towards Implementation of the RoHS Directive*” June 2003, Brussels, Belgium, pp. 170-178

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives.....	38
3 Termes et définitions	38
4 Matériel d'essai	39
4.1 Dessiccateur	39
4.2 Enceinte humide.....	39
4.3 Enceinte de cycle thermique.....	39
4.4 Microscope optique	40
4.5 Microscope électronique à balayage (MEB).....	40
4.6 Gabarit de fixation.....	40
5 Préparation de l'essai.....	40
5.1 Généralités.....	40
5.2 Sélection des méthodes d'essai.....	40
5.3 Conditions de stockage avant essai.....	40
5.4 Manipulation de l'éprouvette.....	40
5.5 Préconditionnement par traitement thermique.....	41
5.6 Préparation des éprouvettes par formage des fils	42
6 Condition d'essai.....	42
6.1 Essai d'environnement	42
6.2 Essai de chaleur humide	42
6.3 Essai de cycle thermique.....	43
7 Programme d'essai.....	43
7.1 Procédure de sélection des méthodes d'essai	43
7.2 Mesurage initial.....	44
7.3 Essai.....	44
7.4 Récupération.....	45
7.5 Evaluation intermédiaire ou définitive	45
8 Renseignements à fournir dans la spécification correspondante	45
9 Exigences minimales relatives à un rapport d'essai	46
Annexe A (normative) Mesurage de la longueur d'une trichite	47
Annexe B (informative) Exemples de trichites	48
Annexe C (informative) Guide relatif aux lots d'échantillons et aux programmes d'essai	50
Annexe D (informative) Guide relatif aux critères d'acceptation.....	52
Annexe E (informative) Contexte de développement des trichites	54
Annexe F (informative) Contexte de réalisation de l'essai d'environnement.....	55
Annexe G (informative) Contexte de réalisation de l'essai de chaleur humide	57
Annexe H (informative) Contexte de réalisation de l'essai de cycle thermique.....	61
Bibliographie.....	66
Figure A.1 – Définition de la longueur d'une trichite	47
Figure B.1 – Nodule	48
Figure B.2 – Trichite colonnaire	48

Figure B.3 – Trichite filamentaire	48
Figure B.4 – Trichite déformée.....	49
Figure B.5 – Trichite en spirale	49
Figure D.1 – Plus petite distance des composants et des cartes de circuits imprimés	52
Figure F.1 – Développement des trichites sur un placage en étain dans les conditions d'essai d'environnement	56
Figure G.1 – Développement de la couche d'oxyde dans des conditions de chaleur humide.....	58
Figure G.2a – Développement des trichites dans des conditions de chaleur humide	58
Figure G.2b – Développement des trichites dans des conditions de chaleur humide	59
Figure G.2 – Développement des trichites.....	59
Figure H.1 – Répartition de la longueur des trichites développées sur le matériau de base FeNi (Alliage42)	62
Figure H.2 – Développement des trichites sur le matériau de base FeNi (Alliage42)	63
Figure H.3 – Relation de $\Delta\vartheta$ et du nombre de cycles pour le développement des trichites sur le matériau de base FeNi (Alliage42)	63
Figure H.4 – Développement des trichites sur des réseaux de conducteurs en cuivre (QFP) dans les essais de cycle thermique	65
Tableau 1 – Méthodes de préconditionnement – Simulation de soudure	41
Tableau 2 – Méthodes de préconditionnement – Soudure	42
Tableau 3 – Sévérités de l'essai d'environnement.....	42
Tableau 4 – Conditions de sévérité de l'essai de cycle thermique – Température	43
Tableau 5 – Conditions de sévérité de l'essai de cycle thermique – Cycles	43
Tableau 6 – Caractère approprié des méthodes d'essai pour différents types de placage.....	44
Tableau H.1 – Exemple de relation entre des conditions d'application réalistes et les conditions d'essai	64

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-82: Essais – Essai Tx: Méthodes de vérification des trichites pour les composants électroniques et électriques

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60068-2-82 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

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

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 91/651/FDIS et 91/685/RVD.

Le rapport de vote 91/685/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60068, présentées sous le titre général *Essais d'environnement*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-82: Essais – Essai Tx: Méthodes de vérification des trichites pour les composants électroniques et électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60068 spécifie des essais de vérification de la présence de trichites pour les composants électriques ou électroniques qui représentent la phase de finition, avec un fini en étain ou en alliage d'étain. Toutefois, la norme ne spécifie aucun essai pour les trichites susceptibles de se développer du fait d'une contrainte mécanique externe.

L'utilisation de la présente méthode d'essai relève d'une spécification correspondante (spécification de composants ou d'application internationale) avec transfert des sévérités d'essai à appliquer et avec des critères d'acceptation définis.

Lorsqu'il est prévu d'effectuer les essais décrits dans la présente norme pour d'autres composants, par exemple les pièces mécaniques utilisées dans les équipements électriques ou électroniques, il convient de s'assurer que le matériau constitutif et les mécanismes de développement des trichites sont comparables.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Soudure*

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

CEI 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CEI 61192-3:2002, *Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés – Partie 3: Assemblage au moyen de trous traversants*

IEC 61760-1:2006, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)* (disponible uniquement en anglais)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60068-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

trichite

protubérance métallique qui se développe spontanément en cours de stockage ou d'utilisation

NOTE 1 Le développement des trichites ne requiert généralement aucun champ électrique, ces dernières ne pouvant par ailleurs pas être mélangées avec des produits de migration électrochimique. Les signes types de présence de trichites incluent:

- la présence de stries dans le sens du développement;
- l'absence, généralement, de ramification;
- des diamètres, généralement, constants.

Les exceptions sont connues, mais rares, et peuvent nécessiter un examen détaillé.

Pour les besoins de la présente norme, les trichites sont prises en considération si

- elles ont un rapport de forme (longueur/largeur) supérieur à 2,
- elles ont une longueur de 10 µm ou plus.

NOTE 2 Pour les besoins de la présente norme, les trichites ont les caractéristiques suivantes:

- elles peuvent être déformées, pliées ou torsadées; elles présentent généralement une section uniforme;
- elles peuvent comporter des anneaux à la périphérie de la colonne.

NOTE 3 Les trichites ne doivent pas être confondues avec les dendrites qui constituent des croissances de type fougère à la surface d'un matériau pouvant se constituer suite à une migration électrique d'une espèce ionique ou apparaître pendant la solidification.

3.2

matériau constitutif

sortie comportant les éléments suivants:

- a) un matériau de base;
- b) une couche inférieure, le cas échéant, située sous le placage final;
- c) un placage final en étain ou en alliage d'étain.

NOTE Il peut y avoir des couches supplémentaires disposées entre le matériau de base et la couche inférieure. L'avant-dernière couche constitue le matériau en vrac utilisé ou la couche déposée située sous le placage final en étain ou en alliage d'étain du composant.

4 Matériel d'essai

Il se compose des éléments suivants:

4.1 Dessiccateur

Cet équipement doit pouvoir fournir les conditions de température et d'humidité spécifiées en 6.1.

4.2 Enceinte humide

Elle doit satisfaire à toutes les exigences de la CEI 60068-2-78 et doit pouvoir fournir les conditions spécifiées en 6.2.

4.3 Enceinte de cycle thermique

Elle doit satisfaire à toutes les exigences de la CEI 60068-2-14, essai Na, et pouvoir fournir les conditions spécifiées en 6.3.

4.4 Microscope optique

Il s'agit d'un microscope stéréo optique avec un grossissement d'au moins 50 fois et un éclairage approprié, capable de détecter les trichites d'une longueur de 10 µm.

Le microscope, s'il est utilisé pour les opérations de mesurage, doit comporter une échelle ou un système de détection électronique capable de mesurer la longueur avec une précision d'au moins ± 5 µm.

4.5 Microscope électronique à balayage (MEB)

Microscope capable d'analyser la surface de l'éprouvette, de préférence équipé d'un système de manipulation capable de basculer et de faire pivoter l'éprouvette.

4.6 Gabarit de fixation

Cet équipement doit être capable de fixer des échantillons dans l'une quelconque des enceintes d'essai spécifiées en 4.1, 4.2 et 4.3 sans affecter la conformité aux exigences spécifiées.

Il convient également que le gabarit puisse être fixé sur le microscope optique ou avoir une petite dimension adaptée de sorte qu'il puisse être intégré à l'enceinte d'échantillonnage MEB.

5 Préparation de l'essai

5.1 Généralités

Les échantillons doivent représenter des produits finis commercialisés.

NOTE Des recommandations concernant les effectifs d'échantillons appropriés sont fournies à l'Annexe C.

5.2 Sélection des méthodes d'essai

Choisir la méthode d'essai appropriée selon le type de placage final, de couche inférieure et de matériau de base de l'éprouvette selon le Tableau 6.

5.3 Conditions de stockage avant essai

L'éprouvette doit être conditionnée pendant au moins 2 h dans les conditions atmosphériques normales définies dans la CEI 60068-1, 5.3.1 préalablement à tout préconditionnement ou à tout essai.

5.4 Manipulation de l'éprouvette

Il est recommandé de maintenir l'éprouvette à l'aide d'un gabarit de fixation tel que spécifié en 4.6 de manière à éviter toute contamination intempestive de ces derniers. Le gabarit de fixation ne doit pas entrer en contact avec les surfaces métalliques de l'éprouvette à soumettre à l'essai. L'échantillon doit être manipulé avec la plus grande attention afin de prévenir tout affaiblissement intempestif des trichites développées. Les trichites cassées doivent être consignées dans le rapport d'essai, voir 7.4.

Lorsqu'un abaissement des trichites développées est possible, une disposition appropriée du gabarit de fixation doit être envisagée préalablement à l'essai. Aucun revêtement cathodique conducteur, généralement utilisé pour faciliter l'inspection du MEB, tel qu'un revêtement en C, Pt ou Au, ne doit être déposé sur l'éprouvette.

5.5 Préconditionnement par traitement thermique

5.5.1 Simulation de soudure préalablement à l'essai d'environnement et à l'essai de chaleur humide (voir 6.1 et 6.2)

a) Composants destinés à être utilisés pour la soudure

Préalablement à la simulation de soudure, l'éprouvette relevant du cas de descriptions de matériau 1.1, 3 ou 4, doit avoir été stockée à la température ambiante pendant plus de 30 jours après le dernier procédé de fabrication, par exemple tel qu'indiqué par le code dateur du produit.

Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, les composants doivent être soumis à une simulation de soudure selon le Tableau 1 sans utiliser l'alliage et sans contact avec une surface métallique.

Tableau 1 – Méthodes de preconditionnement – Simulation de soudure

Type de composant	Simulation de soudure	
	Première moitié de l'échantillon	Seconde moitié de l'échantillon
CMS	Traitement thermique par refusion selon le Tableau 3 (Groupe 3) de 8.1.2.1, CEI 60068-2-58	Aucun(e)
Autre	Bain avec liquide inerte ¹ selon l'essai Ta, méthode 1 de la CEI 60068-2-20 Profondeur d'immersion: max. 4 mm.	Aucun(e)
¹ par exemple perfluoropolyéther PFPE.		

Après le preconditionnement, l'essai doit commencer dans un délai de 168 h.

Les conditions de preconditionnement thermique doivent être consignées dans le rapport d'essai.

b) Composants non destinés au soudage

Aucun preconditionnement thermique ne doit être appliqué.

5.5.2 Simulation de soudage préalablement à l'essai de cycle thermique (voir 6.3)

a) Composants destinés au soudage

Préalablement au soudage, l'éprouvette relevant du cas de descriptions de matériau 1.1, 3 ou 4, doit avoir été stockée à la température ambiante pendant plus de 30 jours après le dernier procédé de fabrication, par exemple tel qu'indiqué par le code dateur du produit.

Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, les composants peuvent être assemblés sur des cartes de circuits imprimés. Le matériau constitutif de ces cartes doit être du verre tissé époxyde d'une épaisseur de $(1,6 \pm 0,2)$ mm. Le procédé d'assemblage doit être conforme à celui décrit dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Méthodes de préconditionnement – Soudure

Type de composant	Soudure
CMS	Soudure par refusion à convection à air chaud avec un alliage SnAgCu ¹ , à flux à faible activité, selon le Tableau 3 (Groupe 3) du 8.1.2.1, CEI 60068-2-58
Autre	Soudure à la vague au moyen d'un profil de soudage conforme à 6.1 de la CEI 61760-1, en utilisant un alliage SnAgCu
¹ Appliquer 50 % du volume de pâte de soudure recommandé pour une production type. Cette exigence doit permettre de s'assurer que, après le soudage, une partie de la surface définitive n'est pas recouverte par l'alliage et peut être examinée.	

Après ce préconditionnement, l'essai doit commencer dans un délai de 168 h.

Les conditions de soudage doivent être consignées dans le rapport d'essai.

b) Composants non destinés au soudage

Sauf description contraire de la spécification correspondante, les composants sont soumis à l'essai non assemblés.

5.6 Préparation des éprouvettes par formage des fils

Lorsque les composants sont soumis à une contrainte mécanique après livraison, par exemple le formage des fils, un préconditionnement représentatif est requis. Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, chaque éprouvette doit être pliée à 90°, selon le rayon de cintrage intérieur cohérent spécifié comme le rayon minimum dans le Tableau 1 de la CEI 61192-3.

6 Condition d'essai

6.1 Essai d'environnement

Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, appliquer les conditions définies dans le Tableau 3 et conformément à la sévérité choisie dans le Tableau 6:

Tableau 3 – Sévérités de l'essai d'environnement

Sévérité	Température °C	Humidité relative %
A	30 ± 2	60 ± 3
B	25 ± 10	50 ± 25

Durée d'essai: 4 000 h.

6.2 Essai de chaleur humide

Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, utiliser l'enceinte d'humidité spécifiée dans la CEI 60068-2-78 et appliquer les conditions indiquées ci-dessous:

- température: (55 ± 3) °C
- humidité relative: (85 ± 5) %
- durée d'essai: 2 000 h.

Soumettre les éprouvettes à l'essai dans des conditions de montée en température, refroidissement, humidification et déshumidification, de sorte qu'aucune condensation de rosée ne se forme sur les éprouvettes.

6.3 Essai de cycle thermique

Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, appliquer les procédures spécifiées dans la CEI 60068-2-14, essai Na avec les conditions indiquées ci-dessous:

Une sévérité conforme au Tableau 4 doit être utilisée pour les températures inférieure et supérieure.

Tableau 4 – Conditions de sévérité de l'essai de cycle thermique – Température

Sévérité (Premier caractère)	Température inférieure °C	Température supérieure °C
K	-40 ± 5	85 ± 2
L	-55 ± 5	85 ± 2
M	-40 ± 5	125 ± 2
N	-55 ± 5	125 ± 2

NOTE La séquence des sévérités énumérées, pas plus que la gamme entre les températures inférieure et supérieure, n'imposent un degré de sévérité spécifique, voir Annexe H.

NOTE Les sévérités applicables à cet essai sont données par deux caractères, par exemple KQ pour -40 °C / 85 °C / 1 000 cycles. Il peut être fait référence uniquement à un seul paramètre de sévérité en utilisant un "x" pour le paramètre non spécifié, par exemple Kx pour -40 °C / 85 °C.

Appliquer un temps de cycle minimum de 20 min à la fois pour les températures d'essai basse et élevée. Le temps de transfert entre les températures extrêmes doit être inférieur à 30 s.

Pour le nombre de cycles d'essai spécifié, appliquer les conditions définies dans le Tableau 5 et conformément à la sévérité choisie dans le Tableau 6.

Tableau 5 – Conditions de sévérité de l'essai de cycle thermique – Cycles

Sévérité (Second caractère)	Nombre de cycles
P	2 000
Q	1 000

NOTE Les conditions de sévérité pour cet essai sont données par deux caractères, par exemple KQ pour -40 °C / 85 °C / 1 000 cycles. Il peut être fait référence uniquement à un seul paramètre de sévérité en utilisant un "x" pour le paramètre non spécifié, par exemple xQ pour 1 000 cycles.

7 Programme d'essai

7.1 Procédure de sélection des méthodes d'essai

Sauf disposition contraire de la spécification correspondante, les méthodes d'essai doivent être sélectionnées selon le type de placage, de couche inférieure et de matériau de base du composant. Appliquer la matrice de décision du Tableau 6 pour la sélection des méthodes d'essai appropriées.

Tableau 6 – Caractère approprié des méthodes d'essai pour différents types de placage

Cas	Description du matériau Matériau de base, couche inférieure et placage	Méthode d'essai et sévérité		
		Essai d'environnement	Essai de chaleur humide	Essai de cycle thermique
		6.1	6.2	6.3
1	Le matériau de base est un alliage uniquement de fer (Fe) et de nickel (Ni) sans couche inférieure, ou cette dernière consistant, si elle existe, en un alliage uniquement de fer et de nickel. Le placage est constitué d'étain (Sn) ou de tout alliage d'étain, à l'exception des alliages définis dans le cas 1.1.	NON	OUI	OUI Sévérité xP
1.1	Le matériau de base est un alliage uniquement de fer (Fe) et de nickel (Ni) sans couche inférieure, ou cette dernière consistant, si elle existe, en un alliage uniquement de fer et de nickel. Le placage consiste en un alliage d'étain (Sn) contenant du cuivre (Cu) ou du zinc (Zn) ou les deux.	OUI Sévérité A	OUI	OUI Sévérité xP
2	Tout matériau de base à l'exception de ceux traités dans le cas 1.0 ou 1.1. La couche inférieure est constituée de nickel (Ni) ou d'argent (Ag).	OUI Sévérité B	OUI	OUI Sévérité xQ
3	Le matériau de base est constitué de cuivre (Cu) ou d'alliage de cuivre, mais ne comporte aucune couche inférieure. Le placage est constitué d'étain (Sn) ou de tout alliage d'étain.	OUI Sévérité A	OUI	OUI Sévérité xQ
3.1	Le matériau de base est constitué de cuivre (Cu) ou d'alliage de cuivre, mais ne comporte aucune couche inférieure, ou cette dernière, si elle existe, est constituée de cuivre ou d'alliage de cuivre. Le placage est constitué d'étain (Sn), avec une couche de composé Sn Cu intermétallique permanente (voir condition A ci-dessous).	OUI Sévérité B	OUI	OUI Sévérité xQ
4	Le matériau de base ou la couche inférieure n'est aucun des matériaux spécifiés dans les cas 1 à 3 ci-dessus.	OUI Sévérité A	OUI	OUI Sévérité xP

Conditions particulières:

- A) La présence d'une couche développée de composé Sn Cu intermétallique d'une épaisseur minimale de 0,5 µm est supposée
- si le placage d'étain est déposé dans un bain d'étain fondu d'une température d'au moins 250 °C et un temps de rétention correspondant d'au moins 0,5 s, ou
 - si le placage d'étain a été fondu dans un délai de 24 h après un procédé d'électrodéposition à une température d'au moins 250 °C et un temps de rétention correspondant d'au moins 0,5 s, ou
 - si le placage d'étain a été recuit dans un délai de 24 h après un procédé d'électrodéposition à une température d'au moins 150 °C pendant un temps de rétention d'au moins 1 h.

7.2 Mesurage initial

Examiner l'aspect de l'éprouvette préparée selon l'Article 5 avant d'effectuer l'essai choisi selon le Tableau 6. Mesurer et consigner dans le rapport d'essai la longueur maximale des trichites décelées sur l'éprouvette.

Si une évaluation plus détaillée est souhaitée, sauf disposition contraire de la spécification correspondante, les trichites doivent être comptabilisées au moyen d'un MEB dans un champ carré de 250 µm × 250 µm à la partie la plus dense de l'échantillon.

7.3 Essai

Après le mesurage initial, appliquer les méthodes d'essai recommandées par la matrice de décision du Tableau 6.

7.4 Récupération

L'éprouvette, à tout point de mesure intermédiaire, ou après achèvement de l'essai, doit être stockée dans les conditions atmosphériques normales définies dans la CEI 60068-1, 5.3.1 pendant au moins 2 h. L'éprouvette doit être manipulée avec la plus grande attention afin de prévenir la désolidarisation de toute trichite de la surface.

En cas de désolidarisation des trichites, consigner cet événement dans le rapport d'essai et passer aux étapes suivantes.

7.5 Evaluation intermédiaire ou définitive

Effectuer toute évaluation intermédiaire ou définitive tel que décrit en 7.2.

8 Renseignements à fournir dans la spécification correspondante

Lorsque cet essai est inclus dans la spécification correspondante, les détails suivants doivent être fournis dans la mesure où ils sont applicables:

Renseignements à fournir:	Paragraphe
a) Description du gabarit de fixation	4.6
b) Exigences relatives à la préparation des éprouvettes	
– préconditionnement thermique	5.4, 5.5
– formage des fils	5.6
c) Sévérités et tolérances pour l'essai d'environnement	6.1
– température	
– humidité	
– durée	
d) Sévérités et tolérances pour l'essai d'humidité	6.2
– température	
– humidité	
– durée	
e) Sévérités et tolérances pour l'essai de cycle thermique	6.3
– températures inférieure et supérieure	
– temps de rétention	
– temps de transition	
– durée	
f) Sélection des méthodes d'essai	7.1
g) Surface d'inspection pour les évaluations	7.2, 7.5

La spécification correspondante peut indiquer des inspections intermédiaires pour l'ensemble des méthodes d'essai appliquées.

La spécification correspondante doit indiquer à cette fin:

- les critères de performance et d'acceptation pour une inspection visuelle, le cas échéant
- les critères d'acceptation pour l'ensemble des méthodes d'essai appliquées.

9 Exigences minimales relatives à un rapport d'essai

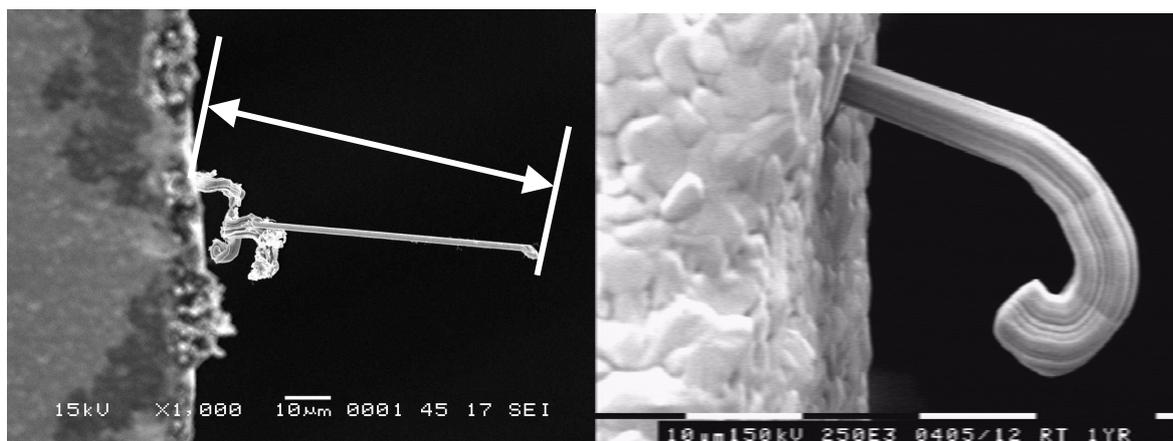
Lorsque cet essai est appliqué indépendamment d'une spécification correspondante, les exigences minimales suivantes relatives aux rapports d'essai doivent s'appliquer:

- identification des éprouvettes;
- conditions de préparation des éprouvettes;
- sévérités appliquées et durée de l'essai;
- essai et équipement de mesure employés;
- longueur de trichite maximale observée.

Annexe A (normative)

Mesurage de la longueur d'une trichite

La longueur d'une trichite est définie comme la distance en ligne droite entre sa source sur la surface définitive et son point le plus éloigné.



CEI 839/07

Figure A.1 – Définition de la longueur d'une trichite

L'éprouvette doit être pivotée afin que la source et le point le plus distant de la trichite apparaissent dans le plan d'observation.

NOTE Les trichites ne se développent pas toujours dans une seule direction droite, mais peuvent en revanche changer de direction lors de leur développement. Toutefois, il n'est pas approprié, pour déterminer la longueur de la trichite complète, de mesurer les fractions d'une trichite, indépendamment de leur direction, et de les cumuler pour obtenir une longueur totale virtuelle.

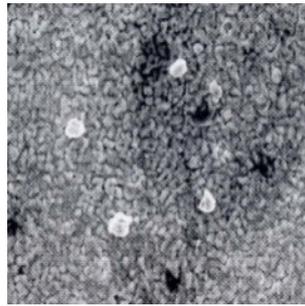
Annexe B (informative)

Exemples de trichites

Les caractéristiques observées peuvent être traitées à l'aide de la terminologie suivante. Cette description ne permet toutefois pas de les relier aux critères d'acceptation.

a) Nodule (également connu sous l'appellation monticule)

La longueur de la protubérance observée ne dépasse pas deux fois son diamètre.

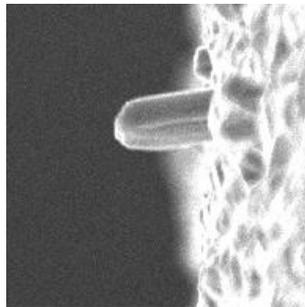


CEI 840/07

Figure B.1 – Nodule

b) Trichite colonnaire

Trichite faisant saillie de la surface définitive, de forme colonnaire et ayant une longueur pouvant atteindre dix fois son diamètre.

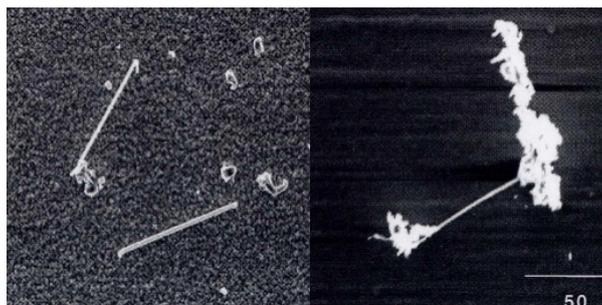


CEI 841/07

Figure B.2 – Trichite colonnaire

c) Trichite filamenteuse (également connue sous l'appellation trichite à aiguille)

Trichite de forme colonnaire dont la longueur est dix fois supérieure à son diamètre.

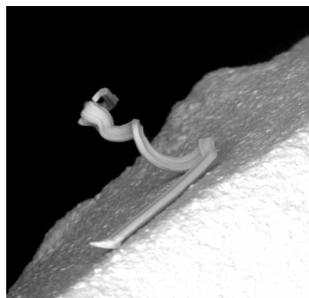


IEC 842/07

Figure B.3 – Trichite filamenteuse

d) Trichite déformée

Trichite dont les sections sont de forme colonnaire et présentant des variations spontanées dans la direction du développement.

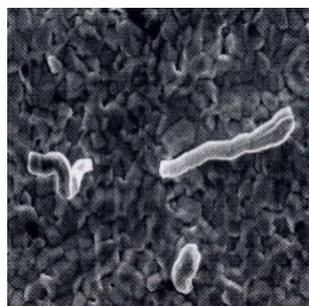


CEI 843/07

Figure B.4 – Trichite déformée

e) Trichite en spirale

Trichite de forme courbée.



CEI 844/07

Figure B.5 – Trichite en spirale

Annexe C (informative)

Guide relatif aux lots d'échantillons et aux programmes d'essai

C.1 Généralités

Il convient d'utiliser la présente partie de la CEI 60068 conjointement à la spécification correspondante qui définit un programme d'échantillonnage, les essais à effectuer, le degré de sévérité requis pour chacun desdits essais et les exigences respectives.

La présente annexe fournit aux rédacteurs des spécifications de composants ou d'application intégrant une base appropriée pour la définition des programmes d'essai et des exigences relatives à la formation des lots d'échantillons.

L'objectif consiste ici à harmoniser les exigences afférentes aux types de composants ou de domaines d'application indépendants, chaque fois qu'elles sont considérées applicables.

C.2 Similarité technologique

Les produits peuvent être considérés similaires d'un point de vue technologique, indépendamment de leur dimension réelle et du nombre de leurs sorties, si leurs surfaces recouvertes d'un placage suivent la même conception, sont constituées des mêmes matériaux et utilisent le même procédé de fabrication.

La variation d'une ou de plusieurs des caractéristiques suivantes n'affecte pas la similarité technologique des produits:

- épaisseur du matériau de base, diamètre de fil différent ou dimension différente des sorties ou des extrémités;
- chaînes d'électrodéposition utilisant un procédé et un équipement de placage identiques, y compris des chaînes établies en différents emplacements;
- spécifications de pliage ou de formage des sorties;
- dénombrement des sorties ou des extrémités;
- composants utilisant une conception, des matériaux et un procédé identiques.

Les propriétés suivantes ne permettent pas aux produits d'être similaires d'un point de vue technologique:

- composition différente du matériau de base;
- épaisseur ou composition différente de la couche inférieure;
- composition différente du matériau définitif;
- procédés de placage différent, par type physique, procédé chimique ou paramètres électriques;
- post-traitement différent visant à la suppression du développement des trichites, par exemple fusion, recuit.

L'un ou l'autre des éléments susmentionnés doit être supposé présenter une différence si le paramètre concerné dépasse les limites de contrôle de procédé.

Par ailleurs, il convient que la similarité technologique soit applicable aux sous-traitants uniquement après achèvement satisfaisant du processus d'homologation.

C.3 Formation des lots d'inspection pour homologation

Il convient que tout lot d'inspection soit constitué de produits similaires d'un point de vue technologique.

Il convient de prélever les lots d'inspection sur différents lots de produits relevant d'une gamme de similarité technologique. Si le concept de similarité technologique est appliqué, il convient de prélever les lots d'inspection sur des lots qui représentent la variété de caractéristiques admissible proposée en C.2.

Il convient de sélectionner l'effectif d'échantillons pour chaque lot d'inspection de la manière suivante:

- Il convient que le nombre de sorties ou d'extrémités inspectées au cours de chaque essai soit au minimum de 30;
- Il convient que le nombre de produits utilisés dans chaque essai soit au minimum de 6;
- Il convient de répartir de manière égale, sur le nombre de composants, le nombre de sorties ou d'extrémités demandées.

NOTE Il n'est pas recommandé de satisfaire l'exigence relative à un dénombrement des sorties ou des extrémités avec des composants multibroche comportant par exemple un seul composant.

C.4 Programme d'essai pour homologation

Il convient de procéder à l'homologation sur trois lots d'inspection indépendants.

Il convient de procéder à une homologation supplémentaire pour toute variation d'un ou de plusieurs des paramètres clés suivants:

- composition du matériau de base;
- épaisseur ou composition de la couche inférieure;
- composition du matériau définitif;
- procédé d'électrodéposition par type physique, procédé chimique ou paramètres de fonctionnement;
- post-traitement visant à la suppression du développement des trichites, par exemple fusion, recuit.

Il convient de procéder à une homologation supplémentaire pour toute intervention d'un nouveau sous-traitant dans le cadre du procédé d'électrodéposition.

C.5 Programme d'essai pour le contrôle pour acceptation

Il convient d'effectuer le contrôle pour acceptation sur des lots pour inspection uniques tous les trois mois.

Annexe D (informative)

Guide relatif aux critères d'acceptation

D.1 Généralités

Il convient d'utiliser la présente partie de la CEI 60068 conjointement à la spécification correspondante qui définit un programme d'échantillonnage, les essais à effectuer, le degré de sévérité requis pour chacun desdits essais et les exigences respectives.

La présente annexe fournit aux rédacteurs des spécifications de composants ou d'application intégrant une base appropriée pour la définition des limites et des critères d'acceptation admissibles.

L'objectif consiste ici à harmoniser les exigences afférentes aux types de composants ou de domaines d'application indépendants, chaque fois qu'elles sont considérées applicables.

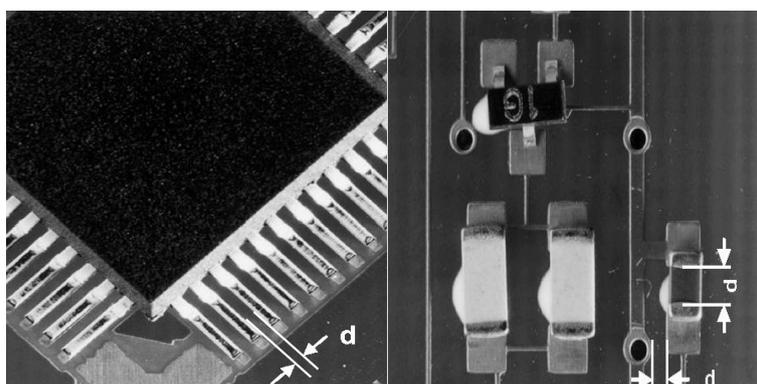
D.2 Risques attribués aux trichites

Le principal risque associé aux trichites réside dans la formation d'une connexion électrique entre deux surfaces conductrices indépendantes, généralement qualifiée de court-circuit. Un court-circuit ayant pour origine une trichite peut générer un dommage important, par exemple dans des circuits à faible impédance par fusion ou par production d'un arc électrique dans le vide, voire le dysfonctionnement général d'un dispositif.

Les trichites sont supposées pénétrer dans les revêtements du côté faisant saillie.

Il n'existe aucune preuve tangible, au moment de la publication de la présente norme, attestant que la présence de champs électriques ou magnétiques pourrait influencer sur le développement des trichites.

Ainsi, le risque pour une trichite de former un court-circuit est lié uniquement à la proximité de surfaces conductrices sur des circuits électroniques ou électriques, par exemple sur des cartes de circuits imprimés. Cela signifie que pour des ensembles QFP modernes de circuits intégrés, la plus petite distance, d , s'est réduite à 0,17 mm. Pour des composants passifs de très petite "taille 010 05", la plus petite distance de 0,13 mm seulement figure dans la documentation disponible.



CEI 845/07

Figure D.1 – Plus petite distance des composants et des cartes de circuits imprimés

Par ailleurs, les normes relatives à la qualité d'exécution applicables aux cartes de circuits imprimés permettent un défaut d'alignement des sorties des composants par rapport à la pastille de soudage, ce qui entraîne une réduction de la plus petite distance susmentionnée.

De plus, du fait de la durée d'essai limitée, le développement de toute trichite peut ne pas avoir atteint sa longueur définitive. Une marge de sécurité peut se révéler appropriée pour tenir compte de l'approximation asymptotique supplémentaire de la longueur définitive de toute trichite.

D.3 Critères d'acceptation applicables à la longueur des trichites

Sur la base des éléments susmentionnés, une longueur de 50 μm est recommandée comme longueur maximale admissible des trichites pour l'ensemble des essais prescrits.

Il existe, toutefois, des applications avec lesquelles la densité de tassement est moindre, qui peuvent tolérer un critère d'acceptation moins strict, tel que par exemple 100 μm .

D.4 Critères d'acceptation applicables à la densité des trichites

La densité des trichites, c'est-à-dire leur dénombrement par surface, n'est en aucun cas associée aux risques attribués aux trichites.

Il n'existe aucune preuve tangible afférente à tout type de corrélation entre la densité des trichites, l'uniformité de cette dernière sur une surface définitive et la longueur des trichites.

Il n'est ainsi aucunement justifié d'établir des critères d'acceptation basés sur la densité des trichites.

Annexe E (informative)

Contexte de développement des trichites

Les connaissances actuelles en matière de principes mécaniques de base relatifs au développement des trichites sont les suivantes:

- Le développement des trichites dépend de trois facteurs:
 - la conception des dépôts;
 - la conception des composants; et
 - la contrainte de compression interne engendrée par les conditions ambiantes.
- Une trichite est le résultat de la recristallisation de l'étain et son développement dépend de la contrainte de compression qui s'exerce sur le dépôt.
- La contrainte de compression est générée par une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:
 - contrainte interne sur le dépôt galvanoplastique;
 - diffusion de Cu sur le Sn le long des joints de grains formant un alliage Cu_6Sn_5 irrégulier;
 - oxydation du dépôt;
 - décalage du coefficient de dilatation thermique (CTE) entre le matériau de base et la (les) couche(s) de placage.
- contrainte de compression interne engendrée par une contrainte mécanique externe, par exemple effort de cintrage, ébarbage, formage.

Ces contraintes ne s'exercent pas toutes simultanément, et parfois se compensent les unes les autres, traduisant ainsi la complexité du phénomène. Les méthodes de vérification des trichites sont établies en tenant compte des mécanismes ci-dessus, en utilisant le stockage ambiant, le stockage à la chaleur humide et le cycle de température.

Les facteurs connus contribuant à la réduction du développement des trichites sont les suivants:

- une couche inférieure de Ni ou Ag empêche le développement de trichites de CuSn intermétalliques de forme irrégulière;
- un traitement thermique, par exemple fusion ou recuit, contribuant à la formation d'un composé intermétallique de Cu_6Sn_5 (IMC) de forme régulière, empêche tout développement ultérieur de trichites de CuSn intermétalliques de forme irrégulière;
- la formation de Cu_3Sn réduit le volume molaire du dépôt de Sn, diminuant ainsi la contrainte de compression.
- une couche d'oxyde peut empêcher le développement d'une trichite. D'autre part, la diffusion de zinc sur la surface peut altérer cette couche.

Annexe F (informative)

Contexte de réalisation de l'essai d'environnement

F.1 Généralités

L'essai d'environnement traite du risque de développement de trichites associé aux procédés de diffusion, issu de l'interface entre la couche de placage définitive et la couche inférieure ou le matériau de base inférieur.

Une cause fondamentale particulière de développement des trichites est attribuée au composé intermétallique qui se développe à l'intérieur de la matrice de grains de la couche de placage définitive.

L'humidité n'est pas considérée avoir une grande influence sur le développement des trichites dans cet essai.

F.2 Choix des sévérités

Dans les situations d'application des mesures contre la diffusion du cuivre, par exemple couche inférieure de Ni, composé intermétallique de CuSn fondu ou recuit, un contrôle strict des conditions de température et d'humidité ne se révèle pas essentiel. Une sévérité de type B peut par conséquent être appliquée.

Dans les situations où la diffusion devrait normalement produire un composé intermétallique de CuSn de forme irrégulière, la rapidité de ce procédé dépend grandement de la température ambiante. Un contrôle strict de la température est de ce fait requis et seule la sévérité de type A doit ainsi être appliquée.

F.3 Corrélation avec des conditions d'application réelles

La température de l'essai d'environnement est équivalente ou proche des conditions environnementales d'application réelles. Par conséquent, cet essai d'environnement ne prévoit aucune accélération.

F.4 Durée d'essai

Le mécanisme de développement des trichites examiné dans cet essai dépend de la recristallisation de l'étain et de la diffusion du cuivre sur l'étain. Les deux phénomènes atteignent l'état de saturation avec la durée.

Un examen représentatif du développement des trichites a été mené sur un placage en étain mat MSA type. Le matériau de base des éprouvettes est constitué de cuivre à 99,96 % avec un placage de cuivre d'une épaisseur de 2 μm , obtenu à partir d'un bain de cyanure de cuivre appliqué à son sommet. L'épaisseur moyenne du placage en étain était de 2,5 μm .

La durée de cet essai d'environnement est fixée à 4 000 h compte tenu des résultats présentés.

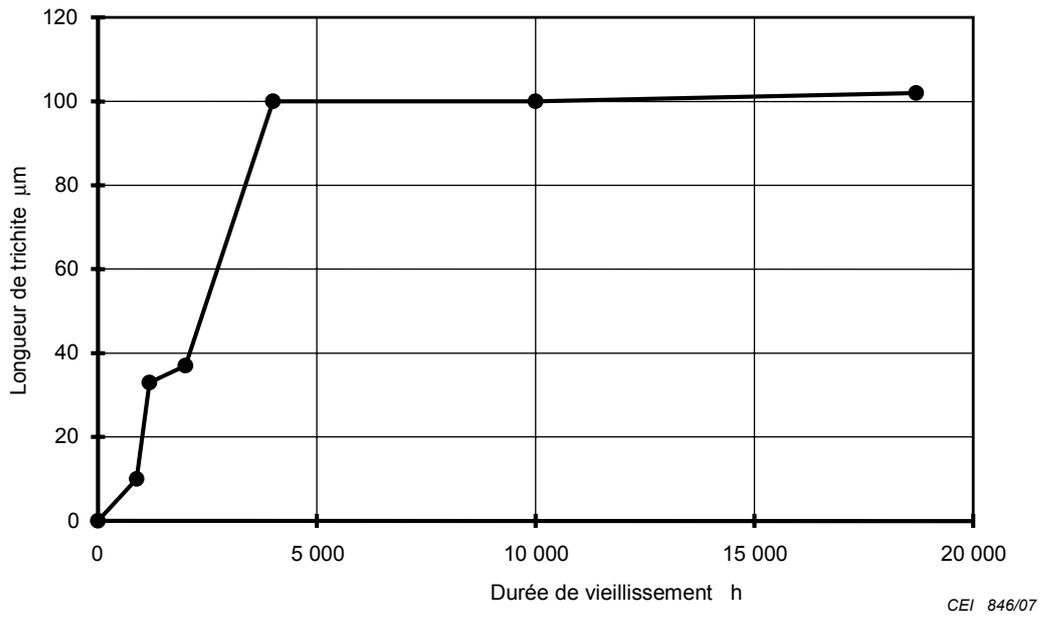


Figure F.1 – Développement des trichites sur un placage en étain dans les conditions d’essai d’environnement

Annexe G (informative)

Contexte de réalisation de l'essai de chaleur humide

G.1 Généralités

L'essai de chaleur humide traite du risque de développement de trichites associé à l'oxydation de la couche de placage définitive se produisant à sa surface.

Une cause fondamentale particulière de développement des trichites est attribuée au fluage de la couche d'oxyde à l'intérieur de la matrice de grains de la couche de placage définitive.

G.2 Choix de la sévérité

Une température de 55 °C et une humidité relative de 85 % constituent les conditions d'essai choisies pour accélérer la formation de la couche d'oxyde. Un taux d'humidité de 85 % est choisi de manière à éviter toute condensation dans les enceintes d'essai. La condensation peut entraîner la corrosion de la couche de placage (voir l'Article G.5). A une température de 55 °C et avec une humidité relative de 85 %, le point de rosée se situe environ à 3,4 K de la valeur de consigne. Ce point de rosée permet généralement d'éviter toute condensation dans l'enceinte d'essai. (A une température de 60 °C et avec une humidité relative de 93 %, le point de rosée se situe environ à 1,4 K à peine de la valeur de consigne.)

La température est fixée à une valeur trop basse pour la relaxation des contraintes, tout en étant conjointement fixée à une valeur suffisamment élevée pour obtenir une recristallisation et une diffusion acceptables du Sn.

G.3 Détermination d'un coefficient d'accélération

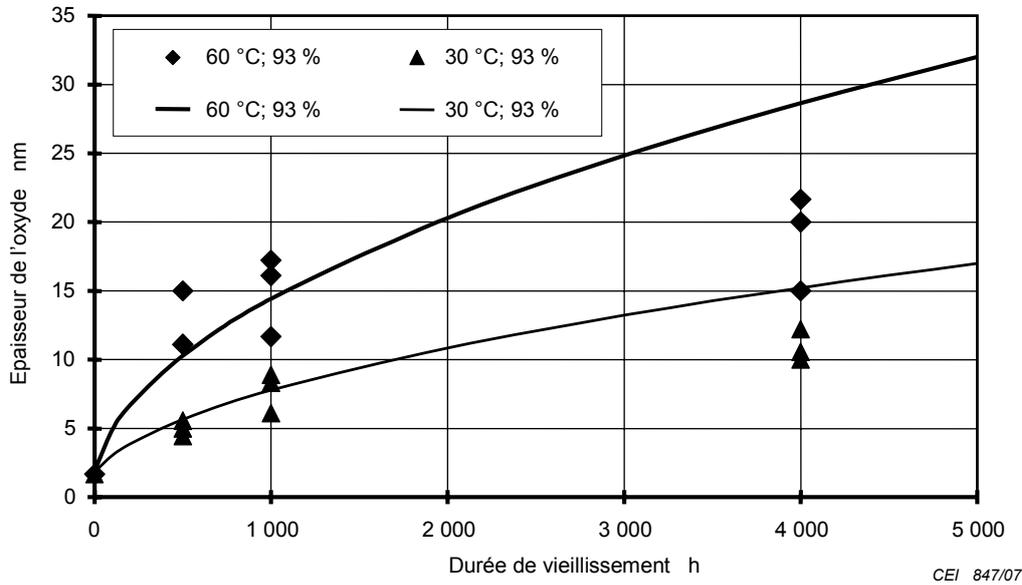
Une expérience comparative a été menée afin de déterminer un coefficient d'accélération, en utilisant les milieux de chaleur humide (température de 30 °C; humidité relative de 93 %), (température de 40 °C; humidité relative de 93 %) et (température de 60 °C; humidité relative de 93 %). Des échantillons constitués de matériau de base en cuivre avec une couche inférieure en nickel et un placage en étain traité dans un bain MSA ont été utilisés pour l'examen. L'épaisseur de la couche d'oxyde peut également être calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$x(t)^2 = a_0 \times e^{\frac{-E_a}{k \cdot T}} \times t + x(0)^2 \quad (G.1)$$

où

- $x(t)$ est l'épaisseur de la couche d'oxyde;
- T est la température ambiante, en Kelvin (K);
- t est la période de stockage, en heures(h);
- a_0 = 21 000 nm²/h;
- E_a = 0,350 eV;

Le développement de la couche d'oxyde est illustré à la Figure G.1.



NOTE Les pointillés sont le résultat de l'observation, et les lignes sont calculées à l'aide de l'Equation (G.1).

Figure G.1 – Développement de la couche d'oxyde dans des conditions de chaleur humide

Bien que la formation d'oxyde dans la couche d'étain soit supposée générer des trichites d'étain, il n'existe aucune corrélation directe entre leurs taux de développement ou entre leurs dimensions (voir Figures G.2a, G.2b).

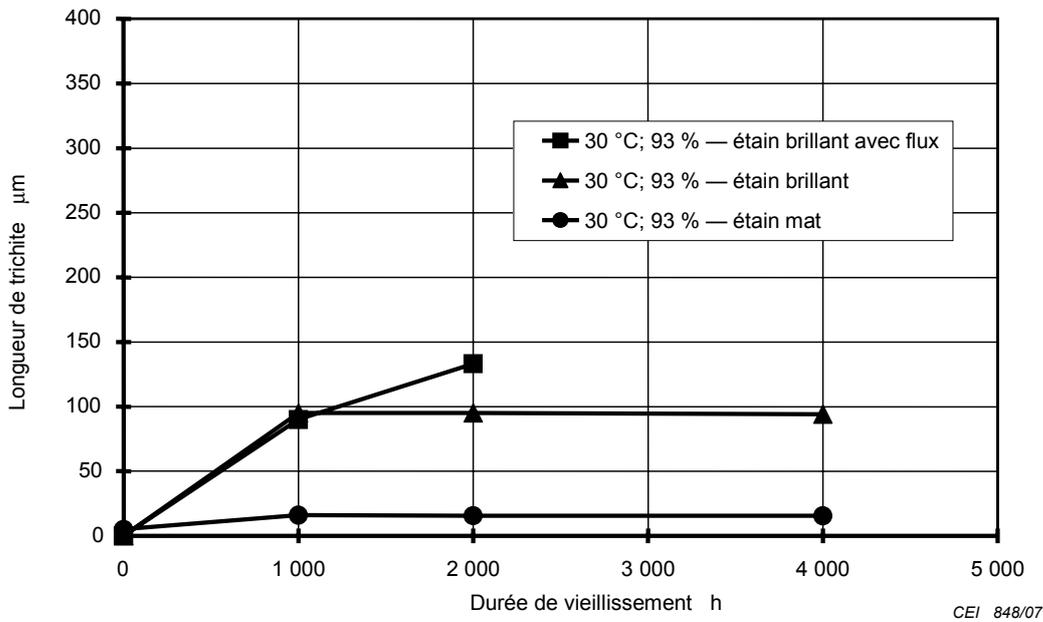


Figure G.2a – Développement des trichites dans des conditions de chaleur humide

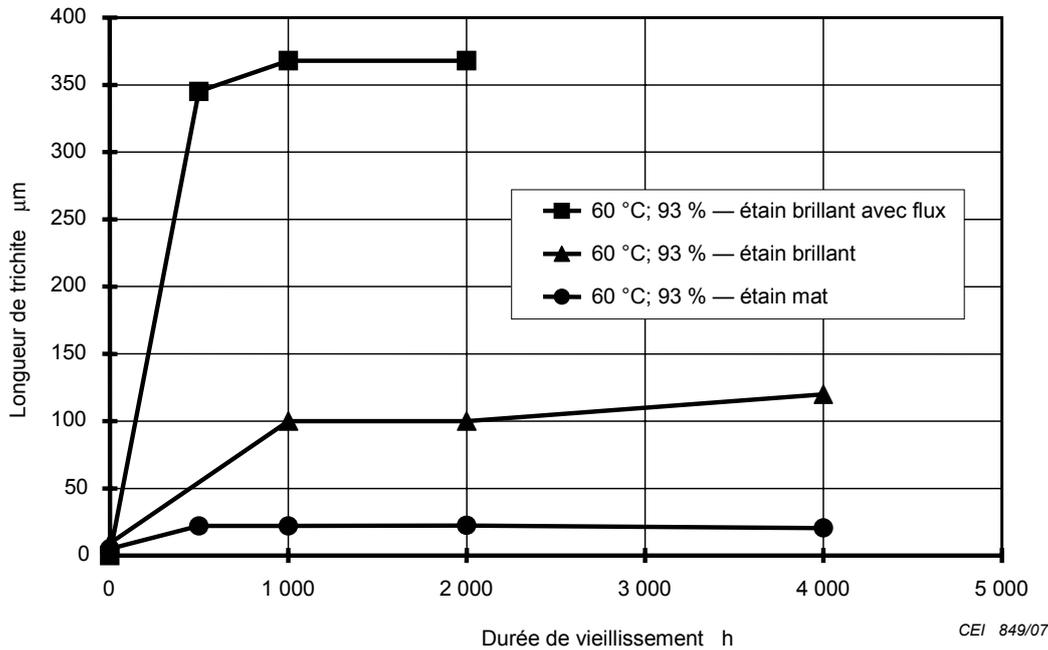


Figure G.2b – Développement des trichites dans des conditions de chaleur humide

Figure G.2 – Développement des trichites

Un essai de chaleur humide ne comprend aucune accélération établie pour le développement des trichites.

G.4 Corrélation avec les conditions d'application réelles

Une humidité relative de 85 % constitue une condition climatique fréquente dans plusieurs environnements. Les températures associées à ce taux d'humidité élevé sont toutefois bien inférieures à 55 °C. La condition d'essai (température de 55 °C / humidité relative de 85 %) prévoit toutefois une accélération par rapport aux conditions d'application réelles. Cette accélération ne peut cependant pas être quantifiée.

G.5 Corrosion

La corrosion est le produit de la condensation de l'eau sur la surface définitive. Elle est susceptible de générer différents types de développements ultérieurs à partir d'une surface définitive.

Toutefois, la condensation n'est jamais considérée comme une condition de fonctionnement applicable aux équipements électriques ou électroniques. L'exclusion de la condensation s'opère généralement par des instructions spécifiques interdisant toute humidité ou teneur en eau excessive, ou par l'adoption d'une conception préventive utilisant des techniques de revêtement ou d'habillage.

Cet essai de chaleur humide n'est explicitement pas destiné à stimuler la corrosion sur la surface définitive.

Il convient par conséquent de veiller à éviter la formation de toute condensation sur les échantillons préalablement ou pendant l'exécution des essais, par exemple au moyen de l'une des actions suivantes:

- ne jamais ouvrir l'enceinte de chaleur humide lorsque la température réelle est supérieure à la température ambiante;
- ne jamais placer les échantillons avec une température inférieure dans l'enceinte de chaleur humide.

Annexe H (informative)

Contexte de réalisation de l'essai de cycle thermique

H.1 Généralités

L'essai de cycle thermique traite du risque de développement de trichites associé à l'accumulation de la contrainte de compression interne due au décalage du coefficient de dilatation thermique (CTE) du matériau de base et des matériaux employés pour le placage.

H.2 Choix de la sévérité – Températures supérieure et inférieure

Il est communément admis que l'augmentation de la contrainte générée par le décalage du coefficient de dilatation thermique (CTE) est continuellement proportionnelle à une augmentation de la différence de température.

Il est également communément admis qu'il se produit une relaxation de la contrainte intrinsèque à des températures élevées, généralement observée à des températures supérieures à 100 °C. La température de départ et le degré de relaxation dépendent sans nul doute des matériaux concernés, de leur historique de fabrication et de la conception spécifique. Par conséquent, à un cycle thermique élevé, la dernière influence citée peut compenser la contrainte prévue engendrée par le décalage du CTE.

Les résultats des essais effectués sur des réseaux de conducteurs en cuivre indiquent que la superposition des deux effets génère des résultats comparables proches pour un cycle thermique jusqu'à 85 °C et 125 °C respectivement. Les deux conditions sont ainsi considérées également admissibles.

Il n'existe aucune propriété spécifique associée à la variation de la température inférieure. Les deux valeurs, –40 °C et –55 °C, sont ainsi considérées également admissibles.

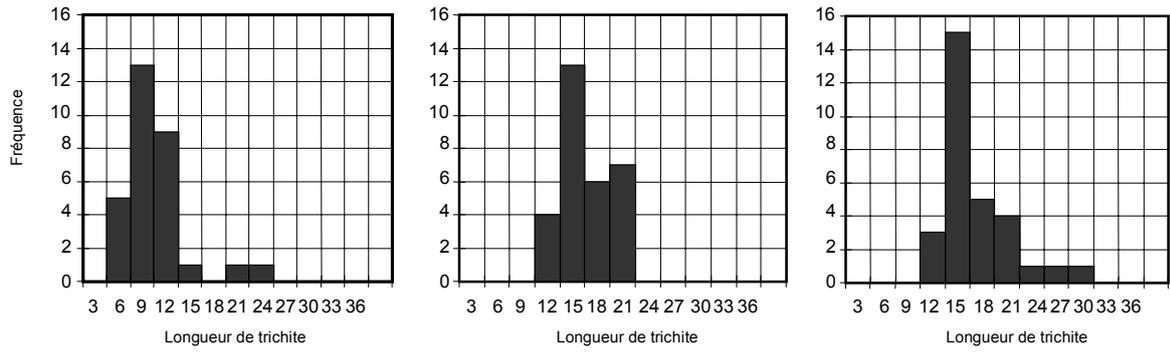
H.3 Détermination d'un coefficient d'accélération

Une expérience comparative a été menée dans le milieu d'essai en utilisant les plages de températures suivantes:

- de 20 °C à 85 °C;
- de –10 °C à 85 °C;
- de –40 °C à 85 °C

afin de déterminer un coefficient d'accélération. Un placage en étain traité dans un bain MSA, une couche inférieure en placage de nickel ou de cuivre, ainsi qu'un placage en nickel, du cuivre et du fer, un alliage 42 et de la céramique, ont été utilisés pour l'expérience.

La répartition du développement des trichites sur le matériau de base de FeNi (Alliage42) dans le cadre d'un essai à 300 cycles est illustrée à la Figure H.1.



CEI 850/07

20 °C ↔ 85 °C
(Δ*ϑ* = 65 K)

-10 °C ↔ 85 °C
(Δ*ϑ* = 95 K)

-40 °C ↔ 85 °C
(Δ*ϑ* = 125 K)

Figure H.1 – Répartition de la longueur des trichites développées sur le matériau de base FeNi (Alliage42)

La Figure H.2 montre par ailleurs que la longueur moyenne des trichites est comprise entre la longueur maximale et un dixième de la longueur de développement des trichites sur le matériau de base FeNi (Alliage42) jusqu'à ce que 2 000 cycles se soient écoulés pour chaque condition d'essai.

La Figure H.3 montre la relation entre le nombre de cycles requis pour que le développement des trichites atteigne 100 μm, et chaque condition d'essai établie à partir des estimations de la Figure H.2. Le coefficient d'accélération de cet essai effectué sur l'Alliage42 est de ce fait expliqué comme suit:

$$\ln(n) = -2,8 \times \ln\left(\frac{\Delta \vartheta}{1K}\right) + 22,2$$

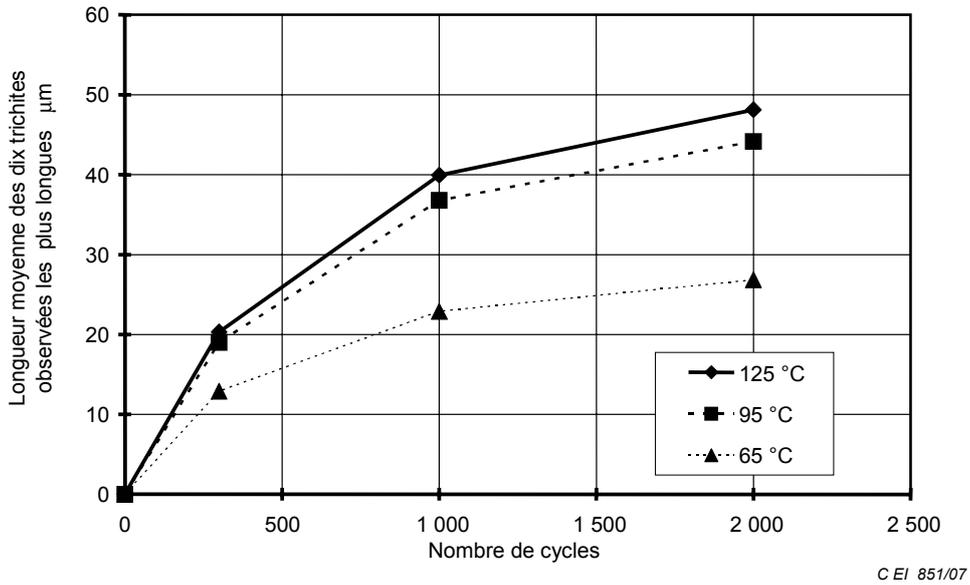
où

n est le nombre de cycles;

Δ*ϑ* est la plage comprise entre les températures inférieure et supérieure.

Dans ce cas, le coefficient de dilatation du matériau de base influence le coefficient d'accélération du développement des trichites.

Le choix d'un coefficient d'accélération pour cette méthode d'essai est basé sur l'Alliage42, le matériau de sortie ayant le coefficient CTE le plus faible.



NOTE Les pointillés indiquent des estimations.

Figure H.2 – Développement des trichites sur le matériau de base FeNi (Alliage42)

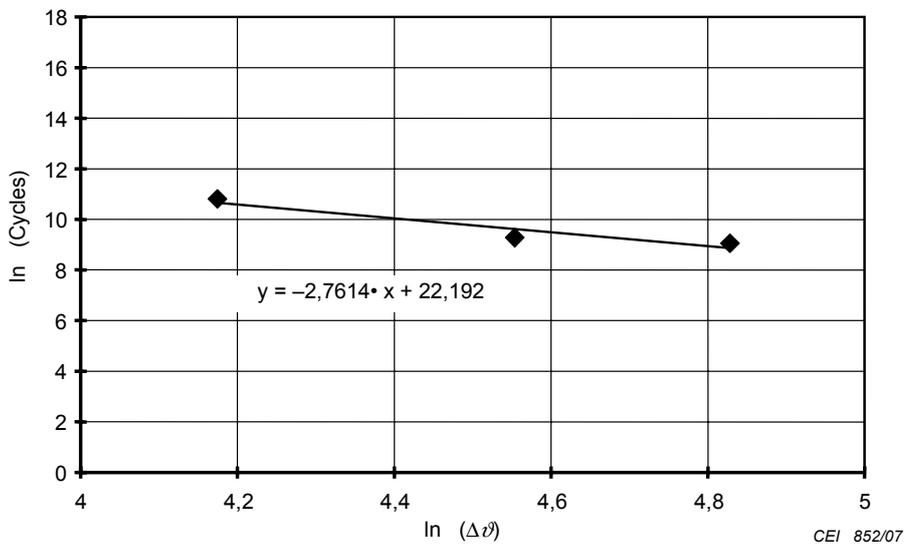


Figure H.3 – Relation de $\Delta\theta$ et du nombre de cycles pour le développement des trichites sur le matériau de base FeNi (Alliage42)

H.4 Corrélation avec les conditions d'application réelles

Les facteurs suivants sont basés sur les conditions environnementales réalistes dont on sait qu'elles constituent des conditions types pour les applications électroniques de consommation. Le Tableau H.1 donne l'exemple d'une relation entre ces conditions d'application et une condition d'essai de cycle thermique type. Le nombre requis de cycles d'essai est déterminé en utilisant le facteur d'accélération établi en l'Article H.3.

Tableau H.1 – Exemple de relation entre des conditions d'application réalistes et les conditions d'essai

Condition environnementale réaliste pour une application de consommation: Cycle thermique 20 °C ↔ 85 °C, Δ <i>t</i> = 65 K			Condition d'essai correspondante: Cycle thermique -40 °C ↔ 85 °C, Δ <i>t</i> = 125 K
Cas	Hypothèse	Total	
A	1 cycle thermique quotidien pendant 2 ans	730 cycles	127 cycles
B	2 cycles thermiques quotidiens pendant 5 ans	3 650 cycles	633 cycles
C	2 cycles thermiques quotidiens pendant 10 ans	7 300 cycles	1 266 cycles

Différentes applications associées à leurs conditions environnementales types individuelles peuvent requérir des facteurs spécifiques pour l'établissement d'une durée d'essai appropriée.

H.5 Choix de la sévérité – Durée d'essai

Pour les situations où le cuivre constitue un composant essentiel du matériau de base, on observe un coefficient d'accélération élevé. Ce coefficient permet d'utiliser la sévérité Q. Une petite longueur de développement des trichites est généralement attendue dans ce cas.

Il convient d'appliquer uniquement la sévérité P pour les situations où le cuivre ne constitue pas un composant essentiel du matériau de base.

H.5.1 Saturation du développement des trichites dans un essai de cycle thermique

La Figure H.4 montre le développement d'une trichite dans les essais de cycle thermique effectués sur le matériau de base en cuivre. Les essais ont utilisé des variations de température différentes, ainsi que des températures de cycle thermique supérieures différentes. La présente figure indique une saturation du développement des trichites entre 500 et 1 000 cycles de température.

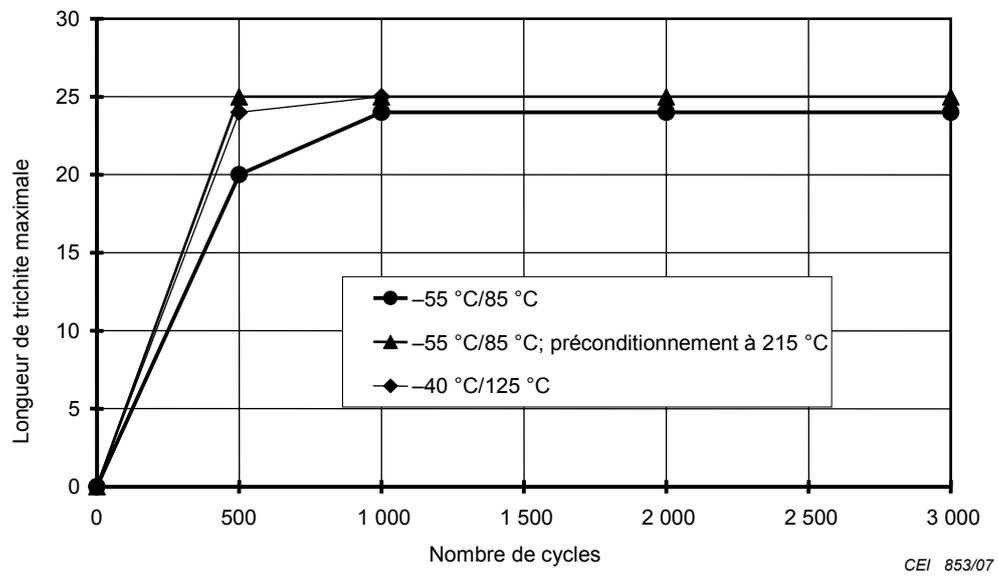


Figure H.4 – Développement des trichites sur des réseaux de conducteurs en cuivre (QFP) dans les essais de cycle thermique

Bibliographie

CEI 60068-3-4, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*

CEI 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible uniquement en anglais)

SAKAMOTO, Ichizo, *Whisker Test Methods of JEITA Whisker Growth Mechanism for Test Methods*; IEEE, 2005 Vol.28, pp.10-16

OBERNDORFF, P.J.T.L; DITTES, M; PETIT, L; “*Intermetallic Formation in Relation to Tin Whiskers*” Proc. of the IPC/ Soldertec International Conference “*Towards Implementation of the RoHS Directive*” June 2003, Brussels, Belgium, pp. 170-178

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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