

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electronics assembly technology –
Part 4: Endurance test methods for solder joint of area array type package
surface mount devices**

**Technique d'assemblage des composants électroniques –
Partie 4: Méthodes d'essais d'endurance des joints brasés des composants
pour montage en surface à boîtiers de type matriciel**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electronics assembly technology –
Part 4: Endurance test methods for solder joint of area array type package
surface mount devices**

**Technique d'assemblage des composants électroniques –
Partie 4: Méthodes d'essais d'endurance des joints brasés des composants
pour montage en surface à boîtiers de type matriciel**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.190

ISBN 978-2-8322-1873-0

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

CONTENTS

FOREWORD	6
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms definitions and abbreviations	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Abbreviations	9
4 General	9
5 Test apparatus and materials	10
5.1 Specimen	10
5.2 Reflow soldering equipment	10
5.3 Temperature cycling chamber	10
5.4 Electrical resistance recorder	10
5.5 Test substrate	10
5.6 Solder paste	11
6 Specimen preparation	11
7 Temperature cycling test	13
7.1 Pre-conditioning	13
7.2 Initial measurement	13
7.3 Test procedure	13
7.4 End of test criteria	15
7.5 Recovery	15
7.6 Final measurement	15
8 Temperature cycling life	15
9 Items to be specified in the relevant product specification	15
Annex A (informative) Acceleration of the temperature cycling test for solder joints	17
A.1 General	17
A.2 Acceleration of the temperature cycling test for an Sn-Pb solder joint	17
A.3 Temperature cycling life prediction method for an Sn-Ag-Cu solder joint	18
A.4 Factor that affects the temperature cycling life of the solder joint	22
Annex B (informative) Electrical continuity test for solder joints of the package	23
B.1 General	23
B.2 Package and daisy chain circuit	23
B.3 Mounting condition and materials	23
B.4 Test method	23
B.5 Temperature cycling test using the continuous electric resistance monitoring system	23
Annex C (informative) Reflow solderability test method for package and test substrate land	25
C.1 General	25
C.2 Test equipment	25
C.2.1 Test substrate	25
C.2.2 Pre-conditioning oven	25
C.2.3 Solder paste	25
C.2.4 Metal mask for screen printing	25
C.2.5 Screen printing equipment	25

C.2.6	Package mounting equipment.....	25
C.2.7	Reflow soldering equipment.....	25
C.2.8	X-ray inspection equipment	26
C.3	Standard mounting process	26
C.3.1	Initial measurement	26
C.3.2	Pre-conditioning	26
C.3.3	Package mounting on test substrate	26
C.3.4	Recovery	27
C.3.5	Final measurement	27
C.4	Examples of faulty soldering of area array type packages	27
C.4.1	Repelled solder by contamination on the ball surface of the BGA package.....	27
C.4.2	Defective solder ball wetting caused by a crack in the package	27
C.5	Items to be given in the product specification.....	28
Annex D (informative)	Test substrate design guideline.....	29
D.1	General.....	29
D.2	Design standard.....	29
D.2.1	General	29
D.2.2	Classification of substrate specifications.....	29
D.2.3	Material of the test substrate	31
D.2.4	Configuration of layers of the test substrate.....	31
D.2.5	Land shape of test substrate.....	31
D.2.6	Land dimensions of the test substrate.....	31
D.3	Items to be given in the product specification.....	32
Annex E (informative)	Heat resistance to reflow soldering for test substrate	33
E.1	General.....	33
E.2	Test apparatus.....	33
E.2.1	Pre-conditioning oven.....	33
E.2.2	Reflow soldering equipment.....	33
E.3	Test procedure.....	33
E.3.1	General	33
E.3.2	Pre-conditioning	33
E.3.3	Initial measurement	33
E.3.4	Moistening process (1)	34
E.3.5	Reflow heating (1)	34
E.3.6	Moistening process (2)	34
E.3.7	Reflow heating process (2)	34
E.3.8	Final measurement	34
E.4	Items to be given in the product specification.....	34
Annex F (informative)	Pull strength measurement method for the test substrate land.....	35
F.1	General.....	35
F.2	Test apparatus and materials.....	35
F.2.1	Pull strength measuring equipment.....	35
F.2.2	Reflow soldering equipment.....	35
F.2.3	Test substrate.....	35
F.2.4	Solder ball	35
F.2.5	Solder paste	35
F.2.6	Flux	35
F.3	Measurement procedure	36

F.3.1	Pre-conditioning	36
F.3.2	Solder paste printing.....	36
F.3.3	Solder ball placement	36
F.3.4	Reflow heating process	36
F.3.5	Pull strength measurement	36
F.3.6	Final measurement	37
F.4	Items to be given in the product specification.....	37
Annex G (informative)	Standard mounting process for the packages.....	38
G.1	General.....	38
G.2	Test apparatus and materials.....	38
G.2.1	Test substrate.....	38
G.2.2	Solder paste	38
G.2.3	Metal mask for screen printing	38
G.2.4	Screen printing equipment	38
G.2.5	Package mounting equipment.....	38
G.2.6	Reflow soldering equipment.....	38
G.3	Standard mounting process	39
G.3.1	Initial measurement	39
G.3.2	Solder paste printing.....	39
G.3.3	Package mounting	39
G.3.4	Reflow heating process	39
G.3.5	Recovery	40
G.3.6	Final measurement	40
G.4	Items to be given in the product specification.....	40
Annex H (informative)	Mechanical stresses to the packages	41
H.1	General.....	41
H.2	Mechanical stresses	41
Bibliography		42
Figure 1	– Region for evaluation of the endurance test	10
Figure 2	– Typical reflow soldering profile for Sn63Pb37 solder alloy	12
Figure 3	– Typical reflow soldering profile for Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy.....	13
Figure 4	– Test conditions of temperature cycling test.....	14
Figure A.1	– FBGA package device and FEA model for calculation of acceleration factors AF	20
Figure A.2	– Example of acceleration factors AF with an FBGA package device using Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy.....	21
Figure A.3	– Fatigue characteristics of Sn96,5Ag3Cu,5 an alloy micro solder joint ($N_f = 20$ % load drop from initial load)	22
Figure B.1	– Example of a test circuit for the electrical continuity test of a solder joint	23
Figure B.2	– Measurement example of continuously monitored resistance in the temperature cycling test.....	24
Figure C.1	– Temperature measurement of specimen using thermocouples	26
Figure C.2	– Repelled solder caused by contamination on the solder ball surface	27
Figure C.3	– Defective soldering as a result of a solder ball drop	28
Figure D.1	– Standard land shapes of the test substrate	31
Figure F.1	– Measuring methods for pull strength	36

Figure G.1 – Example of printed conditions of solder paste	39
Figure G.2 – Temperature measurement of the specimen using thermocouples	40
Table 1 – Test conditions of temperature cycling test	14
Table A.1 – Example of test results of the acceleration factor (Sn63Pb37 solder alloy)	18
Table A.2 – Example test results of the acceleration factor (Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy)	20
Table A.3 – Material constant and inelastic strain range calculated by FEA for FBGA package devices as shown in Figure A.1 (Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy)	21
Table D.1 – Types classification of the test substrate	30
Table D.2 – Standard layers' configuration of test substrates	31
Table G.1 – Stencil design standard for packages	38
Table H.1 – Mechanical stresses to mounted area array type packages	41

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62137-4:2014

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRONICS ASSEMBLY TECHNOLOGY –

Part 4: Endurance test methods for solder joint of area array type package surface mount devices

FOREWORD

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

International Standard IEC 62137-4 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

IEC 62137-4 (first edition) cancels and replaces IEC 62137:2004. This edition constitutes a technical revision.

IEC 62137-4 includes the following significant technical changes with respect to IEC 62137:2004:

- test conditions for use of lead-free solder are included;
- test conditions for lead-free solders are added;
- accelerations of the temperature cycling test for solder joints are added.

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

FDIS	Report on voting
91/1188/FDIS	91/1205/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62137 series, published under the general title *Electronics assembly technology* can be found in the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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

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

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

ELECTRONICS ASSEMBLY TECHNOLOGY –

Part 4: Endurance test methods for solder joint of area array type package surface mount devices

1 Scope

This part of IEC 62137 specifies the test method for the solder joints of area array type packages mounted on the printed wiring board to evaluate solder joint durability against thermo-mechanical stress.

This part of IEC 62137 applies to the surface mounting semiconductor devices with area array type packages (FBGA, BGA, FLGA and LGA) including peripheral termination type packages (SON and QFN) that are intended to be used in industrial and consumer electrical or electronic equipment.

An acceleration factor for the degradation of the solder joints of the packages by the temperature cycling test due to the thermal stress when mounted, is described Annex A.

Annex H provides some explanations concerning various types of mechanical stress when mounted.

The test method specified in this standard is not intended to evaluate semiconductor devices themselves.

NOTE 1 Mounting conditions, printed wiring boards, soldering materials, and so on, significantly affect the result of the test specified in this standard. Therefore, the test specified in this standard is not regarded as the one to be used to guarantee the mounting reliability of the packages.

NOTE 2 The test method is not necessary, if there is no stress (mechanical or other) to solder joints in field use and handling after mounting.

2 Normative references

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

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

IEC 60191-6-2, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6-2: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages – Design guide for 1,50 mm, 1,27 mm and 1,00 mm pitch ball and column terminal packages*

IEC 60191-6-5, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6-5: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages – Design guide for fine-pitch ball grid array (FBGA)*

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

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

IEC 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 61249-2-8, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-8: Reinforced base materials clad and unclad – Modified brominated epoxide woven fibreglass reinforced laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 62137-3:2011, *Electronics assembly technology – Part 3: Selection guidance of environmental and endurance test methods for solder joints*

3 Terms definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60191-6-2, IEC 60191-6-5 and IEC 60194, as well as the following, apply.

3.1.1

temperature cycling life

period of time to reach a lost performance state as agreed between the trading partners during the temperature cycling test

3.1.2

momentary interruption detector

instrument capable to detect an electrical discontinuity in the daisy chain circuits

Note 1 to entry: See Annex B for the electrical continuity test of solder joint.

3.2 Abbreviations

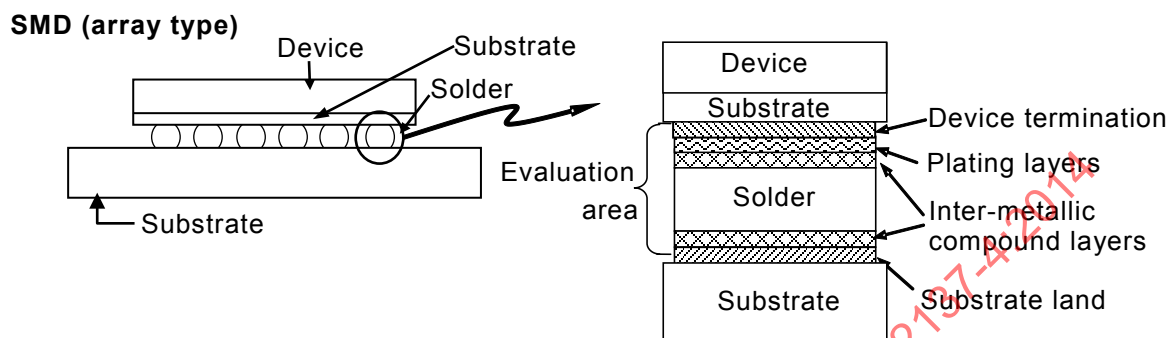
FBGA	Fine-pitch ball grid array
BGA	Ball grid array
FLGA	Fine-pitch land grid array
LGA	Land grid array
SON	Small outline non-leaded package
QFN	Quad flat-pack non-leaded package
SMD	Surface mounting device
OSP	Organic solderability preservative
FR-4	Flame retardant type 4
FEA	Finite element method analysis
CGA	Column grid array

4 General

The regions of the solder joints to be evaluated are shown in Figure 1. The test method in this standard is applicable to evaluate the durability of the solder joints against thermal stress to the package mounted on substrate but not to test the mechanical strength of the package itself.

Therefore, the conditions for accelerated stress conditioning by a temperature cycling test may exceed the maximum allowable temperature range for the package.

The test method specified in this standard is mainly applicable to the solder joint between substrates of printed wiring board and the package as an evaluation target. However, the test results depend on conditions such as the mounting method and the condition, materials and the printed wiring board, etc. See Annex C to Annex G.



IEC

Figure 1 – Region for evaluation of the endurance test

5 Test apparatus and materials

5.1 Specimen

Specimen is the package mounted on the test substrate (refer to Clause 6 for preparation).

5.2 Reflow soldering equipment

The reflow soldering equipment shall be able to realize the reflow soldering temperature profile specified in Clause 6. Examples of temperature profile are shown in Figure 2 and Figure 3.

NOTE A standard mounting process for the package is shown in Annex G.

5.3 Temperature cycling chamber

The temperature cycling chamber shall be able to realize the temperature cycling profile specified in Figure 4. The general requirements for the temperature cycling chamber are specified in IEC 60068-2-14.

5.4 Electrical resistance recorder

The electrical resistance recorder shall be able to detect electrical continuity interruption in the daisy chain circuit. If there is no doubt of the measuring result, an electrical resistance measuring instrument featured with a momentary interruption detector and/or a continuous electrical resistance data logger should be used.

The interruption detector should be sufficiently sensitive to detect a 100 μ s momentary interruption. Furthermore, the electrical resistance measuring instrument should be able to measure a resistance exceeding 1 000 Ω .

5.5 Test substrate

Unless otherwise specified in the product specification, the test substrate shall be as follows.

- a) Test substrate material

Test substrate material shall be a single sided printed wiring board for general use, for example, copper-clad epoxide woven fiberglass reinforced laminated sheets as specified in IEC 61249-2-7 or IEC 61249-2-8. The thickness shall be $(1,6 \pm 0,2)$ mm including copper foil. The copper foil thickness shall be (35 ± 10) μm .

NOTE 1 Heat resistance to reflow soldering for the test substrate is described in Annex E.

b) Test substrate dimensions

The test substrate dimensions depend on the mounted package size and shape. However, the test substrate dimensions shall be fixed on the pull strength test equipment.

c) Land shape and land dimensions

Land shape and land dimensions should be as specified in IEC 61188-5-8 or as recommended by the package manufacturer.

Moreover, the test substrate and the test package shall be designed in such a way that their land pattern forms a daisy chain circuit after mounting for the electrical continuity measurement.

NOTE 2 Annex D provides a test substrate design guide.

NOTE 3 Annex C provides a solderability test for the substrate land. And Annex F provides a strength test for the substrate land.

d) Surface finish of land pattern

If specified in the product specification, a solderable region (land pattern of the test substrate) shall be treated suitably against oxidization, for example, by means of an organic solderability preservative (OSP) layer. The surface protection shall not interfere with the solderability of the land pattern being soldered by using the reflow soldering equipment specified in 5.2.

5.6 Solder paste

Solder paste is made of flux, finely divided particles of solder and additives to promote wetting and to control viscosity, tackiness, slumping, drying rate, etc. Unless otherwise specified in the product specification, one of the solder alloys listed below (as specified in IEC 61190-1-3) shall be used. The product specification shall specify details of the solder paste.

The major composition of the solder alloys are as follows:

- a) 63 % mass fraction of Sn (tin) and 37 % mass fraction on Pb (lead);
- b) from 3,0 % to 4,0 % mass fraction of Ag (silver), from 0,5 % to 1,0 % mass fraction of Cu (copper) and the remainder of Sn (tin).

Example: Sn-Ag-Cu ternary alloy such as Sn96,5Ag3Cu,5 alloy is used.

6 Specimen preparation

The package shall be mounted on the test substrate using the following reflow soldering process. The package for the specimen shall be modified as for test dummy package to form a daisy chain circuit with a land pattern of the test substrate after reflow soldering.

NOTE The solderability test to confirm the termination of the package and the test substrate land which affects the solder joint strength is described in Annex C.

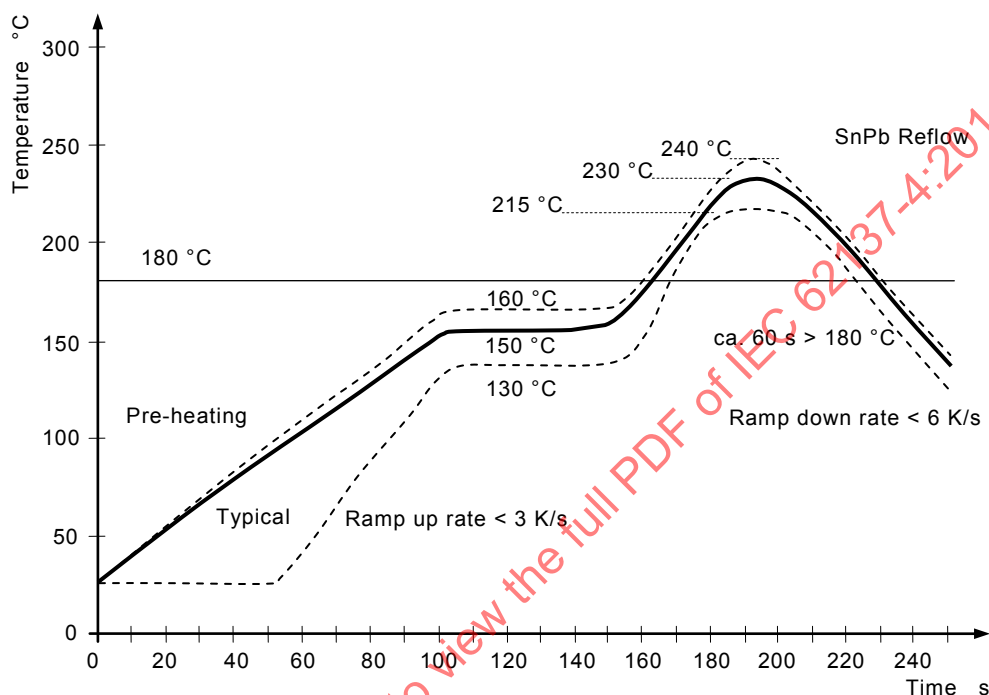
The specimen preparation process and the conditions are as follows.

- a) Unless otherwise specified in the product specification, the solder paste specified in 5.6 shall be printed on the test substrate land specified in 5.5, using a stencil made of stainless steel being 120 μm to 150 μm thick, and that have the same aperture dimensions as the dimensions, shape and arrangement of the test substrate land.
- b) The package shall be placed onto the printed solder paste.

- c) The reflow soldering equipment specified in 5.2 shall be used for soldering the package terminals under the conditions shown in Figure 2 or Figure 3. The measuring point of the temperature shall be on the land portion.

Figure 2 shows an example of a typical reflow soldering profile using Sn63Pb37 solder alloy, as stated in IEC 61760-1:2006, Figure 13.

Figure 3 shows an example of a typical reflow soldering profile using Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy, as stated in IEC 61760-1:2006, Figure 14.



Continuous line: typical process (terminal temperature)

Dotted line: process limits. Bottom process limit (terminal temperature). Upper process limit (top surface temperature)

IEC

Figure 2 – Typical reflow soldering profile for Sn63Pb37 solder alloy

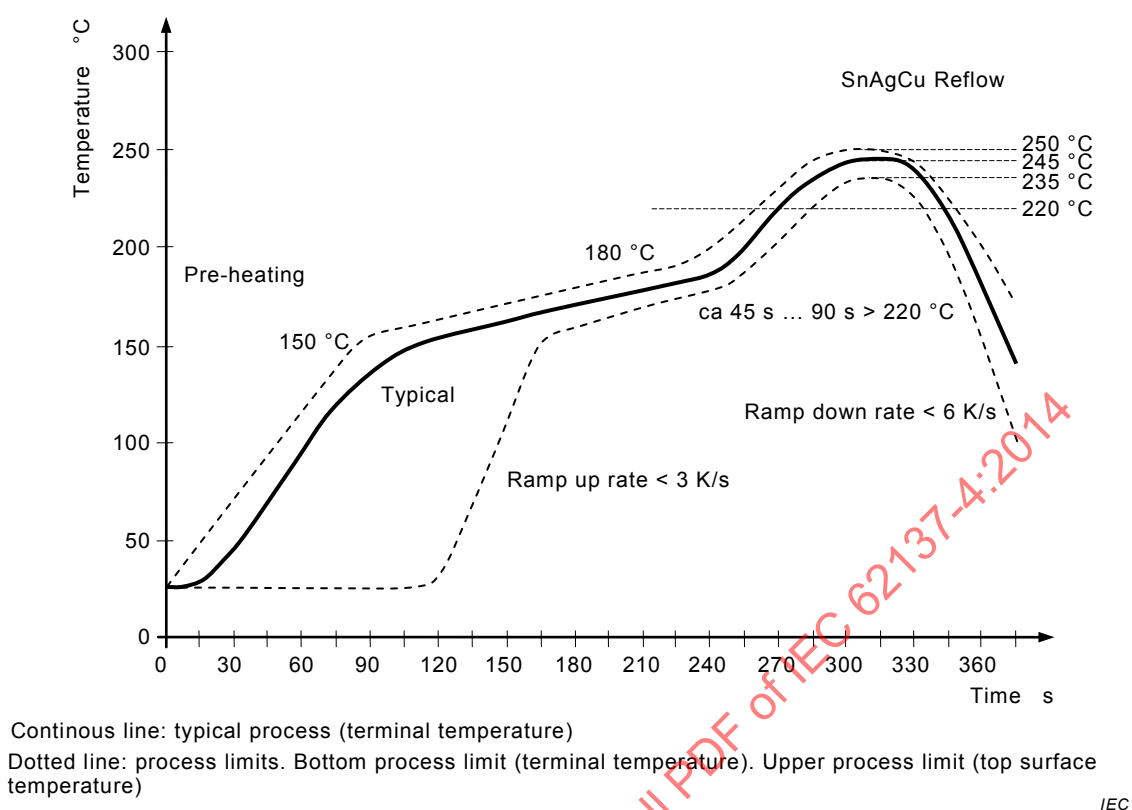


Figure 3 – Typical reflow soldering profile for Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy

7 Temperature cycling test

7.1 Pre-conditioning

If the specimen needs to be cleaned, the product specification should specify the cleaning method.

7.2 Initial measurement

The specimen shall be subjected to visual examination. There shall be no defect, which may impair the validity of the test.

Electrical resistance as electrical continuity of the specimen (daisy chain circuit) shall be confirmed using the momentary interruption detector specified in 5.4.

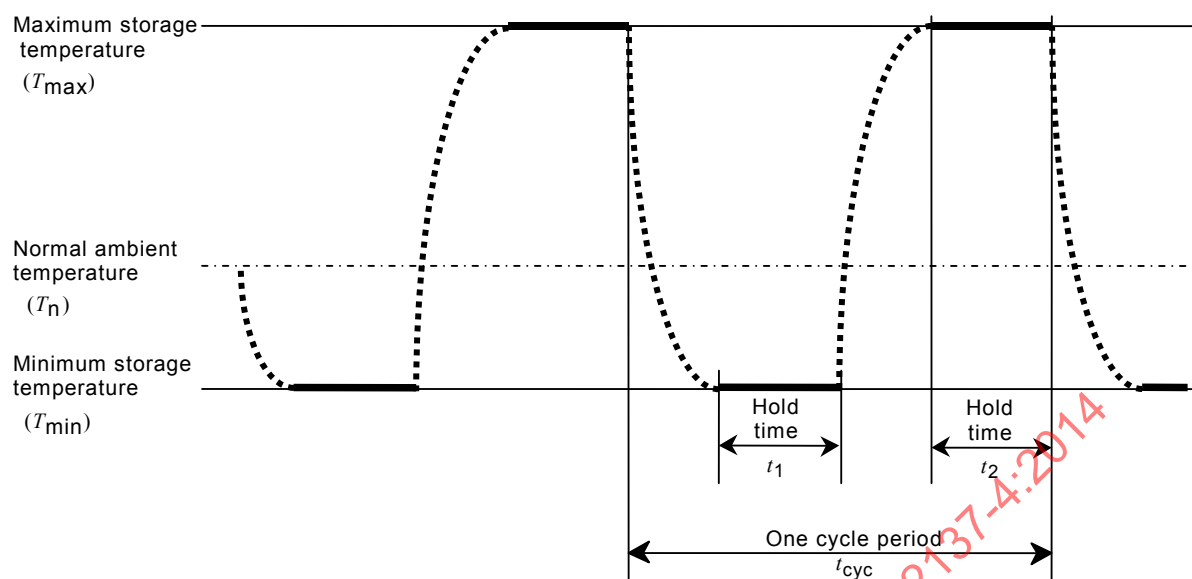
7.3 Test procedure

The temperature cycling test is according to test Na (rapid change of temperature within the prescribed time of transfer) specified in IEC 60068-2-14 with the following details.

Place the specimen in the temperature cycling chamber where the best airflow is obtained and where there is sufficient airflow around the specimen.

The test condition shall be selected from Figure 4 and Table 1, and the test shall be performed to the specified cycles in the product specification.

The electrical resistance of the daisy chain circuit shall be monitored continuously during the test using the momentary interruption detector specified in 5.4.



IEC

Key

$T_{\max}$	Maximum storage temperature	t_1	Hold time at $T_{\min}$
T_n	Normal ambient temperature	t_2	Hold time at $T_{\max}$
$T_{\min}$	Minimum storage temperature	t_{cyc}	One temperature cycle

Figure 4 – Test conditions of temperature cycling test

Table 1 – Test conditions of temperature cycling test

Step	Test condition A	Test condition B	Test condition C	Test condition D
Minimum storage temperature: $T_{\min}$ °C	-40 ± 5	-25 ± 5	-30 ± 5	$T_{\text{op, min}} \pm 5$
Maximum storage temperature: $T_{\max}$ °C	125 ± 5	125 ± 5	80 ± 5	$T_{\text{op, max}} \pm 5$
Hold time: t_1, t_2	$t_1 = t_2 \geq 7$ min for Sn63Pb37 solder alloy $t_1 \leq 30$ min, $t_2 \geq 15$ min for Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy			
For Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy, the dwell time in the temperature cycling chamber shall be set to 30 min at maximum storage temperature, including the hold time t_2 ; 15 min for stress relaxation and 15 min for stable temperature. Refer to IEC 62137-3:2011, Annex A. At minimum storage temperature, it may not be necessary that the stress relaxation be 15 min. It is acceptable to set the hold time: t_1 to equal or less than 30 min.				
Maximum period of transfer time from one chamber to another shall not be more than 3 min as described in IEC 60068-2-14.				
The condition setting of the temperature cycling test should be adopted in the product specification as listed below.				
– The test condition can be reproduced, the defect mode is supposed in the field condition. – The test condition can be correlated to linear acceleration to the field condition. – The test condition can be correlated to a nearby conventional specification. – The test condition can be a shortened test period.				
NOTE $T_{\text{op, min}}$ is the minimum operating temperature of the specimen. $T_{\text{op, max}}$ is the maximum operating temperature of the specimen. The hold time starts when the temperature of the specimen reaches the specified value. The transition time from maximum storage temperature to minimum storage temperature and vice versa is included in the one cycle period.				

7.4 End of test criteria

The test shall continue until the electrical resistance of the daisy chain circuit within all or a specified number of specimens increases, caused by a solder joint break, or because the number of test cycles has been reached, as specified.

The criteria of the increased electrical resistance value shall be specified in the product specification. The threshold value of the increased electrical resistance should be defined as percentage of the typical resistance of the daisy chain circuit within the specimen at maximum storage temperature, or the fixed value of the higher electrical resistance, 1 000 Ω .

7.5 Recovery

If it is necessary to arrange the measurement condition, the specimen shall be placed, after the test, under the final measurement conditions, as specified in the product specification.

The product specification may prescribe a specific recovery period such as cooling down and a stabilized temperature for the specimen.

7.6 Final measurement

The specimen shall be subjected to visual inspection. There shall be no defect, which may impair the test result.

The electrical resistance of the daisy chain circuit shall be confirmed using the momentary interruption detector as electrical resistance measuring instrument specified in 5.4.

8 Temperature cycling life

When the electrical resistance of the daisy chain circuit increases caused by the solder joint break, the number of test cycles at that moment is the number of failure cycles of the specimen.

Statistically, the temperature cycling life should be determined as mean life or characteristic life of the Weibull distribution resulting from the failure cycles data of the specimens. Similarly, the life time shall be calculated from the test result of the specimens specified by the number of samples as indicated in the product specification.

Using the test result and acceleration factor, the life time in the field can be estimated. However, the acceleration factor depends on the conditions such as package dimensions, materials and the printed wiring board, etc. The acceleration factor shall be estimated individually between the field condition and the accelerated temperature cycling condition. See Annex A.

9 Items to be specified in the relevant product specification

The following items shall be specified in the product specification.

- | | | |
|----|---|----------------|
| a) | Specification of the test substrate | (see 5.5) |
| b) | Solder paste | (see 5.6) |
| c) | Specimen preparation | (see Clause 6) |
| d) | Pre-treatment conditions (if necessary) | (see 7.1) |
| e) | Items and conditions of initial measurement | (see 7.2) |
| f) | Test conditions | (see 7.3) |

- g) Hold time, transition time and transfer time at low and high temperatures and at normal ambient temperature (if different from 7.3) (see 7.3).
- h) Whether or not to continuously monitor the electrical resistance (see 7.3)
- i) End of test criteria (number of repetitive cycles) (see 7.4)
- j) Recovery (see 7.5)
- k) Items and conditions of final measurement (see 7.6)
- l) Temperature cycling life and the condition of calculation (see Clause 8)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62137-4:2014

Annex A (informative)

Acceleration of the temperature cycling test for solder joints

A.1 General

This annex describes the acceleration characteristic to evaluate durability in the field from the temperature cycling test results of solder joints.

A.2 Acceleration of the temperature cycling test for an Sn-Pb solder joint

The temperature cycling test specified in the standard is mainly applied when obtaining the temperature cycling life at the solder joint between the device and the substrate. A modified Coffin-Manson's law is conventionally used to obtain thermal fatigue life as the temperature cycling life of the solder joint. It can conveniently be expressed as shown in Equation (A.1).

$$NF = C \times f^m \times (\Delta \varepsilon_{in})^{-n} \times \exp\left(\frac{H}{kT_{max}}\right) \quad (A.1)$$

where

NF is the number of failure cycles (thermal fatigue life)

C is the material constant

f is the On/Off frequency (cycles/day)

m is the frequency parameter

$\Delta \varepsilon_{in}$ is the inelastic strain range of thermal fatigue

n is the material constant (inverse of fatigue elongation exponent)

It is known that the soldering life is inversely proportional to the inelastic strain range of thermal fatigue.

k is the Boltzmann constant: $8,617\ 385 \times 10^{-5}$ (eV/K)

H is the activation energy of solder (eV)

The temperature dependence is expressed by exponential law

T_{max} is the maximum test temperature (K)

An acceleration factor: AF of the temperature cycling test under test and in field conditions is given as shown in Equation (A.2).

$$AF = \left[\frac{f_f}{f_t} \right]^m \times \left[\frac{\Delta T_f}{\Delta T_t} \right]^{-n} \times \exp \left[\frac{H}{k} \times \left(\frac{1}{T_{max-f}} - \frac{1}{T_{max-t}} \right) \right] \quad (A.2)$$

where

f_f is the number of On/Off cycles in the field (cycles/day)

f_t is the number of On/Off cycles under the test condition (cycles/day)

ΔT_f is the temperature variation in the field (°C)

ΔT_t is the temperature variation under test condition (°C)

T_{max-f} is the maximum temperature in the field (K)

T_{max-t} is the maximum temperature under test condition (K)

In the case of Sn-Pb solder joint, H is the activation energy of the solder which is 0,123 eV, k is a Boltzmann constant, m is 1/3, and n is 1,9 in general.

Table A.1 shows an example of temperature cycling test results of the acceleration factor in specific field conditions related to the temperature cycling test conditions.

Table A.1 – Example of test results of the acceleration factor (Sn63Pb37 solder alloy)

Conditions	$T_{\min}$ °C	$T_{\max}$ °C	ΔT °C	Temperature cycling frequency (cycles per day) ^a	Number of temperature cycles		Test result (acceleration factor in the field condition) ^b
					5 years	10 years	
Field	25	70	45	1	1 825	3 650	–
A	–40	125	165	72	365	730	5,0
B	–25	125	150	72	435	869	4,2
C	–30	80	110	72	1 217	2 433	1,5
^a Calculation was made assuming the hold time at maximum and minimum storage temperatures set to 7 min and the transition time from maximum storage temperature to minimum storage temperature and vice versa set to 3 min.							
^b These calculation results are, for example, an estimation of the number of test cycles according to Equation (A.2).							

NOTE The acceleration factors in Table A.1 are only applicable to the specified conditions.

Currently, it is possible that a computer simulation output using as finite element method can solve an equivalent inelastic strain range $\Delta\varepsilon_{\text{in}}$. The activation energy of solder, the fatigue elongation exponent and the acceleration factor can be obtained. The acceleration factor can be calculated from the obtained inelastic strain range instead of the temperature range ΔT of the accelerated test condition.

A.3 Temperature cycling life prediction method for an Sn-Ag-Cu solder joint

In the case of an Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy, a state of the art of fatigue life prediction model for lead-free solder is proposed that considers the microstructural characteristics of the Sn96,5Ag3Cu,5 solder joint.

This new fatigue life prediction model is a solution of the result of the physical analysis of the Coffin-Manson's law that examined the consideration of the material scientific factors related to microstructural variety involving thermo-mechanical fatigue characteristics of the lead-free Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy.

On reflection, basically the Coffin-Manson's empirical law is shown in Equation (A.3).

$$\Delta\varepsilon_{\text{in}} \cdot NF^{\alpha} = C \quad (\text{A.3})$$

where

NF is the number of failure cycles (thermal fatigue life)

C is the fatigue ductility coefficient

$\Delta\varepsilon_{\text{in}}$ is the inelastic strain range of thermal fatigue

α is the fatigue ductility exponent (inverse of material constant n)

In the case of Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy, the fatigue ductility exponent α is obtained from Equations (A.4) and (A.5). And the fatigue ductility coefficient C is derived from Equation (A.6), theoretically and experimentally.

$$\alpha = 0,6/(n'+1) \quad (\text{A.4})$$

where n' is cyclic strain hardening exponent which is determined by the following equation.

$$n' = A_1 \exp\left(\frac{Q}{RT}\right) \sqrt{\frac{1}{r}} \quad (\text{A.5})$$

where

T is the maximum temperature

A_1 and Q are material constants for the cyclic strain hardening exponent

r is radius of intermetallic compound during fatigue deformation which is determined by the thermal diffusion growth and the strain-enhanced growth due to cyclic deformation during the temperature cycling.

$$C = A_2 \cdot T - A_3 \quad (\text{A.6})$$

where A_2 and A_3 are material constants regarding the fatigue ductility coefficient.

The material constants are applied to become a function of the temperature and the microstructural factor during fatigue deformation resulting from the Equations (A.4), (A.5) and (A.6). It is possible to predict the fatigue life of the Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy given the temperature, time and microstructural change during the temperature cycling test by substituting the applied material constants to the Coffin-Manson's Equation (A.3).

This new fatigue life prediction model can calculate the acceleration factor AF using Equation (A.7).

$$AF = \frac{N_{\text{field}}}{N_{\text{test}}} = \frac{(C_{\text{field}} / \Delta \varepsilon_{\text{field}})^{1/\alpha_{\text{field}}}}{(C_{\text{test}} / \Delta \varepsilon_{\text{test}})^{1/\alpha_{\text{test}}}} = \left(\frac{C_{\text{field}}}{\Delta \varepsilon_{\text{field}}} \right)^{1/\alpha_{\text{field}}} \left(\frac{\Delta \varepsilon_{\text{test-max}}}{C_{\text{test-max}}} \right)^{1/\alpha_{\text{test}}} \quad (\text{A.7})$$

where

N_{field} is the number of failure cycles in the field condition (cycles)

N_{test} is the number of failure cycles under test condition (cycles)

C_{field} is the material constant in the field condition

C_{test} is the material constant under test condition

$\Delta \varepsilon_{\text{field}}$ is the inelastic strain range of thermal fatigue in the field

$\Delta \varepsilon_{\text{test}}$ is the inelastic strain range of thermal fatigue under test condition

α_{field} is the fatigue elongation exponent in the field

α_{test} is the fatigue elongation exponent under test condition

NOTE The temperatures T in the field and test condition are each maximum temperatures.

Table A.2 shows an example of temperature cycling test results of the acceleration factor in specific field conditions related to the temperature cycling test conditions.

Table A.2 – Example test results of the acceleration factor (Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy)

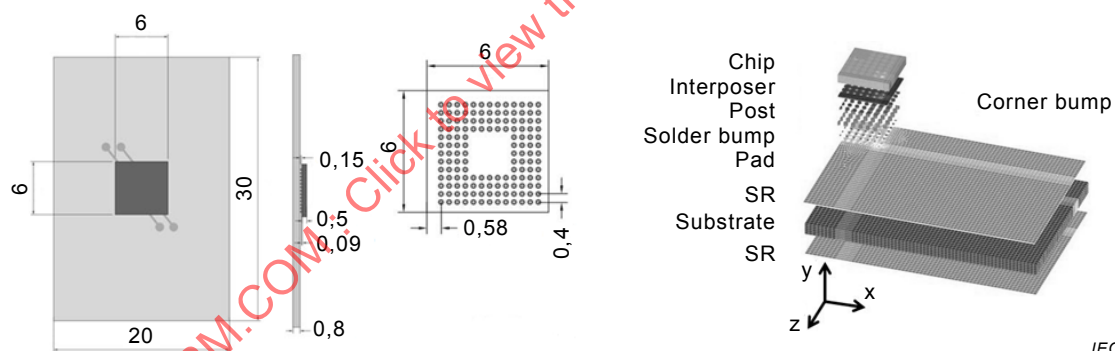
Conditions	$T_{\min}$ °C	$T_{\max}$ °C	ΔT °C	Temperature cycling frequency (cycles per day) ^a	Number of temperature cycles		Test result (acceleration factor in the field condition) ^b
					5 years	10 years	
Field	25	70	45	1	1 825	3 650	–
A	–40	125	165	40	119	239	15,3
B	–25	125	150	40	135	270	13,5
C	–30	80	110	40	493	986	3,7

^a The calculation was made assuming that the hold time at maximum and minimum storage temperatures is set to 15 min and the transition time from maximum storage temperature to minimum storage temperature and vice versa is set to 3 min.

^b These calculation results are, for example, an estimation of the number of test cycles using FBGA package device mounting on the FR-4 test substrate based on Equation (A.7).

NOTE The acceleration factors in Table A.2 are only applicable in the specified conditions.

The acceleration factors AF are calculated by a finite element analysis about the FBGA package device using this fatigue life model. An example is shown in Figure A.2. The acceleration factors AF are different for each test temperature range caused by two different mount substrate materials, between FR-4 and alumina, as shown in Figure A.1.



IEC

Units are in millimetres.

Figure A.1 – FBGA package device and FEA model for calculation of acceleration factors AF

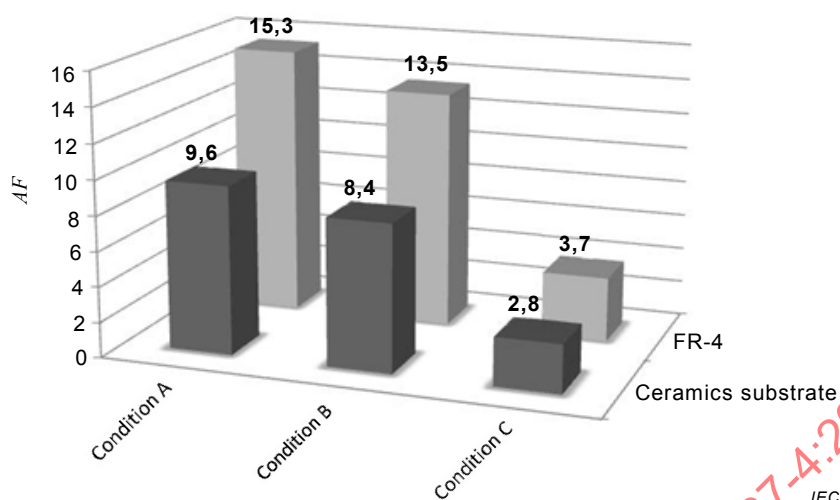


Figure A.2 – Example of acceleration factors AF with an FBGA package device using Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy

The fatigue life prediction model mentioned above is derived to consider a physical meaning of fatigue fracture behaviour from the fatigue test data of the Sn96,5Ag3Cu,5 solder joint, under the various temperature and the stress conditions. The fatigue characteristics reveal a state of alloy microstructure within the micro solder joint, using the fatigue test results of a single solder ball joint specimen such as BGA. They are shown in Figure A.3. The material constant of Equation (A.7) and the inelastic strain range of solder are listed in Table A.3. The material constant was determined according to Equations (A.4), (A.5) and (A.6) using experimental data as shown in Figure A.3.

Table A.3 – Material constant and inelastic strain range calculated by FEA for FBGA package devices as shown in Figure A.1 (Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy)

Conditions	Fatigue ductility exponent α	Fatigue ductility coefficient C	Inelastic strain range of solder	
			FR-4	Ceramics
Field	0,54	0,33	0,005	0,001 5
Condition A	0,53	0,44	0,03	0,007 1
Condition B	0,53	0,44	0,028	0,006 6
Condition C	0,51	0,35	0,013	0,003 6

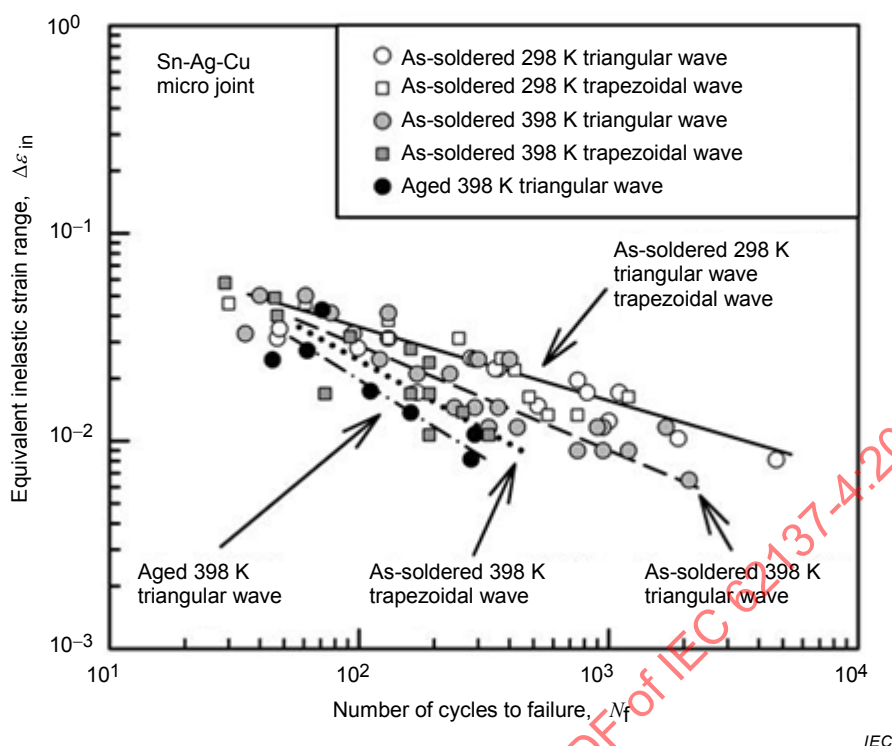


Figure A.3 – Fatigue characteristics of Sn96,5Ag3Cu,5 an alloy micro solder joint ($N_f = 20\%$ load drop from initial load)

A.4 Factor that affects the temperature cycling life of the solder joint

To analyse the test data so as to predict the acceleration characteristic in the field use, it is desirable to carry out the statistical process in the Weibull distribution, log normal distribution, etc.

Solder, both the thickness and the layer configuration of the substrate, as well as the packaging density on the substrate, significantly affect the temperature cycling life of the solder joint with the package being mounted on the substrate. It is well known that the temperature cycling life becomes about half, especially when the area array type packages are mounted on the same area of both sides of the substrate.

When the packages subject to the evaluation test can be mounted on a double sided substrate, it is recommended to evaluate the life of the solder joint with the packages mounted on the same area of both sides of the substrate.

Annex B (informative)

Electrical continuity test for solder joints of the package

B.1 General

This annex describes a test that allows to evaluate the solder joint durability of the package using electrical continuity.

B.2 Package and daisy chain circuit

The package for this test is a dummy package within which terminations are connected as shown in Figure B.1. All the terminations of the specimen and of the test substrate are connected alternately to form a daisy chain circuit after reflow soldering.

It is highly recommended that the structure of the package for this test has the same structure as that of the actual package to be evaluated.

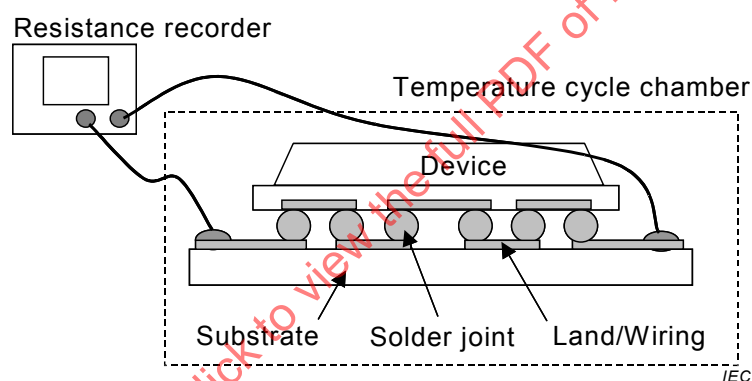


Figure B.1 – Example of a test circuit for the electrical continuity test of a solder joint

B.3 Mounting condition and materials

The specimen should be made according to the procedure specified in Clause 6 using test apparatus and the materials specified in Clause 5.

B.4 Test method

Measure the electrical resistance of the daisy chain before and after the accelerated stress conditioning specified in Clause 7 to evaluate the presence of a solder joint break. The resistance value of the daisy chain should be continuously monitored to find the degree of degradation of solder joints. It is desirable to continue the resistance measurement until a solder joint break is detected.

B.5 Temperature cycling test using the continuous electric resistance monitoring system

When evaluating the life of the solder joint on the substrate, conventionally, a failure such as the development of a crack was presumed by measuring the contact electrical resistance of

the specimen outside the temperature cycling chamber, in normal ambient temperature at certain moments. However, for the area array type packages subject to the evaluation of this standard, as shown in Figure B.2, a failure occurs at high temperatures as "open" indicated by infinite electrical resistance, but it recovers to normal resistance at normal ambient temperature.

Therefore, it is desirable during the temperature cycling test to monitor the electrical resistance continuously.

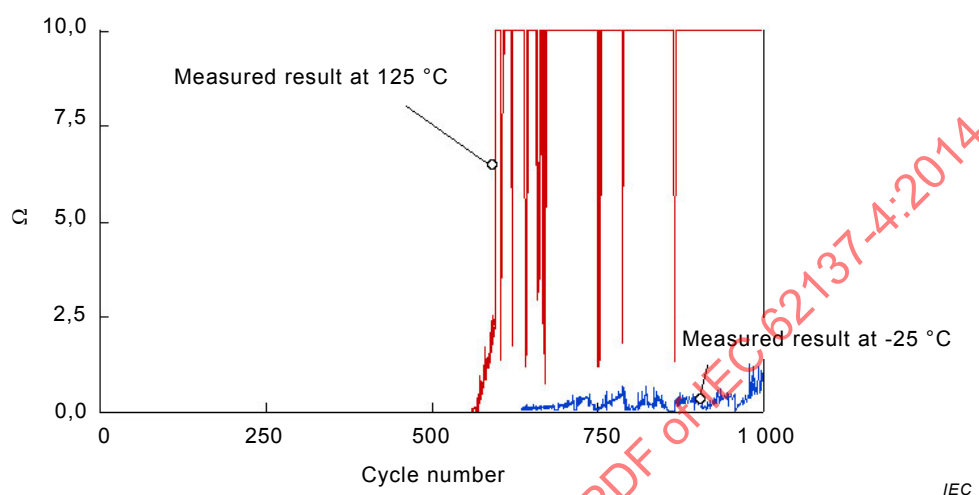


Figure B.2 – Measurement example of continuously monitored resistance in the temperature cycling test

Annex C (informative)

Reflow solderability test method for package and test substrate land

C.1 General

This annex gives an explanation to the test method for the reflow solderability of packages.

C.2 Test equipment

C.2.1 Test substrate

The test substrate should be as specified in 5.5.

C.2.2 Pre-conditioning oven

The pre-conditioning oven can maintain the conditions specified in the product specification for a long time.

The humidifier should maintain the temperature and humidity as specified in the product specification for a long time. The material of the oven at high temperature should not react. The water used for the test should be purified water or de-ionized water, with resistivity of 5 000 Ωm (0,5 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$) or higher (conductivity of 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ or less). The equipment should performed test according to IEC 60068-2-78.

C.2.3 Solder paste

The solder paste should be as specified in 5.6.

C.2.4 Metal mask for screen printing

The metal mask for screen printing should be as described in G.2.3.

C.2.5 Screen printing equipment

The screen printing equipment should be capable of solder printing as described in G.2.4.

C.2.6 Package mounting equipment

The package mounting equipment should be capable of mounting the packages as described in G.3.3.

C.2.7 Reflow soldering equipment

The reflow soldering equipment should meet the heating process conditions specified in Figure 2 or Figure 3. The temperature of the specimen should be measured at thermocouple measuring point A (the centre on the top of the package) and thermocouple measuring point B (the soldered inner part of the terminal), shown in Figure C.1.

Each thermocouple wire should be routed in such a way that there is no interference and no influence to the temperature measurement.

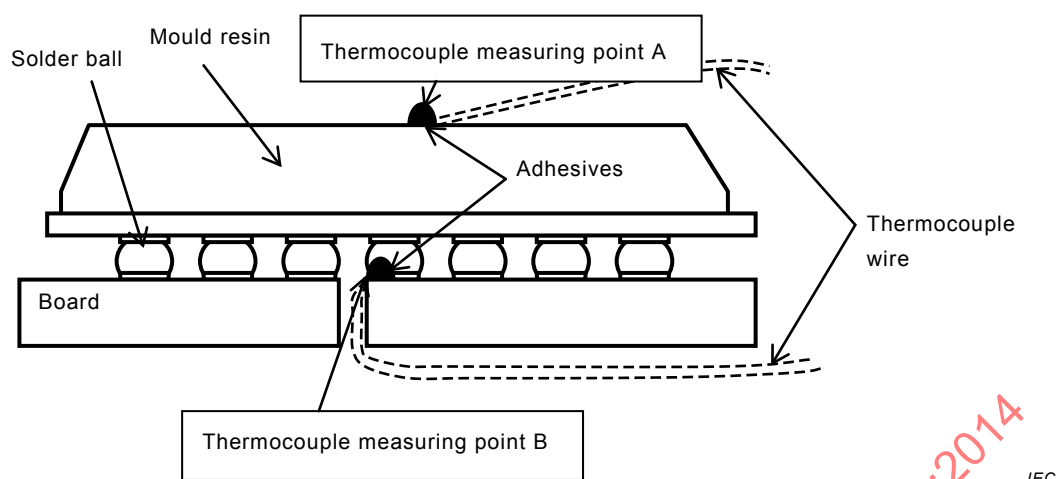


Figure C.1 – Temperature measurement of specimen using thermocouples

C.2.8 X-ray inspection equipment

The X-ray inspection equipment should be able to transparently observe the area array type packages being mounted on the test substrate.

C.3 Standard mounting process

C.3.1 Initial measurement

The initial measurement of the electrical characteristics of the specimen should be carried out according to the items and conditions specified in the product specification. Also, a visual inspection of the specimen, magnified 10 $\times$, should be carried out.

C.3.2 Pre-conditioning

When the product specification specifies the pre-conditioning as a moisture treatment, this pre-conditioning should be carried out under the specified conditions.

In the case where multiple reflow heating is specified in the product specification, the moisture treatment of the specimen should be repeated under the following specified conditions.

The multiple reflow heating methods are as follows.

- a) The multiple reflow heating is repeated after the moisture treatment.
- b) The moisture treatment and the reflow heating are performed one after the other.

C.3.3 Package mounting on test substrate

The package mounted on the test substrate becomes the specimen according to the standard mounting process described in Annex G. For Sn63Pb37 solder alloy, apply the reflow heating process that meets the reflow temperature profile in Figure 2. For Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy, apply the reflow temperature profile in Figure 3.

When the specimen is subjected to the multiple reflow heating process, apply the same reflow heating process as above.

C.3.4 Recovery

At the end of the test, and if necessary, the recovery process specified in the product specification should be carried out on the specimen.

C.3.5 Final measurement

Measure the electrical characteristics of the specimen according to the product specification. Also, a visual inspection of the specimen, magnified 10×, should be carried out.

The following items should then be checked:

- insufficient solder wetting;
- repelled solder;
- solder ball drop out;
- solder dissolution.

Then, using X-ray inspection equipment, check the soldered condition. If necessary, observe the cross-sectional view after the casting process in a resin.

C.4 Examples of faulty soldering of area array type packages

C.4.1 Repelled solder by contamination on the ball surface of the BGA package

Figure C.2 shows an example of a cross-sectional view of repelled solder caused by contamination on the solder ball surface. The solder ball surface was examined and the contamination was found to be organic material.

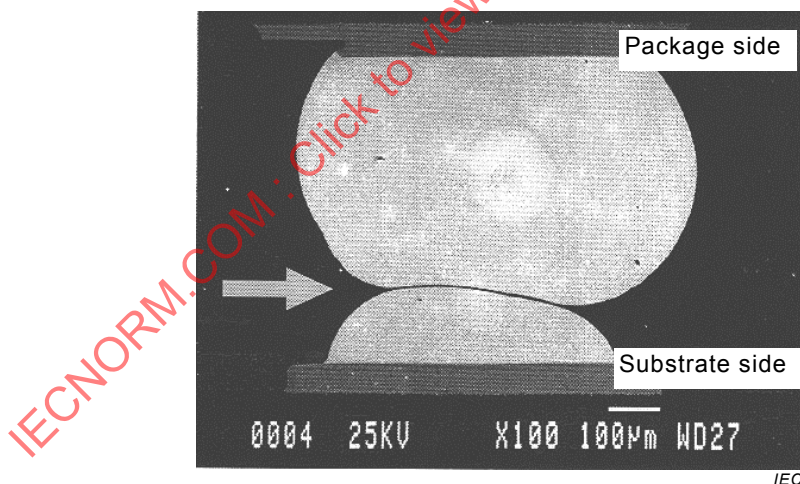


Figure C.2 – Repelled solder caused by contamination on the solder ball surface

C.4.2 Defective solder ball wetting caused by a crack in the package

Figure C.3 shows a defective soldering as a result of the solder ball drop caused by the moistening of the package.

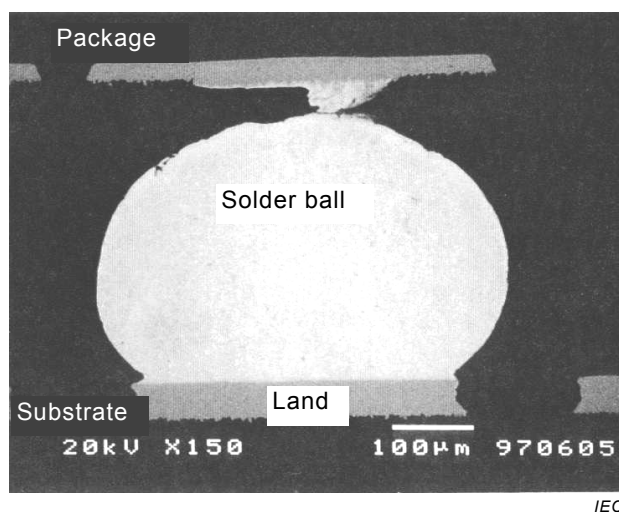


Figure C.3 – Defective soldering as a result of a solder ball drop

C.5 Items to be given in the product specification

The following items should be specified in the product specification.

- | | |
|---|--------------|
| a) Solder paste printing conditions (if different from C.2.3). | |
| b) Metal mask specifications (if different from C.2.4). | |
| c) Items and conditions of initial measurement | (see C.3.1). |
| d) Pre-conditioning conditions (if necessary) | (see C.3.2). |
| e) Reflow heating process conditions (if different from C.3.3). | |
| f) Multiple reflow was done or not, and moisture treatment conditions | (see C.3.3). |
| g) Recovery conditions (if necessary) | (see C.3.4). |
| h) Items and conditions of final measurement | (see C.3.5). |

Annex D (informative)

Test substrate design guideline

D.1 General

This annex gives an explanation to the test substrate design guideline. It applies to the design guideline of the printed wiring board to be used to evaluate the durability of packages.

In the case of the substrate, both of thickness and the layer configuration, as well as the mount congestion on the substrate, significantly affect the temperature cycling durability of the solder joint with the package being mounted on the substrate. It is well known that the durability of solder joint becomes about half particularly when the area array type packages are mounted on the same area of both sides of the substrate.

When the packages subject to the evaluation test are mounted on a double side of the printed wiring board, it is recommended to evaluate the life of the soldering with the components mounted on both sides of the substrate.

D.2 Design standard

D.2.1 General

The items listed below shall be taken into account for the design standard of the test substrate.

- a) Classification of the substrate specification (see D.2.2 and D.2.4).
- b) Test substrate thickness, number of layers, copper foil thickness.
- c) Material of the test substrate (see D.2.3).
- d) Land shape, land size and the surface finish (see D.2.5 and D.2.6).

D.2.2 Classification of substrate specifications

D.2.2.1 Types of classification of the test substrate

Both the substrate thickness and the number of layers of the test substrate applicable to the area array type packages are to be determined by selecting the appropriate type in Table D.1, according to the usage of the evaluation package subject to the test.

Table D.1 – Types classification of the test substrate

Types		Type A	Type B	Type C	Type D	Type E
Example of application		Cell phones, video cameras, recorders, etc.	Notebook type PCs, etc.	Desktop type PCs, etc.	Server, Telecommunications equipment, etc.	Pre-test, General
Substrate thickness		0,6 mm to 0,8 mm	1,0 mm to 1,2 mm	1,6 mm	2,4 mm	Not specified
Number of layers		4 layers or more	4 layers or more	4 layers or more	6 layers or more	1 layer or more
Terminal pitch	1,27 mm		X	X	X	X
	1,00 mm		X	X	X	X
	0,80 mm	X	X			X
	0,75 mm	X	X			X
	0,65 mm	X	X			X
	0,50 mm	X	X			X
	≤ 0,40 mm	X				X
Standard copper foil thickness (outer layer/ inner layer) ^a	18 µm/12 µm	X	X			X
	35 µm/18 µm		X	X	X	X
NOTE 1 Because the thickness and the number of layers of the substrates affect the solder joint reliability, the substrate types have been classified as types A through E. NOTE 2 The substrate design significantly depends on the terminal pitch of the component to be mounted. Therefore, the table shows the example of applications and the terminal pitch which corresponds to the application. The checked mark "X" indicates the major applications. NOTE 3 The copper foil thickness significantly depends on the terminal pitch of the component to be mounted. It also significantly depends on the method of the substrate manufacturing process. For this reason, this table gives two kinds of copper foil thicknesses for type B.						
^a Nominal dimensions.						

D.2.2.2 General comment

In general, thicker test substrates result in the degradation of the durability of the solder joint in the temperature cycling test. In view of the mechanical strength, the stress of the solder joint tends to decrease with the increase of the substrate thickness. It is therefore recommended to select the test substrate type according to the intended application and by paying attention to the requirements for test quality.

The copper foil thickness significantly depends on the pattern layout of the substrate, and also on the methods of the substrate manufacturing process. In order to increase the reliability of the solder joint, it is better to make the copper foil thicker. If this is the case, the terminal pitch becomes shorter, and it becomes difficult to print fine patterns. For the standard copper foil thickness, if the line to space ratio (line/space) of the printed pattern on the substrate needs to be set to 100/100 µm or less, it becomes necessary to produce thinner copper foil. It is assumed that such a process may be applied to the terminal pitch of an area array type of 0,8 mm pitch or less. In case of the terminal pitch which is more than 0,8 mm, the copper foil thickness will be more or less 18 µm when a build-up substrate is used. The copper foil thickness, when the thickness of the copper plating at the through-hole section is added, will be about 35 µm for the substrate in the conventional subtractive process. The substrates of Types A and B may have a build-up substrate. Therefore, a standard copper foil thickness of 18 µm is also included as a standard for them.

D.2.3 Material of the test substrate

The standard material of the test substrate is defined by IEC 61249-2-7 or IEC 61249-2-8 or in other standards related to material of the printed wiring board called FR-4.

D.2.4 Configuration of layers of the test substrate

Table D.2 shows the standard layers' configuration of the test substrates.

Table D.2 – Standard layers' configuration of test substrates

Types A, B, and C		Type D		Type E	
1 st layer	Signal path layer	1 st layer	Signal path layer	1 st layer	Signal path layer
2 nd layer	Plane layer or mesh layer	2 nd layer	Plane layer or mesh layer	2 nd layer	Plane layer or mesh layer (optional)
		3 rd layer	Plane layer or mesh layer		
3 rd layer	Plane layer or mesh layer	4 th layer	Plane layer or mesh layer		
		5 th layer	Plane layer or mesh layer		
4 th layer	Signal path layer	6 th layer	Signal path layer		
If a signal path cannot be made in the 1 st , 4 th and/or 6 th layer, use the internal plane layer or increase the number of layers.				It is recommended to include surface plating on the 1st layer added to the starting copper foil.	

D.2.5 Land shape of test substrate

Figure D.1 shows the standard land shapes.

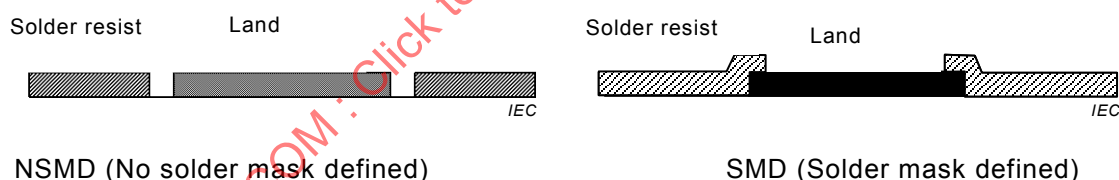


Figure D.1 – Standard land shapes of the test substrate

The standard surface finish of the land should be copper plating covered with heat-resistant pre-flux called organic solderability preservative (OSP).

The land of the test substrate should satisfy the quality evaluation methods of both Clause C.3 and Annex F.

D.2.6 Land dimensions of the test substrate

The land dimensions of the test substrate should be defined in the product specification.

The design guidelines for the land size of the area array type packages as BGA, FBGA, LGA, and FLGA are in accordance with IEC 61188-5-8.

The relationship between the package land diameter and the test substrate land diameter should be specified for the durability of the solder joint as follows.

- The durability of the solder joint will be increased with similar size of land diameter between the package and the test substrate.

- b) The durability of the solder joint will be increased when the test substrate land diameter is slightly larger than the land diameter of the package.

D.3 Items to be given in the product specification

The following items should be specified in the product specification.

- a) Type classification of the test substrate (see D.2.2).
- b) Test substrate size
- c) Substrate thickness (if different from D.2.2)
- d) Number of substrate layers (if necessary) (see D.2.2).
- e) Substrate layers configuration (if necessary) (see D.2.4).
- f) Copper foil thickness (if necessary) (see D.2.2).
- g) Test substrate materials (if necessary) (see D.2.2).
- h) Land shape (if necessary) (see D.2.5).
- i) Surface finish of land (if necessary) (see D.2.5).
- j) Land dimensions (if necessary) (see D.2.6).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62137-4:2014

Annex E (informative)

Heat resistance to reflow soldering for test substrate

E.1 General

This annex gives an explanation concerning the heat resistance with respect to reflow soldering of the test substrate.

When the test substrate has not sufficient thermal stability, the test substrate may get warpage during the reflow heating process, so that the temperature cycling test cannot sufficiently evaluate the durability of the solder joints.

E.2 Test apparatus

E.2.1 Pre-conditioning oven

The pre-conditioning oven can maintain the conditions specified in the product specification for a long time.

The humidifier should maintain the temperature and humidity as specified in the product specification for a long time. The material of the oven should not react at high temperature. The water used for the test should be purified or de-ionized water, with a resistivity of 5 000 Ωm (0,5 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$) or higher (conductivity of 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ or less). The equipment should perform the test according to IEC 60068-2-78.

E.2.2 Reflow soldering equipment

The reflow soldering equipment should meet the heating process conditions specified in Figure 2 or Figure 3. Otherwise the conditions specified in the product specification should be met.

E.3 Test procedure

E.3.1 General

Soaking in moisture is not to be a major problem for the printed wiring board materials with respect to resin materials of the package. A suitable moisture treatment is therefore recommended as pre-conditioning against humidity of the test substrate to obtain moisture sensitive material only. For example, a polyimide material is moisture sensitive.

E.3.2 Pre-conditioning

When the product specification indicates that the pre-conditioning be a moisture treatment, this pre-conditioning should be carried out in accordance with the specified conditions.

E.3.3 Initial measurement

The initial measurement should be carried out by visual inspection of the test substrate specimen, magnified 10 $\times$. The following checks should be carried out.

- Substrate curving or warping.
- Solder resist stripping.

E.3.4 Moistening process (1)

The test substrate specimen should be moistened using the pre-conditioning oven specified in E.2.1 under the conditions as specified in the product specification.

E.3.5 Reflow heating (1)

Using the reflow soldering equipment specified in E.2.2, heat up the test substrate in the condition specified in the product specification. Then, the surface temperature should be measured in the centre on the test substrate.

E.3.6 Moistening process (2)

When the test substrate is subjected to the reflow process twice, the test substrate should be moistened once again under the conditions as specified in the product specification.

E.3.7 Reflow heating process (2)

Unless otherwise specified in the product specification, heat the specimen once again as indicated in E.3.4.

E.3.8 Final measurement

The final measurement should be carried out by visual inspection of the test substrate, magnifying 10×. The following items should be checked.

- Substrate curving or warping/bending.
- Substrate or solder resist stripping.
- Substrate cracking.
- Substrate swelling.

E.4 Items to be given in the product specification

The following items should be specified in the product specification.

- | | |
|---|------------------------|
| a) Pre-conditioning conditions (if it is necessary to specify them) | (see E.3.2). |
| b) Moistening conditions (if it is necessary to specify them) | (see E.3.4 and E.3.6). |
| c) Reflow heating profile (if it is necessary to specify it) | (see E.3.5 and E.3.7). |
| d) Items for final measurement | (see E.3.8). |

Annex F (informative)

Pull strength measurement method for the test substrate land

F.1 General

This annex gives an explanation to the pull strength measurement method for the test substrate land.

When the test substrate has poor land pull strength, the temperature cycling test cannot sufficiently evaluate the durability of the solder joints. The following parameters have a large impact on the result.

- Pull speed.
- Temperature of attached pull strength test probe (probe heat bond method, see Figure F.1).
- Probe temperature during pull strength test (probe heat bond method, see Figure F.1).

F.2 Test apparatus and materials

F.2.1 Pull strength measuring equipment

The pull strength measuring equipment should meet the conditions of measurement described in F.3.2.

F.2.2 Reflow soldering equipment

The reflow soldering equipment should be capable of keeping the temperature as specified Clause 6. The temperature of the specimen should be measured around the land to be evaluated.

F.2.3 Test substrate

Unless otherwise specified in the product specification, the test substrate should be as indicated in 5.5, except for the daisy chain requirement.

F.2.4 Solder ball

The diameter of the solder ball used should be 60 % of the terminal pitch of the test substrate land. The composition should be equivalent to the one indicated in IEC 61190-1-3.

F.2.5 Solder paste

The solder paste should be as specified in 5.6.

F.2.6 Flux

The flux should be equivalent to the flux quality classification specified in IEC 61190-1-1.

F.3 Measurement procedure

F.3.1 Pre-conditioning

Unless otherwise specified in the product specification, the reflow heating process as specified in Clause 6 should be applied twice to the test substrate.

F.3.2 Solder paste printing

The solder paste should be printed on the test substrate land according to G.3.2.

F.3.3 Solder ball placement

The solder ball should be placed on the solder paste printed land.

F.3.4 Reflow heating process

The solder ball on the test substrate should be melted and bonded securely on the test substrate land used by the reflow heating process, as specified in Clause 6.

F.3.5 Pull strength measurement

F.3.5.1 General

The pull strength of the test substrate land should be measured using the probe heat bond method or ball pinch method shown in Figure F.1.

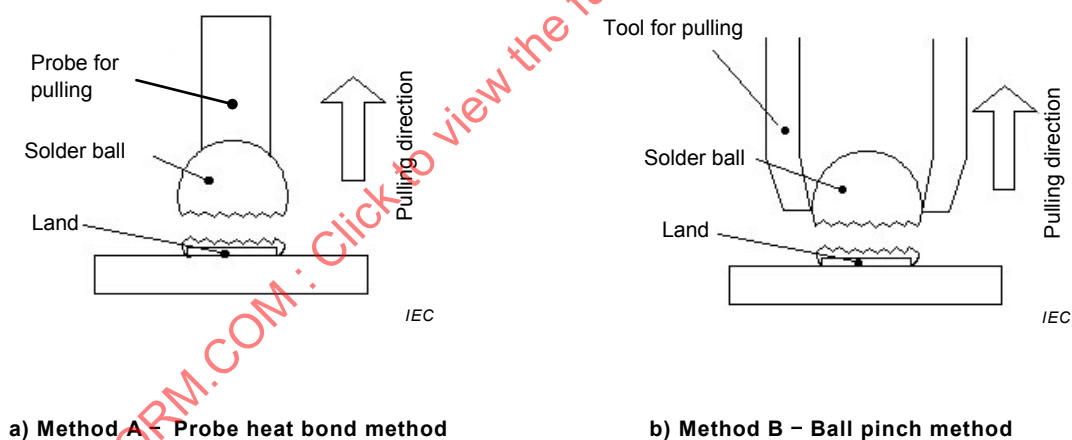


Figure F.1 – Measuring methods for pull strength

F.3.5.2 Pull strength measuring method A – Probe heat bond method

F.3.5.2.1 Probe heat bond

Transfer the flux to the tip of the probe for the pull strength test, to which solder plating or other finish is applied. Then bond the probe to the solder ball by heating up the probe to $(220 \pm 20) ^\circ\text{C}$.

F.3.5.2.2 Measurement

Cool down the probe to $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$, then pull it out at a speed of $(0,3 \pm 0,05) \text{ mm/s}$ while test substrate is fixed. See Figure F.1 a).

Record the force as pull strength after breaking.

F.3.5.3 Pull strength measuring method B – Ball pinch method

Using the tool, pinch the solder ball, then pull it out at a speed of $(0,3 \pm 0,05)$ mm/s while the test substrate is fixed. See Figure F.1 b).

Record the force as pull strength after breaking.

F.3.6 Final measurement

After measuring the pull strength, observe the shape of the stripped surface and then note the breaking mode listed below.

- Mode A: breaking in the solder ball.
- Mode B: stripping between the solder ball and the land on the substrate.
- Mode C: stripping between the land on the substrate and the substrate material.

The pull strength should not be significantly weakened. If many breakings in Mode C have been observed, the test substrate may have some adhesion problems.

F.4 Items to be given in the product specification

The following items should be specified in the product specification.

- | | |
|---|--------------|
| a) Pre-conditioning conditions (if it is necessary to specify them) | (see F.3.1). |
| b) Solder ball usage | (see F.3.3). |
| c) Method of pull strength measurement | (see F.3.5). |
| d) Conditions of pull strength measurement | (see F.3.5). |
| e) Measured value of pull strength | (see F.3.6). |
| f) Breaking mode | (see F.3.6). |

Annex G (informative)

Standard mounting process for the packages

G.1 General

This annex gives an explanation to the standard mounting process for the packages.

G.2 Test apparatus and materials

G.2.1 Test substrate

The test substrate should be as specified in 5.5.

NOTE The required items concerning the test substrate are described in Annex C to Annex F to confirm the quality of the test substrate.

G.2.2 Solder paste

The solder paste should be as specified in 5.6.

G.2.3 Metal mask for screen printing

The stencil used should conform to the design standard shown in Table G.1.

Table G.1 – Stencil design standard for packages

Terminal type	Stencil thickness	Aperture diameter
Area array	120 μm to 150 μm	Match with the land size specified in 5.5 c)

There are three processing methods of the metal mask, the etching method, the additive method, and the laser processing method. It is recommended to use the stencil made by the additive method or by the laser processing method, whose solder paste printing characteristic is superior because of a fine pitch process.

G.2.4 Screen printing equipment

The screen printing equipment should be capable of solder printing as described in G.3.2.

G.2.5 Package mounting equipment

The package mounting equipment should be capable of mounting the package described in G.3.3.

G.2.6 Reflow soldering equipment

The reflow soldering equipment should be capable of maintaining the temperature as specified in G.3.4.

G.3 Standard mounting process

G.3.1 Initial measurement

The initial electrical measurement of the package should be carried out according to the product specification. In addition, a visual inspection shall be carried out on the package to verify that there is no apparent damage, by magnifying it 10 $\times$.

G.3.2 Solder paste printing

Using the stencil mask described in G.2.3, print the solder paste as described in G.2.2 so that there is no lacking, exuding or bridging that occurs on the test substrate.

Solder paste should be printed under print conditions set up in such a way as to avoid the defects listed below and as shown in Figure G.1.

- Paste icicle produced when the stencil is removed.
- Recess in the middle section of the paste.
- Paste sagging.

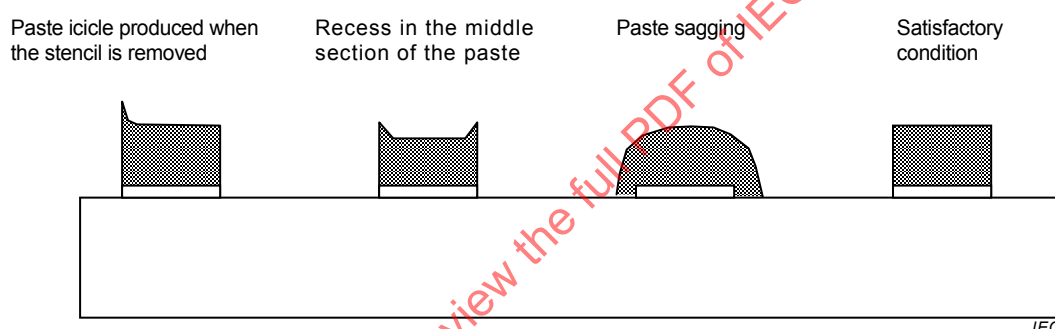


Figure G.1 – Example of printed conditions of solder paste

It is also important to select print conditions that can avoid misaligned and faint prints.

G.3.3 Package mounting

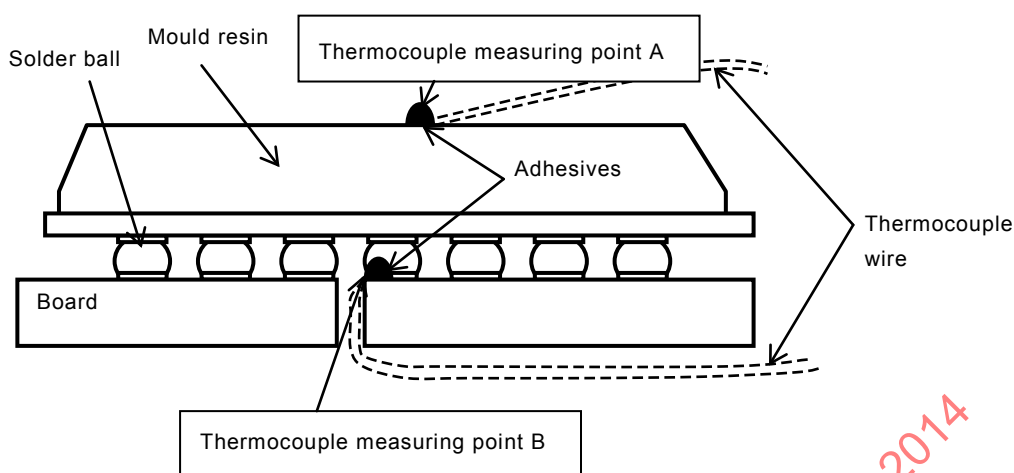
Mount the package on the test substrate, on which solder paste has been printed as described in G.2.2.

G.3.4 Reflow heating process

Heat up the specimen as the package mounted on the test substrate using the reflow temperature profile shown in Figure 2 or Figure 3, and the soldering that has been processed.

The temperature of the specimen should be measured at the thermocouple measuring point A (the centre on the top of the package) and thermocouple measuring point B (the soldered inner part of the terminal), as shown in Figure G.2.

Each thermocouple wire should be routed in such a way that there is no interference and no influence to the temperature measurement.



IEC

Figure G.2 – Temperature measurement of the specimen using thermocouples

G.3.5 Recovery

After completion of the test, if necessary, leave the specimen under the standard condition for the time specified in the product specification.

G.3.6 Final measurement

The final electrical measurement of the specimen should be carried out according to the product specification. In addition, a visual inspection should be carried out on the specimen to verify that there is no apparent damage, by magnifying it 10×. The following checks should be carried out.

- Insufficient solder wetting.
- Repelled solder.
- Solder ball drop out.
- Solder dissolution.

G.4 Items to be given in the product specification

The following items should be specified in the product specification.

- a) Solder paste (if different from G.2.2).
- b) Metal mask specification (if different from G.2.3).
- c) Items and conditions of initial measurement (see G.3.1).
- d) Solder paste printing conditions (if different from G.3.2).
- e) Reflow heating process conditions (if different from G.3.4).
- f) Recovery conditions (if necessary) (see G.3.5).
- g) Items and conditions of final measurement (see G.3.6).

Annex H (informative)

Mechanical stresses to the packages

H.1 General

This annex gives an explanation to the mechanical stress after mounting of the packages on the printed wiring board.

When the mechanical stresses are loaded to the mounted package, the temperature cycling test may be subjected to any effects with respect to the durability of the solder joints.

H.2 Mechanical stresses

For the durability test concerning the mechanical stresses for the mounted packages, the test should be selected and carried out by taking into account the relationship between the type of mechanical stresses and the actual use conditions.

The type of the mechanical stresses and the example of the quality requirement presume a fault mechanism. A supposed example of factors and the evaluation methods are shown in Table H.1.

Table H.1 – Mechanical stresses to mounted area array type packages

Types of stress	Example of quality requirements	Presumed fault mechanism	Example of evaluation methods
Transient bending	No break at bending displacement X mm	Over stress fracture occurs to joint caused by the substrate bending	Monotonic bending test described in IEC 62137-3:2011, Annex D
Cyclic bending	No break at key typing X times	Fatigue fracture occurs to joint caused by the cyclic bending of the substrate	Cyclic bending strength test specified in IEC 62137-1-4
Shock	No break during drop Y times from drop height X m	Drop shock stress fracture occurs to the joint caused by transient bending to the substrate in a piece of equipment	Cyclic drop test specified in IEC 62137-1-3 or IEC 60068-2-27
Permanent bending	No break during Y h at bending displacement X mm	Creep fracture occurs to the joint caused by a substrate bending stress	Creep test specified in IEC 60068-2-21:2006, 8.5.1
Vibration	No break during X Hz/Y g/Z h	Fatigue fracture occurs to the joint caused by the substrate cyclic bending stress or transient bending stress from the vibration	IEC 60068-2-6 or IEC 60068-2-21:2006, 8.5.1 specified

Bibliography

IEC 60068-1:1998, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1(1992)

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-21:2006, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-44:1995, *Environmental testing – Part 2-44: Tests – Guidance on 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 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60749-1:2002, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 1: General*

IEC 60749-20:2008, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20: Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat*

IEC 60749-20-1:2009, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 20-1: Handling, packing, labelling and shipping of surface-mount devices sensitive to the combined effect of moisture and soldering heat*

IEC 61188-5-8, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-8: Attachment (land/joint) considerations – Area array components (BGA, FBGA, CGA, LGA)*

IEC 61189-3:2007, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)*

IEC 61189-5, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 5: Test methods for printed board assemblies*

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

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

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

IEC 62137-1-3, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-3: Cyclic drop test*

IEC 62137-1-4:2009, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-4: Cyclic bending test*

Rao R. Tummala, E. J. Rymaszewski, A. G. Klopfenstein (Edited), *“Microelectronics Packaging Handbook second edition on CD-ROM”* CHAPMAN & HALL

John H. LAU (Edited), *“Ball Grid Array Technology”* p153-162, MacGraw-Hill, Inc.

Kuniaki Takahashi, *“Large BGA Packaging Technology for Note-PC”* (in Japanese), SMT Forum '96, Japan

Kuniaki Takahashi, *“BGA·CSP Packaging Technology and Evaluation Method for Note-PC”* (in Japanese), SMT Forum'98, Japan

Katsuya Kosuge, *“Standardization of High Density Packaging and CSP Evaluation Technology”* (in Japanese), SMT Forum'98, Japan

Yuuji Ooto et al., *“Temperature and Frequency dependence of Fatigue elongation exponent and the coefficient of Sn-Ag-Cu Micro solder”* (in Japanese), 24th JEP Spring Conference Proceedings, pp.310-311, (2010)

Y. Kanda and Y. Kariya, *“Influence of Asymmetrical Waveform on Low-Cycle Fatigue Life of Micro Solder Joint”*, Journal of Electronic Materials: Volume 39, Issue 2 (2010)

Y. Kanda, Y. Kariya and Y.Oto, *“Influence of Cyclic Strain-Hardening Exponent on Fatigue Ductility Exponent for a Sn-Ag-Cu Micro-Solder Joint”*, Journal of Electronic Materials (2011)

Y. Kanda, Y. Kariya and T. Tasaka, *“Effect of Strain-Enhanced Microstructural Coarsening on the Cyclic Strain-Hardening Exponent of Sn-Ag-Cu Joints”*, Materials Transactions, Vol. 53, No.12, (2012)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62137-4:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	48
1 Domaine d'application	50
2 Références normatives	50
3 Termes, définitions et abréviations	51
3.1 Termes et définitions	51
3.2 Abréviations	51
4 Généralités	52
5 Appareillage et matériaux d'essai	52
5.1 Éprouvette	52
5.2 Matériel de soudage par refusion	52
5.3 Chambre de cycle de température	52
5.4 Enregistreur de résistance électrique	52
5.5 Substrat d'essai	53
5.6 Pâte à souder	53
6 Préparation de l'éprouvette	54
7 Essai de cycle de température	55
7.1 Préconditionnement	55
7.2 Mesures initiales	55
7.3 Mode opératoire d'essai	55
7.4 Critère de fin de l'essai	57
7.5 Reprise	57
7.6 Mesures finales	57
8 Durée de vie de cycle de température	57
9 Points à spécifier dans la spécification de produit appropriée	58
Annexe A (informative) Accélération de l'essai de cycle de température pour des joints brasés	59
A.1 Généralités	59
A.2 Accélération de l'essai de cycle de température pour un joint brasé Sn-Pb	59
A.3 Méthode de prédiction de la durée de vie de cycle de température pour un joint brasé Sn-Ag-Cu	60
A.4 Facteur influant sur la durée de vie du cycle de température du joint brasé	64
Annexe B (informative) Essai de continuité électrique des joints brasés du boîtier	65
B.1 Généralités	65
B.2 Boîtier et circuit en guirlande	65
B.3 Condition de montage et matériaux	65
B.4 Méthode d'essai	65
B.5 Essai de cycle de température utilisant le système de contrôle continu de la résistance électrique	66
Annexe C (informative) Méthode d'essai de brasabilité par refusion pour le boîtier et la plage du substrat d'essai	67
C.1 Généralités	67
C.2 Matériel d'essai	67
C.2.1 Substrat d'essai	67
C.2.2 Étuve de préconditionnement	67
C.2.3 Pâte à souder	67
C.2.4 Épargne métallique pour sérigraphie	67

C.2.5	Matériel de sérigraphie	67
C.2.6	Matériel de montage du boîtier	67
C.2.7	Matériel de soudage par refusion.....	67
C.2.8	Appareil de contrôle à rayons X.....	68
C.3	Processus de montage normalisé	68
C.3.1	Mesures initiales.....	68
C.3.2	Préconditionnement.....	68
C.3.3	Montage du boîtier sur le substrat d'essai.....	68
C.3.4	Reprise.....	69
C.3.5	Mesures finales	69
C.4	Exemple de soudure défectueuse de boîtiers de type matriciel	69
C.4.1	Soudure repoussée par contamination de la surface de boule du boîtier BGA	69
C.4.2	Mouillage défectueux de la boule de soudure par fissure dans le boîtier	69
C.5	Points à mentionner dans la spécification du produit.....	70
Annexe D (informative)	Lignes directrices pour la conception du substrat d'essai	71
D.1	Généralités	71
D.2	Norme de conception	71
D.2.1	Généralités	71
D.2.2	Classification des spécifications du substrat	71
D.2.3	Matériau du substrat d'essai	73
D.2.4	Configuration des couches du substrat d'essai	73
D.2.5	Forme de la plage du substrat d'essai.....	73
D.2.6	Dimensions des plages de connexion du substrat d'essai	74
D.3	Points à mentionner dans la spécification du produit.....	74
Annexe E (informative)	Résistance thermique du soudage par refusion pour le substrat d'essai.....	75
E.1	Généralités	75
E.2	Appareillage d'essai.....	75
E.2.1	Étuve de préconditionnement	75
E.2.2	Matériel de soudage par refusion.....	75
E.3	Mode opératoire d'essai.....	75
E.3.1	Généralités.....	75
E.3.2	Préconditionnement.....	75
E.3.3	Mesures initiales.....	75
E.3.4	Processus d'humidification (1).....	76
E.3.5	Fusion thermique (1)	76
E.3.6	Processus d'humidification (2).....	76
E.3.7	Processus de fusion thermique (2).....	76
E.3.8	Mesures finales	76
E.4	Points à mentionner dans la spécification du produit.....	76
Annexe F (informative)	Méthode de mesure de la résistance à la traction pour la plage du substrat d'essai	77
F.1	Généralités	77
F.2	Appareillage et matériaux d'essai.....	77
F.2.1	Matériel de mesure de la résistance à la traction	77
F.2.2	Matériel de soudage par refusion.....	77
F.2.3	Substrat d'essai.....	77
F.2.4	Boule de soudure	77

F.2.5	Pâte à souder	77
F.2.6	Flux	77
F.3	Mode opératoire de mesure	78
F.3.1	Préconditionnement	78
F.3.2	Dépôt de pâte à souder	78
F.3.3	Emplacement des boules de soudure	78
F.3.4	Processus de fusion thermique	78
F.3.5	Mesure de la résistance à la traction	78
F.3.6	Mesures finales	79
F.4	Points à mentionner dans la spécification du produit	79
Annexe G (informative)	Processus de montage normalisé des boîtiers	80
G.1	Généralités	80
G.2	Appareillage et matériaux d'essai	80
G.2.1	Substrat d'essai	80
G.2.2	Pâte à souder	80
G.2.3	Épargne métallique pour sérigraphie	80
G.2.4	Matériel de sérigraphie	80
G.2.5	Matériel de montage du boîtier	80
G.2.6	Matériel de soudage par refusion	80
G.3	Processus de montage normalisé	81
G.3.1	Mesures initiales	81
G.3.2	Dépôt de pâte à souder	81
G.3.3	Montage du boîtier	81
G.3.4	Processus de fusion thermique	81
G.3.5	Reprise	82
G.3.6	Mesures finales	82
G.4	Points à mentionner dans la spécification du produit	82
Annexe H (informative)	Contraintes mécaniques sur les boîtiers	83
H.1	Généralités	83
H.2	Contraintes mécaniques	83
Bibliographie		84
Figure 1	– Région d'évaluation de l'essai d'endurance	52
Figure 2	– Profil de soudage par refusion type pour alliage de soudure Sn63Pb37	54
Figure 3	– Profil de soudage par refusion type pour alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5	55
Figure 4	– Conditions d'essai de l'essai de cycle de température	56
Figure A.1	– Dispositif sous boîtier FBGA et modèle FEA pour le calcul des coefficients d'accélération AF	63
Figure A.2	– Exemple de coefficients d'accélération AF avec un dispositif sous boîtier FBGA utilisant un alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5	63
Figure A.3	– Caractéristiques de fatigue d'un joint de microsoudure d'alliage Sn96,5Ag3Cu,5 ($N_f = 20$ % perte de charge par rapport à la charge initiale)	64
Figure B.1	– Exemple de circuit d'essai pour l'essai de continuité électrique d'un joint brasé	65
Figure B.2	– Exemple de mesure de la résistance contrôlée en continu lors de l'essai de cycle de température	66
Figure C.1	– Mesure de la température de l'éprouvette en utilisant des thermocouples	68

Figure C.2 – Soudure repoussée par contamination sur la surface de la boule de soudure	69
Figure C.3 – Soudure défectueuse en raison d'une coupure de la boule de soudure	70
Figure D.1 – Formes des plages de connexion normales du substrat d'essai	73
Figure F.1 – Méthodes de mesure de la résistance à la traction	78
Figure G.1 – Exemple de conditions de dépôt de la pâte à souder	81
Figure G.2 – Mesure de la température de l'éprouvette en utilisant des thermocouples.....	82
 Tableau 1 – Conditions d'essai de l'essai de cycle de température	 56
Tableau A.1 – Exemple de résultats d'essai du facteur d'accélération (alliage de soudure Sn63Pb37)	60
Tableau A.2 – Exemple de résultats d'essai du facteur d'accélération (alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5).....	62
Tableau A.3 – Constante de matériau et plage de contrainte inélastique, calculée par FEA pour des dispositifs sous boîtier FBGA représentés à la Figure A.1 (alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5).....	64
Tableau D.1 – Classification des types de substrat d'essai	72
Tableau D.2 – Configuration normalisée des couches des substrats d'essai	73
Tableau G.1 – Norme de conception du stencil pour les boîtiers	80
Tableau H.1 – Contraintes mécaniques sur les boîtiers montés de type matriciel	83

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUE D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 4: Méthodes d'essais d'endurance des joints brasés des composants pour montage en surface à boîtiers de type matriciel

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62137-4 a été établie par le comité d'étude 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

L'IEC 62137-4 (première édition) annule et remplace l'IEC 62137:2004. Cette édition constitue une révision technique.

L'IEC 62137-4 inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 62137:2004:

- les conditions d'essai pour l'utilisation d'une soudure sans plomb ont été incluses;

- les conditions d'essai pour des soudures sans plomb ont été ajoutées;
- les accélérations de l'essai de cycle de température pour des joints brasés ont été ajoutées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1188/FDIS	91/1205/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62137, publiées sous le titre général *Technique d'assemblage des composants électroniques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Il convient donc que les utilisateurs impriment cette publication en utilisant une imprimante couleur.

TECHNIQUE D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 4: Méthodes d'essais d'endurance des joints brasés des composants pour montage en surface à boîtiers de type matriciel

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62137 spécifie la méthode d'essai des joints brasés des boîtiers de type matriciel montés sur la carte de câblage imprimé, visant à évaluer la durabilité des joints brasés par rapport aux contraintes thermiques et mécaniques.

La présente partie de l'IEC 62137 s'applique aux dispositifs à semiconducteurs pour montage en surface avec boîtiers de type matriciel (FBGA, BGA, FLGA et LGA) incluant les boîtiers de type à bornes périphériques (SON et QFN) qui sont destinés à être utilisés dans des matériels électriques ou électroniques industriels ou grand public.

Un facteur d'accélération de la dégradation des joints brasés des boîtiers par l'essai de cycle de température, dû à la contrainte thermique après montage, est décrit à l'Annexe A.

L'Annexe H donne quelques explications concernant les divers types de contraintes mécaniques après montage.

La méthode d'essai spécifiée dans la présente norme n'est pas destinée à évaluer les dispositifs à semiconducteurs eux-mêmes.

NOTE 1 Les conditions d'assemblage, les cartes imprimées, les matériaux de brasage, et ainsi de suite, affectent de manière significative le résultat des essais spécifiés dans cette norme. Par conséquent, l'essai indiqué dans cette norme n'est pas considéré comme celui que l'on utilise pour garantir la fiabilité des boîtiers.

NOTE 2 La méthode d'essai n'est pas nécessaire s'il n'y a pas de contraintes (mécaniques ou autres) sur les joints brasés dans l'utilisation en situation et la manipulation après montage.

2 Références normatives

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

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

IEC 60191-6-2, *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs – Partie 6-2: Règles générales pour la préparation des dessins d'encombrement des dispositifs à semiconducteurs pour montage en surface – Guide de conception pour les boîtiers à broches en forme de billes et de colonnes, avec des pas de 1,50 mm, 1,27 mm et 1,00 mm*

IEC 60191-6-5, *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs – Partie 6-5: Règles générales pour la préparation des dessins d'encombrement des dispositifs à*

semiconducteurs pour montage en surface – Guide de conception pour les boîtiers matriciels à billes et à pas fins (FBGA)

IEC 60194, *Conception, fabrication et assemblage des cartes imprimées – Termes et définitions*

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

IEC 61249-2-7, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-7: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuille stratifiée tissée de verre E avec de la résine époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre*

IEC 61249-2-8, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-8: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées renforcées en tissu de fibres de verre époxyde bromé modifié, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre*

IEC 62137-3:2011, *Techniques d'assemblage des composants électroniques – Partie 3: Guide de choix des méthodes d'essai d'environnement et d'endurance des joints brasés*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60191-6-2, l'IEC 60191-6-5 et l'IEC 60194, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

durée de vie de cycle de température

durée s'écoulant jusqu'à l'atteinte d'une perte d'état de performance selon accord entre les partenaires commerciaux pendant l'essai de cycle de température

3.1.2

détecteur d'interruption momentanée

instrument capable de détecter une discontinuité électrique dans les circuits en guirlande

Note 1 à l'article: Voir l'Annexe B pour l'essai de continuité électrique d'un joint brasé.

3.2 Abréviations

FBGA	Boîtier matriciel à billes et à pas fins (<i>Fine-pitch ball grid array</i>)
BGA	Boîtier matriciel à billes (<i>Ball grid array</i>)
FLGA	Boîtier matriciel à zone de contact plate et à pas fins (<i>Fine-pitch land grid array</i>)
LGA	Boîtier matriciel à zone de contact plate (<i>Land grid array</i>)
SON	Petit boîtier sans connexion (<i>Small outline non-leaded package</i>)
QFN	Boîtier plat quadrangulaire sans connexion (<i>Quad flat-pack non-leaded package</i>)
CMS	Composant pour montage en surface
OSP	Conservateur de brasabilité organique (<i>Organic solderability preservative</i>)
FR-4	Retardateur de flamme de type 4 (<i>Flame retardant type 4</i>)
FEA	Analyse par la méthode des éléments finis (<i>Finite element method analysis</i>)
CGA	Boîtier matriciel en colonne (<i>Column grid array</i>)

4 Généralités

Les régions des joints brasés à évaluer sont représentées à la Figure 1. La méthode d'essai de la présente norme est applicable à l'évaluation de la durabilité des joints brasés à une contrainte thermique sur le boîtier monté sur un substrat, mais pas à l'essai de la résistance mécanique du boîtier lui-même.

Les conditions du conditionnement de contrainte accéléré par un essai de cycle de température peuvent donc dépasser la plage de température maximale admissible pour le boîtier.

La méthode d'essai spécifiée dans la présente norme s'applique principalement au joint brasé entre substrats d'une carte imprimée et le boîtier en tant que cible d'évaluation. Toutefois, les résultats d'essai dépendent de conditions telles que la méthode de montage et l'état, les matériaux et la carte imprimée, etc. Voir de l'Annexe C à l'Annexe G.

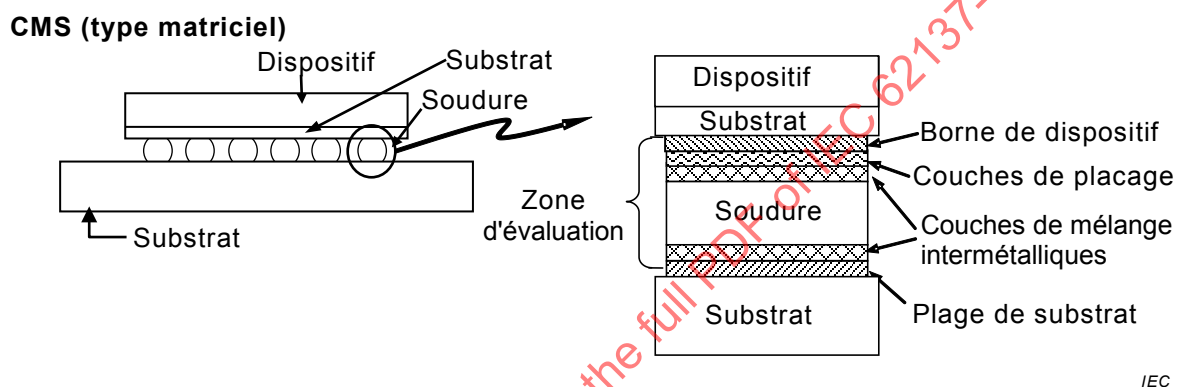


Figure 1 – Région d'évaluation de l'essai d'endurance

5 Appareillage et matériaux d'essai

5.1 Éprouvette

L'éprouvette est constituée du boîtier monté sur le substrat d'essai (pour la préparation, se référer à l'Article 6).

5.2 Matériel de soudage par refusion

Le matériel de soudage par refusion doit permettre d'obtenir le profil de température de soudage par refusion spécifié à l'Article 6. Des exemples de profil de température sont présentés à la Figure 2 et à la Figure 3.

NOTE Un processus de montage normalisé pour le boîtier est présenté à l'Annexe G.

5.3 Chambre de cycle de température

La chambre de cycle de température doit permettre d'obtenir le profil de cycle de température spécifié à la Figure 4. Les exigences générales de la chambre de cycle de température sont spécifiées dans l'IEC 60068-2-14.

5.4 Enregistreur de résistance électrique

L'enregistreur de résistance électrique doit permettre de détecter une interruption de la continuité électrique dans le circuit en guirlande. S'il n'y a aucun doute sur le résultat de la mesure, il convient d'utiliser un instrument de mesure de résistance électrique doté d'un

détecteur d'interruption momentanée et/ou d'un enregistreur de données de résistance électrique en continu.

Il convient que la sensibilité du détecteur d'interruption soit suffisante pour détecter une interruption momentanée de 100 μ s. De plus, il convient que la plage de l'instrument de mesure de résistance électrique permette de mesurer une résistance dépassant 1 000 Ω .

5.5 Substrat d'essai

Sauf indication contraire dans les spécifications du produit, le substrat d'essai doit être comme suit:

a) Matériau du substrat d'essai

Le matériau du substrat d'essai doit être une carte imprimée simple face à usage général, par exemple des feuilles stratifiées renforcées en tissu de fibre de verre époxyde plaquées cuivre, comme spécifié dans l'IEC 61249-2-7 ou l'IEC 61249-2-8. L'épaisseur doit être égale à $(1,6 \pm 0,2)$ mm, feuille de cuivre incluse. L'épaisseur de la feuille de cuivre doit être de (35 ± 10) μ m.

NOTE 1 La résistance thermique au soudage par refusion pour le substrat d'essai est décrite à l'Annexe E.

b) Dimensions du substrat d'essai

Les dimensions du substrat d'essai dépendent des dimensions et de la forme du boîtier monté. Les dimensions du substrat d'essai doivent toutefois être fixées sur le matériel d'essai de résistance à la traction.

c) Forme et dimensions de la plage de connexion

Il convient que la forme et les dimensions de la plage de connexion soient comme spécifié dans l'IEC 61188-5-8 ou comme recommandé par le fabricant du boîtier.

De plus, le substrat d'essai et le boîtier d'essai doivent être conçus de telle sorte que leur plage d'accueil forme un circuit en guirlande après montage pour la mesure de continuité électrique.

NOTE 2 L'Annexe D fournit un guide de conception du substrat d'essai.

NOTE 3 L'Annexe C fournit un essai de brasabilité de la plage du substrat. Et l'Annexe F fournit un essai de résistance pour la plage du substrat.

d) Finition de surface de la plage d'accueil

Si la spécification de produit le précise, une région brasable (plage d'accueil du substrat d'essai) doit être traitée de manière convenable contre l'oxydation, par exemple, au moyen d'une couche organique de conservation de la brasabilité (OSP). La protection superficielle ne doit pas gêner la brasabilité de la plage d'accueil qui est soudée en utilisant le matériel de soudage par refusion spécifié en 5.2.

5.6 Pâte à souder

Une pâte à souder est faite d'un flux, de particules de soudure finement divisées et d'additifs favorisant le mouillage et contrôlant la viscosité, l'adhésivité, l'étalement, la vitesse de séchage, etc. Sauf indication contraire dans la spécification du produit, l'un des alliages de soudure énumérés ci-dessous (spécifié dans l'IEC 61190-1-3) doit être utilisé. La spécification du produit doit indiquer les détails de la pâte à souder.

La composition majeure des alliages de soudure est la suivante:

- a) fraction massique de 63 % de Sn (étain) et fraction massique de 37 % de Pb (plomb);
- b) fraction massique de 3,0 % à 4,0 % d'Ag (argent), fraction massique de 0,5 % à 1,0 % de Cu (cuivre) et le reste de Sn (étain).

Exemple: Alliage ternaire Sn-Ag-Cu, on utilise par exemple un alliage Sn96,5Ag3Cu,5.

6 Préparation de l'éprouvette

Le boîtier doit être monté sur le substrat d'essai en utilisant le processus de soudage par refusion suivant. Le boîtier pour l'éprouvette doit être modifié comme pour un boîtier d'essai fictif afin de former un circuit en guirlande avec une plage d'accueil du substrat d'essai après soudage par refusion.

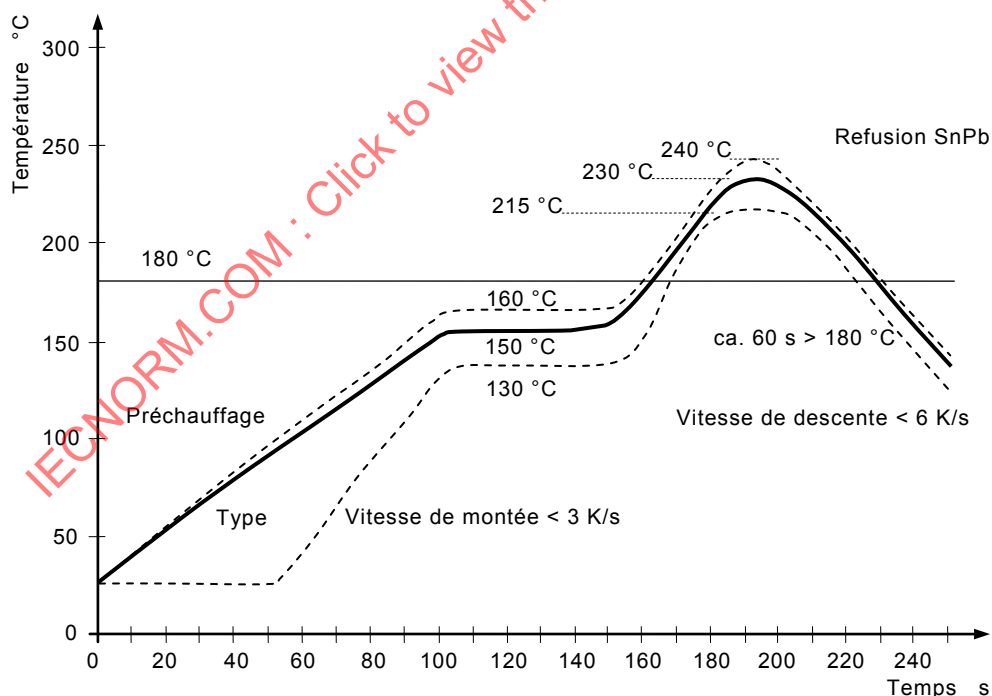
NOTE L'essai de brasabilité destiné à confirmer les bornes du boîtier et la plage du substrat d'essai ayant une influence sur la résistance des joints brasés est décrit à l'Annexe C.

Le processus et les conditions de préparation de l'éprouvette sont les suivants.

- Sauf indication contraire dans la spécification du produit, la pâte à souder spécifiée en 5.6 doit être déposée sur la plage du substrat d'essai spécifiée en 5.5 en utilisant un stencil réalisé en acier inoxydable d'une épaisseur comprise entre 120 µm et 150 µm, ayant les mêmes dimensions d'ouverture que les dimensions, forme et agencement de la plage du substrat d'essai.
- Le boîtier doit être placé sur la pâte à souder déposée.
- Le matériel de soudage par refusion spécifié en 5.2 doit être utilisé pour souder les bornes du boîtier dans les conditions indiquées à la Figure 2 ou à la Figure 3. Le point de mesure de la température doit se trouver sur la partie de plage.

La Figure 2 montre un exemple de profil de soudage par refusion type utilisant un alliage de soudeur Sn63Pb37, comme indiqué dans l'IEC 61760-1:2006, Figure 13.

La Figure 3 montre un exemple de profil de soudage par refusion type utilisant un alliage de soudeur Sn96,5Ag3Cu,5, comme indiqué dans l'IEC 61760-1:2006, Figure 14.



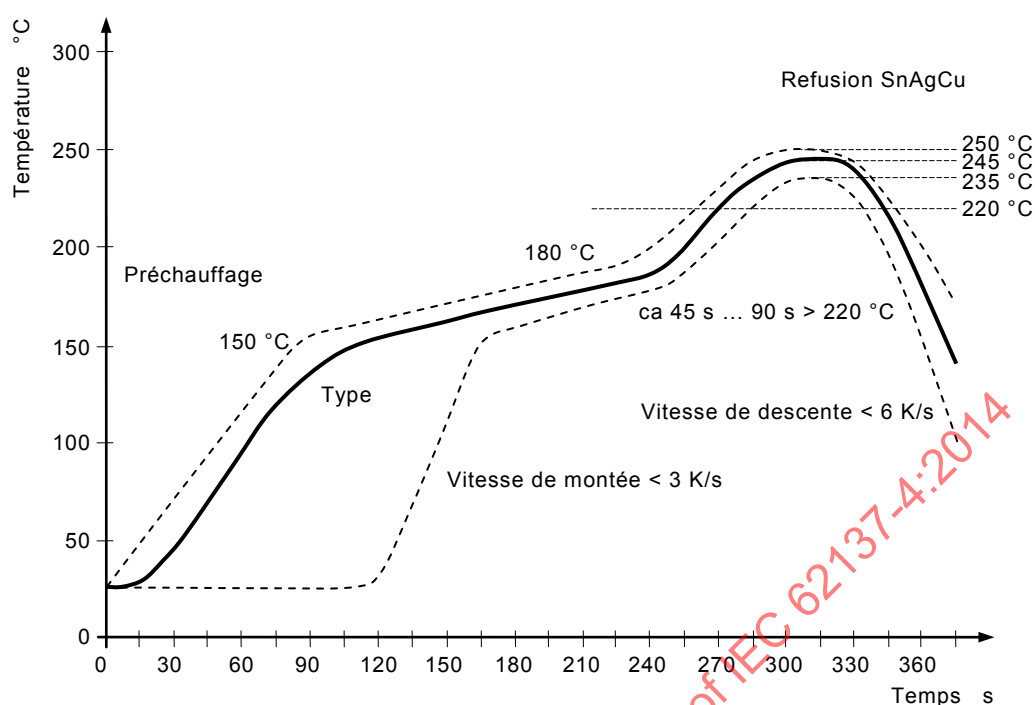
Processus type de trait continu (température de la borne)

Ligne en pointillés: limites du processus. Limite de processus inférieure (température de la borne).

Limite de processus supérieure (température de surface supérieure)

IEC

Figure 2 – Profil de soudage par refusion type pour alliage de soudeur Sn63Pb37



Processus type de trait continu (température de la borne)

Ligne en pointillés: limites du processus. Limite de processus inférieure (température de la borne). Limite de processus supérieure (température de surface supérieure)

IEC

Figure 3 – Profil de soudage par refusion type pour alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5

7 Essai de cycle de température

7.1 Préconditionnement

S'il est nécessaire de nettoyer l'éprouvette, il convient que la spécification du produit indique la méthode de nettoyage.

7.2 Mesures initiales

L'éprouvette doit faire l'objet d'un examen visuel. Elle ne doit présenter aucun défaut pouvant affecter la validité de l'essai.

La résistance électrique, en tant que continuité électrique de l'éprouvette (circuit en guirlande), doit être confirmée en utilisant le détecteur d'interruption momentanée spécifié en 5.4.

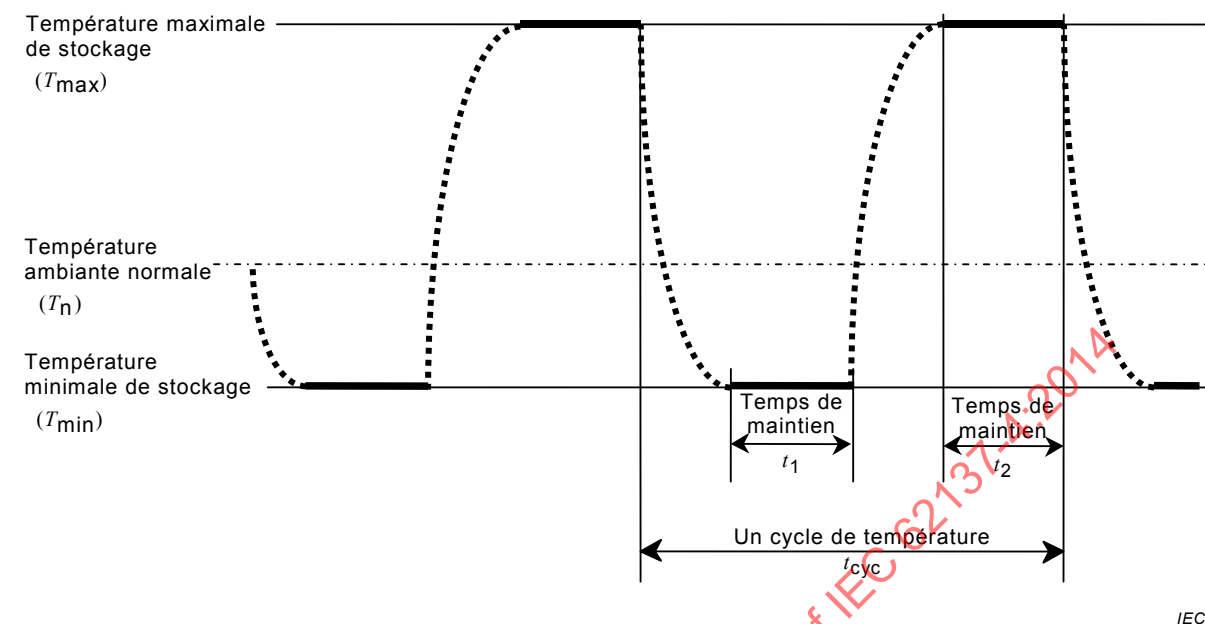
7.3 Mode opératoire d'essai

L'essai de cycle de température est conforme à l'essai Na (variation rapide de température dans le temps de transfert prescrit) spécifié dans l'IEC 60068-2-14, avec les détails suivants.

Placer l'éprouvette dans la chambre de cycle de température lorsque le meilleur flux d'air est obtenu et lorsqu'un flux d'air suffisant est présent autour de l'éprouvette.

La condition d'essai doit être sélectionnée d'après la Figure 4 et le Tableau 1, et l'essai doit être effectué sur les cycles indiqués dans la spécification du produit.

La résistance électrique du circuit en guirlande doit être contrôlée continuellement pendant l'essai en utilisant le détecteur d'interruption momentanée spécifié en 5.4.



Légende

$T_{\max}$	Température maximale de stockage	t_1	Temps de maintien à $T_{\min}$
T_n	Température ambiante nominale	t_2	Temps de maintien à $T_{\max}$
$T_{\min}$	Température minimale de stockage	t_{cyc}	Un cycle de température

Figure 4 – Conditions d'essai de l'essai de cycle de température

Tableau 1 – Conditions d'essai de l'essai de cycle de température

Étape	Condition d'essai A	Condition d'essai B	Condition d'essai C	Condition d'essai D
Température minimale de stockage: $T_{\min}$ °C	-40 ± 5	-25 ± 5	-30 ± 5	$T_{\text{op, min}} \pm 5$
Température maximale de stockage: $T_{\max}$ °C	125 ± 5	125 ± 5	80 ± 5	$T_{\text{op, max}} \pm 5$
Temps de maintien: t_1, t_2	$t_1 = t_2 \geq 7$ min pour un alliage de soudure Sn63Pb37 $t_1 \leq 30$ min, $t_2 \geq 15$ min pour un alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5			

Étape	Condition d'essai A	Condition d'essai B	Condition d'essai C	Condition d'essai D
Pour un alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5, le temps d'attente de la chambre de cycle de température doit être fixé à 30 min au total à la température de stockage maximale, incluant le temps de maintien t_2; 15 min pour la relaxation de contrainte et 15 min, pour le temps de stabilisation en température. Se référer à l'Annexe A de l'IEC 62137-3:2011. À la température minimale de stockage, il peut ne pas être nécessaire que la relaxation de contrainte soit de 15 min. Il est acceptable de fixer le temps de maintien: t_1 inférieur ou égal à 30 min. La durée maximale du temps de transfert d'une chambre à une autre ne doit pas être supérieure à 3 min, comme décrit dans l'IEC 60068-2-14. Dans la spécification du produit, il convient d'adopter une condition de réglage de l'essai de cycle de température comme indiqué ci-dessous. – La condition d'essai peut être reproduite, le mode par défaut étant supposé en situation. – La condition d'essai peut être corrélée à une accélération linéaire avec la condition en situation. – La condition d'essai peut être une corrélée à spécification classique voisine. – La condition d'essai peut être la réduction de la durée de l'essai. NOTE $T_{op, min}$ est la température de fonctionnement minimale de l'éprouvette. $T_{op, max}$ est la température de fonctionnement maximale de l'éprouvette. Le temps de maintien commence lorsque la température de l'éprouvette atteint la valeur spécifiée. Le temps de transition de la température maximale de stockage à la température minimale de stockage et inversement est inclus dans la période de cycle.				

7.4 Critère de fin de l'essai

L'essai doit se poursuivre jusqu'à ce que la résistance électrique du circuit en guirlande dans toutes les éprouvettes ou dans le nombre spécifié d'éprouvettes augmente en raison de la rupture d'un joint brasé ou parce que le nombre de cycles d'essai a été atteint, comme spécifié.

Les critères relatifs à la valeur de la résistance électrique accrue doivent être indiqués dans la spécification du produit. Il convient de définir la valeur de seuil de la résistance électrique accrue sous la forme du pourcentage de la résistance type du circuit en guirlande dans l'éprouvette à la température maximale de stockage, ou la valeur fixe de la résistance électrique supérieure, 1 000 Ω .

7.5 Reprise

Lorsqu'il est nécessaire d'aménager la condition de mesure, après l'essai, l'éprouvette doit être placée dans les conditions de mesure finale, comme indiqué dans la spécification du produit.

La spécification du produit peut exiger une période de reprise spécifique telle qu'un refroidissement et une température stabilisée de l'éprouvette.

7.6 Mesures finales

L'éprouvette doit faire l'objet d'un examen visuel. Elle ne doit présenter aucun défaut pouvant affecter le résultat de l'essai.

La résistance électrique du circuit en guirlande doit être confirmée en utilisant comme appareil de mesure de la résistance électrique le détecteur d'interruption momentanée spécifié en 5.4.

8 Durée de vie de cycle de température

Lorsque la résistance électrique du circuit en guirlande augmente en raison de la rupture d'un joint brasé, le nombre de cycles d'essai à ce moment est le nombre de cycles de défaillance de l'éprouvette.

Il convient de déterminer statistiquement la durée de vie de cycle de température en tant que durée de vie moyenne ou durée de vie caractéristique d'une distribution de Weibull résultant des données des cycles de défaillance des éprouvettes. De façon similaire, la durée de vie doit être calculée d'après le résultat d'essai du nombre spécifié d'échantillons des éprouvettes comme indiqué dans la spécification de produit.

La durée de vie en situation peut être estimée en utilisant le résultat d'essai et le facteur d'accélération. Toutefois, le facteur d'accélération dépend de conditions telles que les dimensions du boîtier, les matériaux et la carte imprimée, etc. Le facteur d'accélération doit être estimé individuellement entre la condition en situation et la condition de cycle de température accéléré. Voir Annexe A.

9 Points à spécifier dans la spécification de produit appropriée

Les points suivants doivent être spécifiés dans la spécification du produit.

- a) Spécification du substrat d'essai (voir 5.5)
- b) Pâte à souder (voir 5.6)
- c) Préparation de l'éprouvette (Voir Article 6)
- d) Conditions de prétraitement (lorsque c'est nécessaire) (voir 7.1)
- e) Points et conditions de la mesure initiale (voir 7.2)
- f) Conditions d'essai (voir 7.3)
- g) Temps de maintien, temps de transition et temps de transfert aux températures basse et haute et à la température ambiante normale (s'ils sont différents de ceux du 7.3) (voir 7.3)
- h) Faut-il ou non contrôler en continu la résistance électrique (voir 7.3)
- i) Fin du critère d'essai (nombre de cycles répétitifs) (voir 7.4)
- j) Reprise (voir 7.5)
- k) Points et conditions de la mesure finale (voir 7.6)
- l) Durée de vie de cycle de température et conditions de calcul (Voir Article 8)

Annexe A (informative)

Accélération de l'essai de cycle de température pour des joints brasés

A.1 Généralités

Cette annexe décrit la caractéristique d'accélération permettant d'évaluer la durabilité en situation d'après les résultats d'essai du cycle de température des joints brasés.

A.2 Accélération de l'essai de cycle de température pour un joint brisé Sn-Pb

L'essai de cycle de température spécifié dans la présente norme s'applique principalement lors de l'obtention de la durée de vie du cycle de température au niveau du joint brisé entre le dispositif et le substrat. On utilise classiquement une loi de Coffin-Manson modifiée pour obtenir la résistance à la fatigue thermique en tant que durée de vie de cycle de température du joint brisé. Elle peut s'exprimer commodément comme représenté par la Formule (A.1).

$$NF = C \times f^m \times (\Delta \varepsilon_{in})^{-n} \times \exp\left(\frac{H}{kT_{max}}\right) \quad (A.1)$$

où

NF est le nombre de cycles de défaillance (résistance à la fatigue thermique)

C est la constante du matériau

f est la fréquence marche/arrêt (cycles/jour)

m est le paramètre de fréquence

$\Delta \varepsilon_{in}$ est la plage de contrainte inélastique de la fatigue thermique

n est la constante du matériau (inverse de l'exposant de l'allongement de fatigue)

On sait que la durée de vie du brasage est inversement proportionnelle à la plage de contrainte inélastique de la fatigue thermique.

k est la constante de Boltzmann: $8,617\ 385 \times 10^{-5}$ (eV/K)

H est l'énergie d'activation de la soudure (eV)

La dépendance vis-à-vis de la température est exprimée par une loi exponentielle

T_{max} est la température d'essai maximale (K)

Un facteur d'accélération: AF de l'essai de cycle de température dans les conditions de l'essai et en situation est donné dans la Formule (A.2).

$$AF = \left[\frac{f_f}{f_t} \right]^m \times \left[\frac{\Delta T_f}{\Delta T_t} \right]^{-n} \times \exp \left[\frac{H}{k} \times \left(\frac{1}{T_{max-f}} - \frac{1}{T_{max-t}} \right) \right] \quad (A.2)$$

où

f_f est le nombre de cycles marche/arrêt en situation (cycles/jour)

f_t est le nombre de cycles marche/arrêt dans la condition de l'essai (cycles/jour)

ΔT_f est la variation de température en situation (°C)

ΔT_t est la variation de température dans la condition de l'essai (°C)

$T_{\max-f}$ est la température maximale en situation (K)

$T_{\max-t}$ est la température maximale dans la condition de l'essai (K)

Dans le cas d'un joint brasé Sn-Pb, H est l'énergie d'activation de la soudure qui est égale à 0,123 eV, k est la constante de Boltzmann, m est égal à 1/3 et n est égal à 1,9, en général.

Le Tableau A.1 montre un exemple de résultats d'essai de cycle de température du facteur d'accélération dans des conditions en situation spécifiques associées aux conditions d'essai du cycle de température.

**Tableau A.1 – Exemple de résultats d'essai du facteur d'accélération
(alliage de soudure Sn63Pb37)**

Conditions	$T_{\min}$ °C	$T_{\max}$ °C	ΔT °C	Fréquence du cycle de température (cycles par jour) ^a	Nombre de cycles de température		Résultat d'essai (Facteur d'accélération en situation) ^b
					5 ans	10 ans	
En situation	25	70	45	1	1 825	3 650	–
A	–40	125	165	72	365	730	5,0
B	–25	125	150	72	435	869	4,2
C	–30	80	110	72	1 217	2 433	1,5

^a Le calcul a été effectué en supposant un temps de maintien aux températures maximale et minimale de stockage, fixé à 7 min et un temps de transition de la température maximale de stockage à la température minimale de stockage et inversement, fixé à 3 min.

^b Les résultats de ces calculs sont par exemple une estimation du nombre de cycles d'essai conformément à la Formule (A.2).

NOTE Les coefficients d'accélération du Tableau A.1 ne sont applicables que dans les conditions spécifiées.

Il est actuellement possible que la sortie d'une simulation informatique utilisant la méthode des éléments finis puisse résoudre une plage de contrainte inélastique équivalente $\Delta \epsilon_{in}$. L'énergie d'activation de la soudure, l'exposant de l'allongement de fatigue et le facteur d'accélération peuvent être obtenus. Le facteur d'accélération peut être calculé d'après la plage de contrainte inélastique obtenue à la place de la plage de température ΔT de la condition d'essai accéléré.

A.3 Méthode de prédiction de la durée de vie de cycle de température pour un joint brasé Sn-Ag-Cu

Dans le cas d'un alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5, un modèle de prédiction de durée de vie de fatigue de l'état actuel de la technique pour une soudure sans plomb est proposé, considérant les caractéristiques microstructurelles du joint brasé Sn96,5Ag3Cu,5.

Ce nouveau modèle de prédiction de durée de vie de fatigue est une solution du résultat de l'analyse physique de la loi de Coffin-Manson, considérant les facteurs scientifiques matériels associés à une variété microstructurelle, impliquant les caractéristiques de fatigue thermiques et mécaniques de l'alliage de soudure sans plomb Sn96,5Ag3Cu,5.

À la réflexion, la loi empirique de Coffin-Manson est fondamentalement représentée par la Formule (A.3).

$$\Delta \varepsilon_{in} \cdot NF^\alpha = C \quad (A.3)$$

où

NF est le nombre de cycles de défaillance (résistance à la fatigue thermique)

C est le coefficient de ductilité de fatigue

$\Delta \varepsilon_{in}$ est la plage de contrainte inélastique de la fatigue thermique

α est l'exposant de ductilité de fatigue (inverse de la constante du matériau n)

Dans le cas d'un alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5, l'exposant de ductilité de fatigue α est obtenu d'après les Formules (A.4) et (A.5). D'autre part, le coefficient de ductilité de fatigue C est déterminé d'après la Formule (A.6), de manière théorique et expérimentale.

$$\alpha = 0,6 / (n' + 1) \quad (A.4)$$

où n' est l'exposant de durcissement de tension cyclique, déterminé par la formule suivante.

$$n' = A_1 \exp\left(\frac{Q}{RT}\right) \sqrt{\frac{1}{r}} \quad (A.5)$$

où

T est la température maximale,

A_1 et Q sont les contraintes de matériau pour l'exposant de durcissement de contrainte cyclique

r est le rayon du mélange intermétallique pendant la déformation de fatigue, qui est déterminé au moyen de la croissance par diffusion thermique et la croissance de contrainte renforcée due à la déformation cyclique pendant le cycle de température.

$$C = A_2 \cdot T - A_3 \quad (A.6)$$

où A_2 et A_3 sont les constantes de matériau relatives au coefficient de ductilité de fatigue.

Les constantes de matériau sont appliquées, devenant une fonction de la température et du facteur microstructurel pendant la déformation de fatigue résultant des Formules (A.4), (A.5) et (A.6). Il est possible de prédire la durée de vie de fatigue de l'alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5, étant donnés la température, le temps et la variation microstructurelle pendant l'essai de cycle de température, en remplaçant les constantes de matériau appliquées dans la formule de Coffin-Manson (A.3).

Ce nouveau modèle de prédiction de durée de vie de fatigue permet de calculer le facteur d'accélération AF en utilisant la Formule (A.7).

$$AF = \frac{N_{field}}{N_{test}} = \frac{(C_{field} / \Delta \varepsilon_{field})^{1/\alpha_{field}}}{(C_{test} / \Delta \varepsilon_{test})^{1/\alpha_{test}}} = \left(\frac{C_{field}}{\Delta \varepsilon_{field}} \right)^{1/\alpha_{field}} \left(\frac{\Delta \varepsilon_{test-max}}{C_{test-max}} \right)^{1/\alpha_{test}} \quad (A.7)$$

où

N_{field} est le nombre de cycles de défaillance en situation (cycles)

N_{test} est le nombre de cycles de défaillance dans la condition d'essai (cycles)

C_{field} est la constante de matériau en situation

C_{test} est la constante de matériau dans la condition d'essai

- $\Delta \varepsilon_{\text{field}}$ est la plage de contrainte inélastique de la fatigue thermique en situation
- $\Delta \varepsilon_{\text{test}}$ est la plage de contrainte inélastique de la fatigue thermique dans la condition d'essai
- α_{field} est l'exposant d'allongement de fatigue en situation
- α_{test} est l'exposant d'allongement de fatigue dans la condition d'essai

NOTE Les températures T en situation et dans les conditions d'essai sont chacune une température maximale.

Le Tableau A.2 montre un exemple de résultats d'essai de cycle de température du facteur d'accélération dans des conditions en situation spécifiques associées aux conditions d'essai du cycle de température.

**Tableau A.2 – Exemple de résultats d'essai du facteur d'accélération
(alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5)**

Conditions	$T_{\min}$ °C	$T_{\max}$ °C	ΔT °C	Fréquence du cycle de température (cycles par jour) ^a	Nombre de cycles de température		Résultat d'essai (Facteur d'accélération en situation) ^b
					5 ans	10 ans	
En situation	25	70	45	1	1 825	3 650	–
A	–40	125	165	40	119	239	15,3
B	–25	125	150	40	135	270	13,5
C	–30	80	110	40	493	986	3,7
^a Le calcul a été effectué en supposant que le temps de maintien aux températures maximale et minimale de stockage est fixé à 15 min et que le temps de transition de la température maximale de stockage à la température minimale de stockage et inversement est fixé à 3 min.							
^b Ces résultats de calcul sont par exemple, une estimation du nombre de cycles d'essai en utilisant un montage de dispositif sous boîtier FBGA sur le substrat FR-4 en se fondant sur la Formule (A.7).							

NOTE Les coefficients d'accélération du Tableau A.2 ne sont applicables que dans les conditions spécifiées.

Les coefficients d'accélération AF sont calculés au moyen d'une analyse des éléments finis relative au dispositif sous boîtier FBGA en utilisant ce modèle de durée de vie de fatigue. Un exemple est présenté à la Figure A.2. Les facteurs d'accélération AF sont différents pour chaque plage de température d'essai de deux matériaux de substrat de montage différents, entre FR-4 et l'alumine, comme présenté à la Figure A.1.

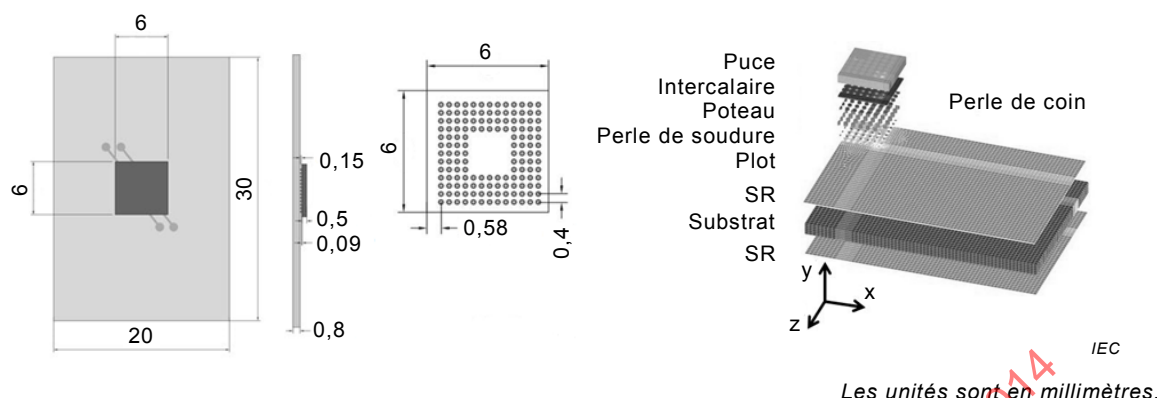


Figure A.1 – Dispositif sous boîtier FBGA et modèle FEA pour le calcul des coefficients d'accélération AF

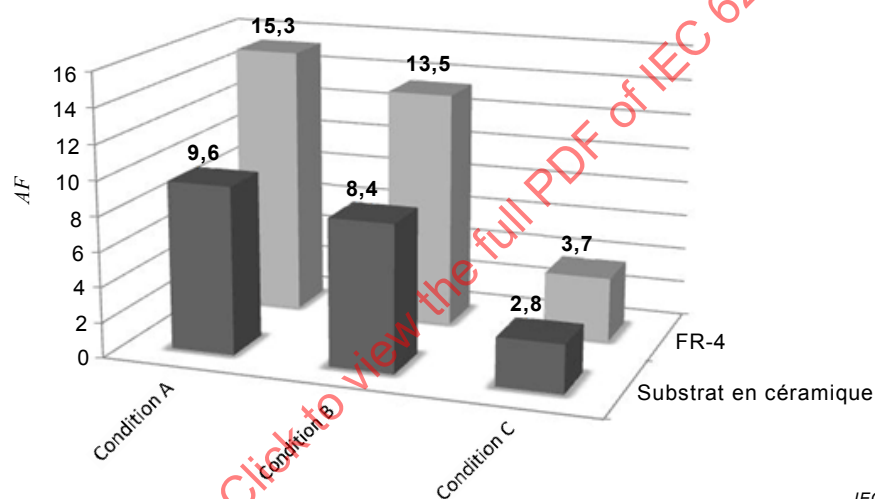


Figure A.2 – Exemple de coefficients d'accélération AF avec un dispositif sous boîtier FBGA utilisant un alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5

On détermine le modèle de prédiction de durée de vie de fatigue mentionné ci-dessus en considérant la signification physique du comportement de fracture de fatigue d'après les données d'essai de fatigue du joint brasé Sn96,5Ag3Cu,5 dans les différentes conditions de température et de contrainte. Les caractéristiques de fatigue présentent un état de la microstructure d'alliage dans le joint de microsoudure en utilisant les résultats de l'essai de fatigue de l'éprouvette de joint de boule de soudure unique, par exemple BGA. Elles sont présentées à la Figure A.3. La constante de matériau de la Formule (A.7) et la plage de contrainte inélastique de la soudure sont énumérées dans le Tableau A.3. La constante de matériau a été déterminée d'après les Formules (A.4), (A.5) et (A.6) en utilisant les données expérimentales présentées à la Figure A.3.

Tableau A.3 – Constante de matériau et plage de contrainte inélastique, calculée par FEA pour des dispositifs sous boîtier FBGA représentés à la Figure A.1 (alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5)

Conditions	Exposant de ductilité de fatigue α	Facteur de ductilité de fatigue C	Plage de contrainte inélastique de la soudure	
			FR-4	Céramique
En situation	0,54	0,33	0,005	0,001 5
Condition A	0,53	0,44	0,03	0,007 1
Condition B	0,53	0,44	0,028	0,006 6
Condition C	0,51	0,35	0,013	0,003 6

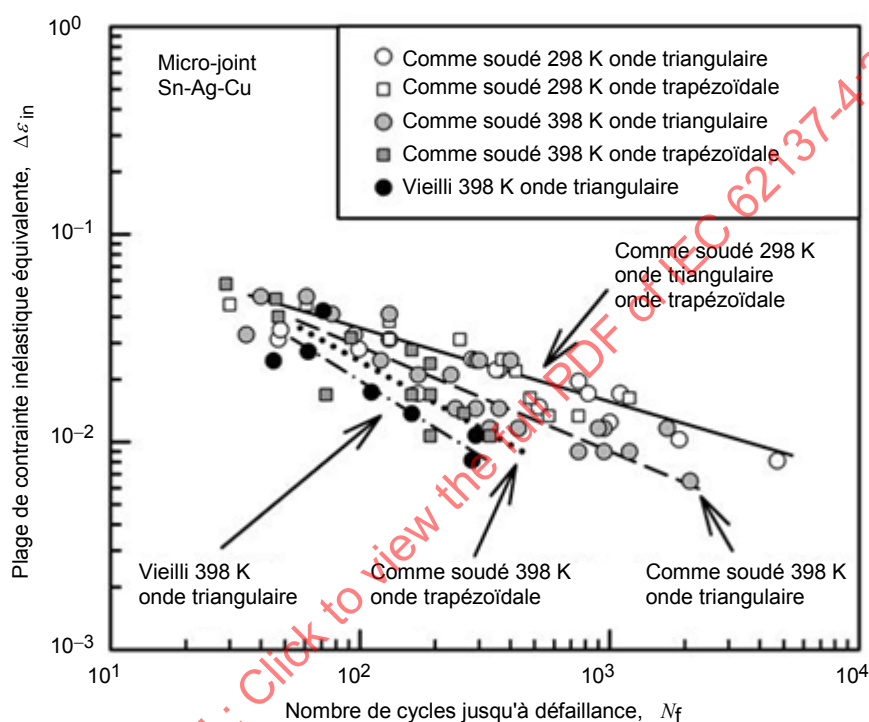


Figure A.3 – Caractéristiques de fatigue d'un joint de microsoudure d'alliage Sn96,5Ag3Cu,5 ($N_f = 20$ % perte de charge par rapport à la charge initiale)

A.4 Facteur influant sur la durée de vie du cycle de température du joint brasé

Pour analyser les données d'essai afin de prédire la caractéristique d'accélération en situation, il est souhaitable d'exécuter le processus statistique dans la distribution de Weibull, la distribution logarithmique normale, etc.

Dans le cas de la soudure, aussi bien l'épaisseur que la configuration des couches du substrat, ainsi que la densité de conditionnement sur le substrat, ont une influence significative sur la durée de vie de cycle de température du joint brasé, le boîtier étant monté sur le substrat. Il est bien connu que la durée de vie de cycle de température diminue environ de moitié en particulier lorsque des boîtiers de type matriciel sont montés sur la même zone sur les deux faces du substrat.

Lorsque les boîtiers soumis à l'essai d'évaluation peuvent être montés sur un substrat double face, il est recommandé d'évaluer la durée de vie du joint brasé avec les boîtiers montés sur la même zone sur les deux faces du substrat.

Annexe B (informative)

Essai de continuité électrique des joints brasés du boîtier

B.1 Généralités

Cette annexe concerne un essai permettant d'évaluer la durabilité d'un joint brasé du boîtier en utilisant la continuité électrique.

B.2 Boîtier et circuit en guirlande

Le boîtier de cet essai est un boîtier fictif à l'intérieur duquel les bornes sont reliées comme représenté à la Figure B.1. Toutes les bornes de l'éprouvette et du substrat d'essai sont connectées alternativement de manière à former un circuit en guirlande après soudage par refusion.

Il est fortement recommandé que la structure du boîtier de cet essai soit la même que celle du boîtier réel à évaluer.

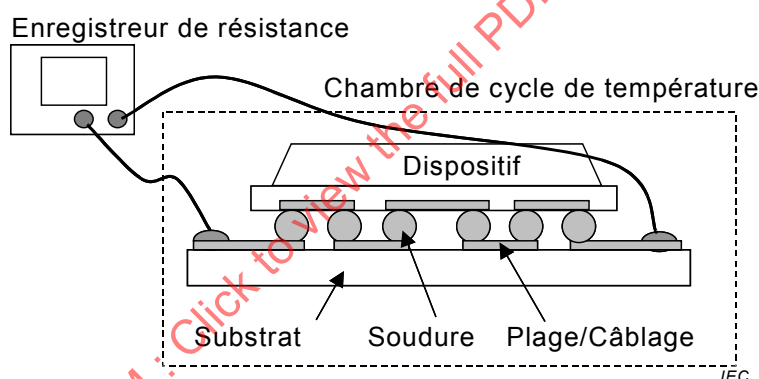


Figure B.1 – Exemple de circuit d'essai pour
l'essai de continuité électrique d'un joint brasé

B.3 Condition de montage et matériaux

Il convient de réaliser l'éprouvette conformément au mode opératoire spécifié à l'Article 6 en utilisant l'appareil d'essai et les matériaux spécifiés à l'Article 5.

B.4 Méthode d'essai

Mesurer la résistance électrique de la guirlande avant et après le conditionnement de contrainte accéléré spécifié à l'Article 7 afin d'évaluer la présence d'une rupture de joint brasé. Il convient de contrôler en continu la valeur de résistance de la guirlande afin de rechercher le degré de dégradation des joints brasés. Il est souhaitable de poursuivre la mesure de résistance jusqu'à détection d'une rupture de joint brasé.

B.5 Essai de cycle de température utilisant le système de contrôle continu de la résistance électrique

Lors de l'évaluation de la durée de vie du joint brasé sur le substrat, on a supposé de manière classique, une défaillance telle que la création d'une fissure, en mesurant la résistance électrique de contact de l'éprouvette, à l'extérieur de la chambre de cycle de température, à la température ambiante normale à certains moments. Toutefois, pour les boîtiers de type matriciel faisant l'objet de l'évaluation de la présente norme, comme présenté à la Figure B.2, une défaillance se produit aux températures élevées par «ouvert», indiqué par une résistance électrique infinie mais celle-ci revient à une valeur de résistance normale à la température ambiante normale.

Pendant l'essai de cycle de température, il est donc souhaitable de contrôler en continu la résistance électrique.

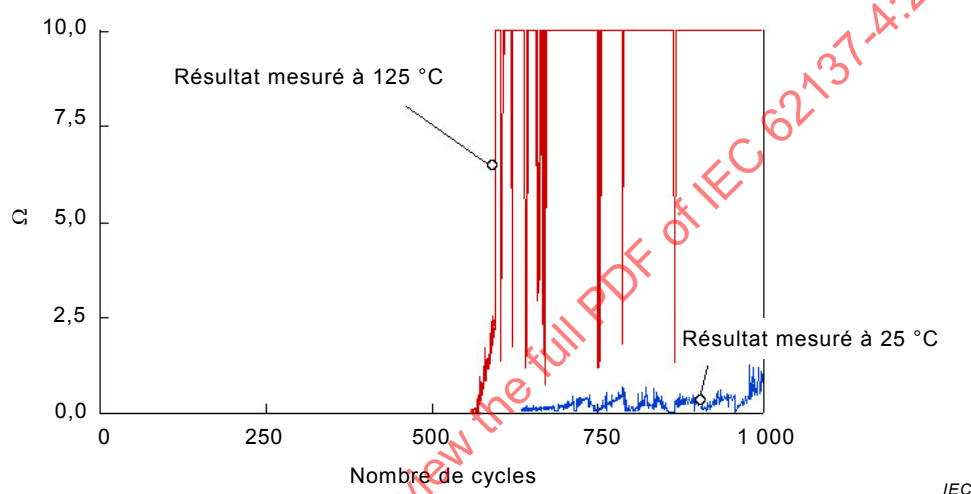


Figure B.2 – Exemple de mesure de la résistance contrôlée en continu lors de l'essai de cycle de température

Annexe C (informative)

Méthode d'essai de brasabilité par refusion pour le boîtier et la plage du substrat d'essai

C.1 Généralités

Cette annexe donne une explication de la méthode d'essai de brasabilité par refusion des boîtiers.

C.2 Matériel d'essai

C.2.1 Substrat d'essai

Il convient que le substrat d'essai soit comme spécifié en 5.5.

C.2.2 Étuve de préconditionnement

L'étuve de préconditionnement permet de maintenir pendant une longue durée les conditions indiquées dans la spécification du produit.

Il convient que l'humidificateur maintienne pendant une longue durée la température et l'humidité comme indiqué dans la spécification du produit. Il convient que le matériau de l'étuve à hautes températures ne réagisse pas. Il convient que l'eau utilisée pour l'essai soit de l'eau purifiée ou de l'eau déionisée avec une résistivité de 5 000 Ωm (0,5 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$) ou plus (conductivité de 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou moins). Il convient que le matériel effectue l'essai spécifié selon l'IEC 60068-2-78.

C.2.3 Pâte à souder

Il convient que la pâte à souder soit comme spécifié en 5.6.

C.2.4 Épargne métallique pour sérigraphie

Il convient que l'épargne métallique pour sérigraphie soit comme décrit en G.2.3.

C.2.5 Matériel de sérigraphie

Il convient que le matériel de sérigraphie permette de déposer la brasure comme décrit en G.2.4.

C.2.6 Matériel de montage du boîtier

Il convient que le matériel de montage du boîtier permette de monter les boîtiers comme décrit en G.3.3.

C.2.7 Matériel de soudage par refusion

Il convient que le matériel de soudage par refusion soit conforme aux conditions du processus de chauffage spécifié à la Figure 2 ou à la Figure 3. Il convient que la température de l'éprouvette soit mesurée au point de mesure de thermocouple A (le centre du haut du boîtier) et au point de mesure de thermocouple B (la partie intérieure brasée de la borne), montré à la Figure C.1.

Il convient que chacun des fils du thermocouple soit acheminé de façon qu'il n'y ait aucune perturbation ni influence sur la mesure de température.

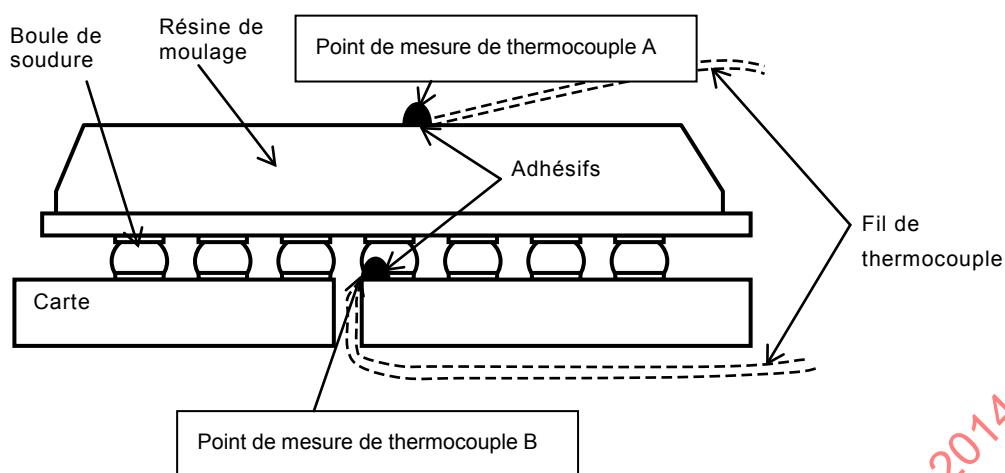


Figure C.1 – Mesure de la température de l'éprouvette en utilisant des thermocouples

C.2.8 Appareil de contrôle à rayons X

Il convient que l'appareil de contrôle à rayons X soit capable d'observer de manière transparente les boîtiers de type matriciel montés sur le substrat d'essai.

C.3 Processus de montage normalisé

C.3.1 Mesures initiales

Il convient d'effectuer les mesures initiales des caractéristiques électriques de l'éprouvette en respectant les points et les conditions indiqués dans la spécification du produit. Il convient également d'effectuer un examen visuel de l'éprouvette, en utilisant un grossissement de 10×.

C.3.2 Préconditionnement

Lorsque la spécification du produit définit le preconditionnement en tant que traitement contre l'humidité, il convient d'effectuer ce preconditionnement dans les conditions spécifiées.

Dans le cas où une fusion thermique multiple est indiquée dans la spécification du produit, il convient de répéter le traitement contre l'humidité sur l'éprouvette dans les conditions spécifiées suivantes.

Les différentes méthodes de fusion thermique sont les suivantes.

- La fusion thermique multiple est répétée après le traitement contre l'humidité.
- Le traitement contre l'humidité et la fusion thermique sont réalisés l'un après l'autre.

C.3.3 Montage du boîtier sur le substrat d'essai

Le boîtier monté sur le substrat d'essai devient l'éprouvette selon le processus de montage normalisé décrit à l'Annexe G. Pour un alliage de soudure Sn63Pb37 appliquer le processus de fusion thermique qui respecte le profil de température de refusion de la Figure 2. Pour l'alliage de soudure Sn96,5Ag3Cu,5 appliquer le profil de température de refusion de la Figure 3.

Lorsque l'éprouvette est soumise au processus de fusion thermique multiple, appliquer le même processus de fusion thermique que ci-dessus.

C.3.4 Reprise

À la fin de l'essai, et lorsque c'est nécessaire, il convient que le processus de reprise indiqué dans la spécification du produit soit exécuté sur l'éprouvette.

C.3.5 Mesures finales

Mesurer les caractéristiques électriques de l'éprouvette conformément à la norme du produit. Il convient également d'effectuer un examen visuel de l'éprouvette, en utilisant un grossissement de 10×.

Il convient de vérifier les points suivants:

- mouillage insuffisant de la soudure;
- soudure repoussée;
- coupure dans la boule de soudure;
- dissolution de la soudure.

Ensuite, en utilisant un appareil de contrôle à rayons X, vérifier les conditions de soudage. Si nécessaire, observer la vue en coupe après le processus de coulage dans la résine.

C.4 Exemple de soudure défectueuse de boîtiers de type matriciel

C.4.1 Soudure repoussée par contamination de la surface de boule du boîtier BGA

La Figure C.2 montre un exemple d'une vue en coupe de soudure repoussée en raison de la contamination de la surface de la boule de soudure. La surface de la boule de soudure a été examinée et on a découvert que la contamination était une matière organique.

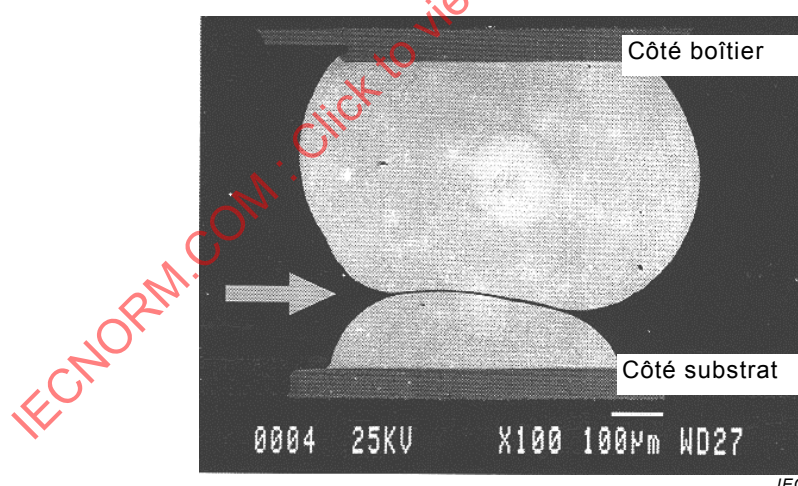


Figure C.2 – Soudure repoussée par contamination sur la surface de la boule de soudure

C.4.2 Mouillage défectueux de la boule de soudure par fissure dans le boîtier

La Figure C.3 montre une soudure défectueuse en raison d'une coupure de la boule de soudure due à l'humidification du boîtier.

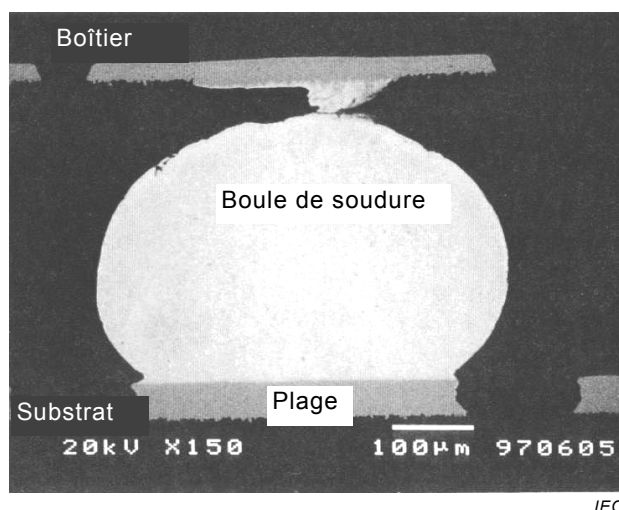


Figure C.3 – Soudure défectueuse en raison d'une coupure de la boule de soudure

C.5 Points à mentionner dans la spécification du produit

Il convient de mentionner les points suivants dans la spécification du produit.

- a) Conditions du dépôt de la pâte à souder (si elles sont différentes de celles du C.2.3).
- b) Spécifications de l'épargne métallique (si elles sont différentes de celles du C.2.4).
- c) Points et conditions de la mesure initiale (voir C.3.1).
- d) Conditions de préconditionnement (lorsque c'est nécessaire) (voir C.3.2).
- e) Conditions du processus de fusion thermique (si elles sont différentes de celles du C.3.3).
- f) Fusion thermique multiple effectuée ou non et conditions de traitement d'humidité (voir C.3.3).
- g) Conditions de reprise (lorsque c'est nécessaire) (voir C.3.4).
- h) Points et conditions de la mesure finale (voir C.3.5).