

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies –

Part 5: Test methods for printed board assemblies

Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles –

Partie 5: Méthodes d'essai des assemblages de cartes à circuit imprimé

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies –

Part 5: Test methods for printed board assemblies

Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles –

Partie 5: Méthodes d'essai des assemblages de cartes à circuit imprimé

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Accuracy, precision and resolution	8
3.1 Accuracy	8
3.2 Precision	8
3.3 Resolution	9
3.4 Report	9
3.5 Student's t distribution	10
3.6 Suggested uncertainty limits	10
4 Catalogue of approved test methods	11
5 P: Preparation/conditioning test methods.....	11
5.1 Test 5P01: Test-board design guideline.....	11
5.2 Test 5P02: Standard mounting process for CSP/BGA packages	11
6 V: Visual test methods.....	11
7 D: Dimensional test methods	11
8 C: Chemical test methods.....	11
8.1 Test 5C01: Corrosion, flux.....	11
9 M: Mechanical test methods	14
9.1 Test 5M01: Peel test method for test-board land	14
10 E: Electrical test methods.....	14
10.1 Test 5E01: Changes of the surface insulation resistance caused by fluxes	14
10.2 Test 5E02: Surface insulation resistance, assemblies	21
11 N: Environmental test methods.....	29
11.1 Test 5N01: Reflow solderability test for soldering joint.....	29
11.2 Test 5N02: Resistance to reflow solderability of test board.....	30
11.3 Test 5N03: Solderability test for test board land	30
12 X Miscellaneous test methods	30
12.1 Test 5X01: Liquid flux activity, wetting balance method	30
12.2 Test 5X02: Paste flux viscosity – T-Bar spindle method	34
12.3 Test 5X03: Spread test, liquid or extracted solder flux, solder paste and extracted cored wires or preforms.....	34
12.4 Test 5X04: Solder paste viscosity – T-Bar spin spindle method (applicable to 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)	37
12.5 Test 5X05: Solder paste viscosity – T-Bar spindle method (applicable to 300 Pa·s).....	39
12.6 Test 5X06: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)	41
12.7 Test 5X07: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s).....	43
12.8 Test 5X08: Solder paste – Slump test.....	45
12.9 Test 5X09: Solder paste – Solder ball test	48
12.10 Test 5X10: Solder paste – Tack test	50
12.11 Test 5X11: Solder paste – Wetting test	52
12.12 Test 5X12: Flux residues – Tackiness after drying	54

12.13 Test 5X13: Spitting of flux-cored wire solder	55
12.14 Test 5X14: Solder pool test.....	58
Bibliography.....	60
Figure 1 – Surface insulation resistance pattern	15
Figure 2 – Connector arrangement.....	17
Figure 3 – Specimen orientation in test chamber.....	18
Figure 4 – Test method 5E02.....	23
Figure 5 – Resistor verification coupon	24
Figure 6 – Resistor verification board with protective cover.....	25
Figure 7 – Test specimen location with respect to chamber air flow	25
Figure 8 – Wetting balance apparatus.....	32
Figure 9 – Wetting balance curve.....	33
Figure 10 – Slump test stencil thickness, 0,20 mm.....	46
Figure 11 – Slump test stencil thickness, 0,10 mm.....	47
Figure 12 – Solder-ball test evaluation	50
Figure 13 – Solder wetting examples	53
Figure 14 – Test apparatus for spitting test.....	57
Table 1 – Student's t distribution.....	10
Table 2 – Coupons for surface insulation resistance (SIR) testing.....	16
Table 3 – Qualification test report	21
Table 4 – Suggested test conditions	27
Table 5 – Typical spread areas defined in mm ²	35
Table 6 – Example of a test report on solder paste	39
Table 7 – Example of a test report on solder paste	41
Table 8 – Example of test report on solder paste	43
Table 9 – Example of test report on solder paste	45
Table 10 – Example of a test report – Stencil thickness, 0,2 mm.....	48
Table 11 – Example of a test report – Stencil thickness, 0,1 mm.....	48

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS,
INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –****Part 5: Test methods for printed board assemblies**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61189-5 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronic assembly technology.

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

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

FDIS	Report on voting
91/608/FDIS	91/619/RVD

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

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

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

This standard is to be used in conjunction with the following parts of IEC 61189:

Part 1: General test methods and methodology

Part 2: Test methods for materials for interconnection structures

Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)

Part 4: Test methods for electronic components assembling characteristics (under consideration)

Part 6: Test methods for materials used in electronic assemblies

and also the following standard:

IEC 60068 series: Environmental testing

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC website 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006

INTRODUCTION

IEC 61189 relates to test methods for printed boards and printed board assemblies, as well as related materials or component robustness, irrespective of their method of manufacture.

The standard is divided into separate parts, covering information for the designer and the test methodology engineer or technician. Each part has a specific focus; methods are grouped according to their application and numbered sequentially as they are developed and released.

In some instances test methods developed by other TCs (for example, TC 104) have been reproduced from existing IEC standards in order to provide the reader with a comprehensive set of test methods. When this situation occurs, it will be noted on the specific test method; if the test method is reproduced with minor revision, those paragraphs that are different are identified.

This part of IEC 61189 contains test methods for evaluating printed board assemblies. The methods are self-contained, with sufficient detail and description so as to achieve uniformity and reproducibility in the procedures and test methodologies.

The tests shown in this standard are grouped according to the following principles:

- P: preparation/conditioning methods
- V: visual test methods
- D: dimensional test methods
- C: chemical test methods
- M: mechanical test methods
- E: electrical test methods
- N: environmental test methods
- X: miscellaneous test methods

To facilitate reference to the tests, to retain consistency of presentation, and to provide for future expansion, each test is identified by a number (assigned sequentially) added to the prefix (group code) letter showing the group to which the test method belongs.

The test method numbers have no significance with respect to an eventual test sequence; that responsibility rests with the relevant specification that calls for the method being performed. The relevant specification, in most instances, also describes pass/fail criterion.

The letter and number combinations are for reference purposes to be used by the relevant specification. Thus "5C01" represents the first chemical test method described in IEC 61189-5.

In short, in this example, 5 is the number of the part of IEC 61189, C is the group of methods, and 01 is the test number.

A list of all test methods included in this standard, as well as those under consideration, is given in Annex B. This annex will be reissued whenever new tests are introduced.

TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –

Part 5: Test methods for printed board assemblies

1 Scope

This part of IEC 61189 is a catalogue of test methods representing methodologies and procedures that can be applied to test printed board assemblies.

2 Normative references

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

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

IEC 60068-2-20, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

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

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

IEC 61189-6, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 6: Test methods for materials used in manufacturing electronic 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 61190-1-2:2002¹, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for solder pastes for high-quality interconnections in electronics assembly*

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

IEC 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 62137:2004, *Environmental and endurance testing - Test methods for surface-mount boards of area array type packages FBGA, BGA, FLGA, LGA, SON and QFN*

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

¹ This document has been replaced by a new, bilingual edition (2008), but for the purposes of this standard, the 2002 edition is cited.

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 9455-1, *Soft soldering fluxes – Test methods – Part 1: Determination of non-volatile matter, gravimetric method*

ISO 9455-2, *Soft soldering fluxes – Test methods – Part 2: Determination of non-volatile matter, ebulliometric method*

3 Accuracy, precision and resolution

Errors and uncertainties are inherent in all measurement processes. The information given below enables valid estimates of the amount of error and uncertainty to be taken into account.

Test data serve a number of purposes which include

- monitoring of a process;
- enhancing of confidence in quality conformance;
- arbitration between customer and supplier.

In any of these circumstances, it is essential that confidence can be placed upon the test data in terms of

- accuracy: calibration of the test instruments and/or system;
- precision: the repeatability and uncertainty of the measurement;
- resolution: the suitability of the test instrument and/or system.

3.1 Accuracy

The regime by which routine calibration of the test equipment is undertaken shall be clearly stated in the quality documentation of the supplier or agency conducting the test and shall meet the requirements of ISO 9001.

The calibration shall be conducted by an agency having accreditation to a national or international measurement standard institute. There should be an uninterrupted chain of calibration to a national or international standard.

Where calibration to a national or international standard is not possible, round-robin techniques may be used and documented to enhance confidence in measurement accuracy.

The calibration interval shall normally be one year. Equipment consistently found to be outside acceptable limits of accuracy shall be subject to shortened calibration intervals. Equipment consistently found to be well within acceptable limits may be subject to relaxed calibration intervals.

A record of the calibration and maintenance history shall be maintained for each instrument. These records should state the uncertainty of the calibration technique (in $\pm$ % deviation) in order that uncertainties of measurement can be aggregated and determined.

A procedure shall be implemented to resolve any situation where an instrument is found to be outside calibration limits.

3.2 Precision

The uncertainty budget of any measurement technique is made up of both systematic and random uncertainties. All estimates shall be based upon a single confidence level, the minimum being 95 %.

Systematic uncertainties are usually the predominant contributor and will include all uncertainties not subject to random fluctuation. These include

- calibration uncertainties;
- errors due to the use of an instrument under conditions which differ from those under which it was calibrated;
- errors in the graduation of a scale of an analogue meter (scale shape error).

Random uncertainties result from numerous sources but can be deduced from repeated measurement of a standard item. Therefore, it is not necessary to isolate the individual contributions. These may include

- random fluctuations such as those due to the variation of an influence parameter. Typically, changes in atmospheric conditions reduce the repeatability of a measurement;
- uncertainty in discrimination, such as setting a pointer to a fiducial mark or interpolating between graduations on an analogue scale.

Aggregation of uncertainties: Geometric addition (root-sum-square) of uncertainties may be used in most cases. Interpolation error is normally added separately and may be accepted as being 20 % of the difference between the finest graduations of the scale of the instrument.

$$U_t = \pm \sqrt{(U_s^2 + U_r^2)} + U_i$$

where

U_t is the total uncertainty;

U_s is the systematic uncertainty;

U_r is the random uncertainty;

U_i is the interpolation error.

Determination of random uncertainties: Random uncertainty can be determined by repeated measurement of a parameter and subsequent statistical manipulation of the measured data. The technique assumes that the data exhibits a normal (Gaussian) distribution.

$$U_r = \frac{t \times \sigma}{\sqrt{n}}$$

where

U_r is the random uncertainty;

n is the sample size;

t is the percentage point of the t distribution as shown in Table 1;

σ is the standard deviation (σ_{n-1}).

3.3 Resolution

It is paramount that the test equipment used is capable of sufficient resolution. Measurement systems used should be capable of resolving 10 % (or better) of the test limit tolerance.

It is accepted that some technologies will place a physical limitation upon resolution (for example, optical resolution).

3.4 Report

In addition to requirements detailed in the test specification, the report shall detail

- a) the test method used;
- b) the identity of the sample(s);

- c) the test instrumentation;
- d) the specified limit(s);
- e) an estimate of measurement uncertainty and resultant working limit(s) for the test;
- f) the detailed test results;
- g) the test date and operators' signature.

3.5 Student's t distribution

Table 1 gives values of the factor t for 95 % and 99 % confidence levels, as a function of the number of measurements.

Table 1 – Student's t distribution

Sample size	t value 95 %	t value 99 %	Sample size	t value 95 %	t value 99 %
2	12,7	63,7	14	2,16	3,01
3	4,3	9,92	15	2,14	2,98
4	3,18	5,84	16	2,13	2,95
5	2,78	4,6	17	2,12	2,92
6	2,57	4,03	18	2,11	2,9
7	2,45	3,71	19	2,1	2,88
8	2,36	3,5	20	2,09	2,86
9	2,31	3,36	21	2,08	2,83
10	2,26	3,25	22	2,075	2,82
11	2,23	3,17	23	2,07	2,81
12	2,2	3,11	24	2,065	2,8
13	2,18	3,05	25	2,06	2,79

3.6 Suggested uncertainty limits

The following target uncertainties are suggested:

- a) Voltage < 1 kV: $\pm 1,5$ %
- b) Voltage > 1 kV: $\pm 2,5$ %
- c) Current < 20 A: $\pm 1,5$ %
- d) Current > 20 A: $\pm 2,5$ %

Resistance

- e) Earth and continuity: ± 10 %
- f) Insulation: ± 10 %
- g) Frequency: $\pm 0,2$ %

Time

- h) Interval < 60 s: ± 1 s
- i) Interval > 60 s: ± 2 %
- j) Mass < 10 g: $\pm 0,5$ %
- k) Mass 10 g – 100 g: ± 1 %
- l) Mass > 100 g: ± 2 %
- m) Force: ± 2 %

- n) Dimension < 25 mm: $\pm 0,5 \%$
- o) Dimension > 25 mm: $\pm 0,1 \text{ mm}$
- p) Temperature < 100 °C: $\pm 1,5 \%$
- q) Temperature > 100 °C: $\pm 3,5 \%$
- r) Humidity (30 – 75) % RH: $\pm 5 \%$ RH

Plating thicknesses

- s) Backscatter method: $\pm 10 \%$
- t) Microsection: $\pm 2 \text{ microns}$
- u) Ionic contamination: $\pm 10 \%$

4 Catalogue of approved test methods

This standard provides specific test methods in complete detail to permit implementation with minimal cross-referencing to other specific procedures. The use of generic conditioning exposures is accomplished in the methods by reference, for example, those described in IEC 61189-1 and IEC 60068-1, and when applicable, is a mandatory part of the test method standard.

Each method has its own title, number and revision status to accommodate updating and improving the methods as industry requirements change or demand new methodology. The methods are organized in test method groups and individual tests.

5 P: Preparation/conditioning test methods

5.1 Test 5P01: Test-board design guideline

For the details of this test method, see IEC 62137:2004, Clause A.4, the requirements of which become mandatory when referenced as test 5P01.

5.2 Test 5P02: Standard mounting process for CSP/BGA packages

For the details concerning this test method, see Annex B of IEC 62137:2004, the requirements of which become mandatory when referenced as test 5P02.

6 V: Visual test methods

(Under consideration)

7 D: Dimensional test methods

(Under consideration)

8 C: Chemical test methods

8.1 Test 5C01: Corrosion, flux

8.1.1 Object

This test method is designed to determine the corrosive properties of flux residues under extreme environmental conditions. A pellet of solder is melted in contact with the test flux on a

sheet metal test piece. The solder is then exposed to prescribed conditions of humidity and the resulting corrosion, if any, is assessed visually.

8.1.2 Test specimen

At least 0,035 g of flux solids, 1 g solder paste, 1 g wire, or 1 g preform with an equivalent amount of solids. Flux solids are defined as the residue from the solid content, flux test described in IEC 61189-6, test method 6C03. All solvent shall have been evaporated from the specimen in a chemical fume hood.

8.1.3 Apparatus and reagents

- a) Solder pot.
- b) Humidity chamber capable of achieving $(40 \pm 1) ^\circ\text{C}$ and $(93 \pm 2) \%$ relative humidity.
- c) Air-circulating drying oven.
- d) Microscope having $20\times$ min.
- e) Chemicals: All chemicals shall be reagent grade (highly pure, without contamination) and water shall be distilled or deionized: ammonium persulphate; sulphuric acid, % volume (v/v), degreasing agent; acetone, or petroleum ether.
- f) Analytical balance capable of weighing 0,001 g.
- g) Copper sheet of a thickness of $(0,50 \pm 0,05)$ mm and a purity of 99 %.

8.1.4 Procedures

8.1.4.1 Chemicals

- a) Ammonium persulphate (25 % m/v in 0,5 % v/v sulphuric acid). Dissolve 250 g of ammonium persulphate in water and add cautiously 5 ml of sulphuric acid (density $1,84 \text{ g/cm}^3$). Mix, cool, dilute to 1 litre and mix. This solution should be freshly prepared.
- b) Sulphuric acid (5 % v/v). To 400 ml of water cautiously add 50 ml of sulphuric acid (density $1,84 \text{ g/cm}^3$). Mix, cool, dilute to 1 litre and mix.

8.1.4.2 Test panel preparation

- a) Cut a piece of 50 mm $\times$ 50 mm from the copper sheet for each test.
- b) Form a circular depression in the centre of each test panel 3 mm deep by forcing a steel ball of a diameter of 20 mm into a hole of a diameter of 25 mm to form a cup.
- c) Bend one corner of each test panel up to facilitate subsequent handling with tongs.

8.1.4.3 Preconditioning test panels

Immediately before performing the test, precondition as follows using clean tongs for handling.

- a) Degrease with a suitable neutral organic solvent such as acetone or petroleum ether.
- b) Immerse in 5 % sulphuric acid (by volume) at $(65 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 1 min to remove the tarnish film.
- c) Immerse in a solution of 25 % m/v ammonium persulphate (0,5 % v/v sulphuric acid) at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 1 min to etch the surface uniformly.
- d) Wash in running tap water for a maximum of 5 s.
- e) Immerse in 5 % sulfuric acid (by volume) at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 1 min.
- f) Wash for 5 s in running tap water, then rinse thoroughly in deionized water.
- g) Rinse with acetone.

- h) Allow to dry in clean air.
- i) Use the test piece as soon as possible or store up to 1 h in a closed container.

8.1.4.4 Preparation of test solder

- a) Weigh $(1,00 \pm 0,05)$ g specimen of solder for each test and place in the centre of depression of each test panel.
- b) Degrease solder specimen with a suitable neutral organic solvent such as acetone or petroleum ether.
- c) Solder may be in the form of pellets or by forming tight spirals of solder wire.

8.1.4.5 Test

- a) Heat solder pot so that solder bath stabilizes at (235 ± 5) °C in the case of Sn63Pb37 and Sn60Pb40 alloy. For solder alloys except Sn63Pb37 and Sn60Pb40, the temperature of the solder pot may be approximately 40 °C higher than the liquid temperature of each alloy.
- b) Liquid flux, place 0,035 g of flux solids into the depression in the test panel. Add solder sample.
- c) Solder paste, cored wire or cored preform, place 1 g of solder paste, flux-cored wire or cored-preform into the depression in the test panel.
- d) Using tongs, lower each test panel onto the surface of the molten solder.
- e) Allow the test panel to remain in contact until the solder specimen in the depression of the test panel melts. Maintain this condition for (5 ± 1) s.
- f) Carefully examine the test panel at 20× magnification for subsequent comparison after humidity exposure. Record observations, especially any discoloration.
- g) Preheat test panel to (40 ± 1) °C for (30 ± 2) min.
- h) Preset humidity chamber to (40 ± 1) °C and (93 ± 2) % relative humidity.
- i) Suspend each test panel vertically (and separately) in the humidity chamber.
- j) Expose panels to the above environment for 72 h (3 days). M (moderately active) and H (highly active) flux may be tested in the cleaned, as well as uncleaned, condition.

8.1.4.6 Evaluation

Carefully examine test panels prior to placing them in the environmental chamber. Note any discoloration.

After the appropriate exposure period, remove test panels from humidity chamber, examine at 20× magnification and compare with observations noted prior to exposure.

Corrosion is described as follows.

- Excrescences at the interfaces of the flux residue and copper boundary or the residues or discontinuities in the residues.
- Discrete white or coloured spots in the flux residues.

An initial change of colour which may develop when the test panel is heated during soldering is disregarded, but subsequent development of green-blue discoloration with observation of pitting of the copper panel is regarded as corrosion.

8.1.5 Additional information

8.1.5.1 Definition of corrosion

For the purposes of this test method, the following is the definition of corrosion: "chemical reaction between the copper, the solder, and the constituents of the flux residues, which occurs after soldering and during exposure to the above environmental conditions."

Colour photos before and after the test are valuable tools in identifying corrosion.

8.1.5.2 Safety

Observe all appropriate precautions on material safety data sheets (MSDS) for chemicals involved in this test method.

9 M: Mechanical test methods

9.1 Test 5M01: Peel test method for test-board land

For details concerning this test method, see Clause A.3 of IEC 62137, the requirements of which become mandatory when referenced as test 5M01.

10 E: Electrical test methods

10.1 Test 5E01: Changes of the surface insulation resistance caused by fluxes

10.1.1 Object

This test method is to characterize fluxes by determining the degradation of the electrical insulation resistance of rigid printed board specimens after exposure to the specified flux. This test is carried out at high humidity and heat conditions.

10.1.2 Method A

10.1.2.1 Test specimens

- a) Comb patterns: The test pattern shown in Figure 1 shall be used for the test specimen. The individual comb has a line width of 0,4 mm and 0,2 mm spacing. The specimen is approximately 100 mm × 95 mm in size. Its conductive pattern shall be unpreserved bare copper.

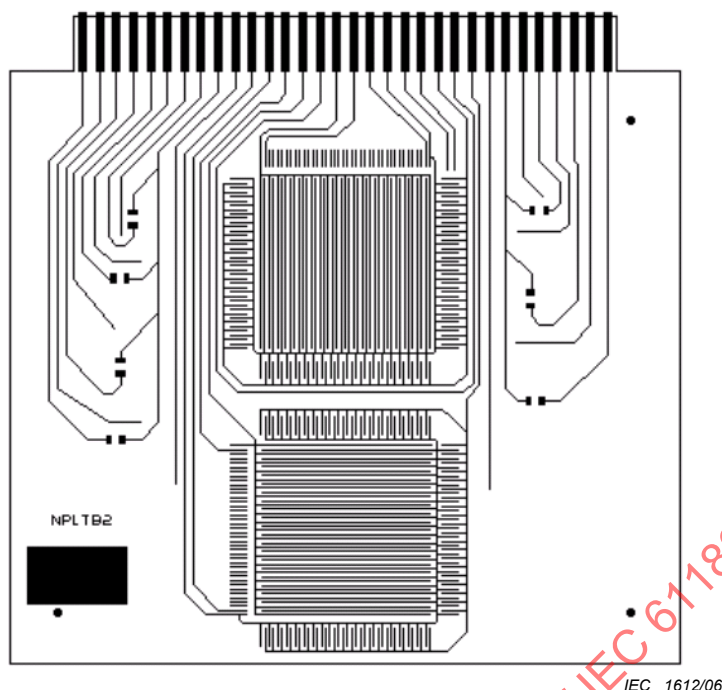


Figure 1 – Surface insulation resistance pattern

- b) Laminate: The laminate material for this test shall be an epoxide woven E-glass laminated sheet in accordance with IEC 61249-2-7.

10.1.2.2 Apparatus

- a) A humidity chamber capable of being adjusted to a temperature of $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $(95 \pm 3) \%$. The chamber should be constructed with stainless steel inner surfaces and be well insulated. The temperature and humidity measurement should be taken using sensors such as dry and wet bulb thermometers or solid-state sensors. The temperature and humidity levels of the test chamber shall be recorded throughout the test, preferably with independent control sensors.
- b) The measurement system shall consist of a measuring device capable of measuring surface insulation resistance (SIR) in the range of at least $(10^6 \text{ to } 10^{12}) \Omega$. A test and bias voltage supply capable of providing a variable voltage from $(5 \text{ to } 100) \text{ V d.c. } (\pm 2 \%)$ with a $1 \text{ M}\Omega$ load.

Specimen selection system capable of individually selecting each test pattern under measurement. The system shall incorporate a $1 \text{ M}\Omega$ current limiting resistor in each current pathway.

The tolerance of the total measurement system shall be $\pm 5 \%$ up to $10^{10} \Omega$, $\pm 10 \%$ between $(10^{10} \text{ to } 10^{11}) \Omega$, and $\pm 20 \%$ above $10^{11} \Omega$.

The measurement system shall be verified by substituting a resistor verification coupon in place of the test specimens while in the chamber at ambient conditions.

- c) Three 2 000 ml beakers.
- d) Exhaust ventilation hood.
- e) Metal tongs.
- f) Soft bristle brush.
- g) Deionized or distilled water ($2 \text{ M}\Omega\text{cm}$, minimum resistivity recommended).
- h) Drying oven capable of maintaining at least $50 ^\circ\text{C}$.

10.1.2.3 Test conditions

- a) Fluxes that contain more than 1 % by weight organic acid activators, such as adipic acid, that volatilize significantly at 85 °C, and less than 5 % by weight rosin or modified-rosin resin should be tested at 40 °C/93 % RH. Fluxes that contain more than 0,1 % by weight ionic halide should be tested at 85 °C/85 % RH.
- b) The test duration shall be not less than 72 h.
- c) Test voltages: The testing should be conducted using a voltage gradient of 25 V/mm (= 5 V using the coupon proposed).

10.1.2.4 Specimen preparation

There shall be three test specimens for each liquid flux to be tested in the cleaned state, having cleaned the boards in accordance with item d) (see Table 2, Sample group A). When testing liquid fluxes which are intended to remain in the uncleaned state, six test specimens are required. Three uncleaned test specimens shall be wave-soldered pattern side down (Table 2, Sample group B) and three shall be wave-soldered pattern side up (Table 2, Sample group C).

- a) Solder paste coupons shall be reflowed pattern side up and either cleaned (Table 2, Sample group D) or not cleaned (Table 2, Sample group E). In addition, there shall be at least two unprocessed control coupons for comparison purposes (Table 2, Sample group F).
- b) Positive, permanent and non-contaminating identification of test specimens is of paramount importance (for example, a vibrating scribe).
- c) Visually inspect the test specimens for any obvious defects. If there is any doubt about the overall quality of any test specimen, the test specimen should be discarded.

Table 2 – Coupons for surface insulation resistance (SIR) testing

Sample group	Flux/Solder	Clean	Number of coupons
A	Yes	Yes	3
B	Yes	No	3
C	Yes	No	3
D	Yes	Yes	3
E	Yes	No	2
F	No	No	2

- d) Clean the test specimen with deionized or distilled water and scrub with a soft bristle brush for a minimum of 30 s. Spray-rinse thoroughly with deionized or distilled water. Rinse cleaned area thoroughly with fresh propan-2-ol.
- e) An alternative cleaning method is to place the test specimen in an ionic contamination tester containing 75 % propan-2-ol, 25 % deionized water and process the solution until all ionics have been removed.
- f) During the remainder of the specimen preparation, handle test specimens by the edges only, or use non-contaminating rubber gloves.
- g) If boards are to be stored before treatment, place the boards in contamination-free bags or containers and close bags (do not heat seal).

10.1.2.5 Solder paste

- a) Stencil print the solder paste on to the comb pattern using a 0,150 mm thick stencil. The stencil shall consist of a series of circular holes of a diameter of 0,4 mm or square openings that match the conductors of the comb pattern. The registration of the stencil shall be such that the solder paste is deposited directly on the conductors and does not

cause bridging between conductive patterns. There shall be a minimum of six openings for each conductor in the comb pattern.

- b) The specimens shall be run through a reflow soldering process using the temperature profile recommended by the supplier.

10.1.2.6 Cleaning of specimens

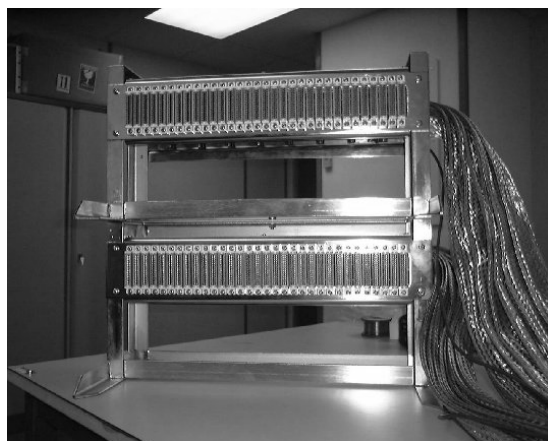
- a) After exposure to flux and solder, specimens to be tested in an uncleaned state shall be evaluated as described in 10.1.2.8 and 10.1.2.9.
- b) After exposure to flux and solder, specimens to be tested in the cleaned state shall be cleaned using one of the procedures listed below. The cleaning parameters shall be reported in the qualification test report (Table 3).
- c) The specimens to be cleaned shall be cleaned with an appropriate environmentally safe solvent or aqueous cleaning medium. The use of a commercial in-line or batch cleaner is preferred. If this is not available, the following laboratory cleaning process shall be followed.
- d) Three specimens shall be cleaned (within 30 min or less) after soldering. For solvent or aqueous detergent cleaning, three 2 000 ml beakers each containing 1 000 ml of solvent shall be used so that one beaker serves as the primary cleaning stage and the other two are used for rinsing purposes. Each test specimen shall be agitated in each beaker for 1 min. In the case of aqueous detergent, one beaker shall contain the cleaning agent and the remaining beakers shall contain deionized water for rinsing purposes. After the cleaning procedure is complete, specimens are dried for 2 h at 50 °C. Following cleaning, the specimens shall be tested as outlined in 10.1.2.8 and 10.1.2.9.

10.1.2.7 Preparation of samples for chamber

Visually inspect all combs and discard any combs with bridging of conductors. Use water white rosin (colour grade of rosin) to solder Teflon-insulated wires to the connection points of the specimens. Do not attempt to remove the flux residues. Connectors may be used in lieu of soldering wires but are not recommended. In the event of a dispute, the samples with soldered wires shall be used as a referee.

10.1.2.8 Connector system – High-resistance measurement verification

- a) Prior to connecting test specimens to the measurement system, each cable assembly shall be connected to the resistor verification coupon inside the humidity chamber at ambient conditions and a measurement taken. Any cable that does not read within the tolerance value of the total measurement system ($\pm 5\%$ up to $10^{10} \Omega$, $\pm 10\%$ between $(10^{10} \text{ to } 10^{11}) \Omega$, and $\pm 20\%$ above $10^{11} \Omega$) shall be reworked or replaced (see Figure 2).



IEC 1613/06

Figure 2 – Connector arrangement

- b) Place the specimens in the environmental chamber in a vertical position in such a way that the air flow is parallel to the direction of the board in the chamber as shown in Figure 3. Set the chamber to one of the following conditions dependent upon the type of flux under test (refer to 10.1.2.3). The temperature shall be set at $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and humidity at 20 % RH; allow the chamber to stabilize at this temperature for 3 h. For “no-clean”, set the chamber temperature to $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and humidity to 20 % RH and allow the chamber to stabilize at this temperature for 3 h. Then, slowly ramp the humidity to $(85 \pm 2) \%$ or $(93 \pm 2) \%$ over a minimum period of 15 min. Allow the specimens to come to equilibrium for at least 1 h before applying the bias voltage to begin the test.

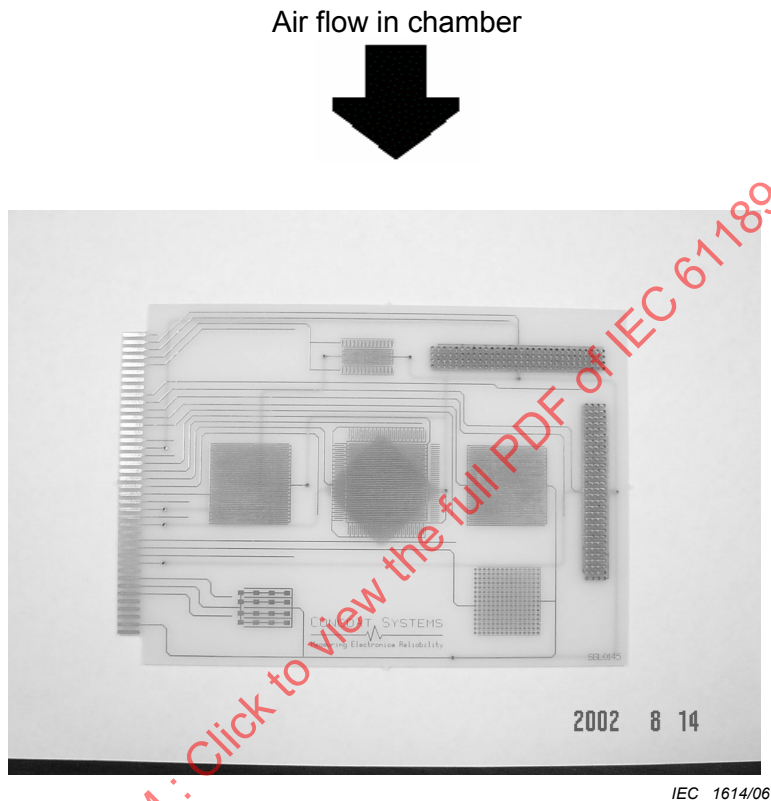


Figure 3 – Specimen orientation in test chamber

- c) Connect the (5-50) V d.c. voltage source to the specimen test points to apply the bias voltage to all specimens.

10.1.2.9 Measurements

Measurements shall be made with test specimens in the chamber under the test conditions of temperature and humidity at 20 min intervals. To take these measurements, the (5-50) V d.c. bias voltage source shall be removed from the test specimen and a test voltage of 5 V d.c. shall be applied.

10.1.2.10 Evaluation

- a) The insulation resistance values of each comb pattern shall be $>1 \times 10^8 \Omega$. If the control coupon readings are less than $1 \times 10^9 \Omega$, a new set of test specimens shall be obtained and the entire test repeated. Any reason for deleting values (scratches, condensation, bridged conductors, outlying points, etc.) shall be noted.
- b) All specimens shall also be examined under a 10× to 30× microscope using backlighting within 24 h of completing the testing. If the specimens are to be held longer, they shall be placed in a non-contaminating container and stored in a desiccator. All specimens shall be

evaluated within 7 days. It should be determined whether dendritic growth has occurred due to condensation within the chamber (see 10.1.4).

- c) Rejection of results for more than 2 combs for a given condition shall require the test to be repeated.
- d) Flux qualification shall be recorded in Table 3.

10.1.3 Method B

10.1.3.1 Test specimens

- a) Comb patterns: Use the coupon test pattern shown in Figure 12a² of IEC 61189-3 (J test pattern which consists of four comb patterns per coupon). The individual comb, pictured in Figure 12a of test method 3E08, has a line width of 0,4 mm and line spacings of 0,5 mm. The conductive pattern of the test specimen shall be bare copper.
- b) Laminate: The laminate material for this test shall be epoxide woven E-glass laminated sheet in accordance with IEC 61249-2-7.

10.1.3.2 Apparatus

- a) A clean test chamber capable of being adjusted to a temperature of (25^{+10}_{-2}) °C to at least (85 ± 2) °C and (85 ± 2) % RH and capable of recording the test conditions.
- b) A power supply capable of producing a standing bias potential of (45 to 50)V d.c. with a tolerance of ± 10 %.
- c) A resistance meter capable of reading high resistance ($10^{12} \Omega$) with a test voltage of 100 V or an ammeter capable of reading 10^{-10} A in combination with 100 V d.c. power supply.
- d) Three 2 000 ml beakers.
- e) Exhaust ventilation hood.
- f) Metal tongs.
- g) Soft bristle brush.
- h) Deionized or distilled water (2 M Ω , minimum resistivity recommended).
- i) Drying oven capable of maintaining at least 50 °C.

10.1.3.3 Test conditions

All fluxes will be tested at (85 ± 2) °C, (85 ± 2) % RH for 168 h.

10.1.3.4 Specimen preparation

Flux application and soldering.

10.1.3.4.1 Liquid flux or flux extract

Coat the comb pattern with a thin coating of the liquid flux or flux extract under test.

The test specimens shall be exposed to solder by floating the fluxed comb patterns of the test specimens face down on the solder pot at $(245-260)$ °C for (4 ± 1) s. Wave solder of comb patterns face down at $(245-260)$ °C and a conveyor speed with a contact time of (3 ± 1) s. For fluxes to be tested in the uncleaned state, a second set of comb patterns shall be fluxed and floated pattern up on the solder pot or passed pattern up over the solder wave.

² The references to Figure 12a of IEC 61189-3 (Am.1) correspond to Figure 15a of IEC 61189-3 Ed. 2.

10.1.3.5 Solder paste

- a) Stencil print the solder paste on to the comb pattern using a 0,1 mm thick stencil.
- b) The specimens shall be run through a reflow soldering process using the temperature profile recommended by the supplier.

10.1.3.6 Cleaning of specimens

- a) After exposure to flux and solder, specimens to be tested in an uncleaned state shall be evaluated as described in 10.1.2.8 and 10.1.2.9.
- b) After exposure to flux and solder, specimens to be tested in the cleaned state shall be cleaned using one of the procedures listed below. The cleaning parameters shall be reported in the qualification test report (Table 3).
- c) The specimens to be cleaned shall be cleaned with an appropriate environmentally safe solvent or aqueous cleaning medium. The use of a commercial in-line or batch cleaner is preferred. If this is not available, the following laboratory cleaning process shall be followed.
- d) Three specimens shall be cleaned (within 30 min or less) after soldering. For solvent or aqueous detergent cleaning, three 2 000 ml beakers each containing 1 000 ml of solvent shall be used in such a way that one beaker serves as the primary cleaning stage and the other two are used for rinsing purposes. Each test specimen shall be agitated in each beaker for 1 min. In the case of aqueous detergent, one beaker shall contain the cleaning agent and the remaining beakers shall contain deionized water for rinsing purposes. After the cleaning procedure is complete, specimens are dried for 2 h at 50 °C. Following cleaning, the specimens shall be tested as outlined in 10.1.3.6 and 10.1.3.7.

10.1.3.7 Preparation of samples for chamber

Visually inspect all combs and discard any combs with bridging of conductors. Use water white rosin (colour grade of rosin) to solder teflon-insulated wires to the connection points of the specimens. Do not attempt to remove the flux residues. Connectors may be used in lieu of soldering wires but are not recommended. In the event of a dispute, the samples with soldered wires shall be used as a referee.

10.1.3.8 Measurements

Measurements shall be made with test specimens in the chamber under the test conditions of temperature and humidity after 24 h, 96 h and 168 h. To take these measurements, the (45-50) V d.c. bias voltage source shall be removed from the test specimen and a test voltage of 10 V d.c. shall be applied. (Test voltage polarity is opposite the bias polarity.)

10.1.3.9 Evaluation

- a) Each comb pattern on each test specimen shall be evaluated by the insulation resistance values obtained at 96 h and 168 h. If the control coupon readings are less than 1 000 MΩ, a new set of test specimens shall be obtained and the entire test repeated. The reading at 24 h may fall below the required value provided that it recovers by 96 h. Any reason for deleting values (scratches, condensation, bridged conductors, outlying points, etc.) shall be noted.
- b) All specimens shall also be examined under a 10× to 30× microscope using backlighting within 24 h of completing the testing. If the coupons are to be held longer, they shall be placed in Kapak or another non-contaminating container and stored in a desiccator. All specimens shall be evaluated within 7 days. If dendritic growth or corrosion is observed, it shall be determined if the dendrite spans 25 % or more of the original spacing. This latter condition will constitute a failure. It should be determined whether dendritic growth has occurred due to condensation within the chamber (see 10.1.4).
- c) Rejection of results for more than two combs for a given condition shall require the test to be repeated.

10.1.4 Additional information

If condensation occurs on the test specimens in the environmental chamber while the samples are under voltage, dendritic growth will occur. This can be caused by a lack of sufficient control of the humidification of the oven. Water spotting may also be observed in some ovens where the air flow in the chamber is from back to front. In this case, water condensation on the cooler oven window can be blown around the oven as micro-droplets which deposit on test specimens and cause dendritic growth if the spots bridge the distance between two electrified conductors. Both of these conditions shall be eliminated for proper testing.

Table 3 – Qualification test report

I.D. Number:			
Flux classification:		Date of manufacture:	
Manufacturer's identification:		Original use by fate: Requalified use by fate:	
Manufacturer's batch number:		Original:	
Date original qualification tests completed:		Date requalification tests completed:	
Tested by:	Pass: _	Tested by:	Pass: _
Witnessed by:	Fail: _	Witnessed by:	Fail: _
Certification test	IEC 61189-5/IEC 61189-6	Test requirement	Result pass/fail/NA
Copper mirror	6C10		
Halides qualitative			
Silver chromate	6C02		
Fluoride spot	6C05		
Halides quantitative			
Chloride, bromide	6C04		
Fluoride	6C06		
Non-volatile determination	6C03		
Total as chloride			
Corrosion	5C01		
SIR	5E01	Cleaned Not cleaned	
Fungus (optional)			
Cleaning procedure for flux characterization			
Cleaning material			
Cleaning equipment			
Cleaning process parameters			

10.2 Test 5E02: Surface insulation resistance, assemblies

10.2.1 Object

This test method quantifies any deleterious effects that may arise from flux residues after soldering printed circuit-boards, by measuring the decrease of the surface insulation resistance.

For fluxes which may leave undesirable residues and hence require cleaning, the results obtained from the test will depend not only on the characteristics of the residue but also on

the effectiveness of the manufacturing/assembly cleaning operation. It should be realized that the cleaning regime for populated boards may need to be more aggressive than that indicated in the procedure for unused boards. The intent of this test is to show that a proposed manufacturing process or process change can produce hardware with acceptable end-item performance.

These process changes can involve a change in any one of the process steps. It can also pertain to a change in bare-board supplier, solder mask or metallization. Test vehicle construction will vary depending upon which of these changes is being evaluated.

Testing is a 'site-specific' qualification process that should be carried out at the manufacturer's location using production processes and equipment whenever possible.

10.2.2 Test specimens

The printed circuit-board consists of several components having test patterns adjacent to, and beneath, the components. Prior to being subjected to conditioning the components are soldered onto the board, using methodologies replicating as closely as possible the proposed production techniques. The comb pattern may also be included on a production board, to allow regular monitoring to be carried out.

- a) Comb patterns: The test specimen "5E02 test specimen" comprises the following bill of materials (BOM) and Figures 4a and 4b.

ID	Component	Min SIR distance mm	Component type
1	TH connector 4 × 24 pins horizontal	0,6	24 × 4 = 96-way AMP: 536501-3
2	8 × SM cap 1210	0,46	1210SMC-PL
3	BGA256, 1mm pitch	0,4	BGA256T1.0-ISO
4	SM connector IEEE 1386, 2 × 16 pins	1	1,00 mm (0,039") mezzanine IEEE 1386 SMT, dual row, 71436
5	15 × SM cap 0805	0,6	0805SMC-PA
6	QFP160 0,65 mm pitch ISO	0,254	QFP160-28 mm – 0,65 mm – 2,6 (isolated)
7	COMB under QFP160 (ID 6)	0,2	N/A
8	10 × SM cap 0805	0,6	0805SMC-PA
9	COMB under QFP80 (ID10)	0,2	N/A
10	QFP80 0,5mm pitch ISO	0,2	A-TQFP80 – 12 mm – 0,5 mm – 2,0 (Amkor)
11	COMB under QFP128 (ID12)	0,2	N/A
12	QFP128 0,8mm pitch ISO	0,3	QFP128-28 mm – 0,8 mm – 2,6
13	4 × SOIC16 1,27mm pitch ISO	0,2	SO16GT-- 3,8 mm
14	15 × SM cap 0603	0,6	0603SMC-PA
15	15 × SM cap 1206	1,2	1206SMC-PA
16	TH connector 4 × 24 pins vertical	0,6	24 × 4 = 96-way AMP: 536501-3

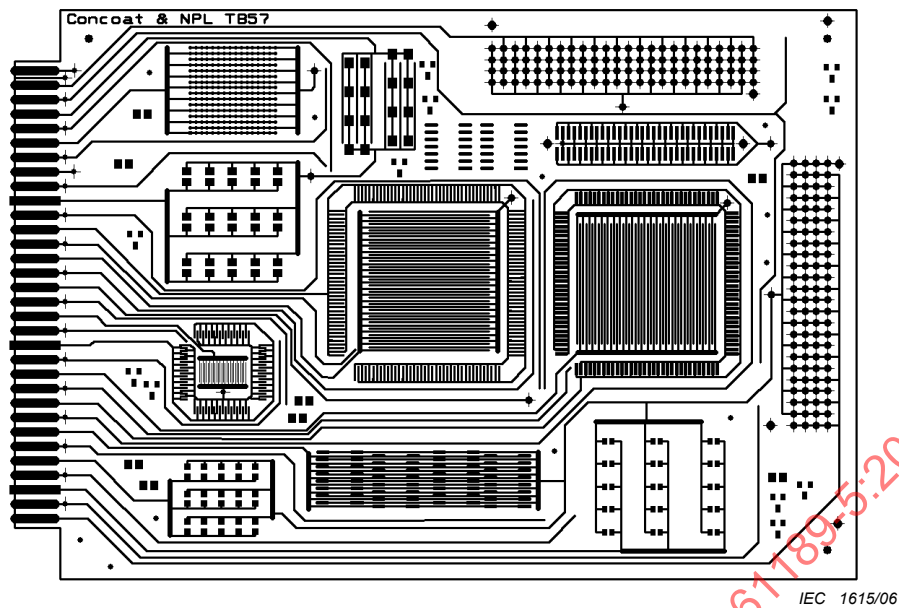


Figure 4a –Test specimen side A

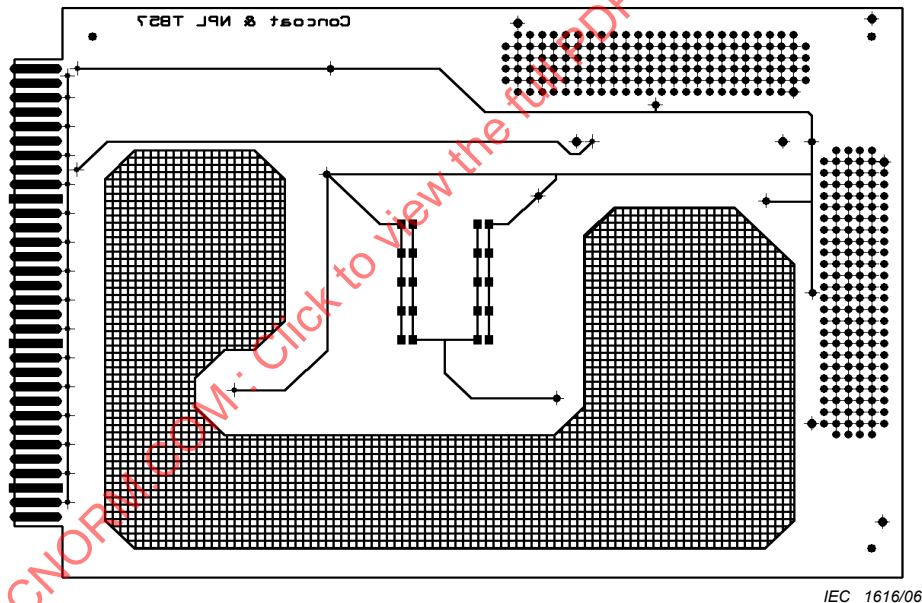


Figure 4b –Test specimen side B

Figure 4 – Test method 5E02

All of the components used in this test shall be true "dummy" components designed specifically for SIR testing. Scrap devices will compromise test results.

- b) Laminate: The test vehicle laminate should represent the substrate to be used in production.

10.2.3 Apparatus and materials

- a) The soldering equipment should represent the equipment to be used in production.
- b) A humidity chamber capable of being adjusted to a temperature of $(90 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of $(95 \pm 3) \%$. The chamber shall be constructed with stainless steel inner surfaces and be well-insulated. The temperature and humidity measurement shall be

taken using sensors such as dry and wet bulb thermometers or solid-state sensors. The temperature and humidity levels of the test chamber shall be recorded throughout the test, preferably with independent control sensors.

- c) The measurement system shall consist of a measuring device capable of measuring surface insulation resistance (SIR) in the range of at least $(10^6 \text{ to } 10^{12}) \Omega$. A test and bias voltage supply capable of providing a variable voltage from (5-100) V d.c. ($\pm 2 \%$) with a $1 \text{ M}\Omega$ load.

Specimen selection system capable of individually selecting each test pattern under measurement. The system shall incorporate a $1 \text{ M}\Omega$ current limiting resistor in each current pathway.

The tolerance of the total measurement system shall be $\pm 5 \%$ up to $10^{10} \Omega$, $\pm 10 \%$ between $(10^{10} - 10^{11}) \Omega$, and $\pm 20 \%$ above $10^{11} \Omega$.

The measurement system shall be verified by substituting a resistor verification coupon in place of the test specimens while in the chamber at ambient conditions.

The data sampling rate should be, as a minimum, twice a day, at least 6 h apart as shown in Table 4; with a lower test voltage (5 V), the sampling frequency shall be every 20 min. Equipment shall be capable of demonstrating repeatability using the gauge repeatability and reproducibility (R&R) methodology outlined in ISO 5725-2.

- d) The verification specimen shall have one each $10^6 \Omega$, $10^8 \Omega$, $10^{10} \Omega$ and $10^{12} \Omega$ resistors in specific current pathways according to Figure 5.

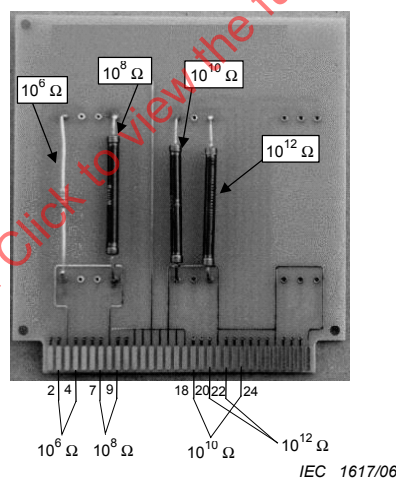


Figure 5 – Resistor verification coupon

The resistor verification coupon should have a protective metal (stainless steel) cover attached with stainless hardware to the grounded mounting holes on the coupon to protect the resistors from contamination or damage during handling operations (Figure 6).

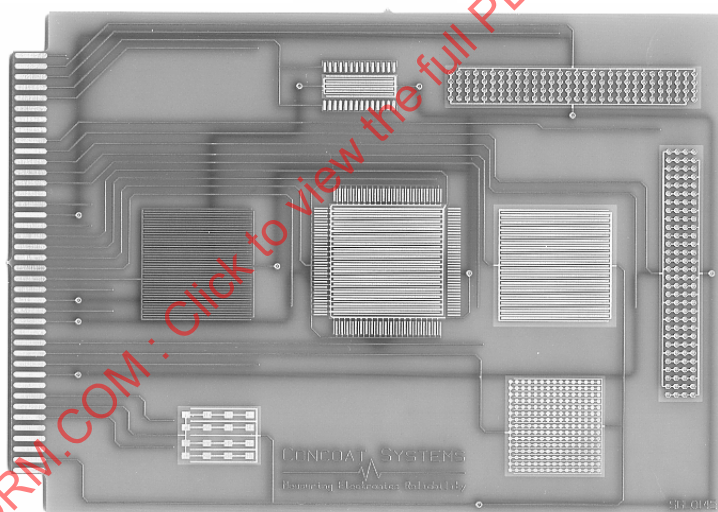


IEC 1618/06

Figure 6 – Resistor verification board with protective cover

- e) Test specimen location in the chamber.
- f) Fixtures shall position coupons uniformly spaced (minimum of 15 mm) and parallel to air flow with the connector (if present), as shown in Figure 7.

Air flow in chamber



IEC 1619/06

Figure 7 – Test specimen location with respect to chamber air flow

- g) Cleaning solvent (where required). Use a solvent recommended by the flux manufacturer as being suitable for the removal of post-soldering flux residues.
- h) PTFE-insulated wire or cable, configuration suitable for equipment in use.
- i) Connector
 - 64 position, glass-filled polyester body:
 - 2,5 mm board contact centre spacing
 - 0,75 µm gold-plated post/pin mating end
 - bifurcated beam contacts
 - For coupon thickness of 1,40 mm to 1,78 mm
 - Capable of withstanding temperatures up to 105 °C.

j) Flux-cored solder wire conforming to IEC 61190-1-3³.

10.2.4 Test

10.2.4.1 Test conditions

All specimens shall be tested at either 40 °C with a relative humidity of 93 % (according to IEC 60068-2-20) or 85 °C with a RH of 85 % for 168 h.

No-clean processes shall be tested at 40 °C in a 93 % RH environment.

10.2.4.2 Specimen preparation

Test specimens shall be identified using a positive, permanent and non-contaminating identification method.

10.2.4.3 Procedure

- a) The test specimen should represent the substrate materials, assembly materials and fabrication processes used in production. The test vehicle circuitry shall provide for SIR testing as shown in Figures 4a and 4b. Components of the type to be soldered in production representative of the hardest to clean configurations (in terms of "shadowing" of the solder joints by component bodies and component-to-substrate spacing) shall be included on the printed wiring assembly. As the test pattern is used to monitor the effect of printed board assembly processing, they shall be exposed to all printed board assembly processes (i.e., the test pattern shall not be covered by permanent solder mask).
- b) Cleaning: For fluxes requiring cleaning after soldering, clean the test specimens using the cleaning media and method recommended by the flux manufacturer as being suitable for the removal of post-soldering flux residues. Include details of the cleaning procedure used on the coupons in the test report.

10.2.4.4 Manufacturing process replication

- a) The specimen manufacturing process used in this method is assumed to replicate the process intended for production hardware. In cases where the assembly process involves multiple solder operations (for example, surface mount reflow, wave solder, rework, hand solder, or conformal coating if used), all these processes shall be carried out on the test assembly. This would be necessary even in cases where only one of the soldering processes is being changed, since residues from one process can interact with residues from a prior or following process. It is the total of all these processes which will be shipped, and thus it is their total which shall be tested and qualified. See PC-9201[1]⁴ for a discussion of the proper methodology and equipment to be used for repeatable and accurate SIR testing.
- b) No cleaning prior to assembly shall be carried out on the printed boards used in these tests that are not carried out as part of the standard assembly process.

10.2.4.5 Number of test specimens

A minimum of 10 test specimens shall be tested for each material/process combination. This specimen size was calculated by setting a "consumer's risk" at 10 % (confidence of 90 %). It is recommended that additional unprocessed vehicles be tested as controls⁵.

³ This wire consists of 60/40 or 63/37 tin/lead solder wire having a core of non-activated rosin (colophony) flux (IEC 60068-2-20).

⁴ Figures in square brackets refer to the bibliography.

⁵ A complete explanation of how this sample size was determined can be found in IPC-TR-467 [2].

10.2.4.6 Preparation of samples for chamber

Specimens should be connected by either hard wiring or by connector.

- a) Hard wiring: For each specimen, first cover the patterns to be tested with aluminum foil to protect them from contamination during interconnect attachment soldering. Solder a PTFE-insulated wire to the appropriate coupon tab (Figure 4) using a soldering iron and the flux-cored solder wire. Use a minimum amount of solder to make each joint and do not allow solder or flux to contaminate the test pattern. Tag each wire so that it can be identified outside the humidity chamber.
- b) Connector interfacing: Slide specimen edge contacts into connector.

10.2.4.7 Measurements

10.2.4.7.1 Connector system – High-resistance measurement verification

Prior to connecting test specimens to the measurement system, each cable assembly shall be connected to the resistor verification coupon inside the humidity chamber at ambient conditions and a measurement taken. Any cable that does not read within the tolerance value of the total measurement system ($\pm 5\%$ up to $10^{10} \Omega$, $\pm 10\%$ between $(10^{10} \text{ to } 10^{11}) \Omega$, and $\pm 20\%$ above $10^{11} \Omega$) shall be reworked or replaced.

10.2.4.7.2 Test specimen measurements

Select environmental conditions a) or b), as appropriate.

- a) 40 °C with 93 % RH (according to IEC 60068-2-20);
- b) 85 °C with 85 % RH⁶

Insert test specimens into the humidity chamber. Without the bias applied, stabilize the chamber at 25 °C/50 % RH for 2 h and take an initial SIR measurement. Ramp chamber up to test conditions by first ramping up the temperature and then the humidity to prevent condensation on test specimens. This ramp-up should not exceed 3 h. The appropriate bias should then be applied for the duration of the test, for a minimum of 168 h. Apply the bias 1 h after chamber stabilization at the test conditions. Remove the bias application and apply the appropriate test voltage and take SIR measurements at the required frequency (see Table 4).

Table 4 – Suggested test conditions

	Bias	Test voltage	Test frequency
A	50 V	100 V	24 h, 96 h and 168 h
B	100 V	100 V	Twice daily
C	5 V	5 V	Every 20 min

At the end of the exposure to test conditions, remove the electrical bias from all test patterns, prior to temperature-humidity ramp-down initiation. After ramp-down, stabilize the chamber at 25 °C/50 % RH for 2 h and take a final SIR measurement

10.2.4.8 Evaluation

All specimens will be visually inspected at 10×-30× within 24 h of test completion and the following conditions recorded.

⁶ See item c) of 10.2.6 for guidance on which test condition should be used and information on specimen integrity during testing.

- a) Presence of dendrites. If present, record per cent of spacing between conductors bridged by the worst-case dendrite.
- b) Presence of discoloration between conductors (discoloration on conductors only is acceptable). If present, discoloration shall be recorded as a colour image and included in the test report.
- c) Presence of water spots. If present, these conditions should be recorded as a colour image and included in the test report.
- d) Presence of subsurface metal migration. When examined with back-lighting, the presence of subsurface metal migration is evidenced by a dark subsurface “shadow” growing from the anode. If present, these conditions should be recorded as a colour image and included in the test report.

Any reason for deleting values (scratches, condensation, solder-bridged conductors, outlying points, etc.) shall be noted. Rejection of results for more than two test patterns for a given condition shall require the test to be repeated.

10.2.4.9 Test report

The test report shall include, as a minimum, the following information:

- a) Details of any post-soldering cleaning procedures employed before coupon conditioning and measurement.
- b) Individual charts or graphs showing the measured resistance in $\log \Omega$ versus for each coupon and test pattern or box plots for the data set.
- c) SIR results obtained for each pattern after
 - optional preconditioning, if applicable;
 - initial, at ambient;
 - final, at ambient.
- d) Any unusual features noted during the test.
- e) Details of any operation not included in this standard or regarded as optional.
- f) The environmental conditions used for the test, i.e., condition a) or b) above.

10.2.5 Additional information

This information provides guidance on which test conditions should be used and details on specimen integrity during testing.

- a) Frequency of monitoring. During SIR testing, resistance values can change rapidly over a period of min. These are often transitory in nature with SIR values often recovering by the end of the test. Such a drop in SIR may constitute failure in real product. Modern frequent sampling instruments can monitor up to 128 SIR patterns in less than 20 min, and so capture this type of short-lived event. It is recommended that measurement readings be taken as frequently as possible to detect rapid changes in SIR.
- b) If condensation occurs on the test specimens in the environmental chamber while the coupons are under voltage, dendritic growth can occur. Dendritic growth can be caused by a lack of sufficient control of the humidification of the oven. Water spotting may also be observed in some ovens where the air flow in the chamber is from back to front. In this case, water condensation on the cooler oven window can be blown around the oven as micro-droplets which deposit on the test specimen surfaces and cause dendritic growth if the spots bridge the distance between electrified conductors. Both of these conditions must be eliminated before proper testing can take place.
- c) Fluxes that contain more than 1 % by weight organic acid activators, such as adipic acid, that volatilize significantly at 85 °C, and less than 5 % by weight rosin or modified-rosin resin should be tested at 40 °C/93 % RH. Fluxes that contain more than 0,1 % by weight ionic halide should be tested at 85 °C/85 % RH.

- d) It is recommended that a drip shield be placed over and/or around the test specimens to prevent water droplets from dropping from the chamber ceiling or from the chamber doors onto the energized test specimens. However, the drip shield should also not interfere with good air flow around the test samples, which may require innovative shielding approaches.
- e) When examined with backlighting, the presence of subsurface metal migration is evidenced by a dark subsurface “shadow” growing from the anode. If present, these conditions should be recorded as a colour image and included in the test report.
- f) The advantages and disadvantages of using connectors as part of the measurement system include
- 1) Advantages
 - Ease of use. Preparation for an SIR test is fairly easy. Simply plug the coupon into the edge card connector.
 - Connector assemblies can be made in higher volumes during slack time.
 - No hand-soldering is done, therefore, no additional flux residues will contact the test patterns.
 - Handling is kept to a minimum.
 - The orientation of the test specimen can be held parallel to the chamber air flow.
 - 2) Disadvantages
 - Depending on the materials of construction, the connectors can have leakage currents resulting in a 0,5 decade drop (or higher) at $10^{12} \Omega$ compared to hard wired specimens. Proper connector design and choice of highly insulating materials (for example, PTFE) can minimize this effect.
 - The connectors shall be verified before each use and monitored with time to determine if the resin system has aged resulting in greater leakage currents.
 - The spring-loaded contacts will wear with each use. Solder bulges on the test specimens increase the wear. Examining the contact fingers on test specimens as coupons are withdrawn from the test can give an indication of adequate contact (look for scratches).
 - The cover metallization on the spring loaded contacts will wear, especially if soft gold. This wear can result in dissimilar metals in contact and an increase in contact resistance.
 - Potential for entrapment of moisture.
- g) Electromagnetic shielding: For consistent and repeatable results, it is important that all cabling carrying test signals be encased in an electromagnetic shield. Most often, this is a metallic foil or braid material. Since SIR measurement often deals with picoamperes of current or less, electromagnetic coupling (EMC) and other stray electrical fields can unduly affect the test signals. Encasing the signal lines with a grounded metal dramatically reduces currents due to EMC and other electrical noise. It is not necessary to individually shield each line, such as in coaxial cabling, but separating voltage supply lines and current-return lines is recommended. A single EMC shield can be used to encase all current-return lines.
- h) During the actual execution of the test programme, the verification coupon should be connected to the high-resistance measurement system via an external connector or connection. The test specimens can then be periodically measured to verify that the high-resistance measurement system is in proper operation condition should anomalous readings be observed.

11 N: Environmental test methods

11.1 Test 5N01: Reflow solderability test for soldering joint

For the details of this test method, see 5.1 of IEC 62137:2004, the requirements of which become mandatory when referenced as test 5N01.

11.2 Test 5N02: Resistance to reflow solderability of test board

For details of this test method, see Clause A.1 of IEC 62137:2004, the requirements of which become mandatory when referenced as test 5N02.

11.3 Test 5N03: Solderability test for test board land

For details of this test method, see Clause A.2 of IEC 62137:2004, the requirements of which become mandatory when referenced as test 5N03.

12 X Miscellaneous test methods

12.1 Test 5X01: Liquid flux activity, wetting balance method

12.1.1 Object

This test prescribes the recommended test method for assessing the activity of liquid fluxes using a wetting balance.

12.1.2 Test specimen

The test specimen shall be a copper coupon complying with any acceptable industry specification. The width shall be $(6,0 \pm 0,25)$ mm wide; the length should be $(25,0 \pm 1)$ mm long or as appropriate to the test equipment. The thickness shall be $(0,5 \pm 0,05)$ mm.

12.1.3 Apparatus and reagents

The apparatus shall consist of the following.

- A meniscus force measuring device (wetting balance) which includes a temperature-controlled solder pot containing solder maintained at (245 ± 3) °C. Note that the reaction rate is very sensitive at this temperature.
Solder composition shall be Sn60/Pb40 or Sn63/Pb37.
- A chart recorder, data logger, or computer capable of recording force as a function of time with a minimum recorder speed of 10 mm/s.
- A mechanical dipping device as shown in Figure 12 shall be used. This device shall be present to produce an immersion and emersion rate of (20-25) mm/s to a depth of $(6,0 \pm 0,1)$ mm and a dwell time of $(5,0 \pm 0,5)$ s.

12.1.4 Procedure

12.1.4.1 Preparation

- The test specimen should be cleaned (degreased) by immersion in a suitable solvent, then cleaned using a (10 ± 1) % fluoroboric acid dip.
- The coupon shall then be washed with water and dried.

12.1.4.2 Test

- After mounting the specimen in a suitable holder, the coupon should be immersed in the liquid flux at room temperature to a minimum depth of 10 mm.
- Excess flux is to be immediately drained off by standing the specimen vertically on a clean filter paper for 1 to 5 s.
- After partial drying, it should be mounted in the test equipment.
- The surface of the molten solder shall be skimmed just prior to immersing the specimen in the solder.

- e) The specimen in its holder shall be held for approximately (10 ± 1) s, 3 mm above the solder pot. The test shall be started and the specimen immersed only once using an immersion and emersion rate of (20-25) mm/s to a depth of $(5,0 \pm 0,1)$ mm and a dwell time of $(5,0 \pm 0,5)$ s.
- f) During the test, the wetting curve shall be recorded on a suitable device for use in the evaluation.

12.1.5 Evaluation

Using the coupon as specified, fluxes which shall be evaluated for the following.

- a) A wetting time (T_w) for the wetting curve to cross the corrected zero axis after the start of the test (see Figure 13)
- b) A maximum wetting force, $F_{\max}$, taken after correction for buoyancy.

12.1.6 Additional information

This test method can be useful in re-qualifying materials that have exceeded the recommended shelf life. In addition, the method can help evaluate fluxing power prior to manufacturing operations on critical applications.

12.1.6.1 Safety

Observe all appropriate precautions on MSDS for chemicals involved in this test method.

12.1.6.2 Correction for buoyancy

For the wetting balance to obtain wetting force values that are relatable to one another, it is necessary to correct for the variability in specimen sizes, in particular width and thickness. This is done by correcting for the volume of the sample immersed in the solder. The following formula may be used to calculate the buoyant force correction:

$$Pb = \rho gV$$

where

ρ is the density of solder at 245 °C (8,15 g/cm³)⁷;

g is the acceleration of gravity ($9,81 \times 10^3$ mm s⁻²);

V is the immersed volume of coupon (cm³) = width × thickness × immersion depth.

When the buoyancy force is calculated it should be used to correct the zero axis. This correction is required to obtain both the proper measurement of wetting times as well as wetting forces. All measurements of wetting times and wetting forces shall be made from the corrected zero axis. In the case of an upright curve, the new corrected zero axis will be below the instrument zero (see Figures 8 and 9).

⁷ For Sn60/Pb40 alloy.

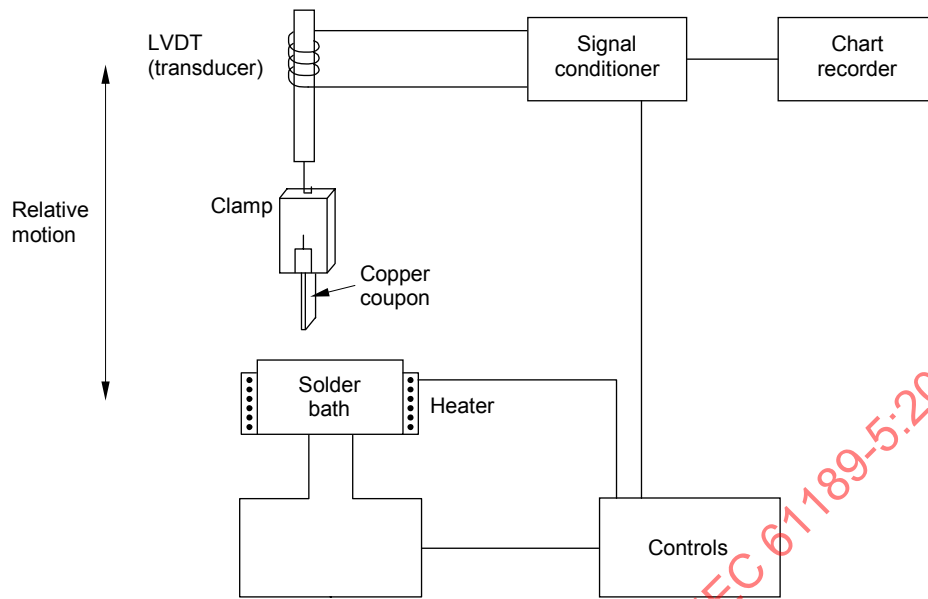
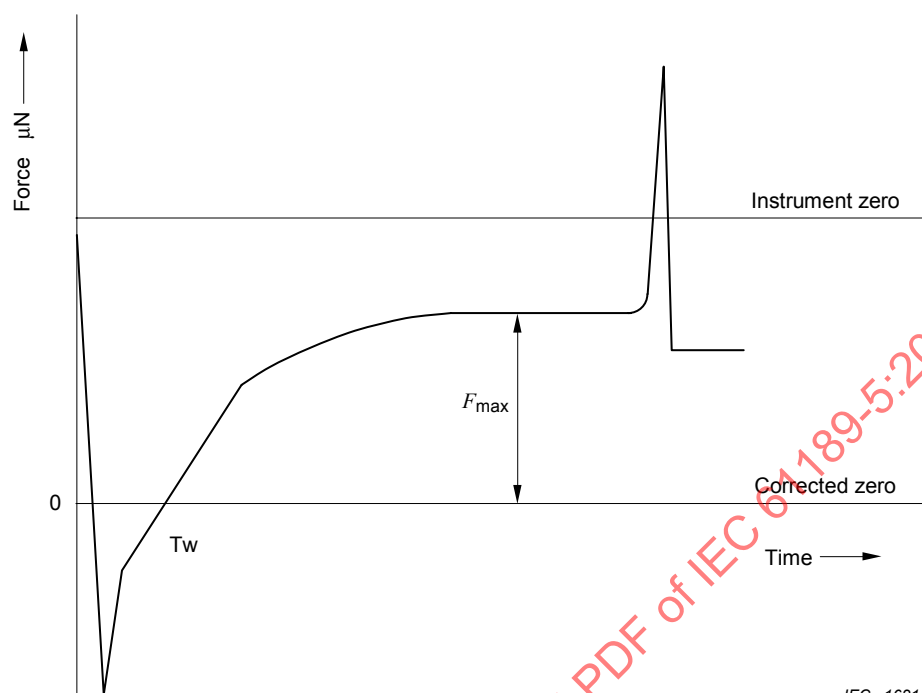


Figure 8 – Wetting balance apparatus



NOTE The vertical force measured by the wetting balance is made up from two forces – the buoyancy force and the wetting force caused by the contact angle changing from initial non-wetting to wetting. The buoyancy force may be considered during the test, and is equal to the weight of the solder displaced, when the specimen is immersed into the solder. The only changing force is the wetting force, caused by the changing contact angle, as the specimen solders.

The corrected zero (buoyancy) line is the force when the contact angle is 90° or when the bath surface has returned to horizontal, having been initially depressed by the immersed sample. The wetting balance curve is centred on the corrected zero (buoyancy) line since the only parameter that changes during the test is the contact angle θ .

See Equation 1:

$$F = \gamma p \cos \theta - g \rho v \quad \text{Equation 1}$$

$$\text{Buoyancy} = g \rho v \quad \text{Equation 2}$$

Where

F is the measured force in micronewtons;

γ is the surface tension of molten solder ($400 \mu\text{N mm}^{-1}$);

p is the specimen perimeter in mm;

θ is the contact angle;

g is the gravitational acceleration ($9,81 \times 10^3 \text{ mm s}^{-2}$);

ρ is the solder density ($8\,000 \mu\text{g mm}^{-3}$);

v is the immersed volume in mm^3 .

The corrected zero line (buoyancy) is a fixed reference point from which the force measurements should be taken. This line should also be used as a reference point for any time measurements. Altering the specimen dimensions changes the immersed volume and hence the buoyancy, and so alters the position of the corrected zero line; but the wetting curve still remains centred on this line. Similarly, any change in immersion depth will also alter the immersed volume, with the same effect on the buoyancy. Although use of the corrected zero line will cancel small variations in the specimen immersed volume and the immersion depth, large changes will affect the rate of heat transfer into the specimen, which will affect both T_w , the time to recross the corrected zero (buoyancy) line and the time to reach F_{max} .

Figure 9 – Wetting balance curve

12.2 Test 5X02: Paste flux viscosity – T-Bar spindle method

12.2.1 Object

This test method is designed to measure the viscosity of paste flux.

12.2.2 Test specimen

The test specimen shall contain enough paste flux to fill a container with a minimum diameter of 4 cm to a minimum depth of approximately 10 cm.

12.2.3 Apparatus and reagents

- Viscometer with helipath stand and a T-C spindle (Brookfield RVT-D or equivalent).
- Water bath capable of holding $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.
- Stopwatch.
- Spatula.

12.2.4 Procedure

12.2.4.1 Test

- Place container of paste flux in water bath at $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.
- When medium has attained thermal equilibrium, place container under spindle so that it is at the centre of the surface.
- Start the Brookfield at 5 r/min and start the helipath stand on descent.
- Record the value 2 min after the spindle has cut into the top surface of the medium. Check that the spindle is not touching the bottom of the container.
- Remove the spindle from the paste flux. Using the spatula, stir the flux vigorously for (15-20) s and re-measure the viscosity.

12.2.4.2 Expression of results

The viscosities are calculated from the values recorded after 2 min of medium penetration. Both stirred and unstirred results should be quoted.

12.2.5 Safety notes

Observe all appropriate precautions on MSDS for chemicals involved in this test method.

12.3 Test 5X03: Spread test, liquid or extracted solder flux, solder paste and extracted cored wires or preforms

12.3.1 Object

This test method gives an indication of activity of wave solder fluxes, core solder fluxes, and solder paste. The test method offers two methods.

Method A measures the solder spread area.

Method B measures the solder spread ratio.

12.3.2 Method A

12.3.2.1 Test specimen

- For liquid or extracted solder flux, a minimum of 10 ml that is furnished in a clean glass container.
- For paste flux and solder paste flux, 10 ml of the diluted material (35 %).
- For preform and cored wire, 10 ml of the extracted material.

12.3.2.2 Apparatus and reagents

- a) Five replicates of 0,25 mm thick 70/30 brass of a size of approximately 40 × 75 mm.
- b) Degreased very fine steel wool (for example, #00).
- c) Solder wire from Sn60Pb37A according to IEC 61190-1-3 with a diameter of 1,5 mm.
- d) A solder pot not less than 25 mm in depth containing at least 2 kg solder.

12.3.2.3 Test specimen preparation

- a) Clean five brass coupons with steel wool.
- b) Flatten the brass coupon by bending the opposite sides of the coupon. The two bends should be parallel to the curve of the metal coil in which the brass was provided in order to stiffen and flatten the test specimen.
- c) Cut a 30 mm length of solid wire solder.
- d) Wrap the cut length of solder around a 3 mm mandrel.
- e) Cut the coil into individual rings to make a preform of the solder.

12.3.2.4 Test

- a) Maintain the solder pot at $(260 \pm 10) ^\circ\text{C}$.
- b) Place the preformed solder on the centre of the test specimen.
- c) Place one drop (0,05 ml) of flux on the centre of the preform of the test specimen.
- d) Carefully place the coupon on the surface of the solder bath for 15 s.
- e) Remove the coupon in a horizontal position and place on a flat surface allowing the adhered solder to solidify undisturbed.
- f) Remove all flux residue with a suitable solvent.

12.3.2.5 Evaluation

Measure the solder spread area by comparing to circles (pre-drawn) with areas similar to those listed in Table 5. The mean of the spread of all five specimens tested shall be reported.

Table 5 is intended as an aid in defining areas in mm².

Table 5 – Typical spread areas defined in mm²

Diameter mm	Area mm ²
10,00	78,54
10,70	90,00
11,28	100,00

12.3.3 Method B**12.3.3.1 Test specimen**

- a) Flux may be used from several products. These may be solder paste, flux cored solder wire and liquid flux.
- b) For solid flux, 25 mass % propan-2-ol or other appropriate solvent solution.
- c) Solder wire of Sn63Pb37A as specified in IEC 61190-1-3 shall be wrapped on a ring bar with a diameter of 3,3 mm.

12.3.3.2 Apparatus and reagents

- a) Solder bath: A solder bath with a depth of not less than 30 mm, 100 mm × 150 mm or more in width and length, provided with a temperature controller up to $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$ above the liquidus temperature of the tested solder.
- b) Dryer: An air convection oven with a temperature controller up to $(150 \pm 3) ^\circ\text{C}$ and capable of maintaining the temperature.
- c) Tongue of other proper tool suitable to lift up the test piece from the solder bath.
- d) Scrubber: Suitable to remove easily the oxidized film of solder in the bath.
- e) Spatula.
- f) Metal mask: Thickness of 2,5 mm with a hole of 6 mm diameter.
- g) Micrometer: Measurable to 0,001 mm.
- h) Micro syringe or micro pipet: Measurable of 0,05 ml.
- i) General experimental device: All-glass device.
- j) Abrasive paper (waterproof).
- k) Alcohol: Ethyl alcohol (reagent grade).
- l) propan-2-ol (reagent grade).
- m) Washing solvent: Proper solvent to remove the flux residue after soldering.
- n) Copper plate: A plate of 50 mm × 50 mm × 0,5 mm dimensions of dephosphated copper (to prevent surface oxidation).
- o) Solder: Sn63Pb37A specified in IEC 61190-1-3 as reference specimen.

12.3.3.3 Test specimen preparation

12.3.3.3.1 Procedure of test

- a) Preparation of an oxidated copper plate: The surface shall be cleaned with alcohol. One side of the plate shall be polished by abrasive paper, cleaned with alcohol, and dried thoroughly at room temperature. Put this plate into a dryer set at $(150 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for 1 h and oxidate the plate. Four corners of the plate could be bent for easy application of a tongue.
- b) Solder test specimen for liquid, solid and paste flux. Test specimen shall be one bar of 3,2 mm diameter on which wire solder of Sn63Pb37A with 1,6 mm diameter is wound.
- c) Resin/rosin flux cored solder and solder paste. Product itself shall be used.

12.3.3.3.2 Preparation of test piece

- a) Resin/rosin flux cored solder: After washing the face with acetone and rinsing with deionized water and then with propan-2-ol, measure and cut off $(0,30 \pm 0,03)$ g of specimen, swirl it, and place at the centre of the copper plate. Five test specimens shall be prepared.
- b) Liquid flux: Measure $(0,05 \pm 0,005)$ ml from the specimen using a micro syringe or micro pipet, drop it at the centre of the copper plate, and put a solder test piece on the flux. This represents the test specimen. Five such specimens shall be prepared.
- c) Paste flux: Place $(0,025 \pm 0,003)$ g of specimen at the centre of the copper plate and place the solder test piece on it. Five test specimens shall be prepared.
- d) Solid flux: Adjust 25 mass % test solution with propan-2-ol or suitable solvent and measure and take $(0,05 \pm 0,005)$ ml by using micro syringe or micro pipet, and drop it at the centre of the copper plate. Place the solder piece on it. Five test specimens shall be prepared.
- e) Solder paste: After stirring with a spatula the solder paste kept at room temperature, apply to the copper plate with a metal mask. Five test specimens shall be prepared.

12.3.3.4 Test

- The test piece shall be heated while floating on a solder bath kept at $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$ above the liquidus temperature, and kept at this temperature for 30 s after having fused.
- Lift the test piece from the bath and cool it down.
- Remove the flux residue by proper solvent.

12.3.3.5 Evaluation

The height of the spread solder fused shall be measured by a micrometer or other proper equipment. From this height, the spreading ratio shall be calculated from the formula shown below.

This procedure shall be repeated on five of the test pieces and a mean value shall be obtained, giving this as the spreading ratio of the flux representing solder under test.

$$S_R = 100 \times (D - H)/D$$

where

S_R is the spreading ratio (%);

H is the height of the spread solder (mm);

D is the diameter of the solder (mm), when it is assumed to be a sphere (mm) ($D = 1,24 V^{1/3}$);

V is the mass⁸/density of the tested solder.

12.3.4 Additional information

Safety: Observe all appropriate precautions on MSDS for chemicals involved in this test method.

ASTM B-36 brass plate, sheet, strip, and rolled bar (according to ASTM-B-36 C2600 HO2) [3]

12.4 Test 5X04: Solder paste viscosity – T-Bar spin spindle method (applicable to 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)

12.4.1 Object

The test specifies a standard procedure for determining the viscosity of solder paste in the range of 300 Pa·s to 1 600 Pa·s.

12.4.2 Test specimen

The paste to be tested shall be stabilized at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ for a minimum of 24 h prior to testing. The paste volume shall be sufficient to fill a test container having a minimum diameter of 5 cm and a minimum depth of 5 cm.

12.4.3 Equipment/apparatus

The equipment used shall consist of a spindle-type viscometer (Brookfield RVTD⁹ or equivalent) with a reversible helipath stand and pen recorder. A TF spindle shall be used for tests and operated at 5 r/min. Other equipment may be used provided the results can be empirically correlated as mutually agreed upon with the following test. Additional shear rates may be specified by the user or supplier provided one data point is based as specified below.

⁸ In the case of resin flux cored solder and solder paste, the mass of solder used for the test shall be the mass of the specimen subtracting the flux contained.

⁹ Brookfield RVTD is the trade name of a product supplied by Brookfield Engineering Laboratories, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

12.4.4 Procedure

12.4.4.1 Preparation

- a) Open the supply container(s); remove any internal cover(s), scrape off paste adhering to the lid(s), internal covers, and the container walls; add this material to the paste in the supply container(s).
- b) Using a spatula, stir the paste gently for 1 min to 2 min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- c) If necessary, gently transfer the paste to the test container having the specified volume without introducing air. Note that if the supply container meets the volume and size requirements, a separate test container is not needed.
- d) The test container shall be placed in a constant temperature environment of $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$. The solder paste shall remain stationary for a minimum of 2 h to reach temperature and rheological equilibrium. For freshly manufactured products, products which require significant adjustment with thinner (greater than 1/2 % by weight), or products having rheological characteristics requiring a longer time to stabilize, the stabilization time shall be increased to 4 h or as mutually agreed upon by user and supplier.
- e) Set the bottom stop for helipath travel to position the T spindle at 2,8 cm below the surface of the solder paste in the test container. The bottom stop of the spindle shall be a minimum of 1 cm above the bottom of the container. Set the upper stop to position the spindle at 0,3 cm below the surface of the solder paste.

12.4.4.2 Test

Immerse the spindle in the solder paste and record data for 10 min (5 cycles). The temperature of the solder paste during the test shall be maintained at $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$.

12.4.5 Evaluation

Viscosity shall be expressed as the value calculated from the average of the peak and valley of the last two cycles. If the average for the first two cycles is more than 10 % higher than the last two cycles, the test is invalid and additional equilibrium time is required. Record the data and enter it in Table 6.

12.4.6 Additional information

Test equipment sources: The equipment sources described below represent those currently known to the industry. Additional source names can be added when available.

Spindle Type Viscometer Equipment Brookfield Engineering Laboratories, Inc. 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-4310¹⁰

¹⁰ This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

Table 6 – Example of a test report on solder paste

Enter appropriate information in the top portion of the report and complete the report by entering the test results or checkmarks in the appropriate spaces.

___ Inspection Purpose: _____ QPL I.D. Number: _____
 ___ Qualification : _____ Manufacturer's Identification: _____
 ___ Quality Conformance per Lot : _____ Manufacturer's Batch Number: _____
 ___ Quality Conformance per Time : _____ Date of Manufacture: _____
 ___ Shelf-Life Extension : _____ Original Use-By Date: _____
 ___ Performance : _____ Revised Use-By Date: _____
 Date Inspection Completed: ___ Overall Results: _ Pass ___ Fail
 Inspection Performed by: _____ Witnessed by: _____

Inspections	User's actual requirement	Test result	P/F (*)	Tested by and date
Material				
Visual				
Metal content				
Viscosity				
Solder ball				
Slump				
Alloy				
Flux				
Powder size				
% in top screen				
% in next screen				
% in bottom screen				
% in receiver bottom				
Max. powder size				
Powder shape				
Tack				
Wetting				

* P/F = PASS/FAIL; enter P if the test results are within the tolerance of the actual requirement; otherwise, enter F.

12.5 Test 5X05: Solder paste viscosity – T-Bar spindle method (applicable to 300 Pa·s)

12.5.1 Object

This test specifies a standard procedure for determining the viscosity of solder paste applicable to 300 Pa·s.

12.5.2 Test specimen

Paste to be tested shall stabilize at $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ for a minimum of 24 h prior to testing. The paste volume shall be sufficient to fill a test container having a minimum diameter of 5 cm and a minimum depth of 5 cm.

12.5.3 Equipment/apparatus

Equipment used shall be a spindle type viscometer (Brookfield RVTD¹¹ or equivalent) with a helipath stand and pen recorder. A TC spindle shall be used for tests. Spindle speed shall be 5 r/min. Other equipment may be used provided the results can be empirically correlated as mutually agreed upon with the following test. Additional shear rates may be specified by the user or supplier provided one data point is based as specified below.

12.5.4 Procedure

12.5.4.1 Preparation

- a) Open the supply container(s); remove any internal cover(s); scrape off paste adhering to the lid(s), internal covers, and the container walls; and add this material to the paste in the supply container(s).
- b) Using a spatula, stir the paste gently for 1 to 2 min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- c) If necessary, gently transfer the paste to the test container having the specified volume without introducing air.
- d) NOTE If the supply container meets the volume and size requirements, a separate test container is not needed.
- e) The test container shall be placed in a constant temperature environment of $(25 \pm 0,25)$ °C.
- f) After reaching $(25 \pm 0,25)$ °C, the solder paste shall be stirred and then tested within 20 min to minimize the settling of the metal powder while remaining at 25 °C.

12.5.4.2 Test

Set the solder paste container below the spindle. Record data as the spindle penetrates the solder paste.

12.5.5 Evaluation

The viscosity is calculated from the value recorded after the bar of the spindle comes in contact with the surface of the paste. Record the data and enter it in Table 7.

12.5.6 Additional information

Test equipment sources: The equipment sources described below represent those currently known to the industry. Additional source names can be added when available.

Spindle Type Viscometer Equipment Brookfield Engineering Laboratories, Inc. 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-4310¹²

¹¹ Brookfield RVTD is the trade name of a product supplied by Brookfield Engineering Laboratories, Inc. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

¹² This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

Table 7 – Example of a test report on solder paste

Enter appropriate information in top portion of report and complete report by entering the test results or checkmarks in the appropriate spaces.

___ Inspection Purpose: _____ QPL I.D. Number: _____
 ___ Qualification : _____ Manufacturer's Identification: _____
 ___ Quality Conformance per Lot : _____ Manufacturer's Batch Number: _____
 ___ Quality Conformance per Time : _____ Date of Manufacture: _____
 ___ Shelf-Life Extension : _____ Original Use-By Date: _____
 ___ Performance : _____ Revised Use-By Date: _____
 Date Inspection Completed: _____ Overall Results: ___ Pass ___ Fail
 Inspection Performed by: _____ Witnessed by: _____

Inspections	User's actual requirement	Test result	P/F (*)	Tested by and date
Material				
Visual				
Metal content				
Viscosity				
Solder ball				
Slump				
Alloy				
Flux				
Powder size				
% in top screen				
% in next screen				
% in bottom screen				
% in receiver bottom				
Max. powder size				
Powder shape				
Tack				
Wetting				
* P/F = PASS/FAIL; enter P if the test results are within the tolerance of the actual requirement; otherwise, enter F.				

12.6 Test 5X06: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)

12.6.1 Object

The test specifies a standard procedure for determining the viscosity of solder paste for 300 Pa·s to 1 600 Pa·s.

12.6.2 Test specimen

The paste to be tested shall be stabilized at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ for a minimum of 24 h prior to testing. The paste volume shall be sufficient to fill the viscometer receptacle to about 60 % of its depth.

12.6.3 Equipment/apparatus

The equipment used shall be a spiral pump viscometer (Malcom, Brookfield Viscometer or Rheometer with spiral adaptor accessory, or equivalent). Set the instrument rotational speed to 10 r/min. Other equipment may be used provided the results can be empirically correlated as mutually agreed upon. Additional shear rates may be specified by the user or the supplier.

12.6.4 Procedure

12.6.4.1 Preparation

- a) Open the container(s), remove any internal cover, scrape off paste adhering to the lids or internal cover(s) and the container wall(s) and add this to the paste in the container(s).
- b) Using a spatula, stir the paste gently for (1-2) min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- c) Transfer sufficient paste to the viscometer receptacle to fill this to about 60 % of its depth. Place the receptacle in the temperature controlled unit of the viscometer and allow it to stabilize at $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$ for 15 min minimum.

12.6.4.2 Test

- a) Immerse the instrument sensor into the sample in accordance with the equipment manufacturer's instructions. The solder paste should not cover the pump outlet.
- b) Turn on the chart recorder and set the instrument to run at one specific shear rate. Take a reading when the output has been stable for at least 1 min. If additional shear rates are to be measured, adjust the speed vernier and repeat the above.
- c) Record the viscosity measured at the single-shear-rate value. By mutual agreement between user and supplier, multiple shear rates shall be used to develop the solder-paste shear-sensitivity factor.

12.6.5 Evaluation

Record the data and enter it in Table 8.

12.6.6 Additional information

Test equipment sources: The equipment sources described below represent those currently known to the industry. Additional source names can be added when available.

Spiral pump viscometer equipment¹³:

Brookfield Engineering Laboratories, Inc. 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-4310

Malcom Instruments Corp. 26226 Industrial Blvd., Hayward, CA 94545, (510) 293-0580, (510) 293-0584

Shear sensitivity factor is defined as the absolute value of the slope of a graph of the log viscosity versus log r/min.

¹³ This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

Table 8 – Example of test report on solder paste

Enter appropriate information in top portion of report and complete report by entering the test results or checkmarks in the appropriate spaces.

___ Inspection Purpose: _____ QPL I.D. Number: _____
 ___ Qualification : _____ Manufacturer's Identification: _____
 ___ Quality Conformance per Lot : _____ Manufacturer's Batch Number: _____
 ___ Quality Conformance per Time : _____ Date of Manufacture: _____
 ___ Shelf-Life Extension : _____ Original Use-By Date: _____
 ___ Performance : _____ Revised Use-By Date: _____
 Date Inspection Completed: _____ Overall Results: ___ Pass ___ Fail
 Inspection Performed by: _____ Witnessed by: _____

Inspections	User's actual requirement	Test result	P/F (*)	Tested by and date
Material				
Visual				
Metal content				
Viscosity				
Solder ball				
Slump				
Alloy				
Flux				
Powder size				
% in top screen				
% in next screen				
% in bottom screen				
% in receiver bottom				
Max. powder size				
Powder shape				
Tack				
Wetting				

* P/F = PASS/FAIL; enter P if the test results are within the tolerance of the actual requirement; otherwise, enter F.

12.7 Test 5X07: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s)

12.7.1 Object

This test specifies a standard procedure for determining the viscosity of solder paste applicable at 300 Pa·s.

12.7.2 Test specimen

The paste to be tested shall be stabilized at $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ for a minimum of 24 h prior to testing. The paste volume shall be sufficient to fill the viscometer receptacle to about 60 % of its depth.

12.7.3 Equipment/apparatus

The equipment used shall be a spiral pump viscometer (Malcom, Brookfield Viscometer or Rheometer with spiral adaptor accessory¹⁴, or equivalent). Set the instrument rotational speed for 10 r/min. Other equipment may be used provided the results can be empirically correlated as mutually agreed upon. Additional shear rates may be specified by the user or the supplier.

12.7.4 Procedure

12.7.4.1 Preparation

- a) Open the container(s), remove any internal cover, scrape off paste adhering to the lids or internal cover(s) and the container wall(s) and add this to the paste in the container(s).
- b) Using a spatula, stir the paste gently for 1 to 2 min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- c) Transfer sufficient paste to the viscometer receptacle to fill this to about 60 % of its depth. Place the receptacle in the temperature-controlled unit on the viscometer and allow it to stabilize at $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$ for 15 min.

12.7.4.2 Test

- a) Immerse the instrument sensor into the sample in accordance with the equipment manufacturer's instructions. The solder paste shall not cover the pump outlet.
- b) Turn on the chart recorder and set the instrument to run at one specific shear rate. Take a reading when the output has been stable for at least 1 min.

12.7.5 Evaluation

Record the data and enter it in Table 9.

12.7.6 Additional information

Test equipment sources: The equipment sources described below represent those currently known to the industry. Users of this test method are urged to submit additional source names as they become available, so that this list can be kept as up-to-date as possible.

Spiral pump viscometer equipment¹⁵:

Brookfield Engineering Laboratories, Inc., 240 Cushing Street, Stoughton, MA 02072
(617) 344-4310;

Malcom Instruments Corp., 26226 Industrial Blvd., Hayward, CA 94545, (510) 293-0580,
(510) 293-0584

¹⁴ This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

¹⁵ This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

Table 9 – Example of test report on solder paste

Enter appropriate information in top portion of report and complete report by entering the test results or checkmarks in the appropriate spaces.

___ Inspection Purpose: _____ QPL I.D. Number: _____
 ___ Qualification : _____ Manufacturer's Identification: _____
 ___ Quality Conformance per Lot : _____ Manufacturer's Batch Number: _____
 ___ Quality Conformance per Time : _____ Date of Manufacture: _____
 ___ Shelf-Life Extension : _____ Original Use-By Date: _____
 ___ Performance : _____ Revised Use-By Date: _____
 Date Inspection Completed: _____ Overall Results: ___ Pass ___ Fail
 Inspection Performed by: _____ Witnessed by: _____

Inspections	User's actual requirement	Test result	P/F (*)	Tested by and date
Material				
Visual				
Metal content				
Viscosity				
Solder ball				
Slump				
Alloy				
Flux				
Powder size				
% in top screen				
% in next screen				
% in bottom screen				
% in receiver bottom				
Max. powder size				
Powder shape				
Tack				
Wetting				
* P/F = PASS/FAIL; enter P if the test results are within the tolerance of the actual requirement; otherwise, enter F.				

12.8 Test 5X08: Solder paste – Slump test

12.8.1 Object

This procedure determines vertical and horizontal slump for solder pastes.

12.8.2 Test specimen

A standard specimen shall be prepared using a clean frosted glass microscope slide measuring 7,6 cm × 2,5 cm, minimum 1 mm thick. An equivalent alumina or glass epoxy substrate may be used.

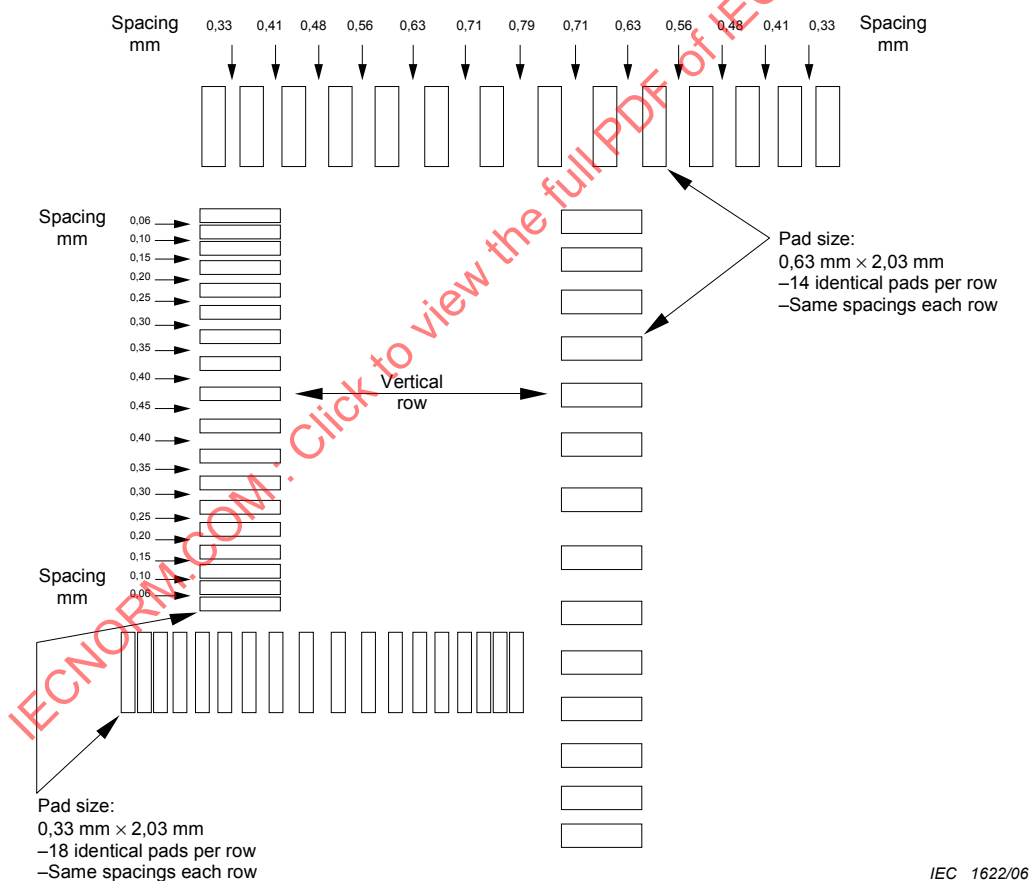
12.8.3 Equipment/apparatus

- Stencils.
- Stencil patterns (as shown in Figures 1 and 2 of IEC 61190-1-2).
- Steel squeegee (razor blade).
- Oven.
- Microscope.

12.8.4 Procedure

12.8.4.1 Preparation

- Prepare the specimen using the appropriate stencil pattern shown in Figures 1 and 2 of IEC 61190-1-2. Deposit solder paste patterns on two substrates for each stencil pattern. The printed pattern shall be uniform in thickness with no solder particles outside the lands. The supplier and user should use the same printing method (see Figures 10 and 11).
- One test specimen shall be marked as specimen #1 and one specimen as #2 and processed in accordance with item a) of 12.8.4.1.



IEC 1622/06

Figure 10 – Slump test stencil thickness, 0,20 mm

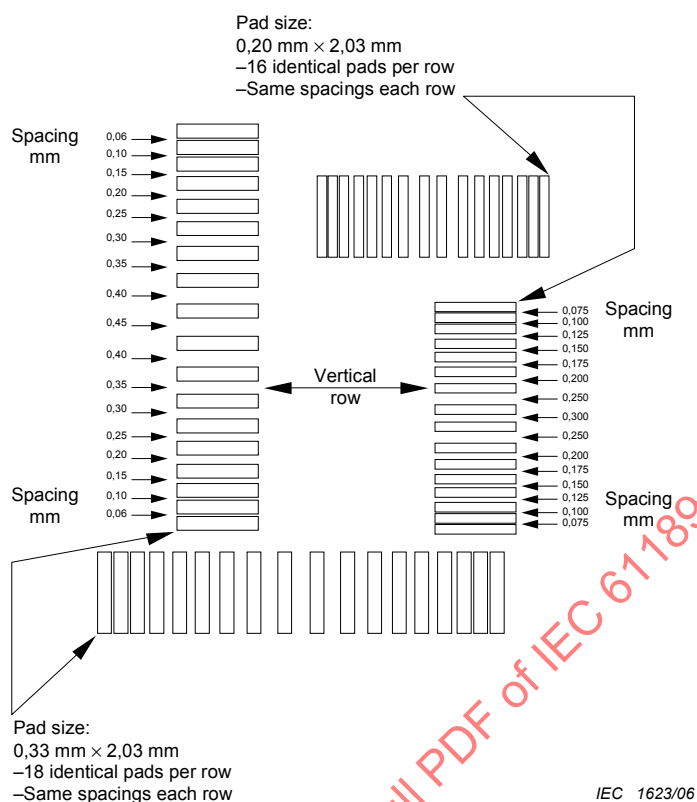


Figure 11 – Slump test stencil thickness, 0,10 mm

12.8.4.2 Test

- The specimens shall be stored for (10-20) min at $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 10) \%$ relative humidity and specimen #1 examined for slump.
- Specimen #2 from 12.8.4.1 shall be heated to $(150 \pm 10) ^\circ\text{C}$ for 10 to 15 min, cooled to ambient and examined for slump.

12.8.5 Evaluation

Enter the spacings which have bridged with a suitable check mark in Tables 9 or 10.

Table 10 – Example of a test report – Stencil thickness, 0,2 mm

Stencil (0,2 mm thick)					
Land size 0,63 mm × 2,03 mm			Land size 0,33 mm × 2,03 mm		
Spacing mm	Hor.	Vert.	Spacing mm	Hor.	Vert.
0,79			0,45		
0,71			0,40		
0,63			0,35		
0,56			0,30		
0,48			0,25		
0,41			0,20		
0,33			0,15		
			0,10		
			0,08		

Table 11 – Example of a test report – Stencil thickness, 0,1 mm

Stencil (0,1 mm thick)					
Land size 0,33 mm × 2,03 mm			Land size 0,2 mm × 2,03 mm		
Spacing mm	Hor.	Vert.	Spacing mm	Hor.	Vert.
0,45			0,30		
0,40			0,25		
0,35			0,20		
0,30			0,175		
0,25			0,15		
0,20			0,125		
0,15			0,10		
0,10			0,075		
0,08					

12.9 Test 5X09: Solder paste – Solder ball test

12.9.1 Object

This test is carried out to determine the reflow properties of the solder paste. The ability of the pre-alloyed solder particles in the paste to reflow into a sphere on a non-wettable substrate is determined under defined test conditions.

12.9.2 Test specimen

The test specimen shall consist of a frosted glass microscope slide, an alumina substrate or glass/epoxy printed circuit-board with a thickness of 0,60 mm to 0,80 mm and a minimum length and width dimension of 76 mm and 25 mm, respectively.

12.9.3 Equipment/apparatus

a) Metal stencils

- Stencil for solder paste using solder powder Type 1-4 in accordance with IEC 61190-1-2: Stencil 76 mm × 25 mm × 0,2 mm provided with at least 3 round holes of 6,5 mm diameter apertures with a minimum distance between centres of 10 mm.
- Stencil for solder paste using solder powder Type 5-6 in accordance with IEC 61190-1-2: Stencil 76 mm × 25 mm × 0,1 mm provided with at least 3 round holes of 1,5 mm diameter apertures with a minimum distance between centres of 10 mm.

b) Spatula.

c) Solder bath not less than 100 mm × 100 mm × 75 mm containing solder suitable to maintain a temperature of 25 °C above the liquidus temperature of the solder paste being evaluated.

d) Flat hot plate.

e) Surface temperature thermometer.

f) Magnifying glass with a 10× to 20× magnification.

12.9.4 Procedure

12.9.4.1 Preparation

- a) Set the temperature of the solder bath or hot plate to (25 ± 3) °C above the liquidus temperature of the solder alloy.
- b) Homogenize the solder paste by hand stirring with a spatula.
- c) Condition the paste to a uniform temperature of (25 ± 2) °C.
- d) Prepare two test specimens with either/or both stencils listed above. The solder paste should be squeegeed with the spatula to fill and level each hole.

12.9.4.2 Test conditions

- a) Test one specimen within (15 ± 5) min after placement of solder paste on test specimen.
- b) Test the second specimen $(4h \pm 15 \text{ min})$ after placement of solder paste on test specimen. Storage for 4 h shall be at (25 ± 3) °C and (50 ± 10) % RH.

12.9.4.3 Conditioning heating equipment

- a) Clean the surface of the solder bath with the scraper.
- b) Remove all foreign material from the surface of the hot plate to ensure proper control.

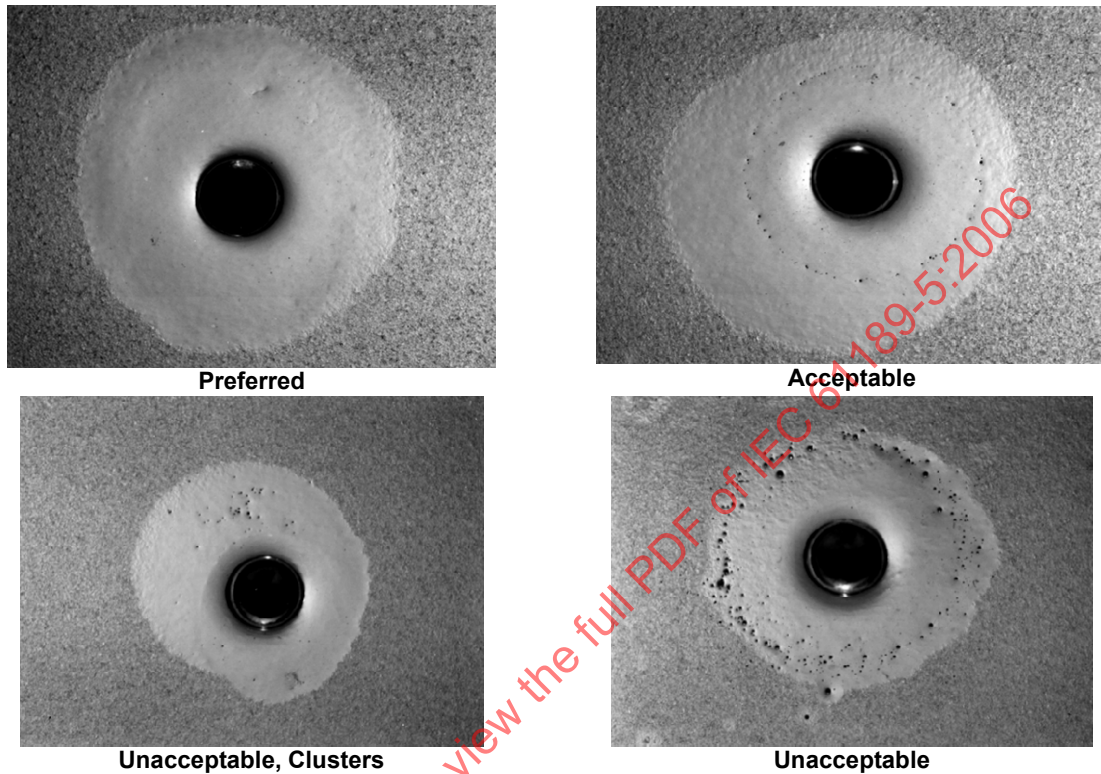
12.9.4.4 Solder reflow

Reflow specimens by one of the following two methods.

- a) Lower the substrate, in a horizontal position with the paste deposit on top, into the solder bath at a speed of (25 ± 2) mm/s until the substrate is 50 % submerged. It is important that good thermal contact is achieved between the molten solder and the substrate. As soon as the solder has melted, withdraw the substrate from the solder bath maintaining it in a horizontal position. The total time on the solder bath shall not exceed 20 s.
- b) Place the substrate on the hot plate. As soon as the solder has melted, withdraw the substrate from the hot plate maintaining a horizontal position. The reflow shall occur within 20 s after the specimen is placed in contact with the hot plate.

12.9.5 Evaluation

- Examine the reflowed specimens under 10× to 20× magnification.
- Solder-ball size and number should be compared with Figure 12.
- Record the degree of reflow in comparison with Figure 12 for the 6,5 mm and 1,5 mm accept/reject conditions, respectively.



IEC 1624/06

Figure 12 – Solder-ball test evaluation

When evaluating Type 1-4 powder, the solder paste shall meet the acceptance criteria presented in Figure 12. In addition, individual solder balls of greater than 75 microns shall not form on more than one of the three test patterns used in the evaluation.

When evaluating Type 5-6 powder, the solder paste shall meet the acceptance presented in Figure 12. In addition, individual solder balls of greater than 50 microns shall not form on more than one of the three test patterns used in the evaluation.

12.10 Test 5X10: Solder paste – Tack test

12.10.1 Object

This test method specifies two methods for determining the ability of a printed pattern of solder paste to retain a probe placed in the solder paste by measuring the force required to separate the probe from the paste. Time between printing and probe placement are progressively increased to simulate variables in a manufacturing process.

Method A applies a force of $(3 \pm 0,3)$ N to the specimen.

Method B applies a force of $(0,5 \pm 0,05)$ N to the specimen.

12.10.2 Method A

12.10.2.1 Test specimen

A representative sample of this paste should be printed out, using a stencil, onto clean plain-glass slides. At least six paste deposits shall be printed per required time data-point. The final deposits shall be circular, 6,3 mm in diameter and 0,25 mm thick. Mark the test specimen in a suitable manner to identify the specimen and the time after printing when tackiness is to be measured. The prepared specimens shall be stored at $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 10) \%$ relative humidity (RH) until evaluated. The samples shall not be stored in an enclosed cabinet or container, which allows the solder paste solvent vapours to saturate the environment surrounding the printed paste, thus preventing natural drying of the material.

12.10.2.2 Equipment/apparatus

A Chatillon tackiness tester or other equipment may be used, provided it is capable of accurately measuring force when tested at a similar velocity. The equipment shall have a stainless steel test probe with a nominal $(5,1 \pm 0,13)$ mm diameter bottom surface, which is smooth, flat, and aligned parallel to the plane of the subject test specimen. The probe shall contact the test specimen at a controlled speed and apply a controlled, fixed initial contact force. Finally, a means shall be provided to withdraw the test probe from the surface of the test specimen at a controlled speed and record the peak force required to break contact with the test specimen.

12.10.2.3 Procedure

Place the specimen slide under the test probe and centre the probe over one of the three printed patterns. Bring the test probe into contact with the printed paste specimen at a rate of $(2,5 \pm 0,5)$ mm/m and apply a force of $(3 \pm 0,3)$ N to the specimen. Within 5 s following application of this force, withdraw the probe from the specimen at a rate of $(2,5 \pm 0,5)$ mm/m and record the peak force required to break the contact. Take at least five additional measurements under the same test conditions and average all the readings. Record both the tack force and time following paste printing.

12.10.2.4 Evaluation

Initial measurements shall be taken immediately after printing. Subsequent measurements of force shall be taken as needed to best define the rise and decline of the tack force. Tackiness data should be presented in graph form, provided that the graph with tack force is plotted as a function of time after printing. The data can also be reported as follows.

- Time to reach 80 % of the peak value.
- The peak tack force in grams with the expected variation.
- Time over which the peak value is maintained or for the tack force to decline to 80 % of its peak value.

12.10.3 Method B

12.10.3.1 Test specimen

- The solder paste is printed on the glass plate by using the metal mask, and five circular solder pastes of 6,5 mm in diameter and of 0,2 mm in thickness shall be made. The thickness of five printed patterns shall be uniform so that the solder particles may not be separated from these circular solder pastes.
- The test specimen prepared as indicated above shall be kept at a temperature of $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ with a relative humidity of $(50 \pm 10) \%$ until the test is carried out.

12.10.3.2 Equipment/apparatus

- Tackiness measuring device.

- b) Metal mask: The metal mask shall be 0,2 mm in thickness, and have five holes of 6,5 mm in diameter.
- c) Cylindrical probe made of stainless steel: The cylindrical probe shall be $(5,10^{+5}_{-23})$ mm in diameter and mounted on the pressurizing system of the tackiness measuring device.
- d) Slide glass plate (76 mm × 25 mm × 1 mm).
- e) Fixing device: The fixing device shall fix the slide glass plate.
- f) Solvent: The solvent shall be suitable for removing the grease of the probe and dissolve the paste flux, such as propan-2-ol.

12.10.3.3 Procedure

- a) The test specimen shall be placed under the probe, and the probe is set to the centre of one of five printed patterns. The probe shall be lowered into the printed paste at the speed of 2,0 mm/s, and pressurized at the specified pressure of $(0,5 \pm 0,05)$ N. After pressurization, the probe is pulled upward out of the solder paste at the speed of 10 mm/s within 0,2 s, and the maximum load required for the separation is recorded. Five measurements shall be carried out under the same condition, and the measured values shall be averaged. Then the tackiness strength (kN/m^2) shall be calculated from these load values.
- b) The relationship between the elapsed time after printing the solder paste and the tackiness strength shall be obtained with the above procedures.

12.10.3.4 Evaluation

The tackiness of the solder paste shall be evaluated by the elapsed time after printing the solder paste and the tackiness strength.

12.10.4 Test equipment sources

The equipment sources¹⁶ described below represent those currently known to the industry. Users of this test method are urged to submit additional source names as they become available so that this list can be kept as up-to-date as possible.

AMETEK/Chatillon 8800 Somerset Drive, Largo, FL 33773, Phone: 1 (800) 527-9999

Malcom instruments Corp., 26226 industrial Blvd., Hayward, CA 94545, Phone: 1 (510) 293-0580

12.11 Test 5X11: Solder paste – Wetting test

12.11.1 Object

Determine the ability of a solder paste to wet an oxidized copper surface and to qualitatively examine the amount of spatter of the solder paste during reflow.

12.11.2 Test specimen

A copper-clad base material of 75 mm × 25 mm and of a thickness of 0,8 mm minimum. The cladding thickness shall be 35 μm at least.

12.11.3 Equipment/materials/apparatus

- a) Flat hot plate.

¹⁶ This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by IEC of the product named. Equivalent products may be used if they can be shown to lead to the same results.

- b) Specimen tongs.
- c) Beaker 400 cm³.
- d) Magnifying glass with 10× magnification.
- e) Liquid copper cleaner.
- f) Deionized water.
- g) Propan-2-ol.
- h) Solvent for residual flux removal.
- i) Stencil measuring 76 mm × 25 mm × 0,2 mm with at least 3 round holes or 6,5 mm diameter aperture with a minimum distance between centres of 10 mm.

12.11.4 Procedure

12.11.4.1 Preparation

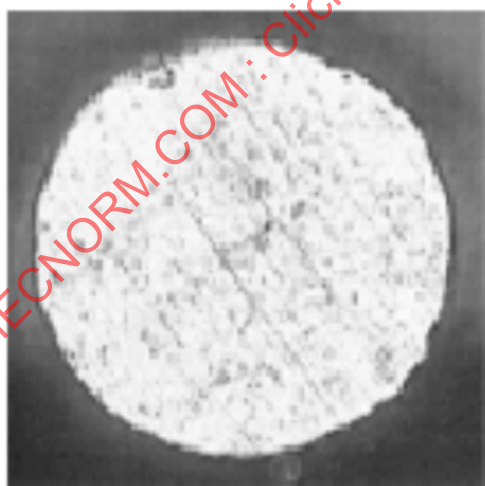
The specimen shall be cleaned with a liquid copper cleaner, washed thoroughly with water, rinsed with propan-2-ol, dried and then placed in boiling deionized water for 10 min and air dried.

12.11.4.2 Test

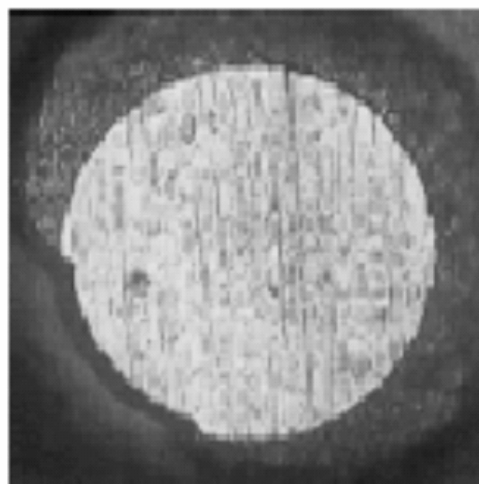
- a) Place stencil on test specimen and print solder paste test pattern.
- b) Perform a reflow process using the procedure outlined in 12.9.4 of test method 5X09.
- c) After reflow, the residual flux shall be removed with a suitable solvent.

12.11.5 Evaluation

When examined visually at 10×, the solder shall uniformly wet the copper and there should be no evidence of dewetting or non-wetting of the copper and there shall be no solder spatter around the printed dots (see Figure 13).



Good solder wetting, surface bond is uniform and no excess solder



Solder wetted a part of the copper surface although some dewetting occurred

IEC 1625/06

Figure 13 – Solder wetting examples

12.12 Test 5X12: Flux residues – Tackiness after drying

12.12.1 Object

This test method specifies a qualitative method for assessment of the tackiness of soft soldering flux residues. The method is applicable to fluxes of types L and M as shown in IEC 61190-1-1. The method is particularly appropriate for applications where flux residues are left in place on soldered electronic and electrical equipment.

12.12.2 Test specimen

A minimum of 0,035 g by weight is required per test for fluxes in solid or paste form. For liquid fluxes, a volume sufficient to contain a minimum of 0,035 g of non-volatile matter is required per test. For flux cored solder, a minimum 1 g is required per test and for solder paste, a minimum of 0,5 g is required per test.

12.12.3 Apparatus and reagents

- a) In the test use only reagents of recognized analytical quality and only distilled, or deionized water.
- b) Acid cleaning solution: Add cautiously, while stirring, 75 ml of sulphuric acid (density 1,84 g/ml) to 210 ml of water and mix. Cool, add 15 ml of nitric acid (density 1,42 g/ml) and mix the solution thoroughly.
- c) Degreasing solvent, such as propan-2-ol, acetone or petroleum ether.
- d) Powdered chalk.
- e) 0,5 mm thick copper sheet complying with any acceptable industry specification.
- f) Acetone.
- g) Solder wire, or pellets, complying with IEC 61190-1-3, Sn60Pb40.
- h) Solder bath, either circular with diameter not less than 120 mm, or rectangular with dimensions not less than 100 mm × 75 mm, containing tin-lead solder having a liquidus temperature less than 200 °C. The depth of the solder in the bath shall not be less than 40 mm. The bath shall be capable of being maintained at a temperature of $(235 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- i) Cupping device: This shall be fitted with a 27 mm diameter die and a 20 mm diameter ball.
- j) Drying oven, suitable for use at $(110 \pm 2) ^\circ\text{C}$.
- k) Tongs, or other suitable mechanical device, to lift the test piece from the surface of the molten solder bath.
- l) Soft brush, of diameter approximately 7 mm.
- m) Ordinary laboratory apparatus.

12.12.4 Procedure

12.12.4.1 Preparation of copper test pieces¹⁷

- a) From the sheet of half hard copper, approximately 0,5 mm thick (c), cut test pieces, each measuring 50 mm × 50 mm.
- b) Clamp each of the test pieces, in turn, centrally onto the 27 mm die of the cupping device (i). Using the 20 mm diameter ball, make a depression in the centre of each test piece 3 mm deep, by forcing the ball into the die. One corner of the test piece may be bent up to facilitate handling with the tongs.
- c) Immediately before the test, use the solvent (c) to degrease each test piece, and immerse the test pieces for 20 s in the acid cleaning solution (b). Remove the test pieces from the cleaning solution, wash well under running water, rinse in acetone (f) and dry by air blowing at room temperature.

¹⁷ Lettered references shown in parenthesis refer to 12.12.3.

d) Test for solid, paste and liquid flux samples

- Weigh $(1,00 \pm 0,05)$ g of the solder wire or pellets (g), previously degreased in the solvent (c), and transfer it to the centre of the depression in one of the cleaned copper test pieces. This may conveniently be done, if solder wire is used, by forming the wire into a tight spiral.
- If the flux under test is in solid or paste form, weigh between 0,035 g and 0,040 g of the solid or paste flux and add this to the solder in the depression of the test piece.
- If the flux under test is in liquid form, first determine its non-volatile matter content by the use of the method described in ISO 9455-1 and ISO 9455-2. Then add the appropriate volume of the liquid flux, containing between 0,035 g and 0,040 g of non-volatile matter, to the solder in the depression of the test piece. Evaporate the solvent at 60 °C for 10 min in the drying oven. If the liquid flux has low non-volatile content, it may be necessary to add the flux in two increments, carrying out the evaporation procedure after each addition.
- For flux cored solder samples: Degrease the surface of a suitable length of the cored solder sample, using a cloth dampened with the solvent (c). Weigh $(1,00 \pm 0,05)$ g of the degreased sample, form it into a small flat coil and place it in the centre of the depression in one of the cleaned copper test pieces.
- For solder paste samples: Weigh $(0,50 \pm 0,05)$ g of the solder paste sample into the centre of the depression in one of the cleaned copper test pieces.

12.12.4.2 Heating the test piece¹⁸

- a) Using the tongs (k), or other suitable means, carefully lower the prepared test piece onto the surface of the molten solder, maintained at (235 ± 5) °C in the solder bath (h).
- b) Allow the test piece to float on the solder bath until the solder melts and leave the test piece in this position for a further 5 s. Remove the test piece carefully from the bath and allow it to cool, in air, in a horizontal position for 30 min.

12.12.4.3 Examination of the test piece⁸

Dust the surface of the flux residue on the test piece liberally with the powdered chalk (d). Lightly brush the chalked surface with the soft brush (l).

12.12.5 Evaluation

If the chalk powder is easily removed by brushing, the flux is deemed to be "not tacky." If the chalk powder cannot be removed by brushing, or can be removed only with difficulty, the flux is deemed to be "tacky."

12.12.6 Additional information

Safety: Observe all appropriate precautions on MSDS for chemicals involved in this test method.

12.13 Test 5X13: Spitting of flux-cored wire solder**12.13.1 Object**

This test method provides a measurement of the spitting characteristics of flux-cored wire and ribbon solder.

¹⁸ Lettered references shown in parenthesis refer to 12.12.3.

12.13.2 Test specimen

The test specimen shall consist of a 5 m length of flux-cored wire or ribbon solder (may be cut into several smaller lengths for convenient handling).

12.13.3 Apparatus

- a) One laboratory stand with soldering iron support clamp and metal support ring or tray with a suitable hole in centre.
- b) One 20 cm × 20 cm piece of aluminium foil with $(11 \pm 0,5)$ mm diameter hole in centre.
- c) One small metal tray with suitable hole in centre, for catching molten solder running down off of the soldering iron tip.

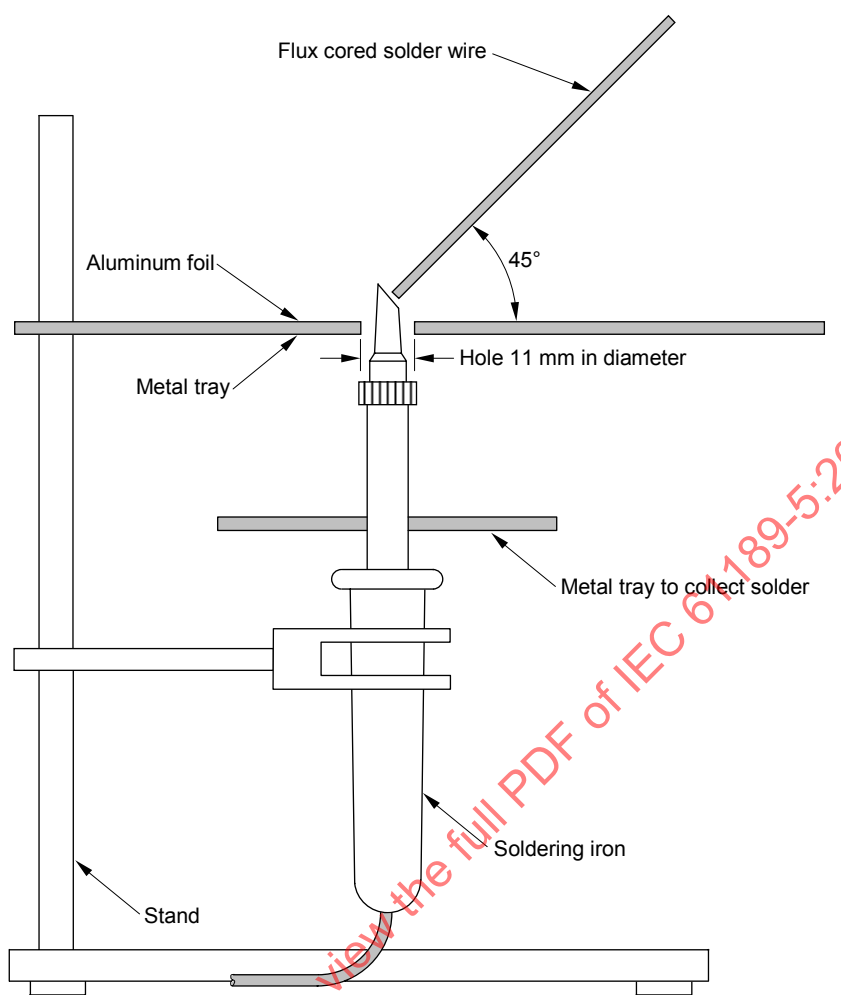
One soldering iron with a clean chisel point which has been coated with solder and wiped clean.

12.13.4 Test procedure

12.13.4.1 Preparation for test

- a) Using additional pieces of solder identical to the test specimen, determine the flux content of the flux cored solder in accordance with IEC 61189-6, Test 6C09, and expressed in percentage units (%F).
- b) Set up test configuration as shown in Figure 14. The soldering iron should be positioned so that its tip extends approximately 6 mm through the aluminium foil.
- c) Weight the aluminium foil (*P1*) and place it on the laboratory stand tray/ring so that the 11 mm hole is centred around the tip of the soldering iron.
- d) Weight the solder sample (*W1*).
- e) Turn on soldering iron and allow the tip temperature to stabilize.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006



IEC 1626/06

Figure 14 – Test apparatus for spitting test

12.13.4.2 Test

Apply the solder sample to the heated soldering iron tip at an even rate, approximately 1 cm at a time, keeping the soldering iron tip temperature steady.

12.13.5 Evaluation

- Weight the stub(s) of the solder specimen not melted in the test (W_2).
- Weight the aluminum foil containing the spattered flux (P_2).
- Calculate the per cent weight of spattered flux as follows:

$$\text{Percent by weight of spattered flux} = \frac{(P_2 - P_1)}{F \times (W_1 - W_2)}$$

12.13.6 Additional information

Safety: Observe all appropriate safety precautions.

12.14 Test 5X14: Solder pool test

12.14.1 Object

This solder pool test method provides a measurement of wetting characteristics of flux on/in flux-coated and/or flux-cored solder.

12.14.2 Test specimen

- a) Three pieces of flux-cored wire solder, approximately 30 mm in length and 1,5 mm in diameter, three pieces of flux-coated, flux-cored, or flux-coated and flux-cored ribbon solder, weighing approximately 2 g each, or three flux-coated, flux-cored, or flux-coated and flux-cored solder preforms, also weighing approximately 2 g each.
- b) Approximately 10 ml of flux extracted and prepared in accordance with IEC 61190-1-3, and three pieces of 1,5 mm, non-fluxed wire solder per IEC 61190-1-3.

12.14.3 Apparatus and reagents

- a) Three flat pieces of 0,25 mm thick 70/30 brass approximately 75 mm × 40 mm.
- b) Degreased fine steel wool, for example, #00.
- c) Solder pot containing not less than 4 kg of molten solder at a stabilized temperature of (60 ± 10) °C above the liquidus temperature of the alloy used in the solder specimens, and having a solder surface diameter of not less than 80 mm and a solder depth of not less than 25 mm.
- d) Mandrel having a diameter of $(3 \pm 0,5)$ mm.
- e) One pair laboratory forceps suitable for use in handling hot brass coupons.
- f) Timer with a seconds display.

12.14.4 Test procedure

12.14.4.1 Preparation for test

Thoroughly clean three brass coupons with steel wool and bend one corner of each coupon up at an angle of approximately 60° to facilitate the handling of the coupons with forceps.

12.14.4.2 Preparation of test specimen

- a) When using fluxed wire or ribbon solder specimens, individually coil each piece of the solder specimen around mandrel and place one coiled piece in the approximate center of each brass test specimen.
- b) When using fluxed solder pre-form specimens, deposit one about 2 g in the approximate centre of each brass test specimen.
- c) When using extracted flux and non-fluxed wire solder, individually coil each piece of the non-fluxed solder specimen around the mandrel, place one drop of flux (approximately 0,05 ml) approximately in the centre of each brass test specimen, and place one coiled piece of non-fluxed solder in the centre of the flux drop on each brass test specimen.

12.14.4.3 Test

CAUTION: When moving the brass test specimens, take extreme care to move coupons slowly and keep their test surface horizontal, so that the tests are not prejudiced by movement of flux or solder unrelated to the fluxing action.

- a) Scrape the surface of the molten solder in the solder pot to remove any dross.
- b) Carefully place one test specimen on the surface of the molten solder, leave for (15 ± 1) s, and remove it to a flat, level surface allowing the solder pool to solidify undisturbed.

c) Repeat steps a) and b) with the remaining two test specimens.

12.14.5 Evaluation

- a) Visually examine the surface of the test specimens for any evidence of flux spattering as evidenced by spots of flux and/or flux residue outside of the main pool of solder and flux residue.
- b) Using a suitable solvent, remove the flux residues from the three coupons sufficiently enough to clearly see the solidified solder pool and the remaining brass coupon surface.
- c) Visually examine the thickness of the solder pool edge on the surface test specimens for any evidence of non-wetting or de-wetting.
- d) The fluxed solder and/or the solder from which the flux was extracted shall fail this solder pool test if there is any evidence of non-wetting, de-wetting, or flux spattering or if the solder pool does not feather out to a thin edge. Irregularly shaped solder pools do not necessarily indicate de-wetting or non-wetting.

12.14.6 Additional information

Safety: Observe all appropriate safety precautions. Consult MSDS for safety precautions for chemicals involved in this test method.

ASTM B-36 Brass Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar [3]

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006

Bibliography

- [1] IPC-9201:1996, Surface Insulation Resistance Handbook
 - [2] IPC-TR-467:1996, Supporting Data & Numerical Examples for J-STD-001B (Control of Fluxes)
 - [3] ASTM B-36 Brass Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	64
INTRODUCTION	66
1 Domaine d'application	67
2 Références normatives	67
3 Exactitude, précision et résolution	68
3.1 Exactitude	68
3.2 Précision	69
3.3 Résolution	70
3.4 Rapport	70
3.5 Distribution t de Student	70
3.6 Limites d'incertitude suggérées	70
4 Catalogue des méthodes d'essai approuvées	71
5 P: Méthodes d'essai de préparation/conditionnement	71
5.1 Essai 5P01: Lignes directrices relatives à la conception de la carte soumise à essai	71
5.2 Essai 5P02: Processus de montage normalisé des modules CSP/BGA	72
6 V: Méthodes d'essai visuel	72
7 D: Méthodes d'essai dimensionnel	72
8 C: Méthodes d'essai chimique	72
8.1 Essai 5C01: Corrosion, flux	72
9 M: Méthodes d'essai mécanique	74
9.1 Essai 5M01: Méthode d'essai de pelage de la plage de connexion de la carte soumise à essai	74
10 E: Méthodes d'essai électrique	75
10.1 Essai 5E01: Modifications de la résistance d'isolement de surface provoquées par des flux	75
10.2 Essai 5E02: Résistance d'isolement de surface, assemblages	82
11 N: Méthodes d'essai environnemental	91
11.1 Essai 5N01: Essai de brasabilité par fusion pour joint de soudure	91
11.2 Essai 5N02: Résistance à la brasabilité par fusion de la carte d'essai	91
11.3 Essai 5N03: Essai de brasabilité des cartes soumises à essai	91
12 X: Méthodes d'essai diverses	91
12.1 Essai 5X01: Activité du flux liquide, méthode de la balance de mouillage	91
12.2 Essai 5X02: Viscosité du flux en pâte – Méthode de la broche en T	95
12.3 Essai 5X03: Essai de propagation, flux de brasure liquide ou extrait, pâte à braser et fils d'apport ou préformes extraites	95
12.4 Essai 5X04: Viscosité de la pâte à braser – Méthode de la broche en T (applicable pour une viscosité de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s)	99
12.5 Essai 5X05: Viscosité de la pâte à braser – Méthode de la broche en T (applicable pour une viscosité de 300 Pa·s)	101
12.6 Essai 5X06: Viscosité de la pâte à braser – Méthode de la pompe à spirale (applicable pour une viscosité de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s)	103
12.7 Essai 5X07: Viscosité de la pâte à braser – Méthode de la pompe à spirale (applicable pour une viscosité de 300 Pa·s)	105
12.8 Essai 5X08: Pâte à braser – Essai d'affaissement	107
12.9 Essai 5X09: Pâte à braser – Essai de la bille de soudure	110
12.10 Essai 5X10: Pâte à braser – Essai d'adhérence	112

12.11	Essai 5X11: Pâte à braser – Essai de mouillage	115
12.12	Essai 5X12: Résidus de flux – Adhérence après séchage	116
12.13	Essai 5X13: Projection de fil d'apport fourré pour brasage tendre	118
12.14	Essai 5X14: Essai du bain d'étain	120
	Bibliographie.....	122
	Figure 1 – Schéma de résistance d'isolement de surface	75
	Figure 2 – Disposition du connecteur	78
	Figure 3 – Orientation de l'éprouvette dans la chambre d'essai.....	79
	Figure 4 – Méthode d'essai 5E02.....	84
	Figure 5 – Échantillon de vérification de la résistance.....	85
	Figure 6 – Carte de vérification de la résistance avec capuchon protecteur	86
	Figure 7 – Emplacement de l'éprouvette par rapport au flux d'air de la chambre	86
	Figure 8 – Balance de mouillage.....	93
	Figure 9 – Courbe de la balance de mouillage	94
	Figure 10 – Pochoir d'essai d'affaissement de 0,20 mm d'épaisseur	108
	Figure 11 – Pochoir d'essai d'affaissement de 0,10 mm d'épaisseur	109
	Figure 12 – Évaluation de l'essai de la bille de soudure	112
	Figure 13 – Exemples de mouillage de brasure.....	116
	Figure 14 – Appareil d'essai de projection.....	119
	Tableau 1 – Distribution t de Student	70
	Tableau 2 – Échantillons destinés aux essais de résistance d'isolement de surface (RIS).....	77
	Tableau 3 – Rapport d'essai de qualification.....	82
	Tableau 4 – Conditions d'essai suggérées	88
	Tableau 5 – Surfaces de propagation habituelles définies en mm ²	97
	Tableau 6 – Exemple de rapport d'essai sur la pâte à braser	101
	Tableau 7 – Exemple de rapport d'essai sur la pâte à braser	103
	Tableau 8 – Exemple de rapport d'essai sur la pâte à braser	105
	Tableau 9 – Exemple de rapport d'essai sur la pâte à braser	107
	Tableau 10 – Exemple de rapport d'essai – Épaisseur de pochoir de 0,2 mm	110
	Tableau 11 – Exemple de rapport d'essai – Épaisseur de pochoir de 0,1 mm	110

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX ÉLECTRIQUES, LES STRUCTURES D'INTERCONNEXION ET LES ENSEMBLES –

Partie 5: Méthodes d'essai des assemblages de cartes à circuit imprimé

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61189-5 a été établie par le comité d'études 91 de la CEI: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

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

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 91/608/FDIS et 91/619/RVD.

Le rapport de vote 91/619/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

La présente norme doit être utilisée conjointement avec les parties suivantes de la CEI 61189:

- Partie 1: Méthodes d'essai générales et méthodologie
- Partie 2: Test methods for materials for interconnection structures
- Partie 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)
- Partie 4: Test methods for electronic components assembling characteristics (à l'étude)
- Partie 6: Méthodes d'essai des matériaux utilisés dans la fabrication des assemblages électroniques

et avec la norme suivante:

CEI 60068 série: Essais d'environnement

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5:2006

INTRODUCTION

La CEI 61189 porte sur les méthodes d'essai des cartes à circuit imprimé et des assemblages de cartes à circuit imprimé, ainsi que sur la solidité des matériaux ou composants associés, quelle que soit leur méthode de fabrication.

La norme est divisée en parties distinctes, contenant des informations destinées au concepteur et la méthodologie d'essai destinée aux ingénieurs ou techniciens. Chaque partie met l'accent sur un élément particulier. Les méthodes sont regroupées en fonction de leur application et numérotées de manière séquentielle au fur et à mesure de leur développement et publication.

Dans certains cas, les méthodes d'essai développées par d'autres comités d'études (le TC 104, par exemple) ont été reproduites à partir de normes CEI existantes afin de proposer au lecteur un ensemble exhaustif de méthodes d'essai. Dans ce cas, cela est indiqué dans la méthode d'essai spécifique. Si la méthode d'essai reproduite comporte quelques révisions mineures, les paragraphes modifiés sont identifiés.

La présente partie de la CEI 61189 contient des méthodes d'essai permettant d'évaluer les assemblages de cartes à circuit imprimé. Les méthodes sont indépendantes et contiennent des détails et une description suffisants pour atteindre l'uniformité et la reproductibilité des modes opératoires et des méthodologies d'essai.

Les essais abordés dans la présente norme sont regroupés en fonction des principes suivants:

- P: méthodes de préparation/conditionnement
- V: méthodes d'essai visuel
- D: méthodes d'essai dimensionnel
- C: méthodes d'essai chimique
- M: méthodes d'essai mécanique
- E: méthodes d'essai électrique
- N: méthodes d'essai environnemental
- X: méthodes d'essai divers

Pour faciliter la référence aux essais, maintenir la cohérence de la présentation et envisager les développements à venir, chaque essai est identifié par un numéro (attribué de manière séquentielle) ajouté à la lettre du préfixe (code de groupe) indiquant le groupe auquel appartient la méthode d'essai.

Les numéros de méthode d'essai n'ont pas de signification particulière quant à une éventuelle séquence d'essais. Cette responsabilité appartient à la spécification pertinente qui nécessite la réalisation de la méthode. Dans la plupart des cas, la spécification pertinente décrit également les critères de réussite/d'échec.

Les combinaisons de lettre et de numéro sont indiquées à titre de référence que la spécification pertinente va utiliser. Ainsi, "5C01" représente la première méthode d'essai chimique décrite dans la CEI 61189-5.

En bref, dans cet exemple, 5 est le numéro de la partie de la CEI 61189, C est le groupe des méthodes et 01 est le numéro d'essai.

Une liste de toutes les méthodes d'essai de la présente norme et de celles en cours d'étude est donnée dans l'Annexe B, laquelle sera republiée à chaque introduction de nouveaux essais.

MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX ÉLECTRIQUES, LES STRUCTURES D'INTERCONNEXION ET LES ENSEMBLES –

Partie 5: Méthodes d'essai des assemblages de cartes à circuit imprimé

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61189 est un catalogue de méthodes d'essai représentant les méthodologies et modes opératoires applicables aux assemblages de cartes à circuit imprimé.

2 Références normatives

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

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

CEI 60068-2-20, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais – Essai T: Soudure*

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

CEI 61189-3, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)* (disponible uniquement en anglais)

CEI 61189-6, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles – Partie 6: Méthodes d'essai des matériaux utilisés dans la fabrication des assemblages électroniques*

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

CEI 61190-1-2:2002¹, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-2: Exigences relatives aux crèmes de brasage pour les interconnexions de haute qualité dans les assemblages de composants électroniques*

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

CEI 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*

¹ Ce document a été remplacé par une nouvelle édition bilingue (2008), mais pour les besoins de la présente norme, l'édition de 2002 est citée.

CEI 62137:2004, *Essais d'environnement et d'endurance – Méthodes d'essai pour les cartes à montage en surface de boîtiers de type matriciel FBGA, BGA, FLGA, LGA, SON et QFN*

ISO 5725-2, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure – Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

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

ISO 9455-1, *Flux de brasage tendre – Méthodes d'essai – Partie 1: Dosage des matières non volatiles par gravimétrie*

ISO 9455-2, *Flux de brasage tendre – Méthodes d'essai – Partie 2: Dosage des matières non volatiles par ébullométrie*

3 Exactitude, précision et résolution

Les erreurs et incertitudes sont inhérentes à tous les processus de mesure. Les informations données ci-dessous permettent d'évaluer correctement la quantité d'erreurs et d'incertitudes à prendre en compte.

Les données d'essai servent un certain nombre d'objectifs, parmi lesquels

- la surveillance d'un processus;
- l'amélioration du niveau de confiance en matière de conformité à la qualité;
- l'arbitrage entre le client et le fournisseur.

Dans chacune de ces circonstances, il est essentiel de placer les données d'essai à un certain niveau de confiance en termes de

- exactitude: étalonnage des appareils et/ou du système d'essai;
- précision: répétabilité et incertitude de la mesure;
- résolution: commodité des appareils et/ou du système d'essai.

3.1 Exactitude

Le régime d'étalonnage des appareils d'essai doit être clairement indiqué dans la documentation qualité du fournisseur ou de l'agence procédant aux essais et doit répondre aux exigences de l'ISO 9001.

L'étalonnage doit être réalisé par une agence ayant obtenu une accréditation auprès d'un institut national ou international de normalisation des mesures. Il convient de mettre en place une chaîne d'étalonnage ininterrompue conforme aux normes nationales ou internationales.

S'il n'est pas possible de procéder à un étalonnage conformément aux normes nationales ou internationales, des techniques d'essais interlaboratoires peuvent être utilisées et documentées pour accroître le niveau de confiance en matière d'exactitude de mesure.

En principe, l'étalonnage doit avoir lieu tous les ans. Cependant, les appareils qui n'entrent systématiquement pas dans les limites acceptables d'exactitude doivent faire l'objet d'étalonnages plus réguliers. Les appareils se trouvant systématiquement dans les limites acceptables peuvent faire l'objet d'étalonnages moins fréquents.

Un enregistrement de l'étalonnage et de l'historique de maintenance doit être prévu pour chaque appareil. Il convient que ces enregistrements précisent l'incertitude de la technique d'étalonnage (écart exprimé en $\pm$ %) de manière à pouvoir rassembler et déterminer les incertitudes de mesure.

Un mode opératoire doit être mis en œuvre pour résoudre toutes les situations dans lesquelles un appareil se trouve hors des limites d'étalonnage.

3.2 Précision

Le budget d'incertitude de toutes les techniques de mesure est composé d'incertitudes systématiques et aléatoires. Toutes les estimations doivent reposer sur un seul niveau de confiance, le niveau minimum étant de 95 %.

D'une manière générale, les incertitudes systématiques prédominent et incluent toutes les incertitudes ne faisant pas l'objet de fluctuation aléatoire. Il s'agit

- des incertitudes d'étalonnage;
- des erreurs dues à l'utilisation d'un appareil dans des conditions différentes de celles dans lesquelles il a été étalonné;
- des erreurs de graduation d'échelle d'un appareil de mesure analogique (erreur de forme d'échelle).

Les incertitudes aléatoires proviennent de diverses sources, mais elles peuvent être déduites par la mesure répétée d'un élément normalisé. Par conséquent, il n'est pas nécessaire d'isoler les apports individuels. Il peut s'agir

- de fluctuations aléatoires, comme celles dues à la variation d'un paramètre d'influence. D'une manière générale, les modifications des conditions atmosphériques réduisent la répétabilité d'une mesure;
- de l'incertitude de discrimination (la définition d'un pointeur vers un trait de repère ou l'interpolation entre graduations d'une échelle analogique, par exemple).

Regroupement des incertitudes: l'addition géométrique (somme des carrés) des incertitudes peut être utilisée dans la plupart des cas. L'erreur d'interpolation est en principe ajoutée séparément et peut être acceptée à hauteur de 20 % de la différence entre les graduations les plus fines de l'échelle de l'appareil.

$$U_t = \pm \sqrt{(U_s^2 + U_r^2)} + U_i$$

où

U_t est l'incertitude totale;

U_s est l'incertitude systématique;

U_r est l'incertitude aléatoire;

U_i est l'erreur d'interpolation.

Détermination des incertitudes aléatoires: l'incertitude aléatoire peut être déterminée par mesure répétée d'un paramètre et traitement statistique subséquent des données mesurées. La technique suppose que les données produisent une répartition normale (gaussienne).

$$U_r = \frac{t \times \sigma}{\sqrt{n}}$$

où

U_r est l'incertitude aléatoire;

n est la taille de l'échantillon;

t est le point de pourcentage de la répartition t (voir Tableau 1);

σ est l'écart-type (σ_{n-1}).

3.3 Résolution

Il est très important que l'appareil d'essai utilisé offre une résolution suffisante. Il convient que les systèmes de mesure utilisés soient en mesure de résoudre 10 % (ou plus) de la tolérance de limite d'essai.

Il est accepté que certaines technologies limitent physiquement la résolution (la résolution optique, par exemple).

3.4 Rapport

Outre les exigences détaillées dans la spécification d'essai, le rapport doit détailler

- a) la méthode d'essai utilisée;
- b) l'identité du/des échantillon(s);
- c) l'appareillage d'essai;
- d) la/les limites spécifiée(s);
- e) une estimation de l'incertitude de mesure et de la/des limite(s) d'application qui en résulte(nt) pour l'essai;
- f) les résultats d'essai détaillés;
- g) la date de l'essai et la signature de l'opérateur.

3.5 Distribution t de Student

Le Tableau 1 donne les valeurs du facteur t pour des niveaux de confiance de 95 % et 99 %, en fonction du nombre de mesures.

Tableau 1 – Distribution t de Student

Taille de l'échantillon	Valeur t 95 %	Valeur t 99 %		Taille de l'échantillon	Valeur t 95 %	Valeur t 99 %
2	12,7	63,7		14	2,16	3,01
3	4,3	9,92		15	2,14	2,98
4	3,18	5,84		16	2,13	2,95
5	2,78	4,6		17	2,12	2,92
6	2,57	4,03		18	2,11	2,9
7	2,45	3,71		19	2,1	2,88
8	2,36	3,5		20	2,09	2,86
9	2,31	3,36		21	2,08	2,83
10	2,26	3,25		22	2,075	2,82
11	2,23	3,17		23	2,07	2,81
12	2,2	3,11		24	2,065	2,8
13	2,18	3,05		25	2,06	2,79

3.6 Limites d'incertitude suggérées

Les incertitudes cibles suivantes sont suggérées:

- a) Tension < 1 kV: $\pm 1,5 \%$
- b) Tension > 1 kV: $\pm 2,5 \%$
- c) Courant < 20 A: $\pm 1,5 \%$

- d) Courant > 20A: $\pm 2,5 \%$

Résistance

- e) Masse et continuité: $\pm 10 \%$
 f) Isolation: $\pm 10 \%$
 g) Fréquence: $\pm 0,2 \%$

Durée

- h) Intervalle < 60 s: $\pm 1 \text{ s}$
 i) Intervalle > 60 s: $\pm 2 \%$
 j) Masse < 10 g: $\pm 0,5 \%$
 k) Masse 10 g – 100 g: $\pm 1 \%$
 l) Masse > 100 g: $\pm 2 \%$
 m) Force: $\pm 2 \%$
 n) Dimension < 25 mm: $\pm 0,5 \%$
 o) Dimension > 25 mm: $\pm 0,1 \text{ mm}$
 p) Température < 100 °C: $\pm 1,5 \%$
 q) Température > 100 °C: $\pm 3,5 \%$
 r) Humidité (30 – 75) % HR: $\pm 5 \%$ HR

Épaisseurs du revêtement métallique

- s) Méthode de rétrodiffusion: $\pm 10 \%$
 t) Microsection: $\pm 2 \text{ microns}$
 u) Contamination ionique: $\pm 10 \%$

4 Catalogue des méthodes d'essai approuvées

La présente norme propose des méthodes d'essai particulières détaillées pouvant être mises en œuvre avec un référencement croisé minimal vers d'autres modes opératoires spécifiques. Les méthodes utilisent des expositions de conditionnement génériques par référence, par exemple, à celles décrites dans les CEI 61189-1 et CEI 60068-1 et sont, le cas échéant, une partie obligatoire de la norme de méthode d'essai.

Un titre, un numéro et un état de la révision sont attribués à chaque méthode en vue de faciliter les mises à jour et l'amélioration des méthodes, au fur et à mesure de l'évolution des exigences de l'industrie ou des nouvelles méthodologies. Les méthodes sont organisées en groupes de méthode d'essai et en essais individuels.

5 P: Méthodes d'essai de préparation/conditionnement

5.1 Essai 5P01: Lignes directrices relatives à la conception de la carte soumise à essai

Pour obtenir les détails de cette méthode d'essai, voir l'Article A.4 de la CEI 62137: 2004, dont les exigences deviennent obligatoires lorsqu'elle est référencée en tant qu'essai 5P01.

5.2 Essai 5P02: Processus de montage normalisé des modules CSP/BGA

Pour obtenir les détails relatifs à cette méthode d'essai, voir l'Annexe B de la CEI 62137: 2004, dont les exigences deviennent obligatoires lorsqu'elle est référencée en tant qu'essai 5P02.

6 V: Méthodes d'essai visuel

(à l'étude)

7 D: Méthodes d'essai dimensionnel

(à l'étude)

8 C: Méthodes d'essai chimique

8.1 Essai 5C01: Corrosion, flux

8.1.1 Objet

Cette méthode d'essai a été élaborée pour déterminer les propriétés corrosives des résidus de flux dans des conditions d'environnement extrêmes. Une pastille de soudure est fusionnée au contact du flux d'essai sur un morceau de feuille métallique d'essai. La soudure est alors exposée aux conditions prescrites d'humidité, et la corrosion qui en résulte, le cas échéant, est évaluée visuellement.

8.1.2 Éprouvette

Au moins 0,035 g de solides de flux, 1 g de pâte à braser, 1 g de fil électrique ou 1 g de préforme avec une quantité équivalente de solides. Les solides de flux sont définis comme les résidus issus du contenu solide, l'essai de fluage décrit dans la CEI 61189-6, méthode d'essai 6C03. Tout le solvant doit être évaporé de l'éprouvette par une hotte d'évacuation des fumées chimiques.

8.1.3 Appareils et réactifs

- Creuset de métal d'apport.
- Chambre en atmosphère humide permettant d'obtenir une température de (40 ± 1) °C et une humidité relative de (93 ± 2) %.
- Four de séchage à air circulant.
- Microscope 20× min.
- Produits chimiques: tous les produits chimiques doivent être des réactifs purs (de pureté élevée, sans pollution) et l'eau doit être distillée ou déionisée: persulfate d'ammonium ; acide sulfurique, volume en % (v/v), dégraissant ; acétone ou éther de pétrole.
- Balance analytique permettant des pesées au 0,001 g près.
- Feuille de cuivre de $(0,50 \pm 0,05)$ mm d'épaisseur et d'une pureté de 99 %.

8.1.4 Modes opératoires

8.1.4.1 Produits chimiques

- Persulfate d'ammonium (25 % m/v dans 0,5 % v/v d'acide sulfurique). Dissoudre 250 g de persulfate d'ammonium dans l'eau, puis ajouter 5 ml d'acide sulfurique avec précaution (densité 1,84 g/cm³). Mélanger, refroidir, diluer pour obtenir 1 litre, puis mélanger. Il convient que cette solution soit fraîchement préparée.

- b) Acide sulfurique (5 % v/v). Ajouter avec précaution 50 ml d'acide sulfurique dans 400 ml d'eau (densité 1,84 g/cm³). Mélanger, refroidir, diluer pour obtenir 1 litre, puis mélanger.

8.1.4.2 Préparation de l'éprouvette

- a) Couper un morceau de feuille de cuivre de 50 mm × 50 mm pour chaque essai.
- b) Au centre de chaque éprouvette, former une dépression circulaire de 3 mm de profondeur en introduisant une bille en acier de 20 mm de diamètre dans un orifice de 25 mm de diamètre pour former une cuvette.
- c) Plier un coin de chaque éprouvette vers le haut pour faciliter la manipulation à venir avec des pinces.

8.1.4.3 Préconditionnement des éprouvettes

Immédiatement avant la réalisation de l'essai, preconditionner les éprouvettes en les manipulant à l'aide de pinces propres, comme suit.

- a) Dégraisser à l'aide d'un solvant organique neutre adapté (acétone ou éther de pétrole, par exemple).
- b) Immerger dans 5 % d'acide sulfurique (par volume) à (65 ± 5) °C pendant 1 min pour éliminer le film de ternissement.
- c) Immerger dans une solution de 25 % m/v de persulfate d'ammonium (0,5 % v/v d'acide sulfurique) à (23 ± 2) °C pendant 1 min pour procéder à une attaque chimique de manière uniforme.
- d) Nettoyer à l'eau du robinet pendant 5 s au maximum.
- e) Immerger dans 5 % d'acide sulfurique (par volume) à (23 ± 2) °C pendant 1 min.
- f) Nettoyer pendant 5 s à l'eau du robinet, puis rincer soigneusement à l'eau déionisée.
- g) Rincer à l'acétone.
- h) Sécher à l'air pur.
- i) Utiliser l'éprouvette dès que possible ou stocker pendant 1 h au maximum dans un conteneur fermé.

8.1.4.4 Préparation de la soudure d'essai

- a) Peser $(1,00 \pm 0,05)$ g d'éprouvette de soudure pour chaque essai et placer au centre de la dépression de chaque éprouvette.
- b) Dégraisser l'éprouvette de soudure à l'aide d'un solvant organique neutre adapté (acétone ou éther de pétrole, par exemple).
- c) La soudure peut se présenter sous la forme de pastilles ou de spirales serrées de fil de soudure.

8.1.4.5 Essai

- a) Chauffer le creuset de métal d'apport de manière à stabiliser le bain de soudure à (235 ± 5) °C dans le cas des alliages Sn63Pb37 et Sn60Pb40. Pour les alliages de soudure autres que Sn63Pb37 et Sn60Pb40, la température du creuset de métal d'apport peut être 40 °C environ plus élevée que celle du liquide de chaque alliage.
- b) Dans le flux liquide, placer 0,035 g de solides de flux dans la dépression de l'éprouvette. Ajouter l'échantillon de soudure.
- c) Pâte à braser, fil fourré ou préforme fourrée. Placer 1 g de pâte à braser, de fil d'apport fourré pour brasage tendre ou de préforme fourrée dans la dépression de l'éprouvette.
- d) Utiliser les pinces pour abaisser chaque éprouvette sur la surface de la brasure fondue.
- e) Laisser l'éprouvette en contact tant que l'éprouvette de soudure de la dépression ne fusionne pas. Maintenir cette condition pendant (5 ± 1) s.

- f) Examiner attentivement l'éprouvette en la grossissant 20× pour établir une comparaison subséquente après exposition à l'humidité. Enregistrer les observations, et plus particulièrement les décolorations.
- g) Préchauffer l'éprouvette à $(40 \pm 1) ^\circ\text{C}$ pendant (30 ± 2) min.
- h) Régler la chambre en atmosphère humide à $(40 \pm 1) ^\circ\text{C}$ et $(93 \pm 2) \%$ d'humidité relative.
- i) Suspendre chaque éprouvette verticalement (et séparément) dans la chambre en atmosphère humide.
- j) Exposer les éprouvettes à l'environnement ci-dessus pendant 72 h (3 jours). Les flux M (modérément actif) et H (hautement actif) peuvent être soumis à essai dans des conditions nettoyées et non nettoyées.

8.1.4.6 Évaluation

Examiner attentivement les éprouvettes avant de les placer dans la chambre climatique. Noter toutes les décolorations.

A l'issue de la période appropriée d'exposition, retirer les éprouvettes de la chambre en atmosphère humide, les examiner en les grossissant 20× et comparer les observations notées préalablement à l'exposition.

La corrosion est décrite ci-après.

- Excroissances aux interfaces de la limite entre le résidu de flux et le cuivre ou des résidus ou discontinuités des résidus.
- Discrets points blancs ou colorés dans les résidus de flux.

Ne pas tenir compte de la modification initiale de la couleur susceptible de se développer lors du chauffage de l'éprouvette réalisé dans le cadre du brasage. En revanche, toute apparition subséquente d'une décoloration bleue-verte avec observation de piqure de l'éprouvette en cuivre est considérée comme de la corrosion.

8.1.5 Information supplémentaire

8.1.5.1 Définition de la corrosion

Pour les besoins de la présente méthode d'essai, la corrosion est définie de la manière suivante: "réaction chimique entre le cuivre, la brasure et les composantes des résidus de flux se produisant après brasage et lors de l'exposition aux conditions d'environnement ci-dessus".

Les photos en couleur avant et après l'essai sont des outils valables d'identification de la corrosion.

8.1.5.2 Sécurité

Observer toutes les précautions nécessaires stipulées dans les fiches de données de sécurité (FDS) pour les produits chimiques concernés par la présente méthode d'essai.

9 M: Méthodes d'essai mécanique

9.1 Essai 5M01: Méthode d'essai de pelage de la plage de connexion de la carte soumise à essai

Pour obtenir les détails relatifs à cette méthode d'essai, voir l'Article A.3 de la CEI 62137, dont les exigences deviennent obligatoires lorsqu'elle est référencée en tant qu'essai 5M01.

10 E: Méthodes d'essai électrique

10.1 Essai 5E01: Modifications de la résistance d'isolement de surface provoquées par des flux

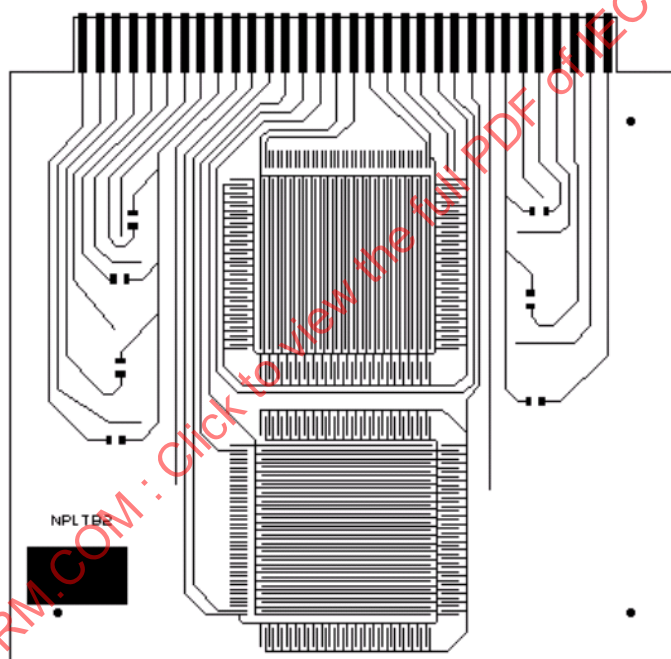
10.1.1 Objet

Cette méthode d'essai consiste à caractériser les flux en déterminant la dégradation de la résistance d'isolement électrique des éprouvettes de carte à circuit imprimé rigide après exposition au flux spécifié. Cet essai est réalisé dans des conditions d'humidité et de chaleur élevées.

10.1.2 Méthode A

10.1.2.1 Éprouvettes

- a) Circuits en peigne: la séquence d'essais illustrée à la Figure 1 doit être utilisée pour l'éprouvette. La largeur de ligne du peigne individuel est de 0,4 mm, et son espacement de 0,2 mm. La taille de l'éprouvette est d'environ 100 mm × 95 mm. Son placage métallique sélectif doit être en cuivre nu non préservé.



IEC 1612/06

Figure 1 – Schéma de résistance d'isolement de surface

- b) Plaqué: pour cet essai, le matériau plaqué doit être une feuille stratifiée en verre de type E époxyde tissé conformément à la CEI 61249-2-7.

10.1.2.2 Appareils

- a) Une chambre en atmosphère humide pouvant être réglée à une température de $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $(95 \pm 3) \%$. Il convient que la chambre soit conçue avec des surfaces intérieures en acier inoxydable et soit correctement isolée. Il convient de procéder aux mesures de la température et de l'humidité à l'aide de capteurs (des thermomètres à bulbe humide et sec ou des capteurs à semi-conducteur, par exemple). Les niveaux de température et d'humidité de la chambre d'essai doivent être enregistrés tout au long de l'essai, de préférence avec des capteurs de contrôle indépendants.
- b) Le système de mesure doit être composé d'un appareil de mesure capable de mesurer la résistance d'isolement de surface (RIS) dans la gamme d'au moins $(10^6 \text{ à } 10^{12}) \Omega$. Une

alimentation de tension d'essai et de polarisation capable de fournir une tension variable de (5 à 100) V c.c. ($\pm 2\%$) avec une charge de 1 M Ω .

Le système de sélection d'éprouvette capable de sélectionner individuellement chaque séquence d'essais en cours de mesure. Le système doit incorporer une résistance de limitation de 1 M Ω dans chaque trajet du courant.

La tolérance de l'ensemble du système de mesure doit être de $\pm 5\%$ jusqu'à $10^{10} \Omega$, de $\pm 10\%$ entre (10^{10} et 10^{11}) Ω , et de $\pm 20\%$ au-dessus de $10^{11} \Omega$.

Le système de mesure doit être vérifié en plaçant un échantillon de vérification de la résistance à la place des éprouvettes dans la chambre aux conditions ambiantes.

- c) Trois béciers de 2 000 ml.
- d) Hotte d'aspiration.
- e) Pinces métalliques.
- f) Brosse souple.
- g) Eau distillée ou déionisée (2 M Ω cm, résistivité minimale recommandée).
- h) Four de séchage capable de maintenir une température d'au moins 50 °C.

10.1.2.3 Conditions d'essai

- a) Il convient de soumettre à essai les flux contenant plus de 1 % en poids d'activateurs acides organiques (acide adipique, par exemple) se volatilisant de manière significative à 85 °C, et moins de 5 % en poids de colophane ou de résine de colophane modifiée à 40 °C/93 % HR. Il convient de soumettre à essai les flux contenant plus de 0,1 % en poids d'halogénure ionique à 85 °C/85 % HR.
- b) L'essai ne doit pas durer moins de 72 h.
- c) Tensions d'essai: Il convient de réaliser l'essai à l'aide d'un gradient de tension de 25 V/mm (= 5 V à l'aide de l'échantillon utilisé).

10.1.2.4 Préparation de l'éprouvette

Trois éprouvettes d'essai doivent être prévues pour chaque flux liquide soumis à essai à l'état nettoyé, après avoir nettoyé les cartes conformément à d) (voir le Tableau 2, Groupe d'échantillons A). Lors de l'essai des flux liquides destinés à rester à l'état non nettoyé, six éprouvettes sont nécessaires. Trois éprouvettes non nettoyées doivent être soudées à la vague, circuit vers le bas (Tableau 2, Groupe d'échantillons B) et trois autres soudées à la vague, circuit vers le haut (Tableau 2, Groupe d'échantillons C).

- a) Les échantillons de pâte à braser doivent être des motifs refondus, circuit vers le haut, et nettoyés (Tableau 2, Groupe d'échantillons D) ou non nettoyés (Tableau 2, Groupe d'échantillons E). De plus, au moins deux échantillons de contrôle non traités doivent être à disposition pour procéder aux comparaisons (Tableau 2, Groupe d'échantillons F).
- b) Il est très important de procéder à une identification positive, permanente et non polluante des éprouvettes (à l'aide d'un traceur vibrant, par exemple).
- c) Contrôler visuellement les éprouvettes pour détecter des défauts évidents. En cas de doute quant à la qualité globale de l'une des éprouvettes, il convient de l'écarter.

Tableau 2 – Échantillons destinés aux essais de résistance d'isolement de surface (RIS)

Groupe d'échantillons	Flux/Brasage	Nettoyé	Nombre d'échantillons
A	Oui	Oui	3
B	Oui	Non	3
C	Oui	Non	3
D	Oui	Oui	3
E	Oui	Non	2
F	Non	Non	2

- d) Nettoyer l'éprouvette à l'eau déionisée ou distillée, puis frotter à l'aide d'une brosse souple pendant au moins 30 s. Rincer soigneusement au jet d'eau déionisée ou distillée. Rincer soigneusement la surface nettoyée avec de l'alcool isopropylique frais.
- e) Une autre méthode de nettoyage consiste à placer l'éprouvette dans un banc d'essai de pollution ionique contenant 75 % d'alcool isopropylique, 25 % d'eau déionisée et traiter la solution tant que tous les éléments ioniques n'ont pas disparus.
- f) Lors de la préparation du reste de l'éprouvette, manipuler les éprouvettes par les bords uniquement ou utiliser des gants en caoutchouc.
- g) Si les cartes doivent être stockées avant le traitement, les placer dans des sacs ou des conteneurs sans pollution, puis fermer (ne pas sceller à chaud).

10.1.2.5 Pâte à braser

- a) Pocher la pâte à braser sur le circuit en peigne à l'aide d'un pochoir de 0,150 mm d'épaisseur. Le pochoir doit être composé d'une série d'orifices circulaires de 0,4 mm de diamètre ou d'ouvertures carrées correspondant aux conducteurs du circuit en peigne. Le pochoir doit être placé de manière à déposer la pâte à braser directement sur les conducteurs sans provoquer de pontage entre les placages métalliques. Au moins six ouvertures doivent être présentes pour chaque conducteur du circuit en peigne.
- b) Les éprouvettes doivent faire l'objet d'un processus de brasage par refusion en utilisant le profil de température recommandé par le fournisseur.

10.1.2.6 Nettoyage des éprouvettes

- a) Après exposition au flux et au brasage, les éprouvettes à soumettre à essai à l'état non nettoyé doivent être évaluées comme indiqué en 10.1.2.8 et 10.1.2.9.
- b) Après exposition au flux et au brasage, les éprouvettes à soumettre à essai à l'état nettoyé doivent être nettoyées à l'aide de l'un des modes opératoires ci-dessous. Les paramètres de nettoyage doivent être indiqués dans le rapport d'essai de qualification (Tableau 3).
- c) Les éprouvettes à nettoyer doivent l'être avec un solvant ou un milieu de nettoyage aqueux adapté ne présentant aucun risque pour l'environnement. Il est préférable d'utiliser un nettoyant en ligne ou par lots disponible dans le commerce. Si cela n'est pas possible, le processus de nettoyage en laboratoire ci-après doit être suivi.
- d) Trois éprouvettes doivent être nettoyées (dans les 30 min au maximum) après le brasage. Pour les solvants ou les agents de nettoyage aqueux, trois béciers de 2 000 ml contenant chacun 1 000 ml de solvant doivent être utilisés, de sorte que l'un d'eux soit utilisé pour le nettoyage proprement dit et que les deux autres le soient pour le rinçage. Chaque éprouvette doit être agitée dans chaque bécier pendant 1 min. Dans le cas des détergents aqueux, un bécier doit contenir le décapant, les deux autres devant contenir l'eau déionisée destinée au rinçage. A l'issue du nettoyage, les éprouvettes sont séchées

pendant 2 h à 50 °C. Suite au nettoyage, les éprouvettes doivent être soumises à essai comme indiqué en 10.1.2.8 et 10.1.2.9.

10.1.2.7 Préparation des échantillons pour la chambre

Inspecter visuellement tous les peignes et écarter ceux susceptibles de provoquer un pontage des conducteurs. Utiliser de la colophane incolore (nuance de couleur de la colophane) pour souder les fils à isolation téflon aux points de connexion des éprouvettes. Ne pas tenter d'éliminer les résidus de flux. Des connecteurs peuvent être utilisés à la place des fils à souder, mais cela n'est pas recommandé. En cas de litige, les échantillons à fils soudés doivent être utilisés en référence.

10.1.2.8 Système de connexion – Vérification de la mesure de haute résistance

- a) Avant de connecter les éprouvettes au système de mesure, chaque assemblage de câbles doit être connecté à l'échantillon de vérification de la résistance à l'intérieur de la chambre en atmosphère humide dans les conditions ambiantes, puis une mesure réalisée. Tous les câbles n'entrant pas dans la plage de valeurs de tolérance de l'ensemble du système de mesure ($\pm 5\%$ jusqu'à $10^{10} \Omega$, $\pm 10\%$ entre $(10^{10}$ et $10^{11}) \Omega$ et $\pm 20\%$ au-dessus de $10^{11} \Omega$) doivent être de nouveau usinés ou remplacés (voir Figure 2).

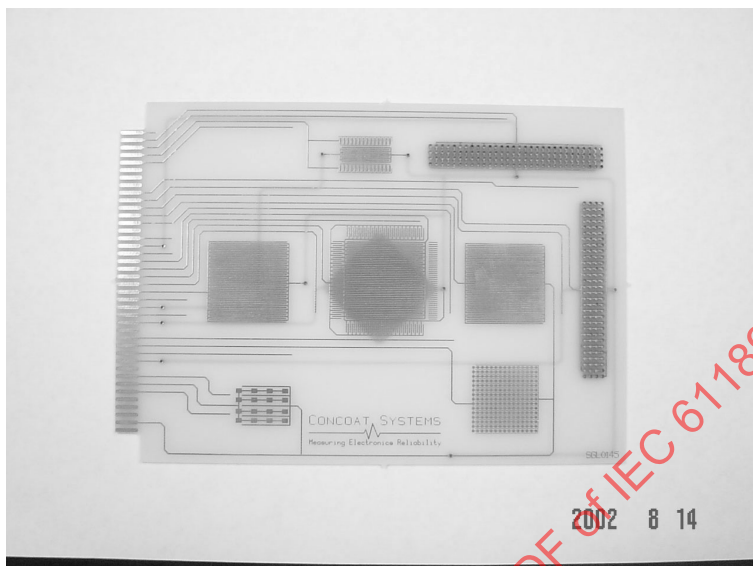


IEC 1613/06

Figure 2 – Disposition du connecteur

- b) Placer les éprouvettes dans la chambre climatique en position verticale, de telle sorte que le flux d'air soit parallèle à la direction de la carte dans la chambre (voir Figure 3). Placer la chambre dans l'une des conditions ci-dessous, selon le type de flux en essai (voir 10.1.2.3). La température doit être de $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et l'humidité de 20 % HR. Laisser se stabiliser la chambre à cette température pendant 3 h. "En l'absence de nettoyage", régler la température de la chambre à $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et l'humidité à 20 % HR, puis laisser se stabiliser la chambre à cette température pendant 3 h. Ensuite, élever lentement l'humidité à $(85 \pm 2) \%$ ou $(93 \pm 2) \%$ pendant au moins 15 min. Laisser les éprouvettes atteindre leur équilibre pendant au moins 1 h avant d'appliquer la tension de polarisation.

Flux d'air dans la chambre



IEC 1614/06

Figure 3 – Orientation de l'éprouvette dans la chambre d'essai

- c) Connecter la source de tension de (5-50) V c.c. aux points d'essai de l'éprouvette pour appliquer la tension de polarisation à toutes les éprouvettes.

10.1.2.9 Mesures

Les mesures doivent être réalisées avec des éprouvettes placées dans la chambre dans des conditions d'essai de température et d'humidité toutes les 20 min. Pour réaliser ces mesures, la source de la tension de polarisation (5-50) V c.c. doit être retirée de l'éprouvette et une tension d'essai de 5 V c.c. doit être appliquée.

10.1.2.10 Évaluation

- a) Les valeurs de résistance d'isolement de chaque circuit en peigne doivent être supérieures à $1 \times 10^8 \Omega$. Si les lectures de l'échantillon de contrôle sont inférieures à $1 \times 10^9 \Omega$, un nouvel ensemble d'éprouvettes doit être obtenu, et la totalité de l'essai répété. Toutes les raisons de suppression des valeurs (rayures, condensation, conducteurs pontés, points excentrés, etc.) doivent être notées.
- b) Toutes les éprouvettes doivent également être examinées à l'aide d'un microscope de 10× à 30× à rétroéclairage dans les 24 h qui suivent la fin de l'essai. Passé ce délai, elles doivent être placées dans un conteneur non polluant et stockées dans un dessiccateur. Toutes les éprouvettes doivent être évaluées dans les 7 jours. Il convient de déterminer si une croissance dendritique s'est produite en raison de la condensation à l'intérieur de la chambre (voir 10.1.4).
- c) Tout rejet des résultats de plus de 2 peignes pour une condition donnée doit impliquer la répétition de l'essai.
- d) La qualification du flux doit être enregistrée dans le Tableau 3.

10.1.3 Méthode B

10.1.3.1 Éprouvettes

- a) Circuits en peigne: utiliser la séquence d'essais de l'échantillon illustré à la Figure 12a² de la CEI 61189-3 (séquence d'essais J composée de quatre circuits en peigne par échantillon). Le peigne individuel, illustré à la Figure 12a de la méthode d'essai 3E08 est doté d'une largeur de ligne de 0,4 mm et d'espacements de lignes de 0,5 mm. Le placage métallique de l'éprouvette doit être en cuivre nu.
- b) Plaqué: pour cet essai, le matériau plaqué doit être une feuille stratifiée en verre de type E époxyde tissé conformément à la CEI 61249-2-7.

10.1.3.2 Appareils

- a) Une chambre d'essai propre pouvant être réglée à une température comprise entre (25^{+10}_{-2}) °C et au moins (85 ± 2) °C, à (85 ± 2) % HR et permettre d'enregistrer les conditions d'essai.
- b) Une alimentation capable de produire un potentiel de polarisation stationnaire compris entre (45 et 50) V c.c., avec une tolérance de ± 10 %.
- c) Un ohmmètre capable de lire les résistances élevées ($10^{12} \Omega$) avec une tension d'essai de 100 V ou un ampèremètre capable de lire 10^{-10} A combiné à une alimentation de 100 V c.c.
- d) Trois béciers de 2 000 ml.
- e) Hotte d'aspiration.
- f) Pinces métalliques.
- g) Brosse souple.
- h) Eau distillée ou déionisée (2 M Ω , résistivité minimale recommandée).
- i) Four de séchage capable de maintenir une température d'au moins 50 °C.

10.1.3.3 Conditions d'essai

Tous les flux doivent être soumis à essai à (85 ± 2) °C, (85 ± 2) % HR pendant 168 h.

10.1.3.4 Préparation de l'éprouvette

Application du flux et brasage.

10.1.3.4.1 Flux liquide ou extrait de flux

Revêtir le circuit en peigne avec une fine couche de flux liquide ou d'extrait de flux en essai.

Les éprouvettes doivent être exposées au brasage par flottement, les circuits en peigne soumis au flux des éprouvettes face vers le bas sur le creuset de métal d'apport à $(245-260)$ °C pendant (4 ± 1) s, le brasage à la vague des circuits en peigne face vers le bas à $(245-260)$ °C et à une vitesse de tapis avec temps de contact de (3 ± 1) s. Pour les flux à soumettre à essai à l'état non nettoyé, un second ensemble de circuits en peigne doit être soumis au flux et le circuit flotté placé sur le creuset de métal d'apport ou le circuit transmis sur la vague de brasage.

10.1.3.5 Pâte à braser

- a) Pocher la pâte à braser sur le circuit en peigne à l'aide d'un pochoir de 0,1 mm d'épaisseur.

² Les références à la Figure 12a de la CEI 61189-3 (Am.1) correspondent à la Figure 15a de la CEI 61189-3 Ed. 2.

- b) Les éprouvettes doivent faire l'objet d'un processus de brasage par refusion en utilisant le profil de température recommandé par le fournisseur.

10.1.3.6 Nettoyage des éprouvettes

- a) Après l'exposition au flux et au brasage, les éprouvettes à soumettre à essai à l'état non nettoyé doivent être évaluées comme indiqué en 10.1.2.8 et 10.1.2.9.
- b) Après exposition au flux et au brasage, les éprouvettes à soumettre à essai à l'état nettoyé doivent être nettoyées à l'aide de l'un des modes opératoires ci-dessous. Les paramètres de nettoyage doivent être indiqués dans le rapport d'essai de qualification (Tableau 3).
- c) Les éprouvettes à nettoyer doivent l'être avec un solvant ou un milieu de nettoyage aqueux adapté ne présentant aucun risque pour l'environnement. Il est préférable d'utiliser un nettoyant en ligne ou par lots disponible dans le commerce. Si cela n'est pas possible, le processus de nettoyage en laboratoire ci-après doit être suivi.
- d) Trois éprouvettes doivent être nettoyées (dans les 30 min au maximum) après le brasage. Pour les solvants ou les agents de nettoyage aqueux, trois béciers de 2 000 ml contenant chacun 1 000 ml de solvant doivent être utilisés, de telle sorte que l'un d'eux soit utilisé pour le nettoyage proprement dit et que les deux autres le soient pour le rinçage. Chaque éprouvette doit être agitée dans chaque bécier pendant 1 min. Dans le cas des détergents aqueux, un bécier doit contenir le décapant, les deux autres devant contenir l'eau déionisée destinée au rinçage. A l'issue du nettoyage, les éprouvettes sont séchées pendant 2 h à 50 °C. Suite au nettoyage, les éprouvettes doivent être soumises à essai comme indiqué en 10.1.3.6 et 10.1.3.7.

10.1.3.7 Préparation des échantillons pour la chambre

Inspecter visuellement tous les peignes et écarter ceux susceptibles de provoquer un pontage des conducteurs. Utiliser de la colophane incolore (nuance de couleur de la colophane) pour souder les fils à isolation téflon aux points de connexion des éprouvettes. Ne pas tenter d'éliminer les résidus de flux. Des connecteurs peuvent être utilisés à la place des fils à souder, mais cela n'est pas recommandé. En cas de litige, les échantillons à fils soudés doivent être utilisés en référence.

10.1.3.8 Mesures

Les mesures doivent être réalisées avec des éprouvettes placées dans la chambre dans les conditions d'essai de température et d'humidité après 24 h, 96 h et 168 h. Pour réaliser ces mesures, la source de la tension de polarisation (45-50) V c.c. doit être retirée de l'éprouvette et une tension d'essai de 10 V c.c. doit être appliquée. (La polarité de la tension d'essai est inverse à la polarité d'essai).

10.1.3.9 Évaluation

- a) Chaque circuit en peigne de chaque éprouvette doit être évalué par les valeurs de résistance d'isolement obtenues à 96 h et 168 h. Si les lectures de l'échantillon de contrôle sont inférieures à 1 000 MΩ, un nouvel ensemble d'éprouvettes doit être obtenu, et la totalité de l'essai répété. La lecture à 24 h peut être inférieure à la valeur requise, à condition qu'elle soit rétablie par la valeur à 96 h. Toutes les raisons de suppression des valeurs (rayures, condensation, conducteurs pontés, points excentrés, etc.) doivent être notées.
- b) Toutes les éprouvettes doivent également être examinées à l'aide d'un microscope de 10× à 30× à rétroéclairage dans les 24 h qui suivent la fin de l'essai. Passé ce délai, les échantillons doivent être placés dans un Kapak ou tout autre conteneur non polluant, puis stockés dans un dessiccateur. Toutes les éprouvettes doivent être évaluées dans les 7 jours. Si une croissance dendritique ou de la corrosion est observée, il doit être déterminé si la dendrite occupe 25 % ou plus de l'espacement d'origine. Cette dernière condition constitue un échec. Il convient de déterminer si une croissance dendritique s'est produite en raison de la condensation à l'intérieur de la chambre (voir 10.1.4).

- c) Tout rejet des résultats de plus de deux peignes pour une condition donnée doit impliquer la répétition de l'essai.

10.1.4 Information supplémentaire

Si de la condensation apparaît sur les éprouvettes dans la chambre climatique pendant que les échantillons sont sous tension, la croissance dendritique se produit. Cela peut être dû à un défaut de contrôle suffisant de l'humidification du four. Des gouttelettes d'eau peuvent également être observées dans certains fours dont le flux d'air dans la chambre se déplace de l'arrière vers l'avant. Dans ce cas, la condensation sur la fenêtre du refroidisseur peut se diffuser dans le four sous forme de microgouttelettes se déposant sur les éprouvettes, provoquant la croissance dendritique si les taches comblent l'écart entre deux conducteurs électrifiés. Ces deux conditions doivent être éliminées pour procéder correctement à l'essai.

Tableau 3 – Rapport d'essai de qualification

Numéro d'identification:			
Classification du flux:		Date de fabrication:	
Identification du fabricant:		Utilisation d'origine par devenir:	
		Utilisation requalifiée par devenir:	
Numéro de lot du fabricant:		Original:	
Date de fin des essais de qualification d'origine:		Date de fin des essais de requalification:	
Essai réalisé par:	Réussite: _	Essai réalisé par:	Réussite: _
Assisté de:	Échec: _	Assisté de:	Échec: _
Essai de certification	CEI 61189-5/CEI 61189-6	Exigences d'essai	Résultats: réussite/échec/ND
Miroir de cuivre	6C10		
Halogénures qualitatifs			
Chromate d'argent	6C02		
Point de fluorure	6C05		
Halogénures quantitatifs			
Chlorure, bromure	6C04		
Fluorure	6C06		
Détermination non volatile	6C03		
Total en chlorure			
Corrosion	5C01		
RIS	5E01	Nettoyé	
		Non nettoyé	
Champignon (facultatif)			
Mode opératoire de nettoyage pour la caractérisation du flux			
Matériau de nettoyage			
Appareils de nettoyage			
Paramètres de traitement du nettoyage			

10.2 Essai 5E02: Résistance d'isolement de surface, assemblages

10.2.1 Objet

Cette méthode d'essai permet de quantifier les effets délétères susceptibles d'apparaître des résidus de flux suite au brasage des cartes à circuit imprimé, en mesurant la diminution de la résistance d'isolement de surface.

Pour les flux pouvant laisser des résidus indésirables et, par conséquent, nécessiter un nettoyage, les résultats obtenus suite aux essais dépendront non seulement des caractéristiques desdits résidus, mais également de l'efficacité de la fabrication/opération de nettoyage de l'assemblage.

Il convient de bien comprendre qu'il peut s'avérer nécessaire d'adopter un régime de nettoyage des cartes à circuit imprimé plus agressif que celui indiqué dans le mode opératoire des cartes inusitées. Cet essai a pour objet de montrer qu'un procédé de fabrication proposé ou qu'une modification du procédé peut permettre de produire un produit fini aux performances acceptables.

Ces modifications de procédé peuvent impliquer une modification de l'une des étapes du procédé. Elle peut également se traduire par un changement de fournisseur de carte nue, de masque de brasage ou de métallisation. La construction d'un véhicule d'essai varie en fonction de la modification en cours d'évaluation.

L'essai est un processus de qualification "spécifique au site" qu'il convient de réaliser chez le fabricant à l'aide de procédé de production et d'appareils dans la mesure du possible.

10.2.2 Éprouvettes

La carte à circuit imprimé est dotée de plusieurs composants dont le modèle d'essai est adjacent aux composants et placé sous ces derniers. Avant d'être conditionnés, les composants sont soudés sur la carte grâce à des méthodologies de réplique aussi fidèle que possible des techniques de production proposées. Le circuit en peigne peut également être placé sur une carte de production afin de pouvoir procéder à des contrôles réguliers.

- a) Circuits en peigne: "L'éprouvette 5E02" correspond à la nomenclature et aux Figures 4a et 4b ci-dessous.

ID	Composant	Distance RIS minimale mm	Type de composant
1	Connecteur TH 4 × 24 broches horizontal	0,6	24 × 4 = 96 pôles AMP: 536501-3
2	8 × SM cap 1210	0,46	1210SMC-PL
3	BGA256, pas de 1 mm	0,4	BGA256T1.0-ISO
4	Connecteur SM IEEE 1386, 2 × 16 broches	1	1,00 mm (0,039") mezzanine IEEE 1386 SMT, double rangée, 71436
5	15 × SM cap 0805	0,6	0805SMC-PA
6	QFP160, pas de 0,65 mm ISO	0,254	QFP160-28 mm – 0,65 mm – 2,6 (isolé)
7	COMB sous QFP160 (ID 6)	0,2	N/A
8	10 × SM cap 0805	0,6	0805SMC-PA
9	COMB sous QFP80 (ID10)	0,2	N/A
10	QFP80, pas de 0,5 mm ISO	0,2	A-TQFP80 – 12 mm – 0,5 mm – 2,0 (Amkor)
11	COMB sous QFP128 (ID12)	0,2	N/A
12	QFP128, pas de 0,8 mm ISO	0,3	QFP128-28 mm – 0,8 mm – 2,6
13	4 × SOIC16, pas de 1,27 mm ISO	0,2	SO16GT-- 3,8 mm
14	15 × SM cap 0603	0,6	0603SMC-PA
15	15 × SM cap 1206	1,2	1206SMC-PA
16	Connecteur TH 4 × 24 broches vertical	0,6	24 × 4 = 96 pôles AMP: 536501-3

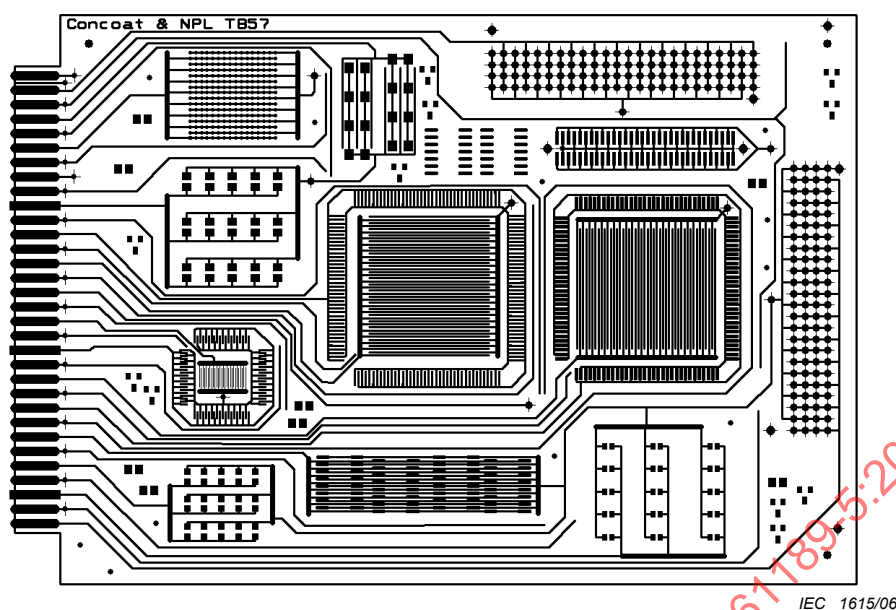


Figure 4a – Face A de l'éprouvette

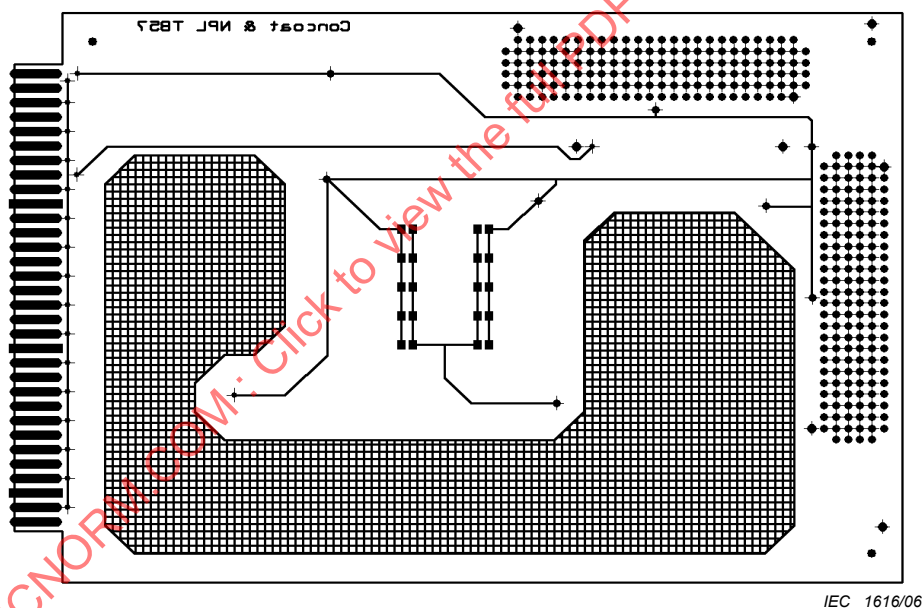


Figure 4b – Face B de l'éprouvette

Figure 4 – Méthode d'essai 5E02

Tous les composants utilisés dans cet essai doivent être de vrais "faux" composants conçus spécifiquement pour les essais RIS. Les appareils mis au rebut compromettent les résultats d'essai.

- b) Plaqué: Il convient que le plaqué du véhicule d'essai représente le substrat à utiliser dans la production.

10.2.3 Appareils et matériaux

- a) Il convient que l'appareil de brasage soit représentatif de celui utilisé dans le cadre de la production.

- b) Une chambre en atmosphère humide pouvant être réglée à une température de $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $(95 \pm 3) \%$. La chambre doit être conçue avec des surfaces intérieures en acier inoxydable et être correctement isolée. La température et l'humidité doivent être mesurées à l'aide de capteurs (des thermomètres à bulbe humide et sec ou des capteurs à semi-conducteur, par exemple). Les niveaux de température et d'humidité de la chambre d'essai doivent être enregistrés tout au long de l'essai, de préférence avec des capteurs de contrôle indépendants.
- c) Le système de mesure doit être composé d'un appareil de mesure capable de mesurer la résistance d'isolement de surface (RIS) dans la gamme d'au moins $(10^6 \text{ à } 10^{12}) \Omega$. Une alimentation de tension d'essai et de polarisation capable de fournir une tension variable de $(5 \text{ à } 100) \text{ V c.c. } (\pm 2 \%)$ avec une charge de $1 \text{ M}\Omega$.

Le système de sélection d'éprouvette capable de sélectionner individuellement chaque séquence d'essais en cours de mesure. Le système doit incorporer une résistance de limitation de $1 \text{ M}\Omega$ dans chaque trajet du courant.

La tolérance de l'ensemble du système de mesure doit être de $\pm 5 \%$ jusqu'à $10^{10} \Omega$, de $\pm 10 \%$ entre $(10^{10} \text{ et } 10^{11}) \Omega$, et de $\pm 20 \%$ au-dessus de $10^{11} \Omega$.

Le système de mesure doit être vérifié en plaçant un échantillon de vérification de la résistance à la place des éprouvettes dans la chambre aux conditions ambiantes.

Il convient de procéder au moins à deux échantillonnages par jour, à au moins 6 heures d'intervalle (voir le Tableau 4). Avec une tension d'essai inférieure (5 V), la fréquence d'échantillonnage doit être de 20 min. L'appareil doit être capable de démontrer la répétabilité à l'aide de la méthodologie R&R (Répétabilité et Reproductibilité) présentée dans l'ISO 5725-2.

- d) L'éprouvette de vérification doit être dotée de résistances de $10^6 \Omega$, $10^8 \Omega$, $10^{10} \Omega$ et $10^{12} \Omega$ dans les trajets spécifiques du courant conformément à la Figure 5.

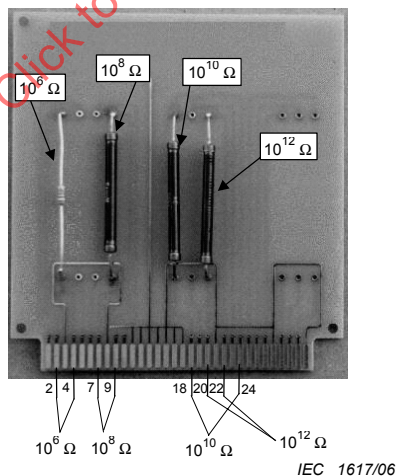


Figure 5 – Échantillon de vérification de la résistance

Il convient que l'échantillon de vérification de la résistance soit doté d'un capuchon de protection métallique (en acier inoxydable) fixé avec du matériel inoxydable aux orifices de montage mis à la terre sur l'échantillon, afin d'éviter de polluer ou d'endommager les résistances lors des opérations de manipulation (Figure 6).



Figure 6 – Carte de vérification de la résistance avec capuchon protecteur

- e) Emplacement de l'éprouvette dans la chambre.
- f) Les échantillons doivent être espacés de manière uniforme par les fixations (15 mm au moins) et être parallèles au flux d'air avec le connecteur (s'il est présent), comme l'illustre à la Figure 7.

Flux d'air dans la chambre

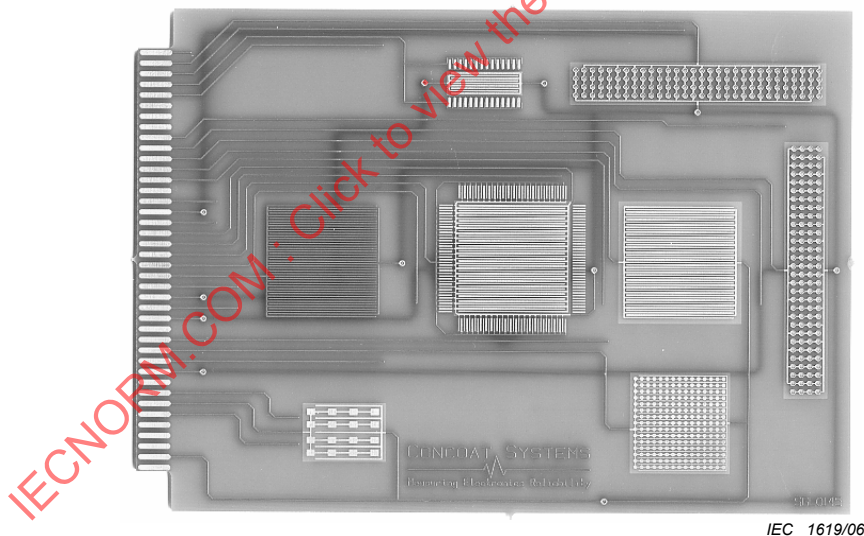


Figure 7 – Emplacement de l'éprouvette par rapport au flux d'air de la chambre

- g) Solvant de nettoyage (le cas échéant). Utiliser un solvant recommandé par le fabricant du flux et adapté à l'élimination des résidus de flux postérieurs au brasage.
- h) Fil ou câble isolé PTFE (polytétrafluoroéthylène), prévu pour l'appareil utilisé.
- i) Connecteur
 - 64 positions, corps en polyester rempli de verre:
 - Espacement central du contact de carte de 2,5 mm
 - Extrémité d'ajustement de la borne/broche plaquée or de 0,75 µm
 - Contacts de faisceau jumelés
 - Pour une épaisseur d'échantillon de 1,40 mm à 1,78 mm

Capable de supporter des températures pouvant atteindre 105 °C.

j) Fil de d'apport fourré conforme à la CEI 61190-1-3³.

10.2.4 Essai

10.2.4.1 Conditions d'essai

Toutes les éprouvettes doivent être soumises à essai à 40 °C avec une humidité relative de 93 % (conformément à la CEI 60068-2-20) ou à 85 °C avec une humidité relative de 85 % pendant 168 h.

Les processus sans nettoyage doivent être soumis à essai à 40 °C dans un environnement à 93 % d'humidité relative.

10.2.4.2 Préparation de l'éprouvette

Les éprouvettes doivent être identifiées par une méthode positive, permanente et non polluante.

10.2.4.3 Mode opératoire

- a) Il convient que l'éprouvette représente le matériau substrat, les matériaux de l'assemblage et les procédés de fabrication utilisés lors de la production. Les circuits du véhicule d'essai doivent prévoir des essais RIS (voir Figures 4a et 4b). Les composants à braser lors de la production, représentatifs de la difficulté à nettoyer les configurations (en termes "d'ombrage" des joints de soudure par les corps de composant et d'espacement entre le composant et le substrat) doivent être inclus dans l'assemblage sur circuit imprimé. Étant donné que la séquence d'essais est utilisée pour surveiller les effets du traitement de l'assemblage de carte à circuit imprimé, elle doit participer à tous les processus d'assemblage de carte à circuit imprimé (c'est-à-dire que la séquence d'essais ne doit pas être couverte par un masque de brasage permanent).
- b) Nettoyage: pour les flux devant être nettoyés après le brasage, nettoyer les éprouvettes à l'aide d'un agent nettoyant et de la méthode recommandés par le fabricant du flux et adaptés à l'élimination des résidus de flux postérieurs au brasage. Inclure les détails du mode opératoire de nettoyage utilisé sur les échantillons dans le rapport d'essai.

10.2.4.4 Réplication du procédé de fabrication

- a) Le procédé de fabrication de l'éprouvette utilisé dans cette méthode est supposé répliquer le procédé prévu pour le matériel de production. Dans les cas où le procédé d'assemblage implique plusieurs opérations de brasage (refusion pour montage en surface, brasage à la vague, réusinage, brasage à la main ou revêtement enrobant, par exemple), tous ces procédés doivent être réalisés sur l'assemblage d'essai. Cela serait nécessaire, même en cas de modification d'un seul des procédés de brasage, étant donné que les résidus d'un procédé peuvent interagir avec ceux d'un procédé précédent ou suivant. C'est la totalité de ces procédés qui sera livrée. Par conséquent, c'est cette même totalité de procédés qui sera soumise à essai, puis qualifiée. Voir PC-9201[1]⁴ pour connaître la méthodologie correcte et les appareils à utiliser pour réaliser des essais RIS répétables et précis.
- b) Dans le cadre de ces essais, les cartes à circuit imprimé ne doivent pas être nettoyées préalablement à l'assemblage si elles ne le sont pas dans le cadre du processus d'assemblage normalisé.

³ Ce fil est composé de fil de soudure à l'étain/au plomb 60/40 ou 63/37 au cœur en flux de colophane non activé (CEI 60068-2-20).

⁴ Les chiffres entre crochets font référence à la bibliographie.

10.2.4.5 Nombre d'éprouvettes

Au moins 10 éprouvettes doivent être soumises à essai pour chaque combinaison de matériau/procédé. La taille d'éprouvette a été calculée selon un niveau de "risque pour le consommateur" estimé à 10 % (niveau de confiance de 90 %). A titre de contrôle, il est recommandé de soumettre les véhicules supplémentaires non traités à essai ⁵.

10.2.4.6 Préparation des échantillons pour la chambre

Il convient de connecter les éprouvettes par câblage ou connecteur.

- a) Câblage: Pour chaque éprouvette, couvrir les circuits à soumettre à essai d'une feuille d'aluminium pour les protéger de toute pollution lors du brasage d'attache d'interconnexion. Souder le fil isolé PTFE sur la languette d'échantillon appropriée (Figure 4) à l'aide d'un fer à souder et du fil d'apport fourré pour brasage tendre. Utiliser le moins de brasure possible pour chaque joint et éviter de polluer le circuit d'essai avec la brasure ou le flux. Etiqueter chaque fil de manière à pouvoir l'identifier depuis l'extérieur de la chambre en atmosphère humide.
- b) Interfaçage du connecteur: Glisser les contacts de l'éprouvette dans le connecteur.

10.2.4.7 Mesures

10.2.4.7.1 Système de connexion – Vérification de la mesure de haute résistance

Avant de connecter les éprouvettes au système de mesure, chaque assemblage de câbles doit être connecté à l'échantillon de vérification de la résistance à l'intérieur de la chambre en atmosphère humide dans les conditions ambiantes, puis une mesure réalisée. Tous les câbles n'entrant pas dans la plage de valeurs de tolérance de l'ensemble du système de mesure ($\pm 5\%$ jusqu'à $10^{10} \Omega$, $\pm 10\%$ entre (10^{10} et 10^{11}) Ω et $\pm 20\%$ au-dessus de $10^{11} \Omega$) doivent être de nouveau usinés ou remplacés.

10.2.4.7.2 Mesures de l'éprouvette

Sélectionner les conditions d'environnement a) ou b), selon le cas.

- a) 40 °C avec 93 % HR (conformément à la CEI 60068-2-20);
- b) 85 °C avec 85 % HR⁶

Insérer les éprouvettes dans la chambre en atmosphère humide. Sans appliquer de polarisation, stabiliser la chambre à 25 °C/50 % HR pendant 2 h, puis réaliser une première mesure RIS. Amener la chambre aux conditions d'essai en commençant par élever la température, puis l'humidité pour éviter la condensation sur les éprouvettes. Il convient que cette élévation ne dure pas plus de 3 h. Il convient alors d'appliquer la polarisation appropriée pour la durée de l'essai, pendant au moins 168 h. Appliquer la polarisation 1 h après la stabilisation de la chambre aux conditions d'essai. Interrompre la polarisation, appliquer la tension d'essai appropriée, puis réaliser les mesures RIS à la fréquence requise (voir le Tableau 4).

Tableau 4 – Conditions d'essai suggérées

	Polarisation	Tension d'essai	Fréquence d'essai
A	50 V	100 V	24 h, 96 h et 168 h
B	100 V	100 V	Deux fois par jour
C	5 V	5 V	Toutes les 20 min

⁵ Une explication exhaustive de la manière dont la taille d'échantillon a été déterminée est proposée dans l'IPC-TR-467 [2].

⁶ Voir c) de 10.2.6 pour obtenir des informations sur la condition d'essai qu'il convient d'utiliser et sur l'intégrité de l'éprouvette lors de l'essai.

A l'issue de l'exposition aux conditions d'essai, supprimer la polarisation électrique de tous les circuits d'essai, puis baisser la température et le niveau d'humidité. Après la diminution, stabiliser la chambre à 25 °C/50 % HR pendant 2 h, puis réaliser une dernière mesure RIS.

10.2.4.8 Évaluation

Toutes les éprouvettes doivent être inspectées visuellement à 10× à 30× dans les 24 h qui suivent la fin de l'essai et les conditions ci-dessous enregistrées.

- a) Présence de dendrites. Enregistrer le pourcentage d'espacement entre les conducteurs pontés par la dendrite dans le pire des cas.
- b) Présence de décoloration entre les conducteurs (seule la décoloration présente sur les conducteurs est acceptable). En présence, la décoloration doit être enregistrée sous forme d'image couleur et insérée dans le rapport d'essai.
- c) Présence de gouttelettes d'eau. En présence, il convient d'enregistrer ces conditions sous forme d'image couleur insérée dans le rapport d'essai.
- d) Présence de migration métallique sous-cutanée. Lors de l'examen par rétroéclairage, la présence de migration métallique sous-cutanée est mise en évidence par un "ombrage" sous-cutané sombre partant de l'anode. En présence, il convient d'enregistrer ces conditions sous forme d'image couleur insérée dans le rapport d'essai.

Toutes les raisons de suppression des valeurs (rayures, condensation, conducteurs pontés, points excentrés, etc.) doivent être notées. Tout rejet des résultats de plus de deux circuits d'essai pour une condition donnée doit impliquer la répétition de l'essai.

10.2.4.9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit au moins contenir les informations suivantes:

- a) Détails des modes opératoires de nettoyage postérieurs au brasage utilisés avant le conditionnement et la mesure de l'échantillon.
- b) Des diagrammes et graphiques individuels illustrant la résistance mesurée en $\log \Omega$ par rapport à chaque échantillon et circuit d'essai ou diagrammes à surfaces de l'ensemble de données.
- c) Résultats RIS obtenus pour chaque circuit après
 - préconditionnement facultatif, le cas échéant;
 - mesure initiale, à condition ambiante;
 - mesure finale, à condition ambiante.
- d) Toutes les particularités inhabituelles notées lors de l'essai.
- e) Détails des opérations qui ne sont pas incluses dans la présente norme ou considérées comme facultatives.
- f) Les conditions d'environnement utilisées pour l'essai, c'est-à-dire la condition a) ou b) ci-dessus.

10.2.5 Information supplémentaire

Ces informations donnent des indications sur les conditions d'essai qu'il convient d'utiliser, ainsi que des détails sur l'intégrité de l'éprouvette lors de l'essai.

- a) Fréquence de contrôle. Lors de l'essai RIS, les valeurs de résistance peuvent changer rapidement en quelques minutes. Elles sont souvent de nature transitoire avec les valeurs RIS souvent observées à la fin de l'essai. Une telle diminution de RIS peut constituer un défaut dans le produit réel.

Les appareils d'échantillonnage modernes les plus fréquents peuvent contrôler jusqu'à 128 circuits RIS en moins de 20 minutes, et ainsi percevoir ce type d'événement

passager. Il est recommandé de lire les mesures aussi souvent que possible pour détecter de rapides changements de RIS.

- b) Si de la condensation apparaît sur les éprouvettes dans la chambre climatique pendant que les échantillons sont sous tension, la croissance dendritique peut se produire. La croissance dendritique peut être le résultat d'un défaut de contrôle suffisant de l'humidification du four. Des gouttelettes d'eau peuvent également être observées dans certains fours dont le flux d'air dans la chambre se déplace de l'arrière vers l'avant. Dans ce cas, la condensation sur la fenêtre du refroidisseur peut se diffuser dans le four sous forme de microgouttelettes se déposant sur les surfaces de l'éprouvette, provoquant la croissance dendritique si les taches comblent l'écart entre les conducteurs électrifiés. Ces deux conditions doivent être éliminées pour que des essais corrects puissent avoir lieu.
- c) Il convient de soumettre à essai les flux contenant plus de 1 % en poids d'activateurs acides organiques (acide adipique, par exemple) se volatilisant de manière significative à 85 °C, et moins de 5 % en poids de colophane ou de résine de colophane modifiée à 40 °C/93 % HR. Il convient de soumettre à essai les flux contenant plus de 0,1 % en poids d'halogénure ionique à 85 °C/85 % HR.
- d) Il est recommandé de placer un écran anti-gouttelettes sur et/ou autour des éprouvettes pour empêcher les gouttelettes d'eau de tomber du plafond ou des portes de la chambre sur les éprouvettes sous tension. Toutefois, il convient également que l'écran anti-gouttelettes ne gêne pas le flux d'air autour des échantillons d'essai, ce qui peut nécessiter des moyens de protection innovateurs.
- e) Lors de l'examen par rétroéclairage, la présence de migration métallique sous-cutanée est mise en évidence par un "ombrage" sous-cutané sombre partant de l'anode. En présence, il convient d'enregistrer ces conditions sous forme d'image couleur insérée dans le rapport d'essai.
- f) Les avantages et inconvénients de l'utilisation des connecteurs comme partie intégrante du système de mesure sont les suivants:
 - 1) Avantages
 - Facilité d'utilisation. La préparation pour un essai RIS est particulièrement aisée. Il s'agit simplement d'insérer l'échantillon dans le connecteur de carte.
 - Il est possible de procéder à des assemblages de connecteurs plus nombreux en période creuse.
 - Pas de brasage à la main. Par conséquent, aucun résidu de flux supplémentaire n'entre en contact avec les circuits d'essai.
 - La manipulation est réduite à son plus strict minimum.
 - L'orientation de l'éprouvette peut être maintenue parallèle au flux d'air de la chambre.
 - 2) Inconvénients
 - Selon les matériaux de construction, les connecteurs peuvent faire l'objet de courants de fuite se traduisant par une baisse de 0,5 décade (ou plus) à $10^{12} \Omega$ comparés aux éprouvettes câblées. Une bonne conception du connecteur et un choix de matériaux hautement isolants (PTFE, par exemple) peuvent limiter cet effet.
 - Les connecteurs doivent être vérifiés avant utilisation et contrôlés dans le temps pour déterminer si le système de résine a vieilli, ce qui pourrait provoquer des courants de fuite plus importants.
 - Les contacts à ressort s'useront à chaque utilisation. Les gonflements de soudure présents sur les éprouvettes augmentent l'usure. L'examen des lames de connecteur sur les éprouvettes lors du retrait des échantillons de l'essai peut donner une indication du contact adéquat (rechercher les rayures).
 - La métallisation du capuchon sur les contacts à ressort s'usera, plus particulièrement si elle est en or tendre. Cette usure peut résulter de l'entrée en contact de métaux différents et d'une augmentation de la résistance de contact.
 - Éventuelle prise au piège d'humidité.

- g) Blindage électromagnétique: pour obtenir des résultats cohérents et répétables, il est important que tous les câblages portant des signaux d'essai soient recouverts d'un blindage électromagnétique. La plupart du temps, il s'agit d'une feuille métallique ou de métal tressé. Étant donné que la mesure RIS concerne souvent les picoampères du courant ou moins, le coupleur électromagnétique (CEM) et d'autres champs électriques parasites peuvent affecter les signaux d'essai de manière excessive. Le revêtement des circuits d'acheminement des signaux avec un métal mis à la terre réduit énormément les courants dus à la compatibilité électromagnétique et autres bruits électriques. Il n'est pas nécessaire de blinder chaque ligne individuellement (les câbles coaxiaux, par exemple), mais il est recommandé de séparer l'alimentation en tension et les lignes de retour de courant. Un seul blindage CEM peut être utilisé pour recouvrir toutes les lignes de retour de courant.
- h) Lors de l'exécution réelle du programme d'essai, il convient de connecter l'échantillon de vérification au système de mesure à haute résistance par l'intermédiaire d'un connecteur ou d'une connexion externe. Les éprouvettes peuvent être mesurées périodiquement pour vérifier que le système de mesure à haute résistance évolue dans des conditions de fonctionnement correctes, si des lectures anormales sont observées.

11 N : Méthodes d'essai environnemental

11.1 Essai 5N01: Essai de brasabilité par fusion pour joint de soudure

Pour obtenir les détails relatifs à cette méthode d'essai, voir 5.1 de la CEI 62137: 2004, dont les exigences deviennent obligatoires lorsqu'elle est référencée en tant qu'essai 5N01.

11.2 Essai 5N02: Résistance à la brasabilité par fusion de la carte d'essai

Pour obtenir les détails relatifs à cette méthode d'essai, voir l'Article A.1 de la CEI 62137: 2004, dont les exigences deviennent obligatoires lorsqu'elle est référencée en tant qu'essai 5N02.

11.3 Essai 5N03: Essai de brasabilité des cartes soumises à essai

Pour obtenir les détails relatifs à cette méthode d'essai, voir l'Article A.2 de la CEI 62137: 2004, dont les exigences deviennent obligatoires lorsqu'elle est référencée en tant qu'essai 5N03.

12 X : Méthodes d'essai diverses

12.1 Essai 5X01: Activité du flux liquide, méthode de la balance de mouillage

12.1.1 Objet

Cet essai prescrit la méthode recommandée d'évaluation de l'activité des flux liquides à l'aide d'une balance de mouillage.

12.1.2 Éprouvette

L'éprouvette doit être un échantillon en cuivre conforme à toutes les spécifications de l'industrie acceptables. Sa largeur doit être de $(6,0 \pm 0,25)$ mm. Il convient que sa longueur soit de $(25,0 \pm 1)$ mm ou adaptée aux appareils d'essai. Son épaisseur doit être de $(0,5 \pm 0,05)$ mm.

12.1.3 Appareils et réactifs

Les appareils doivent être composés des éléments suivants:

- a) Un dispositif de mesure de la force du ménisque (balance de mouillage) composé d'un creuset de métal d'apport à température contrôlée à l'intérieur duquel la brasure est

maintenue à $(245 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Noter que la vitesse de réaction est très sensible à cette température.

La brasure doit être composée de Sn60/Pb40 ou de Sn63/Pb37.

- b) Un enregistreur à bande de papier, un enregistreur de données ou un ordinateur capable d'enregistrer la force en fonction de la durée, avec une vitesse minimale d'enregistrement de 10 mm/s.
- c) Un dispositif d'immersion mécanique (voir Figure 12) doit être utilisé. Ce dispositif doit assurer une vitesse d'immersion et d'émersion de (20-25) mm/s à une profondeur de $(6 \pm 0,1)$ mm et un temps de maintien de $(5 \pm 0,5)$ s.

12.1.4 Mode opératoire

12.1.4.1 Préparation

- a) Il convient de nettoyer (dégraisser) l'éprouvette par immersion dans un solvant adapté, puis de la nettoyer en la trempant dans un bain de (10 ± 1) % d'acide fluoborique.
- b) L'échantillon doit alors être nettoyé à l'eau, puis séché.

12.1.4.2 Essai

- a) L'éprouvette montée sur un support adapté, il convient de plonger l'échantillon à au moins 10 mm de profondeur dans le flux liquide à température ambiante.
- b) L'excédent de flux doit être immédiatement évacué en plaçant l'éprouvette verticalement sur un papier à filtrer propre pendant 1 s à 5 s.
- c) Après le séchage partiel, il convient de monter l'éprouvette dans l'appareil d'essai.
- d) La surface de la brasure fondue doit être retirée juste avant l'immersion de l'éprouvette dans la brasure.
- e) L'éprouvette, placée sur le support, doit être maintenue pendant environ (10 ± 1) s à 3 mm au-dessus du creuset de métal d'apport. L'essai doit commencer et l'éprouvette être plongée une seule fois seulement à une vitesse d'immersion et d'émersion de (20-25) mm/s, à une profondeur de $(5,0 \pm 0,1)$ mm et un temps de maintien de $(5,0 \pm 0,5)$ s.
- f) Lors de l'essai, la courbe de mouillage doit être enregistrée sur un appareil adapté, pour être utilisée dans le cadre de l'évaluation.

12.1.5 Évaluation

En utilisant l'échantillon, comme spécifié, des flux qui doit être évalué par la suite:

- a) Un temps de mouillage (T_w) correspondant à la courbe de mouillage pour croiser l'axe zéro corrigé après le début de l'essai (Figure 13).
- b) Une force de mouillage maximale, F_{max} , prélevée après correction de la flottabilité.

12.1.6 Information supplémentaire

Cette méthode d'essai peut être utile pour requalifier les matériaux ayant dépassé la durée de stockage recommandée. En outre, la méthode peut permettre d'évaluer le pouvoir fondant avant la fabrication d'applications critiques.

12.1.6.1 Sécurité

Observer toutes les précautions appropriées indiquées dans les fiches de données de sécurité (FDS) concernant les produits chimiques utilisés dans la présente méthode d'essai.

12.1.6.2 Correction de la flottabilité

Pour permettre à la balance de mouillage d'obtenir des valeurs de force pouvant être liées l'une à l'autre, il est nécessaire de corriger la variabilité des tailles d'éprouvette, en particulier la largeur et l'épaisseur. Pour ce faire, il suffit de corriger le volume d'échantillon immergé dans la brasure. La formule suivante peut être utilisée pour calculer la correction de la force de flottabilité:

$$P_b = \rho g V$$

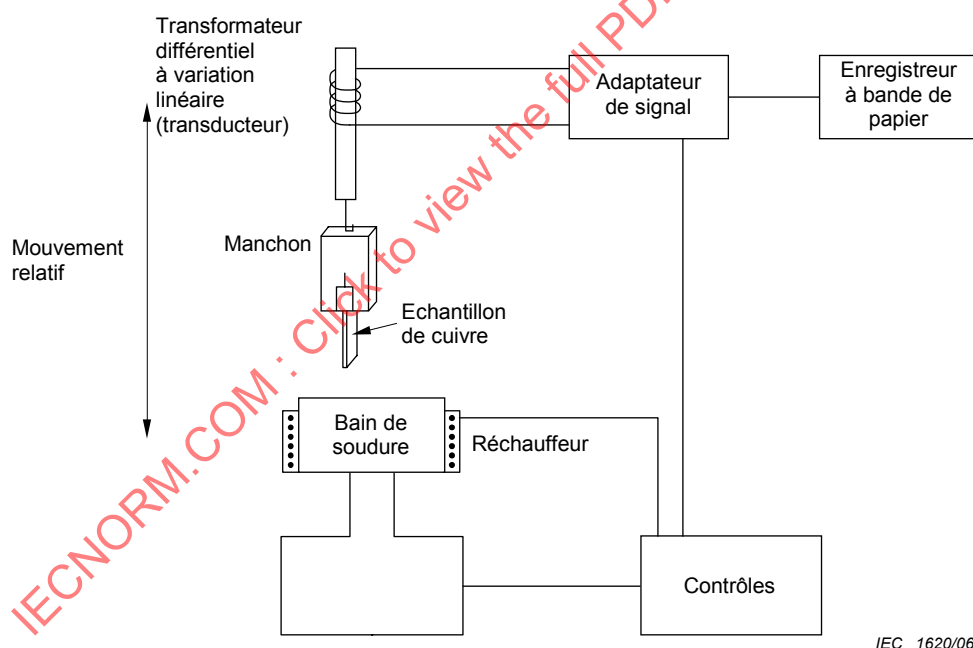
où

ρ est la densité de la brasure à 245 C (8,15 g/cm³)⁷;

g est l'accélération due à la pesanteur (9,81 × 10³ mm s⁻²);

V est le volume d'échantillon immergé (cm³) = largeur × épaisseur × profondeur d'immersion.

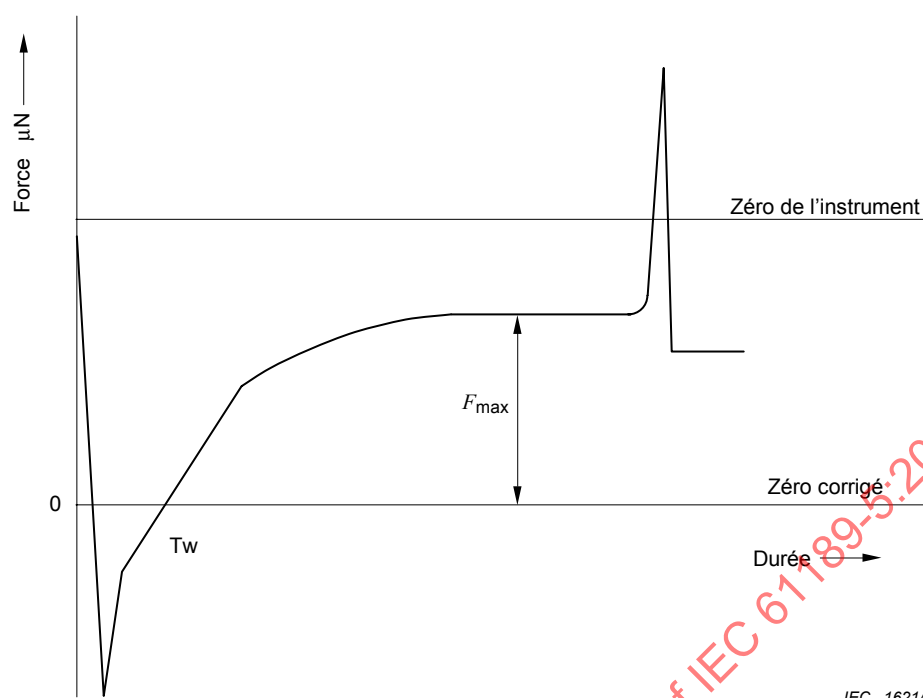
Si la force de flottabilité est calculée, il convient de l'utiliser pour corriger l'axe zéro. Cette correction est nécessaire à l'obtention de la mesure correcte des temps et forces de mouillage. Toutes les mesures des temps et forces de mouillage doivent être réalisées à partir de l'axe zéro corrigé. Dans le cas d'une courbe montante, le nouvel axe zéro corrigé sera sous le zéro de l'instrument (voir les Figures 8 et 9).



IEC 1620/06

Figure 8 – Balance de mouillage

⁷ Pour l'alliage Sn60/Pb40.



NOTE La force verticale mesurée par la balance de mouillage est composée de deux forces: la force de flottabilité, et la force de mouillage provoquée par l'angle de contact passant d'un état initial de non mouillage à un état de mouillage. La force de flottabilité peut être prise en compte lors de l'essai. Elle est égale au poids de la brasure déplacée lorsque l'éprouvette est plongée dans la brasure. La seule force qui change est la force de mouillage, provoquée par le changement de l'angle de contact, comme les brasures de l'éprouvette.

La ligne zéro corrigée (flottabilité) est la force produite lorsque l'angle de contact est de 90° ou que la surface du bain revient à l'horizontale, ayant été initialement altérée par l'échantillon immergé. La courbe de la balance de mouillage est centrée sur la ligne zéro corrigée (flottabilité), étant donné que l'angle de contact θ est le seul paramètre qui change au cours de l'essai.

Voir l'Équation 1:

$$F = \gamma p \cos \theta - g \rho v \quad \text{Équation 1}$$

$$\text{Flottabilité} = g \rho v \quad \text{Équation 2}$$

où

F est la force mesurée (en micronewtons),

γ est la tension superficielle de la brasure fondue ($400 \mu\text{N mm}^{-1}$),

p est le périmètre de l'éprouvette (en mm),

θ est l'angle de contact,

g est l'accélération gravitationnelle ($9,81 \times 10^3 \text{ mm s}^{-2}$),

ρ est la densité de la brasure ($8\,000 \mu\text{g mm}^{-3}$),

v est le volume immergé (en mm^3).

La ligne zéro corrigée (flottabilité) est un point de référence fixe à partir duquel il convient de mesurer la force. Il convient d'utiliser cette ligne comme point de référence pour toutes les mesures de durée. Toute modification des dimensions de l'éprouvette modifie le volume immergé et donc la flottabilité, ce qui modifie la position de la ligne zéro corrigée. Cependant, la courbe de mouillage reste centrée sur cette ligne. De même, tout changement de la profondeur d'immersion modifie également le volume immergé, ayant les mêmes conséquences sur la flottabilité. Bien que l'utilisation de la ligne zéro corrigée annule les petites variations du volume immergé de l'éprouvette et la profondeur d'immersion, les modifications importantes ont un impact sur le coefficient de transfert de chaleur dans l'éprouvette, ce qui affecte T_w , la durée de recroisement de la ligne zéro corrigée (flottabilité) et la durée nécessaire pour atteindre F_{max} .

Figure 9 – Courbe de la balance de mouillage

12.2 Essai 5X02: Viscosité du flux en pâte – Méthode de la broche en T

12.2.1 Objet

Cette méthode d'essai est destinée à mesurer la viscosité du flux en pâte.

12.2.2 Éprouvette

L'éprouvette doit contenir suffisamment de flux en pâte pour remplir un conteneur d'au moins 4 cm de diamètre à une profondeur minimale d'environ 10 cm.

12.2.3 Appareils et réactifs

- Viscosimètre à support hélicoïdal et broche T-C (Brookfield RVTD ou équivalent).
- Bain-marie à $(25 \pm 0,5)$ °C.
- Chronomètre.
- Spatule.

12.2.4 Mode opératoire

12.2.4.1 Essai

- Placer le conteneur de flux en pâte dans le bain-marie à $(25 \pm 0,5)$ °C.
- Lorsque le milieu a atteint l'équilibre thermique, placer le conteneur sous la broche de sorte qu'il se trouve au centre de la surface.
- Lancer le viscosimètre Brookfield à 5 r/min et descendre le support hélicoïdal.
- Enregistrer la valeur 2 min après que la broche a perforé la surface supérieure du milieu. Vérifier que la broche ne touche pas le fond du conteneur.
- Retirer la broche du flux en pâte. À l'aide de la spatule, remuer vigoureusement le flux pendant (15 - 20) s, puis mesurer de nouveau la viscosité.

12.2.4.2 Expression des résultats

Les viscosités sont calculées à partir des valeurs enregistrées après 2 min de pénétration dans le milieu. Il convient de noter les résultats avec et sans remuage.

12.2.5 Notes de sécurité

Observer toutes les précautions appropriées indiquées dans les fiches de données de sécurité (FDS) concernant les produits chimiques utilisés dans la présente méthode d'essai.

12.3 Essai 5X03: Essai de propagation, flux de brasure liquide ou extrait, pâte à braser et fils d'apport ou préformes extraites

12.3.1 Objet

Cette méthode d'essai donne une indication de l'activité des flux de brasage à la vague, des flux de métal d'apport à âme de résine et de la pâte à braser. Elle propose deux méthodes:

La méthode A permet de mesurer la surface de propagation de la brasure.

La méthode B permet de mesurer le quotient de propagation de la brasure.

12.3.2 Méthode A

12.3.2.1 Éprouvette

- Pour le flux liquide ou le flux de brasure extrait, au moins 10 ml placés dans un conteneur en verre propre.
- Pour le flux en pâte et le flux en pâte de brasure, 10 ml de matériau dilué (35 %).

- c) Pour la préforme et le fil fourré, 10 ml de matériau extrait.

12.3.2.2 Appareils et réactifs

- a) Cinq mesures de laiton 70/30 de 0,25 mm d'épaisseur et d'environ 40 × 75 mm.
- b) Laine d'acier très fine dégraissée (par exemple, #00).
- c) Fil de soudure de Sn60Pb37A conformément à la CEI 61190-1-3 de 1,5 mm de diamètre.
- d) Creuset de métal d'apport d'au moins 25 mm de profondeur contenant au moins 2 kg de brasure.

12.3.2.3 Préparation de l'éprouvette

- a) Nettoyer cinq échantillons en laiton avec la laine d'acier.
- b) Aplanir l'échantillon en laiton en pliant les côtés opposés de l'échantillon. Il convient que les deux pliures soient parallèles à la courbe de la bobine métallique qui a produit le laiton afin de renforcer et d'aplanir l'éprouvette.
- c) Couper 30 mm de fil de soudure solide.
- d) Envelopper la longueur coupée de brasure autour d'un mandrin de 3 mm.
- e) Couper la bobine en anneaux individuels pour créer une préforme de la brasure.

12.3.2.4 Essai

- a) Maintenir le creuset de métal d'apport à $(260 \pm 10) ^\circ\text{C}$.
- b) Placer le brasage préformé au centre de l'éprouvette.
- c) Placer une goutte de (0,05 ml) de flux au centre de la préforme de l'éprouvette.
- d) Placer soigneusement l'échantillon sur la surface du bain de soudure pendant 15 s.
- e) Retirer l'échantillon en position horizontale et le placer sur une surface plane permettant au brasage collé de se solidifier sans gêne.
- f) Retirer tous les résidus de flux avec un solvant adapté.

12.3.2.5 Évaluation

Mesurer la surface de propagation de la brasure en la comparant à des cercles (préalablement tracés) de surface analogue à celles répertoriées dans le Tableau 5. La signification de la propagation des cinq éprouvettes doit être reportée.

Le Tableau 5 est présenté pour faciliter la définition des surfaces en mm².

Tableau 5 – Surfaces de propagation habituelles définies en mm²

Diamètre mm	Surface mm ²
10,00	78,54
10,70	90,00
11,28	100,00

12.3.3 Méthode B**12.3.3.1 Éprouvette**

- Le flux peut provenir de plusieurs produits. Il peut s'agir de pâte à braser, de fil d'apport fourré pour brasage tendre ou de flux liquide.
- Pour les flux solides, alcool isopropylique 25 % de masse ou autre solvant approprié.
- Le fil de soudure de Sn63Pb37A spécifié dans la CEI 61190-1-3 doit être enveloppé autour d'une bague de 3,3 mm de diamètre.

12.3.3.2 Appareils et réactifs

- Bain de soudure: un bain de soudure d'une profondeur de 30 mm au moins, de 100 mm × 150 mm au moins, fourni avec régulateur thermique jusqu'à (50 ± 2) °C au-dessus de la température du liquidus du brasage soumis à essai.
- Sécheur: un four à air pulsé équipé d'un régulateur thermique jusqu'à (150 ± 3) °C et capable de maintenir la température.
- Tenon d'un autre outil adapté permettant de retirer l'éprouvette du bain de soudure.
- Laveur: appareil permettant d'éliminer aisément la pellicule de brasure oxydée dans le bain.
- Spatule.
- Masque métallique: épaisseur de 2,5 mm avec un orifice de 6 mm de diamètre.
- Micromètre: précision de mesure au 0,001 mm près.
- Micro-seringue ou micro-pipette: précision de mesure au 0,05 ml près.
- Dispositif expérimental général: Dispositif en verre.
- Papier abrasif (étanche).
- Alcool: éthanol (réactif pur).
- alcool isopropylique (réactif pur).
- Solvant de lavage: Solvant permettant d'éliminer le résidu de flux après brasage.
- Plaque de cuivre: plaque de 50 mm × 50 mm × 0,5 mm de cuivre diphosphate (pour éviter l'oxydation de surface).
- Brasure: Sn63Pb37A spécifiée dans la CEI 61190-1-3 comme éprouvette de référence.

12.3.3.3 Préparation de l'éprouvette**12.3.3.3.1 Mode opératoire d'essai**

- Préparation d'une plaque de cuivre oxydée: La surface doit être nettoyée avec de l'alcool. Un côté de la plaque doit être poli à l'aide de papier abrasif, nettoyé à l'alcool et séché soigneusement à température ambiante. Placer la plaque dans un sécheur à (150 ± 3) °C pendant 1 h, puis l'oxyder. Il est possible de plier les quatre coins de la plaque pour faciliter l'utilisation d'un tenon.

- b) Éprouvette de brasage pour le flux liquide, le flux solide et le flux en pâte. L'éprouvette doit se présenter sous la forme d'une barre de 3,2 mm de diamètre autour de laquelle est enroulé le fil de soudure de Sn63Pb37A de 1,6 mm de diamètre.
- c) Fil d'apport fourré pour brasage tendre de résine/colophane et pâte à braser. Le produit lui-même doit être utilisé.

12.3.3.3.2 Préparation de l'éprouvette

- a) Fil d'apport fourré pour brasage tendre de résine/colophane: Après le nettoyage de la surface avec de l'acétone, le rinçage à l'eau déionisée et ensuite à l'alcool isopropylique, mesurer et couper $(0,30 \pm 0,03)$ g d'échantillon, l'agiter, puis le placer au centre de la plaque de cuivre. Cinq éprouvettes doivent être préparées.
- b) Flux liquide: Mesurer $(0,05 \pm 0,005)$ ml d'éprouvette à l'aide d'une micro-seringue ou d'une micro-pipette, la placer au centre de la plaque de cuivre, puis placer une éprouvette de brasage sur le flux. Il s'agit de l'éprouvette d'essai. Cinq éprouvettes de ce type doivent être préparées.
- c) Flux en pâte: Placer $(0,025 \pm 0,003)$ g d'éprouvette au centre de la plaque de cuivre, puis la recouvrir de l'éprouvette de brasage. Cinq éprouvettes doivent être préparées.
- d) Flux solide: Ajuster la solution d'essai à 25 % en masse avec de l'alcool isopropylique ou un solvant adapté, mesurer et prélever $(0,05 \pm 0,005)$ ml à l'aide d'une micro-seringue ou d'une micro-pipette, puis placer l'ensemble au centre de la plaque de cuivre. Recouvrir avec l'éprouvette de brasage. Cinq éprouvettes doivent être préparées.
- e) Pâte à braser: Après avoir remué la pâte à braser, maintenue à température ambiante, à l'aide d'une spatule, appliquer un masque métallique sur la plaque de cuivre. Cinq éprouvettes doivent être préparées.

12.3.3.4 Essai

- a) L'éprouvette doit être chauffée pendant qu'elle flotte sur un bain de soudure à (50 ± 2) °C au-dessus de la température du liquidus, puis maintenir cette température pendant 30 s après la fusion.
- b) Retirer l'éprouvette du bain, puis la refroidir.
- c) Retirer le résidu de flux avec un solvant adapté.

12.3.3.5 Évaluation

La hauteur de la soudure propagée fondue doit être mesurée à l'aide d'un micromètre ou d'un autre appareil adapté. Le quotient de propagation doit être calculé à partir de cette hauteur, à l'aide de la formule ci-dessous.

Ce mode opératoire doit être répété sur cinq des éprouvettes et une valeur moyenne doit être obtenue, ce qui donne le quotient de propagation du flux représentant le brasage soumis à essai.

$$S_R = 100 \times (D - H)/D$$

où

S_R est le quotient de propagation (%);

H est la hauteur de la soudure propagée (mm);

D est le diamètre de la soudure (mm), si elle est supposée être une sphère (mm)
 $(D = 1,24 V^{1/3})$;

V est la masse⁸/densité de la soudure soumise à essai.

⁸ Dans le cas du fil d'apport fourré pour brasage tendre de résine et de la pâte à braser, la masse de la soudure utilisée pour l'essai doit être celle de l'éprouvette moins le flux contenu.