

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies –

Part 5-3: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste for printed board assemblies

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

Partie 5-3: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages – Pâte de brasage pour les assemblages de cartes imprimées



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies –
Part 5-3: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste for printed board assemblies**

**Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles –
Partie 5-3: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages –
Pâte de brasage pour les assemblages de cartes imprimées**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180

ISBN 978-2-8322-1998-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Accuracy, precision and resolution	8
3.1 General.....	8
3.2 Accuracy.....	9
3.3 Precision.....	9
3.4 Resolution	10
3.5 Report.....	10
3.6 Student's t distribution	10
3.7 Suggested uncertainty limits	11
4 X: Miscellaneous test methods	12
4.1 Test 5-3X01: Paste flux viscosity – T-Bar spindle method	12
4.1.1 Object.....	12
4.1.2 Test specimen	12
4.1.3 Apparatus and reagents.....	12
4.1.4 Procedure.....	12
4.1.5 Safety notes	12
4.2 Test 5-3X02: Spread test, extracted solder flux, paste flux and solder paste	12
4.2.1 Object.....	12
4.2.2 Method A.....	13
4.2.3 Method B	14
4.2.4 Additional information	15
4.3 Test 5-3X03: Solder paste viscosity – T-Bar spin spindle method (applicable for 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)	15
4.3.1 Object.....	15
4.3.2 Test specimen	15
4.3.3 Equipment/apparatus.....	15
4.3.4 Procedure.....	16
4.3.5 Evaluation	16
4.3.6 Additional information	16
4.4 Test 5-3X04: Solder paste viscosity – T-Bar spindle method (applicable to 300 Pa·s).....	16
4.4.1 Object.....	16
4.4.2 Test specimen	17
4.4.3 Equipment/apparatus.....	17
4.4.4 Procedure.....	17
4.4.5 Evaluation	17
4.4.6 Additional information	17
4.5 Test 5-3X05: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable for 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)	18
4.5.1 Object.....	18
4.5.2 Test specimen	18
4.5.3 Equipment/apparatus.....	18
4.5.4 Procedure.....	18

4.5.5	Evaluation	18
4.5.6	Additional information	18
4.6	Test 5-3X06: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s).....	19
4.6.1	Object.....	19
4.6.2	Test specimen	19
4.6.3	Equipment/apparatus.....	19
4.6.4	Procedure.....	19
4.6.5	Evaluation	19
4.6.6	Additional information	19
4.7	Test 5-3X07: Solder paste – Slump test	20
4.7.1	Object.....	20
4.7.2	Test specimen	20
4.7.3	Equipment/apparatus.....	20
4.7.4	Procedure.....	20
4.7.5	Evaluation	22
4.8	Test 5-3X08: Solder paste – Solder ball test	22
4.8.1	Object.....	22
4.8.2	Test specimen	23
4.8.3	Equipment/apparatus.....	23
4.8.4	Procedure.....	23
4.8.5	Evaluation	24
4.9	Test 5-3X09: Solder paste – Tack test	25
4.9.1	Object.....	25
4.9.2	Method A	25
4.9.3	Method B	26
4.9.4	Test equipment sources.....	27
4.10	Test 5-3X10: Solder paste – Wetting test	27
4.10.1	Object.....	27
4.10.2	Test specimen	27
4.10.3	Equipment/materials/apparatus.....	27
4.10.4	Procedure.....	27
4.10.5	Evaluation	28
4.11	Test 5-3X11: Determination of solder powder particle size distribution – Screen method for types 1-4	28
4.11.1	Object.....	28
4.11.2	Test specimen	28
4.11.3	Equipment/apparatus.....	28
4.11.4	Procedure.....	28
4.12	Test 5-3X12: Solder powder particle size distribution – Measuring microscope method.....	30
4.12.1	Object.....	30
4.12.2	Test specimen	30
4.12.3	Equipment/apparatus.....	30
4.12.4	Procedure.....	30
4.13	Test 5-3X13: Solder powder particle size distribution – Optical image analyser method	31
4.13.1	Object.....	31
4.13.2	Test specimen	31
4.13.3	Equipment/apparatus.....	31

4.13.4	Procedure.....	32
4.14	Test 5-3X14: Solder powder particle size distribution – Measuring laser diffraction method	33
4.14.1	Object.....	33
4.14.2	Test specimen	33
4.14.3	Equipment/apparatus.....	33
4.14.4	Preparation.....	34
4.14.5	Test procedure	34
4.14.6	Test	34
4.14.7	Evaluation	34
4.15	Test 5-3X15: Determination of maximum solder powder particle size	35
4.15.1	Object.....	35
4.15.2	Test specimen	35
4.15.3	Evaluation	35
4.16	Test 5-3X16: Solder paste metal content by weight.....	36
4.16.1	Object.....	36
4.16.2	Test specimen	36
4.16.3	Equipment/apparatus.....	36
4.16.4	Procedure.....	36
Annex A (informative) Typical comparison of particle size distributions between laser diffraction method and screen method		38
Bibliography.....		39
Figure 1 – Slump test stencil thickness, 0,20 mm.....		21
Figure 2 – Slump test stencil thickness, 0,10 mm.....		21
Figure 3 – Solder-ball test evaluation.....		24
Figure 4 – Solder wetting examples		28
Figure A.1 – Typical comparison between laser diffraction and sieving		38
Table 1 – Student's t distribution.....		11
Table 2 – Typical spread areas defined in mm ²		13
Table 3 – Example of a test report – Stencil thickness, 0,2 mm.....		22
Table 4 – Example of a test report – Stencil thickness, 0,1 mm.....		22
Table 5 – Screen opening		29
Table 6 – Portions of particle sizes by weight % – nominal values		30
Table 7 – Powder particle size distribution record		30
Table 8 – Powder particle size distribution record		31
Table 9 – Powder particle size distribution record (optical analysis).....		33
Table 10 – Powder particle size distribution record		34
Table 11 – Acceptance of powders by particle sizes		36
Table 12 – Example of a test report on solder paste		37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –

Part 5-3: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61189-5-3 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

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

FDIS	Report on voting
91/1211/FDIS	91/1224/RVD

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

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

This International Standard is used in conjunction with IEC 61189-1:1997, IEC 61189-2:2006, IEC 61189-3:2007.

A list of all parts in the IEC 61189 series, published under the general title *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies*, can be found on the IEC website.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5-3:2015

INTRODUCTION

IEC 61189 relates to test methods for materials or component robustness for printed board assemblies, 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 robustness of materials or components for 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 criteria.

The letter and number combinations are for reference purposes to be used by the relevant specification. Thus "5-3X01" represents the first chemical test method described in IEC 61189-5-3.

In short, in this example, 5-3 is the number of the part of IEC 61189, X is the group of methods, and 01 is the test number.

TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, PRINTED BOARDS AND OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –

Part 5-3: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste 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.

This part of IEC 61189 focuses on test methods for soldering paste based on the existing IEC 61189-5 and IEC 61189-6. In addition, it includes test methods of soldering paste for lead free soldering.

2 Normative references

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

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

IEC 61189-6, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 6: Test methods for materials used in manufacturing electronic assemblies*

IEC 61190-1-2:2014, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering 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*

3 Accuracy, precision and resolution

3.1 General

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.

3.2 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 should 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.

3.3 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}).

3.4 Resolution

It is paramount that the test equipment used be 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).

3.5 Report

In addition to the 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.

3.6 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

3.7 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: $\pm 0,1$ mm
- p) Temperature < 100 °C: $\pm 1,5$ %
- q) Temperature > 100 °C: $\pm 3,5$ %
- r) Humidity (30 – 75) % RH: ± 5 % RH

Plating thicknesses

- s) Backscatter method: ± 10 %
- t) Microsection: ± 2 microns

- u) Ionic contamination: $\pm 10 \%$

4 X: Miscellaneous test methods

4.1 Test 5-3X01: Paste flux viscosity – T-Bar spindle method

4.1.1 Object

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

4.1.2 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.

4.1.3 Apparatus and reagents

- Viscometer with helipath stand and a T-C spindle (Brookfield RVTD¹ or equivalent).
- Water bath capable of holding $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.
- Stopwatch.
- Spatula.

4.1.4 Procedure

4.1.4.1 Test

- Place the container of paste flux in the water bath at $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.
- When the medium has attained thermal equilibrium, place the container under the 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.

4.1.4.2 Expression of results

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

4.1.5 Safety notes

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

4.2 Test 5-3X02: Spread test, extracted solder flux, paste flux and solder paste

4.2.1 Object

This test method gives an indication of activity of solder paste. The test method offers two methods.

Method A measures the solder spread area.

¹ 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.

Method B measures the solder spread ratio.

4.2.2 Method A

4.2.2.1 Test specimen

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

4.2.2.2 Apparatus and reagents

- a) Five replicates of 0,25 mm thick 70/30 brass of a size of approximately 40 mm × 75 mm.
- b) Degreased very fine steel wool (for example, #00).
- c) Solder wire from Sn63Pb37A, or Sn96.5Ag3Cu0.5, or any other solder alloy wire agreed between the user and the supplier per 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.

4.2.2.3 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.

4.2.2.4 Test

- a) Maintain the solder bath at $(260 \pm 3)^\circ\text{C}$ for Sn60Pb40, or at $(255 \pm 3)^\circ\text{C}$ for Sn96.5Ag3Cu0.5, or at $(35 \pm 3)^\circ\text{C}$ higher than the liquidus temperature for any other solder alloy agreed between the user and the supplier.
- 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.

4.2.2.5 Evaluation

Measure the solder spread area by comparing to circles (pre-drawn) with areas similar to those listed in Table 2. The mean of the spread of all five specimens tested shall be reported. Record the data and enter it in Table 12.

Table 2 is intended as an aid in defining areas in mm².

Table 2 – Typical spread areas defined in mm²

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

4.2.3 Method B

4.2.3.1 Test specimen

- a) Flux may be used from several products. These may be solder paste and paste flux.
- b) Solder wire of Sn63Pb37, or Sn96.5Ag3Cu0.5, or any other solder alloy agreed between the user and the supplier specified in IEC 61190-1-3 shall be wrapped on a ring bar with a diameter of 3,3 mm.

4.2.3.2 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 dephosphate copper (to prevent surface oxidation).
- o) Solder: Sn63Pb37, or Sn96.5Ag3Cu0.5, or any other solder alloy agreed between the user and the supplier specified in IEC 61190-1-3 as reference specimen.

4.2.3.3 Test specimen preparation

4.2.3.3.1 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 Sn63Pb37, or Sn96.5Ag3Cu0.5, or any other solder alloy agree with 1,6 mm diameter is wound.
- c) Resin/rosin flux cored solder and solder paste. Product itself shall be used.

4.2.3.3.2 Preparation of test piece

- a) 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.
- b) 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.

4.2.3.4 Test

- a) The test piece shall be heated while floating on a solder bath kept at $(233 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for Sn63Pb37, or at $(255 \pm 3) ^\circ\text{C}$ for Sn96.5Ag3Cu0.5, or at $(35 \pm 3) ^\circ\text{C}$ higher than the

liquidus temperature for any other solder alloy agreed between the user and the supplier, and kept at this temperature for 30 s after having fused.

- b) Lift the test piece from the bath and cool it down.
- c) Remove the flux residue by proper solvent.

4.2.3.5 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 mass/density of the tested solder.

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.

Record the data and enter it in Table 12.

4.2.4 Additional information

Safety: Observe all appropriate precautions on material safety data sheets (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; see Bibliography).

4.3 Test 5-3X03: Solder paste viscosity – T-Bar spin spindle method (applicable for 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)

4.3.1 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.

4.3.2 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.

4.3.3 Equipment/apparatus

The equipment used shall consist of a spindle-type viscometer (Brookfield RVTD 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.

4.3.4 Procedure

4.3.4.1 Preparation

- a) Open the supply container(s); remove any internal cover(s), scrape off the 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.

4.3.4.2 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 $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$.

4.3.5 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 12.

4.3.6 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) 344-4310²

4.4 Test 5-3X04: Solder paste viscosity – T-Bar spindle method (applicable to 300 Pa·s)

4.4.1 Object

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

² 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.

4.4.2 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.

4.4.3 Equipment/apparatus

Equipment used shall be a spindle type viscometer (Brookfield RVTD³ 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.

4.4.4 Procedure

4.4.4.1 Preparation

- Open the supply container(s); remove any internal cover(s); scrape off the paste adhering to the lid(s), internal covers, and the container walls; and add this material to the paste in the supply container(s).
- Using a spatula, stir the paste gently for 1 to 2 min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- If necessary, gently transfer the paste to the test container having the specified volume without introducing air.

NOTE If the supply container meets the volume and size requirements, a separate test container is not needed.

- The test container shall be placed in a constant temperature environment of $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$.
- After reaching $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$, the solder paste shall be stirred and then tested within 20 min to minimize the settling of the metal powder while remaining at $25 ^\circ\text{C}$.

4.4.4.2 Test

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

4.4.5 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 12.

4.4.6 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) 344-4310⁴

³ 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.

⁴ 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.

4.5 Test 5-3X05: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable for 300 Pa·s to 1 600 Pa·s)

4.5.1 Object

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

4.5.2 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.

4.5.3 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.

4.5.4 Procedure

4.5.4.1 Preparation

- Open the container(s), remove any internal cover, scrape off the paste adhering to the lids or internal cover(s) and the container wall(s) and add this to the paste in the container(s).
- Using a spatula, stir the paste gently for (1-2) min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- 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.

4.5.4.2 Test

- Immerse the instrument sensor into the sample in accordance with the equipment manufacturer's instructions. The solder paste should not cover the pump outlet.
- 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.
- 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.

4.5.5 Evaluation

Record the data and enter it in Table 12.

4.5.6 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.

Spiral pump viscometer equipment⁵:

⁵ 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.

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 .

4.6 Test 5-3X06: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s)

4.6.1 Object

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

4.6.2 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.

4.6.3 Equipment/apparatus

The equipment used shall be a spiral pump viscometer (Malcom, Brookfield Viscometer or Rheometer with spiral adaptor accessory⁶, 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.

4.6.4 Procedure

4.6.4.1 Preparation

- Open the container(s), remove any internal cover, scrape off the paste adhering to the lids or internal cover(s) and the container wall(s) and add this to the paste in the container(s).
- Using a spatula, stir the paste gently for 1 to 2 min to homogenize it, taking care to avoid the introduction of air.
- 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.

4.6.4.2 Test

- Immerse the instrument sensor into the sample in accordance with the equipment manufacturer's instructions. The solder paste shall not cover the pump outlet.
- 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.

4.6.5 Evaluation

Record the data and enter it in Table 12.

4.6.6 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.

⁶ 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.

Spiral pump viscometer equipment⁷:

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

4.7 Test 5-3X07: Solder paste – Slump test

4.7.1 Object

This procedure determines vertical and horizontal slump for solder pastes.

4.7.2 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.

4.7.3 Equipment/apparatus

- a) Stencils.
- b) Stencil patterns (as shown in Figures 1 and 2 of IEC 61190-1-2:2014).
- c) Steel squeegee (razor blade).
- d) Oven.
- e) Microscope.

4.7.4 Procedure

4.7.4.1 Preparation

- a) Prepare the specimen using the appropriate stencil pattern shown in Figures 1 and 2 of IEC 61190-1-2:2014. 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 1 and 2).
- b) One test specimen shall be marked as specimen #1 and one specimen as #2 and processed in accordance with item a).

⁷ 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.

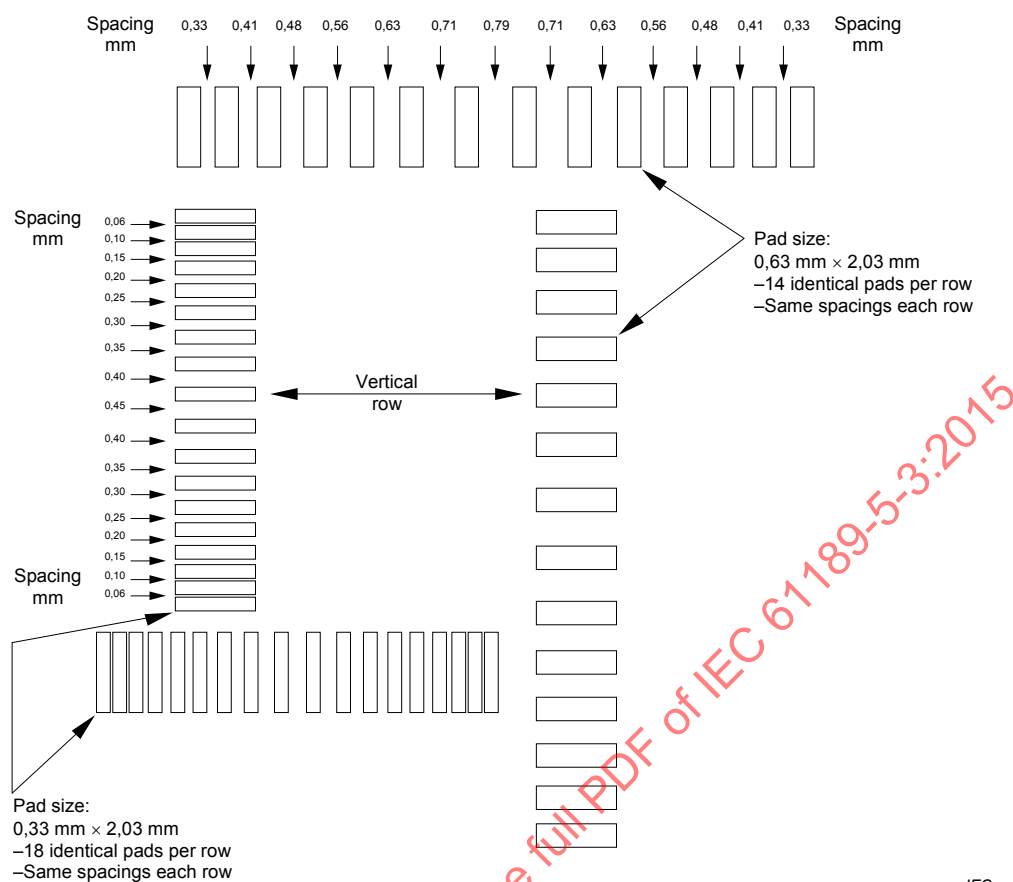


Figure 1 – Slump test stencil thickness, 0,20 mm

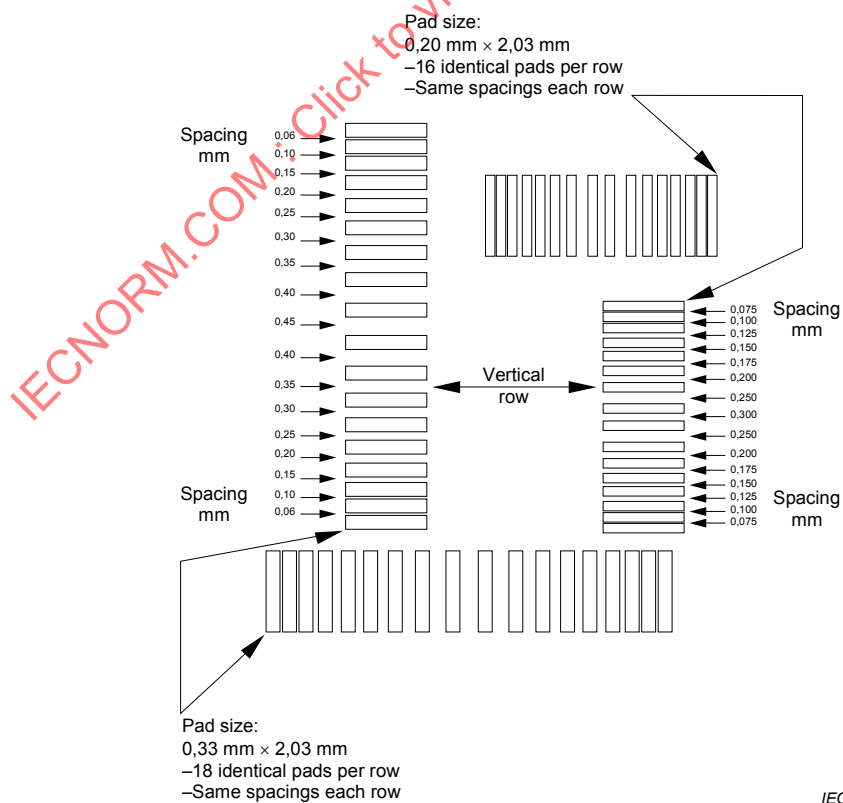


Figure 2 – Slump test stencil thickness, 0,10 mm

4.7.4.2 Test

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

4.7.5 Evaluation

Enter the spacings which have bridged with a suitable check mark in Tables 3 or 4.

Table 3 – 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 4 – 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					

4.8 Test 5-3X08: Solder paste – Solder ball test

4.8.1 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.

4.8.2 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.

4.8.3 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.

4.8.4 Procedure

4.8.4.1 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) Condition the paste to a uniform temperature of (25 ± 2) °C.
- c) Homogenize the solder paste by hand stirring with a spatula.
- 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.

4.8.4.2 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.

4.8.4.3 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.

4.8.4.4 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.

4.8.5 Evaluation

- a) Examine the reflowed specimens under 10× to 20× magnification.
- b) Solder-ball size and number should be compared with Figure 3.
- c) Record the degree of reflow in comparison with Figure 3 for the 6,5 mm and 1,5 mm accept/reject conditions, respectively.

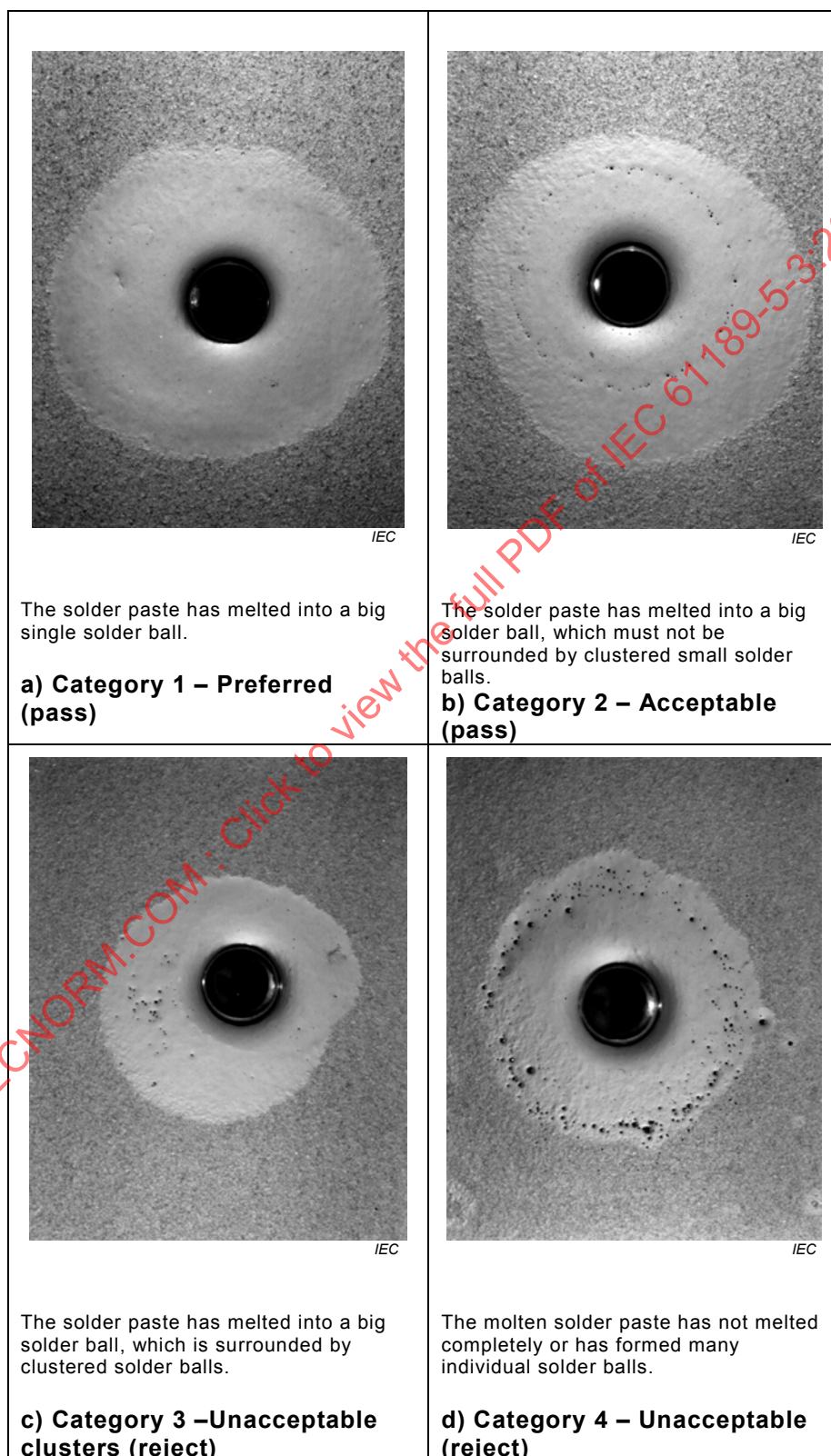


Figure 3 – Solder-ball test evaluation

When evaluating Type 1-4 powder, the solder paste shall meet the acceptance criteria presented in Figure 3. 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 3. 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.

4.9 Test 5-3X09: Solder paste – Tack test

4.9.1 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 is 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.

4.9.2 Method A

4.9.2.1 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 ± 2) °C and (50 ± 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.

4.9.2.2 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.

4.9.2.3 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.

4.9.2.4 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.

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

Record the data and enter it in Table 12.

4.9.3 Method B

4.9.3.1 Test specimen

- a) 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.
- b) 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.

4.9.3.2 Equipment/apparatus

- a) 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.

4.9.3.3 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.

4.9.3.4 Evaluation

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

4.9.4 Test equipment sources

The equipment sources⁸ 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

4.10 Test 5-3X10: Solder paste – Wetting test

4.10.1 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.

4.10.2 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.

4.10.3 Equipment/materials/apparatus

- a) Flat hot plate.
- 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 of 6,5 mm diameter apertures with a minimum distance between centres of 10 mm.

4.10.4 Procedure

4.10.4.1 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.

4.10.4.2 Test

- a) Place the stencil on the test specimen and print the solder paste test pattern.
- b) Perform a reflow process using the procedure outlined in 4.8.4.4 of test method 5-3X08.
- c) After reflow, the residual flux shall be removed with a suitable solvent.

⁸ 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.

4.10.5 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 4). Record the data and enter it in Table 12.

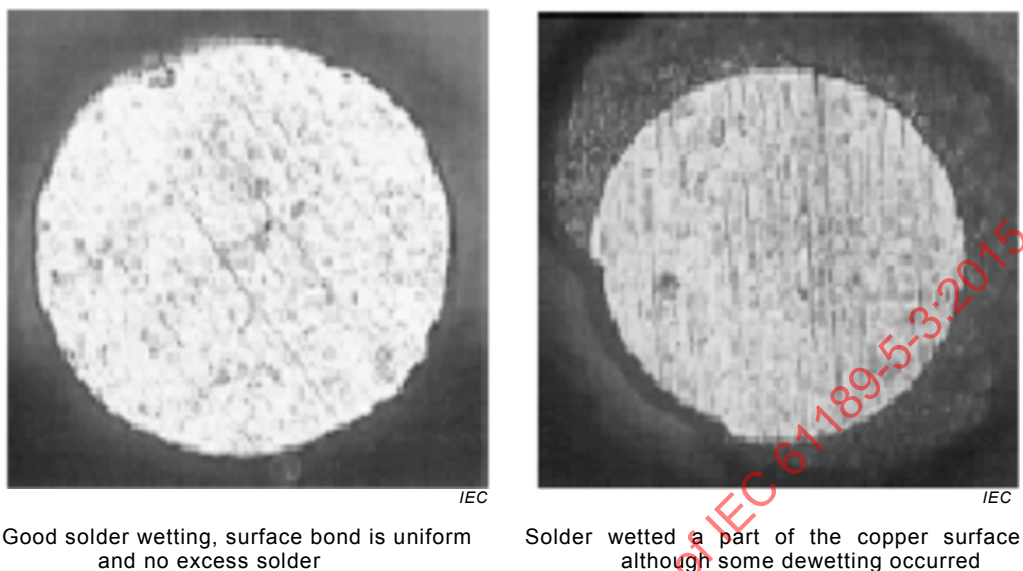


Figure 4 – Solder wetting examples

4.11 Test 5-3X11: Determination of solder powder particle size distribution – Screen method for types 1-4

4.11.1 Object

To describe a method for determining whether or not the powder in a solder paste complies with the relevant powder type.

4.11.2 Test specimen

Approximately 150 g of solder paste.

4.11.3 Equipment/apparatus

- Vibratory test sieving machine.
- Test sieves with mesh openings of 150 µm, 75 µm, 45 µm, 38 µm, 25 µm and 20 µm.
- Sieve bottom receiver and lid.
- Balance (scale) to within an accuracy of 0,01 g.
- Beaker 400 ml to 600 ml.
- Watch glass.
- Solvent.
- Acetone.
- Spatula.

4.11.4 Procedure

4.11.4.1 Preparation

Wait, if necessary, until the solder paste is at room temperature.

4.11.4.2 Test

- a) Homogenize the paste by stirring with the spatula.
- b) Weigh paste containing approximately 110 g of solder alloy into the carefully cleaned beaker.
- c) Add approximately 50 ml solvent.
- d) Stir the mixture with the spatula so that the flux in the paste can dissolve in the solvent.
- e) Cover the beaker with the watch glass.
- f) Let the beaker with the watch glass stand until the solder powder settles.
- g) Decant, carefully, as much as possible of the fluid without losing any of the solder powder.
- h) Repeat the extraction procedure five times, using 50 ml solvent for each extraction.
- i) Add approximately 50 ml acetone to the washed solder powder and stir with the spatula to assist in drying.
- j) Let the solder powder settle.
- k) Decant, carefully, as much as possible of the acetone.
- l) Repeat the acetone wash two additional times.
- m) Allow the powder to dry at room temperature until the weight is constant.
- n) Weigh the test sieves with mesh opening sizes appropriate for the type of powder being tested, and weigh the sieve bottom receiver as well. Typical sieves required are shown in Table 5.
- o) Place the sieves on the receiver with the sieve with the smallest opening on the receiver and process sequentially upwards to the largest opening screen.
- p) Weigh the powder and put this in the top sieve.
- q) Place the lid on the sieve combination and transfer this to the sieving machine.
- r) Run the machine for approximately 40 min.
- s) Reweigh the sieves and the receiver.
- t) Subtract the original weights of the sieves and the receiver to obtain the weights of powder with sizes greater than, within, and less than the nominal size range from Table 6.

4.11.4.3 Evaluation

Express the masses of the powder above, within, and below the nominal size range as percentages of the mass of the original specimen. Enter the data in Table 7.

Table 5 – Screen opening

Powder	Screen opening	
	150 µm	75 µm
Type 1	150 µm	75 µm
Type 2	75 µm	45 µm
Type 3	45 µm	25 µm
Type 4	38 µm	20 µm

Table 6 – Portions of particle sizes by weight % – nominal values

Powder	Less than 0,5 % larger than	80 % minimum between	10 % maximum less than
Type 1	150 μm	150 μm to 75 μm	75 μm
Type 2	75 μm	75 μm to 45 μm	45 μm
Type 3	45 μm	45 μm to 25 μm	25 μm
Type 4	38 μm	38 μm to 20 μm	20 μm

Table 7 – Powder particle size distribution record

a) Powder	b) Particle size distribution %		
Type 1	> 150 μm _____ %	> 75 μm _____ %	< 75 μm _____ %
Type 2	> 75 μm _____ %	> 45 μm _____ %	< 45 μm _____ %
Type 3	> 45 μm _____ %	> 25 μm _____ %	< 25 μm _____ %
Type 4	> 38 μm _____ %	> 20 μm _____ %	< 20 μm _____ %

4.12 Test 5-3X12: Solder powder particle size distribution – Measuring microscope method

4.12.1 Object

This test specifies a standard procedure for estimating the particle size and the particle shape of solder powder in solder pastes by microscopic methods.

4.12.2 Test specimen

1 g of solder paste.

4.12.3 Equipment/apparatus

- Thinner.
- Spatula.
- Beaker 30 ml.
- Microscope, magnification 100 times.
- Measuring ocular, scale division 10 μm .
- Microscope slides.
- Microscope glass cover slips.

4.12.4 Procedure

4.12.4.1 Preparation

Wait, if necessary, until the solder paste is at room temperature.

4.12.4.2 Test

- Homogenize the paste by stirring with the spatula.

- b) Weigh approximately 4 g of thinner.
- c) Add approximately 1 g of the solder paste.
- d) Stir with the spatula until a uniform mixture has been obtained.
- e) Apply a small drop on the microscope slide.
- f) Cover the slide with the cover slip and press gently to spread out the small drop between the glasses.
- g) Measure with the microscope the length and width of the estimated smallest and largest solder powder particles in a viewing area of approximately 50 particles. (Photographs may be used for measuring and/or reference purposes.)
- h) Estimate the principle shape of the particles as spherical or non-spherical.

4.12.4.3 Evaluation

Express the masses of the powder above, within, and below the nominal size range as percentages of the mass of the original specimen. Enter the data in Table 8.

Table 8 – Powder particle size distribution record

Powder	Particle size distribution		
	%		
Type 1	> 150 μm _____ %	> 75 μm _____ %	< 75 μm _____ %
Type 2	> 75 μm _____ %	> 45 μm _____ %	< 45 μm _____ %
Type 3	> 45 μm _____ %	> 25 μm _____ %	< 25 μm _____ %
Type 4	> 38 μm _____ %	> 20 μm _____ %	< 20 μm _____ %
Type 5	> 30 μm _____ %	> 15 μm _____ %	< 15 μm _____ %
Type 6	> 15 μm _____ %	> 5 μm _____ %	< 5 μm _____ %
Type 7	> 11 μm _____ %	> 2 μm _____ %	< 2 μm _____ %

4.13 Test 5-3X13: Solder powder particle size distribution – Optical image analyser method

4.13.1 Object

This test method is designed to determine powder particle size distribution in creams by image analysis.

4.13.2 Test specimen

10 g of solder paste.

4.13.3 Equipment/apparatus

- a) Thinner.
- b) Image analyser.
- c) Glass rod.

- d) Cover glasses.
- e) Glass slides.
- f) Stencil.

4.13.4 Procedure

4.13.4.1 Preparation

- a) Stencil some solder cream onto a glass slide using a stencil of 0,1 mm in thickness and with an opening of 5 mm or 6 mm diameter.
- b) Apply a little thinner to the solder paste and gently disperse the paste over an area about 20 mm diameter, using a glass rod. Cover with a 22 mm diameter cover glass and gently press to give a monolayer dispersion of powder particles under the cover glass.
- c) It is important to get a good dispersion without a lot of bubbles or particle agglomerates. If the paste you are examining has a high metal content, remove some of the stencilled paste before dispersing it. The standard stencils are suitable for 85 % – 86 % metal paste.
- d) Label the glass slide with the powder batch number.

4.13.4.2 Images for analysis

The next step is to put 10 or 15 images from each sample into an image directory and then proceed as follows.

- a) Start up the image analyser.
- b) Set up the microscope for appropriate illumination and select the X10 magnification.
- c) Put the slide on the microscope, focus, swing the binocular eyepiece to the left sending the light to the TV camera, and refocus on the screen.
- d) Ensure that there are no agglomerations or badly out-of-focus particles and then capture the image.
- e) Capture 10 images covering the slide in a systematic way without consciously selecting areas (other than avoiding agglomerations and areas of very low particle density).
- f) Record the number of the slide and remove from the microscope.
- g) Put the next slide on the microscope and repeat the process.
- h) When all the samples have been recovered, swing the eyepiece back and switch off the microscope.
- i) Comments
 - do not change the illumination between samples;
 - record a series of samples at the same magnification.

4.13.4.3 Image analysis

- a) When images from the required number of samples have been entered, select 'multi sample size' on the menu (or 'one sample size' for a single sample). An image in red and blue will then come up on the screen.
- b) Using the left and centre buttons on the mouse, adjust the thresholds until the red areas correspond to the particles to be measured. Selecting the right hand button allows you to vary the line on the screen where the intensity plot is measured. Adjust the top threshold so that it is about halfway down the intensity minima. Press centre and right buttons on the mouse simultaneously.
- c) You should now see a green rectangle on a grey image. If there is no rectangle, press the left hand button until one appears.
- d) A particle is measured if the top of the particle lies within the rectangle, so the size and position of the rectangle must be adjusted so that the sides are half a particle diameter from the sides of the screen, and the base of the rectangle a whole particle diameter from the bottom of the screen. The top of the rectangle should lie along the top of the screen.

The middle button on the mouse swaps between 'moving' and 'growing' the rectangle. When the rectangle is set, press the right hand button on the mouse to proceed.

- e) On the keyboard that now comes up on the screen, select the number of samples being processed.
- f) On the next keyboard select the number of particles to be measured (200 for type 1-4 and 400 for type 5-6 is suggested).

4.13.4.4 Evaluation

Express the mass of powder analysed in the image analyser within the nominal size range of percentage and record the data in Table 9.

Table 9 – Powder particle size distribution record (optical analysis)

Powder	Particle size distribution		
	%		
Type 1	> 150 μm _____ %	> 75 μm _____ %	< 75 μm _____ %
Type 2	> 75 μm _____ %	> 45 μm _____ %	< 45 μm _____ %
> 75 μm _____ %	> 45 μm _____ %	> 25 μm _____ %	< 25 μm _____ %
Type 4	> 38 μm _____ %	> 20 μm _____ %	< 20 μm _____ %
Type 5	> 30 μm _____ %	> 15 μm _____ %	< 15 μm _____ %
Type 6	> 15 μm _____ %	> 5 μm _____ %	< 5 μm _____ %
Type 7	> 11 μm _____ %	> 2 μm _____ %	< 2 μm _____ %

4.14 Test 5-3X14: Solder powder particle size distribution – Measuring laser diffraction method

4.14.1 Object

This test method is designed to determine powder particle size distribution in the solder paste by laser scanning method (see Annex A).

4.14.2 Test specimen

Approximately 100 g solder paste.

4.14.3 Equipment/apparatus

- a) Laser diffraction equipment.
- b) Balance.
- c) Beaker (200 ml).
- d) Watch glass.
- e) Isopropyl alcohol.
- f) Acetone.
- g) Spatula.

- h) Water bath.
- i) Heating device.

4.14.4 Preparation

Wait, if necessary, until the solder paste is at room temperature.

4.14.5 Test procedure

- a) Homogenize the paste by stirring with the spatula.
- b) Weigh approximately 100 g of the solder paste in a sufficiently clean beaker.
- c) Add isopropyl alcohol of approximately 150 ml.
- d) Heat it to the temperature of $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- e) Mix it by using a spatula so that the flux in the paste may be solved in the solvent.
- f) Put the watch glass upon the beaker.
- g) Cool down the beaker to room temperature, and leave it until the solder powder is settled.
- h) Flow out the solution in the beaker as much as possible, paying attention so that no particles flow out.
- i) Repeat this distilling operation by isopropyl alcohol five times.
- j) Add acetone of approximately 50 ml to the powder and stir it by using a spatula.
- k) Leave it until the powders are settled.
- l) Flow out acetone carefully as much as possible.
- m) Put the beaker on the water bath, and dry the powder completely.
- n) Take the beaker out of the water bath and leave it to room temperature.

4.14.6 Test

Weigh approximately 0,15 g of powder (a spatula of powder) from the beaker and measure the powder particle size in accordance with the directions of the laser diffraction equipment.

4.14.7 Evaluation

Express the masses of the powder above, within, and below the nominal size range as percentages of the mass of the original specimen. Enter the data in Table 10.

Record the types of laser diffraction equipment and wave length of laser to within a margin of the values given in Table 10.

Table 10 – Powder particle size distribution record

Powder	Particle size distribution in %		
Type 1	>150 μm _____ %	>75 μm _____ %	<75 μm _____ %
Type 2	>75 μm _____ %	>45 μm _____ %	< 45 μm _____ %
Type 3	>45 μm _____ %	>25 μm _____ %	< 25 μm _____ %
Type 4	>38 μm _____ %	>20 μm _____ %	< 20 μm _____ %
Type 5	>30 μm _____ %	>15 μm _____ %	< 15 μm _____ %

Powder	Particle size distribution in %		
Type 6	>15 μm _____ %	>5 μm _____ %	< 5 μm _____ %
Type 7	>11 μm _____ %	>2 μm _____ %	<2 μm _____ %

4.15 Test 5-3X15: Determination of maximum solder powder particle size

4.15.1 Object

This test method is designed to determine the maximum (average) solder particle size in a solder paste using a fineness of grind gauge.

4.15.2 Test specimen

4.15.2.1 General

At least 100 g of uniformly mixed solder paste.

4.15.2.2 Procedure

4.15.2.3 Equipment/apparatus

- o) Gauge-Hegman Type CMA 185⁹, or equivalent. A hardened steel, stainless steel, or chrome-plated steel block approximately 175 mm in length, 65 mm in width and 13 mm thick.
- p) The top surface of the block shall be ground smooth and flat and shall contain one or two grooves 140 mm in calibrated length and 12,5 mm wide, parallel to the longer sides of the block.
- q) Each groove shall be tapered uniformly in depth lengthwise from a suitable depth (for example 50 μm to 100 μm) at 10 mm from one end to zero depth at the other with intermediate calibrations in accordance with the depth at these points.
- r) Scraper: A single- or double-edged hardened steel, stainless steel, or chrome-plated steel blade 90 mm long, 38 mm wide, and 6,4 mm thick. The edge or edges on the long sides shall be straight and rounded to a radius of approximately 0,38 mm.

4.15.2.4 Test

Use a fineness of grind gauge (Hegman) Type CMA 185 or equivalent to determine the maximum and average particle size of the powder.

4.15.3 Evaluation

Acceptance of each type of powder shall be based on the specifications listed in Table 11 and the results entered in Table 12.

⁹ Gauge-Hegman Type CMA 185 is the trade name of a product supplied by Precision Gage & Tool Co. This information is given for the convenience of users of this standard 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 11 – Acceptance of powders by particle sizes

Powder type	1st	4th	Major
Type 1	160 µm	150 µm	140 µm
Type 2	80 µm	75 µm	65 µm
Type 3	50 µm	45 µm	40 µm
Type 4	40 µm	38 µm	35 µm
Type 5	30 µm	25 µm	23 µm
Type 6	20 µm	15 µm	15 µm
Type 7	15 µm	11 µm	11 µm

Refer to ASTM D-1210-79 (see Bibliography).

4.16 Test 5-3X16: Solder paste metal content by weight

4.16.1 Object

This procedure determines the percent metal content for solder paste.

4.16.2 Test specimen

50 g of solder paste.

4.16.3 Equipment/apparatus

- a) Balance.
- b) Crucible or beaker.
- c) Heat source.
- d) Flux solvent.

4.16.4 Procedure

4.16.4.1 Preparation

Weigh 10 g to 50 g (to the nearest 0,01 g) of solder paste into a tared vessel suitable for melting the solder paste.

4.16.4.2 Test

- a) Melt the solder at approximately 25 °C above liquidus of the alloy, remove from heat and allow solder to solidify.
- b) Extract residual flux from the melt with a suitable solvent, dry and weigh metal to within 0,01 g to determine the percentage of metal content.

4.16.4.3 Evaluation

The metal content of the solder paste shall be calculated as percentage by mass by the following formula:

$$C_{\text{met}} = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

where

C_{met} is the metal content, expressed in percentage;

W_1 is the weight of solder paste used for the test; and

W_2 is the weight of the metal, free from flux.

Enter the results in Table 12.

Table 12 – 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.

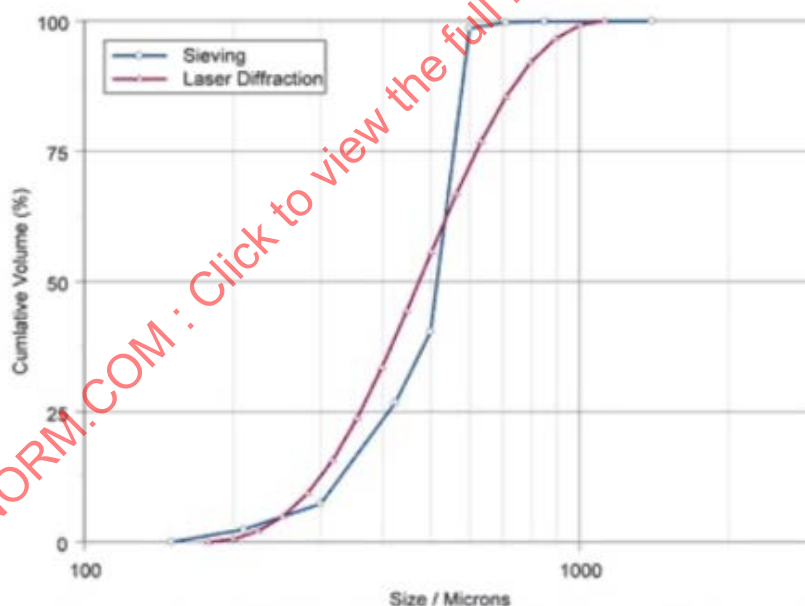
___ Inspection purpose: _____ QPL I.D. number: _____
 ___ Qualification: _____ Manufacturer's identification: _____
 ___ Quality conformance per lot: _____ Manufacturer's batch number: _____
 ___ Quality conformance per time: _____ Date of manufacture: _____
 ___ Shelf-life extension: _____ Original 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.				

Annex A (informative)

Typical comparison of particle size distributions between laser diffraction method and screen method¹⁰

- There is an incompatibility between methods such as sieving and image analysis that measure powder size distributions directly, and methods such as laser sizing which measure powder size distributions indirectly and use algorithms to derive powder size distributions from measured data.
- Laser sizing methods are attractive because they can analyze relatively large powder samples and give very reproducible results, in contrast to image analysis which can only examine small powder samples and give poorly reproducible results.
- Laser sizing methods use algorithms to calculate particle size distributions from scattering data. The algorithms assume smooth wide particle size distributions and do not give reliable (true) powder size distributions when applied to powder size distributions with sharp (sieved) cut-offs. In addition different machines use different algorithms and give different results. Figure A.1 below discusses drawbacks of laser sizing.
- In order to give a true oversize measurement it is recommended to calibrate sizing powder size distributions against other direct sizing methods such as image analysis
- The following Figure A.1 is a graph from Malvern Instruments¹¹ showing different oversize measurements between sieving and laser sizing.



Typical comparison between laser diffraction and sieving showing how the different properties measured by each technique changes the reported size distribution.

Figure A.1 – Typical comparison between laser diffraction and sieving

¹⁰ Information from the UK on particle size distributions measured by different properties

¹¹ Reproduced with the permission of Malvern Instruments Ltd.

Bibliography

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

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

IEC 61189-2, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures*

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

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*

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*

IPC-9201:1996, *Surface Insulation Resistance Handbook*

IPC-TR-467:1996, *Supporting Data & Numerical Examples for J-STD-001B (Control of Fluxes)*

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

ASTM D-1210-79 Fineness of Dispersion of Pigment-Vehicle Systems

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	43
INTRODUCTION	45
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Exactitude, précision et résolution	46
3.1 Généralités	46
3.2 Exactitude	47
3.3 Précision	47
3.4 Résolution	48
3.5 Rapport	48
3.6 Distribution t de Student	49
3.7 Limites d'incertitude suggérées	49
4 X: Méthodes d'essai diverses	50
4.1 Essai 5-3X01: Viscosité du flux de pâte – Méthode de la broche en T	50
4.1.1 Objet	50
4.1.2 Echantillon d'essai	50
4.1.3 Appareils et réactifs	50
4.1.4 Modes opératoires	50
4.1.5 Notes de sécurité	50
4.2 Essai 5-3X02: Essai de propagation, flux de brasage extrait, flux de pâte et pâte de brasage	51
4.2.1 Objet	51
4.2.2 Méthode A	51
4.2.3 Méthode B	52
4.2.4 Informations complémentaires	53
4.3 Essai 5-3X03: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la broche en T (applicable de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s)	54
4.3.1 Objet	54
4.3.2 Echantillon d'essai	54
4.3.3 Equipement/appareils	54
4.3.4 Procédure	54
4.3.5 Evaluation	54
4.3.6 Informations complémentaires	55
4.4 Essai 5-3X04: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la broche en T (applicable à 300 Pa·s)	55
4.4.1 Objet	55
4.4.2 Echantillon d'essai	55
4.4.3 Equipement/appareils	55
4.4.4 Procédure	55
4.4.5 Evaluation	56
4.4.6 Informations complémentaires	56
4.5 Essai 5-3X05: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la pompe à spirale (applicable de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s)	56
4.5.1 Objet	56
4.5.2 Echantillon d'essai	56
4.5.3 Equipement/appareils	56
4.5.4 Procédure	56

4.5.5	Evaluation	57
4.5.6	Informations complémentaires	57
4.6	Essai 5-3X06: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la pompe à spirale (applicable à 300 Pa·s).....	57
4.6.1	Objet	57
4.6.2	Echantillon d'essai.....	57
4.6.3	Equipement/appareils	57
4.6.4	Procédure.....	58
4.6.5	Evaluation	58
4.6.6	Informations complémentaires	58
4.7	Essai 5-3X07: Pâte de brasage – Essai d'affaissement.....	58
4.7.1	Objet	58
4.7.2	Echantillon d'essai.....	58
4.7.3	Equipement/appareils	59
4.7.4	Procédure.....	59
4.7.5	Evaluation	60
4.8	Essai 5-3X08: Pâte de brasage – Essai de la bille de brasage	61
4.8.1	Objet	61
4.8.2	Echantillon d'essai.....	61
4.8.3	Equipement/appareils	61
4.8.4	Procédure.....	61
4.8.5	Evaluation	62
4.9	Essai 5-3X09: Pâte de brasage – Essai d'adhérence	64
4.9.1	Objet	64
4.9.2	Méthode A	64
4.9.3	Méthode B	65
4.9.4	Sources des appareils d'essai	66
4.10	Essai 5-3X10: Pâte de brasage – Essai de mouillage.....	66
4.10.1	Objet	66
4.10.2	Echantillon d'essai.....	66
4.10.3	Appareils/matériaux.....	66
4.10.4	Procédure.....	66
4.10.5	Evaluation	67
4.11	Essai 5-3X11: Détermination de la distribution des dimensions des particules de poudre de brasage – Méthode d'analyse pour les types 1-4	67
4.11.1	Objet	67
4.11.2	Echantillon d'essai.....	67
4.11.3	Equipement/appareils	67
4.11.4	Procédure.....	68
4.12	Essai 5-3X12: Distribution des dimensions des particules de poudre – Méthode de microscope de mesure.....	69
4.12.1	Objet	69
4.12.2	Echantillon d'essai.....	69
4.12.3	Equipement/appareils	69
4.12.4	Procédure.....	70
4.13	Essai 5-3X13: Distribution des dimensions des particules de poudre – Méthode d'analyseur de l'image optique.....	70
4.13.1	Objet	70
4.13.2	Echantillon d'essai.....	71
4.13.3	Equipement/appareils	71

4.13.4	Procédure.....	71
4.14	Essai 5-3X14: Distribution des dimensions des particules de poudre – Méthode de diffraction laser.....	72
4.14.1	Objet	72
4.14.2	Echantillon d'essai.....	73
4.14.3	Equipement/appareils	73
4.14.4	Préparation.....	73
4.14.5	Procédure d'essai.....	73
4.14.6	Essai	73
4.14.7	Evaluation	73
4.15	Essai 5-3X15: Détermination des dimensions maximales des particules de poudre de brasage.....	74
4.15.1	Objet	74
4.15.2	Echantillon d'essai.....	74
4.15.3	Evaluation	75
4.16	Essai 5-3X16: Contenu métallique de la pâte de brasage par poids	75
4.16.1	Objet	75
4.16.2	Echantillon d'essai.....	75
4.16.3	Equipement/appareils	75
4.16.4	Procédure.....	75
Annexe A (informative) Comparaison type des distributions des dimensions de particules entre la méthode de diffraction laser et la méthode d'analyse		77
Bibliographie.....		79
Figure 1 – Pochoir d'essai d'affaissement de 0,20 mm d'épaisseur		59
Figure 2 – Pochoir d'essai d'affaissement de 0,10 mm d'épaisseur		60
Figure 3 – Evaluation de l'essai de la bille de brasage		63
Figure 4 – Exemples de mouillage de brasage		67
Figure A.1 – Comparaison type entre la méthode de diffraction laser et la méthode du tamisage.....		78
Tableau 1 – Distribution t de Student		49
Tableau 2 – Surfaces de propagation types définies en mm ²		52
Tableau 3 – Exemple de rapport d'essai – Epaisseur de pochoir de 0,2 mm		60
Tableau 4 – Exemple de rapport d'essai – Epaisseur de pochoir de 0,1 mm		61
Tableau 5 – Ouverture d'écran.....		69
Tableau 6 – Portions des dimensions des particules par poids % – valeurs nominales.....		69
Tableau 7 – Enregistrement de la distribution des dimensions des particules de poudre		69
Tableau 8 – Enregistrement de la distribution des dimensions des particules de poudre		70
Tableau 9 – Enregistrement de la distribution des dimensions des particules de poudre (analyse optique)		72
Tableau 10 – Enregistrement de la distribution des dimensions des particules de poudre		74
Tableau 11 – Acceptation des poudres par dimensions des particules		75
Tableau 12 – Exemple de rapport d'essai sur la pâte de brasage		76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX ÉLECTRIQUES,
LES CARTES IMPRIMÉES ET AUTRES STRUCTURES
D'INTERCONNEXION ET ENSEMBLES –****Partie 5-3: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les
assemblages –
Pâte de brasage pour les assemblages de cartes imprimées**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61189-5-3 a été établie par le comité d'études 91: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1211/FDIS	91/1224/RVD

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

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

La présente Norme internationale est utilisée conjointement avec l'IEC 61189-1:1997, l'IEC 61189-2:2006 et l'IEC 61189-3:2007.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61189, publiées sous le titre général *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

L'IEC 61189 traite des méthodes d'essai relatives à la solidité des matériaux ou composants des assemblages de cartes imprimées, quelle que soit leur méthode de fabrication.

La norme est divisée en parties distinctes, contenant des informations destinées au concepteur et à l'ingénieur ou technicien chargé de la méthodologie d'essai. 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 CE 104, par exemple) ont été reproduites à partir de normes IEC 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 l'IEC 61189 contient des méthodes d'essai permettant d'évaluer la solidité des matériaux ou composants des assemblages de cartes imprimées. Ces méthodes sont autonomes et comportent suffisamment de détails et de descriptions pour que l'uniformité et la reproductibilité des procédures et des méthodologies d'essai soient assurées.

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

- P: méthodes de préparation/conditionnement
- V: méthodes d'essais visuels
- D: méthodes d'essais dimensionnels
- C: méthodes d'essais chimiques
- M: méthodes d'essais mécaniques
- E: méthodes d'essais électriques
- N: méthodes d'essais environnementaux
- X: méthodes d'essais 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) pour indiquer 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 lettres et de numéros donnent la référence à utiliser dans la spécification appropriée. Ainsi, "5-3X01" représente la première méthode d'essai chimique décrite dans l'IEC 61189-5-3.

Dans cet exemple, 5-3 correspond au numéro la partie de l'IEC 61189, X correspond au groupe de méthodes et 01 correspond au numéro d'essai.

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

Partie 5-3: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages – Pâte de brasage pour les assemblages de cartes imprimées

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61189 est un catalogue de méthodes d'essai représentant les méthodologies et modes opératoires pouvant être appliqués aux assemblages de cartes imprimées.

La présente partie de l'IEC 61189 traite des méthodes d'essai pour la pâte de brasage sur la base des IEC 61189-5 et IEC 61189-6 existantes. De plus, elle inclut les méthodes d'essai pour la pâte de brasage pour le brasage sans plomb.

2 Références normatives

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

IEC 61189-5, *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*

IEC 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*

IEC 61190-1-2:2014, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-2: Exigences relatives aux pâtes à braser pour les interconnexions de haute qualité dans les assemblages de composants électroniques*

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

3 Exactitude, précision et résolution

3.1 Généralités

Les erreurs et incertitudes sont inhérentes à tous les processus de mesurage. 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 pouvoir placer les données d'essai à un certain niveau de confiance sur le plan de

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

3.2 Exactitude

Le régime d'étalonnage des appareils d'essai doit être clairement indiqué dans la documentation qualité du fournisseur ou de l'agence qui procède aux essais et il convient qu'il satisfasse 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 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.

3.3 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 minimum étant de 95 %.

D'une manière générale, les incertitudes systématiques prédominent et incluent toutes les incertitudes qui ne font 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}).

3.4 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).

3.5 Rapport

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

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

3.6 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

3.7 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 > 20 A: $\pm 2,5$ %

Résistance

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

Durée

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

Epaisseurs du revêtement métallique

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

4 X: Méthodes d'essai diverses

4.1 Essai 5-3X01: Viscosité du flux de pâte – Méthode de la broche en T

4.1.1 Objet

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

4.1.2 Echantillon d'essai

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

4.1.3 Appareils et réactifs

- a) Viscosimètre à support hélicoïdal et broche T-C (Brookfield RVT¹ ou équivalent).
- b) Bain-marie à $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.
- c) Chronomètre.
- d) Spatule.

4.1.4 Modes opératoires

4.1.4.1 Essai

- a) Placer le conteneur de flux de pâte dans le bain-marie à $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.
- b) 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.
- c) Lancer le viscosimètre Brookfield à 5 r/min et descendre le support hélicoïdal.
- d) 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.
- e) Retirer la broche du flux de pâte. A l'aide de la spatule, remuer vigoureusement le flux pendant (15-20) s, puis mesurer de nouveau la viscosité.

4.1.4.2 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.

4.1.5 Notes de sécurité

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

¹ Brookfield RVT est l'appellation commerciale d'un produit distribué par Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

4.2 Essai 5-3X02: Essai de propagation, flux de brasage extrait, flux de pâte et pâte de brasage

4.2.1 Objet

Cette méthode d'essai donne une indication de l'activité de la pâte de brasage. La méthode d'essai propose deux méthodes.

La méthode A permet de mesurer la surface de propagation du brasage.

La méthode B permet de mesurer le quotient de propagation du brasage.

4.2.2 Méthode A

4.2.2.1 Echantillon d'essai

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

4.2.2.2 Appareils et réactifs

- a) Cinq mesures de laiton 70/30 de 0,25 mm d'épaisseur et d'environ 40 mm × 75 mm.
- b) Laine d'acier très fine dégraissée (par exemple, #00).
- c) Fil de brasage Sn63Pb37A ou Sn96,5Ag3Cu0,5 ou tout autre alliage de brasage selon accord entre utilisateur et fournisseur conformément à l'IEC 61190-1-3 à un diamètre de 1,5 mm.
- d) Creuset de métal d'apport d'au moins 25 mm de profondeur avec au moins 2 kg de brasage.

4.2.2.3 Préparation de l'échantillon d'essai

- a) Nettoyer cinq échantillons en laiton avec la laine d'acier.
- b) Pour aplanir l'échantillon en laiton, plier 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'échantillon d'essai.
- c) Couper 30 mm de fil de brasage solide.
- d) Envelopper la longueur coupée de brasage autour d'un mandrin de 3 mm.
- e) Couper la bobine en anneaux individuels pour créer une préforme du brasage.

4.2.2.4 Essai

- a) Maintenir le bain de brasage à $(260 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pour Sn60Pb40, à $(255 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pour Sn96,5Ag3Cu0,5 ou à $(35 \pm 3) ^\circ\text{C}$ de plus que la température du liquidus pour tout autre alliage de brasage selon accord entre utilisateur et fournisseur.
- b) Placer le brasage préformé au centre de l'échantillon d'essai.
- c) Placer une goutte de (0,05 ml) de flux au centre de la préforme de l'échantillon d'essai.
- d) Placer soigneusement l'échantillon sur la surface du bain de brasage pendant 15 s.
- e) Retirer l'échantillon en position horizontale et le placer sur une surface plane qui permet au brasage collé de se solidifier sans gêne.
- f) Retirer tous les résidus de flux avec un solvant adapté.

4.2.2.5 Evaluation

Pour mesurer la zone de propagation du brasage, comparer des cercles (pré-dessinés) aux zones similaires répertoriées dans le Tableau 2. La moyenne de la propagation des cinq échantillons de l'essai doit faire l'objet d'un rapport. Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12.

Le Tableau 2 est présenté pour faciliter la définition des surfaces en mm².

Tableau 2 – Surfaces de propagation types définies en mm²

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

4.2.3 Méthode B

4.2.3.1 Echantillon d'essai

- Le flux peut provenir de plusieurs produits. Il peut s'agir de pâte de brasage et de flux de pâte.
- Le fil de brasage de Sn63Pb37 ou Sn96.5Ag3Cu0.5 ou tout autre alliage de brasage selon accord entre utilisateur et fournisseur conformément à l'IEC 61190-1-3 doit être enroulé avec un anneau en barre d'un diamètre de 3,3 mm.

4.2.3.2 Appareils et réactifs

- Bain de brasage: un bain de brasage d'une profondeur minimale de 30 mm, 100 mm × 150 mm ou plus en largeur et en longueur, 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 qui permet de retirer l'essai du bain de brasage.
- Laveur: appareil qui permet d'éliminer aisément la pellicule de brasage oxydée dans le bain.
- Spatule.
- Masque métallique: épaisseur de 2,5 mm avec un orifice de 6 mm de diamètre.
- Micromètre: précision de mesure à 0,001 mm près.
- Micro-seringue ou micropipette: précision de mesure à 0,05 ml près.
- Appareil expérimental général: appareil en verre.
- Papier abrasif (étanche).
- Alcool: éthanol (réactif pur).
- Alcool isopropylique (réactif pur).
- Solvant de lavage: solvant qui permet 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).
- Brasage: Sn63Pb37, Sn96.5Ag3Cu0.5 ou tout autre alliage de brasage selon l'accord entre utilisateur et fournisseur spécifié dans l'IEC 61190-1-3 en tant qu'échantillon de référence.

4.2.3.3 Préparation de l'échantillon d'essai

4.2.3.3.1 Procédure 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 au papier abrasif, nettoyé à l'alcool et séché complètement 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) Eprouvette de brasage pour le flux liquide, le flux solide et le flux de pâte. L'échantillon d'essai doit se présenter sous la forme d'une barre de 3,2 mm de diamètre autour de laquelle est enroulé le fil de brasage de Sn63Pb37 ou Sn96.5Ag3Cu0.5 ou tout autre alliage de brasage de 1,6 mm de diamètre.
- c) Fil d'apport fourré pour brasage tendre de résine/colophane et pâte de brasage. Le produit lui-même doit être utilisé.

4.2.3.3.2 Préparation de l'essai

- a) Flux de pâte: Placer $(0,025 \pm 0,003)$ g d'échantillon au centre de la plaque de cuivre, puis la recouvrir de l'essai de brasage. Cinq échantillons d'essai doivent être préparés.
- b) Pâte de brasage: Après avoir remué la pâte de brasage, maintenue à température ambiante, à l'aide d'une spatule, l'appliquer avec un masque métallique sur la plaque de cuivre. Cinq échantillons d'essai doivent être préparés.

4.2.3.4 Essai

- a) L'essai doit être chauffé pendant qu'il flotte sur un bain de brasage maintenu à $(233 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pour Sn63Pb37, à $(255 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pour Sn96.5Ag3Cu0.5 ou à $(35 \pm 3) ^\circ\text{C}$ au-dessus de la température du liquidus pour tout autre alliage de brasage selon accord entre utilisateur et fournisseur; il doit être maintenu à cette température pendant 30 s une fois qu'il a fondu.
- b) Retirer l'essai du bain, puis le refroidir.
- c) Retirer le résidu de flux avec un solvant adapté.

4.2.3.5 Evaluation

La hauteur du brasage propagé fondu doit être mesurée avec un micromètre ou 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 échantillons d'essai et une valeur moyenne doit être obtenue, ce qui donne le quotient de propagation du flux qui représente le brasage de l'essai.

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

où

S_R est le quotient de propagation (%);

H est la hauteur du brasage propagé (mm);

D est le diamètre du brasage (mm), quand on admet que c'est une sphère (mm) ($D = 1,24 V^{1/3}$);

V est la masse/la densité du brasage soumis à l'essai.

Dans le cas d'un flux de brasage en résine et de la pâte de brasage, la masse du brasage utilisé pour l'essai doit être celle de l'échantillon moins le flux contenu.

Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12

4.2.4 Informations complémentaires

Sécurité: Observer toutes les précautions appropriées indiquées dans les fiches de données de sécurité pour les produits chimiques utilisés dans la présente méthode d'essai.

Plaque en laiton ASTM B-36, feuille, bande et barre laminée (conformément à l'ASTM-B-36 C2600 HO2; voir la bibliographie).

4.3 Essai 5-3X03: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la broche en T (applicable de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s)

4.3.1 Objet

L'essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet de déterminer la viscosité de la pâte de brasage dans la gamme de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s.

4.3.2 Echantillon d'essai

La pâte à soumettre à essai doit être stabilisée à $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h avant l'essai. Le volume de la pâte doit suffire pour remplir un conteneur d'essai d'au moins 5 cm de diamètre et d'au moins 5 cm de profondeur.

4.3.3 Equipement/appareils

L'équipement utilisé doit comporter un viscomètre de type broche (Brookfield RVTD ou équivalent) avec un support hélicoïdal réversible et un enregistreur graphique. Une broche TF doit être utilisée pour les essais et fonctionner à 5 r/min. D'autres appareils peuvent être utilisés, à condition que les résultats puissent être corrélés de manière empirique et mutuellement acceptés avec l'essai ci-dessous. Des vitesses de cisaillement supplémentaires peuvent être spécifiées par l'utilisateur ou le fournisseur.

4.3.4 Procédure

4.3.4.1 Préparation

- Ouvrir les conteneurs. Retirer tous les capuchons intérieurs, gratter la pâte collée aux parois des couvercles, des capuchons intérieurs et du conteneur pour l'enlever. Ajouter ce matériau à la pâte dans les conteneurs.
- A l'aide d'une spatule, remuer doucement la pâte pendant 1 min à 2 min pour l'homogénéiser et prendre soin de ne pas introduire de l'air.
- Le cas échéant, transférer doucement la pâte dans le conteneur d'essai au volume spécifié sans introduire d'air. Noter que si le conteneur satisfait aux exigences en matière de volume et de taille, il n'est pas nécessaire d'utiliser un autre conteneur d'essai.
- Le conteneur d'essai doit être placé dans un environnement à température constante de $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$. La pâte de brasage doit reposer pendant au moins 2 h afin d'atteindre l'équilibre thermique et rhéologique. Pour les produits qui viennent d'être fabriqués, ceux qui exigent un ajustement significatif avec du diluant (supérieur à 1/2 % en poids) ou ceux dont les caractéristiques rhéologiques nécessitent un temps de stabilisation plus important, la durée de stabilisation doit passer à 4 h ou faire l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur.
- Définir la butée inférieure du trajet du pas hélicoïdal de manière à placer la broche en T à 2,8 cm en dessous de la surface de la pâte de brasage dans le conteneur d'essai. La butée inférieure de la broche doit se trouver à au moins 1 cm au-dessus du fond du conteneur. Définir la butée supérieure de manière à placer la broche à 0,3 cm en dessous de la surface de la pâte de brasage.

4.3.4.2 Essai

Plonger la broche dans la pâte de brasage, puis enregistrer les données pendant 10 min (5 cycles). La température de la pâte de brasage lors de l'essai doit être maintenue à $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$.

4.3.5 Evaluation

La viscosité doit être exprimée comme la valeur calculée à partir de la moyenne de l'amplitude des deux derniers cycles. Si la moyenne des deux premiers cycles est supérieure de plus de 10 % à celle des deux derniers cycles, l'essai n'est pas valide et un temps d'équilibre supplémentaire est exigé. Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12.

4.3.6 Informations complémentaires

Sources des appareils d'essai: les sources d'équipement ci-dessous sont celles qui sont actuellement reconnues dans l'industrie. Des noms de sources peuvent être ajoutés, le cas échéant.

Équipement viscomètre de type broche de Brookfield Engineering Laboratories, Inc.
240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-4310²

4.4 Essai 5-3X04: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la broche en T (applicable à 300 Pa·s)

4.4.1 Objet

Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet de déterminer la viscosité de la pâte de brasage applicable à 300 Pa·s.

4.4.2 Échantillon d'essai

La pâte à soumettre à essai doit se stabiliser à (25 ± 1) °C pendant au moins 24 h avant l'essai. Le volume de la pâte doit suffire pour remplir un conteneur d'essai d'au moins 5 cm de diamètre et d'au moins 5 cm de profondeur.

4.4.3 Équipement/appareils

L'équipement utilisé doit être un viscomètre de type broche (Brookfield RVT³ ou équivalent) avec un support hélicoïdal et un enregistreur graphique. Une broche TC doit être utilisée pour les essais. La broche doit fonctionner à 5 r/min. D'autres appareils peuvent être utilisés, à condition que les résultats puissent être corrélés de manière empirique et mutuellement acceptés avec l'essai ci-dessous. Des vitesses de cisaillement supplémentaires peuvent être spécifiées par l'utilisateur ou le fournisseur.

4.4.4 Procédure

4.4.4.1 Préparation

- Ouvrir les conteneurs. Retirer tous les capuchons intérieurs, gratter la pâte collée aux parois des couvercles, des capuchons intérieurs et du conteneur pour l'enlever, puis ajouter ce matériau à la pâte dans les conteneurs.
 - A l'aide d'une spatule, remuer doucement la pâte pendant 1 min à 2 min pour l'homogénéiser en veillant à ne pas introduire de l'air.
 - Le cas échéant, transférer doucement la pâte dans le conteneur d'essai au volume spécifié sans introduire d'air.
- NOTE Si le conteneur satisfait aux exigences en matière de volume et de taille, il n'est pas nécessaire d'utiliser un autre conteneur d'essai.
- Le conteneur d'essai doit être placé dans un environnement à température constante de $(25 \pm 0,25)$ °C.
 - Une fois la température de $(25 \pm 0,25)$ °C atteinte, la pâte de brasage doit être remuée, puis soumise à essai dans les 20 min afin de limiter le dépôt de poudre métallique à 25 °C.

² Ces informations sont données à titre indicatif aux utilisateurs du présent document et ne constituent pas une approbation de ces produits par l'IEC. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

³ Brookfield RVT Brik est l'appellation commerciale d'un produit distribué par Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

4.4.4.2 Essai

Placer le conteneur de pâte de brasage sous la broche. Enregistrer les données au fur et à mesure de la pénétration de la broche dans la pâte de brasage.

4.4.5 Evaluation

La viscosité est calculée à partir de la valeur enregistrée dès l'entrée en contact de la broche avec la surface de la pâte. Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12.

4.4.6 Informations complémentaires

Sources des appareils d'essai: Les sources des équipements décrites ci-dessous sont celles qui sont actuellement reconnues dans l'industrie. Des noms de sources peuvent être ajoutés, le cas échéant.

Equipelement viscosimètre de type broche de Brookfield Engineering Laboratories, Inc. 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-4310⁴

4.5 Essai 5-3X05: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la pompe à spirale (applicable de 300 Pa·s à 1 600 Pa·s)

4.5.1 Objet

L'essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet de déterminer la viscosité de la pâte de brasage dans la gamme de 300 Pa s à 1 600 Pa s.

4.5.2 Echantillon d'essai

La pâte à soumettre à essai doit être stabilisée à $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h avant l'essai. Le volume de la pâte doit suffire pour remplir le réceptacle du viscosimètre à environ 60 % de sa profondeur.

4.5.3 Equipement/appareils

L'appareil utilisé doit être un viscosimètre à pompe à spirale (viscosimètre ou rhéomètre Malcom ou Brookfield à adaptateur à spirale ou équivalent). Régler la vitesse de rotation de l'appareil à 10 r/min. D'autres appareils peuvent être utilisés, à condition que les résultats puissent être corrélés de manière empirique et mutuellement acceptés. Des vitesses de cisaillement supplémentaires peuvent être spécifiées par l'utilisateur ou le fournisseur.

4.5.4 Procédure

4.5.4.1 Préparation

- Ouvrir les conteneurs, retirer tous les capuchons intérieurs, gratter la pâte collée aux parois des couvercles ou du/des capuchons intérieurs et du conteneur pour l'enlever, puis ajouter le tout à la pâte dans le(s) conteneur(s).
- A l'aide d'une spatule, remuer doucement la pâte pendant (1-2) min pour l'homogénéiser et prendre soin de ne pas introduire de l'air.
- Transférer suffisamment de pâte dans le réceptacle du viscosimètre pour le remplir à environ 60 % de sa profondeur. Placer le réceptacle dans l'unité à commande de température du viscosimètre, puis le stabiliser à $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 15 min.

⁴ Ces informations sont données à titre indicatif aux utilisateurs du présent document et ne constituent pas une approbation de ces produits par l'IEC. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

4.5.4.2 Essai

- a) Plonger le capteur de l'appareil dans l'échantillon conformément aux instructions du fabricant de l'appareil. Il convient que la pâte de brasage ne couvre pas la sortie de la pompe.
- b) Activer l'enregistreur à bande de papier, puis régler l'appareil à une vitesse de cisaillement spécifique. Procéder à une lecture lorsque la sortie est stable depuis au moins 1 min. Si d'autres vitesses de cisaillement doivent être mesurées, ajuster la vitesse du pied à coulisse et répéter l'opération ci-dessus.
- c) Enregistrer la viscosité mesurée à la valeur de la vitesse de cisaillement simple. Par accord mutuel entre l'utilisateur et le fournisseur, plusieurs vitesses de cisaillement doivent être utilisées pour développer le facteur de sensibilité au cisaillement de la pâte de brasage.

4.5.5 Evaluation

Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12.

4.5.6 Informations complémentaires

Sources des appareils d'essai: les sources d'équipement décrites ci-dessous sont celles qui sont actuellement reconnues dans l'industrie. Des noms de sources peuvent être ajoutés, le cas échéant.

Equipement de viscosimètre de pompe à spirale⁵:

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

Le facteur de sensibilité au cisaillement est défini comme la valeur absolue de la pente d'un graphique de la viscosité par rapport au nombre de tours par minute.

4.6 Essai 5-3X06: Viscosité de la pâte de brasage – Méthode de la pompe à spirale (applicable à 300 Pa·s)

4.6.1 Objet

Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet de déterminer la viscosité de la pâte de brasage applicable à 300 Pa·s.

4.6.2 Echantillon d'essai

La pâte à soumettre à essai doit être stabilisée à $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 24 h avant l'essai. Le volume de la pâte doit suffire pour remplir le réceptacle du viscosimètre à environ 60 % de sa profondeur.

4.6.3 Equipement/appareils

L'appareil utilisé doit être un viscosimètre à pompe à spirale (viscosimètre ou rhéomètre Malcom ou Brookfield à adaptateur à spirale⁶ ou équivalent). Régler la vitesse de rotation de

⁵ Ces informations sont données à titre indicatif aux utilisateurs du présent document et ne constituent pas une approbation de ces produits par l'IEC. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

⁶ Ces informations sont données à titre indicatif aux utilisateurs du présent document et ne constituent pas une approbation de ces produits par l'IEC. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

l'appareil à 10 r/min. D'autres appareils peuvent être utilisés, à condition que les résultats puissent être corrélés de manière empirique et mutuellement acceptés. Des vitesses de cisaillement supplémentaires peuvent être spécifiées par l'utilisateur ou le fournisseur.

4.6.4 Procédure

4.6.4.1 Préparation

- a) Ouvrir les conteneurs, retirer tous les capuchons intérieurs, gratter la pâte collée aux parois des couvercles ou du/des capuchons intérieurs et du conteneur pour l'enlever, puis ajouter le tout à la pâte dans les conteneurs.
- b) A l'aide d'une spatule, remuer doucement la pâte pendant 1 min à 2 min pour l'homogénéiser en veillant à ne pas introduire de l'air.
- c) Transférer suffisamment de pâte dans le réceptacle du viscosimètre pour le remplir à environ 60 % de sa profondeur. Placer le réceptacle dans l'unité à commande de température du viscosimètre, puis le stabiliser à $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$ pendant 15 min.

4.6.4.2 Essai

- a) Plonger le capteur de l'appareil dans l'échantillon conformément aux instructions du fabricant de l'appareil. La pâte de brasage ne doit pas couvrir la sortie de la pompe.
- b) Activer l'enregistreur à bande de papier, puis régler l'appareil à une vitesse de cisaillement spécifique. Procéder à une lecture lorsque la sortie est stable depuis au moins 1 min.

4.6.5 Evaluation

Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12.

4.6.6 Informations complémentaires

Sources des appareils d'essai: Les sources des équipements décrites ci-dessous sont celles qui sont actuellement reconnues dans l'industrie. Il est instamment demandé aux utilisateurs de cette méthode d'essai de soumettre des noms de sources supplémentaires à mesure de leur disponibilité, de sorte que cette liste puisse être la plus à jour possible.

Equipement de viscosimètre de pompe à spirale⁷:

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

4.7 Essai 5-3X07: Pâte de brasage – Essai d'affaissement

4.7.1 Objet

Ce mode opératoire permet de déterminer l'affaissement vertical et horizontal des pâtes de brasage.

4.7.2 Echantillon d'essai

Un échantillon normalisé doit être préparé à l'aide d'une lame de microscope en verre dépoli propre qui mesure au moins 7,6 cm × 2,5 cm, pour une épaisseur d'au moins 1 mm. Un substrat équivalent en alumine ou en verre époxy peut être utilisé.

⁷ Ces informations sont données à titre indicatif aux utilisateurs du présent document et ne constituent pas une approbation de ces produits par l'IEC. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils permettent d'obtenir les mêmes résultats.

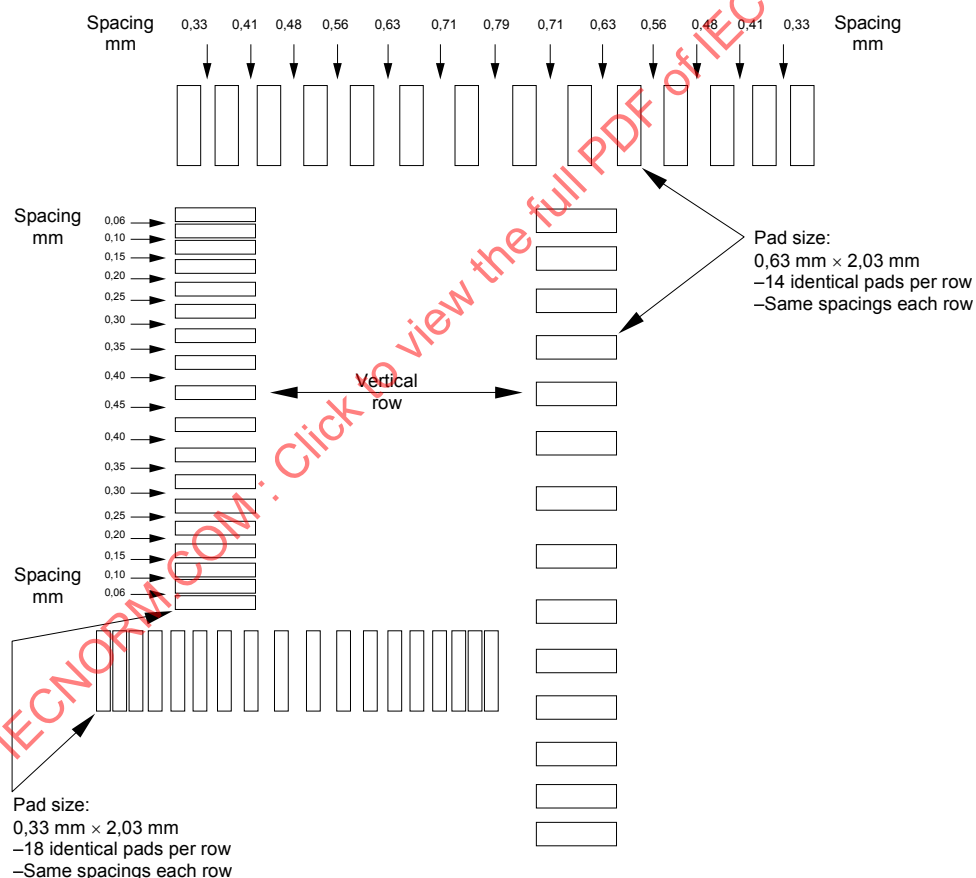
4.7.3 Equipement/appareils

- Pochoirs.
- Motifs de pochoir (voir les Figures 1 et 2 de l'IEC 61190-1-2:2014).
- Racloir en acier (lame de rasoir).
- Four.
- Microscope.

4.7.4 Procédure

4.7.4.1 Préparation

- Préparer l'échantillon à l'aide du motif de pochoir approprié tel qu'illustré aux Figures 1 et 2 de l'IEC 61190-1-2:2014. Déposer les motifs de pâte de brasage sur deux substrats pour chaque motif de pochoir. L'épaisseur du motif imprimé doit être uniforme sans particule de brasage à l'extérieur des pastilles d'interconnexion. Il convient que le fournisseur et l'utilisateur utilisent la même méthode d'impression (voir les Figures 1 et 2).
- Un échantillon d'essai doit être marqué échantillon #1 et l'autre échantillon #2; ils doivent être traités conformément au point a).



IEC

Figure 1 – Pochoir d'essai d'affaissement de 0,20 mm d'épaisseur

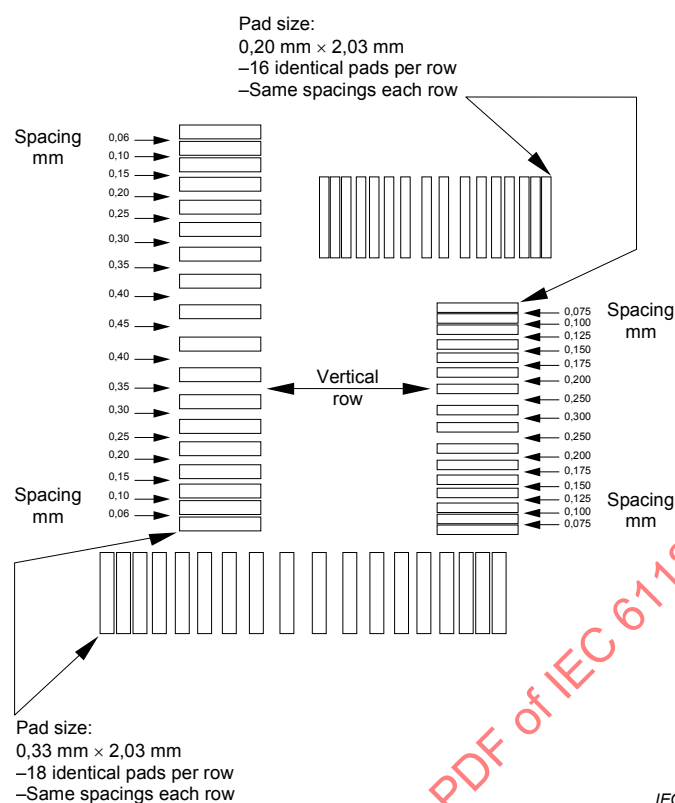


Figure 2 – Pochoir d'essai d'affaissement de 0,10 mm d'épaisseur

4.7.4.2 Essai

- Les échantillons doivent être stockés pendant (10-20) min à une température de $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(50 \pm 10) \%$ et l'échantillon #1 examiné pour détecter un affaissement.
- L'échantillon #2 doit être chauffé à $(150 \pm 10) ^\circ\text{C}$ pendant 10 à 15 min, refroidi à température ambiante, puis examiné pour détecter un affaissement.

4.7.5 Evaluation

Saisir les espacements pontés par une coche dans les Tableaux 3 ou 4.

Tableau 3 – Exemple de rapport d'essai – Epaisseur de pochoir de 0,2 mm

Pochoir (0,2 mm d'épaisseur)					
Taille de la pastille d'interconnexion 0,63 mm × 2,03 mm			Taille de la pastille d'interconnexion 0,33 mm × 2,03 mm		
Espacement mm	Hor.	Vert.	Espacement 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		

Tableau 4 – Exemple de rapport d'essai – Epaisseur de pochoir de 0,1 mm

Pochoir (0,1 mm d'épaisseur)					
Taille de la pastille d'interconnexion 0,33 mm × 2,03 mm			Taille de la pastille d'interconnexion 0,2 mm × 2,03 mm		
Espacement mm	Hor.	Vert.	Espacement 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					

4.8 Essai 5-3X08: Pâte de brasage – Essai de la bille de brasage

4.8.1 Objet

Cet essai est réalisé pour déterminer les propriétés de refusion de la pâte de brasage. L'aptitude des particules de brasage préallées de la pâte à refusionner dans une sphère d'un substrat non mouillable est déterminée dans des conditions d'essai définies.

4.8.2 Echantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être composé d'une lame de microscope en verre dépoli, d'un substrat en alumine ou d'une carte imprimée en verre/époxy d'une épaisseur de 0,60 mm à 0,80 mm et de longueur et largeur minimales de 76 mm et 25 mm, respectivement.

4.8.3 Equipement/appareils

a) Pochoirs métalliques

- Pochoir pour pâte de brasage qui utilise de la poudre de brasage de Type 1-4 conformément à l'IEC 61190-1-2: Pochoir de 76 mm × 25 mm × 0,2 mm doté d'au moins 3 orifices ronds de 6,5 mm de diamètre, avec une distance minimale entre les centres des ouvertures de 10 mm.
- Pochoir pour pâte de brasage qui utilise de la poudre de brasage de Type 5-6 conformément à l'IEC 61190-1-2: Pochoir de 76 mm × 25 mm × 0,1 mm doté d'au moins 3 orifices ronds de 1,5 mm de diamètre, avec une distance minimale entre les centres des ouvertures de 10 mm.

b) Spatule.

c) Bain de brasage d'au moins 100 mm × 100 mm × 75 mm qui contient le brasage qui permet de maintenir une température de 25 °C au-dessus de la température du liquidus de la pâte de brasage en cours d'évaluation.

d) Plaque chauffante.

e) Thermomètre pour température de surface.

f) Loupe de grossissement de 10× à 20×.

4.8.4 Procédure

4.8.4.1 Préparation

- a) Etablir la température du bain de brasage ou de la plaque chauffante à (25 ± 3) °C au-dessus de la température du liquidus de l'alliage de brasage.

- b) Conditionner la pâte à une température uniforme de $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$.
- c) Pour homogénéiser la pâte de brasage, remuer à l'aide d'une spatule.
- d) Préparer deux échantillons d'essai avec un des deux/les deux pochoirs présentés ci-dessus. Il convient de racler la pâte de brasage avec la spatule pour remplir et niveler chaque orifice.

4.8.4.2 Conditions d'essai

- a) Soumettre à essai un échantillon dans les (15 ± 5) min qui suivent le placement de la pâte de brasage sur l'échantillon.
- b) Soumettre à essai le deuxième échantillon dans les $(4 \text{ h} \pm 15 \text{ min})$ qui suivent le placement de la pâte de brasage sur l'échantillon. Le stockage pendant 4 h doit être réalisé à une température de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(50 \pm 10) \%$.

4.8.4.3 Conditionnement de l'appareil de chauffage

- a) Nettoyer la surface du bain de brasage avec la raclette.
- b) Retirer toutes les matières étrangères de la surface de la plaque chauffante pour assurer un contrôle correct.

4.8.4.4 Refusion

Refusionner les échantillons par l'une des deux méthodes ci-dessous.

- a) Plonger le substrat, en position horizontale avec le dépôt de pâte au sommet, dans le bain de brasage à une vitesse de $(25 \pm 2) \text{ mm/s}$ jusqu'à ce que le substrat soit immergé à 50 %. Il est important d'obtenir un bon contact thermique entre le brasage fondu et le substrat. Dès que le brasage a fusionné, retirer le substrat du bain de brasage en position horizontale. La durée totale dans le bain de brasage ne doit pas dépasser 20 s.
- b) Placer le substrat sur la plaque chauffante. Dès que le brasage a fusionné, retirer le substrat de la plaque chauffante en position horizontale. La refusion doit se produire dans les 20 s qui suivent le placement de l'échantillon en contact avec la plaque chauffante.

4.8.5 Evaluation

- a) Examiner les échantillons refusionnés sous grossissement $10\times$ à $20\times$.
- b) Il convient de comparer la taille de la bille de brasage et son nombre avec la Figure 3.
- c) Enregistrer le degré de refusion par comparaison avec la Figure 3 pour les conditions d'acceptation/de rejet à 6,5 mm et 1,5 mm, respectivement.

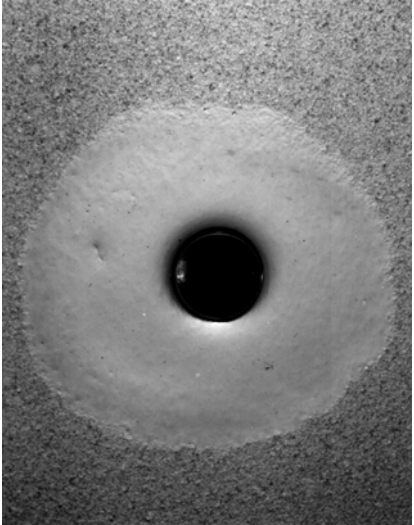
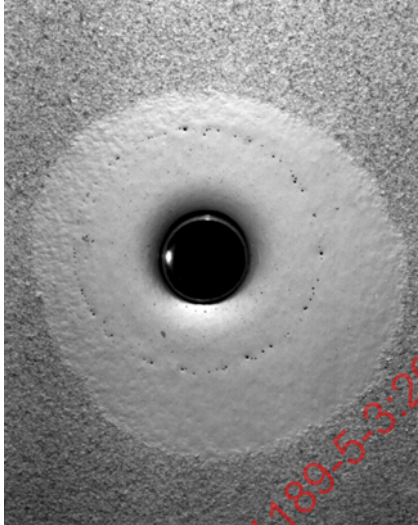
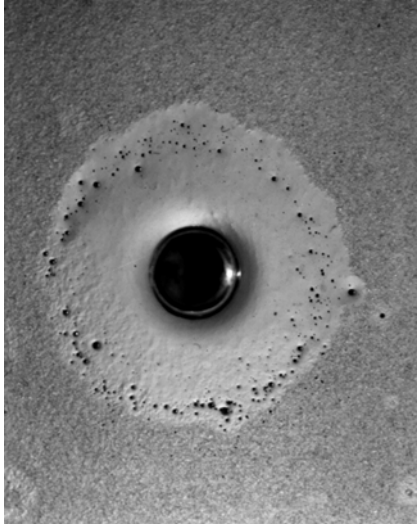
 IEC	 IEC
La pâte de brasage a fondu dans une seule grosse bille de brasage. a) Catégorie 1 – Préférentiel (réussite)	La pâte de brasage a fondu dans une grosse bille de brasage, qui ne doit pas être entourée de plus petites billes de brasage en grappe. b) Catégorie 2 – Acceptable (réussite)
 IEC	 IEC
La pâte de brasage a fondu dans une grosse bille de brasage, qui est entourée de billes de brasage en grappe. c) Catégorie 3 – Inacceptable, grappes (échec)	La pâte de brasage fondue n'a pas fondu totalement ou a formé de nombreuses billes de brasage individuelles. d) Catégorie 4 – Inacceptable (échec)

Figure 3 – Evaluation de l'essai de la bille de brasage

Lors de l'évaluation de la poudre de type 1-4, la pâte de brasage doit satisfaire aux critères d'acceptation présentés dans la Figure 3. De plus, des billes de brasage individuelles de plus de 75 microns ne doivent pas se former sur plus d'une des trois séquences d'essai utilisées dans l'évaluation.

Lors de l'évaluation de la poudre de type 5-6, la pâte de brasage doit satisfaire aux critères d'acceptation présentés dans la Figure 3. De plus, des billes de brasage individuelles de plus de 50 microns ne doivent pas se former sur plus d'une des trois séquences d'essai utilisées dans l'évaluation.

4.9 Essai 5-3X09: Pâte de brasage – Essai d'adhérence

4.9.1 Objet

Cette méthode d'essai spécifie deux méthodes pour déterminer l'aptitude d'un motif imprimé de pâte de brasage à retenir une sonde placée dans la pâte de brasage par la mesure de la force exigée pour séparer l'une et l'autre. La période entre l'impression et le placement de la sonde est augmentée progressivement afin de simuler les variables d'un procédé de fabrication.

La méthode A applique une force de $(3 \pm 0,3)$ N à l'échantillon.

La méthode B applique une force de $(0,5 \pm 0,05)$ N à l'échantillon.

4.9.2 Méthode A

4.9.2.1 Echantillon d'essai

Il convient d'imprimer un échantillon représentatif de cette pâte, à l'aide d'un pochoir, sur des lames de microscope en verre blanc protecteur propres. Au moins six dépôts de pâte doivent être imprimés par point de données temporel exigé. Les dépôts finaux doivent être circulaires et présenter un diamètre de 6,3 mm et une épaisseur de 0,25 mm. Marquer l'échantillon d'essai de manière adaptée afin d'identifier l'échantillon d'essai et l'heure à laquelle l'adhérence doit être mesurée après l'impression. Les échantillons préparés doivent être stockés à une température de (25 ± 2) °C et à une humidité relative (HR) de (50 ± 10) % jusqu'à l'évaluation. Les échantillons ne doivent pas être stockés dans un coffret ou un conteneur fermé; en effet, les vapeurs de solvant de la pâte de brasage risquent de saturer l'environnement de la pâte imprimée et donc d'empêcher le séchage naturel du matériau.

4.9.2.2 Equipement/appareils

Un appareil d'essai d'adhérence de Chatillon ou tout autre appareil peut être utilisé, pourvu qu'il soit en mesure de mesurer précisément la force dans le cadre d'un essai à vitesse similaire. L'appareil doit être équipé d'une sonde d'essai en acier inoxydable avec une surface inférieure de $(5,1 \pm 0,13)$ mm de diamètre nominal, lisse, plane et parallèle au plan de l'échantillon concerné. La sonde doit entrer en contact avec l'échantillon d'essai à une vitesse contrôlée et appliquer une force de contact initiale contrôlée et fixe. Enfin, un moyen doit permettre de retirer la sonde d'essai de la surface de l'échantillon d'essai à une vitesse contrôlée et d'enregistrer la force maximale exigée pour rompre le contact avec l'échantillon d'essai.

4.9.2.3 Procédure

Placer la lame de microscope de l'échantillon sous la sonde d'essai et centrer la sonde sur l'un des trois motifs imprimés. Mettre la sonde d'essai en contact avec l'échantillon de pâte imprimée à une vitesse de $(2,5 \pm 0,5)$ mm/m, puis appliquer une force de $(3 \pm 0,3)$ N à l'échantillon. Dans les 5 s qui suivent l'application de cette force, retirer la sonde de l'échantillon à une vitesse de $(2,5 \pm 0,5)$ mm/m, puis enregistrer la force maximale exigée pour rompre le contact. Réaliser au moins cinq mesures supplémentaires dans les mêmes

conditions d'essai, et calculer la moyenne de toutes les lectures. Enregistrer la force d'adhérence ainsi que l'heure d'impression de la pâte.

4.9.2.4 Evaluation

Des mesures initiales doivent être réalisées immédiatement après l'impression. Des mesures subséquentes de la force doivent être réalisées, le cas échéant, pour mieux définir l'augmentation et le déclin de la force d'adhérence. Il convient de présenter les données d'adhérence sous forme graphique, à condition que la force d'adhérence soit tracée en fonction de la durée après impression. Les données peuvent également être reportées comme suit.

- a) Durée écoulée pour atteindre 80 % de la valeur maximale.
- b) Force d'adhérence maximale, en grammes, avec la variation prévue.
- c) Durée pendant laquelle la valeur maximale est maintenue ou après laquelle la force d'adhérence baisse à 80 % de sa valeur maximale.

Enregistrer les données, puis renseigner le Tableau 12.

4.9.3 Méthode B

4.9.3.1 Echantillon d'essai

- a) La pâte de brasage est imprimée sur la plaque de verre à l'aide d'un masque métallique; cinq pâtes de brasage circulaires de 6,5 mm de diamètre et 0,2 mm d'épaisseur doivent être créées. L'épaisseur des cinq motifs imprimés doit être uniforme, de sorte que les particules de brasage puissent ne pas être séparées de ces pâtes de brasage circulaires.
- b) L'échantillon d'essai préparé comme indiqué ci-dessus doit être maintenu à une température de $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(50 \pm 10) \%$ tant que l'essai n'a pas été réalisé.

4.9.3.2 Equipement/appareils

- a) Appareil de mesure de l'adhérence.
- b) Masque métallique: Le masque métallique doit présenter une épaisseur de 0,2 mm et être doté de cinq orifices de 6,5 mm de diamètre.
- c) Sonde cylindrique en acier inoxydable: la sonde cylindrique doit présenter un diamètre de $(5,10_{-5}^{+23})$ mm et être montée sur le système de mise en pression de l'appareil de mesure de l'adhérence.
- d) Lame de microscope en verre (76 mm × 25 mm × 1 mm).
- e) Appareil de fixation: L'appareil de fixation doit permettre de fixer la lame de microscope en verre.
- f) Solvant: le solvant, par exemple de l'alcool isopropylique, doit permettre de dégraisser la sonde et de dissoudre le flux de pâte.

4.9.3.3 Procédure

- a) L'échantillon d'essai doit être placé sous la sonde et cette dernière est placée au centre de l'un des cinq motifs imprimés. La sonde doit être abaissée dans la pâte imprimée à une vitesse de 2,0 mm/s, puis être mise sous pression à la pression spécifiée de $(0,5 \pm 0,05)$ N. Après la mise sous pression, la sonde est tirée vers le haut pour être retirée de la pâte de brasage à une vitesse de 10 mm/s dans les 0,2 s et la charge maximale exigée pour la séparation est enregistrée. Cinq mesures doivent être réalisées dans les mêmes conditions, et la moyenne des valeurs mesurées doit être calculée. La résistance à l'adhérence (kN/m²) doit ensuite être calculée à parti de ces valeurs de charge.