

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

Part 5-301: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste using fine solder particles

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

Partie 5-301: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages – Pâte à braser à fines particules de brasage



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

Part 5-301: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste using fine solder particles

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

Partie 5-301: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages – Pâte à braser à fines particules de brasage

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180

ISBN 978-2-8322-9534-2

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.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Powder particle size distribution measurement	7
4.1 General.....	7
4.2 Powder particle size distribution measurement – Scanning electron microscope	7
4.2.1 Object.....	7
4.2.2 Equipment/apparatus.....	7
4.2.3 Procedure.....	7
4.2.4 Evaluation	7
4.3 Powder particle size distribution measurement – Laser diffraction.....	7
4.3.1 Object.....	7
4.3.2 Equipment/apparatus.....	7
4.3.3 Procedure.....	7
4.3.4 Evaluation	8
4.4 Powder particle size distribution measurement – Digital microscope	8
4.4.1 Object.....	8
4.4.2 Equipment/apparatus.....	8
4.4.3 Procedure.....	8
4.4.4 Evaluation	8
5 Solder paste viscosity.....	8
5.1 Method A: Trace spiral pump method.....	8
5.1.1 Object.....	8
5.1.2 Equipment/apparatus.....	9
5.1.3 Procedure.....	9
5.1.4 Evaluation	10
5.2 Method B: Spiral pump method (IEC 61189-5-3, Test 5-3X06: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s).....	10
5.2.1 Object.....	10
5.2.2 Test specimen	10
5.2.3 Equipment/apparatus.....	10
5.2.4 Procedure.....	10
5.2.5 Evaluation	11
5.3 Additional information	11
6 Printability test.....	12
6.1 Object.....	12
6.2 Equipment/apparatus	12
6.3 Procedure	14
6.4 Evaluation.....	14
7 Slump test	15
7.1 Object.....	15
7.2 Equipment/apparatus	15
7.3 Procedure	15
7.4 Evaluation.....	16
8 Reflow test	16

8.1	Object.....	16
8.2	Equipment/apparatus	16
8.3	Procedure	16
8.4	Evaluation.....	17
9	High temperature observation test	18
9.1	Object.....	18
9.2	Equipment/apparatus	18
9.3	Procedure	20
9.4	Evaluation.....	21
Annex A (informative)	Example of the test report on powder particle size distribution measurement.....	22
Annex B (informative)	Example of the test report on viscosity characteristics	23
Annex C (informative)	Example of the test report on printability test.....	24
C.1	Test report form	24
C.2	Test report entry example	25
Annex D (informative)	Example of the test report on slump test	26
Annex E (informative)	Example of the test report on reflow test	27
E.1	Test report form	27
E.2	Test report entry example	28
Annex F (informative)	Example of the test report on high temperature observation test.....	29
F.1	Test report form	29
F.2	Melting property report form.....	30
F.3	Entry example for melting property.....	30
Annex G (informative)	Example pictures of the printing and reflow test	31
G.1	Printing test	31
G.2	Reflow test.....	32
Figure 1	– Metal mask for printability test.....	13
Figure 2	– Test board with slits for splitting	14
Figure 3	– Temperature profile for slump test.....	16
Figure 4	– Temperature profile for reflow test.....	17
Figure 5	– Metal mask for high temperature observation test	19
Figure 6	– Example structure of high temperature observation apparatus	20
Table 1	– QC procedure for Trace spiral-type viscometer.....	9
Table 2	– QC procedure for spiral-type viscometer according to Test 5-3X06 in IEC 61189-5-3.....	11
Table 3	– Evaluation index for printability test.....	15
Table 4	– Evaluation index for reflow test.....	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ELECTRICAL MATERIALS, PRINTED BOARDS AND
OTHER INTERCONNECTION STRUCTURES AND ASSEMBLIES –****Part 5-301: General test methods for materials and assemblies –
Soldering paste using fine solder particles**

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.

IEC 61189-5-301 has been prepared by IEC technical committee TC 91: Electronics assembly technology. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
91/1655/CDV	91/1698/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document 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.

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

Part 5-301: General test methods for materials and assemblies – Soldering paste using fine solder particles

1 Scope

This part of IEC 61189 specifies methods for testing the characteristics of soldering paste using fine solder particles (hereinafter referred to as solder paste).

This document is applicable to the solder paste using fine solder particle such as type 6, type 7 specified in IEC 61190-1-2 or finer particle sizes.

This type of solder paste is used for connecting wiring and components in high-density printed circuit boards which are used in electronic or communication equipment and such, equipping fine wiring (e.g., minimum conductor widths and minimum conductor gaps of 60 µm or less).

Test methods for the characteristics of solder paste in this document are considering the effect of surface activation force due to the fine sized solder particles which could affect the test result by existing test methods.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61189-5-3:2015, *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*

IEC 61190-1-2:2014, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes for high-quality interconnects in electronics assembly*

ISO 857-2, *Welding and allied processes – Vocabulary – Part 2: Soldering and brazing processes and related terms*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO 857-2 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

digital microscope

microscope displaying an enlarged image on a screen of a personal computer or a monitor

4 Powder particle size distribution measurement

4.1 General

This measurement is for determining whether or not the solder particle used in the solder paste complies with the relevant powder particle size type. Solder particle specimen shall be obtained from the supplier or extracted from the solder paste according to 4.14.4 and 4.14.5 of IEC 61189-5-3:2015.

4.2 Powder particle size distribution measurement – Scanning electron microscope

4.2.1 Object

The powder particle size distribution of the solder particle is measured using scanning electron microscope (hereinafter, referred to as SEM).

4.2.2 Equipment/apparatus

SEM (Scanning Electron Microscope): 1 000 times or more magnification with image storage device.

4.2.3 Procedure

At least 100 solder particles shall be observed using SEM. Observation may be done either directly or using the acquired SEM image. The solder particle size shall be determined by assumption that the solder particles are spherical. The solder particle shall be sorted out according to the assigned classification type specified in Table 2 of IEC 61190-1-2:2014. The number of sorted solder particle shall be counted and converted into masses.

4.2.4 Evaluation

Express the masses of the particle above, within, and below the nominal size range as percentages of the mass of the original specimen. Enter the data in the test report. Annex A shows an example of the test report.

4.3 Powder particle size distribution measurement – Laser diffraction

4.3.1 Object

The powder particle size distribution of the solder powder is measured using laser diffraction type particle size distribution measuring apparatus.

4.3.2 Equipment/apparatus

- a) laser diffraction type particle size distribution measuring apparatus;
- b) balance: 0,01 g sensitivity;
- c) spatula.

4.3.3 Procedure

Measurement shall be done in accordance with the instructions of the measuring apparatus. Measure the blank sample to ensure the measuring apparatus is clean enough for measuring. 0,5 g to 10 g of solder powder shall be measured for the particle size distribution.

4.3.4 Evaluation

Express the masses of the particle above, within, and below the nominal size range as percentages of the mass of the original specimen. Enter the data in the test report. Annex A shows an example of the test report.

4.4 Powder particle size distribution measurement – Digital microscope

4.4.1 Object

The powder particle size distribution of the solder powder is measured using a digital microscope capable of three-dimensional (3D) observation by 3D construction of an acquired image.

4.4.2 Equipment/apparatus

- a) Glass slide
- b) 3D digital microscope:
 - 1) 1 000 times or more magnification;
 - 2) equipping telecentric optical system and transmissive illumination which enable high-precision measurement;
 - 3) equipping an image storage device which is capable of 3D construction from the stored images.

4.4.3 Procedure

Measurement shall be done in accordance with the instructions of the measuring apparatus. At least 100 solder particles shall be placed on a glass slide, then observed using a digital microscope. 3D image shall be stored.

The powder particle size shall be determined by assumption that the solder powders are spherical. The powders shall be sorted out according to the assigned classification type specified in Table 2 of IEC 61190-1-2:2014. The number of sorted particles shall be counted and converted into masses.

4.4.4 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 the test report. Annex A shows an example of the test report form.

5 Solder paste viscosity

5.1 Method A: Trace spiral pump method

5.1.1 Object

This test specifies a standard procedure for determining viscosity-shear rate characteristics and thixotropy (thixotropic index), which is also close relating to the printability of the solder paste.

Trace spiral viscometer is a coaxial-cylinder rotational type viscometer with a small sample receptance, for example 0,2 cm³ capacity. Outer barrel of the viscometer is rotated to draw up the solder paste specimen from the receptacle. After all of the solder paste is drawn up, the outer cylinder is rotated in the opposite direction to return the solder paste into the receptacle. This action is repeated, with the solder paste ascending and descending from the receptacle. This subjects the solder paste to shear stresses, which is detected as a torque on the inner barrel during the ascending period, and the viscosity characteristic being obtained from the rotational speed of the cylinder. In addition, the thixotropic index is calculated from the viscosity

characteristics. Shear rate is defined as $D = v/y(\text{s}^{-1})$ using rotational speed of the outer cylinder (v) and the gap between inner barrel and outer cylinder (y).

The test may be performed in accordance with Test 5-3X06 in IEC 61189-5-3:2014 as test method B.

5.1.2 Equipment/apparatus

- spatula;
- viscometer: trace spiral-type viscometer;
- constant temperature chamber: either with the viscometer body built-in or external;
- metal receptacle: 0,2 cm³ capacity for trace spiral-type viscometer;
- recorder: personal computer, etc.;
- solvent: propan-2-ol (reagent grade), ethyl alcohol (reagent grade), etc.

5.1.3 Procedure

See Table 1 for the test procedure.

- If necessary, leave the solder paste at room temperature.
- Stir with a spatula to homogenize the solder paste.
- Put the solder paste into a metal receptacle.
- Set the metal receptacle containing the solder paste into the micro spiral viscometer.
- Rotate the outer cylinder to fill the solder paste between the inner barrel and the outer cylinder; set the temperature of the constant temperature chamber to 25 °C±0.5 °C while the outer cylinder is stationary and wait for approximately 10 minutes until the temperature of the constant temperature chamber is stabilized.
- After the temperature of the constant temperature chamber is stabilized, measure viscosity at the rotational speed of 10 r/min ± 0,5 r/min for approximately 2 minutes.
- Take out the metal receptacle, the inner barrel and the outer cylinder; clean them with suitable reagent grade solvent such as propan-2-ol or ethyl alcohol; put a new solder paste into the metal receptacle; set them again into a trace spiral viscometer.
- Rotating the outer cylinder again; once the solder paste has filled the area between the inner cylinder and the outer cylinder, set the temperature of the constant temperature chamber to 25 °C ± 0,5 °C while the outer cylinder is stationary; wait for approximately 10 min until the temperature of the constant temperature chamber stabilizes.
- Measure viscosity at the rotational speed of 5 r/min ± 0,25 r/min for approximately 4 min, followed by 20 r/min ± 1,0 r/min for approximately 1 min; viscosity values at 5 r/min ± 0,25 r/min and 20 r/min ± 1,0 r/min shall be read.

Table 1 – QC procedure for Trace spiral-type viscometer

Speed (r/min)	Time (min)
10	2
Remove soldering paste and clean the inner barrel and the outer cylinder. Then, fill fresh soldering paste into a metal receptacle	
5	4
20	1

The thixotropy index (TI) is obtained from the following formula.

$$TI = \frac{\log(\eta_1 / \eta_2)}{\log(D_2 / D_1)}$$

where

η_1 is the viscosity (Pa·s) at shear rate D_1 ;

η_2 is the viscosity (Pa·s) at shear rate D_2 ;

D_1 is the shear rate 1 (s^{-1}), $D_1 = 3$ (s^{-1}) at 5 r/min;

D_2 is the shear rate 2 (s^{-1}), $D_2 = 12$ (s^{-1}) at 20 r/min.

5.1.4 Evaluation

Annex B shows an example of the test report form. Enter the viscosity measured in 5.1.2 f) and thixotropy index obtained in 5.1.3 i).

5.2 Method B: Spiral pump method (IEC 61189-5-3, Test 5-3X06: Solder paste viscosity – Spiral pump method (applicable to 300 Pa·s))

5.2.1 Object

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

5.2.2 Test specimen

The paste to be tested shall be stabilized at (25 ± 1) °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.

5.2.3 Equipment/apparatus

The equipment used shall be a spiral pump viscometer. 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.

5.2.4 Procedure

5.2.4.1 Preparation

- Open the container(s), remove any internal cover, scrape off paste adhering to the lids or internal cover(s) and the container wall(s) and add this to the paste in the container(s).
- 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 $(25 \pm 0,25)$ °C for 15 min.

5.2.4.2 Test

See Table 2 for the test procedure.

- 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.

Table 2 – QC procedure for spiral-type viscometer according to Test 5-3X06 in IEC 61189-5-3

Speed (r/min)	Time (min)
10	3
3	6
4	3
5	3
10	3
20	1
30	1
10	1

The thixotropy index (TI) is obtained from the following formula:

$$TI = \frac{\log(\eta_1 / \eta_2)}{\log(D_2 / D_1)}$$

where

η_1 is the viscosity (Pa·s) at shear rate D_1 ;

η_2 is the viscosity (Pa·s) at shear rate D_2 ;

D_1 is the shear rate 1 (s^{-1}), $D_1=1.8$ (s^{-1}) at 3 r/min;

D_2 is the shear rate 2 (s^{-1}), $D_2=18$ (s^{-1}) at 30 r/min.

5.2.5 Evaluation

Record the data into the test report form.

5.3 Additional information

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

Spiral pump viscometer equipment¹:

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.

¹ 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.

6 Printability test

6.1 Object

This test specifies a standard procedure for determining printability of the solder paste.

The solder paste under evaluation is printed onto the copper-clad laminate board (hereinafter, referred to as test board) using the printing pattern shown in Figure 1 for evaluating the printability. The shape and dimensions of the printed solder paste are evaluated, at the beginning of printing and at the time of continuous printing, and their stability. The planar shape and thickness (distribution) of the printed solder pastes and their stability during continuous printing are measured.

The printed solder paste on the board may be used for tests 7 through 9.

6.2 Equipment/apparatus

a) Metal mask:

- 1) $(30 \pm 5) \mu\text{m}$ thickness, made of additive nickel plate;
- 2) the hole opening pattern is as shown in Figure 1, straight holes without taper;
- 3) outer frame dimensions should be designed to meet the printing machine, for example, $650 \text{ mm} \times 550 \text{ mm}$ for automatic printing machine.

b) Test board:

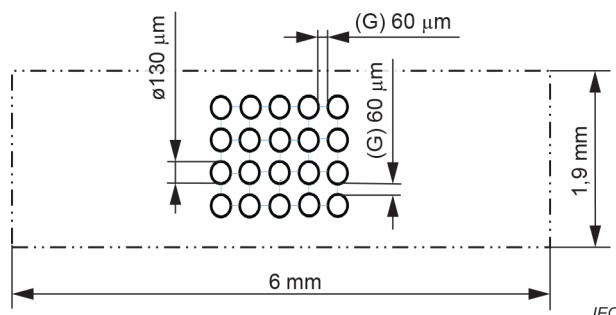
- 1) copper-clad laminate board, preferred dimensions are 92 mm (width) $\times$ 80 mm (length) $\times$ $0,8 \text{ mm}$ (thickness); copper foil thickness of approximately $12 \mu\text{m}$; other dimensions or copper foil thickness may be used in accordance with printing machine requirement;
- 2) if necessary, alignment mark may be indicated;
- 3) if the printing for printability test and for the high-temperature observing test are performed simultaneously then a test board having the arrangement shown in Figure 2 with split grooves for dividing substrates may be used.

c) Printing machine: capable of automatic printing with alignment mechanism;

d) Spatula;

e) 3D microscopes: 200 times or more magnification with image storage device;

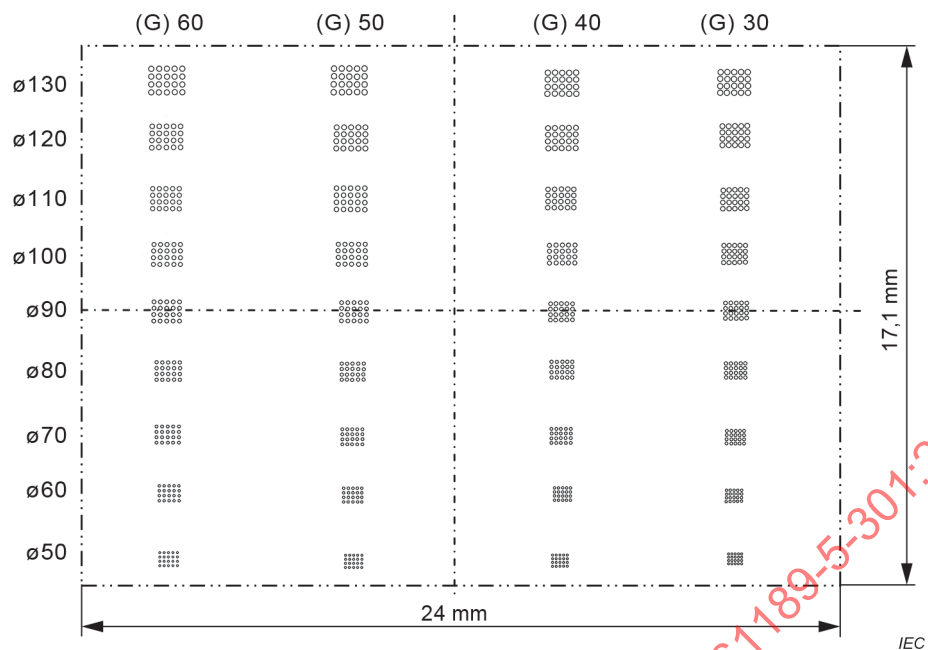
f) Laser-type displacement gauges and non-contact shape-measuring devices: $0,1 \mu\text{m}$ or finer resolution.



Key

- G Pattern gap
 Ø Opening hole diameter

a) Details of the metal mask opening ($130 \mu\text{m}$ opening hole diameter – $60 \mu\text{m}$ gap)

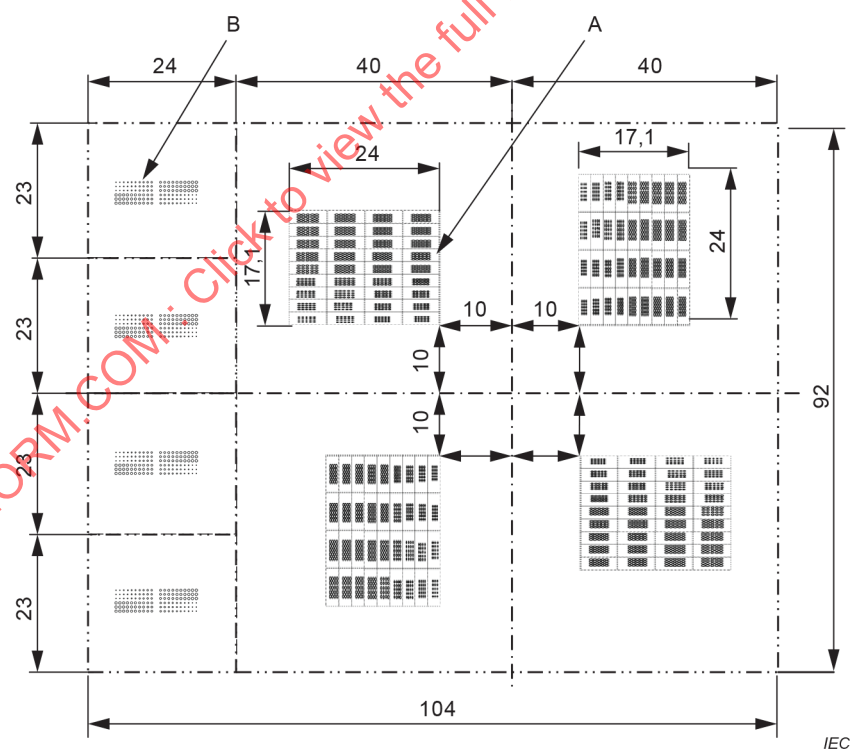
**Key**

G Pattern gap in µm

ø Opening hole diameter in µm

b) Metal mask opening array

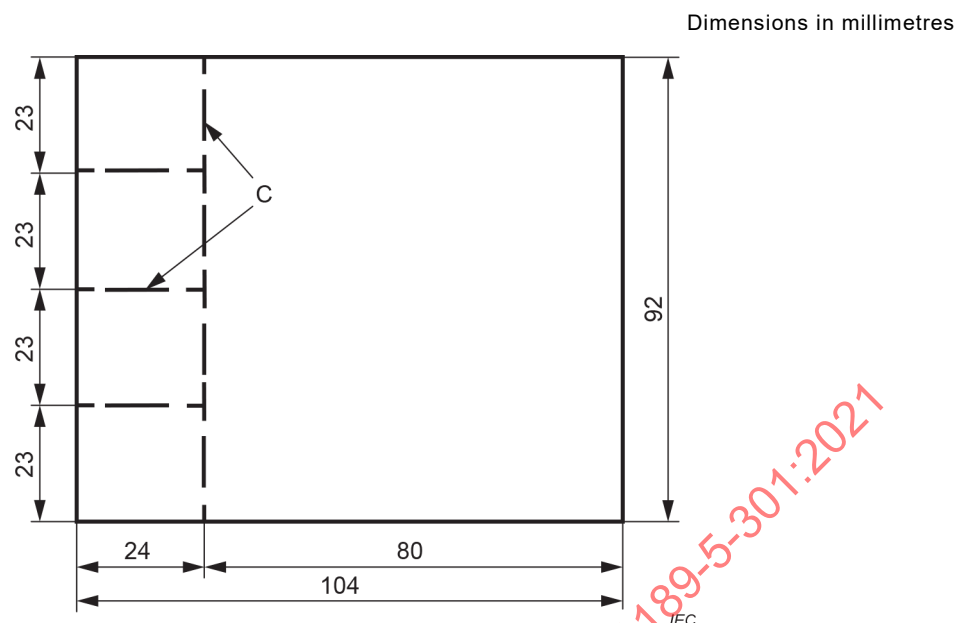
Dimensions in millimetres

**Key**

A Example of 4 metal mask array (Figure 1 b)) arrangements, 90° rotation each other.

B Example of arranging 4 patterns for high temperature observation test (Refer to Figure 5).

c) Example of metal mask arrangement for printability test**Figure 1 – Metal mask for printability test**



Key

C Slit for splitting

Figure 2 – Test board with slits for splitting

6.3 Procedure

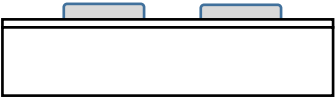
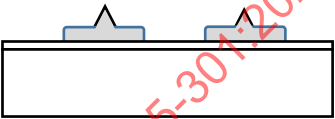
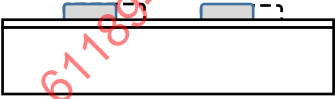
- If necessary, leave the solder paste at room temperature: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- Stir with a spatula to homogenize the solder paste.
- The solder paste is put on a metal mask placed on a printing machine, and the solder paste is printed on a test board using a squeegee. Printing temperature shall be controlled between $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- The planar shape (dimensions) of the printed solder paste shall be measured using captured image by a 3D microscope. The thickness of the solder paste shall be measured using a laser displacement meter or a non-contact shape measuring device.

6.4 Evaluation

The printed solder paste of the first and the tenth printing during continuous printing shall be evaluated. Evaluation items are the presence or absence of bleeding, blurring and bridging comparing the difference between the metal mask hole dimension and the shape of the printed solder paste. Table 3 shows the evaluation index.

Annex C shows an example of the test report. Annex G (see Clause G.1) shows the example pictures corresponding to Table 3.

Table 3 – Evaluation index for printability test

Evaluation index for printability		Description	Image
A	Good	Printing defects such as bleeding, blurring, bridging, and chipping are not existing. The printed solder paste does not greatly differ from the shape and size of the holes in the metal mask.	
N	Bleeding	Solder paste spreads thinly around the bottom of adjacent printing units.	
T	Icicle	Printed solder paste forms icicle like shape.	
L	Missing or short of solder amount	Solder paste is partially missing or short of solder amount.	
B	Bridge	Connecting adjacent printing units	
K	Grazing	Printed solder paste is thinner than the thickness of the metal mask (including unprinted).	

7 Slump test

7.1 Object

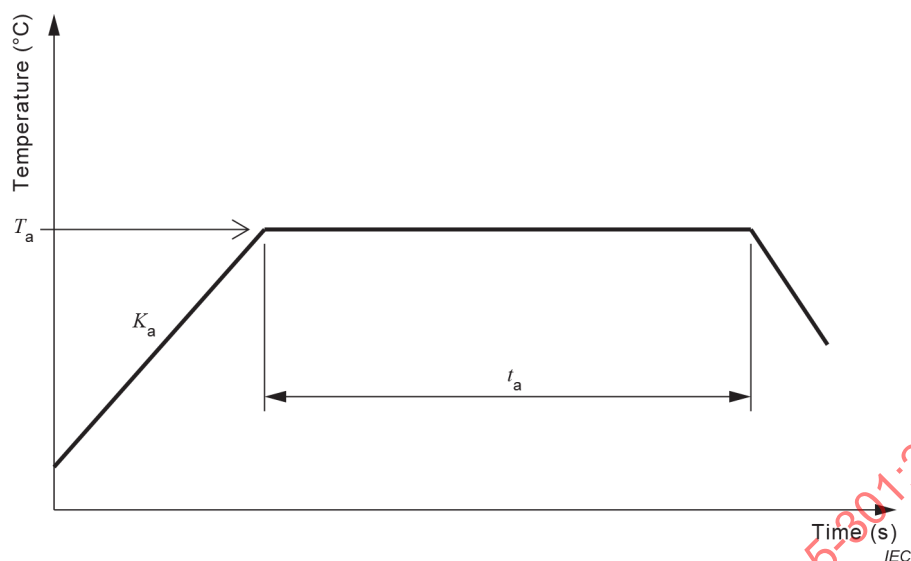
This test specifies a standard procedure for evaluating the degree of solder paste slump under the preheating conditions in the reflow soldering.

7.2 Equipment/apparatus

- metal mask: according to 6.2 a);
- test board: according to 6.2 b);
- printing machine: according to 6.2 c);
- reflow furnace: capable to control the temperature profile specified in Figure 3; in the furnace, nitrogen atmosphere controlling the oxygen concentration of 200 ppm or less;
- magnifying equipment: microscope, etc.

7.3 Procedure

- Printing shall be done according to 6.3 a) through c).
- The printed test board shall be subjected to the temperature profile specified in Figure 3 using reflow furnace, under the atmospheric oxygen concentration of 200 ppm or less; heating starts at room temperature; heating temperature shall be equal to or less than the solidus temperature of the solder alloy used in the solder paste (ex. 130 °C to 180 °C for Sn63Pb37 or Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy); ramp down rate for cooling is not specified.
- After cooling, the solder paste on the test board shall be subjected to visual inspection using magnifying equipment such as a microscope; for each printed solder paste diameter, identify the minimum gap where no bridge occurs.



Key

K_a Ramp up rate: 2 K/s to 3 K/s

T_a Heating temperature

t_a Heating duration: at least 120 s

Figure 3 – Temperature profile for slump test

7.4 Evaluation

Annex D shows an example of the test report.

8 Reflow test

8.1 Object

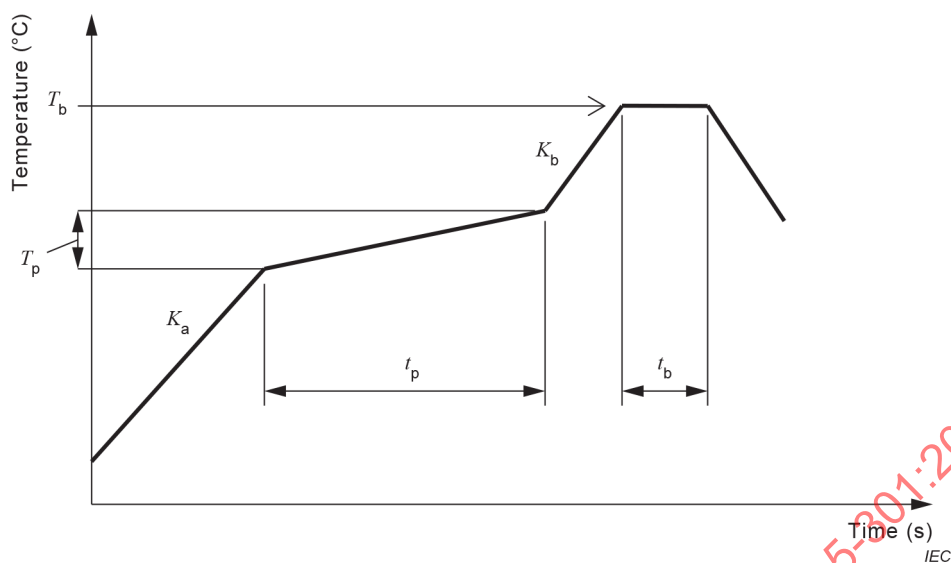
This test specifies a standard procedure for evaluating the reflow properties of the solder paste under the reflow soldering conditions.

8.2 Equipment/apparatus

- metal mask: according to 6.2 a);
- test board: according to 6.2 b);
- printing machine: according to 6.2 c);
- reflow furnace: capable to control the temperature profile specified in Figure 4; in the furnace, nitrogen atmosphere controlling the oxygen concentration of 200 ppm or less;
- magnifying equipment: microscope, etc.

8.3 Procedure

- Printing shall be done according to 6.3 a) through c).
- Reflow shall be done within 8 h after printing.
- The printed test board shall be subjected to the temperature profile specified in Figure 4 using reflow furnace, under the atmospheric oxygen concentration of 200 ppm or less; heating starts at room temperature (15 °C to 35 °C); ramp down rate for cooling is not specified.



Key

K_a Ramp up rate to pre-heating: 2 K/s to 3 K/s

T_p Pre-heating temperature range: 130 °C to 180 °C, not exceed the solidus temperature of the solder alloy.

t_p Pre-heating duration: 120 s to 200 s

K_b Ramp up rate to heating: 1 K/s to 2 K/s

T_b Heating temperature: (240 ± 3) °C for Sn96,5Ag3Cu,5 solder alloy, or (30 ± 3) °C above the liquidus temperature of the solder alloy.

t_b Heating duration: 10 s or less

Figure 4 – Temperature profile for reflow test

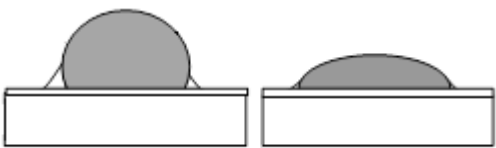
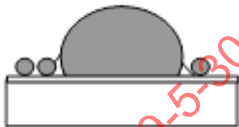
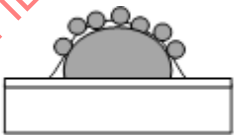
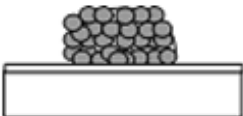
- d) After cooling, the solder paste on the test board shall be subjected to visual inspection using magnifying equipment such as a microscope.

8.4 Evaluation

Table 4 shows the valuation index. Annex E shows an example of the test report.

Annex G (see Clause G.2) shows the example pictures corresponding to Table 4.

Table 4 – Evaluation index for reflow test

Evaluation index for reflow		Description	Reflow image
1	No defect	No un-merged and de-wetting are existing. The printed solder paste wets over the printed area.	
2B	Bridge	Connecting adjacent reflowed units	
2S	Solder ball	Un-merged solder particles around a big merged solder	
3	De-wetting	No un-melted solder exists. But the de-wetting area spreads.	
4	Partially un-melted	Although un-melted solder particles exist, most of the solder particles melted and integrated.	
5	Un-melted	Almost all the solder particles are un-melted.	

9 High temperature observation test

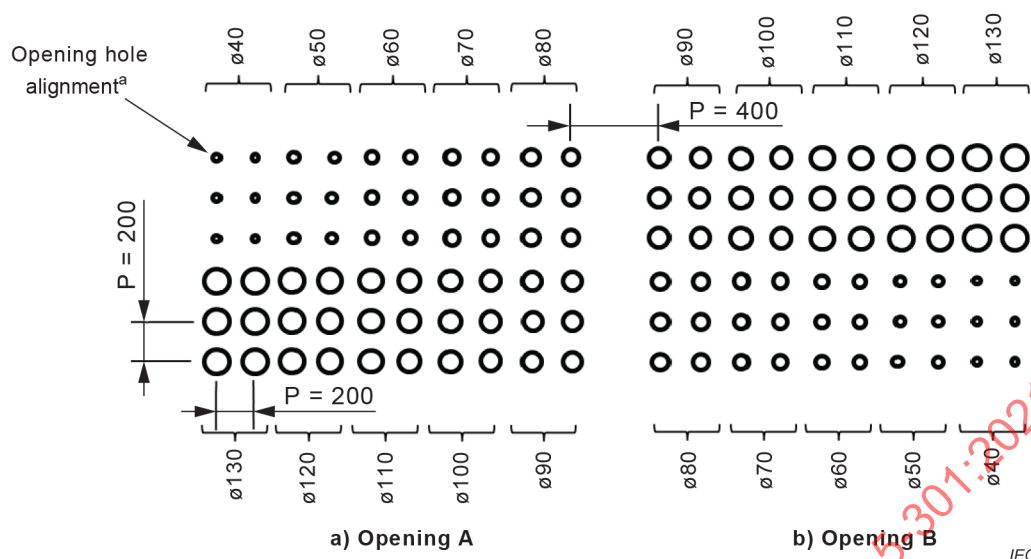
9.1 Object

This test specifies a standard procedure for evaluating the degree of solder paste slump during the preheating and the reflow behaviour of the solder paste during reflow heating.

9.2 Equipment/apparatus

a) Metal mask:

- 1) $(30 \pm 5) \mu\text{m}$ thickness, made of additive nickel plate;
- 2) the hole opening pattern is as shown in Figure 5, straight holes without taper;
- 3) outer frame dimensions should be designed to meet the printing machine, for example, 650 mm × 550 mm for automatic printing machine or 310 mm × 240 mm for manual printing.

**Key**

P Centre to centre distance in μm

Ø Opening hole diameter in μm

^a Opening holes are aligned in even centre to centre distance of 200 μm .

Figure 5 – Metal mask for high temperature observation test

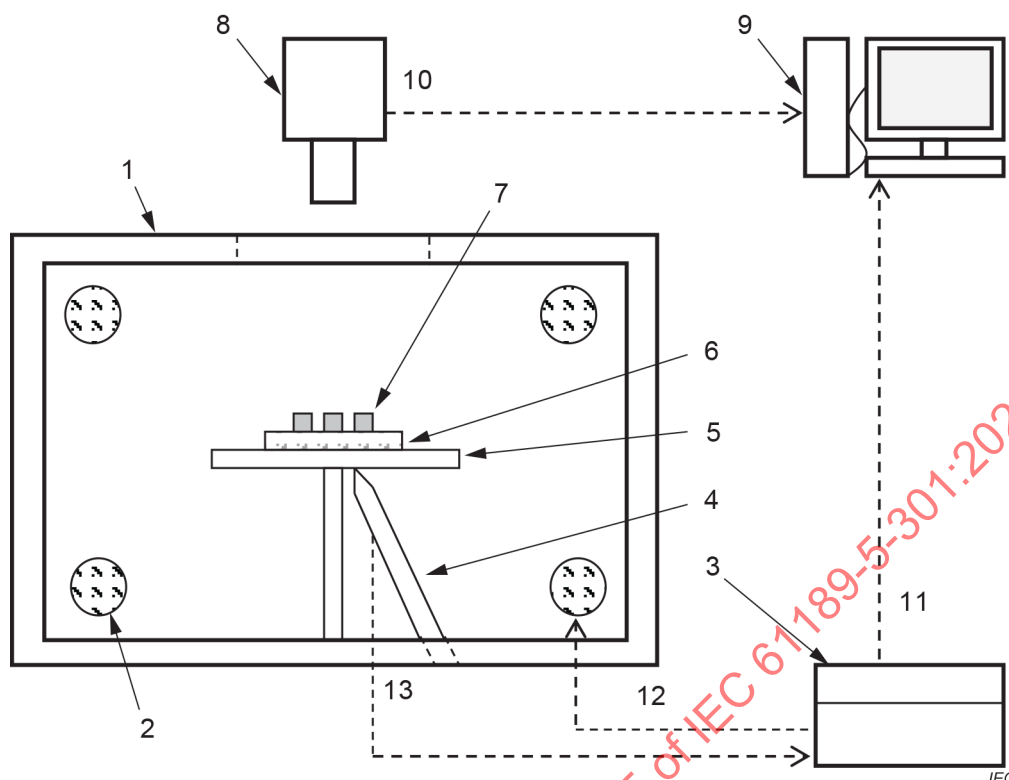
b) Test board:

- 1) copper-clad laminate board, preferred dimensions are 23 mm (width) $\times$ 24 mm (length) $\times$ 0,8 mm (thickness); copper foil thickness, approximately 12 μm ; other dimensions or copper foil thickness may be used in accordance with printing machine requirement;
- 2) if necessary, alignment mark may be used;
- 3) test board according to Figure 2 may be indicated.

c) Printing machine: manual printing apparatus with alignment mechanism or automatic printing machine;

d) High temperature observation apparatus: See Figure 6

- 1) high temperature observation apparatus comprises high temperature chamber and heating control unit, video camera and video recorder;
- 2) the high temperature chamber constitutes of heater for heating high temperature chamber, stage for test board, temperature sensor, and heating control unit which shall be able to realise the temperature profile shown in Figure 4. In the chamber, atmosphere shall be nitrogen controlling the oxygen concentration of 200 ppm or less;
- 3) the video camera shall have a capability of capturing the image from the minimum printing diameter to the whole test board;
- 4) the video recorder shall have a capability of recording from the start to the end of the test and recording of information, the temperature and the elapsed time from the start of heating. The recording frequency shall be 30 frames per second or higher, and the elapsed time resolution shall be 0,1 s or less.



Key

- 1 High temperature chamber
- 2 Heater
- 3 Heater control unit
- 4 Temperature sensor
- 5 Stage
- 6 Test board
- 7 Solder paste
- 8 Video camera
- 9 Video recorder
- 10 Video signal
- 11 Temperature and elapsed time information
- 12 Heater control output
- 13 Temperature sensor output

Figure 6 – Example structure of high temperature observation apparatus

- e) Tongs: Suitable for loading or unloading the test board into or from the high temperature chamber.

9.3 Procedure

- a) Printing shall be done according to 6.3 a) through c).
- b) The printed test board shall be put on the stage in the high temperature chamber using tongs or alternatives. The position and focus of video camera shall be adjusted so that the clear video image of the area (opening A or opening B in Figure 5) to be observed, can be taken.
- c) The printed test board shall be subjected to the temperature profile specified in Figure 4. The video image shall be recorded during the test period.

9.4 Evaluation

Solder paste slump at the end of pre-heating, reflow property and melting property shall be evaluated using recorded video image.

- a) Solder paste slump at the end of pre-heating period: identify minimum gap namely the opening hole diameter where no bridging is found. If necessary, the development of the solder paste slump by reflow time or by temperature may be observed.
- b) Reflow property: Identify the evaluation index specified in Table 3 for each printed solder paste at the end of reflow; all evaluation index for 6 places within the same diameter shall be recorded.
- c) Melting property: Identify the evaluation index specified in Table 3 for each printed solder paste; when all of the 6 places within the same opening hole diameter fall the reflow index of 1 (no defect), 2B (Bridge) or 2S (Solder ball), then the temperature at that point is recognized as the melting temperature of the solder paste.

Annex F shows an example of the test report and the entry example for the melting property.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5-301:2021

Annex A (informative)

Example of the test report on powder particle size distribution measurement

Sample I.D.: _____

Test site: _____

Test date: _____

Test environment: _____ °C, _____ %

Applicable test specification: (IEC 6xxxx)

Measurement method: _____

Sizing method (software, manual, etc.): _____

Measuring instrument name and model	Measurement condition	Measurement				
_____	Measurement magnification: _____ or Laser wavelength: _____ nm	Powder size type	Powder size distribution (number fraction) %			
		6	> 25 μm	15 μm to 25 μm	5 μm to 15 μm	< 5 μm
			_____	_____	_____	_____
		7	> 15 μm	11 μm to 15 μm	2 μm to 11 μm	< 2 μm
			_____	_____	_____	_____

Annex B

(informative)

Example of the test report on viscosity characteristics

Solder paste I.D.: _____

Test site: _____

Test date: _____

Test environment: _____ °C, _____ %

Applicable test specification: (IEC 61189-5-301)

Viscosity meter, manufacturer, and model: _____

Test Results: Viscosity _____ Pa·s

Thixotropy index _____

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5-301:2021

Annex C (informative)

Example of the test report on printability test

C.1 Test report form

Solder paste ID: _____				
Serial number of prints: _____ th print				
Printing machine: _____				
Metal mask ID: _____				
Spacing between metal mask and board: _____				
Squeegee ID: _____		Squeegee thickness: _____		Squeegee angle: _____
Squeegee hardness: _____				
Printing speed: _____		Printing pressure: _____		Plate release speed: _____
Test site: _____				
Test date: _____		Test environment: _____°C, _____ %		
Applicable test specification: (IEC 6xxxx)			Inspector: _____	
Opening hole diameter μm	Pattern gap μm			
μm	60	50	40	30
130				
120				
110				
100				
90				
80				
70				
60				
50				
Evaluation index for printability test corresponding to each opening diameter and each pattern gap are written. A: Good, N: bleed, T: Icicle, L: Partly missing or short of solder paste amount, B: Bridge, K: Blurred				

C.2 Test report entry example

Opening hole diameter μm	Pattern gap μm			
	60	50	40	30
130	A	A	B	B
120	A	A	B	B
110	A	A	N	B
100	A	A	A	B
90	A	A	L	B
80	A	L, T	L, T	L
70	L, T	L, T	L, T	L
60	L	L	L	L
50	K	K	K	K
Enter valuation index for printability test corresponding to each opening diameter and each pattern gap. A: Good, N: bleed, T: Icicle, L: Partly missing or short of solder paste amount, B: Bridge, K: Blurred				

Annex D (informative)

Example of the test report on slump test

Printing property	Solder paste ID: _____ Serial number of prints: _____th print Printing machine: _____ Metal mask ID: _____ Spacing between metal mask and board: _____ Squeegee ID: _____ Squeegee thickness: _____ Squeegee angle: _____ Squeegee hardness: _____ Printing speed: _____ Printing pressure: _____ Plate release speed: _____ Test site: _____ Test date: _____ Test environment: _____ °C, _____ % Applicable test specification: (IEC 6xxxx) Inspector: _____							
Heating conditions	Oxygen concentration in the furnace: _____ ppm Ramp up rate: _____ K/s Heating temperature: _____ °C Heating duration: _____ s							
Minimum pattern gap without bridge (µm)								
Ø50	Ø60	Ø70	Ø80	Ø90	Ø100	Ø110	Ø120	Ø130

Annex E (informative)

Example of the test report on reflow test

E.1 Test report form

Printing property	Solder paste ID: _____ Serial number of prints: _____ th print Printing machine: _____ Metal mask ID: _____ Spacing between metal mask and board: _____ Squeegee ID: _____ Squeegee thickness: _____ Squeegee angle: _____ Squeegee hardness: _____ Printing speed: _____ Printing pressure: _____ Plate release speed: _____ Test site: _____ Test date: _____ Test environment: _____ °C, _____ % Applicable test specification: (IEC 6xxxx) Inspector: _____
Reflow conditions	Oxygen concentration in the furnace: _____ ppm Ramp up rate to pre-heating: _____ K/s Pre-heating temperature: _____ °C Pre-heating duration: _____ s Ramp up rate to heating: _____ K/s Heating temperature: _____ °C Heating duration: _____ s

Opening hole diameter μm	Pattern gap μm			
	60	50	40	30
130				
120				
110				
100				
90				
80				
70				
60				
50				
Evaluation index for reflow test corresponding to each opening diameter and each pattern gap are entered. 1: No defect, 2B: Bridge, 2S: Solder ball, 3: De-wetting, 4: Partially un-melted, 5: Un-melted				

E.2 Test report entry example

Opening hole diameter µm	Pattern gap µm			
	60	50	40	30
130	1	1	1	1
120	1	1	1	1
110	1	2S	1,2S	1,2S
60	1,2S,3	2S,3	2S,3,4	2S,3,4
50	2S,3,4	2S,3,4	2S,3,4,5	4,5

Evaluation index for reflow test corresponding to each opening diameter and each pattern gap are entered.
The waves mean that the test data for opening diameter 100 µm through 70 µm are omitted because of not acceptable printability indexes like 2B, 2S, 3 etc.
1: No defect, 2B: Bridge, 2S: Solder ball, 3: De-wetting, 4: Partially un-melted, K: Un-melted

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5-301:2021

Annex F (informative)

Example of the test report on high temperature observation test

F.1 Test report form

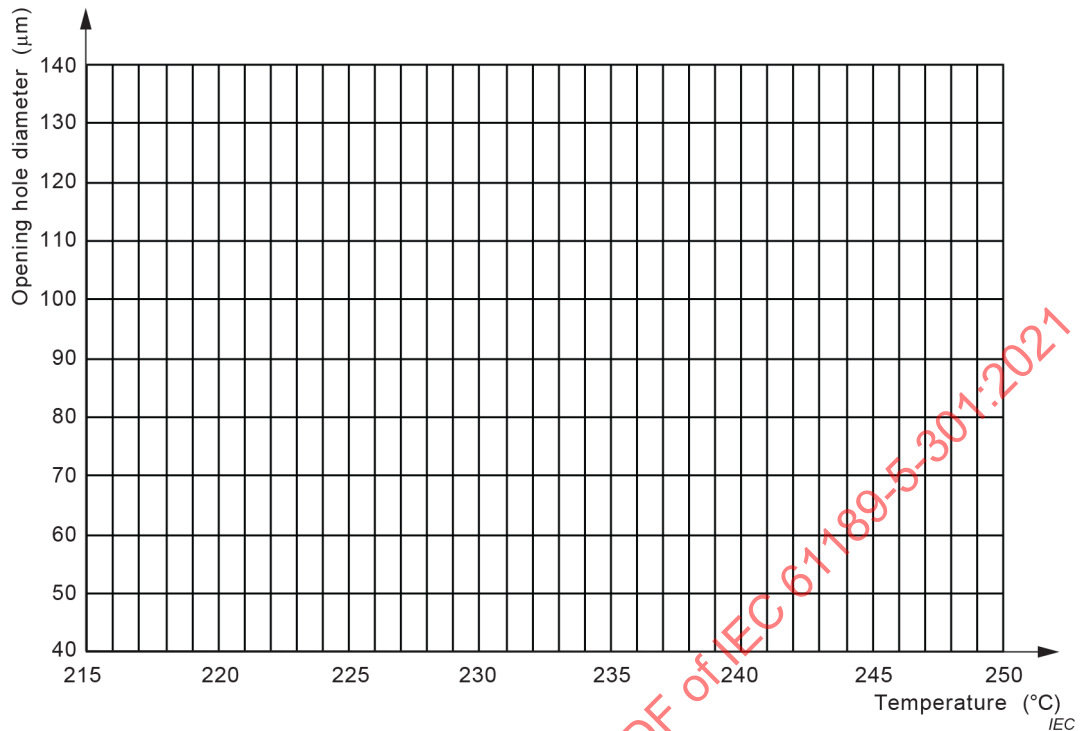
Printing property	Solder paste ID: _____ Serial number of prints: _____th print Printing machine: _____ Metal mask ID: _____ Spacing between metal mask and board: _____ Squeegee ID: _____ Squeegee thickness: _____ Squeegee angle: _____ Squeegee hardness: _____ Printing speed: _____ Printing pressure: _____ Plate release speed: _____ Test environment: _____ °C, _____ Date: _____ Applicable test specification: (IEC 6xxxx) Inspector: _____
Heating conditions	Oxygen concentration in the furnace: _____ ppm Ramp up rate to pre-heating: _____ K/s Pre-heating temperature: _____ °C Pre-heating duration: _____ s Ramp up rate to heating: _____ K/s Heating temperature: _____ °C Heating duration: _____ s

	Ø130	Ø120	Ø110	Ø100	Ø90	Ø80	Ø70	Ø60	Ø50	Ø40
Slump										
Reflow property										

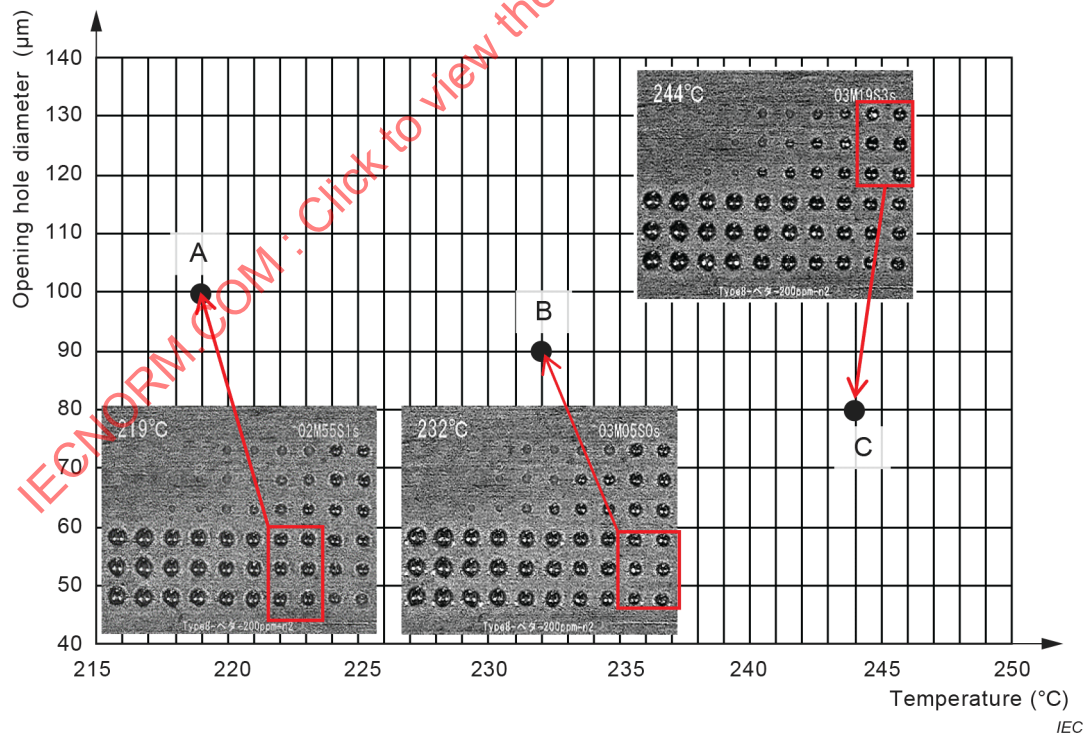
Enter the reflow property index shown below.

1: No defect, 2B: Bridge, 2S: Solder ball, 3: De-wetting, 4: Partially un-melted, 5: Un-melted

F.2 Melting property report form



F.3 Entry example for melting property



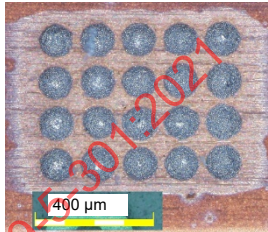
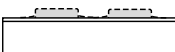
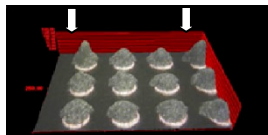
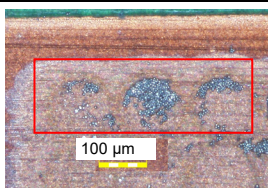
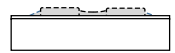
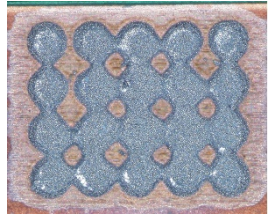
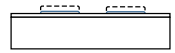
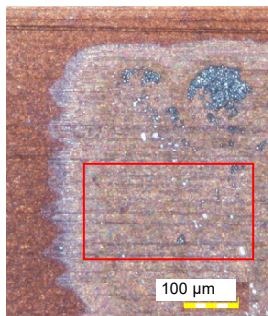
Legend

- A Solder paste of 100 μm opening hole diameter melts at 219 °C.
- B Solder paste of 90 μm opening hole diameter melts at 232 °C.
- C Solder paste of 80 μm opening hole diameter melts at 244 °C.

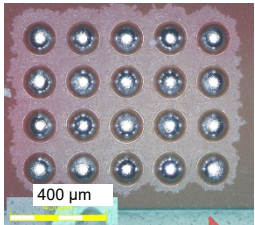
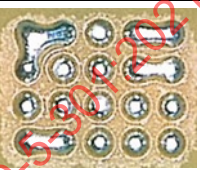
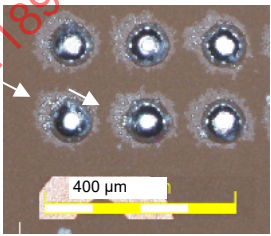
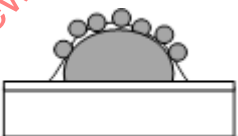
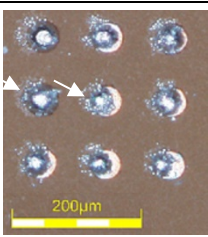
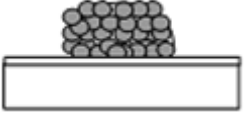
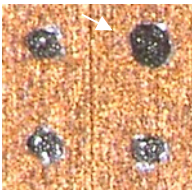
Annex G (informative)

Example pictures of the printing and reflow test

G.1 Printing test

Evaluation index for printability		Description	Image	picture
A	Good	Printing defects such as bleeding, blurring, bridging, and chipping are not existing. The printed solder paste does not greatly differ from the shape and size of the holes in the metal mask.		
N	Bleeding	Solder paste spreads thinly around the bottom of adjacent printing units.		No photo
T	Icicle	Printed solder paste forms icicle like shape.		
L	Missing or short of solder amount	Solder paste is partially missing or short of solder amount.		
B	Bridge	Connecting adjacent printing units		
K	Grazing	Printed solder paste is thinner than the thickness of the metal mask (including unprinted).		

G.2 Reflow test

Evaluation index for reflow		Description	Reflow image	Photo
1	No defect	No un-melted and de-wetting are existing. The printed solder paste wets over the printed area.		
2B	Bridge	Connecting adjacent reflowed units		
2S	Solder ball	Un-merged solder particles around a big merged solder		
3	De-wetting	No un-melted solder exists. But the de-wetting area spreads.		no photo
4	Partially un-melted	Although un-melted solder particles exist, most of the solder particles are melted and integrated.		
5	Un-melted	Almost all the solder particles are un-melted.		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61189-5-301:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions	38
4 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre	39
4.1 Généralités	39
4.2 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre – Microscope électronique à balayage	39
4.2.1 Objet	39
4.2.2 Equipement/appareillage	39
4.2.3 Mode opératoire	39
4.2.4 Evaluation	39
4.3 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre – Diffraction laser	39
4.3.1 Objet	39
4.3.2 Equipement/appareillage	39
4.3.3 Mode opératoire	40
4.3.4 Evaluation	40
4.4 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre – Microscope numérique	40
4.4.1 Objet	40
4.4.2 Equipement/appareillage	40
4.4.3 Mode opératoire	40
4.4.4 Evaluation	40
5 Viscosité de la pâte à braser	40
5.1 Méthode A: méthode de la pompe à spirale Trace	40
5.1.1 Objet	40
5.1.2 Equipement/appareillage	41
5.1.3 Mode opératoire	41
5.1.4 Evaluation	42
5.2 Méthode B: méthode de la pompe à spirale (IEC 61189-5-3, Essai 5-3X06: Viscosité de la pâte à braser – Méthode de la pompe à spirale (applicable à 300 Pa·s)	42
5.2.1 Objet	42
5.2.2 Echantillon d'essai	42
5.2.3 Equipement/appareillage	42
5.2.4 Mode opératoire	43
5.2.5 Evaluation	43
5.3 Informations supplémentaires	44
6 Essai d'imprimabilité	44
6.1 Objet	44
6.2 Equipement/appareillage	44
6.3 Mode opératoire	47
6.4 Evaluation	47
7 Essai d'affaissement	48
7.1 Objet	48
7.2 Equipement/appareillage	48
7.3 Mode opératoire	48

7.4	Evaluation.....	49
8	Essai de refusion.....	49
8.1	Objet.....	49
8.2	Equipement/appareillage	49
8.3	Mode opératoire.....	49
8.4	Evaluation.....	50
9	Essai d'observation à haute température.....	50
9.1	Objet.....	50
9.2	Equipement/appareillage	50
9.3	Mode opératoire.....	52
9.4	Evaluation.....	53
Annexe A (informative)	Exemple de rapport d'essai sur l'essai de mesure de la répartition granulométrique de la poudre.....	54
Annexe B (informative)	Exemple de rapport d'essai sur les caractéristiques de viscosité	55
Annexe C (informative)	Exemple de rapport d'essai sur l'essai d'imprimabilité	56
C.1	Formulaire du rapport d'essai	56
C.2	Exemple d'entrée dans le rapport d'essai.....	57
Annexe D (informative)	Exemple de rapport d'essai sur l'essai d'affaissement.....	58
Annexe E (informative)	Exemple de rapport d'essai sur l'essai de refusion	59
E.1	Formulaire du rapport d'essai	59
E.2	Exemple d'entrée dans le rapport d'essai.....	60
Annexe F (informative)	Exemple de rapport d'essai sur l'essai d'observation à haute température.....	61
F.1	Formulaire du rapport d'essai	61
F.2	Formulaire du rapport sur les propriétés de fusion	62
F.3	Exemple d'entrée pour les propriétés de fusion.....	62
Annexe G (informative)	Photos d'exemple de l'essai d'imprimabilité et de refusion	63
G.1	Essai d'impression.....	63
G.2	Essai de refusion.....	64
Figure 1	– Masque métallique pour essai d'imprimabilité.....	46
Figure 2	– Carte d'essai avec encoches pour séparation	46
Figure 3	– Profil de température pour l'essai d'affaissement	48
Figure 4	– Profil de température pour l'essai de refusion	49
Figure 5	– Masque métallique pour essai d'observation à haute température.....	51
Figure 6	– Exemple de structure de l'appareillage d'observation à haute température.....	52
Tableau 1	– Procédure de contrôle qualité pour viscosimètre à spirale Trace	42
Tableau 2	– Procédure de contrôle qualité pour le viscosimètre à spirale conformément à l'Essai 5-3X06 de l'IEC 61189-5-3.....	43
Tableau 3	– Indice d'évaluation pour l'essai d'imprimabilité	47
Tableau 4	– Indice d'évaluation pour l'essai de refusion	50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 5-301: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages – Pâte à braser à fines particules de brasage

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. À 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 du présent document 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.

L'IEC 61189-5-301 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
91/1655/CDV	91/1698/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

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 ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

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

Partie 5-301: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages – Pâte à braser à fines particules de brasage

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61189 spécifie les méthodes pour soumettre à essai les caractéristiques de la pâte à braser à fines particules de brasage (ci-après désignée pâte à braser).

Le présent document s'applique à la pâte à braser à fines particules de brasage, telle que le type 6 et le type 7 spécifiés dans l'IEC 61190-1-2, ou à une pâte à braser à particules plus fines.

Ce type de pâte à braser est utilisé pour connecter des câblages et composants sur des cartes imprimées à haute densité employées dans les équipements électroniques ou de communication ou tout appareillage similaire équipé de câblage fin (par exemple des largeurs minimales de conducteurs et des espaces minimaux entre conducteurs de 60 µm ou moins).

Les méthodes d'essai pour les caractéristiques de la pâte à braser présentées dans le présent document tiennent compte de la force d'activation de la surface due à la finesse des particules de brasage qui peut affecter les résultats d'essais effectués selon les méthodes existantes.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61189-5-3:2015, *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*

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*

ISO 857-2, *Soudage et techniques connexes – Vocabulaire – Partie 2: Termes relatifs aux procédés de brasage tendre et de brasage fort*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 857-2, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

microscope numérique

microscope affichant une image agrandie sur l'écran d'un ordinateur individuel ou un moniteur

4 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre

4.1 Généralités

Cette mesure permet de déterminer si, oui ou non, les particules de brasage utilisées dans la pâte à braser sont conformes au type adéquat de dimension granulométrique de la poudre. Des spécimens de particules de brasage doivent être obtenus auprès du fournisseur ou extraits de la pâte à braser conformément à 4.14.4 et 4.14.5 de l'IEC 61189-5-3:2015.

4.2 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre – Microscope électronique à balayage

4.2.1 Objet

La répartition granulométrique de la poudre de brasage est mesurée à l'aide d'un microscope électronique à balayage (ci-après désigné MEB).

4.2.2 Equipement/appareillage

MEB: à grossissement de 1 000 fois ou plus avec un dispositif de stockage d'image.

4.2.3 Mode opératoire

Au moins 100 particules de brasage doivent être observées au MEB. L'observation peut être effectuée directement ou depuis les images acquises par le MEB. La dimension granulométrique de la poudre de brasage doit être déterminée en présumant que les particules de brasage sont sphériques. Les particules de brasage doivent être triées suivant le type de classification assigné, spécifié dans le Tableau 2 de l'IEC 61190-1-2:2014. Le nombre de particules de brasage triées doit être comptabilisé, puis converti en masses.

4.2.4 Evaluation

Exprimer les masses de particules à l'aide de valeurs situées au-dessus, à l'intérieur et en dessous de la plage de dimensions nominales, sous forme de pourcentages de la masse du spécimen d'origine. Inscrire ces données dans le rapport d'essai. L'Annexe A représente un exemple de rapport d'essai.

4.3 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre – Diffraction laser

4.3.1 Objet

La répartition granulométrique de la poudre de brasage est mesurée à l'aide d'un appareillage de mesure de la répartition granulométrique de poudre de type diffraction laser.

4.3.2 Equipement/appareillage

- a) appareillage de mesure de la répartition granulométrique de poudre de type diffraction laser;
- b) balance: sensibilité de 0,01 g;
- c) spatule.

4.3.3 Mode opératoire

La mesure doit être effectuée conformément aux instructions de l'appareillage de mesure. Mesurer l'échantillon témoin pour s'assurer que l'appareillage de mesure est suffisamment propre pour procéder à la mesure. Il doit être mesuré entre 0,5 g et 10 g de poudre de brasage pour déterminer la répartition granulométrique de la poudre.

4.3.4 Evaluation

Exprimer les masses de particules à l'aide de valeurs situées au-dessus, à l'intérieur et en dessous de la plage de dimensions nominales, sous forme de pourcentages de la masse du spécimen d'origine. Inscrire ces données dans le rapport d'essai. L'Annexe A représente un exemple de rapport d'essai.

4.4 Mesure de la répartition granulométrique de la poudre – Microscope numérique

4.4.1 Objet

La répartition granulométrique de la poudre de brasage est mesurée à l'aide d'un microscope numérique permettant une observation tridimensionnelle (3D) par construction 3D d'une image acquise.

4.4.2 Equipement/appareillage

- d) Lame de verre.
- e) Microscope numérique 3D:
 - 1) à grossissement de 1 000 fois ou plus;
 - 2) associé à un système optique télécentrique et un éclairage transmissif pour une mesure de haute précision;
 - 3) associé à un dispositif de stockage d'image permettant une construction 3D à partir des images mémorisées.

4.4.3 Mode opératoire

La mesure doit être effectuée conformément aux instructions de l'appareillage de mesure. Au moins 100 particules de brasage doivent être placées sur la lame de verre, puis observées à l'aide d'un microscope numérique. L'image 3D doit être mémorisée.

La dimension granulométrique de la poudre doit être déterminée en presumant que les poudres de brasage sont sphériques. Les poudres doivent être triées selon le type de classification assigné, spécifié dans le Tableau 2 de l'IEC 61190-1-2:2014. Le nombre de particules triées doit être comptabilisé, puis converti en masses.

4.4.4 Evaluation

Exprimer les masses de la poudre à l'aide de valeurs situées au-dessus, à l'intérieur et en dessous de la plage de dimensions nominales, sous forme de pourcentages de la masse du spécimen d'origine. Inscrire ces données dans le rapport d'essai. L'Annexe A représente un exemple de formulaire du rapport d'essai.

5 Viscosité de la pâte à braser

5.1 Méthode A: méthode de la pompe à spirale Trace

5.1.1 Objet

Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet de déterminer les caractéristiques de viscosité/vitesse de cisaillement et la thixotropie (indice thixotrope), qui se rapproche également de l'imprimabilité de la pâte à braser.

Le viscosimètre à spirale Trace est un viscosimètre rotatif à cylindres coaxiaux à réceptacle à échantillon à faible capacité, par exemple 0,2 cm³. Le cylindre extérieur du viscosimètre est mis en rotation, ce qui a pour effet de faire monter le spécimen de pâte à braser à l'intérieur du réceptacle. Lorsque toute la pâte à braser est remontée, le cylindre extérieur est tourné dans le sens inverse pour que la pâte à braser se replace au fond du réceptacle. Cette action est répétée: la pâte à braser monte et descend dans le réceptacle. Cela soumet la pâte à braser à des contraintes tangentielles. Celles-ci sont détectées sous la forme d'un couple sur le cylindre intérieur lorsque la pâte à braser monte. Les caractéristiques de viscosité sont, quant à elles, obtenues d'après la vitesse de rotation du cylindre. De plus, l'indice thixotrope est calculé à partir des caractéristiques de viscosité. La vitesse de cisaillement est définie comme $D=v/\gamma$ (s⁻¹) selon la vitesse de rotation du cylindre extérieur (v) et l'espace entre le cylindre intérieur et le cylindre extérieur (γ).

L'essai peut être réalisé conformément à l'Essai 5-3X06 de l'IEC 61189-5-3:2014 comme méthode d'essai B.

5.1.2 Equipement/appareillage

- a) spatule;
- b) viscosimètre: viscosimètre à spirale Trace;
- c) chambre à température constante: intégrée au corps du viscosimètre ou externe;
- d) réceptacle en métal: capacité de 0,2 cm³ pour viscosimètre à spirale Trace;
- e) enregistreur: ordinateur individuel, etc.;
- f) solvant: alcool isopropylique (réactif pur), alcool éthylique (réactif pur), etc.

5.1.3 Mode opératoire

Voir le Tableau 1 pour le mode opératoire.

- a) Si nécessaire, laisser la pâte à braser à température ambiante.
- b) Mélanger la pâte à braser avec une spatule pour l'homogénéiser.
- c) Verser la pâte à braser dans un réceptacle en métal.
- d) Placer le réceptacle en métal contenant la pâte à braser dans le viscosimètre à spirale Micro.
- e) Faire tourner le cylindre extérieur pour que la pâte à braser s'écoule entre le cylindre intérieur et le cylindre extérieur. Régler la température de la chambre à température constante à $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ quand le cylindre extérieur est statique, puis attendre environ 10 min que la température de la chambre à température constante se stabilise.
- f) Une fois que la température de la chambre à température constante s'est stabilisée, mesurer la viscosité à la vitesse de rotation de $(10 \pm 0,5)$ tr/min pendant environ 2 min.
- g) Retirer le réceptacle en métal, le cylindre intérieur et le cylindre extérieur. Les nettoyer avec un solvant adéquat (réactif pur) comme l'alcool isopropylique ou l'alcool éthylique. Verser de la pâte à braser neuve dans le réceptacle en métal, puis le replacer dans le viscosimètre à spirale Trace.
- h) Faire de nouveau tourner le cylindre extérieur. Une fois que la pâte à braser a rempli la zone entre le cylindre intérieur et le cylindre extérieur, régler la température de la chambre à température constante à $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ quand le cylindre extérieur est statique. Attendre environ 10 min que la température de la chambre à température constante se stabilise.
- i) Mesurer la viscosité à une vitesse de rotation de $(5 \pm 0,25)$ tr/min pendant environ 4 min, puis à une vitesse de $(20 \pm 1,0)$ tr/min pendant environ 1 min. Les valeurs de viscosité à $(5 \pm 0,25)$ tr/min et à $(20 \pm 1,0)$ tr/min doivent être lues.

Tableau 1 – Procédure de contrôle qualité pour viscosimètre à spirale Trace

Vitesse (tr/min)	Durée (min)
10	2
Retirer la pâte à braser, puis nettoyer le cylindre intérieur et le cylindre extérieur. Remplir ensuite un réceptacle en métal de pâte à braser neuve.	
5	4
20	1

L'indice thixotrope (TI) est obtenu à l'aide de la formule ci-dessous.

$$TI = \frac{\log(\eta_1 / \eta_2)}{\log(D_2 / D_1)}$$

où

η_1 est la viscosité (Pa·s) à la vitesse de cisaillement D_1 ;

η_2 est la viscosité (Pa·s) à la vitesse de cisaillement D_2 ;

D_1 est la vitesse de cisaillement 1 (s^{-1}), $D_1=3$ (s^{-1}) à 5 tr/min;

D_2 est la vitesse de cisaillement 2 (s^{-1}), $D_2=12$ (s^{-1}) à 20 tr/min.

5.1.4 Evaluation

L'Annexe B représente un exemple de formulaire du rapport d'essai. Inscrive la viscosité mesurée en 5.1.2 f) et l'indice thixotrope obtenu en 5.1.3 i).

5.2 Méthode B: méthode de la pompe à spirale (IEC 61189-5-3, Essai 5-3X06: Viscosité de la pâte à braser – Méthode de la pompe à spirale (applicable à 300 Pa·s)

5.2.1 Objet

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

5.2.2 Echantillon d'essai

La pâte à soumettre à essai doit être stabilisée à $(25 \pm 1) ^\circ C$ 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.

5.2.3 Equipement/appareillage

L'équipement utilisé doit être un viscosimètre à pompe à spirale. Régler la vitesse de rotation de l'instrument à 10 tr/min. D'autres équipements 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.

5.2.4 Mode opératoire

5.2.4.1 Préparation

- Ouvrir le ou les conteneurs, retirer tous les capuchons intérieurs, gratter la pâte collée aux parois des couvercles ou bien du ou des capuchons intérieurs et du ou des conteneurs pour l'enlever, puis ajouter le tout à la pâte dans le ou les conteneurs.
- A l'aide d'une spatule, remuer doucement la pâte pendant 1 min à 2 min pour l'homogénéiser, en prenant 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.

5.2.4.2 Essai

Voir le Tableau 2 pour le mode opératoire.

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

Tableau 2 – Procédure de contrôle qualité pour le viscosimètre à spirale conformément à l'Essai 5-3X06 de l'IEC 61189-5-3

Vitesse (tr/min)	Durée (min)
10	3
3	6
4	3
5	3
10	3
20	1
30	1
10	1

L'indice thixotrope (TI) est obtenu à l'aide de la formule ci-dessous.

$$TI = \frac{\log(\eta_1 / \eta_2)}{\log(D_2 / D_1)}$$

où

η_1 est la viscosité ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) à la vitesse de cisaillement D_1 ;

η_2 est la viscosité ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) à la vitesse de cisaillement D_2 ;

D_1 est la vitesse de cisaillement 1 (s^{-1}), $D_1=1,8$ (s^{-1}) à 3 tr/min;

D_2 est la vitesse de cisaillement 2 (s^{-1}), $D_2=18$ (s^{-1}) à 30 tr/min.

5.2.5 Evaluation

Inscrire ces données dans le formulaire du rapport d'essai.

5.3 Informations supplémentaires

Sources des équipements d'essai: les sources d'équipement décrites ci-dessous sont celles qui sont actuellement reconnues dans l'industrie. Les utilisateurs de cette méthode d'essai sont encouragés à soumettre les noms de sources supplémentaires dès lors qu'elles deviennent disponibles, afin de tenir à jour cette liste dans la mesure du possible.

Equipement de viscosimètre à pompe à spirale ¹:

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.

6 Essai d'imprimabilité

6.1 Objet

Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet de déterminer l'imprimabilité de la pâte à braser.

La pâte à braser soumise à évaluation est imprimée sur une carte stratifiée plaquée cuivre (ci-après désignée carte d'essai) à l'aide du motif d'impression représenté sur la Figure 1, afin d'évaluer son imprimabilité. La forme et les dimensions de la pâte à braser imprimée sont évaluées, au début de l'impression et lors de l'impression continue, ainsi que sa stabilité. La forme plane et l'épaisseur (répartition) des impressions de pâte à braser, ainsi que leur stabilité pendant l'impression continue, sont mesurées.

La pâte à braser imprimée sur la carte peut être utilisée pour les essais 7 à 9.

6.2 Equipement/appareillage

a) Masque métallique:

- 1) (30 ± 5) μm d'épaisseur, nickelé;
- 2) le motif des orifices est représenté à la Figure 1, c'est-à-dire des orifices cylindriques sans conicité;
- 3) il convient que le cadre extérieur soit conçu de sorte que ses dimensions correspondent à la machine à imprimer, par exemple 650 mm $\times$ 550 mm pour une machine à imprimer automatique.

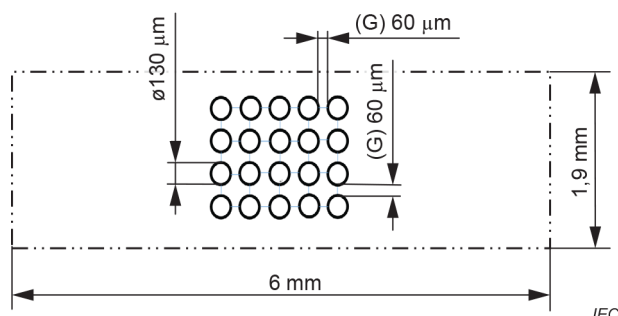
b) Carte d'essai:

- 1) carte stratifiée plaquée cuivre, répondant de préférence aux dimensions de 92 mm (largeur) $\times$ 80 mm (longueur) $\times$ 0,8 mm (épaisseur), feuille de cuivre d'environ 12 μm d'épaisseur. D'autres dimensions ou épaisseurs de feuille de cuivre peuvent être utilisées conformément aux exigences de la machine à imprimer;
- 2) si nécessaire, un repère d'alignement peut être indiqué;
- 3) si les impressions pour l'essai d'imprimabilité et pour l'essai d'observation à haute température sont réalisées simultanément, il est permis d'utiliser une carte d'essai, avec substrats de division, conforme à la configuration représentée à la Figure 2.

c) Machine à imprimer: capable de réaliser des impressions automatiques et dotée d'un mécanisme d'alignement.

¹ 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 conduisent aux mêmes résultats.

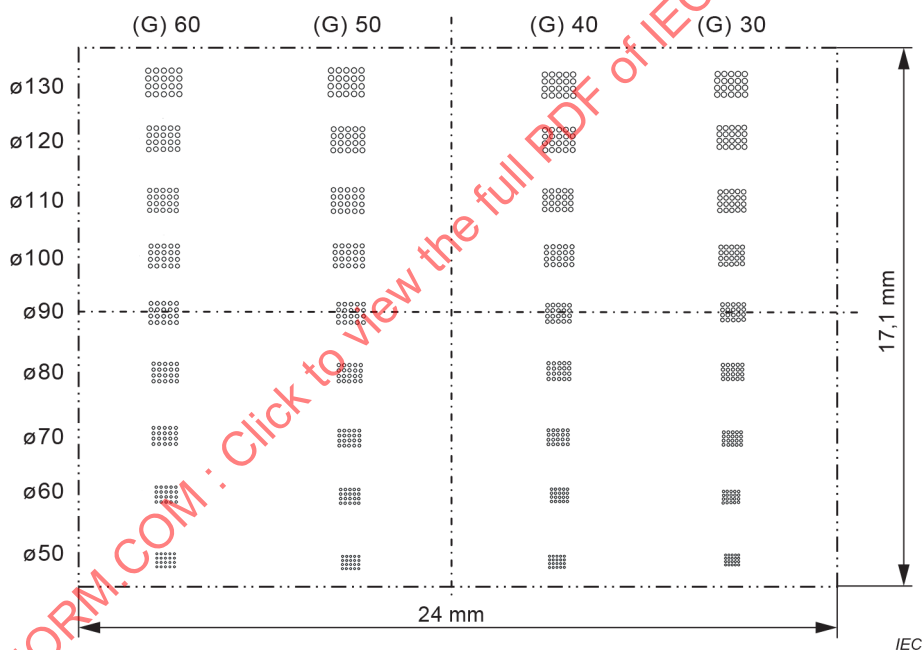
- d) Spatule.
- e) Microscopes 3D: à grossissement de 200 fois ou plus avec un dispositif de stockage d'image.
- f) Capteurs de déplacement de type laser et dispositifs de mesure de forme: résolution de 0,1 μm ou plus fine.



Légende

- G Espacement du motif
- Ø Diamètre d'orifice

a) Détails des orifices du masque métallique (diamètre d'orifice de 130 μm – espacement de 60 μm)

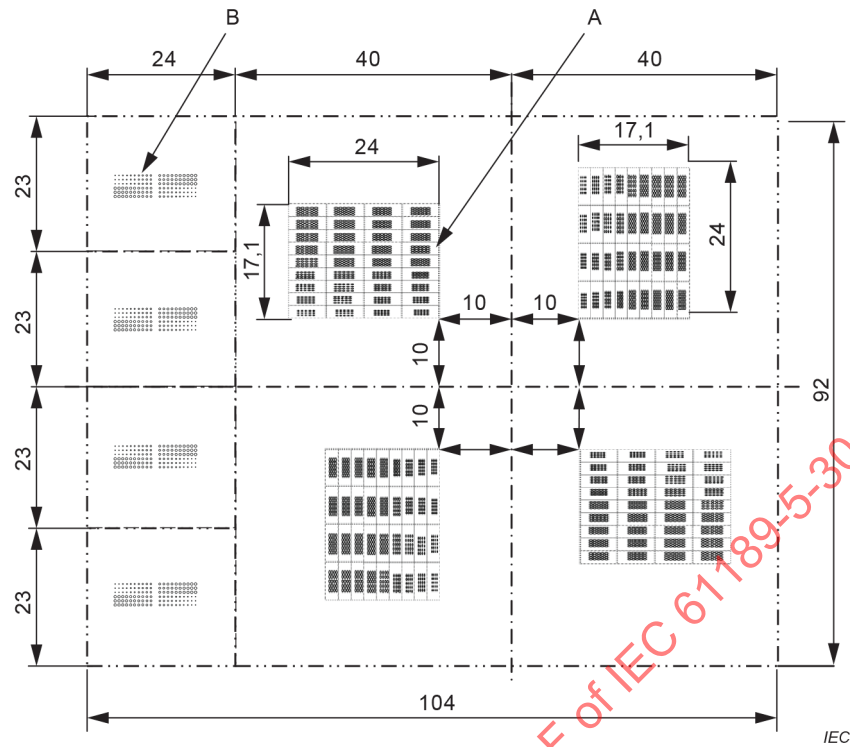


Légende

- G Espacement du motif en μm
- Ø Diamètre d'orifice en μm

b) Matrice des orifices du masque métallique

Dimensions en millimètres



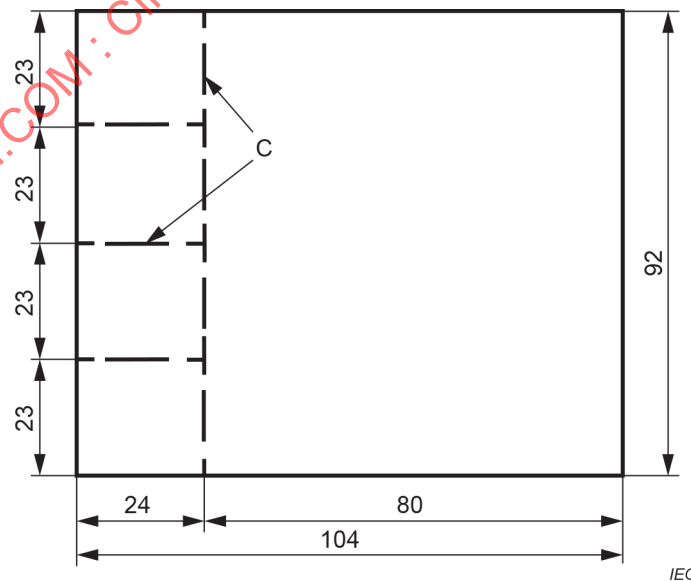
Légende

- A Exemple de 4 dispositions de matrices de masque métallique [Figure 1 b)], chacune étant orientée selon une rotation de 90° par rapport à la précédente.
- B Exemple de disposition de 4 motifs pour l'essai d'observation à haute température (voir Figure 5).

c) Exemple de disposition de masque métallique pour l'essai d'imprimabilité

Figure 1 – Masque métallique pour essai d'imprimabilité

Dimensions en millimètres



Légende

- C Encoche pour séparation

Figure 2 – Carte d'essai avec encoches pour séparation

6.3 Mode opératoire

- Si nécessaire, laisser la pâte à braser à température ambiante: $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- Mélanger la pâte à braser avec une spatule pour l'homogénéiser.
- La pâte à braser est disposée sur un masque métallique placé sur une machine à imprimer. La pâte à braser est ensuite imprimée sur une carte d'essai à l'aide d'une raclette. La température d'impression doit être contrôlée pour être maintenue entre $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- La forme plane (dimensions) de la pâte à braser imprimée doit être mesurée à l'aide des images capturées par un microscope 3D. L'épaisseur de la pâte à braser doit être mesurée avec un capteur de déplacement laser ou un dispositif de mesure de forme sans contact.

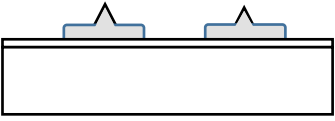
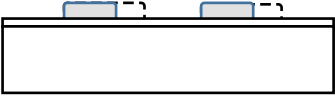
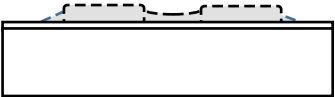
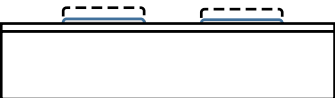
6.4 Evaluation

La pâte à braser imprimée lors de la première impression et de la dixième impression en impression continue doit être évaluée. Les critères d'évaluation sont la présence ou l'absence de dégorgement, d'étalement et de pontage qui sont constatées en comparant toute différence entre la dimension des orifices du masque métallique et la forme de la pâte à braser imprimée. Le Tableau 3 énumère les indices d'évaluation.

L'Annexe C représente un exemple de rapport d'essai.

L'Annexe G (voir Article G.1) montre des exemples d'images correspondant au Tableau 3.

Tableau 3 – Indice d'évaluation pour l'essai d'imprimabilité

Indice d'évaluation d'imprimabilité		Description	Image
A	Satisfaisant	Les défauts d'impression (défauts d'impression, étalement, pontage et écaillage) sont inexistantes. La pâte à braser imprimée ne présente pas de différence majeure par rapport à la forme et la dimension des orifices du masque métallique.	
N	Dégorgement	La pâte à braser s'étale finement autour des bords des impressions adjacentes.	
T	Stalactite	L'impression de pâte à braser a une forme de stalactite.	
L	Quantité de brasure manquante ou insuffisante	La quantité de pâte à braser est manquante ou insuffisante par endroits.	
B	Pont	Les impressions adjacentes sont reliées les unes aux autres.	
K	Brasure rasante	La pâte à braser imprimée est plus fine que l'épaisseur du masque métallique (cela peut comprendre des zones non imprimées).	

7 Essai d'affaissement

7.1 Objet

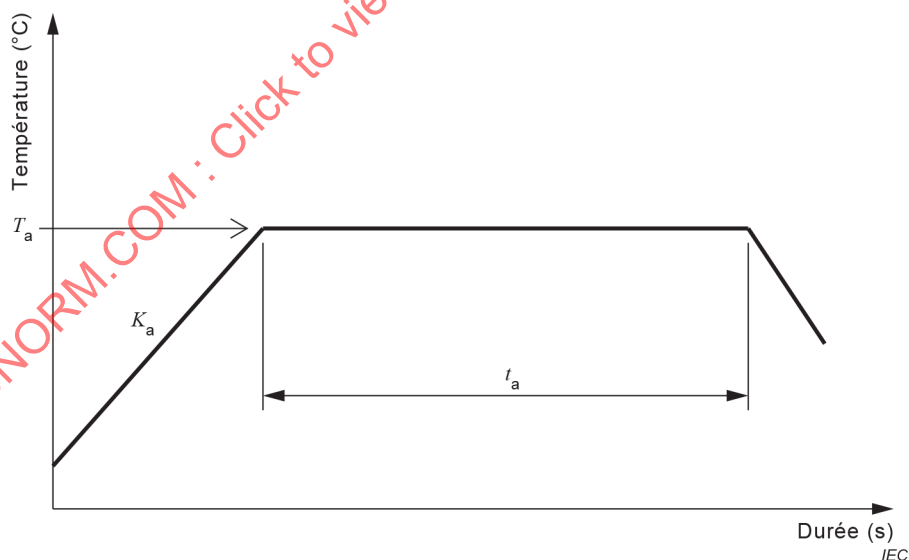
Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet d'évaluer le degré d'affaissement de la pâte à braser en conditions de préchauffage lors du brasage par refusion.

7.2 Equipement/appareillage

- masque métallique: conformément à 6.2 a);
- carte d'essai: conformément à 6.2 b);
- machine à imprimer: conformément à 6.2 c);
- four de refusion: capable de réguler le profil de température spécifié à la Figure 3. Dans le four, une atmosphère d'azote régule la concentration d'oxygène à 200 ppm ou moins;
- équipement grossissant: microscope, etc.

7.3 Mode opératoire

- L'impression doit être réalisée conformément à 6.3, de a) à c).
- La carte d'essai imprimée doit être soumise au profil de température spécifié à la Figure 3 à l'aide du four de refusion, dans une concentration d'oxygène atmosphérique de 200 ppm ou moins. Le chauffage est démarré à température ambiante. La température de chauffage doit être inférieure ou égale à la température du solidus de l'alliage de brasage utilisé dans la pâte à braser (par exemple 130 °C à 180 °C pour un alliage de brasage Sn63Pb37 ou Sn96,5Ag3Cu,5). La vitesse de retour aux conditions initiales n'est pas spécifiée pour le refroidissement.
- Après refroidissement, la pâte à braser sur la carte d'essai doit être soumise à un examen visuel à l'aide d'un équipement grossissant tel qu'un microscope. Pour chaque diamètre de pâte à braser imprimée, identifier l'espacement minimal pour lequel aucun pont ne se produit.



Légende

K_a Vitesse de constitution des conditions d'essais: 2 K/s à 3 K/s

T_a Température de chauffage

t_a Durée de chauffage: au moins 120 s

Figure 3 – Profil de température pour l'essai d'affaissement

7.4 Evaluation

L'Annexe D représente un exemple de rapport d'essai.

8 Essai de refusion

8.1 Objet

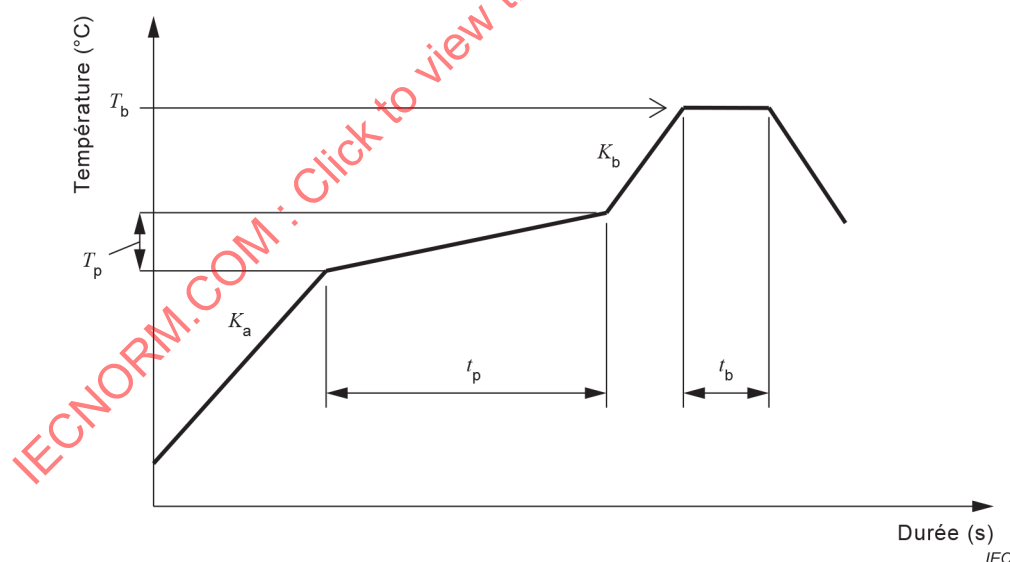
Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet d'évaluer les propriétés de refusion de la pâte à braser en conditions de brasage par refusion.

8.2 Equipement/appareillage

- Masque métallique: conformément à 6.2 a).
- Carte d'essai: conformément à 6.2 b).
- Machine à imprimer: conformément à 6.2 c).
- Four de refusion: capable de réguler le profil de température spécifié à la Figure 4. Dans le four, une atmosphère d'azote régule la concentration d'oxygène à 200 ppm ou moins.
- Equipement grossissant: microscope, etc.

8.3 Mode opératoire

- L'impression doit être réalisée conformément à 6.3, de a) à c).
- La refusion doit être effectuée dans les 8 h après l'impression.
- La carte d'essai imprimée doit être soumise au profil de température spécifié à la Figure 4 à l'aide du four de refusion, dans une concentration d'oxygène atmosphérique de 200 ppm ou moins. Le chauffage est démarré à température ambiante (15 °C à 35 °C). La température de retour aux conditions initiales n'est pas spécifiée pour le refroidissement.



Légende

- K_a Vitesse de constitution des conditions d'essais jusqu'au préchauffage: 2 K/s à 3 K/s
- T_p Plage de température de préchauffage: 130 °C à 180 °C, sans dépasser la température du solidus de l'alliage de brasage
- t_p Durée du préchauffage: 120 s à 200 s
- K_b Vitesse de constitution des conditions d'essais jusqu'au préchauffage: 1 K/s à 2 K/s
- T_b Température de chauffage: (240 ± 3) °C pour l'alliage de brasage Sn96,5Ag3Cu,5 ou (30 ± 3) °C au-dessus de la température du liquidus de l'alliage de brasage
- t_b Durée de chauffage: 10 s ou moins

Figure 4 – Profil de température pour l'essai de refusion

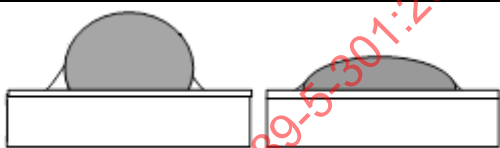
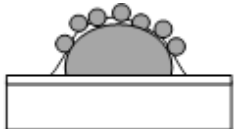
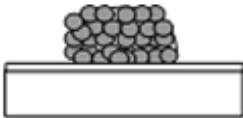
- d) Après refroidissement, la pâte à braser sur la carte d'essai doit être soumise à un examen visuel à l'aide d'un équipement grossissant tel qu'un microscope.

8.4 Evaluation

Le Tableau 4 énumère les indices d'évaluation. L'Annexe E présente un exemple de rapport d'essai.

L'Annexe G (voir Article G.2) montre des exemples d'images correspondant au Tableau 4.

Tableau 4 – Indice d'évaluation pour l'essai de refusion

Indice d'évaluation de la refusion		Description	Image de la refusion
1	Aucun défaut	Aucune absence de fusion ni aucun démouillage n'est constaté. L'impression de pâte à braser mouille la surface imprimée.	
2B	Pont	Refusions adjacentes reliées les unes aux autres.	
2S	Bille de brasage	Particules de brasage non fusionnées autour d'une grande brasure fusionnée.	
3	Démouillage	Aucune brasure non fondue n'est constatée, mais la zone de démouillage se répand.	
4	Brasure partiellement non fondue	Bien que des particules soient non fondues, la majeure partie des particules de brasage ont fondu et se sont incorporées.	
5	Brasure non fondue	Les particules de brasage sont presque toutes non fondues.	

9 Essai d'observation à haute température

9.1 Objet

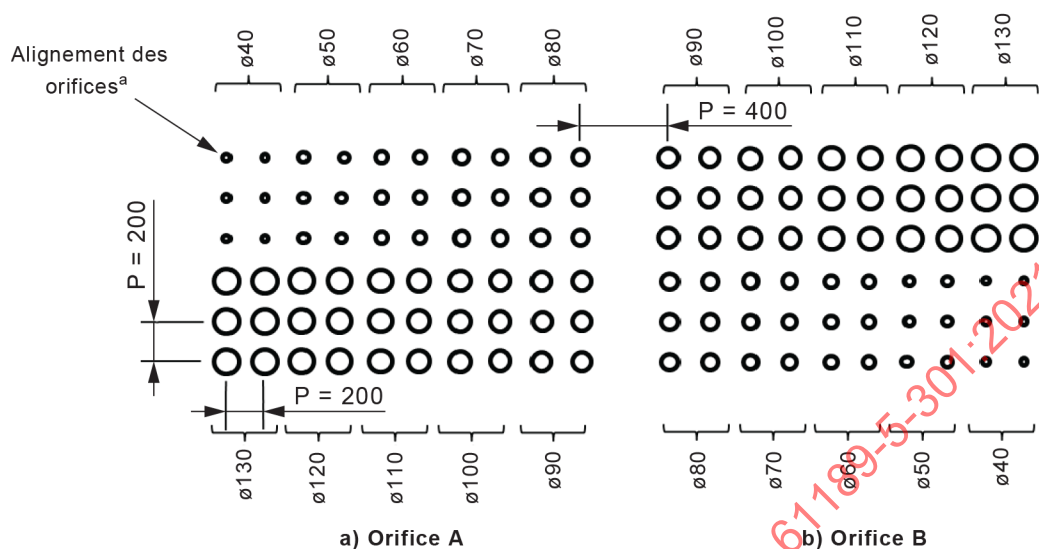
Cet essai spécifie un mode opératoire normalisé qui permet d'évaluer le degré d'affaissement de la pâte à braser pendant le préchauffage et le comportement de refusion de la pâte à braser pendant le chauffage de refusion.

9.2 Equipement/appareillage

a) Masque métallique:

- 1) $(30 \pm 5) \mu\text{m}$ d'épaisseur, nickelé;
- 2) le motif des orifices est représenté à la Figure 5, c'est-à-dire des orifices cylindriques sans conicité;

- 3) il convient que le cadre extérieur soit conçu de sorte que ses dimensions correspondent à la machine à imprimer, par exemple 650 mm × 550 mm pour une machine à imprimer automatique ou 310 mm × 240 mm pour une impression manuelle.



Légende

P Entraxe en μm

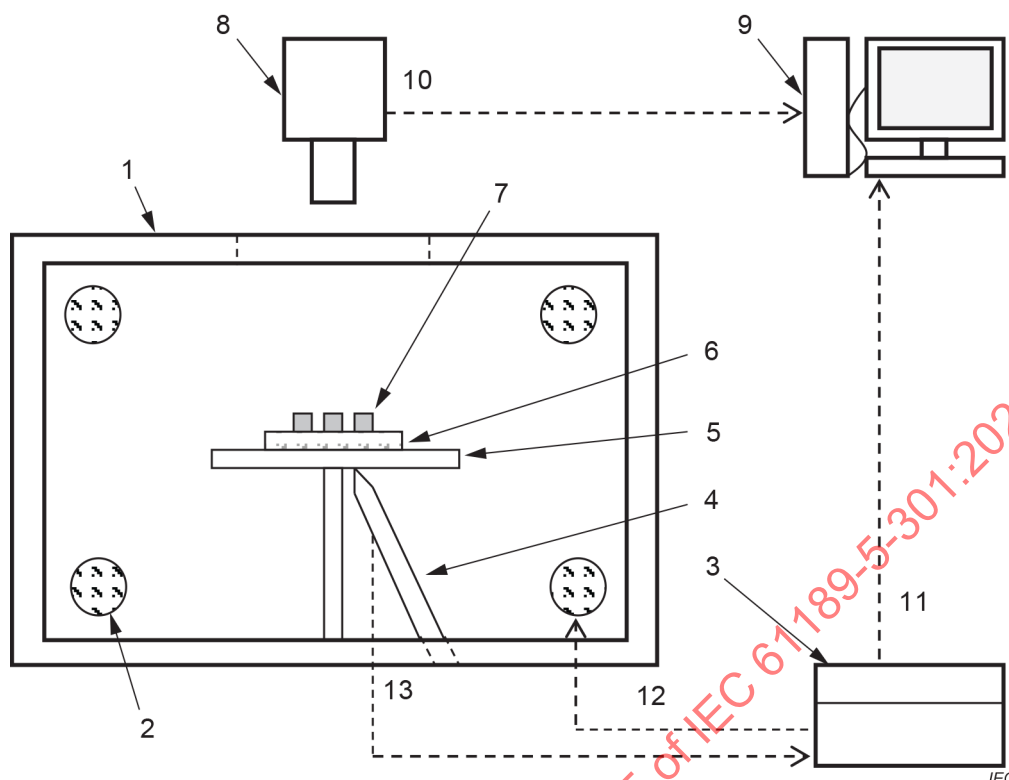
Ø Diamètre d'orifice en μm

^a Les orifices sont alignés avec un entraxe régulier de 200 μm .

Figure 5 – Masque métallique pour essai d'observation à haute température

b) Carte d'essai:

- 1) carte stratifiée plaquée cuivre, répondant de préférence aux dimensions de 23 mm (largeur) × 24 mm (longueur) × 0,8 mm (épaisseur), feuille de cuivre d'environ 12 μm d'épaisseur. D'autres dimensions ou épaisseurs de feuille de cuivre peuvent être utilisées conformément aux exigences de la machine à imprimer;
 - 2) si nécessaire, un repère d'alignement peut être utilisé;
 - 3) une carte d'essai conforme à la Figure 2 peut être indiquée.
- c) Machine à imprimer: appareillage d'impression manuelle équipé d'un mécanisme d'alignement ou machine à imprimer automatique.
- d) Appareillage d'observation à haute température: Figure 6
- 1) l'appareillage d'observation à haute température se compose d'une chambre à haute température, d'une unité de commande de chauffage, d'une caméra vidéo et d'un enregistreur vidéo;
 - 2) la chambre à haute température se constitue d'un élément chauffant permettant de chauffer la chambre à haute température, d'une platine pour la carte d'essai, d'un capteur de température et d'une unité de commande de chauffage qui doit permettre d'atteindre le profil de température représenté à la Figure 4. Dans la chambre, l'atmosphère doit être de l'azote régulant la concentration d'oxygène de 200 ppm ou moins;
 - 3) la caméra vidéo doit permettre de capturer des images allant du diamètre minimal d'impression jusqu'à la carte d'essai dans son intégralité;
 - 4) l'enregistreur vidéo doit permettre d'enregistrer l'essai du début à la fin, ainsi que d'enregistrer les données de température et de temps écoulé à compter du démarrage du chauffage. La fréquence d'enregistrement doit être de 30 images par seconde ou plus et la résolution du temps écoulé doit être de 0,1 s ou moins.



Légende

- 1 Chambre à haute température
- 2 Appareil de chauffage
- 3 Unité de commande de l'élément chauffant
- 4 Capteur de température
- 5 Platine
- 6 Carte d'essai
- 7 Pâte à braser
- 8 Caméra vidéo
- 9 Enregistreur vidéo
- 10 Signal vidéo
- 11 Données de température et de temps écoulé
- 12 Sortie de la commande de l'élément chauffant
- 13 Sortie du capteur de température

Figure 6 – Exemple de structure de l'appareillage d'observation à haute température

- e) Pinces: permettant de charger ou décharger la carte d'essai dans la chambre à haute température.

9.3 Mode opératoire

- a) L'impression doit être réalisée conformément à 6.3, de a) à c).
- b) La carte d'essai imprimée doit être placée sur la platine à l'intérieur de la chambre à haute température à l'aide de pinces ou d'un outil alternatif similaire. La position et le point de la caméra vidéo doivent être réglés de sorte à obtenir des images vidéo claires de la zone (orifice A ou orifice B à la Figure 5) à observer.
- c) La carte d'essai imprimée doit être soumise au profil de température spécifié à la Figure 4. Les images vidéo doivent être enregistrées tout au long de la durée de l'essai.