

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Device embedded substrate –
Part 1-1: Generic specification – Test methods**

**Substrat avec appareil(s) intégré(s) –
Partie 1-1: Spécification générique – Méthodes d'essai**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Device embedded substrate –
Part 1-1: Generic specification – Test methods**

**Substrat avec appareil(s) intégré(s) –
Partie 1-1: Spécification générique – Méthodes d'essai**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180; 31.190

ISBN 978-2-8322-2674-2

**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	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Abbreviations	7
4 Test methods	8
4.1 General	8
4.2 Visual inspection and micro-sectioning	8
4.2.1 General	8
4.2.2 Visual inspection	8
4.2.3 Micro-sectioning	8
4.2.4 Lack of conductor and residue of conductor	10
4.2.5 Land dimension and land width (annular ring)	10
4.3 Electrical tests	13
4.3.1 Conductor resistance	13
4.3.2 Through hole and build-up via	14
4.3.3 Withstanding current of embedded device connection	15
4.3.4 Withstanding voltage in embedded boards	17
4.3.5 Insulation resistance	19
4.3.6 Conduction and insulation of circuit	20
4.4 Mechanical tests	20
4.4.1 Pulling strength of conductor	20
4.4.2 Pulling strength of un-plated through hole	21
4.4.3 Pulling strength of plated through hole	22
4.4.4 Pulling strength of pad of land pattern	22
4.4.5 Adhesivity of plated foil	23
4.4.6 Adhesivity of solder resist and symbol mark	24
4.4.7 Hardness of painted film (solder resist and symbol mark)	28
4.5 Environmental tests	29
4.5.1 General	29
4.5.2 Vapour phase thermal shock	30
4.5.3 High temperature immersion tests	30
4.5.4 Resistance to humidity	31
4.6 Mechanical environmental test – Resistance to migration	34
4.6.1 General	34
4.6.2 Equipment	34
4.6.3 Specimen	35
4.6.4 Test condition	35
5 Shipping inspection	36
5.1 General	36
5.2 Electrical test	37
5.2.1 General	37
5.2.2 Test of conductor pattern not connected to an embedded component	38
5.2.3 Test on the pattern having a passive component and a conductor pattern	40

5.2.4	Test of a circuit having both active component(s) and a conductor pattern.....	43
5.2.5	Test of a circuit having connections of both individual passive component(s) and conductor pattern.....	46
5.2.6	Test of a circuit having an embedded component which cannot be checked from the surface and a conductor pattern.....	47
5.3	Internal transparent test.....	47
5.4	Visual test.....	47
Annex A (informative) Related test methods		49
Bibliography.....		52
Figure 1 – Measuring items of the micro-sectioned through hole structure		9
Figure 2 – Measuring items of the micro-sectioned device embedded board with build-up structure		9
Figure 3 – Measurement of land dimension.....		11
Figure 4 – Build-up land measurement.....		12
Figure 5 – Conductor resistance measurement		14
Figure 6 – Relationship between current, conductor width and thickness and temperature rise		17
Figure 7 – Adhesivity of plated film		24
Figure 8 – Single cutting tool		25
Figure 9 – Cutter knife		25
Figure 10 – Multiple blade cutter.....		26
Figure 11 – Equal-distance spacer with guide.....		26
Figure 12 – Cutting using a single cutting tool or a cutting knife.....		27
Figure 13 – Cross-cut test.....		28
Figure 14 – Coated film hardness test.....		29
Figure 15 – Temperature and humidity cycles		33
Figure 16 – Device embedded board for shipping inspection.....		36
Figure 17 – Typical circuit construction of device embedded board		37
Figure 18 – Examples of evaluation levels of electrical test.....		39
Figure 19 – Circuit construction not connected to embedded component		39
Figure 20 – Circuit construction which is capable of independent check.....		40
Figure 21 – Circuit construction for parallel connection of passive components.....		42
Figure 22 – Circuit construction for series connection of passive components.....		43
Figure 23 – Circuit construction of embedded diode.....		44
Figure 24 – Circuit construction of transistor circuit.....		44
Figure 25 – Circuit construction of a conductor pattern with embedded IC and LSI		45
Figure 26 – Circuit construction composed of a passive component and an active component.....		46
Figure 27 – Circuit construction of embedded components having no connection terminal on the surface		47
Table 1 – Test items, characteristics and observations of micro-sectioned specimens		9
Table 2 – Test method for coplanarity around the land pattern		12
Table 3 – Characteristics and test methods for conductor resistance		15

Table 4 – Withstanding current and test methods	16
Table 5 – Withstanding voltage and test methods	18
Table 6 – Criteria and test methods for insulation resistance	20
Table 7 – Characteristics and test method of pulling strength of conductor	21
Table 8 – Dimensions of land, hole and conductor	22
Table 9 – Characteristics and test methods of pulling strength of plated through hole	22
Table 10 – Specification and test method of pad pulling strength of land pattern	23
Table 11 – High and low temperature characteristics and tests	30
Table 12 – Thermal shock characteristics and test methods	30
Table 13 – Thermal shock (high temperature immersion test)	31
Table 14 – Measuring environment	31
Table 15 – Thermal shock (high temperature immersion tests)	31
Table 16 – Resistance to humidity characteristics and test methods	34
Table 17 – Resistance to migration characteristics and test methods	35
Table 18 – Applicable items of shipping inspection	37
Table A.1 – Related test methods	49

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEVICE EMBEDDED SUBSTRATE –

Part 1-1: Generic specification – Test methods

FOREWORD

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

International Standard IEC 62878-1-1 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

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

FDIS	Report on voting
91/1248/FDIS	91/1260/RVD

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

A list of all parts in the IEC 62878, published under the general title *Device embedded substrate*, can be found on the IEC website.

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

DEVICE EMBEDDED SUBSTRATE –

Part 1-1: Generic specification – Test methods

1 Scope

This part of IEC 62878 specifies the test methods of passive and active device embedded substrates. The basic test methods of printed wiring substrate materials and substrates themselves are specified in IEC 61189-3.

This part of IEC 62878 is applicable to device embedded substrates fabricated by use of organic base material, which include for example active or passive devices, discrete components formed in the fabrication process of electronic wiring board, and sheet formed components.

The IEC 62878 series neither applies to the re-distribution layer (RDL) nor to the electronic modules defined as an M-type business model in IEC 62421.

2 Normative references

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

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

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

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

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

IEC TS 62878-2-4:2015, *Device embedded substrate – Part 2-4 – Guidelines – Test element groups (TEG)*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194 apply.

3.2 Abbreviations

AABUS as agreed between user and supplier

AOI automated optical inspection

LSI large scale integration

4 Test methods

4.1 General

This clause is given for guidance only. The test shall be carried out at the standard air conditions (or simply stated as standard environment):

Temperature	Relative humidity	Atmospheric pressure
15°C to 35°C	25 % to 75 %	86 kPa to 106 kPa

4.2 Visual inspection and micro-sectioning

4.2.1 General

Visual inspection and micro-sectioning of multi-layer printed wiring boards are specified in 4.2.2 and 4.2.3.

4.2.2 Visual inspection

Visual inspection consists of checking the appearance, finish, and pattern of specimens using the naked eye or a magnifying glass in reference to its individual specification. The test result shall be as agreed between user and supplier (hereafter referred as AABUS).

4.2.3 Micro-sectioning

Micro-sectioning is to check the state, appearance, and dimensions according to individual specifications of the plated through hole, the via in the build-up layer, the conductor, the interlayer distance, the conductor distance, and the connections to the embedded device. The specimen is mounted in epoxy or polyester resin and the specimen is cross-sectioned and polished for observation. The evaluation of the results shall be AABUS. The equipment, material, specimen and test are specified in a) to d).

a) Equipment

An industrial microscope capable of measuring plated film thicknesses with an accuracy of 0,001 mm.

b) Material

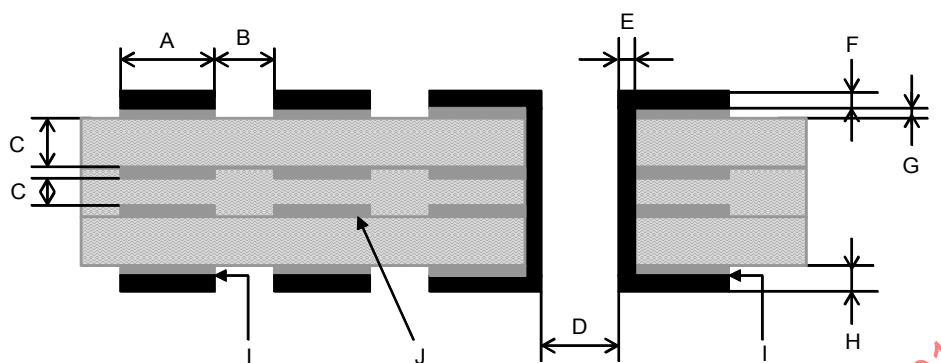
Materials used in this test are releasing agent, moulding resin, polishing cloth or paper (#180, #400, #1 000, etc.) with the option to use polishing materials (alumina or chromium oxide).

c) Specimen

A specimen is cut from the product to an appropriate size sufficient for observation and mounted in moulding resin. The cut surface is then polished with polishing cloth/paper starting from coarse to fine using a rotating felt surface and the above mentioned polishing material. The polishing face shall be within an angle of 85° to 95° to the layer to be observed. The diameter of the plated film of the through hole and of the vias in the build-up layer observed by micro-sectioning shall be no less than 90 % of the previously observed hole diameter. Etch the specimen if the boundary of the plating needs to be clarified after polishing.

d) Test

The test consists of observing the items specified in the individual specifications by means of a microscope of specified magnification. Figure 1 illustrates the test items for the through hole to check the micro-sectioned faces, and Figure 2 for the build-up structure and embedded devices. Table 1 gives the characteristics and observation items of the test.

**Key**

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---------------------------------|
| A | Conductor width | F | Conductor plated film thickness |
| B | Conductor gap | G | Thickness of copper foil |
| C | Insulation layer thickness | H | Conductor thickness |
| D | Hole diameter | I | Boundary of plated film |
| E | Plated film thickness of through hole | J | Internal circuit |

Figure 1 – Measuring items of the micro-sectioned through hole structure**Key**

- | | |
|---|--|
| A | Distance between conductor and embedded device |
| B | Device embedding layer |

Figure 2 – Measuring items of the micro-sectioned device embedded board with build-up structure**Table 1 – Test items, characteristics and observations of micro-sectioned specimens**

No	Test item	Characteristics and observation
1	Conductor width (inner layer, outer layer)	– Upper conductor width – Lower conductor width – Etch factor
2	Conductor gap (inner layer, outer layer)	– Minimum conductor gap
3	Insulation layer thickness/conductor gap	– Minimum insulation layer/minimum conductor gap – Delamination – Measling – Cracking
4	Hole diameter and land width	– Hole diameter – Land width

No	Test item	Characteristics and observation
5	Plated film thickness of the through hole	– Plated film thickness of the through hole – Plated film thickness of the via in the build-up layer (conformal via) – Corner crack – Barrel crack – Foil crack
6	Film thickness of the plated conductor	– Film thickness of the plated conductor
7	Copper foil thickness	– Copper foil thickness
8	Conductor thickness	– Total conductor thickness(copper foil and film thickness of the plated conductor)
9	Distance between conductor and embedded device	– Distance between conductor and embedded device
10	Thickness of the device embedding layer	– Thickness of the device embedding layer – Delamination – Measling – Cracking

4.2.4 Lack of conductor and residue of conductor

In order to measure lack and residue of conductor, a) and b) apply:

a) Equipment

An industrial microscope with an accuracy of at least 0,001 mm.

b) Measurement

Measure the lack of conductor and residue of the conductor in the vertical and horizontal directions at the insulating area.

4.2.5 Land dimension and land width (annular ring)

4.2.5.1 Component insertion land and through hole land

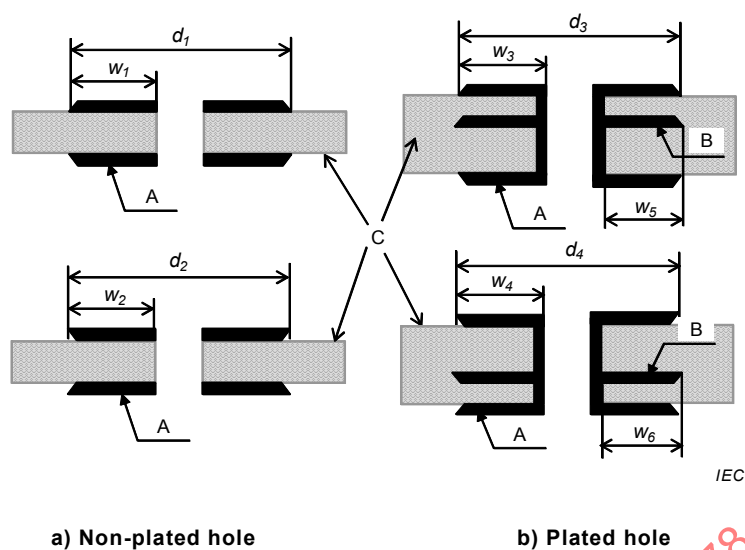
In order to measure component insertion land and through hole land, a) and b) apply:

a) Equipment

An industrial microscope with an accuracy of at least 0,001 mm.

b) Measurement

- 1) Measure the land dimension d_1 to d_4 as illustrated in Figure 3.
- 2) Measure the left outer land width w_1 to w_4 as illustrated in Figure 3 by micro-sectioning of the distance between the hall edge and not including the plated film and land edge to better than 0,001 mm.

**Key**

A	Non-plated hole
B	Plated hole
C	Via in the build-up layer with the form of conformal via
d_1 to d_4	Maximum dimension of land
w_1 to w_4	Width of lands in outer layer
w_5, w_6	Width of lands in inter layer

Figure 3 – Measurement of land dimension**4.2.5.2 Via (including interstitial via hole and via in the build-up layer)**

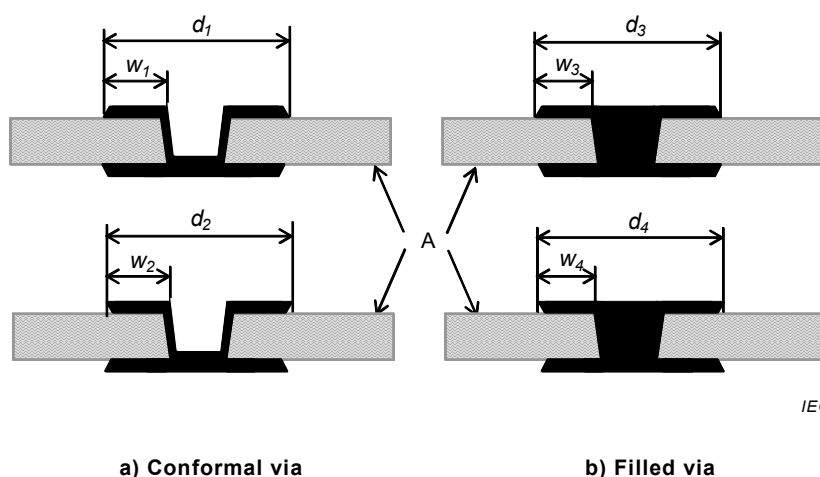
In order to measure the via, a) and b) apply:

a) Equipment

Industrial microscope with an accuracy of at least 0,001 mm.

b) Measurement

- 1) Measure the land dimension d_1 to d_4 as illustrated in Figure 4.
- 2) It is not necessary to measure the land dimension w_1 to w_4 as shown in Figure 4 unless there is a problem with the electrical connection. The measurement can be carried out upon agreement between user and supplier and by means of micro-sectioning to better than 0,001 mm of the maximum dimension.



Key

- A Insulation layer
 d_1 to d_4 Maximum land dimension
 w_1 to w_4 Land edge width

Figure 4 – Build-up land measurement

4.2.5.3 Coplanarity

4.2.5.3.1 Bend

In order to measure the bend, a) and b) apply.

a) Equipment

A gap gauge or a height gauge with an accuracy of 0,1 mm or better shall be used.

b) Measurement

Place a device embedded board on a precision plate with the protruded side up and then measure the maximum gap between the base and specimen to an accuracy of 0,1 mm to find the bend.

4.2.5.3.2 Twist

In order to measure the twist, a) and b) apply

a) Equipment

A gap gauge or a height gauge with an accuracy of 0,1 mm or better shall be used.

b) Measurement

Place a device embedded board on a precision plate with the protruded side up with three corners of the specimen touched to the plate and measure the distance between the plate and the untouched corner of the specimen to an accuracy of 0,1 mm.

4.2.5.3.3 Test method

Table 2 gives the test method for coplanarity around the land pattern.

Table 2 – Test method for coplanarity around the land pattern

Item	Criteria	Test method
Effect on embedded device	AABUS	Use TEG in-place of an embedded device A test for terminal connections of embedded devices is under consideration.

4.3 Electrical tests

4.3.1 Conductor resistance

In order to check conductor resistance, a) to d) apply:

a) Equipment

Voltage drop method (four-terminal method) or equivalent. The measuring signal (voltage or current) shall be DC or AC.

b) Specimen

The specimen is the specified section of the test pattern or the complex test pattern of a device embedded board illustrated in IEC TS 62878-2-4:2015, Figures 1 to 27.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be either 1) or 2), depending on the individual specifications.

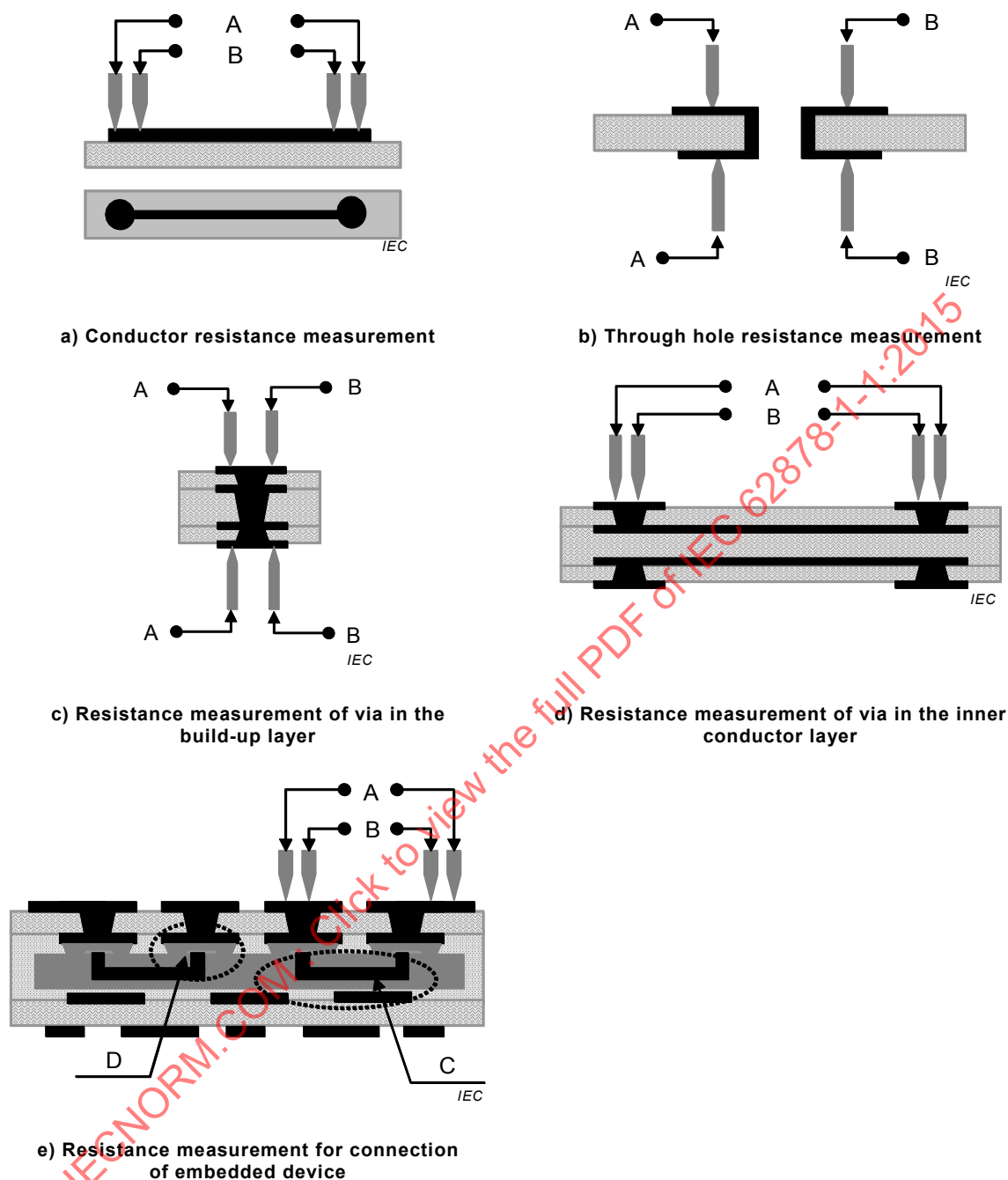
1) Leave a specimen in the standard environment for $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

2) Leave a specimen in a bath of $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for 4 h and then in the standard environment for $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.

d) Test

The measurement shall be carried out as illustrated in Figure 5 to an accuracy of $\pm 5\%$. Ensure that effects of probe contacting and heating due to measuring current are avoided. The specimen includes the connection between an embedded device and terminals, a conductor including through hole and a via in the build-up layer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015



Key

A Current terminal
B Voltage terminal

C TEG
D Connection actually used

Figure 5 – Conductor resistance measurement

4.3.2 Through hole and build-up via

In order to check through hole and build-up via, a) to d) apply:

a) Equipment

The equipment shall be in accordance with 4.3.1 a).

b) Specimen

Specimen is the specified section of the test pattern or of the complex test pattern of a device embedded board illustrated in Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

Measurement shall be made as illustrated in Figure 5 to an accuracy of $\pm 5\%$ with an effort to avoid effects of probe contacting and heating due to measuring current.

Table 3 gives the characteristics and test method for conductor resistance.

Table 3 – Characteristics and test methods for conductor resistance

Item	Characteristics	Test method
Connection to embedded device/Pad connection/Via connection	AABUS	As indicated in 4.3.2, plated through hole and via in the build-up layer. Use TEG for embedded device.

4.3.3 Withstanding current of embedded device connection

In order to measure withstanding current of embedded device connection, a) to d) apply:

a) Equipment

A DC or AC power supply capable of giving the test current specified in Table 4 and an ammeter. The equipment shall be a DC or AC power supply capable of giving the test current specified in 4.3.2 a) and an ammeter.

b) Specimen

The specimen shall be the terminals of the TEG and the specified part of the complex test pattern (Figures 1 to 28 in IEC TS 62878-2-4:2015). A zero ohm jumper resistor is recommended for the TEG for an embedded device.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

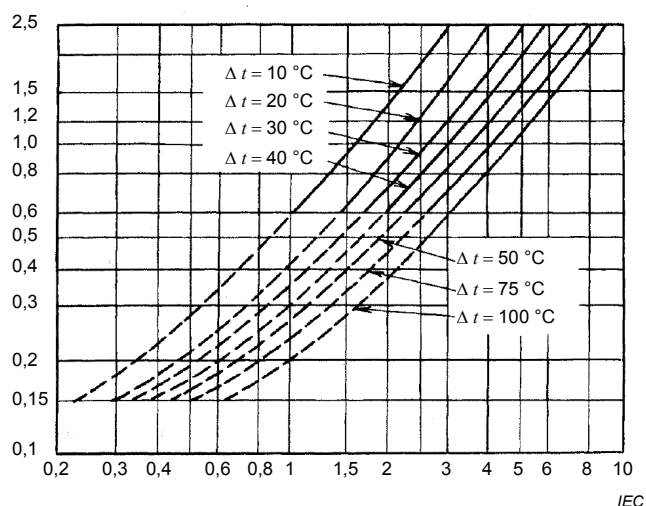
d) Test

Check any abnormality after supplying a current contact terminal of TEG and pad on the board with a specified current given its individual specification for 30 s. Test current for a given hole diameter is given in Table 5.

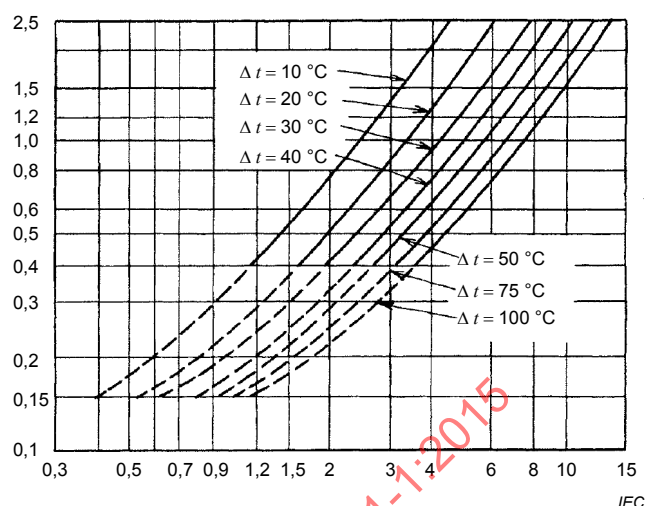
Table 4 shows the withstanding current characteristics and test methods.

Table 4 – Withstanding current and test methods

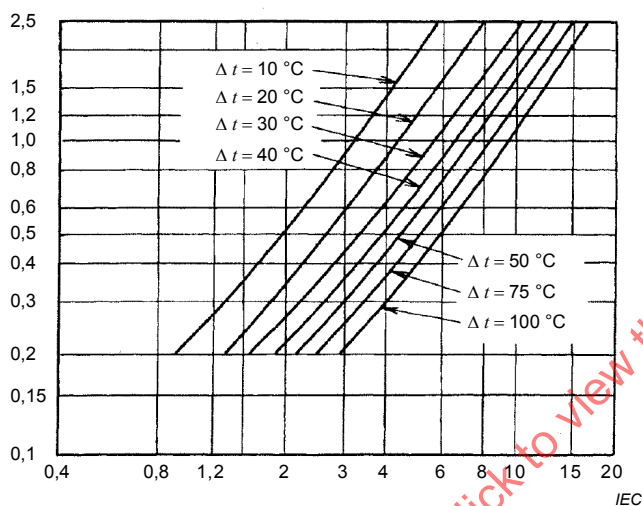
Item	Characteristics	Test method															
Conductor	Withstanding current characteristics shall be AABUS. The relationship between current and conductor width, conductor thickness and temperature rise is shown in Figure 6.	As per 4.3.2 withstanding current for through hole and via in the build-up layers. As per 4.3.3 withstanding current of conductor. Shape and dimension of specimen shall be AABUS.															
Through hole and via in the build-up layer		As per 4.3.3 withstanding current of conductor. Shape and dimension of specimen shall be AABUS.															
Embedded device – Pad connection – Via connection		As per 4.3.3 withstanding current of embedding device connection. Use the TEG for embedded device. Internal resistance of the TEG shall be less than 50 mΩ. The test current shall not exceed the rated current shown below. Rated current is for steady state loading of 30 s. The maximum overload current is defined for 2 s. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th><th>Rated current 70 °C, A</th><th>Maximum overload current, A</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0402</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr> <td>0603</td><td>0,5</td><td>1,0</td></tr> <tr> <td>1005</td><td>1,0</td><td>2,0</td></tr> <tr> <td>1608</td><td>1,0</td><td>2,0</td></tr> </tbody> </table>	Type	Rated current 70 °C, A	Maximum overload current, A	0402	—	—	0603	0,5	1,0	1005	1,0	2,0	1608	1,0	2,0
Type	Rated current 70 °C, A	Maximum overload current, A															
0402	—	—															
0603	0,5	1,0															
1005	1,0	2,0															
1608	1,0	2,0															



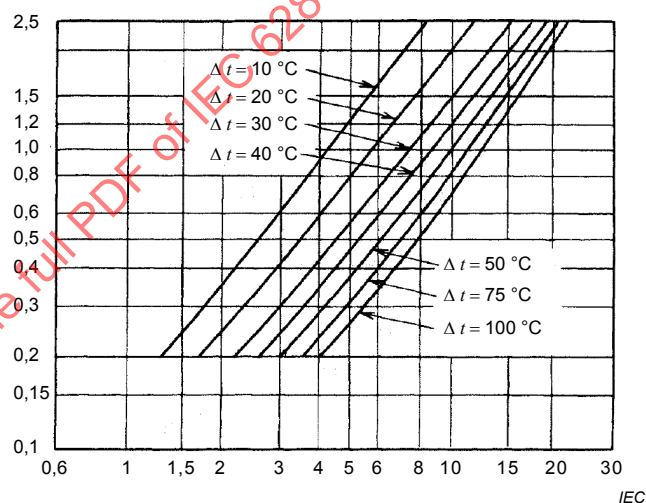
a) Conductor thickness is 18 μm



b) Conductor thickness is 35 μm



c) Conductor thickness is 70 μm



d) Conductor thickness is 105 μm

X current (A)
Y conductor width (mm)

Figure 6 – Relationship between current, conductor width and thickness and temperature rise

4.3.4 Withstanding voltage in embedded boards

4.3.4.1 General

Withstanding voltages of conductor, plated through hole and via in the build-up layers, inner connection and connection to the embedded device shall be measured according to each individual specification. This test shall be made only when the test of withstanding voltage is required.

4.3.4.2 Withstanding voltage of inner layers in embedded boards

In order to measure withstanding voltage of inner layer in embedded boards, a) to d) apply:

a) Equipment

The equipment shall be in accordance with 4.3.2.a).

b) Specimen

The specimen shall be manufactured to fit the connection terminal of the TEG in the device embedding board or the pad of complex test pattern (see Figures 1 to 27 in IEC TS 62878-2-4:2015). A specimen suffering from mechanical damage, flashover, sparkover or breakdown shall not be used in further tests.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be as described in 4.3.1 c).

d) Test

The test shall be as described in 4.3.1 d).

4.3.4.3 Withstanding voltage of embedded device connection

Items a) to d) apply:

a) Equipment

The equipment shall be in accordance with 4.3.1 a).

b) Specimen

The specimen shall be a specified part of the TEG in a device embedding board or complex test pattern (Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015). It is recommended to use a zero ohm jumper resistor for the TEG. A specimen suffering from mechanical damage, flush over, spark over or breakdown shall not be used in further tests.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be as described in 4.3.1 c).

d) Test

The test shall be as described in 4.3.1 d).

Table 5 shows the test methods for withstanding voltage.

Table 5 – Withstanding voltage and test methods

Item	Characteristics	Test										
Interlayer	There should be no abnormality such as mechanical damage, flush-over or insulation damage.	As stated in 4.3.4.2, interlayer surge voltage. The test voltage is given below. <table><tr><th>Interlayer distance x mm</th><th>Test voltage V</th></tr><tr><td>$0,02 \leq x < 0,05$</td><td>100</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,08$</td><td>250</td></tr><tr><td>$0,08 \leq x < 0,20$</td><td>500</td></tr><tr><td>$0,20 \leq x$</td><td>1 000</td></tr></table>	Interlayer distance x mm	Test voltage V	$0,02 \leq x < 0,05$	100	$0,05 \leq x < 0,08$	250	$0,08 \leq x < 0,20$	500	$0,20 \leq x$	1 000
Interlayer distance x mm	Test voltage V											
$0,02 \leq x < 0,05$	100											
$0,05 \leq x < 0,08$	250											
$0,08 \leq x < 0,20$	500											
$0,20 \leq x$	1 000											
Connection to embedded device	There should be no abnormality such as mechanical damage, flush-over or insulation damage.	As stated in 4.3.4.3, withstanding voltage for embedded device. Use the TEG for embedded device. The internal resistance of the TEG shall be less than 50 mΩ. Test below the isolation voltage of the TEG. <table><tr><th>Type</th><th>Isolation voltage (effective value of V_{dc} or V_{ac})</th></tr><tr><td>0402</td><td>—</td></tr><tr><td>0603</td><td>30</td></tr><tr><td>1005</td><td>100</td></tr><tr><td>1608</td><td>100</td></tr></table>	Type	Isolation voltage (effective value of V_{dc} or V_{ac})	0402	—	0603	30	1005	100	1608	100
Type	Isolation voltage (effective value of V_{dc} or V_{ac})											
0402	—											
0603	30											
1005	100											
1608	100											

4.3.5 Insulation resistance

4.3.5.1 General

The insulation resistance shall be measured between the terminals of the conductor the embedded device based on individual specifications.

4.3.5.2 Insulation resistance of the inner layer

In order to measure insulation resistance of the inner layer, a) to d) apply:

a) Equipment

An insulation resistance tester capable of measuring values greater than $10^{10} \Omega$.

b) Specimen

The specimen shall be a specified part of a device embedding board, test pattern or complex test pattern (Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015) including connection to embedded device.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.4.2 c).

d) Test

Apply a DC voltage of $10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$, $50 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$, $100 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$ or $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ depending on the individual specification for 1 min and then measure the insulation resistance while applying the voltage.

4.3.5.3 Insulation resistance between inner layers

In order to measure insulation resistance between inner layers, a) to d) apply:

a) Equipment

Equipment shall be in accordance with 4.3.1 a).

b) Specimen

The specimen shall be a specified part of a device embedding board, test pattern or a complex test pattern (Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015) including connection to embedded device.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

The test shall be in accordance with 4.3.1 d).

4.3.5.4 Insulation resistance between embedded terminals

In order to measure insulation resistance between embedded terminals, a) to d) apply:

a) Equipment

The equipment shall be in accordance with 4.3.4.3 a).

b) Specimen

The specimen shall be a specified part of a device embedding board, test pattern or a complex test pattern (Figures 1 to 27 in IEC TS 62878-2-4:2015) including connection to embedded device. It is recommended to use a zero ohm jumper resistor for TEG.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

The test shall be in accordance with 4.3.1 d).

Table 6 shows evaluation items of insulation resistance, characteristics and test methods.

Table 6 – Criteria and test methods for insulation resistance

Item		Criteria	Test																		
Interlayer	Normal	Resistance shall be larger than: <table><thead><tr><th>Minimum insulator thickness x mm</th><th>Resistance Ω</th></tr></thead><tbody><tr><td>$0,02 \leq x < 0,05$</td><td>5×10^9</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,13$</td><td>1×10^{10}</td></tr><tr><td>$0,13 \leq x$</td><td>5×10^{10}</td></tr></tbody></table>	Minimum insulator thickness x mm	Resistance Ω	$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^9	$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^{10}	$0,13 \leq x$	5×10^{10}	As per 4.3.5.3 interlayer insulation resistance. Test voltage shall be: <table><thead><tr><th>Minimum insulation layer thickness x mm</th><th>Test voltage V</th></tr></thead><tbody><tr><td>$0,03 \leq x < 0,05$</td><td>10</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,08$</td><td>50</td></tr><tr><td>$0,08 \leq x < 0,20$</td><td>100</td></tr><tr><td>$0,20 \leq x$</td><td>500</td></tr></tbody></table>	Minimum insulation layer thickness x mm	Test voltage V	$0,03 \leq x < 0,05$	10	$0,05 \leq x < 0,08$	50	$0,08 \leq x < 0,20$	100	$0,20 \leq x$	500
Minimum insulator thickness x mm	Resistance Ω																				
$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^9																				
$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^{10}																				
$0,13 \leq x$	5×10^{10}																				
Minimum insulation layer thickness x mm	Test voltage V																				
$0,03 \leq x < 0,05$	10																				
$0,05 \leq x < 0,08$	50																				
$0,08 \leq x < 0,20$	100																				
$0,20 \leq x$	500																				
Between embedded device terminals	Normal	Resistance shall be larger than: <table><thead><tr><th>Minimum distance between insulation terminal or pads x mm</th><th>Resistance Ω</th></tr></thead><tbody><tr><td>$0,02 \leq x < 0,05$</td><td>5×10^8</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,13$</td><td>1×10^9</td></tr><tr><td>$0,13 \leq x$</td><td>5×10^9</td></tr></tbody></table>	Minimum distance between insulation terminal or pads x mm	Resistance Ω	$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^8	$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^9	$0,13 \leq x$	5×10^9	As stated in 4.3.5.4 insulation resistance between terminals of embedded device. Use TEG. Internal resistance of the TEG shall be less than 50 m Ω . When using a resistor, the guaranteed insulation resistance shall be $10^9 \Omega$.										
Minimum distance between insulation terminal or pads x mm	Resistance Ω																				
$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^8																				
$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^9																				
$0,13 \leq x$	5×10^9																				

4.3.6 Conduction and insulation of circuit

This test has been developed to verify the insulation of points not electrically connected to a specified conductor pattern and not connected to a device embedding board by the board specification (test data by CAD/CAM and individual specification), and electrical connection to specified connecting positions of the conductor pattern. It is recommended to use this test for the actual device embedding board.

4.4 Mechanical tests

This test has been developed to verify the mechanical strength of a device embedding board by the board specification (test data by CAD/CAM and individual specification) of the conductor, the land of a hole without plating, a plated through hole, pad of land pattern, solder resist and symbol mark by applying a specified mechanical load.

4.4.1 Pulling strength of conductor

a) Equipment

Pulling test machine capable of keeping a cross head speed of 50 mm/min. Accuracy of measurement within the effective measuring range shall be $\pm 1 \%$ of indication and for the pulling load range of 15 % to 85 %. Use a jig which can keep the pulling direction of 90° to the specimen surface when a conductor film is pulled from the specimen.

b) Specimen

The specimen shall be a board having an appropriate length and conductor with a constant width (Figures 1 to 27 in IEC TS 62878-2-4:2015). Use of a specimen with conductor narrower than 0,8 mm shall be AABUS.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

The test is made under the standard test environment. A specimen with the conductor pulled off about 10 mm from the base is fastened to the holding jig of the equipment. Hold the end of the pulled conductor film and pull the conductor for more than 25 mm with a speed of 50 mm/min.

Table 7 shows the pulling strength of conductor and test method.

Table 7 – Characteristics and test method of pulling strength of conductor

Item	Characteristics		Test method
Pulling strength of conductor	Pulling strength of conductor shall be AABUS.		Test method, shape and size shall be AABUS.
	N/mm		
	Item	IEC 61249-2-7 (FR-4) Copper foil thickness: 18 μm Width of pattern: 0.8 mm	
	Specification (for reference)	General: ≥ 0.98 N/mm Halogen free: ≥ 80 N/mm	
	Note: General material may contain halogen (to be stated as general).		

4.4.2 Pulling strength of un-plated through hole

a) Equipment

Equipment shall be in accordance with 4.4.1 a).

b) Specimen

The specimen is a board pre-soldered for 3 s in a soldering bath for an independent round land shown in Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015 and land, hole and lead dimensions as shown in Table 8. Solder to be used shall be AABUS. The use of dimensions other than stated in Table 8 shall also be AABUS.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

Insert a lead wire into a hole of the specimen. Do not bend the end of the wire, but extrude a little to the back of the board and solder in 3 s to 5 s, touching only the wire not the land directly, using a soldering iron with a tip diameter of $5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$.

The temperature of the tip of the soldering iron is $270 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Leave the specimen for more than 30 min at room temperature to cool. Pull the wire vertically using a pulling test machine at a pulling speed of 50 mm/min and measure the force to pull off the land from the board. Repeat the test if the wire itself is pulled off or broken.

The repeat soldering test may be performed by using a specimen whose soldered wire is removed using a soldering iron as stated in a) and where a new lead wire is soldered to the land. Repeat the unsoldering and soldering of the wire for the number of times given in the

individual specification. Cool down the specimen for each soldering for more than 30 min at room temperature.

Pull the wire vertically using a pulling test machine at a pulling speed of 50 mm/min and measure the force necessary to pull the land from the board. Repeat the test if the wire itself is pulled off or broken.

Table 8 – Dimensions of land, hole and conductor

Land (mm)	2,0	4,0
Hole diameter (mm)	0,8	1,3
Lead diameter (mm)	0,6 to 0,7	0,9 to 1,0

4.4.3 Pulling strength of plated through hole

a) Equipment

Equipment shall be in accordance with 4.4.1 a).

b) Specimen

The specimen is an independent pad of land pattern with no lead wire attached to the pad. Size of a pad and lead wire shall be AABUS.

The lead wire shall be soldered to the land within 3 s using the equipment described in 4.4.2 a). Solder to be used shall be AABUS.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

The test shall be in accordance with 4.4.2 d).

Table 9 shows characteristics and test methods of pulling strength of plated through hole.

Table 9 – Characteristics and test methods of pulling strength of plated through hole

Item	Characteristics		Test method
Pulling strength of plated through hole	Pulling strength of plated through hole shall be AABUS		Test shall be in accordance with 4.4.3 d)
	N/hole		
	Item	Board grade:IEC 61249-2-7 (FR-4) Board thickness: 1,6 mm Hole diameter: ø1,0 mm	
	Specification Information	General material: ≥88,3 N/mm	

4.4.4 Pulling strength of pad of land pattern

a) Equipment

Equipment shall be in accordance with 4.4.1 a).

b) Specimen

The specimen is an independent pad of land pattern with no lead wire attached to the pad. Size of a pad and lead wire shall be AABUS. The lead wire shall be soldered to the land within 3 s using the equipment described in 4.4.1 a). Solder to be used shall be AABUS.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

The test shall be in accordance with 4.4.2 d).

Table 10 shows specification and test method of pad pulling strength of land pattern.

Table 10 – Specification and test method of pad pulling strength of land pattern

Item	Characteristics		Test method
Pad pulling strength of land pattern	Pad pulling strength of land pattern shall be AABUS		Test shall be in accordance with 4.4.4 d)
	N/mm ²		
	Item	Glass epoxy resin, copper laminater Board grade: IEC 61249-2-7 (FR-4) Copper foil (conductor thickness): 18 μm Pad: 1,0 mm × 1,0 mm	
	Specification information	General material: ≤39,2 N/mm ² (Halogen free material: ≤32,0 N/mm ²)	

4.4.5 Adhesivity of plated foil

a) Material

The material used in this test shall be transparent adhesive tape of 12 mm width and adhesive power of more than 1,8 N/cm.

b) Specimen

The specimen shall be a completed product or a board with the complex conductor pattern shown in Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015.

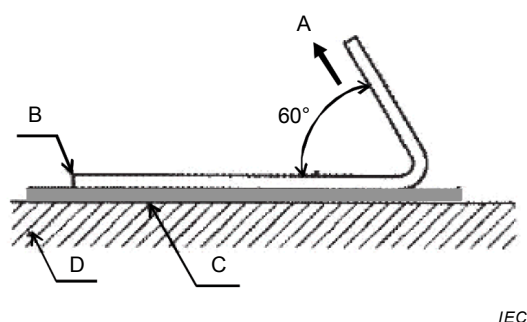
c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

Clean the surface of a specimen and adhere the adhesive tape more than 50 mm on the specimen surface by finger pressing or other appropriate method so as not to leave any bubble between the tape and the specimen. Leave as is for about 10 s and then pull off quickly within 5 min as shown in Figure 7 at an angle of about 60°.

The area for testing shall be larger than 100 mm². With the naked eye or a magnifying glass, check delamination or a fragment detached from the plated film which is stuck to the adhesive tape. The fragment from the overhang of plated film is not used as the test subject.



IEC

Key

A	Direction of pulling	C	Plated foil
B	Tape	D	Device embedding board

Figure 7 – Adhesivity of plated film

4.4.6 Adhesivity of solder resist and symbol mark

4.4.6.1 Adhesivity of paint (total surface method)

a) Material

The material used in this test shall be transparent adhesive tape of 12 mm width and adhesive power of more than 1,8 N/cm.

b) Specimen

The specimen shall be a device embedding board with solder resist and a symbol mark.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

d) Test

Clean the surface of a specimen and adhere adhesive tape more than 50 mm on the specimen by finger pressing or other appropriate method so as not to leave any bubble between the tape and specimen. Leave as is for about 10 s and then pull off quickly the pre-treatment within 5 min at an angle of about 60° and peel off the entire tape in 0,5 s to 1,0 s. With the naked eye or a magnifying glass, check delamination or a piece of solder resist or symbol mark attached to the adhesive tape.

4.4.6.2 Adhesivity of paint (cross-cut method)

a) Material to be used in the test

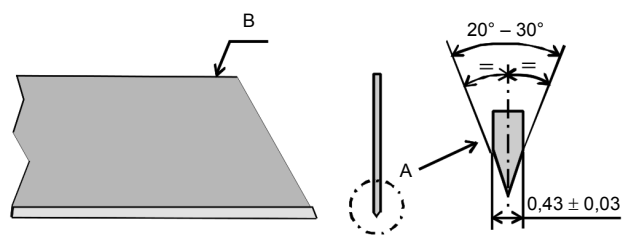
Material to be used in the test shall be in accordance with 4.4.6.1 a).

b) Equipment and tool

The equipment and tool used in this test shall be one or both of the following:

- 1) a single cutting tool with a cutting edge of 20° to 30° as illustrated in Figure 8, or a cutter knife as illustrated in Figure 9;
- 2) a multiple cutting edge tool with 6 or 11 cutting edges with a gap of 1 mm as illustrated in Figure 10.

Dimensions in millimetres



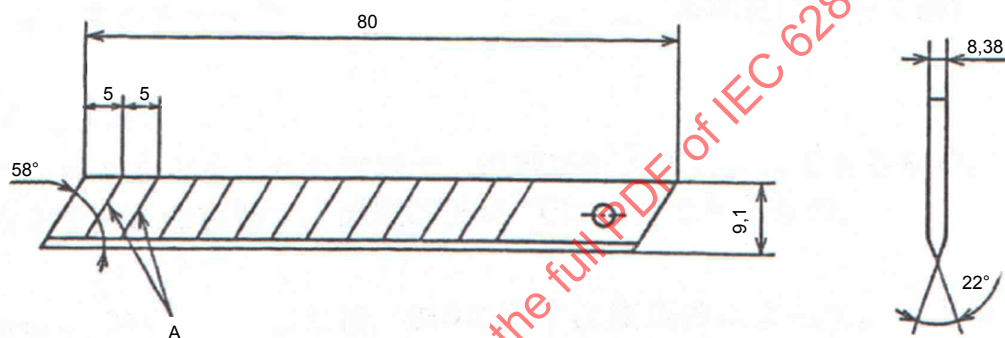
IEC

Key

A Specification of cutter B Single cutter

Figure 8 – Single cutting tool

Dimensions in millimetres



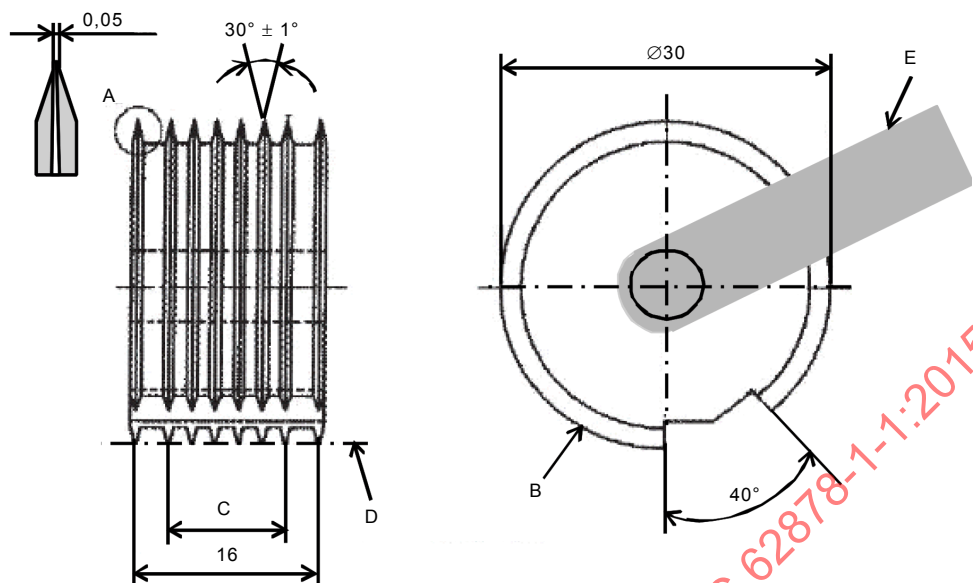
IEC

Key

A Breaking line

Figure 9 – Cutter knife

Dimensions in millimetres



IEC

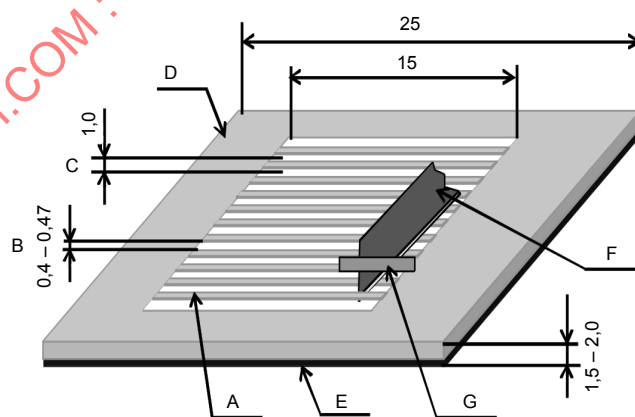
Key

- | | | | |
|---|--|---|---|
| A | Edge dimension (sharpen edge if the edge is worn). | D | Blades have the same diameter. Diameter is AABUS. |
| B | Cutting edge | E | Handle |
| C | 5 mm or 10 mm | | |

Figure 10 – Multiple blade cutter

An equal-distance spacer illustrated in Figure 11 shall be used as a single cutting tool.

Dimensions in millimetres



IEC

Key

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|------------------------------------|
| A | Single cutting edge guide | E | Rubber sheet (to prevent slippage) |
| B | Guide width (of single blade) | F | Cutting tool |
| C | Cross cut dimension (same) | G | Cutting tool guide |
| D | Board, e.g. stainless steel | | |

Figure 11 – Equal-distance spacer with guide

An electric powered single edge cutter shall also be AABUS.

NOTE Use of a single edge cutting tool and a cutter knife is simple and desirable for all the paint types used in an adhesivity test.

A multiple cutting edge tool is good for a thick board test but not suitable for thin board and soft paint. Care should be taken in using a single cutting edge tool as deviation in the cutting space and depth may occur in a test. Use of an equal-distance spacer with guide is recommended to reduce deviation of cutting.

c) Specimen

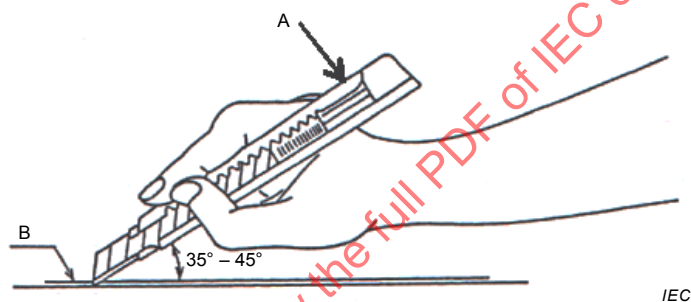
The specimen shall be in accordance with 4.4.6.1 b).

d) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c).

e) Test

Cut the surface of a specimen at a speed of about 0,5 s for each cut in case of cutting using a single blade cutting tool or a cutter knife at an angle of about 35° to 45° penetrating the paint film as illustrated in Figure 12.



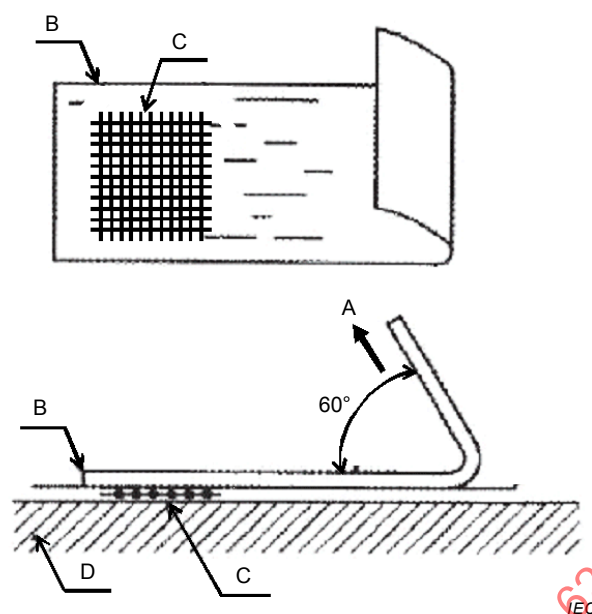
Key

A Single cutting tool

B Coated surface

Figure 12 – Cutting using a single cutting tool or a cutting knife

Figure 13 shows the cross-cut test. 11 or 6 parallel cuts are made on the paint film 1 mm apart to form 100 squares in an area of 100 mm² or 25 squares in an area of 25 mm².



Key

- | | | | |
|---|------------------------|---|---------------------------|
| A | Tape peeling direction | C | Cross-cut coating surface |
| B | Tape | D | Device embedding board |

Figure 13 – Cross-cut test

Clean the surface using a soft brush to remove cutting dust and put the adhesive tape at the centre of cross cut as illustrated in Figure 12. Check the adhesivity of 100 or 25 1 mm × 1 mm dies by the test method described in 4.4.6.1d).

4.4.7 Hardness of painted film (solder resist and symbol mark)

a) Material

The tool to be used in the test is the pencil specified in ISO 9180. The types of pencils are 9H, 8H, 7H, 6H, 5H, 4H, 3H, 2H, H, F, B, 2B, 3B, 4B, 5B and 6B.

The pencils shall be produced by the same manufacturer. The wood part of one end of a pencil shall be cut to expose about 5 mm to 6 mm of the lead. The end of the lead shall be turned on a polishing paper of # 400 specified by ISO 21948 so that it is flat and has a sharp edge.

The thread shall be sharpened each time. The hardness standard here is the degree of scratching when the surface is scratched by an obstacle, expressed by Morse hardness. A pencil is used for scratching as it is easy to obtain with a reliable reproducibility of hardness.

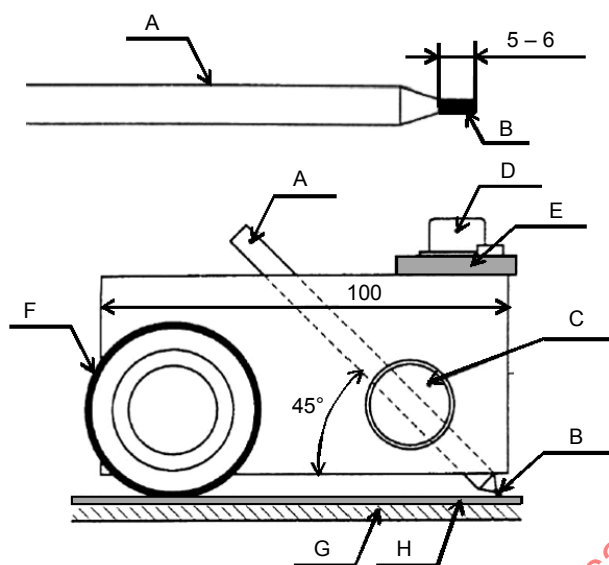
b) Equipment

The test shall be made using the equipment illustrated in Figure 14.

This equipment is made of metal with two wheels at one end and a holder to hold a pencil at an angle of $45^\circ \pm 1^\circ$.

It is desirable to install a level so as to keep the face of the wheels and the extruding pencil horizontal. Adjust the weight so that the load at the end of the pencil lead is $750 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$. The wheels shall be made of rubber so as to avoid any flaw in the specimen surface.

Dimensions in millimetres

**Key**

A	Pencil	E	Weight
B	Pencil lead	F	Wheel (rubber)
C	Pencil holder	G	Device embedding board
D	Level	H	Solder resist film

Figure 14 – Coated film hardness test**c) Specimen**

The specimen is a device embedded board with solder resist and symbol mark. The specimen shall be in accordance with 4.4.6.1 b).

d) Pre-treatment

Pre-treatment shall be in accordance with 4.3.1 c). The pre-treatment of a specimen for this test after use in another test shall be AABUS.

e) Test

Hold the specimen firmly in a horizontal position. Place the pencil with the hardest lead in the holder as illustrated in Figure 14 and move the holder in the testing direction. Draw a line on the painted surface to scratch the face, then change the pencil to the next hardest one until a pencil does not scratch the film in order to find the softest pencil lead to make a cut on the film.

4.5 Environmental tests**4.5.1 General**

The environmental test of device embedded boards is a test to estimate the life of a product under overload of high and low temperatures and humidity by estimating the environmental load in use conditions for a device embedded board. Test methods may be selected from the methods stated in Table 11.

Table 11 – High and low temperature characteristics and tests

Item		Characteristics	Test
Connection to embedded device	High and low temperatures	Rate of change of conduction resistance including plated through hole, via connection shall be AABUS.	As stated in IEC 60068-2-2 for high temperature and IEC 60068-2-1 for low temperature in this test. Use the TEG for embedded device. Internal resistance of the TEG shall be less than 50 mΩ.

4.5.2 Vapour phase thermal shock

Table 12 shows characteristics and test methods for vapour phase thermal shock.

Table 12 – Thermal shock characteristics and test methods

Item	Characteristics	Test method
Embedded device	The rate of change of conduction resistance including plated through hole, via connection shall be AABUS.	As stated in IEC 61189-3, 3N01 to 3N05, low temperature cycle test. Use the TEG for embedded device. The internal resistance of the TEG shall be less than 50 mΩ.

4.5.3 High temperature immersion tests

In order to perform high temperature immersion tests, a) to e) apply:

a) Purpose

The vapour phase high temperature immersion test is to estimate the life of a product under overload by immersing a specimen in high temperature oil with a specified environmental condition.

b) Equipment

Equipment shall satisfy the following conditions:

- 1) a container large enough to contain a sufficient volume of silicone oil and able to maintain a temperature of 260 °C;
- 2) a container large enough to contain a sufficient volume of organic solvent and able to maintain a temperature of 20 °C ± 15 °C.

c) Specimen

The specimen shall be a completed product or a board with the complex conductor pattern shown in Figures 1 to 28.

d) Test

Measure characteristics of the specimen for the items specified in its individual specification and select the temperature condition from Table 13 and change the temperature condition from step 1 to step 4 as one cycle. Repeat the change for the specified cycles according to the individual specification. The number of cycles is 5 when not specified in the individual specification. Then measure its characteristics for the specified items in the standard condition specified below.

Table 13 – Thermal shock (high temperature immersion test)

Step		Temperature °C	Time s	Liquid to immerse
1 cycle	1	260	3 to 5	Silicone oil
	2	20 ± 15	< 15	Transport
	3	20 ± 15	20	Organic solvent
	4	20 ± 15	< 15	Transport

e) Measuring environment

Test environment adopted in the tests described in this part of IEC 62878. Tests are performed unless otherwise specified in the standard atmospheric pressure of 86 kPa to 106 kPa and air flow of smaller than 1 m/s. In cases where it is difficult to test a specimen in the standard condition, a test may be made in a different condition if there is no question in evaluating test results. The test shall be made with the conditions shown in Table 14 when there is any question about the test result or when specifically requested.

Table 14 – Measuring environment

Classification		Temperature °C	Humidity %	Pressure kPa	Remarks
Standard condition	Common	15 to 35	25 to 75	86 to 106	Standard condition if not specified otherwise
	23/50	Class 1	23 ± 1	50 ± 5	
		Class 2	23 ± 2	50 ± 10	
	27/65	Class 1	27 ± 1	65 ± 5	AABUS e.g. in a tropical area
		Class 2	27 ± 1	65 ± 5	
Evaluation	Common	20 ± 2	60 to 70	86 to 106	

Table 15 shows specification and test methods for thermal shock (high temperature immersion tests).

Table 15 – Thermal shock (high temperature immersion tests)

Item	Characteristics	Test method
Embedded device	The rate of change of conduction resistance, including plated through holes and via connections shall be AABUS.	As stated in IEC 60068-2-2, high temperature cycle test. Use the TEG for the embedded device. Internal resistance of the TEG shall be less than 50 mΩ.

4.5.4 Resistance to humidity

In order to check resistance to humidity, a) to d) apply:

a) Equipment

Equipment shall satisfy the following conditions.

- 1) The bath shall be able to maintain the temperature and humidity cycle shown in Figure 15.
- 2) The resistivity of water shall be greater than 500 Ωm; if necessary, humidify the bath by injecting water directly.
- 3) Water drops condensed on the roof or wall of the bath shall not drop on or near the specimen.

b) Specimen

The specimen shall be a specified part of a device embedding board, test pattern or complex test pattern (see Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015) including connection to the embedded device. It is recommended to use a zero ohm jumper resistor for TEG.

c) Pre-treatment

Pre-treatment shall be either 1) or 2) depending on individual specification.

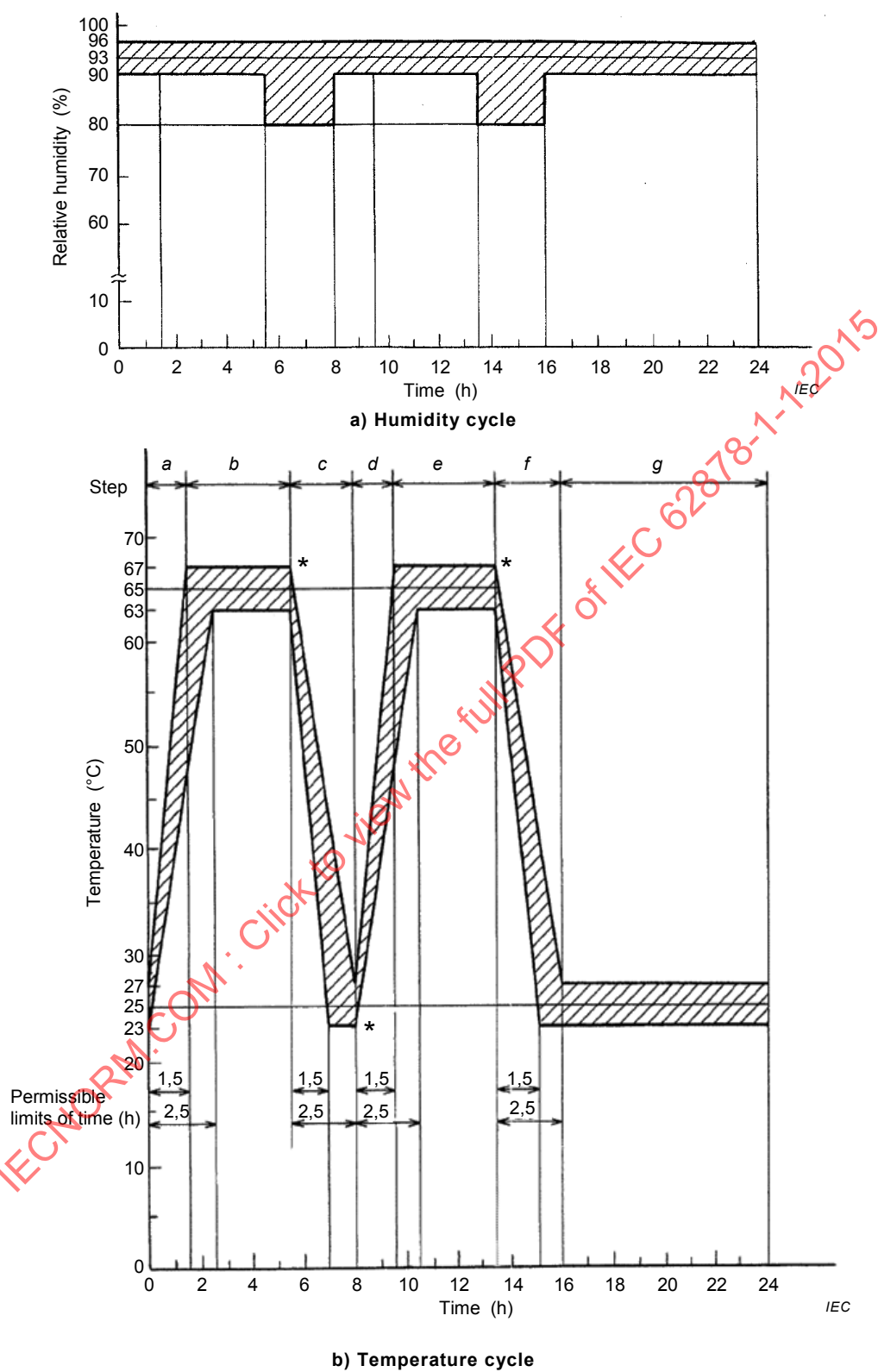
- 1) Leave a specimen in the standard environment for $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.
- 2) Leave a specimen in a bath of $85 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 4 h and then in the standard environment for $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.

d) Test

A specimen shall be measured for its individual specification and then held in a bath with temperature of $40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of 90 % to 95 %. It is recommended to pre-heat the specimen beforehand so that water drops do not appear on the surface of the specimen. Leave the specimen in the bath for a specified time or 240 h when the time is not specified. Wipe the specimen surface if there is a water drop on the specimen surface and then measure the items specified in its individual specification. A specimen damaged in this test (e.g. mechanical damage, flush over, spark over or breakdown) shall not be used in other tests.

Apply a DC voltage of $10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$, $50 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$, $100 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$ or $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ depending on individual specification for 1 min and then measure the insulation resistance while applying the voltage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015



* The permissible limits at this time point are ± 5 min.

Figure 15 – Temperature and humidity cycles

Table 16 – Resistance to humidity characteristics and test methods

Item		Characteristics		Test method
Between embedded device terminals	Resistance to humidity (temperature and humidity cycle)	Resistance shall be larger than the following values:		Refer to 4.5.4
		Minimum conductor thickness or insulation gap x mm	Insulation resistance Ω	
		$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^7	
		$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^8	
		$0,13 \leq x$	5×10^8	

4.6 Mechanical environmental test – Resistance to migration

4.6.1 General

The resistance to migration test enables to measure the insulation resistance decrease after applying a potential between conductor layers in a board at a certain temperature and humidity environment in order to induce metal ion resolution into an insulation layer to reduce the insulation resistance. Table 17 shows the resistance to migration characteristics and test methods.

In order to check resistance to migration, the following are recommended:

4.6.2 Equipment

a) Structure of test equipment

- The chamber shall be able to keep an air velocity at the air blowing outlet of 2,5 m/s.
- It shall be possible to check temperature and humidity of the chamber using a detector installed in the chamber.
- The temperature and humidity deviation in the effective area of the chamber shall be $\pm 2^\circ\text{C}$ and $\pm 3\%$ RH, respectively.
- The material of the chamber shall not affect the specimen and humidifying water.

b) Conditions for the test equipment

- It shall be possible to control temperature and humidity in the chamber within a specified range.
- The chamber shall be able to monitor temperature and humidity.
- The chamber shall have a system to supply humidifying water continuously into the chamber.
- The chamber structure shall be such that water does not drip onto the specimen.
- Impurity or any residue of previous tests shall not be left in the chamber to affect the following test.

c) Performance of the test equipment

The chamber shall be able to change periodically from $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ to the specified high temperature. Relative humidity in the chamber shall be checked using test equipment which has a specified accuracy.

d) Insulation resistance measurement equipment

- The instrument shall be able to measure resistance of over $10^{10} \Omega$. It should have its own power supply and able to supply the desired test voltage or measurement voltage.
- The insulation resistance meter shall be able to change its range automatically. Insulation resistance shall be measured after applying for 1 min a measuring voltage of one of the specified values: $10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$, $50 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$, $100 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$, and $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$.

e) Insulation resistance tester

The insulation resistance tester shall be able to measure resistance of over $10^{10} \Omega$.

f) Power supply

The power supply shall have an appropriate power capacity and shall be able to supply an arbitrary measuring voltage.

g) Materials, jig, tool to be used in the measurement

Wiring materials and specimen fixing jigs shall be clean and low in thermal conductivity and thermal capacity, and thermally isolated from each other. They shall be selected from materials not affecting the measurement considering electrical insulation characteristics, contact resistance, or contamination of specimen such as by generation of corrosive gas. Cables used in the test equipment shall be durable for long-term use in various temperature, humidity or pressure conditions.

4.6.3 Specimen

The specimen shall be a complete product or a specimen with the complex test pattern shown in Figures 1 to 27 of IEC TS 62878-2-4:2015. The specimen board shall be handled using a glove so as not to contaminate by touching with a bare hand. The number of specimens shall be either of the following but the agreement between user and supplier shall have priority.

- The number at the stage of test production shall be $n \geq 5$ for the product AABUS.
- The number at the stage of volume production shall be $n \geq 10$ for the product AABUS.

4.6.4 Test condition

Test condition should be as follows:

a) Standard condition

Measurement shall be made at a temperature of 15°C to 35°C , relative humidity of 25 % to 75 % and atmospheric pressure of 86 kPa to 106 kPa unless otherwise specified in the individual specification. The measuring environment given in 4.6.4 b) shall be used if there is any question about the result using the above standard condition, or if specifically required. It is possible to measure in a condition other than the standard condition if realization of the standard condition is difficult, or AABUS.

b) Evaluation condition

Evaluation condition shall be made at a temperature of $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity of 60 % to 70 % and atmospheric pressure of 86 kPa to 106 kPa.

c) Measurement outside of the bath

The condition given in 4.6.4 a) and b) is applicable.

Table 17 – Resistance to migration characteristics and test methods

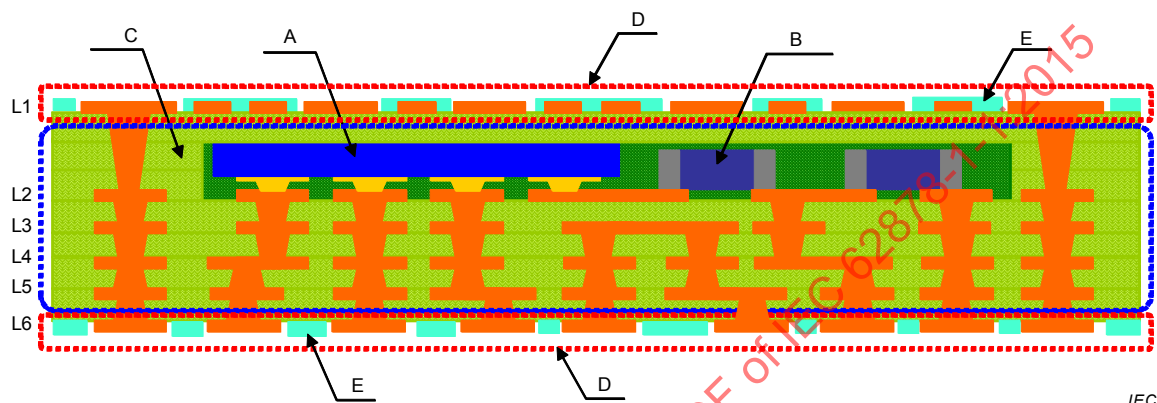
Item	Characteristics	Test				
Embedded device and pattern.	The following value shall be attained.	Refer to 4.6.1.3				
	<table><tr><th>Item</th><th>Specification</th></tr><tr><td>Anti-migration</td><td>$\cong 1 \times 10^8 \Omega$</td></tr></table>		Item	Specification	Anti-migration	$\cong 1 \times 10^8 \Omega$
	Item		Specification			
Anti-migration	$\cong 1 \times 10^8 \Omega$					
Measurement shall be made after leaving the specimen for 1 h.						

5 Shipping inspection

5.1 General

Shipping inspection consists of checking the quality of all the products based on this standard. It is desirable to test all the products. However, sampled specimens may be tested AABUS for sampling and details of tests. The test items at shipping are specified below for device embedded boards, as illustrated in Figure 16.

The detailed items are expressed in Table 18.



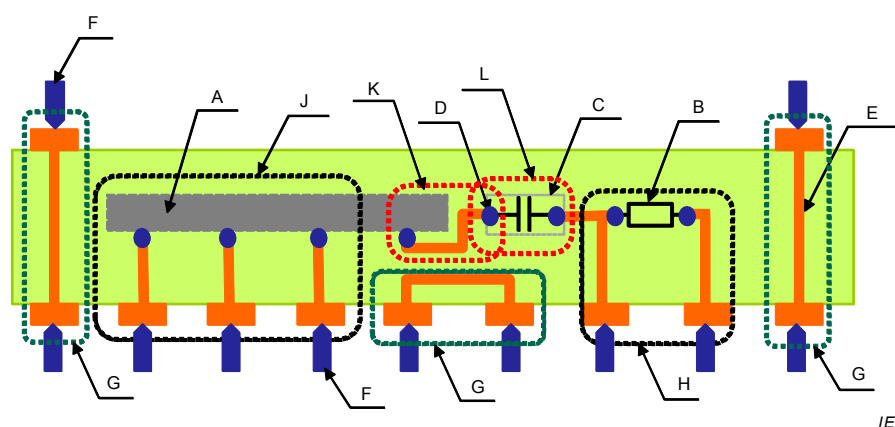
Key

- | | | | |
|---|----------------------------|---|---------------|
| A | Embedded active component | D | Surface layer |
| B | Embedded passive component | E | Solder resist |
| C | Inner layer | | |

Figure 16 – Device embedded board for shipping inspection

A representative circuit construction of an electrical test is given in Figure 17. Test methods are divided into three types, a), b), and c), i.e. conduction, opening and short-circuit.

- Test of conductor pattern not connected to embedded component (Figure 17, G).
- Test of connection of embedded component terminals connected to the conductor pattern (Figure 17, H, J).
- Test of connection of embedded component whose terminals are not connected to surface conductors (Figure 17, K, L).



Key

A	Passive component	F	Test probe point
B	Resistor	G	Conductor not connected to embedded component
C	Capacitor	H	Conductor connected to passive component
D	Connection to embedded component	J	Conductor connected to active component
E	Conductor pattern	K, L	Conductor and embedded component not soldered to surface

Figure 17 – Typical circuit construction of device embedded board

Table 18 – Applicable items of shipping inspection

Class	Testing item		Testing range		
			Conductor pattern (Conduction/open/ short-circuit)	Conductor pattern connected to passive component	Conductor pattern connected to active component
1	Electrical test	a) Embedded component terminals are not connected to circuit.	As indicated in 5.2.2	—	—
		b) Embedded component terminals are connected to surface circuit.	—	As indicated in 5.2.3.2, 5.2.3.3, and 5.2.3.4	As indicated in 5.2.4.2, 5.2.4.3
		c) Embedded component terminals are not connected to the surface circuit.	—	As indicated in 5.2.6	
2	Visual inspection (AOI)		As indicated in 5.4		
3	Internal observation (X-ray test)		As indicated in 5.3		
4	Electrical test		NA	As indicated in 5.2	NA
5	Functional test		NA	NA	NA

5.2 Electrical test

5.2.1 General

Tests of conduction and the opening of the conductor pattern not connected to embedded components are similar to the general electrical test of the circuit board. Electrical tests for embedded passive component terminals and conductor pattern electrical tests are made by conduction, opening and short-circuit tests of the circuit including passive component terminals. Tests for the construction having embedded active components shall be carried out

after the completion of the circuit. Electrical tests are classified into the following as shown in Figure 18.

- Test of conduction, opening and short-circuiting of the conductor pattern that is not connected to an embedded component.
- Test of conduction, opening and short-circuiting of the conductor pattern which can be reached from a surface layer.
- Test of conduction, opening and short-circuiting of conductor pattern of connection terminals of embedded active devices: IC (integrated circuit), LSI (large scale integration), transistor, diode.

5.2.2 Test of conductor pattern not connected to an embedded component

Tests of conductor patterns not connected to an embedded component, as shown in Figure 19, are carried out like electrical tests for the general electronic circuits.

In order to perform the test of conductor pattern not connected to an embedded component, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment used in the test is similar to the one stated below and includes electrical connection jigs to obtain electrical connection to the specified part of the conductor pattern.

- The equipment shall be able to test the conductor pattern and via resistance by the voltage drop method. In case good measurement accuracy is required in the measurement of the very small resistor, the four-terminal method equipment may be used AABUS.
- The test signal (voltage or current) shall be a DC signal or an AC signal of less than 1 MHz.
- The test range shall be 1 mΩ to 100 MΩ. The values shall be AABUS.
- The test equipment shall be calibrated before the tests.

b) Pre-treatment

It is recommended to wash and clean, and to remove rust and other foreign materials on the testing probe points of the conductor circuit or pattern as the contact resistance may result in erroneous measurements.

c) Inspection and evaluation

The conductivity of the circuit is considered acceptable if the measured resistance is within the stated values when a specified voltage and/or current is applied to the specified part of the conductor pattern. No short-circuit occurs when the measured resistance between different networks exceeds the specified minimum resistance. The applied voltage, the applied current, the signal application time, the specified resistance and the minimum allowable resistance are to be AABUS.

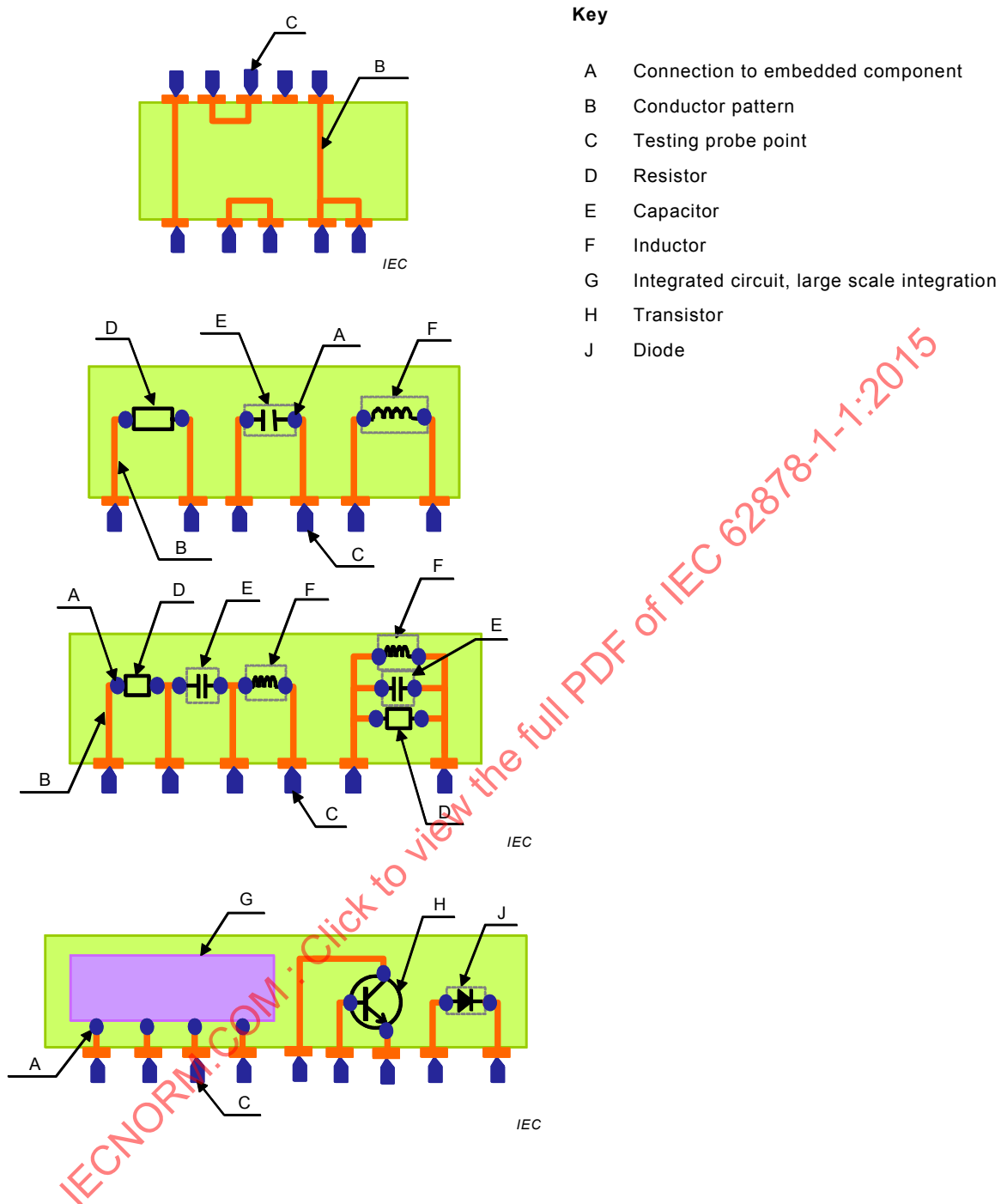


Figure 18 – Examples of evaluation levels of electrical test

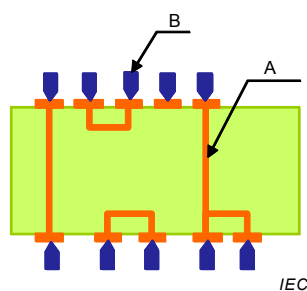


Figure 19 – Circuit construction not connected to embedded component

Key

- A Conductor pattern
- B Testing probe point

5.2.3 Test on the pattern having a passive component and a conductor pattern

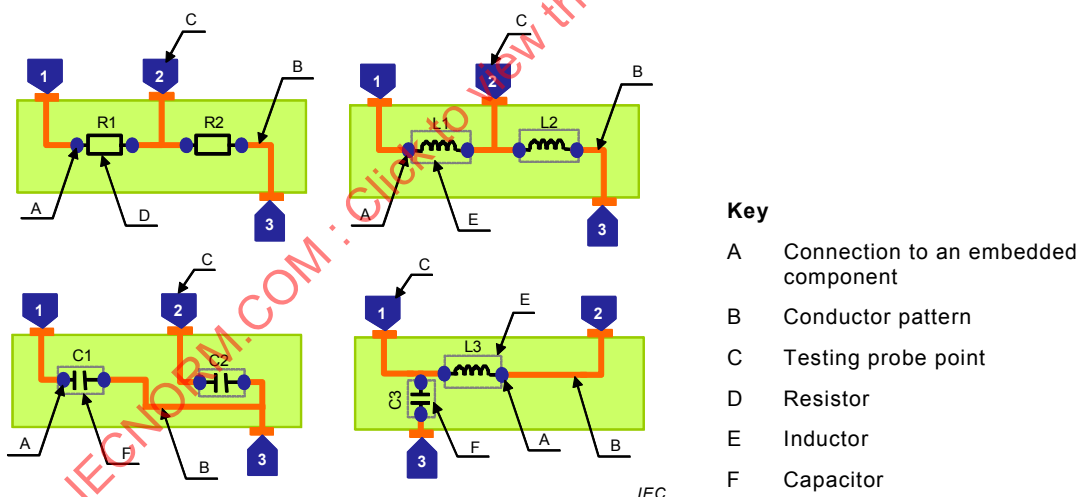
5.2.3.1 General

Tests of conduction for embedded passive components vary depending on whether the connections to the embedded component are connected to the surface conductor pattern or not. Test methods are specified in this standard for typical circuit cases as stated below. Inspection shall be carried out by measuring the component resistance of the circuit impedance using a DC signal or an AC signal of less than 1 MHz frequency. No test for an embedded component shall be carried out during this inspection.

- Test for conductivity including testable terminals of an embedded passive component and a conductor pattern on surface.
- Test for conductivity including testable parallel connected terminals of an embedded passive component and a conductor pattern on surface.
- Test for conductivity including series connected terminals that cannot be tested as embedded passive components and the surface conductor pattern.

5.2.3.2 Test of a circuit having both individual passive component(s) and a conductor pattern

This is a test to confirm conductance, in open and short-circuit of a component embedded board as shown in Figure 20, which has connections from embedded component terminal(s) and individual or common connections to the surface pattern. This test consists of measuring the resistance, inductance or capacitance using a DC or an AC signal of less than 1 MHz frequency. The performance characteristics of resistance, inductance or capacitance of embedded component(s) are not verified by this test. The testing current and voltage are within the rated values of the embedded components.



EXAMPLE

Measurement between 1 and 2
Measurement between 1 and 3
Measurement between 2 and 3

Figure 20 – Circuit construction which is capable of independent check

In order to perform test of a circuit having both individual passive component(s) and a conductor pattern, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment shall consist of components equivalent to the ones described below and including testing jigs to obtain electrical connections to the specimen.

- The equipment shall be able to measure resistance and impedance.
- The testing signal (voltage or current) shall be a DC or an AC signal of less than 1 MHz frequency.
- The measuring range of resistance is 1 mΩ to 100 MΩ. However, the values agreed upon between user and supplier take priority.
- The test equipment shall be calibrated before the tests.

b) Pre-treatment

Pre-treatment shall comply with 5.2.3.2 b).

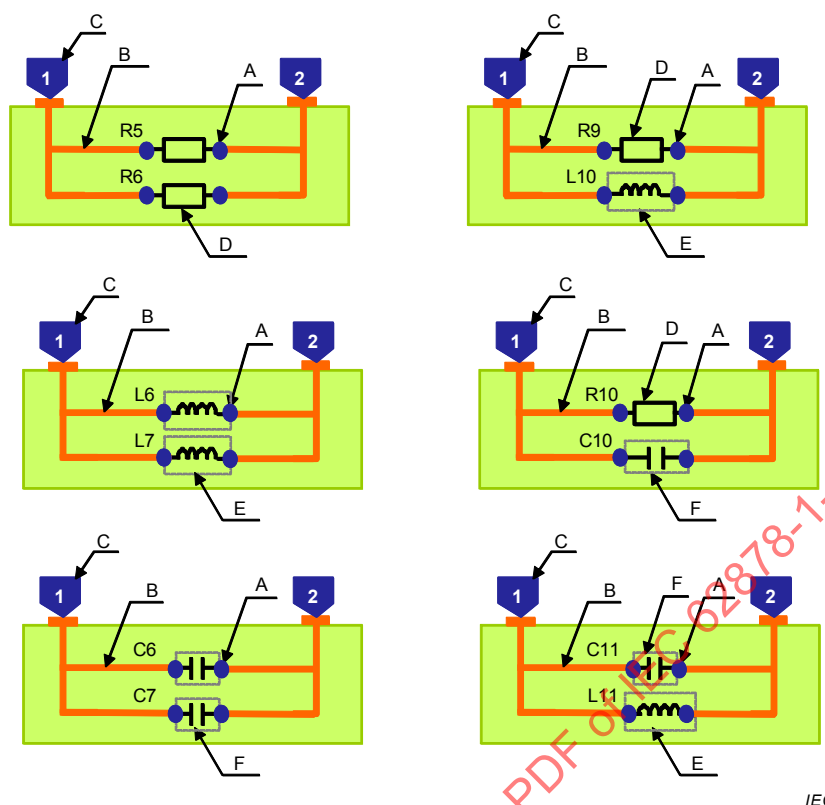
c) Inspection and evaluation

The conductivity of the circuit is considered acceptable if the measured resistance is within the stated values when the specified voltage and/or current is applied to the specified part of the conductor pattern. No short-circuit occurs when the measured resistance between different networks exceeds the specified minimum resistance. The applied voltage, the current, the signal application time, the specified resistance and the minimum allowable resistance are to be AABUS.

5.2.3.3 Test of a circuit having both passive component(s) and a conductor pattern in parallel connections

The circuit whose terminal connections of embedded passive components are connected in parallel to the surface pattern as shown in Figure 21 cannot check the individual component and conductor pattern. Conduction, the opening and short-circuiting of the circuit shall be confirmed by measuring the composite resistance or composite impedance of a composite circuit of resistors, inductors and capacitors of the circuit by applying a DC or an AC signal of less than 1 MHz. The applied signal for the test shall be within the rated value of embedded components.

IECNORM.COM : Click to view the full text of IEC 62878-1:2015



IEC

Passive components of a similar type

Passive components of a different type

Key

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|-----------|
| A | Connection to embedded component | D | Resistor |
| B | Conductor pattern | E | Inductor |
| C | Measuring probe | F | Capacitor |

EXAMPLE

Measurement between 1 and 2

Figure 21 – Circuit construction for parallel connection of passive components

In order to test a circuit having both passive component(s) and a conductor pattern in parallel connections, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment shall consist of a component equivalent to the ones described below and including testing jigs to obtain electrical connections to the specimen.

- The equipment shall be able to measure composite resistance and impedance.
- The testing signal (voltage or current) shall be a DC or an AC signal of less than 1 MHz frequency.
- The measuring range of resistance is 1 mΩ to 100 MΩ. However, the values agreed upon between user and supplier take priority.
- The test equipment shall be calibrated before tests.

b) Pre-treatment

Pre-treatment shall comply with 5.2.2 b).

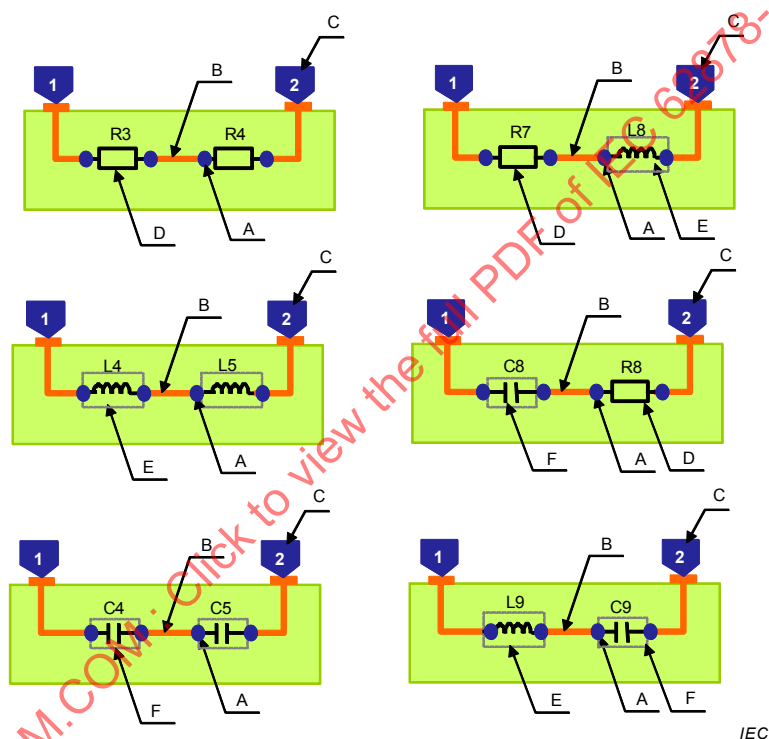
c) Inspection and evaluation

The conductivity of the circuit is considered acceptable if the measured composite impedance of the circuit including resistor(s), inductor(s) and capacitor(s) is within the

stated values when the specified voltage and/or current is applied to the specified part of the conductor pattern. No short-circuit occurs when the measured resistance between different networks exceeds the specified minimum resistance. The applied voltage, the current, the signal application time, the specified resistance and the minimum allowable resistance are to be AABUS.

5.2.3.4 Test of a circuit having both in series connected passive component(s) and a conductor pattern

In the circuit whose terminal connections of embedded passive components are connected in series to the surface pattern, as shown in Figure 22, the individual component and conductor pattern cannot be checked. Conduction, opening and short-circuiting of the circuit shall be confirmed by measuring the composite resistance or composite impedance of a composite circuit of resistors, inductors and capacitors of the circuit by applying a DC or an AC signal of less than 1 MHz. The applied signal for the test shall be within the rated value of embedded components.



Passive component of the same type

Passive component of a different type

Key

A	Connection to embedded component	D	Resistor
B	Conductor pattern	E	Inductor
C	Measuring probe	F	Capacitor

EXAMPLE

Measurement between 1 and 2

Figure 22 – Circuit construction for series connection of passive components

5.2.4 Test of a circuit having both active component(s) and a conductor pattern

5.2.4.1 General

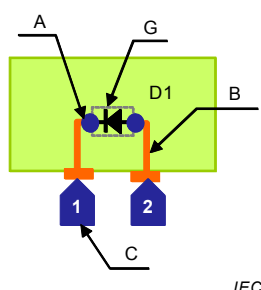
It is difficult to standardize a test method of a circuit composed of various types of active components and a circuit consisting of various types of passive components and conductor

patterns. A test method is presented in this standard for an embedded diode as a guide. This test is given as an example because it can be carried out rather simply in production for the test of conduction, opening or short-circuiting of a circuit having terminal connections of an embedded active component and conductor pattern.

5.2.4.2 Test of a circuit having both individual active component(s) and a conductor pattern

The test of an individual embedded active device such as a diode or a transistor which has a terminal connection connected to a surface conductor pattern, as illustrated in Figures 23 and 24, can be carried out for conduction, opening and short-circuiting of embedded components and conductor patterns by measuring the voltage by applying a DC current.

Characteristics of the embedded diode or the transistor are not measured. The signal applied for the test shall be within the rated value of the embedded components.



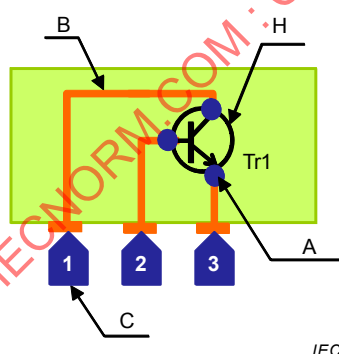
Key

- A Terminal connection of embedded component
- B Conductor pattern
- C Testing probe point
- G Diode

EXAMPLE

Measurement between 2 and 1

Figure 23 – Circuit construction of embedded diode



Key

- A Connection of embedded component
- B Conductor pattern
- C Testing probe point
- H Transistor

EXAMPLE

Measurement between 2 and 1
Measurement between 2 and 3

Figure 24 – Circuit construction of transistor circuit

In order to perform test of a circuit having both individual active component(s) and a conductor pattern, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment shall consist of a component equivalent to the ones described below and that include testing jigs to obtain electrical connections to the specimen.

- The equipment shall be able to supply a constant current and to measure the voltage.
- The testing signal (voltage or current) shall be DC and 0 to 1 V.
- The measuring range of the resistance is 0 to 1 V. However, the values agreed upon between user and supplier take priority.
- The test equipment shall be calibrated before tests.

b) Pre-treatment

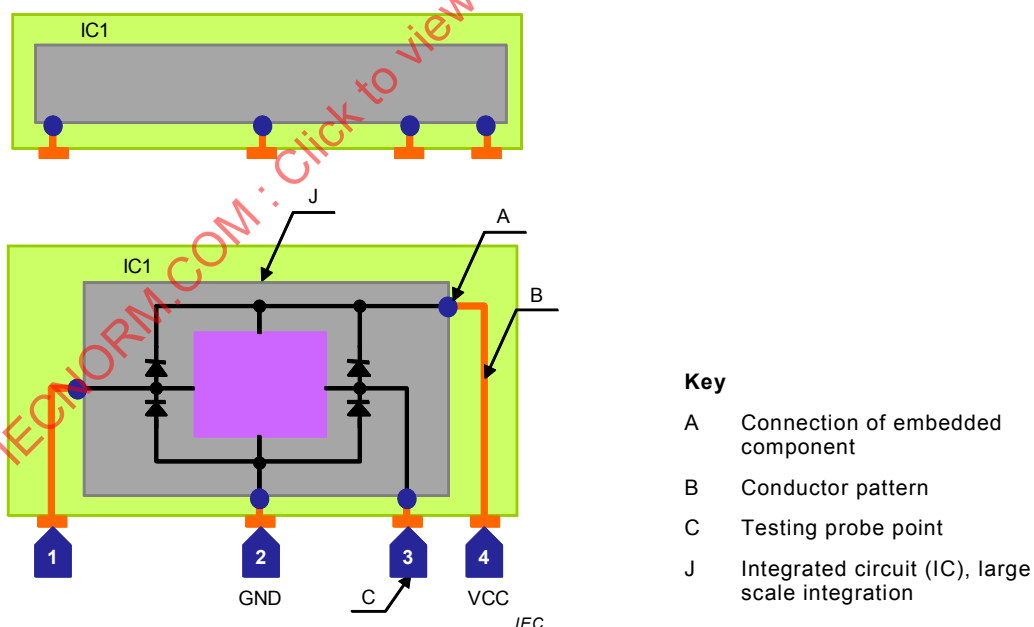
Pre-treatment shall comply with 5.2.2 b).

c) Inspection and evaluation

The conductivity of the circuit is considered acceptable if the measured voltage is within the stated values when the specified voltage and/or current is applied to the specified part of a diode or a transistor and a conductor pattern. No short-circuit occurs when the measured resistance between different networks exceeds the specified minimum resistance. The applied voltage, the applied current, the signal application time, the specified resistance and the minimum allowable resistance are to be AABUS.

5.2.4.3 Test of a circuit having IC, LSI and a conductor pattern

The test of an individual embedded active device such as an IC or LSI which has a terminal connection and is connected to a surface conductor pattern, as illustrated in Figure 25, can be carried out for conduction, opening and short-circuiting of the embedded component and conductor pattern by measuring the voltage at the component applying a DC current to the embedded diode. The characteristics of an embedded IC or LSI are not measured. The applied signal for the test shall be within the rated value of embedded components.



EXAMPLE

Measurement between 1 and 4
 Measurement between 2 and 3
 Measurement between 3 and 4

Figure 25 – Circuit construction of a conductor pattern with embedded IC and LSI

In order to perform test of a circuit having IC, LSI and a conductor pattern, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment shall comply with 5.2.4.2 a).

b) Pre-treatment

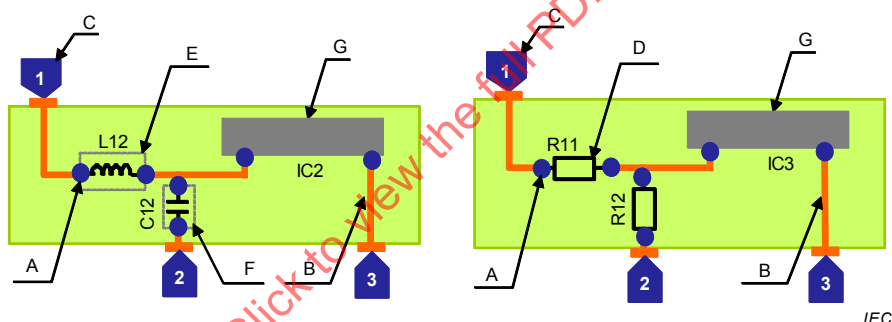
Pre-treatment shall comply with 5.2.2 b).

c) Inspection and evaluation

The conductivity of the circuit containing embedded IC and LSI is considered acceptable if the measured voltage is within the stated values when specified current is applied to the specified part of the conductor pattern. No short-circuit occurs when the measured resistance between different networks exceeds the specified minimum resistance. The applied voltage, the applied current, the signal application time, the specified resistance and the minimum allowable resistance are to be AABUS.

5.2.5 Test of a circuit having connections of both individual passive component(s) and conductor pattern

The test of an individual embedded active device such as an IC or LSI which has a terminal connection connected to the surface conductor pattern via a passive component, as illustrated in Figure 26, can be carried out for conduction, opening and short-circuiting of an embedded component and conductor pattern by measuring the voltage at the component by applying a DC current or an AC signal of a frequency of less 1 MHz to the embedded IC or LSI. The characteristics of the embedded IC or LSI are not measured. The applied signal for the test shall be within the rated value of the embedded components.



Key

A	Connection of embedded component	E	Inductor
B	Conductor pattern	F	Capacitor
C	Testing probe point	G	Integrated circuit (IC), large scale integration
D	Resistor		

EXAMPLE

Measurement between 1 and 2
Measurement between 1 and 3
Measurement between 2 and 3

Figure 26 – Circuit construction composed of a passive component and an active component

In order to test a circuit having connections of both individual passive component(s) and conductor pattern, a) to c) apply.

a) Equipment

The equipment shall comply with 5.2.4.2 a).

b) Pre-treatment

Pre-treatment shall comply with 5.2.2 b).

c) Inspection and evaluation

The conductivity of the circuit containing embedded IC and LSI is considered acceptable if the measured voltage is within the stated values when the specified current is applied to the specified part of the conductor pattern. No short-circuit occurs when the measured resistance between different networks exceeds the specified minimum resistance. The applied voltage, the applied current, the signal application time, the specified resistance and the minimum allowable resistance are to be AABUS.

5.2.6 Test of a circuit having an embedded component which cannot be checked from the surface and a conductor pattern

The quality guarantee of an embedded structure which cannot be tested from the surface as illustrated in Figure 27 shall be AABUS.

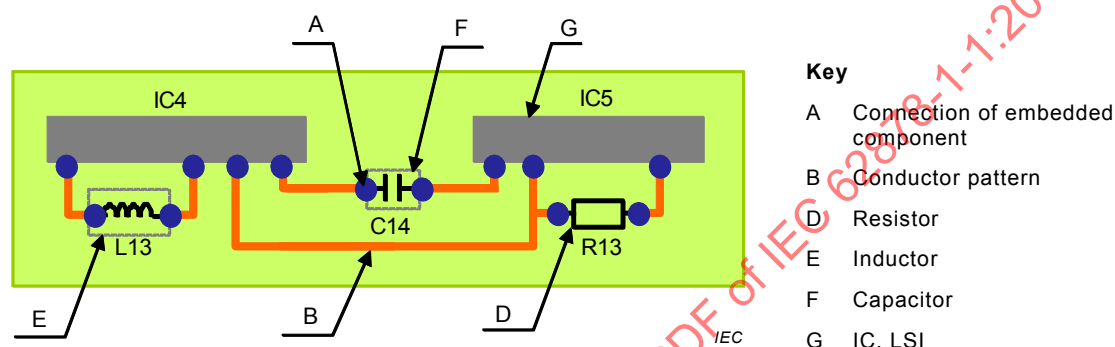


Figure 27 – Circuit construction of embedded components having no connection terminal on the surface

5.3 Internal transparent test

A device embedded board contains embedded components inside the board and cannot be observed from outside. The status of an embedded component may be checked using X-ray which can check the inside of a board. The X-ray test demands appreciable work. Use of an X-ray inspection shall be as AABUS. The X-ray inspection may be used as one of the product reliability tests.

In order to perform the internal transparent test, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment shall be X-ray inspection equipment which can inspect the inside of a specimen by means of X-rays.

b) Pre-treatment

Pre-treatment shall comply with 5.2.2 b).

c) Inspection and evaluation

The test equipment and test method shall be AABUS. The evaluation of the test result shall be in accordance with the individual specification.

5.4 Visual test

The appearance of a device embedded board seems exactly the same as that of an ordinary electric circuit board as embedded components are embedded within the board and cannot be observed from outside. The visual test of a device embedded board is like the visual test of an ordinary electric circuit board. The visual test method shall be AABUS. The method described here is a guideline and not to be used as a standard.

In order to perform visual test, a) to c) apply:

a) Equipment

The equipment should correspond to one of the following two descriptions:

- observation by the naked eye using a magnifying glass or a microscope;
- AOI (automatic optical inspection).

b) Pre-treatment

The surface treatment shall be carried out according to the individual specification.

c) Inspection and evaluation

The equipment for the test and the test method shall be AABUS. The evaluation of the test result shall be in accordance with the individual specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

Annex A (informative)

Related test methods

Table A.1 lists related test method standards.

Table A.1 – Related test methods

Test	Name of test and equipment	IEC	ISO and others
	Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 2: Test methods for materials for interconnection structures	IEC 61189-2	
	Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)	IEC 61189-3	
Environmental tests	Environmental testing – Part 1 General and guidance	IEC 60068-1	
	Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 1: General test methods and methodology	IEC 61189-1	
	Testing condition and environment for plastics		ISO 291
Visual test and micro-sectioning	IEC 61198-3		
Dimensions	IEC 61189-3		
	Venire gauge		ISO 6906 ISO 3599
	Micrometer		ISO 3611
	Height gauge	—	—
	Precision plate		ISO 8512-1 ISO 8512-2
	Gap gauge	—	—
Electrical tests	IEC 61189-3		
Conductor resistance	IEC 61189-3	3E12	
Withstand current	IEC 61189-3	3E15	
Withstand voltage	IEC 61189-3	3E09, 3E10	
AC voltage	IEC 61189-3	3E09, 3E10	
DC voltage	IEC 61189-3	3E09, 3E10	
Insulation resistance	IEC 61189-3	3E03, surface layer 3E05, between layers	
Circuit isolation and conductivity	IEC 61189-3	3E01, isolation 3E02, continuity	
Mechanical tests	IEC 61189-3		
Peel strength	IEC 61189-3	3M01, standard atmosphere	

Test	Name of test and equipment	IEC	ISO and others
Peeling strength of land without plated land hole	IEC 61189-3	3M07	
Pulling strength of plated through hole for component mounting	IEC 61189-3	3M03	
Pulling strength of land pattern pad	IEC 61189-3	3M07	
Adhesivity of plating	IEC 61189-3	3M01	
Cellophane adhesive tape		3M01	—
Adhesive tape and sheet		—	ISO 29862 ISO 29863 ISO 29864
Adhesivity of solder resist and symbol marks	IEC 61189-3	3M01	
Cross cut test	IEC 61189-3	IEC 61189-3	ISO 2409
Cellophane adhesive tape		IEC 61189-3	—
Adhesive tape and sheet		—	ISO 29862 ISO 29863 ISO 29864
Carbon steel cutter knife			ISO 4957
Coated film hardness (solder resist and symbol marks)	IEC 61189-3	3M01	
	Paint test, general (scratch hardness)		ISO 15184
	Pencil, pencil colour and lead used		ISO 9180
	Polishing paper		ISO 3366 ISO 21948
Environmental tests	IEC 61189-3		
High temperature	Environmental testing – IEC 60068-2-2: Test B: Dry heat	IEC 60068-2-2	
Low temperature	IEC 60068-2-1: Test A: Cold	IEC 60068-2-1	
Thermal shock (high and low temperatures)	IEC 61189-3	3N01 to 3N05	
	IEC 60068-2-14: Test N: Change of temperature	IEC 60068-2-14	
	IEC 60068-2-30: Test Db: Dump heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)	IEC 60068-2-30	
	IEC 60068-2-38: Test Z/AD: Composite temperature/humidity cycle test	IEC 60068-2-38	
Resistance to humidity	IEC 61189-3	3N06	
	IEC 60068-2-78: Test Cab: Damp heat, steady state	IEC 60068-2-78	
Migration	IEC TR 62866	3E20	—
	IEC 60068-2-66: Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)	IEC 60068-2-66	
	Flux for soldering		ISO 9455
Vibration	IEC 60068-2-53: Test and guidance – combined climatic (temperature/humidity)	IEC 60068-2-53	
	IEC 60068-2-6: Test Fc: Vibration (sinusoidal)	IEC 60068-2-6	

Test	Name of test and equipment	IEC	ISO and others
	IEC 60068-2-64: Test Fh: Vibration, broadband random and guidance	IEC 60068-2-64	
	IEC 60068-2-80: Test Fi: Vibration-mixed mode	IEC 60068-2-80	
Drop shock	IEC 62137-1-3: Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-3: Cyclic drop test	IEC 62137-1-3	JASO D 0143
Bending	IEC 62137-1-4: Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-4: Cyclic bending test	IEC 62137-1-4	—
Screwing	IEC 60068-2-21: Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices	IEC 60068-2-21	—
Chemical tests	IEC 61189-3		
Flammability	IEC 61189-3	3C03 (to be revised)	
Resistance to chemicals	IEC 61189-3	3C04	
Solderability	IEC 60068-2-58: Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices	IEC 60068-2-58	
	Materials used in the manufacture and assembly of printed board electronic assemblies Part 1: Attachment materials for electronic assemblies		ISO 9453 ISO 9454-1 ISO 9445-1
	IEC 61190-1-2: Attachment materials; Requirement for soldering pastes	IEC 61190-1-2	
	IEC 61190-1-3: Requirements for electrical grade solder alloys and fluxed and non-fluxed sold solder	IEC 61190-1-3	
	IEC 61189-11: Measurement of melting temperature and melting temperature ranges of solder alloys	IEC 61189-11	
	Rosin	—	—
Resistance to soldering heat	IEC 60068-2-20: Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads	IEC 60068-2-20	
	IEC 60068-2-58: Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices	IEC 60068-2-58	
	IEC 60068-2-20: Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads	IEC 60068-2-20	
Thermal resistance of solder resist and symbol marks	IEC 61189-3	IEC 61189-3	

Bibliography

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

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

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

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

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

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 60068-2-53, *Environmental testing – Part 2-53: Tests and guidance – Combined climatic (temperature/humidity) and dynamic (vibration/shock) tests*

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

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-66, *Environmental testing – Part 2-66: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

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

IEC 60068-2-80, *Environmental testing – Part 2-80: Tests – Test Fi: Vibration – Mixed mode*

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

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

IEC 61189-11, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 11: Measurement of melting temperature or melting temperature ranges of solder alloys*

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

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

IEC 62137-1-2, *Surface mounting technology – Environmental and endurance test methods for surface mount solder joint – Part 1-2: Shear strength test*

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

IEC 62421, *Electronics assembly technology – Electronic modules*

IEC TR 62866, *Electrochemical migration in printed wiring boards and assemblies – Mechanisms and testing*

IEC TS 62878-2-1, *Device embedded substrate – Part 2-1: Guidelines – General description of technology*

IEC TS 62878-2-3, *Device embedded substrate – Part 2-3: Guidelines – Design guide*

ISO 291, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 2409, *Paints and varnishes – Cross-cut test*

ISO 3366, *Coated abrasives – Abrasive rolls*

ISO 3599, *Vernier callipers reading to 0,1 and 0,05 mm (withdrawn)*

ISO 3611, *Geometrical product specifications (GPS) – Dimensional measuring equipment: Micrometers for external measurements – Design and metrological characteristics.*

ISO 4957, *Tool steels*

ISO 6353-2, *Reagents for chemical analysis – Part 2: Specifications – First series*

ISO 6353-3, *Reagents for chemical analysis – Part 3: Specifications – Second series*

ISO 6906, *Vernier callipers reading to 0,02 mm (withdrawn)*

ISO 8512-1, *Surface plates – Part 1: Cast iron*

ISO 8512-2, *Surface plates – Part 2: Granite*

ISO 9180, *Black leads for wood-cased pencils – Classification and diameters*

ISO 9445-1, *Continuously cold-rolled stainless steel – Tolerances on dimensions and form – Part 1: Narrow strip and cut lengths*

ISO 9453, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

ISO 9454-1, *Soft soldering fluxes – Classification and requirements – Part 1: Classification, labelling and packaging*

ISO 9455 (all parts), *Soft soldering fluxes – Test methods*

ISO 15184, *Paints and varnishes – Determination of film hardness by pencil test*

ISO 21948, *Coated abrasives – Plain sheets*

ISO 29862, *Self adhesive tapes – Determination of peel adhesion properties*

ISO 29863, *Self adhesive tapes – Measurement of static shear adhesion*

ISO 29864, *Self adhesive tapes – Measurement of breaking strength and elongation at break*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	59
1 Domaine d'application	61
2 Références normatives	61
3 Termes, définitions et abréviations	61
3.1 Termes et définitions	61
3.2 Abréviations	61
4 Méthodes d'essai	62
4.1 Généralités	62
4.2 Inspection visuelle et microsection	62
4.2.1 Généralités	62
4.2.2 Inspection visuelle	62
4.2.3 Microsection	62
4.2.4 Défaut de conducteur et résidu de conducteur	64
4.2.5 Dimension et largeur de pastille (bague annulaire)	64
4.3 Essais électriques	67
4.3.1 Résistance des conducteurs	67
4.3.2 Trou traversant et trou de liaison dans la couche intégrée	68
4.3.3 Courant de tenue de la connexion à l'appareil intégré	69
4.3.4 Tension de tenue dans les cartes intégrées	71
4.3.5 Résistance d'isolation	73
4.3.6 Conduction et isolation du circuit	74
4.4 Essais mécaniques	74
4.4.1 Force d'arrachement du conducteur	74
4.4.2 Force d'arrachement du trou traversant non métallisé	75
4.4.3 Force d'arrachement du trou traversant métallisé	76
4.4.4 Force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille	77
4.4.5 Adhésivité de la feuille métallisée	77
4.4.6 Adhésivité de l'épargne de brasure et de la marque de symbole	78
4.4.7 Dureté de la couche peinte (épargne de brasure et marque de symbole)	82
4.5 Essais d'environnement	83
4.5.1 Généralités	83
4.5.2 Choc thermique en phase vapeur	84
4.5.3 Essais d'immersion à haute température	84
4.5.4 Résistance à l'humidité	85
4.6 Essai mécanique – Résistance à la migration	88
4.6.1 Généralités	88
4.6.2 Equipement	88
4.6.3 Spécimen	89
4.6.4 Condition d'essai	89
5 Inspection d'expédition	90
5.1 Généralités	90
5.2 Essai électrique	91
5.2.1 Généralités	91
5.2.2 Essai de caractéristique du conducteur non connectée à un composant intégré	92

5.2.3	Essai sur la caractéristique ayant un composant passif et une caractéristique de conducteur	94
5.2.4	Essai d'un circuit ayant à la fois un ou plusieurs composants actifs et une caractéristique de conducteur	98
5.2.5	Essai d'un circuit ayant des connexions provenant à la fois d'un ou de plusieurs composants passifs individuels et une caractéristique de conducteur	100
5.2.6	Essai d'un circuit ayant un composant intégré qui ne peut pas être vérifié depuis la surface et une caractéristique de conducteur	101
5.3	Essai transparent interne	102
5.4	Essai visuel	102
Annexe A (informative) Méthodes d'essai associées		103
Bibliographie.....		107
Figure 1 – Eléments de mesure de la structure d'un trou traversant en microsection.....		63
Figure 2 – Eléments de mesure de la structure d'une carte en microsection avec appareil intégré dans une couche d'intégration		63
Figure 3 – Mesure de la dimension de la pastille.....		65
Figure 4 – Mesure de la pastille intégrée		66
Figure 5 – Mesure de la résistance du conducteur		68
Figure 6 – Relation entre le courant, la largeur du conducteur, l'épaisseur du conducteur et l'augmentation de la température		71
Figure 7 – Adhésivité de la couche métallisée.....		78
Figure 8 – Outil à un tranchant		79
Figure 9 – Cutter.....		79
Figure 10 – Cutter à plusieurs tranchants		80
Figure 11 – Entretoise d'égale distance avec guide		80
Figure 12 – Découpe au moyen d'un outil à un tranchant ou d'un cutter		81
Figure 13 – Essai de quadrillage.....		82
Figure 14 – Essai de dureté de la couche de revêtement		83
Figure 15 – Cycles température et humidité		87
Figure 16 – Carte avec appareil(s) intégré(s) pour l'inspection d'expédition		90
Figure 17 – Construction de circuit type d'une carte avec appareil(s) intégré(s)		91
Figure 18 – Exemples de niveaux d'évaluation de l'essai électrique		93
Figure 19 – Construction de circuit non connecté à un composant intégré		93
Figure 20 – Construction de circuit capable de vérification indépendante.....		94
Figure 21 – Construction de circuit pour la connexion en parallèle de composants passifs		96
Figure 22 – Construction de circuit pour la connexion en série de composants passifs		97
Figure 23 – Construction de circuit de la diode intégrée.....		98
Figure 24 – Construction de circuit du transistor		98
Figure 25 – Construction de circuit d'une caractéristique de conducteur avec circuit imprimé et intégration à haute densité intégrés		100
Figure 26 – Construction de circuit composé d'un composant passif et d'un composant actif 101		
Figure 27 – Construction de circuit de composants intégrés n'ayant pas de connexions de terminaux à la surface.....		102

Tableau 1 – Éléments d'essai, caractéristiques et observations des spécimens en microsection	63
Tableau 2 – Méthode d'essai de la coplanarité autour de l'impression de la pastille	67
Tableau 3 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la résistance du conducteur	69
Tableau 4 – Courant de tenue et méthodes d'essai	70
Tableau 5 – Tension de tenue et méthodes d'essai	72
Tableau 6 – Critères et méthodes d'essai pour la résistance d'isolation	74
Tableau 7 – Caractéristiques et méthode d'essai pour la force d'arrachement du conducteur	75
Tableau 8 – Dimensions de la pastille, du trou et du conducteur	76
Tableau 9 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la force d'arrachement du trou traversant métallisé	77
Tableau 10 – Spécifications et méthode d'essai pour la force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille	77
Tableau 11 – Caractéristiques de hautes et basses températures et essais	84
Tableau 12 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour le choc thermique	84
Tableau 13 – Choc thermique (essais d'immersion à haute température)	85
Tableau 14 – Environnement de mesure	85
Tableau 15 – Choc thermique (essais d'immersion à haute température)	85
Tableau 16 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la résistance à l'humidité	88
Tableau 17 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la résistance à la migration	90
Tableau 18 – Éléments applicables pour l'inspection d'expédition	91
Tableau A.1 – Méthodes d'essai associées	103

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SUBSTRAT AVEC APPAREIL(S) INTÉGRÉ(S) –

Partie 1-1: Spécification générique – Méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62878-1-1 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
91/1248/FDIS	91/1260/RVD

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62878, publiées sous le titre général *Substrat avec appareil(s) intégré(s)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62878-1-1:2015

SUBSTRAT AVEC APPAREIL(S) INTÉGRÉ(S) –

Partie 1-1: Spécification générique – Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62878 spécifie les méthodes d'essai pour les substrats avec appareils actifs et passifs intégrés. Les méthodes d'essai fondamentales pour les matériaux de substrats de câblage imprimé et pour les substrats eux-mêmes sont spécifiées dans l'IEC 61189-3.

La présente partie de l'IEC 62878 est applicable aux substrats avec appareil(s) intégré(s) fabriqués à partir de matériaux de base organiques, y compris par exemple les appareils actifs ou passifs, les composants discrets formés lors du processus de fabrication d'une carte de câblage électronique, ainsi que les composants de feuilles minces.

La série IEC 62878 ne s'applique ni à la couche de re-distribution (RDL), ni aux modules définis comme un business model de type M de l'IEC 62421.

2 Références normatives

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

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60194, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions* (disponible en anglais seulement)

IEC 61189-3, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 3: Méthodes d'essai des structures d'interconnexion (cartes imprimées)*

IEC TS 62878-2-4:2015, *Substrat avec appareil(s) intégré(s) – Part 2-4: Directives – Groupes d'éléments d'essai (TEG)*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60194 s'appliquent.

3.2 Abréviations

Abréviation	Français	Anglais
AABUS	tel que convenu entre l'utilisateur et le fournisseur	as agreed between user and supplier
AOI	contrôle automatique optique	automatic optical inspection
LSI	intégration à haute densité	large scale integration

4 Méthodes d'essai

4.1 Généralités

Le présent article est donné à titre de lignes directrices seulement. L'essai doit être effectué dans les conditions atmosphériques normalisées (ou simplement déclarées comme un environnement normalisé):

Température	Humidité relative	Pression atmosphérique
15 °C à 35 °C	25 % à 75 %	86 kPa à 106 kPa

4.2 Inspection visuelle et microsection

4.2.1 Généralités

L'inspection visuelle et la microsection des cartes à câblage imprimé multicouche sont spécifiées en 4.2.2 et 4.2.3.

4.2.2 Inspection visuelle

L'inspection visuelle consiste à vérifier l'apparence, la finition et l'impression de spécimens à l'œil nu ou à la loupe en se référant à leurs spécifications individuelles. Le résultat d'essai doit être "tel que convenu entre l'utilisateur et le fournisseur" (ci-après dénommé AABUS).

4.2.3 Microsection

La microsection consiste à vérifier l'état, l'apparence et les dimensions par rapport aux spécifications individuelles du trou traversant métallisé, du trou de liaison dans la couche intégrée, du conducteur, de la distance de l'intercouche, de la distance du conducteur et des connexions à l'appareil intégré. Le spécimen est monté dans de la résine d'époxy ou de polyester, et la section transversale du spécimen est coupée et polie pour l'observation. L'évaluation des résultats doit être AABUS. L'équipement, le matériau, le spécimen et l'essai sont spécifiés sous les points a) à d).

a) Equipement

Un microscope industriel capable de mesurer des épaisseurs de couches métallisées avec une précision de 0,001 mm.

b) Matériau

Les matériaux utilisés dans cet essai sont les suivants: agent de démoulage, résine de moulage, tissu ou papier de polissage (#180, #400, #1 000, etc.) avec la possibilité d'utiliser des matériaux de polissage (alumine ou oxyde de chrome).

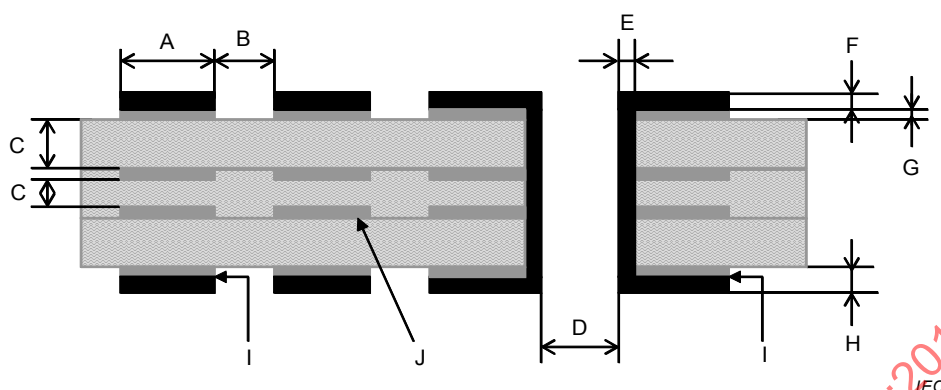
c) Spécimen

Un spécimen est découpé dans le produit selon une taille adéquate et suffisante pour l'observation et monté dans la résine de moulage. La surface découpée est ensuite polie à l'aide d'un tissu/papier de polissage, du grain le plus gros au plus fin à l'aide d'une surface de feutre rotative utilisant les matériaux de polissage mentionnés ci-dessus. La face polie doit être comprise dans un angle de 85° à 95° par rapport à la couche devant être observée. Le diamètre de la couche métallisée du trou traversant et des trous de liaison dans la couche intégrée observée par microsection ne doit pas être inférieur à 90 % du diamètre du trou précédemment observé. Graver le spécimen si la limite de la métallisation nécessite d'être clarifiée après le polissage.

d) Essai

L'essai consiste à observer les éléments indiqués dans les spécifications individuelles à l'aide d'un microscope de grossissement spécifié. La Figure 1 illustre les éléments d'essai pour le trou traversant afin de vérifier les faces de microsection et la Figure 2 les éléments

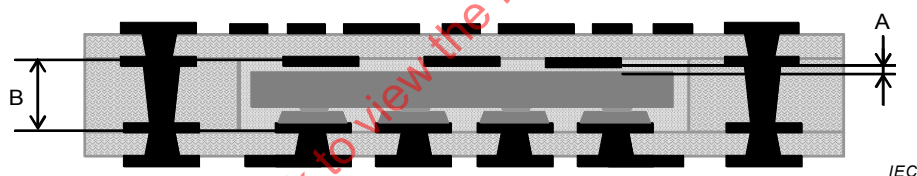
d'essai pour la structure d'intégration et les appareils intégrés. Le Tableau 1 donne les caractéristiques et les éléments d'observation de l'essai.



Légende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| A | Largeur du conducteur | F | Epaisseur de la couche métallisée du conducteur |
| B | Intervalle entre les conducteurs | G | Epaisseur de la feuille de cuivre |
| C | Epaisseur de la couche isolante | H | Epaisseur du conducteur |
| D | Diamètre du trou | I | Limite de la couche métallisée |
| E | Epaisseur de la couche métallisée du trou traversant | J | Circuit interne |

Figure 1 – Éléments de mesure de la structure d'un trou traversant en microsection



Légende

- | | |
|---|--|
| A | Distance entre le conducteur et l'appareil intégré |
| B | Couche d'intégration de l'appareil |

Figure 2 – Éléments de mesure de la structure d'une carte en microsection avec appareil intégré dans une couche d'intégration

Tableau 1 – Éléments d'essai, caractéristiques et observations des spécimens en microsection

N°	Élément d'essai	Caractéristiques et observation
1	Largeur du conducteur (couche interne, couche externe)	– Largeur maximale du conducteur – Largeur minimale du conducteur – Facteur de gravure
2	Intervalle entre les conducteurs (couche interne, couche externe)	– Espacement minimal entre les conducteurs
3	Epaisseur de la couche isolante/Intervalle entre les conducteurs	– Couche isolante minimale/Espacement minimal entre les conducteurs – Décollement interlaminaire – Blanchiment – Craquellement

N°	Elément d'essai	Caractéristiques et observation
4	Diamètre du trou et largeur de la pastille	– Diamètre du trou – Largeur de la pastille
5	Epaisseur de la couche métallisée du trou traversant	– Epaisseur de la couche métallisée du trou traversant – Epaisseur de la couche métallisée du trou de liaison dans la couche intégrée (trou de liaison conformé) – Fissure dans le coin – Fissure sur le pourtour – Fissure sur la feuille
6	Epaisseur de la couche métallisée du conducteur	– Epaisseur de la couche métallisée du conducteur
7	Epaisseur de la feuille de cuivre	– Epaisseur de la feuille de cuivre
8	Epaisseur du conducteur	– Epaisseur totale du conducteur (feuille de cuivre et épaisseur de la couche métallisée du conducteur)
9	Distance entre le conducteur et l'appareil intégré	– Distance entre le conducteur et l'appareil intégré
10	Epaisseur de la couche d'intégration de l'appareil	– Epaisseur de la couche d'intégration de l'appareil – Décollement interlaminaire – Blanchiment – Craquellement

4.2.4 Défaut de conducteur et résidu de conducteur

Afin de mesurer le défaut de conducteur et le résidu de conducteur, les points a) et b) s'appliquent:

a) Equipement

Un microscope industriel avec une précision d'au moins 0,001 mm.

b) Mesure

Mesurer le défaut de conducteur et le résidu de conducteur dans le sens vertical et horizontal au niveau de la zone d'isolation.

4.2.5 Dimension et largeur de pastille (bague annulaire)

4.2.5.1 Pastille d'insertion de composant et pastille de trou traversant

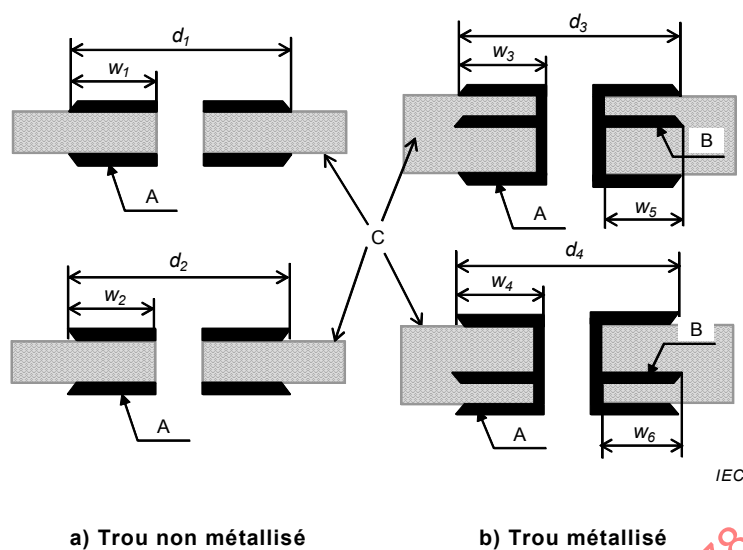
Afin de mesurer la pastille d'insertion de composant et la pastille de trou traversant, les points a) et b) s'appliquent:

a) Equipement

Un microscope industriel avec une précision d'au moins 0,001 mm.

b) Mesure

- 1) Mesurer la dimension de la pastille d1 à d4 illustrée à la Figure 3.
- 2) Mesurer la largeur externe de pastille restante w_1 à w_4 illustrée à la Figure 3 par microsection de la distance entre le bord d'entrée sans inclure la couche métallisée et la pastille, bord avec une précision supérieure à 0,001 mm.

**Légende**

A	Trou non métallisé
B	Trou métallisé
C	Trou de liaison dans la couche intégrée avec la forme d'un trou de liaison conformé
d_1 à d_4	Dimension maximale de la pastille
w_1 à w_4	Largeur restante de pastille dans la couche externe
w_5, w_6	Largeur restante de pastille dans la couche interne

Figure 3 – Mesure de la dimension de la pastille**4.2.5.2 Trou de liaison (y compris trou de liaison interstitiel et trou de liaison dans la couche intégrée)**

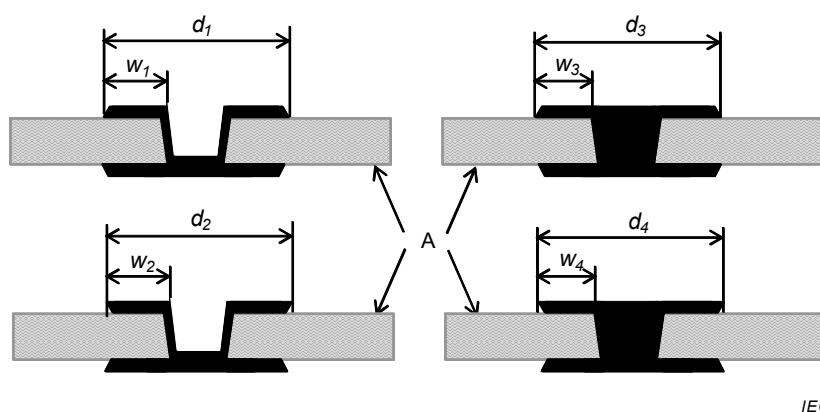
Afin de mesurer le trou de liaison, les points a) et b) s'appliquent:

a) Equipement

Un microscope industriel avec une précision d'au moins 0,001 mm.

b) Mesure

- 1) Mesurer la dimension de la pastille d_1 à d_4 illustrée à la Figure 4.
- 2) Il n'est pas nécessaire de mesurer la dimension de la pastille w_1 à w_4 illustrée à la Figure 4 sauf en cas de problème dans la connexion électrique. La mesure peut être réalisée dans le cadre d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur par microsection avec une précision supérieure à 0,001 mm de la dimension maximale.



a) Trou de liaison conformé

b) Trou de liaison plein

Légende

- A Couche isolante
 d_1 à d_4 Dimension maximale de la pastille
 w_1 à w_4 Largeur du bord restant de la pastille

Figure 4 – Mesure de la pastille intégrée

4.2.5.3 Coplanarité

4.2.5.3.1 Flexion

Afin de mesurer la flexion, les points a) et b) s'appliquent:

a) Equipement

Une jauge d'espacement ou une toise avec une précision d'au moins 0,1 mm doit être utilisée.

b) Mesure

Placer une carte avec appareil(s) intégré(s) sur une plaque de précision en orientant la partie saillante vers le haut, puis mesurer l'espacement maximal entre la base et le spécimen avec une précision de 0,1 mm pour trouver le point de flexion.

4.2.5.3.2 Torsion

Afin de mesurer la torsion, les points a) et b) s'appliquent:

a) Equipement

Une jauge d'espacement ou une toise avec une précision d'au moins 0,1 mm doit être utilisée.

b) Mesure

Placer une carte avec appareil(s) intégré(s) sur une plaque de précision en orientant la partie saillante vers le haut et en faisant en sorte que les trois coins du spécimen touchent la plaque, puis mesurer la distance entre la plaque et le coin du spécimen qui ne touche pas la plaque avec une précision de 0,1 mm.

4.2.5.3.3 Méthode d'essai

Le Tableau 2 donne la méthode d'essai de la coplanarité autour de l'impression de la pastille.

Tableau 2 – Méthode d'essai de la coplanarité autour de l'impression de la pastille

Elément	Critères	Méthode d'essai
Effet sur l'appareil intégré	AABUS	Utiliser le groupe d'éléments d'essai (TEG, <i>Test Element Group</i>) au lieu d'un appareil intégré Un essai pour les connexions des terminaux des appareils intégrés est à l'étude.

4.3 Essais électriques

4.3.1 Résistance des conducteurs

Afin de vérifier la résistance des conducteurs, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

Méthode d'essai par chute de tension (méthode à quatre terminaux) ou méthode équivalente. Le signal de mesure (tension ou courant) doit être en courant continu ou alternatif.

b) Spécimen

Le spécimen est la section spécifiée de l'impression d'essai ou de l'impression complexe d'essai d'une carte avec appareil(s) intégré(s) illustrée dans les Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015.

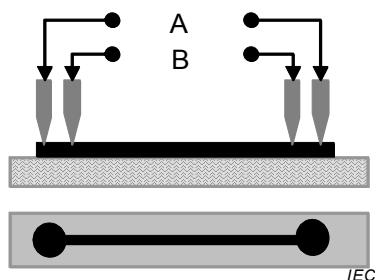
c) Prétraitement

Le prétraitement doit être soit 1) soit 2) selon la spécification individuelle.

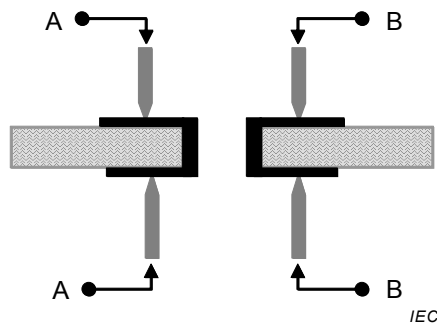
- 1) Laisser un spécimen dans l'environnement normalisé pendant $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.
- 2) Laisser un spécimen dans un bain de $85 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pendant 4 h puis dans l'environnement normalisé pendant $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.

d) Essai

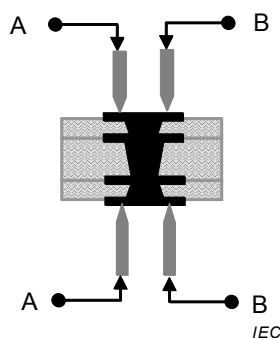
La mesure doit être réalisée comme le montre la Figure 5 avec une précision de $\pm 5 \%$. S'assurer que les effets de contact et de réchauffement de la sonde dus au courant de mesure soient évités. Le spécimen inclut la connexion entre un appareil intégré et les terminaux, un conducteur y compris le trou traversant et un trou de liaison dans la couche intégrée.



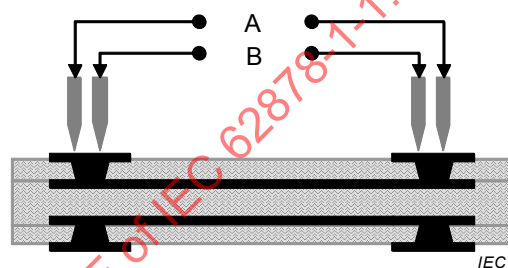
a) Mesure de la résistance du conducteur



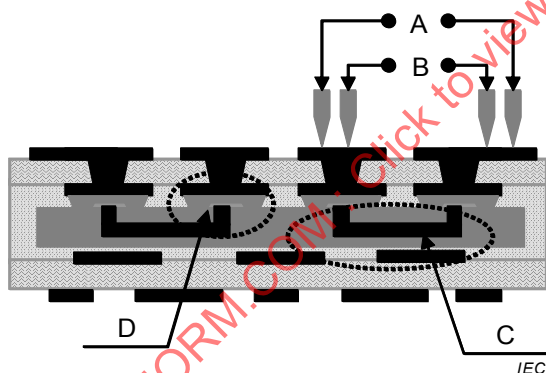
b) Mesure de la résistance des trous traversants



c) Mesure de la résistance du trou de liaison dans la couche intégrée



d) Mesure de la résistance du trou de liaison dans la couche interne du conducteur



e) Mesure de la résistance de la connexion d'un appareil intégré

Légende

A Borne de courant
B Borne de tension

C TEG
D Connexion réellement utilisée

Figure 5 – Mesure de la résistance du conducteur

4.3.2 Trou traversant et trou de liaison dans la couche intégrée

Afin de vérifier le trou traversant et le trou de liaison dans la couche intégrée, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.3.1 a).

b) Spécimen

Le spécimen est la section spécifiée de l'impression d'essai ou de l'impression complexe d'essai d'une carte avec appareil(s) intégré(s) illustrée dans les Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

La mesure doit être réalisée comme le montre la Figure 5 avec une précision de $\pm 5\%$ en évitant les effets de contact et de réchauffement de la sonde dus au courant de mesure.

Le Tableau 3 donne les caractéristiques et les méthodes d'essai pour la résistance du conducteur.

Tableau 3 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la résistance du conducteur

Elément	Caractéristiques	Méthode d'essai
Connexion à l'appareil intégré/Connexion de plage/Connexion de trou de liaison	AABUS	Conformément à 4.3.2, trou traversant métallisé et trou de liaison dans la couche intégrée. Utiliser le TEG pour l'appareil intégré.

4.3.3 Courant de tenue de la connexion à l'appareil intégré

Afin de mesurer le courant de tenue de la connexion à l'appareil intégré, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

Une alimentation en courant continu ou alternatif capable de fournir le courant d'essai indiqué au Tableau 4 et un ampèremètre. L'équipement doit être une alimentation en courant continu ou alternatif capable de fournir le courant d'essai indiqué en 4.3.2 a) et un ampèremètre.

b) Spécimen

Le spécimen doit être les terminaux du TEG et la partie spécifiée de l'impression complexe d'essai (voir Figures 1 à 28 de l'IEC TS 62878-2-4:2015). Un cavalier de zéro ohm est recommandé pour le TEG d'un appareil intégré.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

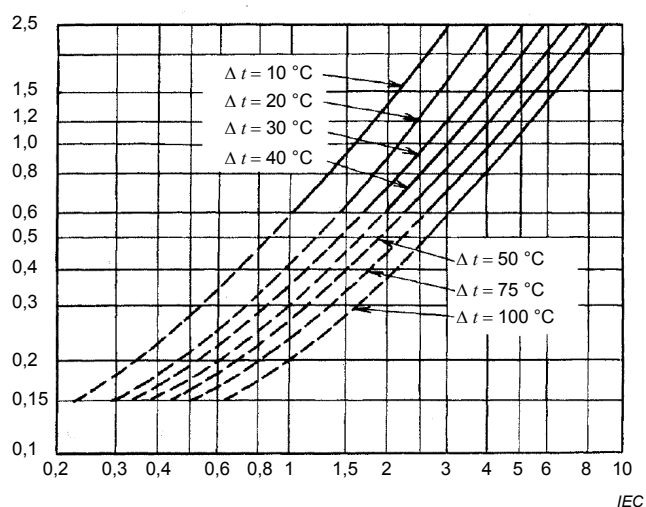
d) Essai

Vérifier l'absence d'anomalie après avoir fourni pendant 30 s à la borne de contact du TEG et à la plage de la carte un courant donné en fonction de sa spécification individuelle. Le courant d'essai pour un diamètre de trou donné est indiqué dans le Tableau 5.

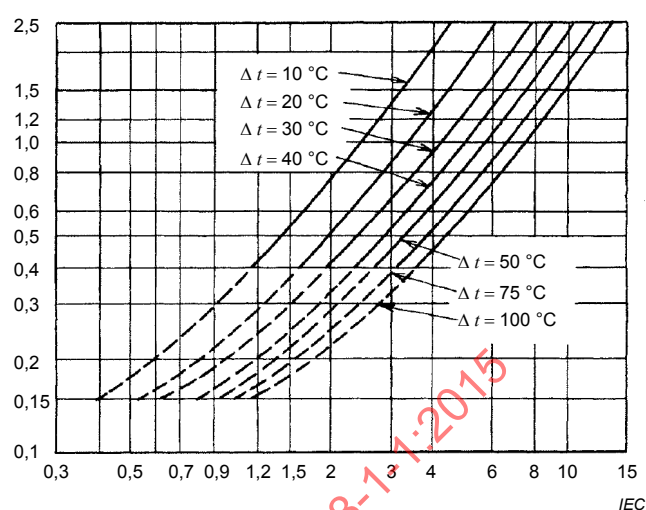
Le Tableau 4 présente les caractéristiques du courant de tenue et les méthodes d'essai.

Tableau 4 – Courant de tenue et méthodes d'essai

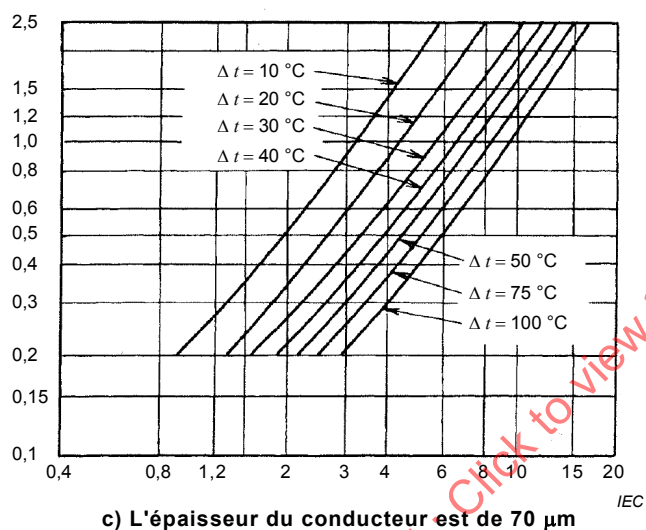
Elément	Caractéristiques	Méthode d'essai														
Conducteur	Les caractéristiques du courant de tenue doivent être AABUS. La relation entre le courant, la largeur du conducteur, l'épaisseur du conducteur et l'augmentation de la température est illustrée à la Figure 6.	Courant de tenue du trou traversant et du trou de liaison dans les couches intégrées selon 4.3.2. Courant de tenue du conducteur selon 4.3.3. La forme et la dimension du spécimen doivent être AABUS.														
Trou traversant et trou de liaison dans la couche intégrée		Courant de tenue du conducteur selon 4.3.3. La forme et la dimension du spécimen doivent être AABUS.														
Appareil intégré – Connexion de plage – Connexion de trou de liaison		Courant de tenue de la connexion à l'appareil intégré selon 4.3.3. Utiliser le TEG pour l'appareil intégré. La résistance interne du TEG doit être inférieure à 50 mΩ. Le courant d'essai ne doit pas dépasser le courant assigné indiqué ci-dessous. Le courant assigné est défini pour un essai continu de charge de 30 s. Le courant de surcharge maximal est défini pour 2 s. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th><th>Courant assigné 70 °C, A</th><th>Courant de surcharge maximal, A</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0402</td><td>—</td><td>—</td></tr> <tr> <td>0603</td><td>0,5</td><td>1,0</td></tr> <tr> <td>1005</td><td>1,0</td><td>2,0</td></tr> <tr> <td>1608</td><td>1,0</td><td>2,0</td></tr> </tbody> </table>	Type	Courant assigné 70 °C, A	Courant de surcharge maximal, A	0402	—	—	0603	0,5	1,0	1005	1,0	2,0	1608	1,0
Type	Courant assigné 70 °C, A	Courant de surcharge maximal, A														
0402	—	—														
0603	0,5	1,0														
1005	1,0	2,0														
1608	1,0	2,0														



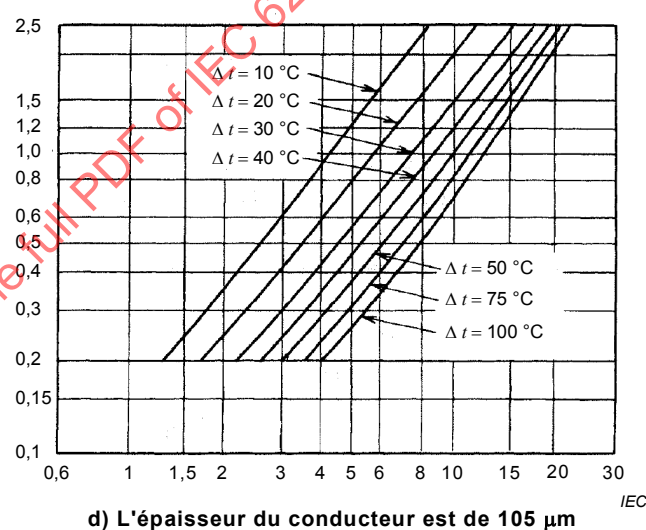
a) L'épaisseur du conducteur est de 18 μm



b) L'épaisseur du conducteur est de 35 μm



c) L'épaisseur du conducteur est de 70 μm



d) L'épaisseur du conducteur est de 105 μm

X courant (A)

Y largeur du conducteur (mm)

Figure 6 – Relation entre le courant, la largeur du conducteur, l'épaisseur du conducteur et l'augmentation de la température

4.3.4 Tension de tenue dans les cartes intégrées

4.3.4.1 Généralités

Les tensions de tenue du conducteur, du trou traversant métallisé et du trou de liaison dans les couches intégrées, de la connexion interne et de la connexion à l'appareil intégré doivent être mesurées conformément à chaque spécification individuelle. Cet essai ne doit être effectué que si l'essai de tension de tenue est exigé.

4.3.4.2 Tension de tenue des couches internes dans les cartes intégrées

Afin de mesurer la tension de tenue des couches internes dans les cartes intégrées, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.3.2 a).

b) Spécimen

Le spécimen doit être fait pour la borne de connexion du TEG dans la carte d'intégration d'appareil ou pour la plage de l'impression complexe d'essai (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015). Un spécimen ayant subi des dommages mécaniques, un embrasement, un arc électrique ou un claquage ne doit pas être utilisé dans d'autres essais.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être comme décrit en 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai doit être réalisé comme décrit en 4.3.1 d).

4.3.4.3 Tension de tenue de la connexion à l'appareil intégré

Les points a) à d) s'appliquent.

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.3.1 a)

b) Spécimen

Le spécimen doit être une partie spécifiée du TEG d'une carte d'intégration d'appareil ou de l'impression complexe d'essai (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4 [TEG]). Il convient d'utiliser un cavalier à zéro ohm pour le TEG. Un spécimen ayant subi des dommages mécaniques, une immersion, un dégagement d'étincelles ou un claquage ne doit pas être utilisé dans d'autres essais.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être comme décrit en 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai doit être réalisé comme décrit en 4.3.1 d).

Le Tableau 5 présente les méthodes d'essai pour la tension de tenue.

Tableau 5 – Tension de tenue et méthodes d'essai

Elément	Caractéristiques	Essai										
Intercouche	Il convient qu'il n'existe pas d'anomalie telle qu'un dommage mécanique, une immersion ou un dommage au niveau de l'isolation.	Tension de choc intercouche selon 4.3.4.2. La tension d'essai est donnée ci-dessous. <table><tr><th>Distance intercouche x mm</th><th>Tension d'essai V</th></tr><tr><td>$0,02 \leq x < 0,05$</td><td>100</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,08$</td><td>250</td></tr><tr><td>$0,08 \leq x < 0,20$</td><td>500</td></tr><tr><td>$0,20 \leq x$</td><td>1 000</td></tr></table>	Distance intercouche x mm	Tension d'essai V	$0,02 \leq x < 0,05$	100	$0,05 \leq x < 0,08$	250	$0,08 \leq x < 0,20$	500	$0,20 \leq x$	1 000
Distance intercouche x mm	Tension d'essai V											
$0,02 \leq x < 0,05$	100											
$0,05 \leq x < 0,08$	250											
$0,08 \leq x < 0,20$	500											
$0,20 \leq x$	1 000											
Connexion à l'appareil intégré	Il convient qu'il n'existe pas d'anomalie telle qu'un dommage mécanique, une immersion ou un dommage au niveau de l'isolation.	Tension de tenue de l'appareil intégré selon 4.3.4.3. Utiliser le TEG pour l'appareil intégré. La résistance interne du TEG doit être inférieure à 50 mΩ. Essai en dessous de la tension d'isolation du TEG. <table><tr><th>Type</th><th>Tension d'isolation (valeur efficace de V_{dc} ou V_{ac})</th></tr><tr><td>0402</td><td>—</td></tr><tr><td>0603</td><td>30</td></tr><tr><td>1005</td><td>100</td></tr><tr><td>1608</td><td>100</td></tr></table>	Type	Tension d'isolation (valeur efficace de V_{dc} ou V_{ac})	0402	—	0603	30	1005	100	1608	100
Type	Tension d'isolation (valeur efficace de V_{dc} ou V_{ac})											
0402	—											
0603	30											
1005	100											
1608	100											

4.3.5 Résistance d'isolation

4.3.5.1 Généralités

La résistance d'isolation doit être mesurée entre les terminaux du conducteur ou de l'appareil intégré sur la base des spécifications individuelles.

4.3.5.2 Résistance d'isolation de la couche interne

Afin de mesurer la résistance d'isolation de la couche interne, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

Un appareil d'essai de la résistance d'isolation capable de mesurer des valeurs supérieures à $10^{10} \Omega$.

b) Spécimen

Le spécimen doit être une partie spécifiée d'une carte d'intégration d'appareil, d'une impression d'essai ou d'une impression complexe d'essai (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015) incluant la connexion à l'appareil intégré.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.4.2 c).

d) Essai

Appliquer une tension continue de $10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$, $50 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$, $100 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$ ou $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ selon la spécification individuelle pendant 1 min, puis mesurer la résistance d'isolation pendant l'application de la tension.

4.3.5.3 Résistance d'isolation entre les couches internes

Afin de mesurer la résistance d'isolation entre les couches internes, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.3.1 a).

b) Spécimen

Le spécimen doit être une partie spécifiée d'une carte d'intégration d'appareil, d'une impression d'essai ou d'une impression complexe d'essai (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015) incluant la connexion à l'appareil intégré.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai doit être conforme à 4.3.1 d).

4.3.5.4 Résistance d'isolation entre les terminaux intégrés

Afin de mesurer la résistance d'isolation entre les terminaux intégrés, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.3.4.3 a).

b) Spécimen

Le spécimen doit être une partie spécifiée d'une carte d'intégration d'appareil, d'une impression d'essai ou d'une impression complexe d'essai (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015) incluant la connexion à l'appareil intégré. Il convient d'utiliser un cavalier à zéro ohm pour le TEG.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai doit être conforme à 4.3.1 d).

Le Tableau 6 présente les éléments d'évaluation de la résistance d'isolation, les caractéristiques et les méthodes d'essai.

Tableau 6 – Critères et méthodes d'essai pour la résistance d'isolation

Elément		Critères	Essai									
Intercouche	Normal	La résistance doit être supérieure à :	Résistance d'isolation intercouche selon 4.3.5.3. La tension d'essai doit être :									
				<table><tr><th>Epaisseur minimale de l'isolant x mm</th><th>Résistance Ω</th></tr><tr><td>$0,02 \leq x < 0,05$</td><td>5×10^9</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,13$</td><td>1×10^{10}</td></tr><tr><td>$0,13 \leq x$</td><td>5×10^{10}</td></tr></table>	Epaisseur minimale de l'isolant x mm	Résistance Ω	$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^9	$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^{10}	$0,13 \leq x$	5×10^{10}
				Epaisseur minimale de l'isolant x mm	Résistance Ω							
				$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^9							
				$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^{10}							
$0,13 \leq x$	5×10^{10}											
<table><tr><th>Epaisseur minimale de la couche d'isolation x mm</th><th>Tension d'essai V</th></tr><tr><td>$0,03 \leq x < 0,05$</td><td>10</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,08$</td><td>50</td></tr><tr><td>$0,08 \leq x < 0,20$</td><td>100</td></tr><tr><td>$0,20 \leq x$</td><td>500</td></tr></table>	Epaisseur minimale de la couche d'isolation x mm	Tension d'essai V	$0,03 \leq x < 0,05$	10	$0,05 \leq x < 0,08$	50	$0,08 \leq x < 0,20$	100	$0,20 \leq x$	500		
Epaisseur minimale de la couche d'isolation x mm	Tension d'essai V											
$0,03 \leq x < 0,05$	10											
$0,05 \leq x < 0,08$	50											
$0,08 \leq x < 0,20$	100											
$0,20 \leq x$	500											
Entre les terminaux de l'appareil intégré	Normal	La résistance doit être supérieure à :	Résistance d'isolation entre les terminaux de l'appareil intégré selon 4.3.5.4. Utiliser le TEG. La résistance interne du TEG doit être inférieure à 50 mΩ. En cas d'utilisation d'une résistance, la résistance d'isolation garantie doit être $10^9 \Omega$.									
				<table><tr><th>Distance minimale entre les terminaux d'isolation ou plages x mm</th><th>Résistance Ω</th></tr><tr><td>$0,02 \leq x < 0,05$</td><td>5×10^8</td></tr><tr><td>$0,05 \leq x < 0,13$</td><td>1×10^9</td></tr><tr><td>$0,13 \leq x$</td><td>5×10^9</td></tr></table>	Distance minimale entre les terminaux d'isolation ou plages x mm	Résistance Ω	$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^8	$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^9	$0,13 \leq x$	5×10^9
				Distance minimale entre les terminaux d'isolation ou plages x mm	Résistance Ω							
				$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^8							
				$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^9							
$0,13 \leq x$	5×10^9											

4.3.6 Conduction et isolation du circuit

Cet essai a été élaboré pour vérifier l'isolation de points non connectés électriquement à une impression de conducteur spécifiée et non connectés à une carte d'intégration d'appareil en fonction des spécifications de carte (données d'essai par CAO/FAO et spécification individuelle), ainsi que la connexion électrique aux positions de connexion spécifiées de la caractéristique du conducteur. Il convient d'utiliser cet essai pour la carte d'intégration d'appareil réelle.

4.4 Essais mécaniques

Ces essais ont été élaborés pour vérifier la force mécanique d'une carte d'intégration d'appareil en fonction des spécifications de carte (données d'essai par CAO/FAO et spécification individuelle) du conducteur, de la pastille d'un trou non métallisé, d'un trou traversant métallisé, d'une plage de l'impression de la pastille, de l'épargne de brasure et de la marque de symbole en procédant à l'application d'une charge mécanique.

4.4.1 Force d'arrachement du conducteur

a) Equipement

Machine d'essai d'arrachement capable de maintenir une vitesse de traction de 50 mm/min. La précision de mesure dans la plage de mesure efficace doit être de $\pm 1\%$ de la valeur indicative et pour la plage de charge d'arrachement entre 15 % et 85 %. Utiliser un gabarit-support capable de maintenir le sens d'arrachement de 90° par rapport à la surface du spécimen lorsque la couche d'un conducteur est arrachée du spécimen.

b) Spécimen

Le spécimen doit être une carte possédant une longueur adéquate et un conducteur de largeur constante (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015). L'utilisation d'un spécimen avec un conducteur plus étroit que 0,8 mm doit être AABUS.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai est réalisé dans l'environnement d'essai normalisé. Un spécimen avec le conducteur arraché sur environ 10 mm par rapport à la base est fixé au gabarit-support de l'équipement. Maintenir l'extrémité de la couche de conducteur arrachée et tirer le conducteur sur plus de 25 mm à une vitesse de 50 mm/min.

Le Tableau 7 présente la force d'arrachement du conducteur et la méthode d'essai.

Tableau 7 – Caractéristiques et méthode d'essai pour la force d'arrachement du conducteur

Elément	Caractéristiques		Méthode d'essai
Force d'arrachement du conducteur	La force d'arrachement du conducteur doit être AABUS.		La méthode d'essai, la forme et la taille doivent être AABUS.
	N/mm		
	Elément	IEC 61249-2-7 (FR-4) Epaisseur de la feuille de cuivre: 18 µm Largeur de l'impression: 0,8 mm	
	Informations de spécifications (pour référence)	Matériau de base: ≥ 0,98 N/mm Sans halogène: ≥ 80 N/mm	
	Note: Un matériau de base peut contenir de l'halogène (doit être déclaré comme un matériau de base).		

4.4.2 Force d'arrachement du trou traversant non métallisé

a) Équipement

L'équipement doit être conforme à 4.4.1 a).

b) Spécimen

Le spécimen est une carte prébrasée pendant 3 s dans un bain de brasage pour une pastille ronde indépendante (voir Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015) présentant les dimensions de pastille, de trou et de conducteur indiquées dans le Tableau 8. La brasure à utiliser doit être AABUS. L'utilisation de dimensions différentes de celles indiquées dans le Tableau 8 doit également être AABUS.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

Introduire un fil conducteur dans un trou du spécimen. Ne pas plier l'extrémité du fil, mais extruder un petit bout à l'arrière de la carte et braser pendant 3 s à 5 s sans toucher

directement de pastille, mais le fil uniquement en utilisant un fer à braser avec une panne d'un diamètre de 5 mm $\pm$ 0,1 mm.

La température de la panne du fer à braser est de 270 °C $\pm$ 10 °C. Laisser le spécimen refroidir à la température ambiante pendant plus de 30 min. Tirer le fil verticalement en utilisant une machine d'essai d'arrachement à une vitesse d'arrachement de 50 mm/min et mesurer la force nécessaire pour détacher la pastille de la carte. Répéter l'essai si le fil se détache ou se casse.

L'essai de brasage répété peut être réalisé en utilisant un spécimen dont le fil brasé est retiré à l'aide d'un fer à braser conforme à a) et où un nouveau fil conducteur est brasé à la pastille. Répéter le débrasage et le brasage du fil selon le nombre de fois indiqué dans la spécification individuelle. Laisser le spécimen de chaque brasage refroidir à la température ambiante pendant plus de 30 min.

Tirer le fil verticalement en utilisant une machine d'essai d'arrachement à une vitesse d'arrachement de 50 mm/min et mesurer la force nécessaire pour détacher la pastille de la carte. Répéter l'essai si le fil se détache ou se casse.

Tableau 8 – Dimensions de la pastille, du trou et du conducteur

Pastille (mm)	2,0	4,0
Diamètre du trou (mm)	0,8	1,3
Diamètre du conducteur (mm)	0,6 à 0,7	0,9 à 1,0

4.4.3 Force d'arrachement du trou traversant métallisé

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.4.1 a).

b) Spécimen

Le spécimen est une plage indépendante de l'impression de la pastille sans fil conducteur relié à la plage. La taille de plage et du fil conducteur doit être AABUS.

Le fil conducteur doit être brasé à la pastille dans les 3 s en utilisant l'équipement décrit en 4.4.2 a). La brasure à utiliser doit être AABUS.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai doit être conforme à 4.4.2 d).

Le Tableau 9 présente les caractéristiques et les méthodes d'essai pour la force d'arrachement du trou traversant métallisé.

Tableau 9 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la force d'arrachement du trou traversant métallisé

Elément	Caractéristiques		Méthode d'essai
Force d'arrachement du trou traversant métallisé	La force d'arrachement du trou traversant métallisé doit être AABUS.		L'essai doit être conforme à 4.4.3 d).
	N/trou		
	Elément	Qualité de la carte: IEC 61249-2-7 (FR-4) Epaisseur de la carte: 1,6 mm Diamètre du trou: ø1,0 mm	
	Informations de spécifications	Matériau de base: ≥ 88,3 N/mm	

4.4.4 Force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille

a) Equipement

L'équipement doit être conforme à 4.4.1 a).

b) Spécimen

Le spécimen est une plage indépendante de l'impression de la pastille sans fil conducteur relié à la plage. La taille de plage et du fil conducteur doit être AABUS. Le fil conducteur doit être brasé à la pastille dans les 3 s en utilisant l'équipement décrit en 4.4.1 a). La brasure à utiliser doit être AABUS.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

L'essai doit être conforme à 4.4.2 d).

Le Tableau 10 présente les spécifications et la méthode d'essai pour la force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille.

Tableau 10 – Spécifications et méthode d'essai pour la force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille

Elément	Caractéristiques		Méthode d'essai
Force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille	La force d'arrachement de la plage de l'impression de la pastille doit être AABUS.		L'essai doit être conforme à 4.4.4 d).
	N/mm ²		
	Elément	Résine en verre époxy, stratifié recouvert de cuivre	
		Qualité de la carte: IEC 61249-2-7 (FR-4)	
		Feuille de cuivre (épaisseur du conducteur): 18 μm	
	Plage: 1,0 mm × 1,0 mm		
Informations de spécifications	Matériau de base: ≤39,2 N/mm ² (matériau sans halogène: ≤32,0 N/mm ²)		

4.4.5 Adhésivité de la feuille métallisée

a) Matériel

Le matériel utilisé dans cet essai doit être un ruban adhésif transparent de 12 mm de large et d'un pouvoir adhésif supérieur à 1,8 N/cm.

b) Spécimen

Le spécimen doit être un produit fini ou une carte avec l'impression complexe de conducteur illustrée dans les Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015.

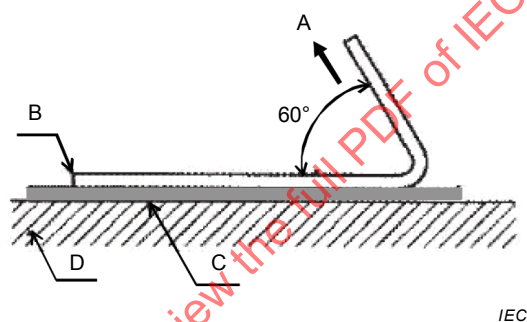
c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

Nettoyer la surface d'un spécimen et appliquer le ruban adhésif sur plus de 50 mm sur la surface du spécimen en lissant avec le doigt ou tout autre moyen adéquat de manière à chasser les bulles entre le ruban et le spécimen. Laisser tel quel pendant 10 s environ puis détacher rapidement au bout de 5 min maximum comme indiqué à la Figure 7 à un angle approximatif de 60°.

La surface d'essai doit faire plus de 100 mm². Examiner à l'œil nu ou à la loupe le décollement interlaminaire ou un fragment collé au ruban adhésif qui a été détaché de la couche métallisée. Le fragment provenant de la couche métallisée ne constitue pas l'objet de l'essai.



Légende

A	Sens d'arrachement	C	Feuille métallisée
B	Ruban	D	Carte d'intégration d'appareil

Figure 7 – Adhésivité de la couche métallisée

4.4.6 Adhésivité de l'épargne de brasure et de la marque de symbole

4.4.6.1 Adhésivité de la peinture (méthode de surface totale)

a) Matériel

Le matériel utilisé dans cet essai doit être un ruban adhésif transparent de 12 mm de large et d'un pouvoir adhésif supérieur à 1,8 N/cm.

b) Spécimen

Le spécimen doit être une carte avec appareil(s) intégré(s) avec une épargne de brasure et une marque de symbole.

c) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

d) Essai

Nettoyer la surface d'un spécimen et appliquer le ruban adhésif sur plus de 50 mm sur la surface du spécimen en lissant avec le doigt ou tout autre moyen adéquat de manière à chasser les bulles entre le ruban et le spécimen. Laisser tel quel pendant 10 s environ et détacher rapidement le prétraitement au bout de 5 min maximum à un angle approximatif de 60° et détacher le ruban entièrement dans un délai compris entre 0,5 s et 1,0 s.

Examiner à l'œil nu ou à la loupe le décollement interlaminaire ou un fragment collé au ruban adhésif de l'épargne de brasure ou de la marque de symbole.

4.4.6.2 Adhésivité de la peinture (méthode de quadrillage)

a) Matériel à utiliser pour l'essai

Le matériel à utiliser pour l'essai doit être conforme à 4.4.6.1 a).

b) Equipement et outil

L'équipement et l'outil utilisés pour cet essai doivent être l'un des deux ou les deux outils suivants:

- 1) un outil à un tranchant (monolame) avec une arête de coupe de 20° à 30° tel qu'illustré à la Figure 8 ou un cutter tel qu'illustré à la Figure 9;
- 2) un outil à plusieurs tranchants (multilames) avec 6 ou 11 arêtes de coupe espacées de 1 mm tel qu'illustré à la Figure 10.

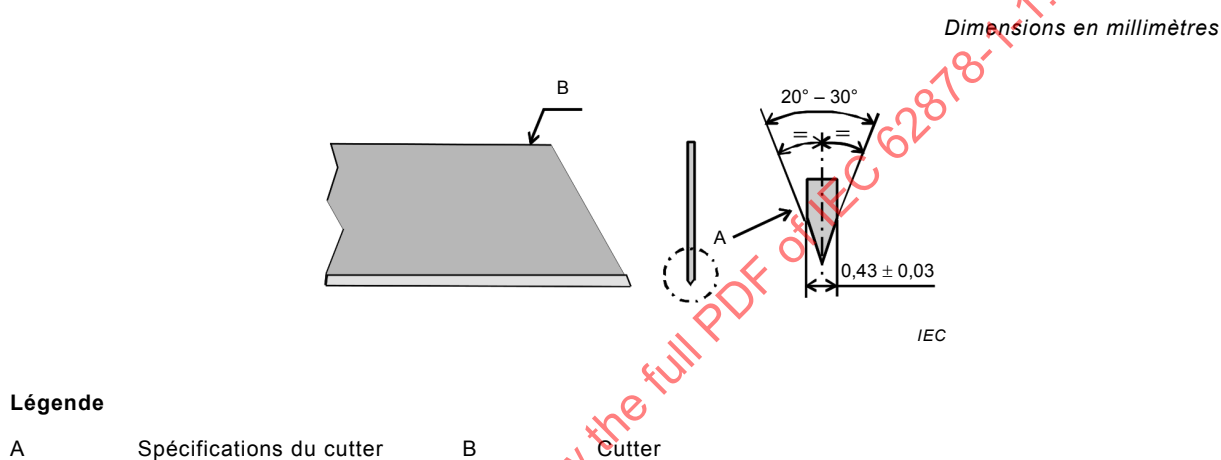
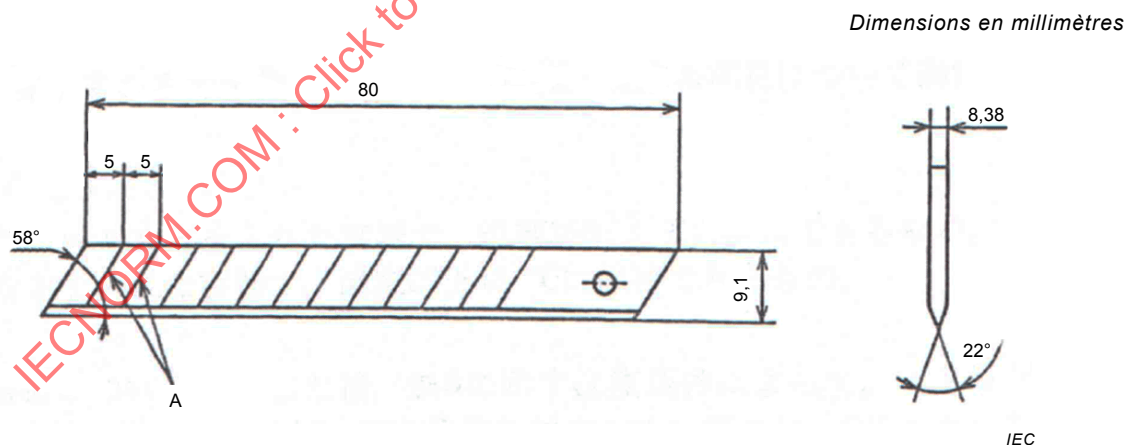


Figure 8 – Outil à un tranchant

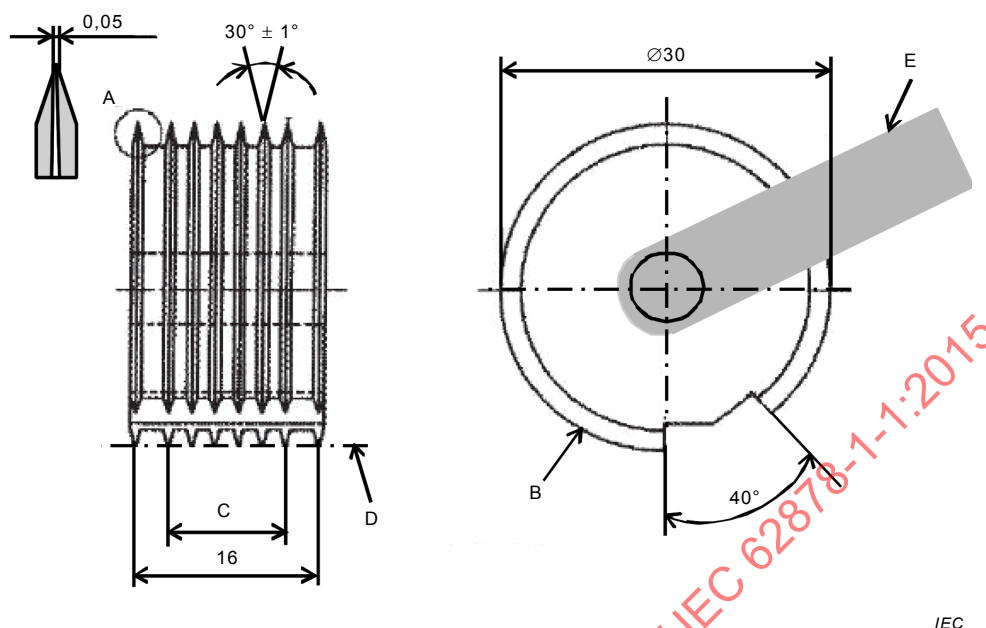


Légende

A Ligne de coupe

Figure 9 – Cutter

Dimensions in millimètres



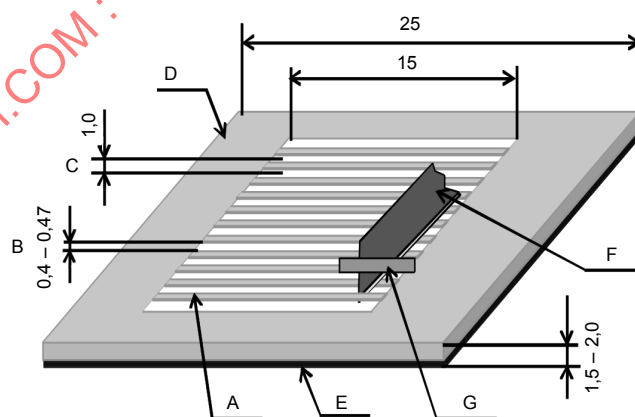
Légende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| A | Dimension de l'arête (arête vive si l'arête est usée) | D | Les diamètres des lames sont identiques. Le diamètre est AABUS. |
| B | Arête de coupe | E | Manche |
| C | 5 mm ou 10 mm | | |

Figure 10 – Cutter à plusieurs tranchants

Une entretoise d'égale distance telle qu'illustrée à la Figure 11 doit être utilisée comme outil à un tranchant.

Dimensions en millimètres



Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| A | Guide d'arête de coupe individuelle | E | Film de caoutchouc (pour empêcher le glissement) |
| B | Largeur de guide (d'une lame individuelle) | F | Outil tranchant |
| C | Dimension du quadrillage (identique) | G | Guide d'outil tranchant |
| D | Plaque, par exemple en acier inoxydable | | |

Figure 11 – Entretoise d'égale distance avec guide

L'utilisation d'un outil électrique à un tranchant doit également être AABUS.

NOTE L'utilisation d'un outil à un tranchant et d'un cutter est simple et souhaitable pour tous les types de peintures dans le cadre d'un essai d'adhésivité.

Un outil à plusieurs tranchants convient pour les essais de cartes épaisses, mais n'est pas adapté aux cartes fines et aux revêtements souples. Il convient de manier l'outil à un tranchant avec le plus grand soin, car l'espace et la profondeur de coupe de la lame peuvent dévier lors d'un essai. Il est recommandé d'utiliser une entretoise d'égale distance avec guide pour réduire la déviation de l'angle de coupe.

c) Spécimen

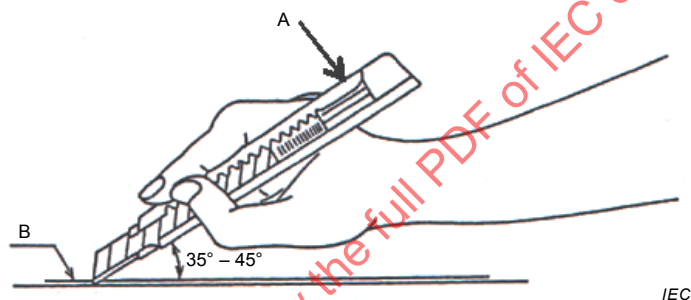
Le spécimen doit être conforme à 4.4.6.1 b).

d) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c).

e) Essai

Découper la surface d'un spécimen à une vitesse approximative de 0,5 s pour chaque entaille dans le cas d'une découpe au moyen d'un outil à un tranchant ou d'un cutter en pénétrant la couche de peinture selon un angle de 35° à 45° environ (voir Figure 12).



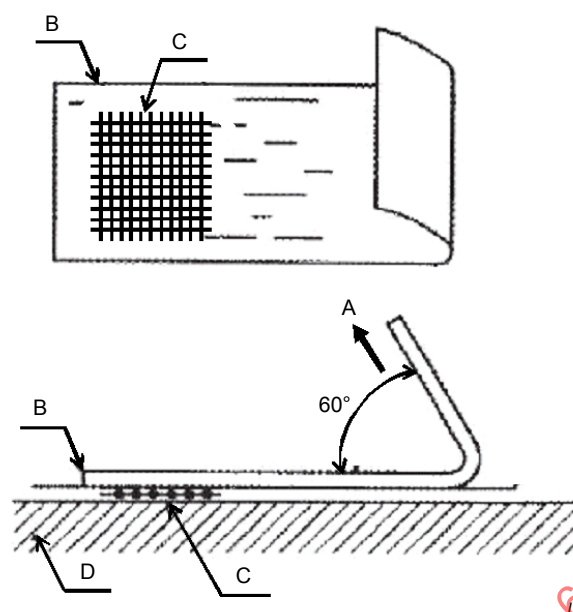
Légende

A Outil à un tranchant

B Surface avec revêtement

Figure 12 – Découpe au moyen d'un outil à un tranchant ou d'un cutter

La Figure 13 illustre l'essai de quadrillage. Sur la couche de peinture, on réalise 11 ou 6 entailles parallèles espacées de 1 mm de manière à tracer 100 carrés sur une surface de 100 mm² ou 25 carrés sur une surface de 25 mm².



Légende

A	Sens d'arrachement du ruban	C	Surface de revêtement de quadrillage
B	Ruban	D	Carte d'intégration d'appareil

Figure 13 – Essai de quadrillage

Nettoyer la surface à l'aide d'une brosse souple de manière à éliminer les poussières de découpe et appliquer le ruban adhésif au centre du quadrillage comme illustré à la Figure 12. Contrôler l'adhésivité des 100 ou 25 pucés de 1 mm × 1 mm à l'aide de la méthode d'essai décrite en 4.4.6.1 d).

4.4.7 Dureté de la couche peinte (épargne de brasure et marque de symbole)

a) Matériel

L'outil à utiliser pour l'essai est le crayon spécifié dans l'ISO 9180. Les types de crayons sont 9H, 8H, 7H, 6H, 5H, 4H, 3H, 2H, H, F, B, 2B, 3B, 4B, 5B et 6B.

Les crayons doivent être produits par le même fabricant. Une extrémité d'un crayon est coupée de manière à exposer la mine de la partie en bois sur 5 mm à 6 mm environ. L'extrémité de la mine doit être aiguisée en procédant à un polissage de l'extrémité sur un papier de polissage # 400 tel que spécifié dans l'ISO 21948 de manière à ce que l'extrémité de la mine soit biseautée.

La mine doit être aiguisée à chaque fois. La norme de dureté correspond ici au degré de rayage lorsque la surface est rayée par un obstacle, exprimé par la dureté Morse. Un crayon est utilisé pour réaliser les rayures, car il permet d'obtenir facilement une reproductibilité fiable de la dureté.

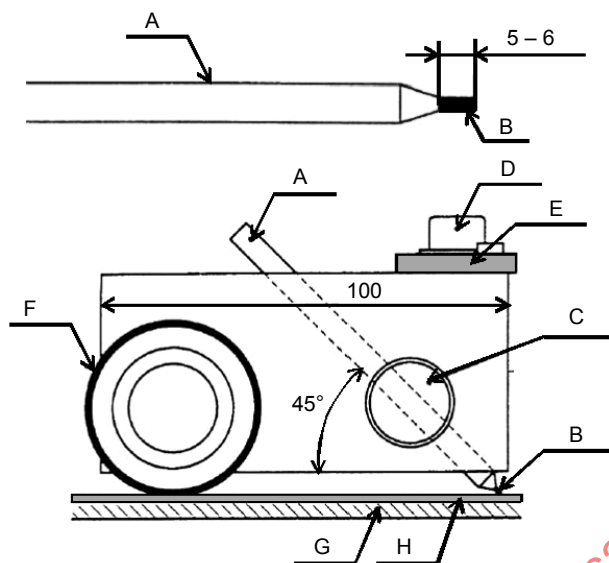
b) Equipement

L'essai doit être réalisé avec l'équipement illustré à la Figure 14.

Cet équipement est en métal; il est constitué de deux roues placées à une extrémité et d'un porte-crayon incliné selon un angle de $45^\circ \pm 1^\circ$.

Il est souhaitable d'installer un niveau de manière à maintenir la face des roues ainsi que le crayon d'extrusion à l'horizontale. Ajuster le poids de sorte que la charge à l'extrémité de la mine du crayon soit de $750 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$. Les roues doivent être en caoutchouc de manière à ce que la surface du spécimen soit exempte de défauts.

Dimensions in millimetres



IEC

Légende

A	Crayon	E	Poids
B	Mine du crayon	F	Roue (caoutchouc)
C	Porte-crayon	G	Carte d'intégration d'appareil
D	Niveau	H	Couche d'épargne de brasure

Figure 14 – Essai de dureté de la couche de revêtement**c) Spécimen**

Le spécimen est une carte avec appareil(s) intégré(s) avec une épargne de brasure et une marque de symbole. Le spécimen doit être conforme à 4.4.6.1 b).

d) Prétraitement

Le prétraitement doit être conforme à 4.3.1 c). Le prétraitement d'un spécimen aux fins de cet essai après avoir été utilisé dans un autre essai doit être AABUS.

e) Essai

Maintenir fermement le spécimen à l'horizontale, placer le crayon avec la mine la plus dure dans le porte-crayon comme illustré à la Figure 14 et déplacer le porte-crayon dans le sens d'essai. Tracer une ligne sur la surface peinte de manière à rayer la face puis remplacer le crayon par un crayon plus tendre jusqu'à ce qu'un crayon ne raye pas la couche de manière à déterminer la mine de crayon la plus tendre pour réaliser une entaille sur la couche.

4.5 Essais d'environnement**4.5.1 Généralités**

L'essai d'environnement des cartes avec appareil(s) intégré(s) est un essai dont l'objet est d'estimer la durée de vie d'un produit dans des conditions de surcharge de température et d'humidité hautes et basses en évaluant la charge environnementale dans les conditions d'utilisation d'une carte avec appareil(s) intégré(s). Les méthodes d'essai peuvent être sélectionnées parmi les méthodes indiquées dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Caractéristiques de hautes et basses températures et essais

Elément		Caractéristiques	Essai
Connexion à l'appareil intégré	Hautes et basses températures	Le taux de variation de la résistance de conduction, y compris le trou traversant métallisé et la connexion de trou de liaison, doit être AABUS.	Comme indiqué dans l'IEC 60068-2-2 pour les hautes températures et dans l'IEC 60068-2-1 pour les basses températures, dans cet essai. Utiliser le TEG pour l'appareil intégré. La résistance interne du TEG doit être inférieure à 50 mΩ.

4.5.2 Choc thermique en phase vapeur

Le Tableau 12 présente les caractéristiques et les méthodes d'essai pour le choc thermique en phase vapeur.

Tableau 12– Caractéristiques et méthodes d'essai pour le choc thermique

Elément	Caractéristiques	Méthode d'essai
Appareil intégré	Le taux de variation de la résistance de conduction, y compris le trou traversant métallisé et la connexion de trou de liaison, doit être AABUS.	Essai de cycle à basse température selon l'IEC 61189-3, 3N01 à 3N05. Utiliser le TEG pour l'appareil intégré. La résistance interne du TEG doit être inférieure à 50 mΩ.

4.5.3 Essais d'immersion à haute température

Afin de réaliser les essais d'immersion à haute température, les points a) à e) s'appliquent:

a) Objet

L'objet de l'essai d'immersion à haute température en phase vapeur est d'estimer la durée de vie d'un produit en surcharge en immergeant un spécimen dans une huile à haute température dans des conditions environnementales spécifiées.

b) Equipement

L'équipement doit satisfaire aux conditions suivantes:

- 1) un conteneur suffisamment grand pour contenir un volume suffisant d'huile silicone et capable de maintenir une température de 260 °C;
- 2) un conteneur suffisamment grand pour contenir un volume suffisant de solvant organique et capable de maintenir une température de 20 °C ± 15 °C.

c) Spécimen

Le spécimen doit être un produit fini ou une carte avec l'impression complexe de conducteur illustrée dans les Figures 1 à 28.

d) Essai

Mesurer les caractéristiques du spécimen pour les éléments indiqués dans sa spécification individuelle, sélectionner la condition de température à partir du Tableau 13 et modifier la condition de température à chaque étape (les étapes 1 à 4 constituant un cycle). Répéter la modification pour les cycles indiqués en fonction de la spécification individuelle. Le nombre de cycles est 5 lorsqu'il n'est pas indiqué dans la spécification individuelle. Mesurer ensuite ses caractéristiques pour les éléments indiqués dans la condition normalisée spécifiée ci-dessous.

Tableau 13 – Choc thermique (essais d'immersion à haute température)

Etape		Température °C	Durée s	Liquide à immerger
1 cycle	1	260	3 à 5	Huile silicone
	2	20 ± 15	< 15	Transport
	3	20 ± 15	20	Solvant organique
	4	20 ± 15	< 15	Transport

e) Environnement de mesure

Environnement d'essai adopté lors des essais décrits dans la présente partie de l'IEC 62878. Sauf spécification contraire, les essais sont réalisés à la pression atmosphérique normalisée entre 86 kPa et 106 kPa et avec un débit d'air inférieur à 1 m/s. Un essai peut être réalisé dans des conditions autres que les conditions normalisées dans le cas où il est difficile de soumettre un spécimen à l'essai dans les conditions normalisées lorsque cela ne remet pas en cause l'évaluation des résultats d'essai. L'essai doit être réalisé dans les conditions indiquées au Tableau 14 lorsque le résultat d'essai est remis en cause ou que cela est spécifiquement exigé.

Tableau 14 – Environnement de mesure

Classification			Température °C	Humidité %	Pression kPa	Remarques
Condition normalisée	Commune		15 à 35	25 à 75	86 à 106	Condition normalisée sauf spécification contraire
	23/50	Classe 1	23 ± 1	50 ± 5	86 à 106	
		Classe 2	23 ± 2	50 ± 10		
	27/65	Classe 1	27 ± 1	65 ± 5	86 à 106	AABUS par exemple dans une zone tropicale
		Classe 2	27 ± 1	65 ± 5		
Evaluation	Commune		20 ± 2	60 à 70	86 à 106	

Le Tableau 15 présente les spécifications et les méthodes d'essai pour le choc thermique (essais d'immersion à haute température).

Tableau 15 – Choc thermique (essais d'immersion à haute température)

Élément	Caractéristiques	Méthode d'essai
Appareil intégré	Le taux de variation de la résistance de conduction, y compris les trous traversants métallisés et les connexions de trous de liaison, doit être AABUS.	Essai de cycle à haute température selon l'IEC 60068-2-2. Utiliser le TEG pour l'appareil intégré. La résistance interne du TEG doit être inférieure à 50 mΩ.

4.5.4 Résistance à l'humidité

Afin de vérifier la résistance à l'humidité, les points a) à d) s'appliquent:

a) Equipement

L'équipement doit satisfaire aux conditions suivantes.

- 1) Le bain doit être capable de maintenir le cycle température et humidité illustré à la Figure 15.
- 2) La résistivité de l'eau doit être supérieure à 500 Ωm; au besoin, humidifier le bain en injectant de l'eau directement.

- 3) Les gouttes d'eau condensées présentes sur le toit ou la paroi du bain ne doivent pas couler sur ou à proximité du spécimen.

b) Spécimen

Le spécimen doit être une partie spécifiée d'une carte d'intégration d'appareil, d'une impression d'essai ou d'une impression complexe d'essai (voir Figure 1 à Figure 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015) incluant la connexion à l'appareil intégré. Il convient d'utiliser un cavalier à zéro ohm pour le TEG.

c) Prétraitement

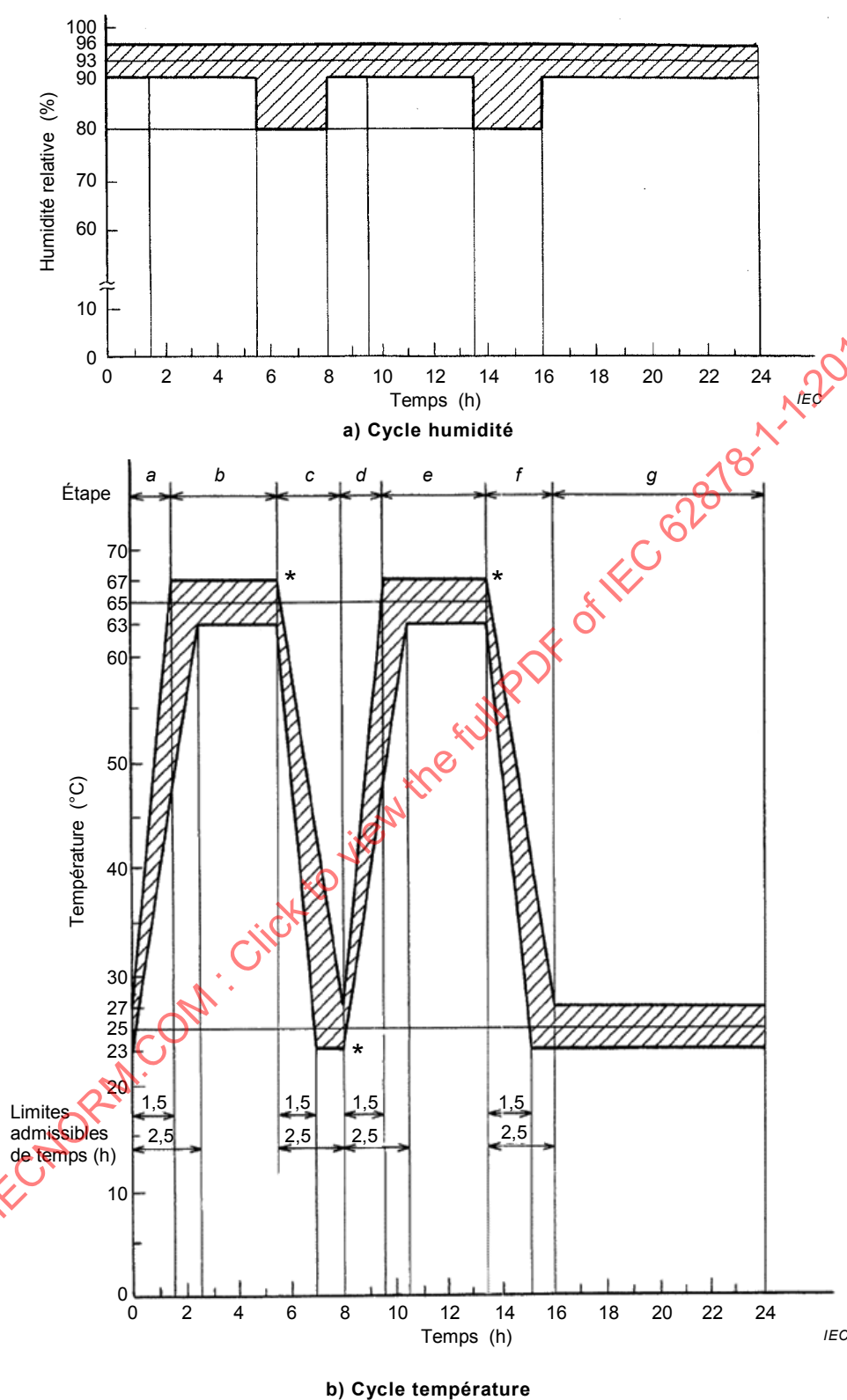
Le prétraitement doit être soit 1) soit 2) selon la spécification individuelle.

- 1) Laisser le spécimen dans l'environnement normalisé pendant $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.
- 2) Laisser le spécimen dans un bain de $85 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pendant 4 h puis dans l'environnement normalisé pendant $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.

d) Essai

Un spécimen doit être mesuré par rapport à sa spécification individuelle, puis être placé dans un bain à une température de $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ et une humidité relative entre 90 % et 95 %. Il convient de préchauffer le spécimen au préalable de manière à empêcher l'apparition de gouttes d'eau à la surface du spécimen. Laisser le spécimen dans le bain pendant la durée indiquée ou pendant 240 h lorsque la durée n'est pas spécifiée. Essuyer la surface du spécimen si une goutte d'eau est présente à la surface du spécimen et mesurer les éléments indiqués dans sa spécification individuelle. Un spécimen ayant subi des dommages (mécaniques, immersion, dégagement d'étincelles ou claquage) lors de cet essai ne doit pas être utilisé dans d'autres essais.

Appliquer une tension continue de $10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$, $50 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$, $100 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$ ou $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ selon la spécification individuelle pendant 1 min, puis mesurer la résistance d'isolation pendant l'application de la tension.



* Les limites admissibles pour cette période sont de ± 5 min.

Figure 15 – Cycles température et humidité

Tableau 16 – Caractéristiques et méthodes d'essai pour la résistance à l'humidité

Elément		Caractéristiques		Méthode d'essai
Entre les terminaux de l'appareil intégré	Résistance à l'humidité (cycle de température et humidité)	La résistance doit être supérieure aux valeurs suivantes:		Se reporter à 4.5.4.
		Epaisseur de conducteur minimale ou espacement d'isolation minimal x mm	Résistance d'isolation Ω	
		$0,02 \leq x < 0,05$	5×10^7	
		$0,05 \leq x < 0,13$	1×10^8	
		$0,13 \leq x$	5×10^8	

4.6 Essai mécanique – Résistance à la migration

4.6.1 Généralités

L'essai de résistance à la migration permet de mesurer la diminution de la résistance d'isolation après avoir appliqué un potentiel entre les couches de conducteurs dans une carte dans un environnement donné de température et d'humidité pour induire la résolution d'ions métalliques en une couche d'isolation afin de réduire la résistance d'isolation. Le Tableau 17 présente les caractéristiques et les méthodes d'essai pour la résistance à la migration.

Afin de vérifier la résistance à la migration, les recommandations suivantes s'appliquent:

4.6.2 Equipement

a) Structure de l'équipement d'essai

- La chambre doit être capable de maintenir une vitesse de l'air de 2,5 m/s à la sortie de soufflage d'air.
- La température et l'humidité de la chambre doivent pouvoir être contrôlées par un détecteur installé dans la chambre.
- Les écarts de températures dans la surface effective de la chambre doivent être de $\pm 2^\circ\text{C}$ et l'humidité relative de $\pm 3\%$.
- Le matériau constituant de la chambre ne doit pas affecter le spécimen ni l'eau d'humidification.

b) Conditions relatives à l'équipement d'essai

- Contrôle de la température et de l'humidité à l'intérieur selon une plage indiquée.
- La chambre doit être capable de surveiller la température et l'humidité.
- La chambre doit être munie d'un système qui diffuse de l'eau d'humidification en continu à l'intérieur.
- La chambre doit posséder une structure telle qu'elle empêche les gouttes d'eau de tomber sur le spécimen.
- Aucune impureté ou aucun résidu provenant d'essais précédents ne doit demeurer à l'intérieur de la chambre, car cela peut affecter l'essai suivant.

c) Performance de l'équipement d'essai

La chambre doit être capable de passer périodiquement de $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ à la haute température spécifiée. L'humidité relative à l'intérieur de la chambre doit être contrôlée au moyen d'un équipement d'essai présentant la précision spécifiée.

d) Equipement de mesure de la résistance d'isolation

- L'instrument doit être capable de mesurer la résistance sur $10^{10} \Omega$. Il convient que l'instrument possède sa propre alimentation et soit capable de produire la tension de mesure ou d'essai souhaitée.
- L'appareil de mesure pour la résistance d'isolation doit être capable de changer sa plage automatiquement. La résistance d'isolation doit être mesurée après application d'une tension de mesure de $10 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$, $50 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$, $100 \text{ V} \pm 10 \text{ V}$ ou $500 \text{ V} \pm 50 \text{ V}$ selon la valeur indiquée pendant 1 min.

e) Appareil d'essai de la résistance d'isolation

L'appareil d'essai de la résistance d'isolation doit être capable de mesurer la résistance sur $10^{10} \Omega$.

f) Alimentation électrique

L'alimentation électrique doit présenter une puissance adéquate et doit être capable de produire une tension de mesure arbitraire.

g) Matériaux, gabarit et outil à utiliser pour la mesure

Les matériaux de câblage et les gabarits de fixation du spécimen doivent être propres et présenter une conductivité ainsi qu'une capacité thermiques faibles, et être isolés thermiquement entre eux. Ils doivent être sélectionnés parmi des matériaux qui n'affectent pas les mesures en tenant compte notamment des caractéristiques d'isolation électrique, de la résistance de contact ou de la contamination du spécimen (consécutivement à la production de gaz corrosifs par exemple). Les câbles utilisés dans l'équipement d'essai doivent être durables à des fins d'utilisation prolongée dans des conditions variées de température, d'humidité ou de pression.

4.6.3 Spécimen

Le spécimen doit être un produit fini ou un spécimen avec l'impression complexe d'essai illustrée dans les Figures 1 à 27 de l'IEC TS 62878-2-4:2015. La carte spécimen doit être manipulée avec des gants de manière à ne pas la contaminer en la touchant à mains nues. Le nombre de spécimens doit correspondre à l'une des deux valeurs indiquées ci-dessous, mais les valeurs AABUS doivent être prioritaires.

- Le nombre au stade de la production d'essai doit s'élever à $n \geq 5$ pour le produit AABUS.
- Le nombre au stade de la production en série doit s'élever à $n \geq 10$ pour le produit AABUS.

4.6.4 Condition d'essai

Il convient que la condition d'essai soit la suivante:

a) Condition normalisée

Sauf indication contraire dans la spécification individuelle, la mesure doit être réalisée à une température entre 15°C et 35°C , une humidité relative entre 25 % et 75 % et une pression atmosphérique entre 86 kPa et 106 kPa. L'environnement de mesure décrit en 4.6.4 b) doit être utilisé lorsque le résultat obtenu dans la condition normalisée ci-dessus est remis en cause ou que cela est spécifiquement exigé. On peut mesurer une condition autre que la condition normalisée si la réalisation de la condition normalisée est difficile ou si cela est AABUS.

b) Condition d'évaluation

L'évaluation doit être réalisée à une température de $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, une humidité relative entre 60 % et 70 % et une pression atmosphérique entre 86 kPa et 106 kPa.

c) Mesure à l'extérieur du bain

La condition donnée en 4.6.4 a) et b) est applicable.