

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Surface mounting technology –  
Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components  
(SMDs)**

**Technique du montage en surface –  
Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en  
surface (CMS)**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 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.

---

### A propos de l'IEC

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

### A propos des publications IEC

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

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

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

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

67 000 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.

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Surface mounting technology –  
Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components  
(SMDs)**

**Technique du montage en surface –  
Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en  
surface (CMS)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.240

ISBN 978-2-8322-8588-6

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references .....	8
3 Terms and definitions .....	9
4 Requirements for component design and component specifications.....	11
4.1 General requirement.....	11
4.2 Component marking.....	11
4.2.1 Marking of multipin components.....	11
4.2.2 Marking of components with polarity .....	11
4.2.3 Durability of component marking.....	12
4.3 Component outline and design.....	12
4.3.1 Drawing and specification.....	12
4.3.2 Termination design .....	13
4.3.3 Pick-up area requirements.....	13
4.3.4 Bottom surface requirements .....	14
4.3.5 Requirements for terminals.....	15
4.3.6 Component height .....	17
4.3.7 Component weight.....	17
4.4 General requirements for components related to assembly technology .....	17
4.4.1 Robustness of components.....	17
4.4.2 Recommendation for land pattern design.....	18
4.5 Cleanliness of components .....	18
4.5.1 General remarks.....	18
4.5.2 Particle contaminations.....	19
4.5.3 Ionic contamination.....	19
4.5.4 Other surface contamination.....	19
4.6 Surface roughness.....	19
4.7 Requirements related to packaging and transportation.....	20
4.7.1 Packaging.....	20
4.7.2 Labelling of product packaging .....	20
4.7.3 Storage and transportation .....	21
4.8 Component reliability assurance .....	21
4.9 Compliance information .....	21
4.9.1 General .....	21
4.9.2 Material declaration .....	21
4.9.3 Environmental regulatory compliance .....	21
4.9.4 Considerations on the materials' supply chain .....	21
5 Assembly processes.....	22
5.1 General.....	22
5.2 Placement or insertion .....	22
5.3 Mounting.....	22
5.4 Cleaning (where applicable).....	22
5.4.1 Cleaning methods.....	22
5.4.2 Typical cleaning conditions for assemblies .....	22
5.5 Post assembly processes.....	23

5.6	Removal and/or replacement of SMDs .....	23
5.6.1	Removal and/or replacement of soldered SMDs.....	23
5.6.2	Removal and/or replacement of glued SMDs .....	24
6	Soldering.....	24
6.1	General.....	24
6.1.1	Mounting by soldering.....	24
6.1.2	Securing the component on the substrate prior to soldering.....	25
6.1.3	Reflow soldering .....	25
6.1.4	Wave soldering.....	26
6.1.5	Other soldering methods.....	27
6.2	Process conditions.....	27
6.2.1	General .....	27
6.2.2	Reflow soldering .....	27
6.2.3	Wave soldering.....	29
6.3	Requirements for components and component specifications.....	29
6.3.1	General .....	29
6.3.2	Requirements for temperature sensitive devices.....	30
6.3.3	Wettability .....	30
6.3.4	Resistance to dissolution of metallization.....	30
6.3.5	Resistance to soldering heat.....	30
6.3.6	Resistance to vacuum during soldering.....	31
6.3.7	Resistance to cleaning solvent.....	31
6.3.8	Warpage during reflow soldering.....	32
7	Conductive glue bonding .....	32
7.1	Mounting.....	32
7.2	Bonding strength test for the component glue interface test.....	33
7.3	Requirements to components for conductive glue bonding.....	34
7.3.1	Components for conductive glue bonding.....	34
7.3.2	Cleanliness of the surface .....	34
7.3.3	Terminal surface defects .....	34
7.3.4	Outgassing of halogenic substances.....	34
7.3.5	Coplanarity .....	35
7.3.6	Stand-off .....	35
7.3.7	Terminal dimensions and tolerances.....	35
7.3.8	Resistance to curing heat .....	35
8	Sintering.....	36
8.1	General.....	36
8.2	Typical process conditions .....	37
8.3	Requirements for components and component specifications.....	37
9	Solderless interconnection.....	38
9.1	General.....	38
9.2	Typical process conditions .....	38
9.3	Requirements for components and component specifications.....	39
Annex A (informative)	Details on compliance information .....	40
A.1	Material declaration .....	40
A.2	Environmental regulatory compliance.....	41
A.3	Considerations on the materials' supply chain.....	41
Bibliography	.....	43

Figure 1 – Example of a component with marked specific orientation put in tape (top) and tray (bottom) .....	12
Figure 2 – Vacuum pipette, pick-up area and component compartment .....	14
Figure 3 – Coplanarity of terminals .....	15
Figure 4 – Stable seating of component .....	15
Figure 5 – Unstable seating of component .....	16
Figure 6 – Terminals arranged peripherally in two rows .....	16
Figure 7 – Good contrast between component body and surroundings .....	16
Figure 8 – Component weight and pipette suction strength .....	17
Figure 9 – Process steps for soldering .....	25
Figure 10 – Generic reflow temperature/time profile .....	28
Figure 11 – Generic wave soldering temperature/time profile .....	29
Figure 12 – Process steps for gluing .....	33
Figure 13 – Stand-off definition .....	35
Figure 14 – Sinter process on one side, both sides, and both sides including presintering.....	37
Table 1 – Typical roughness requirements .....	20
Table 2 – Basic cleaning processes .....	23
Table 3 – Examples of substances proposed to be included in risk evaluation and customer reporting .....	35
Table 4 – Examples of typical curing conditions .....	36

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SURFACE MOUNTING TECHNOLOGY –****Part 1: Standard method for the specification  
of surface mounting components (SMDs)**

## 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 61760-1 has been prepared by IEC technical committee 91: Surface mounting technology.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) inclusion of additional mounting methods: conductive glue bonding, sintering and solderless interconnection.

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

FDIS	Report on voting
91/1648/FDIS	91/1653/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 61760 series, published under the general title *Surface mounting technology*, can be found on the IEC website.

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

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

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

## INTRODUCTION

Specifications for electronic components have in the past been formulated for each component family. The regulations for environmental tests have been selected from IEC 60068 and other IEC and ISO publications. The intention for this procedure was that all components, once installed in a piece of equipment, had to satisfy certain criteria.

The introduction and increasing use of different mounting processes on one assembly make it necessary to extend the existing requirements to include those arising from processing during assembly.

Nevertheless, there existed no harmonized standard that prescribes the content of a component specification before the publication of IEC 61760-1. It is the purpose of this document to define the general requirements for component specifications derived from the assembly processes. This is done in three steps.

In the first step, general requirements for component specifications and component design related to the handling and placement of the component on the substrate are given (Clause 4). In the second step, the requirements related to assembly processes are given (Clause 5). In the third step, additional requirements resulting from specific mounting methods are given (Clauses 6 to 9).

Mixed technology boards, i.e. boards containing through-hole components and SMDs, require additional consideration with respect to the through-hole components. These may be subject to the same requirements as the SMDs. Persons responsible for drafting specifications for "non-surface mounting components" wishing to include a statement on their ability to withstand surface mounting conditions should use the classifications and tests set out in the present document.

## **SURFACE MOUNTING TECHNOLOGY –**

### **Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)**

#### **1 Scope**

This part of IEC 61760 defines requirements for component specifications of electronic components that are intended for usage in surface mounting technology. To this end, it specifies a reference set of process conditions and related test conditions to be considered when compiling component specifications.

The objective of this document is to ensure that a wide variety of SMDs can be subjected to the same placement, mounting and subsequent processes (e.g. cleaning, inspection) during assembly. This document defines tests and requirements that need to be part of any SMD component's general, sectional or detail specification. In addition, this document provides component users and manufacturers with a reference set of typical process conditions used in surface mounting technology.

Some of the requirements for component specifications in this document are also applicable to components with leads intended for mounting on a circuit board. Cases for which this is appropriate are indicated in the relevant subclauses.

#### **2 Normative references**

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

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

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

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

IEC 60068-2-45:1980, *Basic environmental testing procedures – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*  
IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993

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 (SMDs)*

IEC 60191-6, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages*

IEC 60194-2, *Printed boards design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies*

IEC 60286-3, *Packaging of components for automatic handling – Part 3: Packaging of surface mount components on continuous tapes*

IEC 60286-4, *Packaging of components for automatic handling – Part 4: Stick magazines for electronic components encapsulated in packages of different forms*

IEC 60286-5, *Packaging of components for automatic handling – Part 5: Matrix trays*

IEC 60286-6, *Packaging of components for automatic handling – Part 6: Bulk case packaging for surface mounting components*

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

IEC 61188-6-4, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 6-4: Land pattern design – Generic requirements for dimensional drawings of surface mounted components (SMD) from the viewpoint of land pattern design*

IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

IEC 61340-5-3, *Electrostatics – Part 5-3: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – Properties and requirements classification for packaging intended for electrostatic discharge sensitive devices*

IEC 61760-2, *Surface mounting technology – Part 2: Transportation and storage conditions of surface mounting devices (SMD) – Application guide*

IEC 61760-4, *Surface mounting technology – Part 4: Classification, packaging, labelling and handling of moisture sensitive devices*

IEC 62090, *Product package labels for electronic components using bar code and two-dimensional symbologies*

IPC/JEDEC J-STD-020, *Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Devices*

IPC/JEDEC J-STD-033, *Handling, Packaging, Shipping, and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices*

### **3 Terms and definitions**

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60194-2 and the following apply.

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

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

#### **3.1**

##### **adhesive**

substance such as glue or cement used to bond objects together

Note 1 to entry: In surface mounting technology different gluing systems are used:

- nonconductive adhesive (only for mechanical connection);
- electrically conductive adhesive (for electrical and mechanical connection);
- thermally conductive adhesive (for thermal and mechanical connection);
- combination of electrically and thermally conductive adhesive.

Most used adhesives are thermal curing systems, but there are also UV-curing systems in use.

### **3.2 centring force**

force required by the pick-up tooling to centre a surface mounting device in its proper location on a substrate

### **3.3 coplanarity**

distance in height between the lowest and highest leads when the component is in its seating plane

### **3.4 dewetting**

condition that results when molten solder coats a surface and then recedes to leave irregularly shaped mounds of solder that are separated by areas that are covered with a thin film of solder and with the basis metal not exposed

### **3.5 dissolution of metallization**

process of dissolving metal or a plated metal alloy, usually by introduction of chemicals

Note 1 to entry: For the purposes of this document, the dissolution of metallization also includes dissolution by exposure to molten solder.

### **3.6 immersion attitude**

positioning of an object when immersed in a solder bath

### **3.7 lead-free component**

component where lead content in the materials is equal to or less than 0,1 % by weight per material used

### **3.8 Montreal protocol**

agreement by industrialized nations, at a meeting held in Montreal, Canada, to eliminate chlorofluorocarbons from all processes by 1995

### **3.9 pick-up force**

dynamic force exerted on the body of a component – generally from above – and its seating plane during the pick-up of the component (e.g. from a tape or tray)

Note 1 to entry: The maximum level is normally taken into account.

### **3.10 placement force**

dynamic force exerted on the component body (generally from above) and its seating plane

Note 1 to entry: This occurs during the period between the component's first contact with the substrate (or the soldering paste or adhesive etc.) and its coming to rest. The maximum level is normally taken into account.

**3.11****resistance to soldering heat**

ability of a component to withstand the effects of the heat generated by the soldering process

**3.12****seating plane**

surface on which a component rests

**3.13****solderability**

ability of a metal to be wetted by molten solder

**3.14****solder meniscus**

contour of a solder shape that is the result of the surface tension forces that take place during wetting

**3.15****stand-off**

distance between seating plane of the component and the seating plane of the terminations

**3.16****substrate**

basic material that forms the support structure of an electronic circuit

**3.17****SMD****surface mounting component****surface mounting device**

electronic component designed for mounting on to terminal pads or conducting tracks on the surface of substrate

**3.18****wetting**

physical phenomenon in which surface tension of a liquid, usually when in contact with solids, is reduced to the point where the liquid diffuses and makes intimate contact with the entire substrate surface in the form of a thin layer

## **4 Requirements for component design and component specifications**

### **4.1 General requirement**

A component specification for SMDs shall, in addition to the requirements listed in 4.2 to 4.9, contain specifications of the relevant tests and requirements from Clauses 5 to 9.

### **4.2 Component marking**

#### **4.2.1 Marking of multipin components**

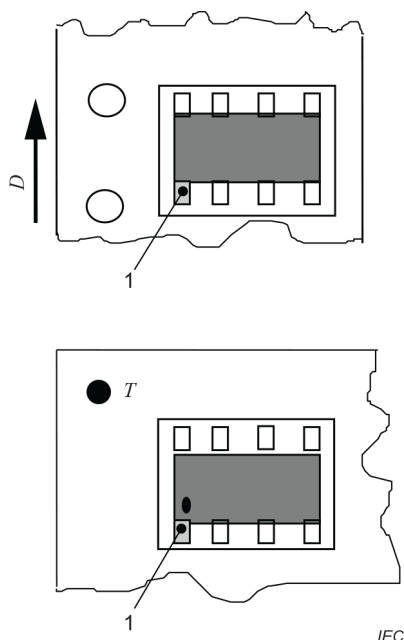
Pin 1 (see Figure 1) shall be clearly marked on a multipin component (e.g. SO-IC, QFP).

#### **4.2.2 Marking of components with polarity**

For components with polarity, the polarity of the component shall be clearly marked on the component (e.g. for electrolytic capacitors).

### 4.2.3 Durability of component marking

Specifications shall require that the specified component marking shall remain legible after the test specified in 5.4 has been performed. This test shall be performed after completion of the relevant test for resistance to soldering heat or for solderability, as specified in the component specification.



#### Key

- D direction of unreeling
- T tray
- 1 pin 1 of the component

**Figure 1 – Example of a component with marked specific orientation put in tape (top) and tray (bottom)**

## 4.3 Component outline and design

### 4.3.1 Drawing and specification

Drawings, including bottom-view, top-view and side-view drawings, of the component showing all dimensions and tolerances of its body and terminals shall be part of the component specification. The drawings shall include reference to the positioning of the component body and terminals on the mounting land pattern. If conductive surfaces are not planar, their three-dimensional geometry shall be clearly specified with the relevant tolerances. An example is the presence of grooves on thermal pads of QFP.

In any 2D drawing or 3D data, conductive parts and/or surfaces and insulating parts/surfaces shall be clearly distinguished, at least for the bottom and the sides of components, as well as for movable parts. This requirement applies both to the disassembled and the assembled condition for parts requiring a final assembly step after mounting on a substrate (e.g. if a connector contains spring-loaded retainers whose position and/or angle changes upon mating). The locations and dimensions of conductive parts/surfaces shall be specified, even if they are not intended for establishing a contact with the mounting surface, for example punched or sawn surfaces consisting of unplated leadframe resulting from component singulation for moulded semiconductor packages.

The generic requirements for dimensional drawings of SMDs from the viewpoint of land-pattern design as specified in IEC 61188-6-4 shall be adopted for surface mounting devices.

Where necessary (e.g. in the case of large components with an overall length of more than 25 mm), the detail specification shall contain data on thermal expansion, at least along the  $X$  and  $Y$  axes. In the case of mechanical fixation of large components (e.g. by screwing), mismatch of the coefficients of thermal expansion between component and mounting substrate can result in warping of the component and the mounting substrate.

For components singulated by punching or sawing, for which parts of the terminals may not wet during a soldering operation owing to the absence of a surface finish preserving a solderable surface on the leadframe, such surfaces shall be indicated in the drawing.

For bottom-termination components (BTCs) as QFNs (quad-flat no lead packages), DFNs (dual-flat no lead packages), etc., for which a wettable-flank pin modification has been applied to assure the formation of an outer fillet in reflow soldering, the minimum height of the plated flank of the leadframe shall be indicated in the drawing.

NOTE 1 For components intended for high-reliability applications, such as automotive and aerospace industries, the height of the wettable portion typically is larger than 100  $\mu\text{m}$  to enable a robust automated solder-joint inspection.

NOTE 2 The presence of an outer fillet, as enabled by a wettable-flank pin modification, generally increases the reliability of the solder joints under environmental loads such as thermal cycling.

#### 4.3.2 Termination design

The relevant specification shall provide information on termination design (i.e. the termination base material, layer structure and finish).

#### 4.3.3 Pick-up area requirements

The design of the component shall consider that it shall be possible to grip the component by suction and transport it to its exact placement position on the substrate. It shall be possible to create a vacuum strong enough to fix the component in its position under the pipette. During the total transport process, which may include optical inspection, the component shall remain exactly in its position under the pipette, until the component is placed.

The centre of the suction area should match the centre of gravity and the geometrical centre.

The opening of the pipette ( $Y$ ), the dimension ( $L$ ) of the component or its pick up area ( $X$ ) and the tolerances on the position of the component inside the compartment of packaging with length dimension ( $A_0$ ) and width dimension ( $B_0$ ) shall match in such a way that the vacuum needed for pick up can be created (see Figure 2 for an illustration of the geometrical dimensions). It shall be possible to apply the vacuum irrespective of the component's position in its compartment.

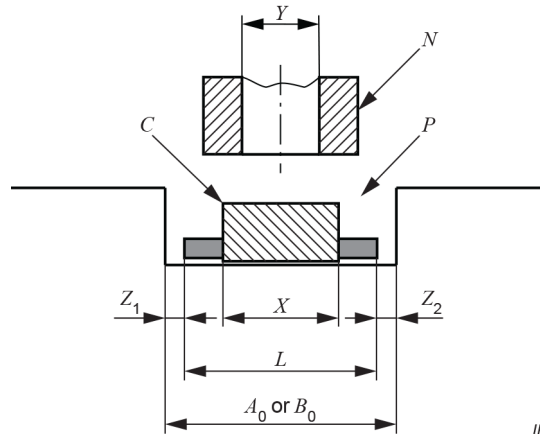
For further requirements concerning the position of the component inside the packaging, see IEC 60286-3 for taping, IEC 60286-4 for stick magazines and IEC 60286-5 for matrix trays.

Dimension  $L$  may be the length or the width of the component, as applicable.

Requirement:  $X - Y > Z$

$$Z = (Z_1 + Z_2) = (A_0 - L)$$

$$Z = (Z_1 + Z_2) = (B_0 - L)$$



IEC  
IEC 464/06

**Key**

- C component
- P component pocket
- N pick-up nozzle (pipette)
- Y opening of the pipette
- L dimension of the component (length or width)
- X dimension of the pick-up area of the component
- A<sub>0</sub> length dimension of compartment of packaging
- B<sub>0</sub> width dimension of compartment of packaging
- Z<sub>1</sub> gap between component and packaging – left-sided
- Z<sub>2</sub> gap between component and packaging – right-sided

Example for a component with a flat surface.

**Figure 2 – Vacuum pipette, pick-up area and component compartment**

If it is not possible to provide a pick-up area of sufficient size to enable gripping the component by suction, the component design shall enable gripping the component by mechanical chucks or grippers. The component specification shall provide guidance on appropriate chuck or gripper designs.

**4.3.4 Bottom surface requirements**

In cases where the component is to be bonded to the substrate with adhesive, its lower surface (except for the terminals) shall be capable of retaining the applied adhesive.

The stand-off between the lower surface of bonded components and the seating plane shall be specified. The detail specification shall state the maximum stand-off. For components that are fixed by an additional fixing adhesive or if a cleaning process is used, the minimum stand-off should be included in the component specification, because, owing to the use of the additional fixing adhesive, all pins have to be inside the material for the electrical connection (solder paste or conductive adhesive).

### 4.3.5 Requirements for terminals

#### 4.3.5.1 Coplanarity

Detail specifications of multipin components intended for reflow soldering or conductive gluing shall state the coplanarity of the lower surfaces of all terminals in accordance with IEC 60191-6 (see Figure 3). The typical value of coplanarity needed for reflow soldering is 0,1 mm to 0,15 mm, but this depends on the size of the component and the thickness of printed solder. In any case, the coplanarity shall not exceed the recommended stencil thickness for solder paste printing, given in the recommended land pattern (see 4.4.2). The components' terminals shall be sufficiently coplanar to ensure that contact is made with the solder on the solder surfaces after solder printing or with the conductive adhesive. Detail specifications of two-pin components for mounting with conductive adhesive shall state the coplanarity of both terminals in relation to the bottom surface of the component.

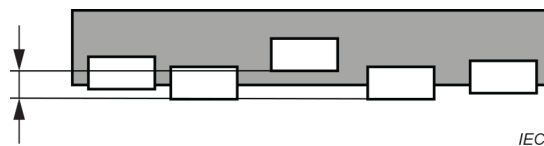
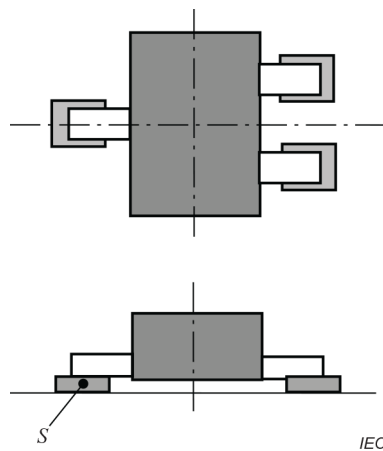


Figure 3 – Coplanarity of terminals

#### 4.3.5.2 Arrangement of terminals

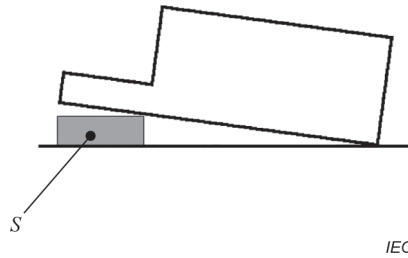
The terminals shall be arranged in such a way that stable seating in the solder paste or glue is ensured and tilting is avoided (see Figure 4, Figure 5 and Figure 6).



#### Key

S solder paste depot

Figure 4 – Stable seating of component

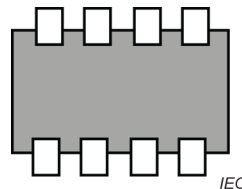


**Key**

S solder paste depot

**Figure 5 – Unstable seating of component**

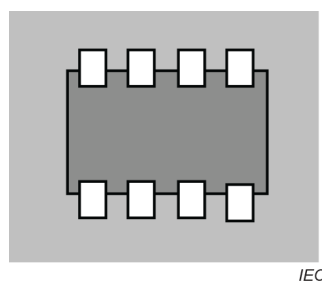
The land pattern of the component and its contacts should be analysed by the placement machine. The terminals should be arranged peripherally or otherwise symmetrically. Asymmetrical arrangements of terminals can cause problems, because the identification algorithms are not always capable of identifying asymmetrical structures. For small-sized components, symmetrical terminals are needed to prevent tombstoning.



**Figure 6 – Terminals arranged peripherally in two rows**

**4.3.5.3 Optical recognition**

The optical contrast between the terminal's bottom surface and the component's bottom surface shall be high enough to enable optical recognition of the position of the terminals, seen from the bottom side. Preferably, the terminal's bottom surface should be reflective (see Figure 7).



**Figure 7 – Good contrast between component body and surroundings**

**4.3.5.4 Shape of the terminals**

The shape of the contact shall comply with that defined in the component specification. Flattened wires that should be round are an example of a shape not complying with the specification.

**4.3.5.5 Hardness of the terminals**

The terminal shall be hard enough to ensure that its shape remains unchanged upon exposure of the body to the placement force during placement.

#### 4.3.5.6 Double-sided reflow capability

When specified for double-sided reflow soldering, the surface forces of the molten solder affecting the wettable area of the component's terminals shall be at least twice as high as the gravitational force resulting from the weight of the component. This is to ensure that the component remains adhered to the substrate during the second run of reflow soldering.

#### 4.3.5.7 Material content

The specification shall contain information about the base material, as well as the layer structure and the thickness of the surface finish of the leadframe.

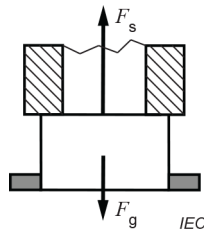
#### 4.3.6 Component height

The component height is limited by the length of the pipette and the space traversed between the pick-up and the placement. A proper clearance is required by the length of the pipette and the component height for the traverse from the pick-up to the placement.

The component's height and the component's packaging shall be matched to each other to enable the pipette to safely pick up the component. If standardized packaging complying with the IEC 60286 series of standards is used, the component height shall relate to the packaging dimensions specified therein.

#### 4.3.7 Component weight

The net force ( $F_g$ ), resulting from the weight and the acceleration forces of the component, shall not exceed one third of the gripping force ( $F_s$ ) of the pipette (see Figure 8).



#### Key

$F_g$  net force

$F_s$  gripping force

**Figure 8 – Component weight and pipette suction strength**

### 4.4 General requirements for components related to assembly technology

#### 4.4.1 Robustness of components

##### 4.4.1.1 General

Components have to withstand various mechanical, thermal and chemical stresses during the assembly and post-assembly processes without being damaged or degraded. General requirements are provided in 4.4.1.2 to 4.4.1.4.

Clauses 5 to 9 provide information and requirements related to assembly, soldering, conductive glue bonding, sintering and solderless interconnection technologies.

If components feature specific sensitivities or limitations, those shall be described in the component specification in form of special precautions and warnings.

#### **4.4.1.2 Mechanical stresses**

Components need to withstand the stresses induced by placement machinery and bending of the substrate during placement, mounting and post-assembly processes. In order to ensure this, component specifications shall comply with the test methods and requirements of IEC 60068-2-21. The component specification shall contain information about applicable test methods and performance requirements.

#### **4.4.1.3 Thermal stresses**

Components need to withstand the stresses by thermally induced interconnection processes, such as soldering (Clause 6) or sintering (Clause 8), and other thermal processes, such as drying, curing and similar post-assembly processes (5.5 and Clause 7).

In order to ensure this, component specifications shall comply with the following test methods and requirements:

- components intended for soldering: IEC 60068-2-58;
- other thermal processes: IEC 60068-2-2 and IPC/JEDEC J-STD 020.

The component specification shall contain information about applicable test methods and performance requirements, to ensure that the component is not damaged by thermal stresses.

#### **4.4.1.4 Chemical stresses**

Components need to withstand the stresses by chemical processes, such as cleaning (see 5.4). Besides thermal and mechanical load (e.g. ultrasonic agitation), the component's body shall withstand the additives used in cleaning liquids, such as water, alcohols or glycol ether. Applicable test methods are contained in IEC 60068-2-45.

The component's specification shall contain information about applicable test methods, media and performance requirements.

#### **4.4.2 Recommendation for land pattern design**

A land-pattern recommendation shall be part of the component specification. It shall contain the positions and dimensions of conductors, and a recommendation on stencil thickness and stencil apertures for parts intended for soldering. The land-pattern recommendation should be based on IEC 61188-5-1.

### **4.5 Cleanliness of components**

#### **4.5.1 General remarks**

The cleanliness of components addresses various aspects:

- Particle contamination – general aspects: mechanical effects such as the blocking of mechanical parts (e.g. connectors), increased or reduced friction, increased or reduced forces, leakage of housings can arise from the presence of particles and can negatively impact assembly yield and/or assembly reliability.
- Particle contamination – metallic particles: in addition to the general concerns, metallic particles, both stationary and migrating, can result in shorting or a reduction of creepage and clearance distances.
- Ionic contamination: ionic species present on surfaces of components can negatively impact the performance of assemblies under conditions of high humidity by failures related to electrochemical migration phenomena.
- Other (non-ionic) surface contamination: surface contaminants such as oil, grease, perspiration can negatively impact assembly yield (e.g. owing to poor termination wettability) and/or assembly reliability.

#### **4.5.2 Particle contaminations**

IEC TR 61191-7 gathers information on the quantitative analysis of particle contamination and also reports typical particle loads of different component classes and assemblies. Recommendations for limiting particle contamination are also provided.

The relevant component specification should provide information on component-manufacturing process steps prone to particle formation, such as trim and form, singulation, if no measures to eliminate particle contamination are implemented in component manufacturing. This information enables the user of components to identify potential risks related to the presence of particles on components delivered.

#### **4.5.3 Ionic contamination**

Ionic contamination on bare printed-circuit boards, components and assemblies can be quantified using process ionic contamination testing (PICT), described in IEC 61189-5-504.

The relevant component specification should provide information on relevant process steps prone to causing ionic residues, such as fluxing and application of solder paste, and on materials that could lead to ionic contamination during assembly manufacturing (e.g. during reflow) or field use. This information enables the user to identify potential risks related to ionic contaminations on the components delivered.

The reliability of assemblies against electrochemical migration failures can be assessed only at assembly level, by subjecting assemblies to testing under humidity, applied voltage and (as an accelerating factor) elevated temperature. The use of fixed threshold values, expressed for example as the resistivity of solvent extract in units of sodium-chloride equivalent on components, bare boards and at assembly level, is not expedient.

#### **4.5.4 Other surface contamination**

No standardized test methods for the analysis and quantification of non-ionic surface contaminations exist.

The relevant component specification should provide information on relevant component-manufacturing process steps prone to causing non-ionic residues. This information enables the user to identify potential risks related to non-ionic contaminations on the components delivered.

#### **4.6 Surface roughness**

When required, for example for components intended for mounting by conductive glue bonding or sintering, surface roughness has to be tested in accordance with the component specification. The equipment and methods to be used shall be agreed between the supplier and the customer, for example in accordance with ISO 25178. In Table 1, typical requirements for surface roughness are given for information.

**Table 1 – Typical roughness requirements**

Type of termination	Surface roughness
Printed	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
Plated metal	$R_a > 0,1 \mu\text{m}$
	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
Un-plated metal	$R_a > 0,1 \mu\text{m}$
	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
NOTE $R_a$ denotes the arithmetical mean roughness, $R_z$ is the five-point mean roughness.	

## 4.7 Requirements related to packaging and transportation

### 4.7.1 Packaging

Information about the packaging form, including packaging dimensions and data on clearances within the packaging, shall be included in the component specification.

Component specifications shall require that, packaging for SMD applications in tapes, on reels, in stick magazines, on tray, bulk case, or in bulk shall comply with the relevant specification of the IEC 60286 series (IEC 60286-3, IEC 60286-4, IEC 60286-5, IEC 60286-6).

Components that need to be entered into an ESD-protected production environment shall be packaged accordingly, in line with IEC 61340-5-1 and IEC 61340-5-3.

Moisture-sensitive components need special packaging, in line with IEC 61760-4, IEC 60749-20 or IPC/JEDEC J-STD-033.

Components with specific orientation or polarity shall be placed in the packaging with a fixed orientation (see for example Figure 1).

### 4.7.2 Labelling of product packaging

Labelling of the product packaging shall comply with IEC 62090.

In accordance with IEC 62090, the product packaging shall include the following:

- a) item identification (e.g. customer part number or manufacturer part number or both);
- b) traceability identification (e.g. batch number or serial number);
- c) quantity.

In addition to the requirements of IEC 62090, product packaging for moisture-sensitive components shall include the following:

- d) moisture sensitivity level (MSL) in accordance with IEC 61760-4, 60749-20, IPC/JEDEC J-STD-020 or IPC/JEDEC J-STD-033.

In addition to the requirements of IEC 62090, product packaging should include the following:

- e) date code (ISO 8601 and IEC 60062);
- f) identification code for the manufacturer;
- g) description of the polarity of the component, if applicable.

#### **4.7.3 Storage and transportation**

Component specifications shall refer to IEC 61760-2 for storage and transportation conditions.

The component specification shall contain information concerning the maximum period for storage. Within this period, the component shall comply with its specification.

#### **4.8 Component reliability assurance**

Requirements and related test methods that define the long-term performance of a component shall be part of the component specification. Test methods shall be applied that use components mounted on a substrate. Test methods shall be preferably selected from the IEC 60068 series.

As substrates for tests, glass-epoxy double-sided printed circuit boards should be used. In view of intercomparability of test results, test boards with a thickness of 1,6 mm are recommended in general. For highly miniaturized components, such as 1005 (metric)/0402 (imperial size) and smaller passive chip components, test boards with a thickness of 0,8 mm are recommended.

The component specification shall state the operating temperature range. Derating may be applied. The operating temperature range shall be in accordance with the long-term performance of the component.

Reliability assurance for some components can require restrictions to the choice of soldering process and its parameters. It should be noted that components can experience typically up to three consecutive reflow soldering processes. When the allowed parametric and mechanical changes in the resistance to soldering heat test are determined, this multiple soldering shall be taken into consideration. The number of allowed reflow soldering steps shall be specified in the detail specification.

#### **4.9 Compliance information**

##### **4.9.1 General**

The information provided in this clause has been compiled to the best knowledge of the involved authors, aiming to project a conclusive picture of the most relevant compliance information and requirements. The nature of the information, however, originating from a vast multitude of globally spread organisations, bodies and authorities, and proceeding independently at fast pace, renders it impossible for the information to be complete and up to date at any given time.

The writers of component specifications and the makers of components are therefore advised to engage their own responsibility in appreciating compliance requirements related to components and their users.

Further details are given in Annex A.

##### **4.9.2 Material declaration**

For details, see A.1.

##### **4.9.3 Environmental regulatory compliance**

For details, see A.2

##### **4.9.4 Considerations on the materials' supply chain**

For details, see A.3

## **5 Assembly processes**

### **5.1 General**

In general, components are put on a substrate by placement or insertion (see 5.2), electrically connected and mechanically fixed by mounting processes (see 5.3), have to withstand cleaning (see 5.4), post assembly (see 5.5) and the repair processes (see 5.6).

### **5.2 Placement or insertion**

Placement of components onto a substrate or insertion of components with leads into a through-hole PCB.

In most cases, this is done by:

- a) automatic pick-and-place machines;
- b) manual operation.

### **5.3 Mounting**

Several methods can be used to mount components on to the substrate. The following list is not exhaustive:

- 1) Soldering (see Clause 6)
  - a) Reflow soldering;
  - b) Wave soldering;
  - c) Special soldering methods.
- 2) Conductive gluing (see Clause 7)
- 3) Sintering (see Clause 8)
- 4) Solderless interconnection (see Clause 9)

### **5.4 Cleaning (where applicable)**

#### **5.4.1 Cleaning methods**

The following cleaning methods may be used in cases where assemblies have to be cleaned after soldering/gluing:

- fluid (boiling or with ultrasonic oscillation);
- liquid (bath plus vapour);
- spray cleaning;
- plasma cleaning.

Cleaning materials prohibited by the Montreal Protocol shall be avoided.

Resonance due to ultrasonic waves may expose the components to excessively high stress levels.

#### **5.4.2 Typical cleaning conditions for assemblies**

##### **a) Fluid**

The substrate is immersed in a cleaning fluid. For details, see Table 2.

##### **b) Ultrasonic cleaning**

The substrate is immersed in a cleaning fluid and also subjected to ultrasonic oscillation. For details, see Table 2. Refer to the relevant detail specifications for information on whether a component is capable of withstanding ultrasonic cleaning procedures.

## c) Vapour

A cleaning vapour condenses on the substrate. For details, see Table 2.

## d) Spray

A cleaning fluid is sprayed on to the substrate. For details, see Table 2.

**Table 2 – Basic cleaning processes**

Process		Typical conditions	Cleaning media <sup>a)</sup>
Liquid	Washing	40 °C to 80 °C, 4 min	Water, isopropyl alcohol (propan-2-ol), Ethyl alcohol, terpenes, Glycol ether
	With ultrasonic oscillation	25 °C to 40 °C, 2 min 10 W/l to 30 W/l 25 kHz to 40 kHz	
	Vapour	80 °C, 30 s	
	Spray	45 °C, 16 bar	
Plasma		60 °C to 100 °C, 3 min 0,2 mbar to 1 mbar	Oxygen
<sup>a)</sup> The cleaning materials prohibited by the Montreal Protocol shall be avoided.			

## e) Plasma cleaning

The substrate with mounted components is cleaned by a plasma (for example oxygen plasma) in a vacuum chamber.

Cleaning liquids may include various additives. IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993 stipulates that isopropyl alcohol shall be used whenever possible.

## 5.5 Post assembly processes

After assembly and (optional) cleaning processes, components can be exposed to further post assembly processes, which expose them to additional mechanical, thermal or chemical stresses. Those factors shall be considered in component design and in component specifications, as well as in quality and reliability risk assessments.

The following non-exhaustive list contains typical post-assembly processes:

- a) thermal processes, e.g. for curing of adhesives, underfill or similar material;
- b) assembly processes, e.g. attachment of thermal interface material, heat sinks;
- c) encapsulation processes, e.g. potting, molding or conformal coating.

The following non-exhaustive list contains typical risk factors related to those processes:

- i) physical stress due to shrinkage;
- ii) chemical interactions;
- iii) encapsulation of residues (e.g. flux) by encapsulation material.

## 5.6 Removal and/or replacement of SMDs

### 5.6.1 Removal and/or replacement of soldered SMDs

This subclause defines procedures for removal and replacement of soldered SMDs.

The normal sequence is as follows:

- a) removal of conformal coating (if necessary);
- b) cleaning (if necessary);
- c) fluxing (and possibly application of solder);

- d) shielding of neighbouring components, if necessary;
- e) pre-heating entire board when necessary, heating of the soldered joints with either a circumferential thermode, a hot-air jet or other suitable heat sources;
- f) removal of the component;
- g) cleaning (if necessary);
- h) addition of solder paste (if necessary);
- i) placing of the new component;
- j) fluxing;
- k) soldering;
- l) cleaning (if necessary).

Minimize mechanical force to avoid substrate damage during removing of glued/soldered components.

Removed components should not be reused without first ensuring that the removal process has not impaired the reliability of the substrate and the component.

### **5.6.2 Removal and/or replacement of glued SMDs**

This subclause defines procedures for removal and replacement of glued SMDs.

The normal sequence is as follows:

- a) heating of the substrate and/or of the component up to a temperature higher than the glass-transition temperature of the adhesive;
- b) removal of the component;
- c) cooling of the substrate;
- d) cleaning of the mounting area on the substrate;
- e) dispensing of adhesive;
- f) placing of the new component;
- g) curing of the adhesive;
- h) cleaning (if necessary).

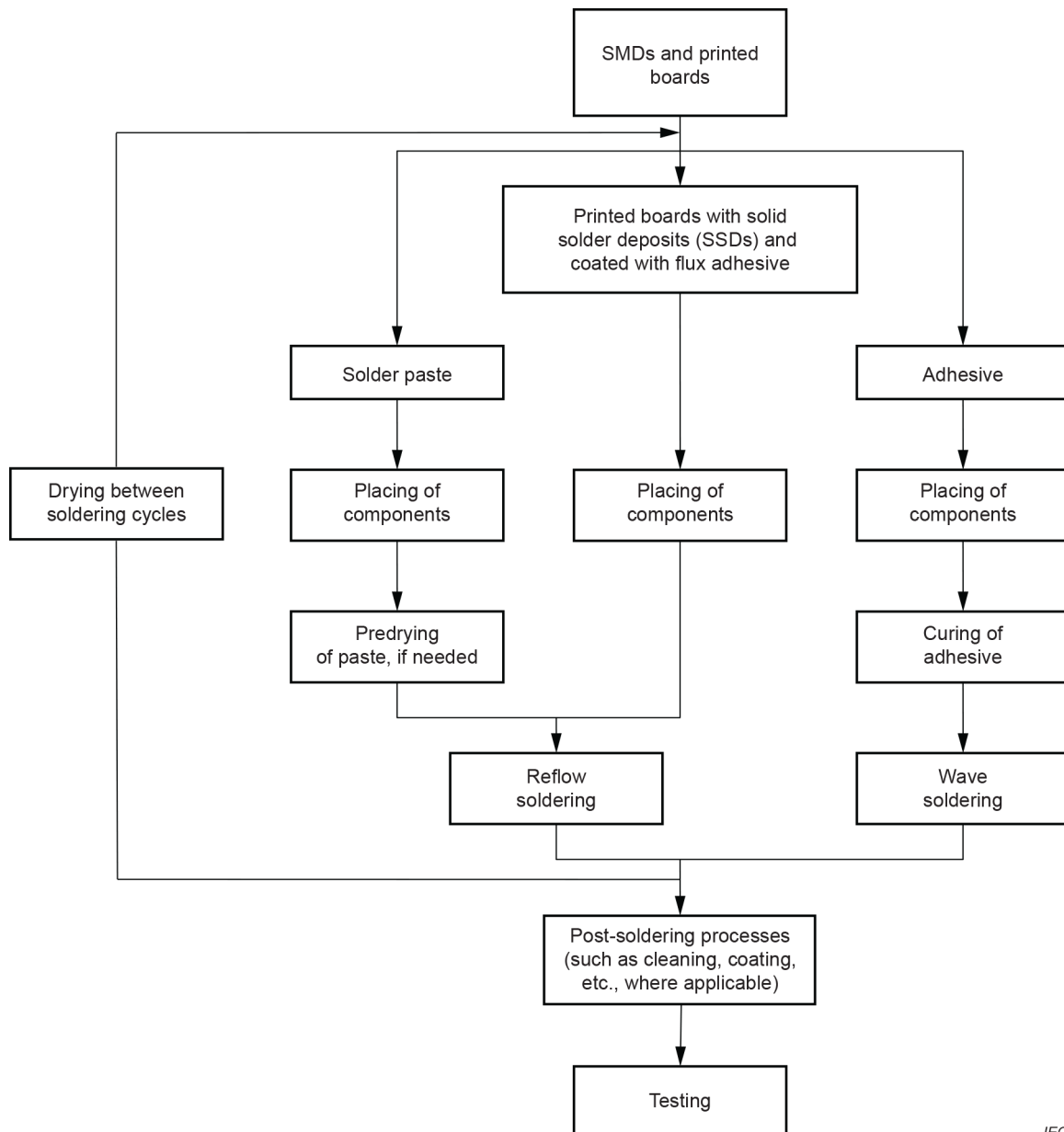
Removed components should not be reused without first ensuring that the removal process has not impaired the reliability of the substrate and the component.

## **6 Soldering**

### **6.1 General**

#### **6.1.1 Mounting by soldering**

The steps in a production process depend on the mounting method used. Figure 9 shows a typical flowchart.



IEC

**Figure 9 – Process steps for soldering**

### 6.1.2 Securing the component on the substrate prior to soldering

Components may be secured to the substrate prior to soldering by using either an adhesive or by the applied solder paste.

Heat treatment is used to cure the adhesive, for example, 120 °C for 30 min in a batch process, or 150 °C for 120 s in a continuous process.

### 6.1.3 Reflow soldering

#### a) Forced-air convection reflow soldering

This is the dominating reflow soldering method in which most of the energy for heating the assembly is derived from gas (air or inert gas, or a mixture of both). A small proportion of the energy can be derived from direct infrared radiation. There is no contact with the assemblies during heating.

The following parameters influence the temperature of the component, leading to temperature differences between different components on a substrate and between parts of the components (e.g. between terminal and top surface of the component):

- time and thermal power input;
- component mass;
- component size;
- substrate size;
- package density and shadowing;
- wavelength spectrum of radiation source;
- absorption coefficient of surfaces;
- ratio of radiation to convection energy.

Warning: there is a tendency for small components to warm up more than the large ones under the same process conditions and this can lead to exceeding the resistance to soldering heat conditions.

A generic temperature to time profile for the full process is shown in Figure 10. A typical profile represents the terminal temperature of a mid-sized component. The coldest terminal temperature on an assembled substrate shall be above the lower process limit line to ensure good solder joints. The maximum temperature, measured on the top surface of a component, shall not exceed the upper process limit to avoid component damage by heat exceeding the component resistance to soldering heat specification. Depending on factors as indicated in the paragraph above, the maximum temperature measured at the top surface of each component is different.

#### b) Vapour phase reflow

This involves soldering in saturated vapour and is also called condensation soldering. This process can be used either as a batch system (with two vapour zones) or as a continuous system with a single vapour zone. Both systems can also require preheating of the assemblies to prevent thermal shock and other undesirable side-effects.

Typical temperature/time profiles for the full process are similar to temperature profiles for reflow forced air convection reflow soldering. The specific equipment used has influence on the resulting profile, especially the type of preheating and whether controlled vapour heating power is used or not.

#### c) Forced air convection reflow soldering with vacuum application

In a variant of the conventional forced air convection reflow soldering, the vacuum is applied during the liquidus phase.

#### d) Hotplate reflow soldering

Used mainly for repair.

#### e) Laser soldering

Content is in development phase.

#### f) Hot-bar soldering

This is a soldering method using temperature-controlled tools (thermodes) for making soldered joints.

### 6.1.4 Wave soldering

In wave soldering, a layer of flux is first applied and dried. Then, the printed boards are drawn in one direction across the crests of two continuously replenished waves of molten solder. This method can be performed in an inert atmosphere.

Figure 11 shows a generic temperature/time profile for the full process.

### **6.1.5 Other soldering methods**

a) Soldering iron.

This process is difficult to control. If used, care should be taken to ensure that reliability is not adversely affected.

b) Robotic soldering.

In this automated process, solder is supplied to solder joints using pre-fluxed solder wire.

c) Selective soldering.

In selective soldering, solder is supplied to through-hole mounted components using either solder waves or solder crucibles. Typical solder temperatures for such processes are between 280 °C and 310 °C. Further methods to supply heat to solder joints involve laser or xenon light sources.

## **6.2 Process conditions**

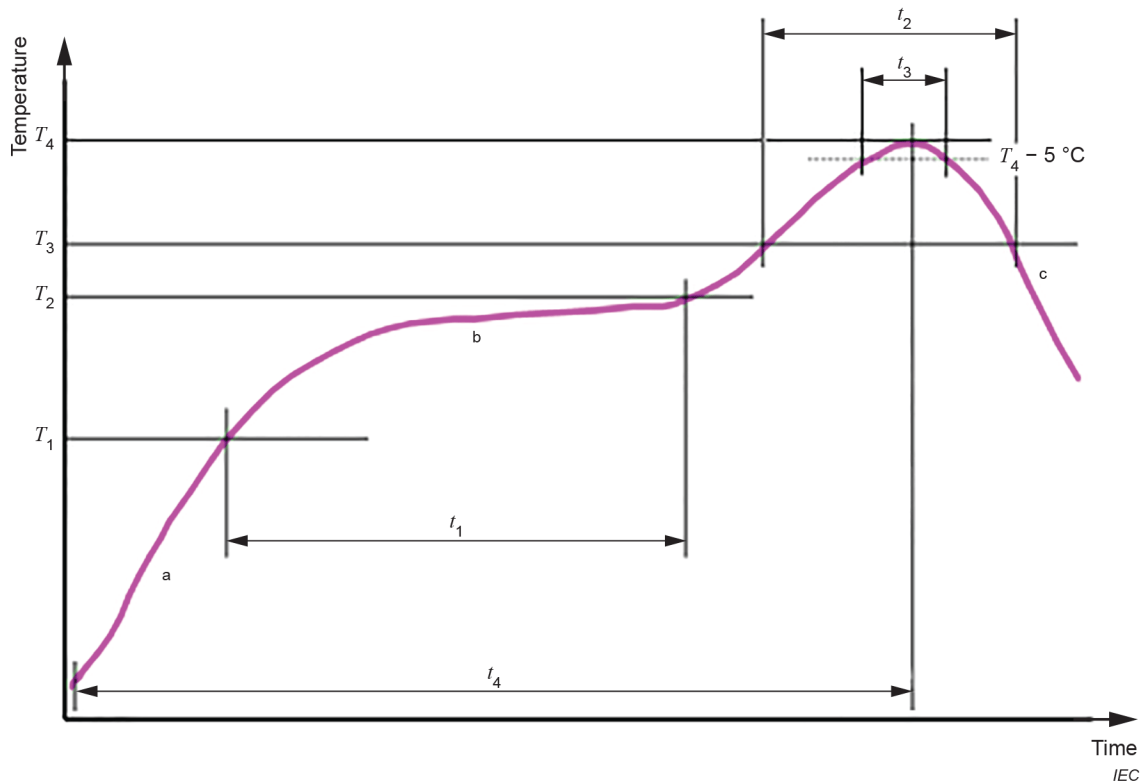
### **6.2.1 General**

The following documents contain information on tests, test severities, classification and packaging of components intended for mounting by soldering.

- 1) IEC 60068-2-58: soldering tests: solderability of terminations, resistance to soldering heat and dewetting and resistance to dissolution of metallisation.
- 2) IEC 61760-4: classification and packaging of moisture-sensitive components.
- 3) IPC/JEDEC J-STD-020: moisture-sensitivity classification.
- 4) J-STD-075: temperature-sensitivity classification.
- 5) IPC-7530: guidelines for temperature profiling for mass soldering processes (reflow and wave).

### **6.2.2 Reflow soldering**

A reflow temperature profile is characterized by the parameters in Figure 10.



**Key**

- $T_1$  minimum preheating temperature
- $T_2$  maximum preheating temperature
- $T_3$  liquidus temperature
- $T_4$  peak temperature
- $t_1$  preheating duration
- $t_2$  time above liquidus temperature
- $t_3$  time above  $(T_4 - 5\text{ °C})$
- $t_4$  time to  $T_4$

- a the temperature gradient of increasing slope shall not exceed 3 K/s.
- b preheat area.
- c the temperature gradient of decreasing slope shall not exceed 6 K/s.

**Figure 10 – Generic reflow temperature/time profile**

The relevant component specification shall contain as a minimum the following requirements:

- 1) maximum heating gradient between liquidus and peak temperature (e.g. 3 K/s);
- 2) maximum absolute cooling gradient (e.g. 6 K/s);
- 3) maximum peak temperature  $T_4$  (e.g. 260 °C);
- 4) maximum time to peak  $t_4$  (e.g. 8 min);
- 5) time within peak area  $t_3$ , i.e. time above peak temperature – 5 K (e.g. 30 s).

NOTE 1 The unit Kelvin (K) is used in the case of an interval or difference of temperatures.

NOTE 2 Gradients can be determined over various time intervals. To smooth out effects of scattering of measured data, a typical time interval of 10 s is used in gradient determination.

### 6.2.3 Wave soldering

A generic wave-soldering profile is characterized by three stages: pre-heating, contact with liquid solder and cooling. The relevant component specification shall contain as a minimum the following requirements:

- 1) maximum time of contact with liquid solder (e.g. 10 s);
- 2) maximum solder-bath temperature (e.g. 260 °C);
- 3) maximum temperature difference between preheating temperature and solder temperature (e.g. 150 K);
- 4) maximum absolute cooling gradient (e.g. 6 K/s).

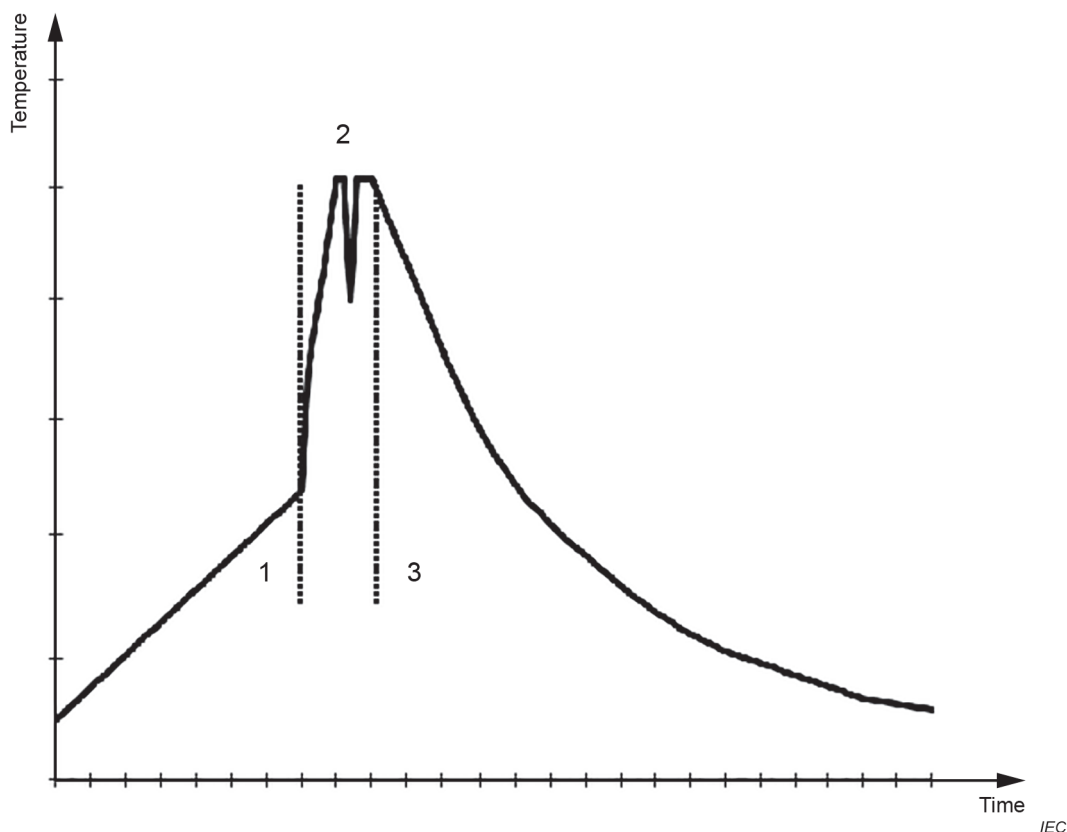


Figure 11 – Generic wave soldering temperature/time profile

## 6.3 Requirements for components and component specifications

### 6.3.1 General

Component specifications shall contain information on test methods and requirements for tests related to the suitability of the component for soldering and post-assembly processes (see 6.3.3 to 6.3.8).

In component specifications, the compatibility of the terminations with the solder used shall be defined. This is as important to lead-free terminations in connection with lead-free solders as it is in connection with lead-containing solders.

For components intended for mounting by soldering, restrictions concerning the choice of soldering processes and their parameters can be required. It should be noted that components intended for mounting by reflow soldering can experience typically up to three consecutive reflow soldering processes. When the allowed parametric and mechanical changes in the resistance to soldering heat test are determined, this multiple soldering shall

be taken into consideration. The number of allowed reflow soldering steps shall be specified in the detail specification.

### **6.3.2 Requirements for temperature sensitive devices**

If specific sensitive components need special precautions when being assembled by soldering processes, the component specification shall contain information on the nature and severity of temperature sensitivity in order to enable the correct processing and failure-free use of the components.

The component specifications shall contain information on:

- suitable soldering methods and recommended process conditions;
- methods for thermal profiling;
- specific test conditions and severities, when deviating from those in IEC 60068-2-58;
- any other process conditions, e.g. baking for drying the component or electronic assembly, or curing of protective coating, which can be critical for the reliable use of components.

To define the temperature sensitivity of a certain component family, the ECA/IPC/JEDEC J-STD-075 can be of help, but in general it is the component manufacturers' duty to communicate this information to the customers, so that the proper processing of the components can be ensured.

### **6.3.3 Wettability**

Acceptance criteria shall be in accordance with IEC 60068-2-58.

The component specification shall specify the following details from IEC 60068-2-58:

- a) preconditioning (if needed);
- b) the method used:

solder bath method or reflow soldering on a substrate. In the case of the solder bath method, the duration of immersion, the temperature of the solder bath and the immersion attitude shall be specified. Guidance on the relation between the soldering process and the immersion conditions can be derived from IEC 60068-2-58. In the case of the reflow soldering on a substrate method, the solder reflow process, solder composition and the applied flux shall be specified. Dimensional details of the substrate and thickness of the solder deposition shall be given in the component specification. For the lead-free reflow method, the soldering profile group shall be specified;

- c) details of the flux removal procedure;
- d) dewetting test:

the test and conditions shall be specified in accordance with IEC 60068-2-58.

### **6.3.4 Resistance to dissolution of metallization**

The component specification shall contain information if the resistance to dissolution of metallization is relevant for the component. If relevant, the test method shall be as specified in IEC 60068-2-58. Visual acceptance criteria shall be in accordance with IEC 60068-2-58, unless otherwise specified in the component specification.

### **6.3.5 Resistance to soldering heat**

The visual and electrical inspection method and acceptance criteria shall be specified in the component specification.

For plastic-encapsulated semiconductor SMDs, the component specification shall specify details and requirements in accordance with the procedure given in Clause 5 of IEC 60749-20:2008, or in accordance with IEC 60068-2-58.

For other components the component specification shall specify the following details from IEC 60068-2-58:

- a) preconditioning (if needed);
- b) the method used:

solder bath method or reflow soldering on a substrate method. In the case of the solder bath method the duration of immersion, the temperature of the solder bath and the immersion attitude shall be specified. Guidance for the relation between the soldering process and the immersion conditions can be derived from IEC 60068-2-58. In the case of the reflow soldering on a substrate method, the solder reflow process, solder composition and the applied flux shall be specified. In addition to this the number of cycles that a component can withstand the reflow soldering process shall be specified. For the lead-free reflow method, the soldering profile group shall be specified. Dimensional details of the substrate and thickness of the solder deposition shall be given in the component specification;

- c) details of the flux removal procedure;
- d) recovery period and conditions before final inspection.

### **6.3.6 Resistance to vacuum during soldering**

If components are not suitable for vacuum soldering operations, the relevant component specification shall contain information on the component sensitivity.

NOTE Examples of sensitive components are components containing liquids or cavities.

### **6.3.7 Resistance to cleaning solvent**

#### **6.3.7.1 General**

The component specification should contain information on Test XA as described in IEC 60068-2-45:1980. The test instructions of 6.3.7.2 and 6.3.7.3 apply.

#### **6.3.7.2 Component resistance to cleaning solvent**

- a) Solvent to be used: see IEC 60068-2-45:1980, 3.1.2; isopropyl alcohol recommended.
- b) Solvent temperature:  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , unless otherwise stated in the relevant specification.
- c) Test conditions: method 2 (without rubbing).
- d) Recovery time: 48 h, unless otherwise stated in the detail specification.

#### **6.3.7.3 Marking resistance to cleaning solvent**

- a) Solvent to be used: see IEC 60068-2-45, 3.1.2; isopropyl alcohol recommended.
- b) Solvent temperature:  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , unless otherwise stated in the relevant specification.
- c) Test conditions: method 1 (with rubbing).
- d) Rubbing material: cotton wool.
- e) Recovery time: not applicable, unless otherwise stated in the detail specification.

### 6.3.8 Warpage during reflow soldering

For area-array components of any size and other components intended for surface mounting by reflow soldering for which one side length exceeds 15 mm, the components' warpage, in addition to the room-temperature co-planarity, shall be given in the component specification at least at the peak reflow temperature and any intermediate temperature between room temperature and reflow temperature at which the greatest deviation from flatness (i.e. greatest magnitude of warpage) occurs. Giving warpage data at additional temperatures, such as the typical flux activation temperature and the solder liquidus temperature, for the intended soldering process is recommended.

Warpage measurements should follow JESD22-B112 or IEC 60191-6-19. For components other than area-array components, the warpage should be measured on the component terminals.

Parts shall be measured in both an as-manufactured condition and with a full moisture exposure as per IPC/JEDEC J-STD-020. This requirement may be waived if previous measurement of similar components, manufactured with the same process and materials, did not show a significant impact of moisture on the component flatness.

Components shall be measured on the first reflow cycle. If area-array components are expected to be subjected to multiple reflow cycles, the parts shall be measured during two additional reflow cycles. Measurements should be reported for each reflow cycle for area-array components.

NOTE 1 Repetitive measurements are required for area-array components owing to the risk of ball bridging for subsequent reflow cycles.

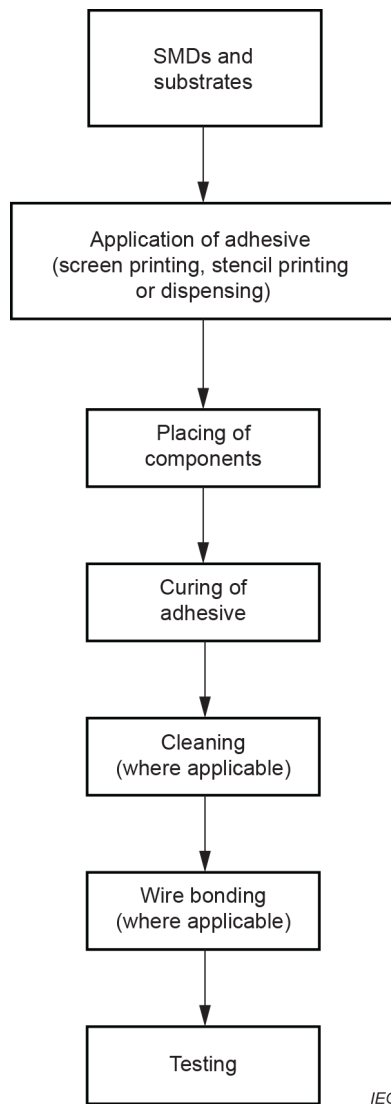
The warpage of area-array components should meet the limits given in JEDEC SPP-024A for the temperature range between 150 °C and the peak reflow temperature.

NOTE 2 The temperature range is based on the assumption that all component terminations are near the board paste starting from flux activation (to be properly cleaned) to solder liquidus (for joint formation). The temperature of 150 °C can be considered a typical temperature for flux activation in lead-free reflow processes.

## 7 Conductive glue bonding

### 7.1 Mounting

The following processes are typical for mounting by a conductive adhesive. First, the adhesive is applied to the substrate by screen printing, stencil printing or dispensing. Then, the components are placed in the wet adhesive. The adhesive is then cured in a batch oven or in an inline oven. Typical curing conditions are up to 150 °C and up to 2 h holding time at the curing temperature. Figure 12 shows a typical flowchart.



**Figure 12 – Process steps for gluing**

## 7.2 Bonding strength test for the component glue interface test

A test method for the mechanical strength of an adhesive connection (for example a shear-force test) and acceptance criteria for this test shall be specified in the component specification. A shear test method that complies with IEC 60068-2-21 should be used. In addition to the requirements of IEC 60068-2-21, the relevant specification should give information on substrate material, type of adhesive, dimension of applied adhesive (connecting area at the component and thickness after component attach), curing conditions and the shear force.

There are two acceptance criteria important for a shear force test:

- 1) shear force criteria (force per connecting area at which the component breaks from the substrate);
- 2) visual inspection criteria (amount of adhesive that is on the component after the shear force test).

### **7.3 Requirements to components for conductive glue bonding**

#### **7.3.1 Components for conductive glue bonding**

For components intended for mounting by gluing, information on the material content should be provided. Details on composition, thickness and layer structure of the surfaces to be glued should be given.

The ECA (electrically conductive adhesive) is used in hybrid production to bond components to ceramic substrates. The conductive silver bonding agent performs the function of an electrical and thermal conductive joint.

To ensure a good connection between the SMD components and the ECA, these components intended for ECA applications shall fulfil the requirements regarding surface conditions, e.g. cleanliness, roughness and pin holes.

#### **7.3.2 Cleanliness of the surface**

For components intended for mounting by gluing, information on the cleanliness of the surfaces should be provided. The adhesion of an adhesive can be prevented by a thin surface layer of organic materials, for example by a thin layer of silicon oil. Therefore, it is important that the surface of the components/terminal is free of any residues. Therefore, the cleanliness of the surface has to be defined by analysis (for example by ESCA [electron scattering for chemical analysis]) or by a gluing test.

#### **7.3.3 Terminal surface defects**

Components intended for mounting by gluing should comply with the following visual inspection criteria (see ISO 8785 for definitions of surface defects):

a) all terminal surfaces:

- no scratches or marks which are showing sub layers of top metallization;
- free of cracks (regardless of condition of top metallization);
- show no visible contamination.

b) plated surfaces:

- closed top layer offering protection against corrosion effects, e.g. free of holes visible under 100× magnification;
- free of discolorations (indicating, for example, variations in plating thickness).

#### **7.3.4 Outgassing of halogenic substances**

Ionic contamination poses a risk to the lifetime of an interconnection created by wire bonding, particularly in the case of Au-/Al-interconnections.

Table 3 lists examples of substances that are proposed to be included in a risk evaluation and to be reported to the customer.

**Table 3 – Examples of substances proposed to be included in risk evaluation and customer reporting**

Anions	Cations	Weak Organic Acids
Bromide	Ammonium	Acetate
Chloride	Calcium	Adipate
Fluoride	Lithium	Formate
Nitrate	Magnesium	Glutamate
Nitrite	Potassium	Malate
Phosphate	Sodium	Metane Sulfonate
Sulfate		Succinate
		Phthalate

The supplier shall take care that the component does not contribute any halogens exceeding the limits required by the customer specification.

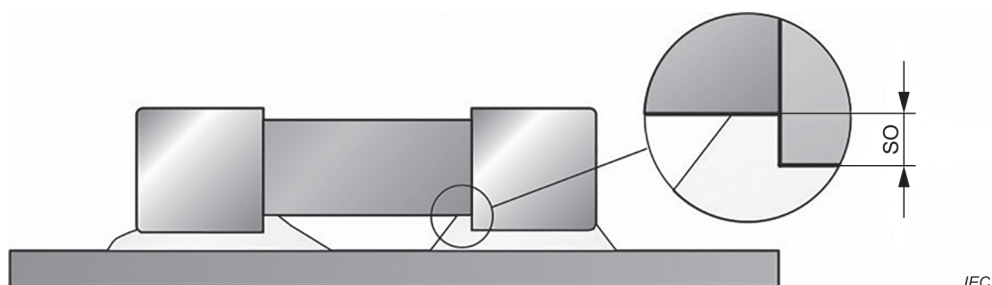
Information to customers about ionic contamination can either be provided by declaration or sample measurement (see also 4.5.3).

### 7.3.5 Coplanarity

For components with 3 linearly orientated, or 4 and more contact areas, the coplanarity shall be taken into account. Requirements to coplanarity depend upon the conductive adhesive printing thickness and shall be agreed between the supplier and the customer.

### 7.3.6 Stand-off

The component specification shall define a minimum stand-off to prevent short circuits by squeezing of the ECA underneath the component body (see Figure 13 for the definition of the stand-off).



#### Key

SO stand-off

**Figure 13 – Stand-off definition**

### 7.3.7 Terminal dimensions and tolerances

The component specification shall contain information about terminal dimensions and tolerances, including minimum and maximum values.

### 7.3.8 Resistance to curing heat

The heat-resistance requirements are dependent on the process chain. Examples of typical requirements are shown in Table 4. Plastic housings are particularly susceptible to popcorning effects due to fast temperature ramp up.

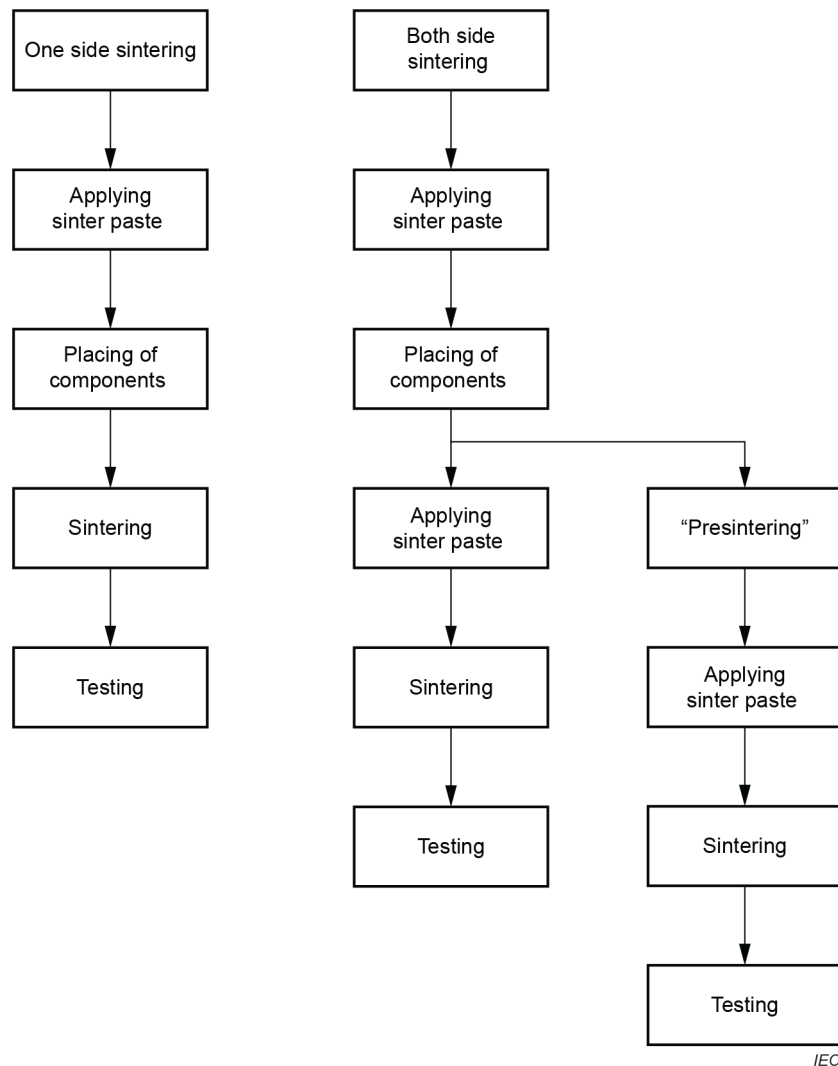
**Table 4 – Examples of typical curing conditions**

	<b>ECA curing</b>	<b>Gold ball bonding</b>
<b>Max. ramp up</b>	≤ 5 K/s	< 12 K/sec
<b>Peak</b>	≤ 175 °C, max 1 h	≤ 185 °C (up to 4 times)
<b>Max. ramp down</b>	≤ 6 K/sec	open

## 8 Sintering

### 8.1 General

Sintering is often used for direct-die attachment of bare dies. It combines the following advantages: thermal conductivity, electrical performance, reliability of the joint itself. By using for example silver powder to join the components, the connection is lead-free. The sintering temperature is about 20 °C lower than the typical soldering temperature. In comparison to the typical surface mounting solder process, additional pressure on the sintered connection (component) will be applied. For this purpose, it is necessary to have substrates and components that resist such a high pressure. Typically, the components will be sintered on the bottom side; in some applications, it is possible to sinter both sides of the component (see Figure 14).



**Figure 14 – Sinter process on one side, both sides, and both sides including presintering**

## 8.2 Typical process conditions

Typical process parameters for temperature, processing time and pressure are given below:

- 1) temperature: 200 °C to 350 °C;
- 2) processing Time: 60 s to 300 s;
- 3) pressure: 5 MPa to 40 Mpa.

The relevant component specification shall contain any restrictions on the process temperature, time and pressure.

## 8.3 Requirements for components and component specifications

Component specifications shall contain information on:

- 1) distinction of one-sided or double-sided sintering;
- 2) suitability of the surface finish (type of metal [noble metal, etc.], composition of surface finish and thickness);
- 3) planarity and roughness of surface;
- 4) cleanliness of surface: ionic and particle contamination, oxidation;

- 5) mechanical integrity of component and finish against pressure;
- 6) heat resistance of materials.

## 9 Solderless interconnection

### 9.1 General

A commonly used solderless mounting method for components to printed boards is the cold-joining connection, commonly referred to as "press-fit technology". For further information on this technology, see also IEC 60352-5 and IPC-9797. This mounting method is not part of the surface-mounting process and the components do not undergo a soldering operation. This clause is included in this document for the sake of completeness because the solderless mounting method commonly occurs after the mounting methods covered in this document in Clauses 6 and 7.

The press-in connection consists of a termination having a suitable pin, which is inserted into a plated-through hole of a double-sided or multilayer printed board. There are two types of press-in pins: pins having a solid press-in zone and pins having an elastic press-in zone. The former is commonly referred to as "massive press-fit technology", whereas the latter is commonly referred to as "compliant press-fit technology". Compliant press-fit technology is currently more widely used, but there are several different pin constructions commercially available.

The press-in process results in an intimate metal-to-metal connection, i.e. a contact between two metallic surfaces that maintains low electrical loss even if exposed to environmental conditions that include corrosive gases.

NOTE 1 An interdiffusion process is not a prerequisite for an intimate metal to metal contact.

NOTE 2 Intimate metal-to-metal connection is also known as "gas tight".

### 9.2 Typical process conditions

The press-in process consists of the following process steps:

- 1) the component with press-in terminations is placed on top of the printed board so that the termination pins are flush against the board surface above the corresponding printed board holes.
- 2) the component is pressed against the printed board so that each pin is pushed through the corresponding printed board hole.

In practice, in each case, the pressing tool and the support below the printed board, allowing the tips of the pins to reach out from the printed board, shall be carefully produced and correctly used to prevent any damage either to the component or to the printed board and its hole platings or lands.

Recommendations for typical process conditions should be given in the relevant pin or component specification:

- 3) tools to be used, both the pressing and supporting tools;
- 4) maximum press-in force per termination pin;
- 5) speed of the press-in process.

### **9.3 Requirements for components and component specifications**

The relevant specification shall provide at least the following information:

- 1) the base material of the press-in termination;
- 2) the layer structure (if applicable), thickness(es) and composition(s) of the surface finish layer(s);
- 3) definition of additional treatments which are necessary to obtain the desired property of the surface (e.g. reflow, lubrication).

The relevant specification shall provide a detailed drawing of the press-in termination.

The specification shall also give any other relevant information to support the reliable use of its press-in components.

## **Annex A** (informative)

### **Details on compliance information**

#### **A.1 Material declaration**

Industrial users of electronic components typically require information on the materials present in finished components for a variety of reasons, for example:

- 1) establishing compatibility with intended processing;
- 2) safeguarding operators' health and safety requirements;
- 3) verifying the compliance of manufactured equipment with regulatory requirements;
- 4) qualifying for specific disposal procedures.

The content and format of material declaration depends on significant criteria, such as:

- 5) required degree of decomposition of the supplied unit, possibly down to what is defined as a homogenous material;
- 6) threshold level for the reporting of substances;
- 7) required completeness of information, e.g. on declarable substances, on material groups, or on individual materials.

Process chemicals and emissions during component manufacturing and use are not part of the scope of material declarations.

IEC 62474 attempts to harmonize the requirements across the supply chain and to improve the economic efficiency of the involved actions, and therefore provides relevant definitions and references along with provisions on the content and form of material declarations for the exchange of such information amongst the electrotechnical industry. IEC 62474 is complemented with guidance for its implementation, IEC TR 62474-1.

The IPC-175x family of standards establishes a standard reporting format for data exchange between supply chain participants. This series of standards is XML-schema based, which allows for more efficient and effective communication of data.

Industry groups may be using their own established systems for the collection of material data on the products or components obtained from their upstream suppliers. Popular examples of such dedicated systems include:

- 8) The International Material Data System (IMDS), established in 2000 by the Association of Automotive Manufacturers and operated by an independent IMDS Steering Committee. The original target was the gathering of information required under the European End-of-Life Vehicle (ELV) Directive. The system has gradually adopted the information requirements of other regulatory requirements. Meanwhile, the geographical scope has extended beyond the borders of Europe, and also the user scope widens beyond the range of the automotive industry and its suppliers. The writers of component specifications are invited to take into account the common requirements for the declaration of materials present in the finished components, and to adopt into their drafted specification an advice to the component makers to hold respective material declarations ready in a suitable format and to a suitable level of detail. It is, however, undue to prescribe any formal requirements, as the issue of material declarations interfaces with a variety of individual local legislative requirements.

## A.2 Environmental regulatory compliance

A steadily increasing variety of regulations on the use or presence of substances exists from a virtually unlimited number of globally spread origins.

Such material regulations are generally focused on:

- 1) identification of harmful substances, or substances of very high concern (SVHC);
- 2) prohibition of substances, or limitation of its use;
- 3) limitation of the use under specified conditions or in specified applications;
- 4) provisions for their disposal or recycling .

While the number of such regulations can still be clear within any given region or country, global trade and cooperation is impeded by the sum of all individual regulations. Coordination and harmonization of these regulations is not a conceivable objective, as it would infringe on the sovereignty of the individual legislators.

IEC has established a process for IEC National Committees for submission of relevant information on national substance regulations to an IEC 62474 Validation Team, which is in charge of providing and updating the IEC 62474 database on declarable substances. This database identifies existing national laws or regulations in IEC member countries, which are relevant to electrotechnical products, which prohibits or restricts substances, or poses requirements on labelling, communication, reporting or notification.

Industry groups can have established their own compilation of requirements for materials present in finished products, aiming to support their members with consistent information gathered from a multitude of sources. Popular examples of such dedicated systems include:

- 5) the Global Automotive Stakeholder Group (GASG) has formed under the umbrella of the American Chemistry Council for the purpose of combining a variety of independent declarable substances lists into a single, globally harmonized list, the Global Automotive Declarable Substances List (GADSL).

Local or regional authorities can have established their own information systems on materials in support of respective legislative requirements. Popular examples of such dedicated systems include:

- 6) The European Chemicals Agency (ECHA), an agency of the European Union, maintains a "Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation" (SVHC list) in accordance with the European REACH regulation (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) established by the European Regulatory 1907/2006/EC.

The writers of component specifications are invited to take into account the common requirements for compliance with environmental regulations. It is, however, undue to prescribe any formal requirements, as the issue of regulatory compliance is subject to specific legislation in the region of the component manufacturer, the distributor, the equipment manufacturer, or of the equipment's end user. It is also undue to propose any certification scheme for a requirement of regulatory compliance.

## A.3 Considerations on the materials' supply chain

There is an increasing global societal concern about the use of materials that can have been obtained in gross violation of ethical standards, for example:

- 1) mined and processed with violation of the worker's human rights;
- 2) extracted in a conflict zone where it supports the perpetuation of the fighting.

Initially, attention was paid to "conflict diamonds" and to other resources known to sustain rebellions and hostilities. Now the four most commonly mined conflict minerals relevant for the electronics industries are:

- 3) cassiterite, the chief ore needed to produce tin;
- 4) wolframite, an important source of tungsten;
- 5) coltan (columbite-tantalite), the ore from which tantalum is extracted; and
- 6) gold, which often occurs in free elemental form;

which together are commonly addressed as "3TGs", from the initials of the obtained metals.

Consumers of such materials are generally expected to apply risk-based due diligence for responsible supply chains, which includes the identification of the factual circumstances involved downstream from the extraction of the materials, and to assess the risks of adverse impact in order to prevent or mitigate those risks. Consumers of components are likely to request transparent disclosure of the supply chains from their suppliers.

The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) addresses the issue in a due diligence guidance for responsible supply chains<sup>1</sup> and published a widely accepted recommendation<sup>2</sup>.

In some countries, there is already legislation in force calling for application of due diligence, while in other countries such legislation is likely to be installed within the near future, for example:

- 7) US Securities and Exchange Commission (SEC) Conflict Minerals Rule, Section 1502 of the Dodd-Frank Wall Street reform and consumer act, 2012;
- 8) a European Regulation<sup>3</sup> laying down supply chain due diligence obligations for Union importers of tin, tantalum and tungsten, their ores, and gold originating from conflict-affected and high-risk areas.

The writers of component specifications are invited to take into account the concerns and to adopt into their drafted specification advice for component makers regarding the application of due diligence in their materials' supply chain and for consideration of the respective information requirements of their customers. It is, however, undue to prescribe any formal requirements, or to propose any particular certification scheme, as the issue of supply chain due diligence is already, or is likely to become, subject to individual local legislations.

---

<sup>1</sup> See at <http://www.oecd.org/daf/inv/mne/mining.htm>

<sup>2</sup> OECD (2016), *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas*: Third Edition, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264252479-en>.

<sup>3</sup> Regulation (EU) 2017/821 of the European Parliament and of the Council of 17 May 2017

## Bibliography

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60068-2-69, *Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te/Tc: Solderability testing of electronic components and printed boards by the wetting balance (force measurement) method*

IEC 60191-6-19, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6-19: Measurement methods of the package warpage at elevated temperature and the maximum permissible warpage*

IEC 60352-5, *Solderless connections – Part 5: Press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60749 (all parts), *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods*

IEC 61188-5-1, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-1: Attachment (land/joint) considerations – Generic requirements*

IEC 61189-5-504, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 5-504: General test methods for materials and assemblies – Process ionic contamination testing (PICT)*

IEC TR 61191-7, *Printed board assemblies – Part 7: Technical cleanliness of components and printed board assemblies*

IEC 62474, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry*

IEC TR 62474-1, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry – Part 1: Guidance for the implementation of IEC 62474*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

ISO 25178, *Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal*

IPC-9797, *Press-fit standard for automotive requirements and other high-reliability applications*

JEDEC Publication SPP-024, *Reflow Flatness Requirements for Ball Grid Array Packages*

JEDEC Standard JESD22-B112, *Package Warpage Measurement of Surface-Mount Integrated Circuits at Elevated Temperature*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	47
INTRODUCTION.....	49
1 Domaine d'application .....	50
2 Références normatives .....	50
3 Termes et définitions .....	51
4 Exigences relatives à la conception des composants et aux spécifications de composants .....	53
4.1 Exigence générale .....	53
4.2 Marquage des composants .....	54
4.2.1 Marquage des composants multibroches .....	54
4.2.2 Marquage des composants avec polarité .....	54
4.2.3 Durabilité du marquage des composants .....	54
4.3 Encombrement et conception des composants .....	54
4.3.1 Dessin et spécification .....	54
4.3.2 Conception des sorties .....	55
4.3.3 Exigences relatives à la zone de préhension .....	55
4.3.4 Exigences relatives à la surface de la base .....	57
4.3.5 Exigences relatives aux bornes .....	57
4.3.6 Hauteur des composants .....	59
4.3.7 Poids des composants .....	59
4.4 Exigences générales relatives à la technologie d'assemblage des composants .....	59
4.4.1 Robustesse des composants .....	59
4.4.2 Recommandation pour la conception de la zone de report .....	60
4.5 Propreté des composants .....	60
4.5.1 Remarques générales .....	60
4.5.2 Contaminations aux particules .....	61
4.5.3 Contamination ionique .....	61
4.5.4 Autre contamination de surface .....	61
4.6 Rugosité de surface .....	62
4.7 Exigences relatives à l'emballage et au transport.....	62
4.7.1 Emballage .....	62
4.7.2 Etiquetage de l'emballage des produits.....	62
4.7.3 Stockage et transport .....	63
4.8 Assurance de fiabilité des composants .....	63
4.9 Informations de conformité.....	63
4.9.1 Généralités .....	63
4.9.2 Déclaration de matières .....	64
4.9.3 Conformité à la réglementation environnementale .....	64
4.9.4 Considérations relatives à la chaîne d'approvisionnement en matériaux .....	64
5 Processus d'assemblage .....	64
5.1 Généralités .....	64
5.2 Placement ou insertion .....	64
5.3 Montage.....	64
5.4 Nettoyage (le cas échéant) .....	64
5.4.1 Méthodes de nettoyage .....	64
5.4.2 Conditions de nettoyage types des assemblages .....	65

5.5	Processus post-assemblage .....	66
5.6	Dépose et/ou remplacement des CMS .....	66
5.6.1	Dépose et/ou remplacement des CMS brasés .....	66
5.6.2	Dépose et/ou remplacement des CMS collés .....	67
6	Brasage.....	67
6.1	Généralités .....	67
6.1.1	Montage par brasage.....	67
6.1.2	Fixation du composant sur le substrat avant brasage.....	68
6.1.3	Brasage par refusion .....	68
6.1.4	Brasage tendre à la vague .....	69
6.1.5	Autres méthodes de brasage .....	70
6.2	Conditions des processus .....	70
6.2.1	Généralités.....	70
6.2.2	Brasage par refusion .....	70
6.2.3	Brasage tendre à la vague.....	72
6.3	Exigences relatives aux composants et aux spécifications de composants.....	72
6.3.1	Généralités.....	72
6.3.2	Exigences relatives aux dispositifs sensibles à la température.....	73
6.3.3	Mouillabilité .....	73
6.3.4	Résistance de la métallisation à la dissolution .....	73
6.3.5	Résistance à la chaleur de brasage .....	73
6.3.6	Résistance au vide pendant le brasage .....	74
6.3.7	Résistance au solvant de nettoyage .....	74
6.3.8	Gauchissement pendant le brasage par refusion .....	75
7	Liage par colle conductrice .....	75
7.1	Montage.....	75
7.2	Essai de résistance au liage concernant l'essai d'interface de collage du composant .....	76
7.3	Exigences relatives aux composants destinés à un liage par colle conductrice .....	77
7.3.1	Composants destinés à un liage par colle conductrice .....	77
7.3.2	Propreté de la surface .....	77
7.3.3	Défauts de surface des bornes .....	77
7.3.4	Dégazage des substances halogénées .....	77
7.3.5	Coplanarité.....	78
7.3.6	Distance d'isolement .....	78
7.3.7	Dimensions des bornes et tolérances .....	78
7.3.8	Résistance à la chaleur de durcissement.....	78
8	Frittage.....	79
8.1	Généralités .....	79
8.2	Conditions de processus types.....	80
8.3	Exigences relatives aux composants et aux spécifications de composants.....	80
9	Connexion sans soudure .....	81
9.1	Généralités .....	81
9.2	Conditions de processus types.....	81
9.3	Exigences relatives aux composants et aux spécifications de composants.....	82
Annexe A (informative)	Détails des informations de conformité .....	83
A.1	Déclaration de matières .....	83
A.2	Conformité à la réglementation environnementale.....	84

A.3	Considérations relatives à la chaîne d’approvisionnement en matériaux .....	85
	Bibliographie.....	87
Figure 1	– Exemple de composant avec orientation spécifique marquée sur bande (première sous-figure) et sur plateau (deuxième sous-figure).....	54
Figure 2	– Pipette à vide, zone de préhension et compartiment du composant.....	56
Figure 3	– Coplanarité des bornes .....	57
Figure 4	– Positionnement stable du composant .....	57
Figure 5	– Positionnement instable du composant .....	58
Figure 6	– Bornes disposées de manière périphérique en deux rangées .....	58
Figure 7	– Bon contraste entre le corps du composant et la zone environnante .....	58
Figure 8	– Force du poids du composant et force d’aspiration de la pipette.....	59
Figure 9	– Etapes du procédé de brasage.....	68
Figure 10	– Profil générique température de refusion/temps .....	71
Figure 11	– Profil générique température de brasage tendre à la vague/temps .....	72
Figure 12	– Etapes du processus de collage.....	76
Figure 13	– Définition de la distance d’isolement .....	78
Figure 14	– Processus de frittage simple face, double face, et double face avec préfrittage .....	80
Tableau 1	– Exigences types relatives à la rugosité .....	62
Tableau 2	– Processus de nettoyage de base .....	65
Tableau 3	– Exemples de substances à inclure potentiellement dans une évaluation des risques et un rapport destiné au client.....	78
Tableau 4	– Exemples de conditions de durcissement types .....	79

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### TECHNIQUE DU MONTAGE EN SURFACE –

#### Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en surface (CMS)

##### 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 61760-1 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2006. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajout de méthodes de montage supplémentaires: liage par colle conductrice, frittage et connexion sans soudure.

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

FDIS	Rapport de vote
91/1648/FDIS	91/1653/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 internationale.

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61760, publiées sous le titre général *Techniques d'assemblage des composants électroniques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

## INTRODUCTION

Les spécifications relatives aux composants électroniques ont été formulées par le passé pour chaque famille de composants. Les réglementations relatives aux essais d'environnement ont été choisies à partir de l'IEC 60068 ainsi que d'autres publications IEC et ISO. L'objet de cette procédure était que tous les composants, une fois installés dans un équipement, étaient tenus de satisfaire à certains critères.

L'introduction, ainsi que l'utilisation croissante de différents processus de montage sur un seul ensemble rendent nécessaire aujourd'hui d'étendre les exigences existantes à celles qui sont induites par le processus d'assemblage.

Cependant, aucune norme harmonisée prescrivant le contenu d'une spécification de composant n'existait avant la publication de l'IEC 61760-1. Le but du présent document est de fournir les exigences générales relatives aux spécifications de composants dérivées des processus d'assemblage. L'objectif est atteint en trois étapes.

La première étape donne des exigences générales relatives aux spécifications de composants et à la conception de composants, associées au traitement et au placement du composant sur le substrat (Article 4). La deuxième étape donne les exigences relatives aux processus d'assemblage (Article 5). La troisième étape fournit les exigences supplémentaires résultant de ces méthodes de montage spécifiques (Articles 6 à 9).

Les cartes à technologie mixte, c'est-à-dire les circuits imprimés comportant des composants à connexions traversantes et les CMS, exigent une attention particulière afin de tenir compte de ces composants à connexions traversantes. Ces composants peuvent être soumis aux mêmes exigences que les CMS. Il convient que les personnes chargées de rédiger les spécifications relatives aux "composants non montés en surface" désirant inclure un énoncé concernant leur aptitude à supporter des conditions de montage en surface utilisent les classifications et essais énoncés dans le présent document.

## TECHNIQUE DU MONTAGE EN SURFACE –

### Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en surface (CMS)

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61760 définit les exigences relatives aux spécifications de composants applicables aux composants électroniques destinés à être utilisés dans la technique du montage en surface. Elle spécifie à cet effet un référentiel composé de conditions de processus et des conditions d'essai associées, à prendre en considération lors de l'élaboration des spécifications de composants.

L'objet du présent document est de garantir qu'une grande variété de CMS puisse être soumise à un placement et un montage identiques, ainsi qu'à des processus ultérieurs (par exemple nettoyage, examen) identiques au cours de l'assemblage. Le présent document définit les essais et les exigences devant faire partie de toute spécification de composant CMS générale, intermédiaire ou particulière. En outre, il propose aux utilisateurs et aux fabricants un référentiel des conditions de processus types utilisées dans la technique du montage en surface.

Certaines des exigences du présent document relatives aux spécifications de composants s'appliquent également aux composants à fils destinés à être montés sur une carte de circuit imprimé. Une telle applicabilité est alors indiquée dans les paragraphes correspondants.

#### 2 Références normatives

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

IEC 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

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

IEC 60068-2-21, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

IEC 60068-2-45:1980, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-45: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*  
IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993

IEC 60068-2-58, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

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

IEC 60194-2, *Printed boards design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies* (disponible en anglais seulement)

IEC 60286-3, *Emballage de composants pour opérations automatisées – Partie 3: Emballage des composants pour montage en surface en bandes continues*

IEC 60286-4, *Emballage des composants pour opérations automatisées – Partie 4: Magasins chargeurs pour composants électroniques encapsulés dans des boîtiers de différentes formes*

IEC 60286-5, *Emballage de composants pour opérations automatisées – Partie 5: Supports matriciels*

IEC 60286-6, *Emballage des composants pour opérations automatisées – Partie 6: Emballage en vrac des composants pour montage en surface*

IEC 60749-20:2008, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 20: Résistance des CMS à boîtier plastique à l'effet combiné de l'humidité et de la chaleur de brasage*

IEC 61188-6-4, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 6-4: Conception de la zone de report – Exigences génériques pour les dessins dimensionnels de composants montés en surface (CMS) du point de vue de la conception de la zone de report*

IEC 61340-5-1, *Electrostatique – Partie 5-1: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Exigences générales*

IEC 61340-5-3, *Electrostatique – Partie 5-3: Protection des dispositifs électroniques contre les phénomènes électrostatiques – Classification des propriétés et des exigences relatives à l'emballage destiné aux dispositifs sensibles aux décharges électrostatiques*

IEC 61760-2, *Technique du montage en surface – Partie 2: Conditions de transport et de stockage des composants pour montage en surface (CMS) – Guide d'application*

IEC 61760-4, *Technique du montage en surface (SMT) – Partie 4: Classification, emballage, étiquetage et manipulation des dispositifs sensibles à l'humidité*

IEC 62090, *Étiquettes d'emballage de produits pour composants électroniques, utilisant un code à barres et une symbologie bidimensionnelle*

IPC/JEDEC J-STD-020, *Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Devices* (disponible en anglais seulement)

IPC/JEDEC J-STD-033, *Handling, Packaging, Shipping, and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices* (disponible en anglais seulement)

### **3 Termes et définitions**

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60194-2 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

### **3.1 adhésif**

substance telle que colle ou ciment utilisée pour relier les objets les uns aux autres

Note 1 à l'article: Dans le domaine de la technologie de montage en surface, différents systèmes de collage sont utilisés:

- adhésif non conducteur (uniquement pour la connexion mécanique),
- adhésif conducteur électrique (pour la connexion électrique et mécanique),
- adhésif conducteur thermique (pour la connexion thermique et mécanique),
- combinaison d'adhésif conducteur électrique et thermique.

Les adhésifs les plus utilisés sont des systèmes thermodurcissables, mais il existe également des systèmes durcissables par rayonnement ultraviolet (UV).

### **3.2 force de centrage**

force exigée par les outils de préhension pour centrer un dispositif pour montage en surface sur son propre emplacement sur un substrat

### **3.3 coplanarité**

distance en hauteur entre le fil le plus bas et le fil le plus haut, lorsque le composant est sur son plan d'appui

### **3.4 démouillage**

condition se produisant lorsque l'alliage fondu couvre une surface, puis se retire pour laisser des monticules de formes irrégulières d'alliage qui sont séparés par des zones couvertes par un film mince d'alliage et dont la base en métal n'est pas exposée

### **3.5 dissolution de la métallisation**

processus consistant à dissoudre le métal ou un alliage de métaux plaqués, en général en introduisant des produits chimiques

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, la dissolution de la métallisation comprend également la dissolution par exposition à l'alliage en fusion.

### **3.6 attitude d'immersion**

positionnement d'un objet lorsqu'il est immergé dans un bain d'alliage en fusion

### **3.7 composant sans plomb**

composant dont la teneur en plomb dans les matériaux est inférieure ou égale à 0,1 % du poids par matériau utilisé

### **3.8 protocole de Montréal**

accord signé par des pays industrialisés, lors d'une réunion à Montréal, au Canada, pour éliminer les chlorofluorocarbures de tout processus en 1995

### **3.9 force de préhension**

force dynamique exercée sur le corps d'un composant – en général du dessus – et sur son plan d'appui lorsqu'il est retiré de son support de conditionnement (tel que bande ou plateau)

Note 1 à l'article: En général, la valeur maximale est prise en compte.

**3.10****force de placement**

force dynamique exercée sur le corps du composant (en général du dessus) et sur son plan d'appui

Note 1 à l'article: Celle-ci apparaît dans la période entre le premier contact du composant avec le substrat (ou la crème à braser, ou l'adhésif de brasage, etc.) et le moment où le composant est au repos. En général, la valeur maximale est prise en compte.

**3.11****résistance à la chaleur de brasage**

aptitude d'un composant à résister aux effets de la chaleur produite par le procédé de brasage

**3.12****plan d'appui**

surface sur laquelle un composant est posé

**3.13****brasabilité**

aptitude d'un métal à être mouillé par un alliage en fusion

**3.14****ménisque de brasure**

contour d'une forme de brasure qui est le résultat des forces de tension superficielle se produisant durant le mouillage

**3.15****distance d'isolement**

distance entre le plan d'appui du composant et le plan d'appui des terminaisons

**3.16****substrat**

matériau de base qui constitue la structure de support d'un circuit électronique

**3.17****SMD****composant pour montage en surface**

composant électronique conçu pour être monté sur des bornes électriques ou des pistes conductrices à la surface d'un substrat

Note 1 à l'article: L'abréviation "SMD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "surface mounting device".

**3.18****mouillage**

phénomène physique au cours duquel la tension superficielle d'un liquide, en général en contact avec des solides, est réduite de sorte que le liquide coule et établit un étroit contact avec toute la surface du substrat par une couche mince

## **4 Exigences relatives à la conception des composants et aux spécifications de composants**

### **4.1 Exigence générale**

Une spécification de composant pour les CMS doit, outre les exigences énoncées dans les paragraphes 4.2 à 4.9, contenir des spécifications des essais et exigences concernés des Articles 5 à 9.

## 4.2 Marquage des composants

### 4.2.1 Marquage des composants multibroches

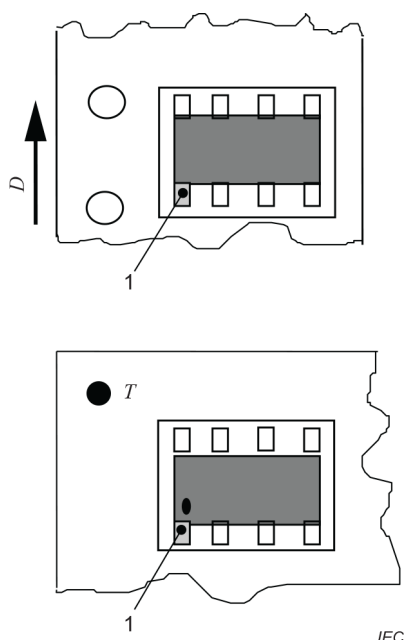
La broche 1 (voir Figure 1) doit être clairement marquée sur un composant multibroche (par exemple SO-IC, QFP).

### 4.2.2 Marquage des composants avec polarité

Pour les composants avec polarité, la polarité doit être clairement marquée sur le composant (par exemple pour les condensateurs électrolytiques).

### 4.2.3 Durabilité du marquage des composants

Les spécifications doivent exiger que le marquage du composant spécifié doive rester lisible après l'essai spécifié en 5.4. Cet essai doit être effectué après réalisation de l'essai de résistance à la chaleur de brasage ou de l'essai de brasabilité, selon ce qui est indiqué dans la spécification de composant.



#### Légende

D sens de déroulage

T plateau

1 broche 1 du composant

**Figure 1 – Exemple de composant avec orientation spécifique marquée sur bande (première sous-figure) et sur plateau (deuxième sous-figure)**

## 4.3 Encombrement et conception des composants

### 4.3.1 Dessin et spécification

Des dessins comprenant une vue de dessus, une vue de dessous et une vue de côté du composant, présentant toutes les dimensions et tolérances de son corps et de ses bornes, doivent faire partie de la spécification de composant. Ces dessins doivent inclure une référence au positionnement du corps et des bornes du composant sur la zone de report de montage. Si les surfaces conductrices ne sont pas planes, leur géométrie tridimensionnelle doit être clairement spécifiée avec les tolérances appropriées. Un exemple est la présence de rainures sur la pâte thermique, pour les boîtiers plats quadrangulaires (QFP, Quad Flat Package).

Dans un quelconque dessin en 2D ou de quelconques données en 3D, les pièces et/ou surfaces conductrices et les pièces/surfaces isolantes doivent être clairement distinguées, au moins sur le dessous et sur les côtés des composants, ainsi que pour les pièces mobiles. Cette exigence s'applique à la fois à l'état désassemblé et à l'état assemblé, pour les pièces exigeant une étape d'assemblage final après le montage sur un substrat (par exemple si un connecteur contient des butées à ressort dont la position et/ou l'inclinaison varient lors de l'accouplement). Les emplacements et dimensions des pièces/surfaces conductrices doivent être spécifiés, même si elles ne sont pas destinées à établir un contact avec la surface de montage, par exemple des surfaces poinçonnées ou sciées composées d'une grille de connexion non revêtue, résultant de la singulation des composants pour les boîtiers moulés pour dispositifs à semiconducteurs.

Les exigences génériques pour les dessins dimensionnels de composants montés en surface (CMS) du point de vue de la conception de la zone de report, telles qu'elles sont spécifiées dans l'IEC 61188-6-4, doivent être appliquées aux dispositifs pour montage en surface.

Si nécessaire (par exemple dans le cas de grands composants présentant une longueur totale supérieure à 25 mm), la spécification particulière doit comprendre des données relatives à la dilatation thermique, au moins le long des axes  $X$  et  $Y$ . Dans le cas de la fixation mécanique de grands composants (par exemple par vissage), l'inadéquation des coefficients de dilatation thermique du composant et du substrat de montage peut entraîner le gauchissement du composant et du substrat de montage.

Pour les composants dont la singulation s'effectue par poinçonnement ou sciage, et pour lesquels des parties des bornes peuvent ne pas être mouillées lors d'un procédé de brasage, en raison de l'absence d'un fini de surface assurant la brasabilité sur la grille de connexion, de telles surfaces doivent être indiquées sur le dessin.

Pour les composants équipés de sorties sur le dessous (BTC, Bottom-Termination Component), tels que les boîtiers plats quadrangulaires sans connexion (QFN, Quad-Flat No lead), les boîtiers plats biangulaires sans connexion (DFN, Dual-Flat No lead), etc., pour lesquels une modification de mouillage des broches latérales a été appliquée afin d'assurer la formation d'un raccord extérieur dans le brasage par refusion, la hauteur minimale de la partie latérale revêtue de la grille de connexion doit être indiquée sur le dessin.

NOTE 1 Pour les composants destinés à des applications supposant une fiabilité élevée, telles que les industries automobiles et aérospatiales, la hauteur de la portion mouillée est typiquement inférieure à 100  $\mu\text{m}$  afin de permettre un examen robuste et automatisé du joint de brasage.

NOTE 2 La présence d'un raccord extérieur, comme le permet la modification de mouillage des broches latérales, augmente généralement la fiabilité des joints de brasage lorsqu'ils sont soumis à des charges d'environnement telles que des cycles thermiques.

#### **4.3.2 Conception des sorties**

La spécification appropriée doit fournir des informations sur la conception des sorties (c'est-à-dire le matériau de base de la sortie, la structure en couches et la finition).

#### **4.3.3 Exigences relatives à la zone de préhension**

La conception du composant doit tenir compte du fait qu'il doit être possible de saisir le composant par aspiration puis de le transporter vers sa position exacte sur le substrat. Il doit être possible de créer un vide suffisant pour fixer le composant dans sa position sous la pipette. Tout au long du processus de transport, qui peut inclure un examen optique, le composant doit rester exactement dans la même position sous la pipette, et ce jusqu'au placement du composant.

Il convient que le centre de la zone d'aspiration corresponde au centre de gravité et au centre géométrique.

L'ouverture de la pipette ( $Y$ ), la dimension ( $L$ ) du composant ou sa zone de préhension ( $X$ ) ainsi que les tolérances relatives à la position du composant à l'intérieur du compartiment d'emballage avec la dimension de longueur ( $A_0$ ) et la dimension de largeur ( $B_0$ ) doivent correspondre de sorte que le vide nécessaire à la préhension puisse être créé (voir la Figure 2 pour une représentation des dimensions géométriques). Il doit être possible d'appliquer le vide indépendamment de la position du composant dans son compartiment.

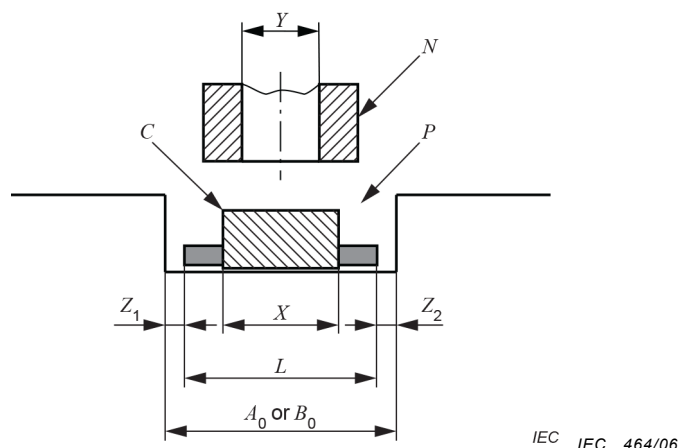
Pour d'autres exigences relatives à la position du composant à l'intérieur de l'emballage, voir l'IEC 60286-3 pour les bandes, l'IEC 60286-4 pour les magasins chargeurs et l'IEC 60286-5 pour les supports matriciels.

La dimension  $L$  peut désigner la longueur ou la largeur du composant, suivant le cas.

Exigence:  $X - Y > Z$

$$Z = (Z_1 + Z_2) = (A_0 - L)$$

$$Z = (Z_1 + Z_2) = (B_0 - L)$$



#### Légende

C composant

P compartiment du composant

N pipette

Y ouverture de la pipette

L dimension du composant (longueur ou largeur)

X dimension de la zone de préhension du composant

$A_0$  cote de longueur du compartiment du composant

$B_0$  cote de largeur du compartiment du composant

$Z_1$  vide entre le composant et l'emballage – côté gauche

$Z_2$  vide entre le composant et l'emballage – côté droit

Exemple d'un composant à surface plate.

**Figure 2 – Pipette à vide, zone de préhension et compartiment du composant**

S'il n'est pas possible de ménager une zone de préhension de taille suffisante pour permettre la saisie du composant par aspiration, la conception du composant doit permettre la saisie du composant par des mandrins ou des préhenseurs mécaniques. La spécification de composant doit donner des recommandations sur les conceptions appropriées de mandrins ou de préhenseurs.

#### 4.3.4 Exigences relatives à la surface de la base

Dans les cas où la fixation du composant au substrat s'effectue à l'aide d'un adhésif, sa surface inférieure (à l'exception des bornes) doit être capable de retenir l'adhésif appliqué.

La distance d'isolement entre la surface inférieure des composants fixés et le plan d'appui doit être spécifiée. La spécification particulière doit indiquer la distance d'isolement maximale. Pour les composants fixés par un adhésif de fixation supplémentaire ou en cas d'utilisation d'un processus de nettoyage, il convient d'inclure la distance d'isolement minimale dans la spécification de composant, car, en raison de l'utilisation de l'adhésif de fixation supplémentaire, toutes les broches sont tenues de se situer à l'intérieur du matériau utilisé pour la liaison électrique (crème à braser ou adhésif conducteur).

#### 4.3.5 Exigences relatives aux bornes

##### 4.3.5.1 Coplanarité

Les spécifications particulières des composants multibroches destinés au brasage par refusion ou au collage conducteur doivent indiquer la coplanarité des surfaces inférieures de toutes les bornes, conformément à l'IEC 60191-6 (voir Figure 3). La valeur de coplanarité type nécessaire au brasage par refusion est comprise entre 0,1 mm et 0,15 mm, mais elle dépend de la taille du composant et de l'épaisseur de la brasure imprimée. Dans tous les cas, la coplanarité ne doit pas dépasser l'épaisseur de pochoir recommandée pour l'impression par crème à braser, donnée dans la zone de report recommandée (voir 4.4.2). Les bornes des composants doivent être suffisamment coplanaires pour garantir que le contact soit établi avec les surfaces de la brasure après l'impression par brasure ou avec l'adhésif conducteur. Les spécifications particulières de composants à deux broches pour un montage à l'aide d'un adhésif conducteur doivent préciser la coplanarité des deux bornes par rapport à la surface de la base du composant.

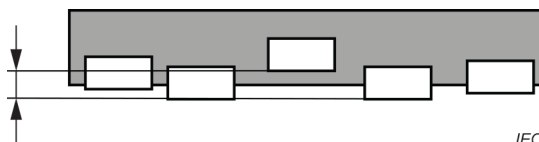
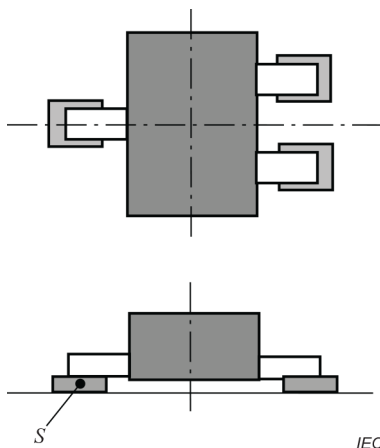


Figure 3 – Coplanarité des bornes

##### 4.3.5.2 Disposition des bornes

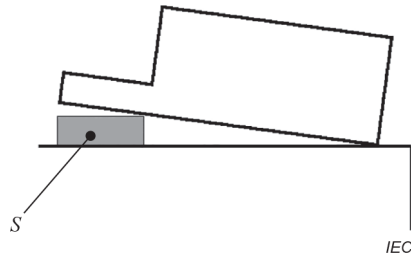
Les bornes doivent être disposées de manière à garantir un positionnement stable dans la crème à braser ou dans la colle et à éviter tout renversement (voir Figure 4, Figure 5 et Figure 6).



#### Légende

S dépôt de crème à braser

Figure 4 – Positionnement stable du composant

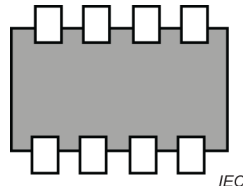


**Légende**

S dépôt de crème à braser

**Figure 5 – Positionnement instable du composant**

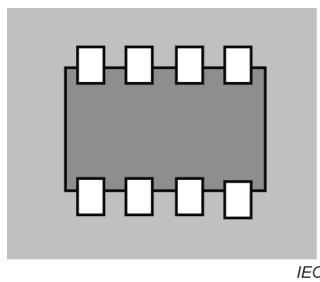
Il convient que la zone de report du composant et de ses contacts soit analysée par la machine de placement. Il convient de disposer les bornes de manière périphérique ou symétrique. Les dispositions asymétriques des bornes peuvent engendrer des problèmes, car les algorithmes d'identification ne sont pas toujours en mesure d'identifier les structures asymétriques. Pour des composants de petite taille, des bornes symétriques sont nécessaires pour éviter un soudage en pont-levis.



**Figure 6 – Bornes disposées de manière périphérique en deux rangées**

**4.3.5.3 Reconnaissance optique**

Le contraste optique entre la surface inférieure des bornes et la surface de la base du composant doit être suffisamment élevé pour permettre la reconnaissance optique de la position des bornes, vues du dessous. Il convient de préférence que la surface inférieure des bornes soit réfléchissante (voir Figure 7).



**Figure 7 – Bon contraste entre le corps du composant et la zone environnante**

**4.3.5.4 Forme des bornes**

La forme du contact doit être conforme à ce qui a été défini dans la spécification de composant. Des fils aplatis dont il convient qu'ils soient de forme circulaire constituent un exemple de non-conformité à la spécification.

**4.3.5.5 Dureté des bornes**

La borne doit présenter une dureté suffisante pour garantir que sa forme demeure inchangée lors de l'exposition du corps à la force de placement, pendant le placement.

#### 4.3.5.6 Aptitude au brasage par refusion double face

Si cela est spécifié pour un brasage par refusion double face, les forces en surface de l'alliage en fusion affectant la zone mouillée des bornes du composant doivent être au moins deux fois supérieures à la force gravitationnelle résultant du poids du composant. Cette précaution permet de garantir que le composant reste fixé au substrat lors de la deuxième session de brasage par refusion.

#### 4.3.5.7 Contenu en matériaux

La spécification doit contenir des informations sur le matériau de base, ainsi que sur la structure en couches et l'épaisseur du fini de surface de la grille de connexion.

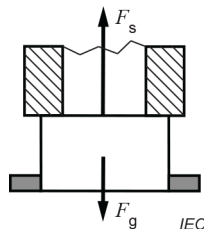
#### 4.3.6 Hauteur des composants

La hauteur des composants est limitée par la longueur de la pipette et par l'espace traversé entre la préhension et le placement. Une distance adaptée est exigée par la longueur de la pipette et par la hauteur du composant pour la traversée entre la préhension et le placement.

La hauteur du composant et son emballage doivent être compatibles afin de permettre à la pipette de saisir le composant en toute sécurité. Si un emballage normalisé conforme à la série de normes IEC 60286 est utilisé, la hauteur du composant doit correspondre aux dimensions de l'emballage spécifiées.

#### 4.3.7 Poids des composants

La force nette ( $F_g$ ), résultant du poids et des forces d'accélération du composant, ne doit pas être supérieure à un tiers de la force de préhension ( $F_s$ ) de la pipette (voir Figure 8).



#### Légende

$F_g$  force nette

$F_s$  force de préhension

**Figure 8 – Force du poids du composant et force d'aspiration de la pipette**

### 4.4 Exigences générales relatives à la technologie d'assemblage des composants

#### 4.4.1 Robustesse des composants

##### 4.4.1.1 Généralités

Les composants sont tenus de supporter différentes contraintes mécaniques, thermiques et chimiques pendant les processus d'assemblage et de post-assemblage, sans subir de dommages ni de dégradations. Les exigences générales sont données dans les paragraphes 4.4.1.2 à 4.4.1.4.

Les Articles 5 à 9 donnent des informations et les exigences relatives aux technologies d'assemblage, de brasage, de liage par colle conductrice, de frittage et de connexion sans soudure.

Si des composants présentent des sensibilités ou des limitations spécifiques, celles-ci doivent être décrites dans la spécification de composant sous la forme de précautions et de mises en garde spéciales.

#### **4.4.1.2 Contraintes mécaniques**

Il est nécessaire que les composants supportent les contraintes induites par la machine de placement et la flexion du substrat pendant les processus de placement, de montage et les processus post-assemblage. Pour ce faire, les spécifications de composants doivent respecter les méthodes d'essai et les exigences de l'IEC 60068-2-21. La spécification de composant doit contenir des informations sur les méthodes d'essai et les exigences de performance applicables.

#### **4.4.1.3 Contraintes thermiques**

Il est nécessaire que les composants supportent les contraintes induites par les procédés de connexion thermique, tels que le brasage (Article 6) ou le frittage (Article 8), et par d'autres processus thermiques, tels que le séchage, le durcissement et des processus post-assemblage analogues (paragraphe 5.5 et Article 7).

Pour ce faire, les spécifications de composants doivent respecter les méthodes d'essai et les exigences suivantes:

- composants destinés au brasage: IEC 60068-2-58;
- autres procédés thermiques: IEC 60068-2-2 et IPC/JEDEC J-STD 020.

La spécification de composant doit contenir des informations sur les méthodes d'essai et les exigences de performance applicables, afin de garantir l'absence de dommages sur le composant résultant des contraintes thermiques.

#### **4.4.1.4 Contraintes chimiques**

Il est nécessaire que les composants supportent les contraintes induites par les processus chimiques, tels que le nettoyage (voir 5.4). Outre la charge thermique et mécanique (par exemple agitation par ultrasons), le corps du composant doit supporter les additifs utilisés dans les liquides de nettoyage, tels que l'eau, les alcools ou les éthers de glycol. Les méthodes d'essai applicables sont données dans l'IEC 60068-2-45.

La spécification de composant doit contenir des informations sur les méthodes d'essai, les supports et les exigences de performance applicables.

#### **4.4.2 Recommandation pour la conception de la zone de report**

La spécification de composant doit comprendre une recommandation de zone de report. Cette recommandation doit spécifier les positions et dimensions des conducteurs, et préconiser l'épaisseur de pochoir et les orifices de pochoir pour les pièces destinées au brasage. Il convient que la recommandation de zone de report soit basée sur l'IEC 61188-5-1.

### **4.5 Propreté des composants**

#### **4.5.1 Remarques générales**

La propreté des composants couvre différents aspects:

- contamination aux particules – aspects généraux: des effets mécaniques tels que le blocage de pièces mécaniques (par exemple des connecteurs), une friction accrue ou réduite, des forces accrues ou réduites, des fuites émanant des boîtiers, peuvent se produire du fait de la présence de particules, et peuvent affecter défavorablement le rendement et/ou la fiabilité de l'assemblage;

- contamination aux particules – particules métalliques: outre les aspects généraux, les particules métalliques, qu'elles soient fixes ou en mouvement, peuvent engendrer une réduction des lignes de fuite et distances d'isolement;
- contamination ionique: les espèces ioniques présentes sur les surfaces des composants peuvent affecter défavorablement les performances des assemblages en présence d'un taux d'humidité élevé, du fait de défaillances associées aux phénomènes de migration électrochimique;
- autre contamination de surface (non ionique): les contaminants de surface tels que l'huile, la graisse, la transpiration, peuvent affecter défavorablement le rendement des assemblages (en raison par exemple d'une mouillabilité insuffisante des sorties) et/ou la fiabilité des assemblages.

#### **4.5.2 Contaminations aux particules**

L'IEC TR 61191-7 réunit des informations sur l'analyse quantitative de la contamination aux particules, et signale également les charges de particules types des différentes classes de composants et des différents assemblages. Des recommandations concernant la limitation de la contamination aux particules sont également formulées.

Il convient que la spécification de composant concernée fournisse des informations sur les étapes des processus de fabrication de composants susceptibles de former des particules, telles que l'affleurage et la conformation, la singulation, si aucune mesure visant à éliminer la contamination aux particules n'est mise en œuvre au cours de la fabrication des composants. Ces informations permettent à l'utilisateur des composants d'identifier les risques potentiels associés à la présence de particules sur les composants livrés.

#### **4.5.3 Contamination ionique**

La contamination ionique sur des cartes de circuit imprimé nues, des composants et des assemblages peut être quantifiée en réalisant des essais de contamination ionique des procédés (PICT, Process Ionic Contamination Testing), qui sont décrits dans l'IEC 61189-5-504.

Il convient que la spécification de composant concernée fournisse des informations sur les étapes des processus concernés susceptibles d'engendrer des résidus ioniques, telles que le fluxage et l'application de crème à braser, et sur les matériaux qui peuvent entraîner une contamination ionique au cours de la fabrication de l'assemblage (par exemple pendant le brasage par refusion) ou en conditions d'exploitation. Ces informations permettent à l'utilisateur d'identifier les risques potentiels associés à la contamination ionique sur les composants livrés.

La fiabilité des assemblages contre les défaillances découlant des migrations électrochimiques ne peut être évaluée qu'à l'échelle d'un assemblage, en soumettant les assemblages à des essais dans des conditions d'humidité, à la tension appliquée et (en tant que facteur d'accélération) à température élevée. L'utilisation de valeurs seuils fixes, exprimées par exemple comme la résistivité de l'extrait de solvant en équivalent NaCl au niveau des composants, des cartes nues et de l'assemblage, n'est pas opportune.

#### **4.5.4 Autre contamination de surface**

Il n'existe aucune méthode d'essai normalisée pour l'analyse et la quantification des contaminations de surface non ioniques.

Il convient que la spécification de composant concernée fournisse des informations sur les étapes des processus de fabrication de composants susceptibles de former des résidus non ioniques. Ces informations permettent à l'utilisateur d'identifier les risques potentiels associés à la contamination non ionique sur les composants livrés.

#### 4.6 Rugosité de surface

Si cela est exigé, par exemple pour les composants destinés à un montage par colle conductrice ou par frittage, la rugosité de surface est à soumettre à essai conformément à la spécification de composant. L'équipement et les méthodes à utiliser doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client, par exemple conformément à l'ISO 25178. Le Tableau 1 donne à titre informatif les exigences types relatives à la rugosité de surface.

**Tableau 1 – Exigences types relatives à la rugosité**

Type de sortie	Rugosité de surface
Circuit imprimé	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
Métal revêtu	$R_a > 0,1 \mu\text{m}$
	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
Métal non revêtu	$R_a > 0,1 \mu\text{m}$
	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
NOTE $R_a$ désigne la moyenne arithmétique de rugosité, et $R_z$ désigne la rugosité moyenne sur une échelle de 5 points.	

#### 4.7 Exigences relatives à l'emballage et au transport

##### 4.7.1 Emballage

Les informations relatives à la forme de l'emballage, notamment ses dimensions et les données relatives aux espacements de l'emballage doivent être incluses dans la spécification de composant.

Les spécifications de composants doivent exiger que l'emballage des CMS en bandes, sur bobines, en magasins chargeurs, sur supports ou en vrac doive être conforme à la spécification correspondante de la série IEC 60286 (IEC 60286-3, IEC 60286-4, IEC 60286-5, IEC 60286-6).

Les composants nécessitant d'être introduits dans un environnement de production protégé contre les décharges électrostatiques (DES) doivent être emballés en conséquence, conformément à l'IEC 61340-5-1 et à l'IEC 61340-5-3.

Les composants sensibles à l'humidité nécessitent un emballage spécial conforme à l'IEC 61760-4, l'IEC 60749-20 ou le document IPC/JEDEC J-STD-033.

Les composants présentant une orientation ou une polarité spécifique doivent être placés dans l'emballage selon une orientation fixe (voir par exemple la Figure 1).

##### 4.7.2 Etiquetage de l'emballage des produits

L'étiquetage de l'emballage des produits doit être conforme à l'IEC 62090.

Conformément à l'IEC 62090, l'emballage des produits doit comprendre les éléments suivants:

- a) identification de l'article (par exemple, référence de pièce chez le client, référence de pièce chez le fabricant, ou les deux);
- b) identification de traçabilité (par exemple numéro de lot ou numéro de série);
- c) quantité.

Outre les exigences de l'IEC 62090, l'emballage des composants sensibles à l'humidité doit inclure les éléments suivants:

- d) niveau de sensibilité à l'humidité (MSL, Moisture Sensitivity Level) conformément à l'IEC 61760-4, l'IEC 60749-20, au document IPC/JEDEC J-STD-020 ou au document IPC/JEDEC J-STD-033.

Outre les exigences de l'IEC 62090, il convient que l'emballage des produits inclue les éléments suivants:

- e) code de date (ISO 8601 et IEC 60062);
- f) code d'identification du fabricant;
- g) description de la polarité du composant, le cas échéant.

#### **4.7.3 Stockage et transport**

Les spécifications de composants doivent faire référence à l'IEC 61760-2 concernant les conditions de stockage et de transport.

La spécification de composant doit contenir des informations relatives à la période de stockage maximale. Durant cette période, le composant doit être conforme à sa spécification.

#### **4.8 Assurance de fiabilité des composants**

Les exigences et les méthodes d'essai associées définissant les performances à long terme d'un composant doivent faire partie de la spécification de composant. Des méthodes d'essai utilisant les composants montés sur un substrat doivent être appliquées. Elles doivent de préférence être choisies dans la série IEC 60068.

En qualité de substrat pour les essais, il convient d'utiliser des cartes de circuit imprimé double face en fibre de verre et résine époxy. En termes d'intercomparabilité des résultats d'essai, il est généralement recommandé d'utiliser des cartes d'essai d'une épaisseur de 1,6 mm. Pour les composants fortement miniaturisés, tels que les types de boîtiers 1005 (système métrique)/0402 (système impérial) et les composants à puces passives de plus petites dimensions, des cartes d'essai d'une épaisseur de 0,8 mm sont recommandées.

La spécification de composant doit indiquer la plage de températures de fonctionnement. Un déclassement peut s'appliquer. La plage de températures de fonctionnement doit être adaptée aux performances à long terme du composant.

L'assurance de fiabilité de certains composants peut exiger des restrictions concernant le choix du procédé de brasage ainsi que ses paramètres. Il convient de noter que les composants peuvent en général subir jusqu'à trois procédés de brasage par refusion consécutifs. Si les modifications paramétriques et mécaniques autorisées lors de l'essai de résistance à la chaleur de brasage sont déterminées, ce brasage multiple doit être pris en considération. Le nombre d'étapes autorisées de brasage par refusion doit être indiqué dans la spécification particulière.

#### **4.9 Informations de conformité**

##### **4.9.1 Généralités**

Les informations fournies dans le présent paragraphe constituent une compilation de l'état de l'art des connaissances des auteurs concernés, et visent à définir une image probante des informations et exigences les plus pertinentes en matière de conformité. Cependant, la nature des informations, provenant d'une multitude d'organisations, organismes et autorités, répartis partout dans le monde et évoluant chacun indépendamment et rapidement, ne permet pas de disposer d'informations exhaustives et actualisées à un quelconque instant.

Il est donc conseillé aux rédacteurs des spécifications de composants et aux fabricants de composants d'engager leur propre responsabilité pour apprécier les exigences de conformité relatives aux composants et à leurs utilisateurs.

Des informations supplémentaires sont données à l'Annexe A.

#### **4.9.2 Déclaration de matières**

Pour plus de détails, voir A.1.

#### **4.9.3 Conformité à la réglementation environnementale**

Pour plus de détails, voir A.2.

#### **4.9.4 Considérations relatives à la chaîne d'approvisionnement en matériaux**

Pour plus de détails, voir A.3.

### **5 Processus d'assemblage**

#### **5.1 Généralités**

En général, les composants sont déposés sur un substrat par placement ou insertion (voir 5.2), connectés électriquement et fixés mécaniquement par des processus de montage (voir 5.3), et sont tenus de supporter les processus de nettoyage (voir 5.4), les processus post-assemblage (voir 5.5) et les processus de réparation (voir 5.6).

#### **5.2 Placement ou insertion**

Désigne le placement des composants sur un substrat ou l'insertion de composants équipés de fils dans une carte de circuit imprimé à trous traversants.

Cette opération est réalisée dans la plupart des cas:

- a) automatiquement, par des machines de préhension et de placement;
- b) manuellement.

#### **5.3 Montage**

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour monter les composants sur le substrat. La liste des méthodes énumérées ci-dessous n'est pas exhaustive:

- 1) Brasage (voir l'Article 6)
  - a) Brasage par refusion;
  - b) Brasage tendre à la vague;
  - c) Méthodes de brasage spéciales.
- 2) Collage conducteur (voir l'Article 7)
- 3) Frittage (voir l'Article 8)
- 4) Connexion sans soudure (voir l'Article 9)

#### **5.4 Nettoyage (le cas échéant)**

##### **5.4.1 Méthodes de nettoyage**

Les méthodes de nettoyage suivantes peuvent être utilisées si les assemblages sont à nettoyer après brasage/collage:

- nettoyage liquide (liquide en ébullition ou avec oscillation ultrasonore);
- nettoyage liquide (en bain plus vapeur);
- nettoyage par pulvérisation;
- nettoyage par plasma.

L'usage de produits de nettoyage interdits par le protocole de Montréal doit être évité.

Les résonances dues aux ondes ultrasonores peuvent exposer les composants à des niveaux de contrainte trop élevés.

#### 5.4.2 Conditions de nettoyage types des assemblages

##### a) Nettoyage liquide

Le substrat est plongé dans un liquide de nettoyage. Pour plus de détails, voir le Tableau 2.

##### b) Nettoyage par ultrasons

Le substrat est plongé dans un liquide de nettoyage et est également soumis à une oscillation ultrasonore. Pour plus de détails, voir le Tableau 2. Se référer aux spécifications particulières applicables pour savoir si un composant est capable de résister aux procédures de nettoyage par ultrasons.

##### c) Vapeur

De la vapeur de nettoyage se condense sur le substrat. Pour plus de détails, voir le Tableau 2.

##### d) Pulvérisation

Un liquide de nettoyage est pulvérisé sur le substrat. Pour plus de détails, voir le Tableau 2.

**Tableau 2 – Processus de nettoyage de base**

Processus		Conditions types	Produits de nettoyage <sup>a)</sup>
Liquide	Lavage	Entre 40 °C et 80 °C pendant 4 min	Eau, alcool isopropylique (propan-2-ol), alcool éthylique, terpènes, éthers de glycol
	Oscillation ultrasonore	Entre 25 °C et 40 °C pendant 2 min Entre 10 W/l et 30 W/l Entre 25 kHz et 40 kHz	
	Vapeur	80 °C pendant 30 s	
	Pulvérisation	45 °C à 16 bar	
Plasma		Entre 60 °C et 100 °C pendant 3 min Entre 0,2 mbar et 1 mbar	Oxygène
a) Les produits de nettoyage interdits par le protocole de Montréal doivent être évités.			

##### e) Nettoyage par plasma

Le substrat ainsi que les composants montés sont nettoyés par plasma (par exemple plasma oxygène) dans une enceinte sous vide.

Les liquides de nettoyage peuvent contenir différents additifs. Lorsque cela est possible, l'alcool isopropylique doit être utilisé, conformément à l'IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993.

## 5.5 Processus post-assemblage

Après les processus d'assemblage et les processus (facultatifs) de nettoyage, les composants peuvent être soumis à d'autres processus post-assemblage, qui les exposent à des contraintes mécaniques, thermiques ou chimiques supplémentaires. Ces facteurs doivent être pris en compte dans la conception des composants et les spécifications de composants, ainsi que dans les évaluations de la qualité et de la fiabilité.

La liste suivante, non exhaustive, contient les processus post-assemblage types:

- a) processus thermiques, par exemple pour le durcissement des adhésifs, du sous-remplissage ou des matériaux analogues;
- b) processus d'assemblage, par exemple liaison du matériau d'interface thermique;
- c) processus d'encapsulation, par exemple empotage, moulage ou application d'un revêtement conformé.

La liste suivante, non exhaustive, contient les facteurs de risque types associés à ces processus:

- i) contrainte physique due aux retassures;
- ii) interactions chimiques;
- iii) encapsulation de résidus (par exemple du flux) par le matériau d'encapsulation.

## 5.6 Dépose et/ou remplacement des CMS

### 5.6.1 Dépose et/ou remplacement des CMS brasés

Le présent paragraphe définit les procédures de dépose et de remplacement des CMS brasés.

La séquence normale est la suivante:

- a) enlèvement du revêtement conformé (si nécessaire);
- b) nettoyage (si nécessaire);
- c) fluxage (et éventuellement application de brasure);
- d) écrantage des composants voisins, si nécessaire;
- e) préchauffage de l'intégralité de la carte, si nécessaire; chauffage des joints brasés au moyen d'une thermodé periphérique, d'un jet d'air chaud ou d'autres sources de chaleur adaptées;
- f) dépose du composant;
- g) nettoyage (si nécessaire);
- h) ajout de crème à braser (si nécessaire);
- i) placement du nouveau composant;
- j) fluxage;
- k) brasage;
- l) nettoyage (si nécessaire).

Réduire le plus possible la force mécanique afin d'éviter d'endommager le substrat au cours de la dépose des composants collés/brasés.

Il convient de ne pas réutiliser les composants déposés avant de s'être assuré que le processus de dépose n'a pas affecté défavorablement la fiabilité du substrat et du composant.

### **5.6.2 Dépose et/ou remplacement des CMS collés**

Le présent paragraphe définit les procédures de dépose et de remplacement des CMS collés.

La séquence normale est la suivante:

- a) chauffage du substrat et/ou du composant jusqu'à une température supérieure à la température de transition vitreuse de l'adhésif;
- b) dépose du composant;
- c) refroidissement du substrat;
- d) nettoyage de la surface de montage sur le substrat;
- e) diffusion de l'adhésif;
- f) placement du nouveau composant;
- g) durcissement de l'adhésif;
- h) nettoyage (si nécessaire).

Il convient de ne pas réutiliser les composants déposés avant de s'être assuré que le processus de dépose n'a pas affecté défavorablement la fiabilité du substrat et du composant.

## **6 Brasage**

### **6.1 Généralités**

#### **6.1.1 Montage par brasage**

Les étapes d'un processus de production dépendent de la méthode de montage utilisée. La Figure 9 représente un schéma de principe type.

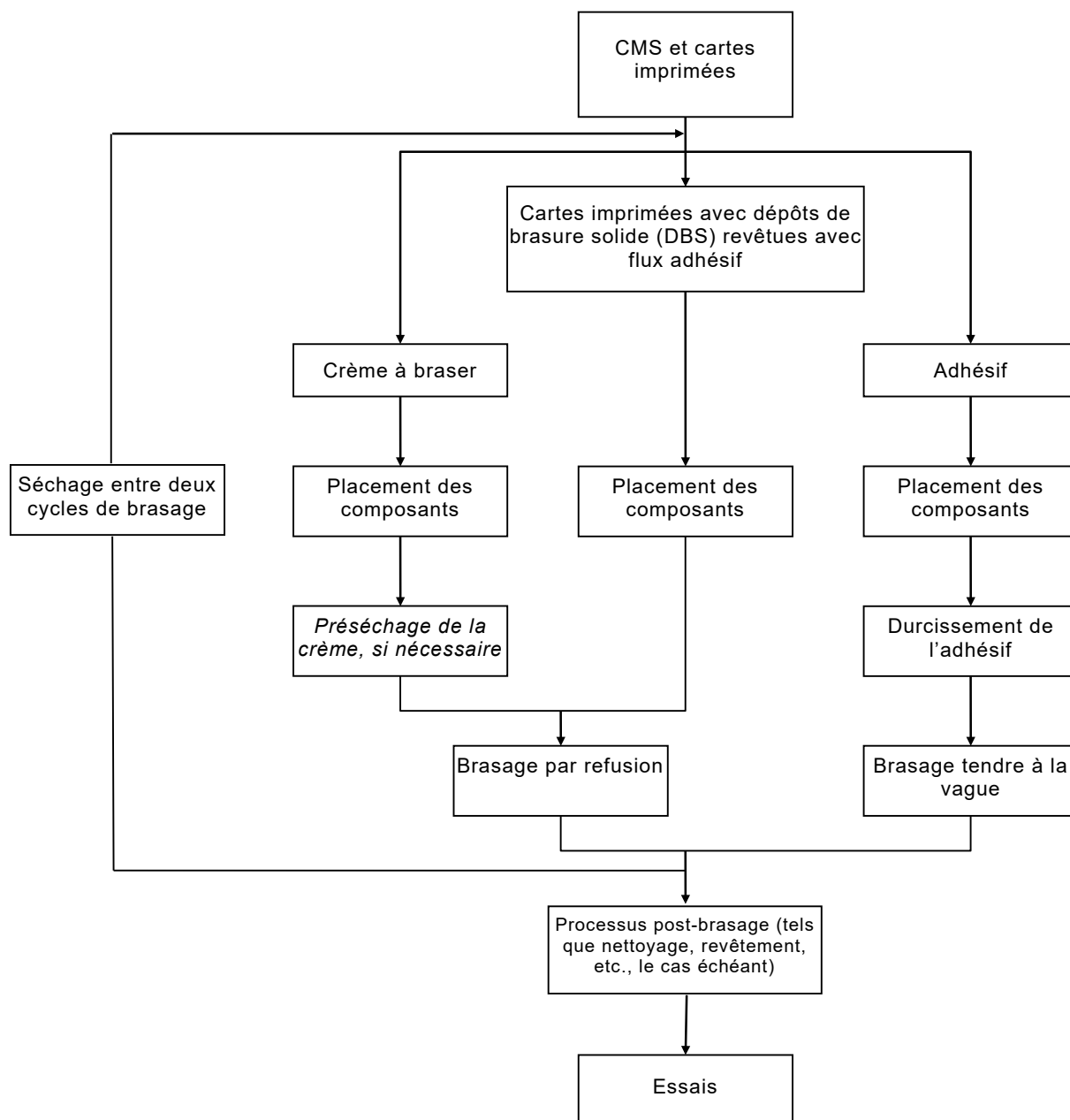


Figure 9 – Etapes du procédé de brasage

### 6.1.2 Fixation du composant sur le substrat avant brasage

Les composants peuvent être fixés sur le substrat avant le brasage en utilisant soit un adhésif soit la crème à braser appliquée.

Un traitement thermique est utilisé pour durcir l'adhésif, par exemple, 120 °C pendant 30 min en processus discontinu, ou 150 °C pendant 120 s en processus continu.

### 6.1.3 Brasage par refusion

#### a) Brasage par convection d'air forcé

Il s'agit de la méthode de brasage par refusion la plus courante où la plus grande partie de l'énergie de chauffage de l'assemblage est puisée dans le gaz (air ou gaz inerte, ou mélange des deux). Une faible partie de l'énergie peut être tirée du rayonnement infrarouge direct. Aucun contact avec les assemblages n'a lieu pendant le chauffage.

Les paramètres suivants exercent une influence sur la température du composant, générant ainsi des différences de température entre les différents composants sur un substrat et entre les différentes parties des composants (par exemple entre la borne et la surface supérieure du composant):

- durée et puissance thermique d'entrée;
- masse du composant;
- taille du composant;
- taille du substrat;
- densité du boîtier et effet de masquage;
- spectre de longueur d'onde de la source de rayonnement;
- coefficient d'absorption des surfaces;
- rapport de l'énergie de rayonnement sur l'énergie de convection.

Attention: les petits composants ont tendance à chauffer davantage que des composants plus grands dans les mêmes conditions de processus, et ce phénomène peut conduire à un dépassement des conditions de résistance à la chaleur de brasage.

Un profil générique de la température en fonction du temps, couvrant l'intégralité du processus, est représenté à la Figure 10. Le profil type représente la température de la borne d'un composant de taille moyenne. La température la plus basse de la borne sur un substrat assemblé doit être supérieure à la ligne limite inférieure du processus afin de garantir de bons joints de brasage. La température maximale, mesurée sur la surface supérieure d'un composant, ne doit pas dépasser la limite maximale du processus afin d'éviter d'endommager les composants en raison d'une chaleur supérieure à la résistance du composant par rapport à la spécification de la chaleur de brasage. Selon les facteurs indiqués à l'alinéa ci-dessus, la température maximale mesurée à la surface supérieure de chaque composant est différente.

#### b) Refusion en phase vapeur

Cette méthode fait appel au brasage en vapeur saturée et est également appelée brasage en phase vapeur. Ce processus peut être utilisé comme système discontinu (système à deux vapeurs) ou comme système à vapeur continue simple. Les deux systèmes peuvent exiger également un préchauffage des assemblages afin de prévenir les chocs thermiques ainsi que d'autres effets indésirables.

Les profils types température/temps couvrant l'intégralité du processus sont analogues aux profils de température applicables au brasage par convection d'air forcé. L'équipement spécifique utilisé exerce une influence sur le profil obtenu, notamment le type de préchauffage et le fait de savoir si une puissance calorifique contrôlée de la vapeur est ou non utilisée.

#### c) Brasage par convection d'air forcé avec application sous vide

Variante du brasage par convection d'air forcé conventionnel, dans lequel un vide est appliqué à la température du liquidus.

#### d) Brasage par refusion à la plaque chaude

Utilisé principalement pour les réparations.

#### e) Brasage au laser

Contenu en cours de développement.

#### f) Brasage à la barrette chauffée

Il s'agit d'une méthode de brasage utilisant des outils à régulation de température (thermodes) pour effectuer des joints brasés.

### 6.1.4 Brasage tendre à la vague

Lors d'un brasage tendre à la vague, le flux est en premier lieu appliqué puis séché. Les cartes imprimées sont ensuite déplacées dans une direction sur les crêtes des deux vagues de brasure en fusion régénérées en continu. Cette méthode peut avoir lieu dans une atmosphère inerte.

La Figure 11 représente un profil générique température/temps couvrant l'intégralité du processus.

### **6.1.5 Autres méthodes de brasage**

a) Fer à souder.

Ce processus est difficile à contrôler. S'il est utilisé, il convient de s'assurer que la fiabilité n'est pas affectée défavorablement.

b) Brasage robotisé.

Dans ce processus automatisé, la brasure est fournie aux joints de brasage en utilisant du fil de brasage préfluxé.

c) Brasage sélectif.

Dans le brasage sélectif, la brasure est fournie aux composants à connexions traversantes en utilisant des vagues de brasage ou bien des pots de brasage. Les températures de brasage types pour de tels procédés se situent entre 280 °C et 310 °C. Les autres méthodes permettant de fournir la chaleur de brasage font appel à des sources de rayonnement laser ou au xénon.

## **6.2 Conditions des processus**

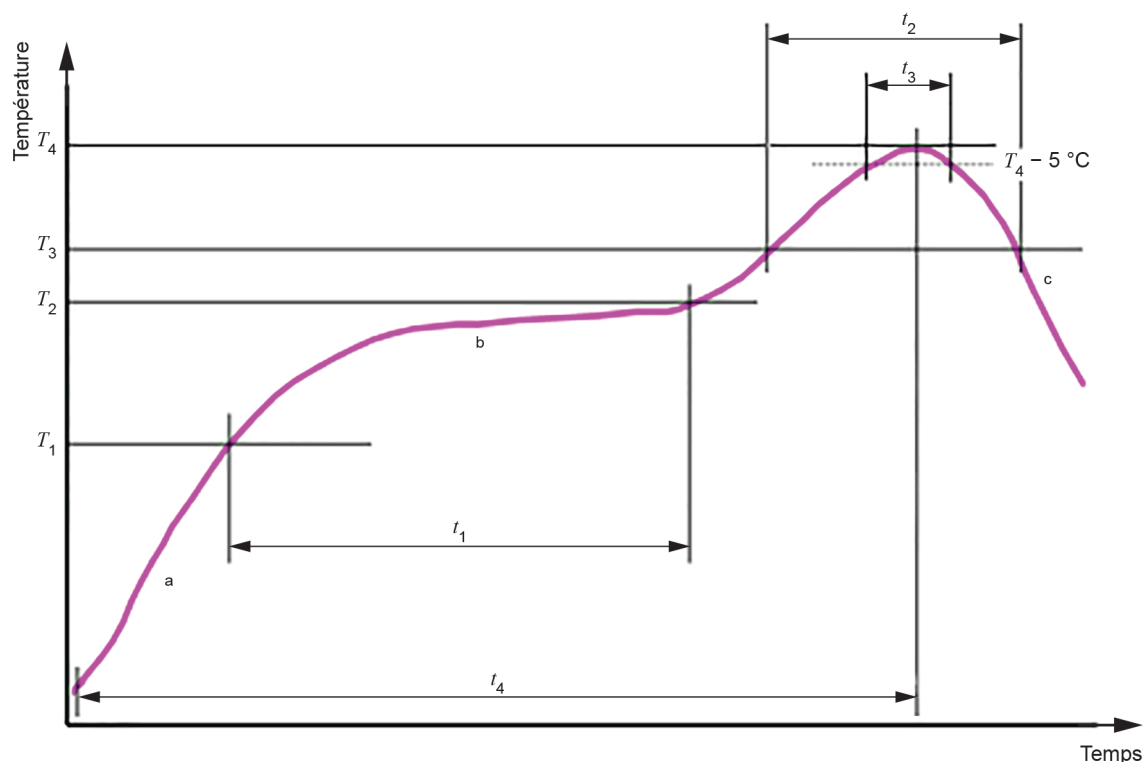
### **6.2.1 Généralités**

Les documents suivants contiennent des informations sur les essais, les sévérités d'essai, la classification et l'emballage des composants destinés à un montage par brasage.

- 1) IEC 60068-2-58: essais de brasage: soudabilité des sorties, résistance à la chaleur de brasage et au démouillage, et résistance de la métallisation à la dissolution.
- 2) IEC 61760-4: classification et emballage des composants sensibles à l'humidité.
- 3) IPC/JEDEC J-STD-020: classification de la sensibilité à l'humidité.
- 4) J-STD-075: classification de la sensibilité à la température.
- 5) IPC-7530: lignes directrices pour l'établissement de profils de température destinés aux procédés de brasage simultané (brasage par refusion et brasage tendre à la vague).

### **6.2.2 Brasage par refusion**

Un profil de température de refusion est caractérisé par les paramètres représentés à la Figure 10.



### Légende

$T_1$  température de préchauffage minimale

$T_2$  température de préchauffage maximale

$T_3$  température du liquidus

$T_4$  température de crête

$t_1$  durée de préchauffage

$t_2$  durée d'exposition à une température supérieure à la température du liquidus

$t_3$  durée d'exposition à une température supérieure à ( $T_4 - 5 \text{ °C}$ )

$t_4$  durée d'atteinte de la température  $T_4$

a le gradient de température de la rampe croissante ne doit pas dépasser 3 K/s.

b zone de préchauffage.

c le gradient de température de la rampe décroissante ne doit pas dépasser 6 K/s.

**Figure 10 – Profil générique température de refusion/temps**

La spécification de composant concernée doit indiquer au moins les exigences suivantes:

- 1) gradient de chauffage maximal entre la température du liquidus et la température de crête (par exemple 3 K/s);
- 2) gradient de refroidissement absolu maximal (par exemple 6 K/s);
- 3) température de crête maximale,  $T_4$  (par exemple 260 °C);
- 4) durée maximale d'atteinte de la température  $t_4$  (par exemple 8 min);
- 5) durée dans la zone de crête  $t_3$ , c'est-à-dire durée d'exposition à une température supérieure à la température de crête - 5 K (par exemple 30 s).

NOTE 1 L'unité Kelvin (K) est utilisée en cas d'intervalle ou de différence de températures.

NOTE 2 Les gradients peuvent être déterminés sur différents intervalles de temps. Pour lisser l'effet de dispersion des données mesurées, un intervalle type de 10 s est utilisé pour déterminer les gradients.

### 6.2.3 Brasage tendre à la vague

Un profil générique de brasage tendre à la vague se caractérise par trois phases: préchauffage, contact avec la brasure de forme liquide et refroidissement. La spécification de composant concernée doit indiquer au moins les exigences suivantes:

- 1) durée maximale de contact avec la brasure de forme liquide (par exemple 10 s);
- 2) température maximale du bain de brasage (par exemple 260 °C);
- 3) différence maximale entre la température de préchauffage et la température de brasage (par exemple 150 K);
- 4) gradient de refroidissement absolu maximal (par exemple 6 K/s).

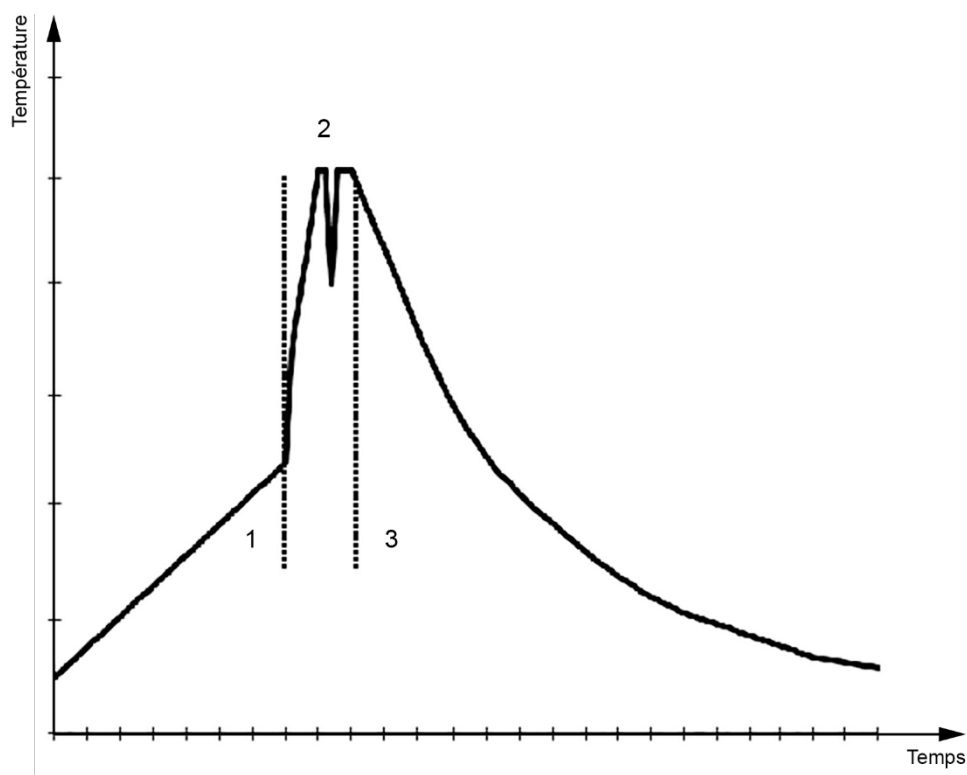


Figure 11 – Profil générique température de brasage tendre à la vague/temps

## 6.3 Exigences relatives aux composants et aux spécifications de composants

### 6.3.1 Généralités

Les spécifications de composants doivent contenir des informations sur les méthodes d'essai et les exigences pour les essais appréciant l'adéquation du composant aux procédés de brasage et aux processus post-assemblage (voir 6.3.3 à 6.3.8).

La compatibilité des terminaisons avec le brasage utilisé doit être définie dans les spécifications de composants. Ce point est tout aussi important pour les sorties sans plomb connectées aux brasures sans plomb que pour les brasures contenant du plomb.

Pour les composants destinés à un montage par brasage, des restrictions concernant le choix des procédés de brasage et de leurs paramètres peuvent être exigées. Il convient de noter que les composants destinés à un montage par brasage par refusion peuvent en général subir jusqu'à trois procédés de brasage par refusion consécutifs. Si les modifications paramétriques et mécaniques autorisées lors de l'essai de résistance à la chaleur de brasage sont déterminées, ce brasage multiple doit être pris en considération. Le nombre d'étapes autorisées de brasage par refusion doit être indiqué dans la spécification particulière.

### 6.3.2 Exigences relatives aux dispositifs sensibles à la température

Si des composants présentant une sensibilité spécifique nécessitent des précautions particulières lors de leur assemblage via des procédés de brasage, la spécification de composant doit contenir des informations sur la nature et la sévérité de la sensibilité à la température, afin de permettre le traitement correct des composants et leur usage ultérieur sans défaillance.

Les spécifications de composants doivent contenir des informations sur:

- les méthodes de brasage appropriées et les conditions de processus recommandées;
- les méthodes d'établissement de profils thermiques;
- les conditions d'essai et sévérités d'essai spécifiques, lorsqu'elles diffèrent de celles données dans l'IEC 60068-2-58;
- toute autre condition de processus, par exemple la cuisson pour le séchage du composant ou de l'assemblage électronique, ou le durcissement du revêtement de protection, et pouvant être critique pour la fiabilité d'utilisation des composants.

Le document ECA/IPC/JEDEC J-STD-075 peut être utile pour définir la sensibilité de température d'une famille de composants donnée, mais il appartient généralement aux fabricants des composants de communiquer cette information aux clients, de façon à garantir un traitement approprié des composants.

### 6.3.3 Mouillabilité

Les critères d'acceptation doivent être conformes à l'IEC 60068-2-58.

La spécification de composant doit indiquer les informations suivantes, tirées de l'IEC 60068-2-58:

- a) le préconditionnement (si nécessaire);
- b) la méthode utilisée:

la méthode du bain de brasage ou du brasage par refusion sur un substrat. Dans le cas de la méthode par bain de brasage, la durée d'immersion, la température du bain ainsi que l'attitude pour l'immersion doivent être spécifiées. Des recommandations relatives à la relation entre le procédé de brasage et les conditions d'immersion peuvent être obtenues dans l'IEC 60068-2-58. Dans le cas de la méthode de brasage par refusion sur un substrat, le procédé de refusion, la composition de la brasure et le flux appliqué doivent être spécifiés. Les détails relatifs aux dimensions du substrat et à l'épaisseur du dépôt de brasure doivent figurer dans la spécification de composant. Concernant la méthode de refusion sans plomb, le groupe de profil de brasage doit être spécifié;

- c) les détails de la procédure de défluxage;
- d) l'essai de démoillage:

l'essai et les conditions doivent être spécifiés conformément à l'IEC 60068-2-58.

### 6.3.4 Résistance de la métallisation à la dissolution

La spécification de composant doit contenir des informations indiquant si la résistance de la métallisation à la dissolution s'applique au composant. Si c'est le cas, la méthode d'essai doit être telle que spécifiée dans l'IEC 60068-2-58. Les critères d'acceptation visuelle doivent être conformes à l'IEC 60068-2-58, sauf indication contraire dans la spécification de composant.

### 6.3.5 Résistance à la chaleur de brasage

La méthode d'examen visuel et d'examen électrique, ainsi que les critères d'acceptation, doivent être indiqués dans la spécification de composant.

Pour les CMS à semiconducteurs et à boîtier plastique, la spécification de composant doit indiquer les détails et les exigences conformément à la procédure donnée à l'Article 5 de l'IEC 60749-20:2008, ou conformément à l'IEC 60068-2-58.

Concernant les autres composants, la spécification de composant doit indiquer les détails suivants tirés de l'IEC 60068-2-58:

a) le préconditionnement (si nécessaire);

b) la méthode utilisée:

la méthode du bain de brasage ou du brasage par refusion sur un substrat. Dans le cas de la méthode par bain de brasage, la durée d'immersion, la température du bain ainsi que l'attitude pour l'immersion doivent être spécifiées. Des recommandations relatives à la relation entre le procédé de brasage et les conditions d'immersion peuvent être obtenues dans l'IEC 60068-2-58. Dans le cas de la méthode de brasage par refusion sur un substrat, le procédé de refusion, la composition de la brasure et le flux appliqué doivent être spécifiés. En outre, le nombre de cycles qu'un composant peut supporter au cours du procédé de brasage par refusion doit être spécifié. Concernant la méthode de refusion sans plomb, le groupe de profil de brasage doit être spécifié. Les détails relatifs aux dimensions du substrat et à l'épaisseur du dépôt de brasure doivent figurer dans la spécification de composant;

c) les détails de la procédure de défluxage;

d) la période et les conditions de reprise avant l'examen final.

### **6.3.6 Résistance au vide pendant le brasage**

Si des composants sont inappropriés aux opérations de brasage sous vide, la spécification de composant concernée doit contenir des informations sur la sensibilité du composant.

NOTE Les composants contenant des liquides ou présentant des cavités constituent des exemples de composants sensibles.

### **6.3.7 Résistance au solvant de nettoyage**

#### **6.3.7.1 Généralités**

Il convient que la spécification de composant contienne des informations relatives à l'essai XA, tel qu'il est décrit dans l'IEC 60068-2-45:1980. Les instructions d'essai de 6.3.7.2 et de 6.3.7.3 s'appliquent.

#### **6.3.7.2 Résistance du composant au solvant de nettoyage**

a) Solvant à utiliser: voir 3.1.2 de l'IEC 60068-2-45:1980, alcool isopropylique recommandé.

b) Température du solvant:  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , sauf indication contraire dans la spécification applicable.

c) Conditions d'essai: méthode 2 (sans frottement).

d) Durée de reprise: 48 h, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

#### **6.3.7.3 Résistance du marquage au solvant de nettoyage**

a) Solvant à utiliser: voir 3.1.2 de l'IEC 60068-2-45, alcool isopropylique recommandé.

b) Température du solvant:  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , sauf indication contraire dans la spécification applicable.

c) Conditions d'essai: méthode 1 (avec frottement).

d) Matériau de frottement: tampon de coton hydrophile.

e) Durée de reprise: non applicable, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

### 6.3.8 Gauchissement pendant le brasage par refusion

Pour les composants à matrice bidimensionnelle d'une taille quelconque, ainsi que les autres composants destinés à être montés en surface par brasage par refusion, avec un côté présentant une longueur supérieure à 15 mm, le gauchissement des composants, venant s'ajouter à la coplanarité à la température de la pièce, doit être indiqué dans la spécification de composant au moins à la température de refusion de crête et à une quelconque température intermédiaire entre la température de la pièce et la température de refusion, à laquelle se produit la variation de planéité la plus importante (c'est-à-dire la plus grande amplitude de gauchissement). Il est recommandé de donner des données de gauchissement à des températures supplémentaires, telles que la température type d'activation du flux et la température du liquidus, pour le procédé de brasage concerné.

Il convient que les mesures du gauchissement soient effectuées conformément au document JESD22-B112 ou à l'IEC 60191-6-19. Pour les composants autres que les composants à matrice bidimensionnelle, il convient de mesurer le gauchissement sur les bornes des composants.

Les pièces doivent être mesurées à l'état de sortie de fabrication, ainsi qu'en les soumettant à des conditions d'humidité conformément au document IPC/JEDEC J-STD-020. Cette exigence peut être ignorée si des mesures antérieures effectuées sur des composants analogues, fabriqués selon le même processus et avec les mêmes matériaux, n'ont pas révélé d'impact significatif de l'humidité sur la planéité des composants.

Les composants doivent être mesurés lors du premier cycle de refusion. Si des composants à matrice bidimensionnelle sont susceptibles d'être soumis à plusieurs cycles de refusion, les pièces doivent être mesurées pendant deux cycles de refusion supplémentaires. Il convient de consigner les mesures pour chaque cycle de refusion, pour les composants à matrice bidimensionnelle.

NOTE 1 Des mesures répétitives sont exigées pour les composants à matrice bidimensionnelle, en raison du risque de pontage entre billes lors des cycles de refusion ultérieurs.

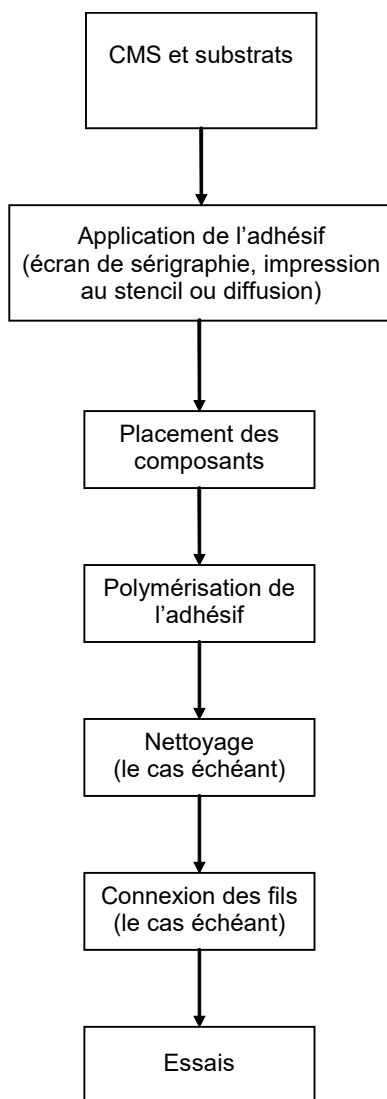
Il convient que le gauchissement des composants à matrice bidimensionnelle respecte les limites données dans le document JEDEC SPP-024A, pour la plage de températures située entre 150 °C et la température de refusion de crête.

NOTE 2 La plage de températures est basée sur l'hypothèse selon laquelle toutes les sorties des composants se situent près de la crème à braser appliquée sur la carte, depuis l'activation du flux (pour un nettoyage approprié) jusqu'à la température du liquidus (pour la formation du joint de brasage). La température de 150 °C peut être considérée comme une température type pour l'activation du flux dans les procédés de brasage par refusion sans plomb.

## 7 Liage par colle conductrice

### 7.1 Montage

Les processus suivants illustrent parfaitement le montage à l'aide d'un adhésif conducteur. L'adhésif est d'abord appliqué au substrat par sérigraphie, impression au pochoir ou par diffusion. Les composants sont ensuite placés sur l'adhésif mouillé. Ce dernier est ensuite durci dans une étuve pour fournées ou une étuve en ligne. Les conditions de durcissement types vont jusqu'à 150 °C pendant une durée de maintien maximale de 2 h à la température de durcissement. La Figure 12 représente un schéma de principe type.



IEC 471/06

**Figure 12 – Etapes du processus de collage**

## 7.2 Essai de résistance au liage concernant l'essai d'interface de collage du composant

Une méthode d'essai de résistance mécanique d'une connexion par adhésif (par exemple un essai de force de cisaillement) ainsi que les critères d'acceptation de cet essai doivent être indiqués dans la spécification de composant. Il convient d'utiliser une méthode d'essai de cisaillement conforme à l'IEC 60068-2-21. Outre les exigences de l'IEC 60068-2-21, il convient que la spécification concernée fournisse des informations relatives au matériau du substrat, au type d'adhésif, aux dimensions de l'adhésif appliqué (surface de connexion au niveau du composant et épaisseur après fixation du composant), les conditions de durcissement ainsi que la force de cisaillement.

Deux critères d'acceptation sont importants lors d'un essai de force de cisaillement:

- 1) les critères relatifs à la force de cisaillement (force par zone de connexion à laquelle le composant se détache du substrat);
- 2) critères d'examen visuel (quantité d'adhésif se trouvant sur le composant après l'essai de force de cisaillement).

### **7.3 Exigences relatives aux composants destinés à un liage par colle conductrice**

#### **7.3.1 Composants destinés à un liage par colle conductrice**

Pour les composants destinés à un montage par collage, il convient de fournir des informations relatives à la teneur des matériaux. Il convient également de proposer des informations détaillées relatives à la composition, à l'épaisseur et à la structure en couches des surfaces à coller.

L'adhésif conducteur électrique (ECA, Electrically Conductive Adhesive) est utilisé dans les chaînes de production hybrides pour lier les composants à des substrats céramiques. Le liant conducteur en argent assure la fonction de joint conducteur électrique et conducteur thermique.

Pour assurer une bonne connexion entre les composants CMS et l'ECA, ces composants destinés à des applications de liage ECA doivent satisfaire aux exigences concernant les conditions de surface, par exemple la propreté, la rugosité et les trous de broche.

#### **7.3.2 Propreté de la surface**

Pour les composants destinés à un montage par collage, il convient de fournir des informations relatives à la propreté des surfaces. L'adhérence d'un adhésif peut être compromise par une fine couche de surface de matériaux organiques, par exemple par une fine couche d'huile silicone. Il est par conséquent important que la surface des composants/de la borne soit exempte de tout résidu. La propreté de la surface est donc à définir par analyse (par exemple par méthode de diffusion d'électrons pour analyse chimique [ESCA, Electron Scattering for Chemical Analysis]) ou au moyen d'un essai de collage.

#### **7.3.3 Défauts de surface des bornes**

Il convient que les composants destinés à un montage par collage respectent les critères d'examen visuel suivants (voir l'ISO 8785 pour les définitions des défauts de surface):

a) pour toutes les surfaces des bornes:

- absence d'éraflures ou de marques révélant des couches inférieures à la métallisation en surface;
- absence de fissures (quelle que soit la condition de la métallisation en surface);
- absence de contamination visible;

b) pour les surfaces revêtues:

- couche supérieure non discontinue, assurant une protection contre la corrosion, par exemple absence de trous visibles sous un grossissement 100x;
- absence de décolorations (indiquant par exemple des variations au niveau de l'épaisseur de la métallisation).

#### **7.3.4 Dégazage des substances halogénées**

La contamination ionique constitue un risque pour la durée de vie d'une interconnexion créée par soudure de fils, notamment dans le cas d'interconnexions Au/Al.

Le Tableau 3 énumère des exemples de substances à inclure potentiellement dans une évaluation des risques, et à signaler au client.

**Tableau 3 – Exemples de substances à inclure potentiellement dans une évaluation des risques et un rapport destiné au client**

Anions	Cations	Acides organiques faibles
Bromure	Ammonium	Acétate
Chlorure	Calcium	Adipate
Fluorure	Lithium	Formiate
Nitrate	Magnésium	Glutamate
Nitrite	Potassium	Malate
Phosphate	Sodium	Sulfonate de méthane
Sulfate		Succinate
		Phtalate

Le fournisseur doit veiller à ce que le composant n'introduise pas de quelconques substances halogénées dans des proportions supérieures aux limites exigées par la spécification du client.

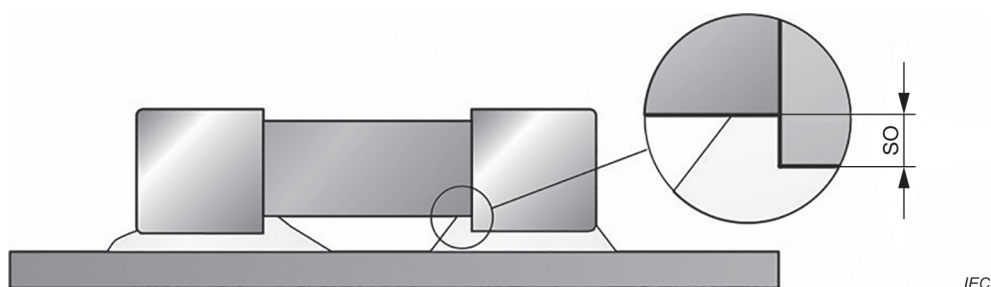
Les informations relatives à la contamination ionique peuvent être fournies aux clients soit par déclaration, soit par mesure d'échantillons (voir également 4.5.3).

### 7.3.5 Coplanarité

Pour les composants présentant 3 zones de contact orientées de manière linéaire, ou bien au moins 4 zones de contact, la coplanarité doit être prise en compte. Les exigences relatives à la coplanarité dépendent de l'épaisseur d'impression de l'adhésif conducteur, et doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client.

### 7.3.6 Distance d'isolement

La spécification de composant doit définir une distance d'isolement minimale, afin d'éviter les courts-circuits résultant de la compression de l'ECA sous le corps du composant (voir la Figure 13 pour la définition de la distance d'isolement).



#### Légende

SO distance d'isolement

**Figure 13 – Définition de la distance d'isolement**

### 7.3.7 Dimensions des bornes et tolérances

La spécification de composant doit contenir des informations sur les dimensions des bornes et les tolérances, comprenant des valeurs minimales et maximales.

### 7.3.8 Résistance à la chaleur de durcissement

Les exigences relatives à la résistance à la chaleur dépendent de la chaîne de processus. Le Tableau 4 donne des exemples d'exigences types. Les boîtiers en plastique sont plus particulièrement susceptibles d'engendrer un phénomène de grenailage, dû à la montée en température rapide.

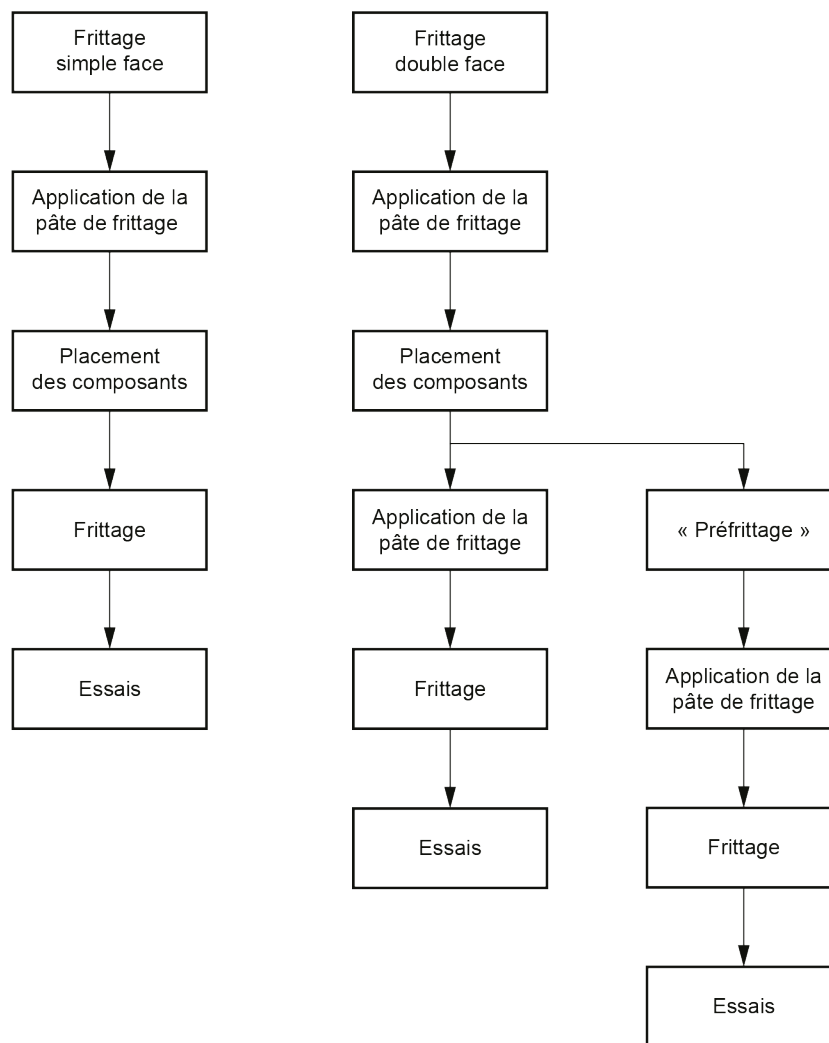
**Tableau 4 – Exemples de conditions de durcissement types**

	<b>Durcissement de l'ECA</b>	<b>Liaison par écrasement de billes d'or</b>
<b>Rampe croissante maximale</b>	≤ 5 K/s	< 12 K/s
<b>Crête</b>	≤ 175 °C, 1 h max.	≤ 185 °C (jusqu'à 4 fois)
<b>Rampe décroissante maximale</b>	≤ 6 K/s	ouvert

## 8 Frittage

### 8.1 Généralités

Le frittage est souvent utilisé pour le montage "direct-die" des puces nues. Il combine les avantages suivants: conductivité thermique, performances électriques, fiabilité du joint à proprement parler. En utilisant par exemple de la poudre d'argent pour relier les composants, la connexion ainsi établie est une connexion sans plomb. La température de frittage est inférieure d'environ 20 °C à la température de brasage type. En comparaison avec le procédé de brasage type pour montage en surface, une pression supplémentaire est appliquée sur la connexion frittée (composant). A cet effet, il est nécessaire de disposer de substrats et de composants résistant à une telle pression. En général, les composants sont frittés sur la face inférieure; dans certaines applications, il est possible de fritter les deux faces du composant (voir Figure 14).



**Figure 14 – Processus de frittage simple face, double face, et double face avec préfrittage**

## 8.2 Conditions de processus types

Les paramètres de processus types (température, durée de traitement et pression) sont donnés ci-après:

- 1) température: 200 °C à 350 °C;
- 2) durée de traitement: 60 s à 300 s;
- 3) pression: 5 MPa à 40 MPa.

La spécification de composant concernée doit indiquer les quelconques restrictions applicables à la température, à la durée et à la pression du processus.

## 8.3 Exigences relatives aux composants et aux spécifications de composants

Les spécifications de composants doivent contenir des informations sur:

- 1) la distinction entre frittage simple face et frittage double face,
- 2) l'adéquation du fini de surface (type de métal [métal noble, etc.], composition et épaisseur),
- 3) la planarité et la rugosité de surface,

- 4) la propreté de la surface: contamination ionique et contamination aux particules, oxydation,
- 5) l'intégrité mécanique du composant et du fini de surface vis-à-vis de la pression exercée,
- 6) la résistance des matériaux à la chaleur.

## 9 Connexion sans soudure

### 9.1 Généralités

Une méthode de montage sans soudure couramment utilisée pour fixer les composants sur les cartes imprimées est le montage à froid, couramment appelé technologie d'insertion à force ou technologie "press-fit". Pour plus d'informations sur cette technologie, voir également l'IEC 60352-5 et le document IPC-9797. Cette méthode de montage ne fait pas partie du processus de montage en surface et les composants ne subissent pas de brasage. Cet article est inclus dans le présent document à des fins d'exhaustivité, car la méthode de montage sans soudure intervient couramment après les méthodes de montage couvertes dans les Articles 6 et 7 du présent document.

La connexion insérée à force consiste en une sortie dotée d'une broche appropriée, qui est insérée dans un trou traversant métallisé d'une carte imprimée double face ou multicouche. Il existe deux types de broches insérées à force: les broches dotées d'une zone massive d'insertion à force, et les broches dotées d'une zone élastique d'insertion à force. Le premier type de broche est couramment désigné par l'appellation "technologie massive d'insertion à force", tandis que le deuxième type de broche est couramment désigné par l'appellation "technologie élastique d'insertion à force". La technologie élastique d'insertion à force est actuellement la plus répandue, mais il existe différentes constructions de broches disponibles dans le commerce.

Le processus d'insertion à force produit une connexion étroite de métal à métal, c'est-à-dire un contact entre deux surfaces métalliques assurant une faible perte électrique, même lorsqu'il est exposé à des conditions d'environnement comprenant des gaz corrosifs.

NOTE 1 Il n'existe pas de prérequis tel que l'application d'un processus d'interdiffusion pour assurer un contact étroit de métal à métal.

NOTE 2 Une connexion étroite de métal à métal est également désignée par le qualificatif "étanche aux gaz".

### 9.2 Conditions de processus types

Le processus d'insertion à force se compose des étapes suivantes:

- 1) le composant équipé de bornes pour connexion insérée à force est placé au-dessus de la carte imprimée, de sorte que les broches affleurent la surface de la carte et se trouvent au-dessus des trous correspondants de la carte imprimée;
- 2) le composant est pressé contre la carte imprimée, de sorte que chaque broche soit enfoncée à travers le trou correspondant de la carte imprimée.

Dans la pratique, dans chaque cas, l'outil de compression et le support situé sous la carte imprimée, permettant à l'extrémité des broches de traverser la carte imprimée, doivent être fabriqués avec soin et utilisés correctement, afin d'éviter d'endommager de quelque façon le composant, ou bien la carte imprimée et ses métallisations de trou ou ses zones de report.

Il convient de formuler des recommandations relatives aux conditions de processus types dans la spécification de composant ou de broche concernée:

- 3) équipement à utiliser, tant pour la compression que pour le support de la carte imprimée;
- 4) force d'insertion maximale à appliquer sur chaque broche;
- 5) vitesse du processus d'insertion à force.

### **9.3 Exigences relatives aux composants et aux spécifications de composants**

La spécification concernée doit au moins fournir les informations suivantes:

- 1) le matériau de base de la borne pour connexion insérée à force;
- 2) la structure en couches (le cas échéant), l'épaisseur et la composition de la ou des couches de fini de surface;
- 3) la définition des traitements supplémentaires qui sont nécessaires à l'obtention de la propriété souhaitée de la surface (par exemple refusion, lubrification).

La spécification concernée doit fournir un dessin détaillé de la borne pour connexion insérée à force.

La spécification doit également fournir toute autre information pertinente justifiant la fiabilité d'utilisation de ses composants insérés à force.

## **Annexe A** (informative)

### **Détails des informations de conformité**

#### **A.1 Déclaration de matières**

Les utilisateurs industriels de composants électroniques exigent typiquement des informations sur les matériaux présents dans les composants finis, pour différentes raisons, par exemple:

- 1) pour déterminer la compatibilité avec les traitements visés;
- 2) pour protéger la santé des opérateurs et satisfaire aux exigences de sécurité;
- 3) pour vérifier la conformité des équipements fabriqués aux exigences réglementaires;
- 4) pour pouvoir appliquer des procédures spécifiques de retraitement/de mise au rebut.

Le contenu et le format de la déclaration de matières dépendent de critères significatifs, tels que:

- 5) le degré de décomposition exigé de l'unité fournie, en descendant potentiellement jusqu'à ce qui se définit comme un matériau homogène;
- 6) le niveau seuil pour la déclaration des substances;
- 7) l'exhaustivité exigée sur les informations, par exemple sur les substances déclarables, sur les groupes de matériaux ou sur les matériaux individuels.

Les produits chimiques et les émissions liés aux processus, lors de la fabrication et de l'utilisation des composants, ne relèvent pas du domaine d'application de la déclaration de matières.

L'IEC 62474 tente d'harmoniser les exigences sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement et d'améliorer l'efficacité économique des actions impliquées, et fournit à cet effet les définitions et références appropriées, ainsi que des dispositions régissant le contenu et le format de la déclaration de matières, pour faciliter l'échange de ces informations au sein de l'industrie électrotechnique. L'IEC 62474 est complétée par des recommandations pour sa mise en œuvre, détaillées dans l'IEC TR 62474-1.

La famille de normes IPC-175x définit un format de déclaration normalisé pour l'échange de données entre les parties prenantes de la chaîne d'approvisionnement. Cette série de normes est basée sur un schéma XML, permettant de communiquer plus efficacement les données.

Les groupements industriels peuvent utiliser leurs propres systèmes pour collecter les données de matières sur les produits ou les composants obtenus auprès de leurs fournisseurs en amont. Parmi les exemples de tels systèmes dédiés figurent:

- 8) le système international de collecte de données de matières (IMDS, International Material Data System), créé en 2000 par le groupement de constructeurs automobiles Association of Automotive Manufacturers, et géré par un comité directeur indépendant. L'objectif d'origine était de collecter les informations exigées par la Directive européenne sur les véhicules hors d'usage (VHU). Le système a ensuite progressivement intégré les exigences de fourniture d'informations d'autres exigences réglementaires. La portée géographique s'est étendue entre-temps au-delà des frontières européennes, et le panel d'utilisateurs s'est également étendu au-delà de l'industrie automobile et de ses fournisseurs. Les rédacteurs de spécifications de composants sont invités à prendre en compte les exigences communes pour déclarer les matières présentes dans les composants finis, et à intégrer dans leurs projets de spécification des préconisations à l'intention des fabricants de composants, les invitant à tenir à disposition les déclarations de matières respectives dans un format approprié et selon un niveau de détail approprié. Il est cependant indu de prescrire de quelconques exigences formelles, car l'émission de déclarations de matières est interconnectée avec différentes exigences législatives locales indépendantes.

## A.2 Conformité à la réglementation environnementale

Le panel de réglementations existantes sur l'utilisation ou la présence de substances ne cesse de s'étendre, provenant de sources réparties partout dans le monde et en nombre potentiellement illimité.

Ces réglementations sur les matières se concentrent généralement sur:

- 1) l'identification des substances nocives, ou des substances extrêmement préoccupantes (SVHC, Substance of Very High Concern);
- 2) l'interdiction de substances, ou la limitation de leur utilisation;
- 3) la limitation de l'utilisation dans des conditions spécifiées ou pour des applications spécifiées;
- 4) les dispositions relatives à leur mise au rebut ou leur recyclage.

Si le nombre de telles réglementations peut être aisément établi pour une région ou un pays donné, les échanges commerciaux et les collaborations menés à l'échelle mondiale sont entravés par le cumul des différentes réglementations indépendantes. La coordination et l'harmonisation de ces réglementations ne sont pas un objectif concevable, en ce sens qu'il porterait atteinte à la souveraineté des différents législateurs.

L'IEC a mis en place un processus à l'intention des Comités nationaux de l'IEC, consistant à soumettre les informations appropriées relatives aux réglementations nationales sur les substances à l'équipe de validation (VT62474, Validation Team) de l'IEC 62474, qui est chargée de mettre à disposition et d'actualiser la base de données de l'IEC 62474 sur les substances déclarables. Cette base de données identifie les lois et réglementations nationales existantes dans les pays membres de l'IEC, qui s'appliquent à des produits électrotechniques, qui interdisent ou limitent des substances, ou qui spécifient des exigences relatives à l'étiquetage, la communication, la déclaration ou la notification.

Les groupements industriels peuvent avoir défini leur propre compilation d'exigences relatives aux matières présentes dans les produits finis, visant à fournir à leurs membres des informations homogènes, collectées auprès d'une multitude de sources. Parmi les exemples de tels systèmes dédiés figurent:

- 5) le groupement mondial des acteurs du secteur automobile (GASG, Global Automotive Stakeholder Group), créé sous l'égide du Conseil américain de l'industrie de la chimie (ACC, American Chemistry Council), avec pour objet de combiner les différentes listes indépendantes de substances déclarables en une seule liste mondiale harmonisée, la liste mondiale des substances déclarables de l'industrie automobile (GADSL, Global Automotive Declarable Substances List).

Les autorités locales ou régionales peuvent avoir défini leurs propres systèmes d'information sur les matières, alignés sur les exigences législatives respectives. Parmi les exemples de tels systèmes dédiés figurent:

- 6) l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA, European Chemicals Agency), tient à jour une "Liste des substances extrêmement préoccupantes candidates en vue d'une autorisation" (liste SVHC), conformément au Règlement européen relatif à l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH, Regulation, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals) établie par la réglementation européenne 1907/2006/CE.

Les rédacteurs des spécifications de composants sont invités à prendre en compte les exigences communes de conformité aux réglementations environnementales. Il est cependant indu de prescrire de quelconques exigences formelles, car l'émission de la conformité réglementaire est soumise au respect de la législation spécifique en vigueur dans la région du fabricant du composant, du distributeur, du fabricant de l'équipement ou de l'utilisateur final de l'équipement. Il est également indu de proposer un quelconque schéma de certification relatif à une exigence de conformité réglementaire.

### A.3 Considérations relatives à la chaîne d'approvisionnement en matériaux

La préoccupation sociétale concernant l'utilisation de matériaux ayant pu être obtenus par une infraction manifeste aux règles d'éthique prend des proportions croissantes à l'échelle mondiale, par exemple:

- 1) les matériaux dont l'extraction minière et le traitement enfreignent les droits du travail;
- 2) les matériaux extraits dans une zone soumise à des conflits, et soutenant la perpétuation des combats.

L'attention portait initialement sur les "diamants de conflits", ainsi que les autres ressources connues pour soutenir les rébellions et les hostilités. Actuellement, les quatre minéraux de conflits les plus couramment extraits dans le contexte de l'industrie électronique sont:

- 3) la cassitérite, le minerai principal nécessaire à la production d'étain;
- 4) la wolframite, une source majeure de tungstène;
- 5) le coltan (association de colombite et de tantalite), le minerai à partir duquel le tantale est extrait; et
- 6) l'or, souvent rencontré dans sa forme élémentaire libre;

qui sont conjointement communément désignés par l'appellation "3TG", correspondant aux initiales en anglais des quatre métaux obtenus (Tin, Tungsten, Tantalum, Gold).

Il est généralement attendu des consommateurs de tels matériaux qu'ils appliquent un devoir de diligence, basé sur une évaluation des risques, pour déployer des chaînes d'approvisionnement responsables, ce qui inclut l'identification des circonstances factuelles intervenant en aval de l'extraction des matériaux, et l'évaluation des risques d'impact défavorable, afin d'éviter ou d'atténuer ces risques. Les consommateurs de composants sont susceptibles de demander à leurs fournisseurs de leur détailler en toute transparence leur chaîne d'approvisionnement.

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a traité le problème dans son Guide OCDE sur le devoir de diligence pour des chaînes d'approvisionnement responsables<sup>1</sup>, qui contient une recommandation<sup>2</sup> largement reconnue.

Dans certains pays, une législation appelant à exercer un devoir de diligence est déjà en vigueur, tandis que dans d'autres pays, une telle législation est susceptible d'être déployée dans un futur proche. Exemples:

- 7) la Conflict Minerals Rule, en 2012, dérivée de la section 1502 de la loi Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act;
- 8) un règlement européen<sup>3</sup> fixant des obligations liées au devoir de diligence à l'égard de la chaîne d'approvisionnement pour les importateurs de l'Union qui importent de l'étain, du tantale et du tungstène, leurs minerais et de l'or provenant de zones de conflit ou à haut risque.

---

<sup>1</sup> Voir <http://www.oecd.org/daf/inv/mne/mining.htm>

<sup>2</sup> OCDE (2016), *Guide OCDE sur le devoir de diligence pour des chaînes d'approvisionnement responsables en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque*: Troisième édition, Editions OCDE, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264252479-en>.

<sup>3</sup> Règlement (UE) 2017/821 du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2017

Les rédacteurs de spécifications de composants sont invités à prendre ces préoccupations en compte et à intégrer dans leurs projets de spécification des préconisations à l'intention des fabricants de composants, les invitant à exercer un devoir de diligence à l'égard de leur chaîne d'approvisionnement en matériaux, et à prendre en considération les exigences d'information respectives de leurs clients. Il est cependant indu de prescrire de quelconques exigences formelles, ou de proposer un quelconque schéma de certification spécifique, car le thème du devoir de diligence à l'égard de la chaîne d'approvisionnement est déjà soumis à des législations locales indépendantes, ou est susceptible de l'être.

## Bibliographie

IEC 60062, *Codes de marquage des résistances et des condensateurs*

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60068-2-69, *Essais d'environnement – Partie 2-69: Essais – Essai Te/Tc: Essai de brasabilité des composants électroniques et cartes imprimées par la méthode de la balance de mouillage (mesure de la force)*

IEC 60191-6-19, *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs – Partie 6-19: Méthodes de mesure du gauchissement des boîtiers à température élevée et du gauchissement maximum admissible*

IEC 60352-5, *Connexions sans soudure – Partie 5: Connexions insérées à force – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique*

IEC 60749 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*

IEC 61188-5-1, *Cartes imprimées et cartes imprimées équipées – Conception et utilisation – Partie 5-1: Considérations sur les liaisons pistes-soudures – Prescriptions générales*

IEC 61189-5-504, *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 5-504: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les ensembles – Essai de contamination ionique des procédés (PICT)*

IEC TR 61191-7, *Printed board assemblies – Part 7: Technical cleanliness of components and printed board assemblies* (disponible en anglais seulement)

IEC 62474, *Déclaration de matière pour des produits de et pour l'industrie électrotechnique*

IEC TR 62474-1, *Material declaration for products of and for the electrotechnical industry – Part 1: Guidance for the implementation of IEC 62474* (disponible en anglais seulement)

ISO 8601, *Éléments de données et formats d'échange – Echange d'information – Représentation de la date et de l'heure*

ISO 25178, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface: Surfaique*

IPC-9797, *Press-fit standard for automotive requirements and other high-reliability applications* (disponible en anglais seulement)

Publication JEDEC SPP-024, *Reflow Flatness Requirements for Ball Grid Array Packages*

Norme JEDEC JESD22-B112, *Package Warpage Measurement of Surface-Mount Integrated Circuits at Elevated Temperature*





INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)