

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180; 31.190

ISBN 978-2-8322-2674-2

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

CONTENTS

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

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEVICE EMBEDDED SUBSTRATE –

Part 1-1: Generic specification – Test methods

FOREWORD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

DEVICE EMBEDDED SUBSTRATE –

Part 1-1: Generic specification – Test methods

1 Scope

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

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

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

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

SOMMAIRE

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

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

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SUBSTRAT AVEC APPAREIL(S) INTÉGRÉ(S) –**Partie 1-1: Spécification générique – Méthodes d'essai****AVANT-PROPOS**

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

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

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

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

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

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

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

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

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

SUBSTRAT AVEC APPAREIL(S) INTÉGRÉ(S) –

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

1 Domaine d'application

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

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

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

2 Références normatives

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

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

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

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

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

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