

TECHNICAL SPECIFICATION

SPECIFICATION TECHNIQUE



**Device embedded substrate –
Part 2-4: Guidelines – Test element groups (TEG)**

**Substrat avec appareil(s) intégré(s) –
Partie 2-4: Directives – Groupes d'éléments d'essai (TEG)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.180; 31.190

ISBN 978-2-8322-2435-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
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 conditions and sample preparation	7
4.1 General.....	7
4.2 Test conditions.....	7
4.2.1 Classification of tests and evaluation	7
4.2.2 Measuring environment	8
4.2.3 Test methods	8
4.3 Test specimens and number of specimens	8
4.3.1 Specimen.....	8
4.3.2 Number of specimens.....	9
4.3.3 Test report	9
5 TEG	9
5.1 Preparation of the TEG.....	9
5.2 Structures of TEG	17
5.3 Test pattern guide	18
5.3.1 Test items.....	18
5.3.2 Area array arrangement of TEG for an active device	19
5.3.3 Peripheral arrangement of TEG	20
5.3.4 TEG size for active devices	23
5.3.5 TEG for passive devices.....	24
5.3.6 Complex test pattern for the area arrangement, TEG-A	24
5.3.7 Complex pattern for area arrangement of TEG-B	27
5.3.8 Complex test pattern for peripheral arrangement	29
5.3.9 Complex test pattern for passive components	30
5.3.10 Guide of measurement terminals of a complex test pattern for an active device.....	33
5.3.11 Terminal arrangement using complex patterns	34
Bibliography	36
Figure 1 – Area array arrangement – TEG for conductor resistivity and via-to-via insulation.....	10
Figure 2 – Area array arrangement – TEG for insulation measurement of resistance between conductors and insulation resistance between layers	11
Figure 3 – Chip arrangement in a shot.....	12
Figure 4 – Shot arrangement in a wafer.....	13
Figure 5 – Pitch chip specification of peripheral terminal of 60µm TEG.....	14
Figure 6 – Peripheral arrangement of TEG for complex tests	15
Figure 7 – Chip arrangement in a shot.....	16
Figure 8 – Shot arrangement in a wafer.....	16
Figure 9 – Structure of test board and pad connection	17

Figure 10 – Structure of a test board and via connection.....	17
Figure 11 – Area array arrangement.....	19
Figure 12 – Peripheral arrangement of TEG	21
Figure 13 – Example of pad arrangement of peripherals	22
Figure 14 – TEG size of active device	23
Figure 15 – TEG for passive device.....	24
Figure 16 – Test pattern for conduction and insulation resistance between vias (seen from L6).....	25
Figure 17 – Complex test patterns for conduction and via-to-via insulation	26
Figure 18 – Test patterns for insulation between conductor and between layers in an area array arrangement	27
Figure 19 – Complex test patterns for L1 to L6 for insulation between conductors and layers	28
Figure 20 – L1 to L6 complex test patterns for the peripheral arrangement.....	29
Figure 21 – Conduction test patterns for L1 to L6 of passive components.....	30
Figure 22 – Insulation test patterns between terminals for L1 to L6 of passive components.....	31
Figure 23 – Interlayer insulation test patterns of L1 to L6 of passive components	32
Figure 24 – Terminal arrangement (1) for measurement and evaluation using complex pattern for an active device	33
Figure 25 – Terminal arrangement (2) for measurement and evaluation using complex pattern for an active device	34
Figure 26 – Terminal arrangement for measurement and evaluation using complex pattern for passive device	35
Figure 27 – Terminal arrangement for measurement and evaluation using complex pattern for device embedded substrate.....	35
Table 1 – Application and embedded device	8
Table 2 – Measuring environment	8
Table 3 – Test items	18
Table 4 – Terminal dimensions.....	20
Table 5 – Detailed dimensions of the peripheral arrangement of TEG	21
Table 6 – Detailed dimensions of the peripheral arrangement of pad connections.....	22
Table 7 – Dimension of passive device TEG.....	24
Table 8 – Dimensions of the area array arrangement of TEG-A.....	25
Table 9 – Dimensions of TEG-B for the area array arrangement.....	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEVICE EMBEDDED SUBSTRATE –

Part 2-4: Guidelines – Test element groups (TEG)

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a Technical Specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical Specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC TS 62878-2-4, which is a Technical Specification, has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology

The text of this Technical Specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
91/1144/DTS	91/1165A/RVC

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

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

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

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

- transformed into an International standard,
- 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

This part of IEC 62878 provides guidance with respect to device embedded substrate, fabricated by embedding discrete active and passive electronic devices into one or multiple inner layers of a substrate with electric connections by means of vias, conductor plating, conductive paste, and printing. Within the IEC 62878 series,

- IEC 62878-1-1 specifies the test methods,
- IEC TS 62878-2-1 gives a general description of the technology,
- IEC TS 62878-2-3 provides guidance on design, and
- IEC TS 62878-2-4 specifies the test element groups.

The device embedded substrate may be used as a substrate to mount SMDs to form electronic circuits, as conductor and insulator layers may be formed after embedding electronic devices.

The purpose of the IEC 62878 series is to achieve a common understanding with respect to structures, test methods, design and fabrication processes and the use of the device embedded substrate in industry.

DEVICE EMBEDDED SUBSTRATE

Part 2-4: Guidelines – Test element groups (TEG)

1 Scope

This part of IEC 62878 describes the test element group devices useful when measuring basic properties of device embedded substrates.

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

IEC 62878-1-1, *Device embedded substrate – Part 1-1: Generic specification – Test methods*¹

¹ To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	40
INTRODUCTION.....	42
1 Domaine d'application.....	43
2 Références normatives	43
3 Termes, définitions et abréviations	43
3.1 Termes et définitions	43
3.2 Abréviations	43
4 Conditions d'essai et préparation de l'échantillon.....	43
4.1 Généralités	43
4.2 Conditions d'essai	44
4.2.1 Classification des essais et évaluation.....	44
4.2.2 Environnement de mesure.....	44
4.2.3 Méthodes d'essai	45
4.3 Echantillons d'essai et nombre d'échantillons.....	45
4.3.1 Échantillons	45
4.3.2 Nombre d'échantillons.....	45
4.3.3 Rapport d'essai.....	45
5 TEG	46
5.1 Préparation du TEG	46
5.2 Structures de TEG	54
5.3 Guide de motif d'essai	55
5.3.1 Éléments d'essai.....	55
5.3.2 Arrangement à matrice bidimensionnelle du TEG pour un appareil actif.....	57
5.3.3 Arrangement périphérique du TEG	58
5.3.4 Taille du TEG des appareils actifs	61
5.3.5 TEG pour les appareils passifs.....	62
5.3.6 Motif d'essai complexe pour l'arrangement de zone, TEG-A	63
5.3.7 Motif complexe pour l'arrangement de zone de TEG-B	66
5.3.8 Motif d'essai complexe pour l'arrangement périphérique	68
5.3.9 Motif d'essai complexe pour les composants passifs.....	69
5.3.10 Guide des terminaux de mesure pour un motif d'essai complexe pour un appareil actif.....	72
5.3.11 Arrangement des terminaux à l'aide de motifs complexes.....	73
Bibliographie	75
Figure 1 – Arrangement à matrice bidimensionnelle – TEG pour la résistivité du conducteur et l'isolation trou de liaison-à-trou de liaison	47
Figure 2 – Arrangement à matrice bidimensionnelle – TEG pour la mesure de l'isolation de la résistance entre les conducteurs et la résistance de l'isolation entre les couches.....	48
Figure 3 – Arrangement de puces dans un coup	49
Figure 4 – Arrangement de coups dans une feuille	50
Figure 5 – Spécification de la puce de plage du terminal du périphérique du TEG de 60 µm.....	51
Figure 6 – Arrangement du périphérique du TEG pour les essais complexes.....	52

Figure 7 – Arrangement de puces dans un coup	53
Figure 8 – Arrangement de coups dans une feuille	54
Figure 9 – Structure d'une carte d'essai et de la connexion de plage.....	55
Figure 10 – Structure d'une carte d'essai et de la connexion de trou de liaison.....	55
Figure 11 – Arrangement à matrice bidimensionnelle	57
Figure 12 – Arrangement périphérique du TEG.....	59
Figure 13 – Exemple d'arrangement de plage des périphériques	60
Figure 14 – Taille de TEG pour un appareil actif	62
Figure 15 – TEG pour un appareil passif	63
Figure 16 – Motif d'essai pour la conduction et la résistance d'isolation entre les trous de liaison (vu de L6)	63
Figure 17 – Motifs d'essai complexes pour la conduction et l'isolation trou de liaison-à-trou de liaison.....	65
Figure 18 – Motifs d'essai pour l'isolation entre le conducteur et les couches dans un arrangement à matrice bidimensionnelle.....	66
Figure 19 – Motifs d'essai complexes pour L1 à L6 pour l'isolation entre les conducteurs et les couches.....	67
Figure 20 – Motifs d'essai complexes L1 à L6 pour l'arrangement périphérique	68
Figure 21 – Motifs d'essai de connexion pour L1 à L6 des composants passifs.....	69
Figure 22 – Motifs d'essai d'isolation entre les terminaux L1 à L6 des composants passifs.....	70
Figure 23 – Motifs d'essai d'isolation intercouche pour L1 à L6 des composants passifs.....	71
Figure 24 – Arrangement de terminal (1) pour la mesure et l'évaluation à l'aide d'un motif complexe pour un appareil actif	73
Figure 25 – Arrangement de terminal (2) pour la mesure et l'évaluation à l'aide d'un motif complexe pour un appareil actif	73
Figure 26 – Arrangement des terminaux pour la mesure et l'évaluation à l'aide d'un motif complexe pour un appareil passif.....	74
Figure 27 – Arrangement des terminaux pour la mesure et l'évaluation à l'aide d'un motif complexe pour un substrat avec appareil(s) intégré(s).....	74
Tableau 1 – Application et appareil intégré	44
Tableau 2 – Environnement de mesure	44
Tableau 3 – Eléments d'essai.....	56
Tableau 4 – Dimensions des terminaux	58
Tableau 5 – Détails des dimensions de l'arrangement périphérique du TEG	59
Tableau 6 – Détails des dimensions de l'arrangement périphérique des connexions de plage	61
Tableau 7 – Dimensions du TEG de l'appareil passif	63
Tableau 8 – Dimensions de l'arrangement à matrice bidimensionnelle de TEG-A.....	64
Tableau 9 – Dimensions du TEG-B pour l'arrangement à matrice bidimensionnelle.....	66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SUBSTRAT AVEC APPAREIL(S) INTEGRE(S) –

Partie 2-4: Directives – Groupes d'éléments d'essai (TEG)

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 tâche principale des comités d'études de l'IEC est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une Spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les Spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

L'IEC TS 62878-2-4, qui est une Spécification technique, a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Le texte de cette Spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
91/1144/DTS	91/1165A/RVC

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

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

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.

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

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62878 fournit des lignes directrices concernant le substrat avec appareil(s) intégré(s) fabriqué par l'intégration d'appareils électroniques actifs et passifs discrets dans une ou plusieurs couches internes d'un substrat avec des connexions électroniques par l'intermédiaire de trous de liaison, de placage de conducteur, de pâte conductrice et d'impression. Dans la série IEC 62878,

- l'IEC 62878-1-1 spécifie la méthode d'essai,
- l'IEC TS 62878-2-1 propose une description générale de la technologie,
- l'IEC TS 62878-2-3 fournit des lignes directrices concernant la conception, et
- l'IEC TS 62878-2-4 spécifie les groupes d'éléments d'essai.

Le substrat avec appareil(s) intégré(s) peut être utilisé comme substrat pour monter les SMDs pour former des circuits électroniques, comme des couches de conducteur et d'isolant peuvent être formées après l'intégration des appareils électroniques.

L'objectif de la série IEC 62878 est d'obtenir une compréhension commune des structures, des méthodes d'essai, de la conception, des processus de fabrication et de l'utilisation d'un substrat avec appareil(s) intégré(s) dans l'industrie.

SUBSTRAT AVEC APPAREIL(S) INTEGRE(S) –

Partie 2-4: Directives – Groupes d'éléments d'essai (TEG)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62878 décrit les appareils du groupe d'éléments d'essai utiles pour mesurer les propriétés de base des substrats avec appareil(s) intégré(s).

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.

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

IEC 62878-1-1, *Substrat avec appareil(s) intégré(s) – Partie 1-1: Spécification générique – Méthodes d'essai*¹

¹ A publier.