IEC 62047-13

Edition 1.0 2012-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 13: Bend - and shear - type test methods of measuring adhesive strength for MEMS structures

Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 13: Méthodes d'essais de types courbure et cisaillement de mesure de la résistance d'adhérence pour les structures MEMS

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-88912-937-9

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 3
1 Scope 5
2 Normative references 5
3 Terms and definitions 5
4 Test method 6
4.1 General 6
4.2 Data analysis 7
5 Test equipment 8
5.1 General 8
5.2 Actuator 8
5.3 Force measurement sensor 8
5.4 Alignment system 8
5.5 Recorder 8
6 Test pieces 9
6.1 Design of test pieces 9
6.2 Preparation of test pieces 9
7 Test conditions 9
7.1 Method for gripping 9
7.2 Speed of testing 9
7.3 Alignment of test piece 9
7.4 Test environment 10
8 Test report 10
Annex A (informative) Technical background 11
Bibliography 14

Figure 1 – Columnar test pieces 6
Figure 2 – Adhesive strength test method 7
Figure 3 – Alignment between columnar test piece and loading tool 10
Figure A.1 – Example of the RRT results (see [1]) 11
Figure A.2 – Effects of aspect ratio of columnar test piece on the stress condition in bend type test (see [2]) 12
Figure A.3 – Effects of knife edge angle of loading tool and aspect ratio of columnar test piece on the stress condition in bend test 13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 13: Bend - and shear - type test methods of measuring adhesive strength for MEMS structures

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 62047-13 has been prepared by subcommittee 47F: Micro-electromechanical systems, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47F/109/FDIS	47F/119/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.

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

A list of all parts of IEC 62047 series, published under the general title *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices,* 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 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.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 13: Bend - and shear - type test methods of measuring adhesive strength for MEMS structures

1 Scope

This part of IEC 62047 specifies the adhesive testing method between micro-sized elements and a substrate using the columnar shape of the specimens. This international standard can be applied to adhesive strength measurement of microstructures, prepared on a substrate, with width and thickness of 1 μm to 1 mm, respectively.

Micro-sized elements of MEMS devices are made up of laminated fine pattern films on a substrate, which are fabricated by deposition, plating, and/or coating with photolithography. MEMS devices include a large number of interfaces between dissimilar materials, at which delamination occasionally occurs during fabrication or in operation. Combination of the materials at the junction determines the adhesive strength; moreover, defects and residual stress in the vicinity of the interface, which are changing by processing condition, strongly affect the adhesive strength. This standard specifies the adhesive testing method for micro-sized-elements in order to optimally select materials and processing conditions for MEMS devices.

This standard does not particularly restrict test piece material, test piece size and performance of the measuring device, since the materials and size of MEMS device components range widely and testing machine for micro-sized materials has not been generalized.

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 62047-2:2006, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 2: Tensile testing method of thin film materials*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 17
1 Domaine d'application 19
2 Références normatives 19
3 Termes et définitions 19
4 Méthode d'essai 20
4.1 Généralités 20
4.2 Analyse des données 22
5 Equipement d'essai 22
5.1 Généralités 22
5.2 Actionneur 22
5.3 Capteur de mesure de la force 22
5.4 Système d'alignement 23
5.5 Appareil enregistreur 23
6 Eprouvettes d'essai 23
6.1 Conception des éprouvettes d'essai 23
6.2 Préparation des éprouvettes d'essai 23
7 Conditions d'essais 23
7.1 Méthode de préhension 23
7.2 Vitesse d'essai 24
7.3 Alignement de l'éprouvette d'essai 24
7.4 Environnement d'essai 25
8 Rapport d'essai 25
Annexe A (informative) Contexte technique 26
Bibliographie 30

Figure 1 – Éprouvettes d'essai en colonnes 20
Figure 2 – Méthode de l'essai de la résistance d'adhérence 21
Figure 3 – Alignement d'une éprouvette d'essai en colonnes et d'un outil de charge 24
Figure A.1 – Exemple de résultats des RRT (voir Bibliographie [1]) 27
Figure A.2 – Effet du rapport de forme de l'éprouvette d'essai en colonnes sur la contrainte de traction dans des conditions d'effort de courbure (see Bibliography [2]) 28
Figure A.3 – Effets de l'angle de la lame de couteau de l'outil de charge et du rapport de forme de l'éprouvette d'essai en colonnes sur la condition de contrainte en essai de type courbure 29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 13: Méthodes d'essais de types courbure et cisaillement de mesure de la résistance d'adhérence pour les structures MEMS

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 62047-13 a été établie par le sous-comité 47F: Systèmes microélectromécaniques, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47F/109/FDIS	47F/119/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62047, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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 la CEI 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.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 13: Méthodes d'essais de types courbure et cisaillement de mesure de la résistance d'adhérence pour les structures MEMS

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62047 spécifie la méthode d'essai d'adhérence entre des éléments microminiaturisés et un substrat au moyen d'éprouvettes de forme en colonnes. La présente norme internationale peut être appliquée à la mesure de la résistance d'adhérence des microstructures, préparées sur un substrat, dont la largeur et l'épaisseur sont de 1 μm à 1 mm, respectivement.

Les éléments microminiaturisés de dispositifs MEMS sont composés de couches stratifiées de configuration fine sur un substrat, qui sont fabriquées par dépôt, métallisation, et/ou revêtement avec photolithographie. Les dispositifs MEMS comprennent un grand nombre d'interfaces entre des matériaux dissemblables, sur lesquels se produit occasionnellement un décollement interlaminaire au cours de la fabrication ou du fonctionnement La combinaison des matériaux à la jonction détermine la résistance d'adhérence; de plus, les défauts et une contrainte résiduelle au voisinage de l'interface, qui varient de par les conditions de traitement, influent fortement sur la résistance d'adhérence. La présente norme spécifie la méthode d'essai d'adhérence pour les éléments microminiaturisés, en vue d'une sélection optimale des matériaux et des conditions de traitement pour les dispositifs MEMS.

La présente norme ne présente pas de restrictions particulières relatives au matériau des éprouvettes d'essai, à la taille de ces dernières, ni à la performance du dispositif de mesure, étant donné que les matériaux et la taille des composants des dispositifs MEMS comportent une large gamme et que les machines d'essais pour les matériaux microminiaturisés n'ont pas été généralisées.

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).

CEI 62047-2:2006, *Dispositifs à semi-conducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 2: Méthode d'essai de traction des matériaux en couche mince*