IEC 62047-8

Edition 1.0 2011-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 8: Strip bending test method for tensile property measurement of thin films

Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 8: Méthode d'essai de la flexion de bandes en vue de la mesure des propriétés de traction des couches minces

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-88912-395-7

® 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 apparatus ... 5
4.1 General ... 5
4.2 Actuator ... 6
4.3 Load tip ... 6
4.4 Alignment mechanism ... 6
4.5 Force and displacement sensors ... 6
4.6 Test environment ... 6
5 Test piece ... 6
5.1 General ... 6
5.2 Shape of test piece ... 7
5.3 Measurement of test piece dimension ... 7
6 Test procedure and analysis ... 8
6.1 General ... 8
6.2 Data analysis ... 8
7 Test report ... 9
Annex A (informative) Data analysis: Test results by using nanoindentation apparatus ... 10
Annex B (informative) Test piece fabrication: MEMS process ... 13
Annex C (informative) Effect of misalignment and geometry on property measurement ... 15
Bibliography ... 18

Figure 1 – Thin film test piece ... 7
Figure 2 – Schematic of strip bending test ... 9
Figure A.1 – Three successive indents for determining the reference location of a test piece ... 10
Figure A.2 – A schematic view of nanoindentation apparatus ... 11
Figure A.3 – Actuator force vs. deflection curves for strip bending test and for leaf spring test ... 11
Figure A.4 – Force vs. deflection curve of a test piece after compensating the stiffness of the leaf spring ... 12
Figure B.1 – Fabrication procedure for test piece ... 13
Figure C.1 – Finite element analysis of errors based on the constitutive data of Au thin film of 1 μm thick ... 16
Figure C.2 – Translational (d) and angular (α, β, γ) misalignments ... 17

Table 1 – Symbols and designations of a test piece ... 7

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 8: Strip bending test method for tensile property measurement of thin films

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 62047-8 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/71/FDIS	47F/77/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, 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.

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.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 8: Strip bending test method for tensile property measurement of thin films

1 Scope

This international standard specifies the strip bending test method to measure tensile properties of thin films with high accuracy, repeatability, moderate effort of alignment and handling compared to the conventional tensile test. This testing method is valid for test pieces with a thickness between 50 nm and several μm, and with an aspect ratio (ratio of length to thickness) of more than 300.

The hanging strip (or bridge) between two fixed supports are widely adopted in MEMS or micro-machines. It is much easier to fabricate these strips than the conventional tensile test pieces. The test procedures are so simple to be readily automated. This international standard can be utilized as a quality control test for MEMS production since its testing throughput is very high compared to the conventional tensile test.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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.

NONE

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 21
1 Domaine d'application 23
2 Références normatives 23
3 Termes et définitions 23
4 Appareillage d'essai 24
4.1 Généralités 24
4.2 Actionneur 24
4.3 Extrémité de charge 24
4.4 Mécanisme d'alignement 24
4.5 Capteurs de force et de déplacement 24
4.6 Environnement d'essai 24
5 Éprouvette d'essai 25
5.1 Généralités 25
5.2 Forme de l'éprouvette d'essai 25
5.3 Mesure des dimensions de l'éprouvette d'essai 26
6 Procédure d'essai et analyse 26
6.1 Généralités 26
6.2 Analyse de données 26
7 Rapport d'essai 27
Annexe A (informative) Analyse de données: Résultats d'essai au moyen de l'appareil de nanopénétration 28
Annexe B (informative) Fabrication de l'éprouvette d'essai: procédé MEMS 31
Annexe C (informative) Effet de désalignement et géométrie sur la mesure des propriétés 33
Bibliographie 36

Figure 1 – Eprouvette d'essai en couche mince 25
Figure 2 – Schéma d'essai de courbure de bande 27
Figure A.1 – Trois encoches successives en vue de déterminer l'emplacement de référence d'une éprouvette 28
Figure A.2 – Vue schématique d'un appareil de nanopénétration 29
Figure A.3 – Courbes de force de l'actionneur par rapport à la flèche pour l'essai de courbure de bande et pour l'essai de ressort à lames 29
Figure A.4 – Courbe de force par rapport à la flèche d'une éprouvette après la compensation de la rigidité du ressort à lames 30
Figure B.1 – Procédure de fabrication de l'éprouvette d'essai 32
Figure C.1 – Analyse par éléments finis des erreurs fondée sur les données constitutives de la couche mince en Au de 1 μm d'épaisseur 34
Figure C.2 – Désalignements de translation (d) et angulaires (α, β, γ) 35

Tableau 1 – Symboles et désignations d'une éprouvette d'essai 25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 8: Méthode d'essai de la flexion de bandes en vue de la mesure des propriétés de traction des couches minces

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 62047-8 a été établie par le sous-comité 47F: Dispositifs micro-électromécaniques, 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/71/FDIS	47F/77/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 CEI 62047, sous le titre générale *Dispositifs à semiconducteurs - Dispositifs microelectromecaniques* 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.

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.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 8: Méthode d'essai de la flexion de bandes en vue de la mesure des propriétés de traction des couches minces

1 Domaine d'application

La présente norme internationale spécifie la méthode d'essai de flexion de bandes, afin de mesurer les propriétés de traction des couches minces avec une haute précision, répétabilité, un effort modéré d'alignement et de manipulation en comparaison de l'essai de traction conventionnel. La méthode d'essai est valable pour les éprouvettes d'essai dont l'épaisseur est comprise entre 50 nm et plusieurs μm, et dont le rapport, (soit le rapport de la longueur de l'éprouvette à son épaisseur) est supérieur 300.

La bande suspendue (ou le pont) entre deux supports fixés est largement adoptée dans les MEMS[1] ou dans les micromachines. Ces bandes sont bien plus faciles à fabriquer que les éprouvettes d'essai à la traction conventionnelles. Les procédures d'essai sont si simples qu'elles sont aisément automatisées. La présente norme internationale peut être utilisée en tant qu'essai de contrôle de la qualité pour la production des MEMS étant donné que son débit d'essai est très élevé comparé à l'essai de traction conventionnel.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

NA

---

1 MEMS = *systèmes microélectromécaniques.*