



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices –
Part 9: Wafer to wafer bonding strength measurement for MEMS**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositif microélectromécaniques –
Partie 9: Mesure de la résistance de collage de deux plaquettes pour les MEMS**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-88912-585-2

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Measurement methods	6
3.1 General	6
3.2 Visual test	6
3.2.1 Types of visual test.....	6
3.2.2 Equipment.....	7
3.2.3 Procedure.....	7
3.2.4 Expression of results	7
3.3 Pull test.....	7
3.3.1 General	7
3.3.2 Equipment.....	8
3.3.3 Procedure.....	8
3.3.4 Expression of results	9
3.4 Double cantilever beam test using blade	9
3.4.1 General	9
3.4.2 Equipment.....	11
3.4.3 Procedure.....	11
3.4.4 Expression of results	11
3.5 Electrostatic test.....	12
3.5.1 General	12
3.5.2 Equipment.....	13
3.5.3 Procedure.....	13
3.5.4 Expression of results	14
3.6 Blister test.....	14
3.6.1 General	14
3.6.2 Preparation of the specimens	15
3.6.3 Test apparatus and testing method.....	15
3.6.4 Report.....	16
3.7 Three-point bending test.....	16
3.7.1 General	16
3.7.2 Preparation of the specimens	17
3.7.3 Test apparatus and testing method.....	18
3.7.4 Report	19
3.8 Die shear test.....	19
3.8.1 General	19
3.8.2 Preparation of the specimens	20
3.8.3 Test apparatus	21
3.8.4 Test method	21
3.8.5 Shear bonding strength	22
3.8.6 Report	22
Annex A (informative) Example of bonding force.....	23
Annex B (informative) An example of the fabrication process for three-point bending specimens	24
Bibliography.....	25

Figure 1 – Bonding strength measurement – pull test.....	8
Figure 2 – Bonding strength measurement – double cantilever beam (DCB) test specimen using blade	10
Figure 3 – Bonding strength measurement – electrostatic test	13
Figure 4 – A specimen for blister test.....	15
Figure 5 – Three-point bending specimen and loading method.....	17
Figure 6 – Specimen geometry of three-point bending specimen.....	18
Figure 7 – Die shear testing set-up	19
Figure 8 – Size requirement of control tool and specimen	20
Figure 9 – Example of bonded region in test piece.....	20
Figure 10 – Setting of contact tool	22
Figure A.1 – An example of bonding force or load measurement with time at constant rate of upper fixture moving	23
Figure B.1 – An example of specimen preparation for three-point bending test	24
Table 1 – Example of visual test	7
Table 2 – Example of pull test.....	9
Table 3 – Example of Double Cantilever Beam test using blade	12
Table 4 – Example of electrostatic test	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –**

Part 9: Wafer to wafer bonding strength measurement for MEMS

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 62047-9 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/82/FDIS	47F/92/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.

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 9: Wafer to wafer bonding strength measurement for MEMS

1 Scope

This standard describes bonding strength measurement method of wafer to wafer bonding, type of bonding process such as silicon to silicon fusion bonding, silicon to glass anodic bonding, etc., and applicable structure size during MEMS processing/assembly. The applicable wafer thickness is in the range of 10 μm to several millimeters.

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.

IEC 60749-19, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 19: Die shear strength*

ISO 6892-1: 2009, *Metallic materials – Tensile testing – Part1: Method of test at room temperature*

ASTM E399-06e2: 2008, *Standard Test Method for Linear-Elastic Plane-Strain Fracture Toughness K_{Ic} of Metallic Materials*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives.....	30
3 Méthodes de mesure	30
3.1 Généralités.....	30
3.2 Essai visuel.....	30
3.2.1 Types d'essais visuels.....	30
3.2.2 Équipement.....	31
3.2.3 Procédure.....	31
3.2.4 Expression des résultats.....	31
3.3 Essai de traction	31
3.3.1 Généralités.....	31
3.3.2 Équipement.....	32
3.3.3 Procédure.....	32
3.3.4 Expression des résultats.....	33
3.4 Essai double poutre utilisant une lame	33
3.4.1 Généralités.....	33
3.4.2 Équipement.....	35
3.4.3 Procédure.....	35
3.4.4 Expression des résultats.....	35
3.5 Essai électrostatique	36
3.5.1 Généralités.....	36
3.5.2 Équipement.....	37
3.5.3 Procédure.....	37
3.5.4 Expression des résultats.....	38
3.6 Essai de cloquage	38
3.6.1 Généralités.....	38
3.6.2 Préparation des éprouvettes.....	39
3.6.3 Méthode d'essai et appareillage d'essai	39
3.6.4 Rapport	40
3.7 Essai de courbure à trois points	40
3.7.1 Généralités.....	40
3.7.2 Préparation des éprouvettes.....	41
3.7.3 Méthode d'essai et appareillage d'essai	42
3.7.4 Rapport	43
3.8 Essai de résistance d'une pastille au cisaillement	43
3.8.1 Généralités.....	43
3.8.2 Préparation des éprouvettes.....	44
3.8.3 Appareillage d'essai	45
3.8.4 Méthode d'essai	45
3.8.5 Résistance du collage au cisaillement	46
3.8.6 Rapport	46
Annexe A (informative) Exemple de force de collage	47
Annexe B (informative) Exemple de processus de fabrication d'éprouvettes de courbure à trois points	48
Bibliographie.....	49

Figure 1 – Mesure de la résistance de collage – essai de traction.....	32
Figure 2 – Mesure de la résistance de collage – éprouvette d'essai double poutre (DCB) utilisant une lame.....	34
Figure 3 – Mesure de la résistance de collage – essai électrostatique	37
Figure 4 – Éprouvette pour essai de cloquage	39
Figure 5 – Méthode de charge et éprouvette de courbure à trois points	41
Figure 6 – Géométrie de l'éprouvette de courbure à trois points	42
Figure 7 – Montage d'essai de résistance d'une pastille au cisaillement	43
Figure 8 – Exigences sur la taille de l'outil de contrôle et de l'éprouvette	44
Figure 9 – Exemple de région collée sur l'éprouvette d'essai	45
Figure 10 – Réglage de l'outil de contact	46
Figure A.1 – Exemple de force de collage ou de mesure de charge en fonction du temps d'une fixation supérieure se déplaçant à vitesse constante.....	47
Figure B.1 – Exemple de préparation d'éprouvettes pour l'essai de courbure à trois points	48
Tableau 1 – Exemples d'essais visuels	31
Tableau 2 – Exemples d'essai de traction	33
Tableau 3 – Exemple d'essai double poutre utilisant une lame.....	36
Tableau 4 – Exemples d'essais électrostatiques	38

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIF MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 9: Mesure de la résistance de collage de deux plaquettes pour les 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 62047-9 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/82/FDIS	47F/92/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.

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 – DISPOSITIF MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 9: Mesure de la résistance de collage de deux plaquettes pour les MEMS

1 Domaine d'application

La présente norme décrit une méthode de mesure de la résistance de collage de deux plaquettes, le type de processus de liaison, par exemple le collage par fusion de deux plaquettes de silicium, le collage anodique d'une plaquette de silicium et d'une plaquette de verre, etc., et la taille de la structure applicable pendant le traitement ou l'assemblage de systèmes microélectromécaniques (MEMS). L'épaisseur de plaquette applicable est dans la gamme comprise entre 10 μm et plusieurs millimètres.

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).

CEI 60749-19, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 19: Résistance de la pastille au cisaillement*

ISO 6892-1:2009, *Matériaux métalliques – Essai de traction – Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ASTM E399-06e2, 2008, *Standard Test Method for Linear-Elastic Plane-Strain Fracture Toughness K_{Ic} of Metallic Materials* (disponible en anglais seulement)