IEC 62047-9

Edition 1.0 2011-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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

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

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.

The contents of the corrigendum of March August 2012 have been included in this copy.

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.

Le contenu du corrigendum de mars 2012 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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)