

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices –
Part 25: Silicon based MEMS fabrication technology – Measurement method of
pull-press and shearing strength of micro bonding area**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 25: Technologie de fabrication de MEMS à base de silicium – Méthode de
mesure de la résistance à la traction-compression et au cisaillement d'une
micro zone de brasure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-3609-3

**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
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	6
4 Requirements	7
4.1 Testing structure design requirements	7
4.2 Testing structure fabrication requirements	9
4.3 Testing environment requirements	9
5 Testing method.....	9
5.1 General.....	9
5.2 Pull-press testing method	9
5.2.1 Imposing the loading force	9
5.2.2 Pull-press testing method operation process	9
5.2.3 Pull-press testing method result process.....	10
5.3 Shearing testing method.....	10
5.3.1 Shearing testing method operation process	10
5.3.2 Shearing testing method result process	12
Annex A (informative) Dimensions for testing structure and tensile/compressive strength.....	13
A.1 Dimensions for testing structure	13
A.2 Tensile strength and compressive strength	13
Annex B (informative) Pull-press testing method example	21
B.1 Dimensions for testing structure	21
B.2 Tensile strength and compressive strength	21
Figure 1 – Pull-press testing structure	7
Figure 2 – Shearing testing structure.....	8
Figure 3 – Pull-press testing method operation process	10
Figure 4 – Shearing testing method operation process.....	11
Table 1 – Dimensions for shearing testing structure.....	12
Table A.1 – Dimensions for testing structure.....	13
Table A.2 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 10 μm × 10 μm).....	13
Table A.3 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 20 μm × 20 μm).....	14
Table A.4 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 30 μm × 30 μm).....	14
Table A.5 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 40 μm × 40 μm).....	15
Table A.6 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 50 μm × 50 μm).....	15
Table A.7 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 60 μm × 60 μm).....	15
Table A.8 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 70 μm × 70 μm).....	16
Table A.9 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 80 μm × 80 μm).....	16
Table A.10 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 90 μm × 90 μm).....	17
Table A.11 – Tensile strength and compressive strength (bonding area: 100 μm × 100 μm).....	17

Table A.12 – Tensile strength and compressive strength (bonding area:
110 μm × 110 μm)..... 18

Table A.13 – Tensile strength and compressive strength (bonding area:
120 μm × 120 μm)..... 18

Table A.14 – Tensile strength and compressive strength (bonding area:
130 μm × 130 μm)..... 19

Table A.15 – Tensile strength and compressive strength (bonding area:
140 μm × 140 μm)..... 19

Table A.16 – Tensile strength and compressive strength (bonding area:
150 μm × 150 μm)..... 20

Table B.1 – Dimensions for testing structure..... 21

Table B.2 – Tensile strength and compressive strength (bonding area:
110 μm × 110 μm)..... 21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –
MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

**Part 25: Silicon based MEMS fabrication technology – Measurement
method of pull-press and shearing strength of micro bonding area**

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 62047-25 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/249/FDIS	47F/252/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 website 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 25: Silicon based MEMS fabrication technology – Measurement method of pull-press and shearing strength of micro bonding area

1 Scope

This part of IEC 62047 specifies the in-situ testing method to measure the bonding strength of micro bonding area which is fabricated by micromachining technologies used in silicon-based micro-electromechanical system (MEMS).

This document is applicable to the in-situ pull-press and shearing strength measurement of the micro bonding area fabricated by microelectronic technology process and other micromachining technology.

Micro anchor, fixed on the substrate through the micro bonding area, provides mechanical support of the movable sensing/actuating functional components in MEMS devices. With the devices scaling, the bonding strength degradation, induced by defects, contaminations and thermal mismatch stress on bonding surface, becomes severer. This standard specifies an in-situ testing method of the pull-press and shearing strength based on a patterned technique. This document does not need intricate instruments (such as scanning probe microscopy and nanoindenter) and to prepare the test specimen specially.

Since the testing structure in this standard can be implanted in device fabrication as a standard detection pattern, this document can provide a bridge, by which the fabrication foundry can give some quantitative reference for the designer.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 62047-1, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 1: Terms and definitions*

ISO 10012, *Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	26
1 Domaine d'application.....	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	29
4 Exigences	29
4.1 Exigences de conception d'une structure d'essai.....	29
4.2 Exigences de fabrication d'une structure d'essai	32
4.3 Exigences de l'environnement d'essai.....	32
5 Méthode d'essais.....	32
5.1 Généralités	32
5.2 Méthode d'essai de traction-compression.....	32
5.2.1 Application de la force de la charge	32
5.2.2 Processus de fonctionnement de la méthode d'essai de traction- compression	32
5.2.3 Traitement des résultats de la méthode d'essai de traction-compression	33
5.3 Méthode d'essai de cisaillement	34
5.3.1 Processus de fonctionnement de la méthode d'essai de cisaillement.....	34
5.3.2 Traitement des résultats de la méthode d'essai de cisaillement.....	35
Annexe A (informative) Dimensions de la structure d'essai et résistance à la traction/compression.....	36
A.1 Dimensions de la structure d'essai.....	36
A.2 Résistance à la traction et à la compression	36
Annexe B (informative) Exemple de méthode d'essai de traction-compression	44
B.1 Dimensions de la structure d'essai.....	44
B.2 Résistance à la traction et à la compression	44
Figure 1 – Structure d'essai traction-compression.....	30
Figure 2 – Structure d'essai de cisaillement.....	31
Figure 3 – Processus de fonctionnement de la méthode d'essai de traction- compression	33
Figure 4 – Processus de fonctionnement de la méthode d'essai de cisaillement	34
Tableau 1 – Dimensions pour la structure d'essai de cisaillement	35
Tableau A.1 – Dimensions de la structure d'essai	36
Tableau A.2 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 10 µm × 10 µm).....	36
Tableau A.3 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 20 µm × 20 µm).....	37
Tableau A.4 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 30 µm × 30 µm).....	37
Tableau A.5 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 40 µm × 40 µm).....	38
Tableau A.6 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 50 µm × 50 µm).....	38
Tableau A.7 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 60 µm × 60 µm).....	38

Tableau A.8 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 70 μm \times 70 μm).....	39
Tableau A.9 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 80 μm \times 80 μm).....	39
Tableau A.10 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 90 μm \times 90 μm).....	40
Tableau A.11 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 100 μm \times 100 μm).....	40
Tableau A.12 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 110 μm \times 110 μm).....	41
Tableau A.13 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 120 μm \times 120 μm).....	41
Tableau A.14 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 130 μm \times 130 μm).....	42
Tableau A.15 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 140 μm \times 140 μm).....	42
Tableau A.16 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 150 μm \times 150 μm).....	43
Tableau B.1 – Dimensions de la structure d'essai	44
Tableau B.2 – Résistance à la traction et à la compression (zone de brasure: 110 μm \times 110 μm).....	44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 25: Technologie de fabrication de MEMS à base de silicium – Méthode de mesure de la résistance à la traction-compression et au cisaillement d'une micro zone de brasure

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 Norme internationale IEC 62047-25 a été établie par le sous-comité 47F: Systèmes microélectromécaniques, du comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47F/249/FDIS	47F/252/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/IEC, 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 l'IEC 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 25: Technologie de fabrication de MEMS à base de silicium – Méthode de mesure de la résistance à la traction-compression et au cisaillement d'une micro zone de brasure

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62047 spécifie la méthode d'essai in situ pour mesurer la résistance de brasure d'une microzone de brasure fabriquée par des technologies de micro-usinage utilisées dans un système microélectromécanique (MEMS) à base de silicium.

Le présent document s'applique à la mesure in situ de la résistance à la traction-compression et de la résistance au cisaillement d'une microzone de brasure fabriquée par un processus microélectronique et d'autres technologies de micro-usinage.

Un microancrage, fixé sur le substrat à travers une microzone de brasure, fournit un support mécanique pour les composants fonctionnels mobiles de détection et d'actionnement dans des dispositifs MEMS. La petite taille des dispositifs augmente la dégradation de la résistance de zone de brasure induite par des défauts, des contaminations et des contraintes de désadaptation thermique sur la surface de brasure. Le présent document spécifie une méthode d'essai in situ de la résistance à la traction-compression et au cisaillement basée sur une technique structurée. La présente norme ne nécessite pas l'utilisation d'instruments complexes (par exemple, un microscope sonde à balayage ou un nano-indenteur), ni de préparation spéciale du spécimen d'essai.

Puisque la structure d'essai du présent document peut être implantée lors de la fabrication d'un dispositif sous la forme d'une structure de détection normalisée, la présente norme peut constituer un outil permettant à la fonderie de donner des quantités de référence au concepteur.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 62047-1, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 1: Termes et définitions*

ISO 10012, *Systèmes de management de la mesure – Exigences pour les processus et les équipements de mesure*