

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62047-2

Première édition
First edition
2006-08

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –**

**Partie 2:
Méthode d'essai de traction
des matériaux en couche mince**

**Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –**

**Part 2:
Tensile testing method of thin film materials**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62047-2:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62047-2

Première édition
First edition
2006-08

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –**

**Partie 2:
Méthode d'essai de traction
des matériaux en couche mince**

**Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –**

**Part 2:
Tensile testing method of thin film materials**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Symboles et désignations	8
4 Méthode d'essai et appareillage d'essai	10
4.1 Méthode de fixation	10
4.2 Méthode de charge	10
4.3 Vitesse d'essai	10
4.4 Mesure de la force	10
4.5 Mesure de l'allongement	10
4.6 Courbe contrainte-déformation	12
4.7 Contrôle de l'environnement	12
5 Éprouvette d'essai	12
5.1 Généralités	12
5.2 Forme plane de l'éprouvette d'essai	12
5.3 Epaisseur de l'éprouvette d'essai	14
5.4 Marque repère	14
6 Rapport d'essai	14
Annexe A (informative) Méthode de serrage de l'éprouvette d'essai	16
Annexe B (normative) Conditions d'essai	20
Annexe C (informative) Éprouvette d'essai	22

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-2:2006

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Symbols and designations.....	9
4 Testing method and test apparatus.....	11
4.1 Method of gripping	11
4.2 Method of loading.....	11
4.3 Speed of testing	11
4.4 Force measurement	11
4.5 Elongation measurement.....	11
4.6 Stress-strain curve	13
4.7 Environment control	13
5 Test piece	13
5.1 General.....	13
5.2 Plane shape of test piece	13
5.3 Test piece thickness.....	15
5.4 Gauge mark	15
6 Test report.....	15
Annex A (informative) Test piece grip methods	17
Annex B (normative) Testing conditions.....	21
Annex C (informative) Test piece	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 2: Méthode d'essai de traction des matériaux en couche mince

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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles 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. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62047-2 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/1865/FDIS	47/1878/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –****Part 2: Tensile testing method of thin film materials**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 62047-2 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47/1865/FDIS	47/1878/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62047, présentée 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 maintenance 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-2:2006

A list of all parts of the IEC 62047 series, 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 maintenance result 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-2:2006

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 2: Méthode d'essai de traction des matériaux en couche mince

1 Domaine d'application

Cette norme internationale spécifie la méthode pour les essais de traction des matériaux en couche mince d'une longueur et d'une largeur inférieure à 1 mm et d'une épaisseur inférieure à 10 μm , qui sont des matériaux structuraux principaux pour les systèmes microélectromécaniques (MEMS), micromachines et dispositifs analogues.

Les matériaux structuraux principaux pour les MEMS, les micromachines et autres dispositifs analogues comportent des caractéristiques spéciales telles que des dimensions typiques de l'ordre de quelques microns, une fabrication de matériau par dépôt, et une fabrication d'éprouvettes d'essai par usinage non mécanique au moyen de la gravure et de la photolithographie. Cette norme internationale spécifie la méthode d'essai qui garantit une précision correspondant aux caractéristiques spéciales.

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).

ISO 6892, *Matériaux métalliques – Essai de traction à température ambiante*

3 Symboles et désignations

Les symboles et désignations correspondantes sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Symboles et désignations de l'éprouvette d'essai

Symbole	Unité	Désignation
a	μm	Épaisseur d'une éprouvette d'essai
b	μm	Largeur de la longueur parallèle d'une éprouvette d'essai
L_o	μm	Longueur de calibre d'origine
L_c	μm	Longueur parallèle
L_t	μm	Longueur totale de l'éprouvette d'essai
S_o	μm^2	Section transversale d'origine de la longueur parallèle
R	μm	Rayon de courbure des courbes de transition entre les extrémités fixées et la longueur parallèle

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 2: Tensile testing method of thin film materials

1 Scope

This International Standard specifies the method for tensile testing of thin film materials with length and width under 1 mm and thickness under 10 μm , which are main structural materials for micro-electromechanical systems (MEMS), micromachines and similar devices.

The main structural materials for MEMS, micromachines and similar devices have special features such as typical dimensions in the order of a few microns, a material fabrication by deposition, and a test piece fabrication by non-mechanical machining using etching and photolithography. This International Standard specifies the testing method, which enables a guarantee of accuracy corresponding to the special features.

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.

ISO 6892, *Metallic materials – Tensile testing at ambient temperature*

3 Symbols and designations

Symbols and corresponding designations are given in Table 1.

Table 1 – Symbols and designations of a test piece

Symbol	Unit	Designation
a	μm	Thickness of a test piece
b	μm	Width of the parallel length of a test piece
L_o	μm	Original gauge length
L_c	μm	Parallel length
L_t	μm	Total length of test piece
S_o	μm^2	Original cross-sectional area of the parallel length
R	μm	Radius of curvature of the transition curves between the gripped ends and the parallel length

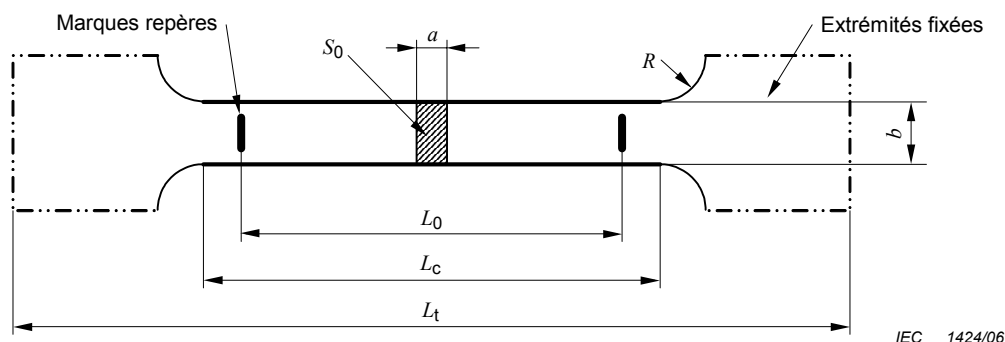


Figure 1 – Éprouvette d'essai en couche mince

4 Méthode d'essai et appareillage d'essai

4.1 Méthode de fixation

Il convient de fixer l'éprouvette d'essai à l'appareillage d'essai pour empêcher des contraintes non désirées telles que les contraintes de courbure et de cisaillement au cours de l'essai.

Il convient pour la prise de posséder les deux propriétés suivantes:

- a) la force de fixation est uniformément appliquée à l'extrémité fixée de l'éprouvette d'essai;
- b) les prises sont alignées à l'axe de traction de l'appareillage d'essai.

Il convient que l'appareillage d'essai comporte un mécanisme d'alignement de l'éprouvette d'essai en vue d'aligner l'axe de traction de l'éprouvette d'essai au sens de déplacement de l'appareillage d'essai. Voir Annexe A.

4.2 Méthode de charge

Il convient d'appliquer la force de traction le long de l'axe de traction de l'éprouvette d'essai pour éviter la contrainte de flexion de l'éprouvette d'essai. Il convient d'aligner l'axe de traction et le sens de déplacement. Il convient de satisfaire aux deux conditions suivantes pour prévenir la production de la contrainte de flexion:

- a) la linéarité du mouvement de l'appareillage d'essai,
- b) l'alignement entre l'axe de traction de l'éprouvette d'essai et l'axe de déplacement de l'appareillage d'essai.

4.3 Vitesse d'essai

Il convient que le taux de sollicitation soit inférieur à 0,01/s. Il convient que le taux de sollicitation ou le taux de contrainte soit constant au cours de l'essai. Voir l'Article B.1.

4.4 Mesure de la force

Une cellule de charge avec résolution suffisante, qui garantit une précision de 5 % de la résistance à la traction mesurée, doit être utilisée pour la force de mesure. Voir l'Article B.2.

4.5 Mesure de l'allongement

La méthode de mesure qui permet de mesurer une valeur de déformation de 0,1 % doit être utilisée.

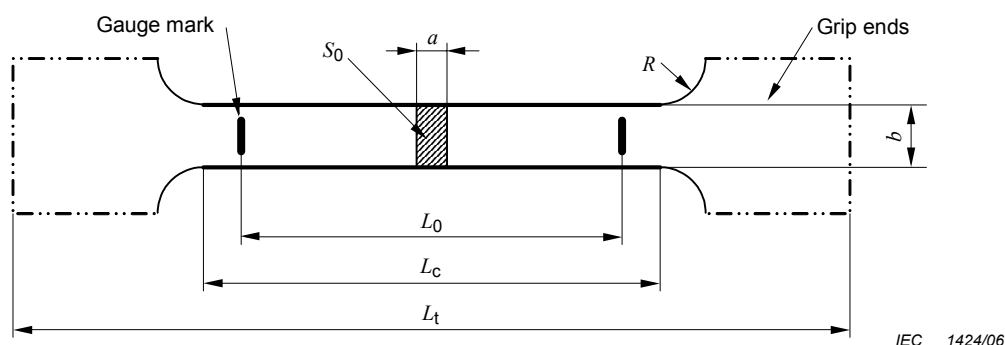


Figure 1 – Thin film test piece

4 Testing method and test apparatus

4.1 Method of gripping

The test piece should be gripped to the test apparatus to prevent unwanted stress such as bending and shear stress during the test.

The grip should have the following two properties:

- fixing force is uniformly applied on the gripped end of the test piece;
- the grips are aligned to the tensile axis of the test apparatus.

The test apparatus should have a test piece alignment mechanism to align the test piece tensile axis to the moving direction of the test apparatus. See Annex A.

4.2 Method of loading

The tensile force should be applied along the tensile axis of the test piece to avoid the bending stress to the test piece. The tensile axis and the moving direction should be aligned. The following two conditions should be satisfied to prevent the generation of the bending stress:

- linearity of movement in the test apparatus,
- alignment between the tensile axis of the test piece and the moving axis of the test apparatus.

4.3 Speed of testing

The straining rate should be lower than 0,01 /s. The straining rate or the stress rate should be constant during the test. See Clause B.1.

4.4 Force measurement

A load cell with enough resolution, which guarantees 5 % accuracy of the measured tensile strength, shall be used for the force measurement. See Clause B.2.

4.5 Elongation measurement

The measurement method that enables to measure 0,1 % strain value shall be used.

La méthode de mesure des marques repères est privilégiée, du fait que l'allongement de la courbe et l'extrémité fixée ainsi que la déformation de l'appareillage d'essai ne peuvent être négligeables. L'allongement de la partie courbe de l'éprouvette d'essai de forme plane est plus grand que celui de l'éprouvette d'essai de type tige. La cellule de charge d'une gamme de faible force comporte une faible rigidité.

Il convient que les marques repères pour la mesure d'allongement soient formées sur la partie parallèle de l'éprouvette d'essai et il convient de mesurer l'allongement par une méthode sans contacts. Lorsque la marque repère est fabriquée avec un matériau en couche mince, il doit être suffisamment plus mince que l'éprouvette d'essai et être constitué d'un matériau peu rigide et de faible contrainte interne de sorte que l'allongement de l'éprouvette d'essai ne puisse être restreint. Voir l'Article B.3.

4.6 Courbe contrainte-déformation

Il convient d'utiliser la courbe contrainte-déformation ordinairement utilisée. Se reporter aux figures de l'ISO 6892.

4.7 Contrôle de l'environnement

L'environnement d'essai doit être contrôlé de façon à ne pas modifier la température et l'humidité au cours de l'essai.

5 Eprouvette d'essai

5.1 Généralités

Il convient de fabriquer l'éprouvette d'essai en utilisant un procédé aussi semblable que possible à celui du dispositif où est appliquée la couche mince. Il convient qu'elle ait des dimensions du même ordre que celui du composant de dispositif objectif, afin de minimiser l'influence de la taille.

Il convient de fixer temporairement l'extrémité fixée au cadre qui soutient l'éprouvette d'essai jusqu'à ce que l'on fixe l'éprouvette d'essai à l'appareillage d'essai. La couche mince, qui comporte une distribution de contrainte interne le long de son épaisseur, ne peut pas être manipulée en raison d'ondulations après libération du substrat.

5.2 Forme plane de l'éprouvette d'essai

Il convient que les dimensions d'une éprouvette d'essai comme la longueur, la largeur et la longueur de calibre soient conçues pour être du même ordre que celles du dispositif pour minimiser l'effet lié à la taille. Les dimensions doivent être spécifiées dans la plage de précision de ± 1 %.

La longueur parallèle de l'éprouvette d'essai doit être supérieure à 2,5 fois la largeur. Voir l'Article C.1.

Il convient que la partie courbe entre les extrémités fixées et la partie parallèle comporte un rayon de courbure suffisamment grand pour ne pas rompre à la partie courbe en raison de la concentration de contrainte.

Il convient que la forme de la partie courbe soit assez lisse pour ne pas rompre à la partie courbe. Voir l'Article C.2.

Le substrat sous les parties parallèle et courbe de l'éprouvette d'essai doit être enlevé afin que le substrat restant ne compromette pas les résultats d'essai. Il est exigé que le procédé prévu pour enlever le matériau du substrat n'endommage pas l'éprouvette d'essai.

The gauge mark measurement method is recommended because the elongation of the curve and gripped end and the deformation of the test apparatus cannot be negligible. The elongation of the curve part of the plane shape test piece is larger than that of the rod type test piece. The load cell of low force range has a low stiffness.

The gauge marks for elongation measurement should be formed on the parallel part of the test piece and the elongation should be measured by a non-contacting method. When the gauge mark is fabricated with thin film material, it shall be thinner enough than the test piece and be formed by low stiffness and low internal stress material so that the elongation of the test piece may not be restrained. See Clause B.3.

4.6 Stress-strain curve

The stress-strain curve that is ordinarily used should be used. Refer to the figures in ISO 6892.

4.7 Environment control

The test environment shall be controlled not to change the temperature and the humidity during the test.

5 Test piece

5.1 General

The test piece should be fabricated using a process as similar as possible to that of the device where the thin film is applied. It should have dimensions in the same order as that of the objective device component, in order to minimize the influence of size.

The gripped end of the test piece should be temporarily fixed to the frame that supports the test piece until the test piece is fixed to the test apparatus. The thin film, which has internal stress distribution along the thickness, cannot be handled due to curling after release from the substrate.

5.2 Plane shape of test piece

The dimensions of a test piece, such as length, width and gauge length, should be designed to be of the same order as the dimensions of the device in order to minimize the size effect. The dimensions shall be specified within an accuracy range of ± 1 %.

The parallel length of the test piece shall be more than 2,5 times the width. See Clause C.1.

The curve part between the gripped ends and the parallel part should have a large enough radius of curvature not to fracture at the curve part due to stress concentration.

The shape of the curve part should be smooth enough so that it does not fracture at the curve part. See Clause C.2.

The substrate under the parallel and curve parts of the test piece shall be removed in order that the remaining substrate does not affect the test results. It is required that the process, which removes the substrate material, should not damage the test piece.

5.3 Epaisseur de l'éprouvette d'essai

Chaque épaisseur de l'éprouvette d'essai doit être mesurée et la valeur de l'épaisseur mesurée doit être jointe au rapport. La précision de la mesure de l'épaisseur doit être inférieure à 5 %.

Il convient de mesurer directement chaque épaisseur d'éprouvette d'essai. Cependant, l'épaisseur de couche évaluée de la hauteur de pas d'une ouverture de fenêtre gravée près de l'éprouvette d'essai peut être utilisée en tant qu'épaisseur de l'éprouvette afin d'éviter les dommages mécaniques introduits par un profileur à pointe. Il convient de déterminer la position de la fenêtre dans la zone où l'épaisseur de l'éprouvette d'essai peut être estimée dans la plage de précision de ± 1 % en prenant en considération la variation de l'épaisseur sur la plaquette. Voir l'Article C.3.

5.4 Marque repère

Il convient que des marques repères soient formées sur l'éprouvette d'essai afin de mesurer l'allongement.

Il convient que la longueur de calibre soit inférieure à 80 % de la longueur parallèle et représente plus du double de la largeur.

Il convient pour les marques repères de ne pas restreindre l'allongement de l'éprouvette d'essai et de n'avoir qu'une faible influence sur le résultat d'essai. C'est pourquoi il convient que la marque repère soit mince à condition que le contraste soit obtenu ou il convient que le module d'élasticité et la contrainte interne du matériau utilisé pour les marques repères soient bien plus faibles que ceux du matériau de l'éprouvette d'essai. Une couche métallique est recommandée comme matériau de marque repère. Il convient que l'épaisseur des marques repères soit inférieure à 1 % de l'épaisseur de l'éprouvette d'essai. Voir l'Article C.4.

6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au moins les informations suivantes:

- a) la référence à la présente Norme Internationale, c'est-à-dire la CEI 62047-2;
- b) l'identification de l'éprouvette d'essai;
- c) le matériau de l'éprouvette d'essai;
 - en cas de monocristal: l'orientation cristallographique
 - en cas de polycristal: la texture et la taille de grain
 - la contrainte interne
- d) la forme et la dimension de l'éprouvette d'essai;
- e) la méthode de fabrication de l'éprouvette d'essai et son détail;
 - la méthode de dépôt
 - les conditions de recuit
 - les conditions de fabrication
- f) les propriétés mesurées et les résultats.

5.3 Test piece thickness

Each test piece thickness shall be measured and the measured thickness shall be attached to the report. Thickness measurement accuracy shall be less than 5 %.

Each test piece thickness should be measured directly. However, the film thickness evaluated from step height of a window opening etched near to the test piece can be used as a thickness of the specimen, in order to avoid mechanical damage introduced by a stylus profiler. The position of the window should be determined within the area where the test piece thickness can be estimated within the accuracy range of ± 1 % considering the thickness variation over the wafer. See Clause C.3.

5.4 Gauge mark

Gauge marks should be formed on the test piece in order to measure the elongation.

The gauge length should be less than 80 % of the parallel length and more than twice the width.

The gauge marks should not restrict the elongation of the test piece and should have small influence on the test result. For this reason, the gauge mark should be thin as long as contrast is obtained, or the elastic modulus and the internal stress of the material used for the gauge marks should be much lower than those of the test piece material. A metal film is recommended as a gauge mark material. The thickness of the gauge marks should be less than 1 % of the test piece thickness. See Clause C.4.

6 Test report

The test report shall contain at least the following information:

- a) reference to this International Standard, i.e. IEC 62047-2;
- b) identification of the test piece;
- c) test piece material;
 - in case of single crystal: crystallographic orientation
 - in case of polycrystal: texture and grain size
 - internal stress
- d) shape and dimension of test piece;
- e) test piece fabrication method and its detail;
 - deposition method
 - annealing condition
 - fabrication condition
- f) measured properties and results.

Annexe A (informative)

Méthode de serrage de l'éprouvette d'essai

A.1 Méthode de serrage électrostatique

Une méthode de serrage électrostatique utilise une force électrostatique pour fixer sur un mandrin une éprouvette d'essai. Une poutre cantilever comportant de grandes palettes à son extrémité libre est utilisée en tant qu'éprouvette d'essai. Pour des matériaux conducteurs, la force électrostatique de fixation de l'éprouvette d'essai est produite en appliquant une tension entre l'éprouvette d'essai et un dispositif de mandrin (sonde). Le substrat de l'éprouvette d'essai est fixé par des moyens tels qu'un plateau de maintien à vide, un mandrin électrostatique, une vis, etc.

A.2 Méthode adhésive

Il convient de choisir l'adhésif optimal en prenant en considération les matériaux de l'éprouvette d'essai et du dispositif d'essai, ainsi que la charge maximale pour le serrage par la méthode adhésive. Il convient de déterminer la quantité de revêtement de l'adhésif par une zone de la partie de serrage de l'éprouvette d'essai. Lorsque l'on charge l'éprouvette d'essai pendant le processus de solidification, il convient de régler de manière appropriée la position de l'éprouvette d'essai (supérieure, inférieure, à gauche, à droite). Un adhésif solidifié par irradiation aux rayons ultraviolets peut être utilisé.

A.3 Méthode de serrage mécanique

La méthode de serrage mécanique est une méthode simple de serrage de l'éprouvette d'essai où la partie de serrage de l'éprouvette d'essai est serrée mécaniquement. Etant donné que cette méthode est possible en vue de serrer une éprouvette d'essai par une force relativement grande, il est possible d'éviter le problème de glissement de serrage et de serrer des éprouvettes d'essai qui nécessitent une charge relativement grande. Il est également possible de réaliser cela en cas de déplacement de charge relativement grande. Cependant, il est important d'empêcher la rupture de serrage au cours de cette méthode. A cet effet, il est exigé de serrer la partie de serrage de l'éprouvette d'essai au moyen d'une force uniforme sur l'ensemble de la partie. Il est exigé que les deux surfaces de serrage soient suffisamment lisses et non pas inégales, et que le déplacement linéaire du serrage soit suffisamment précis. Il est également exigé que la partie d'essai de l'éprouvette d'essai soit suffisamment plus petite que la partie de serrage afin de prévenir la rupture de serrage. Dans les conditions existantes, une partie de renfort telle que le substrat de silicium est exigée en cas de matériaux fragiles tels qu'une couche mince de silicium. Il est souhaitable que la force de serrage soit contrôlable dans le cas du serrage de l'éprouvette d'essai.

A.4 Méthode d'intégration du mécanisme de traction (méthode sur puce)

Etant donné que l'éprouvette d'essai et une partie du mécanisme de traction sont intégrées dans une puce de silicium, l'alignement entre l'axe de traction de l'éprouvette d'essai et l'axe mobile de l'appareillage d'essai, le positionnement entre l'éprouvette d'essai et l'élément de serrage et l'action de serrage de l'éprouvette d'essai ne sont pas nécessaires dans cette méthode. Il existe différentes méthodes pour l'application du déplacement entre les deux extrémités de l'éprouvette. La première est d'utiliser une aiguille externe abaissant un levier en silicium intégré sur la puce, dont le mouvement est converti en mouvement de traction par un mécanisme de levier, et l'autre est d'utiliser la dilatation thermique d'un élément structurel intégré dans la puce, dont le mouvement est également converti en déplacement de traction.

Annex A **(informative)**

Test piece grip methods

A.1 Electrostatic grip method

An electrostatic grip method uses electrostatic force to chuck a test piece. A cantilever beam having large paddles on its free end is used as a test piece. For conductive materials, electrostatic force for fixing the test piece is generated by applying voltage between the test piece and a chuck device (probe). The substrate of the test piece is fixed by such means as a vacuum chuck, an electrostatic chuck, a screw, etc.

A.2 Adhesive method

Optimum adhesive should be selected considering materials of test piece and fixture, and maximum load for the grip by the adhesive method. The coating quantity of the adhesive should be determined by an area of the test piece grip part. When the test piece is loaded during the solidification process, the position of the test piece (upper, lower, left, right) should be adjusted properly. An adhesive solidified by ultraviolet ray irradiation may be used.

A.3 Mechanical grip method

The mechanical grip method is a simple test piece grip method where the test piece grip part is gripped mechanically. Since this method is possible to grip a test piece by a comparatively large force, it is possible to avoid grip-slipping problems and to grip test pieces which require a comparatively large load. It is also possible to carry it out in case of comparatively large load displacement. However, it is important to prevent grip breaking in this method. For this purpose it is required to grip the test piece grip part by uniform force all over the part. It is required that both grip surfaces are sufficiently smooth and not rugged, and the linear motion of the grip is sufficiently precise. It is also required that the test part of the test piece is sufficiently smaller than the grip part in order to prevent grip breaking. Under the existing conditions, a reinforcement part such as the silicon substrate is required in case of brittle materials such as silicon thin film. It is desirable that the gripping force is controllable in case of gripping the test piece.

A.4 Tensile mechanism integration method (on-chip method)

Since the test piece and a part of the tensile mechanism are integrated in a silicon die, the alignment between the tensile axis of the test piece and the moving axis of the test apparatus, the positioning between the test piece and the gripping element, and the gripping action of the test piece are not necessary in this method. There are different methods for applying displacement between both ends of the specimen. One is to use an external needle pushing down a silicon lever integrated on the chip, whose movement is converted to tensile motion by a lever mechanism, and the other is to use a thermal expansion of a structural element integrated in the chip, whose motion is also converted to the tensile motion.

A.5 Méthode de l'articulation cylindrique

Dans cette méthode, on façonne une forme de type anneau au niveau de la borne libre de l'éprouvette d'essai. La broche du mécanisme produisant le déplacement peut exercer une traction sur l'éprouvette d'essai en attrapant l'anneau. Il faut veiller à ne pas produire une concentration de contrainte et une contrainte de flexion à proximité de la zone saisie.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-2:2006

A.5 Pin joint method

A ring-type shape is fabricated at the free terminal of the test piece in this method. The pin of the displacement generating mechanism can pull the test piece by catching the ring. Care must be taken not to generate stress concentration and bending stress near the caught area.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-2:2006

Annexe B (normative)

Conditions d'essai

B.1 Vitesse d'essai

Dans l'ISO 6892, il est spécifié que le taux de sollicitation doit être gardé aussi constant que possible et être compris entre 0,00025/s et 0,0025/s, si les limites supérieure et inférieure d'élasticité sont déterminées au cours du même essai. Il est également spécifié de ne pas dépasser 0,008/s pour obtenir la résistance à la traction dans la gamme plastique. La raison de la spécification du taux est d'exclure l'influence d'une condition de non-équilibre dans la transformation de matériaux. Cependant, la constante de temps de la réponse thermique des microcomposants en forme de couches minces est bien plus faible que celle des matériaux ordinaires. L'influence thermique par transformation de matériaux est rapidement réduite par l'équilibre thermique aux circonstances externes. En conséquence, la condition d'équilibre par la transformation de matériaux est maintenue avec un taux de déformation supérieur à celui concernant les éprouvettes d'essai ordinaires.

D'un autre côté, une éprouvette d'essai à couches minces a une petite longueur. Il est exigé de réduire la vitesse d'essai de la machine d'essai afin de réaliser le même taux de déformation pour l'éprouvette d'essai ordinaire, étant donné que les éprouvettes d'essai en couches minces possèdent des longueurs courtes. Il devient difficile de garantir le même taux de déformation avec une grande précision.

Il est recommandé que le taux de déformation soit inférieur à 0,01/s et qu'il soit maintenu aussi constant que possible à partir de la considération d'inertie et de la précision des valeurs mesurées, ainsi que du temps de mesure, bien que l'on puisse autoriser une valeur supérieure à 0,01/s.

Pour réaliser le faible taux de déplacement ci-dessus, on utilise comme méthode de charge de force de traction soit des actionneurs piézoélectriques, phase optique entraînée par un actionneur automatique, soit un actionneur magnétostrictif.

B.2 Précision de la cellule de charge

La cellule de charge avec la pleine échelle, inférieure à cinq fois la tension de rupture, doit être utilisée dans le cas où la précision de la cellule de charge représenterait 1 % de la pleine échelle.

B.3 Mesure de l'allongement

Comme les méthodes destinées à mesurer optiquement le déplacement d'allongement de la longueur de calibre à l'aide d'une méthode sans contacts, il existe des méthodes qui utilisent la lumière de perturbation de la lumière réfléchie obtenue par irradiation du laser à la marque repère, et la détection simultanée des deux marques repères par un microscope à double champ de vue, qui englobe deux marques repères éloignées dans un écran.

En variante à la méthode de mesure optique, une méthode différentielle est utilisée pour les éprouvettes d'essai sans marques repères. Dans cet essai, deux éprouvettes d'essai qui sont différentes au niveau de la longueur de leurs parties parallèles mais qui ont les mêmes formes et dimensions sont soumises à l'essai de traction. L'allongement net de la partie parallèle peut être calculé par la différence entre les allongements totaux de deux éprouvettes d'essai mesurées comme le déplacement en phase de charge. Cependant, il convient d'appliquer cette méthode uniquement dans le cas où la fabrication ou l'observation directe de la marque repère est difficile, étant donné que deux erreurs expérimentales indépendantes sont ajoutées à cette méthode.