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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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 structurels principaux pour les systèmes microélectromécaniques (MEMS), micromachines et dispositifs analogues.

Les matériaux structurels 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	Epaisseur 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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

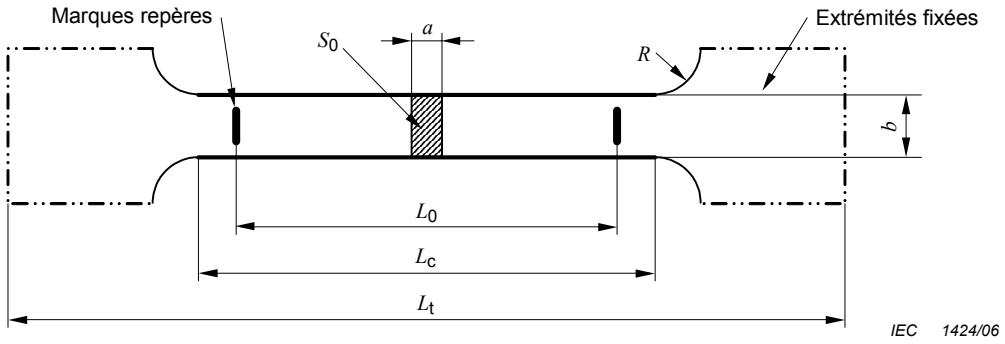

Figure 1 – Éprouvette d'essai en couche mince

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

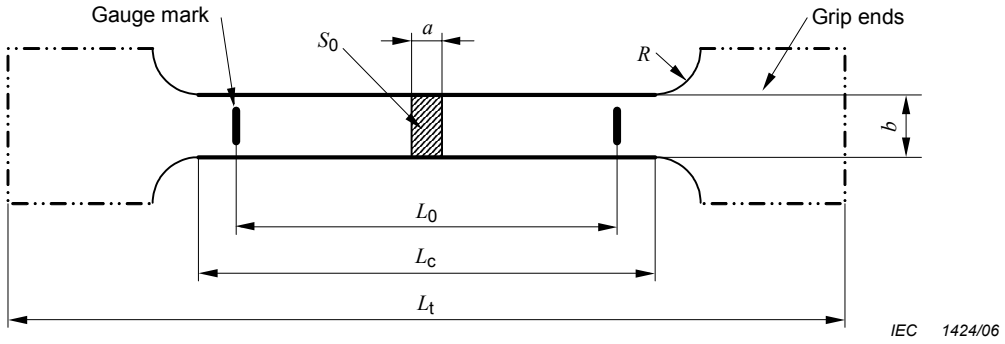

Figure 1 – Thin film test piece

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:

a) fixing force is uniformly applied on the gripped end of the test piece;

b) 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:

a) linearity of movement in the test apparatus,

b) 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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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 to 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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex B
(normative)

Testing conditions

B.1 Speed of testing

In ISO 6892, the rate of straining is specified to be kept as constant as possible and be between 0,00025/s and 0,0025/s, if the upper and lower yield strengths are determined during the same test. It is also specified not to exceed 0,008/s to obtain tensile strength in plastic range. The reason for the rate specification is to exclude the influence of non-equilibrium condition in the material transformation. However, the thermal response time constant of microcomponents in thin film shape is much smaller than that of ordinary materials. The thermal influence by material transformation is rapidly reduced by the thermal equilibrium to external circumstance. Consequently, equilibrium condition by the material transformation is kept with a higher rate of straining than that for ordinary test pieces.

On the other hand, a thin film test piece has a small length. It is required to reduce test speed of the testing machine in order to realize the same rate of straining for ordinary test piece, since thin film test pieces have small lengths. It becomes difficult to guarantee the same rate of straining with high accuracy.

The rate of straining is recommended to be under 0,01/s and be kept as constant as possible from the consideration of inertia and accuracy of measured values, and measuring time, though it may be permitted to be above 0,01/s.

To realize the above low displacement rate, either piezoelectric actuators, an optical stage driven by an automatic actuator, or a magnetostrictive actuator is used as a tensile force loading method.

B.2 Load cell accuracy

The load cell with the full scale, which is smaller than five times the ultimate tensile strength, shall be used in case the accuracy of the load cell is equal to or less than 1 % of the full scale.

B.3 Elongation measurement

As the methods to measure optically elongation displacement of the gauge length with a non-contacting method, there are methods which utilize the interference light of the reflected light obtained by irradiation of laser to the gauge mark, and simultaneous sensing of two gauge marks by a double-field-of-view microscope, which takes in two distant gauge marks into one screen.

As an alternative to the optical measurement method, a differential method is used for test pieces without gauge marks. In this method, two test pieces that are different in their parallel part length but have same shapes and dimensions are tensile-tested. The net elongation of the parallel part can be calculated from the difference between the total elongations of the two test pieces that are measured as the loading stage displacement. However, this method should be applied only within the case where the fabrication or direct observation of the gauge mark is difficult, since two independent experimental errors are added in this method.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annexe C
(informative)

Éprouvette d'essai

C.1 Forme plane de l'éprouvette d'essai

Bien qu'il n'y ait pas de spécification de forme dans les normes internationales conventionnelles (IS) pour les éprouvettes d'essai en couches micro minces spécifiées dans cette norme internationale, il convient de réduire proportionnellement la forme de l'éprouvette d'essai à la forme de l'éprouvette d'essai spécifiée dans les normes conventionnelles.

Dans l'ISO 6892, l'éprouvette d'essai non proportionnelle (éprouvette d'essai ISO de type 1) d'épaisseur a, comprise entre 0,1 mm et 0,3 mm, est spécifiée comme ayant une largeur b de 12,5 mm, une longueur parallèle L_c de 75 mm, et une longueur de calibre d'origine L_o de 50 mm. La longueur parallèle, L_c, est définie comme n'étant pas inférieure à $L_o + b/2$. La longueur de calibre est de quatre fois la largeur de l'éprouvette d'essai.

D'autre part, l'éprouvette d'essai proportionnelle d'une épaisseur supérieure à 3 mm est spécifiée comme satisfaisant à la relation $L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$, où S_o est la section transversale de l'éprouvette d'essai. Dans ce cas, L_o / b est inférieure à deux dans la condition de b/a > 8.

Par exemple, en prenant pour hypothèse une largeur de 20 μm et une épaisseur de 2 μm comme dimensions typiques pour l'éprouvette d'essai en couches minces, L_o devient 35,7 μm et cette longueur de calibre originale est d'environ 1,8 fois la largeur de l'éprouvette d'essai. En conséquence, lorsque la longueur de calibre d'origine, L_o, est réglée pour atteindre une valeur supérieure à deux fois la largeur b de l'éprouvette d'essai comme spécifié dans cette norme internationale, la forme de l'éprouvette d'essai est proportionnellement réduite par rapport à celle de la norme internationale conventionnelle. Cette spécification de forme est efficace pour la comparaison des données.

Une claire différence du résultat d'essai ne pourrait pas être observée entre une éprouvette d'essai avec la relation $L_o / b = 5$, et une autre avec la relation $L_o / b = 2$ au cours de l'essai de traction en utilisant des éprouvettes d'essai en couche minces de silicium qui constituent un matériau de micromachine typique. Il est exigé d'examiner la relation entre les structures de matériaux et la distribution des défauts parmi les marques repères pour d'autres matériaux utilisés dans une micromachine.

Lorsque la longueur parallèle, L_c, est grande, la rigidité en flexion de l'éprouvette d'essai y compris la partie de serrage devient faible. Il est alors nécessaire de trouver des procédés tels qu'une fixation de parties de soutien à l'éprouvette d'essai afin d'éviter que l'éprouvette d'essai ne subisse des dommages lors de la manipulation des éprouvettes d'essai en couches minces.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Annex C
(informative)

Test piece

C.1 Plane shape of test piece

Though there is no shape specification in conventional International Standards (IS) to the micro thin film test piece specified in this IS, the test piece shape should be proportionally reduced to the test piece shape specified in conventional standards.

In ISO 6892, a non-proportional test piece (ISO type 1 test piece) between 0,1 mm and 0,3 mm thickness, a, is specified to have 12,5 mm width, b, 75 mm parallel length, L_c, and 50 mm original gauge length, L_o. Parallel length, L_c, is defined not to be less than $L_o + b/2$. The gauge length is four times the test piece width.

On the other hand, the proportional test piece above 3 mm thickness is specified to satisfy the relation $L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$, where S_o is the cross-section of the test piece. In this case, L_o / b is lower than two under the condition that b/a > 8.

For example, assuming 20 μm width and 2 μm thickness as typical dimensions for a thin film test piece, L_o becomes 35,7 μm and this original gauge length is about 1,8 times the test piece width. Consequently, when original gauge length L_o is set to be above two times the test piece width, b, as specified in this IS, the test piece shape is proportionally reduced from that of conventional IS. This shape specification is effective for data comparison.

A clear difference of test result could not be observed between a test piece with the relation $L_o / b = 5$ and one with the relation $L_o / b = 2$ under the tensile testing using silicon thin film test pieces that are typical micromachine material. It is required to investigate the relation between the material structures and defects distribution among gauge marks for other material used in micromachine.

When the parallel length L_c is long, the bending stiffness of the test piece including the gripping part becomes small. Then, some ideas such as attachment of support parts to the test piece are necessary in order to avoid damage to the test piece in handling thin film test pieces.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

C.2 Masque de photogravure pour l'éprouvette d'essai

Il convient de connecter une partie en essai, une partie fixe et une extrémité fixée en utilisant les parties courbes d'une courbure appropriée de sorte de ne pas rompre à une partie autre que la partie en essai par concentration de contraintes. Il faut porter une attention particulière à la méthode graphique du masque de photogravure dans le cas de fabrication de la partie courbe par photolithographie.

La partie courbe est traitée numériquement en écriture de masque de photogravure en général en numérisation par balayage, de sorte que la configuration de courbe réelle devienne des microrenflements. Cette zone peut devenir le point de départ d'une rupture. De ce fait, il est nécessaire de réduire les renflements en tenant compte de la concentration de contraintes. Le balayage vectoriel est recommandé pour l'écriture de la partie courbe.

C.3 Mesure de l'épaisseur de l'éprouvette d'essai

De manière générale, une couche mince de silicium sur la plaquette SOI (silicium sur isolant) et une couche mince métallique sur la plaquette déposée par pulvérisation, CVD (dépôt chimique en phase vapeur) etc., ont un écart d'épaisseur de ±20 %. En conséquence, l'erreur ci-dessus est indiquée dans les résultats d'essai, à moins que l'on ne mesure l'épaisseur de l'éprouvette d'essai pièce par pièce. De ce fait, il convient de mesurer l'épaisseur de toutes les éprouvettes d'essai. Il est recommandé de mesurer l'épaisseur au niveau de la partie parallèle de chaque éprouvette d'essai. Cependant, l'épaisseur mesurée à proximité des éprouvettes d'essai peut être mesurée, lorsqu'il est possible que les éprouvettes d'essai soient endommagées au cours de la procédure de mesure de l'épaisseur ou s'il est difficile de mesurer toutes les éprouvettes d'essai. Dans ces cas, l'estimation de l'épaisseur des éprouvettes d'essai à partir de l'épaisseur mesurée à proximité est exigée. Etant donné que le diamètre type d'une plaquette et la dimension type d'une éprouvette d'essai sont de 100 mm et de 100 μm, respectivement, l'influence de l'écart d'épaisseur sur la précision de mesure de l'épaisseur est réduite à environ ±1 % en effectuant la mesure dans la zone à une distance de l'éprouvette d'essai de 50 fois la dimension type de l'éprouvette d'essai.

$$\pm 20\ \% \times (100\ \mu m \times 50) / 100\ mm = \pm 1\ \%$$

La mesure de l'épaisseur de la couche mince est exigée avec une précision de 1 %. Par exemple, une précision à 1 nm est exigée pour la mesure d'épaisseur de 0,1 μm avec une précision à 1 %. Il est difficile dans les conditions actuelles de mesurer de nombreuses éprouvettes d'essai avec une telle précision. Il convient de porter une attention particulière à l'erreur de mesure de l'épaisseur. Comme méthodes de mesure de l'épaisseur, il convient de choisir une méthode à stylet, des méthodes optiques telles qu'interféromètre et ellipsomètre, ou une méthode à rayonnement X de fluorescence en prenant en considération les caractéristiques de la couche mince.

C.4 Marque repère

Il faut veiller à façonner des configurations de marques repères à partir des deux points de vue suivants. En premier lieu, il s'agit de minimiser l'influence de la rigidité de marques repères elle-même sur le déplacement de l'éprouvette d'essai. En second lieu, il s'agit d'éviter les variations de propriétés du matériau de l'éprouvette d'essai par le procédé de fabrication du modèle de marques repères.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

C.2 Photomask for the test piece

A test part, a fixed part and a gripped end should be connected using curve parts with an appropriate curvature in order not to break at other than the test part by stress concentration. Care must be taken to the writing method of photo mask in the case of fabrication of the curved part by photolithography.

The curve part is treated digitally in photo mask writing in general raster scanning, so that the real curve pattern becomes micro gathers. This area has a possibility to become a starting point of fracture. Therefore, it is required to reduce gathers considering stress concentration. Vector scanning is recommended for the curve part writing.

C.3 Measurement of test piece thickness

Generally speaking, a thin silicon layer on the SOI (Silicon On Insulator) wafer and a thin metal film on the wafer deposited by sputtering, CVD (Chemical Vapour Deposition) etc., have ±20 % thickness deviation. Consequently the above error is included in the test results, unless the thickness of the test piece is measured piece to piece. Therefore, the thickness of all test pieces should be measured. It is recommended that the thickness is measured at the parallel part of each test piece. However, the thickness measured at the vicinity of the test pieces may be used, when there is a possibility that test pieces might be damaged during the thickness measurement procedure or it is difficult to measure all test pieces. In these cases, the estimation of the test piece thickness from the thickness measured at the vicinity is required. Since the typical diameter of a wafer and the typical dimension of a test piece are 100 mm and 100 μm, respectively, the influence of thickness deviation on thickness measurement accuracy is reduced to about ±1 % by measuring within the area apart from the test piece 50 times the typical test piece dimension.

$$\pm 20\ \% \times (100\ \mu m \times 50) / 100\ mm = \pm 1\ \%$$

The thin film thickness measurement with the 1 % accuracy is required. For example, 1 nm accuracy is required for the 0,1 μm thickness measurement with the 1 % accuracy. It is difficult at the present condition to measure many test pieces with such accuracy. Care must be taken to the thickness measuring error. As thickness measuring methods, a stylus method, optical methods such as an interferometer and an ellipsometer, or a fluorescence X-rays method should be selected considering characteristics of the thin film.

C.4 Gauge mark

Care must be taken to fabricate gauge mark patterns from the following two viewpoints. The first point is to minimize the influence of gauge mark stiffness itself on the test piece displacement. The second point is to avoid property change of the test piece material by fabrication process of gauge mark pattern.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

purchasing agent ❑
librarian ❑
researcher ❑
design engineer ❑
safety engineer ❑
testing engineer ❑
marketing specialist ❑
other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

manufacturing ❑
consultant ❑
government ❑
test/certification facility ❑
public utility ❑
education ❑
military ❑
other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

general reference ❑
product research ❑
product design/development ❑
specifications ❑
tenders ❑
quality assessment ❑
certification ❑
technical documentation ❑
thesis ❑
manufacturing ❑
other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

not at all ❑
nearly ❑
fairly well ❑
exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

standard is out of date ❑
standard is incomplete ❑
standard is too academic ❑
standard is too superficial ❑
title is misleading ❑
I made the wrong choice ❑
other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

French text only ❑
English text only ❑
both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ISBN 2-8318-8767-4

ICS 31.080.99

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND