IEC 62047-14

Edition 1.0 2012-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 14: Forming limit measuring method of metallic film materials

Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 14: Méthode de mesure des limites de formage des matériaux à couche métallique

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-88912-938-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

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

CONTENTS

FOREWORD 3
1 Scope 5
2 Normative references 5
3 Terms, definitions and symbols 5
3.1 Terms and definitions 5
3.2 Symbols 6
4 Testing method 6
4.1 General 6
4.2 Equipment 6
4.3 Specimen 7
5 Test procedure and analysis 8
5.1 Test procedure 8
5.2 Data analysis 9
6 Test report 10
Annex A (informative) Principles of the forming limit diagram 11
Annex B (informative) Grid marking method 13
Annex C (informative) Gripping method 15
Annex D (informative) Strain measuring method 17

Figure 1 – Equipment and tools for forming limit tests 7
Figure 2 – Rectangular specimens with six kinds of aspect ratio 8
Figure 3 – Strain for forming limit measurement 9
Figure 4 – Construct the forming limit diagram by plotting the major and minor strains 9
Figure A.1 – Forming limit diagram 11
Figure A.2 – Hemispherical punch for forming limit measurement 11
Figure A.3 – Grid for forming limit measurement 12
Figure A.4 – Loading path of the specimen with various aspect ratios 12
Figure B.1 – Procedure of a photographic grid marking method 13
Figure B.2 – Procedure for an inkjet grid marking method 14
Figure C.1 – Gripping of the specimen using a ring shaped die 15
Figure C.2 – Gripping of the specimen using adhesive bonding 16
Figure D.1 – Set up for strain measurement using digital camera 17
Figure D.2 – Example of pixel converting image of deformed specimen 17

Table 1 – List of letter symbols 6

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 14: Forming limit measuring method of metallic 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62047-14 has been prepared by subcommittee 47F: Micro-electromechanical systems, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47F/108/FDIS	47F/118/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.

A list of all parts of IEC 62047 series, published 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 stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 14: Forming limit measuring method of metallic film materials

1 Scope

This part of IEC 62047 describes definitions and procedures for measuring the forming limit of metallic film materials with a thickness range from 0,5 μm to 300 μm. The metallic film materials described herein are typically used in electric components, MEMS and micro-devices.

When metallic film materials used in MEMS (see 2.1.2 of IEC 62047-1:2005) are fabricated by a forming process such as imprinting, it is necessary to predict the material failure in order to increase the reliability of the components. Through this prediction, the effectiveness of manufacturing MEMS components by a forming process can also be improved, because the period of developing a product can be reduced and manufacturing costs can thus be decreased. This standard presents one of the prediction methods for material failure in imprinting process.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62047-1:2005, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 1: Terms and definitions*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 19
1 Domaine d'application 21
2 Références normatives 21
3 Termes, définitions et symboles 21
3.1 Termes et définitions 21
3.2 Symboles 22
4 Méthode d'essai 22
4.1 Généralités 22
4.2 Matériel 22
4.3 Éprouvette 24
5 Procédure d'essai et analyse 24
5.1 Procédure d'essai 24
5.2 Analyse des données 25
6 Rapport d'essai 26
Annexe A (informative) Principes du diagramme des limites de formage 27
Annexe B (informative) Méthode de marquage de grille 30
Annexe C (informative) Méthode de retenue 32
Annexe D (informative) Méthode de mesure des déformations 34

Figure 1 – Matériel et outils prévus pour les essais des limites de formage 23
Figure 2 – Éprouvettes rectangulaires dotées de six sortes de rapports d'aspect 24
Figure 3 – Déformation liée à la mesure des limites de formage 25
Figure 4 – Élaboration du diagramme des limites de formage par le traçage des déformations principale et secondaire 26
Figure A.1 – Diagramme des limites de formage 27
Figure A.2 – Poinçon hémisphérique en vue de la mesure des limites de formage 28
Figure A.3 – Grille en vue de la mesure des limites de formage 28
Figure A.4 – Chemin de chargement des éprouvettes comportant divers rapports d'aspect 29
Figure B.1 – Procédure à suivre pour une méthode photographique de marquage de grille 30
Figure B.2 – Procédure à suivre pour une méthode de marquage de grille au jet d'encre 31
Figure C.1 – Retenue de l'éprouvette au moyen d'une matrice en forme d'anneau 32
Figure C.2 – Retenue de l'éprouvette au moyen d'un assemblage par collage 33
Figure D.1 – Montage réalisé pour la mesure des déformations au moyen d'un appareil de prise de vue numérique 34
Figure D.2 – Exemple de conversion en pixels de l'image d'éprouvette déformée 34

Tableau 1 – Liste des symboles littéraux 22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 14: Méthode de mesure des limites de formage des matériaux à couche métallique

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62047-14 a été établie par le sous-comité 47F: Systèmes microélectromécaniques, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47F/108/FDIS	47F/118/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62047, publiées 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 stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 14: Méthode de mesure des limites de formage des matériaux à couche métallique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62047 fournit les définitions et décrit les procédures de mesure de la limite de formage des matériaux à couche métallique d'une épaisseur comprise entre 0,5 μm et 300 μm. Les matériaux à couche métallique décrits ci-après sont généralement utilisés dans les composants électriques, les MEMS et les microdispositifs.

Lorsque des matériaux à couche métallique utilisés dans les composants MEMS (voir le 2.1.2 de la CEI 62047-1:2005) sont fabriqués par un procédé de formage tel que l'empreinte, il est nécessaire de prévoir la défaillance des matériaux afin d'accroître la fiabilité des composants. Par le biais de cette prévision, l'efficacité de fabrication des composants MEMS par le procédé de formage peut également être améliorée, car la période d'élaboration d'un produit donné peut être réduite et le coût de fabrication peut ainsi en être diminué. La présente norme présente l'une des méthodes de prévision concernant la défaillance de matériaux lors du procédé d'empreinte.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 62047-1:2005, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 1: Termes et définitions*