



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Semiconductor devices – Flexible and stretchable semiconductor devices –  
Part 4: Fatigue evaluation for flexible conductive thin film on the substrate for  
flexible semiconductor devices**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs souples et  
extensibles –  
Partie 4: Evaluation de la fatigue pour les couches minces conductrices souples  
sur les substrats pour dispositifs à semiconducteurs souples**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-6610-6

**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.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references .....	5
3 Terms and definitions .....	5
4 Test piece .....	6
4.1 Design of test piece .....	6
4.2 Preparation of a test piece .....	7
4.3 Measurement of dimensions .....	7
4.4 Storage prior to testing .....	7
5 Testing method and test apparatus.....	7
5.1 General.....	7
5.2 Test apparatus.....	7
5.3 Method of gripping .....	7
5.4 Bending test.....	8
5.5 Dynamic bending fatigue test.....	8
5.6 Static bending fatigue test.....	8
5.7 Bending fatigue test of flexible substrate.....	8
5.8 Speed of bending fatigue test .....	8
6 Test.....	8
6.1 Test procedure.....	8
6.2 Failure criterion (test termination) .....	9
6.3 Test environments .....	9
6.4 Recorded data .....	9
7 Test report.....	9
Annex A (informative) Various bending fatigue testers .....	10
Bibliography.....	13
Figure A.1 – Bending fatigue tester using curved mandrel and roller .....	10
Figure A.2 – Cyclic mandrel bending tester.....	11
Figure A.3 – Collapsing radius bending fatigue tester .....	11
Figure A.4 – X-Y- $\theta$ bending fatigue test method .....	11
Figure A.5 – Schematic of the bending fatigue test .....	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –  
FLEXIBLE AND STRETCHABLE SEMICONDUCTOR DEVICES –**

**Part 4: Fatigue evaluation for flexible conductive thin film  
on the substrate for flexible semiconductor devices**

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 62951-4 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
47/2531/FDIS	47/2549/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62951 series, published under the general title *Semiconductor devices – Flexible and stretchable semiconductor devices*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## **SEMICONDUCTOR DEVICES – FLEXIBLE AND STRETCHABLE SEMICONDUCTOR DEVICES –**

### **Part 4: Fatigue evaluation for flexible conductive thin film on the substrate for flexible semiconductor devices**

#### **1 Scope**

This part of IEC 62951 specifies an evaluation method of the bending fatigue properties of conductive thin film and flexible substrate for the application at flexible semiconductor devices. The films include any films deposited or bonded onto a non-conductive flexible substrate such as thin metal film, transparent conducting electrode, and thin silicon film used for flexible semiconductor devices. The electrical and mechanical behaviours of films on the substrate are evaluated. The fatigue test methods include dynamic bending fatigue test and static bending fatigue test.

#### **2 Normative references**

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62047-2:2006, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 2: Tensile testing method of thin film materials*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	15
1 Domaine d'application .....	17
2 Références normatives .....	17
3 Termes et définitions .....	17
4 Eprouvette .....	18
4.1 Conception de l'éprouvette .....	18
4.2 Préparation d'une éprouvette .....	19
4.3 Mesurage des dimensions .....	19
4.4 Stockage avant les essais .....	19
5 Méthode d'essai et appareillage d'essai .....	19
5.1 Généralités .....	19
5.2 Appareillage d'essai .....	19
5.3 Méthode de serrage .....	20
5.4 Essai de courbure .....	20
5.5 Essai de fatigue en flexion dynamique .....	20
5.6 Essai de fatigue en flexion statique .....	20
5.7 Essai de fatigue en flexion d'un substrat souple .....	20
5.8 Vitesse de l'essai de fatigue en flexion .....	20
6 Essai .....	21
6.1 Mode opératoire .....	21
6.2 Critère de défaillance (fin de l'essai) .....	21
6.3 Environnements d'essai .....	21
6.4 Données enregistrées .....	21
7 Rapport d'essai .....	21
Annexe A (informative) Différents appareillages d'essai de fatigue en flexion .....	23
Bibliographie .....	26
Figure A.1 – Appareillage d'essai de fatigue en flexion utilisant un mandrin courbe et des rouleaux .....	23
Figure A.2 – Appareillage d'essai de courbure cyclique à mandrin .....	24
Figure A.3 – Appareillage d'essai de fatigue en flexion à rayon d'écrasement .....	24
Figure A.4 – Méthode d'essai de fatigue en flexion X-Y- $\theta$ .....	24
Figure A.5 – Schéma de l'essai de fatigue en flexion .....	25

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS SOUPLES ET EXTENSIBLES –

#### Partie 4: Evaluation de la fatigue pour les couches minces conductrices souples sur les substrats pour dispositifs à semiconducteurs souples

##### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62951-4 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2531/FDIS	47/2549/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62951 publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs souples et extensibles* peut être consultée sur le site internet de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**



## **DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS SOUPLES ET EXTENSIBLES –**

### **Partie 4: Evaluation de la fatigue pour les couches minces conductrices souples sur les substrats pour dispositifs à semiconducteurs souples**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 62951 spécifie une méthode d'évaluation des propriétés de fatigue en flexion des couches souples conductrices et des substrats souples pour l'application à des dispositifs semiconducteurs souples. Les couches comprennent toute couche déposée ou collée sur un substrat souple non conducteur telle qu'une couche métallique mince, une électrode conductrice transparente et une couche de silicium mince utilisée pour des dispositifs à semiconducteurs souples. L'évaluation porte sur les comportements électriques et mécaniques des couches sur les substrats. Les méthodes d'essai de fatigue comprennent l'essai de fatigue en flexion dynamique et l'essai de fatigue en flexion statique.

#### **2 Références normatives**

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62047-2:2006, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 2: Méthode d'essai de traction des matériaux en couche mince*