

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Flexible and stretchable semiconductor devices –
Part 5: Test method for thermal characteristics of flexible materials**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs souples et
extensibles –
Partie 5: Méthode d'essai pour les caractéristiques thermiques des matériaux
souples**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-6611-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Testing method.....	6
4.1 General.....	6
4.2 Test apparatus.....	7
4.3 Test procedures.....	13
4.3.1 General	13
4.3.2 Substrate specimen	13
4.3.3 Thin-film specimen	14
4.4 Report of results	14
Annex A (informative) Example of 3D design of thermoreflectance thermometry	15
Bibliography.....	16
Figure 1 – Thermoreflectance signals of substrate and thin-film materials as functions of temperature	7
Figure 2 – Reflectance vs. temperature of silicon thin-films (thicknesses of 1,62 μm, 1,64 μm, and 1,67 μm) for the wavelength of 633 nm.....	7
Figure 3 – Schematic of thermoreflectance thermometry with one laser source that is used for calibration	8
Figure 4 – Schematic of thermoreflectance thermometry with one laser source that is used for measurement	9
Figure 5 – Schematic of thermoreflectance thermometry with two lasers of different wavelengths used for calibration	10
Figure 6 – Schematic of thermoreflectance thermometry with two lasers of different wavelengths used for measurement	11
Figure 7 – Optical reflectance of a silicon thin-film (1,526 μm) at 532 nm and 633 nm as a function of temperature	12
Figure 8 – Reflectance ratio of a silicon thin-film as a function of temperature ($\lambda_1 = 633$ nm and $\lambda_2 = 532$ nm).....	12
Figure 9 – Suspended bending or uniaxial stretching of flexible or stretchable semiconductor materials	13
Figure A.1 – 3D design of dual wavelength thermoreflectance setup.....	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 5: Test method for thermal characteristics of flexible 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 62951-5 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
47/2534/FDIS	47/2543/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 5: Test method for thermal characteristics of flexible materials

1 Scope

This part of IEC 62951 specifies the test method for thermal characteristics of flexible materials. This document includes terms, definitions, symbols, and test methods that can be used to evaluate and determine thermal characteristics of flexible materials for practical use. The measurement method relies on non-contact optical thermometry that is based on temperature dependent optical reflectance. This document is applicable to both substrate and thin-film flexible semiconductor materials that are subjected to bending and stretching.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Références normatives	21
3 Termes et définitions	21
4 Méthode d'essai	22
4.1 Généralités	22
4.2 Appareillage d'essai.....	23
4.3 Procédures d'essai	29
4.3.1 Généralités	29
4.3.2 Eprouvette en substrat.....	29
4.3.3 Eprouvette en couche mince.....	30
4.4 Consignation des résultats dans un rapport	31
Annexe A (informative) Exemple de modélisation 3D de la thermométrie par thermoréflectance	32
Bibliographie.....	33
Figure 1 – Evolution de la thermoréflectance des matériaux en substrat et en couche mince en fonction de la température	23
Figure 2 – Facteur de réflexion des matériaux en couche mince de silicium (épaisseurs de 1,62 μm , 1,64 μm et 1,67 μm) à la longueur d'onde de 633 nm, en fonction de la température	23
Figure 3 – Représentation schématique de la thermométrie par thermoréflectance exploitant une seule source laser pour l'étalonnage	24
Figure 4 – Représentation schématique de la thermométrie par thermoréflectance exploitant une seule source laser pour la mesure.....	25
Figure 5 – Représentation schématique de la thermométrie par thermoréflectance exploitant deux lasers de longueurs d'onde différentes pour l'étalonnage	26
Figure 6 – Représentation schématique de la thermométrie par thermoréflectance exploitant deux lasers de longueurs d'onde différentes pour la mesure	27
Figure 7 – Facteur de réflexion optique du silicium en couche mince (1,526 μm) à une longueur d'onde de 532 nm et 633 nm, en fonction de la température.....	28
Figure 8 – Rapport de réflectance du silicium en couche mince en fonction de la température ($\lambda_1 = 633 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 532 \text{ nm}$).....	28
Figure 9 – Contrainte de courbure par suspension ou d'étirement uniaxial exercée sur les matériaux semiconducteurs souples ou étirables.....	29
Figure A.1 – Modélisation 3D de la configuration à deux longueurs d'onde pour la thermoréflectance	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

**Partie 5: Méthode d'essai pour les caractéristiques
thermiques des matériaux souples**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62951-5 a été établie par le comité d'études 47: Dispositifs à semiconducteurs.

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

FDIS	Rapport de vote
47/2534/FDIS	47/2543/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 web 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. A 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 5: Méthode d'essai pour les caractéristiques thermiques des matériaux souples

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62951 spécifie la méthode d'essai pour les caractéristiques thermiques des matériaux souples. Le présent document inclut les termes, définitions, symboles et méthodes d'essai pouvant être utilisés pour évaluer et déterminer les caractéristiques thermiques des matériaux souples, dans le contexte d'une utilisation pratique. La méthode de mesure s'appuie sur la thermométrie optique sans contact, qui est elle-même basée sur le facteur de réflexion optique, qui dépend de la température. Le présent document s'applique aux semiconducteurs souples en substrat et en couche mince, qui sont soumis à des contraintes de courbure et d'étirement.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.