



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Flexible and stretchable semiconductor devices –
Part 6: Test method for sheet resistance of flexible conducting films**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs à semiconducteurs souples
et extensibles –
Partie 6: Méthode d'essai pour la résistance de couche des couches
conductrices souples**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-6871-1

**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	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Atmospheric conditions for evaluation and conditioning	7
5 In situ measurements using 2-point probe method	8
5.1 General.....	8
5.2 Sample preparation.....	8
5.3 Test methods	8
5.3.1 Test apparatus	8
5.3.2 Measurement and data analysis	9
5.4 Report of results	9
6 Uniformity measurement using 4-point probe method	10
6.1 General.....	10
6.2 Test methods	10
6.2.1 Test apparatus	10
6.2.2 Measurement and data analysis	10
6.3 Report of results	11
7 Anisotropic measurement using the Montgomery method	12
7.1 General.....	12
7.2 Test methods	12
7.2.1 Test apparatus	12
7.2.2 Measurement and data analysis	12
7.3 Report of results	13
Annex A (informative) Bending tests	14
Annex B (informative) 4-point probe measurements	15
B.1 General.....	15
B.2 Correction for finite sample size.....	15
B.3 Correction factors accounting for finite size probe tips	20
Annex C (informative) Montgomery method.....	22
C.1 General.....	22
C.2 Sample preparation.....	22
C.3 Measurement of sheet resistance of isotropic sample	23
C.4 Measurement of anisotropic sheet resistance.....	24
Bibliography.....	25
Figure 1 – Possible electric connection of 2-point probe measurement	8
Figure 2 – Gauge section of bending test.....	9
Figure 3 – Example of measuring positions.....	11
Figure 4 – Direction of bending and collinear probes.....	11
Figure 5 – Resistance measurement with the Montgomery method	13
Figure A.1 – Two common bending test methods for flexible substrates	14
Figure B.1 – Schematic diagram of 4-point probe.....	15
Figure B.2 – Correction factor of square sample depending on length/probe spacing [2]	17

Figure B.3 – Correction factor depending on measuring position when collinear probes are directed vertically.....	18
Figure B.4 – Correction factor depending on measuring position when collinear probes are directed horizontally.....	18
Figure B.5 – Correction factor, f depending on measuring positions and direction of collinear probes	19
Figure B.6 – Example of probe with a finite contact diameter (e.g. 2mm) comparable to inter-distance between probes (e.g. 5 mm)	20
Figure B.7 – Dimensional sketch of probe with a finite contact diameter	21
Figure C.1 – Possible contact placements of square or rectangular sample	22
Figure C.2 – Correction factors for finite contact size on resistivity measurement [4]	23
Figure C.3 – Resistance measurement of Montgomery method	24

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 6: Test method for sheet resistance of flexible conducting films

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 62951-6 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
47/2547/FDIS	47/2566/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 6: Test method for sheet resistance of flexible conducting films

1 Scope

This part of IEC 62951 specifies terms, as well as the test method and report of sheet resistance of the flexible conducting film under bending and folding tests. The measurement methods include the 2-point probe, 4-point probe and Montgomery method, which can be applied to in-situ and ex-situ measurement and the measurements of anisotropic sheet resistance.

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.

ISO 291:2008, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	30
4 Conditions atmosphériques pour l'évaluation et le conditionnement.....	31
5 Mesurage sur site en utilisant la méthode de la sonde 2 points.....	32
5.1 Généralités	32
5.2 Préparation de l'échantillon.....	32
5.3 Méthodes d'essai.....	33
5.3.1 Appareillage d'essai	33
5.3.2 Mesurage et analyse des données.....	33
5.4 Consignation des résultats dans un rapport	34
6 Mesurage de l'uniformité en utilisant la méthode de la sonde 4 points	34
6.1 Généralités	34
6.2 Méthodes d'essai	34
6.2.1 Appareillage d'essai	34
6.2.2 Mesurage et analyse des données.....	35
6.3 Consignation des résultats dans un rapport	36
7 Mesurage anisotrope en utilisant la méthode de Montgomery	36
7.1 Généralités	36
7.2 Méthodes d'essai	36
7.2.1 Appareillage d'essai	36
7.2.2 Mesurage et analyse des données.....	37
7.3 Consignation des résultats dans un rapport	38
Annexe A (informative) Essais de courbure.....	39
Annexe B (informative) Mesurages avec une sonde 4 points.....	40
B.1 Généralités	40
B.2 Correction pour une taille finie d'échantillon.....	40
B.3 Facteurs de correction tenant compte de la taille finie des pointes de sonde.....	45
Annexe C (informative) Méthode de Montgomery	47
C.1 Généralités	47
C.2 Préparation de l'échantillon.....	47
C.3 Mesurage de la résistance de couche d'un échantillon isotrope	48
C.4 Mesurage de la résistance de couche anisotrope	49
Bibliographie.....	50
Figure 1 – Raccordement électrique possible pour un mesurage avec une sonde 2 points.....	32
Figure 2 – Section de référence de l'essai de courbure.....	34
Figure 3 – Exemple de positions de mesurage	35
Figure 4 – Direction de courbure et orientation des sondes colinéaires	36
Figure 5 – Mesurage de la résistance par la méthode de Montgomery	38
Figure A.1 – Deux méthodes d'essai de courbure courantes pour les substrats souples	39
Figure B.1 – Représentation schématique d'une sonde 4 points.....	40

Figure B.2 – Facteur de correction de l'échantillon carré selon sa longueur/l'espacement des sondes [2]	42
Figure B.3 – Facteur de correction selon la position de mesurage lorsque les sondes colinéaires sont orientées verticalement	43
Figure B.4 – Facteur de correction selon la position de mesurage lorsque les sondes colinéaires sont orientées horizontalement	43
Figure B.5 – Facteur de correction, f , selon les positions de mesurage et l'orientation des sondes colinéaires	44
Figure B.6 – Exemple de sonde avec un diamètre de contact fini (par exemple 2 mm) comparable à la distance entre les sondes (par exemple 5 mm)	45
Figure B.7 – Schéma dimensionnel d'une sonde avec un diamètre de contact fini.....	46
Figure C.1 – Positionnements possibles des contacts d'un échantillon carré ou rectangulaire.....	47
Figure C.2 – Facteurs de correction pour la taille de contact finie lors du mesurage de la résistivité [4]	48
Figure C.3 – Mesurage de la résistance par la méthode de Montgomery.....	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS SOUPLES ET EXTENSIBLES –

Partie 6: Méthode d'essai pour la résistance de couche des couches conductrices 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 62951-6 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
47/2547/FDIS	47/2566/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 6: Méthode d'essai pour la résistance de couche des couches conductrices souples

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62951 spécifie les termes, ainsi que la méthode et le rapport d'essai de la résistance de couche d'une couche conductrice souple soumise à des essais de courbure et de pliage. Les méthodes de mesurage comprennent la méthode de la sonde 2 points, la méthode de la sonde 4 points et la méthode de Montgomery, qui peuvent être appliquées à un mesurage sur site ou hors site et aux mesurages de résistance de couche anisotrope.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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).

ISO 291:2008, *Plastiques – Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*