

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –
Part 7: Internal moisture content measurement and the analysis of other residual
gases**

**Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes essais mécaniques et climatiques –
Partie 7: Mesure de la teneur en humidité interne et analyse des autres gaz
résiduels**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60749-7

Edition 2.0 2011-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –
Part 7: Internal moisture content measurement and the analysis of other residual
gases**

**Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes essais mécaniques et climatiques –
Partie 7: Mesure de la teneur en humidité interne et analyse des autres gaz
résiduels**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.080.01

ISBN 978-2-88912-532-6

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Test apparatus	5
4.1 Mass spectrometer method	5
4.2 Mass spectrometer	5
4.2.1 Spectra range.....	5
4.2.2 Detection limit	6
4.2.3 System calibration	6
4.2.4 Calibration for other gases	6
4.2.5 Daily calibration check.....	7
4.2.6 Substitution	7
4.2.7 Precision tuning.....	7
4.2.8 Record keeping	7
4.3 Vacuum opening chamber	7
4.4 Piercing arrangement	7
4.5 Pressure-sensing device	7
5 Procedure	8
6 Failure criteria	9
7 Implementation.....	9
8 Summary	10
Bibliography.....	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR DEVICES –
MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –****Part 7: Internal moisture content measurement
and the analysis of other residual gases**

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 60749-7 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002 and constitutes a technical revision. This second edition has been completely re-written so as to align it with the text of the latest versions of MIL-STD-750, method 1018 and MIL-STD-883, method 1018.

The main change is the removal of the two alternative methods formerly designated method 2 and method 3.

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

FDIS	Report on voting
47/2087/FDIS	47/2098/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 in the IEC 60749 series, under the general title *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods*, 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 – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 7: Internal moisture content measurement and the analysis of other residual gases

1 Scope

This International Standard specifies the testing and measurement of water vapour and other gas content of the atmosphere inside a metal or ceramic hermetically sealed device. The test is used as a measure of the quality of the sealing process and to provide information about the long-term chemical stability of the atmosphere inside the package. It is applicable to semiconductor devices sealed in such a manner but generally only used for high reliability applications such as military or aerospace. This test is destructive.

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.

None

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

parts per million by volume

ppmv

the concentration of one substance in another substance expressed as a ratio of parts of the one substance in a million parts of the other substance, measured by volume

4 Test apparatus

4.1 Mass spectrometer method

This method measures the water vapour content of the device atmosphere by mass spectrometry. The apparatus is detailed below.

4.2 Mass spectrometer

The mass spectrometer shall be capable of meeting the requirements of 4.2.1 to 4.2.2 and shall be calibrated in accordance with 4.2.3 to 4.2.8.

4.2.1 Spectra range

The mass spectrometer shall be capable of reading a minimum spectra range of 1 AMU to 100 AMU (atomic mass units).

4.2.2 Detection limit

The mass spectrometer shall be capable of reproducibly detecting the specified moisture content for a given volume package with a signal-to-noise ratio of 20:1 (i.e. for a specified limit of 5 000 ppmv, 0,01 ml, the mass spectrometer shall demonstrate a 250 ppmv minimum detection limit to moisture for a package volume of 0,01 ml). The smallest volume shall be considered the worst case.

4.2.3 System calibration

The mass spectrometer shall be calibrated annually with a moisture level in the 4 500 ppmv to 5 500 ppmv range, with a moisture level in the 2 000 ppmv to 3 000 ppmv range and with a moisture level in the 7 000 ppmv to 8 000 ppmv range using the same sensitivity factor. This calibration needs to be performed for each calibrator volume to demonstrate a linear response and to detect offset. A minimum of three data points for each moisture level shall be collected. Package simulators which have the capability of generating at least three known volumes of gas $\pm 10\%$ on a repetitive basis by means of a continuous sample volume purge of known moisture content $\pm 5\%$ shall be used. Moisture content shall be established by the standard generation techniques (i.e. double pressure, divided flow, or cryogenic method). The dew point hygrometer shall be recalibrated a minimum of once a year using equipment traceable to national standards or by a suitable commercial calibration services laboratory using equipment traceable to national standards. The dew point hygrometer shall be capable of measuring the dew point temperature to within an accuracy of $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. The system shall have a pressure sensor to measure the pressure in line with the temperature dew point sensor to an accuracy of $\pm 300\text{ Pa}$ for the range of pressure being used. In addition, the test laboratory shall have a procedure to calculate the concentration of moisture, in units of parts per million by volume, from the dew point temperature measurement and the pressure measurement. Gas analysis results obtained by this method shall be considered valid only in the moisture range or limit bracketed by at least two (volume or concentration) calibration points (i.e. 5 000 ppmv between 0,01 ml to 0,1 ml or 1 000 ppmv to 5 000 ppmv between 0,01 ml to 0,1 ml). A best fit curve shall be used between volume calibration points. Systems not capable of bracketing may use an equivalent procedure as approved by the customer or certifying body. Corrections of sensitivity factors deviating greater than 10 % from the mean between calibration points shall be required.

NOTE It is recommended that the percentage of water vapour contained in a gas flowing through the gas humidifier be compared to the dew point sensor reading for accuracy of the sensor. The following equation may be used to calculate the per cent of water vapour contained in a gas flowing through the gas humidifier.

$$\%H_2O = \frac{100 (P_v)}{P_g + P_a} \quad (1)$$

where

P_v is the vapour pressure of water in the GPH based on water temperature in degrees celsius ($^{\circ}\text{C}$);

P_g is the gauge pressure;

P_a is the atmospheric pressure.

4.2.4 Calibration for other gases

Calibration shall be required for all gases found in concentrations greater than 0,01 % by volume. As a minimum, this shall include all gases listed in Item b) of Clause 5. The applicable gases shall be calibrated at approximately 1 % concentrations requirements, with the exception of the following:

- fluorocarbons, which may use a concentration of approximately 200 ppmv;
- ammonia, which may use a concentration of approximately 200 ppmv;
- hydrogen, which may use a concentration of approximately 200 ppmv;
- nitrogen, which may use a concentration of approximately 80 %;
- helium, which may use a concentration of approximately 10 %; and

- oxygen, which may use a concentration of approximately 20 %.

4.2.5 Daily calibration check

The system calibration shall be checked on the day of test prior to any testing. This shall include checking the calibration by admitting a sample with a moisture level in the 4 500 ppmv to 5 500 ppmv range at the required volumes and comparing the result with the dew point hygrometer. The resulting moisture reading shall be within 250 ppmv of the moisture level in the calibration sample. Calibration performed on the day of test prior to any testing may be substituted for this calibration check. Calibration records shall be kept on a daily basis.

NOTE Equipment error needs to be determined and subtracted from the allowed maximum deviation of 250 ppmv. The calibration check shall be performed using the same conditions used for testing devices (e.g. background pressure, background environment, time between sample inlets, package simulator volume, etc.).

4.2.6 Substitution

Any calibration performed on the day of test, and prior to any testing may be substituted for this calibration check.

4.2.7 Precision tuning

Precision tuning shall be performed following significant maintenance or repair of the ion source.

4.2.8 Record keeping

A record of all changes made to the sensitivity factors shall be maintained.

4.3 Vacuum opening chamber

The test apparatus shall incorporate a vacuum opening chamber which can contain the device and a vacuum transfer passage connecting the device to the mass spectrometer according to 4.2. A vacuum transfer passage shall efficiently (without significant loss of moisture from adsorption) transfer the gas from the device to the mass spectrometer ion source for measurement.

For initial certification of systems or extension of suitability, device temperature on systems using an external fixture shall be characterized by placing a thermocouple into the cavity of a blank device of similar mass, internal volume, construction, and size. This shall be a means for proving the device temperature that has been maintained at $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for the minimum 10 min. This also applies to devices prebaked in an external oven but tested with the external fixture to adjust for any temperature drop during the transfer. These records shall be maintained by the test laboratory.

4.4 Piercing arrangement

The test apparatus shall contain a piercing arrangement functioning within the opening chamber or transfer passage according to 4.3, which can pierce the specimen housing (without breaking the mass spectrometer chamber vacuum and without disturbing the package sealing medium), thus allowing the specimen's internal gases to escape into the chamber and mass spectrometer.

NOTE A sharp-pointed piercing tool, actuated from outside the chamber wall via a bellows to permit movement is used to pierce both metal and ceramic packages. For ceramic packages, or devices with thick metal lids, the package lid or cover should be locally thinned by abrasion to facilitate localized piercing.

4.5 Pressure-sensing device

A pressure-sensing device shall be located in the transfer passage to measure the pressure rise in the transfer passage during the test. This pressure sensor is used to read a relative pressure change when the device is punctured. This relative pressure change indicates the

relative quantity of gas in the device when comparing the test results of one device to another device. The significance of the reading is not intended to be absolute. Although the pressure gauge reading is reported, the pressure gauge is for indication only.

5 Procedure

All devices shall be pre-baked for 16 h to 24 h at $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ prior to the test. Ovens shall have a means to indicate if a power interruption occurs during the pre-baking period and for how long the temperature drops below $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Devices whose temperature drops below $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ for more than 1 h shall undergo another pre-bake to begin a minimum of 12 h later.

A maximum 5 min transfer time from pre-bake to hot insertion into apparatus shall be allowed. If 5 min is exceeded, the device shall be returned to the pre-bake oven and pre-bake continued until device reaches $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The system shall be maintained at a stable temperature equal to or above the device temperature. The fixturing in the vacuum opening chamber shall position the specimen as required by the piercing arrangement according to 4.4 and maintain the device at $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ for a minimum of 10 min prior to piercing.

After device insertion, the device and chamber shall be pumped down and baked out at a temperature of $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ until the background pressure level will not prevent achieving the specified measurement accuracy and sensitivity. The background vacuum spectra shall be acquired and shall later be subtracted from the sample spectra. After pump down, the device case or lid shall be punctured and the following properties of the released gases shall be measured using the mass spectrometer.

- a) The water-vapour content of the released gases, as a percent by unit volume or ppmv of the total gas content.
- b) The proportions (by volume) of the other following gases: nitrogen, helium, Mass 69 (fluorocarbons), oxygen, argon, hydrogen, carbon dioxide, methane, ammonia, and other solvents, if available. Calculations shall be made and reported on all gases present. Data reduction shall be performed in a manner, which will preclude the cracking pattern interference from other gas species in the calculations of moisture content. Data shall be corrected for any system dependent matrix effects such as the presence of hydrogen in the internal ambient.
- c) The increase in chamber pressure as the gases are released by piercing the device package. A pressure change of $\pm 25\%$ from expected for that package volume and pressurization may indicate that
 - the puncture was not fully accomplished,
 - the device package was not sealed hermetically, or
 - does not contain the normal internal pressure.
- d) The test laboratory should provide comments describing the spectra of unknowns or gases that are present but not in sufficient concentration to be identified or quantified with reasonable certainty.
- e) If the test laboratory has reason to believe that the test results may be invalid due to reasons such as improper puncture of the device or equipment malfunction, the results shall be reported as 'no test' with additional comments provided. The device may be replaced with another.

NOTE The device should be hermetic in accordance with IEC 60749-8, and free from any surface contaminants which may interfere with accurate water vapour content measurement. The internal gas analysis laboratory is not required to test for hermeticity in accordance with IEC 60749-8. It is recommended that samples submitted for testing should include information about the manufacturing process, including sealing pressure, sealing gas, free internal cavity volume, lid thickness at puncture site, lid material, and the location of the puncture site.

6 Failure criteria

The failure criteria are as follows.

- a) A device shall be considered a failure if the water vapour content exceeds 5 000 ppmv, unless otherwise detailed in the relevant procurement specification;
- b) A device shall be considered a failure if the content of other gases exceeds the maximum value detailed in the relevant procurement specification;
- c) A device being tested in a batch system which exhibits an abnormally low total gas content, as defined in Item c) of Clause 5, shall constitute a hermeticity failure not an internal gas analysis failure. Such a device may be replaced by another device from the same population; if the replacement device exhibits normal total gas content for its type, neither it nor the original device shall constitute a failure for this cause.

7 Implementation

Suitability for performing analysis using this test method is granted by the qualifying authority for specific limits and volumes. The calibration procedures and the suitability survey of this test method are designed to guarantee $\pm 20\%$ lab-to-lab correlation in making a determination whether the sample passes or fails the specified limit. Water vapour contents reported either above or below the range of suitability are not certified as correlatable values. This out of specification data has meaning only in a relative sense and only when one laboratory's results are being compared. The specification limit of 5 000 ppmv shall apply to all package volumes (unless otherwise specified), with the following correction factors permitted, to be used by the manufacturer provided they are documented and shown to be applicable:

- a) For package volumes less than 0,01 ml internal free volume which are sealed while heated in a furnace:

$$C_T = \frac{T_r + 273}{T_s + 273} \quad (2)$$

where

C_T is the correction factor (temperature);

T_r is the room temperature (°C);

T_s is the sealing temperature (°C).

- b) For package volumes of any size sealed under vacuum conditions:

$$C_P = \frac{P_s}{P_a} \quad (3)$$

where

C_P is the correction factor (pressure);

P_s is the sealing pressure;

P_a is the atmospheric pressure.

The correction factor, if used, shall be applied as follows:

$$\text{Water vapour (corrected)} = \text{water vapour (measured)} \times C_X;$$

where

C_X is the applicable correction factor.

8 Summary

The following details shall be specified in the applicable procurement document:

- the maximum allowable water vapour content, if other than 5 000 ppmv and (where applicable) the maximum allowable content of other gases (see Clause 6).

Bibliography

IEC 60749-8, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 8: Sealing*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	13
1 Domaine d'application	15
2 Références normatives	15
3 Termes et définitions	15
4 Appareillage d'essai	15
4.1 Méthode du spectromètre de masse	15
4.2 Spectromètre de masse.....	15
4.2.1 Gamme de spectres	16
4.2.2 Limite de détection	16
4.2.3 Étalonnage du système	16
4.2.4 Étalonnage pour d'autres gaz	17
4.2.5 Vérification journalière de l'étalonnage	17
4.2.6 Substitution	17
4.2.7 Réglage de la précision	17
4.2.8 Tenue des documents	17
4.3 Enceinte de perçage	17
4.4 Piercing arrangement	18
4.5 Dispositif sensible à la pression	18
5 Procédure	18
6 Critères de défaillance.....	19
7 Mise en œuvre	19
8 Résumé.....	20
Bibliographie.....	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – MÉTHODES ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES –

Partie 7: Mesure de la teneur en humidité interne et analyse des autres gaz résiduels

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 60749-7 a été établie par le comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002, dont elle constitue une révision technique. Cette seconde édition a été complètement remaniée de manière à l'aligner sur le texte des dernières versions de la MIL-STD-750, méthode 1018 et la MIL-STD-883, méthode 1018.

La modification principale est la suppression des deux méthodes alternatives, anciennement désignées méthode 2 et méthode 3.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47/2087/FDIS	47/2098/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 60749 publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essai mécaniques et climatiques* peut être trouvée sur le site internet 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 – MÉTHODES ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES –

Partie 7: Mesure de la teneur en humidité interne et analyse des autres gaz résiduels

1 Domaine d'application

Cette norme internationale spécifie les essais et les mesures de la teneur en vapeur d'eau et en autres gaz de l'atmosphère à l'intérieur d'un dispositif métallique ou céramique scellé hermétiquement. L'essai est utilisé en tant que mesure de la qualité du procédé de scellement et en vue de fournir des informations sur la stabilité chimique à long terme de l'atmosphère à l'intérieur du boîtier. Il est applicable à tous les dispositifs à semiconducteurs scellés de cette manière mais généralement réservés pour les applications à haute fiabilité comme dans les domaines militaire et spatial. Le présent essai est destructif.

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).

Aucune

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants sont applicables.

3.1

**parties par million en volume
ppmv**

concentration d'une substance dans une autre substance exprimée comme un rapport des parties d'une substance dans un million de parties de l'autre substance, mesurée en volume

4 Appareillage d'essai

4.1 Méthode du spectromètre de masse

Cette Méthode mesure la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère du dispositif en utilisant la spectrométrie de masse. L'appareillage est détaillé ci-dessous.

4.2 Spectromètre de masse

Le spectromètre de masse doit être en mesure de remplir les exigences 4.2.1 à 4.2.2 et doit être étalonné conformément à 4.2.3 à 4.2.8.

4.2.1 Gamme de spectres

Le spectromètre de masses doit être en mesure de lire une gamme de spectres minimum comprise 1 AMU to 100 AMU¹ (unités de masse atomique).

4.2.2 Limite de détection

Un spectromètre de masse doit assurer la reproductibilité pour la détection de la teneur en humidité spécifiée pour un boîtier d'un volume donné avec un rapport signal/bruit de 20:1 (c'est à dire, pour une limite spécifiée de 5 000 ppmv, 0,01 ml, le spectromètre de masse doit montrer une limite de détection minimale de 250 ppmv à l'humidité pour un volume de boîtier de 0,01 ml). Le volume le plus faible doit être considéré comme le cas le plus défavorable.

4.2.3 Étalonnage du système

Le spectromètre de masse doit être étalonné annuellement avec un niveau d'humidité dans la gamme de 4 500 ppmv à 5 500 ppmv, avec un niveau d'humidité dans la gamme de 2 000 ppmv à 3 000 ppmv et avec un niveau d'humidité dans la gamme de 7 000 ppmv à 8 000 ppmv, en utilisant le même facteur de sensibilité. Cet étalonnage nécessite d'être réalisé pour chaque volume d'agent d'étalonnage pour démontrer une réponse linéaire et détecter un décalage. Un minimum de trois points de données pour chaque niveau d'humidité doit être réuni. Les simulateurs de boîtier qui ont la capacité de libérer au moins trois volumes connus de gaz avec une tolérance de $\pm 10\%$ sur une base répétitive, au moyen d'une purge de volume d'échantillon continue de teneur en humidité connue $\pm 5\%$ doivent être utilisés. La teneur en humidité doit être établie par les techniques de génération normalisées (c'est-à-dire, double pression, flux divisés ou méthode cryogénique). L'hygromètre à point de rosée doit être ré-étalonné au minimum une fois par an, à l'aide d'un matériel respectant des normes nationales ou par un laboratoire adapté pour services d'étalonnage commerciaux utilisant un matériel respectant des normes nationales. L'hygromètre à point de rosée doit être capable de mesurer la température du point de rosée à une précision de $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Le système doit comporter un capteur de pression en vue de mesurer la pression en concordance avec le capteur de température du point de rosée à une précision de $\pm 300\text{ Pa}$ pour la gamme de pression utilisée. En outre, le laboratoire d'essai doit détenir une procédure pour calculer la concentration d'humidité, en unités de parties par million en volume, à partir de la mesure de la température du point de rosée et de la mesure de la pression. Les résultats de l'analyse de gaz obtenus avec cette méthode doivent être considérés valables uniquement dans la plage ou limite d'humidité encadrée par au moins deux points d'étalonnage (volume ou concentration) (c'est à dire, 5 000 ppmv entre 0,01 ml à 0,1ml ou 1 000 ppmv à 5000 ppmv entre 0,01 ml à 0,1ml). Une courbe du meilleur ajustement doit être utilisée entre les points d'étalonnage de volume. Les systèmes qui ne sont pas en mesure d'effectuer cet encadrement peuvent utiliser une procédure équivalente approuvée par le client ou l'organisme de certification. Les corrections des facteurs de sensibilité avec une dérive de plus de 10 % par rapport à la moyenne entre les points d'étalonnage doivent être exigées.

NOTE Il est recommandé que le pourcentage de vapeur d'eau contenue dans un gaz traversant l'humidificateur de gaz soit comparé au relevé du capteur du point de rosée pour la précision du capteur. L'équation suivante peut être utilisée pour calculer le pourcentage de vapeur d'eau contenue dans un gaz traversant l'humidificateur de gaz.

$$\%H_2O = \frac{100 (P_v)}{P_g + P_a} \quad (1)$$

où

P_v est la pression de vapeur d'eau dans le GPH fondée sur la température de l'eau en degrés celsius ($^{\circ}\text{C}$);

P_g est la pression manométrique;

P_a est la pression atmosphérique.

¹ AMU = atomic mass units.

4.2.4 Étalonnage pour d'autres gaz

L'étalonnage doit être exigé pour tous les gaz dont les concentrations sont supérieures à 0,01 % en volume. Au minimum, ceci doit inclure tous les gaz énumérés au Point b) de l'Article 5. Les gaz applicables doivent être étalonnés selon des exigences de concentrations de 1 % approximativement, à l'exception de ceux qui suivent:

- les fluorocarbones, pouvant utiliser une concentration de 200 ppmv approximativement;
- l'ammoniac, pouvant utiliser une concentration de 200 ppmv approximativement; l'hydrogène, pouvant utiliser une concentration de 200 ppmv approximativement;
- l'azote, pouvant utiliser une concentration de 80 % approximativement;
- l'hélium, pouvant utiliser une concentration de 10 % approximativement; et
- l'oxygène, pouvant utiliser une concentration de 20 % approximativement.

4.2.5 Vérification journalière de l'étalonnage

L'étalonnage du système doit être vérifié le jour de l'essai préalablement à tout essai. Ceci doit inclure la vérification de l'étalonnage en admettant un échantillon dont le niveau d'humidité se situe dans la plage 4 500 ppmv à 5 500 ppmv aux volumes requis et en comparant le résultat avec l'hygromètre à point de rosée. Le relevé d'humidité qui en résulte doit se situer à 250 ppmv du niveau d'humidité dans l'échantillon d'étalonnage. L'étalonnage réalisé le jour de l'essai préalablement à tout essai peut remplacer cette vérification de l'étalonnage. Les enregistrements d'étalonnage doivent être tenus journalièrement.

NOTE Il est nécessaire de déterminer l'erreur du matériel et de la soustraire de l'écart maximal autorisé de 250 ppmv. La vérification de l'étalonnage doit être réalisée selon les mêmes conditions utilisées pour soumettre à l'essai les dispositifs (par exemple, pression résiduelle, environnement de fond, temps entre les entrées d'échantillons, volume du simulateur de boîtier, etc.).

4.2.6 Substitution

Tout étalonnage réalisé le jour de l'essai et préalablement à tout essai peut remplacer cette vérification de l'étalonnage.

4.2.7 Réglage de la précision

Le réglage de la précision doit être réalisé suivant une maintenance significative ou une réparation significative de la source d'ions.

4.2.8 Tenue des documents

Un enregistrement de toutes modifications apportées aux facteurs de sensibilité doit être conservé.

4.3 Enceinte de perçage

Un appareillage d'essai doit incorporer une enceinte de perçage qui peut contenir le dispositif et un passage de transfert sous vide reliant le dispositif au spectromètre de masse comme indique en 4.2. Un passage de transfert sous vide doit transférer efficacement (sans perte significative d'humidité par adsorption) le gaz du dispositif à la source d'ions du spectromètre de masse en vue de la mesure.

Pour la certification initiale des systèmes ou l'extension d'aptitude, la température du dispositif sur des systèmes utilisant une fixation externe doit être caractérisée en plaçant un thermocouple à l'intérieur de la cavité d'un dispositif de simulation, de masse, volume interne, conception et taille similaires. Il doit s'agir d'un moyen de prouver la température du dispositif qui a été maintenue à $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant une durée minimale de 10 min. Ceci s'applique également aux dispositifs pré-cuits dans un four externe mais soumis à l'essai avec la fixation externe, à des fins d'ajustement lié à une chute quelconque de la température au cours de transfert. Ces enregistrements doivent être mis à jour par le laboratoire d'essai.

4.4 Piercing arrangement

L'appareillage d'essai doit contenir un dispositif de perçage fonctionnant à l'intérieur de l'enceinte de perçage ou du passage de transfert comme indiqué en 4.3, qui peut percer le boîtier du spécimen (sans casser la chambre à vide du spectromètre de masse et sans perturber le milieu de scellement du boîtier), permettant ainsi aux gaz internes du spécimen de s'échapper dans l'enceinte et dans le spectromètre.

NOTE Un outil de perçage affûté, manœuvré de l'extérieur de l'enceinte via un soufflet pour permettre les mouvements est utilisé pour percer à la fois les boîtiers métallique et céramique. Pour les boîtiers en céramique ou les dispositifs comportant des capots métalliques épais, il convient de réduire localement l'épaisseur du capot ou du couvercle du boîtier par abrasion pour faciliter le perçage.

4.5 Dispositif sensible à la pression

Un dispositif sensible à la pression doit être situé dans le passage de transfert pour mesurer l'augmentation de la pression dans le passage de transfert au cours de l'essai. Ce capteur de pression est utilisé pour relever une variation de pression relative lors du perçage du dispositif. Cette variation de pression relative indique la quantité relative de gaz dans le dispositif, lorsque l'on compare les résultats d'essai d'un dispositif à un autre. La signification du relevé n'est pas prévue pour être absolue. Bien que le relevé du manomètre soit consigné, le manomètre n'est employé qu'à titre indicatif.

5 Procédure

Tous les dispositifs doivent être pré-cuits pendant une durée comprise entre 16 h et 24 h à $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ préalablement à l'essai. Les fours doivent être équipés d'un dispositif indiquant une interruption de puissance éventuelle au cours de la période de pré-cuisson et la durée des chutes de températures inférieures à $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Les dispositifs dont la température chute en deçà de $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant plus de 1 h doivent subir une autre pré-cuisson devant débiter au moins 12 h plus tard.

On doit autoriser un temps de transfert maximal de 5 min. de la pré-cuisson à l'insertion à chaud dans l'appareil. Si les 5 min. sont dépassées, le dispositif doit retourner dans le four de pré-cuisson et ladite pré-cuisson doit se poursuivre jusqu'à ce que le dispositif atteigne $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Le système doit être maintenu à température stable, supérieure ou égale à la température du dispositif. La fixation à l'intérieur de l'enceinte de perçage doit positionner le spécimen comme exigé par le dispositif de perçage comme indiqué en 4.4 et maintenir le dispositif à $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 10 min. avant le perçage.

Après mise en place du dispositif, on doit faire le vide dans le dispositif et l'enceinte et les chauffer à une température de $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ jusqu'à ce que le niveau de pression résiduel n'empêche pas d'atteindre la précision et la sensibilité de mesure spécifiées. Les spectres de fond sous vide doivent être acquis et doivent par la suite être soustraits des spectres des échantillons. Après avoir fait le vide, le boîtier du dispositif ou le couvercle doit être percé et les propriétés suivantes des gaz émis doivent être mesurées en utilisant le spectromètre de masse.

- a) La teneur en vapeur d'eau des gaz émis comme pourcentage en masse volumique ou ppmv de la teneur totale de gaz.
- b) Les proportions (en volume) des autres gaz suivants: azote, hélium, Masse 69 (fluorocarbones), oxygène, argon, hydrogène, dioxyde de carbone, méthane, ammoniac, et autres solvants, si disponibles. On doit réaliser les calculs et les enregistrer pour tous les gaz présents. On doit procéder à la réduction des données d'une manière qui exclut l'interférence de craquage d'une autre sorte de gaz dans les calculs de la teneur en humidité. Les données doivent être corrigées pour tous les effets de matrice liés au système comme la présence d'hydrogène dans le milieu interne ambiant.

- c) Augmentation de la pression de l'enceinte lorsque les gaz s'échappent en perçant le boîtier du dispositif. Une variation de pression $\pm 25\%$ par rapport à la valeur prévue pour ce volume de boîtier et sa pressurisation peut indiquer que
 - le perçage n'a pas été complètement réalisé,
 - le boîtier du dispositif n'était pas scellé hermétiquement, ou
 - ne contient pas la pression interne normale.
- d) Il convient que le laboratoire d'essai fournisse des commentaires décrivant les spectres de gaz inconnus ou de gaz présents, mais dont la concentration n'est pas suffisante pour être identifiés ou quantifiés avec une certitude raisonnable.
- e) Si le laboratoire d'essai a des raisons de croire que les résultats d'essai peuvent être non valables du fait de motifs tels que le perçage inapproprié du dispositif ou un dysfonctionnement de l'appareil, les résultats doivent être consignés dans une catégorie désignée par 'essai nul' en fournissant des commentaires supplémentaires. Le dispositif peut être remplacé par un autre.

NOTE Il convient que le dispositif soit hermétique conformément à la CEI 60749-8, et dépourvu de toute contamination de surface susceptible de perturber la mesure exacte de la teneur en vapeur d'eau. Il n'est pas exigé que le laboratoire d'analyses des gaz internes effectue des essais d'herméticité conformément à la CEI 60749-8. Il est recommandé que les échantillons soumis aux essais incluent des informations liées au processus de fabrication, y compris la pression d'étanchéité, le gaz d'étanchéité, le volume de la cavité interne libre, l'épaisseur de couvercle à l'emplacement de perçage, le matériau de couvercle et l'emplacement du site de perçage.

6 Critères de défaillance

Les critères de défaillance sont les suivants.

- a) Sauf précision contraire de la spécification d'approvisionnement applicable, le dispositif doit être considéré comme présentant une défaillance si la teneur en vapeur d'eau dépasse 5 000 ppmv.
- b) Un dispositif doit être considéré comme présentant une défaillance si la teneur en gaz autres dépasse la valeur maximale précisée dans la spécification d'approvisionnement applicable.
- c) Un dispositif en essai dans un système de lots qui présente une teneur en gaz totale anormalement basse, comme définie au Point c) de l'Article 5, doit être considéré comme présentant une défaillance d'herméticité et non pas une défaillance de l'analyse des gaz internes. Un tel dispositif peut être remplacé par un autre dispositif de la même population; si le dispositif de remplacement présente une teneur totale en gaz normale pour son type, ni ce nouveau dispositif ni celui d'origine ne doivent être considérés comme défectueux pour cette raison.

7 Mise en œuvre

L'aptitude à réaliser l'analyse au moyen de cette méthode d'essai est accordée par l'autorité d'homologation pour des limites et volumes spécifiques. Les procédures d'étalonnage et l'étude de l'aptitude de cette méthode d'essai sont conçues pour garantir à $\pm 20\%$ la corrélation entre laboratoires, en déterminant si l'échantillon satisfait à la limite spécifiée ou est en échec. Les teneurs en vapeur d'eau consignées, se situant soit au-dessus soit au-dessous de la plage d'aptitude ne sont pas certifiées en tant que valeurs corrélables. Ces données hors spécification n'ont qu'une importance relative et uniquement dans le cadre de comparaisons des résultats de laboratoire. La limite de spécification de 5 000 ppmv doit s'appliquer à tous les volumes de boîtier (sauf spécification contraire), avec les facteurs de correction autorisés suivants, à utiliser par le fabricant à condition qu'ils soient documentés et s'avèrent être applicables:

- a) Pour les volumes de boîtiers inférieurs à 0,01 ml en volume libre interne, qui sont scellés lorsqu'ils sont chauffés dans un fourneau:

$$C_T = \frac{T_r + 273}{T_s + 273} \quad (2)$$

où

C_T est le facteur de correction (température);

T_r est la température ambiante (°C);

T_s est la température de scellement (°C).

b) Pour des volumes de boîtiers de toute taille, scellés dans des conditions sous vide:

$$C_P = \frac{P_s}{P_a} \quad (3)$$

où

C_P est le facteur de correction (pression);

P_s est la pression d'étanchéité;

P_a est la pression atmosphérique.

Le facteur de correction, s'il est utilisé, doit être appliqué comme suit:

$$\text{Vapeur d'eau (corrigée)} = \text{vapeur d'eau (mesurée)} \times C_X;$$

où

C_X est le facteur de correction applicable.

8 Résumé

Les informations suivantes doivent être stipulées dans le document d'achat applicable:

- la teneur en vapeur d'eau maximale admissible, si différente de 5 000 ppmv et (le cas échéant) la teneur maximale admissible pour les autres gaz (voir Article 6).

Bibliographie

CEI 60947-8, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 8: Etanchéité*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch