IEC 60749-41

Edition 1.0 2020-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 41: Standard reliability testing methods of non-volatile memory devices

Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 41: Méthodes d'essai normalisées pour la fiabilité des dispositifs à mémoire non volatile

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.080.01

ISBN 978-2-8322-8640-1

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.

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

CONTENTS

FOREWORD 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 6
4 Apparatus 9
5 Procedure 9
5.1 Qualification specifications 9
5.2 Program/erase endurance 10
5.2.1 Test setup 10
5.2.2 Data cycling 11
5.2.3 Electrical test verification 14
5.3 Data retention 14
5.3.1 Data programming 14
5.3.2 Electrical testing and pattern verification (excluding any EEPROM program/erase testing) 15
5.3.3 Data retention stress 15
5.3.4 Electrical testing and pattern verification 15
5.4 Precautions 15
5.5 Measurements 15
5.5.1 Electrical measurements 15
5.5.2 Required measurements 15
5.5.3 Measurement conditions 16
6 Failure criteria and calculation 16
6.1 Failure definition 16
6.2 Handling of transient failures 16
6.3 Separation of failures into data errors and device failures 16
6.4 Calculation of UBER 17
6.4.1 UBER definition calculation 17
6.4.2 Calculation of UBER in the ideal case 17
6.4.3 Calculation of UBER in other cases 18
7 Summary 18
Annex A (informative) Supplementary test condition 19
Bibliography 20

Figure 1 – Schematic flow 10
Figure A.1 – Endurance-retention testing model 19
Figure A.2 – Test concept of data retention bake as a function of endurance 19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SEMICONDUCTOR DEVICES – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 41: Standard reliability testing methods of non-volatile memory 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 60749-41 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices. This standard is based on JEDEC Standard 22-A117. It is used with permission of the copyright holder, JEDEC Solid State Technology Association.

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

FDIS	Report on voting
47/2631/FDIS	47/2643/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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60749 series, published 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 website 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.

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.

INTRODUCTION

The stress tests described in this part of IEC 60749 are intended to determine the ability of an EEPROM integrated circuit or an integrated circuit with an EEPROM module (such as a microprocessor) to sustain repeated data changes without failure (program/erase endurance) and to retain data for the expected life of the EEPROM (data retention).

The program/erase endurance and data retention test for qualification and monitoring, using the parameter levels specified in JESD47, is considered destructive. The data retention stress can be used as a proxy to replace the high temperature storage life test when the temperature and time meet or exceed qualification requirements. Cross-temperature testing for writing and reading across the data sheet temperature range can be considered when there are demonstrated sensitivities for programming at low and reading at high temperatures or vice versa. Lesser test parameter levels (e.g., of temperature, number of cycles, retention bake duration) can be used for screening as long as these parameter levels have been verified by the device manufacturer to be nondestructive; this can be performed anywhere from wafer level to finished device.

SEMICONDUCTOR DEVICES – MECHANICAL AND CLIMATIC TEST METHODS –

Part 41: Standard reliability testing methods of non-volatile memory devices

1 Scope

This part of IEC 60749 specifies the procedural requirements for performing valid endurance, retention and cross-temperature tests based on a qualification specification. Endurance and retention qualification specifications (for cycle counts, durations, temperatures, and sample sizes) are specified in JESD47 or are developed using knowledge-based methods such as in JESD94.

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 60749-6, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 6: Storage at high temperature*

IEC 60749-23, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 23: High temperature operating life*

JESD47, *Stress-Test-Driven Qualification of Integrated Circuits*

JESD94, *Application Specific Qualification Using Knowledge Based Test Methodology*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 23
INTRODUCTION 25
1 Domaine d'application 26
2 Références normatives 26
3 Termes et définitions 26
4 Appareillage 30
5 Procédure 30
5.1 Spécifications de qualification 30
5.2 Endurance sur les cycles de programmation/effacement 32
5.2.1 Montage d'essai 32
5.2.2 Application des cycles de données 32
5.2.3 Vérification de l'essai électrique 36
5.3 Conservation de données 36
5.3.1 Programmation de données 36
5.3.2 Essais électriques et vérification des schémas de données (excluant un quelconque essai de programmation/effacement de l'EEPROM) 37
5.3.3 Contrainte de conservation de données 37
5.3.4 Essais électriques et vérification des schémas de données 37
5.4 Précautions 37
5.5 Mesures 37
5.5.1 Mesures électriques 37
5.5.2 Mesures exigées 38
5.5.3 Conditions de mesure 38
6 Critères de défaillance et calcul 38
6.1 Définition d'une défaillance 38
6.2 Traitement des défaillances transitoires 38
6.3 Distinction entre les défaillances d'erreur de données et les défaillances de dispositif 39
6.4 Calcul de la valeur UBER 39
6.4.1 Calcul définissant la valeur UBER 39
6.4.2 Calcul de la valeur UBER dans le cas idéal 40
6.4.3 Calcul de la valeur UBER dans les autres cas 40
7 Résumé 41
Annexe A (informative) Condition d'essai supplémentaire 42
Bibliographie 44

Figure 1 – Schéma fonctionnel 31
Figure A.1 – Modèle pour l'essai de conservation de données en fonction de l'endurance 42
Figure A.2 – Concept d'essai de l'étuvage pour la conservation de données en fonction de l'endurance 43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – MÉTHODES D'ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES –

Partie 41: Méthodes d'essai normalisées pour la fiabilité des dispositifs à mémoire non volatile

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 60749-41 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs. La présente norme est basée sur la norme JESD22-A117 de l'organisme de normalisation des semiconducteurs JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council). Elle est utilisée avec l'autorisation du détenteur des droits de copyright correspondants, la JEDEC Solid State Technology Association.

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

FDIS	Rapport de vote
47/2631/FDIS	47/2643/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60749, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC 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.

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.

INTRODUCTION

Les essais de contrainte décrits dans la présente partie de l'IEC 60749 sont destinés à déterminer l'aptitude d'un circuit intégré à EEPROM, ou d'un circuit intégré doté d'un module EEPROM (tel qu'un microprocesseur) à supporter des modifications de données répétées sans présenter de défaillance (endurance sur les cycles de programmation/effacement) et à conserver des données pendant la durée de vie attendue de l'EEPROM (conservation des données).

L'essai d'endurance sur les cycles de programmation/effacement et de conservation de données, réalisé à des fins de qualification et de surveillance et en utilisant les paramètres dont le niveau est spécifié dans le document JESD47, est considéré comme un essai destructif. La contrainte de conservation de données peut être utilisée comme un élément de substitution à l'essai de durée de vie en stockage à haute température, sous réserve que la température et la durée soient au moins équivalentes aux exigences de qualification. L'essai à températures opposées pour les opérations d'écriture et de lecture sur la plage de températures donnée par la fiche technique peut être envisagé lorsque des sensibilités ont été établies pour la programmation à basse température et la lecture à haute température, ou inversement. Des niveaux moindres des paramètres d'essai (relatifs par exemple à la température, au nombre de cycles, à la durée de l'étuvage pour la conservation de données) peuvent être utilisés pour la vérification de la conformité, sous réserve que le fabricant du dispositif ait vérifié que ces niveaux de paramètres soient non destructifs; cette vérification peut être effectuée sur une quelconque entité, depuis une plaquette jusqu'au dispositif finalisé.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – MÉTHODES D'ESSAIS MÉCANIQUES ET CLIMATIQUES –

Partie 41: Méthodes d'essai normalisées pour la fiabilité des dispositifs à mémoire non volatile

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60749 spécifie les exigences relatives aux procédures permettant de réaliser des essais valides d'endurance, de conservation de données et à températures opposées, basées sur une spécification de qualification. Les spécifications de qualification des essais d'endurance et de conservation de données (pour les nombres de cycles, durées, températures et tailles d'échantillon) sont données dans le document JESD47 ou sont développées en utilisant des méthodes à base de connaissances, telles que celles données dans le document JESD94.

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).

IEC 60749-6, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 6: Stockage à haute température*

IEC 60749-23, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 23: Durée de vie en fonctionnement à haute température*

JESD47, *Stress-Test-Driven Qualification of Integrated Circuits* (disponible en anglais seulement)

JESD94, *Application Specific Qualification Using Knowledge Based Test Methodology* (disponible en anglais seulement)