IEC 63275-1

Edition 1.0 2022-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Semiconductor devices – Reliability test method for silicon carbide discrete metal-oxide semiconductor field effect transistors – Part 1: Test method for bias temperature instability

Dispositifs à semiconducteurs – Méthode d'essai de fiabilité pour les transistors à effet de champ métal-oxyde-semiconducteurs discrets en carbure de silicium – Partie 1: Méthode d'essai pour la mesure de la dérive de la tension de seuil après polarisation électrique en température

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 31.080.30

ISBN 978-2-8322-1101-5

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 Requirements 6
4.1 Sample 6
4.2 Test temperature 6
4.3 Test voltage 6
4.4 Test time 7
4.5 Measurement temperature 7
4.6 Failure criteria 7
4.7 Test circuit 7
5 Procedures 7
5.1 Sequence of procedure 7
5.2 Select sample 8
5.3 $V_{GS(th)}$ measurement methods 8
5.4 How to provide a reproducible measurement of $V_{GS(th)}$ 11
5.5 Initial measurement 11
5.6 Apply voltage and temperature stress 12
5.7 Remove voltage and temperature stress 12
5.8 Intermediate measurement 12
6 Test report 12
Bibliography 13

Figure 1 – Circuit diagram for bias temperature instability test 7
Figure 2 – Test flow chart 8
Figure 3 – Schematic of test pattern for Example 1 9
Figure 4 – I_{DS} versus V_{GS} curve for Example 1 9
Figure 5 – Schematic of test pattern for Example 2 and Example 3 10
Figure 6 – I_{DS} versus V_{GS} curve for Example 2 10
Figure 7 – I_{DS} – V_{GS} curve for Example 3 10
Figure 8 – Schematic of test pattern for Example 4 11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SEMICONDUCTOR DEVICES – RELIABILITY TEST METHOD FOR SILICON CARBIDE DISCRETE METAL-OXIDE SEMICONDUCTOR FIELD EFFECT TRANSISTORS –

Part 1: Test method for bias temperature instability

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.

IEC 63275-1 has been prepared by IEC technical committee 47: Semiconductor devices. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
47/2755/FDIS	47/2764/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 63275 series, published under the general title *Semiconductor devices – Reliability test method for silicon carbide discrete metal-oxide semiconductor field effect transistors*, 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 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.

INTRODUCTION

One reliability issue for silicon carbide (SiC) metal-oxide-semiconductor field-effect transistors (MOSFETs) is gate-source threshold voltage shift under gate-source voltage stress. Gate-source threshold voltage is a key parameter to represent switching characteristics of MOSFETs. Since the shift value tends to be larger than that of conventional Si based devices, it is indispensable to establish an International Standard with regard to evaluation of gate-source threshold voltage shift as a reliability issue.

This document defines the evaluation method of gate-source threshold voltage shift under continuous temperature and gate-source voltage stress on SiC MOSFETs.

SEMICONDUCTOR DEVICES – RELIABILITY TEST METHOD FOR SILICON CARBIDE DISCRETE METAL-OXIDE SEMICONDUCTOR FIELD EFFECT TRANSISTORS –

Part 1: Test method for bias temperature instability

1 Scope

This part of IEC 63275 gives a test method to evaluate gate threshold voltage shift of silicon carbide (SiC) power metal-oxide-semiconductor field-effect transistors (MOSFETs) using room temperature readout after applying continuous positive gate-source voltage stress at elevated temperature. The proposed method accepts a certain amount of recovery by allowing large delay times between stress and measurement (up to 10 h).

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 60747-8, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 8: Field-effect transistors*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 15
INTRODUCTION 17
1 Domaine d'application 18
2 Références normatives 18
3 Termes et définitions 18
4 Exigences 18
4.1 Echantillon 18
4.2 Température d'essai 18
4.3 Tension d'essai 19
4.4 Durée d'essai 19
4.5 Température de mesure 19
4.6 Critères de défaillance 19
4.7 Circuit d'essai 19
5 Procédures 20
5.1 Ordre de la procédure 20
5.2 Choix de l'échantillon 20
5.3 Méthodes de mesure de la tension $V_{GS(th)}$ 20
5.4 Comment fournir une mesure reproductible de $V_{GS(th)}$ 23
5.5 Mesure initiale 24
5.6 Appliquer la contrainte de tension et de température 24
5.7 Retirer la contrainte de tension et de température 24
5.8 Mesure intermédiaire 24
6 Rapport d'essai 24
Bibliographie 25

Figure 1 – Schéma de circuit pour l'essai d'instabilité suite à une polarisation en température 19
Figure 2 – Logigramme d'essai 20
Figure 3 – Schéma du protocole d'essai pour l'Exemple 1 21
Figure 4 – Courbe I_{DS} en fonction de V_{GS} pour l'Exemple 1 21
Figure 5 – Schéma du protocole d'essai pour l'Exemple 2 et l'Exemple 3 22
Figure 6 – Courbe I_{DS} en fonction de V_{GS} pour l'Exemple 2 22
Figure 7 – Courbe I_{DS} – V_{GS} pour l'Exemple 3 22
Figure 8 – Schéma du protocole d'essai pour l'Exemple 4 23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – MÉTHODE D'ESSAI DE FIABILITÉ POUR LES TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP MÉTAL-OXYDE-SEMICONDUCTEURS DISCRETS EN CARBURE DE SILICIUM –

Partie 1: Méthode d'essai pour la mesure de la dérive de la tension de seuil après polarisation électrique en température

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. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux 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.

L'IEC 63275-1 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
47/2755/FDIS	47/2764/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63275, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Méthode d'essai de fiabilité pour les transistors à effet de champ métal-oxyde-semiconducteurs discrets en carbure de silicium*, se trouve 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 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.

INTRODUCTION

Le décalage de la tension de seuil grille-source sous une contrainte de tension grille-source constitue un problème de fiabilité pour les transistors à effet de champ métal-oxyde-semiconducteurs (MOSFET, *metal-oxide-semiconductor field-effect transistors*) en carbure de silicium (SiC). La tension de seuil grille-source est un paramètre clé pour représenter les caractéristiques de commutation des MOSFET. Dans la mesure où la valeur de décalage a tendance à être supérieure à celle des dispositifs conventionnels à base de silicium (Si), il est indispensable d'établir une Norme internationale concernant l'évaluation du décalage de la tension de seuil grille-source comme problème de fiabilité.

Le présent document définit la méthode d'évaluation du décalage de la tension de seuil grille-source après une contrainte continue en température et une contrainte de tension grille-source sur les MOSFET en carbure de silicium.

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – MÉTHODE D'ESSAI DE FIABILITÉ POUR LES TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP MÉTAL-OXYDE-SEMICONDUCTEURS DISCRETS EN CARBURE DE SILICIUM –

Partie 1: Méthode d'essai pour la mesure de la dérive de la tension de seuil après polarisation électrique en température

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63275 donne une méthode d'essai pour évaluer le décalage de la tension de seuil de grille des transistors à effet de champ métal-oxyde-semiconducteurs (MOSFET) de puissance en carbure de silicium (SiC) en utilisant un relevé à température ambiante après avoir appliqué une contrainte de tension grille-source positive continue à température élevée. La méthode proposée accepte une certaine quantité de recouvrement en autorisant des décalages importants entre la contrainte et la mesure (jusqu'à 10 h).

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 60747-8, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 8: Transistors à effet de champ*