IEC 62047-41

Edition 1.0 2021-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 41: RF MEMS circulators and isolators

Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques – Partie 41: Circulateurs et isolateurs à MEMS RF

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-9886-2

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 5
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 7
3.1 General terms 8
3.2 RF characteristics parameters 8
4 Essential ratings and characteristics 9
4.1 Identification and types 9
4.2 Application and specification description 9
4.3 Limiting values and operating conditions 10
4.4 RF characteristics 10
4.5 Reliability characteristics 10
4.6 Additional information 11
5 Measuring methods 11
5.1 General 11
5.1.1 General precautions 11
5.1.2 Characteristic impedance 11
5.1.3 Measurement procedure 11
5.1.4 Handling precautions 12
5.2 Insertion loss (L_{ins}) 12
5.2.1 Purpose 12
5.2.2 Circuit diagram 12
5.2.3 Principle of measurement 15
5.2.4 Precautions to be observed 15
5.2.5 Measurement procedure 15
5.2.6 Specified conditions 16
5.3 Isolation (L_{iso}) 17
5.3.1 Purpose 17
5.3.2 Circuit diagram 17
5.3.3 Principle of measurement 17
5.3.4 Precautions to be observed 18
5.3.5 Measurement procedure 18
5.3.6 Specified conditions 19
5.4 Return loss (L_{ret}) 19
5.4.1 Purpose 19
5.4.2 Circuit diagram 19
5.4.3 Principle of measurement 19
5.4.4 Precautions to be observed 20
5.4.5 Measurement procedure 20
5.4.6 Specified conditions 21
5.5 Voltage standing wave ratio ($VSWR$) (optional) 21
5.5.1 Purpose 21
5.5.2 Circuit diagram 21
5.5.3 Principle of measurement 21
5.5.4 Precautions to be observed 22
5.5.5 Measurement procedure 22

5.5.6 Specified conditions 23
5.6 Input impedance (Z_{in}) (optional) 23
5.6.1 Purpose 23
5.6.2 Circuit diagram 23
5.6.3 Principle of measurement 23
5.6.4 Precautions to be observed 24
5.6.5 Measurement procedure 24
5.6.6 Specified conditions 25
5.7 Magnetic leakage (optional) 25
5.7.1 Purpose 25
5.7.2 System diagram 25
5.7.3 Principle of measurement 26
5.7.4 Precautions to be observed 26
5.7.5 Measurement procedure 26
5.7.6 Specified conditions 26
6 Reliability (performance) test 26
6.1 General 26
6.2 Power handling capability 27
6.3 Life time 27
6.4 Operating temperature 27
6.5 Shock testing 27
6.6 Vibration testing 28
6.7 Bond/Solder shear testing 28
Annex A (informative) General description of circulators and isolators 29
Bibliography 32

Figure 1 – Terminals of RF MEMS circulators 9
Figure 2 – RF MEMS isolator with terminated load 9
Figure 3 – Measurement procedure of RF MEMS circulators/isolators 11
Figure 4 – Measuring circuit diagram of the circulator with 4-port network analysers 13
Figure 5 – Measuring circuit diagram of the isolator with 4-port network analysers 13
Figure 6 – Measuring circuit diagram of the circulator with 2-port network analysers 14
Figure 7 – Measuring circuit diagram of the isolator with 2-port network analysers 14
Figure 8 – Insertion loss of the RF MEMS circulator/isolator 15
Figure 9 – Isolation of the RF MEMS circulator/isolator 17
Figure 10 – Return loss of the RF MEMS circulator/isolator 20
Figure 11 – Smith Chart plot of input impedance of RF MEMS circulators/isolators 24
Figure 12 – Near-field scanning measurement system 26
Figure 13 – Block diagram of a test setup for evaluating the reliability of the RF MEMS circulator 27
Figure A.1 – Signal transmission in circulators 29
Figure A.2 – Signal transmission in isolators 30
Figure A.3 – Typical structure of RF MEMS circulators/isolators 30
Figure A.4 – Typical RF MEMS circulators/ isolators 31

Table 1 – Limiting values and operating conditions 10
Table 2 – RF characteristics 10
Table 3 – Reliability characteristics 10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 41: RF MEMS circulators and isolators

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 62047-41 has been prepared by subcommittee 47F: Micro electro-mechanical systems, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices. It is an International Standard.

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

FDIS	Report on voting
47F/376/FDIS	47F/380/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 62047 series, published under the general title *Semiconductor devices – Micro-electromechanical 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 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 – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 41: RF MEMS circulators and isolators

1 Scope

This part of IEC 62047 specifies the terminology, essential ratings and characteristics, and measuring methods of RF (Radio Frequency) MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) circulators and isolators.

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 60747-1:2010, *Semiconductor devices – Part 1: General*

IEC 60749-10, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 10: Mechanical shock*

IEC 60749-12, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 12: Vibration, variable frequency*

IEC 60749-21, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 21: Solderability*

IEC 60749-22, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 22: Bond strength*

IEC 62047-1, *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices – Part 1: Terms and definitions*

IEC TS 61967-3, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 3: Measurement of radiated emissions – Surface scan method*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 37
1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 39
3 Termes et définitions 39
3.1 Termes généraux 40
3.2 Paramètres des caractéristiques RF 40
4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles 41
4.1 Identification et types 41
4.2 Description de l'application et des spécifications 41
4.3 Valeurs limites et conditions de fonctionnement 42
4.4 Caractéristiques RF 42
4.5 Caractéristiques de fiabilité 42
4.6 Informations supplémentaires 43
5 Méthodes de mesure 43
5.1 Généralités 43
5.1.1 Précautions générales 43
5.1.2 Impédance caractéristique 43
5.1.3 Procédure de mesure 43
5.1.4 Précautions de manipulation 44
5.2 Perte d'insertion (L_{ins}) 44
5.2.1 Objectif de l'essai 44
5.2.2 Schéma de câblage 44
5.2.3 Principe de mesure 47
5.2.4 Précautions à prendre 47
5.2.5 Procédure de mesure 47
5.2.6 Conditions spécifiées 49
5.3 Isolement (L_{iso}) 49
5.3.1 Objectif de l'essai 49
5.3.2 Schéma de câblage 49
5.3.3 Principe de mesure 49
5.3.4 Précautions à prendre 50
5.3.5 Procédure de mesure 50
5.3.6 Conditions spécifiées 51
5.4 Affaiblissement de réflexion (L_{ret}) 51
5.4.1 Objectif de l'essai 51
5.4.2 Schéma de câblage 52
5.4.3 Principe de mesure 52
5.4.4 Précautions à prendre 53
5.4.5 Procédure de mesure 53
5.4.6 Conditions spécifiées 54
5.5 Rapport d'ondes stationnaires (ROS) (facultatif) 54
5.5.1 Objectif de l'essai 54
5.5.2 Schéma de câblage 54
5.5.3 Principe de mesure 54
5.5.4 Précautions à prendre 55
5.5.5 Procédure de mesure 55

5.5.6 Conditions spécifiées 56
5.6 Impédance en entrée (Z_{in}) (facultatif) 56
5.6.1 Objectif de l'essai 56
5.6.2 Schéma de câblage 56
5.6.3 Principe de mesure 56
5.6.4 Précautions à prendre 57
5.6.5 Procédure de mesure 57
5.6.6 Conditions spécifiées 58
5.7 Fuite magnétique (facultatif) 59
5.7.1 Objectif de l'essai 59
5.7.2 Schéma du système de mesure 59
5.7.3 Principe de mesure 59
5.7.4 Précautions à prendre 59
5.7.5 Procédure de mesure 59
5.7.6 Conditions spécifiées 59
6 Essai de fiabilité (de fonctionnement) 60
6.1 Généralités 60
6.2 Tenue en puissance 60
6.3 Durée de vie 60
6.4 Température de fonctionnement 60
6.5 Essai de chocs 61
6.6 Essai de vibrations 61
6.7 Essai de résistance au cisaillement du contact soudé/de la brasure 61
Annexe A (informative) Description générale des circulateurs et isolateurs 62
Bibliographie 65

Figure 1 – Broches des circulateurs à MEMS RF 41
Figure 2 – Isolateur à MEMS RF avec charge appliquée en sortie 41
Figure 3 – Procédure de mesure des circulateurs/isolateurs à MEMS RF 43
Figure 4 – Schéma de câblage du circulateur avec un analyseur de réseau à 4 accès 45
Figure 5 – Schéma de câblage de l'isolateur avec un analyseur de réseau à 4 accès 45
Figure 6 – Schéma de câblage du circulateur avec un analyseur de réseau à 2 accès 46
Figure 7 – Schéma de câblage de l'isolateur avec un analyseur de réseau à 2 accès 46
Figure 8 – Perte d'insertion du circulateur/de l'isolateur à MEMS RF 47
Figure 9 – Isolement du circulateur/de l'isolateur à MEMS RF 50
Figure 10 – Affaiblissement de réflexion du circulateur/de l'isolateur à MEMS RF 52
Figure 11 – Abaque de Smith représentant l'impédance en entrée des circulateurs/isolateurs à MEMS RF 57
Figure 12 – Système de mesure du balayage en champ proche 59
Figure 13 – Schéma de principe d'un montage d'essai visant à évaluer la fiabilité d'un circulateur à MEMS RF 60
Figure A.1 – Transmission du signal au sein d'un circulateur 62
Figure A.2 – Transmission du signal au sein d'un isolateur 63
Figure A.3 – Structure type des circulateurs/isolateurs à MEMS RF 63
Figure A.4 – Circulateurs/isolateurs à MEMS RF types 64

Tableau 1 – Valeurs limites et conditions de fonctionnement 42
Tableau 2 – Caractéristiques RF 42
Tableau 3 – Caractéristiques de fiabilité 42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 41: Circulateurs et isolateurs à MEMS RF

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 du présent document 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 propriété et averti de leur existence.

L'IEC 62047-41 a été établie par le sous-comité 47F: Systèmes microélectromécaniques, du Comité d'études IEC 47: Dispositifs à semiconducteurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

FDIS	Rapport de vote
47F/376/FDIS	47F/380/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 62047, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques*, 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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À 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 MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 41: Circulateurs et isolateurs à MEMS RF

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62047 spécifie la terminologie, les valeurs assignées et caractéristiques essentielles, ainsi que les méthodes de mesure des circulateurs et isolateurs à système microélectromécanique (MEMS) radiofréquence (RF).

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 60747-1:2010, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 1: Généralités*

IEC 60749-10, *Dispositifs à semiconducteurs - Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 10: Chocs mécaniques*

IEC 60749-12, *Dispositifs à semiconducteurs - Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 12: Vibrations, fréquences variables*

IEC 60749-21, *Dispositifs à semiconducteurs - Méthodes d'essai mécaniques et climatiques – Partie 21: Brasabilité*

IEC 60749-22, *Dispositifs à semiconducteurs - Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 22: Robustesse des contacts soudés*

IEC 62047-1, *Dispositifs à semiconducteurs - Dispositifs microélectromécaniques – Partie 1: Termes et définitions*

IEC TS 61967-3, *Circuits intégrés - Mesure des émissions électromagnétiques – Partie 3: Mesure des émissions rayonnées - Méthode de balayage en surface*