

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Single crystal wafers for surface acoustic wave (SAW) device applications –
Specifications and measuring methods**

**Tranches monocristallines pour applications utilisant des dispositifs à ondes
acoustiques de surface (OAS) – Spécifications et méthodes de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.140

ISBN 978-2-83220-433-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
3.1 Single crystals for SAW wafer	8
3.2 Terms and definitions related to LN and LT crystals	9
3.3 Terms and definitions related to all crystals	9
3.4 Flatness	10
3.5 Definitions of appearance defects.....	13
3.6 Other terms and definitions	13
4 Requirements.....	15
4.1 Material specification.....	15
4.1.1 Synthetic quartz crystal	15
4.1.2 LN	15
4.1.3 LT.....	15
4.1.4 LBO, LGS.....	15
4.2 Wafer specifications	15
4.2.1 General	15
4.2.2 Diameters and tolerances	15
4.2.3 Thickness and tolerance	15
4.2.4 Orientation flat.....	16
4.2.5 Secondary flat	16
4.2.6 Back surface roughness	16
4.2.7 Warp	16
4.2.8 TV5 or TTV.....	16
4.2.9 Front (propagation) surface finish	17
4.2.10 Front surface defects.....	17
4.2.11 Surface orientation tolerance	18
4.2.12 Inclusions	18
4.2.13 Etch channel density and position of seed for quartz wafer	18
4.2.14 Bevel.....	18
4.2.15 Curie temperature and tolerance	18
4.2.16 Lattice constant	18
4.2.17 Bulk resistivity (conductivity) for reduced LN and LT.....	18
5 Sampling plan	19
5.1 Sampling	19
5.2 Sampling frequency.....	19
5.3 Inspection of whole population	19
6 Test methods	19
6.1 Diameter	19
6.2 Thickness.....	19
6.3 Dimension of OF	19
6.4 Orientation of OF.....	20
6.5 TV5.....	20
6.6 Warp	20

6.7	TTV	20
6.8	Front surface defects.....	20
6.9	Inclusions	20
6.10	Back surface roughness	20
6.11	Orientation	20
6.12	Curie temperature	20
6.13	Lattice constant	20
6.14	Bulk resistivity	20
7	Identification, labelling, packaging, delivery condition	21
7.1	Packaging	21
7.2	Labelling and identification	21
7.3	Delivery condition.....	21
8	Measurement of Curie temperature	21
8.1	General	21
8.2	DTA method	21
8.3	Dielectric constant method	22
9	Measurement of lattice constant (Bond method)	23
10	Measurement of face angle by X-ray	24
10.1	Measurement principle	24
10.2	Measurement method.....	25
10.3	Measuring surface orientation of wafer	25
10.4	Measuring OF flat orientation	25
10.5	Typical wafer orientations and reference planes	25
11	Measurement of bulk resistivity	26
11.1	Resistance measurement of a wafer	26
11.2	Electrode.....	26
11.3	Bulk resistivity	27
12	Visual inspections	27
12.1	Front surface inspection method.....	27
Annex A (normative)	Expression using Euler angle description for piezoelectric single crystals	29
Annex B (informative)	Manufacturing process for SAW wafers	33
Bibliography.....		40
Figure 1	– Wafer sketch and measurement points for TV5 determination	10
Figure 2	– Schematic diagram of TTV	11
Figure 3	– Schematic diagram of warp	11
Figure 4	– Example of site distribution for LTV measurement.....	12
Figure 5	– LTV value of each site.....	12
Figure 6	– Schematic of a DTA system	22
Figure 7	– Schematic of a dielectric constant measurement system	22
Figure 8	– The Bond method.....	24
Figure 9	– Measurement method by X-ray.....	24
Figure 10	– Relationship between cut angle and lattice planes	25
Figure 11	– Measuring circuit.....	26
Figure 12	– Resistance measuring equipment.....	26

Figure 13 – Shape of electrode	27
Figure A.1 – Definition of Euler angles to rotate coordinate system (X, Y, Z) onto (x_1, x_2, x_3)	30
Figure A.2 – SAW wafer coordinate system	30
Figure A.3 – Relationship between the crystal axes, Euler angles, and SAW orientation for some wafer orientations.....	32
Figure B.1 – Czochralski crystal growth method.....	34
Figure B.2 – Example of non-uniformity in crystals grown from different starting melt compositions.....	36
Figure B.3 – Schematic of a vertical Bridgman furnace and example of temperature distribution.....	37
Table 1 – Description of wafer orientations	14
Table 2 – Roughness, warp, TV5 and TTV specification limits	17
Table 3 – Crystal planes to determine surface and OF orientations.....	25
Table 4 – Electrode size	27
Table A.1 – Selected SAW substrate orientations and corresponding Euler angles	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SINGLE CRYSTAL WAFERS FOR SURFACE ACOUSTIC
WAVE (SAW) DEVICE APPLICATIONS –
SPECIFICATIONS AND MEASURING METHODS**

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 62276 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection.

This second edition cancels and replaces the first edition of IEC 62276 published in 2005. This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- terms and definitions are rearranged in accordance with the alphabetical order;
- "reduced LN" is appended to terms and definitions;
- "reduced LT" is appended to terms and definitions;
- reduction process is appended to terms and definitions.

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

FDIS	Report on voting
49/1005/FDIS	49/1011/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.

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.

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

A variety of piezoelectric materials are used for surface acoustic wave (SAW) filter and resonator applications. Prior to the 1996 Rotterdam IEC TC 49 meeting, wafer specifications were typically negotiated between users and suppliers. During the meeting, a proposal was announced to address wafer standardization. This standard has been prepared in order to provide industry standard technical specifications for manufacturing piezoelectric single crystal wafers to be used in surface acoustic wave devices.

SINGLE CRYSTAL WAFERS FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) DEVICE APPLICATIONS – SPECIFICATIONS AND MEASURING METHODS

1 Scope

This International Standard applies to the manufacture of synthetic quartz, lithium niobate (LN), lithium tantalate (LT), lithium tetraborate (LBO), and lanthanum gallium silicate (LGS) single crystal wafers intended for use as substrates in the manufacture of surface acoustic wave (SAW) filters and resonators.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60758:2008, *Synthetic quartz crystal – Specifications and guide for use*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
INTRODUCTION.....	47
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	48
3 Termes et définitions	48
3.1 Monocristaux pour tranche OAS	48
3.2 Termes et définitions liés aux cristaux de LN et LT	49
3.3 Termes et définitions liés à tous les cristaux	49
3.4 Planéité.....	50
3.5 Définitions des défauts d'aspect	53
3.6 Autres termes et définitions	54
4 Exigences	55
4.1 Spécifications des matériaux	55
4.1.1 Cristal de quartz synthétique	55
4.1.2 LN	55
4.1.3 LT.....	55
4.1.4 LBO, LGS.....	55
4.2 Spécifications des tranches	56
4.2.1 Généralités.....	56
4.2.2 Diamètres et tolérances.....	56
4.2.3 Épaisseur et tolérance.....	56
4.2.4 Orientation flat.....	56
4.2.5 Plat secondaire.....	56
4.2.6 Rugosité de la surface arrière.....	57
4.2.7 Gauchissement.....	57
4.2.8 TV5 ou TTV	57
4.2.9 Fini de la surface avant (propagation).....	58
4.2.10 Défauts de la surface avant	58
4.2.11 Tolérances d'orientation de la surface	58
4.2.12 Inclusions	58
4.2.13 Densité des canaux de gravure et position du germe de la tranche de quartz.....	58
4.2.14 Biseau	58
4.2.15 Température de Curie et tolérances.....	59
4.2.16 Constante du réseau cristallin	59
4.2.17 Résistivité volumique (conductivité) pour LN et LT réduits	59
5 Plan d'échantillonnage	59
5.1 Échantillonnage.....	59
5.2 Fréquence d'échantillonnage.....	59
5.3 Inspection de toute la population	59
6 Méthodes d'essai	60
6.1 Diamètre	60
6.2 Épaisseur	60
6.3 Dimension de l'OF	60
6.4 Orientation de l'OF	60
6.5 TV5.....	60

6.6	Gauchissement	60
6.7	TTV	60
6.8	Défauts de la surface avant	60
6.9	Inclusions	60
6.10	Rugosité de la surface arrière	60
6.11	Orientation	61
6.12	Température de Curie	61
6.13	Constante du réseau cristallin	61
6.14	Résistivité volumique	61
7	Identification, étiquetage, emballage, conditions de livraison	61
7.1	Emballage	61
7.2	Étiquetage et identification	61
7.3	Conditions de livraison	61
8	Mesure de la température de Curie	61
8.1	Généralités	61
8.2	Méthode DTA	62
8.3	Méthode de la constante diélectrique	62
9	Mesure de la constante du réseau cristallin (méthode Bond)	63
10	Mesure de l'angle de face aux rayons X	64
10.1	Principe de mesure	64
10.2	Méthode de mesure	65
10.3	Mesure de l'orientation de la surface d'une tranche	65
10.4	Mesure de l'orientation de l'OF	66
10.5	Plans de référence et orientations de tranches typiques	66
11	Mesure de la résistivité volumique	66
11.1	Mesure de la résistance d'une tranche	66
11.2	Électrode	67
11.3	Résistivité volumique	68
12	Examens visuels	68
12.1	Méthode d'inspection de la surface avant	68
Annexe A (normative) Expression utilisant la description de l'angle d'Euler pour les monocristaux piézoélectriques		70
Annexe B (informative) Processus de fabrication pour tranches OAS		74
Bibliographie		81
Figure 1 – Croquis de tranche et points de mesure pour la détermination de la TV5		51
Figure 2 – Représentation schématique d'une TTV		51
Figure 3 – Représentation schématique d'un gauchissement		51
Figure 4 – Exemple de distribution de sites pour une mesure de LTV		52
Figure 5 – Valeur LTV pour chaque site		52
Figure 6 – Représentation schématique d'un système DTA		62
Figure 7 – Représentation schématique d'un système de mesure de la constante diélectrique		63
Figure 8 – Méthode de Bond		64
Figure 9 – Méthode de mesure aux rayons X		65
Figure 10 – Relation entre l'angle de coupe et les plans du réseau cristallin		65
Figure 11 – Circuit de mesure		67

Figure 12 – Équipement de mesure de la résistance	67
Figure 13 – Forme de l'électrode	68
Figure A.1 – Définition des angles d'Euler pour la rotation du système de coordonnées (X, Y, Z) en (x_1, x_2, x_3)	71
Figure A.2 – Système de coordonnées d'une tranche OAS	71
Figure A.3 – Relation entre les axes du cristal, angles d'Euler et orientation des OAS pour certaines orientations de tranches	73
Figure B.1 – Croissance de cristaux par la méthode de Czochralski.....	75
Figure B.2 – Exemple de non-uniformité dans des cristaux après croissance à partir de différentes compositions de fonte de départ	77
Figure B.3 – Représentation schématique d'un four de Bridgman vertical et exemple de distribution de températures	78
Tableau 1 – Description de l'orientation d'une tranche	54
Tableau 2 – Limites des spécifications pour la rugosité, le gauchissement, la TV5 et la TTV	57
Tableau 3 – Plans cristallins pour déterminer les orientations des surfaces et des OF	66
Tableau 4 – Taille des électrodes	67
Tableau A.1 – Orientations des substrats OAS particuliers et angles d'Euler correspondants	72

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TRANCHES MONOCRISTALLINES POUR APPLICATIONS UTILISANT
DES DISPOSITIFS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) –
SPÉCIFICATIONS ET MÉTHODES DE MESURE**

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 62276 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la commande, le choix et la détection de la fréquence.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de la CEI 62276 parue en 2005. Cette seconde édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- les termes et définitions sont reclassés dans l'ordre alphabétique;
- "LN réduit" est annexé aux termes et définitions;
- "LT réduit" est annexé aux termes et définitions;

- le processus de réduction est annexé aux termes et définitions.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/1005/FDIS	49/1011/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.

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.

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

De nombreux matériaux piézoélectriques sont utilisés pour les applications à résonateurs et à filtres à ondes acoustiques de surface (OAS). Avant la réunion du TC 49 de la CEI tenue à Rotterdam en 1996, les spécifications des tranches étaient généralement négociées entre les utilisateurs et les fournisseurs. Au cours de la réunion, une proposition a été annoncée pour traiter la normalisation des tranches. La présente norme a été préparée afin de fournir des spécifications techniques conformes à une norme industrielle pour fabriquer des tranches piézoélectriques monocristallines utilisées dans des dispositifs à ondes acoustiques de surface.

TRANCHES MONOCRISTALLINES POUR APPLICATIONS UTILISANT DES DISPOSITIFS À ONDES ACOUSTIQUES DE SURFACE (OAS) – SPÉCIFICATIONS ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique à la fabrication de tranches monocristallines de quartz synthétique, de niobate de lithium (LN), de tantalate de lithium (LT), de tétraborate de lithium (LBO) et de silicate de gallium et de lanthane (LGS) destinées à être utilisées comme substrats dans la fabrication de résonateurs et de filtres à ondes acoustiques de surface (OAS).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

CEI 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 60758:2008, *Synthetic quartz crystal – Specifications and guide for use* (disponible en anglais seulement)