

# 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

Withdrawing

## 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.

Withdrawn

# 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

Withholding

## 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.

Withdrawn

# 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)