



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Synthetic quartz crystal – Specifications and guidelines for use

Cristal de quartz synthétique – Spécifications et lignes directrices d'utilisation

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.140

ISBN 978-2-83220-348-4

**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
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Specification for as-grown synthetic quartz crystal	11
4.1 Standard values	11
4.1.1 Orientation of the seed.....	11
4.1.2 Inclusion density	11
4.1.3 Infrared quality indications, α_{3500} , α_{3585} , α_{3410}	11
4.1.4 Frequency-versus-temperature characteristics (Figure 4 and 4.2.7).....	12
4.1.5 Etch channel density ρ	12
4.2 Requirements and measuring methods.....	13
4.2.1 Orientation.....	13
4.2.2 Handedness	13
4.2.3 Synthetic quartz crystal dimensions	13
4.2.4 Seed dimensions	13
4.2.5 Imperfections	13
4.2.6 Evaluation of infrared quality by alpha-measurement	15
4.2.7 Frequency versus temperature characteristics.....	17
4.2.8 Etch channel density.....	18
4.3 Marking.....	19
4.3.1 Shipping requirements	19
5 Specification for lumbered synthetic quartz crystal	19
5.1 Standard values	19
5.1.1 Tolerance of dimensions	19
5.1.2 Reference surface flatness	20
5.1.3 Angular tolerance of reference surface	20
5.1.4 Centrality of the seed.....	20
5.2 Requirements and measuring methods.....	20
5.2.1 As-grown quartz bars used for lumbered quartz bars	20
5.2.2 Dimensions of lumbered synthetic quartz crystal	20
5.2.3 Identification on reference surface	20
5.2.4 Measurement of reference surface flatness.....	20
5.2.5 Measurement of reference surface angle tolerance.....	20
5.2.6 Centrality of the seed.....	20
5.3 Delivery conditions.....	20
5.3.1 Marking	20
5.3.2 Packing	21
5.3.3 Making batch	21
6 Inspection rule for synthetic quartz crystal and lumbered synthetic quartz crystal.....	21
6.1 Inspection rule for as-grown synthetic quartz crystal	21
6.1.1 Inspection.....	21
6.1.2 Lot-by-lot test.....	21
6.2 Inspection rule for lumbered synthetic quartz crystal	22
6.2.1 Lot-by-lot test.....	23

7	Guidelines for the use of synthetic quartz crystal	23
7.1	General	23
7.1.1	Overview	23
7.1.2	Synthetic quartz crystal	23
7.2	Shape and size of synthetic quartz crystal	24
7.2.1	Crystal axis and face designation	24
7.2.2	Seed	24
7.2.3	Shapes and dimensions	24
7.2.4	Growth zones	24
7.3	Standard method for evaluating the quality of synthetic quartz crystal	25
7.4	Other methods for checking the quality of synthetic quartz crystal	25
7.4.1	Visual inspection	25
7.4.2	Infrared radiation absorption method	26
7.4.3	Miscellaneous	26
7.5	Alpha-grade	27
7.6	Optional grading (only as ordered), in inclusions, etch channels, Al content	27
7.6.1	Inclusions	27
7.6.2	Etch channels	27
7.6.3	Al content	27
7.6.4	Swept quartz	28
7.7	Ordering	28
Annex A (informative)	Frequently used sampling procedures	38
Annex B (informative)	Numerical example	40
Annex C (informative)	Example of reference sample selection	41
Annex D (informative)	Explanations of point callipers	42
Annex E (informative)	Infrared absorbance alpha value compensation	43
Annex F (informative)	The differences of the orthogonal axial system for quartz between IEC standard and IEEE standard	47
	Bibliography	49
	Figure 1 – Idealized sections of a synthetic quartz crystal grown on a Z-cut seed	29
	Figure 2 – Quartz crystal axis and face designation	30
	Figure 3 – Typical example of cutting wafers of AT-cut plate, minor rhombohedral-cut plate, X-cut plate, Y-cut plate and Z-cut plate	31
	Figure 4 – Frequency-temperature characteristics of the test specimen for slope	32
	Figure 5 – Quartz crystal axis and face designation	33
	Figure 6 – A synthetic quartz crystal grown on a Z-cut seed of small X-dimensions	34
	Figure 7 – An example of an early 1970s relation between the extinction coefficient of infrared radiation and the Q-value of synthetic quartz	34
	Figure 8 – Lumbered synthetic quartz crystal outline and dimensions along X-, Y- and Z-axes	35
	Figure 9 – Angular deviation for reference surface	36
	Figure 10 – Centrality of the seed with respect to the dimension along the Z- or Z'-axis	37
	Figure D.1 – Point callipers	42
	Figure D.2 – Digital point callipers	42

Figure E.1 – Schematic of measurement set-up	44
Figure E.2 – Graph relationship between averaged alpha and measured alpha at three wave numbers of α_{3500} , α_{3585} and α_{3410}	46
Figure F.1 – Left- and right-handed quartz crystals	48
Table 1 – Inclusion densities for the grades	11
Table 2 – Infrared quality indications for the grades	12
Table 3 – Etch channel densities for the grades	12
Table 4 – Test conditions and requirements for the lot-by-lot test for group A	22
Table 5 – Test conditions and requirements for the lot-by-lot test for group B	22
Table 6 – Test conditions and requirements for the lot-by-lot test	23
Table B.1 – Commodity bar sampling, method 1	40
Table B.2 – Commodity bar sampling	40
Table E.1 – Example of calibration data at α_{3585}	45
Table E 2 – Example of calibration data at α_{3500}	45
Table E 3 – Example of calibration data at α_{3410}	45

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SYNTHETIC QUARTZ CRYSTAL – SPECIFICATIONS AND GUIDELINES FOR USE

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60758 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2004. This edition constitutes a technical revision.

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

- preparation of AT-cut slice sample for etching is changed to make it easier;
- etch channel grade classification is changed considering request of the user;
- explanation of quartz axes difference between IEEE and IEC is added as Annex F.

This is a preview of "IEC 60758 Ed. 4.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

This bilingual version (2012-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2008-11. The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
49/808/FDIS	49/814/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.

The French version of this standard has not been voted upon. 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 maintenance result 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.

SYNTHETIC QUARTZ CRYSTAL – SPECIFICATIONS AND GUIDELINES FOR USE

1 Scope

This International Standard applies to synthetic quartz single crystals intended for manufacturing piezoelectric elements for frequency control and selection.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1: 1992

IEC 60122-1:2002, *Quartz crystal units of assessed quality – Part 1: Generic specification*

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

IEC 61994 (all parts), *Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection – Glossary*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	55
1 Domaine d'application	57
2 Références normatives	57
3 Termes et définitions	57
4 Spécification pour un cristal de quartz synthétique brut	61
4.1 Valeurs normalisées	61
4.1.1 Orientation du germe	61
4.1.2 Densité des inclusions	61
4.1.3 Indications de qualité par la méthode d'absorption infrarouge, α_{3500} , α_{3585} , α_{3410}	62
4.1.4 Caractéristique fréquence-température (Figure 4 et 4.2.7).....	62
4.1.5 Densité des canaux de corrosion ρ	62
4.2 Exigences et méthodes de mesure.....	63
4.2.1 Orientation.....	63
4.2.2 Polarité.....	63
4.2.3 Dimensions d'un cristal de quartz synthétique	63
4.2.4 Dimensions du germe	63
4.2.5 Imperfections	64
4.2.6 Evaluation de la qualité par la méthode de la mesure du coefficient d'extinction infrarouge alpha	66
4.2.7 Caractéristiques fréquence-température	68
4.2.8 Densité des canaux de corrosion	68
4.3 Marquage	70
4.3.1 Exigences relatives à l'expédition	70
5 Spécification pour le cristal de quartz synthétique préébauché	70
5.1 Valeurs normalisées	70
5.1.1 Tolérance sur les dimensions	70
5.1.2 Planéité de la surface de référence	70
5.1.3 Tolérance angulaire sur la surface de référence	70
5.1.4 Excentricité du germe	70
5.2 Exigences et méthodes de mesure.....	71
5.2.1 Barreaux de quartz brut utilisés pour les barreaux de quartz préébauché.....	71
5.2.2 Dimensions du cristal de quartz synthétique préébauché.....	71
5.2.3 Identification sur la surface de référence	71
5.2.4 Mesure de la planéité de la surface de référence.....	71
5.2.5 Mesure de la tolérance sur l'angle de la surface de référence.....	71
5.2.6 Excentricité du germe	71
5.3 Conditions de livraison	71
5.3.1 Marquage	71
5.3.2 Emballage.....	71
5.3.3 Lot de confection	71
6 Règle d'inspection pour le cristal de quartz synthétique et le cristal de quartz synthétique préébauché	72
6.1 Règle d'inspection pour le cristal de quartz synthétique brut	72
6.1.1 Inspection.....	72

6.1.2	Essai lot par lot	72
6.2	Règle d'inspection pour le cristal de quartz synthétique préébauché	73
6.2.1	Essai lot par lot	73
7	Lignes directrices pour l'utilisation du cristal de quartz synthétique	74
7.1	Généralités	74
7.1.1	Vue d'ensemble	74
7.1.2	Cristal de quartz synthétique	74
7.2	Forme et dimensions du cristal de quartz synthétique	75
7.2.1	Désignation des axes et faces du cristal de quartz	75
7.2.2	Germe	75
7.2.3	Formes et dimensions	75
7.2.4	Zones de croissance	75
7.3	Méthode normalisée permettant d'évaluer la qualité du cristal de quartz synthétique	76
7.4	Autres méthodes de contrôle de la qualité du cristal de quartz synthétique	76
7.4.1	Inspection visuelle	77
7.4.2	Méthode d'absorption du rayonnement infrarouge	77
7.4.3	Méthodes diverses	77
7.5	Classes du point de vue du coefficient d'extinction	78
7.6	Classes optionnelles (selon commande) en fonction des inclusions, des canaux de corrosion, de la concentration en aluminium	78
7.6.1	Inclusions	78
7.6.2	Canaux de corrosion	78
7.6.3	Teneur en aluminium	78
7.6.4	Quartz électriquement purifié	79
7.7	Rédaction des commandes	79
Annexe A (informative)	Procédures d'échantillonnage fréquemment utilisées	89
Annexe B (informative)	Exemple numérique	92
Annexe C (informative)	Exemple de choix des échantillons de référence	93
Annexe D (informative)	Explication des pieds à coulisse à pointes	94
Annexe E (informative)	Correction de la valeur alpha d'absorbance infrarouge	95
Annexe F (informative)	Différence de système d'axes orthogonaux pour le quartz entre la norme CEI et la norme IEEE	99
Bibliographie	101
Figure 1	– Sections théoriques d'un cristal de quartz synthétique obtenu à partir d'un germe de coupe Z	80
Figure 2	– Désignation des faces et des axes d'un cristal de quartz	81
Figure 3	– Exemple typique de découpage des lames de coupe AT, de celles parallèles à la petite face rhomboédrique, de celles de coupe X, de celles de coupe Y et de celles de coupe Z	82
Figure 4	– Courbe fréquence-température d'un quartz d'essai pour la pente	83
Figure 5	– Désignation des faces et des axes d'un cristal de quartz	84
Figure 6	– Cristal de quartz synthétique cultivé sur un germe de coupe Z de petites dimensions X	84
Figure 7	– Exemple d'une relation du début des années 1970 entre le coefficient d'extinction infrarouge et la valeur du facteur de qualité Q d'un quartz synthétique	85

Figure 8 – Encombrements d'un quartz synthétique préébauché et dimensions par rapport aux axes X, Y et Z	86
Figure 9 – Déviation angulaire de la surface de référence.....	87
Figure 10 – Excentricité du germe par rapport aux dimensions le long de l'axe Z ou Z'	88
Figure D.1 – Pieds à coulisse à pointes	94
Figure D.2 – Pieds à coulisse numériques à pointes.....	94
Figure E.1 – Schéma de la configuration de mesure.....	96
Figure E.2 – Relation graphique entre les valeurs alpha moyennées et les valeurs alpha mesurées aux trois nombres d'onde de α_{3500} , α_{3585} et α_{3410}	98
Figure F.1 – Cristaux de quartz gauche et droit	100
Tableau 1 – Densités des inclusions pour les classes	61
Tableau 2 – Indications de qualité par la méthode d'absorption infrarouge pour les classes	62
Tableau 3 – Densités des canaux de corrosion pour les classes.....	63
Tableau 4 – Conditions et exigences d'essai applicables à l'essai lot par lot pour le groupe A	72
Tableau 5 – Conditions et exigences d'essai applicables à l'essai lot par lot pour le groupe B	73
Tableau 6 – Conditions et exigences d'essai applicables à l'essai lot par lot	74
Tableau B.1 – Échantillonnage simplifié des barreaux, méthode – Méthode 1	92
Tableau B.2 – Échantillonnage simplifié des barreaux	92
Tableau E.1 – Exemple de données d'étalonnage à α_{3585}	97
Tableau E.2 – Exemple de données d'étalonnage à α_{3500}	97
Tableau E.3 – Exemple de données d'étalonnage à α_{3410}	97

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CRISTAL DE QUARTZ SYNTHÉTIQUE – SPÉCIFICATIONS ET LIGNES DIRECTRICES D'UTILISATION

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 des 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60758 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 2004. Cette édition en constitue une révision technique.

La présente édition comporte les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

- la préparation de l'échantillon de lame de coupe AT en vue de la gravure chimique a été modifiée de manière à la rendre plus facile;
- la classification en classes de canaux de corrosion a été modifiée compte tenu de la demande de l'utilisateur;

- une explication des différences relatives aux axes du quartz entre l'IEEE et la CEI a été ajoutée comme Annexe F.

La présente version bilingue (2012-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2008-11.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 49/808/FDIS et 49/814/RVD.

Le rapport de vote 49/814/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française n'a pas été soumise au vote.

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 maintenance 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.

CRISTAL DE QUARTZ SYNTHÉTIQUE – SPÉCIFICATIONS ET LIGNES DIRECTRICES D'UTILISATION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux monocristaux de quartz synthétique destinés à être utilisés pour la fabrication d'éléments piézoélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*
Amendement 1: 1992

CEI 60122-1:2002, *Résonateurs à quartz sous assurance de la qualité – Partie 1: Spécification générique*

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

CEI 61994 (toutes parties), *Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence – Glossaire*