

团 体 标 准

T/CECA XX—20XX

光刻用 AT 切石英晶片

AT - cut quartz crystal wafers for photolithography

(报批稿)

(本稿完成日期：2022 年 6 月 30 日)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国电子元件行业协会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

5 试验方法 5

6 检验规则 7

7 包装、标识、运输、储存 9

中电元协团体标准报批文本

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子元件行业协会压电晶体元器件及材料分会提出。

本文件由中国电子元件行业协会压电晶体元器件及材料分会归口。

本文件起草单位：北京石晶光电科技股份有限公司、唐山国芯晶源电子有限公司、广东惠伦晶体科技股份有限公司、成都泰美克晶体技术有限公司、泰晶科技股份有限公司、东晶电子金华有限公司、烁光特晶科技有限公司、深圳市晶峰晶体科技有限公司、三生电子（天津）有限公司、武汉海创电子股份有限公司、安徽晶赛科技股份有限公司、山东博达光电有限公司、研创科技（惠州）有限公司、汇隆电子（金华）有限公司、鸿星科技（集团）股份有限公司、成都晶宝时频技术股份有限公司、南京中电熊猫晶体科技有限公司、上海锐星微电子科技有限公司。

本文件主要起草人：院中杰、张营、朱中晓、张立强、郑玉南、刘峰、李宗杰、叶竹之、李辉、王斌、李庆跃、张绍锋、张璇、高艺箐、刘其胜、尚虎、毛晶、张翔、汪鑫、刘盛浦、朱永安、廖巧云、叶国萍、郭正江、石胜雄、刘青彦、杨清明、高志祥、马怀昌。

引 言

本文件提供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本文件时，应根据各自产品特点，确认本文件的适用性。

中电元协团体标准报批公示稿

光刻用 AT 切石英晶片

1 范围

本文件规定了光刻用 AT 切石英晶片的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标识、运输、储存。

本文件适用于光刻用 AT 切石英晶片，以下简称“晶片”。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 1185-2006 光学零件表面疵病
- GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第一部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2831-2009 光学零件的面形偏差
- GB/T 3352-2012 人造石英晶体 规范与使用指南（IEC 60758：2008，MOD）
- GB/T 3505-2009 产品几何技术规范（GPS）表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数（ISO 4287:1997, IDT）
- GB/T 6618 硅片厚度和总厚度变化测试方法
- GB/T 6620 硅片翘曲度非接触式测试方法
- GB/T 12273.1-2017 有质量评定的石英晶体元件 第1部分：总规范（IEC 60122-1：2002，MOD）
- GB/T 30118-2013 声表面波（SAW）器件用单晶晶片规范与测量方法（IEC 62276：2005，MOD）

3 术语和定义

GB/T 1185-2006、GB/T 3352-2012、GB/T 30118-2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

5 点厚度偏差 thickness variation for five points

TV5

五个厚度测量点之间的最大厚度差值。测量选点为晶片圆心点及周边四点，见图 1。

注：对于 AT 切石英晶片，晶片的频率和厚度存在换算关系，通常用测量频率的方法表征晶片厚度。

[来源：GB/T 30118-2013 3.7.4，有修改]

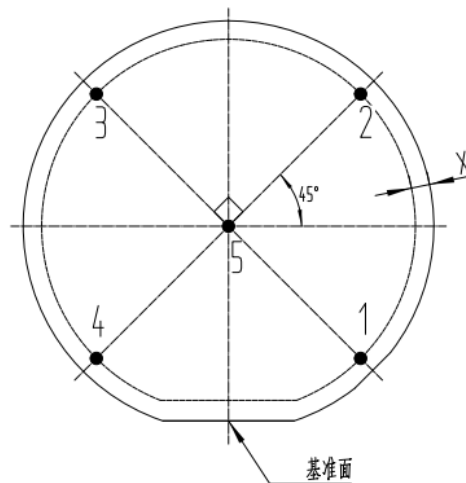


图 1 晶片示意图及 TV5 的规定测量点

3.2

总厚度偏差 total thickness variation

TTV

最大厚度（A）与最小厚度（B）之间的偏差。

注：对于 AT 切石英晶片，晶片的频率和厚度存在换算关系，通常用测量频率的方法表征晶片厚度。

[来源：GB/T 30118-2013 3.7.5，有修改]

3.3

擦痕 scratch

晶片表面呈现的微细、长宽比大于 5:1 的长条形凹痕。

[来源：GB/T 1185-2006 3.1.4，有修改]

4 技术要求

4.1 材质

用 Z 切向籽晶生长的人造石英晶体，晶片包含 Z、+X 生长区域和籽晶，不包含 -X 方向生长区（即 -X 方向不允许含有无籽晶的生长区域）。其质量应符合 GB/T 3352-2012 下列要求：

- 红外吸收系数 α 值：B 级；
- 包裹体密度（个/ cm^3 ）：I b 级；
- 腐蚀隧道密度（条/ cm^2 ）：1 级；
- 双晶：无；
- 杂质浓度：由使用方和供应方协商确定。

4.2 晶片

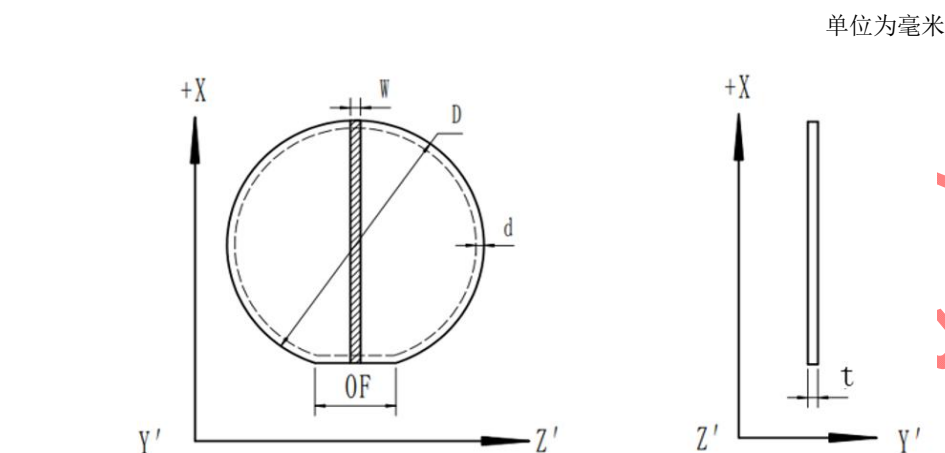
4.2.1 概述

使用方与供应方之间在缺乏相关替代协议的情况下，可使用本文件。随着现有加工技术的提高和新技术的开发，这些技术规范将不断完善和演变。

4.2.2 尺寸和允差

4.2.2.1 晶片直径（D）、基准面（OF）尺寸、稳定质量区域（FQA）边界 d 的图样

晶片直径（D）、基准面（OF）尺寸、稳定质量区域（FQA）边界 d 的图样由使用方和供应方协商确定，见图 2。



说明：

D——晶片直径；

W——籽晶宽度；

t——晶片厚度；

d——FQA 边界。

图 2 直径、基准面（OF）尺寸、稳定质量区域（FQA）的图样

4.2.2.2 直径（D）和允差、OF 尺寸和允差、FQA 边界 d

除非另有规定，晶片直径和允差、OF 尺寸和允差、FQA 边界 d 应符合表 1 规定。

表 1 直径和允差、OF 尺寸和允差、FQA 边界 d 的技术要求

规格	直径 D mm	直径允差 mm	OF 尺寸 mm	OF 尺寸允差 mm	FQA 边界 d mm
2" 晶片	49.95	±0.05	15	±1	1.0
3" 晶片	76.20	±0.05	22	±2	1.5
4" 晶片	100.0	±0.10	30	±2	2.0
5" 晶片	127.0	±0.20	36	±3	2.0
6" 晶片	150.0	±0.20	45	±5	3.0

4.2.3 频率（f）和允差

常用的晶片频率：20 000 kHz、24 000 kHz、25 000 kHz。

对于光刻用 AT 切石英晶片，频率 $f \approx 1670/t$ 。其中频率（f）单位为千赫兹（kHz），t 为晶片厚度，单位为毫米（mm）。

除非另有规定，频率允差应符合表 2 规定。

表 2 频率允差的技术要求

规格	频率 (f) 的允差 kHz
2" 晶片	$\pm (1.5 \times 10^{-3}) f$
3" 晶片	$\pm (2.0 \times 10^{-3}) f$
4" 晶片	$\pm (2.0 \times 10^{-3}) f$
5" 晶片	$\pm (2.5 \times 10^{-3}) f$
6" 晶片	$\pm (2.5 \times 10^{-3}) f$

4.2.4 晶片取向（定向）和允差

晶片取向（定向）：由使用方确定。

除非另有规定，晶片取向（定向）允差为： $\pm 15''$ 、 $\pm 30''$ 、 $\pm 60''$ 。

4.2.5 0F 角度允差

除非另有规定，2" ~6" 晶片 0F 角度允差为： $\pm 15'$ 。

4.2.6 籽晶位置

籽晶应位于 Z 向中心，宽度 $W < 3.0 \text{ mm}$ 范围之内，且平行于晶片中心的 X 方向，见图 2；允许 +X 向籽晶不贯穿 2.0 mm。

4.2.7 TV5、总厚度偏差（TTV）、面形偏差

除非另有规定，在晶片 FQA 内，TV5、TTV、面形偏差的技术要求见表 3。FQA 区域外无要求。

表 3 TV5、总厚度偏差（TTV）、面形偏差、粗糙度、翘曲度的技术要求

规格	TV5 kHz	TTV kHz	面形偏差 N 个	粗糙度 Ra μm	翘曲度 μm
2" 晶片	$< (1.5 \times 10^{-3}) f$	$< (1.5 \times 10^{-3}) f$	≤ 3	< 0.03	< 15
3" 晶片	$< (2.0 \times 10^{-3}) f$	$< (2.0 \times 10^{-3}) f$	≤ 5	< 0.03	< 20
4" 晶片	$< (2.0 \times 10^{-3}) f$	$< (2.0 \times 10^{-3}) f$	≤ 6	< 0.03	< 20
5" 晶片	$< (2.0 \times 10^{-3}) f$	$< (2.0 \times 10^{-3}) f$	≤ 9	< 0.03	< 25
6" 晶片	$< (2.5 \times 10^{-3}) f$	$< (2.5 \times 10^{-3}) f$	≤ 12	< 0.03	< 25

4.2.8 粗糙度、翘曲度

粗糙度、翘曲度应符合表 3 要求。

4.2.9 电双晶

不允许有电双晶。

4.2.10 表面疵病

晶片的表面疵病包括麻点、擦痕、破边、裂纹、污染等缺陷。

除非另有规定，晶片上表面和下表面每 1 英寸直径的圆面积内，表面疵病应符合表 4 的要求。

表 4 表面疵病的技术要求

规格	麻点		擦痕			破边 mm	裂纹	污染
	直径总长 μm	间距 mm	总长度 mm	宽度 μm	数量 个			
2" ~6" 晶片	≤ 100	> 2	< 2	< 10	< 2	< 0.20	无	无, 允许 有可吹 拂灰尘

有关擦痕、麻点疵病公差级数换算，按照 GB/T 1185-2006 附录 A 的规定。

5 试验方法

5.1 尺寸和允差

用足够精度的卡尺或测量仪器测量晶片尺寸（包括晶片直径 D、OF 尺寸、FQA 边界 d、籽晶位置）。

5.2 频率和允差

用足够精度（通常为 1 kHz）的晶体频率测试仪，按照 GB/T 12273.1-2017 中 4.7.1 的测试方法测量晶片频率。

也可以使用足够精度的厚度计，按照 GB/T 6618 规定的测试方法测量晶片中心的厚度，按照 4.2.3 换算为晶片频率（ f ）。

5.3 晶片取向（定向）和允差、OF 角度允差

按照 GB/T 30118-2013 第 10 章的测试方法，用足够精度的 X-ray 射线测角仪测量晶片取向（定向）和允差、OF 角度允差。

5.4 TV5

用足够精度（通常为 1 kHz）的晶体频率测试仪，按照图 1 中的位置，测量晶片 5 点位置对应的晶片频率最大值。

测量点为晶片中心点和距晶片边缘 X mm 的四点，其中两点位于与晶片主参考面垂直平分线逆时针方向的夹角 45° 的直径上，另外两点位于与该直径相处置的另一条直径上，X 尺寸为 3.0 mm~5.0 mm。

5.5 TTV

在夹持状态下，用足够精度（通常为 1 kHz）的晶体频率测试仪，测量每 5 mm×5 mm 单位面积内晶片频率，并计算各测量点最大频率和最小频率的差值。

5.6 面形偏差

5.6.1 仪器和工具

氦光谱光源或其他类型干涉仪。

5.6.2 测试方法

首先将待测晶片水平放置于检测台上，晶片上表面为检测面。在距离晶片正上方 250 mm 高度处，

使用氦光谱光源的散射光照射待测晶片；在距离待测晶片 1 000 mm 高度、以约 30° 角度、目视检测面的光圈数量（个），按照 GB/T 2831-2009 中 7.1 的方法识别光圈，见图 3。

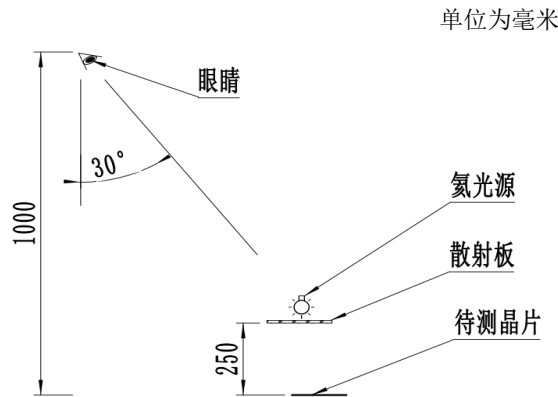


图 3 晶片平面度测量的示意图

5.7 粗糙度（Ra）

既可以采用接触方法，也可以采用光学方法来测量晶片表面粗糙度（Ra）。晶片的测量数据通常取决于测量方法（例如探针半径、取样间距、光学参数等），按照 GB/T 3505-2009 4.2.1 规定的测试方法测量。

5.8 翘曲度（warp）

按照 GB/T 6620 规定的测试方法，采用光学平面度测量装置测量翘曲度。

5.9 电双晶

5.9.1 仪器及工具

应力偏光仪。

5.9.2 测试方法

在仪器光源照射下，将待测晶片放置于两块正交偏光片中间目视（或视频采集系统）观察晶片表面的颜色变化。当有锥形团聚彩色区域时，判定该区域有电双晶缺陷。

5.10 表面疵病

5.10.1 仪器和工具

强光源（如幻灯机），光通量不低于 5 200 lm。

5.10.2 测试环境

目检应在洁净、黑背景、外围无杂散光干扰的环境中进行。

5.10.3 测试方法

5.10.3.1 反射光法

在在黑背景下目测观察晶片表面，旋转晶片使光源在晶片表面小角度反射入射光线，观察和判别晶片内部和表面的麻点、擦痕、崩边、裂纹、污染，并与标准样本比对（需确定尺寸时，使用不小于 10

10 倍的显微镜测量）。

5.10.3.2 透射光法

在黑背景下目测观察晶片表面，使光源透过晶片观察和判别晶片内部的麻点、擦痕、裂纹，并与标准样本比对（需确定尺寸时，使用不小于 10 倍的显微镜测量）。

5.10.3.3 腐蚀法（型式检验适用）

对于晶片表面擦痕缺陷，应将晶片完全浸入氟化氢铵或其他过饱和腐蚀溶液中，在腐蚀量不少于 3 μm 后清洗晶片，按照 5.10.3.1 和 5.1.3.2 的方法进行检测。

本方法为供需双方对表面擦痕有争议时的仲裁方法。

6 检验规则

6.1 检验分类

本文件规定的检验分为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

6.2 型式检验

6.2.1 通则

有下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品生产试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，原材料、工艺等发生较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 生产设备大修或更新后；
- d) 停产超过 3 个月，再恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次检验存在较大差异时；
- f) 国家质量监督检验机构提出检验时。

6.2.2 抽样

用于型式检验的样品应从本周期生产的出厂检验合格产品中随机抽取。

6.2.3 检验项目

型式检验的检验项目、顺序和分组、样品数和判定应按表 5 的规定。样品分为 2 组，每组样品数量为 5 片。

表 5 型式检验一览表

分组	检验项目	技术要求条款	测量方法条款	样品数量	允许不合格数
1	表面疵病（麻点、破边、裂纹、污染）	4.2.10	5.10.3.1 和 5.10.3.2	5	0
	面形偏差	4.2.7	5.6		
	电双晶	4.2.9	5.9		
	粗糙度	4.2.8	5.7		
	直径和允差、 OF 尺寸和允差、FQA 边界 d	4.2.2	5.1		
	籽晶位置	4.2.6	5.1		
	晶片取向（定向）和允差	4.2.4	5.3		
	OF 角度允差	4.2.5	5.3		
	频率和允差	4.2.3	5.2		
	TV5	4.2.7	5.4		
	TTV	4.2.7	5.5		
	翘曲度	4.2.8	5.8		
2	表面疵病（擦痕）	4.2.10	5.10.3.3	5	0

6.2.4 不合格

一个或多个样品有一项或多项检验未通过表 5 规定的检验，则型式检验不合格。

6.2.5 不合格处理

如果样品未能通过型式检验，则供应方应按下列步骤进行处理：

- a) 立即停止产品交货和出厂检验。在此期间如产品已交货，应及时通知使用方；
- b) 查明失效原因，在材料、工艺或其他方面提出纠正措施，对采用基本相同的材料和工艺进行制造的、失效模式相同的、能够进行纠正的所有产品采取纠正措施；
- c) 完成纠正措施后，重新抽取试样进行型式试验，是对全部项目检验或仅对原试样失效项目检验由监督检查机构确定；
- d) 出厂检验必须在重新型式检验合格后，产品才能交货。

6.3 出厂检验

6.3.1 检验批的组成

检验批应由同一批原料、同一工艺、同一规格、同一时间提交的晶片组成。

6.3.2 抽样方案和判定规则

出厂检验为逐批检验，按 GB/T 2828.1-2012 中一次正常抽验方案进行，或由详细规范规定。检验项目、顺序及 IL、AQL 按表 6 的规定。

表 6 出厂检验一览表

检验项目	技术要求条款	测量方法条款	IL	AQL
表面疵病（擦痕、麻点、破边、裂纹、污染）	4.2.10	5.10.3.1 和 5.10.3.2	S-2	1.5
面形偏差	4.2.7	5.6		
电双晶	4.2.9	5.9		
粗糙度	4.2.8	5.7	S-2	2.5
直径和允差	4.2.2	5.1	S-2	1.5
OF 尺寸和允差、FQA 边界 d	4.2.2	5.1	S-2	2.5
籽晶位置	4.2.6	5.1		
晶片取向（定向）和允差	4.2.4	5.3	S-2	1.5
OF 角度允差	4.2.5	5.3	S-2	2.5
频率和允差	4.2.3	5.2	S-2	1.5
TV5	4.2.7	5.4		
TTV	4.2.7	5.5		
翘曲度	4.2.8	5.8	S-2	2.5

6.3.3 合格判定

被检验样品任意一项不符合表 6 要求的，则判定为样品不合格。

本批产品不合格数达到和超过表 6 要求或 GB/T 2828.1-2012 规定允许的不合格数，则判定本批不合格。

6.3.4 拒收批

如某一检验批不合格，应退回该批产品，经 100%剔除不合格产品后，允许再次提交检验，但应按 GB/T 2828.1-2012 规定的转移规则转入加严检验。

若复验仍不合格时，则判定该批不合格。

6.3.5 样品处理

已经通过检验合格的产品可按规定交货。

7 包装、标识、运输、储存

7.1 概述

有特殊包装、标识、运输、储存要求时，应按使用方和供应方之间的协议规定。

7.2 包装

内包装应采用专用的包装盒，并以抽真空袋密封。包装应整洁规范、无形变。

外包装应采用不损伤产品的包装方式，表面应无破损，包装结构牢固无形变；并有防震、防碎、防潮措施。

外包装箱内附检验报告单。

晶片应由供应商进行包装，以避免在装运或储存期间被污染和损坏。

单个包装箱质量不超过 15 kg。

7.3 标识

7.3.1 内包装

所有的晶片包装盒都应标贴含有以下信息的标签：

- a) 供应方的名称或者商标；
- b) 压电晶片；
- c) 规格；
- d) 数量；
- e) 生产批号或追溯号；
- f) 检验员和生产日期等。

7.3.2 外包装

外包装应有下列内容：

- a) 供应方名称或者商标；
- b) 压电晶片；
- c) 规格；
- d) 数量；
- e) 订单号；
- f) 箱号；
- g) 日期。

每个包装箱上应按 GB/T 191-2008 的规定标明“防潮”、“轻放”等图形或字样，或者满足合同的要求。

7.4 运输

装有晶片的包装箱可用任何方式运输。运输中应避免雨雪的直接淋袭、强烈的冲撞和机械损伤。

7.5 储存

产品包装完成后储存环境温度为-10℃~40℃，相对湿度不大于 75%，周围无酸性、碱性及其它有害气体，且无机械振动和冲击的通风良好的库房中。
