

《光学级大单晶金刚石》

“浙江制造”团体标准编制说明

1 项目背景

一、行业现状

1) 行业类别

根据国家标准 GB/T 4754—2017《国民经济行业分类》，我公司研发生产的光学级大单晶金刚石属于制造业——非金属矿物制品业——石墨及其他非金属矿物制品制造业——其他非金属矿物制品制造（C3099）。

2) 产品用途

光学级大单晶金刚石是一种具有极高硬度和优异光学性能的大尺寸单晶金刚石，采用国际上先进的化学气相沉积法（CVD 法）合成。光学级大单晶金刚石具有高硬度、长波红外光波段（室温环境下）的高透过率、室温下具有最高的导热系数、极佳的化学稳定性等多方面优异特性，在光学领域有着广泛的应用前景。可广泛应用于航空、军事、科研设备等方面，适用于制备高功率激光器的发射窗口及激光晶体、大功率紫外/红外光学仪器的镜头、需在苛刻环境下工作的传感器、探测器等，是高精尖的高附加值产品。

3) 行业规模及发展前景

目前全球工业上对高品质金刚石的需求量在 10 亿克拉/年，2021 年，全球光学级大单晶金刚石市场销售额达到了 1767 万元，预计 2028 年将达到 2399 万元，年复合增长率（CAGR）为 4.6%（2022-2028）。国内市场在过去几年变化较快，2021 年市场规模为 588.02 万元，约占全球的 33.28%，预计 2028 年将达到 821.5 万元，届时全球占比将达到 34.24%。国内地区是光学级大单晶金刚石最大的消费市场，2021 年占有 33.28% 的市场份额，之后是欧洲和美国，分别占有 21.13% 和 15.60%。预计未来几年，中国地区增长最快，2022-2028 期间 CAGR 大约为 5.1%。目前全球主要厂商包括 Element Six、宁波晶钻科技股份有限公司和 Diamond Materials 等。光学级大单晶金刚石料目前主要用于大型光学仪器或装置。在大功率激光武器、飞机或卫星上的红外摄像系统等为代表的军工领域的应用并不是单纯的市场或利润问题，中国作为一个世界大国必须立足于自主开发。另外，光学级大单晶金刚石并非注定是阳春白雪，随着大单晶金刚石的生产

加工成本的降低，普通照相机或手机的镜头用光学级大单晶金刚石来制作也呼之欲出，届时市场也会扩大几百倍几千倍甚至更大。目前行业里光学级大单晶金刚石制备方法有三种常见：热丝法（HFCVD）、直流等离子体喷射法（DC-PJ CVD）、微波等离子体化学气相沉积法（MPCVD）；相比而言 MPCVD 法避免了 HFCVD 法中因热金属丝蒸发而对金刚石造成的污染以及热金属丝对强腐蚀性气体（如高浓度氧、卤素气体等）十分敏感的缺点；与 DC-PJ CVD 法相比，克服了直流电弧法中因电弧的点火及熄灭而对衬底和金刚石的巨大热冲击所造成的金刚石容易从基片上脱落的问题；因此 MPCVD 法人工制备大单晶金刚石更加环保、高效，是高品质金刚石主要的生产工艺，的目前 MPCVD 法合成光学级大单晶金刚石实现了晶体生长全自动控制、定向生长，切片也朝着脉冲激光大单晶金刚石切片工艺、批量化生产金刚石磨抛工艺系统发展。随着大单晶金刚石合成技术的进一步提高和成本下降，金刚石的应用范围和市场将会迅速扩大。

二、标准现状

目前国内外光学级大单晶金刚石并无直接相关的国标行标，企业生产主要参考 JB/T 13942—2020 相关技术指标以及客户要求生产。此项标准属于大单晶金刚石的通用性技术标准，更偏向于磨料的应用，同时技术要求没有完全覆盖光学级大单晶金刚石的关键质量特性和性能指标，再加上近年来大单晶金刚石产品行业技术革新加速，现行行业标准已不能满足光学级应用行业高质量、高水平发展需求，为进一步提升质量，满足用户的需求，有必要制定一个要求更高的产品标准，以带动我省光学级大单晶金刚石行业快速提升。

我司着眼于高端先进用户需求和产品实用性，通过精心设计、精良选材、精工制造和精诚服务，提供高品质的光学级大单晶金刚石。我司希望通过此次制定浙江制造团体标准的契机，填补该领域的标准空白，同时让光学级大单晶金刚石的质量要求持续紧贴用户需求，促进我省行业与相关企业不断自我革新，提高产业质量水平，带动行业上下游协同创新发展。

2 项目来源

由宁波晶钻科技股份有限公司向浙江省市场监督管理局提出立项申请，通过培育入库和立项论证：

项目立项通知文号：浙市监函〔2024〕134号

项目立项通知名称：关于公布 2024 年第一批“浙江制造”标准培育计划的通知

项目立项批次和序号：2024.1, 24

项目立项时间：2024-05-31

项目名称：《光学级大单晶金刚石》

指导单位：宁波市镇海区市场监督管理局

3 标准制定工作概况

3.1 标准制定相关单位及人员

3.1.1 本标准主要起草单位：宁波晶钻科技股份有限公司。

3.1.2 本标准参与起草单位：中国科学院宁波材料技术与工程研究所、企知道科技有限公司、宁波新材料测试评价中心、宁波新材料产业协会、成都华宇微波技术有限公司、宁波西柯工具技术有限公司。

3.1.3 本标准起草人为：张军安、程拯、胡付生、张天翊、王琦、林岳、张振邦、王鑫、李寅、孟鸿诚、刘引、金路平。

3.1.4 标准编制工作组成员及分工见表 1。

序号	姓名	单位	职称/职务	职责分工
1	张军安	宁波晶钻科技股份有限公司	总经理 高级工程师	标准编制组长，负责标准研制工作总体策划、决策，协调各相关方资源
2	程拯	宁波晶钻科技股份有限公司	副总经理	标准编制副组长，协助组长开展标准研制工作总体策划、决策，制定标准研制工作计划，协调各相关方资源
3	胡付生	宁波晶钻科技股份有限公司	技术部经理 工程师	负责标准研制工作中技术指标、生产工艺和装备方面的支持，保障制造水平先进性
4	张天翊	宁波晶钻科技股份有限公司	生产部经理 高级工程师	标准编制秘书长，协助组长和副组长协调各相关方资源，负责标准制定团队日常工作管理，保障标准研制工作按计划执行
5	王琦	宁波晶钻科技股份有限公司	品质部经理 工程师	负责标准研制工作中质量方面的支持，保障质量指标先进性
6	林岳	宁波晶钻科技股份有限公司	研发工程师	负责标准研制工作中产品检测方面的支持，保障检测指标可靠性
7	张振邦	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	博士	科研院所代表，参与标准研制，提供行业内前沿且专业技术支持，保障标准技术指标先进性
8	王鑫	企知道科技有限公司	标准化工程师	标准化专家代表，参与标准研制，提供标准化技术支持，保障标准研制过程及标准材料质量
9	李寅	宁波新材料测试评价中心	工程师	检测专家代表，参与标准研制，提供检验检测技术支持

序号	姓名	单位	职称/职务	职责分工
10	孟鸿诚	宁波新材料产业协会	秘书长	行业专家代表，参与标准研制，提供行业内的先进技术和专业技术支持
11	刘引	成都华宇微波技术有限公司	总经理	同行代表，对标准研制的技术要求进行审查，提供专业咨询和支持
12	金路平	宁波西柯工具技术有限公司	高级工程师	客户代表，对标准研制的客户要求进行审查，提供专业咨询和支持

3.2 主要工作过程

3.2.1 前期准备工作

项目获得正式立项后，2024年5月，启动本标准的编制工作，并成立了标准编制小组，为了让标准编制工作更加全面，由公司技术、品质、生产、销售、采购、实验室等相关部门的核心人员组成了标准编制小组。通过进一步采集和分析国内外相关标准与发展趋势，统计了国内外有代表性客户的供货合同中相关技术质量要求，并结合几年来与行业协会、优秀供应商、先进同行、高端客户沟通交流中得到的意见建议及我司在光学级大单晶金刚石产品经营方面的成果，最终确定了浙江制造团体标准工作方案和编制思路。

标准制定前期收集包括：

行业标准：JB/T 13942—2020 超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石；
先进同行：Diamond Elements、Element Six、上海征世科技、化合积电（厦门）、中南钻石对外公开的相关资料、企业标准、竞品检测报告等资料，用于标准研究。

其余主要进度和计划见表1：

表1 《光学级大单晶金刚石》制定进度计划表

起止日期	进度目标	形成材料
2024年5月中旬 — 2024年7月下旬	组建标准工作组、形成标准草案及标准编制说明	1、标准、验证、说明等相关资料 2、标准草案及编制说明文本
2024年8月上旬	召开标准启动会暨研讨会、生产验证会议	1、标准研讨稿 2、标准编制说明（研讨阶段） 3、研讨会议相关材料 4、生产验证会议相关材料
2024年8月上旬 — 2024年8月中旬	汇总研讨内容，形成征求意见稿、向相关方征求意见	1、标准征求意见稿 2、标准编制说明（征求意见阶段） 3、标准征求意见相关材料
2024年8月中旬 — 2024年9月中旬	对回收的相关方征求意见进行沟通、讨论、确认采纳情况，形成送审稿	1、标准送审稿 2、标准编制说明（送审阶段） 3、征求意见汇总表 4、技术研讨等相关资料

起止日期	进度目标	形成材料
2024年9月中旬 — 2024年9月下旬	提交送审材料、联络并推荐评审专家	1、标准送审稿 2、标准编制说明（送审阶段） 3、技术审查会专家推荐名单 4、机构能力覆盖表
2024年10月上旬 — 2024年10月中旬	召开标准技术审查会	1、标准技术审查稿 2、标准编制说明（技术审查阶段） 3、技术审查会签到表、会议纪要 4、标准技术审查意见 5、技术审查会议相关材料
2024年10月下旬	技术审查意见处理、提交报批材料	1、标准报批稿 2、标准编制说明（报批阶段） 3、产品相关第三方检测报告 4、标准技术审查意见 5、标准报批相关材料

3.2.2 标准草案研制

标准编制小组针对型式试验内规定的技术要求和先进性进行了广泛研讨，主要参考 JB/T 13942—2020《超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石》和其它相关国家标准要求，以及公司自身技术研究成果确定了相应的技术内容，再结合相关的测试数据确定了标准中各项指标，并根据“浙江制造”标准要求，对基本要求中的产品设计研发、原材料、工艺装备、检验检测等先进性方面进行了研讨。确定了基本要求；对质量保证方面和先进性进行了研讨，确定了质量管理承诺及售后服务保障；按照“浙江制造”标准制订框架要求以及浙江制造标准编制理念和定位，依照 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》的要求编制形成标准草案。与 JB/T 13942—2020《超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石》相比，主要提升与新增项目如下：

- 1、新增了总厚度变化技术要求；
- 2、新增了表面粗糙度技术要求；
- 3、新增了加工面平行度技术要求；
- 4、新增了光谱透过率技术要求；
- 5、新增了折射率技术要求；
- 6、新增了导热系数技术要求；
- 7、提升了尺寸偏差技术要求。

本标准的编制研制符合“浙江制造”标准的“精心设计、精良选材、精工制造、精诚服务”的理念，满足“国内一流、国际先进”的定位。

3.2.3 标准启动研讨

2024年08月02日，《光学级大单晶金刚石》浙江制造团体标准研讨会在宁波晶钻科技股份有限公司行政办公楼二楼会议室举行。主起草单位宁波晶钻科技股份有限公司、宁波市镇海区市场监督管理局孙和磊科长、中国科学院宁波材料技术与工程研究所张振邦博士、宁波新材料测试评价中心工程师李寅、企知道科技有限公司标准化工程师王鑫、宁波新材料产业协会秘书长孟鸿诚以及同行代表、客户代表参加。会议期间对浙江制造标准《光学级大单晶金刚石》研讨稿进行讨论，对标准技术指标先进性进行研讨。与会专家对标准研讨稿所征集的意见集中讨论处理意见：

- 前言 “本文件由浙江省质量协会提出并归口”修改为“本文件由浙江省质量协会归口”；
- 范围 “本文件适用于采用化学气相沉积法（CVD法）等工艺制造的人工合成的光学级大单晶金刚石（以下简称大单晶金刚石），主要应用于棱镜、透镜、光学窗口片、波片、激光设备镜片等光学元件制造领域”修改为“本文件适用于采用化学气相沉积法（CVD法）等工艺制造的光学级大单晶金刚石，主要应用于棱镜、透镜、光学窗口片、波片、激光设备镜片等光学领域”；
- 术语和定义 修改3.1光学级大单晶金刚石、光谱透过率的定义；
- 4.1形状 修改长方体形状示意图，增加圆柱状形状示意图；
- 4.2材料性质 “大单晶金刚石的材料性质应符合表1的规定。”修改为“光学级大单晶金刚石的颜色应无色，其他材料性质应符合DZ/T 0294—2016中6.2的规定。”并删除表3；
- 4.3光谱特征 “大单晶金刚石的光谱特征应符合表2的规定。”修改为“光学级大单晶金刚石的光谱特征应符合DZ/T 0294—2016中6.3的规定。”并删除表4；
- 5.1设计研发 将5.1.1和5.1.3的内容整合成一条，即“应具备生长工艺过程中温度均匀性等关键因素的设计能力”；
- 6.1表面质量 “6.1表面质量”修改为“6.1净度”，内容调整为“在规定条件下观察，光学级大单晶金刚石晶体内部无包裹体，表面无凹坑，边角处无裂纹”，并按JB/T 13942—2020的相关内容修改7.1的试验方法；

- 7.2.3表面粗糙度 “按GB/T 1031的规定进行” 修改为“按JY/T 0582的规定进行”
- 7.2.4加工面平行度 修改试验方法
- 根据会议内容修改补充完善“2 规范性引用文件”的内容。
- 完善编制说明第1章补充说明标准现状等情况；
- 围绕市场需求和行业痛点补充完善编制说明中的对核心技术指标技术提升/增补点确定依据描述；
- 进一步完善编制说明中4.1编制原则描述。

3.2.4 征求意见

XXXX。

3.2.5 专家评审

XXXX。

3.2.6 标准报批

XXXX。

4 标准编制原则、主要内容及确定依据

4.1 编制原则

按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部份：标准化文件的机构和起草规则》的规范和要求撰写。标准编制遵循“合规性、必要性、先进性、经济性、可操作性”、“五性并举”原则，参照行业标准 JB/T 13942—2020《超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石》，建立了测试方法和评定标准，为确定试验参数和具体细节提供依据；同时参考国内外行业技术现状，尽可能与国际标准接轨，注重标准的可操作性。按照“浙江制造”标准的框架，在技术标准要求基础上补充了基本要求和质量承诺，编制了本标准。

4.1.1 合规性原则

本标准符合国家制定的现行法律、法规文件有关要求，并覆盖了强制性标准的要求，标准编写规则符合 GB/T 1.1—2020 的要求。

4.1.2 必要性原则

目前国内外光学级大单晶金刚石并无直接相关的国标行标，企业生产主要参考 JB/T 13942—2020 相关技术指标以及客户要求生产。此项标准属于大单晶金刚石的通用性技术标准，更偏向于磨料的应用，同时技术要求没有完全覆盖

光学级大单晶金刚石的关键质量特性和性能指标,再加上近年来大单晶金刚石产品行业技术革新加速,现行行业标准已不能满足光学级应用行业高质量、高水平发展需求。国际上对光学级大单晶金刚石的技术要求没有统一的标准,多数是结合企业自身需求、市场需求制定相应的技术指标。因此在行标的基础上,充分考虑航空、军事、科研设备等高端客户对光学级大单晶金刚石产品“更高性能、更高精度、更加可靠”的需求,对产品新增了表面粗糙度、加工面平行度、光谱透过率、折射率、导热系数以及提升尺寸偏差技术要求,是十分必要的,在提升产品质量和满足市场需求的基础上,更好地提升了客户满意度,进而引领行业更好、更快的发展。

4.1.3 先进性原则

我国关于大单晶金刚石的现行相关标准为 JB/T 13942—2020《超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石》,行业标准对大单晶金刚石的精度和缺陷、粒度组成、尺寸极限偏差进行了规定,属于通用型技术规范,技术指标要求能够满足一般超硬磨料用的大单晶金刚石的规范生产,但并不能够引领行业发展,无法满足光学级等高端领域的要求,高端市场对大单晶金刚石的导热系数、光谱透过率、折射率等技术指标更加关注,但行业标准并无要求。为引领行业发展,更好的满足先进制造及高端领域对大单晶金刚石的需求,因此在行标的基础上新增“总厚度变化应不大于 0.02mm; 表面粗糙度应不大于 5×10^{-6} mm; 加工面平行度应不大于 20''; 光谱透过率应不小于 70%; 折射率在 2.375~2.415 范围内; 导热系数应不低于 $2000\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 的要求; 提升了尺寸偏差不超过 $\pm 0.05\text{mm}$ ”的技术要求。

本次制定的光学级大单晶金刚石浙江制造标准在行标 JB/T 13942—2020 的基础上新增了总厚度变化、表面粗糙度、加工面平行度、光谱透过率、折射率、导热系数以及提升尺寸偏差技术要求等,其标准的核心技术指标水平可达到“国内一流、国际先进”。

4.1.4 经济性原则

本标准文本起草过程中对导热系数、光谱透过率、折射率等指标是进行了综合评判,国内外客户十分关注的这些指标,有必要加入。虽然会增加企业一定成本,但是也会进一步提高产品的质量,增加产品的市场竞争力。因此,本着综合权衡,该适当成本的投入是十分有必要的,因此,本标准符合经济性的要求。

4.1.5 可操作性原则

本标准起草过程对各项技术要求的检测或试验方法均做出了规定，技术指标均有现行的国家标准、行业标准做检测支撑，并已通过甬江实验室微谱（浙江）技术服务有限公司等第三方实验室检测；基本要求可验证、可核实；质量承诺要求可追溯。

4.2 主要内容

4.2.1 标准名称和适用范围

经过标准文件立项研讨、论证，标准名称确认为《光学级大单晶金刚石》，明确了本标准适用细分产品领域，标准的适用范围为采用化学气相沉积法（CVD法）等工艺制造的光学级大单晶金刚石，主要应用于棱镜、透镜、光学窗口片、波片、激光设备镜片等光学领域。

4.2.2 标准主要内容

本标准主要内容包括光学级大单晶金刚石的术语和定义、形状和鉴定特征、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输、贮存和质量承诺。

4.3 主要内容确定依据

4.3.1 基本要求

主要以标准编制小组调研结果为基础，按照“浙江制造”标准制订框架要求，结合行业的先进研发技术和生产技术等内容，结合行业的先进研发技术和生产技术等内容，增加了设计研发、原材料，工艺装备、检验检测等内容。

4.3.2 技术要求

本标准的试验方法主要参考了 GB/T 16863《晶体折射率的试验方法》、GB/T 22588《闪光法测量热扩散系数或导热系数》等国家、行业标准，同时参考了国外高端客户采购质量技术标准要求，国内外与光学级大单晶金刚石相关的最新研究成果及国内头部生产企业产品数据，充分遵循了浙江制造标准作为包含产品全生命周期的综合性团体标准的理念确定了相应的技术内容，主要提升尺寸偏差，新增总厚度变化、表面粗糙度、加工面平行度、光谱透过率、折射率、导热系数等核心质量特性的关键技术指标。

——尺寸偏差

提高光学级大单晶金刚石产品尺寸偏差控制要求，可以满足高端制造领域如航空航天、精密仪器、光学窗口等，对于大单晶金刚石材料的一致性和稳定性的要求，能够保证光学的精确对准和传输，从而提升整个系统的性能。同时在加工

过程中可以减少材料的浪费,降低生产成本。因此在行标的基础上进行提升指标,要求光学级大单晶金刚石的厚度 T 、长度 L 、宽度 W 尺寸极限偏差在 $\pm 0.05\text{mm}$ 内。

——总厚度变化

在光学应用中,如窗口材料、光学元件等,总厚度差变化直接影响到光的透过率和成像质量,总厚度变化越小,越有助于减少光的散射和吸收,提高光学系统的整体效率。另外,厚度不均匀会导致光在通过金刚石片时发生折射率的局部变化,从而引起光的传播路径发生畸变,影响光学系统的成像质量。控制总厚度差变化可以减少这种畸变,厚度均匀的金金刚石片能够保证波前的平整,避免产生波前畸变,保证图像的清晰度,因此要求大单晶金刚石经加工后总厚度差变化应不大于 0.02mm 。

——表面粗糙度

在光学应用中,金刚石的表面粗糙度的降低可以减少光的散射和吸收,提高光的透过率和成像质量,同时有助于减小应力集中,从而提高金刚石的机械强度和抗断裂性能。另一方面,可以减少热传导过程中的界面热阻,提高热导效率。因此要求大单晶金刚石的表面粗糙度应不大于 $5 \times 10^{-6}\text{mm}$ 。

——加工面平行度

提升光学级大单晶金刚石加工面的平行度,即确保加工面的高度平坦和彼此之间的精确平行。在光学应用中,如透镜、棱镜、窗口等,平行度的提升可以减少光线的散射和折射误差,提高光学系统的效率和成像质量。可以减少热传导路径中的阻抗,提高热导效率。除此之外,在光学和精密加工中,加工面的平行度直接影响到最终产品的质量。提高平行度可以减少加工误差,提高产品的精度。因此要求要求大单晶金刚石的加工面平行度应不大于 $20''$ 。

——光谱透过率

在光学应用中,高透过率意味着光信号损失更少,这对于制造高性能的光学窗口、透镜、激光介质等至关重要。在成像系统中,提升透过率可以减少光在传输过程中的衰减,提高图像的清晰度和对比度。对于激光技术而言,高透过率的金金刚石可以作为优良的激光介质或窗口材料,减少激光能量的损失。在光学器件中,减少光的吸收和散射可以提高能量转换效率,例如太阳能电池和光学传感器。在需要长时间稳定工作的光学系统中,高透过率的金金刚石可以减少因材料吸热引起的温升,提高系统的热稳定性。因此要求大单晶金刚石的光谱透过率($500\text{nm} \sim$

1100 nm 范围内) 不低于 70%。

——折射率

高折射率的金刚石可以减少光学系统的像差, 提高成像质量, 同时可以允许更紧凑的光路设计, 减少光学系统的体积和重量, 这对于航空航天、军事装备等领域尤为重要。在激光技术中, 高折射率的材料可以用于制造激光共振腔镜、波导等, 提高激光的输出功率和模式质量。在光学传感器中, 高折射率的材料可以提高光与传感器之间的相互作用, 从而增强传感器的灵敏度和响应速度。在光纤通信中, 高折射率的光学材料可以减少信号在光纤中的衰减, 提高信息传输的效率和距离。因此要求光学级大单晶金刚石的折射率在 (2.375 ~ 2.415) 范围内。

——导热系数

在高功率电子设备、激光器等领域, 高导热系数的金刚石可以帮助更快地传导和散发热量, 防止器件因过热而性能下降或损坏。在需要长时间稳定工作的高精度仪器中, 如光学仪器、半导体设备等, 高导热系数的金刚石可以帮助维持器件的温度稳定, 提高工作精度和可靠性。在光学系统中, 如望远镜、激光设备等, 高导热系数的金刚石可以减少热膨胀和热变形, 提高光学系统的稳定性和成像质量。在热管理系统中, 使用高导热系数的金刚石材料可以简化热设计, 减少散热部件的体积和重量, 提高系统的整体性能。因此要求大单晶金刚石的导热系数应不低于 $2000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

4.3 主要技术指标验证情况

产品的技术指标要求均已有对应国家标准、行业标准检测方法, 并已通过中国科学院宁波材料技术与工程研究所、甬江实验室微谱(浙江)技术服务有限公司等第三方实验室检测, 技术指标可验证。

5 标准先进性体现

5.1 基本要求(型式试验规定技术指标外的设计研发、原材料与零部件、工艺设备、检验检测等方面)、质量承诺等体现“浙江制造”标准“四精”特征的相关先进性的情况。

5.1.1 精心设计

- 应具备光学级大单晶金刚石三维和平面结构设计的能力。
- 应具备生长工艺过程中温度均匀性等关键因素的设计能力。
- 应具备加工工艺优化设计的能力。

5.1.2 精良选材

- 氢气应符合 GB/T 3634.2—2011 中规定的超纯氢要求。
- 甲烷应符合 HG/T 3633—1999 中规定的优等品要求。

5.1.3 精工制造

- 应采用化学气相沉积工艺。
- 应采用激光能量聚焦切割工艺。
- 应采用物理和化学相结合的研磨工艺。
- 应具备高稳定性 CVD 晶体生长炉、高精度全自动激光切割机和微纳级自动精抛机等设备。

5.1.4 检验检测

- 应具备尺寸偏差、总厚度变化、表面粗糙度、加工面平行度、光谱透过率等项目的检验检测能力。
- 应具备光谱共聚焦纳米级光学测量仪、聚焦离子束显微镜、超景深三维显微镜、白光干涉仪、光学透过率测量仪、场发射扫描电镜等检验检测设备。

5.1.5 精诚服务

- 在规定的运输、贮存和使用条件下，产品自出厂之日起 1 年之内，若出现因供方原因造成的性能缺陷，供方应免费更换同规格和数量的产品。
- 当用户有诉求时，供方应在 24h 内做出响应，48h 内提供解决方案。

5.2 主要技术指标对比分析

标准编制小组根据光学级大单晶金刚石的使用要求、应用场景和相关国家标准、行业标准，从产品的可靠性、稳定性等，提出了标准整体框架和体现产品先进性的指标，体现在以下方面，具体见表 3。

表 3 先进性指标对比表

质量特性	核心技术指标	行业标准 JB/T 13942-2020	国外先进同行 Diamond Elements	国际龙头企业 Element Six	国内先进同行 上海征世 科技	国内先进同行 化合积电 (厦门)	国内先进同行 中南钻石 股份	拟定浙江制 造标准	备注
精度	尺寸偏差	0~+0.15mm	0~+0.1mm	0~+0.1mm	/	0~+0.1mm	/	±0.05mm	提升
	总厚度变化	/	≤0.02mm	≤0.02mm	≤0.03mm	≤0.025mm	/	≤0.02mm	新增
	表面粗糙度	/	Ra<15nm	Ra<10nm	Ra<10nm	Ra<15nm	Ra<15nm	Ra<5nm	新增
	加工面平行度	/	<20''	<20''	/	<30''	<20''	<20''	新增
可靠性	光谱透过率	/	>68%	>68%	>65%	>65%	>60%	≥70%	新增
	折射率	/	2.376~ 2.392	2.375~ 2.534	2.417	/	2.42	2.375~ 2.415	新增
	导热系数	/	/	≥2000W/ (m·K)	≥2000W/ (m·K)	≥1800W/ (m·K)	/	≥2000W/ (m·K)	新增

5.3 标准中能体现“智能制造”、“绿色制造”先进性的内容说明。（若无相关先进性也应说明）。

5.3.1 智能制造

- 应采用化学气相沉积工艺。
- 应采用激光能量聚焦切割工艺。
- 应采用物理和化学相结合的研磨工艺。
- 应具备高稳定性 CVD 晶体生长炉、高精度全自动激光切割机和微纳级自动精抛机等设备。

5.3.2 绿色制造

- 应采用化学气相沉积工艺。
- 应采用激光能量聚焦切割工艺。

6 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

6.1 目前国内主要执行的标准：

目前国内光学级大单晶金刚石生产与销售主要参照执行的是行业标准 JB/T 13942—2020《超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石》。

6.2 本标准与相关法律、法规、规章、强制性标准相冲突情况

本标准的制定符合国家有关的现行法律、法规和强制性标准的要求，与国家现行的环境保护政策、法规相辅相成。本标准的制定充分体现“浙江制造”标准“国内一流、国际先进”的定位，标准具有先进性，与相关强制性标准无冲突。

6.3 是否存在标准低于相关国标、行标和地标等推荐性标准的情况

不存在。

6.4 本标准引用了以下文件

GB/T 1224—2016 几何光学术语、符号

GB/T 3634.2—2011 氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢

GB/T 6618 硅片厚度和总厚度变化测试方法

GB/T 7896—2008 人造光学石英晶体试验方法

GB/T 14264—2024 半导体材料术语

GB/T 16863 晶体折射率的试验方法

GB/T 22588 闪光法测量热扩散系数或导热系数（GB/T 22588—2008, ASTM E

1461: 2001, IDT)

GB/T 25995 精细陶瓷密度和显气孔率试验方法 (GB/T 25995—2010, ISO 18754: 2003, MOD)

GB/T 40381—2021 激光窗口用蓝宝石晶体板状材料规范

DZ/T 0294—2016 化学气相沉积法合成无色单晶钻石 筛查和鉴定

JB/T 13942—2020 超硬磨料 静压法合成工业用大单晶金刚石

JY/T 0582 扫描探针显微镜分析方法通则

HG/T 3633—1999 纯甲烷

7 标准有效性

光学级大单晶金刚石“浙江制造”标准规范性引用文件经国家标准化网站查询，标准均为有效。

8 社会效益

根据《中国制造 2025》指导思想，本标准以资源利用效率和环境保护为目标，符合我国可持续发展战略和发展新材料制造业的产业导向。通过标准引导，促使光学级大单晶金刚石生产企业创新升级，增强自主创新能力，提高光学级大单晶金刚石产品的性能要求，提升我国人工培育金刚石行业的整体质量水平和国际竞争力，实现人工培育金刚石行业的转型升级和跨越发展。

实施光学级大单晶金刚石标准可以带来多方面的社会效益。首先，从经济方面看，实施该标准将促进企业技术创新和提升产品质量，从而提高企业的竞争力和市场地位。这将有助于推动浙江先进制造业的转型升级，培育新经济增长点，提升产业发展的可持续性和竞争力。

其次，从社会方面看，该标准的实施将推动企业开展社会责任和可持续发展。这包括对员工待遇和福利的提升、加强职业安全健康保护、推广绿色制造等。有助于改善员工的工作环境和生活品质，提高劳动力素质和创新能力，促进社会和谐稳定。

第三，从生态方面看，该标准的实施将鼓励企业采用更环保和资源节约型的生产方式，降低环境污染和资源浪费。这将有利于提升生态环境质量，保护生物多样性，减少对自然资源的依赖，推动可持续发展。

总之，该标准的实施将为经济发展带来技术创新、产业升级和竞争力提升；

为社会提供更好的工作环境、生活品质社会责任履行；同时也为生态环境保护和资源可持续利用做出贡献。

9 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

10 废止现行相关标准的建议

无。

11 提出标准强制实施或推荐实施的建议和理由

本文件为浙江省质量协会团体标准。

12 贯彻标准的要求和措施建议

已批准发布的“浙江制造”标准，文本由浙江省质量协会在官方网站(<http://zhejiangmade.zjamr.zj.gov.cn/>)上全文公布，供社会免费查阅。

宁波晶钻科技股份有限公司作为标准主要起草单位将在全国企业标准信息公共服务平台(<http://www.qybz.org.cn/>)、浙江标准在线(<https://bz.zjamr.zj.gov.cn/>)上自我声明采用本标准，其他采用本标准的单位也应在信息平台上进行自我声明。

13 其他应予说明的事项

无。

《光学级大单晶金刚石》标准研制工作组

2024年08月05日