

上海市硅酸盐学会 团体标准编制说明

标准名称： i 线光刻级氟化钙晶体元件

标准立项号： SCSTB 0021 -2022

主编单位： 中国科学院上海硅酸盐研究所

参编单位： 上海德硅凯氟光电科技有限公司，上海微电子装备有限公司，上海现代先进超精密制造中心有限公司，上海市硅酸盐学会

编写依据： T/CSTM 00001-2019 标准编制说明编写指南

编制时间： 2022. 04. 15

《i 线光刻级氟化钙晶体元件》 团体标准起草组

一、目的意义

i-365nm 是目前半导体行业常用的光刻机光源，在生产应用中仍然有很旺盛的生命力，其属于 300-400 nm 的近紫外波长范围内，在整个光刻产业占有率超过 60%，为集成电路领域的发展提供可靠的技术支撑。光刻机的自主研发是我国突破欧美国家半导体先进加工技术封锁，实现半导体产业战略转型的关键。

氟化钙晶体作为紫外、深紫外波段的关键材料，在紫外激光器、高端光学仪器等应用领域发挥着不可替代的作用。目前光刻机用氟化钙晶体完全依赖进口，被科技部列为“卡脖子”材料。国产氟化钙晶体无法满足光刻机需求的关键问题之一是没有相应的标准可以执行，致使材料一致性、稳定性不能满足要求。

建立 i 线光刻级氟化钙晶体元件标准的目的是要在多年大尺寸氟化钙晶体研发的基础上通过行业内单位和企业用户充分交流的前提下，研究适应光刻领域需求的氟化钙晶体元件的团体标准。本标准的内容将主要以 i 线光刻领域应用需求为向导，以稳定供应高品质氟化钙晶体元件为出发点，建立 i 线光刻级氟化钙晶体元件的标准，充分发挥标准的支撑和引领作用，为目前正在研制的国产光刻机的过程控制和产品的可靠性提供保障。

二、预期的社会、经济效益

随着半导体产业的发展，光刻机市场以15.8%的速度逐年增加，i-365nm是目前半导体行业常用的光刻机光源，在整个光刻产业占有率超过60%。氟化钙晶体元件是光刻机照明系统、投影物镜系统、紫外光源等部分的核心元器件材料，在光刻机照明系统及投影物镜系统中占比约20~30%，其特性和品质对整机性能有决定性影响。因此，面对以上需求，需要完善i线光刻级氟化钙晶体元件标准体系，建立相应的标准。

三、工作简况（任务来源，主要工作过程，从文献查阅到标准各种草案形成的过程，会议情况，一直到报批稿上报的整个时间段和对应工作内容简介；意见处理过程单独列出详细描述同意、部分同意不同意的内容，详细描述不同意意见的理由）

3.1 任务来源

《i 线光刻级氟化钙晶体元件》团体标准是由中国科学院上海硅酸盐研究所提出，上海市硅酸盐学会《上海市硅酸盐学会沪硅标字 2022-04 号》批准，由中国科学院上海硅酸盐研究所牵头起草，上海德硅凯氟光电科技有限公司、上海微电子装备有限公司、上海现代先进超精密制造中心有限公司和上海市硅酸盐学会参与起草完成团体标准的制定工作，项目计划号为 SCSTB021-2022。

3.2 主要工作过程

2022 年 4 月接到起草并制定该团体标准的通知后，中国科学院上海硅酸盐研究所开始筹备起草组成立会议，分布向上海德硅凯氟光电科技有限公司，上海微电子装备有限公司，上海现代先进超精密制造中心有限公司，上海市硅酸盐学会行业上下游发出邀请函，并最终接受邀请参与标准的起草工作。2022 年 4 月召开了第一次工作讨论会，会议确定了标准的制定原则、制定方案、工作计划及各成员的主要分工。其中中国科学院上海硅酸盐研究所主要负责标准文本的起草与试验计划的安排，及试验实施、数据汇总等工作。

2022 年 6~7 月，在全面调研的基础上，编写组撰写了《i 线光刻级氟化钙晶体元件》的文本初稿。

2022 年 12 月，标准制定小组召开第二次标准起草讨论会，会议过程中充分讨论了 i 线光刻级氟化钙晶体元件的范围、术语、定义、技术要求、检测方法、检验规则、包装、运输及贮存等内容。经过成分讨论，起草组形成了征求

意见稿，向同行征求意见。

2023年1月，共得到？条意见，采纳？条，不采纳？条，不采纳的理由是
2023年1月随即召开标准评审会，

四、标准编制的原则

本标准符合国家有关法规和政策，贯彻贯彻执行国家标准、国家军用标准和行业标准的有关规定，充分吸收适用于本技术要求的相关国家标准、国家军用标准的内容，与相关标准协调一致。

本标准的制定工作遵循团体标准制定管理规定，并按 GB/T 1.1-2020 的规则编写本标准。

编制出的标准应具有先进性、适用性、科学性和可操作性。

五、确定标准主要技术内容的依据

5.1 光学均匀性

光学均匀性是光学材料的重要指标，直接影响到透射光学系统的波面质量，改变系统的波相差。因此，必须对其光学均匀性进行确定。

5.2 气泡与杂质

i-线光刻级氟化钙晶体元件气泡与杂质满足 GB/T903 的 A00 等级要求。

5.3 内透过率

光学透过率是表示光线透过介质的能力，是透过透明或半透明体的光通量与其入射光通量的百分比。内透过率是指样品外透过率除去样品两个界面的剩余反射率得到的单位长度的透过率。

5.4 折射率及折射率稳定性

折射率是 i 线光刻级氟化钙晶体元件光学设计的重要参数，由于应力、缺陷等可能引起氟化钙晶体折射率的偏差，如偏差过大则难以满足设计要求。

六、主要试验或验证结果分析

6.1 光学均匀性

本标准在制定过程中通过汇总市场对 i 线光刻级氟化钙晶体元件的需求，又结合对不同样品进行测试，确认 i 线光刻级氟化钙元件对 632.8 nm 光的光学均匀性应不大于 2×10^{-6} 。

6.2 气泡与杂质

本标准在制定过程中根据应用场景需要，确认 i-线光刻级氟化钙晶体元件气泡与杂质满足 GB/T903 的 A00 等级要求。

6.3 内透过率

本标准在制定过程中根据应用场景需要，确认 i-线光刻级氟化钙晶体元件在 365 nm 波长下每 10 mm 厚度的光谱内透射比应不小于 99.8%。

6.4 折射率及折射率稳定性

本标准在制定过程中通过汇总市场对 i 线光刻级氟化钙晶体元件的需求，又结合对不同样品进行测试，确认 i-线光刻级氟化钙晶体元件需提供 C 光(656.454 nm)、d 光(587.725 nm)、F 光(486.269 nm)、g 光(435.957 nm)、h 光(404.77 nm) 及 i 光(365.119 nm)6 个波长的折射率实测结果，折射率测量精度在 365 nm 波长下应不大于 $\pm 3 \times 10^{-6}$ 。

七、采用国际标准和国外先进标准的情况，与国际、国内外同类标准水平的对比情况

标准是行业发展的基石，是行业经济活动中必须参考的基本准则，经查询：国际涉及氟化钙晶体的标准有 1 个，其中主要涵盖的是红外用的氟化钙晶体的标准，以及相应的检测方法，技术要求约束范围不同。

国内涉及到氟化钙或与其相关的标准共计 9 项，其中国家推荐标准 2 项，行业推荐标准 6 项，团体标准 1 项。现有标准主要集中在氟化钙原料、测试方法等方面。而在 i 线光刻级氟化钙晶体元件的技术要求、测试方法和检验规则方面，则只有少量的规范类标准，行业标准化体系建设尚欠完善，重点领域（基础、通用技术规范、检测方法）标准制修订亟待加强。

八、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合现行法律、法规，和强制性国家标准没有冲突。

九、重大分歧意见的处理过程和依据

无重大分歧和意见。

十、贯彻标准的要求和措施建议

参编单位按照标准要求执行，便于对 i 线光刻级氟化钙晶体元件的过程管理和产品交付一致性进行规范化。建议作为 i 线光刻级氟化钙晶体元件产品验收的参考标准。

目前国际国内尚无针对光刻级氟化钙晶体元件类产品的技术标准，建议采用快速程序进行标准的审定，尽快向国内外推广。

十一、废止现行有关标准的建议

无

十二、其他应予以说明的事项（标准涉及专利情况说明以及其他应该予以说明的事项）

本标准不涉及专利