**国家标准《碳化硅单晶抛光片》**

**编制说明（送审稿）**

1. **工作简况**
2. **立项目的和意义**

随着碳化硅单晶生长和加工技术的进步，碳化硅单晶抛光片产量在快速增长。碳化硅（SiC）作为发展最为成熟的第三代半导体，是半导体界公认的“一种未来的材料”，是发展第三代半导体产业的关键基础材料。预计在今后5～10年将会快速发展和有显著成果出现。碳化硅具有宽禁带、高击穿电场、高热导率、高电子饱和速率及高抗辐射性能的优点，可以突破硅作为基片的半导体器件性能和能力极限，是电力电子及微波射频器件的“CPU”、绿色经济的“核芯”，在新一代移动通信 、智能电网、高速轨道交通、新能源汽车、消费类电子等领域有广阔的应用前景。

GB/T 30656-2014《碳化硅单晶抛光片》国家标准中只包含2英寸（50.8mm）、3英寸（76.2mm）和4英寸（100.0mm）碳化硅单晶抛光片的要求。随着碳化硅单晶生长和加工技术的进步，目前国内6英寸（150.0mm）碳化硅单晶抛光片已经面世，并且其产量在快速增长，同时2英寸、3英寸和4英寸碳化硅单晶抛光片质量也得到进一步提升。在这种情况下，需要及时增加6英寸碳化硅单晶抛光片的相关内容并对2英寸、3英寸和4英寸碳化硅单晶抛光片质量标准进行修订，因此对GB/T 30656-2014《碳化硅单晶抛光片》进行修订。

1. **任务来源**

根据《国家标准化管理委员会关于下达2020年推荐性国家标准计划（修订）的通知》（国标委综合[2020]6号）的要求，由北京天科合达半导体股份有限公司、中国科学院物理研究所负责修订GB/T 30656-2014《碳化硅单晶抛光片》，计划编号20200799-T-469。标准前言中的归口单位按标委工二函[2014]22号的要求表述为“本标准由全国半导体设备和材料标准化技术委员会（SAC/TC 203）与全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会（SAC/TC 203/SC2）共同提出并归口”。

1. **标准主编单位简况**

北京天科合达半导体股份有限公司，成立于2006年9月，是国内成立时间最早、目前生产规模最大、产品种类最全的第三代半导体碳化硅晶片生产企业，同时也是国内唯一能批量供应工业级碳化硅晶片的企业。公司主要开展研究、开发、生产第三代半导体碳化硅产品（碳化硅晶片、晶体），销售自产产品等业务。公司现有两家全资子公司和一家分公司，两家全资子公司分别为新疆天科合达蓝光半导体有限公司位于新疆石河子市和江苏天科合达半导体有限公司位于江苏徐州市；一家分公司为北京天科合达半导体股份有限公司沈阳分公司。天科合达公司拥有完善的厂房设施和设备基础，5000平米的研发生产基地，自主研发设计的单晶炉，切磨抛设备若干台，进口检测设备若干台。第三代半导体行业技术准入门槛极高，天科合达公司已经进行碳化硅晶体研发10余年，拥有一支稳定的研发团队，作为北京市专利试点单位，申请了发明专利40余件（其中已获授权发明专利30件，含2项国际PCT专利），专利范围覆盖从原料制备、生长设备、晶体生长、晶体加工工艺流程以及清洗检测全生产线，形成了碳化硅晶片制备全工艺流程知识产权体系，彻底打破了国外的技术和专利封锁，为国产碳化硅晶片生产和全球销售扫清障碍。公司是中关村标准化试点单位，制定并发布了4项国家标准、1项行业标准和4项团体标准，其中《碳化硅单晶抛光片》为国内碳化硅半导体领域唯一一项国家产品标准。积累了丰富的标准编制经验，具备了本标准制定及相关实验条件和分析能力。

北京天科合达半导体股份有限公司完成了一系列重点和关键技术研究成果。公司积极参与碳化硅行业的标准化工作，完善国内碳化硅行业相关标准，由公司和中科院物理所共同起草的四项国家标准（GB/T 32278碳化硅单晶片平整度测试方法、GB/T 30656碳化硅单晶抛光片、GB/T 31351碳化硅单晶抛光片微管密度无损检测方法）已成功发布并实施。碳化硅标准对产业发展具有重要意义，由于有了统一的产品及方法标准，可以为上下游企业的复核检测工作减少了大量的工作成本，这些标准的实施可为社会带来近亿元的经济效益。

2017年公司主导制定了1项团体标准：碳化硅单晶抛光片，参与制定3项团体标准：碳化硅外延片表面缺陷测试方法、碳化硅外延层载流子浓度测定-汞探针电容-电压法、电动汽车用功率半导体模块可靠性试验通用要求及试验方法。2018年公司主导制定了1项团体标准:6英寸碳化硅单晶抛光，参与制定了1项团体标准:碳化硅混合模块测试方法。涉及产业链上下游多个环节，减少了新型产业不同厂家对产品和标准的分歧。全方位促进了碳化硅行业从上游材料，到外延生长，到器件应用的产品和检测标准的规范化。

1. **主要工作过程**

标准通过计划公示之后，北京天科合达半导体股份有限公司开始组织标准草案的完善，并在公司内部进行了意见征集，并于2019年7月将标准稿件提交给标委会秘书处。参加了标准讨论会。2019年8月5日，由全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会组织，在新疆石河子市召开了《碳化硅单晶抛光片》（国家标准）第一次工作会议（讨论会），共有有色金属技术经济研究院、南京国盛电子有限公司、芜湖启迪半导体有限公司等8家单位的10名专家参加了会议，与会专家对标准讨论稿从标准技术内容和文本质量等方面进行了充分的讨论，并就标准文本提出了修改建议。

2020年3月，标准经国标委批复后正式立项，标委会秘书处组织成立了标准修订编制组，编制组成员都有较丰富的碳化硅单晶抛光片生产、使用经验，对国内外本行业的发展有比较清晰的认识，起草人员通过对资料的收集等工作，结合2019年8月的会议意见，对标准稿件进行了修改，于2020年7月形成了标准征求意见稿。

1. **标准编制的原则和主要内容的确定依据**

**1、编制原则**

1. 标准的编写格式按国家标准GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的统一规定和要求进行编写。
2. 根据碳化硅单晶抛光片最新的产品分类编写。
3. 根据外延厂家对碳化硅单晶抛光片衬底的最新技术要求进行编写。

**2、主要内容的确定依据**

本标准主要内容如下：

1）标准范围中碳化硅单晶抛光片的用途增加了射频微波器件及LED发光器件。因碳化硅单晶抛光片不仅应用于制作电力电子器件，也应用于射频微波器件及LED发光器件的外延衬底。因此应用范围更改为“碳化硅单晶抛光片主要用于制作电力电子器件、射频微波器件及LED发光器件的外延衬底”。

2）删除了规范性引用文件中GB/T 6619《硅片弯曲度测试方法》、GB/T 6620《硅片翘曲度非接触测试方法》、GB/T 29507《硅片平整度、厚度及总厚度变化测试 自动非接触扫描法》，增加了GB/T 32278《碳化硅单晶片平整度测试方法》，直接引用碳化硅单晶片平整度测试方法。删除了GB/T 14140《硅片直径测量测试方法》，增加了GB/T 30866《碳化硅单晶片直径测试方法》，直接引用碳化硅单晶片直径测试方法。删除了DIN 50448《半导体工艺材料试验》，因为该标准在1998年已废止，不再引用。增加了GB/T 2828.1《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》，检验项目和取样要求按照国标执行。增加了GB/T 32188《氮化镓单晶衬底片X射线双晶摇摆曲线半高宽测试方法》，碳化硅单晶抛光片的结晶检测方法同氮化镓单晶衬底片的方法一样，直接引用，删除了“附录B规定的方法用高分辨率X射线衍射仪做双晶摇摆曲线的检测”。

3）删除了术语和定义中表面取向、正交取向偏离的定义，GB/T14264 半导体材料术语有表面取向、正交取向偏离的定义，本标准直接直接引用这两项术语和定义，不重复定义。GB/T14264 半导体材料术语中没有4H-SiC、6H-SiC的术语和定义，故本标准中增加了4H-SiC、6H-SiC的术语和定义。

4）牌号分类增加了150 mm和“非标准直径要求由供需双方协商确定”。

5）近些年来随着技术的发展，半绝缘单晶的直径可以做到100 mm和150 mm碳化硅单晶抛光片半绝缘型晶片，增加了碳化硅单晶抛光片半绝缘型的厚度及允许偏差，及相关的技术指标、规格、几何参数、晶片表面质量、微管密度等。

6）根据市场客户需求，更改了表面质量，工业级、研究级、试片级相关测试指标，增加了检验项目崩边、表面颗粒，更改了试片级的可用面积，。
 7）增加了50.8 mm、76.2 mm、100.0 mm和150.0 mm碳化硅晶片C面粗糙度的指标要求。
 8）更改了100 mm碳化硅单晶抛光片的微管密度。
 9）目前碳化硅单晶抛光片的应用领域，主要用于制作电力电子器件、射频微波器件及LED发光器件的外延衬底。依据客户的要求和目前的产品生产情况，增加了导电型碳化硅单晶抛光片工业级等级，位错密度即螺位错（TSD）＜1500cm-2、基平面（BPD）＜1500 cm-2、刃位错（TED）＜10000cm-2。

10）依据GB/T14264 半导体材料术语的定义，全文将“主、副参考边”更改为“主、副参考面”。
 **3、试验情况**

本次标准修订结合近些年来碳化硅单晶抛光片质量水平，以及需方对产品的具体要求进行，修订后的标准技术指标科学、合理，满足需方要求，符合产品生产实际。同时，在标准修订中，对部分批次的碳化硅单晶抛光片的关键技术指标进行了统计，进而确定了标准中的技术指标。部分碳化硅单晶抛光片的要求见表1。
 对于2019年碳化硅单晶抛光片，随机抽取2000片同柱的4寸产品片，进行了检验，表面质量全检，其他项目按照GB/T 2828.1-2012中一般检验水平I，特殊检验水平S-1，正常检验一次抽样方案进行了检验，抽取样本200片，接收限AQL=1.0进行检验，结果见表1。

表1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **客户要求** | **实际测量** | **本标准要求** |
| 直径及允许偏差（mm） | 100.0±0.5 | 99.6-100 | 100.0±0.5 |
| 厚度及允许偏差（μm） | 350±25 | 360-368 | 350±25 |
| 主参考面取向 | 平行于±5° | 平行于±5° | 平行于±5° |
| 主参考面长度及允许偏差（mm） | 32.5±2.0 | 33.5-34.0 | 32.5±2.0 |
| 表面质量 | 表面无肉眼可见污染物 | 全部合格 | 表面无肉眼可见污染物 |

 对于2019年碳化硅单晶抛光片，随机抽取1000片同柱的6寸产品片，进行了检验，表面质量全检，其他项目按照GB/T 2828.1-2012中一般检验水平I，特殊检验水平S-1，正常检验一次抽样方案进行了检验，抽取样本100片，接收限AQL=1.0进行检验，结果见表2。
 表2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **客户要求** | **实际测量** | **本标准要求** |
| 直径及允许偏差（mm） | 150.0±0.5 | 149.5-150.0 | 150.0±0.5 |
| 厚度及允许偏差（μm） | 350±25 | 360-368 | 350±25 |
| 主参考面取向 | 平行于±5° | 平行于±5° | 平行于±5° |
| 主参考面长度及允许偏差mm（mm） | 47.5±2.0 | 45.8-49.5 | 47.5±2.0 |
| 表面质量 | 表面无肉眼可见污染物 | 全部合格 | 表面无肉眼可见污染物 |

由以上产品的关键技术指标可知，本标准中规定的技术指标符合产品实际情况，本次修订科学合理。

**三、标准水平分析**

本标准是在GB/T 30656-2014《碳化硅单晶抛光片》标准的基础上，相关技术指标做了适当提高，经过本次修订，标准内容更加贴合实际，反应客户真实需求和产品现阶段质量，达到国内先进水平。

**四、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况**

本标准是参照GB/T 30656《碳化硅单晶抛光片》进行的修订和补充，仅修订了产品的技术要求和标准格式，与现行的法律、法规及相关技术领域的国家现行法律、法规和政策保持一致。

**五、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**六、贯彻标准的要求和建议**

本标准发布后建议由归口单位和标准编制单位组织宣贯，促进本标准的实施。

**七、废止现行有关标准的建议**

本标准颁布后，将代替GB/T 30656-2014，原标准建议废止。

**八、标准作为强制性或推荐性标准的建议**

建议将本标准作为推荐性国家标准发布实施。

**九、其他应予以说明的情况**

本标准作为推荐性国家标准供大家使用，若对结果有疑义，以供需双方协商。本标准将根据技术的发展和产业的进步进行适时修订，以满足当前产品对标准的需求。

 标准编制组

 2020年7月