

20××-××-××实施

20××-××-××发布

太阳能电池用硅单晶及硅单晶片

Mononcrystalline silicon ingots and wafers for photovoltaic solar cells

（讨论稿）

GB/T 26071—20XX

代替GB/T 26071—2018，GB/T 25076—2018

中华人民共和国国家标准

ICS 29.045

CCS H 82

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。

本文件代替GB/T 26071—2018《太阳能电池用硅单晶片》、GB/T 25076—2018《太阳能电池用硅单晶》，与GB/T 26071—2018、GB/T 25076—2018相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

1. a）修改了范围中本标准适用性的描述（见第1章，2018年版的第1章）；
2. b) 增加了引用标准GB/T 1554、GB/T 1557、GB/T 1558、GB/T 32651、GB/T 42907、YS/T 679（见第2章，2018年版的第2章）；
3. c) 准方形硅片产品尺寸由“准方形硅片按其边长分为100.75mm、125.75mm、156I、156Ⅱ、156Ⅲ、161.75mm、210.75mm”改为“准方形硅片按其边长分为156.75mm 、161.75mm 、166.00mm 、182.00mm 、210.00mm、218.20mm”（见4.2.2，2018年版的4.2.2）；
4. d) 方形硅片产品尺寸由“方形硅片按其边长分为100.75mm、125.75mm、156.75mm、210.75mm”改为“方形硅片按其边长分为156.75mm 、158.75mm 、182.00mm 、210.00mm 、218.20mm”（见4.2.2，2018年版的4.2.2）；
5. e) 增加了氧含量要求，“P型硅片的间隙氧含量应不大于1.0×1018 atoms/cm3,N型硅单晶的间隙氧含量应不大于9.0×1017 atoms/cm3,或由供需双方协商确定。”（见5.1.1）；
6. f) 增加了碳含量要求，“P型硅片的代位碳含量应不大于5.0×1016atoms/cm3,N型硅单晶的代位碳含量应不大于5.0×1016 atoms/cm3,或由供需双方协商确定。”（见5.1.2）；
7. g) 增加了位错密度要求，“硅片的位错密度应不大于500个/cm2，且无滑移位错。”（见5.1.3）；
8. h) 增加了金属含量要求，“硅片的体内、表面铁含量及其总金属含量要求由供需双方协商确定。”（见5.1.4）；
9. i) 删除了理化性能要求，“硅片的晶体完整性、氧含量和碳含量应符合GB/T 25076的规定。如有需要，由供方提供各项检验结果。”（见2018年版的5.1）；
10. j) 增加硅片厚度“100±10、105±10、110±10、115±10、120-10/+15、125-10/+15、130-10/+15、135-10/+15、140-10/+15、145±15”相对应的要求；删除了硅片厚度“190±20、200±20”相对应的要求；修改了总厚度变化、弯曲度和翘曲度指标要求（见5.2.1,2018年版的5.2.1）；
11. k) 修改了准方形硅片尺寸的要求（见5.2.2,2018年版的5.2.2）；
12. l) 修改了方形硅片尺寸的要求（见5.2.3,2018年版的5.2.3）；
13. m) 垂直度要求由“90°±0.3°”改为“90°±0.2°”（见5.2.4,2018年版的5.2.4）；
14. n) 删除了电学性能中晶向的要求，增加了掺杂剂的要求（见5.3,2018年版的5.3）；
15. 0) 修改了了取样要求（见第6章，2018年版的7.4）；
16. p) 增加了间隙氧含量的试验方法（见7.12）；
17. q) 增加了代位碳含量的试验方法（见7.13）；
18. r) 增加了位错密度的试验方法（见7.14）；
19. s) 增加了金属铁含量的试验方法（见7.15）；
20. t) 修改了检验结果的判定的要求（见8.4,2018年版的7.5）；
21. u) 标志由“产品包装箱外应标有“小心轻放”“防腐”“防潮”字样或标志”改为“产品包装箱外应标有“小心轻放”“易碎”“防腐”“防潮”字样或标志”（见9.1,2018年版的8.1）。

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。

本标准由全国半导体设备和材料标准化技术委员会（SAC/TC203）与全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分会（SAC/TC203/SC2）共同提出并归口。

本标准起草单位：TCL中环新能源科技股份有限公司、浙江省硅材料质量检验中心、有研半导体硅材料股份公司、隆基绿能科技股份有限公司等

本标准主要起草人：张雪囡等

本文件于2018年首次发布为GB/T 26071—2018和GB/T 25076—2018，本次为第一次修订。

太阳能电池用硅单晶及硅单晶片

1 范围

本标准规定了太阳能电池用硅单晶及硅单晶片（简称硅片）的牌号、分类、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存和随行文件等。

本标准适用于直拉法制备的硅单晶以及经加工制成的准方形或方形硅单晶片，产品用于制作地面太阳能电池的衬底片。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1550 非本征半导体材料导电类型测试方法

GB/T 1551 硅单晶电阻率测定方法

GB/T 1554 硅晶体完整性化学择优腐蚀检验方法

GB/T 1555 半导体单晶晶向测定方法

GB/T 1557 硅晶体中间隙氧含量的红外吸收测量方法

GB/T 1558 硅中代位碳原子含量红外吸收测量方法

GB/T 6616 半导体硅片电阻率及硅薄膜薄层电阻测定 非接触涡流法

GB/T 6618 硅片厚度和总厚度变化测试方法

GB/T 6619 硅片弯曲度测试方法

GB/T 6620 硅片翘曲度非接触式测试方法

GB/T 11073 硅片径向电阻率变化的测量方法

GB/T 14140 硅片直径测量方法

GB/T 14264 半导体材料术语

GB/T 14844 半导体材料牌号表示方法

GB/T 2828.1 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 30859 太阳能电池用硅片翘曲度和波纹度测试方法

GB/T 30860 太阳能电池用硅片表面粗糙度及切割线痕测试方法

GB/T 30869 太阳能电池用硅片厚度及总厚度变化测试方法

GB/T 32651 采用高质量分辨率辉光放电质谱法测量太阳能级硅中痕量元素的测试方法

GB/T 42907 硅锭、硅块和硅片中非平衡载流子复合寿命的测试 非接触涡流感应法

YS/T 28 硅片包装

YS/T 679 本征半导体中少数载流子扩散长度的稳态表面光电压测试方法

3 术语和定义

GB/T 14264界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4 分类

4.1 牌号

硅片牌号的表示按GB/T 14844规定。

4.2 分类

4.2.1 硅片按导电类型分为P型、N型两种。

4.2.2 硅片按外形可分为准方形和方形两种。准方形硅片按其边长分为156.75mm 、161.75mm 、166.00mm 、182.00mm 、210.00mm、218.20mm；方形硅片按其尺寸可分为156.75mm 、158.75mm 、182.00mm 、210.00mm 、218.20mm；其他尺寸规格可由供需双方协商确定。

5 要求

5.1 理化性能

5.1.1 氧含量

P型硅片的间隙氧含量应不大于1.0×1018 atoms/cm3,N型硅单晶的间隙氧含量应不大于9.0×1017 atoms/cm3,或由供需双方协商确定。

5.1.2 碳含量

P型硅片的代位碳含量应不大于5.0×1016atoms/cm3,N型硅单晶的代位碳含量应不大于5.0×1016 atoms/cm3,或由供需双方协商确定。

5.1.3 位错密度

硅片的位错密度应不大于500个/cm2，且无滑移位错。

5.1.4 金属含量

硅片的体内、表面铁含量及其总金属含量要求由供需双方协商确定。

5.2 外形尺寸

5.2.1 几何参数

硅片的几何参数应符合表1的规定，如需方有其他要求时，由供需双方协商确定。

表 1几何参数

单位为微米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 硅片厚度允许偏差 | 总厚度变化 TTV | 弯曲度 bow | 翘曲度 warp |
| 100±10 | ≤20 | ≤40 | ≤40 |
| 105±10 |
| 110±10 |
| 115±10 |
| 120-10/+15 | ≤25 | ≤40 | ≤40 |
| 125-10/+15 |

表 1几何参数（续）

单位为微米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 硅片厚度允许偏差 | 总厚度变化 TTV | 弯曲度 bow | 翘曲度 warp |
| 130-10/+15 |  |  |  |
| 135-10/+15 |
| 140-10/+15 |
| 145±15 | ≤30 | ≤50 | ≤50 |
| 150±15 |
| 160±15 |
| 170±15 |
| 180±15 |

5.2.2 准方形硅片外形尺寸

准方形硅片的外形如图1所示，尺寸应符合表2的规定。需方有其他要求时，由供需双方协商确定。



标引序号说明：

A——边长；

C——弦长；

D——直径；

F——弧线在边长A上的投影。

图 1准方形硅单晶端面及硅片示意图

表 2准方形硅片尺寸

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 标称尺寸 | 尺寸 |
| 边长 A | 直径 D |
| 156.75 | 156.75±0.25 | 210.00±0.25 |
| 161.75 | 161.75±0.25 | 211.00±0.25 |

表 2准方形硅片尺寸（续）

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 标称尺寸 | 尺寸 |
| 边长 A | 直径 D |
| 166.00 | 166.00±0.25 | 223.00±0.25 |
| 182.00 | 182.00±0.25 | 247.00±0.25 |
| 210.00 | 210.00±0.25 | 295.00±0.25 |
| 218.20 | 218.20±0.25 | 306.60±0.25 |

5.2.3 方形硅片外形尺寸

准方形硅片的外形如图2所示，尺寸应符合表3的规定。需方有其他要求时，由供需双方协商确定。

******

标引序号说明：

A——边长；

C——倒角后边长；

E——倒角后的对角线长度；

G——对角线长度；

H——倒角长度；

α——倒角角度。

图 2方形硅单晶端面及硅片示意图

表 3方形硅片尺寸

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 标称尺寸 | 尺寸 |
| 硅片边缘长度 A | 对角线长度 G | 倒角长度 H |
| 156.75 | 156.75±0.25 | 221.60±0.50 | 1.25±0.75 |

表 3方形硅片尺寸

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 标称尺寸 | 尺寸 |
| 硅片边缘长度 A | 对角线长度 G | 倒角长度 H |
| 158.75 | 158.75±0.25 | 224.50±0.50 | 1.25±0.75 |
| 182.00 | 182.00±0.25 | 257.39±0.50 | 1.25±0.75 |
| 210.00 | 210.00±0.25 | 296.98±0.50 | 2.00±0.75 |
| 218.20 | 218.20±0.25 | 308.58±0.50 | 2.00±0.75 |

5.2.4 垂直度

硅片相邻两边长（A）之间的垂直度为90°±0.2°。

5.3 电学性能

硅片的电学性能应符合表4的规定。如对电学性能有其他要求时，由供需双方协商解决。

表 4电学性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 导电类型 | 掺杂剂 | 电阻率范围Ω.cm | 径向电阻率变化% | 载流子复合寿命μs |
| P | 镓 | 0.4-1.1 | ≤15 | ≥50 |
| 硼 | 0.4-1.1 | ≤15 | ≥50 |
| N | 磷 | 0.3-2.1 | ≤20 | ≥500 |
| 1.0-7.0 | ≤20 | ≥1000 |
| 2.0-14.0 | ≤20 | ≥1000 |

5.4 晶向及晶向偏离度

硅片的晶向为<100>，晶向偏离度应不大于2°。硅片四个边缘晶向为<100>±2°。

5.5 表面质量

硅片的表面质量应符合表5的规定。

表 5硅片表面质量

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 线痕深度 | 深度不大于15μm  |
| 裂纹/鸦爪 | 无 |
| 崩边 | 每片不超过2个，宽小于0.5mm，径深小于0.3mm |
| 缺口 | 无 |
| 孔洞 | 无 |
| 色差 | 无明显色差 |

6 取样

6.1.1 取样按表6的规定进行，如按照其他方案进行取样，由供需双方协商确定。

表 6取样

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样数量 | 取样位置 | 要求的章条号 | 实验方法的章条号 |
| 载流子复合寿命 | 每根硅单晶全检 | 硅单晶尾部端面 | 5.3 | 7.9 |
| 氧含量 | 每批取2根硅单晶 | 在硅单晶的头部切取1个样片，当不能区分头尾时，应在硅单晶的两端各取1个样片 | 5.1.1 | 7.12 |
| 碳含量 | 每批取2根硅单晶 | 在硅单晶的尾部切取1个样片，当不能区分头尾时，应在硅单晶的两端各取1个样片 | 5.1.2 | 7.13 |
| 位错密度 | 每批取2根硅单晶 | 在硅单晶的头部切取1个样片，当不能区分头尾时，应在硅单晶的两端各取1个样片 | 5.1.3 | 7.14 |

6.1.2 除载流子复合寿命、氧含量、碳含量、位错密度外的项目检验取样按GB/T 2828.1 中一般检验水平Ⅱ，正常检验一次抽样方案进行，或由供需双方协商确定的抽样方案进行。

6.1.3 硅片载流子复合寿命的检验结果由供方提供，或载流子复合寿命的检验取样由供需双方协商。

7 试验方法

7.1 厚度和总厚度变化的测量按GB/T 6618 或GB/T 30869的规定进行，仲裁方法按GB/T 6618的规定进行。

7.2 弯曲度的测量按GB/T 6619 的规定进行。

7.3 翘曲度的测量按GB/T 6620 或GB/T 30859 的规定进行。仲裁方法按GB/T 6620 的规定进行。

7.4 直径的测量按GB/T 14140 的规定进行。

7.5 除厚度、总厚度变化、弯曲度、翘曲度、直径外的外形尺寸的测量用游标卡尺或相应精度的量具进行。

7.6 导电类型的测量按GB/T 1550 的规定进行。

7.7 电阻率的测量按GB/T 6616 的规定进行，也可按GB/T 1551 的规定进行。仲裁方法按GB/T 6616 的规定进行

7.8 径向电阻率变化的测量按GB/T 11073 规定的B方案选点进行或由供需双方协商确定。

7.9 载流子复合寿命的测量按GB/T 42907 的规定进行，或按照供需双方协商确定的方法进行。

7.10 晶向及晶向偏离度的测试按GB/T 1555 的规定进行。

7.11 除线痕外的表面质量在430lx～650lx光强度的荧光灯或乳白灯下目视检查。线痕深度的测量按GB/T 30860 的规定进行。

7.12 间隙氧含量的测定按GB/T 1557 的规定进行，校准因子采用3.14×1018。

7.13 代位碳含量的测定按GB/T 1558 的规定进行。

7.14 位错密度检验按GB/T 1554 进行。

7.15 金属铁含量的测定按YS/T 679 的规定进行，体内重金属含量的测定按GB/T 32651 进行，或按供需双方协商确定的测试方法进行。

8 检验规则

8.1 检查和验收

8.1.1 产品应由供方技术（质量）监督部门进行检验，保证产品质量符合本标准和订货单（或合同）的规定，并填写产品质量保证书。

8.1.2 需方可对收到的产品按本标准的规定进行检验，若检验结果与本标准或订货单（合同）的规定不符时，应在收到产品之日起3个月内向供方提出，由供需双方协商解决。

8.2 组批

产品以成批提交验收。每批应由相同外形尺寸、相同导电类型、相同电阻率范围的硅片组成。

8.3 检验项目

8.3.1 每批硅片产品应对外形尺寸、导电类型、电阻率、径向电阻率变化、载流子复合寿命、晶向及晶向偏离度、氧含量、碳含量、位错密度、表面质量进行检验。

8.3.2 硅片金属含量是否检验由供需双方协商确定。

8.3.3 硅片载流子复合寿命是否检验由供需双方协商确定。

8.4 检验结果的判定

8.4.1 氧含量、碳含量、位错密度采用抽样检验。抽取4个试样时，有2个或2个以上试样不合格，取双倍数量的试样进行重复试验，重复试验结果仍有不合格时，判该批硅单晶不合格；抽取3个及3个以下的试样时，有1个或2个试样不合格，则取双倍数量的试样进行重复试验，重复试验结果仍有不合格时，判该批产品不合格。

8.4.2 表面质量、体金属含量和载流子复合寿命检验结果的判定由供需双方协商确定。

8.4.3 硅片检验的接收质量限见表7。

表 7接收质量限

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检查水平 | 接收质量限（AQL） |
| 1 | 厚度 | Ⅱ | 1.0 |
| 2 | 总厚度变化 | Ⅱ | 1.0 |
| 3 | 弯曲度 | Ⅱ | 1.0 |
| 4 | 翘曲度 | Ⅱ | 1.0 |
| 5 | 直径 | Ⅱ | 1.0 |
| 6 | 边长 | Ⅱ | 1.0 |
| 7 | 对角线长度 | Ⅱ | 1.0 |
| 8 | 倒角长度 | Ⅱ | 1.0 |
| 9 | 垂直度 | Ⅱ | 1.0 |
| 10 | 导电类型 | Ⅱ | 0.01 |
| 11 | 电阻率 | Ⅱ | 1.0 |
| 12 | 径向电阻率变化 | Ⅱ | 1.0 |

表 7接收质量限

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检查水平 | 接收质量限（AQL） |
| 13 | 晶向 | Ⅱ | 0.01 |
| 14 | 晶向偏离 | Ⅱ | 1.0 |
| 15 | 表面质量 | 线痕深度 | Ⅱ | 1.0 |
| 裂纹 | Ⅱ | 1.0 |
| 崩边 | Ⅱ | 1.0 |
| 缺口 | Ⅱ | 1.0 |
| 孔洞 | Ⅱ | 1.0 |
| 累计 | -- | 2.5 |

9 标志、包装、运输、贮存和随行文件

9.1 标志

产品包装箱外应标有“小心轻放”“易碎”“防腐”“防潮”字样或标志，并注明：

1. 供方名称；
2. 产品名称；
3. 产品质量。

9.2 包装、运输和贮存

9.2.1 包装

产品包装按YS/T 28的规定执行，或由供需双方协商确定。

9.2.2 运输

产品在运输过程中应轻装轻卸，严禁抛掷，且应采取防震、防潮措施。

9.2.3 贮存

产品应贮存在清洁、干燥环境中。

9.3 随行文件

每批产品应附有随行文件，其上注明：

1. 供方名称；
2. 产品名称或牌号；
3. 产品批号；
4. 产品片数；
5. 各项检验结果和检验部门印记；
6. 本标准编号；
7. 出厂日期。

10 订货单（或合同）内容

订购本标准所列产品的订货单（或合同）应包含下列内容：

1. 产品名称；
2. 产品要求；
3. 数量；
4. 本标准编号；
5. 供需双方协商确定的其他要求。