**《 光伏电池片制程用石英管》标准征求意见稿编制说明**

一、**工作简况**

* 1. 任务来源

石英玻璃管是光伏电池片的生产制程中重要的容器和设备材料之一，它具有高纯度、耐高温、耐腐蚀、高热稳定性和高电绝缘性等优质特点，石英玻璃管的质量在电池片的扩散、外延、氧化等环节的应用将直接影响成品硅片的性能。当前市场上的光伏行业用石英材料质量参差不齐、竞争无序，对光伏产业链的健康发展存在一定的隐患。为了共同维护和推进光伏行业的健康发展、追求质量的长久稳定，2020年8月由江苏太平洋石英股份有限公司向中国电子材料行业协会石英材料分会申请制定“光伏电池片制程用石英管团体标准”，经协会和专家团评审确认立项。本标准制定对象为“以高纯石英砂（二氧化硅）为原料，采用连续电熔工艺生产并采用扩管工艺二次成型的，用于光伏电池片扩散和PECVD制程用直径300-600mm的石英管。”

1.2 标准编制工作相关方及工作组成员单位

指导单位：中国电子材料行业协会

承担单位：江苏太平洋石英股份有限公司

主要参与单位和工作组成员：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 标准联络人 | 职称/职务 |
| 1 | 西安隆基绿能科技股份有限公司 | 李改改 | 技术经理 |
| 2 | 晶科能源控股有限公司 | 马腾飞 | 开发经理 |
| 3 | 晶澳太阳能有限公司 | 赵永猛 | 技术经理 |
| 4 | 沈阳汉科半导体材料有限公司 | 李吏斌 | 技术经理 |
| 5 | 北京凯德石英股份有限公司 | 张忠恕 | 总经理 |
| 6 | 上海强华石英有限公司 | 周文华 | 总经理 |

* 1. 简要工作经过

1. 2020年8月由江苏太平洋石英股份有限公司向中国电子材料协会提出制定“光伏电池片制程用石英管”团体标准申请，阐述标准制定的目的、意义、技术要求和国内外情况说明，初步确认了相关参与单位与职责。
2. 2020年9月分会秘书长带队，协会有关人员及专家组在江苏太平洋石英股份有限公司召开了立项评审会并进行了实地调研。重点了解了石英管的生产流程、各生产环节核心技术控制点、主要生产设备、产品的性能检测、外观检验和包装等过程。通过申请单位的详细阐述和专家组、行业内相关企业的密切交流，协会与专家评审会决定予以立项。
3. 2020年10月-11月由团体标准工作组参考JC/T 597 半导体用透明石英玻璃管、GB/T 4121 石英玻璃热变色性试验方法、GB/T 10701 石英玻璃热稳定性试验方法、GB/T 12442 石英玻璃中羟基含量检验方法、GB/T 2828.1-2012 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等相关标准，集合电池片生产制程对石英管的普遍要求和使用反馈等综合考虑于12月初形成团体标准工作组内部讨论稿。
4. 2020年12月由协会、专家组和光伏电池片生产、石英加工等企业和用户在江苏太平洋石英股份有限公司针对团体标准内部讨论稿进行了研讨。会议纪要见附件1。

**二、标准的编制原则和依据**

2.1 标准结构及编写

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。

2.2 标准主要内容的确定

在实地调研和表述征集的基础上遵循如下原则确定标准的主要内容

（1） 符合光伏电池片生产制程需求，客观描述该制程中应用的石英管尺寸、外观与理化性能要求，以及检验操作规范等。

（2）具有可操作性；

1. 与国家标准的兼容性。

**三、标准主要内容的确定**

石英管在光伏电池片生产制程中的应用针对其尺寸、外观和理化性能的控制应该有统一的要求，结合其使用的温度、硅片的纯度、使用时间和使用环境等方面，从实际使用出发，参考《半导体用透明石英玻璃管》 、《太阳能电池硅片用石英扩散管》等标准，针对光伏电池片制程用的石英管制定统一规范。此标准是针对“以高纯石英砂（二氧化硅）为原料，采用连续电熔工艺生产并采用扩管工艺二次成型的，用于光伏电池片扩散和PECVD制程用直径300-600mm的石英管。”根据行业使用要求和关注点重点规范了石英管的尺寸偏差、外观缺陷标准、理化性能标准、检验方法和检验规则等。

3.1 石英管公差尺寸

本标准所指的石英管在客户深加工后（主要指焊接、机械加工等）其主体部分的外径、厚度椭圆度和偏壁度不会发生改变，可以满足行业扩散管等成品要求，但是不同外径或壁厚的石英管公差范围根据其生产难度必然存在差异，结合其在光伏电池片设备中的容忍度制定为如下。

单位为毫米

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 外径OD | 外径偏差 | 椭圆值 | 壁厚t | 壁厚偏差 | 偏壁值 |
| 300≤OD＜400 | ±1.0 | ≤1.0 | t≤3 | ±0.5 | ≤0.6 |
| 400≤OD＜500 | ±1.0 | ≤1.5 | 3＜t≤5 | ±0.5 | ≤0.8 |
| 500≤OD＜600 | ±1.0 | ≤2.0 | t＞5 | ±10%\*wt | ≤1.0 |

3.2 石英管外观缺陷

石英管的气泡、气线在生产过程中为随机发生，但是其深度和长度会直接影响石英管的耐温、耐压和强度，因此光伏行业要求其深度不能超过石英管厚度的1/3，且分布不可太密集。石英管内的杂质颗粒、表面的存在的异物、析晶、裂纹及其它可见缺陷对电池片的质量或制程的稳定都存在一定的潜在影响（如高温扩散挥发、晶格扩大强度降低、炸裂等），因此需要控制在一定的数量内将其影响降至最低，或更容易在石英管的后续加工过程中去除。外观缺陷标准见附件2.

3.3 石英管理化性能

石英管的纯度在电池片生产中尤为关键，其杂质含量必须控制在极地的水平放在在高温、刻蚀等环境中污染硅料，其杂质要求要高于普通电光源等石英材料略低于半导体用石英材料，根据不同元素的熔点和电子活泼程度等制定如下控制要求（最大允许含量）。

单位为毫克每千克

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 铝  Al | 钙  Ca | 铬  Cr | 铜  Cu | 铁  Fe | 锂  Li | 钠  Na | 钾  K | 镁  Mg | 锰  Mn | 镍  Ni | 钛  Ti | 锆  Zr |
| 最大值 | 18.00 | 1.00 | 0.05 | 0.05 | 0.50 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.05 | 0.05 | 5.00 | 1.00 |

石英管的羟基在高温使用过程中容易释放污染硅片，且高含量的羟基对石英管的使用寿命有显著影响，缩短使用寿命，因此所有石英管均需经过高温脱羟处理。

石英管如果局部存在热应力，则在使用或存放的过程随着应力的逐步释放容易导致局部炸裂，这一点在众多的火加工试验操作中获得验证，尤其针对壁厚更厚的石英管，炸裂的风险系数显著提高，因此针对所有石英管无局部应力存在。

石英管的热稳定性、热变色性、抗析晶性本标准未做特殊要求，符合相关国标、行标要求可满足使用要求。

**四、标准的宣贯实施**

4.1 标准的适用范围

适用于以高纯石英砂（二氧化硅）为原料，采用连续电熔工艺生产的石英管，并采用扩管工艺生产的，用于光伏电池片扩散和PECVD用的，直径300-600mm的石英管。

4.2 评价目的

（1）指定统一、可操作的行业标准。

（2）为石英炉管使用厂家提供产品验收依据、降低产品使用风险。

（3）减少石英炉管生产企业的无序竞争，维护行业健康发展。

4.3 标准使用建议

建议在此标准的基础上配合使用“太阳能电池片用石英扩散管、太阳能电池片用石英舟”，综合考虑石英管对电池片生产制程的影响和实际要求。

**五、参考文献**

（1）1GB/T 2828.1-2012 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

（2）GB/T 3284 石英玻璃化学成分分析方法

（3）GB/T 4121 石英玻璃热变色性试验方法

（4）GB/T 5949 透明石英玻璃气泡、气线检验方法

（5）GB/T 10701 石英玻璃热稳定性试验方法

（6）GB/T 12442 石英玻璃中羟基含量检验方法

（7）JC/T 597 半导体用透明石英玻璃管

（8）JC/T 2205 石英玻璃术语

**附件1 2020年12月团体标准研讨会会议记录**

会议时间：2020年12月20日 上午

会议地点：江苏太平洋石英股份有限公司

参会人员：杨家茂、王铁艳、边志坚、李吏斌、李立宽、张锦、董金卫、周文华、马腾飞、赵永猛、孔凡昌、董平、陈士斌、刘明伟、钱卫刚、张建、何茂乾、解冬利

会议主要研讨内容：

1. 会议议程介绍

杨家茂秘书长对本次研讨会的目的和议程进行介绍，重点说明本次研讨会针对团体标准的内容由各专家、起草单位与行业相关企业负责人进行充分的讨论，根据行业需要和市场的推进及规范化管理制定合适的标准，促进行业健康积极向上发展。

2. 团体标准的意义与流程说明

王铁艳教授重点介绍了团体标准制定的要求及意义，是根据市场需要来制定团体标准，同时主导单位要遵守相关的法律法规规定。其次重点介绍了团体标准制定经历的主要阶段（征集阶段、立项阶段、编制阶段和批准发布阶段）和各阶段需准备的材料及注意事项。

3. 标准内容的研讨

1）团体标准名称的修订：会议成员通过讨论一致决定修订团体标准名称为“光伏电池片制程用石英管”，去掉“炉”子，因制定的对象不包含扩后管的深加工，仅为扩后直管。

2）起草规则更新要求：王铁艳教授提出“前言”中依据的起草规则需根据最新发布的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对标准全文内容规范化表述进行完善，符合最新的指导文件要求。

3）标准范围修订：会议成员通过一致讨论增加石英管的直径限定范围，为直径300-600（mm）石英管。

4）石英管尺寸描述与偏壁度讨论：王铁艳教授提出单位填写要求，表格名称去掉“标准”两字；周文华总经理提出偏壁度要求希望根据管材直径范围分级设定标准；专家组组长董金卫提出终端客户产品使用仅限定壁厚公差，无偏壁度限制。

5）外观标准讨论：表格表述不太规范，王铁艳教授会提供一份新的模板；专家组组长董金卫和周文华总经理提出使用一定的面积范围内允许的气泡数量来定义，且直径≤0.3mm的泡可以不管，同时提出泡的深度要求，希望泡的深度不要超过管材壁厚的1/3，晶科马总提出相同建议，防止随着市场发展口径更大的管材使用此标准过严的风险。专家组组长董金卫提出管材表面可以允许黑点、白点，同时限定一定的数量，但不允许其它颜色的异物。王铁艳教授提出“应力”应放在理化性能项目中，不在外观项目中，同时董总建议是否可以量化应力大小要求。

6）杂质元素含量标准讨论：全体成员讨论一致决定将Al最大允许含量修订为18微克每克，其余元素含量全部保留小数点后两位；“椭圆度”修订为“椭圆值”。

7）出厂检验和型式检验讨论：王铁艳教授提出出厂检验和型式检验存在部分检验项目重合的问题，一般都选其一，起草单位根据石英的特性再内部讨论制定。

8）抽样方案的讨论：提出定义好抽样方案，依据GB2828原则分别定义尺寸、外观和性能的抽样标准，将“批”的定义描述清楚。

**附件2 光电电池片制程用石英管 外观标准**

石英管气泡要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 气泡 | 石英管壁厚t | 气泡大小 | 100cm2允许个数 | 每米允许个数 |
| t≤3mm | ≤0.3mm | 不计数量 | 不计数量 |
| ＞0.3mm，≤1.0mm | ≤1个 | ≤5个 |
| ＞1.0mm | 0 | 0 |
| 3mm＜t≤5mm | ≤0.3mm | 不计数量 | 不计数量 |
| ＞0.3mm，≤1.0mm | ≤1个 | ≤5个 |
| ＞1.0mm，≤1.5mm | ≤1个 | ≤1个 |
| ＞1.5mm | 0 | 0 |
| t＞5mm | ≤0.5mm | 不计数量 | 不计数量 |
| ＞0.5mm，≤1.0mm | ≤1个 | ≤5个 |
| ＞1.0mm，≤1.5mm | ≤1个 | ≤1个 |
| ＞1.5mm | 0 | 0 |
| 注1：气泡的直径不能超过石英管壁厚的1/3。  注2：气泡群按整条气线算，按气线标准检验。  注3：破皮气泡不允许。 | | | |

石英管气线要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 气线 | 石英管壁t | 气线宽度 | 允许长度 | 每米允许个数 |
| t≤5mm | ≤0.5mm | 15 | 1 |
| ＞0.5mm，≤1.0mm | 10 | 1 |
| ＞1.0mm | 0 | 0 |
| t＞5mm | ≤0.5mm | 15 | 1 |
| ＞0.5mm，≤1.0mm | 10 | 1 |
| ＞1.0mm，≤1.5mm | 5 | 1 |
| ＞1.5mm | 0 | 0 |
| 注1：气线的宽度不能超过石英管壁厚的1/3。  注2：扩后间断气线，按整条气线算。  注3：破皮气线不允许。 | | | |

石英管其他外观缺陷

|  |  |
| --- | --- |
| 缺陷名称 | 要 求 |
| 析晶 | 直径≤0.5mm，数量≤1个/100cm2；  0.5mm＜直径≤1mm，数量≤1个/500mm长度。 |
| 麻点 | 直径≤0.3mm，忽略不计；  0.3mm＜直径≤0.5mm，数量≤1个/100cm2；  0.5mm＜直径≤1mm，数量≤1个/500mm长度。 |
| 沟棱、波纹 | 将有10号字体的纸张，放于管内中间位置，观察字体是否清晰，字体辨识清楚合格，字迹模糊不清不合格。 |
| 划伤、磨痕 | 内表面不允许；  外表面轻微允许，累加长度不超过管长的10%，单条长度不超过150mm， |
| 修痕 | 单个修痕面积不超过30cm×30cm，数量≤3个/米。 |
| 色斑 | 黑色和白色允许，按析晶标准检验。  其它颜色不允许。 |
| 变色、色线、裂纹、脏污、白雾 | 不允许。 |