国家标准《太阳能电池用多晶硅片》

（预审稿）编制说明

一 **工作简况**

1 **项目背景和立项意义**

当今光伏市场中，晶体硅材料仍占据了光伏组件的大部分，其中多晶硅铸锭由于其成本低，产量大，能耗低等优点，在太阳能市场中一直占据主导地位。近几年来，得益于全球光伏产业大发展的机遇，尤其随着高效多晶、铸造单晶、金刚线多晶等技术的不断突破，我国光伏产业有了飞跃式的发展，多晶硅锭产品的质量不断提升。定向凝固生长是目前多晶铸锭的主流工艺，传统的定向凝固技术，采用无籽晶生长方法，该技术生长出来的硅片具有位错密度大，少子寿命低等缺陷，使得后续的电池效率很难提升。而今利用籽晶铸造生产出的高效多晶硅片，由于其位错低、少子寿命高的因素，转换效率大大提升，且由于该技术日益成熟，已逐渐成为市场的主流。定向凝固用于单晶的生长技术随着行业的发展，也逐渐成熟，该技术生长出来的类单晶硅片（也称铸造单晶硅片），由于大的晶体、少的晶界、便于制绒等特点，可以大大提高电池转换效率，逐渐进入到市场中。

之前国内主要是硼掺杂P型多晶硅片，由于硼氧复合体效应的存在，使这种方法制备的电池具有早期光致衰减的现象，随着下游电池技术对产品要求提高，光衰减的问题日益严重。而掺镓可以解决掺硼多晶电池的衰减问题，使得掺镓产品有了一定的市场份额。但由于掺镓硅片的分凝系数小，其电阻率与传统掺硼多晶硅片有所区别，对此，需在标准中有所区别。

另外，随着铸锭技术和切片技术在重量和加工精度上的改进，多晶硅片的尺寸外形也发生了很大变化，之前的125mm和156mm，现在已变成156mm和156.5mm。而硅片的厚度也在不停的改变，之前主流的180μm～200μm，到现在主流的160μm～190μm。这些尺寸的变化，也是不断追求硅片后续电池片的效率和降低生产成本过程中的必然产物。之前硅片生产企业基本是利用传统的游离砂浆切割技术进行多晶硅片的切割，该切割技术不仅加工时间长且切割浆料的消耗量大，而目前大部分的企业已转向金刚石线锯切割，它是一种新兴的硅片切割技术，该方法的加工效率高、加工成本低、环境污染小，是未来切片技术的主要研究对象和发展方向。

综上可知，随着多晶硅铸锭和切片技术的不断发展，市场上对太阳能多晶电池效率的不断要求和企业对成本的不断管控，现在的多晶硅片已变得更加多样化，其尺寸、外形、电性能参数都有了提升。对此，在总结当前多家太阳能电池生产企业的要求，结合太阳能电池用多晶硅片生产企业现状的情况下，提出了修订《太阳能电池用多晶硅片》国家标准的主要指标，对指导太阳能电池用多晶硅片的加工、制造、销售提供依据。

**2 任务来源**

根据《国家标准委关于下达2016年第四批国家标准制修订计划的通知》（国标委综合[2016] 89号）的要求，《太阳能电池用多晶硅片》（计划编号：20162487-T-469）由江西赛维LDK太阳能高科技有限公司负责编制。2017年江西赛维LDK太阳能高科技有限公司破产重整，不再具备编制条件，故放弃本标准的起草工作。

经企业申请，全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分会综合考虑企业能力和意愿，决定由江苏协鑫硅材料科技发展有限公司负责本标准的后续编制起草工作（半材标秘[2018] 4号文件），要求于2018年完成。

**3 标准项目编制单位简况**

江苏协鑫硅材料科技发展有限公司位于国家级经济技术开发区----江苏省徐州经济技术开发区，是保利协鑫能源控股有限公司（股份代码：3800.HK）旗下专业从事硅材料生产的企业，主要从事光伏产业链中间环节——铸锭、硅片的研究、生产、销售业务。公司成立于2008年10月，注册资本309965万元，占地1000亩。2017年公司具有铸锭产能24GW，全球市场占有率16.5%，是世界级晶体硅硅锭、硅片生产研发基地。

公司2009年9月动工建设，2010年1月24日正式投产，2011年实现产值、销售额双双突破百亿元，并获得“国家高新技术企业”称号。2012年，公司入选“江苏省创新型领军企业培育库”，并取得“江苏省太阳能级晶体硅工程技术研究中心”、“江苏省晶体硅线切及检测技术工程中心”等高水平科技平台认证；2013年公司申请的江苏省重大成果转化项目——“高效率低成本N型光伏准单晶硅锭、硅片技术开发及产业化”获准立项；2014年公司申报的江苏省双创团队计划获批。2015年获江苏省科技厅批准，“江苏省硅基电子材料重点实验室”建设完毕并投入使用。2016年，公司获得第30届电子信息百强企业、江苏省百强优秀企业、江苏省名牌产品、江苏省“技术创新奖”、江苏省管理创新优秀企业等多项荣誉。2017年获得徐州市专利领航企业及省重点实验室能力提升项目等奖励。

公司采用了全球最先进的铸锭、硅片设备，并实现了大部分生产环节自动化，单位产能高。公司注重科技研发工作，拥有自主知识产权的880kg以及1200kg铸锭炉技术，具备同时生产多晶硅锭和铸造单晶硅锭的能力，通过自主创新累计申请专利80项，已授权62项（含发明专利22项）。积极主导或参与制定国际、国家标准，已发布国际标准2项、国家标准5项、行业标准4项。

1. **主要工作过程**

接到国家标准修订计划任务后，在全国半导体设备和材料标准化技术委员会的组织下，公司成立了《太阳能电池用多晶硅片》国家标准编制组，确定了编制组成员的任务分工和编写计划。编制组开展了相关国内外资料、标准的整理和研讨工作，同时组织相关技术人员对标准所涉及的内容、范围、适用性、科学性等内容进行了认真研讨、论证和改进。经过编制组的多次讨论和修改形成了讨论稿。

2017年8月，由全国半导体材料标准化分技术委员会组织，在青海省西宁市召开《太阳能电池用多晶硅片》标准第一次工作会议（讨论会），共有镇江荣德新能源科技有限公司、宜昌南玻硅材料有限公司、隆基绿能科技股份有限公司等29个单位41位专家参加了本次会议。与会专家对标准资料从标准技术内容和文本质量等方面进行了充分的讨论。形成“‘前言’中修订内容增加原标准章条号注释”、“‘3 术语和定义’中补充隐裂定义，同时在‘4要求’中规定具体内容”等9条修改建议。根据专家意见，结合SEMI硅片标准内容及光伏行业发展趋势，又对标准文本的内容作了进一步的完善，形成了标准征求意见稿。

2017年10月，将标准征求意见稿发给了江西赛维LDK太阳能高科技有限公司、镇江荣德新能源科技有限公司等22家光伏上下游企业及单位广泛征求意见，发出征求意见函22份，收到回函的单位数4个，并根据相关单位反馈的意见，对标准征求意见稿进行了修订，形成了标准预审稿。

2017年12月，由全国半导体材料标准化分技术委员会组织，在云南省昆明市召开《太阳能电池用多晶硅片》标准第二次工作会议（预审会），共有镇江荣德新能源科技有限公司、宜昌南玻硅材料有限公司、江西赛维LDK太阳能高科技有限公司等14个单位23位专家参加了本次会议。与会专家对标准资料从标准技术内容和文本质量等方面进行了充分的讨论。形成“3.4微裂纹定义下方‘ [SJ/T 11632-2016，定义3.1] ’删除”、“表1中厚度“允许偏差”建议针对不同厚度范围进一步征集行业内企业意见确定”等5条修改建议。根据专家意见，又对标准文本的内容作了进一步的完善，形成了标准征求意见稿。

2018年7月，再次将标准征求意见稿发给了有研半导体材料有限公司、英利能源（中国）有限公司等15家光伏上下游企业及单位广泛征求意见，发出征求意见函14份，收到回函的单位数5个，并根据相关单位反馈的意见，对标准征求意见稿进行了修订，形成了标准送审稿。

**二 标准编制原则和确定标准主要内容**

1. **编制原则**
   1. 本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》和GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》的要求进行编写。
   2. 查阅国内外相关标准和客户的相关技术要求，同时根据国内太阳能多晶硅片生产企业的具体情况，力求做到标准的合理性和实用性，根据技术发展水平及测试数据确定技术指标取值范围。
2. **确定标准主要内容的论据**

光伏行业经过五年的快速发展，国家标准GB/T 29055-2012《太阳电池多晶硅片》中很多电性能参数已不能满足当前主流产品的要求。同时，掺镓多晶硅片、铸造单晶硅片等新技术产品在市场上已占据一定的份额，急需纳入标准中进行规范。更重要的是，随着光伏领跑者计划的推出，很多企业为了提升光电转换效率，加入“领跑企业”，成为业内标杆，不断增大硅片边长尺寸，如156.5mm、156.75mm、157.2mm等等，而硅片的尺寸与电池组件的配套性、安全性息息相关，急需进行约束。

本标准结合我国光伏行业太阳能电池用多晶硅片的实际生产和使用情况，考虑太阳能硅片的发展和行业现状进行内容修订。

1. **标准主要修订内容说明**
   1. 标准题目的确定

标准GB/T 29055-2012名称为《太阳电池用多晶硅片》，本次标准立项名称调整为《太阳能电池用多晶硅片》，是为了与光伏系列标准命名方式保持一致。

* 1. 范围

本标准规定了太阳能电池用多晶硅片的要求、试验方法、检验规则以及标志、标签和随行文件、包装、运输和贮存等。（见标准第1章）。此处是按照GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》的编写要求进行调整，加入了“标签和随行文件”的要求。

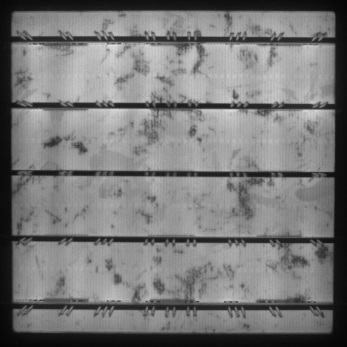
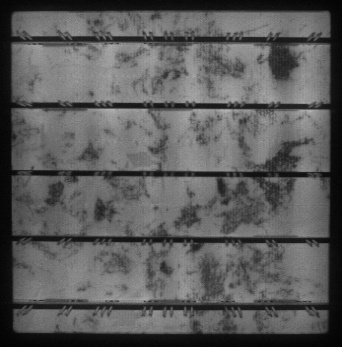
本标准适用于铸造多晶硅片。产品用于制作太阳能电池片。（见标准第1章）。为了与光伏系列标准保持一致，此处调整了表述方式。

* 1. 术语和定义
     1. 新增加线痕、色差线痕（见标准3.1和3.3）的定义，修订了密集线痕的定义（见标准3.2，2012版的3.1），有助于理解标准“4要求”章节中的“4.3 表面质量”中跟线痕有关的内容，减少歧义。
     2. 新增加术语“微裂纹：宽度在微米量级，无法通过肉眼直接识别的裂纹。”（见标准3.4），这是参考SJ/T 11632-2016《太阳能电池用硅片微裂纹缺陷的测试方法》中定义3.1给出，对于金刚线切割硅片来讲是一个很重要的指标，需要在标准中进行规范。
  2. 要求
     1. 修改了“外形尺寸”分类，由125mm×125mm和156mm×156mm改为156.75mm×156.75mm，其他尺寸，建议增减量为1mm的整数倍（见标准中表1，2012版的表1）。这是为了适应当前主流产品的要求，同时考虑和规范硅片未来尺寸的发展趋势，给出了1mm整数倍增减量的建议。
     2. 修改了外形尺寸偏差，由±0.5mm改为±0.25mm（见标准中表1，2012版的表2）。这是根据目前的市场产品要求及加工精度来修订的。
     3. 修改了厚度分类，增加了170μm、190μm，删除了220μm，其他厚度，建议增减量为10μm的整数倍（见标准中表1，2012版的表1）。这是根据目前的市场产品薄片化的趋势来修订的，同时对厚度的调整范围给出了10μm整数倍的限定，以便规范市场产品的类别。
     4. 修改了总厚度变化要求，由≤40μm改为≤30μm（见标准中表1，2012版的表2）。这是由于目前产品加工能力提升，产品性能要求严格，符合市场主流趋势。
     5. 修改了弯曲度要求，由≤75μm改为≤50μm（见标准中表1，2012版的表2）。这是由于目前产品加工能力提升，产品性能要求严格，符合市场主流趋势。
     6. 尺寸及外形参数中增加类单晶硅片最大晶粒面积的分类要求（见标准4.1.2）。这是为了与GB/T 29054《太阳能电池用铸造多晶硅块》内容保持一致，同时参照SEMI PV22 Specification for Silicon Wafers for Use in Photovoltaic Soalr Cells（太阳能电池用硅片规范）硅片标准及市场流通的类单晶硅片要求而设定。
     7. 修改了表面质量中的崩边缺陷要求，由深度<0.5mm，长度<1.0mm改为深度<0.3mm，长度<0.5mm（见标准4.4.2，2012版的5.1.2）。这是由于目前产品加工能力提升，产品表面质量要求严格，符合市场主流趋势。
     8. 删除了表面质量中的边缘缺陷要求（2012版的5.1.3）。这是由于目前硅片主流是金刚线切割，不再存在类似于砂浆线切割导致的边缘缺陷问题。
     9. 删除了表面质量中的晶粒数量要求（2012版的5.1.4）。这是由于现有铸锭技术的提升，某些工艺生产出的小晶粒产品各项指标很好，符合市场需求，故对不同铸锭工艺不再界定晶粒大小要求。
     10. 在表面质量中增加了微裂纹的要求（见标准4.4.1）。这是由于目前产品加工能力提升，产品表面质量要求严格，符合市场主流趋势。而具体指标的制定是来自三家光伏企业（荣德、协鑫、南玻）不同微裂纹尺寸硅片，发至客户端验证数据得出。具体实验数据如下：

鑫宇（实验时间：2017年11月25日；微裂纹片源：荣德、协鑫、南玻）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实验项目 | 硅片数量 | 碎片率 | 漏电比例 | 转换效率 |
| 1 | 同期正常 | 35200 | 0.57% | 1.05% | 18.52% |
| 2 | 微裂纹0-1mm | 45 | 11.11% | 17.50% | 18.48% |
| 3 | 微裂纹1-2mm | 100 | 20.00% | 10.00% | 18.52% |
| 4 | 微裂纹2-3mm | 100 | 20.00% | 7.89% | 18.47% |

典型EL图片如下：

综合考虑了硅片企业微裂纹比例，电池片在线碎片率及漏电比例及EL图片等，要求硅片不允许存在微裂纹缺陷。

* + 1. 修改了表面质量中的线痕要求，区分为砂浆切割硅片和金刚线切割硅片（见4.4.3和4.4.4，2012版的表2）。这是由于切割技术进步，出现了不同切割工艺表面质量不同的新产品，有必要区分描述。

**三 标准水平分析**

通过文献检索和网上查询，国外有SEMI PV22-0817 Specification for Silicon Wafers for Use in Photovoltaic Solar Cells（太阳能电池用硅片规范标准）标准，由隆基、协鑫等企业牵头修订。而本次国家标准修订，参考了SEMI标准中的各项指标，能规范和统一现行的太阳能电池用多晶硅片的生产和交易，并且能考虑未来发展趋势，达到了国际一般水平。

**四 与我国相关的现行法律、法规和相关强制性标准的关系**

本标准与国家现行法律、法规和相关强制性标准协调一致、无冲突。

**五 重大分歧意见的处理经过和依据**

编制组根据起草前确定的编制原则进行了标准起草，标准起草小组前期进行了充分的准备和调研，并做了大量调查论证、信息分析工作，在主要技术内容上，行业内取得了较为一致的意见，标准起草过程中未发生重大分歧意见。

**六 标准作为强制性或推荐性标准的建议**

本标准为太阳能电池用多晶硅片的产品标准，规定了产品的各种性能要求，建议作为推荐性国家标准发布实施。

**七 代替或废止现行有关标准的建议**

本标准发布实施后，将取代GB/T 29055-2012《太阳电池用多晶硅片》标准使用，原标准作废。

**八 其他需要说明的事项**

本标准根据目前国内太阳能电池用多晶硅片的实际生产现状和订货合同情况制定，考虑随着新工艺的开发使用和生产设备的更新，如果以后生产或订货合同中对产品的性能指标有其他具体需求，可在下一版中进行补充修订。

**九 预期效果**

本标准的修订，将会促进太阳能电池用多晶硅片产品性能的提升，并且规范市场尺寸改善要求，促进行业有序进步。

标准编制组

2018年10月8日