

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3238—2024

基于 PECVD 工艺的 TOPCon 电池制备 技术通则

2024 - 12 - 18 发布

2025 - 01 - 18 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言.....II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 缩略语..... 1

5 主要材料要求..... 2

6 制备技术..... 2

7 成品测试..... 4

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。

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。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：通威太阳能（成都）有限公司、成都市标准化研究院、通威太阳能（眉山）有限公司、四川省通威晶硅光伏产业创新有限公司、四川高景太阳能科技有限公司、宜宾英发德耀科技有限公司、四川东磁新能源科技有限公司、四川美科新能源有限公司。

本文件主要起草人：邢国强、蒋方丹、蒋丽琼、胡承志、孟夏杰、陈杨、杨焘、余斌、姚骞、李俊、张云莎、毕喜行、乔乐、薛玉雪、韩晨、金刚刚、王艺澄。

基于 PECVD 工艺的 TOPCon 电池制备技术通则

1 范围

本文件规定了基于PECVD工艺的TOPCon太阳电池制备所涉及的主要材料、制备技术、成品测试的要求。

本文件适用于基于PECVD工艺路线制备TOPCon太阳电池。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2297 太阳光伏能源系统术语

GB/T 6495.1 光伏器件 第1部分：光伏电流—电压特性的测量

GB/T 14264 半导体材料术语

SJ/T 11760 光伏电池绒面反射率的测量 光电积分法

SJ/T 11829.1 晶体硅光伏电池用等离子体增强化学气相淀积(PECVD)设备 第1部分：管式PECVD设备

IEC TS 63202-2 光伏电池 第2部分：晶体硅太阳能电池的电致发光成像 (Photovoltaic cells - Part 2: Electroluminescence imaging of crystalline silicon solar cells)

3 术语和定义

GB/T 2297、GB/T 14264、SJ/T 11829.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

TOPCon 太阳电池 tunnel oxide passivated contact solar cell

超薄氧化硅层及掺杂多晶硅层钝化接触太阳电池。

3.2

硼硅玻璃层 borosilicate glass layer

富含硼元素的二氧化硅层。

3.3

磷硅玻璃层 phosphosilicate glass layer

富含磷元素的二氧化硅层。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

PECVD：等离子体增强化学气相沉积 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)

5 主要材料要求

5.1 N型单晶硅片

5.1.1 长度与宽度

TOPCon太阳能电池所用N型单晶硅片为含倒角的矩形，尺寸宜符合表1要求。

表1 TOPCon 太阳能电池硅片长度与宽度要求

项目	长度 (mm)	宽度 (mm)	尺寸偏差 (mm)
要求	$166 \leq L \leq 230$	$83 \leq W \leq 230$	± 1

5.1.2 厚度

硅片厚度宜符合 $100\text{ }\mu\text{m} \sim 150\text{ }\mu\text{m}$ 。

5.1.3 少子寿命

硅片少子寿命 $\geq 800\text{ }\mu\text{s}$ 。

5.1.4 氧含量

硅片氧含量 $\leq 6 \times 10^{17}\text{ atoms} \cdot \text{cm}^{-3}$ (12 ppma)。

5.1.5 碳含量

硅片碳含量 $\leq 5 \times 10^{16}\text{ atoms} \cdot \text{cm}^{-3}$ (1 ppma)。

5.2 气体

PECVD制备超薄氧化硅层及N型掺杂多晶硅层的气体纯度宜符合表2要求。

表2 PECVD 制备超薄氧化硅层及 N 型掺杂多晶硅层的气体纯度要求

气体类型	纯度要求
一氧化二氮 (N_2O)	$\geq 99.999\%$
硅烷 (SiH_4)	$\geq 99.9999\%$
磷化氢 (PH_3)	$\geq 99.999\%$
氢气 (H_2)	$\geq 99.999\%$
氮气 (N_2)	$\geq 99.999\%$
氨气 (NH_3)	$\geq 99.9999\%$

6 制备技术

6.1 工艺流程

PECVD工艺路线制备TOPCon太阳能电池流程宜符合图1。

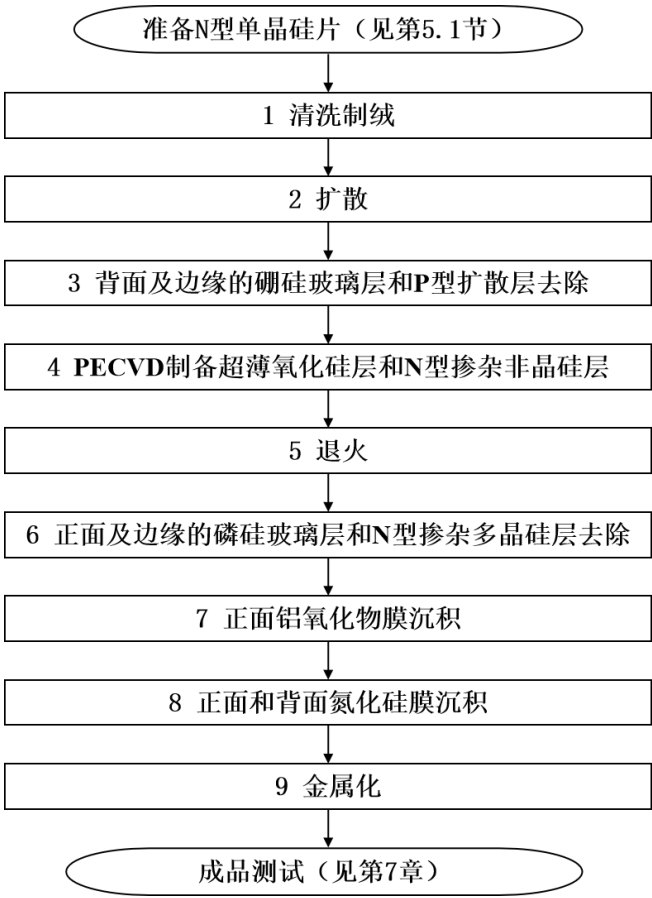


图1 PECVD 工艺路线制备 TOPCon 太阳能电池流程图

6.2 清洗制绒

6.2.1 使用体积浓度为 0.5%~5%的氢氧化钠（NaOH）或氢氧化钾（KOH）碱性溶液与 2%~15%的双氧水溶液混合，对 N 型单晶硅片表面进行清洗，去除有机物和金属杂质。

6.2.2 使用体积浓度为 0.5%~5%的 NaOH 或 KOH 碱性溶液对硅片表面进行腐蚀，形成平均反射率为 8.0%~12.0%的绒面结构，反射率测量方法按照 SJ/T 11760 进行。

6.3 扩散

将6.2后的N型单晶硅片置于800℃~1080℃的高温下进行扩散，在正面形成方阻为300 Ω/sq~600 Ω/sq的P型扩散层，并同时形成硼硅玻璃层。

6.4 背面及边缘的硼硅玻璃层和 P 型扩散层去除

6.4.1 背面及边缘的硼硅玻璃层去除

使用体积浓度为5%~50%氢氟酸溶液对N型单晶硅片背面进行清洗，去除6.3过程中在背面及边缘形成的硼硅玻璃层。

6.4.2 背面及边缘的 P 型扩散层去除

使用体积浓度为0.5%~5%的NaOH或KOH溶液对N型单晶硅片背面进行刻蚀抛光，去除6.3过程中在背面及边缘形成的P型扩散层。

6.5 PECVD 制备超薄氧化硅层和 N 型掺杂非晶硅层

6.5.1 背面制备超薄氧化硅层

在压强 $159.99\text{Pa}\sim 319.97\text{Pa}$ ($1200\text{mTorr}\sim 2400\text{mTorr}$) 和温度 $400^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 通入 N_2O 气体, 在N型单晶硅片背面制备厚度为 $1\text{nm}\sim 3\text{nm}$ 的超薄氧化硅层。

6.5.2 背面制备 N 型掺杂非晶硅层

在压强 $373.30\text{Pa}\sim 466.63\text{Pa}$ ($2800\text{mTorr}\sim 3500\text{mTorr}$) 和温度 $400^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 通入 SiH_4 、 PH_3 和 H_2 气体, 在N型单晶硅片背面沉积形成厚度为 $80\text{nm}\sim 120\text{nm}$ 的N型掺杂非晶硅层。

6.6 退火

在 $800^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 的温度条件下进行退火处理, 将通过PECVD制备的N型掺杂非晶硅层转化为N型掺杂多晶硅层, 实现磷原子的有效掺杂, 在背面形成方阻为 $20\ \Omega/\text{sq}\sim 60\ \Omega/\text{sq}$ 的N型掺杂多晶硅层, 并同时形成磷硅玻璃层。

6.7 正面及边缘的磷硅玻璃层和 N 型掺杂多晶硅层去除

6.7.1 正面及边缘的磷硅玻璃层去除

使用体积浓度为 $5\%\sim 50\%$ 的氢氟酸溶液对N型单晶硅片进行清洗, 去除6.5和6.6过程中在正面及边缘形成的磷硅玻璃层。

6.7.2 正面及边缘的 N 型掺杂多晶硅层去除

6.7.2.1 使用体积浓度为 $0.5\%\sim 5\%$ 的 NaOH 或 KOH 溶液对 N 型单晶硅片正面进行刻蚀, 去除 6.5 和 6.6 过程中在正面及边缘形成的 N 型掺杂多晶硅层。

6.7.2.2 使用体积浓度为 $0.5\%\sim 5\%$ 的氢氟酸溶液对 N 型单晶硅片整体进行清洗, 去除正面的硼硅玻璃层和背面的磷硅玻璃层。

6.8 正面铝氧化物膜沉积

在N型单晶硅片正面沉积厚度 $3\text{nm}\sim 10\text{nm}$ 铝氧化物膜。

6.9 正面和背面氮化硅膜沉积

在N型单晶硅片正面和背面分别沉积厚度为 $65\text{nm}\sim 120\text{nm}$ 的氮化硅膜。

6.10 金属化

利用丝网印刷技术, 分别在电池片正面和背面印刷金属浆料, 并通过 $700^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 高温下形成正面电极和背面电极, 最终制成成品 TOPCon 太阳能电池。

7 成品测试

7.1 电性能测试

按照GB/T 6495.1的规定测试电性能参数, 太阳能电池正面平均转换效率 $\geq 25\%$ 。

7.2 电致发光检验

按照IEC TS 63202-2的规定进行，不允许太阳能电池片存在裂纹、隐裂、断栅等结构类缺陷。

7.3 外观检验

- 7.3.1 太阳能电池片表面无明显的污渍、油渍、指纹、氧化层或其他污染物。
 - 7.3.2 太阳能电池片表面颜色均匀，无明显的色差、色斑或变色现象。
 - 7.3.3 太阳能电池片的边缘整齐，无明显的崩边、缺角或不规则边缘。
-