

2022年08月08日

机械

行业周报

PECVD 技术趋于成熟，有望得到大规模应用

投资要点

- ◆ **市场行情回顾：**本周机械设备指数下跌 2.7%，沪深 300 指数下跌 0.32%，创业板指上涨 0.49%。机械设备在全部 31 个行业中涨跌幅排名第 20 位。本周机械行业细分板块，涨幅前三分别是半导体设备、激光设备、其他自动化设备；年初至今涨幅前三的细分板块分别是光伏加工设备、磨具磨料、印刷包装机械。
- ◆ **2022H1，全球太阳能项目投资破纪录：**根据 BloombergNEF 的报告，由于能源和气候危机持续，对清洁能源技术的需求飙升，2022 年上半年，全球可再生能源投资达到创纪录的 2260 亿美元。报告显示，2022 年上半年，对新太阳能项目的投资增至破纪录的 1200 亿美元，较 2021 年上半年增长 33%。中国在风能和太阳能项目融资方面的投资都实现了巨大增长。2022 年上半年，中国的大型太阳能投资总额为 410 亿美元，较前一年增长 173%。美国投资了 75 亿美元，成为第二大太阳能市场，其次是日本，投资了 39 亿美元。根据 BNEF 预测，中国有望在 2030 年之前实现 1.2TW 的风能和太阳能发电目标。
- ◆ **中科院研究团队刷新钙钛矿电池最高效率，达 25.6%：**8 月 1 日，中科院官网发布一则报告称，中科院半导体所研究员基于获得的高稳定性、光吸收扩展的钙钛矿材料，研制出认证效率为 25.6% 的钙钛矿太阳能电池，为目前公开发表的单结钙钛矿太阳能电池世界最高效率。
- ◆ **PECVD 技术趋于成熟，有望得到大规模应用。**在 TOPCon 工艺中，多晶硅的沉积是核心，沉积技术包括 LPCVD/PECVD/APCVD/ALD/PVD。LPCVD 是工业应用最成熟的技术，但有其自身的缺陷，如绕镀严重、原位掺杂难等。PECVD 技术是仅次于 LPCVD 的技术，其原位掺杂容易、且绕镀、爆膜等问题已有有效解决途径。PECVD 绕镀仅出现在侧面及正面边缘，在清洗过程中，KOH 碱液对正面的硼硅玻璃 BSG 刻蚀速率较低，硼硅玻璃 BSG 保护正面发射极，不受侵蚀，清洗过程简单，容易控制。对于爆膜问题，根据 Sungjin Choi 研究，PECVD 技术中的爆膜问题，可通过提升硅片表面制绒效果解决，在金字塔绒面的硅片上，爆膜现象基本消除。
- ◆ **投资建议：重点推荐捷佳伟创。**捷佳伟创为光伏加工整线设备龙头，公司 7 月 21 日、8 月 1 日，接连中标头部太阳能企业 PE-Poly 订单（PECVD 技术），标志着公司在 TOPCon 的 PE-Poly 路线设备进一步取得了头部客户的充分肯定，同时迈出了 PE-Poly 设备在 TOPCon 电池生产线大规模应用的坚实步伐。未来，公司有望受益于 PECVD 技术放量。我们预计公司 2022-2024 年营业收入分别为 65.37 亿元，83.80 亿元，104 亿元，同比增长 29.51%、28.21%、24.10%，归母净利润分别为 9.54 亿元、12.67 亿元、15.44 亿元。维持“买入-B”投资评级。

投资评级

领先大市-B维持

首选股票	评级
300724.SZ 捷佳伟创	买入-B

一年行业表现



资料来源：聚源

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	9.08	22.64	5.71
绝对收益	2.63	28.99	-9.82

分析师

刘荆

 SAC 执业证书编号：S0910520020001
 liujing1@huajinsec.cn

相关报告

- 工程机械III：2022 年有望成为“基建大年”，利好工程机械-工程机械行业快报 2022.4.10
- 通用设备：《“十四五”机器人产业发展规划》点评-通用设备行业快报 2021.12.30
- 机械：《“十四五”智能制造发展规划》点评-机械行业快报 2021.12.29
- 通用设备：激光助力智能制造，下游多点开花加快发展-通用设备行业深度分析 2021.10.13
- 其他通用机械：战略、技术基础、技术选择、企业分布、案例分析-其他通用机械行业专题报告 2021.8.23
- 捷佳伟创（300724.SZ）：全面布局满足客户需求，产业化验证提高竞争力 2021.11.26



◆ **风险提示：** 光伏政策变动风险、市场竞争加剧风险、技术研发风险

内容目录

一、	市场行情回顾	4
二、	行业公司动态	5
(一)	磨具磨料行业动态	5
(二)	光伏行业动态	6
1.	2022H1, 全球太阳能项目投资破纪录	6
2.	钙钛矿电池效率刷新高	6
(三)	公司重大公告	7
三、	PECVD 技术趋于成熟, 有望得到大规模应用	7
四、	风险提示	10

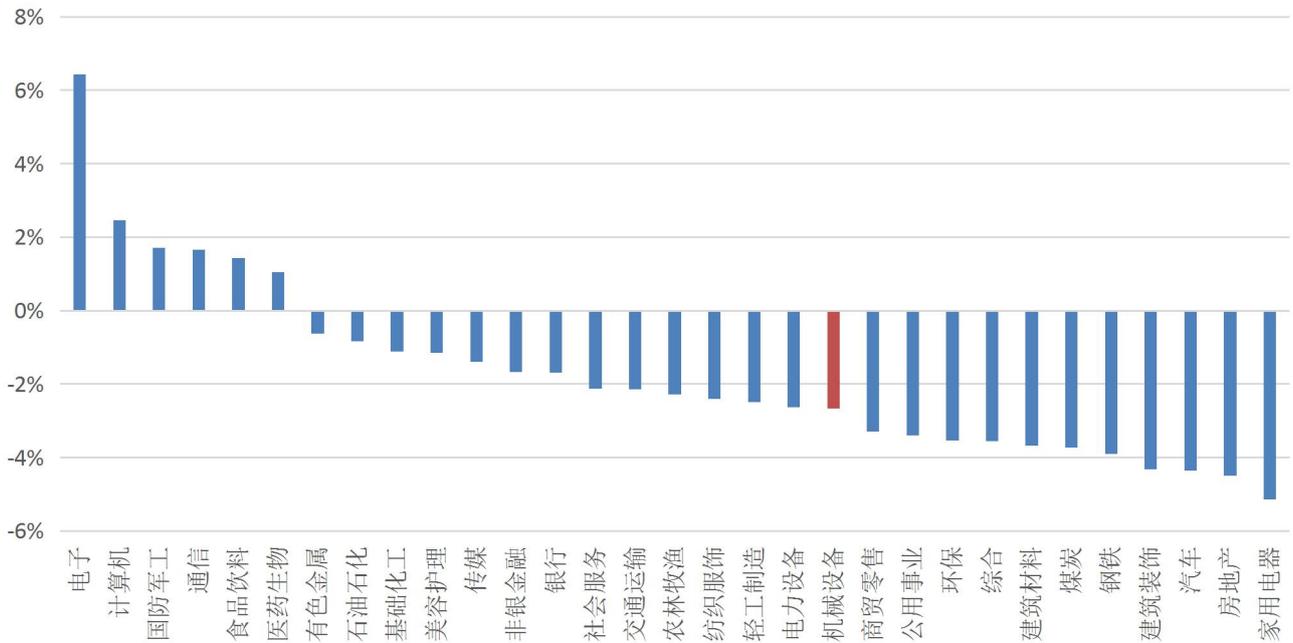
图表目录

图 1:	申万机械设备指数本周涨跌幅	4
图 2:	机械各细分子行业平均涨跌幅	4
图 3:	机械各板块周涨幅前三名标的	5
图 4:	PECVD 设备示意图	8
图 5:	硅片排列于水平基片平台上	8
图 6:	PECVD 法制备, 出现轻微绕镀	8
图 7:	当硅片槽与硅片尺寸完美匹配时, 绕镀问题基本消除	8
图 8:	金字塔绒面硅片, 表面足够粗糙时, 没有爆膜问题	9

一、市场行情回顾

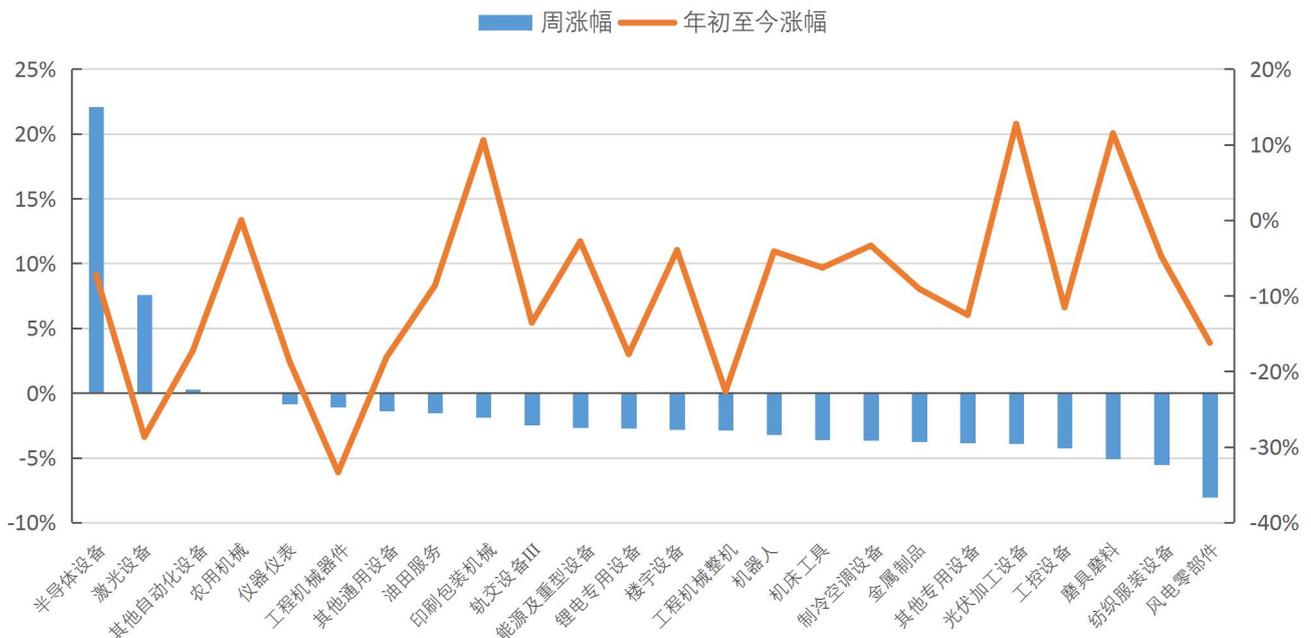
本周机械设备指数下跌 2.7%，沪深 300 指数下跌 0.32%，创业板指上涨 0.49%。机械设备在全部 31 个行业中涨跌幅排名第 20 位。

图 1：申万机械设备指数本周涨跌幅



资料来源：Wind，华金证券研究所

图 2：机械各细分子行业平均涨跌幅



资料来源：Wind，华金证券研究所

本周机械行业细分板块，涨幅前三分别是半导体设备、激光设备、其他自动化设备；年初至今涨幅前三的细分板块分别是光伏加工设备、磨具磨料、印刷包装机械。

图 3：机械各板块周涨幅前三名标的

简称	周涨幅	年初至今涨幅	TOP1	周涨跌幅	今年涨跌幅	TOP2	周涨跌幅	今年涨跌幅	TOP3	周涨跌幅	今年涨跌幅
半导体设备	22.1%	-7%	概伦电子	52.9%	29.3%	芯源微	42.34	36.40	华峰测控	36.8%	-14.9%
激光设备	7.6%	-29%	英诺激光	14.2%	-24.5%	华工科技	9.52	-12.92	锐科激光	8.8%	-28.7%
其他自动化设备	0.3%	-17%	智立方	36.8%	58.8%	均普智能	8.35	-3.78	怡合达	7.5%	-13.4%
农用机械	0.0%	0%	弘宇股份	15.6%	16.6%	ST新研	12.02	-48.79	星光农机	-2.8%	-34.3%
仪器仪表	-0.8%	-19%	海川智能	16.6%	4.6%	华兴源创	13.14	0.14	奥迪威	11.4%	-27.6%
工程机械器件	-1.1%	-33%	长盛轴承	4.9%	36.6%	丰光精密	4.80	-41.60	艾迪精密	0.6%	-39.3%
其他通用设备	-1.4%	-18%	联德股份	17.7%	43.8%	巨星科技	12.38	-28.58	大元泵业	10.2%	8.9%
油田服务	-1.6%	-9%	贝肯能源	12.1%	0.5%	中海油服	-0.91	-11.80	仁智股份	-1.4%	-28.4%
印刷包装机械	-1.9%	11%	东方精工	2.3%	-6.3%	普丽盛	2.04	12.20	爱司凯	1.3%	-9.4%
轨交设备III	-2.5%	-14%	时代电气	19.4%	-18.9%	天宜上佳	6.17	-9.26	华铁股份	5.5%	-5.9%
能源及重型设备	-2.7%	-3%	道森股份	40.2%	82.7%	光力科技	26.77	-22.20	ST林重	4.8%	18.9%
锂电专用设备	-2.7%	-18%	星云股份	15.1%	-24.6%	利元亨	4.15	-26.43	金银河	-2.5%	-18.0%
楼宇设备	-2.8%	-4%	康力电梯	4.6%	10.1%	远大智能	2.29	22.56	梅轮电梯	-1.0%	-1.8%
工程机械整机	-2.9%	-23%	同力股份	0.9%	-24.8%	山河智能	0.28	-25.54	徐工机械	0.0%	-6.7%
机器人	-3.2%	-4%	博实股份	15.0%	-4%	瑞松科技	14.87	39.34	凯尔达	12.8%	26.2%
机床工具	-3.6%	-6%	宇环数控	14.0%	15.5%	科德数控	13.99	-21.13	ST沈机	0.6%	4.0%
制冷空调设备	-3.7%	-3%	汉钟精机	2.8%	-4.2%	冰山B	1.73	-1.64	四方科技	0.0%	-1.8%
金属制品	-3.7%	-9%	新莱应材	34.4%	68.3%	中大德	12.71	139.76	宝色股份	10.1%	-10.0%
其他专用设备	-3.9%	-13%	新益昌	41.8%	22.7%	正帆科技	25.45	7.56	蓝英装备	16.3%	-3.6%
光伏加工设备	-3.9%	13%	连城数控	1.0%	-39.3%	帝尔激光	-0.03	40.77	奥特维	-1.4%	29.5%
工控设备	-4.3%	-12%	博杰股份	5.3%	-29.4%	禾川科技	4.90	265.33	宏英智能	4.9%	-5.5%
磨具磨料	-5.1%	11%	三超新材	37.4%	69.2%	惠丰钻石	6.90	-21.08	华民股份	2.0%	57.3%
纺织服装设备	-5.5%	-5%	ST中捷	1.0%	-14.9%	宏华数科	0.90	-27.87	上工B股	-1.3%	-11.3%
风电零部件	-8.1%	-16%	日月股份	1.6%	-21.9%	川润股份	-0.91	-2.36	时代新材	-3.8%	-19.3%

资料来源：Wind，华金证券研究所

二、行业公司动态

(一) 磨具磨料行业动态

2022 年上半年磨料磨具产品出口额 14.24 亿美元，同比增长 20.59%。其中，碳化硅出口量同比上升 21.18%，出口额同比增长 80.94%；其他人造刚玉（主要为白刚玉）出口量同比上升 11.57%，出口额同比上升 35.32%；棕刚玉出口量同比下降 3.61%，出口额同比上升 22.94%；磨具出口量同比下降 8.08%，出口额同比下降 2.29%。总体上，2022 上半年除碳化硅和其他人造刚玉外，其他三类产品的出口量均有不同幅度下降。出口额方面，除磨具外，各类产品均出现了不同幅度的上升，这主要是受行业各主要原材料价格持续走高，企业上调产品价格以及汇率波动的影响。

我国作为磨料磨具生产大国，出口额是进口额的 13 倍，是非常显著的贸易顺差。2022 年上半年磨料磨具产品进口额 1.1 亿美元，同比下降 4.5%。其中棕刚玉进口量同比下降 81.43%，进口额同比上升 14.02%；其他人造刚玉（主要为白刚玉）进口量同比下降 27.82%，进口额同比下降 23.23%；碳化硅进口量同比上升 420.51%，进口额同比增长 52.87%；磨具进口量同

比下降 3.55%，进口额同比下降 5.33%。因为进口量较小，所以各类产品的波动也就显得比较剧烈。（资料来源:中国机床工具工业协会官网）

（二）光伏行业动态

1. 2022H1，全球太阳能项目投资破纪录

根据 BloombergNEF 的报告，由于能源和气候危机持续，对清洁能源技术的需求飙升，2022 年上半年，全球可再生能源投资达到创纪录的 2260 亿美元。涵盖项目投资和企业融资的《2022 年下半年可再生能源投资追踪》报告显示，2022 年上半年，对新太阳能项目的投资增至破纪录的 1200 亿美元，较 2021 年上半年增长 33%。

中国在风能和太阳能项目融资方面的投资都实现了巨大增长。2022 年上半年，中国的大型太阳能投资总额为 410 亿美元，较前一年增长 173%。美国投资了 75 亿美元，成为第二大太阳能市场，其次是日本，投资了 39 亿美元。

根据 BNEF 预测，中国有望在 2030 年之前实现 1.2TW 的风能和太阳能发电目标。BNEF 中国分析主管 Nannan Kou 表示，"绿色基础设施是中国在 2022 年下半年最重要的、赖以提振疲软经济的投资领域。这一投资增长趋势遵循了中国的战略，也就是建设新的可再生能源发电容量以取代现有煤炭项目。（资料来源：Bloomberg）

2. 钙钛矿电池效率刷新高

8 月 1 日，根据中科院官网公告，中科院半导体所研究员基于获得的高稳定性、光吸收扩展的钙钛矿材料，研制出认证效率为 25.6% 的钙钛矿太阳能电池，为目前公开发表的单结钙钛矿太阳能电池世界最高效率。

钙钛矿太阳能电池具有成本低、光电转换效率高等优点。经过十多年的快速发展，钙钛矿单结电池效率已超过 25%，基于钙钛矿的多结叠层电池效率已超过 30%，钙钛矿太阳能电池被认为是未来颇具应用潜力的光伏技术之一。但中国科学院半导体研究所发现基于二次相 PbI_2 的钙钛矿电池较难兼顾效率和稳定性。

近日，半导体所研究员游经碧带领团队发现，通过在钙钛矿材料中引入少量氯化铷（ RbCl ），可将常见的引起钙钛矿不稳定的二次相 PbI_2 转化成为全新的热稳定性和化学稳定性好的 $(\text{PbI}_2)_2\text{RbCl}$ （简称 PIRC）。研究实现了 85°C 条件下钙钛矿材料热稳定性大幅度提升，同时钙钛矿材料的离子迁移势垒提高了 3 倍，离子迁移得到有效抑制。研究发现通过抑制 PbI_2 消除了钙钛矿/ PbI_2 界面的强限域导致的能带变大问题，减小了钙钛矿材料的带隙，扩展了

对太阳光吸收范围。基于获得的高稳定性、光吸收扩展的钙钛矿材料，该团队研制出认证效率为 25.6% 的钙钛矿太阳能电池，为目前公开发表的单结钙钛矿太阳能电池世界最高效率。

电池器件 1000 小时放置和 85℃ 加速老化分别保持初始效率的 96% 和 80%。该工作同时实现了钙钛矿太阳能电池的高光电转换效率和高稳定性，为钙钛矿电池的进一步发展以及产业化奠定了坚实的基础。（资料来源：中科院官网）

（三）公司重大公告

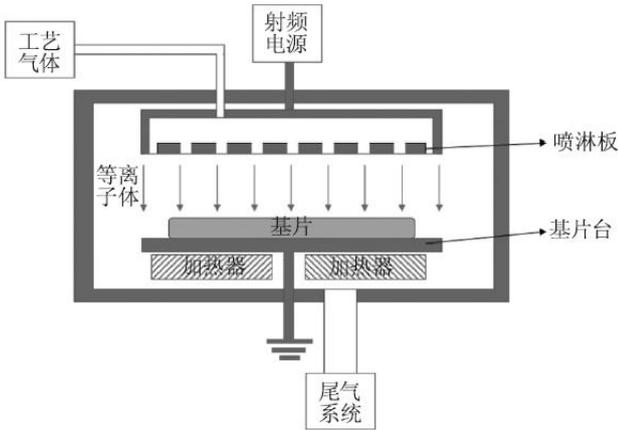
捷佳伟创 TOPCon PE-Poly 设备再次中标头部太阳能厂商。根据公司 8 月 1 日公告，继捷佳伟创的常州 HIT 中试线研究院的全新 PECVD 与 TCO 设备安装到位，稳健升级管 P 板 P 双路线后，公司自主研发的 PE-Poly 路线的 TOPCon 装备，再次成功中标全球太阳能头部企业 TOPCon 电池装备项目。7 月 21 日公司公告，公司成功中标全球太阳能头部客户的 PE-Poly 路线的 TOPCon 电池项目。捷佳伟创中标的设备包括湿法、PE-Poly、硼扩散、PECVD 正背膜等，公司设备各项性能指标达到国际先进水平，标志着公司在 TOPCon 的 PE-Poly 路线设备进一步取得了头部客户的充分肯定，同时迈出了 PE-Poly 设备在 TOPCon 电池生产线大规模应用的坚实步伐，并进一步奠定了捷佳伟创在 TOPCon 电池专用设备及技术领域的龙头地位。（资料来源：捷佳伟创官方微信公众号）

三、PECVD 技术趋于成熟，有望得到大规模应用

在 TOPCon 工艺中，多晶硅的沉积是核心，几乎所有用于光伏的沉积技术都在此环节中得到了不同程度的运用，包括 LPCVD/PECVD/APCVD/ALD/PVD。LPCVD 是工业应用最成熟的技术，但有其自身的缺陷，如绕镀严重、原位掺杂难等。PECVD 技术是仅次于 LPCVD 的技术，其原位掺杂容易、且绕镀、爆膜等问题已有有效解决途径，有望替代 LPCVD，得到大规模应用。

PECVD 设备的工作原理，等离子增强化学气相沉积（PECVD）利用射频频率为 13.56MHz 的辉光放电装置中产生的热电子、正离子的能量使高纯 SiH₄ 气体电离分解，生成硅原子、氢原子或原子团。

图 4: PECVD 设备示意图



资料来源: 《PECVD 法制备 SiO₂ 膜均匀性研究》, 华金证券研究所

图 5: 硅片排列于水平基片平台上

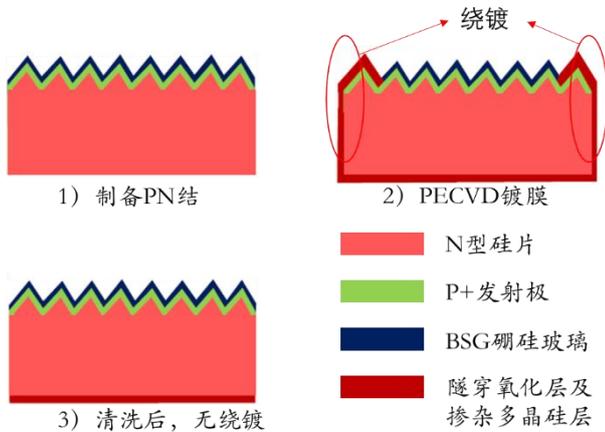


资料来源: 《Industrial TOPCon Solar Cells realized by a PECVD Tube Process》, 华金证券研究所

PECVD 镀膜, 也会产生轻微绕镀问题, 但清洗绕镀容易: 根据 PECVD 沉积膜原理, 硅片置于基片台上, 侧边也暴露在反应气体内, 因此 PECVD 法制备多晶硅薄膜也会出现轻微绕镀现象, 但仅在侧边及硅片正面边缘处。根据 Stefan W 研究, 当采用凹槽设计基片载台, 且凹槽尺寸与硅片尺寸完美匹配时, 绕镀现象即可消除。

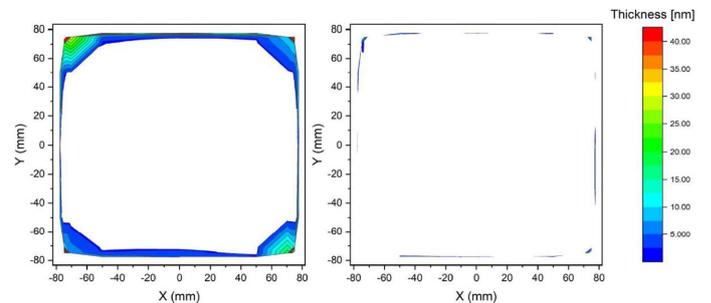
实际生产中, 侧边及正面绕镀的轻微掺杂多晶硅可用 KOH 碱液去除。因为 KOH 碱液对掺杂多晶硅层的刻蚀速度约 604nm/min, 远大于对 BSG 硼硅玻璃的刻蚀速度, 后者约 11.4nm/min。因此, 采用 KOH 碱液单面清洗去除掺杂多晶硅层时, KOH 碱液对 BSG 的刻蚀可以忽略, BSG 硼硅玻璃可对 p+ 发射极起保护作用。剩余的 BSG 硼硅玻璃及绕镀的 SiO₂ 层, 可用 HF 酸双面清洗去除。

图 6: PECVD 法制备, 出现轻微绕镀



资料来源: 《Silicon-based passivating contacts: The TOPCon route》, 华金证券研究所

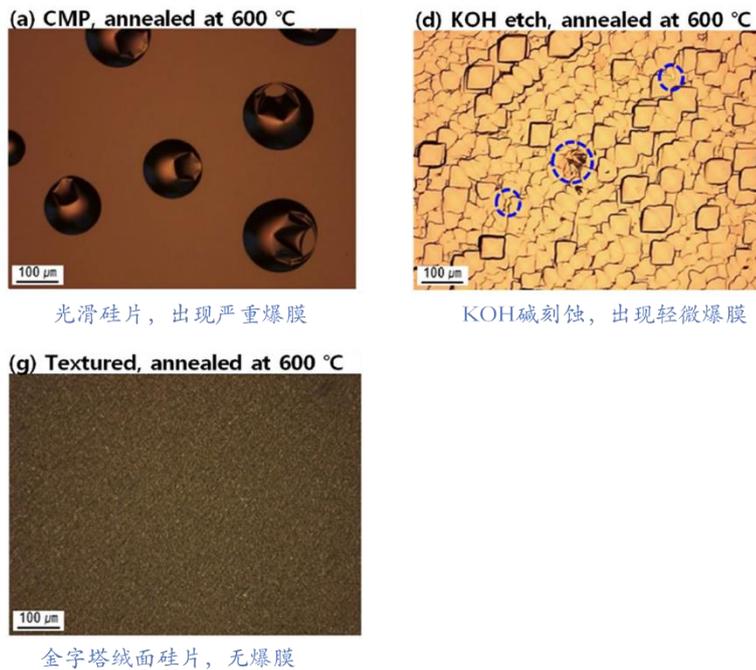
图 7: 当硅片槽与硅片尺寸完美匹配时, 绕镀问题基本消除



资料来源: 《Silicon-based passivating contacts: The TOPCon route》, 华金证券研究所

PECVD 爆膜问题，可以通过提高硅片制绒效果解决。PECVD 镀膜温度约 200℃，镀膜后需高温退火，退火温度在 600~850℃。高温退火过程中，多晶硅层富含 H 原子，浓度达到 $10^{20}\sim 10^{22}\text{cm}^{-3}$ 。高温退火会出现“H 原子渗出”，富集在多晶硅层与 SiO_2 界面处，即爆膜现象。爆膜可能导致膜层不均匀、横向传输通道增加、甚至膜层脱落，严重影响电池效率。根据 Sungjin Choi 研究，爆膜现象与硅片表面粗糙度直接相关。粗糙度越大，表面黏附力越大，爆膜概率越低。当采用光滑硅片、碱刻蚀后的硅片、金字塔绒面的硅片实验时，相同条件下，碱刻蚀的硅片爆膜现象明显改善，而金字塔绒面的硅片则完全没有爆膜问题。

图 8: 金字塔绒面硅片，表面足够粗糙时，没有爆膜问题



资料来源: 《Formation and suppression of hydrogen blisters in tunnelling oxide passivating contact for crystalline silicon solar cells》，华金证券研究所

四、风险提示

1. 光伏政策变动风险。光伏市场受政策影响较大，未来若国内外光伏政策再次出现重大不利因素，如海外市场对我国光伏行业再次反倾销调查、加征关税，及补贴大幅降低或取消，将使得市场需求和整个光伏行业的发展受到较大负面影响。
2. 市场竞争加剧风险。光伏设备行业市场竞争较为激烈，在光伏电池片制造的各环节均有各具竞争优势的国内外优秀光伏设备提供商。此外，光伏行业正处于快速发展的风口，国家扶持政策的不断出台、光伏平价时代的来临将促使市场需求进一步扩大，投资收益的良好预期可能吸引更多具备技术实力、资金实力的企业进入光伏行业，加剧行业竞争。
3. 技术研发风险。关于 TOPCon 多晶硅膜层的制备方法争议，集中 LPCVD/PECVD/PVD3 条技术路线上。如果 LPCVD/PVD 技术研发进展超预期，或者 PECVD 技术路线研发进展不及预期，则可能产生对捷佳伟创的不利影响。

行业评级体系

收益评级：

领先大市—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上；

同步大市—未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%；

落后大市—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上；

风险评级：

A —正常风险，未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；

B —较高风险，未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

分析师声明

刘荆声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

免责声明：

本报告仅供华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

风险提示：

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

地址：上海市浦东新区杨高南路 759 号（陆家嘴世纪金融广场）31 层

电话：021-20655588

网址： www.huajinsec.cn