

高效钝化接触晶体硅太阳能电池技术 及量产装备

(技术发明奖)

(中国科学院宁波材料技术与工程研究所)

1、推荐意见

该项目聚焦晶体硅光伏隧穿氧化硅钝化接触 (TOPCon) 及升级技术展开应用基础研究, 发表论文 80 余篇, 构建全链条创新合作体系。创新性开发氮氧化硅、含碳/氮掺杂多晶硅等新材料, 将多个钝化指标提升至国际先进水平, 可推动效率持续提升; 主导开发管式 PECVD 装备, 近 5 年设备销售超 70 亿元, 形成份额 59%、产能超 600 吉瓦主流路线; 布局专利 120 余项, 创新性开发多项产业技术。项目面向“双碳战略”和“国民经济主战场”, 兼具系统创新和产业应用特点, 是我院在光伏领域极具特色的工作, 为重大工程应用提供系统性支撑, 取得重大行业影响力和社会经济效益。

我单位推荐“高效钝化接触晶体硅太阳能电池技术及量产装备”为中国科学院杰出科技成就奖(技术发明奖)候选者。

2、主要发明专利列表

序号	发明专利名称	国家（地区）	授权号	授权日期	发明人	发明专利有效状态
1	钝化接触结构及其制备方法和应用	中国	ZL 2021 1 0466085.2	2024-05-14	叶继春，曾俞衡，闫宝杰，刘尊珂，廖明墩，马典，韩庆玲，程皓，郑晶茗，刘伟	有权
2	超薄含氧氮硅薄膜的制备方法及其在钝化接触电池中的应用	中国	ZL 2020 1 0200415.9	2023-10-20	叶继春，曾俞衡，闫宝杰，郑晶茗，廖明墩，黄丹丹	有权
3	界面叠层薄膜及其制备方法和在钝化接触电池中的应用	中国	ZL 2020 1 0200422.9	2024-03-05	廖明墩，闫宝杰，叶继春，曾俞衡，卢琳娜，黄丹丹，郑晶茗	有权
4	隧穿氧化层钝化接触电池背面结构及其制备方法和应用	中国	ZL 2022 1 0499873.6	2024-12-20	曾俞衡，叶继春，杜浩江，林娜，刘伟，闫宝杰，廖明	有权

					墩, 盛江	
5	改性隧穿氧化层及制备方法、TOPCon结构及制备方法和太阳能电池	美国	US 12,414,403 B2	2025-09-09	闫宝杰, 曾俞衡, 邢海洋, 叶继春, 刘伟, 廖明墩, 马典, 林娜, 丁泽韬	有权
6	超薄氮氧化硅界面材料、隧穿氧化钝化结构及其制备方法和应用	美国	US 12,419,136 B2	2025-09-16	叶继春, 曾俞衡, 邢海洋, 马典, 刘伟, 闫宝杰, 廖明墩	有权
7	一种含硅氧纳米晶层的多晶硅薄膜及其制备方法和应用	中国	ZL 2021 1 0428229.5	2023-05-23	曾俞衡, 刘尊珂, 叶继春, 廖明墩, 闫宝杰, 刘伟	有权
8	杂质扩散方法和太阳能电池制造方法	中国	ZL 2021 1 0984658.0	2022-08-23	叶继春, 闫宝杰, 曾俞衡, 杜浩江, 程皓, 刘伟, 廖明墩	有权
9	一种TOPCon电池的电极结构及其制备方	中国	ZL 2022 1 0499880.6	2024-11-15	叶继春, 曾俞衡, 盛江, 林娜, 杜浩江, 廖明	有权

	法和应用				墩, 闫宝杰, 王太强, 刘伟	
10	选择性发射极结构、其制备方法及应用	中国	ZL 2020 1 1093227.7	2022-03-08	曾俞衡, 叶继春, 闫宝杰, 刘尊珂, 廖明墩, 程皓, 林毅然, 郑晶茗, 卢琳娜, 智雨燕, 冯蒙蒙	有权

3、其他知识产权和标准等列表

序号	类型	名称	著录信息	全部完成人
1	论文专著	Ultrathin silicon oxide prepared by in-line plasma-assisted N ₂ O oxidation and the application for n-type polysilicon passivated contact	Solar Energy Materials & Solar Cells, 2020, 208, 110389	黄玉清 ¹ , 廖明墩 ¹ , 王志学 ¹ , 郭雪琪, 姜春生, 杨清, 袁志钟, 黄丹丹, 杨洁, 张昕宇, 王琪, 金浩, 郭炜, 盛江, Mowafak Al-Jassim, 寿春晖, 曾俞衡*, 闫宝杰*, 叶继春*
2	论文专	Dual-functional carbon-doped polysilicon films for	Energy & Environmental	林毅然 ¹ , 杨阵海 ^{1*} , 刘尊珂, 郑晶茗,

	著	passivating contact solar cells: regulating physical contacts while promoting photoelectrical properties	Science, 2021, 14, 6406-6418	冯蒙蒙, 智雨燕, 卢琳娜, <u>廖明墩</u> , <u>刘伟</u> , 马典, 韩庆玲, 程皓, 曾桥石, 袁志钟, 闫宝杰, <u>曾俞衡</u> *, <u>叶继春</u> *
3	论文专著	Regionalizing nitrogen doping of polysilicon films enabling high-efficiency tunnel oxide passivating contact silicon solar cells	Small, 2023, 2304348, 1-11	<u>刘尊珂</u> ¹ , 林泽东 ¹ , <u>刘伟</u> , 杨磊, 林娜, <u>廖明墩</u> , 余学功, 杨阵海*, <u>曾俞衡</u> *, <u>叶继春</u> *
4	论文专著	Achieving excellent surface passivation with $J_{0,s}$ less than 0.5 fA/cm ² utilizing a carbon-incorporated intrinsic polysilicon-based tunnel oxide passivating contact structure	Small Methods, 2025, 9, 2500380	周鸿凯 ¹ , <u>刘尊珂</u> ^{1*} , 杨阵海, 王若伊, 张贤, 张洪宇, <u>廖明墩</u> , <u>刘伟</u> , <u>曾俞衡</u> *, <u>叶继春</u> *
5	论文专著	Polycrystalline silicon tunnelling recombination layers for high-efficiency perovskite/tunnel oxide passivating contact tandem solar cells	Nature Energy, 2023, 8, 1250-1260	郑晶茗 ¹ , <u>应智琴</u> ¹ , 杨阵海 ^{1*} , 林泽东, 魏赫, 陈荔, 杨熹*, <u>曾俞衡</u> , 李孝峰*, <u>叶继春</u> *

4、成员贡献情况

排序	姓名	工作单位	主要贡献
1	叶继春	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	统筹指导 TOPCon 项目基础研究、产业化工作、知识产权布局；提出材料体系创新原创思想；解决管式 PECVD 关键膜层二合一制备难、性能指标低等系列问题，推动首台管式 PECVD 应用示范；是钝化接触技术及新装备发展的主要贡献者。
2	曾俞衡	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	负责钝化接触技术的应用基础研究；负责专利撰写；提出等离子体氧化、含碳氮多晶硅、激光隔离、抗紫外等技术；解决管式 PECVD 防导通设计、氧化层厚度控制、防爆膜非晶硅等问题；是若干创新思想及技术落地的主要贡献者。
3	廖明墩	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	主导负责装备技术的改进提升，解决产业技术开发一线问题；解决 PECVD 非晶硅均匀性差、氢注

			入效率低等难题；开发 PECVD 设备中无绕镀沉积系统和臭氧气体输运系统；是管式 PECVD 项目日常装备问题解决及改进的主要贡献者。
4	刘尊珂	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	负责新材料制备及工艺提升；参与核心专利及论文撰写；开发了含碳/氮多晶硅材料体系，阐述作用机理；提出管式 PECVD 含碳多晶硅膜系优化结构；为各项技术提供理论计算支撑；是各项先进钝化指标的主要贡献者。
5	刘伟	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	负责概念验证材料技术的集成与高效器件开发，解决了工艺集成匹配等系列难题；参与解决管式 PECVD 电池工艺匹配及效率提升；制备出基于含氮多晶硅认证效率 25.53% 的 TOPCon 高效电池；是概念验证电池效率提升的主要贡献者。
6	应智琴	中国科学院宁波材料技术与工程	主导开发基于 TOPCon 底电池的高效钙钛矿/晶硅叠层太阳电

		研究所	池，拓展 TOPCon 技术应用范围，参与核心论文撰写；解决叠层电池多膜层间的应力调控与界面钝化策略，开发效率>33%叠层电池；是 TOPCon 技术拓展及叠层电池开发的主要贡献者。
--	--	-----	---

说明：公示内容须与推荐书相关部分一致。