

今日材料所

NIMTE TODAY

2025
NO.

01-02

2025 No. 01-02 今日材料所

NIMTE TODAY

聚焦高性能光电材料器件 驱动绿色能源技术迭代



如需订阅, 请联系:
中国科学院宁波材料技术与工程研究所 孟丽
地址: 中国浙江省宁波市镇海区中官西路 1219 号 邮编: 315201
电话: 0574-86685563 传真: 0574-87910728
邮箱: mengli@nimte.ac.cn

前言

光电信息材料与器件是支撑国家战略需求发展的重要方向之一，广泛应用于光电信息传输、储存和能量转换等领域，重点涵盖光电材料的制备、光电转换等器件的开发及集成应用，对实现我国“双碳目标”和解决半导体技术“卡脖子”问题起到重要的作用。中国科学院宁波材料技术与工程研究所光电信息材料与器件实验室重点布局了晶硅 / 钙钛矿多元体系光伏材料与器件、光学薄膜及高端显示材料与器件、宽禁带半导体材料与器件三大研究方向，经过多年基础研究积累和应用创新，在高效 TOPCon 太阳能电池、高效钙钛矿及其叠层太阳能电池、高效有机太阳能电池、高性能 OLED 材料、智能光学薄膜与显示驱动器件、量子点发光与显示技术、氮化铝 / 氧化镓超宽禁带半导体材料与器件等领域取得了一系列显著的进展。

目录

实验室概况	01	科研平台	19
光电信息材料与器件实验室简介	01		
实验室主要科研人员	02		
科研进展	07	科研成果	21
高效光伏技术方向	07	代表性论文	21
显示发光材料与光电薄膜方向	12	科技奖励	23
宽禁带半导体材料与器件方向	17	研究生培养	24

光电信息材料与器件实验室简介

中国科学院宁波材料技术与工程研究所光电信息材料与器件实验室，依托能源光电子材料与器件浙江省工程研究中心，重点布局了晶硅 / 钙钛矿多元体系光伏材料与器件、光学薄膜及高端显示材料与器件、宽禁带半导体材料与器件三大研究方向。目前已建立一支结构呈阶梯式递升，以领军人才为尖兵、骨干人才作中坚、青年人才为后备力量，且传承着“传帮带”精神的高素质人才队伍。实验室现有科研人员 50 余人，副高级以上科研人员 26 人，研究生 150 余人。其中入选国家级高层次人才计划 7 人、中国科学院级人才计划 7 人、省部级人才计划 9 人。此外，实验室拥有科研用房超 4000 平米，建成了国内先进的柔性钙钛矿太阳能电池器件加工和测试平台、全套钙钛矿 / 叠层电池的制备、研发及测试专业平台、完善的柔性光电材料与器件制备和表征平台，并开发了国内首台具有

自主知识产权的紫外光照辅助 MOCVD 设备，拥有价值超 6500 万元的先进科研设备。

光电信息材料与器件实验室以国家“双碳”目标和半导体芯片重点产业需求为导向，聚焦光伏、显示和半导体领域的核心材料与器件研究，致力于关键技术突破和产业应用创新。实验室在多个研究领域取得重要进展，柔性钙钛矿太阳能电池效率持续刷新纪录、钙钛矿 / 硅叠层电池性能达到行业领先水平、钙钛矿发光二极管性能创造世界纪录、氧化镓超宽禁带半导体关键技术取得突破，有力支撑高性能功率器件的国产化进程。近三年，实验室在 *Nature energy*、*Nature Photonics*、*Joule* 等国际核心期刊发表论文 300 余篇，申请发明专利 150 余件，授权专利 70 余件。目前已与京东方等头部企业开展合作，推动科研成果转化和产业化应用。



实验室三大研究方向

实验室主要科研人员

**叶继春** 研究员 光电信息材料与器件实验室主任

博士毕业于美国加州大学戴维斯分校，曾先后在美国飞索半导体公司、加州太阳能公司、阿尔他器件公司担任高级工程师，第十六届宁波市政府政协委员，中国科学院宁波材料所学术委员会副主任、浙江省能源光电子材料与器件工程中心副主任。先后获评国家海外高层次人才青年项目、国家科技创新领军人才、浙江省杰出青年基金等人才项目，荣获“科学中国人”2015年度人物·杰出青年科学家奖、教育部自然科学奖二等奖、中国科学院优秀导师奖（2019年）等荣誉奖项。主要围绕新型硅基和钙钛矿/晶硅叠层太阳能电池、宽禁带半导体材料与器件等开展研究。在 *Nature Energy*、*Nature Communications*、*Joule* 等杂志上发表 300 余篇论文，Google 引用次数近 8000 次，H 因子 47，发表专著 4 篇，翻译著作 1 部，邀请报告 60 余次，申请专利 260 余项，授权 110 余项，2 个项目实现转移转化，并在国际上率先开展了基于管式 PECVD 路线的 TOPCon 技术开发，全方位推动该技术的产业化应用，先后承担国家重点研发计划、国家自然科学基金、重大装备项目 30 余项，国家、浙江省、宁波市、企业科研项目等 100 余项。获中国科学院及国科创投基金的支持，成立中科研和公司，致力于先进装备及技术的开发。

**刘畅** 研究员 光电信息材料与器件实验室副主任

博士毕业于美国阿克伦大学，2017-2019 年于澳洲蒙纳士大学从事博士后研究。长期关注有机和钙钛矿太阳能电池领域，围绕钙钛矿薄膜形貌调控、相分离现象探索、器件中电子传输层优化、新器件结构开发、柔性器件制备及二维钙钛矿材料研制开展研究工作。以第一/通讯作者身份在 *Nature Synthesis*、*Chemical Society Reviews*、*Joule* 等期刊上累计发表相关学术论文 40 余篇，总引用超过 4000 次；获得美国授权专利 3 项，申请中国发明专利 10 余项。并先后入选中国科学院高层次人才计划、浙江省钱江人才、宁波市 3315 创新人才、宁波市领军人才等。

**郭伟** 研究员 光电信息材料与器件实验室副主任

博士毕业于美国北卡罗来纳州立大学。曾担任美国应用材料有限公司研发工程师，长期从事氮化物超宽禁带半导体材料与器件的研究。主持国家高层次人才特殊支持计划青年项目、国家自然科学基金区域创新联合基金、浙江省杰青、科研仪器设备研制项目等课题。入选了青年创新促进会并担任青促会化材分会理事会委员，获评了浙江省“钱江人才”、宁波市领军人才。目前在领域权威期刊上发表论文 94 篇、引用 3000 余次、申请发明专利 40 项。成功制备了高效率（内量子效率 >90%）深紫外发光二极管和高耐压（VBR>2600 V）高电子迁移率晶体管，并基于薄膜准费米能调控原理研制了专用于超宽禁带半导体外延的紫外光辅助 MOCVD 设备。

**葛子义** 研究员

博士毕业于中国科学院化学所，国家杰出青年基金获得者、英国皇家化学会会士，浙江省能源光电子工程研究中心光电材料与器件重点实验室主任。目前主要从事有机/钙钛矿太阳能电池和 OLED 研究。近年来在 *Nature Photonics*、*Chem. Soc. Rev.*、*Joule*、*Nature Communications*、*Sci. Adv.*、*Adv. Mater*(27 篇)、*Angew. Chem*(13 篇)、*Energy Environ. Sci*(12 篇) 等期刊上发表 SCI 论文 300 余篇，申请发明专利 60 多项。撰写中英文专著 4 部。先后主持包括国家重点研发计划项目（首席）、基金委重点、基金委区域联合基金重点、5 项国家自然科学基金面上等。获得 2016 年“中国光学重要成果奖”、2018 和 2022 年度浙江省自然科学二等奖（排名第一）、2022 年浙江省有突出贡献中青年专家等。入选 2024 年全球高被引科学家，先后担任 *Science China Chemistry*、*The Innovation* 等多本期刊编委。

**宋伟杰** 研究员

博士毕业于清华大学，围绕纳米薄膜与器件技术及应用，开展了透明导电膜、减反射膜、柔性太阳电池、柔性传感器技术的相关研究，其中氧化锌透明导电膜靶材技术、光伏玻璃表面减反射膜技术、柔性透明导电膜技术均已实现产业化转移或应用。发表 SCI 论文 280 余篇，授权中国发明专利 80 余项，已完成和在研多项国家级、省部级项目及企业合作项目。先后入选中国科学院级、浙江省级人才计划。

**向超宇 研究员**

博士毕业于美国佛罗里达大学，中国科学院、浙江省级人才计划入选者。曾先后就职于美国苹果公司、寰宇显示公司和 TCL 工业研究院，主要从事量子点发光二极管和钙钛矿发光二极管方面的研究。在器件机理、发光效率、工作寿命等研究领域取得过显著的成果，以第一作者 / 通讯作者身份在 *Nature Photonics*, *Nature Communications* 等国内外学术期刊发表论文超 50 篇，授权发明专利超 100 项，美国发明专利 5 项。开发了世界首台 5 英寸和 31 英寸全彩 AM-QLED 的样机；提出了量子点能级重构，提升电荷注入新思路，首次实现器件寿命突破百万小时；创制量子点表面双钝化方法，推进印刷器件性能突破。主持和参与科技部重点研发计划、浙江省杰青和美国能源部基础科学基金等项目。

**章婷 研究员**

博士毕业于北京交通大学，先后就职于美国劳伦斯伯克利国家实验室、北京理工大学，主要从事纳米光电材料和器件方面的研发工作，带领团队开发出直接光刻的量子点技术，突破传统溶液法制备的技术壁垒，使溶液法量子点 QLED 在超高分辨显示的应用成为可能，推动以 AR/VR 为代表的近眼微显示发展。主导设计并成功搭建了国内外首条量子点涂布实验线，使其满足系统开展单色大面积发光芯片的研发需要，实现了 200mm*200mm 大面积涂布 QLED 发光芯片的点亮。以第一作者 / 通讯作者身份在国内外学术期刊发表论文 50 余篇，授权专利 50 余项。

**杨晔 研究员**

博士毕业于中国科学院固体物理所，主要从事电致变色关键材料与技术、高性能透明导电薄膜的研究。发表 SCI 论文 60 余篇，拥有专利近 40 项，其中 23 项已授权。主持国家重点研发计划课题、STS 等项目。在磁控溅射靶材方面的成果通过专家鉴定并顺利实现产业化。入选“宁波市领军拔尖人才”第二层次，担任“中国建筑玻璃与工业玻璃协会”镀膜玻璃专委会技术专家，获得首届宁波材料所冠名奖教金等。

**李佳 研究员**

博士毕业于华中科技大学，入选宁波市领军拔尖人才培养工程第三层次，2013 年在瑞士洛桑联邦理工大学担任访问学者。主要从事柔性透明导电薄膜及器件研究，作为项目负责人先后主持了国家青年及面上自然科学基金、宁波市国际合作、浙江省自然科学基金、宁波市自然科学基金等项目及企业合作项目。发表 SCI 收录论文 60 余篇，授权专利 20 余项。

**曾俞衡 研究员**

博士毕业于浙江大学，主要从事面向国家“双碳”战略的硅基太阳能电池研究。近年来，专注隧穿氧化硅钝化接触（TOPCon）技术研究，涵盖新型材料体系制备、先进电池工艺和装备开发，取得多项关键技术指标的突破，曾作为技术骨干推动管式 PECVD 成为产能超过 400GW 的主流技术路线，现主导多项技术进入产业中试阶段，相关工作获得国内外学术界和产业界的广泛关注；累计发表论文 140 余篇，一作及通讯作论文 70 余篇，申请发明专利 110 余项，累计承担 / 参与 TOPCon 相关项目近 30 项，经费超 5000 万；曾入选中国科学院青促会、甬江育才工程领军拔尖人才，担任中国能源学会专家委员；曾获 2023 年 APVIA 亚洲光伏 - 科技成就奖、2022 年中国发明协会发明创业奖创新奖二等奖，2011 年浙江省科学技术奖一等奖。

**彭瑞祥 研究员**

博士毕业于中国科学技术大学，主要从事有机光电功能材料、界面调控机制和柔性光伏器件等研究。已在 *Nature Photonics*, *Advanced Materials*, *Angewandte Chemie International Edition* 等期刊上发表论文 70 多篇，申请发明专利 26 项，出版英文专著。主持国家自然科学基金青年和面上、浙江省自然科学基金重大、宁波市重点研发计划等项目。入选宁波市领军拔尖人才培养第二层次，获得浙江省自然科学奖二等奖 2 项。



肖传晓 研究员

博士毕业于美国科罗拉多矿业学院，2014 年在美国国家可再生能源实验室历任研究助理、博士后、研究员。长期从事半导体材料与器件研究，在失效机理探究、光伏材料与器件可靠性提升、表征技术搭建等领域有丰富的经验和较多的积累，发表期刊论文 100 余篇，2024 年入选“科睿唯安”全球高被引学者。



杨孟锦 研究员

博士毕业于美国匹兹堡大学，国家级和浙江省级人才计划入选者。曾先后在美国佛罗里达国际大学、美国钙钛矿初创公司和美国国家可再生能源实验室任博士后、高级器件工程师和研究员等职。围绕大面积钙钛矿的高通量制备和高稳定、高能质比组件开展研究，在 *Nature Energy* 等国际高水平期刊发表文章 100 余篇，被引用次数超 10000 次，申请国际国内发明专利 10 余项，连续 6 年入选“科睿唯安”全球高被引学者。



刘权 研究员

博士毕业于西班牙加泰罗尼亚理工大学与德国卡尔斯鲁厄理工学院，欧盟“玛丽·居里学者”和国家级、中国科学院级、浙江省级人才计划入选者。主要从事近红外有机光电功能器件与集成应用的研究，包括透明有机光伏、近红外光电探测方向，目前以第一 / 通讯作者已在 *Nature Communications*, *Joule*, *Advanced Materials* 等国际高水平期刊发表论文 20 余篇；申请发明专利 2 项。

高效光伏技术方向

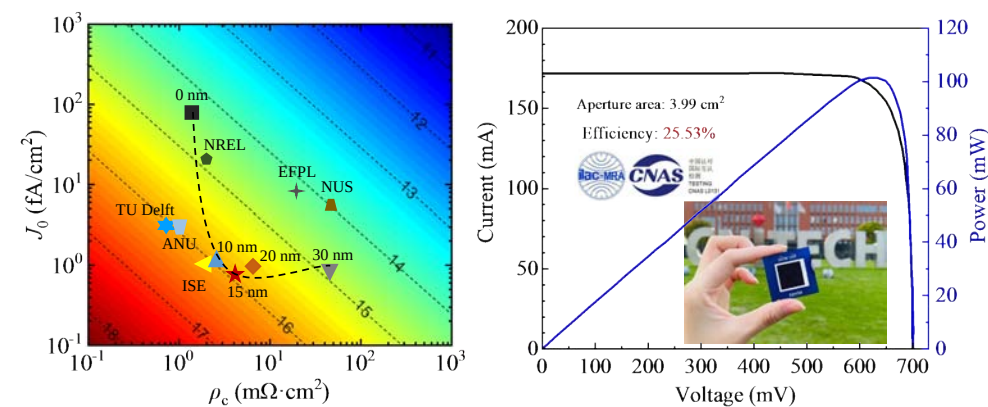
高效 TOPCon 晶硅太阳能电池开发及量产应用

晶硅太阳能电池是目前光伏行业中技术最成熟、市场份额最大且应用最广泛的主导产品之一，占据全球太阳能电池产量的 90% 以上。实验室面向下一代产业化隧穿氧钝化接触（TOPCon）晶硅太阳能电池，开发新型钝化接触材料、先进器件结构、配套工艺技术和设备、搭建权威表征与认证平台，解决产业痛点问题，布局自主知识产权，为晶硅太阳能电池升级换代提供全方位的技术支撑。

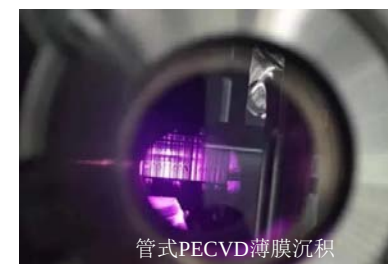
采用掺杂工程策略，基于 PECVD 技术开发出含碳（C）/ 氮（N）多晶硅；利用 C/N 原子调控材料的结构稳定性、H 原子含量、界面应力、功函数、光学带隙等性质，实现了超高的 n 型 TOPCon 钝化性能，隐含开路电压（ iV_{oc} ）高达 755 mV，单面复合电流密度（ $J_{0,s}$ ）低至 0.5 fA/cm²。进一步提升界面氧化硅（SiO_x）的质量，p 型 TOPCon 的钝化性能显著提升， iV_{oc} 高达 745 mV， $J_{0,s}$ 低于 3 fA/cm²。TOPCon 的

钝化指标，处于世界领先水平。通过多层膜系结构设计，实现了 TOPCon 优异的选择性因子（S）；进而开发出了效率 >25.5% 的 TOPCon 太阳能电池，位于世界前列。

在产业化技术和装备方面，开发了笑气等离子体 SiO_x 和臭氧 SiO_x 制备方法，将氧化 - 薄膜沉积 - 掺杂集成在同一设备中进行，实现了“三合一”技术，有效降低了工艺复杂程度。引领了管式 PECVD 装备及配套技术开发，推动其成为市场占比大于 50% 的主流技术路线，实现了产业转移转化。



量产型管式PECVD



管式PECVD薄膜沉积

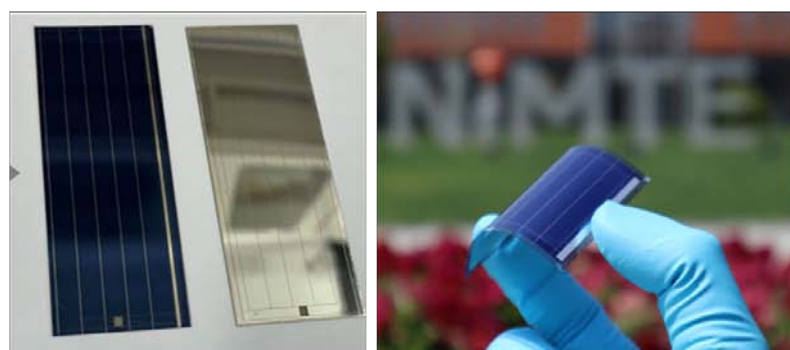
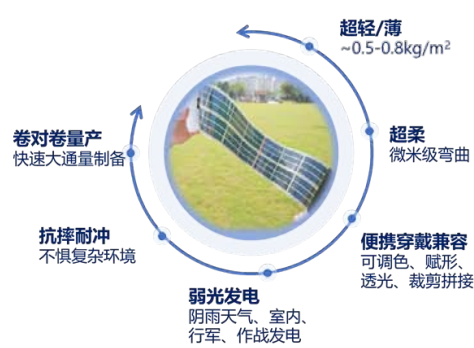
TOPCon 晶硅太阳能电池性能与量产装备

有机 / 钙钛矿太阳能电池关键材料与器件

有机 / 钙钛矿太阳能电池因其独特的柔性、轻质、环保和易大面积制备等优点，可以作为自供能的电源集成到电子皮肤、健康监测器、智能手表等设备中，在可穿戴设备领域具有巨大的应用前景。

有机太阳能电池方面：（1）构建了新型高效给受体材料体系，制备出具有近 50% 断裂拉伸应变的给体材料，为实现高效率 and 力学稳定性的柔性器件奠定基础；发展了系列新型高效非富勒烯受体材料，推动有机太阳能电池的效率突破 20%。（2）发展了新型自组装小分子界面材料体系，实现了分子自组装行为的定向调控，提升了器件的效率和稳定性，为制备高效稳定的光伏器件提供了新策略。（3）柔性电极材料和器件结构创新突破，通过低温溶液法制备了柔性透明电极，优化了电极的机械稳定性和导电性能，以及柔性电池中电极与活性层的界面性能等。（4）提出“原位交联策略”，

实现柔性有机太阳能效率和稳定性协同提升，开发了一种具有动态共价二硫键和氢键的可交联单体 TA，在原位交联的驱动下，可以精细控制成膜过程中的分子堆积和相分离以及纳米形态，从而有效地释放大变形下的机械应力，制备的柔性有机太阳能电池在 5000 次连续弯曲后，仍能保持初始效率的 96%。（5）发展了柔性与大面积有机太阳能电池关键技术，开发了高功质比柔性器件和大面积组件制备技术，实现了小面积柔性 OSCs 18.4% 和大面积刚性组件 17.68% ($>15\text{cm}^2$) 的效率纪录。推动了柔性光伏在可穿戴领域的应用研究。上述相关成果发表于 *Nat. Photonics*, 2015, 9, 520; *Joule*, 2021, 5, 2395; *Adv. Mater.*, 2025, 37, 2414080; *Adv. Mater.*, 2024, 36, 2406690; *Adv. Mater.*, 2024, 36, 2401789; *Adv. Mater.* 2024, 36, 2401537; *Angew. Chem. Int. Ed.* 2024, 136, 202407040; *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2024, 64, 202420121 等期刊。

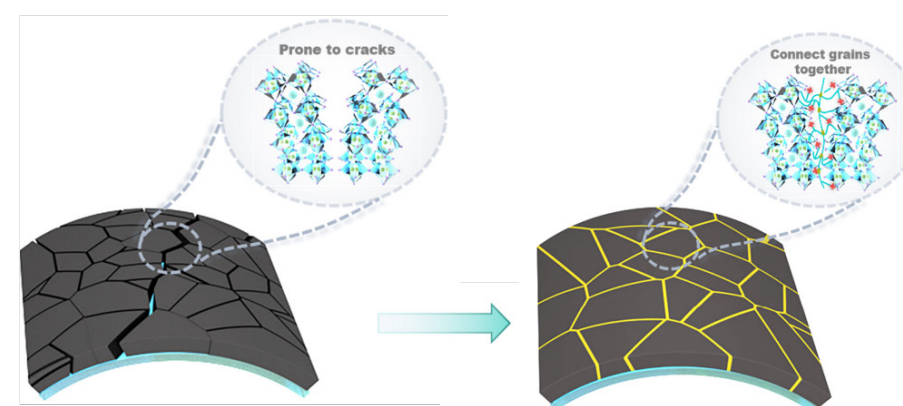
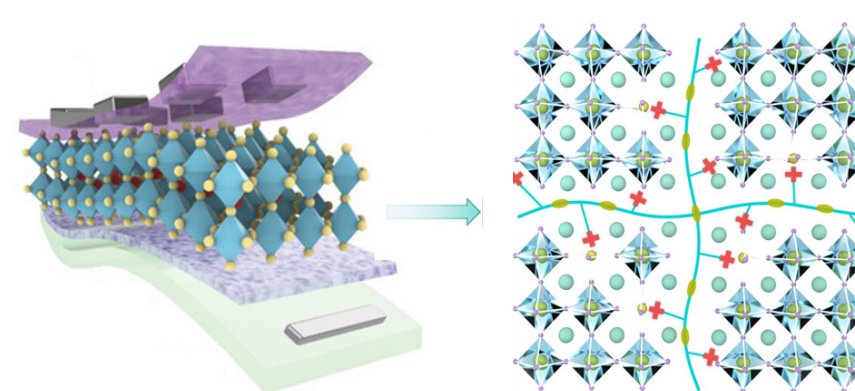


有机太阳能电池特点及刚性、柔性电池组件

柔性钙钛矿太阳能电池 (f-PSCs) 方面：

（1）采用了两性离子水凝胶 SBMA 作为新型粘合剂和自修复添加剂，调节钙钛矿结晶并钝化陷阱态，柔性钙钛矿电池的效率突破 24.51%（认证为 24.04%），为当时柔性钙钛矿电池的认证效率记录。（2）通过原位交联策略进行化学钝化和晶界操控以实现可扩展的柔性钙钛矿太阳能电池，引入了一种无引发剂的交联单体 (2,5- 二氧化吡咯烷 -1- 基) 5-(二硫代戊烷 -3- 基) 戊酸酯 (FTA)，可以化学钝化缺陷并实现结晶的实时精细调节。改性的 f-PSCs 实现了创纪录的 24.64% 的效率（认证为 24.08%），是迄

今为止柔性钙钛矿电池的最高认证效率。（3）设计并合成了非对称的 π 延伸自组装单分子层 (SAM, A-4PADCB)，作为高效反式柔性器件的埋底界面层，创造了国际柔性钙钛矿电池的效率纪录 25.05%，在 20.84cm^2 的大面积柔性模组中，效率达到了 20.64%（认证效率为 19.51%）。该系列研究结果被总结发表于 *Sci. Adv.* 2025, 11, eadr2290; *Adv. Mater.* 2024, 36, 2407032; *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2023, 62, e2022175; *Joule*, 2024, 8, 1120-1141; *Energy Environ. Sci.*, 2023, 16, 5423-5433 等期刊。

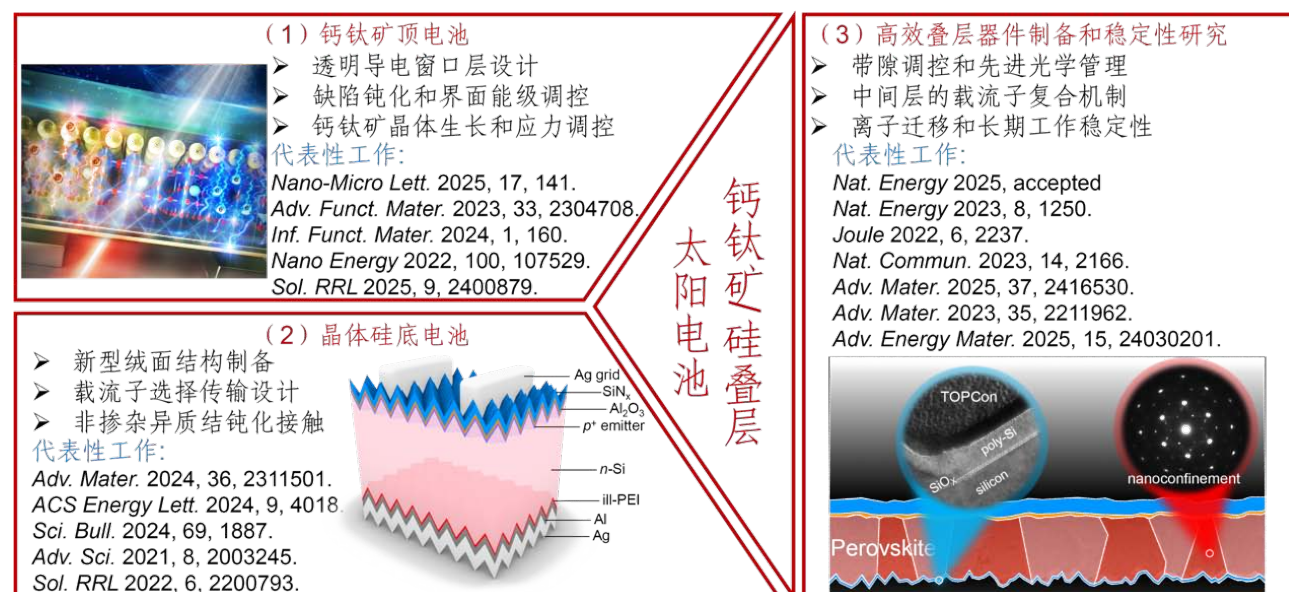


高性能柔性钙钛矿太阳能电池研究

高效柔性钙钛矿 / 硅叠层太阳能电池研究

钙钛矿 / 硅叠层太阳能电池通过结合钙钛矿材料和硅材料，光谱利用率可显著提升，目前已达到 34.8% 效率，远超单结硅电池理论极限 (29.4%)。此外，该技术凭借高效率与低成本的协同优势，在屋顶光伏、太空能源及建筑一体化等领域展现出巨大商业化潜力，有望推动太阳能技术革新。实验室在高效钙钛矿 / 硅叠层太阳能电池研究领域围绕效率、稳定性和量产制备等方面取得了如下重要进展：(1) 采用产业化兼容的多种微纳光学结构作为底电池的绒面设计，并通过表面重构技术同步优化 TOPCon 底电池的光学和电学性能。基于纳米绒面和微纳二级绒面的钙钛矿 / 硅叠层电池，分别获得了 28.2% 和 30.1% 的认证效率；(2) 用具有高载流子隧穿特性的 p 型多晶硅 / n 型多晶硅结构取代传统 TCO 复合层，解决传统透明导电氧化物 (TCO) 复合层对 TOPCon 底电池的溅射损伤以及器件面积放大过程中的漏电损失问题，并对

其载流子传输和复合机制进行了全面剖析。实现了首个基于多晶硅隧穿结的钙钛矿 / 硅叠层电池。(3) 在稳定性方面，钙钛矿薄膜内部的残余应力 (尤其是残余拉伸应力) 是影响钙钛矿器件的长期稳定性的主要因素之一。研究人员采用表面重建和长链离子添加剂策略，提高钙钛矿的长期工作稳定性，叠层器件连续工作 1000 小时性能稳定在 90% 以上，进而通过调控硅片厚度及绒面结构特征尺寸，提升超薄硅底电池的光吸收能力和力学稳定性，成功构建出首个基于 30 μm 超薄晶体硅的柔性钙钛矿 / 硅叠层电池，器件认证效率达 23.3%，功率质量比高达 3.12 W/g，成为高效柔性太阳能电池中最高功率质量比器件之一。该系列研究结果被总结发表于 *Joule* 2022, 6, 2237; *Nat. Energy* 2023, 8, 1250; *Sci. Bull.* 2024, 69, 1887; *ACS Energy Lett.* 2024, 9, 4018; *Adv. Mater.* 2023, 35, 2211962; *Nano-Micro Lett.* 2025, 17, 141 等期刊。



高效钙钛矿 / 硅叠层太阳能电池研究

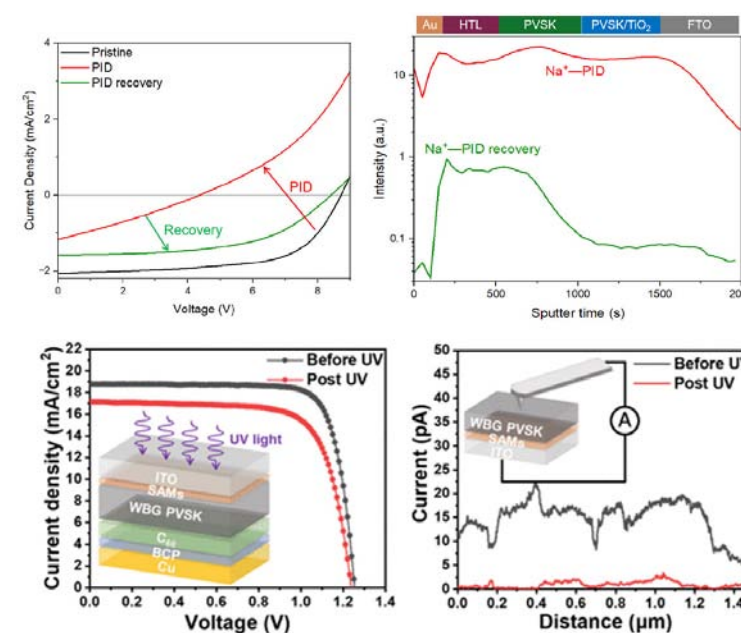
钙钛矿太阳能电池稳定性研究

钙钛矿太阳能电池凭借高效率 and 低制造成本，被视为下一代光伏技术的有力竞争者。然而，与传统硅基太阳能电池相比，其在长期稳定性方面仍存在显著劣势，严重制约了其在实际应用中的推广。近期，实验室研究团队通过加速老化实验，对钙钛矿光伏模组中两类主要退化机制——高压诱导衰减 (Potential-Induced Degradation, PID) 和紫外光诱导退化 (UV-Induced Degradation, UV-ID) 进行了系统研究，首次从微观机制层面揭示了其退化与恢复的全过程，为钙钛矿太阳能电池的可靠性提升提供了关键科学依据。研究团队发现，钙钛矿组件在高电压环境下会出现严重性能退化，具体表现为短路电流、开路电压和填充因子的大幅下降。这一退化过程与钠离子从玻璃基板向器件内部的迁移密切相关。钠离子在电场驱动下渗透至钙钛矿层内，破坏了电荷输运路径，导致器件出现严重的漏电流和导电性降低等典型 PID 现象。更令人关注的是，研究显示这一性能衰减具有可逆性。在室温、无光照条件下储存一段时间后，电池性能可显著恢复，效率恢复率超过 80%。这是由于钠离子能够自发迁出器件结构，从而缓解其对电荷传输的干扰。通过导电原子力显微镜分析还发现，钠离子的扩散路径主要集中在晶粒内部及其邻近区域，而非晶粒边界，这一新发现颠覆了以往对 PID 机制的理解，为优化器件结构提供了新的思路。

另一方面，针对紫外光照引起的退化，研究团队采用原位开尔文探针力显微镜和

纳米机械测试等手段，揭示了 UV 光照会在电池近表面区域引发电导率下降和缺陷积累的问题。特别是在晶粒边界及界面区域，UV 诱导的缺陷更为集中，形成非均匀性的退化区域。这些缺陷加剧了非辐射复合过程，导致电荷提取效率降低，进一步恶化了电池的输出性能。研究团队还发现，长时间的 UV 照射可导致材料结构软化和机械性能下降，表现为杨氏模量的显著降低，表明材料内部结构发生了变化。

两项研究工作在退化机制和恢复行为方面取得了多项原创性成果，首次实现了从宏观电学性能到微观光电和化学特性的一体化失效分析，不仅揭示了退化的内在物理与化学本质，也指出了改善钙钛矿电池稳定性的重要方向，如通过界面工程、钠离子屏障层设计以及光稳定性强化等手段，提升器件的实际应用性能，助力构建高性能、长寿命的下一代光伏技术体系。



高压诱导衰减、紫外诱导衰减导致的电学及化学特性变化

显示发光材料与光电薄膜方向

柔性透明导电薄膜及电致变色关键材料与技术



600 mm 幅宽中试线

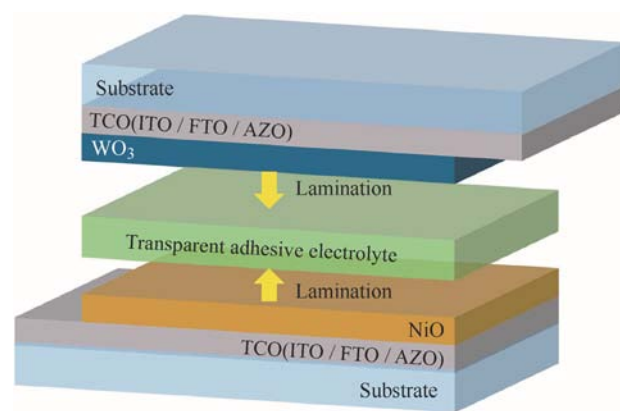


透明导电薄膜在通讯、能源、显示领域的应用

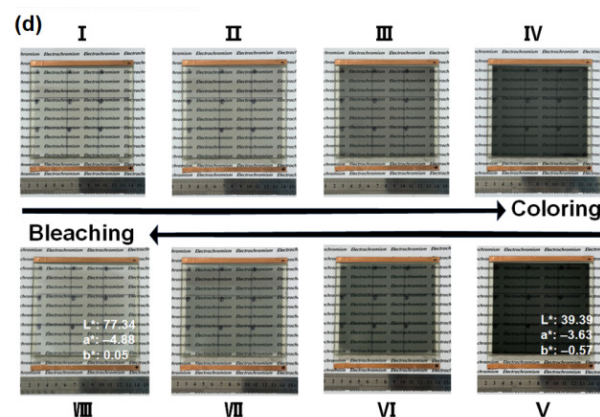
采用卷对卷磁控溅射技术，实现了柔性透明导电薄膜的中试化制备，能够制备可见光透过率大于 85%、1-200 欧全范围柔性导电薄膜，且可根据不同器件的应用要求定制。已实现在透明电磁屏蔽、透明加热、柔性电池、大屏触控、智能变色等领域的应用，获得合作企业的认可。

建立了面向商业化的夹层式 WO_3 -NiO 电致变色器件用关键材料与技术体系：开发出满足中性着褪色需求的具有自主知识产权的大尺寸多元掺杂磁控溅射靶材；获得高性能 WO_3

和 NiO 薄膜沉积的工艺参数及其关键特性的调控手段；利用硅烷偶联剂的修饰，在行业内率先研制出室温离子电导率高达 $1.51 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、可见光透过率大于 91% 且无雾度、粘接强度为 2.13 MPa、热稳定性高达 150 °C 的基于 PVB 体系的固态电解质胶膜；开发出实验室条件下高质量器件的层压工艺。目前已经建立了核心材料与工艺的专利池，拥有发明专利 9 项，已经授权 5 项。



电致变色器件结构与变色性能

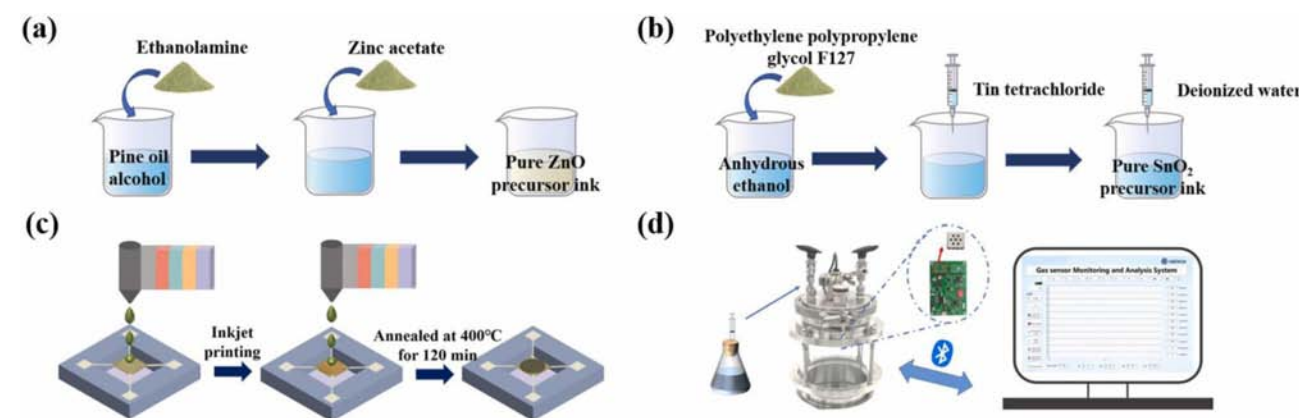


高灵敏度气体传感器

面向大气环境 ppb 级别 VOC 类检测需求，实验室开发了高灵敏性的气体传感器。通过添加贵金属和其他金属氧化物修饰，显著增强了传感器灵敏度和选择性。研究团队在 ZnO 基上掺 Pt 或 Nb，利用催化效应和调整电子耗尽层宽度提升响应。同时，利用 CuO 对 CO 的吸附性能和异质结界面电荷转移，在室温下对 CO 具有高灵敏度，降低了 H_2 的干扰。通过 SEM、XRD 等手段分析发现，ZnO、 SnO_2 及其复合材

料薄膜呈现出不同的表面形貌和晶体结构，进而影响其对气体的吸附和反应能力，最终影响气敏性能。研究团队将聚苯胺与 WO_3 复合，利用 n 型 WO_3 和 p 型聚苯胺之间的界面势垒调制，提高了对 NH_3 的传感响应。通过复合，可综合各材料的优势，改善聚苯胺的气敏性能，如提高灵敏度、选择性和稳定性等。

相关成果发表于 *Sensors & Actuators: A. Physical* 369 (2024) 115210



聚苯胺基 MEMS 氨气传感器

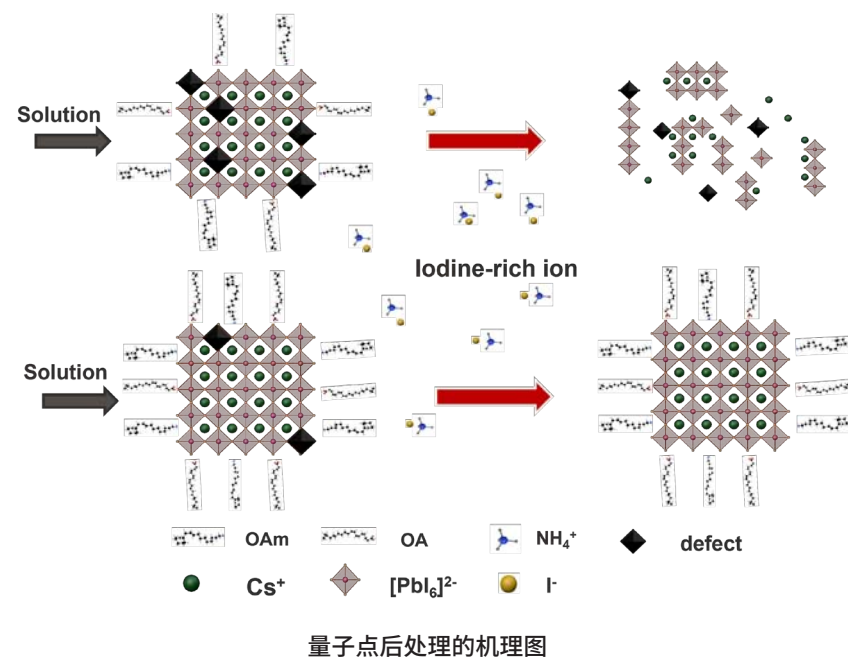
此外，在制备工艺上采用一步原位聚合方法制备 Pd 和 Au 改性的聚苯胺 MEMS 氨传感器，该方法利用金属纳米颗粒的协同催化活性，增强了传感器对 NH_3 的吸附和反应能力，实现了 ppb 级别的 NH_3 检测，且具有快速响应、良

好的选择性和长期稳定性。通过控制反应条件，如温度、时间和反应物浓度等，实现对聚苯胺薄膜形貌和性能的调控，为大规模制备高性能气敏传感器提供了可能。

高效钙钛矿量子点 LED

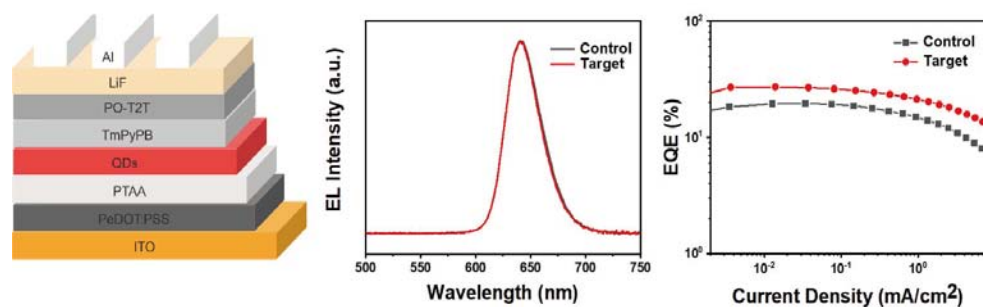
发光显示技术作为信息技术的核心，和人们的生活息息相关。研究团队创新性提出了一种通过极性溶剂筛除低质量 CsPbI₃ 量子点的新方法。在该方法中，采用经典的热注射法合成量子点，然后将合成的量子点与溶解在混合溶剂（异丙醇与乙酸甲酯的混合溶剂）中的 NH₄I

进行液相配体交换。通过调控异丙醇与乙酸甲酯的比例，可以诱导钝化不良的低质量量子点相变去除。在液相交换过程中，NH₄I 为量子点提供了富碘化物的环境，有助于填补剩余量子点中的碘空位，从而显著提高量子点的质量和器件的性能。



研究团队通过实验发现，经过合适比例的 NH₄I 极性溶液处理后，质量较差的量子点被极性溶剂诱导相变而被去除，量子点的荧光寿命、PLQY 和稳定性都得到显著提升。研究团队使用处理过的量子点制作的纯红光 LED 在 641nm 下的 EL 光谱实现了 27.15% 的外量子效率，远

高于未处理的 19.46%。此外，由于低质量的量子点被筛除，LED 器件的运行稳定性也得到显著提升，处理后的器件在亮度 100 nit 下的 T50 比未处理的器件高 5 倍。上述相关研究成果发表于 *Journal of Luminescence*, 2025, 281。



纯红 CsPbI₃ LED 器件性能研究

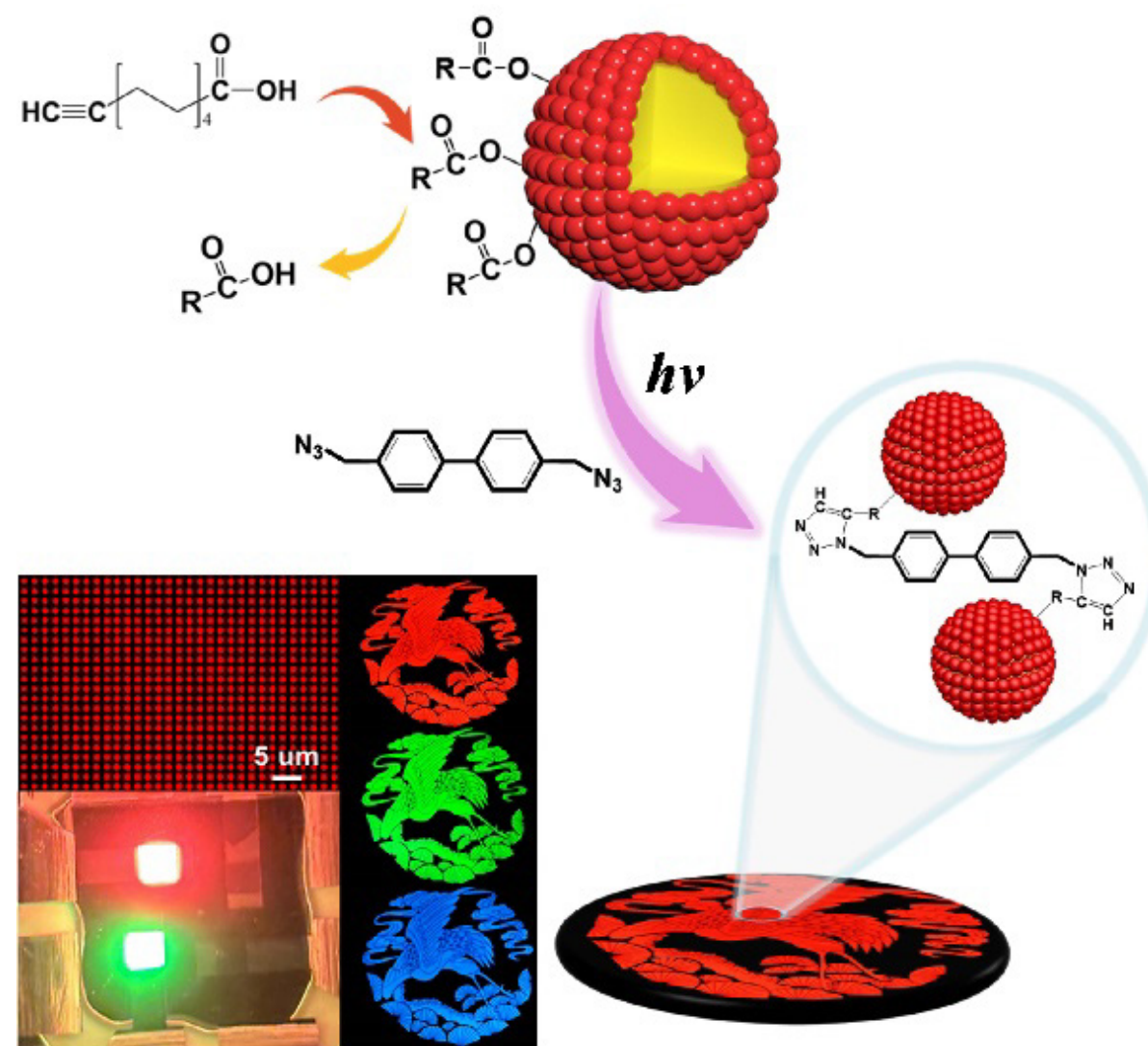
高精度 QLED 显示应用

量子点发光二极管 (QLED) 凭借可调谐发射波长、窄光谱带宽、高亮度及溶液加工等优势，成为下一代显示技术的核心方向。实验室聚焦光诱导化学反应，开发出量子点、共轭聚合物、过渡金属氧化物等的直接光刻技术，为高精度全彩 QLED 提供了创新解决方案。进展包括：

1) 直接光刻的量子点：

突破传统工艺的分辨率极限。研究团队将光点击化学与量子点直接光刻技术结合，开发

了基于新型的光敏配体的量子点直接光刻图案化方案。通过在 365 nm 紫外光下实现了指向性的光交联反应，得到了多色量子点的高精度图案，最小特征尺寸为 1.2 μm，分辨率达万级 PPI。基于该策略的红色光刻 QLED 器件在 5V 时亮度达到 166,000 cd/m²，并且器件的外部量子效率峰值突破 20%。相关研究促进了超高分辨率 QLED 显示的发展。上述相关成果发表于 *Adv. Funct. Mater.* 2025, 2420829。

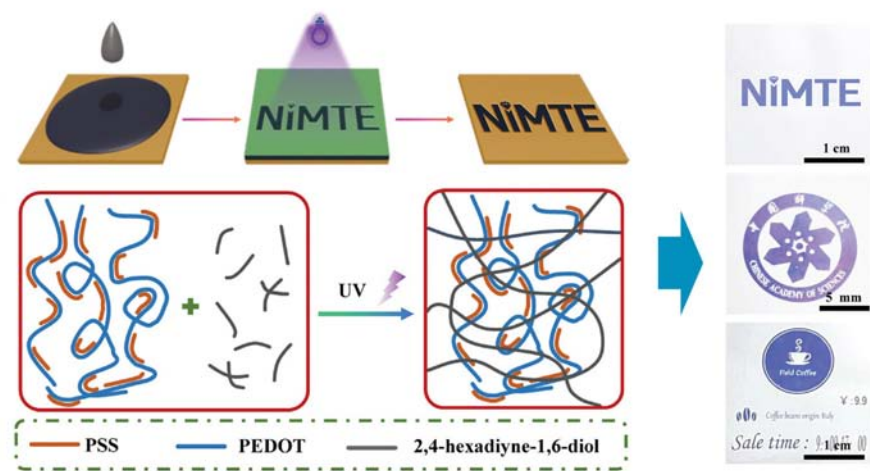


直接光刻的量子点及其超高分辨率 QLED 显示器件

2) 直接光刻的 PEDOT:PSS:

共轭聚合物 HIL 的高效集成。实验室在 QLED 体系中创新性地引入 2,4-己二炔-1,6-二醇作为光敏交联剂，通过紫外诱导聚合反应，在 PEDOT:PSS 中构建稳定的三维网络结构，从而实现溶解度的主动调控。通过设计光掩模图案，

研究团队成功制备出分辨率超 3300 PPI 的像素阵列，并验证了其在被动矩阵驱动中抑制电串扰的能力，为超高清柔性显示奠定基础。上述相关成果发表于 *Small Methods* 2025, 2401696、*Adv. Funct. Mater.* 2024, 34, 2314983、*New J. Chem.* 2024, 48, 7379-7383 等。

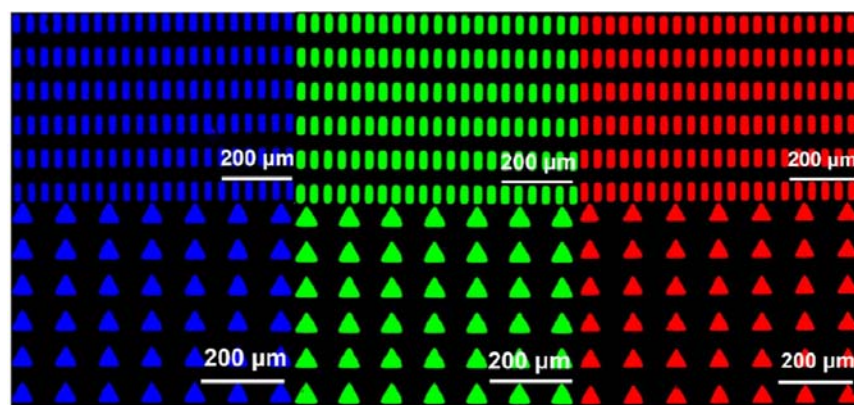


基于直接光刻技术制备 PEDOT:PSS 图案

3) 无机纳米粒子的直接光刻:

过渡金属氧化物 HIL 的拓展。实验室基于无机纳米粒子的表面结构特性，先后开发了 WO_x 、 MoO_3 纳米粒子的直接光刻体系：引入 DNS、MBT 等光敏添加剂，通过紫外光引发的配体交联或交换反应，实现 HIL 的选择性溶解与图案保留。该技术成功制备出 5 μm 直径的

RGB 三色像素阵列。同时，X 射线光电子能谱显示光刻过程未改变 MoO_3 能级结构，证明了其无损光刻特性。相关研究为无机 HIL 的高精度集成提供了可靠方案。上述相关成果发表于 *Nano-Micro Lett.* 2025, 17, 67、*Adv. Optical Mater.* 2025, 2403443、*ACS Appl. Nano Mater.* 2024, 7, 9499-9506 等。



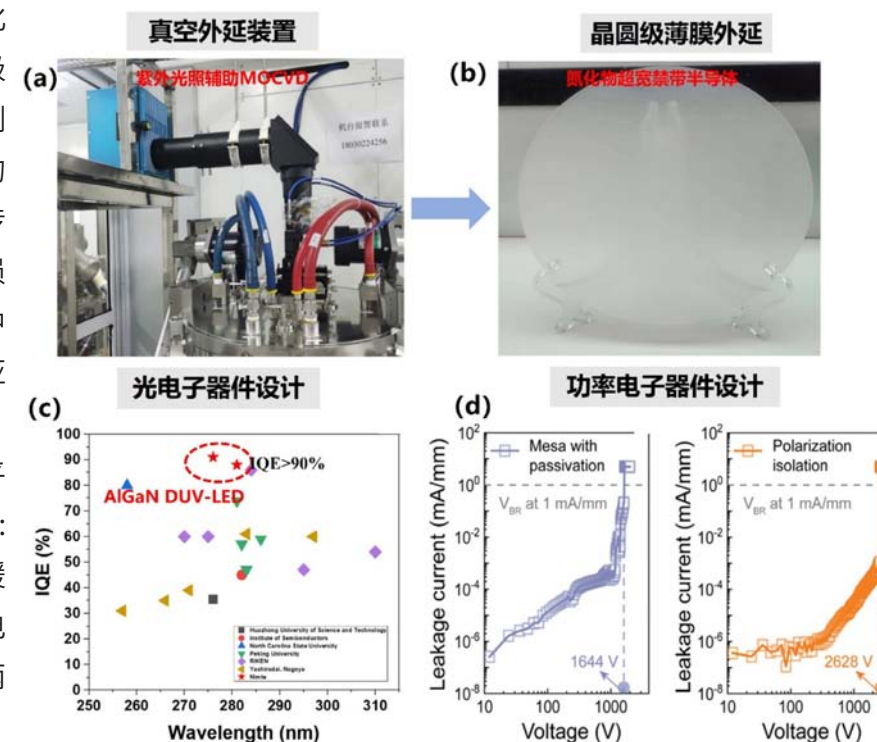
基于直接光刻的 MoO_3 制备的 RGB QLED 像素

宽禁带半导体材料与器件方向

AlN、 Ga_2O_3 超宽禁带半导体材料与器件

在氮化物半导体方面，研究团队针对 AlGaIn 材料体系 Al 和 Ga 完全互溶、载流子局域化弱的问题，发现了经衬底斜切角优化可大幅改善器件限阈特性的现象，由此实现了深紫外 LED 内量子效率大于 90%、外量子效率大于 6%，(*Adv. Funct. Mater.*, 29, 2019: 1905445; *Appl. Phys. Lett.*, 121, 2022: 241105)。在此基础上，突破了深紫外 LED 载流子分布和传输路径调控关键技术，并推动该技术在企业进行产业化，使得深紫外 LED 输出功率提升比例大于 40%。依托此技术制备了器件尺寸小于 10 微米的紫外 micro-LED 阵列，与上海低轨卫星通信与应用工程技术研究中心合作开发通信模组，实现传输速率 1.8Gbps，满足了非视距通讯应

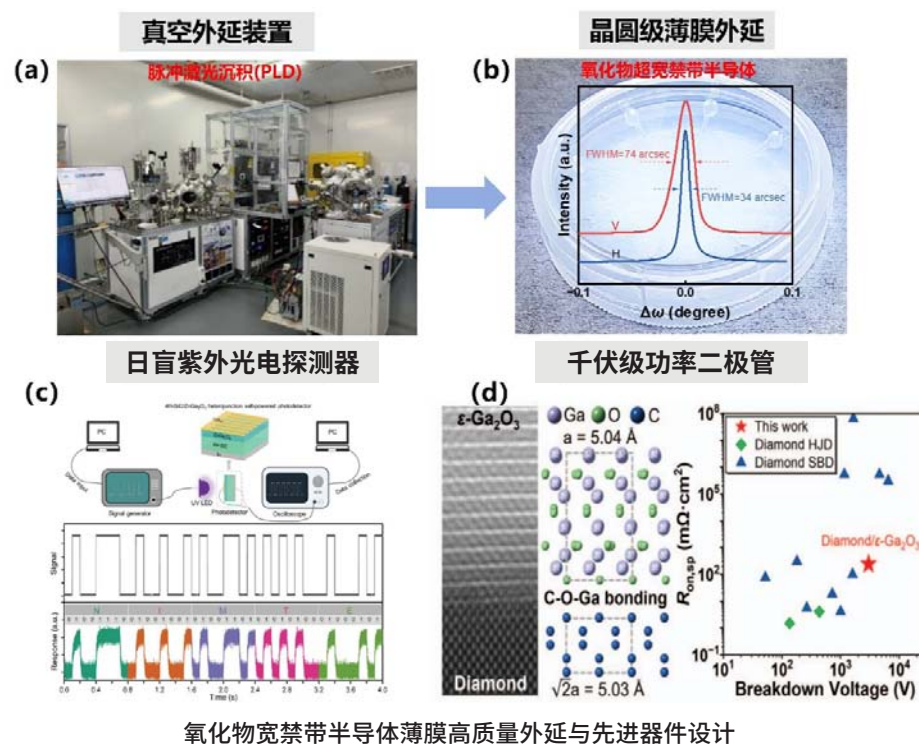
用需求；创新性地提出了氮化物横向极性结构概念，基于极性调控和 AlN 缓冲层技术，制备了隔离电压大于 2600V 的高性能 HEMT 器件。针对传统等离子刻蚀存在较大晶格损伤的问题，在 HEMT 器件中创新性引入横向极性结构，亚阈值斜率达到 61 mV/dec，系此材料体系器件的最高水平 (*Appl. Phys. Lett.*, 121, 2022: 012104)。进一步引入 AlN 缓冲层实现 HEMT 器件击穿电压大幅提升 (3 微米间距下两端击穿电压大于 2600 V)，性能参数优于行业知名企业瑞典 SweGaN 水平；针对目前 AlN 和 AlGaIn 材料外延质量差、商用 MOCVD 设备在外延超宽禁带半导体中仅依赖高温导致裂纹密度大、点缺陷密较高的不足，通过耦合紫外光能量场的策略，研制了一套专用 MOCVD 设备。基于这一自主研发设备，制备了低缺陷密度 AlN 外延薄膜，高分辨 XRD (002) 半峰宽低至 30 弧秒，优于行业普遍水平，接近块体 AlN 单晶的水平。 $\text{n-Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ 电子浓度大于 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ，为商用 MOCVD 设备的 2-5 倍。基于该设备外延的 AlN、AlGaIn 材料向宁波安芯美半导体有限公司、江苏芯港半导体有限公司批量供货。p-AlGaIn 光阴极材料在某型号夜视仪产品中进行了验证示范。



氮化物宽禁带半导体薄膜高质量外延与先进器件设计

以氧化镓 (Ga_2O_3) 为代表的镓基氧化物超宽禁带半导体材料具有禁带宽度大、击穿电场高、巴利加优值高、抗辐射能力强等优异性能,在功率电子器件和日盲紫外光电探测领域具有广泛的应用前景。研究人员重点研究了氧化镓晶相调控与掺杂调控策略,发展了适用不同氧化镓晶相生长的多种外延技术路线 (*Appl. Phys. Lett.*, 120, 2022: 072101; *J. Alloy. Compd.*, 935, 2023: 168123; *Phys. Status Solidi RRL*, 18, 2023: 2300110; *J. Semicond.*, 44, 2023: 062802)。通过协同生长工艺、衬底取向与微量掺杂策略调控 Ga_2O_3 薄膜的结晶路径与生长行为,实现了 β -、 α - 和 ε - Ga_2O_3 单一晶相的高质量可控外延生长,实现了载流子浓度 10^{16} - 10^{20} cm^{-3} 的宽范围内调控。高电导率同质外延 β - Ga_2O_3 薄膜电导率超过 3000 S/cm ,为迄今为止所报道的最高值之一。基于高质量氧化镓薄膜,研究人员进一步研制了千伏级氧化镓功率二极管器件。发展了基于同质外延肖特基二极管和异质外延 pn 结二极管器件,实现了 1.5kV 级和 3kV 级功率二极管的设计制备,推动实现高性能氧化镓功率器件的迭代发展和差异化应用。其中,基于 p- 金刚石衬底 /n- Ga_2O_3 薄膜的超宽禁带异质 pn 结二极管,发挥了两种超宽禁带半导体材料的掺杂特性和金刚石衬底

的导热与耐压优势,克服了传统异质结器件因界面缺陷和漂移区缺陷对器件耐压特性的限制,实现同类型异质器件的击穿电压首次突破 3000 V (*Nano. Lett.*, 25, 2024, 537)。同时发展了日盲紫外探测器与成像应用 (*ACS Appl. Mater. Interfaces.*, 17, 2025: 17117 – 17126; *ACS Photonics.*, 12, 2025: 1628 – 1637; *ACS Appl. Mater. Interfaces.*, 15, 2023: 10868 – 10876)。针对日盲紫外探测器在响应度和响应时间的性能难以协调的问题,借鉴缺陷工程思路发展了外延缺陷的空间分布与钝化技术,有效提升了光生载流子的选择性输运和快速搜集能力,显著提升了金属 - 半导体 - 金属型日盲紫外探测器性能 (光响应度大于 10^4 A/W , 探测能力大于 10^{16} 琼斯, 紫外 - 可见抑制比大于 10^4)。研发出高性能 pn 结基自驱动型和雪崩型 DUV 探测器,实现了在紫外成像与通信领域的应用。



氧化物宽禁带半导体薄膜高质量外延与先进器件设计

科研平台

实验室依托浙江省能源光电子材料与器件工程研究中心,聚焦基础研究、战略需求和前沿探索的关键研发方向,秉持服务国家战略、赋能产业发展理念,开发自主知识产权材料体系,打造材料 - 器件 - 应用创新链,支撑我国电子信息与国家安全领域的战略布局,提升光电信息材料与器件平台的国际影响力。

目前拥有科研用房超 4000 平方米,建成了国内领先的科研平台,包括柔性钙钛矿太阳能

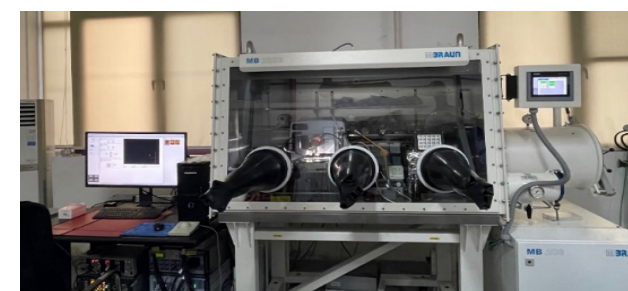
电池器件加工和测试平台、钙钛矿 / 叠层电池制备与研发平台、柔性光电材料与器件制备和表征平台、纳米光电器件制备和测试平台、宽禁带半导体制备平台。这些平台不仅为实验室的科研工作提供了坚实基础,也为国内外合作研究提供了重要支撑。

未来,实验室将以“十五五”规划为契机,进一步优化学科布局,重点推进浙江省重点实验室申报,加强前沿技术攻关和推动产学研深度融合。

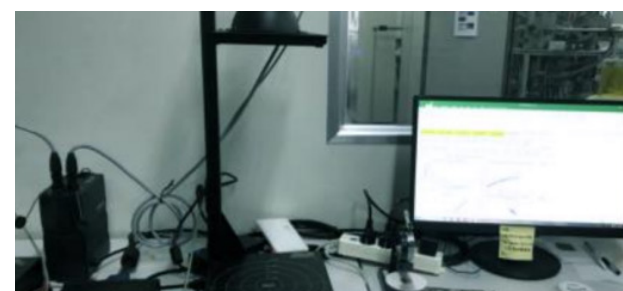
宽禁带半导体制备平台



先进光伏认证测试平台



高效太阳能电池效率评估平台



晶硅太阳能电池制备平台



纳米材料合成平台



纳米光电器件制备平台



纳米光电器件测试平台



代表性论文

- 1. Jingming Zheng, Zhiqin Ying, Zhenhai Yang, Zedong Lin, He Wei, Li Chen, Xi Yang, Yuheng Zeng, Xiaofeng Li, and Jichun Ye, Polycrystalline silicon tunnelling recombination layers for high-efficiency perovskite/tunnel oxide passivating contact tandem solar cells, *Nature Energy* 8 (2023).
- 2. Zetao Ding, Chenxia Kan, Shengguo Jiang, Meili Zhang, Hongyu Zhang, Wei Liu, Mingdun Liao, Zhenhai Yang, Pengjie Hang, Yuheng Zeng, Xuegong Yu, and Jichun Ye, Highly passivated TOPCon bottom cells for perovskite/silicon tandem solar cells, *Nature Communications* 15 (2024).
- 3. Wang X, Ying Z, Zheng J, Li X, Zhang Z, Xiao C, Chen Y, Wu M, Yang Z, Sun J, Xu J-R, Sheng J, Zeng Y, Yang X, Xing G, Ye J. Long-chain anionic surfactants enabling stable perovskite/silicon tandems with greatly suppressed stress corrosion. *Nature Communications*, 14, 2166 (2024).
- 4. Ying Zhiqin, Su Shiqian, Li Xin, Chen Guoxin, Lian Chongyan, Lu Dikai, Zhang Meili, Guo Xuchao, Tian Hao, Sun Yihan, Liu Linhui, Xiao Chuanxiao, Zeng Yuheng, Zhang Chao, Yang Xi, Ye Jichun. Antisolvent seeding of self-assembled flexible monolithic monolayers for perovskite/Cu(In,Ga)Se₂ tandem solar cells. *Nature Energy* (2025).
- 5. Xueqi Wang, Ye Yang*, Qiongya Jin, Qicun Lou, Qizhao Hu, Ziling Xie, and Weijie Song, A Scalable, Robust Polyvinyl-Butyral-Based Solid Polymer Electrolyte with Outstanding Ionic Conductivity for Laminated Large-Area WO₃-NiO Electrochromic Devices, *Adv. Funct. Mater.* 33(30), 2214417 (2023).
- 6. Weifu Zhang, Jian Liu, Wei Song, Jiahong Shan, Haowei Guan, Jun Zhou, Yuanyuan Meng, Xinyu Tong, Jintao Zhu, Mengjin Yang, Ziyi Ge*, Chemical passivation and grain-boundary manipulation via in situ cross-linking strategy for scalable flexible perovskite solar cells. *Science Advances*, 11(5): eadr2290 (2025).
- 7. Yaohua Wang, Yuanyuan Meng, Chang Liu, Ruikun Cao, Bin Han, Lisha Xie, Ruijia Tian, Xiaoyi Lu, Zhenhua Song, Jun Li, Shuncheng Yang, Congda Lu, Ziyi Ge*, Utilizing Electrostatic Dynamic Bonds in Zwitterion elastomer for Self-Curing of Flexible Perovskite Solar Cells, *Joule* 81120 (2024).
- 8. Pengfei Ding, Daobin Yang*, Shuncheng Yang, Ziyi Ge*, Stability of organic solar cells: toward commercial applications, *Chemical Society Reviews* 53 2350-2387 (2024).

- 9.Congqi Lin ‡, Zhenyu Chen ‡, Ruixiang Peng*, Wei Song*, Jiangwei Gao, Xueliang Yu, Tingting Feng, Yongqi Ba, Ziyi Ge*, Flexible spacer-block multi-component copolymerized donors enable resilient organic solar cells with over 40% crack-onset strain, *Energy & Environmental Science* 17 9359-9374 (2024).
- 10.Tingting Feng ‡, Xuwei Nie ‡, Denghui Liu ‡, Lin Wu*, Xilin Mu, Ziru Xin, Bohong Liu, Hengxuan Qi, Jiasen Zhang, Wei Li*, Shi-jian Su*, Ziyi Ge*, Multiple Resonance Quasi-fluorescence from BN-Doped Aromatic Compounds Modified with "Naphthalene" Units Approaches the BT.2020 Green Light Standard, *Angewandte Chemie International Edition* e202415113 (2024).
- 11.Zhenyu Chen, Jinfeng Ge*, Wei Song*, Xinyu Tong, Hui Liu, Xueliang Yu, Jing Li, Jingyu Shi, Lin Xie, Chengcheng Han, Quan Liu, and Ziyi Ge*, 20.2% Efficiency Organic Photovoltaics Employing a π -Extension Quinoxaline-Based Acceptor with Ordered Arrangement, *Advanced Materials* 202406690 (2024).
- 12.Shuo Ding, Qiangqiang Wang, Wencui Gu, Zhaobing Tang, Bo Zhang, Chunyan Wu, Xuanyu Zhang, Hao Chen, Xinyu Zhang, Rui Cao, Tao Chen, Lei Qian & Chaoyu Xiang, Phase dimensions resolving of efficient and stable perovskite light-emitting diodes at high brightness. *Nature Photonics* 2024, 18, 363–370 (2024).
- 13.Junpeng Fan, Changfeng Han, Guojian Yang, Bin Song, Rui Xu, Chaoyu Xiang,*Ting Zhang,*and Lei Qian,Recent progress of quantum dots light-emitting diodes: materials, device structures, and display applications,*Advanced Materials* 20243736 (2024).
- 14.Junpeng Fan & Lei Qian, Quantum dot patterning by direct photolithography, *Nature Nanotechnology* 17(2022), 906–907 (2022).
- 15.Yanming Li, Ming Deng, Xuanyu Zhang, Ting Xu, Ximeng Wang, Zhiwei Yao, Qiangqiang Wang, Lei Qian & Chaoyu Xiang, Stable and efficient CsPbI₃ quantum-dot light-emitting diodes with strong quantum confinement. *Nature Communications* 2024,15, 5696 (2024) .

科技奖励

实验室在光伏和光电材料领域取得一系列具有重要影响力的科研成果，荣获多项省部级及国际行业奖项。这些荣誉既体现了实验室基

础研究、应用开发和产业化推广全链条创新能力的显著提升，也反应了其为推动光电材料与器件领域技术进步所作出的突出贡献。

浙江省自然科学奖，二等奖

项目：高效率有机太阳能电池关键材料与技术研
获奖人：葛子义
年 份：2018
发奖单位：浙江省人民政府

项目：基于柔性有机光伏的材料结构设计与性能
获奖人：葛子义
年 份：2022
发奖单位：浙江省人民政府



发明创业奖，二等奖

项目：TOPCon 太阳能电池的应用基础研究及其
量产装备技术开发
年 份：2018
发奖单位：中国发明协会

APVIA 亚洲光伏奖

年 份：2023 年
发奖单位：亚洲光伏工业协会



研究生培养

实验室始终秉持立德树人的教育理念，在研究生培养方面取得显著成效，先后获得中国科学院大学领雁银奖（振翅奖）1 人次、中国科学院优秀导师 2 人次、宁波材料所优秀导师 7 人次以及教书育人奖 2 人次等；累计获得中国科学院百篇优博论文奖 2 人次、中国科学院

院长特别奖 1 人次（中国科学院研究生最高荣誉）、院长优秀奖 6 人次、中国科学院“朱李月华优秀博士生奖学金”2 人次、研究生国家奖学金 12 人次、所长奖学金 4 人次，以及其它奖励与荣誉。这些成果充分展现了实验室高质量的研究生培养能力和学术育人成效。

导师获奖情况

- 中国科学院大学领雁银奖（振翅奖）
叶继春（2020）
- 中国科学院优秀导师奖
叶继春（2019）
葛子义（2024）
- 宁波材料所优秀导师
叶继春（2019）（2020）
葛子义（2021）（2022）（2023）（2024）
向超宇（2024）
- 宁波材料所冠名奖教金“教书育人奖”
杨 晔（2023）
郭 炜（2024）

研究生获奖情况

- 中国科学院百篇优博论文
何 坚（2019）
中国科学院大学 导师：叶继春
- 中国科学院院长特别奖
陈振宇（2024）
中国科学院大学 导师：葛子义
- 中国科学院院长优秀奖
何 坚（2017）
中国科学院大学 导师：叶继春
刘小辉（2017）
中国科学院大学 导师：方俊锋
洪 玲（2021）
中国科学院大学 导师：葛子义
宋 伟（2022）
中国科学院大学 导师：葛子义
付 圣（2022）
中国科学院大学 导师：方俊锋
葛金峰（2023）
中国科学院大学 导师：葛子义
- 朱李月华优秀博士奖
何 坚（2016）
中国科学院大学 导师：叶继春
宋 伟（2021）
中国科学院大学 导师：葛子义
- 博士国家奖学金
何 坚（2017）
中国科学院大学 导师：叶继春
付 圣（2020）
中国科学院大学 导师：方俊锋
洪 玲（2020）
中国科学院大学 导师：葛子义
宋 伟（2021）
中国科学院大学 导师：葛子义
葛金峰（2022）
中国科学院大学 导师：葛子义
陈振宇（2023）
中国科学院大学 导师：葛子义
石静玉（2024）
中国科学院大学 导师：葛子义
张家森（2024）
中国科学院大学 导师：葛子义

● 硕士国家奖学金

杨伟创 (2020)

中国科学院大学 导师：叶继春

刘尊珂 (2021)

中国科学院大学 导师：叶继春

白 杨 (2024)

中国科学院大学 导师：刘畅

丁鹏飞 (2024)

中国科学院大学 导师：杨道宾

● 优秀毕业生

刘小辉 (2017)

中国科学院大学 导师：方俊锋

葛金峰 (2023)

中国科学院大学 导师：葛子义

陈振宇 (2024)

中国科学院大学 导师：葛子义

● 所长奖一等奖

丁 硕 (2024)

宁波诺丁汉大学 导师：向超宇

● 所长奖二等奖

洪 玲 (2021)

中国科学院大学 导师：葛子义

葛金峰 (2023)

中国科学院大学 导师：葛子义

● 所长奖三等奖

宋 伟 (2022)

中国科学院大学 导师：葛子义

● 硕士国家奖学金

楼其村 (2022)

宁波大学合培生 导师：杨晔

王洪倩 (2023)

宁波大学合培生 导师：杨道宾

封婷婷 (2024)

宁波大学合培生 导师：葛子义

卢晓怡 (2024)

宁波大学合培生 导师：刘畅

林琮淇 (2024)

宁波大学合培生 导师：彭瑞祥

毕业生就业代表



王洋

2013 年硕士毕业于宁波材料所，现任复旦大学材料科学系青年研究员，聚合物分子工程国家重点实验室 PI、博士研究生导师。入选上海市海外高层次人才引进计划、上海市东方学者特聘教授。

2010 年，我考取了宁波材料所的硕士并加入了葛子义研究员团队。在葛老师的悉心指导下，我围绕高效率含吡喃聚合物太阳能电池材料开展了设计、合成及器件制备研究。葛老师以其高屋建瓴的学识为我的研究方向指明了道路，并给予了充分的信任与支持，只要研究思路具有可行性，他总是大力支持我们开展实验。有幸借助材料所优良的科研平台与丰富的实验资源，我深入探究了有机太阳能电池领域的前沿问题。通过将实验与理论相结合的研究方法，我取得了一系列重要突破，在当时取得了不错的有机太阳能电池光电转换效率 (7%)：2012 年和 2013 年连续在 ACS 的 *Macromolecules* 和 *Chem. Mater.* 期刊上以第一作者身份发表研究论文。这一段经历不仅令我在实验技能上获得了长足进步，更重要的是培养了我克服科研困

难的能力，为后来赴日本攻读博士学位奠定了坚实基础。值得一提的是，葛老师对学生的科研很支持，也相当慷慨：每当我们有研究成果，他便鼓励我们积极参加学术会议，通过交流与发表来分享研究成果。当得知我有意向赴日深造时，他就将我推荐给了他在日本做博后时的导师。时至今日，我都特别感谢葛老师的悉心指导与大力推荐，不仅让我在科研上取得了实质性成果，更为我未来的科研之路铺平了道路。2020 年，我学成归国，加入复旦大学刘云圻院士团队。在我的职业生涯中，葛老师依然不遗余力地支持我，他不仅积极推荐我申报各类人才项目，还为我写下了宝贵的推荐信。每当我在科研道路上遇到困惑时，葛老师总是给予耐心指导，比如在基金申报等关键环节上为我指明方向，使我得以迅速找到破解问题的方法。



王洋（左）与导师葛子义



蒋洁安

2021 年硕士毕业于宁波材料所，以第一作者发表 SCI 论文 3 篇。
现任职于上海联和投资有限公司，担任投资副经理，主要负责特色
半导体、材料等相关领域投资事宜。

2016 年我考取了宁波材料所的硕士，加入叶继春研究员团队，此时恰好组里刚引入了一个非常有为的特聘青年研究员郭炜老师，机缘巧合下我进入到郭老师的小组开始我的研究生生涯，当时小组的成员很少，有一个比我大一届的师姐和一个外籍师兄，小组内的很多事情都需要郭老师亲力亲为，郭老师学识渊博，教会我们很多的实验技能和学习方法。初入小组，我对自己的研究方向很迷茫，也是在郭老师的指导下确定了未来三年的研究方向。郭老师是一个极有耐心的人，他会关注我们每个学生的实验进度，但不是很有压迫感、催促学生赶紧把实验做出来的那种，而是耐心和我们讨论实验结果不理想的原因，一起通过重复做实验或者查文献找到原因再重新制定实验方案。随着小组内的同门越来越多，小组的研究方向也变得丰富，团队内的实验设备条件满足不了研究需求，郭老师会通过自己的人脉为学生搭建合作的桥梁，保障学生的研究需求。2018 年可以说是我研究生阶段的转折点，这一年我成功实

现硕转博，继续在郭老师小组做科研。在小组内我也从“小师妹”变成了“大师姐”，渐渐成为了郭老师的帮手。帮郭老师指导新来的师弟师妹，这也培养了我独立思考的能力。当我们在科研中取得重大突破时，郭老师会自掏腰包请小组的学生一起出去团建，增加周末的娱乐活动，关系非常融洽。2021 年面临毕业就业，郭老师得知我不想继续从事科研工作也表示支持，郭老师 4 年的耐心指导和材料所强大的资源平台，为我打开了通往广阔世界的大门，在跨课题组合作项目中，与半导体、材料领域专家的思维碰撞，不断刷新我的认知边界。正是在这样充满活力与支持的环境中，我不仅构建起扎实的知识体系，更锤炼出独立思考的能力。这些能力成为我职业生涯的“金钥匙”。转行投资领域后，面对陌生行业，我凭借在研究所培养的分析能力，独立完成的研究报告因独特视角脱颖而出。如今深耕半导体投资，我始终不忘研究所赋予的成长养分，期待有朝一日能将行业资源与经验反哺母校，续写这段珍贵缘分。



蒋洁安（左）与导师郭炜