宁波材料所在多晶硅钝化接触n型晶硅太阳电池研究中获系列进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8919.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

多晶硅钝化接触技术
（通常称TOPCon，也称为POLO、PERPo
ly、monoPoly™、iTOPCon™、PERTOP™
）被广泛认为是最有希望的继PERC电池之后的下一代高效晶硅电池技术之一，是晶硅太阳电池技术领域的研究重点。中国科学院宁波材料技术与工程研究所太阳能及光电子器件研究团队在研究员叶继春和闫宝杰的带领下，在曾俞衡、廖明墩等团队成员的共同努力下，于2015年底起开始布局研究TOPCon技术。团队核心人员累计有30年以上的产业界经历，注重基础研究与产业应用需求的紧密结合，旨在为该技术的产业化应用提供理论和实践支撑。近来，宁波材料所团队在高性能钝化接触技术开发、高效全电池集成、关键材料开发、验证性设备开发等方面均取得显著进步。

在高性能钝化接触技术开发方面，宁波材料所综合运用高质量界面氧化硅、致密多晶硅薄膜、优化掺
杂分布曲
线、高效氢钝化等
技术，获得优异的钝化接触指标（采
用单面饱和电流密度$J_{0,s}$和隐含开路电压iV_{oc}进行表征，$J_{0,s}$越低越好、iV_{oc}
越高越好）。最优n型技术的关键钝化指标为最低$J_{0,s}$=0.8fA/cm^2、最高iV_{oc}=749mV（*Sol. Energy*, 2019, 194, 18）；最优p型技术的关键钝化指标为最低$J_{0,s}$=6.0fA/cm^2、最高iV_{oc}=722mV（*Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2020, 210,
1
10
487
），在
国际上处于先
进水平。图1（a，b）显示了世界各主要研究机构在关键钝化指标（$J_{0,s}$）上的进展。

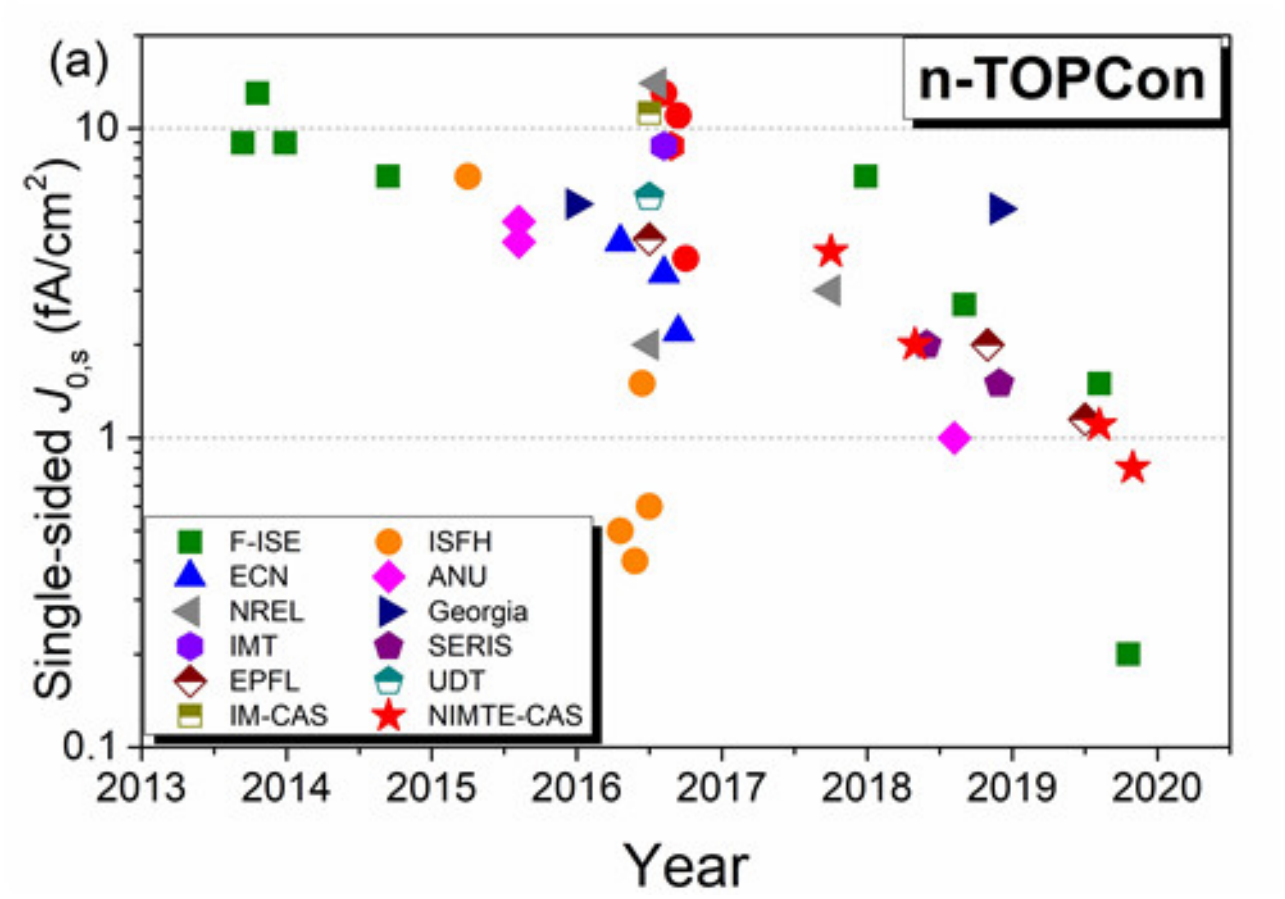
在高效电池开发方面，宁波材料所坚持实验室自主研发，经过多年努力，于2020年1月开发出效率为24.27%的n型TOPCon电池（南开大学独立测试）。图2（a）显示了世界各主要研究机构在该类电池的最高效率进展。值得一提的是，该最高效率电池集成了新型材料，而常规对照电池的最高效率仅为24.02%，如图2（b）所示。经统计，运用了新材料的电池的平均效率比常规电池的高出了0.32%$_{abs}$

（论文准备中）。宁波材料所将这种新型钝化接触电池注册为PERTOP^{TM}电池（Passivated Emitter and Rear Tunnel Oxide Passivation）。

在关键材料开发方面，宁波材料所也做了大量的研究工作。针对界面氧化硅层，宁波材料所通过各种途径，实验评估了各种氧化硅制备方法，包括硝酸氧化、紫外臭氧氧化、臭氧水氧化、混合酸氧化、热氧化、等离子体辅助氧化、原子层沉积、等离子体沉积、磁控溅射氧化等。研究表明，不同方法获得的氧化硅在厚度和组分上有所差异，不过只要经过合理的后继工艺配合，采用上述氧化硅材料获得的n型TOPCon结构的饱和电流密度均可低于12fA/cm^2，部分可低于2fA/cm^2，可满足工业生产的需求。值得一提的是，宁波材料所针对PECVD工艺路线亟需的原位氧化硅制备技术，开发了等离子体辅助原位氧化法，利用该氧化硅材料获得了优异的钝化和接触性能，在n型硅片的最优指标为$J_{0,s}$=2.0fA/cm^2、iV_{oc}=747mV（*Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2020, 208, 110389），在p型硅片的最优指标为$J_{0,s}$=3.0fA/cm^2、iV_{oc}=742mV（*Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2019, 200, 109926）；通过优化氧化硅制备技术，获得具有优异钝化的p型TOPCon结构，在n型硅片的最优指标为$J_{0,s}$=6.0fA/cm^2、iV_{oc}=722mV（*Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2020, 210, 110487），这也是迄今为止采用PECVD路线所获得的最优指标之一。在多晶硅制备方面，宁波材料所同样利用多种途径，实验评估过PECVD、LPCVD、Sputtering、和E-Beam等技术路线。基于对不同技术路线优缺点的了解，宁波材料所选择主攻PECVD技术路线，在基于PECVD掺杂非晶硅的成膜条件、掺杂调控、晶化控制、脱膜抑制、方阻调整等方面均积累了丰富的经验，制备出优异性能的TOPCon结构。

综上所述，宁波材料所围绕TOPCon技术的基础科学问题及产业化应用展开系统研究，部分关键指标和电池效率取得显著进步；截至2020年3月，已在行业主流期刊*Sol. Energy Mater. Sol. Cells, Sol. Energy, Sol. RRL*等发表期刊论文14篇；申请国家发明专利多项，初步形成独立自主的知识产权；联合中科院专业机构完成《2019年TOPCon太阳能电池专利分析报告》一份；目前正在与合作单位联合开发的基于PECVD技术路线的量产型设备，旨在解决行业缺乏核心装备的问题。

该研究得到国家重点研发计划（2018YFB1500403）、国家自然科学基金（61874177、61974178）、浙江省自然科学基金（LY19F040002）等的资助。


(a)
n-TOPCon
Single-sided $J_{0,s}$ (fA/cm^2)
10
1
0.1
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
Year
F-ISE
ECN
NREL
IMT
EPFL
IM-CAS
ISFH
ANU
Georgia
SERIS
UDT
NIMTE-CAS

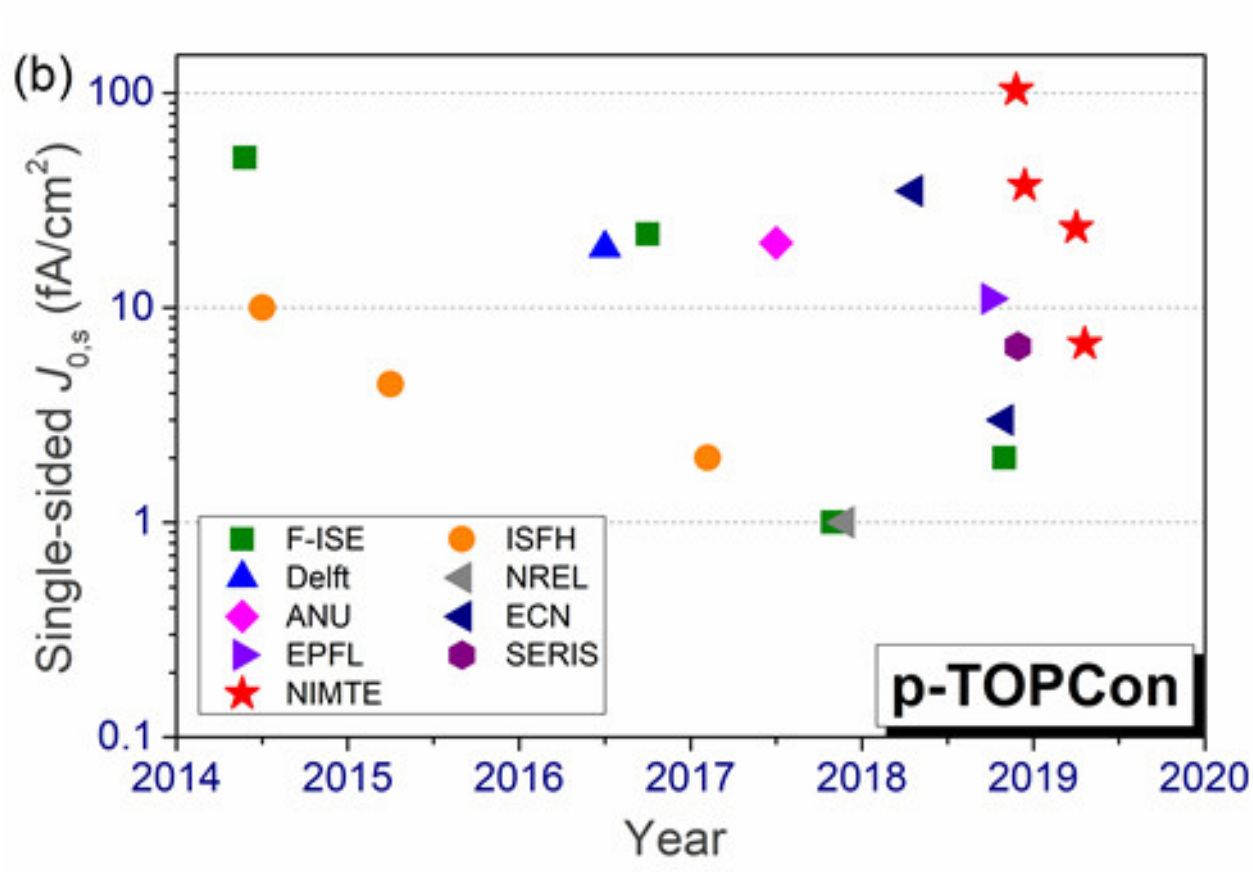
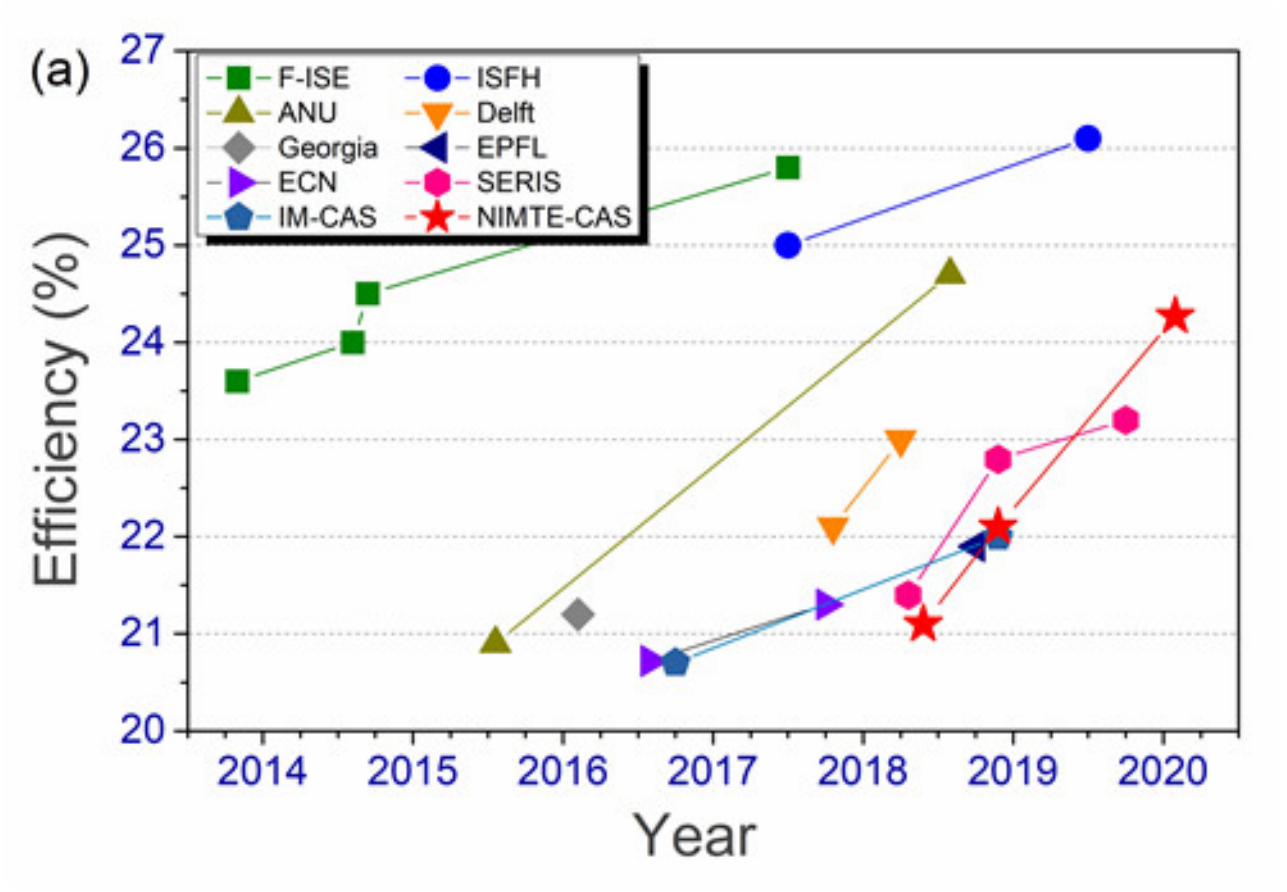

(b)
p-TOPCon
Single-sided $J_{0,s}$ (fA/cm^2)
100
10
1
0.1
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
Year
F-ISE
Delft
ANU
EPFL
NIMTE
ISFH
NREL
ECN
SERIS

图1 全世界主要科研机构在（a）n型TOPCon技术和（b）p型TOPCon技术所达到的$J_{0,s}$



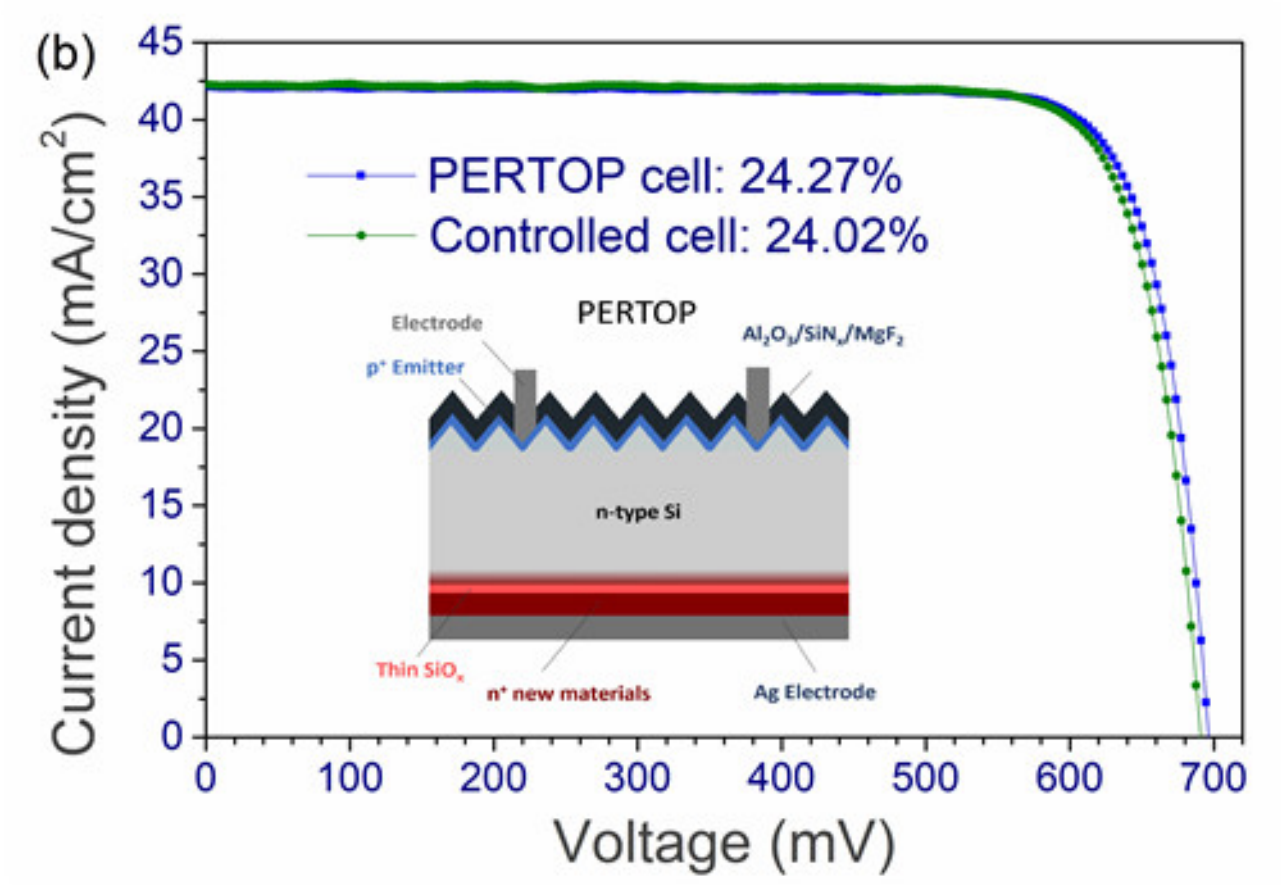


图2 （a）全世界主要科研机构在n型TOPCon电池效率的进展，（b）宁波材料所的最高效率n型PERTOP^{TM}电池和对照电池的光致J-V曲线

研究团队单位：宁波材料技术与工程研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发