中国科学家实现世界最高效率（26.81%）的晶体硅太阳电池

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/23125.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！

中国科学家实现世界最高效率(26.81%)的晶体硅太阳电池。
近日，隆基绿能科技股份有限公司(隆基)联合中山大学高平奇教授团队在Nature Energy期刊上发表文章，报道了转换效率高达26.81%的晶体硅异质结太阳电池，这是目前硅基光伏的世界最高效率。

2023年5月4日，该成果以Silicon heterojunction solar cells with up to 26.81% efficiency achieved by electrically optimized nanocrystalline-silicon hole contact layers为题发表在Nature Energy期刊上。

中山大学的林豪，隆基的杨苗、汝小宁为论文的共同第一作者，隆基的徐希翔博士、殷实博士和中山大学的高平奇教授为论文的共同通讯作者，荷兰代尔夫特理工大学的相关团队提供了电荷输运建模方面的支持。

硅基半导体技术支撑着信息和能源两大支柱产业，与硅基芯片不断追逐尺寸微缩化一样，硅基光伏追求光电转化效率的持续提升。基于半导体技术和新能源需求而快速兴起的硅基光伏产业，已经成为实现能源开源的重要途径，有助于加快实现碳达峰、碳中和，有利于推进能源革命，保障国家能源安全。

太阳能是最便宜、最容易获得的能源形式。现在，它将比以往任何时候都更有效率。隆基绿能科技股份有限公司(隆基)联合中山大学高平奇教授团队报道了转换效率高达26.81%的晶体硅异质结太阳电池，这是目前硅基光伏的世界最高效率，一举打破由日本Kaneka自2017年以来保持的小面积最高效率，标志着我国真正作为技术引领者步入世界光伏舞台的中央。这种新的太阳电池同样由主流晶体硅材料制成，但转换效率却要高得多，因此，这一创新将进一步巩固太阳电池在能源转型中的关键作用，并有可能会改变世界向可再生能源过渡的游戏规则。

关键突破：研究团队使用p-型纳米晶硅薄膜接触层替代传统的p-型非晶硅接触层。虽然这一改进在理论上的可行性比较容易理解，但成功地导入高效异质结电池，并创造出转换效率的世界纪录，却是绝无仅有的。核心技术中包含了对这一膜层的结构因子和掺杂效率方面的突破。

巨大提升：与任何其他类型的由晶体硅制成的太阳电池相比，采用新型空穴接触层能够以更小的电阻传输电能，并导致更高的功率转换效率。隆基的研究人员在标准工业级硅片上开发了这项新技术，使该技术几乎立即适用于太阳电池板的生产。与以前的技术相比，电池性能的提高非常显著，转换效率有了1.5%的绝对飞跃。隆基中央研究院徐希翔博士说：这是迄今为止所有晶体硅太

阳电池结构中性能最好的，且对应着占全球光伏市场超过95%以上份额的产品。。

物理机制：经过对新的接触层中电流通道进行细致研究分析，发现新型p-型纳米晶硅接触层具有更低的激活能，有利于降低空穴传输的界面势垒并帮助激发更具效率的带间隧穿，因此呈现出更低的接触电阻。随着晶体硅异质结太阳电池的表面钝化水平越来越高，表面复合将逐渐退居到次要地位，而晶体硅本身的俄歇复合过程将逐渐发挥主导作用，此时二极管的理想因子可以小于1，接触电阻的优化将带动填充因子指标的快速提升，进而推动功率转换效率突破。中山大学材料学院高平奇教授说：对具备低激活能的硅基空穴接触层的研究是非常及时和极其重要的，我们的工作代表着在探索空穴接触的电性能方面取得了巨大进展，有利于提升异质结、杂化电池和其它类型的硅基太阳电池的性能。

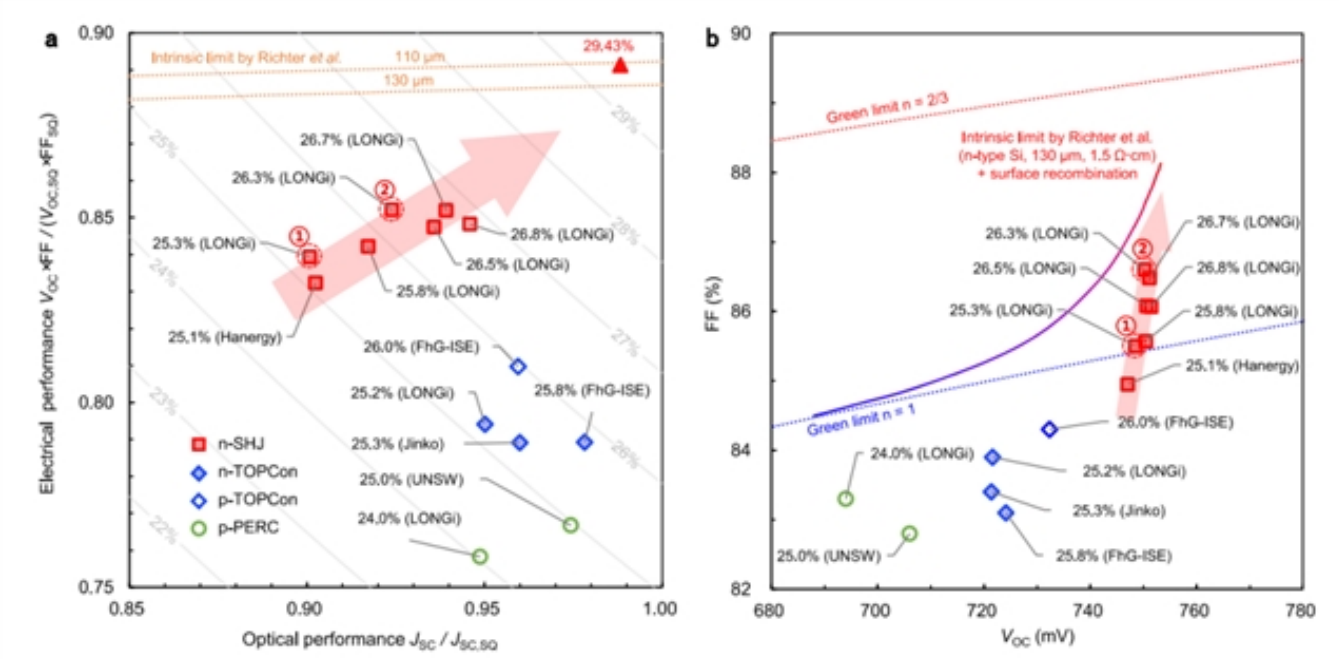


图1：各种高效晶体硅太阳电池特性参数比较。

本文首先从光电性能的对比上(图1a)，指出隆基的硅异质结(n-SHJ，红色方框)电池相较于其它电池技术展现出的突出电学性能，在叠加上光学方面的优化，完全可以在传统的前背电池上实现电池效率的突破。更细化的电学分析表明(图1b)，FF上的快速提升，尤其在超越理想因子为1的极限曲线(蓝色虚线)后，是电池电性能进一步提升的关键。这种提升，归因于电池背结的掺杂膜层由p型掺杂非晶薄膜(p-a-Si:H)替换为p型掺杂纳晶薄膜(p-nc-Si:H)后，接触电阻的快速下降(如图2所示)。

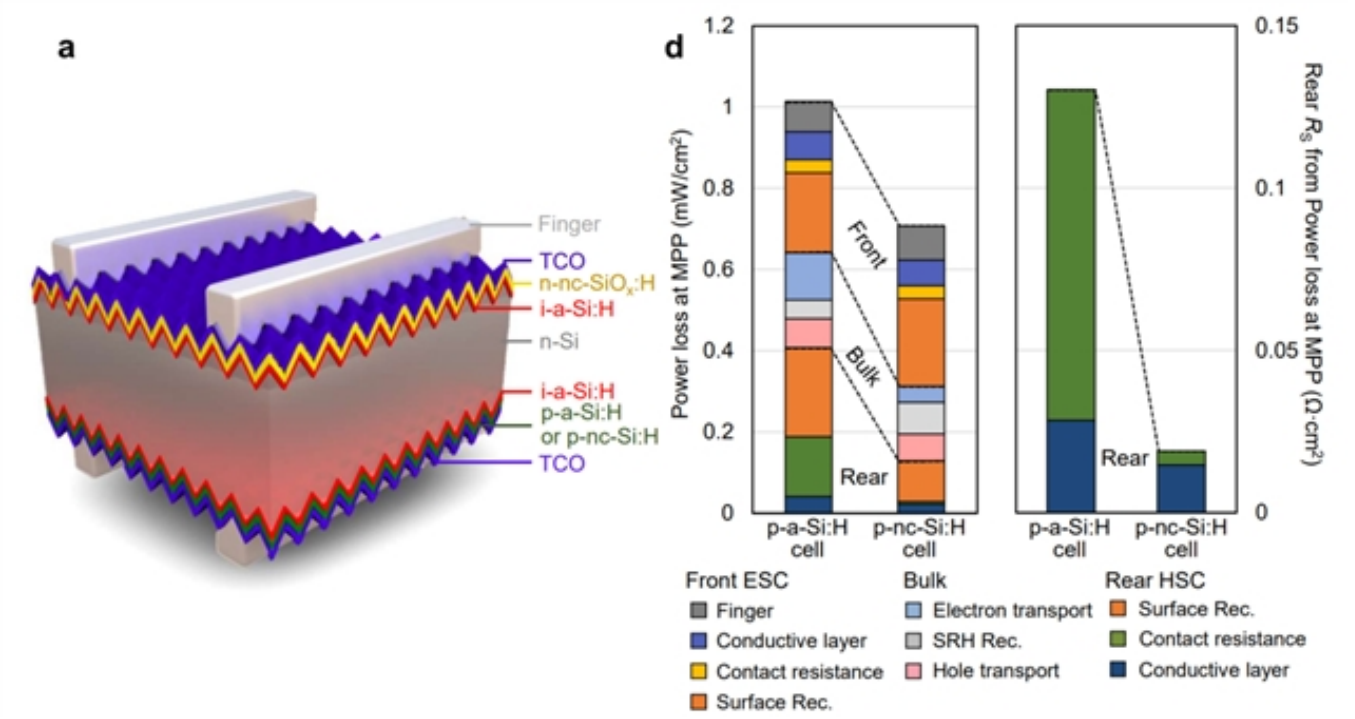


图2：两种SHJ晶体硅太阳电池(背结分别为p-a-Si:H和p-nc-Si:H膜层)的电性能对比。

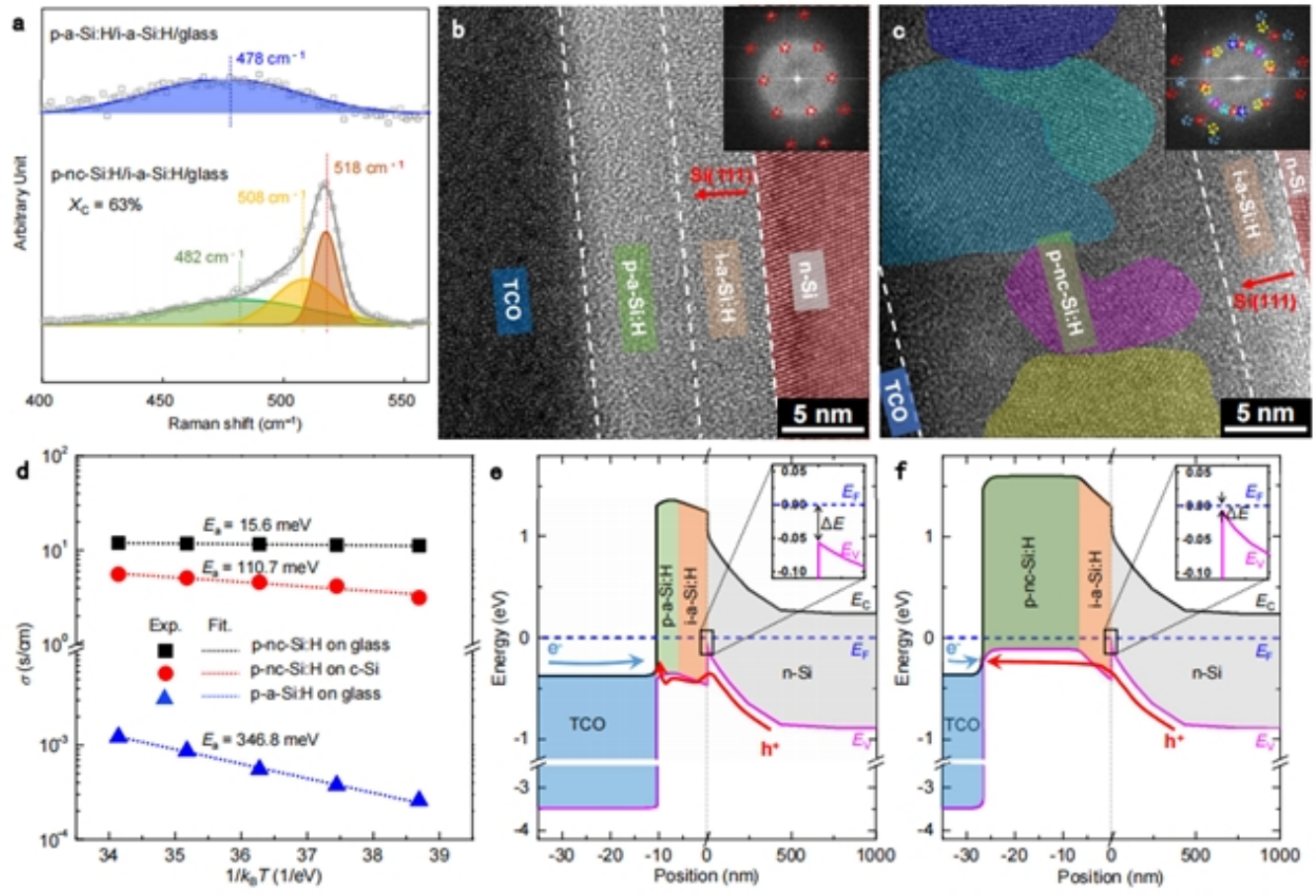


图3：p-a-Si:H和p-nc-Si:H空穴选择接触层的微观结构、电学特性及能带结构。

进一步的分析表明，p-nc-Si:H相比于p-a-Si:H，在晶化率(图3a)、电导率和激活能上(图3d)均具有明显的优势。使得空穴在由p-nc-Si:H所组成的异质结上相较于p-a-Si:H所组成的异质结更容易传输(图3e和f)，同时具有更佳的钝化。测试表明，由p-nc-Si:H所组成的异质结，其接触电阻和表面复合分别降低为5 m · cm2和0.5 fA · cm-2。这使得电池的开路电压和FF分别上升至751.4 mV、86.07%。据德国哈梅林太阳能研究所(ISFH)认证，该电池的能量转换效率高达26.81%，这是目前单结晶体硅太阳电池能量转换效率的世界纪录(不区分技术路线)!

上述工作得到了科技部重点研发计划(2022YFB4200203，2022YFB4200200)、国家基金重点及面上项目(62034009，62104268)的支持。(来源：科学网)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41560-023-01255-2

作者：高平奇等 来源：《自然—能源》

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