新研究实现钙钛矿太阳能电池重要突破

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/30589.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！

新研究实现钙钛矿太阳能电池重要突破。11月28日，《自然》发表了华南理工大学教授严克友团队与合作者的最新成果。他们历时5年多，针对钙钛矿电池光热稳定性差的行业难题，利用绿色配体演变策略，调控全无机窄带隙钙钛矿薄膜的成核结晶，成功制备出全球首个2端全无机钙钛矿叠层电池，85°C光热稳定性老化测试表现良好。

该成果不仅标志着全球首个2端全无机钙钛矿叠层电池的诞生，更为钙钛矿太阳能电池的未来应用提供了新思路。论文唯一通讯作者严克友对《中国科学报》表示，全无机钙钛矿叠层太阳能电池有望打破单结电池效率瓶颈，并解决钙钛矿电池光热稳定性差的问题。

据介绍，在投稿过程中，《自然》编辑对该研究工作的新颖性和突破性给予高度的肯定。此外，审稿人用该研究很可能会启发一个新的方向，我相信这项工作会被领域记载和进一步研讨对论文作了高度评价。

勇闯无人区

钙钛矿太阳能电池因其高效率、低成本和易于制备等优势，被视为未来太阳能电池的重要发展方向。然而，传统的钙钛矿电池存在光热稳定性差的问题，这限制了其在实际应用中的推广。

论文第一作者、华南理工大学博士段程皓表示，提高钙钛矿太阳能电池长期光稳定性和热稳定性的有效途径之一，就是使用全无机钙钛矿，也就是用无机阳离子（如Cs+）取代有机阳离子[如甲铵基（MA+）和甲脒（FA+）]制备。

研究初期，严克友团队研究方向主要是常规无机宽带隙钙钛矿太阳能电池，尽管这类无机钙钛矿材料显示出优异的光热稳定性，但由于带隙较宽，光伏效率很难提高，这严重限制了其应用前景。

利用锡元素取代部分铅元素可以获得带隙更窄的无机钙钛矿。然而，无机窄带隙钙钛矿太阳能电池并没有展现出理想的光伏性能。这是由于锡元素的引入导致钙钛矿薄膜结晶过程难以调控，Sn2+容易氧化成Sn4+导致深能级陷阱以及表面缺陷态严重。这成了构建2端全无机钙钛矿叠层太阳能电池的最大障碍。由于没有相关的报道，关于无机窄带隙钙钛矿太阳能电池的报告也相当有限，需要逐步摸索工艺，这无疑阻碍了研究进程。段程皓说。

在国家自然科学基金等项目的支持下，针对上述科学问题，研究团队尝试了很多种方法，如采用功能单一的配体添加剂调控结晶，利用还原性添加剂将氧化的Sn4+还原成Sn2+或者利用表面钝

化剂钝化缺陷态等，但都没有很好的效果，达不到叠层器件的要求。经过一系列试验，他们逐步意识到，只有发展多功能添加剂，调控结晶成膜，抑制锡离子氧化，并形成后续缺陷钝化，才可能解决窄带隙无机钙钛矿的植被问题。

研究团队从而进入了一个新的无人区，发展了对甲苯磺酰肼的配体演变策略，解决无机窄带隙钙钛矿太阳能电池制备过程中的难点，开启了制备全无机钙钛矿叠层光伏器件的新征程。

据了解，段程皓主要从事半导体功能纳米材料合成、无机钙钛矿太阳能电池以及叠层器件的研究，现为华南理工大学助理研究员。他在华南理工大学获得博士学位（师从严克友），并先后在华南理工大学（合作导师严克友）和香港中文大学（合作导师路新慧）从事博士后研究。

成功构建钙钛矿叠层电池

段程皓表示：利用无机阳离子（如Cs+）取代有机阳离子，制备了全无机钙钛矿，从而提高了钙钛矿太阳能电池的长期光稳定性和热稳定性，这是领域的一个共识。为了实现更高的光伏效率，团队采用叠层太阳能电池的设计，这也是领域一个重要的发展方向。无机铅钙钛矿的固有带隙（1.7-2.3 eV）适合作为叠层太阳能电池的宽带隙顶电池，而利用Pb-Sn混合制备的无机钙钛矿可将带隙缩小到1.25?1.40 eV，适用于叠层太阳能电池的窄带隙底电池。

研究团队采用配体结构演变策略调节无机窄带隙钙钛矿的薄膜形成和消除缺陷，通过结合带隙为1.92 eV的CsPbI2Br顶电池和带隙为1.31 eV的CsPb0.4Sn0.6I3底电池，首次成功构建了效率为22.57%（认证为21.92%）的2端全无机钙钛矿叠层太阳能电池。同时，他们通过界面沉积ALD-SnO2，阻挡离子迁移，从而提高了其光热稳定性，在85°C的光热稳定性老化测试中，光热老化耐久性良好。

该研究首先验证了高效率无机叠层钙钛矿太阳能电池是可以构建的，这将理论上的东西用实验验证了。其次，无机钙钛矿叠层太阳能电池呈现的出色稳定性也证实了在未来有望解决有机-无机杂化钙钛矿叠层太阳能电池光热稳定性差的问题。

这一成果的实现得益于团队采用的对甲苯磺酰肼的配体演变策略。严克友指出，配体结构演变策略实现了一箭三雕的作用，即：低温处理阶段对甲苯磺酰肼作为配体调控钙钛矿薄膜的结晶过程，高温处理时将薄膜中的Sn4+还原成Sn2+减少深能级陷阱态，同时对甲苯磺酰肼的生成产物对甲苯磺酸又可以作为新的配体钝化钙钛矿薄膜的缺陷态。这一策略实现了多重效果，显著提高了电池的效率和稳定性。

严克友表示，全无机钙钛矿叠层电池的成功构建，开创了钙钛矿叠层太阳能电池的新赛道，在提高效率的前提下，这有望解决有机-无机杂化钙钛矿叠层太阳能电池光热稳定性差的问题，这在未来商业化具有显著的应用前景。未来，团队将针对减少无机宽带隙子电池的电压损耗、提高无机窄带隙子电池的稳定性以及减少复合层连接时的电压损耗，降本增效等开展进一步的研究。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-024-08432-7

作者：严克友等 来源：《自然》

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