

科学家基于三维异质结设计实现高性能纯红钙钛矿发光二极管

近日，中国科学技术大学姚宏斌、樊逢佳、林岳、胡伟四个课题组合作，在纯红钙钛矿发光二极管（LED）领域取得重要进展。该团队自主发明了电激发瞬态光谱（EETA）技术，利用这一技术揭示了空穴泄漏是纯红三维钙钛矿LED效率滚降的关键因素，并开发出新型三维钙钛矿异质结发光层降低空穴泄漏，制备出高性能纯红钙钛矿LED。

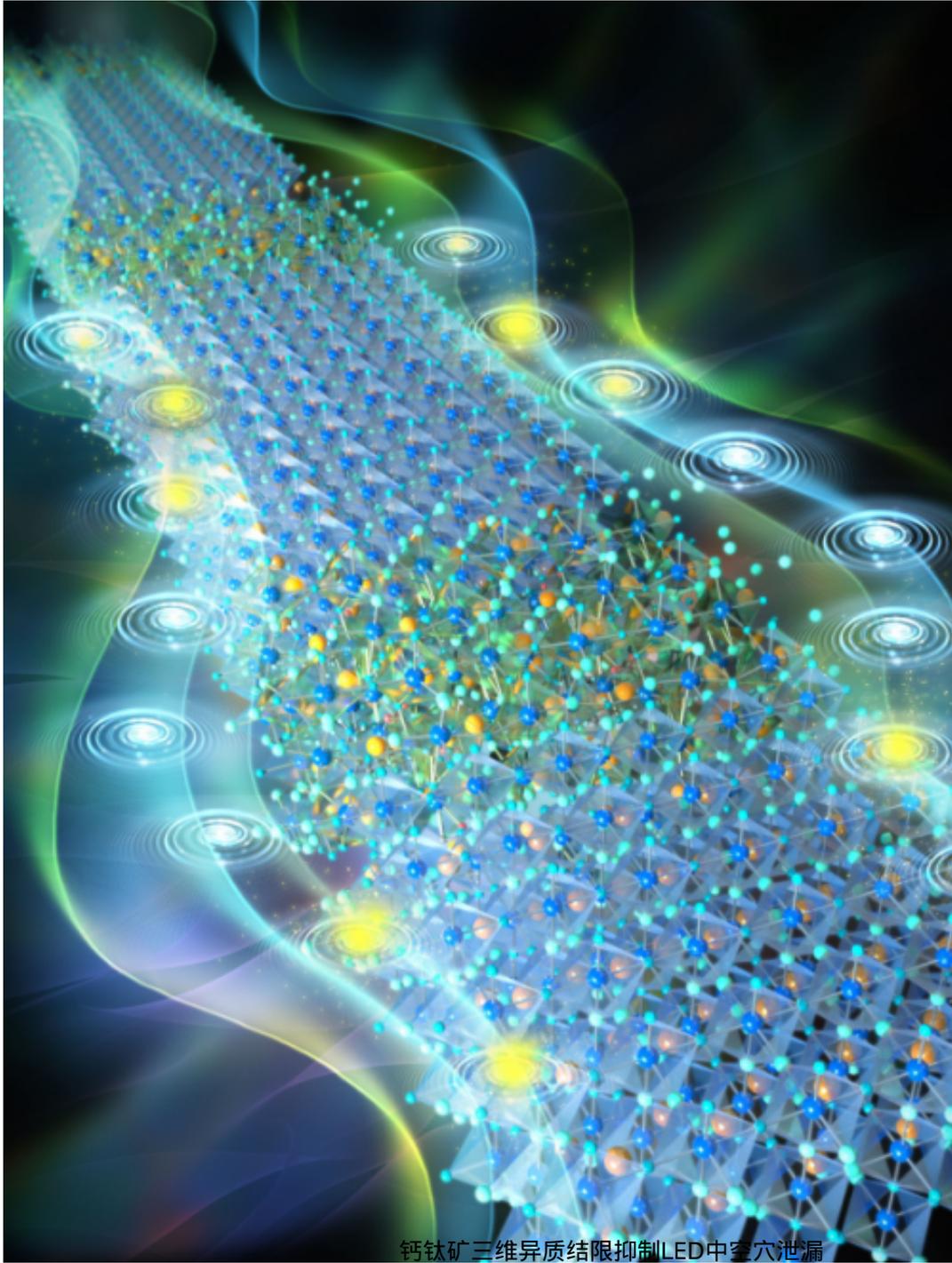
当前，已报道的高性能纯红钙钛矿LED主要使用准二维和小尺寸量子点钙钛矿，而受限于其低载流子迁移率，亮度难以提升。三维混合卤化物钙钛矿如CsPbI₃-xBr_x具有高载流子迁移率，但目前使用CsPbI₃-xBr_x三维钙钛矿LED效率在亮度升高时严重下降。同时，由于缺乏LED原位表征设备，背后机理不明。

该团队利用EETA技术给CsPbI₃-xBr_x基LED“拍片子”，发现空穴泄漏到电子传输层是三维CsPbI₃-xBr_x基LED的性能瓶颈。EETA结果提出，更好地限域空穴、抑制其泄漏是实现高性能CsPbI₃-xBr_x基纯红LED的关键。为提升钙钛矿的载流子限域能力，团队提出了全新的三维钙钛矿异质结设计。这一异质结材料内部存在窄带隙发光体和限域载流子的宽带隙能垒。其中，宽带隙材料是通过在部分CsPbI₃-xBr_x晶格中插入与铅卤骨架作用力强、空间位阻低的有机分子，从而引发部分晶格膨胀而实现。团队通过系统的理论计算与分子设计，开发出通过羧基、氨基和磺酰基等多功能基团与铅卤骨架形成稳定结合的有机分子，并实现宽带隙相的精准引入。通过这一方法，团队得到含有异质结构且三维骨架连续的钙钛矿材料，在实现载流子限域的同时保持高迁移率。同时，所获得的三维钙钛矿异质结构被高分辨透射电镜充分验证。

通过构建三维CsPbI₃-xBr_x异质结发光层，纯红钙钛矿LED器件的空穴泄漏得到有效抑制。相应器件的峰值外量子效率（EQE）达24.2%，最大亮度为24,600 cd m⁻²。同时，器件展现出非常低的效率滚降即亮度为22,670 cd m⁻²时，器件依然具有超过10%的EQE，优于以往报道的结果。

上述成果展现出三维钙钛矿异质结材料设计在发展高效、明亮且稳定钙钛矿LED方面的巨大潜力。

5月7日，相关研究成果以Intragrain 3D perovskite heterostructure for high-performance pure-red perovskite LEDs为题，发表在《自然》（Nature）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会和科学技术部等的支持。



钙钛矿三维异质结抑制LED中空穴泄漏

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/226495.html>