



《先进材料》(Advanced Materials) 等报道曾海波团队量子点发光器件新进展

2018-11-05 来源: 材料科学与工程学院 作者: 董宇辉 审核人: 曾华翔 编辑: 葛玲玲 阅读: 304

新型显示技术主要是指基于光电子材料与器件产生的图像再现技术,是典型的材料、光学、电子交叉领域,正在经历从液晶显示(LCD)逐渐向超大化、便携化、轻薄化、柔性化、节能环保化发展的变革,逐步成为国际上高度重视的战略性新兴产业。

2018年,继《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》将“高清晰度大屏幕显示”列为优先发展主题之后,工信部编制了《新型显示产业超越发展三年行动计划》,旨在引导加快量子点显示、印刷OLED显示、MicroLED显示等前瞻性显示技术研究。其中,量子点显示是基于半导体量子点材料(QD)及其发光二极管器件(QLED)的新型显示技术,具有色域覆盖广、色彩控制精准、色彩纯净度高等优点。

2015年,我校材料学院曾海波教授团队发展了全无机钙钛矿量子点的红绿蓝三基色发光器件新体系,揭示了其超纯色、广色域等电致发光特点,指出了其超高清柔性显示发展潜力,被《自然·纳米技术》(Nature Nanotechnology)的“Focus | Commentary”栏目评论为“first”,随后被大量国际同行评价其“developed”“initiated”“opened”,单篇引用接近800次,成为了国际前沿热点方向。4年来,在大量国际同行的共同努力下,该QLED器件体系取得了快速发展,电致发光效率正在逐步接近OLED和传统的QLED。

近期,我校新型显示材料与器件工信部重点实验室在全无机钙钛矿量子点的红绿蓝三基色发光器件新体系上再次取得重要研究进展,相关成果在线发表在学科顶级期刊《先进材料》(Advanced Materials)、《先进功能材料》(Advanced Functional Materials)、《ACS能源快报》(ACS Energy Letters)上。

在绿色量子点发光器件方面,团队提出了“协同钝化”“杂化钝化”策略,获得了该体系电致发光效率最高记录。首先,针对室温合成的量子点,利用三重配体(TOAB、DDAB、OTAc)的协同作用,提出了“协同钝化”策略,保证了高的辐射发光和电输运特性,制备出电致发光量子效率为11.6%的钙钛矿QLED,该方法操作简单,放大100倍后材料与器件性能均无明显衰减。其次,在量子点钝化过程中引入无机金属硫化盐(ZnBr₂、MnBr₂、InBr₃或GaBr₃等),与有机配体一起调控量子点表面态,提出了“杂化钝化”策略,从而提升了载流子注入与输运性能,使器件外量子效率实现了~40%的提升。其中,以ZnBr₂为例,效率最高达到了16.48%,相应的内量子效率和发光效率分别为74.2%和66.7 cd A⁻¹,为目前该体系绿光QLEDs的最高值,相关成果发表于《先进材料》(Advanced Materials,影响因子21.95)。第一作者分别为材料学院青年教授宋继中、博士生李建海,通讯作者为曾海波教授。

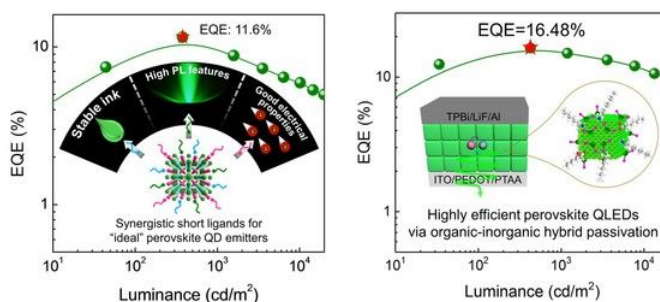


图1 提升量子点绿色发光器件效率的“协同钝化”、“杂化钝化”策略

在蓝色量子点发光器件方面,发展了大幅度提高发光效率的原位钝化方法。针对量子点成核生长初期的缺陷形成问题,在生长中原位引入了氢溴酸,钝化了卤素空位缺陷,从而实现了室温制备光致发光效率接近100%的准二维领域蓝光量子点,XPS、TRPL等关键测试表明该缺陷导致的非辐射复合得到了明显抑制,辐射复合效率得到了显著的提升。基于该量子点的LED器件发光峰位为463nm, EQE效率0.124%,器件EL线宽仅为13 nm,为目前领域内的最优值。此外,该波段有效避免了高能蓝光对人眼的伤害,具有极高的应用价值。相关成果发表于《ACS能源快报》(ACS Energy Letters,影响因子12.277)。第一作者为材料学院博士生吴晔,通讯作者为曾海波教授和青年教授李晓明。该工作被主编选为“Editors' Choice”(编辑之选),并受邀撰写“Perspectives”(领域展望)。

学校要闻

逐梦新征程,再创新辉煌—
闪耀——南京理工大学201
超越——南京理工大学201
芮筱亭院士获江苏省首届
我校5项成果获2018年国家
王泽山院士被授予“为江苏
我校师生热议习近平总书
我校师生集中收看庆祝改

综合新闻

学校组织召开2018年度实
学校召开统战系统学习贯
学校纪委召开十一届二十
学校举办庆祝改革开放四十
校党委陈岩松副书记在全省
学校爱卫会组织元旦卫生
我校文科联盟召开2018年
化工学院举办专题党课

南理工报



南京理工大学

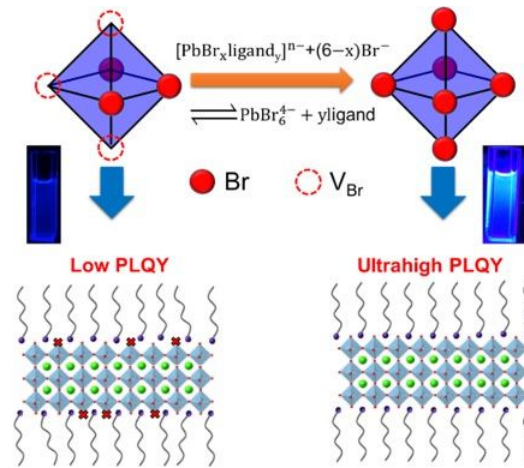


图2 提升量子点蓝色发光器件效率的“原位钝化”策略

在红色量子点发光器件方面, 提出了晶相调控工程, 实现了高效发光的稳定性提升。针对严峻的QLED稳定性问题, 提出在CsPbI₃中加入长链阳离子, 例如2-(1-萘基)乙胺(NEA), 稳定发光相并抑制非发光相, 从而在室温下获得了稳定和高性能的CsPbI₃基红色发光二极管(LEDs)。该红色LED的特征发光在682 nm处, 实现了8.65%的高EQE量子效率, 是迄今为止钙钛矿LED中的最高值。更重要的是, 该器件具有出色的稳定性, 其EQE在储存3个月后可保持90%。相关成果发表于《先进功能材料》(Advanced Functional Materials, 影响因子13.325)。第一作者为材料学院博士生韩博宁, 通讯作者为曾海波教授、徐晓宝教授和宋继中教授。

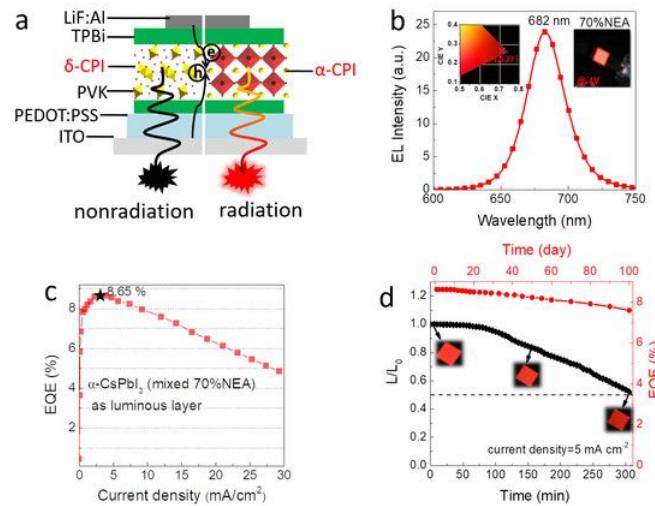


图3 提升红色量子点发光器件稳定性的“晶相调控”策略

相关工作得到了国家重点研发计划、国家杰出青年基金、江苏省杰出青年基金等项目的资助。