

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 科研进展

福建物构所高效紫外发光CsPbCl₃纳米晶研究获新进展

更新日期: 2021-03-12

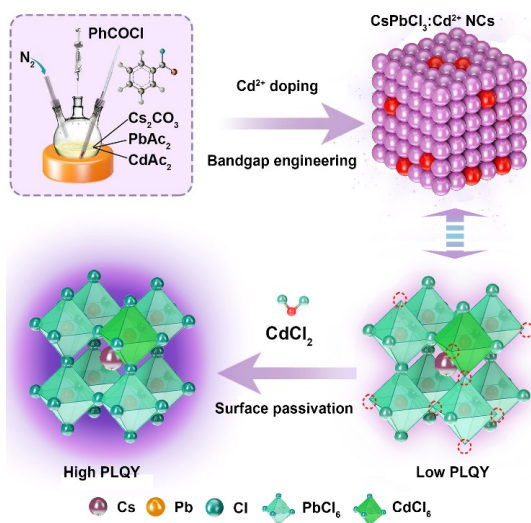


图1、基于能带和表面结构调控实现CsPbCl₃纳米晶高效紫外发光示意图

全无机铅卤钙钛矿纳米晶由于其荧光量子产率高、合成工艺简单、吸收截面大和发射谱带窄等优异性能,在光伏和光电等领域具有广阔的应用前景。经过国内外科学家的不懈努力,全无机铅卤钙钛矿纳米晶的发光调控已有广泛报道,在材料合成、发光机理和应用等方面取得了一系列重要进展。目前,关于这类材料的研究主要局限于可见光区,而具有紫外发光的全无机铅卤钙钛矿纳米晶仍然未见报道。

中科院功能纳米结构设计与组装/福建省纳米材料重点实验室陈学元团队在中科院战略性先导科技专项和科技部国家重点研发专项等项目支持下,近期提出了一个巧妙的策略,即通过分别调控CsPbCl₃纳米晶的能带和表面结构,设计合成了高效紫外发光全无机钙钛矿纳米晶(图1)。

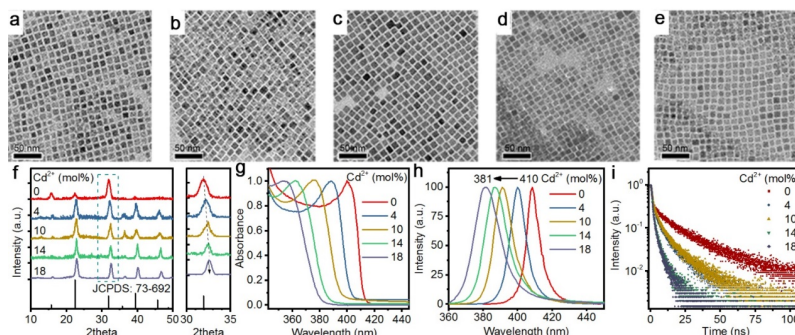


图2、(a) CsPbCl₃纳米晶和(b-e)不同Cd²⁺浓度掺杂CsPbCl₃纳米晶的明场透射电镜照片。CsPbCl₃纳米晶以及不同Cd²⁺浓度掺杂CsPbCl₃纳米晶的(f) X射线衍射谱, (g) 吸收光谱, (h) 发射光谱, 和(i) 荧光衰减曲线。

首先,研究团队通过Cd²⁺掺杂,在不改变CsPbCl₃纳米晶形貌和物相的基础上,对材料的能带进行了调控,将CsPbCl₃纳米晶的带隙从可见波段调控到紫外光区域,发射峰位于381 nm(图2)。其次,通过CdCl₂的表面钝化作用,可以将CsPbCl₃:Cd²⁺纳米晶的荧光量子产率

由0.9%显著提高至60.5% (图3)。同时,材料的光稳定性和热稳定性也得到了明显提升。进一步地,研究团队与结构化学国家重点实验室邓水全团队合作,基于飞秒瞬态吸收光谱分析和第一性原理计算,证实了显著改善的发光性能主要得益于消除了引起无辐射弛豫的表面缺陷(如氯离子空位)。该项工作为开发全无机铅卤钙钛矿纳米发光材料提供了一个新的思路,有助于加快新型紫外光电器件的发展。

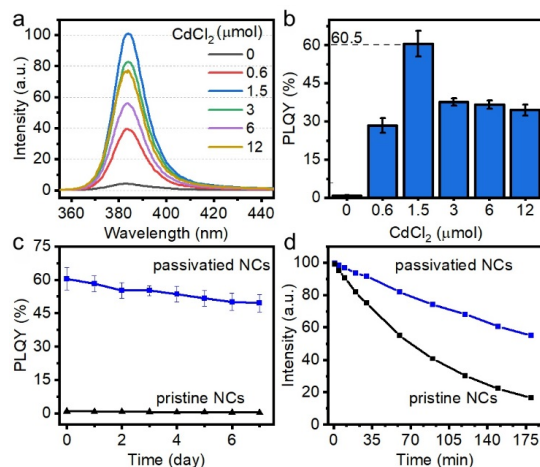


图3、不同CdCl₂浓度处理CsPbCl₃:Cd²⁺纳米晶的 (a) 发射光谱和 (b) 荧光量子产率。 (c) 330-nm 氙灯激发下, 基于CdCl₂表面钝化前后CsPbCl₃:Cd²⁺纳米晶的荧光量子产率随时间变化曲线。 (d) 85 °C加热下, 基于CdCl₂表面钝化前后CsPbCl₃:Cd²⁺纳米晶的紫外发光强度随时间变化曲线。

相关结果以研究论文形式发表于《德国应用化学》杂志 (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, DOI: 10.1002/anie.202017370), 并被选为热点论文, 文章的第一作者是中国科学院大学博士研究生张云钦, 通讯作者是涂大涛研究员, 邓水全研究员和陈学元研究员。

此前, 陈学元团队在全无机钙钛矿量子点的光学性能研究方面取得了一系列重要进展。例如, 首次制备出Mn²⁺掺杂Cs₄PbCl₆零维钙钛矿纳米晶, 并揭示了Mn²⁺在Cs₄PbCl₆零维钙钛矿纳米晶中显著不同于其在CsPbCl₃三维钙钛矿量子点中的发光特点和激发态动力学 (*Adv. Sci.* **2020**, *7*, 2002210); 提出一种基于稀土纳米晶的辐射能量传递上转换敏化新机制, 首次实现CsPbX₃钙钛矿量子点在低功率半导体激光器激发下的全光谱高效上转换发光和超长激子荧光寿命调控 (*Nat. Commun.* **2018**, *9*, 3462); 建立一种基于CsPbX₃钙钛矿量子点的余辉光转换新策略, 实现窄带、宽色域 (>130% NTSC) 的全光谱高效长余辉发光调控 (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, *58*, 6943-6947)。

文章链接: <https://doi.org/10.1002/anie.202017370>

(陈学元课题组供稿)