**重庆邮电大学本科毕业设计（论文）开题报告**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 题 目 | Ce3+掺杂钙钛矿半导体量子点的制备及其发光二极管应用研究 | | |
| 学生姓名 | 陈泓全 | 学 号 | 2018214826 |
| 指导教师 | 陈威威 | 所在单位 | 光电工程学院/重庆国际半导体学院 |
| 一、选题背景（综述本课题研究现状、选题目的及意义） | | | |
| 近年来，全无机钙钛矿量子点以其高光致发光量子产率、窄发射光谱、高光吸收系数、高载流子迁移率、低载流子复合率以及发射光谱在可见光范围内可调等优势而深受关注。目前，虽然钙钛矿材料在光电领域已经取得了极大的成就，但是在器件应用时，有很多问题无法避免，包括器件工作状态下的晶体本征相变以及对湿气、高温和光的稳定性还难以满足器件的使用要求等。而掺杂是一种有效的改善钙钛矿半导体特性的手段，通过引入其他杂质离子来提高钙钛矿结构稳定性，同时还有助于提高量子点光电性能。  目前对于掺杂的研究主要集中在主族金属阳离子的掺杂、过渡金属阳离子掺杂、稀土离子掺杂以及少数的有机阴离子基团的掺杂方面。比如，Shi等人发现使用Rb+离子部分替换FAPbBr3薄膜中的FA+离子可以有效抑制缺陷态密度，从而显著增强薄膜的荧光量子效率，稳定薄膜的晶相[1]。Liu等人使用热注入法制备了K+离子掺杂的CsPbCl3全无机钙钛矿量子点，并将其荧光效率提高到了10.3%[2]。Zhang等人使用SrCl2作为掺杂剂将MAPbI3薄膜的荧光发射强度增加了3倍以上[3]。  铈(Ce)作为稀土元素之一，广泛应用于功能性材料的掺杂，以调节其光学性能。对于全无机钙钛矿CsPbBr3而言，Ce3+离子半径与Pb2+的半径相近，可以预期Ce3+也可以成功掺杂到CsPbBr3量子点中而不引入额外的陷阱态。此外，Ce3+掺杂到CsPbBr3量子点中可以提高CsPbBr3纳米晶导带内的电子密度，从而调节其激子弛豫和复合。这种情况下，增强CsPbBr3量子点的发光效率，有望实现高效电致发光二极管(QLED)。  参考文献：  [1] Shi Y, Xi J, Lei T, et al. Rubidium Doping for Enhanced Performance of Highly Efficient Formamidinium-Based Perovskite Light-Emitting Diodes[J]. ACS applied materials & interfaces, 2018, 10, 9849-9857.  [2] Liu Y, Pan G, Wang R, et al. Considerably Enhanced Exciton Emission of CsPbCl3 Perovskite Quantum Dots by the Introduction of Potassium and Lanthanide Ions [J]. Nanoscale, 2018, 10, 14067-14072.  [3] Zhang H, Wang H, Williams S T, et al. SrCl2 Derived Perovskite Facilitating a High Efficiency of 16% in Hole-Conductor-Free Fully Printable Mesoscopic Perovskite Solar Cells[J]. Advanced materials, 2017, 29. | | | |
| 二、研究目标和内容 | | | |
| 2.1研究目标  将杂质掺杂到半导体量子点中，能赋予该半导体量子点以新型光学、电学或者磁学性能。本课题的研究目标是对全无机钙钛矿CsPbBr3半导体量子点进行Ce3+离子掺杂，研究Ce3+掺杂对该半导体量子点的形貌、晶体结构以及光学性能的影响，获得最佳掺杂浓度，并在此基础上制备出电致发光QLED器件。  2.2主要研究内容   1. 设计一种实验方案，能成功制备出Ce3+离子掺杂CsPbBr3半导体量子点。 2. 研究不同掺杂浓度对CsPbBr3半导体量子点晶体结构以及发光性能的影响。 3. 成功制备出基于Ce3+掺杂CsPbBr3半导体量子点的电致发光QLED器件。 | | | |
| 三、研究方案 | | | |
| 3.1研究方法   1. 首先应深入了解离子掺杂半导体量子点的制备方法和特点，以及QLED器件发光原理和制备工艺流程。   (2) 拟采用传统热注射法制备Ce3+离子掺杂CsPbBr3半导体量子点，并对该量子点进行晶体结构和光学性能进行表征。  (3) 结合旋涂（空穴传输层、发光层）和真空蒸镀（电子传输层、阴极）的方式，制备出电致发光QLED器件。  3.2实施步骤  (1) 学习相关资料，掌握半导体量子点的主要特性以及相关表征方法。  (2) 以十八烯为溶剂，油酸、油胺为配体，Cs2CO3、PbBr2、CeBr3为前驱体，精确调控Pb/Ce比例，制备不同掺杂浓度的钙钛矿量子点。采用X射线衍射仪评估晶体的晶体结构。采用荧光光谱仪、紫外-可见分光光度计、瞬态光谱仪等表征所得半导体量子点的光学性能。  (3) 根据电致发光QLED器件基本发光机理，器件结构设计为阳极（ITO）、空穴注入层（PEDOT:PSS）、空穴传输层（Poly-TPD）、发光层（量子点）、电子传输层（TPBi）、阴极（Al/LiF）。  3.3拟解决的主要问题及措施   1. 解决CsPbBr3半导体量子点中Pb的毒性问题。采用Ce3+离子部分取代Pb2+，可有效减少该半导体量子点的毒性。 2. 解决CsPbBr3半导体量子点中由于晶体缺陷而存在发光效率低下的问题。掺杂可有效补充CsPbBr3中的离子缺陷，赋予其高效的发光性能。 | | | |
| 三、进度计划（按月编制） | | | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | 时间 | 主要工作 | 预期阶段成果 | | 2022年1月 | 查阅文献，了解课题相关内容 | 对研究课题有清晰完整的把握 | | 2022年2月 | 学习相关资料和设备 | 掌握半导体量子点的主要特性以及相关表征方法 | | 2022年3月 | 进行量子点的掺杂制备和表征 | 掌握量子点掺杂制备的基本工艺流程和相关表征方法，以及相关数据分析。 | | 2022年4月 | 进行发光二极管的制备研究 | 成功制备出电致发光的QLED器件 | | 2022年5月 | 在指导教师指导下完成毕业论文撰写 | 完成毕业论文定稿 | | | | |
| 四、指导教师意见 | | | |
| □同意开题  □不同意开题   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 指导教师签字： | |  | | | | |  | 年 |  | 月 |  | 日 | | | | |

备注：此报告应根据下达的毕业设计(论文)任务书，在指导教师的指导下由学生独立撰写，并于任务书下达后两周内完成。