Improved Performance of InGaN/AlGaN Multiple‐Quantum Well Near‐UV Light‐Emitting Diodes with Convex Barriers and Staggered Wells

一.成果完成人及所在单位： 许潮之，光电与通信工程学院 指导教师：蔡丽娥

二.成果简介：

以 InGaN/AlGaN 多量子阱基近紫外发光二极管(NUV LED)为研究对象，将凸量子势垒和交错量子阱外延结构的设计方法相结合，旨在改善 NUV LED 的光电性能。通过模拟并分析其电流-电压曲线、电流-发光功率曲线、EL 光谱、能带结构、电场分布及辐射复合效率等特性参数，得出结论：相比于传统 InGaN/AlGaN 量子阱结构, 新型交错多量子阱结构具有更高的发光强度和输出光功率。主要改善机制为：凸量子势垒可以减小量子势垒与量子阱界面处的极化电场，改善电子与空穴波函数的空间分离，提高载流子注入效率，改善载流子在多量子阱有源区分布的均匀性；交错量子阱可以提供更强的载流子约束效应，进一步增加电子和空穴波函数的重叠，从而提高载流子辐射重组效率。这项研究对 InGaN/GaN 近紫外 LED 结构优化和性能提升提供参考。

三. 主要研究内容及创新点：

针对 InGaN/AlGaN 近紫外 LED 外延结构（见图 1）为研究对象，建立了 3 种外延结构模型分别为样品 A（传统多量子阱结构），样品 B（具有凸量子势垒的多量子阱结构）和样品 C（具有凸量子势垒和不对称倒凸量子阱的多量子阱结构），采用数值模拟的方法计算并输出三种结构的光电性能曲线（见图 2）。得出结论：具有凸量子势垒和交错量子阱外延结构的光电性能得到明显改善。根据能带结构的变化和载流子分布的均匀性，得知凸状量子垒可以有效降低多量子阱有源区中的极化电场，缓解量子限制斯塔克效应；交错量子结构可以增强对载流子的限制能力，增加电子空穴分布波函数的重叠几率，从而提高载流子的辐射复合效率。研究结果指出，将凸量子势垒和交错量子阱外延结构引入到传统近紫外 LED 外延结构中，可以显著提升其光电性能。

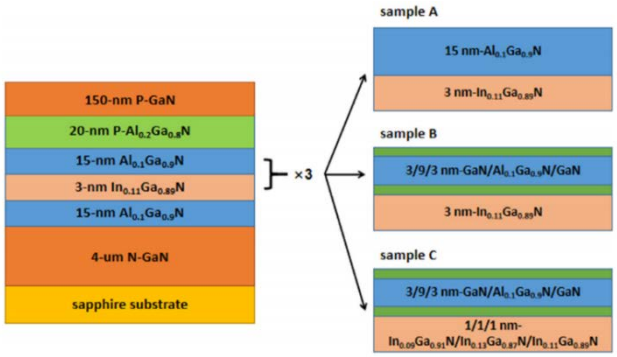


图 1 三种样品的外延延片示意图

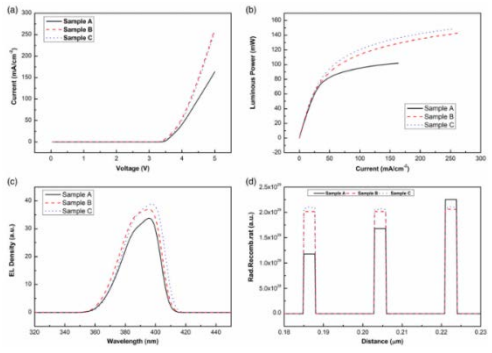


图 2 三种样品的性能分布

四. 主要研究成果及应用情况

在 PHYSICA STATUS SOLIDI A-APPLICATIONS AND MATERIALS SCIENCE 期刊发表论文 1 篇。

L.-E. Cai, **C.-Z. Xu**, H.-X. Lin, J.-J. Zheng, Z.-J. Cheng, F.-B. Xiong, P.-P. Ren, Z.-C. Chen, Improved Performance of InGaN/AlGaN Multiple-Quantum-Well Near-UV Light-Emitting Diodes with Convex Barriers and Staggered Wells, Physica Status Solidi (a). (2022) 2200316.

联系人：许潮之， 电 话：18537970714 Email: XCZ17854335733@163.com