



论文名称：光散射多孔结构微发泡制造及量子点LED应用

论文作者：华南理工大学/余树东

指导教师：汤勇《研究领域：表面功能结构制造、微电子散热、LED封装等。》

量子点 (Quantum dot, QD) 具有发光光谱窄且可调等优点，有望成为发光二极管 (Light-emitting diode, LED) 下一代的荧光转化材料，并在显示，照明和可见光通信等领域展示出广阔的应用前景。然而由于QD存在弱吸收以及内全反射等问题，导致QD-LED器件效率低下，这极大地阻碍了QD-LED器件的商业化应用。在白金龟鳞片多孔结构的启发下，本论文以微发泡制造为核心，从QD膜到器件结构，对QD-LED进行整体设计与优化，提升QD-LED的效率和光色性能。具体研究内容如下：

(1) 提出超临界CO₂微发泡工艺制造多孔结构，研究压力和温度等参数对多孔结构的影响及内在作用机理；采用优化的发泡参数，发泡制造出微米级与纳米级多孔结构，揭示多孔结构与其散射性能间的关系；探究微米级和纳米级多孔结构对QD膜的光致发光 (Photoluminescence, PL) 特性的影响，揭示多孔结构提升PL强度的作用机制。(2) 提出基于溶剂-非溶剂-聚合物体系的相分离微发泡工艺，以及开放多孔网络的二次封装方法，制造强散射多孔结构

膜；研究不同分子质量聚合物对多孔结构的影响，揭示封装工艺对多孔膜散射特性的作用；利用低温研磨法制造散射粒子，分析多孔薄膜和粒子掺杂膜的散射机理以及光学自由程作用机制；揭示相分离多孔结构提升QD膜PL强度的内在机理。(3) 利用Mie散射理论分析单颗球形气泡的散射特性，阐明光学参数和尺寸参数在散射中的内在作用机制；利用粒子云模型分析多孔结构的散射系数与气泡尺寸密度和填充率之间的联系；建立光线追迹模型实现对多孔膜的精确仿真，在追迹模型中引入荧光模型，揭示多孔结构提升QD膜PL强度的内在机理。(4) 研究QD光谱半峰宽和峰值波长对显示面板色域和效率的影响，得到相关优化参数；研究多QD器件在不同相关色温和显色指数等参数约束下，器件所能获得的最大发光效能；针对QD-LED器件存在的多种荧光材料的情况，探究不同分层结构对LED器件光学性能的影响；针对QD-LED器件取光效率低的问题，利用微发泡纳米多孔膜作为漫反射层，提升器件效率并揭示多孔膜的取光机制。

