

专题：稀土和过渡族元素的发光

稀土掺杂的高效率硅基纳米复合薄膜电致发光器件

孙甲明* 刘俊庆 李娜 靳春燕 熊细欢

南开大学材料科学与工程学院，天津市海河教育园区同砚路 38 号，邮编：300350

随着大规模集成电路技术的不断发展，场效应管的特征尺寸将很快降到 10 纳米以下，逼近经典电路理论所适用的尺度下限。大规模集成电路中电信号串扰和延迟已经严重制约着集成电路的频率和带宽的进一步提升。一种解决方案是以光路替代电路传输和处理信息，发展硅光子学，在硅芯片上集成光互联子回路。然而半导体硅为间接带隙半导体材料，发光效率很低，传统的纳米硅、锗硅等硅基发光材料在电致发光器件上难以获得突破，使得硅基光源的研制遇到了很大的挑战。因此研制与传统集成电路工艺相兼容的硅基电致发光器件是硅光电子学领域非常重要但又长期未获得突破的难题。

本文在国内外首次将原子层沉积技术应用于硅基电致发光器件的研制，利用原子层沉积技术先后研制了稀土离子掺杂的复合硅氧化物发光薄膜，稀土离子掺杂的稀土氧化物和稀土硅酸盐薄膜，以及稀土离子掺杂氧化铝纳米复合薄膜电致发光器件。利用原子层沉积技术制备单原子层分层掺杂和近邻原子层掺杂的纳米分层掺杂发光薄膜，实现了对稀土掺杂离子间距离和近邻掺杂原子晶体场环境的精确调控。制备出新的稀土掺杂复合纳米发光薄膜结构，在硅基电致发光器件研制方面取得了突破性进展。先后研制出稀土掺杂氧化硅薄膜电致发光器件，外量子效率大于 16%；稀土铟掺杂的硅酸钆薄膜；发光外量子效率达到 8%；近期研制出硅基稀土 Er 离子掺杂的氧化铝薄膜 MOS 结构电致发光器件，其电致发光外量子效率高达 30%，达到同波段 III-V 族 LED 的水平。预计不久的将来稀土掺杂的硅基发光材料将会在硅基电泵浦激光器研制方面发挥重要作用。

关键词：硅基发光器件；稀土发光；电致发光。

* 基金支持：研究工作得到国家自然科学基金的支持批准号 61275056; 61674085

作者简介：孙甲明，男，博士，主要从事硅基电致发光材料与器件的研究方向。

*通讯联系人：孙甲明，职称：教授，电子邮箱：jmsun@nankai.edu.cn