

ZnO微米管的PL光谱测试研究

【本文作者：分析仪器事业部（AID）应用研发部石广立工程师】

ZnO 是一种两性白色氧化物 (俗称锌白)，纤锌矿结构 ZnO 最稳定，因此最为常见。如图 1 所示，纤锌矿结构的 ZnO 有中心对称性但没有轴对称性，在晶体表面因断面而出现悬空键。ZnO 晶体表面断面的特性对晶体的整体性质影响微随其尺寸的减小不断增加，甚至完全改变晶体本身原来的属性。因此通过控制氧化锌的结构，如尺寸、形貌或表面晶面取向、表面成分、表面电荷等，可以大幅度地调节或改变氧化锌的性质特性，从而获得应用所需要的发光、荧光增强、铁磁性、催化性能等，其中微米尺寸的 ZnO 因其在发光、光催化、传感器等领域表现出来的独特性质而备受关注。

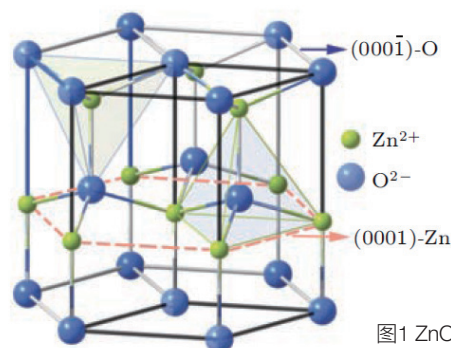


图1 ZnO纤锌矿结构

作为第三代半导体材料的典型代表，GaN 蓝光材料一直是近年来研究的热点。ZnO 和 GaN 同为稳定的六角纤锌矿结构，室温下的禁带宽度为 3.37eV，激子束缚能高达 60meV，即使在室温甚至高于室温下也能实现高效的激子发射。因而，ZnO 成为制备紫外发光器件 (LEDs)、紫外激光器 (LDs) 等短波长光发射器件的主要候选材料。图 2 和图 3 为不同条件下制备的 ZnO 微米管的 PL 光谱，测试仪器采用北京卓立汉光自主研发生产的 Flex One “微光” 系列显微光致发光光谱仪，激发光源选用 325nm HeCd 激光器。

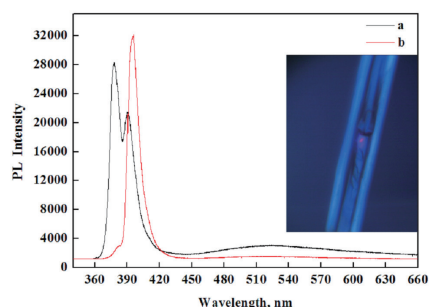


图2 ZnO微米管不同位置PL的光谱，插图为ZnO微米管断裂处的显微成像

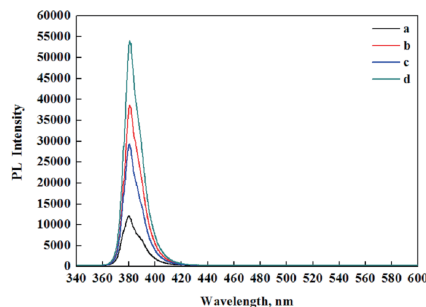


图3 不同尺寸ZnO微米管的PL谱

图 2 中 (a) 为 ZnO 微米管中部的 PL 光谱，(b) 为微米管断口处的 PL 光谱；图 3 为不同尺寸微米管的 PL 光谱 ($a < b < c < d$)。ZnO 在紫外区具有优异的发光性能，近带边紫外发光特性的研究一直是人们关注的热点。对于 ZnO 丰富的近带边发光，人们尚缺乏统一的认识。在 380nm 左右的紫外发射峰对应于 ZnO 的带边跃迁的自由激子复合；392nm 左右的发射峰属于带间辐射跃迁的结果；

450~650nm 的可见光区域也有一强度很弱且宽的发射峰，该发射峰对应于 ZnO 的表面氧缺陷，PL 峰强度越强，代表氧缺陷浓度越高^[1,2]。

PL 光谱是一种非破坏性的、高灵敏度的分析方法，是半导体材料研发和生产过程中的一种常规测试手段，可以检测半导体的本征发光，检测半导体材料由于掺杂、生产工艺等条件引起的缺陷发光，探讨半导体形貌和尺寸对其发光特性的影响，为半导体在光子晶体、催化、传感和染料敏化太阳能电池等领域的应用提供理论指导。



参考文献：

- [1] 方国家，王明军，刘逆霜，等. ZnO纳米线阵列的定向生长、光致发光及场发射性能[J]. 发光学报，2008，29(3): 421-424
- [2] 王卿璞，张德恒，薛忠营. 射频磁控溅射ZnO薄膜的光致发光[J]. 半导体学报，2003，24(2): 157-160