

回 新闻动态

当前位置: 首页 > 新闻动态 > 科研动态

中国科学院物理研究所 E04组供稿 第23期 2011年08月23日
北京凝聚态物理国家实验室

镁锌氧日盲紫外探测材料及器件研发获得新进展

作为第三代宽禁带半导体, ZnO是制作短波长发光管和光电探测器的重要候选材料。通过元素掺杂ZnO的禁带宽度可在很宽波段范围内进行调控, 例如通过调整 $Mg_xZn_{1-x}O$ 中的Mg组分, 其带隙可在 $3.37\sim 7.8\text{eV}$ ($380\sim 160\text{nm}$) 范围内调控, 从而可覆盖 $280\sim 220\text{nm}$ 的日盲波段, 成为继AlGaIn后的又一重要日盲紫外探测材料。作为核心元器件的日盲紫外探测器在多个领域具有重要应用价值, 是目前光电子高技术领域的一个研发重点。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)杜小龙研究组(E04)持续开展了MgZnO单晶薄膜界面工程、能带工程及器件应用等一系列研究工作, 获得了一些重要进展。自2008年起梅增霞副研究员和博士生刘章龙、梁会力等系统研究了MgZnO合金薄膜的MBE生长动力学过程, 发现了低温富氧生长条件在抑制相分离现象中的重要作用, 发展了具有自主知识产权的“准同质外延”和“活性气体环境中金属源束流的原位精确控制”技术, 结合独创的界面控制与能带调控工艺, 研制出Mg组分为55%、带隙为 4.55eV (272nm)的单一纤锌矿相MgZnO单晶薄膜, 为目前国际报道的最高值, 其带隙成功进入日盲波段【Adv. Mater., 21, 4625 (2009)】; 在材料性能获得重大突破的基础上, 梅增霞副研究员、侯尧楠博士生等利用微纳加工技术研制出光响应截止波长为 270nm 、光响应度为 0.02A/W 、光响应时间小于 500ns 的高性能纤锌矿相MgZnO日盲紫外探测原型器件, 该工作已发表在今年3月10日的《应用物理快报》上【Appl. Phys. Lett., 98, 103506 (2011)】。

在MgZnO/Sapphire外延体系获得进展的基础上, 该课题组进一步开展了Si基MgZnO材料与器件的研究工作。 $n\text{-MgZnO/p-Si}$ 异质结器件是目前避开p型ZnO基材料制备难题的一个有效途径, 在高质量、大尺寸和廉价的硅晶片上研制ZnO基短波长光电子器件具有诱人的应用前景。然而Si基高Mg组分MgZnO单晶材料的制备具有很大的挑战性, 这是因为Si表面具有很强的活性, 极易形成无定形的氧化物与硅化物, 阻碍MgZnO的外延生长; 更为重要的是, 高Mg组分MgZnO的形核对模板的要求极为苛刻, 该小组原先提出的Si基ZnO外延生长的低温界面工程技术【Appl. Phys. Lett., 90, 151912 (2007)】无法适用于这一体系。针对上述难点问题, 该研究团队采取了先沉积金属Be、再进行原位氧化的界面控制技术, 在高温下实现了Si清洁表面的保护, 并为高质量合金薄膜提供了良好的生长模板, 最终在Si(111)上首次获得了带隙为 4.43eV (280nm)的高质量MgZnO日盲紫外探测材料, 并进一步研制出硅基MgZnO pn异质结型日盲紫外探测器, 其截止波长为 280nm , 最高光响应度达到 0.04A/W 。相关工作已发表在今年5月31日的《应用物理快报》上【Appl. Phys. Lett., 98, 221902 (2011)】。在实现了硅基MgZnO材料性能的器件验证基础上, 课题组进一步开展了深紫外探测器的结构设计与性能研究工作, 并根据异质结能带结构分析了p-n异质结型探测器的工作原理, 探讨了结型器件中内建电场和界面态对探测器光响应性能的影响, 该成果已刊登在6月27日的《应用物理快报》上【Appl. Phys. Lett., 98, 263501 (2011)】。三年来, 课题组在MgZnO单晶薄膜的控制生长、器件结构设计和器件工艺等关键环节上已申请7项国家发明专利(专利申请号: 201110119774.2, 201110156368.3, 201110010442.0, 201010191983.3, 201010219623.X, 200810224529.6, ZL200810104269.9), 形成了较为完整的核心技术体系。

上述工作得到了科技部、国家自然科学基金委和中国科学院的项目资助。其中界面研究工作是和先进材料与结构分析实验室的谷林研究员、禹日成研究员、张庆华博士生合作完成, 器件研制工作是与微加工实验室的顾长志研究组合作完成。

- 所内新闻
- 科研动态
- 综合新闻
- 项目通知
- 通知公告
- 图片新闻

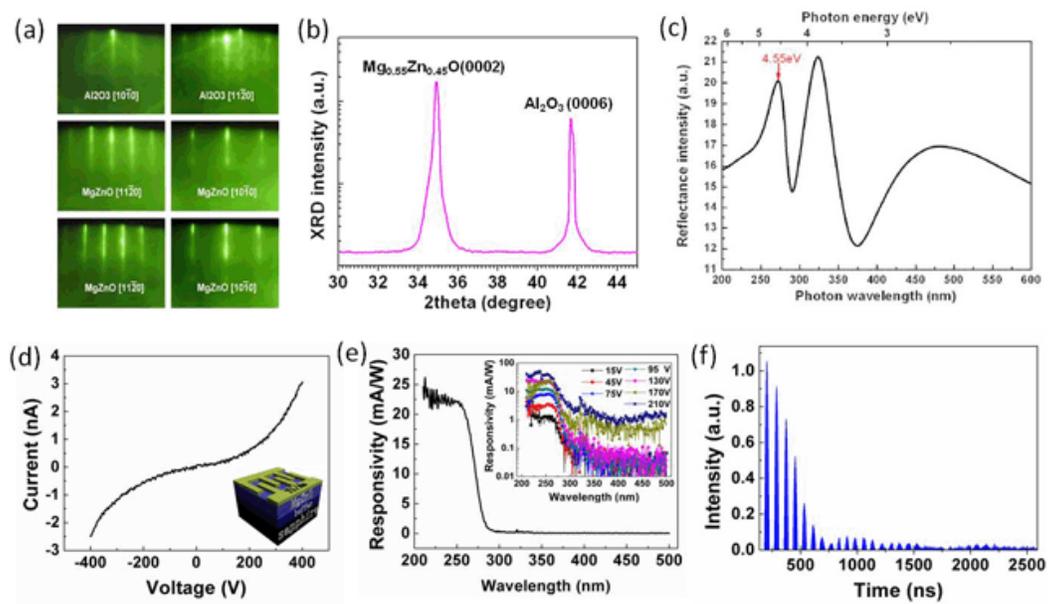


图1. 蓝宝石基MgZnO日盲探测材料制备及器件研制: (a) 准同质外延法制备W-Mg_{0.55}Zn_{0.45}O单晶薄膜的RHEED监测结果; (b) W-Mg_{0.55}Zn_{0.45}O单晶薄膜的XRD $\theta-2\theta$ 扫描结果; (c) 利用反射谱测定W-Mg_{0.55}Zn_{0.45}O单晶薄膜的带隙结果; (d) MSM结构W-Mg_{0.55}Zn_{0.45}O日盲紫外探测器原型器件的I-V测试结果; (e) W-Mg_{0.55}Zn_{0.45}O日盲紫外探测器原型器件的光响应谱测试结果(插图为不同偏压下的光响应谱); (f) W-Mg_{0.55}Zn_{0.45}O日盲紫外探测器原型器件的光响应速度测试结果。

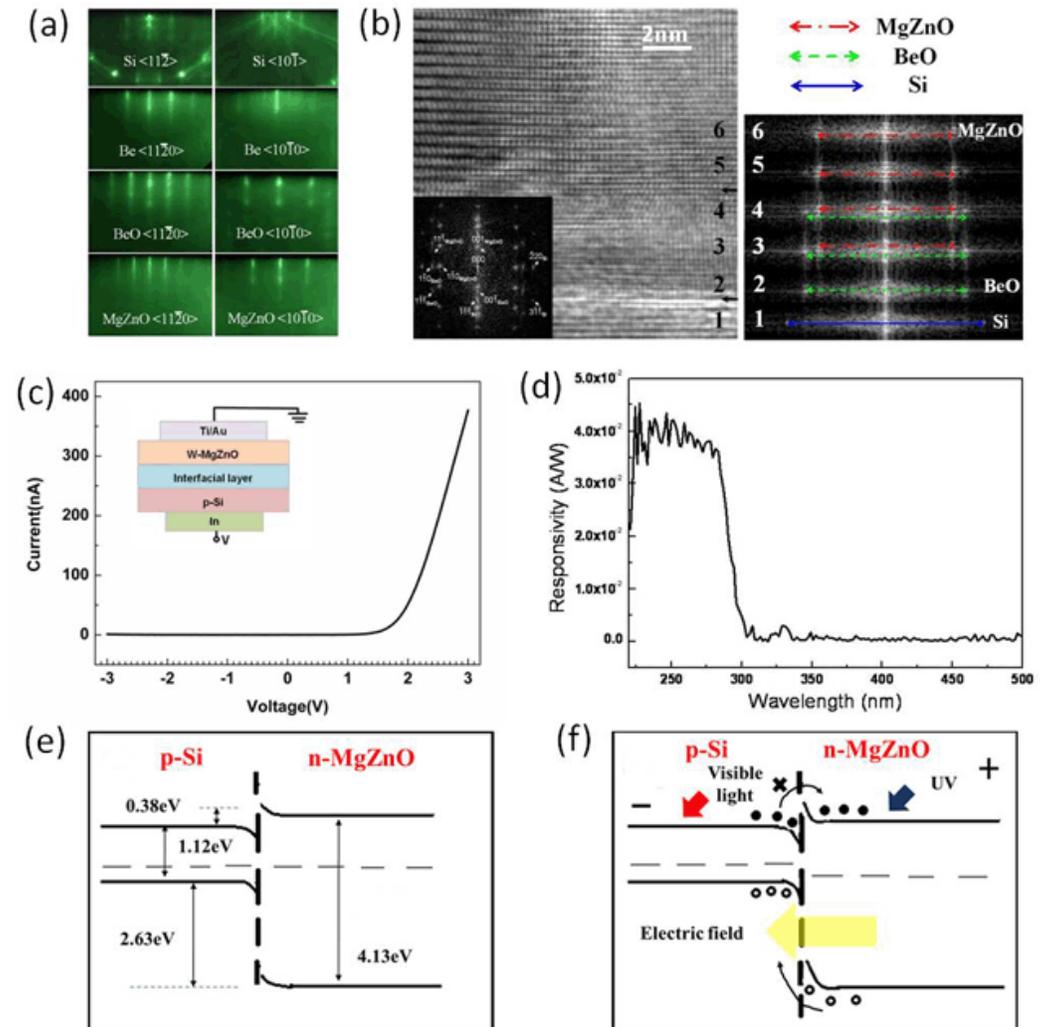


图2. 硅基MgZnO日盲探测材料制备及器件研制: (a) Si(111)清洁表面的保护及W-MgZnO单晶薄膜的外延生长RHEED监测结果; (b) MgZnO/BeO/Si界面的HRTEM研究结果; (c) n-MgZnO/p-Si异质结型日盲紫外探测器原型器件的I-V测试结果; (d) n-MgZnO/p-Si异质结型日盲紫外探测器原型器件的光响应谱测试结果; (e) 热平衡状态下n-MgZnO/p-Si异质结的能带结构; (f) -3V偏压下n-MgZnO/p-Si异质结的能带结构。

