

射频磁控溅射制备 ZnO 纳米薄膜的研究

李 静¹, 吴孙桃¹, 钟 灿^{1,2}

(1. 厦门大学萨本栋微机电研究中心, 福建, 厦门 361005;

2. 厦门大学物理系, 福建, 厦门 361005)

E-mail: lijing @xmu.edu.cn

摘要: 采用磁控溅射的方法来制备 ZnO 纳米薄膜。薄膜的晶体特性以及表面结构主要通过 X 射线衍射、扫描电子显微镜及原子力显微镜来进行表征。

关键词: ZnO 薄膜; 射频磁控溅射; X 射线衍射

中图分类号: TN304.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-4776(2003) 07/08-0550-02

The growth of ZnO nano-film by RF magnetic sputtering

LI Jing¹, WU Sun-tao¹, ZHONG Can^{1,2}

(1. Pen-Tung Sah MEMS Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. Department of Physics, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: ZnO nano films were prepared using RF magnetic sputtering technology in different conditions. The properties of film crystal and surface morphology were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy, and atomic force microscopy.

Key words: ZnO film; RF magnetic sputtering; X-Ray Diffraction

1 引言

ZnO 由于其显著的压电、光电及光学性能已成为一种实用性较强的功能材料。目前, ZnO 材料已被广泛应用于压电传感器、声表面波滤波器以及光电器件等, 有关 ZnO 薄膜的制备方法已有过许多报道, 常用技术有气液固过程 (VLS)^[1]、脉冲激光沉积 (PLD)^[2]、金属有机物化学汽相沉积 (MOCVD)^[3]、分子束蒸发 (MBE) 以及磁控溅射^[4]。其中磁控溅射技术由于其操作的简单, 反应条件易控制等方面的优势, 是一种常用的 ZnO 薄膜制备技术。

本研究工作就是采用磁控溅射的方法在硅基底上制备 ZnO 纳米薄膜。薄膜的晶体特性及表面结构主要通过 X 射线衍射 (XRD)、扫描电子显微镜 (SEM) 及原子力显微镜 (AFM) 来进行表征。

2 实验条件

制备 ZnO 薄膜的 RF 磁控溅射系统见图 1。纯 ZnO

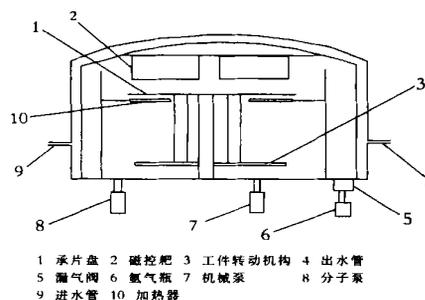


图 1 RF 磁控溅射系统图

(99.99%) 材料被制成靶材, 安装于 RF 磁控溅射系统反应室内, 用来溅射 ZnO 薄膜。通过氧化扩散系统在 p-Si (100) 上制备缓冲层 SiO₂ (厚度约为 300 ~ 500nm), 此样品作为溅射 ZnO 薄膜的基片。靶与基片之间的距离为 50mm, 溅射前反应室抽真空至小于 2.3 × 10⁻⁵ Pa。反应气体为纯氧 (99.99%), 氩气 (99.99%) 被用作载气, 气压控制在 1 Pa, 功率为

收稿日期: 2003-05-15

基金项目: 国家自然科学基金重大研究计划 (90206039); 国家重点基础研究发展规划 (001CB610505)

微纳电子技术 2003 年第 7/8 期

550

Micronanoelectronic Technology/July ~ August 2003

75W。基片被加热并控制温度在 200 。反应过程中通过改变氩氧比,制备出不同性能的 ZnO 薄膜,来研究反应条件对薄膜结构的影响。

3 结果与讨论

3.1 XRD 结果分析

图 2 是氩氧比 (Ar:O₂) 分别在 0, 25 %, 50 % 和 80 % 时在 SiO₂/Si (100) 基底上生长的 ZnO 薄膜的 X-射线衍射谱。从 XRD 的测试结果来看,在各种不同比例的气氛中,在 34.2 附近均出现一个强峰,该峰是 ZnO(002) 晶面的衍射结果,这表明所制备的薄膜有较好的 C 轴取向。除 (002) 峰外,在 69 附近可看到 Si (100) 晶面的峰,其相对应于 ZnO (002) 峰的强度有所变化,这体现了所制备的 ZnO 薄膜的晶面质量。当氩氧比 (Ar:O₂) 在 50 % 时,薄膜具有较好的 C 轴取向。

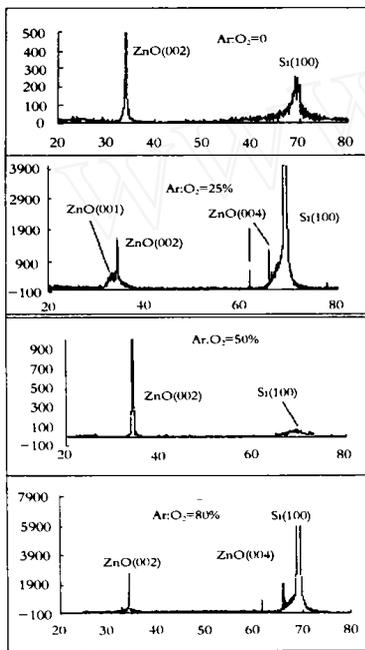


图 2 不同氩氧比 (Ar:O₂) 在 SiO₂/Si (100) 基底上生长的 ZnO 薄膜 XRD 谱

3.2 SEM 结果分析

图 3 为氩氧比 (Ar:O₂) 分别在 50 % 时制备的 ZnO 薄膜表面的扫描电子显微谱图。可发现所制备的 ZnO 薄膜总体来说是较均匀致密的,且表面的颗粒度较小,处于纳米级别。从图 3 中可看到,在 50 % 氩氧比 (Ar:O₂) 气氛下制备的 ZnO 薄膜较为致密,且颗粒较均匀。通过 SEM 测试软件测出颗粒度约为 8~15nm,是属于纳米级别的。这主要是由于氩气、氧气的配比较为适宜,使得有能量适中的氩粒子轰击 ZnO 靶材,产生颗粒度较小的 ZnO 颗粒,在与氧气的作用下均匀地沉积在 SiO₂/Si (100) 基

底表面。

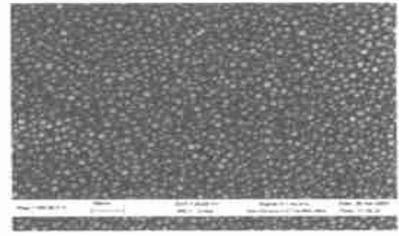


图 3 氩氧比 (Ar:O₂) 在 50 % 时制备的 ZnO 薄膜表面的 SEM 谱图

3.3 AFM 结果分析

图 4 给出了氩氧比 (Ar:O₂) 在 80 % 时制备的 ZnO 薄膜表面的原子力显微镜谱图。由图可看出,表面是非常平整的。

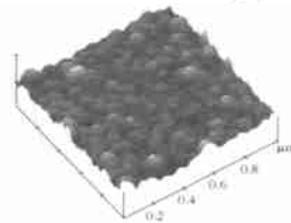


图 4 氩氧比 (Ar:O₂) 在 80 % 时制备的 ZnO 薄膜表面 AFM 图

4 结论

本文使用 RF 磁控溅射技术,在不同氩氧 (Ar:O₂) 比气氛下,在 SiO₂/Si (100) 基底上制备了 ZnO 薄膜。通过 XRD,SEM 及 AFM 技术对所制备的 ZnO 薄膜结构的测试,说明了通过此方法制备的 ZnO 薄膜是纳米级的,薄膜具有较好的 C 轴取向,且薄膜的平整度较好。

参考文献:

- [1] LI S Y, LEE C Y, TSENG T Y. Copper-catalyzed ZnO nanowires on silicon (100) grown by vapor-liquid-solid process [J]. Journal of Crystal Growth, 2003, 247: 357-362.
- [2] BAE S H, LEE S Y, JIN B J, et al. Growth and characterization of ZnO thin films grown by pulsed laser deposition [J]. Applied Surface Science, 2001, 169-170: 525-528.
- [3] Fu Z X, LIN B X, ZU J. Photoluminescence and structure of ZnO films deposited on Si substrates by metal-organic chemical vapor deposition [J]. Thin Solid Films, 2002, 402: 302-306;
- [4] YOSHINO Y, MAKINO T, KATA YAMA Y, et al. Optimization of zinc oxide thin film for surface acoustic wave filters by radio frequency sputtering [J]. Vacuum, 2000, 59: 538-545.

作者简介:

李静女,厦门大学萨本栋微机电研究中心助教,硕士,现主要从事微纳米材料、MEMS、半导体材料与器件的研究;

吴孙桃男,厦门大学萨本栋微机电研究中心教授,现主要从事从事传感器、MEMS 器件以及半导体材料与器件的研究。