

文章编号: 1672-8785(2010)03-0021-03

ZnO 薄膜的制备及其热辐射性能研究

张 杨¹ 陈 宏² 赵淑金¹ 王 涛¹

(1. 佳木斯大学材料科学与工程学院, 黑龙江 佳木斯 154007;

2. 江苏大集团有限公司, 江苏 南京 211112)

摘 要: 采用溶胶-凝胶法在玻璃基底上制备了不同厚度的氧化锌薄膜。研究了不同的溶胶配比、浓度对热辐射性能的影响。结果表明, 当溶胶配比为 1:1、浓度为 0.8% 时, ZnO 薄膜的热辐射性能最好, 吸波能力最强。用 X 射线衍射仪 (XRD) 和扫描电子显微镜 (SEM) 对薄膜的组织结构和形貌进行了表征。结果表明, 该 ZnO 薄膜呈 (002) 面择优取向的六方纤锌矿晶体结构, 具有较好的结晶性能。

关键词: ZnO 薄膜; 热辐射; 溶胶-凝胶

中图分类号: O484 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2010.03.005

Preparation and Thermal Radiation Properties of ZnO Thin Films

ZHANG Yang¹, CHEN Hong², ZHAO Shu-jin¹, WANG Tao¹

(1. Department of Materials Science and Engineering, Jiamusi University, Jiamusi 154007, China;

2. Jiangsu MounTop Group Co., Ltd., Nanjing 211112, China)

Abstract: ZnO thin films with different thickness were prepared on glass substrates by using a sol-gel method. The effect of different sol ratio and concentration on the thermal radiation properties of the ZnO thin films was analyzed. The ZnO thin film had the best thermal radiation property and best absorption ability when its sol ratio was 1:1 and its concentration is 0.8%. The structure and morphology of the ZnO thin film were characterized by using both X-ray diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope (SEM) technologies. The results showed that the prepared ZnO thin film exhibited its hexagonal wurtzite structure with preferred orientation at (002) and had good crystallization behavior.

Key words: ZnO thin film; sol-gel; thermal radiation

1 引言

ZnO 是一种新型 II-VI 族直接宽带隙半导体材料, 其室温下的禁带宽度为 3.37eV, 常温下的稳定相呈六方纤锌矿结构^[1]。ZnO 薄膜在高温条件下不容易与氢气发生互扩散, 在活性氢和氢等离子体环境中化学稳定性高。根据此特性, 它可以用来制备太阳能电池^[2,3]。此外, ZnO 材料在紫外激光器、紫外探测器^[4]等领域都有应

用。

ZnO 薄膜材料的制备技术很多, 主要有溅射法^[5]、溶胶-凝胶 (sol-gel) 法^[6-9]、气相沉积法^[10,11]和喷雾热解法等。溶胶-凝胶法是一种良好的化学方法, 具有制备方法简单、合成温度低、不需要真空、易进行大面积薄膜制备等优点, 正受到薄膜研究人员的广泛注意。

目前, 拓宽 ZnO 在不同波段光电器件中的

收稿日期: 2009-11-16

基金项目: 黑龙江省自然科学基金 (E2007-27)、(E200913); 佳木斯大学项目 (L2009-100)

作者简介: 张杨 (1982-), 男, 辽宁沈阳人, 硕士, 研究方向为功能薄膜的制备及性能。E-mail: jms2007@163.com

应用是人们研究的一个热点^[12],但人们的主要研究领域仍在紫外波段,对近红外波段的研究则较少。本文采用溶胶-凝胶法制备 ZnO 薄膜,通过调整配比、浓度等工艺参数来研究薄膜在近红外波段的热辐射性能,并对薄膜的组织结构、表面形貌进行表征,希望其结果对以后的应用起到一定的指导作用。

2 实验方法

将一定比例的二水合乙酸锌和二乙醇胺溶于适量的异丙醇中,在 70 ℃ 水浴中搅拌 2h,即可得到澄清均匀的溶液。等溶液陈化 24h 后,采用浸渍提拉法在玻璃衬底上制备薄膜,在干燥箱内干燥 30min,然后在马弗炉中对其进行热处理。通过调整二水合乙酸锌与二乙醇胺物质的量配比及溶胶浓度,制备出不同的薄膜,然后用黑体实验设备测试薄膜的热辐射性能,用日本岛津公司生产的 D/Max-rB 型 X 射线衍射仪对薄膜进行衍射分析,再用日本 EOL 公司生产的 JSM-5610LV 型扫描电子显微镜对薄膜的形貌进行表征。

3 结果与讨论

3.1 黑体热辐射性能表征

本实验测试的热辐射能量是透过纳米材料涂层的能量。根据黑体辐射出射度的特点之一:全辐射出射度与曲线下的面积成正比,本实验测试的热辐射能量也与曲线下的面积成正比。因此涂层能量曲线下的面积越小,其热辐射性能就越好,吸波能力也就越强。

本组实验的薄膜是在溶胶浓度为 0.8%,预烧温度为 300 ℃,退火温度为 600 ℃,溶胶配比分别为 0.8:1、1:1、1:1.5 时制备的,薄膜的厚度为 10 层。从图 1 中可以看出,在溶胶药品配比为 1:1 时, ZnO 薄膜的能量曲线下的面积最小,即热辐射性能最好,吸波能力最强。由此可知,用这种配比制备的 ZnO 薄膜的热辐射性能比较好,吸波性能也比较好。

3.2 X 射线衍射分析

选取配比为 1:1、浓度为 0.8%、预烧温度为 300 ℃、退火温度为 600 ℃ 时制备的薄膜。从

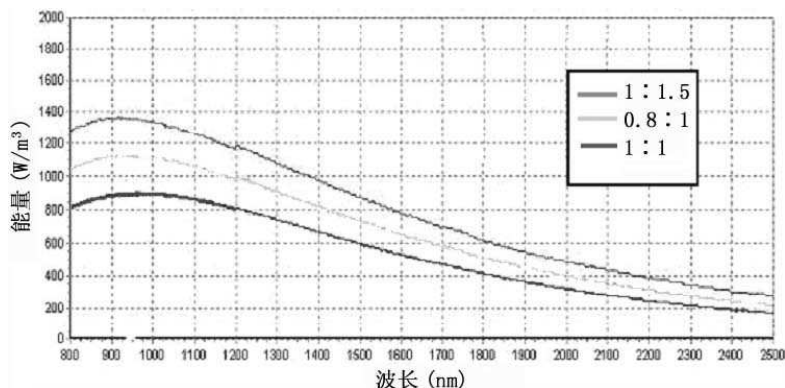


图 1 不同配比的 ZnO 薄膜的辐射能量对比

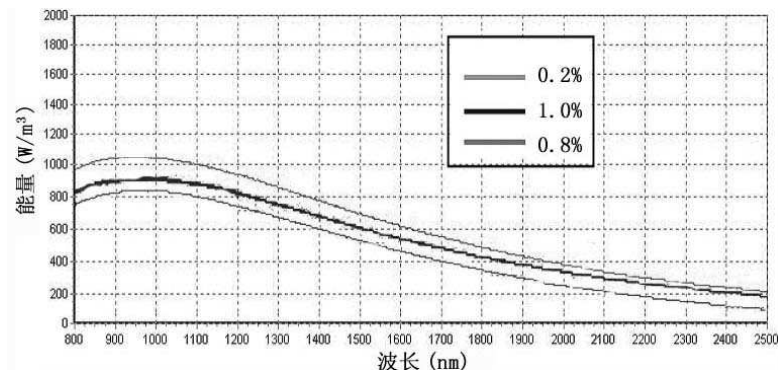


图 2 不同浓度的 ZnO 薄膜的辐射能量对比

图 3 中可以看出, 用溶胶-凝胶法制备的 ZnO 薄膜呈 (002) 面择优取向的六方纤锌矿晶体结构, 具有较好的结晶性能, 晶粒在垂直于衬底的方向呈柱状生长。ZnO 薄膜易于沿着 C 轴生长的现象, 主要是由于该方向的内应力和表面能最低所致。另外, 较高的热处理温度有利于薄膜中原子的扩散和薄膜的晶化, 而较低的热处理温度则不利于薄膜的定向生长, 易产生不同取向的成核和长大。

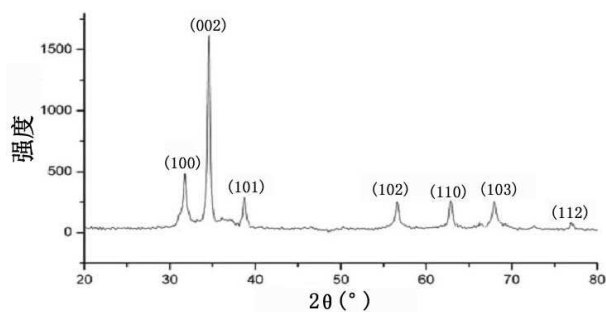


图 3 ZnO 薄膜的 X 射线衍射图谱

3.3 氧化锌薄膜的 SEM 表征

从图 4 中可以看出, 薄膜的颗粒大小均匀, 表面光洁, 粒子间随机地聚集在一起, 但仍有不规则的较黑的凹陷部分和白色凸起部分。由此推测, 该种超微粒子薄膜是呈岛状形式形成和生长的。团聚后的颗粒相拥地平行生长成岛状或团簇状, 岛与岛之间有一定的间隔, 由此构成所谓的“孔状结构”。

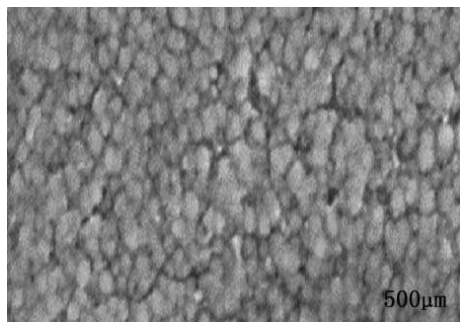


图 4 ZnO 薄膜的 SEM 图

4 结论

采用溶胶-凝胶法制备了氧化锌薄膜, 研究

了不同的浓度、配比对其热辐射性能的影响。用配比为 1:1、浓度为 0.8% 的溶胶制备的薄膜的热辐射性能最好, 吸波能力也最强, 而且表面相对平整、致密, 保持着 ZnO 六方纤锌矿结构, 在 (002) 面上择优取向。

参考文献

- [1] 聂登攀, 薛涛, 曾舒, 等. 纳米氧化锌的结构分析 [J]. *贵州工业大学学报*, 2006 (35): 27-28.
- [2] Park KC, Ma D Y, Km K H. The physical properties Al-doped zinc oxide films by RF magnetron sputtering [J]. *Thin Solid Films*, 1997, 305: 201-209.
- [3] Rajesh, Tapati Jana, Swati Ray. Degradation studies of transparent conducting oxide: a substrate for microcrystalline silicon thin solar cells [J]. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 2005, **86**: 207-216.
- [4] 孟继轲, 李莉. ZnO 压敏陶瓷界面态起源与本质的研究 [J]. *红外*, 2008, **29**(5): 37-40.
- [5] Hong R J, Helming K, Jiang X, et al. Texture analysis of Al-doped ZnO thin films prepared by in-line reactive MF magnetron sputtering [J]. *Appl. Surface Science*, 2004, **226**: 378-386.
- [6] 韦美琴, 张光胜, 姚文杰. 溶胶-凝胶法制备掺铝氧化锌薄膜 [J]. *表面技术*, 2007, **36**(4): 34-35.
- [7] 陈黄鹂, 罗发, 周万城, 等. 溶胶-凝胶法制备 ZAO 薄膜研究 [J]. *稀有金属材料与工程*, 2007, **36**: 889-891.
- [8] Naoko Asakuma, Hiroshi Hirashima, et al. Crystallization and Reduction of Sol-Gel-Derived Zinc Oxide Films by Irradiation with Ultraviolet Lamp [J]. *Sol-Gel Science and Technology*, 2003, **26**: 181-184.
- [9] Masashi Ohyama, Hiromitsu Kozuka, Toshinobu Yoko. Sol-gel preparation of ZnO films with extremely preferred orientation along (002) plane from zinc acetate solution [J]. *Thin Solid Films*, 1997, **306**: 78-85.
- [10] 冯小东, 杨成韬, 张树人, 等. 超声雾化气相沉积法制备掺杂薄膜的研究进展 [J]. *材料导报网刊*, 2007 (3): 16-18.
- [11] Liu Y, Gorla CR, Liang S, et al. Ultraviolet detectors based on epitaxial ZnO films grown by MOCVD [J]. *Electron Mater.*, 2000, **29**(1): 60.
- [12] 顾聚兴. 能同时探测可见光和红外的新探测器 [J]. *红外*, 2008, **29**(9): 43-46.