

溶胶-凝胶法制备 AZO 薄膜的研究进展*

纪建超, 颜 悦, 哈恩华

(北京航空材料研究院, 北京 100095)

摘 要: 综述了采用溶胶-凝胶法制备 AZO 薄膜的进展, 阐述了影响 AZO 薄膜光电特性的主要工艺参数, 分析了陈化时间、热处理工艺、铝掺杂量、催化剂种类及薄膜厚度因素等对 AZO 薄膜结构、光电性能的影响, 指出了溶胶-凝胶法制备 AZO 薄膜的优势与不足, 展望了未来的研究方向。

关 键 词: AZO 薄膜; 溶胶-凝胶; 光电特性

中图分类号: TB43

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2020)04-0030-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2020.04.06

Study Progress of AZO Films by Sol-gel Methods

Ji Jian-chao, YAN Yue, HA En-hua

(Beijing Institute of Aeronautical Materials, Beijing 100095, China)

Abstract: The research progress of sol-gel technology used to prepare AZO film are reviewed. The influence of sol-gel parameters such as aging time, heating processing, quantity of dopant aluminum, kinds of activator and thickness of film on the structure and optical electrical properties of AZO film are discussed and summarized. The advantage and insufficiency of sol-gel technology were pointed out and research direction of future were proposed.

Key words: AZO film; sol-gel; optical and electrical performance

透明导电氧化物薄膜(TCO)在可见光区具有较高的光透射率, 具有优良的导电性能。第一代透明导电膜为金属基复合膜, 采用了透明氧化物膜/金属膜/透明氧化物膜复合结构, 其中氧化物膜起增透作用, 主要薄膜材料有 TiO_2 、ITO、 Bi_2O_3 、AZO 等, 金属膜提供导电性, Au、Ag、Cu、Pt 等为常用金属薄膜^[1-8]。金属基复合膜随具有良好的导电性, 但也同时具有在可见光范围内透光率较低、材料昂贵等缺点。掺锡氧化铟(ITO)薄膜是第二代透明导电氧化物薄膜材料, 其因良好的光电特性而被广泛应用于各种光电器件, 但原材料价格昂贵、铟资源短缺且有毒等限制了其研究和应用^[9-11]。因此出现了材料成本低、高透光率和高电导率的 Al 掺杂 ZnO 薄膜(简称 AZO 薄膜)。

1 AZO 薄膜的结构和性能

ZnO 是一种新型的 II-VI 族直接带隙宽禁带半导体材料^[12], 室温下禁带宽度为 3.37 eV, 常温

下的稳定相为六方纤锌矿结构。Zn 处于元素周期表中第 II B 族、第四周期, 原子序数为 30, 电子构型为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$, O 处于第 VI A 族、第二周期, 原子系数为 8, 电子构型为 $1s^2 2s^2 2p^6$ 。根据能带理论^[13], 导体除了满带外, 还存在部分被填充的导带, 因此具有导电性; 非导体(如本征半导体和绝缘体)中, 由于导体存在被部分电子填充的半导体和绝缘体电子恰好填满最低的一系列能带(满带), 再高的各带全部都是空的(空的导带), 由于满带不产生电流, 因此不导电。在非导体中, 满带和导带之间存在禁带, 半导体的禁带一般较窄, 即使不存在杂质, 也会由于热激发的作用, 使少数电子由满带激发到导带, 同时产生电子和空穴两种载流子, 从而产生本征导电, 激发电子的数量和禁带的宽度相关; 半导体中如果存在杂质, 则有可能使导带中产生电子, 或是使满带存在空穴, 这两种载流子会使材料产生导电性, 这就所谓的掺杂。掺杂型半导体可分为 n

收稿日期: 2020-06-18

作者简介: 纪建超(1972-), 男, 河北石家庄市人, 硕士, 高工。

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(57802297)。