

柔性功能薄膜辉光光谱深度分辨率分析*

周 刚¹, 吕 凯¹, 刘远鹏², 余云鹏¹, 徐从康¹, 王江涌¹

(1. 汕头大学 物理系, 广东 汕头 515063; 2. 汕头万顺新材股份有限公司, 广东 汕头 515078)

摘 要: 本文首先通过脉冲射频辉光放电发射光谱定量表征了自然生长在 Si (111) 基片上约 1nm 的 SiO₂ 膜, 表明射频辉光放电发射光谱具有纳米级别的深度分辨率。随后用原子力显微镜和分光光度计对一款含有 Ag 层的柔性光学功能薄膜进行了表征, 并利用脉冲射频辉光放电发射光谱, 在不同的工作条件下对其进行了深度剖析。最后利用原子混合-粗糙度-信息深度模型对所测量的 Ag 深度谱进行了定量分析, 获得了不同测量条件下 Ag 深度谱的深度分辨率, 由此确定了最佳的脉冲射频辉光放电发射光谱工作条件, 对获得柔性功能薄膜高分辨率深度谱具有指导意义。

关 键 词: 柔性功能薄膜; 辉光放电发射光谱; 原子混合-粗糙度-信息深度模型; 深度分辨率

中图分类号: TB303

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2020)04-0001-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2020.04.01

GDOES Depth Resolution Analysis of Flexible Functional Film

ZHOU Gang¹, LV Kai¹, LIU Yuan-peng², YU Yun-peng¹, XU Cong-kang¹, WANG Jiang-yong¹

(1. Department of Physics, Shantou University, Shantou 515063, China;

2. Shantou Wanshun New Material Group Co. Ltd, Shantou 515078, China)

Abstract: In this paper, it shows firstly that the Pulsed-RF-GDOES (Pulsed-Radio-Frequency-Glow Discharge Optical Emission Spectrometry) depth profiling could reach one nanometer depth resolution as demonstrated by measuring the native SiO₂ layer thickness on the Si(111) substrate. A flexible optical functional film contained an Ag sublayer was characterized by atomic force microscope and spectrophotometer. Finally, the as-measured Ag Pulsed-RF-GDOES depth profiles were evaluated quantitatively using the MRI (atomic Mixing-Roughness-Information depth) model so that the depth resolution values are obtained with different measuring conditions. To this end, the optimum working conditions of the Pulsed-RF-GDOES are determined accordingly. The current study provides a useful guidance for obtaining high resolution depth profile for the flexible functional films.

Key words: flexible functional film; pulsed-RF-GDOES; MRI; depth resolution

辉光放电发射光谱(Glow Discharge Optical Emission Spectrometry, GDOES) 溅射深度剖析技术具有高溅射速率 (~100nm/s), 高深度分辨率 (~1nm), 高灵敏元素分析 (~ppm) 及小基底效应等特点^[1], 特别是射频(RF)电源的引入, 使其分析样品的范围更为广泛, 除了应用于传统的钢铁块体和金属薄膜材料外^[2], 还能对半导体和绝缘体的薄膜材料进行深度剖析^[3,4], 但很少有应用于柔性功能薄膜材料的深度剖析, 而可折叠和可延展的柔性多层薄膜已成为功能薄膜发展的新趋势。

与在刚性基材上制备的功能薄膜相比, 在柔性基材, 如 PET(聚对苯二甲酸乙二酯)、PC(聚碳酸酯) 上制备的功能薄膜除了原有的功能外, 还具有可折叠和可延展性, 如已成熟的柔性薄膜太阳能、柔性显示屏、柔性节能窗膜等。目前柔性功能薄膜发展迅速、应用前景广阔, 但对纳米级柔性功能薄膜层结构的表征有着极大的挑战性, 因为很多传统的方法无法适用^[5]。比如, 传统的透射电镜(TEM)在检测膜层结构时, 由于电子易散射或被物体吸收, 故穿透率低, 样品的密度、厚度都会影响最后的成像质量, 必须制备超薄的切片,

收稿日期: 2019-08-08

作者简介: 周刚(1994-), 男, 安徽省安庆市人, 硕士。 通讯作者: 徐从康, 教授; 王江涌, 教授。

* 基金项目: 汕头市科技局横向项目: “柔性衬底上镀金属隔热膜的研发应用”。