

利用遗传算法定量分析 Ni/Cr 多层膜俄歇深度谱*

李 静¹, 谭张华², 刘星星¹, 陈颖琳¹, 李豪文², 杨 浩³, 王昌林², 王江涌¹, 徐从康¹

(1. 汕头大学理学院物理系, 广东 汕头 515063; 2. 汕头大学理学院数学系, 广东 汕头 515063;
3. 汕头大学理学院化学系, 广东 汕头 515063)

摘 要: 在 MRI 模型框架下, 将遗传算法与卷积及 TV-Tikhonov 正则化反卷积方法结合, 对 Ni/Cr 多层膜样品在旋转和非旋转条件下测量的俄歇(AES)深度谱进行了定量分析, 确定了膜层间的界面粗糙度, 重构的原始膜层结构与高分辨透射电镜测量的结果非常好的吻合。

关 键 词: Ni/Cr 多层膜; 深度剖析定量分析; MRI 模型; 遗传算法; TV-Tikhonov 正则化方法; 卷积; 反卷积

中图分类号: TB303

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2021)04-0006-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2021.04.02

Quantitative Analysis of AES Depth Profiles for Ni/Cr Multilayered Film by Genetic Algorithms

LI Jing¹, TAN Zhang-hua², LIU Xing-xing¹, CHEN Ying-lin¹, LI Hao-wen², YANG Hao³,

WANG Chang-lin², WANG Jiang-yong¹, XU Cong-kang¹

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

2. Department of Mathematics, Shantou University, Shantou 515063, China;

3. Department of Chemistry, Shantou University, Shantou 515063, China)

Abstract: The measured AES depth profiles of Ni/Cr multilayer with rotational and stationary modes are quantified by convolution and deconvolution methods with the TV-Tikhonov and the genetic algorithms in the framework of the MRI (atomic Mixing-Roughness-Information depth) model. The interfacial roughness values are obtained accordingly and the reconstructed layer structure is well agreed with the HR-TEM measurement.

Key words: Ni/Cr multilayer film; quantification of depth profile; MRI model; genetic algorithm; TV-Tikhonov regularization method; convolution; deconvolution

镍-铬涂层具有良好的光亮性、耐腐蚀、耐磨损、表面光滑等特点, 常被用于材料表面的保护与装饰, 镍-铬薄膜亦可作为湿度和应变的传感器^[1]。在镍-铬功能薄膜或涂层中, 元素成分分布对其功能的发挥起着重要的作用, 而获得膜层或涂层中元素成分分布最直接的方法就是深度剖析技术。深度剖析技术是将离子溅射和表面分析技术结合在一起, 用于表征薄膜或涂层中元素成分随膜层深度的分布。由于溅射的级联效应、样品表面的粗糙度及探测信号源于样品的深度不同, 使得测量的成分分布与样品真实的成分

分布总会存在着偏差, 深度剖析的定量分析由此孕育而生。溅射深度剖析定量分析始于深度分辨率函数概念引入, 它表示了实际测量的成分分布与原始分布偏差的程度。在过去的几十年里, 研究人员提出了各种深度分辨率函数模型^[5-10], 其中 Hofmann 提出的 MRI (atomic Mixing-Roughness-Information depth) 模型应用最为广泛, 它考虑了在任何一个溅射深度剖析实验中都会包含的三个最基本的物理效应: (1) 源于溅射的原子混合长度 w ; (2) 样品的表面粗糙度 σ ; (3) 探测信号的信息深度 λ , 因此, 该模型具有很好的

收稿日期: 2020-09-15

作者简介: 李静(1999-), 女, 重庆会州人, 本科生。 通讯作者: 王江涌, 教授; 徐从康, 教授。

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(11274218; 51511140420); 广东省科技计划项目(2017A010103021)。