

原子层沉积法制备 Al_2O_3 薄膜研究近况和发展趋势

段珊珊¹, 施昌勇², 杨丽珍¹, 刘忠伟¹, 张海宝¹, 陈 强¹

(1. 北京印刷学院等离子体物理及材料研究室, 北京 102600; 2. 北京服装学院, 北京 100029)

摘 要: 原子层沉积 (atomic layer deposition, ALD) 是基于自限制界面反应的薄膜生长技术。采用原子层技术可以制备结构致密、高保形、低缺陷密度、性能优异、均匀性好的薄膜。氧化铝是原子层沉积最常见的薄膜 (ALD- Al_2O_3), 具有高透明度、高禁带宽度、高介电常数、高阻隔性以及良好的化学和热稳定性, 因而作为钝化层、气体渗透阻隔层和栅极介电层等广泛应用于太阳能电池钝化、OLED 封装、有机太阳能电池介质层、印刷电子和微电子封装等领域。本文综述了 ALD- Al_2O_3 原理、在线诊断和应用发展现状, 主要包括氧化铝薄膜的生长机理、单体选择、沉积方法、原位诊断, 同时对 ALD- Al_2O_3 应用以及未来的发展趋势进行预测。

关 键 词: 原子层沉积; Al_2O_3 薄膜; 阻隔层; 钝化层; 介电层

中图分类号: TB43; O484

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2021)06-0013-08

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2021.06.03

The Recent Development and Future of Atomic Layer Deposition of Alumina Thin Films

DUAN Shan-Shan¹, SHI Chang-yong², YANG Li-Zhen¹, LIU Zhong-wei¹, ZHANG Hai-bao¹, CHEN Qiang¹

(1. Lab of Plasma Physics & Materials, Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China;

2. Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: Atomic layer deposition (ALD) technology is a thin film growth technology based on self-limiting interfacial reaction. The atomic layer technology can prepare thin films with dense structure, high conformal, low defect density, excellent performance and great uniformity. Alumina is the most common thin film deposited by atomic layer deposition (ALD- Al_2O_3). Al_2O_3 film has high transparency, high band gap width, high dielectric constant, and high barrier properties as well as good chemical and thermal stability. As a passivation layer, gas permeation barrier layer and grid dielectric layer, alumina is widely used in solar cell passivation layer, OLED packaging, organic solar cell dielectric layer, printed electronics and microelectronic device encapsulation. This article reviews the principle, online diagnosis and application development status of ALD- Al_2O_3 , including the growth mechanism, monomer selection, deposition method, and in-situ diagnosis of alumina film. The application and the future development trend of ALD- Al_2O_3 film are predicted.

Key words: ALD; Al_2O_3 thin film; barrier Layer; passivation layer; dielectric layer

20 世纪 70 年代, 芬兰科学家 Tuomo Suntola 发明了原子层沉积 (ALD) 技术, 最初被称之为原子层外延生长技术^[1]。这种技术是一种特殊的化学气相沉积技术, 可以在原子尺度上通过控制沉积循环数来控制薄膜厚度。和普通化学气相沉积不同的是在 ALD 沉积薄膜的过程中, 前驱体和反应物是分别通入沉积室 (在化学气相沉积中, 两者同时通入沉积室), 且是界面化学反应。通入的前驱体通过表面吸附与基底发生反应, 然后由

惰性气体吹扫以清除多余前驱体和反应副产物, 吸附的前驱体再和通入的反应物进行化学反应, 最后再次通入惰性气体吹扫以清除多余共反应物和反应副产物, 实现一个 ALD 循环。由于 ALD 是基于自限制的饱和吸附反应, 因此通过控制反应周期数可以精确控制沉积膜的厚度^[2]。

相比于溶胶-凝胶、热蒸发、磁控溅射、化学气相沉积以及其他薄膜沉积方法, ALD 法可以制备结构致密、保形性好、缺陷密度低、性能优异的

收稿日期: 2020-11-10

作者简介: 段珊珊 (1996-), 女, 河南省商丘市人, 硕士。

通讯作者: 陈强, 教授。