

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0481-02

脉冲激光淀积薄膜专家系统*

张立 蒋毅坚

(北京工业大学国家产学研激光技术中心, 北京 100022)

提要 介绍了自主开发的脉冲激光淀积薄膜专家系统的功能、结构和原理;阐述了该专家系统的设计思想;最后对该专家系统的适用条件、应用情况和进一步拓展的目标进行了讨论。

关键词 脉冲激光沉积, 薄膜, 专家系统

中图分类号 O484.1 文献标识码 A

Expert System for Thin Film Prepared by Pulsed Laser Deposition

ZHANG Li JIANG Yi-jian

(National Center of Laser Technology, Beijing Polytechnic University, Beijing 100022)

Abstract In this paper, the function, structure and principle of the expert system for pulsed laser deposition are introduced. The design thought of the expert system is presented. The condition, application and further development of the expert system are also discussed.

Key words pulsed laser deposition, thin film, expert system

1 引言

脉冲激光淀积(PLD)是制备薄膜的先进技术之一,具有膜成分容易做到与靶成分一致、便于控制淀积条件、适用面宽、淀积速率高、易于引入新技术等特点,是制备超导薄膜、半导体薄膜、铁电薄膜、金属薄膜、医用薄膜和高聚物薄膜的重要手段^[1,2]。

PLD在理论上是一个复杂的物理、化学过程,涉及平衡与非平衡过程的结合、光学、拓扑学、热动力学以及化学;在实验上则与基片选择及预处理、基片温度、激光能量密度、气氛及压强、靶与基片距离、退火工艺等因素有关。要得到高质量的薄膜,需要通过多次实验,摸索出最佳工艺参数。如果能在理论分析与总结前人实践经验的基础上,对PLD的工艺参数提出建议,并能对实验结果进行系统的分析和总结,则可达事半功倍的效果。

为了使PLD技术智能化、简便化,我们自主开发出了脉冲激光淀积薄膜专家系统——PLD2000。本文介绍了该专家系统的功能、结构和原理;阐述了其设计思想;最后对其应用情况、适用条件和进一步

拓展的目标进行了讨论。

2 PLD2000 的功能与原理

PLD2000是一套集成化的实验辅助软件,包括基片选择、淀积参数的确定、羽辉动态分布模拟、实验结果的存储与整理、文献资料检索等功能。其主界面和功能导引如图1所示。

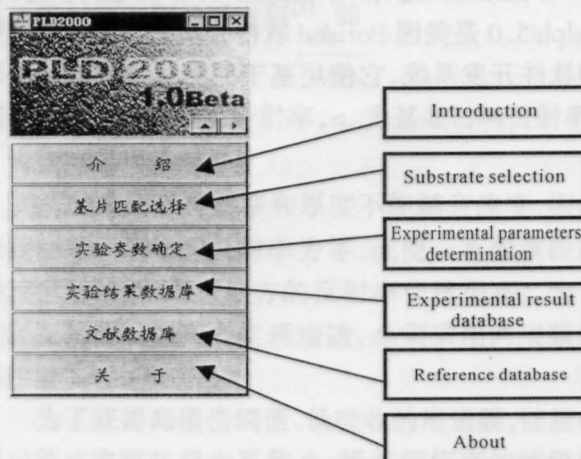


图1 PLD2000 主界面和功能示意图

Fig.1 Main interface and functions of PLD2000

基片选择是通过输入所需制备薄膜材料的晶胞

*北京市自然科学基金(2002005)、教育部青年骨干教师基金资助课题。

参数、热膨胀系数、薄膜法线方向、所允许的适配率等参数,与系统软件中的预先存储的薄膜基片数据库进行比较、分析,最后向使用者推荐 1~2 种最佳的基片;同时根据经验,对基片清洗和预处理提出建议。

在 PLD 实验中,多种淀积条件对薄膜的结构和性能起着决定作用,如靶材表面处的激光能量密度 E ,靶与基片间距离 D ,气压 P ,激光脉冲频率,基片温度 T 等。其中激光能量密度 E ,靶与基片间距离 D ,气压 P 对淀积影响最大。当气氛为氧气时,三者间存在如下经验关系,即^[2]

$$(E - E_{th})D^{-3}P^{-1} = 8.87 \times 10^{-5} \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{Pa}$$

其中 E_{th} 为激光能量密度阈值,因材料而异,有关数据已被输入。实验中一般 D 固定,首先根据数据库中相关材料的实验结果推荐气压 P ,就可由上式计算出激光能量密度 E 。根据上述参数进行实验,由实验结果修正 P 值和 E 值,直至最佳。靶距、气压和激光能量密度的最佳可以保证淀积时组分正确。

利用实验结果数据库,用户可以把每次实验的详细资料分类存储,可以利用多种方式查询和统计。利用实验条件评估分析功能,还可以对以往数据库中的实验结果进行分析、比较。

对国内外数百篇 PLD 文献的数据和结果进行分类编辑,建成了科技文献数据库。利用该数据库,可以按物质名称、基片、作者、刊物、应用等条目检索,同时为基片选择和实验参数确定提供支持。

3 程序设计思想

PLD2000 是采用 Delphi 5.0 开发完成的。Delphi5.0 是美国 Borland 软件公司制作的一套完整的软件开发系统,它使用基于面向对象的 Pascal 语

言、可视化的编程环境,具有 VB 的易用性和 VC 的强大能力。

由于 PLD2000 的功能分散,因此主界面设计为功能模块型。各功能模块独立完成,单独调试通过后再进行集成。在制作安装程序时,选用的是共享软件 Setup Factory 5.0 中文汉化版。因为该软件具有 BDE(Borland DataBase Engine)支持功能,而 BDE 是 Borland 公司的数据引擎,是用 Delphi 开发数据库应用程序时不可缺少的部分。

PLD2000 使用的是 Paradox7.0 本地数据库。Paradox7.0 虽然功能简单,但小巧易用,适合做非远程的数据存储、查找和修改工作。

本数据库包含实验数据结果表和文献检索表。具有数据筛选功能,使用简单、灵活,可以很方便地实现对数据库的浏览、查询和修改等。

4 讨 论

PLD2000 已获得计算机软件著作权(2001SR0323)。

利用该专家系统,成功地指导了掺钛氧化钽薄膜和钛酸锶钙薄膜的制备^[3]。下一步,将建立参数可控的羽辉形状、成分分布模拟功能,以完善该系统。

参 考 文 献

- 1 D. B. Chrisey, G. K. Hubler. Pulsed Laser Deposition of Thin Films. New York: John Wiley & Sons, 1995
- 2 Zhou Yueliang. High temperature superconducting thin films prepared by pulsed laser deposition. *Physics*(物理), 1998, 27(3):167~173 (in Chinese)
- 3 Jiang Yijian, Zhang Li, Zou Deshu *et al.* (Ta₂O₅)_{1-x}(TiO₂)_x thin film prepared by pulsed laser deposition technique. *Proc. SPIE*, 2000, 4086:679~682