

## 4-2 真空镀膜

### 实验目的和要求:

试图通过薄膜制备和表征过程,使同学对与真空镀膜有关的物理内容和实验技术有基本的认识。

1. 了解真空镀膜的基本原理。
2. 了解薄膜的生长过程和影响薄膜生长的主要因素。
3. 了解薄膜性能表征的主要手段。

### 教学内容:

1. 讲解真空镀膜机的结构和操作中的注意事项。
2. 考察学生对仪器的掌握程度。
3. 指导学生分别用电阻加热蒸发、电子束蒸发和直流磁控溅射三种方式,在室温下,在 NaCl(100)、Si(100)和玻璃三种衬底上制备 Cu 膜或 Al 膜,共 9 个样品。在抽真空过程中准备衬底或讨论与真空镀膜有关的基本物理问题。
4. 用反射式椭圆仪测量样品的厚度并与石英振荡器给出的膜厚作对比。
5. 用 X 射线衍射仪测量样品的晶体结构,晶粒大小和择优取向。
6. 扫描电子显微镜来分析和观察样品的表面形貌。

**实验过程中可能涉及的问题:** (有的可用于检查预习的情况,有的可放在实验室说明牌上作提示,有的可在实验过程中予以引导,有的可安排为报告中要回答的问题,不同的学生可有不同的要求)

1. 镀膜为什么要在真空环境下进行?
2. 什么是分子泵?用分子泵获得真空的原理是什么?
3. 本实验用什么方法测量膜厚?主要原理是什么?膜厚仪中要设定的工具因子、声阻抗、和材料的密度分别是什么含义?为能更精确地测量薄膜厚度,可以怎样安放石英振子的位置和设定膜厚监测仪的参数?
4. 在提升整个钟罩时有哪些注意事项?
5. 在蒸镀前为什么要先去气?对于电阻加热蒸发为什么预蒸要特别小心?
6. 热蒸发特别容易污染系统,必须要有保护观察窗、溅射台和电子束蒸发源的措施,最好是用玻璃筒将热蒸发电极和坩锅罩起来。
7. 磁控溅射为什么能增加溅射速率?
8. 不同原子的溅射产额不同,为什么薄膜的成分会和靶材的一致呢?
9. 如何测量溅射产额?能否设计一个实验方案?
10. 射频溅射为什么可以制备绝缘材料薄膜?
11. 薄膜的晶粒大小和衬底温度有什么关系?和蒸发速率又有什么关系?
12. 如果衬底温度非常低,得到的薄膜可能会具有什么结构,为什么?
13. 除了讲义上介绍的三种生长模式外,薄膜还有一种生长模式是会形成一些具有特定层数的岛,能给出可能的原因吗?
14. 溅射制备与热蒸发制备的薄膜外观有何不同,如何解释?
15. 薄膜的 X 射线衍射谱与粉末的衍射谱的主要差别有哪些?对同样的材料哪一种衍射谱的谱峰更多?
16. 薄膜的厚度会对 X 射线谱有影响吗?为什么?

### 难点:

本实验内容较多,每一个实验手段都包含了丰富的物理内容,既不可能在讲义上,也不可能课堂上完全讲清楚。因此,要求学生有较强的抓住要点的能力,和直观的洞察力。实验中的每一个实验步骤对学生也都几乎是全新的,即使有教师亲自示范,也得要求他们有很强的动手能力。本实验的环节非常多,每一个环节都不能有大的错误,这还要求学生要能够通盘考虑问题,并做到胆大心细。

### 可进一步探索的问题:

要在 16 学时内完成所要求的内容已经非常紧张,进一步的探索只能采用小课题形式,如考察衬底温度或薄膜厚度对薄膜性能的影响。