

红外掠角反射装置

王友民 孟庆华

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 介绍了红外掠角反射装置的原理和设计思想, 并给出了几种样品的光谱曲线。

1 基本原理

随着表面科学、界面科学的发展, 出现了越来越多的超薄材料, 如 LB 膜等, 迫切要求了解这些超薄材料中的分子结构、分子取向及经过物理或化学处理后的变化。普通光谱和波谱方法, 难以胜任测定超薄膜的结构和取向的任务, 而掠角反射红外光谱法, 适宜于测定微米以下薄膜和涂层中的红外吸收, 并有独特的偏振特性, 能给出超薄膜中分子链和化学基团空间取向的信息。

根据 Beer-Lambert 定律: $A(\nu) = \alpha(\nu)dc$

一个样品的吸光度 $A(\nu)$ 与吸收系数 $\alpha(\nu)$ 和吸收光程 d 以及浓度 c 成正比。对于反射吸收光谱 (RA), 如图 1 所示, 红外光从空气进入样品, 经镜面反射后再通过样品一次, 因而相当于两次吸收, 吸收光程因而通过改变样品厚度 b 和入射角 θ 可以调节光程 d , 从而调节红外吸收信号的强度。如果样口很薄 (b 很小), 只要增加入射角 θ 到一定程度, 就可使吸光度达到可检测的强度。当入射角 $\theta > 75^\circ$ (掠角), 即使 b 很小, 而 $\cos\theta$ 也很小, 光程 d 可以很大, 可使检测样品厚度降至数十纳米至数纳米范围。

$$d = 2b / \cos\theta$$

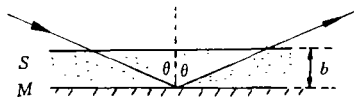


图 1 反射吸收光谱示意图

2 设计

掠角反射吸收(GRA) 适宜于测定超薄样品, 尤其适宜于测定超薄样品的取向特性. 我们想把设计的附件安装在 FTS-20E 红外光谱仪上进行 GRA 测量, 因此, 它需满足:

1. 保证掠角入射($\theta > 80^\circ$)且样品上光斑尽可能小;
2. 光经过附件后, 仍能会聚在原检测器上;
3. 能量损失尽可能小;
4. 样品和附件装卸方便.

本附件光路图见图 2, 入射光经 M_1 、 M_2 反射, 会聚在样品 S 上, 掠角反射至 M_3 , 再反射至 M_4 , 经 M_4 会聚, 与原光束重合, 进入检测器.

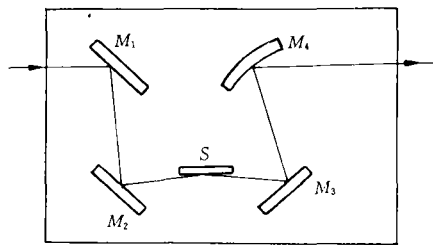


图 2 GRA 装置光路示意图

3 测试结果

1 干涉图图 3 和图 4 是仪器原光路及放入 GRA 装置后的干涉图。

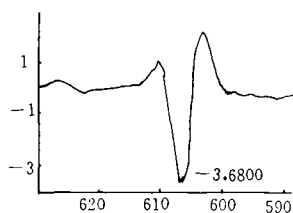


图 3 FTS-20E 干涉图

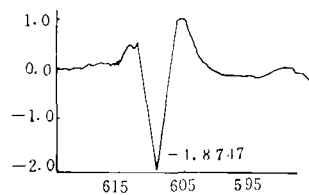


图 4 放入 GRA 后的干涉图

2 光源能量图

图 5 和图 6 分别是原仪器及放入 GRA 后光源能量图, 可见放入 GRA 后能量损失约 50%。

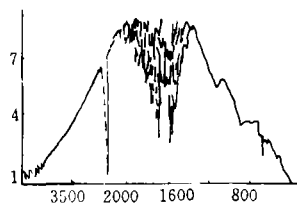


图 5 FTS-20E 光源能量图

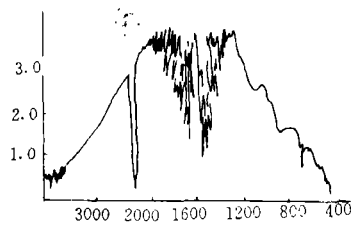


图 6 放入 GRA 之后光源能量图

3 LB膜谱图

图7和图8分别是用GRA附件测得的花生酸与卟啉铜交替膜(11层,20埃/层),硬脂酸7层的LB膜红外光谱。

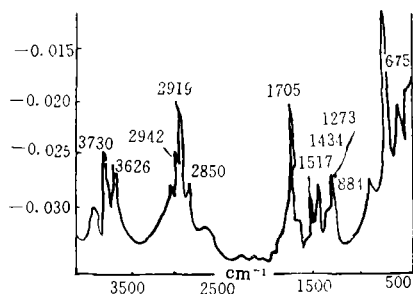


图7 花生酸与卟啉铜交替LB膜(11层)的GRA红外光谱图

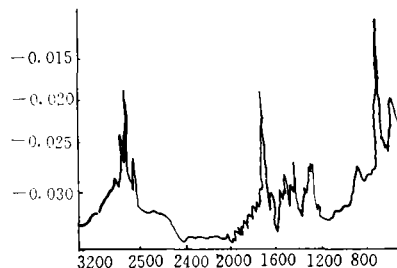


图8 硬脂酸LB膜(7层)GRA红外光谱图

4 本装置有如下特点

- a. 与FTS-20E主机相匹配,能量损失50%。结构小巧紧凑,装卸方便。
- b. GRA的光路在样品表面会聚,可实现小样品、高光通量检测。
- c. 除了夹具部分外,使用中GRA附件不需调整,因而操作方便。

Infra-red Grazing Reflectance Instrument

Wang Youmin, Meng Qinghua

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

General consideration and design ideas for an infra-red grazing reflection instrument developed at the CIOM are introduced and spectral curves of several samples tested by the instrument are given in this paper.