

测定均匀介质膜之厚度、折射率及消光系数的新方法

吕志明 徐伟良

(中山大学物理系)

对于生长在全吸收衬底上的有限厚度的均匀薄膜,用椭圆偏振光谱来测量膜厚 d ,折射率 $n(\lambda)$ 及消光系数 $\kappa(\lambda)$ 面临着困难。借助于对透明光学玻璃(或石英玻片)上薄膜透射率 T -波长 λ 关系的测量,本文找到了与膜厚相关的一个方程,因而找到了测定 d 、 $n(\lambda)$ 、 $\kappa(\lambda)$ 的方法。基于这样一种认识:同一条件下,在透明光学玻璃(或石英玻片)上和单晶硅衬底上溅射的非晶硅薄膜厚度相同和透射率相同,对玻璃(或石英)片上的薄膜进行了测量。结果表明,薄膜的透射率 T 和吸收率 α' 不仅是波长 λ 的函数,而且随其厚度而变,在长波段的全透明和短波段的全吸收形成了鲜明的对比。

对于薄膜的半透明波段,本文从电动力学的观点出发,假设波矢 $k=ia+\beta$ (其中 α 表示吸收的多少, β 表示传播方向和相位差关系),推算出一组与吸收有关的椭圆偏谱及透射谱的公式。

在N型和P型单晶Si衬底上用高频溅射法制备了厚度不同的非晶硅膜(2000~8000 Å),用上述方法测量了 ψ 、 Δ 值,计算了膜厚 d 、折射率 n 和消光系数 κ ,结果表明:在全吸收波段,不同衬底上薄膜的 n 值和 κ 值很好地吻合,这说明不同衬底上相同的薄膜性质及在此波段界面的影响可以不考虑;在半透明及全透明波段,表现出明显的差别,从而可以清楚地看到薄膜与衬底之间界面的影响。为验证此方法,在近似全透明的长波区,用 $\kappa=0$ 的计算所得的厚度值与此方法算得的厚度值作了比较,其相对误差小于2%;我们在全吸收的短波段,把样品薄膜简化成半无限大样品,算得的 $n(\lambda)$ 、 $\kappa(\lambda)$ 值与上述方法算得的值几乎一致。

进一步的工作将用俄歇谱的方法来证实其厚度测量的准确性及界面层与薄膜光学常数的关联。

本工作受中国科学院科学基金资助。