

单晶硅和无定形硅的光学常数、椭偏光谱和 Kramers-Kronig 关系的验证

莫 党 何星飞 江任荣 项颂光

(中山大学物理系)

本工作用本实验室试制的 TTP-1 型椭圆偏振光谱仪, 测量了紫外至可见范围(2700~6000 Å)内单晶硅和离子注入无定形硅的光学常数——折射率 n 和消光系数 κ 。对所测得的 n 、 κ , 及复介电常数的实部 ϵ_1 和虚部 ϵ_2 , 进行 Kramers-Kronig 关系的计算。计算结果表明, 不论是单晶硅或是无定形硅, 所得数据均相当好地符合 Kramers-Kronig 关系。

对于单晶硅, 我们测得的结果与别人用反射法测得的结果及用椭偏法测得的结果基本相符。在反射法中, 测得的只是一个光学常数与波长 λ 的关系, 然后根据 K-K 关系算出另一光学常数与 λ 的关系。用椭偏法测量, 则可独立地得出每个波长下的两个光学常数值。因此, 随偏光谱本身可提供对 K-K 关系的验证。

光学常数 $c(\omega) = \epsilon_1(\omega) + i\epsilon_2(\omega)$ 满足 K-K 关系。在进行 K-K 关系的计算中, 首先要对测量区之外进行补值处理, 补值时参考了别人的一些数据。在计算积分之前编了一个子程序, 把输入数据进行三次样条函数插值。计算中还要作变换以消除函数的奇异性。结果用高分辨绘图软件在打印机上打印出。计算结果表明, 单晶硅的数据符合 K-K 关系。

硅样品的高剂量砷离子注入层无序度很大, 形成无定形态。据作者所知, 是我们及其合作者首次测量了它的光学常数谱。与单晶硅的谱相比, 离子注入无定形硅的 ϵ_2 谱由双峰变为单峰, 峰高大为降低。 ϵ_1 谱的峰也退化到几乎不能察觉。

无定形硅的 K-K 关系计算结果也符合得很好, 亦表明本工作对无定形硅测量的结果是可靠的。