

# 椭圆偏振光谱测定 $\alpha$ -Si 的空位总体积分数

费庆宇

黄炳忠

(中国电子产品可靠性与环境试验研究所)

(中山大学)

利用椭圆偏振光谱测得  $\alpha$ -Si 薄膜的有效介电函数, 然后借助 Webman 等发展的、适用于四面体无定形半导体材料的有效介质理论, 可以获得  $\alpha$ -Si 样品的总空位体积分数。按 Webman 的有效介质理论, 经多次散射, 光通过复介电函数分别为  $\epsilon_1(\lambda)$ ,  $\epsilon_2(\lambda)$ ,  $\dots$ ,  $\epsilon_i(\lambda)$ ,  $\dots$ ,  $\epsilon_n(\lambda)$  的  $n$  种介质组成的导质系统, 有如下关系:

$$\left\langle \frac{\epsilon_i(\lambda) - \epsilon(\lambda)}{\epsilon_i(\lambda) + 2\epsilon(\lambda)} \right\rangle = 0$$

这里  $\epsilon(\lambda)$  是系统的有效复介电函数。对于由空位和一种介质组成的两组分系统, 上式简化为

$$V \left( \frac{\epsilon_m(\lambda) - \epsilon(\lambda)}{\epsilon_m(\lambda) + 2\epsilon(\lambda)} \right) + (1 - V) \left( \frac{\epsilon_v(\lambda) - \epsilon(\lambda)}{\epsilon_v(\lambda) + 2\epsilon(\lambda)} \right) = 0,$$

$\epsilon_m(\lambda)$  和  $\epsilon_v(\lambda)$  分别为介质和空位的复介电函数。由实验得到有效介电函数与计算  $\epsilon_{\text{cal}}(\lambda)$  比较, 便可得到空位的总体积分数。比较是在测量的光谱范围内进行。把测量的光谱范围按相等波长间隔分为  $N$  段, 计算均方差值

$$\delta_j = \left[ \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |\epsilon_{\text{cal}}(\lambda_i) - \epsilon_{\text{exp}}(\lambda_i)|^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

最小  $\delta_j$  值对应的  $V_j$  为材料的空位总体积分数。比较是利用计算机自动进行的。

对射频溅射制备的  $\alpha$ -Si 测定结果,  $\alpha$ -Si 样品的电学性质和光学性质的变化, 与总空位体积变化一致。而样品总空位体积分数与溅射时氩压力大小的关系是: 首先总空位体积分数随压力的增大而减少, 到一个极小值后又随压力增加而增大。

由 X 射线能谱仪测得, 射频溅射  $\alpha$ -Si 中 Ar 原子所占体积分数和总空位体积分数符合很好。可以认为,  $\alpha$ -Si 中所有空位均为 Ar 原子所填满。