

硅的电调制反射谱的研究

王桂芬 马根源 陈焕金 张旭光 张光寅

(南开大学物理系)

本工作采用电解液电调制反射(EER)谱技术, 对N型硅外延片进行了研究, 不仅测得了 E'_0 峰, 还成功地测得了 E'_1 峰和 E_2 峰。同时, 在直流偏压、交流调制电压、调制频率及溶液浓度等方面对半导体-电解液接触层的形成及性质作了初步的探讨。

采用传统的 EER 谱的实验装置, 所不同的是将卤钨灯作为光源, 并把二极管作为光电倍增管的负载, 以获得 $\Delta R/R$ 的比值, 这就省去了复杂的氙灯电源及伺服系统。

由测得的 EER 谱, 利用三点法, 算得第一强峰的能量值为 3.433 eV, 这与 Cardona 的实验值相符合, 它对应于吸收边 $\Gamma_{25'}$ \rightarrow Γ_{15} 间跃迁的 E'_0 峰; 第二个较强的能量值为 5.203 eV, 它是对应于 L'_3 \rightarrow L_3 间跃迁的 E'_1 峰。从目前掌握的国内外资料来看, 这个峰还没有测到过。这个能值与 Szmulowicz 所计算的理论值相符合。当样品加正直流电压时, 还明显地观察到了对应于 X_4 \rightarrow X_1 跃迁的 E_2 峰(4.473 eV)。

直流偏压对 EER 谱的影响: (1) 样品上未加直流偏压时, 半导体电极和铂电极之间有 0.3 V 电位差; (2) 分别测得了样品上加负、零和正直流偏压时的 EER 谱。当样品上加负直流偏压时, 所得 $\Delta R/R$ 峰值幅度是零偏压时的五倍多, 而零偏压时的峰值幅度又是正偏压时的四倍多。这是由于样品上接负电压相当于 PN 结正向偏置, 阻挡层被削弱, 而接正电压则相反。而且, 因为 EER 谱是三级微商谱, 所以在每一峰值处均有一正负峰, 且正负的方向将随调制电场反向而反向。

半导体电解液接触的频率特性: 在 $f=100\sim 700$ Hz 的调制频率范围内, 测得了 EER 的峰值与 f 的关系曲线, 当频率较低时, 随着 f 的增加, $\frac{\Delta R}{R}$ 峰值近乎线性的增加, 当 f 增至 200 Hz 附近时, 曲线出现一极大值, 随后, $\Delta R/R$ 随着 f 的增加而减小, 且减小的速度越来越小, 这是由电解液半导体接触(类似 PN 结)的电阻电容特性决定的。

交流调制电压对 EER 谱的影响: 当电压较低时, 满足低场条件, 信号振幅与交流调制电压基本成正比, 随着电压逐渐增大, 低场条件被破坏, 接触面和阻挡层上的电压越来越占有显著的比例, 故信号由饱和值缓慢下降。

电解液浓度对 EER 谱的影响: 选择适当的电解液浓度, 对于获得较大的稳定输出信号是十分必要的。本实验测试结果表明, 对于 N 型硅外延片, 0.1 N 的浓度较为合适, 浓度变大时信号减小, 当浓度为 1 N 时, 不仅信号幅度大大减小, 而且很不稳定, 其原因是由于浓度过大, 样品表面有 KCl 析出, 影响了阻挡层的稳定及反射面的光洁度。