

微晶硅中的 STAEBLER WRONSKI 效应

刘湘娜 许明德

(南京大学物理系)

本文研究了用辉光放电热分解硅烷方法淀积的微晶-Si:H 薄膜的 Steabler Wronski (SW) 效应。用改变高频功率的方法, 获得从非晶到具有不同晶粒大小的微晶薄膜。晶粒尺度用小角散射方法, 由 Guinier 公式算出。样品采用蒸铝条状共面电极结构。测量电导所加电场约为 270V/cm, 保证良好的欧姆接触。样品在干氮保护下, 经 180°C, 40 分钟退火, 达到 A 态; 经波长为 6000~9000 Å, 功率为 130 mW/cm² 的红光长时间(≥3 小时)照射, 达到稳定的 B 态。测量了经不同光照后的光电导(σ_{Ph})和暗电导(σ_{Dark})的改变。光电导测量用功率为 160 mW/cm² 的白光。所有的微晶硅样品都显示出具有很好的光电导性, $\sigma_{Ph}/\sigma_{Dark} \geq 10^{4\sim 5}$ 。发现, 随 rf 功率增大, 样品晶粒变大, SW 效应减弱并趋于消失。对晶粒尺度为 60~150 Å 的样品测量结果为: 50°C 时的 G_A/G_B 从 1.4×10^2 降到趋近于 1。 G_A , G_B 分别表示样品在 A 态和 B 态的暗电导(在室温, 样品的电阻率太高, 超出仪器测量范围)。由 50~110°C 温度范围的 $\sigma_{Dark} - \frac{1}{T}$ 关系(T 为测量温度)发现, 经长时间光照后, 电导激活能 ΔE 增加, 表明费密能级移向禁带中部。由 $\sigma_{Ph} - I^\gamma$ (I 为光照强度)关系得出, 在 A 态, 当 $I \leq I_0$ 时, $\gamma \approx 1$, 为单分子复合, 当 $I > I_0$ 时, $\gamma \approx 1/2$, 为双分子复合, I_0 为光强度的转变点。经长时间光照后, I_0 向光强增大方向移动, 即单分子复合部分相对扩展, 双分子复合部分相对缩减, 说明样品的深能级复合增加。对于 SW 效应近于消失的样品, 出现类似的单分子复合和双分子复合部分, 其转变点也在光强较高位置, 即单分子复合部分扩展, 双分子复合部分缩减, 这说明晶粒间界引入了深能级缺陷。对所有样品的相同光子数引起的光电导 $\sigma_{Ph,n}$ 与光频率的关系显出在 $h\nu = 1.4 \sim 1.6$ eV 有一陡然上升。

本文对以上结果和作用机理进行了讨论和分析。