

硅对强 CO₂ 激光的雪崩吸收及其后果

李元恒

(中国科学院力学研究所)

张玉峰

(北京大学物理系)

作者测量 Si 片在强 CO₂ 激光辐照下透射率 T 和温度 θ 的变化时看到, Si 的透射率到某一时刻突然降为 0, 而恰在此时的 Si 的温升速率呈现极大。从载流子费米统计和光吸收截面计算出的 $T-\theta$ 曲线与实验一致, 这说明强 CO₂ 激光辐照引起的载流子热激发反过来导致 Si 雪崩式地增强吸收 CO₂ 激光, 使硅表现出非线性的性质。基于这一能量耦合机理作了如下研究。

M. Miyao 等人证实一定功率密度的 CO₂ 激光辐照可使注磷 Si 100% 电激活, 本文发现在这个过程中注磷 si 对 CO₂ 激光和对 He-Ne 激光的反射率朝相反的方向跃变。红外分光光度计测出退火后短波长光的反射率下降, 长波光的反射率上升, 过渡区为 $\lambda \simeq 5\mu\text{m}$ 。这个现象可用折射率随载流子浓度的变化和注入层固相外延再结晶来解释。

用连续 CO₂ 激光对高温高浓度扩硼 Si 和扩磷 Si 退火时首次看到, 功率密度 $\sim 570\text{W}/\text{cm}^2$ 、扫描速度 $6\text{mm}/\text{min}$ 的激光辐照 si 片背面可将载流子面密度提高百分之几十到十多倍, 甚至使扩散层的杂质浓度超过固溶度。参照 R. T. Young 等人用调 Q 红宝石激光作的类似实验和透射电子显微镜的观察可以断定, 高功率密度的连续 CO₂ 激光不仅能使扩散层中以沉淀团形式存在的杂质原子电激活, 而且在保持迁移率基本不变这一点上还优于红宝石激光。

把滴有 B₂O₃ 饱和溶液的 n 型 Si 片预热到 350°C , 在氮气保护下用功率密度 $\sim 200\text{W}/\text{cm}^2$ 的连续 CO₂ 激光从背面辐照 3-10 秒, 就可获得良好的扩散。结深仅 $0.2\mu\text{m}$ 左右, 比 1050°C -60 min 热扩散的结深 ($0.6-0.9\mu\text{m}$) 浅得多。初步试制的太阳能电池已达到常规热扩散法生产的电池的性能指标。

作者对 80keV 、 $4 \cdot 10^{15}/\text{cm}^2$ 的注铟 GaAs 作 CO₂ 激光退火时曾获得 98% 的电激活率, 这是由于在 CO₂ 激光辐照下 GaAs 有与 Si 类似的载流子热激发和增强吸收。Ge 中也有这个现象。