

辐照LiF单晶的色心研究

彭郁卿 郑万辉 张怡萍 李胜华
(中国科学院上海原子核研究所) (上海交通大学)

关键词: 正电子湮没 吸收光谱 LiF单晶 γ -辐照 色心

LiF 晶体是一种新型的激光物质, 辐照能使其产生色心。我们用吸收光谱和湮没辐射多普勒展宽方法作了研究。

LiF 单晶样品在室温下用 ^{60}Co 进行不同 γ 剂量 ($9.9 \times 10^4 - 1.3 \times 10^6 \text{rad}$) 的辐照, 辐照过的样品保存于液氮中, 实验测量前回升至室温。

吸收光谱的结果表明, 在所用剂量范围内, 晶体中先后出现了 F 、 F_2 、 F_3 、 F_2^+ 、 R_1 、 F_4 和 R' 等各种色心, 而且随着剂量的加大, 正比于色心浓度的吸收峰面积亦加大。根据吸收光谱与 Smokula 公式计算了 F -心浓度, 得出: F -心浓度与剂量的平方根成正比, 这与 E. Sonder 等人的结果完全一致。

我们用能量分辨率为 1.2keV (^{85}Sr $514 \text{keV}\gamma$) 的 Ge(Li) γ 谱仪测量多普勒展宽谱, 每个谱的累积计数 $\sim 10^6$ 。得到的结果示于图。当剂量小于 $1 \times 10^6 \text{rad}$ 时, 试样中基本上只出现 F 心, 多普勒展宽谱的变化是由它造成的, 此时实验点落在直线 1 上, 表明 S 参数的相对变化正比于剂量的平方根, 亦正比于 F -心浓度, 这是用多普勒展宽方法首次得到的结果。随着剂量的加大, 聚集心相继出现, 并不断增多, S 参数亦随之加大, 但较以前增加变慢, 实验点偏离直线 1 而落在曲线 2 上, 这是因为各种色心浓度的总和增加变慢。将剂量大于 $4.8 \times 10^6 \text{rad}$ 的结果重新作图, 得到 S 参数的相对变化与剂量的对数成正比。

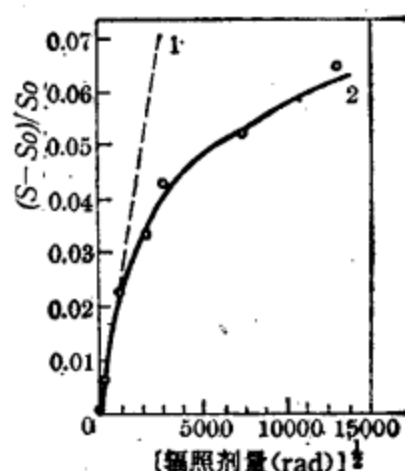


图 LiF 中 S 参数的相对变化与剂量平方根的关系

氢在中子辐照硅单晶中的特性

徐远超 李凤霞 高乃飞 曹必松 郁伟中
(中国原子能科学研究院) (清华大学)

关键词: 硅 辐照 正电子湮没

我们采用样品熔融-气体色谱分析方法测得氢气气氛区熔的硅单晶中含氢量为 $1 - 1.5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, 将这种硅单晶放在反应堆内辐照到 $2 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$ 的中子剂量, 然后作等时和等温退火, 测量电阻率、正电子湮没寿命谱。

等时退火温度在 $350 - 400^\circ\text{C}$, 导电类型由 P 型转化为 N 型, 在 $450 - 500^\circ\text{C}$ 左右, 电阻率出现一个极小值。 600°C 的等温退火实验表明(见图 1), 3 分钟可以使导电类型由 P 型转变为

N型, 随之出现电阻率极小值。由此分析, 在某一退火温度范围, 经过一定的退火时间, 样品内产生一种氢-空位复合物。利用阿尼乌斯公式算出这种复合物的迁移激活能为 1.9eV 左右。

将等时(20分钟)退火样品作正电子湮没寿命谱测量发现(见图 2), 在 300°C 左右, 双空位转变为 4 空位, 体内的空位浓度减少了三分之二左右; 350—500°C 左右, 小空位团大部分消失。在等温(600°C)退火研究中, 退火 3 分钟双空位等缺陷消失(见图 1)。退火 10 分钟后小空位团基本消除。退火 20 分钟后空位浓度相对而言稍有增加, 等时及等温退火样品都存在这一现象, 这可能与硅氢键迅速断裂有关。

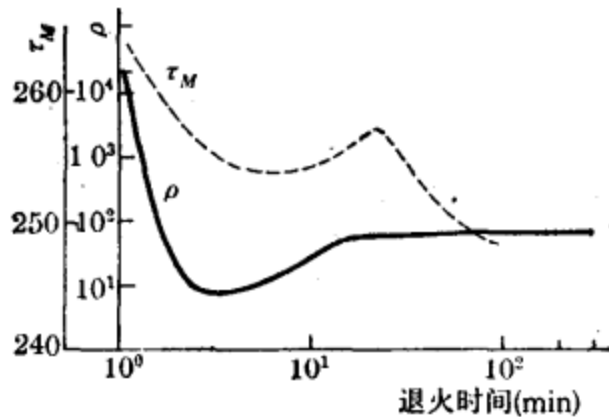


图1 退火时间电阻率(ρ)及正电子寿命谱随等温(600°C)退火时间变化

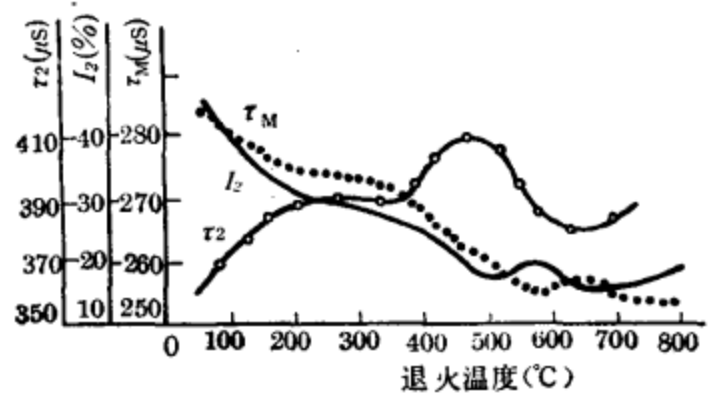


图2 含氢的中子辐照硅片的正电子湮没寿命谱参数随等时(20分钟)退火温度的变化

τ_M : 正电子在晶体内的平均寿命, τ_2 : 正电子在双空位及小空位团中的平均寿命, I_2 : 对应于双空位及小空位团的浓度。

无位错Si单晶中自无序缺陷的正电子寿命研究

邱万川 王少阶 罗守礼 王荣敏 郭云英
(武汉大学) (冶金部有色金属研究总院)

关键词: Si 缺陷 正电子寿命

对于无位错Si单晶中的第三类自无序缺陷, 究竟是空位型还是间隙型, 已争论许多年, 尚未得到统一的结论。这是因为对空位的直接观测, 目前尚有困难。由于正电子湮没谱(PAS)对空位型缺陷具有选择的灵敏性, 有可能为解决这一问题提供新的实验依据。

我们测量了正电子寿命沿无位错单晶Si棒轴向的分布, 其结果见表, 发现在高冷却率的尾部, 用二分量拟合得到的正电子寿命 τ_1 值比正常值高~3%。

根据简化的三态捕获模型, 按二分量拟合得到的寿命分量 τ_1 , 可以看作是完整晶格中的正电子寿命 τ_f 和缺陷处的正电子寿命 τ_d 的加权平均:

$$\tau_1 = [(I_1 - I_d)\tau_f + I_d\tau_d] / I_1 = f(I, \tau_d)$$

表 沿VF2单晶Si棒轴向 τ_1 值的分布

样品号	$\tau_1 \pm \Delta\tau_1$ (ps)	$\tau_2 \pm \Delta\tau_2$ (ps)	$I_1 \pm \Delta I_1$ (%)	取样部位
1	216±1	1415±32	96.15±0.10	晶体中部
2	217±1	1436±31	95.93±0.10	
3	216±1	1383±30	95.95±0.10	
4	218±1	1469±33	96.04±0.09	晶体尾部
5	219±1	1444±33	96.28±0.09	
6	216±1	1378±28	95.66±0.09	
7	221±1	1382±28	95.26±0.11	