

LiF 晶体中 F_2 心密度与激光稳定性的研究

李胜华 蒋秀明 黄木贞

(上海交通大学应用物理系)

范福昌 陈义金

(上海光学仪器研究所)

提要: 从实验上探讨了获得高密度 F_2 心的最佳 γ -辐照剂量。 F_2 心激光输出稳定, 振荡持续 6200 个脉冲以后漂白。

Study on relationship between density of F_2 -centers in LiF crystals and their laser stability

Li Shenhua, Jiang Xiuming, Huang Muzheng

(Department of Applied Physics, Shanghai Jiao Tong University)

Fan Fuchang, Chen Yijing

(Shanghai Institute of Optical Instruments)

Abstract: The F_2 -centers of LiF crystals have the lowest energy level. The optimum dosage-rate of γ -irradiation for obtaining high density F_2 -centers has been investigated experimentally. The F_2 -centers are bleached after 6,200 shots.

一、引言

文献报导的 LiF 晶体 F_2 心激光输出稳定十几个脉冲^[1] 或 70 个脉冲^[2], 最多百余个脉冲^[3] 后漂白。为了进一步探讨室温下 F_2 心激光振荡的稳定性, 我们用 Co^{60} - γ 射线辐照 LiF 晶体, 研究辐照剂量与形成 F_2 心密度的关系, 并观察不同密度的 F_2 心激光振荡的稳定性。

二、样品制备和实验方法

选取 $\langle 100 \rangle$ 方向光学性能优良的 LiF 晶体, 经光学加工制成 $10 \times 10 \times 30$ 毫米样品。用 UV-360 型分光光度计从 200~1000 毫微米范围测定吸收光谱, 图 1 表明, 它对可见光到红外光都有很高的透过率, 远紫外从 240 毫微米起向短波方向因晶体潮解透过率

收稿日期: 1983 年 1 月 14 日。

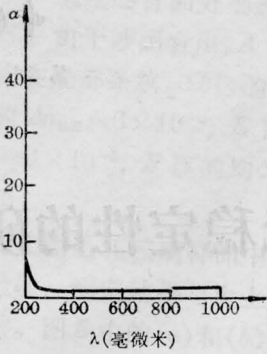


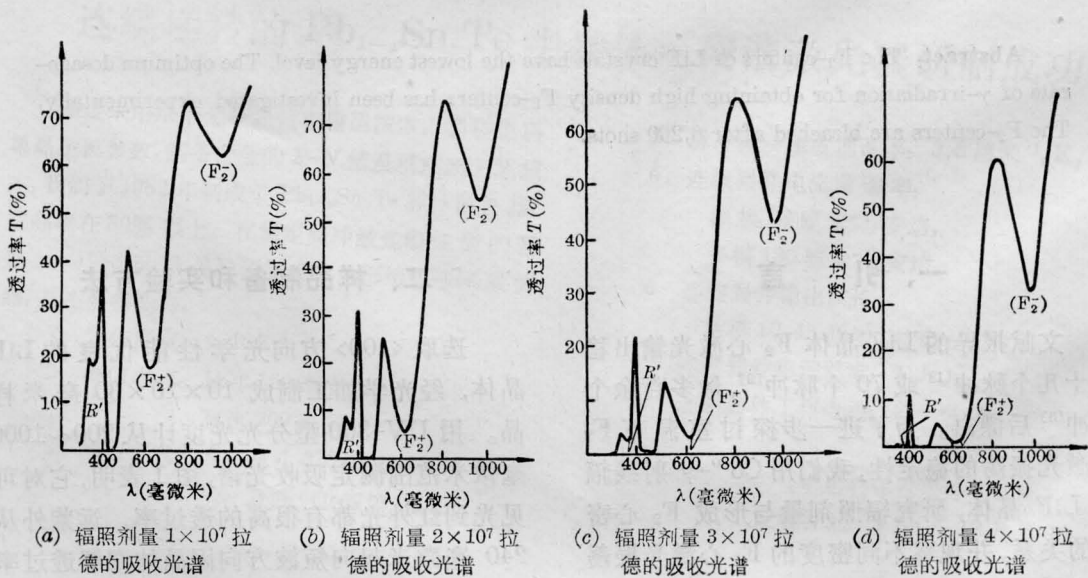
图1 LiF 晶体在 γ 射线辐照前的吸收曲线

渐降。

晶体着色用平均能量 1.25 兆电子伏的 Co^{60} - γ 射线源在室温下辐照, 剂量以硫酸亚铁标定。控制 16 小时, 在相同的时间选择 $1 \sim 5 \times 10^7$ 和 1.33×10^8 拉德六个剂量。为防止色心衰变, 需将刚辐照过的试样立刻保存在液氮杜瓦瓶中, 再测定光学性能观察出现的吸收带, 然后在 PMQ-3 型荧光谱仪上用选择激发测定荧光光谱。用 80 瓦汞灯照射赋色晶体 2 小时, 可有效地去除电离色心和俘获电子色心, 试样吸收带干净, 再用调 $\text{Q Nd}^{3+}:\text{YAG}$ 激光器的二次谐波 532 毫微米激光纵向泵浦, 观察 F_2 心脉冲激光振荡特性。

三、实验结果

在剂量 $1 \sim 4 \times 10^7$ 拉德范围辐照的 LiF 晶体, 吸收光谱曲线均有五个明显的吸收带, 如图 2 所示。其特征是 γ 射线剂量增加, 这五个特征吸收峰的透过率下降和吸收带的覆盖面积增大, 即色心密度增加。最强的 250 毫微米吸收峰对应于 F 心; 450 毫微米吸收峰对应于 F_2^- 心; 红色区域的 625 毫微米吸收峰对应于 F_2^+ 心, 它最不稳定; 红外区域的 960 毫微米吸收峰对应于 F_2^- 心; 短波方向的 370 毫微米小吸收峰对应于 F_3 心。处在蓝色区域的 M 吸收带结构复杂, 它包含两个色心带的重迭, 如图 3 所示。以 440~480 毫微米波长的光激发, 出现两个荧光峰, 即红的 690 毫微米荧光峰对应于 F_2^- 心和 530 毫微米荧光峰对应于 F_2^+ 心。以 530 毫微米波长的光激发, 则只有一个 690 毫微米的荧光峰, 如图 4。使用高压汞灯照射赋色晶体, F_2^+ 心和 F_2^- 心吸收带完全消失, 如图 5 所示。在 F_2^- 心吸收峰的长波方向都显露出一个新的 540 毫微米吸收峰对应于 F_4 心。辐照剂量在 5×10^7 拉德时, F_4 心最明显。



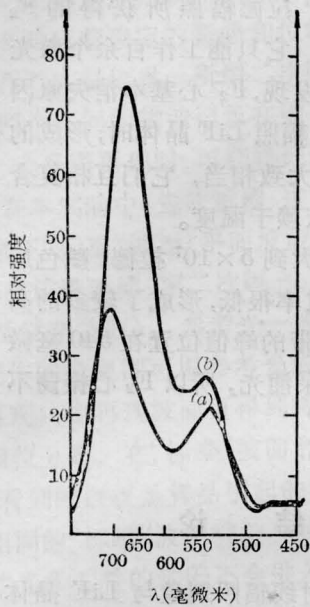
(a) 辐照剂量 1×10^7 拉德的吸收光谱

(b) 辐照剂量 2×10^7 拉德的吸收光谱

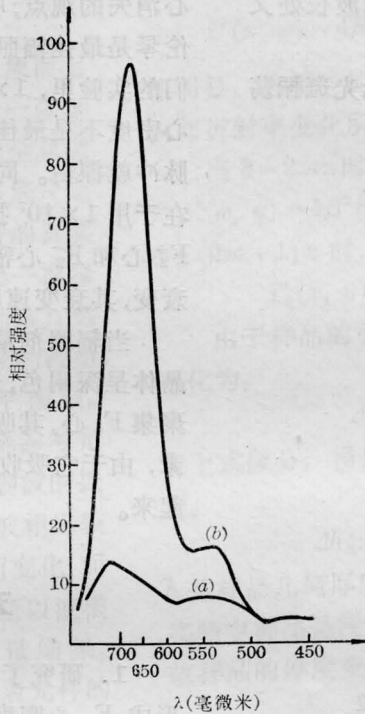
(c) 辐照剂量 3×10^7 拉德的吸收光谱

(d) 辐照剂量 4×10^7 拉德的吸收光谱

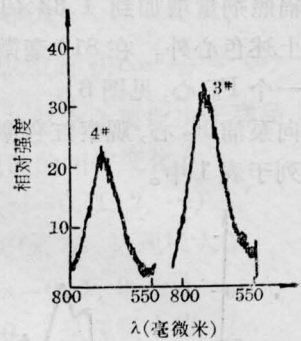
图 2



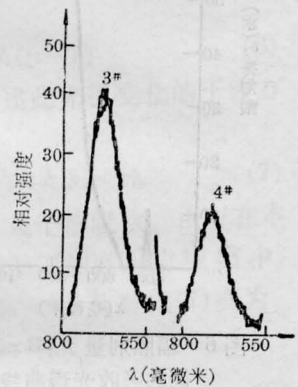
(1) 辐照剂量 2×10^7 拉德的荧光光谱 (2#)



(2) 辐照剂量 3×10^7 拉德的荧光光谱 (3#)



(a) 汞灯照射前的荧光谱



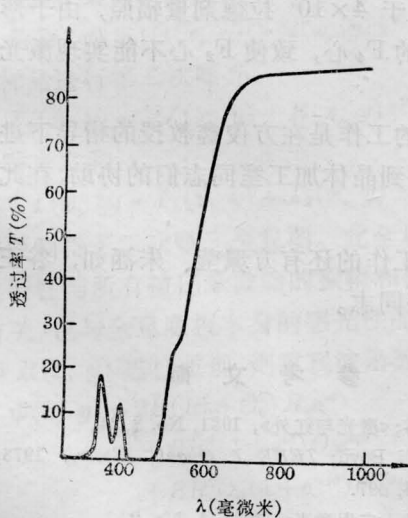
(b) 汞灯照射后的荧光谱 (3# 和 4# 样品)

图 3

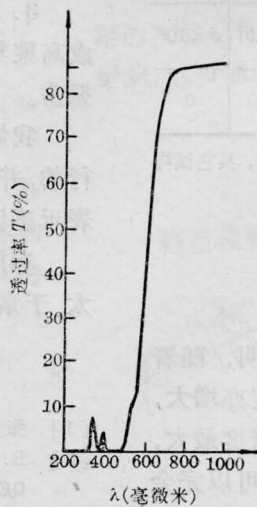
(a) 一着色后的荧光谱; (b) 一汞灯照射 2 小时后的荧光谱; 450 毫微米光激发

图 4

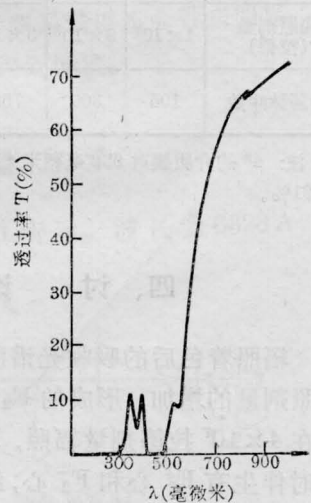
(3# 和 4# 样品)



(a) 剂量 3×10^7 拉德经光照后的吸收光谱 (3# 样品)



(b) 剂量 4×10^7 拉德经光照后的吸收光谱 (4# 样品)



(c) 剂量 5×10^7 拉德经光照后的吸收光谱 (5# 样品)

图 5

当辐照剂量增加到 1.33×10^8 拉德, 除已有的上述色心外, 在 810 毫微米波长处又形成了一个 F_3^+ 心, 见图 6。

纵向泵浦 F_2 心, 观察红色激光光斑振荡的结果列于表 1 中。

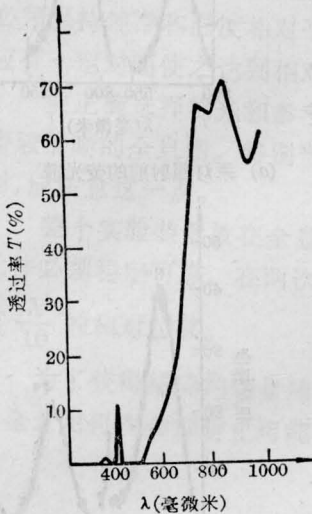


图 6 辐照剂量 1.33×10^8 拉德的吸收光谱曲线 (6# 样品)

表 1

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#
辐照剂量 (拉德)	1×10^7	2×10^7	3×10^7	4×10^7	5×10^7
振荡脉冲数	105	300	762	6200	0

注: 4# 的介质膜对 532 毫微米光 $T=94\%$, 其它试样 $T=91\%$ 。

四、讨 论

辐照着色后的吸收光谱测试表明, 随着辐照剂量的增加, 形成的 F_2 心密度亦增大, 且在 4×10^7 拉德剂量辐照, F_2 心密度最大, 同时伴生有 F_2^+ 心和 F_2^- 心, 经处理可以完全去除, F_2 心激光振荡最稳定, 实验结果与能

级计算数据吻合得较好。文献 [3] 基于 F_2^- 心消失的观点, 吸收带比较干净, 认为 1×10^7 伦琴是最佳辐照剂量, F_2 心密度最大。在我们的实验里, 1×10^7 拉德辐照所获得的 F_2 心密度不是最佳值, 它只能工作百余个激光脉冲就漂白。同时发现, F_2^- 心基本消失原因在于用 1×10^7 拉德辐照 LiF 晶体时, 形成的 F_2^+ 心和 F_2^- 心密度大致相当, 它们互相复合衰变, 其衰变速度依赖于温度。

当辐照剂量增大到 5×10^7 拉德, 赋色后晶体呈深褐色, 透过率很低, 形成了较多的高聚集 F_4 心, 其吸收带的峰值位置在 540 毫微米, 由于它吸收了泵浦光, 所以 F_2 心振荡不起来。

五、结 论

1. 研究了 γ 射线辐照剂量与 LiF 晶体形成 F_2 心密度的关系, 得出建立高密度 F_2 心的最佳辐照剂量为 4×10^7 拉德。

2. 用最佳剂量辐照 LiF 晶体来建立 F_2 心, 其室温激光振荡持续 6200 个脉冲以后漂白。

3. 大于 4×10^7 拉德剂量辐照, 由于形成高聚集的 F_4 心, 致使 F_2 心不能实现激光振荡。

我们的工作是在方俊鑫教授的指导下进行的, 并得到晶体加工室同志们的协助, 在此表示感谢。

参加工作的还有方珮莹、朱涵如, 谷正太、于素菩同志。

参 考 文 献

- [1] 张贵芬;《激光与红外》, 1981, No. 8, 24.
- [2] R. W. Boyd; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, QE-14, 697.
- [3] 王联治;《应用激光》, 1981, 1, No. 2.