

$M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 的电子 跃迁过程和光谱烧孔效率

宋宏伟 张家骅 赵 宇 黄世华 虞家琪

(中国科学院长春物理研究所激发态物理开放研究实验室, 长春 130021)

(1995 年 1 月 6 日收到; 1995 年 4 月 8 日收到修改稿)

通过测量无机光谱烧孔系列材料 $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ ($M = Mg, Ca, Sr, Ba$) 中 $4f5d$ 带的激发光谱随组分 x 和 y 的变化, $^5D_J \rightarrow ^7F_0$ ($J = 2, 1, 0$) 跃迁的荧光衰减随组分与温度的变化, 对其烧孔的电子跃迁过程及其对烧孔效率的影响进行了研究. 得出结论: 在此系列材料中, 随着 Br 含量和小半径的碱土离子的增加, Sm^{2+} 的 $4f5d$ 带与 5D_J 能级更加接近, 使 $^7F_0 \rightarrow ^5D_J$ 的电子跃迁几率增大, 烧孔效率提高.

PACC: 4820T; 0765

1 引 言

自从 1985 年 Winnaker 等人首次报道 $BaFCl:Sm^{2+}$ 的光子选通光谱烧孔以来^[1], 人们发现 Sm^{2+} 掺杂的无机化合物和玻璃材料是一类性能良好的烧孔材料, 为此受到广泛的重视和研究. 室温光谱烧孔在这类材料中的实现更成为光谱烧孔发展的里程碑^[2-6]. Sm^{2+} 的光谱烧孔与其它烧孔材料相比, 具有一些优点, 例如选通比大, 可逐点擦除, 烧孔光波长比选通光长, 可有效地避免自选通, 孔的温度稳定性较好等^[7,8]. 因此 Sm^{2+} 很有希望成为能够在光存储中实际应用的烧孔材料. 然而由于它烧孔跃迁的吸收截面小, 如果做成薄膜, 以与目前光盘相当的写或读速度, 很难达到较高的信噪比^[9].

稀土离子的 $f^n - f^n$ 电偶极跃迁是宇称禁戒跃迁, 但通过实验发现, 稀土离子的 $f^n - f^n$ 跃迁多数是电偶极跃迁. 根据 Judd-Ofelt 理论^[10,11], 其原因是相反宇称的态混入 f^n 组态, 引起波函数的混杂, 使得 $f^n - f^n$ 跃迁的电偶极跃迁成为宇称允许跃迁. 在 $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ ($M = Mg, Ca, Sr, Ba$) 中, 烧孔跃迁 $^7F_0 \rightarrow ^5D_J$ 的跃迁 ($f^6 - f^6$) 是电偶极宇称禁戒跃迁, 但由于 5D_J 能态与相反宇称的态 $4f5d$ 波函数的混杂, 使 $^7F_0 \rightarrow ^5D_J$ 的跃迁成为电偶极宇称允许跃迁. 组分 x 与 y 的变化, 可能会引起晶格常数的改变, 使 $4f5d$ 带与 5D_J 能级的相对位置发生变化, 其波函数的混杂程度由此发生改变, 从而引起电偶极跃迁矩阵元与跃迁几率的改变. 为此, 我们制备了 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ ($x = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$) 和 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ ($y = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$) 系列烧孔材料, 对其电子跃迁几率和烧孔效率等随组分的变化进行了研究.

2 实 验

样品的制备采用与文献[12]相同的方法. $4f5d$ 带的激发光谱是用 F-4000 荧光光度计测量的. 在不同温度下 $^5D_J - ^7F_0$ 的荧光衰减是以氦分子激光器作为激发光源测量的. 样品被置于液氮循环制冷装置中, 发出的光经会聚透镜、D330 单色仪、Boxcar 取样平均器, 再经 Datemate 微机处理得到光信号. 在烧孔实验中, 脉冲宽度为 10 ns 的由 Nd:YAG 脉冲激光泵浦的染料激光被用于抽运和选通.

3 实验结果和讨论

3.1 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中阴离子变化对 $^5D_2 - ^7F_0$ 电子跃迁几率的影响

1) $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中 $4f5d$ 带的激发谱 图 1 是 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 不同组分的样品 ($x=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0$) $4f5d$ 带的激发光谱. 由激发光谱可以观察到, 对于不同组分样品, $4f5d$ 带的激发光谱都有四个激发光谱峰, 其中, 最大波长的激发光谱峰都在

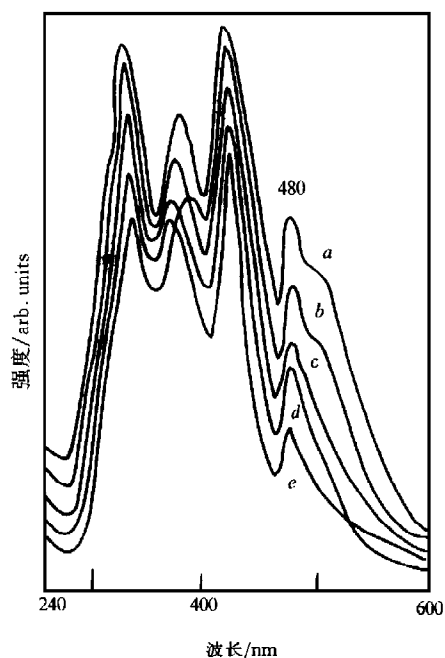


图 1 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中 $4f5d$ 能带的激发谱(监测波长: 688 nm) 曲线 a 为 $x=0$; 曲线 b 为 $x=0.25$; 曲线 c 为 $x=0.5$; 曲线 d 为 $x=0.75$; 曲线 e 为 $x=1.0$

488 nm 处, 没有随 x 的变化而移动. 随 Br 含量的增加, 488 nm 处的激发峰在长波侧出现劈裂, Br 含量越大, 劈裂的程度越大, 这相当于 $4f5d$ 带向长波侧移动了. 从 $BaFCl:Sm^{2+}$ 到 $BaFBr:Sm^{2+}$, $4f5d$ 带向长波移动十几个纳米. 组分的变化, 同时会引起 5D_J 能级位置的移动, 在 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中, 5D_2 位置随组分 x 的移动很小(如表 1, 5D_2 能级峰值位置随 x 的变化), 与 $4f5d$ 带的移动相比可忽略不计, 所以随 Br 含量的增大, $4f5d$ 带与 5D_2 能级更加靠近.

表 1 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中 5D_2 的峰值能量位置

$P(\text{cm}^{-1})$ 随组分的变化					
x	0	0.25	0.5	0.75	1.0
P/cm^{-1}	17804	17810	17818	17824	17829

组分的变化, $4f5d$ 带与 5D_2 能级的靠近, 会影响 $^5D_2 - ^7F_0$ 的电子跃迁几率. 根据 Judd-Ofelt 理论, 如果 $|\psi'J'J_z\rangle$ 是 5D_J 的一个能量状态, $|\psi''\rangle$ 是 $4f5d$ 带的能量状态, 则 $4f5d$ 能带与 5D_J 能级波函数混杂后 5D_J 的能态 $|B\rangle$ 如下:

$$|B\rangle = |\Psi'J'J'_Z\rangle + \sum_{\Psi''} \frac{|\Psi''\rangle \langle\Psi'|H_c|\Psi'J'J'_Z\rangle}{E(\Psi'J'J'_Z) - E(\Psi'')}, \quad (1)$$

这里, H_c 是产生混杂相互作用的哈密顿量, 如果 $\langle A| = \langle\Psi'J'J'_Z|$ 是 7F_0 的一个能态, 则波函数混杂后 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 电偶极跃迁矩阵元如下:

$$\langle A|P|B\rangle = \sum_{\Psi''} \frac{\langle\Psi'J'J'_Z|P|\Psi''\rangle \langle\Psi''|H_c|\Psi'J'J'_Z\rangle}{E(\Psi'J'J'_Z) - E(\Psi'')}. \quad (2)$$

因 $|\Psi''\rangle$ 是 $4f5d$ 带的能态, $\langle\Psi'J'J'_Z|P|\Psi''\rangle$ 是电偶极宇称允许跃迁矩阵元, $[E(\Psi'J'J'_Z) - E(\Psi'')]$ 的值越小, 电偶极跃迁矩阵元 $\langle A|P|B\rangle$ 的值越大, 电子跃迁几率越大。

2) $\text{BaFCl}_x\text{Br}_{1-x}:\text{Sm}^{2+}$ 中 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 的电子跃迁几率随组分 x 的变化 为了研究 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 电子跃迁几率随组分的变化, 我们做了不同组分的样品 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 荧光衰减的变温实验(如图 2), 由图 2 可见, 在低于 30 K 的温度区间, 对不同组分的样品, 5D_2 的荧光寿命皆趋于一个稳定的值, 当温度为 30—80 K 时, 随温度的上升, 5D_2 的荧光寿命逐渐变短, 荧光强度也逐渐变弱, 当温度为 100 K 时, 5D_2 的荧光已难于探测。根据稀土离子无辐射跃迁的多声子弛豫理论,

$$W_{\text{NR}} = e^{-\Delta E/kT} \quad (\text{强耦合相互作用}); \quad (3)$$

$$W_{\text{NR}} = (1/(1 - e^{-h\omega/kT}))^P$$

$$(\text{弱耦合相互作用}), \quad (4)$$

式中, W_{NR} 是无辐射跃迁几率, k 是玻耳兹曼常数, T 是温度, $h\omega$ 是声子能量, ΔE 是位形坐标交叉点到最低点的能量差, $P = \Delta E/h\omega$ 。

无辐射跃迁几率随温度的降低而减小, 如 $T \rightarrow 0$, 则 $W_{\text{NR}} \rightarrow 0$ 。辐射跃迁几率不随温度的变化而改变。在温度低于 30 K 的区间内, 5D_2 的荧光寿命趋于稳定值, 说明此时 5D_1 等能级间的无辐射跃迁几率与 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7D_0$ 的辐射跃迁相比可以忽略不计, 此时的荧光衰减是由 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 的辐射跃迁

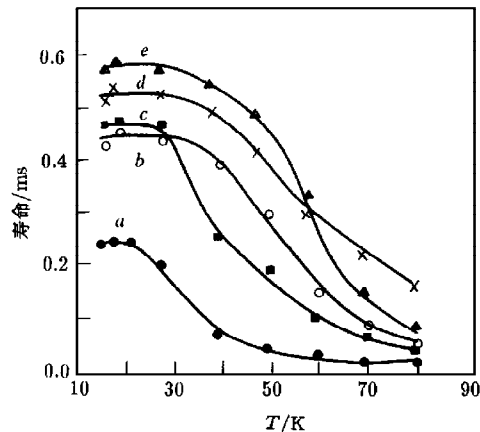


图 2 $\text{BaFCl}_x\text{Br}_{1-x}:\text{Sm}^{2+}$ 中 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 荧光衰减随温度的变化 曲线 a 为 $x=0$; 曲线 b 为 $x=0.25$; 曲线 c 为 $x=0.50$; 曲线 d 为 $x=0.75$; 曲线 e 为 $x=1.00$

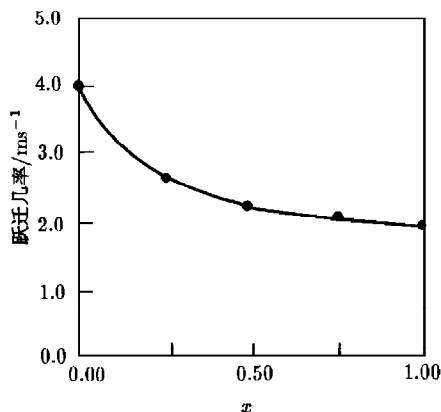
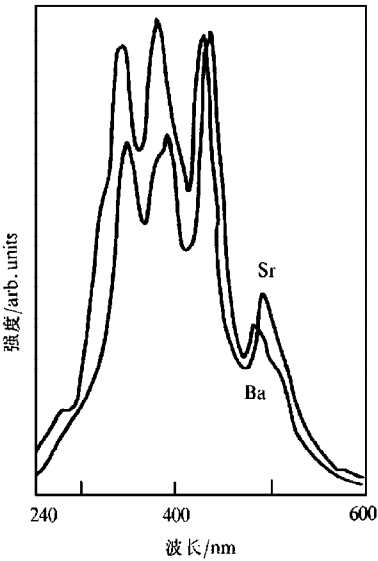


图 3 $\text{BaFCl}_x\text{Br}_{1-x}:\text{Sm}^{2+}$ 中 ${}^5D_2 \rightarrow {}^7F_0$ 的电子跃迁几率随组分 x 的变化

几率决定的,寿命的倒数是 $^5D_2-^7F_0$ 的辐射跃迁几率.由此,我们得到 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中 $^5D_2-^7F_0$ 的电子跃迁几率随温度的变化关系.由图3可以看到,在 $BaFCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中,随Br含量的增加, $^5D_2-^7F_0$ 的电子跃迁几率增大,从BaFCl到BaFBr跃迁几率增到了两倍.

3.2 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 中阳离子变化对 $^5D_J-^7F_0$ 电子跃迁几率的影响



在 $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 中,阳离子的变化同样引起晶格常数的改变从而使 $^5D_J-^7F_0$ 的跃迁几率产生变化,为研究其变化规律,我们制备了 $Sr_yBa_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ 体系,考虑到 $x=0.5$ 时 $^5D_J-^7F_0$ 的非均匀线宽最大,取 $x=0.5$.图4是 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 两种不同组分的样品4f5d能带的激发光谱.由4f5d带的激发光谱发现,阳离子的变化,虽然没有使 Sm^{2+} 的4f5d带480 nm附近的激发峰产生劈裂,却使其能量位置发生变化,随着Sr含量的增大,此激发峰向长波侧移动,移动的程度可达到几个纳米.组分的变化也会引起 5D_J 能级位置的移动,表2列出了五种不同组分的样品4f5d带最大波长的激发峰a峰的能量位置 E_a 和 5D_J 的峰值位置 E_J 及 E_a 与 E_J 的能量差 ΔE_{aJ} .由表2可见,在 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 中,随Sr含量的增加, 5D_J 的峰值位置也向长波侧移动,但移动的程度不如a峰显著,因而随Sr含量增加,a峰与 5D_J 各能级更加靠近,即4f5d带与 5D_J 各能级更加接近.

图4 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 中 4f5d 带的激发谱(监测波长:688 nm) 曲线 a 为 $y=0$; 曲线 b 为 $y=1.0$

表2 4f5d 能带最长波长的激发峰 a 的能量位置 E_a , 5D_J 能级的能量位置 E_J , 激发峰 a 与 5D_J 的能量差 ΔE_{aJ}

y	1.0	0.75	0.5	0.25	0
E_a/cm^{-1}	20566	20640	20683	20790	20877
E_2/cm^{-1}	17757	17778	17787	17804	17818
E_1/cm^{-1}	15824	15844	15864	15872	15876
E_0/cm^{-1}	14478	14496	14516	14524	14531
$\Delta E_{a2}/cm^{-1}$	2809	2862	2905	2986	3059
$\Delta E_{a1}/cm^{-1}$	4742	4796	4819	4918	5001
$\Delta E_{a0}/cm^{-1}$	6088	6144	6167	6266	6346

$^5D_J-^7F_0$ 的电子跃迁几率随阳离子组分的变化,我们对不同组分的样品进行了荧光衰减的变温实验.表3,表4和表5分别是不同组分的样品在不同温度下 5D_2 , 5D_1 和 5D_0 的荧光寿命.

表 3 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 中 5D_2 的荧光寿命随组分与温度的变化

T/K	荧光寿命/ms				
	y=1.0	y=0.75	y=0.5	y=0.25	y=0
17	0.36	0.38	0.40	0.43	0.46
30	0.35	0.39	0.39	0.44	0.47
40	0.15	0.16	0.24	0.29	0.27
50	0.02	0.02	0.04	0.04	0.21
70	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06

表 4 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 中 5D_1 的荧光寿命随组分与温度的变化

T/K	荧光寿命/ms				
	y=1.0	y=0.75	y=0.5	y=0.25	y=0
17	0.88	0.43	0.61	0.67	0.72
30	0.89	0.42	0.62	0.68	0.70
50	0.88	0.40	0.51	0.61	0.61
70	0.76	0.38	0.49	0.60	0.60
100	0.78	0.35	0.52	0.55	0.40
150	0.65	0.32	0.36	0.26	0.30
200	0.64	0.24	0.35	0.22	0.28
250	0.64	0.17	0.17	0.15	0.20

表 5 $Sr_yBa_{1-y}FCl_{0.5}Br_{0.5}:Sm^{2+}$ 中 5D_0 的荧光寿命随组分与温度的变化

T/K	荧光寿命/ms				
	y=1.0	y=0.75	y=0.5	y=0.25	y=0
17	1.44	1.67	1.76	1.87	1.89
30	1.38	1.69	1.74	1.89	1.89
50	1.32	1.69	1.85	1.86	2.07
70	1.31	1.58	1.43	1.90	2.05
100	1.32	1.28	1.40	1.44	2.31
150	1.30	1.31	1.28	1.46	1.71
200	1.05	1.09	1.15	1.14	1.68
250	1.02	0.86	0.72	1.05	1.61

从表 3, 表 4 和表 5 可以观察到, 在低于 30 K 的低温下, 5D_2 , 5D_1 和 5D_0 的荧光寿命都趋于一个稳定的值. 30 K 以上, 荧光寿命随温度的升高而减小, 其中以 5D_2 的荧光寿命随温度的变化最为显著. 80 K 以上, $^5D_2 \rightarrow ^5F_0$ 的荧光已难以探测. 5D_1 , 5D_0 的荧光寿命没有 5D_2 的荧光寿命变化显著, 这可能是由于 5D_2 能级与 4f5d 能带相距很近, 存在着强耦合相互作用

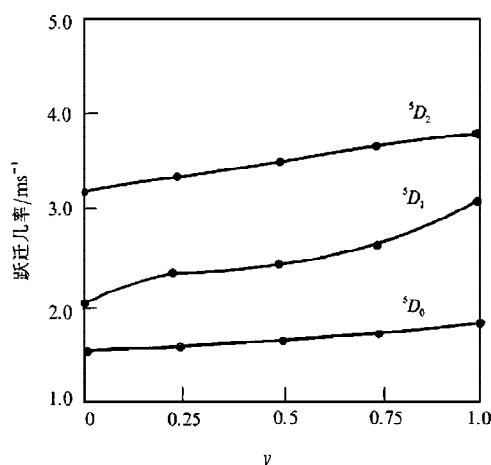


图5 ${}^5D_J-{}^7F_0$ ($J=2, 1, 0$) 的电子跃迁几率随组分 y 的变化

的 ${}^5D_2-4f5d$ 的热激活,热激活几率随温度上升而显著增大.另外,有些组分的样品 5D_0 的荧光寿命有先随温度增加而后减小的趋势,文献[13]中由发光动力学方程出发,对此作了定性的解释,即在温度低于30 K的区间内,寿命的倒数是辐射跃迁几率.我们得到不同组分的样品 ${}^5D_J-{}^7F_0$ 的电子跃迁几率(如图5).由图5可以看到,在 $\text{Sr}_y\text{Ba}_{1-y}\text{FCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$ 中,随着Sr含量的增加,4f5d能带与 5D_J 能级的接近, ${}^5D_J-{}^7F_0$ 的电子跃迁几率增大.这里, ${}^5D_1-{}^7F_0$ 的电子跃迁几率随组分的变化最为显著.根据实验结果,我们可将结论推广,在 $\text{M}_y\text{M}'_{1-y}\text{FCl}_x\text{Br}_{1-x}:\text{Sm}^{2+}$ ($\text{M}=\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$)中,以离子半径更小的碱

土金属离子Mg来取代Ba, Sr, ${}^7F_0-{}^5D_J$ 的电子跃迁几率将进一步提高.

3.3 ${}^5D_J-{}^7F_0$ 电子跃迁几率对于烧孔效率的影响

${}^5D_J-{}^7F_0$ 的发射跃迁几率与 ${}^7F_0-{}^5D_J$ 的吸收跃迁几率成正比,所以 ${}^5D_J-{}^7F_0$ 跃迁几率的提高即意味着 ${}^7F_0-{}^5D_0$ 共振激发效率的提高.我们从 Sm^{2+} 的光谱烧孔的发光动力学方程出发,在脉冲光烧孔并选通的弱激发条件下,推导出烧孔效率的表达式,

$$\eta = \eta_{23} I \mu \alpha_0 I' \tau' \sigma_1 N_0 / 2 \quad (\text{s}^{-1} \text{cm}^{-2}), \quad (5)$$

这里, η 是烧孔效率(我们把烧孔效率定义为烧孔时间趋于零时刻单位时间单位面积激发到陷阱中的电子数), η_{23} 是陷阱由导带吸收电子的速率, I 是烧孔光的强度, μ 是烧孔光的脉冲宽度, α_0 是 ${}^7F_0-{}^5D_J$ 的吸收截面, I' 是选通光的强度(单位时间单位面积激光输出的光子数), σ_1 是 5D_J —导带的吸收截面, τ' 是导带电子的寿命, N_0 是基态 7F_0 的电子数.由此可知,在脉冲光烧孔并选通的弱激发条件下,烧孔效率正比于 ${}^7F_0-{}^5D_J$ 的电子跃迁几率.

事实上, ${}^7F_0-{}^5D_J$ 辐射跃迁几率的提高,不仅可以提高脉冲光烧孔的效率,在连续光烧孔并选通的情况下,跃迁几率的提高会使能级寿命变短,不利于选通的进行.

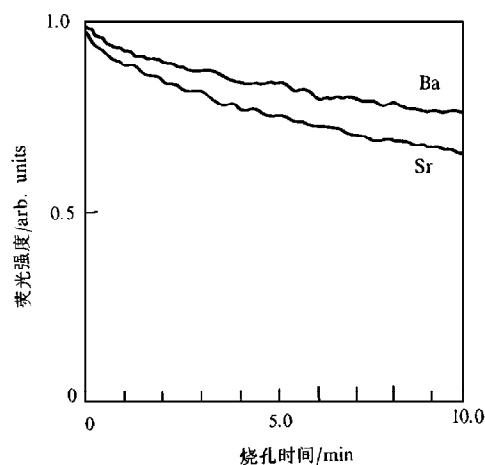


图6 ${}^5D_2-{}^7F_0$ 烧孔点的荧光强度随烧孔(77 K)时间的变化 曲线 a 为 $\text{BaFCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$; 曲线 b 为 $\text{SrFCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$; $I_{\text{hole}} = 80 \text{ mJ/pulse}$

在此情形下可以寻找寿命较长的第四个能级进行选通, 比如在 5D_2 能级烧孔, 在 5D_1 和 5D_0 能级进行选通, 跃迁几率的提高同样能够提高烧孔效率. 因此在 $\text{Sr}_y\text{Ba}_{1-y}\text{FCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$ 中, 随 $^7F_0 \rightarrow ^5D_j$ 辐射跃迁几率的增大, 烧孔效率的提高具有普遍意义.

为了进一步证实我们的结论, 在 $\text{BaFCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$ 和 $\text{SrFCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$ 两种材料的 5D_2 能级进行了烧孔实验, 实验采用相同功率的激光泵浦和选通, 图6是 $^5D_2 \rightarrow ^7F_0$ 的归一化的荧光强度随烧孔时间的变化曲线. 如图6所示, 在相同的烧孔条件($I_{\text{hole}} = 80 \text{ mJ/pulse}$)和相同的烧孔时间下, 在 $\text{SrFCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$ 中能够烧出比在 $\text{BaFCl}_{0.5}\text{Br}_{0.5}:\text{Sm}^{2+}$ 中更深的孔, 说明前者是比后者效率更高的烧孔材料. 根据前面效率的理论结果, 假定组分和能级位置小的改变, 除跃迁几率外对其它的物理量影响很小, 则实验结果与理论相符.

在 $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:\text{Sm}^{2+}$ 中, 阴阳离子的变化虽然可以使 $^7F_0 \rightarrow ^5D_j$ 的电子跃迁几率、烧孔效率提高几倍, 但并未引起量级上的提高, 从而满足光谱烧孔在光存储领域实际应用的需要. 通过实验能证实, 在 Sm^{2+} 的光谱烧孔中, 可以通过基质的改变, 使 $4f5d$ 带与 5D_j 能级靠近, 波函数更大程度混杂的方法提高 $^7F_0 \rightarrow ^5D_j$ 的吸收截面. 在 Sm^{2+} 掺杂其它基质的材料中, 寻找到使烧孔跃迁的吸收截面、烧孔效率提高一个量级以上的材料是大有希望的. 进一步的实验正在进行.

4 结 论

在 $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:\text{Sm}^{2+}$ 中, 用Br取代Cl, 用小半径离子的碱土金属Sr等取代Ba, 会使该体系的晶格常数发生改变, 从而使 Sm^{2+} 的 $4f5d$ 能带与 5D_j 能级的相对位置更加接近. $4f5d$ 带与 5D_j 能级的接近能够使它们的波函数更大程度地混杂, $^7F_0 \rightarrow ^5D_j$ 的电子跃迁几率增大, 从而使烧孔效率提高.

- [1] A. Winnaker, R. M. Shelby and R. M. Macfarlane, *Opt. Lett.*, **10**(1985), 350.
- [2] 张家骅、黄世华、虞家琪, 发光学报, **12**(4)(1991), 181.
- [3] K. Holladay, C. Wei, M. Croci *et al.*, *J. Lumin.*, **53**(1992), 227.
- [4] J. Zhang, S. Huang and J. Yu, *Opt. Lett.*, **17**(1992), 146.
- [5] R. Jaaniso and H. Bill, *Europhys. Lett.*, **16**(1991), 569.
- [6] K. Hirao, S. Todoroki and N. Soga, *J. Lumin.*, **55**(1993), 217.
- [7] 虞家琪、黄世华, 发光快报, 增刊(1990), 43.
- [8] J. Zhang, S. Huang and J. Yu, *J. Lumin.*, **53**(1992), 275.
- [9] W. E. Moerner, *IBM Research Report*, RJ7015(1989), 66942.
- [10] B. R. Judd, *Phys. Rev.*, **127**(1961), 750.
- [11] G. R. Ofelt, *J. Chem. Phys.*, **37**(1962), 511.
- [12] 宋宏伟、张家骅、虞家琪等, 发光学报, **15**(3)(1994), 215.
- [13] 宋宏伟、张家骅、黄世华、虞家琪, 发光学报, **15**(3)(1994), 201.

ELECTRON TRANSITION PROCESS OF $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ AND SPECTRAL HOLE-BURNING EFFICIENCY

SONG HONG-WEI ZHANG JIA-HUA ZHAO YU HUANG SHI-HUA YU JIA-QI

(Changchun Institute of Physics, Academia Sinica, Changchun 130021)

(Received 6 January 1995; revised manuscript received 8 April 1995)

ABSTRACT

By measuring the excitation spectra of the 4f 5d bands and the fluorescent decays of the $^5D_J \rightarrow ^7F_0$ ($J=2, 1, 0$) transition probability depending on temperature in $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ ($M=Mg, Ca, Sr, Ba$) series, we have studied the dependence of the energy separation between the 4f5d bands and the 5D_J level, the $^5D_J \rightarrow ^7F_0$ ($J=2, 1, 0$) transition probability on the composition grade (x) and (y) and the effect on hole-burning efficiency. We draw conclusions as below: In $M_yM'_{1-y}FCl_xBr_{1-x}:Sm^{2+}$ series, the 4f5d bands will be more close to the 5D_J level with the increase of the Br concentration and the concentration of small radium alkaline earth ion, and this situation makes the $^5D_J \rightarrow ^7F_0$ electron transition probability increase. By reasoning, the hole-burning efficiency of Sm^{2+} are expected to be enhanced.

PACC: 4280T; 0765