

表1 InSb 和相应熔体中 In 活度的比较

InSb 样品	电动势 mV	InSb 中 In 活度 487°C	相应熔 体组成 N_{In}	熔体中 In 活度 487°C
Z ₁ , Z ₂	132	0.132	0.50	0.189
Z ₈	118	0.162	0.50	0.189
I ₁	74	0.321	0.60	0.334
S ₁	130(144)	0.136(0.109)	0.39	0.102

从上述结果看来,应用电动势法来鉴别 InSb 晶体中微小的化学比差别已取得了初步成功。此项工作尚在继续中,并拟进一步探讨电动势数据与化合物其他性质间的关系。

本文所用区熔样品系由李爱珍、郭康瑾等同志供给,

赵彭年、彭瑞伍同志在实验方法上提出了宝贵意见,一并致谢。

- [1] Owens E. B., Strauss A. J., *Ultrapurification of Semiconductor Materials* (Macmillan, 1962), p. 340.
- [2] Effer D., Etter P. J., *J. Phys. Chem. Solids*, **25**, [5], 451(1964).
- [3] Effer D., *J. Electrochem. Soc.*, **108**, [4], 357 (1961).
- [4] Hulme K. F., Mullin J. B., *J. Solid-State Electronics*, **5**, 211(1962).
- [5] Hansen M., *Constitution of Binary Alloys*, 2nd ed. (McGraw-Hill, 1958), p. 859.
- [6] 邹元熾, *金属学报*, **7**, [2], 123 (1964)。
- [7] Terpilowski J., *Arch. Hutnictwa*, **4**, 355 (1959)

掺铋钨酸钙光激励器

刘顺福 陈兮 梁宝根 黄永楷 李士英 吴金康

用稀土激活离子的线状发光特征产生激励光效应,以三价铋离子引人注目。选择合适的基质,可以达到室温振荡、振荡阈值低及相对输出能量较大等性能。对晶体材料而言,目前以掺铋的钨酸钙^[1]及石榴石^[2]的结果较好。这里简略报导有关掺铋钨酸钙光激励器的一些实验结果。

掺铋钨酸钙晶体(加 Na⁺ 作电荷补偿剂)是用结晶引上法在高频加热铂铑坩埚的装置上制得^[3]。为了保证材料纯度,除了钨酸盐原料是自行提纯及合成之外,晶体亦是经三次结晶后取得的。制得的晶体通常在 1,350°C 退火 8 小时。晶体的光性经过检查,内部存在少量丁铎尔散射,残余应力未尽消除。

钨酸钙中三价铋离子(加 Na⁺)的近红外发光性能表明,铋离子从能级 ⁴F_{3/2} 至 ⁴I_{11/2} 的跃迁(1.05 至 1.09 微米波长区域),是主要的发光谱线组。

室温时对含铋量约 1% 的样品的初步测定结果:⁴F_{3/2}→⁴I_{11/2} 跃迁的发光量子效率为 0.27±0.05,而 ⁴F_{3/2}→⁴I_{9/2} 跃迁为 0.20±0.04。发光是偏振的;室温下 C 轴晶体(沿 001 方向生长)的最强发光谱线为 1.065 微米, a 轴晶体(沿 100 方向生长)则为 1.058 微米;液氮温度下两者的极大同为 1.0651 微米。上述主要激励光谱线的终端能级位置离基态高达 2019 厘米⁻¹(图 1)。对含铋量不大于 3%、铋与钙的原子数比变化至十倍的晶体,由于其发光电和弛豫时间不随温度变化,发现至 500°K 尚不出现发光的温度猝灭效应。这些数据表明,铋离子在钨酸钙晶体场中形成性能十分良好的四能级激励光振荡系统。

用作激励光实验的晶体磨成 Fabry-Perot 光频谐振腔,直径为 3—5 毫米,长度 15—68 毫米不等;端面平度为 $\frac{1}{4}$ 波长,两端平面平行度小于 5 秒,其

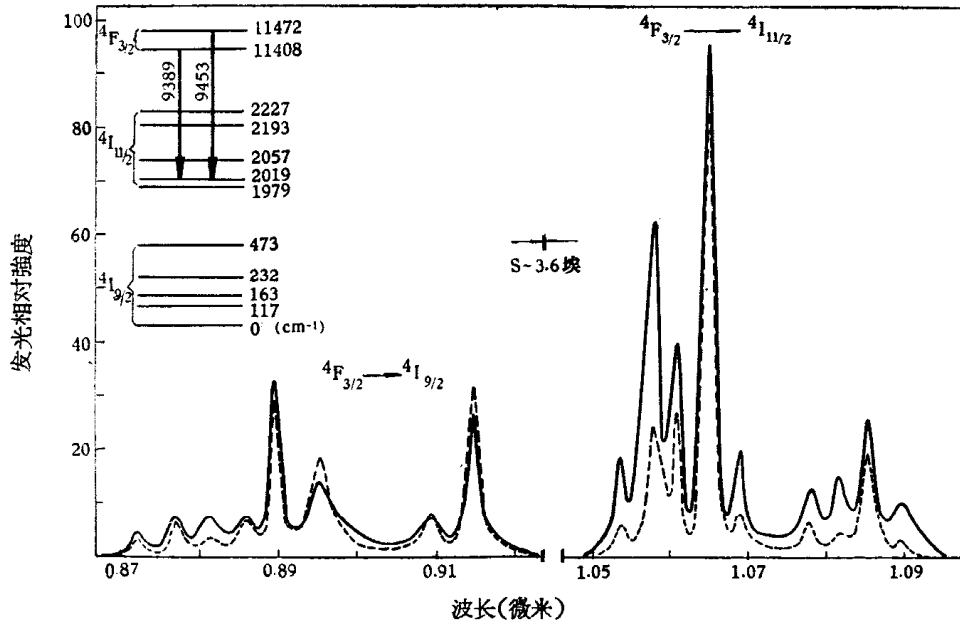


图1 93°K时 $\text{CaWO}_4 \cdot \text{Nd}^{3+}$ (0.5%, $\text{Na}/\text{Nd} = 3$) 的 ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{11/2}$, ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{9/2}$ 的发光谱线组及其能级分裂图(左上角)

虚线表示平行于光轴方向看到的荧光; 实线表示垂直于光轴方向看到的荧光

上真空镀膜, 通常一端为全反射, 另一端的透过率为1%。

室温时激光的脉冲振荡及测试装置如图2, 用直径为140毫米镀铝的球形成象照明器, 以直管

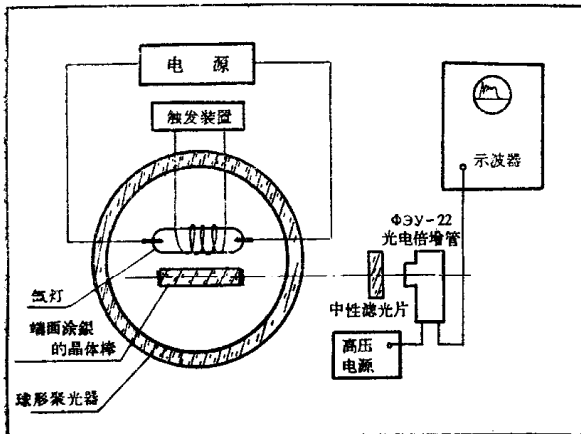


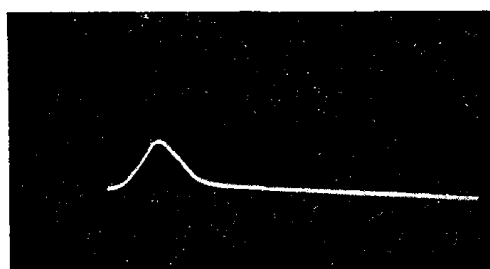
图2 激光脉冲振荡实验装置示意图

氙灯作激发光源, 掺钕钨酸钙晶体的输出讯号, 由银一氧一铯阴极光电倍增管接收, 在OK-17M高压示波器上显示。

输出能量数据用经过标定的炭斗式辐射量热器取得。

图3为不同能量输入时的示波照相图, 晶体大小为 $\phi 3.5 \times 30$ 毫米。由于灯及晶体大小不一致, 经过折合后的晶体输入能量依次为0.4、0.7(略高于阈值)、1.8及3.5焦耳。观察到输入能量增加时, 起始振荡时间提前, 弛豫振荡过程扩展。上述近十个晶体不论是a轴还是c轴的, 其阈值皆在一焦耳以内。对于 $\phi 5 \times 68$ 毫米的晶体, 在低能量级光泵情况下(输入高于阈值百余倍), 当一端的镀银层透过率为23%时, 得到如图4的能量输出曲线, 平均输出效率为0.1%。

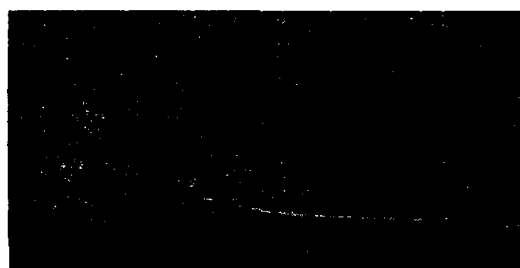
进行连续激光光实验的装置是用 $\phi 400$ 毫米的球形成象照明器, 内部镀铝。以 $\phi 8 \times 100$ 毫米的水冷式交流高压氙灯(充氙3—5大气压)作光源。所用钨酸钙晶体大小为 $\phi 3.3 \times 60$ 毫米, 是c轴晶体, 含钕量约1%, 置于杜瓦瓶中直接与液氮接触。输出讯号用光电倍增管接收, 在新建185型示波器上显示。图5为灯输入达9.7KW时准连续激光输出的示波器照相图, 讯号的波纹数为100周/秒, 激光以波峰上的迭加尖峰现象明显表示出来。若灯及晶体的大小匹配好, 则产生振荡所需灯的功率可以大大降低。



(1)



(2)



(3)



(4)

图3 室温时 $\text{CaWO}_4 \cdot \text{Nd}^{3+}(\text{Na}^+)$ 的脉冲振荡 (迹长全程为 600 微秒)

- (1) 输入能量低于阈值时产生的荧光过程;
- (2) 输入能量稍高于阈值时产生的激光情况;
- (3) 输入能量高于阈值 2.5 倍时产生的激光情况;
- (4) 输入能量高于阈值 5 倍时产生的激光情况;

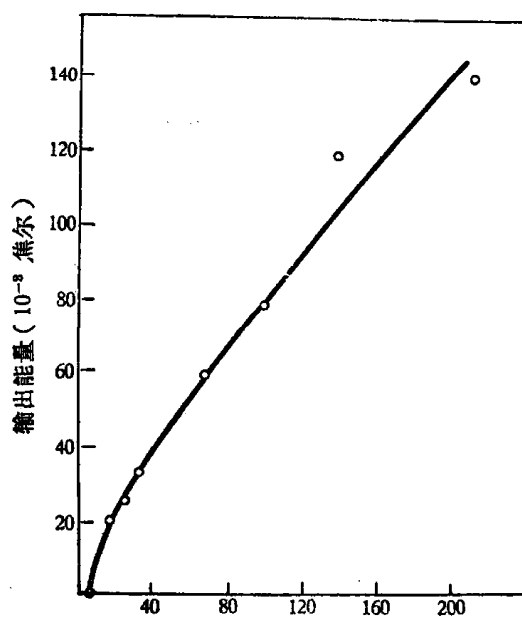


图4 室温下 $\text{CaWO}_4 \cdot \text{Nd}^{3+}(\text{Na}^+)$ 光激励器的能量输出效率

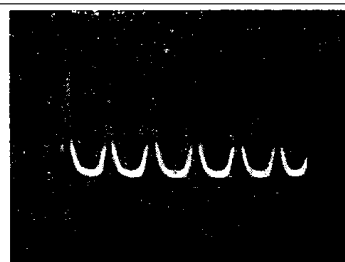


图5 液氮温度时, $\text{CaWO}_4 \cdot \text{Nd}^{3+}(\text{Na}^+)$ 的准连续振荡

志谢: 对张佩环等同志制备原料及进行化学分析工作, 钟永成等同志提供晶体, 冯兆新同志提供光源, 以及王福贵、梁培辉同志在实验中给予很多支持, 在此表示感谢。

- [1] Johnson L. F., Nassau K., *Proc. IRE*, **49**, 1704 (1961); Johnson L. F., Boyd G. D., Nassau K., Soden R. R., *Phys. Rev.*, **126**, 1406 (1962); Johnson L. F., *J. Appl. Phys.*, **34**, 897 (1963); Frankl D. R., *J. Appl. Phys.*, **34**, 459 (1963); Johnson L. F., *Quantum Electronics III*, **2**, 1021, N. Y., 1964.
- [2] Geusic J. E., Marcos H. M., Van Uitert L. G., *Appl. Phys. Letters*, **4**, 182 (1964); Linares R. C., *Solid State Comm.*, **2**, 229 (1964).
- [3] Nassau K., Broyer A. M., *J. Appl. Phys.*, **33**, 3064 (1962).