

# 1.3188 微米和 1.3382 微米钕铝石榴石连续激光器

张秀荣 吴光照

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 报导了 1.3188 微米和 1.3382 微米钕铝石榴石连续激光的阈值、输出功率和激光谱。并且用  $\text{LiNbO}_3$  倍频出 6690 Å 和 6590 Å 红光。

## A CW $\text{Nd}^{3+}$ :YAG laser at 1.3188 $\mu\text{m}$ and 1.3382 $\mu\text{m}$

Zhang Xiurong, Wu Guangzhao

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** Investigation of a CW  $\text{Nd}^{3+}$ :YAG laser at 1.3188 $\mu\text{m}$  and 1.3382 $\mu\text{m}$  is reported, threshold, output power and laser spectra for these two laser lines were measured and frequency doubled light at 6690 Å and 6590 Å were obtained using a  $\text{LiNbO}_3$  crystal.

$\text{Nd}^{3+}$ :YAG 激光属于四能级系统,图 1 是它的部分能级图,在这些能级跃迁中,大多数都可以发射激光。

图 1 中给出几个重要的发射,竞争力最强的是  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$  跃迁,发射波长为 1.06418 微米,它的分支比为 13.5%,发射截面为  $46 \times 10^{-20}$  厘米<sup>2</sup>。 ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$  跃迁中最强谱线 1.3188 微米的截面为  $8.7 \times 10^{-20}$  厘米<sup>2</sup>,1.3382 微米的截面为  $9.2 \times 10^{-20}$  厘米<sup>2</sup>,分支比为 2% 左右<sup>[1]</sup>。从发射截面看出 1.06418 微米的发射截面比 1.3188 微米或 1.3382 微米任一个发射截面大四倍。由此可见,研制 1.3188 微米和 1.3382 微米连续激光器的关键就是如何抑制 1.06 微米激光振荡。可以在激光腔内加上色散元件来增加对 1.06 微米光的损耗,也可以选择腔片

的分光反射率抑制 1.06 微米激光,我们采用后一种方法<sup>[2]</sup>。

**实验和结果:** 采用普通单椭圆聚光筒;平面腔,腔长 623 毫米,腔两端介质膜反射率均为 99.5%;用  $\phi 10 \times 100$  毫米连续氩灯泵浦,重铬酸钾溶液循环冷却棒。实验中用  $\phi 4.2 \times 116$  毫米电阻炉生长的  $\text{Nd}^{3+}$ :YAG 棒,图 2 是装置示意图。在腔的两端介质膜反射率  $R_1 = R_2 = 99.5\%$  条件下,我们用 PbS 接收,用锁相放大器测得激光阈值为 1000 瓦。输入为 3000 瓦时,用  $\text{TG}_3$  功率计测得激光输出功率达 1.5~2 瓦。

当谐振腔长缩短为 345 毫米和输出端镜的透过率增大到 1.5% ( $R_2 = 98.5\%$ ) 时,输出功率提高。输入 2950 瓦,输出 3 瓦;输入

收稿日期:1981 年 10 月 5 日。

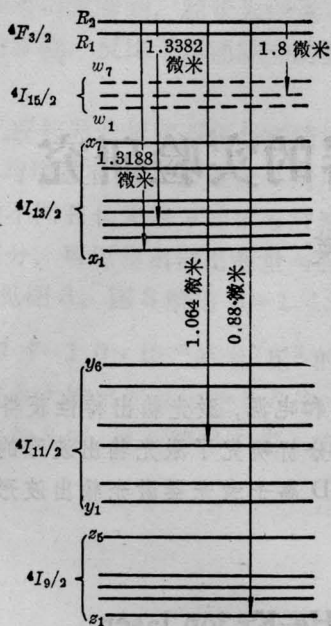


图1 Nd<sup>3+</sup>:YAG(300K)低能级的部分能级图

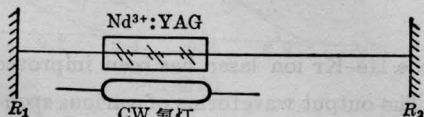


图2 实验装置示意图  
 $R_1=R_2=99.5\%$

4700 瓦，输出 4.5 瓦。输出光束发散角约 2.5 毫弧度。连续开机两小时，输出略有下降。

我们用以下方法观察了激光波长：

① 众所周知，1.06 微米激光在上转换材料——BaYF<sub>5</sub>:Yb<sup>3+</sup>:Er<sup>3+</sup> 上发绿光。我们的器件输出激光功率达到 3~4 瓦时，照在 BaYF<sub>5</sub>:Yb<sup>3+</sup>:Er<sup>3+</sup> 上转换材料上仍不发光，即肯定这个激光波长不是 1.06 微米。

② 用与光轴成 45° 角切割的 LiNbO<sub>3</sub> 晶体做腔外倍频，看到红光。

③ 用 44 W 平面光栅单色仪分光，PbS 接收，锁相放大器和 XWT-100 台式自动平衡记录仪测量 1.3188 微米和 1.3382 微米激光谱。用倍增管接收，测出倍频光谱。发现

激光含有两条线——1.3188 微米和 1.3382 微米。而且输出介质膜不同，可以改变 1.3188 微米和 1.3382 微米的相对强度(见图 3)。这表明输出介质膜能够粗选激光波

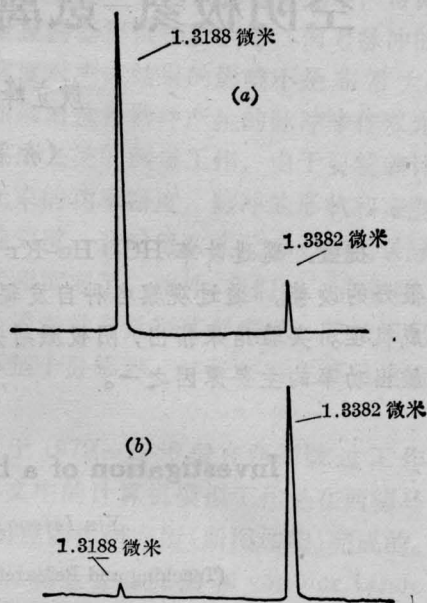


图3 激光谱

- (a)  $R_2^{(1)} = \begin{cases} 98.5\% \text{ (对于 1.3188 微米)} \\ 98.4\% \text{ (对于 1.3382 微米)} \end{cases}$   
 (b)  $R_2^{(2)} = \begin{cases} 97.9\% \text{ (对于 1.3188 微米)} \\ 99.3\% \text{ (对于 1.3382 微米)} \end{cases}$

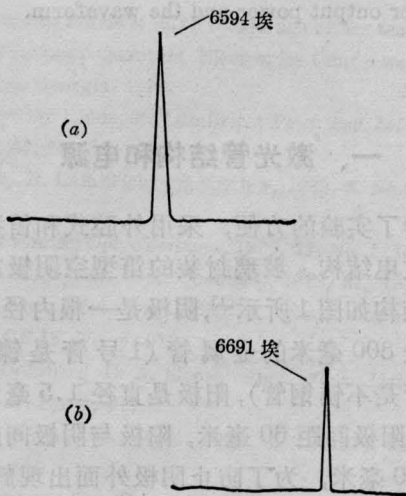


图4 相应于图3中(a)、(b)情况下用 LiNbO<sub>3</sub> 晶体倍频的激光谱分别为 6594Å (a) 和 6691Å (b)

(下转第 608 页)

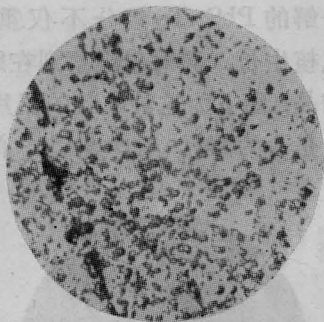


图7 加入大量 PbSnTe 粉末时扩散后衬底表面面貌

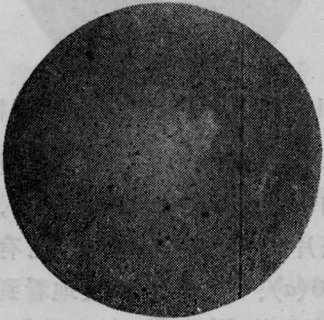


图8 在 200 托氩气压下扩散表面面貌

在 100~300 托高纯氩气压下进行扩散, 可以得到较好的扩散表面(图8)和较高的电

子浓度, 在 77K 下,  $n \approx 2 \times 10^{18}$  / 厘米<sup>3</sup>。

为减少衬底表面热分解, 我们也采用 InSb<sub>0.5</sub> 合金作为扩散源, 但是由于 In 的蒸气压比较低, 衬底片表面仍有些热分解, 但比只用 Sb 作扩散源时的情况好得多。而且由于作成合金, 比较容易计量, In 本身在 PbSnTe 中又是 n 型杂质, 因此用这种合金作为扩散杂质源, 制备铅盐激光二极管也是可取的。

华北光电所提供了 Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te 单晶片, 上海技物所俞振中同志为我们测量了电子浓度, 在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] 朱筱春等;《激光》, 1982, 9, No. 1, 46.
- [2] G. A. Autcliff; *Appl. Phys. Lett.*, 1970, 17, No. 7, 290.
- [3] S. G. Parker; *J. Electron Mat.*, 1974, 3, 731.
- [4] S. G. Parker; *J. Electron Mat.*, 1976, 5, 497.
- [5] M. R. Johnson *et al.*; *Infrared Phys.*, 1975, 15, No. 4, 317~331.

(上接第 595 页)

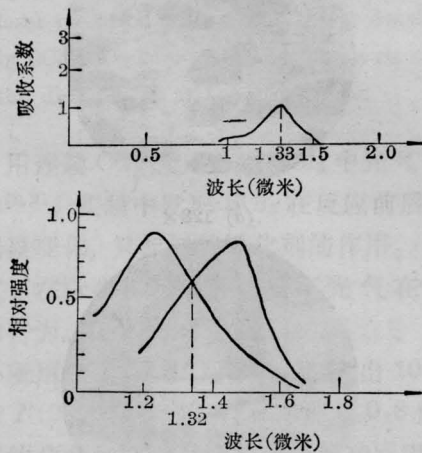


图5 在 77K 下 MgF<sub>2</sub>:Ni<sup>2+</sup> 的吸收谱(上图)和 77K 下 KCl 中 (F<sub>2</sub><sup>-</sup>)<sub>A</sub> 心和 F<sub>2</sub><sup>-</sup> 心的吸收谱(下图)

长。从而弄清了有的文献报导 1.3188 微米强, 有的报导 1.3382 微米强的可能原因。

相应于图 3 中的两种情况 (a)、(b), 我们实测了已观察到的倍频光波长, 分别是 6594 Å 和 6691 Å, 如图 4(a)、(b) 所示。

连续 1.3188 微米激光和 1.3382 微米激光可以泵浦 MgF<sub>2</sub>:Ni<sup>2+</sup> 可调谐激光器<sup>[3]</sup>, 也可泵浦 F<sub>2</sub><sup>+</sup> 心和 (F<sub>2</sub><sup>+</sup>)<sub>A</sub> 心等色心激光器<sup>[4]</sup>, 如图 5 所示的情形。

感谢镀膜室范正修、葛建中同志提供了介质膜。感谢钟永成同志的大力支持。

### 参 考 文 献

- [1] S. Singh *et al.*; *Phys. Rev.*, 1974, B10, No. 6, 2566.
- [2] Jack Marling; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, QE-14, No. 1, 56-61.
- [3] L. E. Johnson *et al.*; *Phys. Rev.*, 1966, 149, 179.
- [4] R. G. Smith *et al.*; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1968, QE-4, No. 8, 505.