

表2 粒子数密度及最大输出功率

位置 (毫米)	$N_3(\times 10^{15} \text{ 厘米}^{-3})$	$N_1(\times 10^{13} \text{ 厘米}^{-3})$	$\frac{N_3}{N_1}$	$\frac{N_3}{N_{\text{CO}_2}}$	$\frac{N_1}{N_{\text{CO}_2}}$	P_{max} (瓦)	E_{max} (焦耳/克)
(24, 19)	3.291	7.856	41.9	0.0930	0.00262	1015	36.35
(36, 19)	4.049	9.979	40.6	0.115	0.00283	1422	50.90
(48, 19)	3.793	11.73	32.3	0.107	0.00304	1278	45.74

Djeu 等人在一个纵向流动 CO₂ 激光器中也做了类似测量^[5], 工作条件是 $P_{\text{CO}_2}=0.65$ 托, $P_{\text{N}_2}=1.40$ 托, $P_{\text{He}}=2.9$ 托, $V=192$ 厘米/秒。得到的粒子数密度分别是 $N_3=3.27 \times 10^{15}$ 厘米⁻³, $N_1=1.44 \times 10^{15}$ 厘米⁻³, 而 $\frac{N_3}{N_1}=2.27$ 。显然, 由于横向器件的高速流动, 更有效地冷却了下激光能级, 使得 N_3/N_1 扩大了近 20 倍, 从而大大增加了可利用的振动能。

由振动温度和平动温度计算该器件单位质量介质中可以获得的最大能量^[1]:

$$E_{\text{max}} = \eta \frac{R\theta_3}{M} (\psi_{\text{O}} + \psi_{\text{N}}) \left(\frac{1}{\exp(\theta_3/T_3) - 1} - \frac{1}{\exp(\theta_1/T) - 1} \right) \quad (10)$$

其中, 量子效率 $\eta=0.409$, ψ_{O} 和 ψ_{N} 分别为 CO₂ 和 N₂ 的克分子分数, M 为激光介质平均分子量。最大功率则为:

$$P_{\text{max}} = E_{\text{max}} \cdot \dot{m} \quad (11)$$

其中 \dot{m} 是 CO₂ 和 N₂ 的质量流量和。由光腔长度 87 厘米, 高度 4 厘米, 结合流速和所用介质, 可以算出 $\dot{m}=27.93$ 克/秒。 E_{max} 和 P_{max} 计算结果也列在表 2。在这种工作条件下测量的输出功率为 900~1000 瓦, 计算的最大功率平均值为 1238 瓦, 考虑到光腔损耗等因素, 计算结果是可靠的。

参 考 文 献

- [1] P. V. Arizonis et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1973, **23**, 375.
- [2] G. Girard et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1973, **QE-9**, 426
- [3] 赵建荣等;《中国激光》, 1983, **10**, No. 10, 743.
- [4] T. A. Cool; *J. Appl. Phys.*, 1969, **40**, 3563.
- [5] N. Djeu et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1968, **QE-4**, 256.

(中国科学院力学研究所 赵建荣 李旭昌
李春金 姜在英 1983 年 7 月 20 日收稿)

一种特定掺杂 YAG 晶体及其多功能特性的研究

Abstract: A YAG crystal which possesses multi-function properties such as self Q-switching, self mode-locking, self transverse mode-selecting and beam polarising has been grown by means of a special doping technique.

自从 1978 年至 1981 年发现个别偶然着色的 Nd:YAG 晶体具有自调 Q、选横模、输出偏振、自锁模和可做被动开关等多种功能特性以来, 经一年多的研制, 初步掌握了生长该种晶体的规律性, 为深入研究该种晶体的多功能特性和新型激光器的研制提供了良好的物质条件。生长该种特定掺杂的 YAG 晶体更容易出现组分过冷, 目前已能生长出 $\phi 20 \times 100$ 毫米的优质单晶。实验发现, 特定掺杂 YAG 晶体是一种兼有增益和饱和吸收二重特性的晶体, 其增益来自激活中心 Nd³⁺, 而饱和吸收则来自于特

定掺杂形成的色心。这种色心在 0.2~0.6 微米波段和 0.9~1.35 微米波段有强的宽带附加吸收, 后者复盖了 Nd:YAG 晶体的激光波长, 见图 1。该种晶体的多功能特性实验结果如下。

1. 自 Q 开关

随着特定掺杂 YAG 晶体 1.06 微米的起始透过滤率的降低, 基横模激光阈值升高, 脉宽变窄, 输出能量和效率增高。典型数据见表 1。

2. 自选横模

特定掺杂 YAG 晶体对 1.06 微米的非线性可

表 1

晶体尺寸 (毫米)	TEM ₀₀					
	静态透过率(1.06 微米) (%)	阈值 (焦耳)	输出 (毫焦耳)	脉冲半宽 (毫微秒)	单峰域 (焦耳)	偏振度
φ5×95	9	34	16	20	34~44	0.97

表 2

晶体尺寸 (毫米)	静态透过率(1.06 微米) (%)	自锁模几率 (%)	锁模包络半宽 (毫微秒)	输出 (毫焦耳)	锁模脉冲间隔 (毫微秒)	腔型	偏振度
φ4.5×77	35	100	60~100	10	7	平-凹	0.95

表 3

多功能掺杂 YAG (被动开关)		Nd:YAG 晶体尺寸(毫米)	TEM ₀₀	阈值	输出	锁模包络半宽	锁模几率	腔长
尺寸 (毫米)	静态透过率 (1.06 微米)		(焦耳)	(毫焦耳)	(毫微秒)	(%)	(厘米)	
φ5×70.5	37	φ6.3×71	34	8	60	100	100	

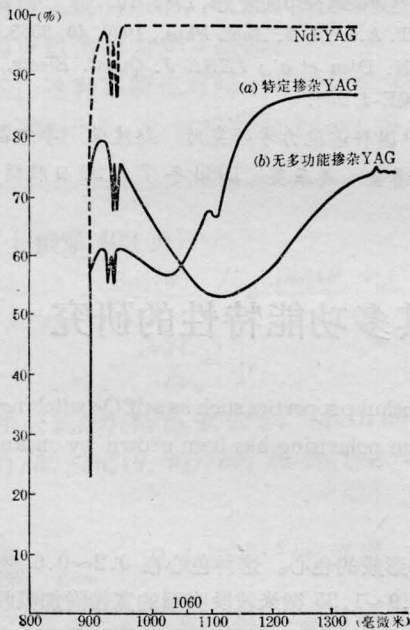


图 1 掺杂 YAG 晶体与 Nd:YAG 晶体在近红外波段的透射光谱

饱和和吸收效应使腔内不同横模的阈值间隔明显增大,有利于选单横模,表现出自选横模的特性。图 2 是选出的部分横模花样。

3. 输出激光部分偏振

实验证明基横模输出为部分偏振光,最大光强

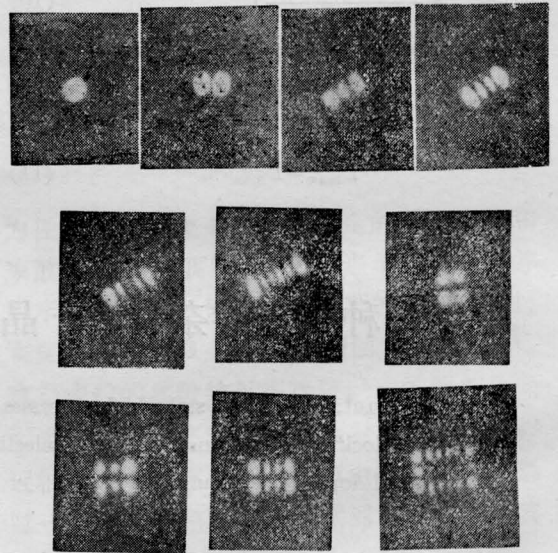


图 2 选出的部分横模花样

与最小光强之比可达 200:1。进一步实验发现,最大光强的偏振方向可在两个正交位置上跳变,而这两个正交位置相对于晶体是固定的。

4. 自锁模

两端面增透过的特定掺杂 YAG 晶体能输出自锁模脉冲序列,其中以静态(起始)透过率为 15~35% 的晶体自锁模状态最好,锁模几率可达 100%,但脉冲幅度稳定性较差。典型数据见表 2。

5. 被动开关实验

该种晶体插入腔内分别使 Nd:YAG (1.06 微米)和 Nd:YLF(1.053 微米)晶体输出调 Q 激光,同时也观察到了选横模、偏振和锁模现象。典型数据见表 3。

参加这一工作的还有本室二组全体人员和本室三组部分人员及九室陶有兰和王小红同志。

(华北光电研究所 姚广涛 桂尤喜
谷幼英 冀天来 张兰敏 罗先正

1983 年 7 月 20 日收稿)

高稳定 1.15 微米 He-Ne 激光管

Abstract: We have obtained near-infrared light at 1.15 μm from the He-Ne laser with an output of 3 mW and a stability of $\leq \pm 1\%$ by reforming its structure and using semisymmetric resonator, and outer quartz glass tube.

近几年来,随着光纤通讯的迅速发展,对于 1.15 微米红外激光波长因低损耗而引起了极大重视。此外在晶体材料和半导体材料性能的检测、暗室中电影胶卷的检测等方面也都有着应用前景。作为检测光源必须有足够的激光输出功率和良好的稳定性,本文就研制新型结构 1.15 微米高稳定 He-Ne 激光管的情况作一简单介绍。

为了提高器件的稳定性,我们采用了如图 1 所示的旁阴极半内腔式结构。把放电毛细管和小直径玻璃管($\phi_{\text{外}} \approx 18 \sim 20$ 毫米)封接为一体,以降低着火电压。制成的管芯同轴地插入石英管外壳内,内腔镜一端用陶瓷片与石英管端固定粘结,靠近布儒斯特窗一端的管芯用支架和石英管壳紧滑动固定,调节镜架固定在石英管另一端。

激光管腔长 340 毫米,放电管长 270 毫米,孔径 2 毫米,反射镜为上海海光玻璃厂生产的硫化锌和氟化镁多层介质膜,曲率半径为一米的全反镜镀 17 层,平面镜镀 9 层。

为了确定最佳工作参数,我们将激光管接在排

气台上,研究了 He-Ne 气压比、总气压和放电电流对输出功率的影响。通过实验表明:

(1) 当气压比 He:Ne=9:1, 可有较大的 1.15 微米激光输出。

(2) 输出功率随放电电流而变化,且有最大值。随着总气压增加,最大输出功率也增加,相应的工作电流则减小;当总气压 7~8 托时,输出功率达最大值,这时工作电流约 3 毫安。

(3) 对于输出 1.15 微米激光的 He-Ne 管,其 Pd 值为 14~18 托·毫米。显然和工作于 6328 埃时相比要大得多。

对上述规格的激光管,我们取 He:Ne=9:1, 总气压 $P_{\text{总}}=9 \sim 11$ 托,工作电流 $I_{\text{a}} \approx 3.5 \sim 4$ 毫安,用中国计量院 LW-1 功率计测得 1.15 微米激光输出功率为 3.2 毫瓦。

图 2 表示用上海大华仪表厂 XWT 台式自动平衡记录仪测得的“输出功率相对值-时间”的关系曲线。从曲线可见,当管子运转半小时后输出功率已较稳定。功率稳定性可由下式计算:

$$S = \pm \frac{\Delta P_{\text{max}}}{2P_0}$$

由曲线查得 2 小时内最大功率变化幅值为 $\Delta P_{\text{max}} = 0.7$, 平均功率 $P_0 = 64.5$ (相对值)。将此值代入上

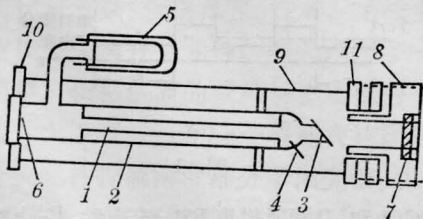


图 1

1—放电毛细管; 2—放电管外套管; 3—布儒斯特窗; 4—阳极; 5—阴极; 6、7—反射镜; 8—反射镜调节头; 9—石英管; 10、11—固定架

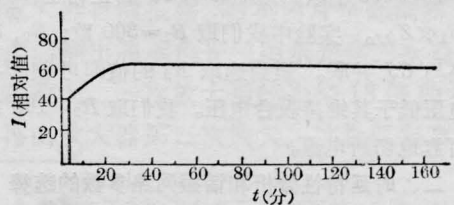


图 2