

连续波甲醇远红外激光器

傅恩生 王忠志 石培昇
(中国科学院上海光学精密机械研究所)

提 要

对开式腔和波导腔光泵甲醇远红外激光器的运转特性进行了研究。获得了70.6、118.8、392、418、570.5 μm 的激光振荡。118.8 μm 和 570.5 μm 的连续波输出功率分别达到 12.6 mW 和 3.5 mW。用腔长扫描方法和扫描法布里-珀罗干涉仪测量了远红外激光波长, 测量精度达到 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 。

一、引 言

自从 Chang 和 Bridges 发现了光泵甲醇远红外激光振荡后^[1], 连续波甲醇远红外激光器获得了迅速发展, 至今已在 40 μm 到 1.2 mm 之间发现了近百条谱线, 最强的 118.8 μm 连续波激光功率达 400 mW^[2]。由于光泵甲醇激光器谱线丰富, 很多条线具有足够高的连续波功率, 已经在远红外光谱学^[3]、光频测量^[4]、等离子体诊断^[5]等领域得到了广泛的应用。

在国内, 我们首次对连续波甲醇远红外激光器进行了研究, 用开式腔和介质波导腔两种结构, 对 118.8 μm 的输出功率与气体压强的关系、输出功率与泵浦功率的关系进行了测量, 并对测量结果进行了定性的解释。我们用开式腔得到了甲醇的 70.6、118.8、392、418、570.5 μm 的激光振荡, 用腔长扫描方法和扫描法布里-珀罗干涉仪测量了激光波长, 精度达到 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 。在开式腔结构上得到 570.5 μm , 最高输出功率为 3.5 mW, 用介质波导腔得到 118.8 μm , 最高输出功率为 12.6 mW。

二、工作 原 理

甲醇(CH_3OH)的分子结构如图 1 所示。它是非对称转子, 有 12 个本征振动模, 与我们

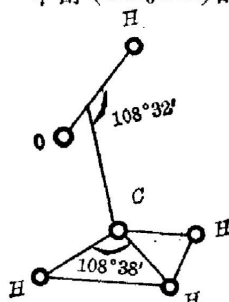


图 1 甲醇(CH_3OH)
分子结构
Fig. 1 Molecular
structure of CH_3OH

考虑的光泵过程有关的主要是 C—O 键拉伸振动模 ν_6 , 同时还要迭加上外转动模和内转动模, 所以甲醇分子的振转态用五个量子数描写: V 、 J 、 n 、 τ 和 K , 其中 V 是振动量子数, J 是总角动量量子数, n 是 OH 根相对 CH_3 根的扭转转动量子数, τ 是 OH 根通过 CH_3 根三重位垒的隧道效应附加量子数, K 是总角动量在 CH_3 对称轴上的投影量子数。用 CO_2 9P(36) 线泵浦甲醇分子振转能级的有关过程示于图 2。吸收跃迁为 $Q(16, 0, 1, 8)$, 括号内量子数顺序是 J 、 n 、 τ 和 K ; 远红外激光跃迁: 对 118.8 μm 是 $R(15, 0, 2, 7)$; 对 392 μm 是 $R(15, 0, 1, 8)$; 对 418 μm 是 $R(14, 0, 2, 7)$ 。根据光泵激光偏振定则^[6], 吸收跃迁 $\Delta J = 0$, 发射跃迁 $\Delta J = 1$, 远

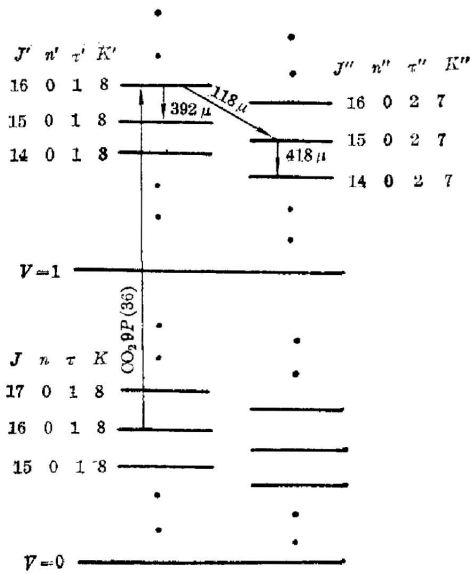


图 2 CO₂9P(36)泵浦 CH₃OH 的有关能级跃迁
Fig. 2 Energy level transition of CH₃OH by CO₂ laser 9P(36) pump

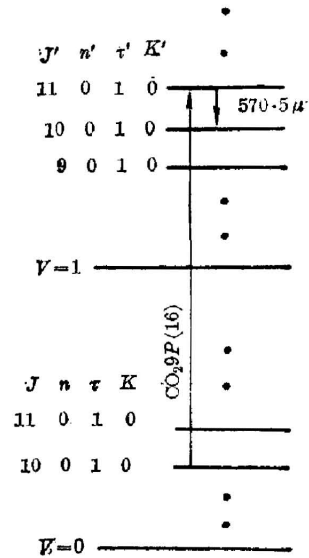


图 3 CO₂9P(16)泵浦 CH₃OH 的有关能级跃迁
Fig. 3 Energy level transition of CH₃OH by CO₂ laser 9P(16) pump

红外激光的偏振与泵浦激光偏振垂直。对 CO₂9P(36)泵浦产生的 118.8、392、418 μm 的远红外激光，其偏振方向与泵浦光偏振方向垂直。CH₃OH 的 570.5 μm 的发射有关能级示于图 3，吸收跃迁为 R(10, 0, 1, 0), ΔV=1; 发射跃迁为 R(10, 0, 1, 0), ΔV=0; 即总角动量量子数变化都等于 1，因此 570.5 μm 的偏振方向与泵浦光的偏振方向平行。在下一节我们将指出，利用偏振特性可以有效地使远红外激光与泵浦光分离。

三、实验装置

用连续波 CO₂ 激光泵浦的甲醇远红外激光器的实验装置如图 4 所示，其中用实线表示波导腔工作时的情况，用虚线表示开式腔工作时的光路。工作物质甲醇是分析纯的。

1. 泵浦源——选支 CO₂ 激光器

放电管内径 12 mm，电极间距 140 cm，两端用 ZnSe 布儒斯特角窗密封，图 4 中 G 是 100 line/mm 不锈钢基底的平面光栅，M₁ 是曲率半径 4 m 的凹面 Ge 透镜，凹面镀增反射膜，另一面镀增透膜，反射率 80%，透过率约 20%，GM₁ 组成稳定的共振腔，腔长 2 m，用殷钢架稳定共振腔长度。对 9P(36) 线，共振腔的费涅耳数 N=1.85。从 M₁ 耦合输出的光栅一级光谱的功率约 15 W，供光泵甲醇使用；通过 M₂、M₃ 和 M₄ 平面镀金反射镜耦合输出的光栅零级光谱功率约为 2.8 W，供测定 CO₂ 激光振荡支、监视激光输出功率及模式。光栅 G 和反射镜 M₂ 联动，组成光栅转台，保证转动光栅改变振荡支时，光栅的零级输出光束方向不变。

CO₂ 激光器的输出功率可以通过改变放电电流来调节。对 9P(36) 线测得的输出功率

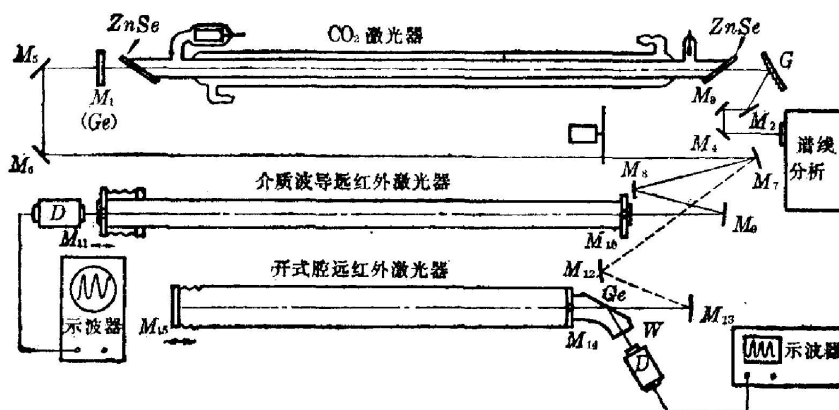


图 4 连续波甲醇远红外激光器

上部管子——二氧化碳激光器
 中部管子——介质波导远红外激光器
 下部管子——开式腔远红外激光器

Fig. 4 Experimental arrangement of CW CH₃OH far infrared laser

Top tube—CO₂ laser
 medium tube—Dielectric waveguide FIR laser
 Bottom tube—Open cavity FIR laser

与放电电流的关系如图 5 所示。激光管内充气比例为: CO₂:N₂:He=1:1:5, 另外充入 Xe 气 0.5 torr, 总气压 16 torr。对 9P(36) 线输出功率可达 20 W, 通常用较低放电电流维持在 15 W 左右工作。

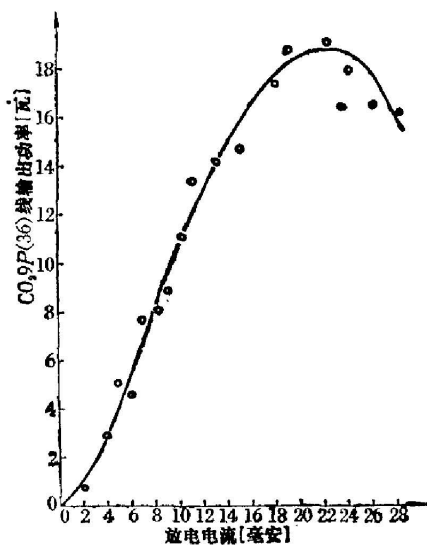


图 5 CO₂9P(36) 线输出功率与放电电流的关系

Fig. 5 Correlation between the output power and discharge current of CO₂ laser for 9P(36) line

2. 介质波导腔

我们用内径 34 mm、长 2 m 的 95 料玻璃管做远红外波导, 波导两端面是平面镀金反射镜 M₁₀、M₁₁, M₁₀ 中心带有 φ2 mm 的圆孔, 上面用 ZnSe 平面薄片密封, 供注入 CO₂ 激光用, M₁₁ 中心有 φ4 mm 的圆孔, 上面贴水晶片密封, 供远红外激光输出用。用微调真空阀 (WTK 30-1 型) 将甲醇蒸气通过波导腔两端的金属法兰盘的导管充入激光器中。远红外激光用钽酸锂热释电探测器 D 接收。M₁₁ 用步进电动机带动, 可以在波导管轴向方向移动, 供调节腔长用。

按 Marcatili 和 Schmeltzer 理论^[7], 在我们这种介质波导中传输损失最低的模是 TE₀₁ 模, 其次是 EH₁₁ 模。我们计算了这些模对两个特定波长 118.8 μm 和 570.5 μm 的传输损失系数及单程损耗(表 1)。其中传输损失系数

$$\alpha_{n1} = \left(\frac{u_{n1}}{2\pi}\right)^2 \frac{\lambda^2}{a^3} \operatorname{Re}(\nu_n),$$

表 1 介质波导的传输损失系数与传输损失
Table 1 Transmitted loss coefficient and transmitted loss of
the dielectric waveguide

	$\alpha_{01}[\text{cm}^{-1}]$	$\alpha_{01}L$	$\alpha_{11}[\text{cm}^{-1}]$	$\alpha_{11}L$
118.8 μ	5.10×10^{-6}	0.102%	5.57×10^{-6}	0.11%
570.5 μ	1.01×10^{-4}	2.02%	1.54×10^{-4}	3.08%

$$\nu_n = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{\nu^2 - 1}}, & \text{对 TE}_{01} \text{ 模,} \\ \frac{1}{2}(\nu^2 + 1) \\ \frac{1}{\sqrt{\nu^2 - 1}}, & \text{对 EH}_{11} \text{ 模;} \end{cases}$$

其中 u_{n-1} 是 $n-1$ 阶贝塞尔函数第一个根, $u_{01}=3.832$, $u_{11}=2.405$; ν 为复折射率, 对 118.8 μm , $\nu=2.3+0.4i$; 对 570 μm , $\nu=2.6+0.06i$ ^[8]; $\text{Re}(\nu_n)$ 表示取 ν_n 的实部。

3. 开式腔

用直径 70 mm 的玻璃管做激光管, M_{14} 为凹面镀金反射镜, 曲率半径 $R_{14}=350 \text{ cm}$, 中心带 $\phi 3 \text{ mm}$ 的圆孔, 供 CO_2 激光注入及远红外激光输出之用, M_{15} 为平面镀金反射镜。 M_{14} 和 M_{15} 组成稳定共振腔, 腔长 130 cm。甲醇蒸气通过 M_{14} 的法兰盘侧壁导管注入。对 570 μm 我们计算了 TEM_{00} 模的损失约为 0.4%, 在平面镜与凹面镜上的光斑直径分别为 3.5 cm 和 4.4 cm。在泵浦光注入处, 用 Ge 片布儒斯特角窗做真空密封, 它对平行偏振的 CO_2 激光几乎无损失地通过, 而对垂直偏振的远红外激光 70.6、118.8、392、418 μm 都全部反射通过水晶窗口 W 输出, 由热释电探测器 D 探测。对 570 μm 的激光, 由于偏振方向和泵浦方向平行, 不能用布儒斯特角窗与 CO_2 激光分离, 我们改用带中心孔的 M_{15} , 上面贴水晶片做远红外激光输出。

4. 聚焦反射系统

为获得良好的光束匹配, 应慎重选择聚焦反射镜系统^[9]。在波导腔系统中, 我们选 M_9 的凹面曲率半径 $R_9=500 \text{ mm}$, 焦点在 M_{10} 的中心孔处。在 M_{11} 处用复写纸测得 $\phi 30 \text{ mm}$ 的均匀照射的 CO_2 激光花样。在开式腔系统中, CO_2 光束往返一次的光线传输方程为

$$\begin{vmatrix} x_1 \\ \theta_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 2d \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_0 \\ \theta_0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2d \\ -\frac{1}{f} & 1 - \frac{2d}{f} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_0 \\ \theta_0 \end{vmatrix},$$

其中 x_0, θ_0 为 M_{14} 中心孔处 CO_2 光束的半径和半发散角, x_1, θ_1 为光束往返一次后在 M_{14} 上呈现的光束半径和半角。经过 n 次往返的光束参量

$$\begin{vmatrix} x_n \\ \theta_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2d \\ -\frac{1}{f} & 1 - \frac{2d}{f} \end{vmatrix}^n \begin{vmatrix} x_0 \\ \theta_0 \end{vmatrix},$$

并有^[9]

$$x_n \doteq (2d \sin n\alpha) \theta_0 / \sin \alpha,$$

$$x_{n+0.5} \doteq \left[\left(3d - \frac{2d^2}{f} \right) \sin n\alpha - d \sin(n-1)\alpha \right] \theta_0 / \sin \alpha,$$

其中 $x_{n+0.5}$ 表示往返几次后, 又经 M_{14} 反射在 M_{15} 上呈现的光束半径。 α 的值由下式确定

$$\cos \alpha = 1 - \frac{d}{f},$$

式中 d 是腔长, f 是反射镜 M_{14} 的焦距。计算结果表明, 取 $\theta_0 = 1.15 \times 10^{-2}$ 弧度能获得最佳匹配。我们用多个凹面镜, 其中 M_7 的曲率半径 $R_7 = 300$ cm, M_{12} 的 $R_{12} = 500$ cm, M_{13} 的 $R_{13} = 100$ cm, CO_2 激光会聚在 M_{14} 的中心处, 在 M_{15} 位置上用复写纸测得光束直径 30~40 mm, 基本达到了最佳光束匹配。 CO_2 光束在腔内往返 5 次以上, 吸收率达 70% 左右。

四、实验结果及分析

1. 开式腔甲醇激光器

(a) 在甲醇充气压强 100 mtorr* 时, 用 $\text{CO}_2 9P(34)$ 和 $9P(36)$ 泵浦分别得到了 70.6、118.8、392、418 μm 的远红外激光输出, 用腔长扫描方法测量的波长数据列于表 2, 用法布里-珀罗干涉仪扫描方法测量的 118.8 μm 的数据列于表 3, 表中 $\bar{\lambda}$ 表示没有考虑单面反射相移时的平均波长, $\bar{\lambda}$ 表示经对单面反射相移 ($\phi = 0.09$ rad) 修正后的平均波长。

在图 4 中把 M_{15} 用带中心孔 $\phi 3$ mm 的平面镜代替, 孔上用水晶片密封, 用 $\text{CO}_2 9P(16)$

表 2 用腔长扫描方法测量远红外激光波长的数据
Table 2 Measured data by means of scanning cavity length method for FIR laser wavelength

泵浦线	$\text{CO}_2 9P(36)$			$\text{CO}_2 9P(34)$	
远红外波长	118.8 μm	392 μm	418 μm	70.6 μm	
测 微 头 读 数	11.720	11.630	11.600	17.070	
	11.600			17.045	
	11.600			17.016	
	—	11.440	11.390	16.968	
	11.480			16.930	
	11.420			16.900	
	—	11.245	11.180	16.860	
	11.300			16.820	
	11.245			16.800	
	测 微 头 读 数	11.180	11.045	10.970	—
		11.118			
		—			
		11.005			
		10.940			
	测 微 头 读 数	10.880	10.852	10.760	—
10.820					
10.820					
10.760					
平均波长 $\bar{\lambda}$	120 μm	389 μm	420 μm	68 μm	
测量精度 $\Delta\lambda$	$\pm 1 \mu\text{m}$	$\pm 3 \mu\text{m}$	$\pm 3 \mu\text{m}$	$\pm 2 \mu\text{m}$	

* 热偶真空计读数, 未经绝对真空计标定。

表3 用法布里-珀罗干涉仪扫描方法测量的激光波长数据
Table 3 Measured data by means of scanning Fabry-Perot
interferometer for FIR laser wave

序 号	测微头读数	序 号	测微头读数
1	7.605	15	6.750
2	7.540	16	6.690
3	7.480	17	6.630
4	7.420	18	6.570
5	7.360	19	6.510
6	7.290	20	6.450
7	7.235	21	6.385
8	7.175	22	6.325
9	7.115	23	6.265
10	7.055	24	6.200
11	6.995	$\bar{\lambda}$	122 μm
12	6.935	$\Delta\lambda$	$\pm 0.5 \mu\text{m}$
13	6.875	λ	118.8 μm
14	6.815		

泵浦得到了 570.5 μm 的远红外激光输出。远红外激光输出的调制波形如图 6 所示。

(b) 在一定的甲醇气体压强下, 改变 CO_2 激光功率, 发现随着泵浦功率的增加, 远红外激光输出的功率也增加, 并逐渐趋于饱和。图 7 是 $\text{CO}_2 9P(36)$ 泵浦, 甲醇 118.8 μm 激光输出功率与泵浦功率的关系。这种现象主要是由于饱和吸收引起的。对于 $\text{CO}_2 9P(36)$ 泵浦, 甲醇的泵浦饱和强度为 $I_{sp} = 169 \text{ W/cm}^2 \text{ torr}^2$, 在 100 m torr 气压, 饱和强度仅在 1.69 W/cm^2 。用 15 W CO_2 激光泵浦, 在距 M_{14} 1 m 的范围内差不多都被吸收饱和, 因此随着泵浦功率的增加, 远红外激光输出越来越明显地表现出饱和效应。从图 7 也可以看出随着气压的增高, 这种饱和效应也相应地变小, 这是因饱和强度相应地增大了的缘故。

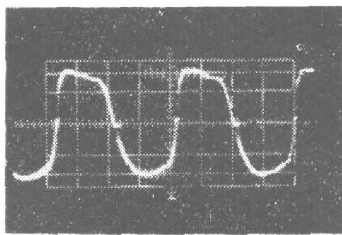


图 6 远红外激光输出功率的调制波形

Fig. 6 Modulated waveform of the FIR laser output power

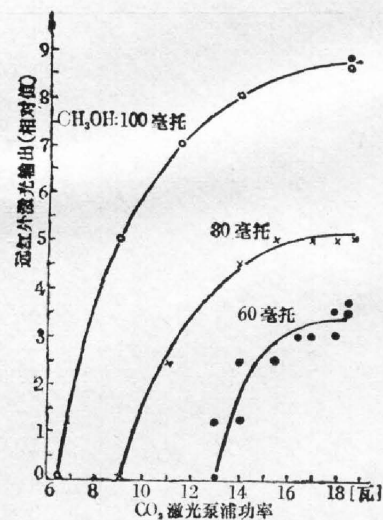


图 7 118.8 μm 远红外激光输出功率与 $\text{CO}_2 9P(36)$ 泵浦功率的关系

Fig. 7 Correlation between the output power of FIR laser for 118.8 μm and the pumped power of CO_2 laser for 9P(36) line

(c) 在一定的泵浦功率下, 存在一个最佳气体压强, 在该压强下远红外激光输出功率最高。图 8 是 CO_2 9P(36) 泵浦甲醇 $118.8 \mu\text{m}$ 激光输出功率与甲醇充气压强的关系。图 9 是用 CO_2 9P(16) 泵浦, $570.5 \mu\text{m}$ 激光输出功率与气压的关系。在 100 m torr 的甲醇气压, 用 12 W CO_2 9P(16) 线泵浦获得 $570 \mu\text{m}$ 激光最高输出功率是 3.5 mW。

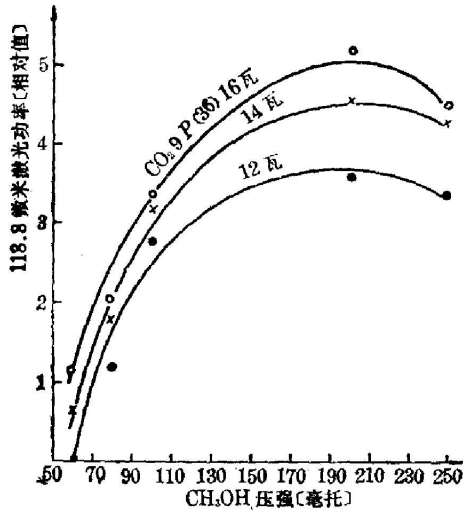


图 8 $118.8 \mu\text{m}$ 远红外激光输出功率与 CH_3OH 充气压强的关系

Fig. 8 Correlation between the vapor-pressure of CH_3OH and the output power of FIR laser for $118.8 \mu\text{m}$

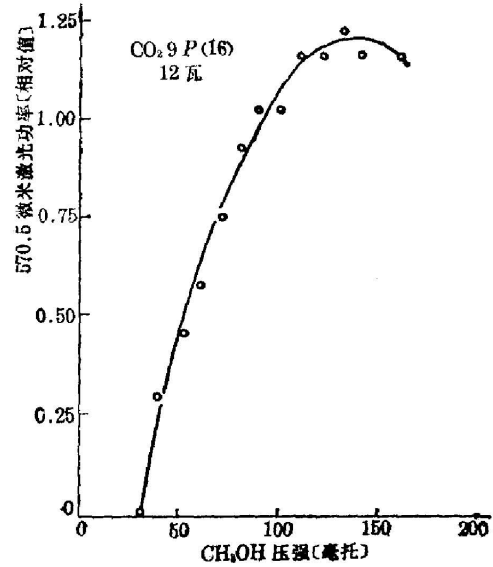


图 9 $570.5 \mu\text{m}$ 远红外激光输出功率与 CH_3OH 充气压强的关系

Fig. 9 Correlation between the vapor-pressure of CH_3OH and the output power of FIR laser for $570.5 \mu\text{m}$

在一定的泵浦功率下, 远红外激光输出与充气压强的关系, 用四能级速率方程模型可以定性地解释。速率方程模型给出远红外激光功率^[10]

$$P_{\text{FIR}} \propto \frac{p/p_s}{1+p/p_s} \frac{I}{1+I/I_{sp}} - \frac{p^2}{G}$$

其中 p 是气体压强, p_s 是饱和吸收压强, I 是泵浦强度, I_{sp} 是泵浦饱和强度, G 是与谱线形状有关的参数。当泵浦强度 I 一定时, 起初 P_{FIR} 随 p 的增加成正比地增长, 到最佳气压 P_{op} 时 P_{FIR} 达到最大, 再增加气压, 远红外输出逐渐下降, 直至为零, 如图 8 和图 9 所示。当保持气体压强 p 不变, 且 I 远低于 I_{sp} 时, 随 I 的增加 P_{FIR} 也成正比地增加, 当 I 远大于 I_{sp} 时, 出现饱和, 如图 7 所示。

(d) 发现调偏远红外腔, 使远红外无输出时, CO_2 激光输出功率为 8 W; 当调准远红外腔时, 远红外激光有输出, CO_2 激光输出功率也增加到 10 W。 CO_2 激光的功率值是通过光栅的零级输出监视的。这种现象显然是由于远红外腔和 CO_2 激光之间相互耦合的结果。远红外腔调偏时, 从 M_{14} 注入孔逸出的剩余 CO_2 激光不能沿原光路返回到 CO_2 激光腔中; 当远红外腔调准时, 这部分剩余 CO_2 激光能够返回到 CO_2 激光腔并获得增益, 因而提高了 CO_2 激光输出功率。

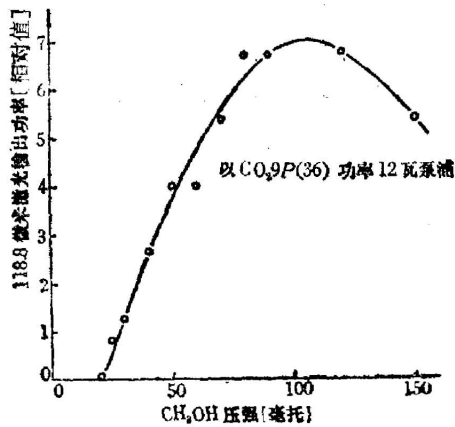


图 10 在介质波导腔中 118.8 μm 远红外激光输出功率与 CH_3OH 充气压强的关系
Fig. 10 Correlation between the vapor pressure of CH_3OH and the output power of the dielectric waveguide FIR laser for 118.8 μm

2. 波导腔甲醇激光器

用 12 W CO_2 P(36) 和 9P(34) 泵浦分别得到 118.8、70.6 μm 的远红外激光输出, 118.8 μm 激光最高输出功率 12.6 mW。在波导腔中, 118.8 μm 激光输出功率与甲醇充气压强的关系如图 10 所示。

五、结 束 语

光泵远红外激光器的物理过程是很复杂的, 它涉及到多能级量子系统与两个以上的光场相互作用过程, 虽然已提出速率方程模型^[10]和半经典模型^[11]对其运转特性进行了描述, 但是在设计具体激光器时还缺乏足够的可靠的数据, 还必须通过实验寻找最佳化的途径。本文对开式腔和波导腔连续波甲醇远红外激光器的实验装置和运转特性进行了研究, 发现:

(1) 在一定的压强下, 随着 CO_2 激光泵浦功率的增加, 远红外激光输出功率也增加, 但有饱和趋势。

(2) 在一定泵浦功率下, 存在一个最佳气体压强, 在该压强下能得到最高的远红外激光输出。

(3) 远红外激光腔与 CO_2 激光腔有明显的相互耦合作用。

(4) 在最佳状态下, 我们介质波导激光器获得了 12.6 mW 的 118.8 μm 激光输出, 用开式腔激光器得到了 3.5 mW 的 570.5 μm 的激光输出。这表明对相差较大的波长, 不宜用同一激光器获得较高功率的输出。我们的计算表明 570 μm 在介质波导中传输损失要比开式腔传输损失大一个数量级, 因此用开式腔较好; 而 118 μm 在波导中传输损失已经很小, 用波导腔还可适当提高充气压强, 有利于进一步提高输出功率。

在实验工作中, 对屠世谷、卞淑娟、王世尧、徐根传等同志给予我们的帮助, 表示感谢。

参 考 文 献

- [1] T. Y. Chang, T. J. Bridges *et al.*; *A. P. L.*, 1970, **17**, No. 6 (15 Sep), 249.
- [2] D. T. Hodges, F. B. Foote *et al.*; *A. P. L.*, 1976, **29**, No. 10 (15 Nov), 662.
- [3] B. L. Bean, S. Perkowitz; *J. O. S. A.*, 1977, **67**, No. 7 (Jul), 911.
- [4] J. J. Jimenez, F. R. Petersen; *Infrared Phys.*, 1977, **17**, No. 6 (Nov), 541.
- [5] N. C. Luhmann Jr., *Infrared and Millimeter Waves* (Academic Press., New York, 1979) Vol. 2, Chapter 1.
- [6] T. Y. Chang; *Nonlinear Infrared Generation*, Y. R. Shen (ed.) (Springer-Verlag, 1977), 215.
- [7] E. A. J. Marcatili, R. A. Schmeltzer; *Bell Syst. Tech. J.*, 1964, **43**, No. 4 (Jul), 1783.
- [8] J. R. Birch, R. J. Cook *et al.*; *J. Phys. (D)*, 1975, **8**, No. 11 (1 Aug), 1353.
- [9] 傅恩生等; *光学学报*, 1981, **1**, No. 3 (May), 209.
- [10] J. O. Henningsen, H. G. Jensen; *IEEE J. Q. E.*, 1975, **QE-11**, No. 6 (Jun), 248.
- [11] R. L. Panock, R. J. Temkin; *IEEE J. Q. E.*, 1977, **QE-13**, No. 6 (Jun), 425.

CW CH₃OH far infrared lasers

FU ENSHENG WANG ZHONGZHI AND SHI PEISHENG

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

(Received 9 January 1981)

Abstract

The operating characteristics of optically pumped CH₃OH FIR lasers have been studied with both open cavity and dielectric waveguide cavity. Lasing oscillations on 70.6, 118.8, 392, 418 and 570.5 μm were obtained and output power at 118.8 μm and 570.5 μm were 12.6 and 3.5 mW respectively. The wavelength of the far infrared laser were measured by means of scanning cavity length and scanning Fabry-Perot interferometer, the precision was up to $\pm 0.5 \mu\text{m}$.

激光若干基本问题(概念)学术讨论会

光学学会于1981年9月5日到9月15日,在我国安徽省太平县举办激光若干基本问题(概念)学术讨论会。这次讨论会是中国光学学会激光专业委员会委托中国科技大学物理系组织的。出席会议的65名代表,来自全国40个单位。其中有长期从事激光科学研究的研究人员,有对激光课程的教学具有丰富经验的教授、学者。会议上共有34人次作了中心发言,并分成两组进行了12场次的讨论。此外还进行了一次高等院校的激光教材和教学问题座谈会,以及一次激光书刊出版工作座谈会。

光学学会常务理事、激光专业委员会主任邓锡铭同志主持了这次会议的开幕式,并对这次讨论会的宗旨向代表作了介绍。他说,这次会议的宗旨是以选择目前高等院校、研究系统所共同关心的基本问题(概念),进行探讨和加深对其理解,通过讨论和磋商,以期对提高我国激光教学和研究的基础理论有所帮助。

这次讨论的中心议题可分为八大类:

1 激光过程的热力学描述

过去有人认为激光器好象是一个负熵制造器,是违背热力学第二定律的,但是有人认为激光并没有违背热力学第二定律,因为可以证明激光器也是正熵制造器,而并不是负熵源,代表们对此进行了热烈地讨论。其次还讨论了是否可以利用热力学第二定律来探讨激光过程,有人认为是可以的,但存在一个如何把激光术语和热力学术语一一对应的问题,也有人认为这种对应是困难的。

2 激光辐射的本质和特征参量

激光一词是 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation 词组的每个单词的字头字母并在一起而得,因此有代表认为激光辐射的本质,应该是辐射的受激发射光放大。有人认为激光的特征参量是相干性,但是其它非激光也是具有相干性的;有人认为光子简并度是区别激光和非激光的特征参量。超荧光、超辐射、放大的自发发射(ASE)应有各自的含义,并可各自下确切的定义,可以互相区别。有人认为把谐振腔和激光器必然地联系在一起,不仅缺乏理论依据,而且给激光器加上一种不必要的框框,影响激光器的发展。此外,还讨论了激光光束发散角的定义问题。

(下转第37页)