

己烷对甲基氟远红外激光器的影响

王忠志 傅恩生 蔡惟泉 刘亚淑

(中国科学院上海光机所)

提要: 观察了在不同气压比例下 C_6H_{14} 对 CH_3F 496 微米激光振荡的影响。最佳气压比是 $CH_3F:C_6H_{14}=1:2$, 与纯 CH_3F 相比较, 远红外激光输出功率增加了 53%。

Effects of C_6H_{14} on CH_3F far infrared laser

Wang Zhongzhi, Fu Ensheng, Cai Weiquan, Liu Yashu

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

Abstract: Effects of C_6H_{14} at different pressure on laser oscillation of CH_3F at $496\mu m$ has been observed. The optimum result was obtained with a pressure ratio of $CH_3F:C_6H_{14}=1:2$. Its far infrared output power is increased by 1.53 times compared with that of pure CH_3F .

一、引言

光泵甲基氟 (CH_3F) 远红外激光器的物理机理已有很多人做过研究^[1~3]。Chang 和 Lin^[4] 研究了几种缓冲气体对甲基氟激光器输出的影响, 发现在适当的气压比例下, 己烷 (C_6H_{14}) 能有效地提高甲基氟激光器输出功率。我们在六种不同比例气压下, 观察了己烷对甲基氟 496 微米激光振荡的影响。在混合气压比例为 $CH_3F:C_6H_{14}=1:2$, 总气压为 210 毫托时, 得到的最高输出功率为 3.8 毫瓦, 比用纯 CH_3F 时得到的最高输出功率提高了 53%。

二、实验

光泵甲基氟远红外激光器的实验装置如

图 1 所示。CO₂ 激光器经光栅 G (100 条线/毫米) 选出波长为 9.55 微米这条激光谱线, 经反射镜 M_1 、 M_2 注入到远红外激光器中, M_1 、 M_3 是平面反射镜, M_3 (直径为 70 毫米) 中心带有 3 毫米直径的小孔, 供 CO₂ 激光注入和远红外激光输出用。 M_3 和 M_4 组成远红外激光共振腔, M_4 直径为 70 毫米, 曲率半径 $R_4=3.9$ 米, M_3 、 M_4 的间距为

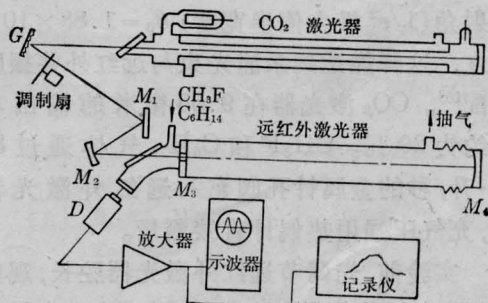


图 1 光泵 CH_3F 远红外激光器

收稿日期: 1981 年 2 月 10 日。

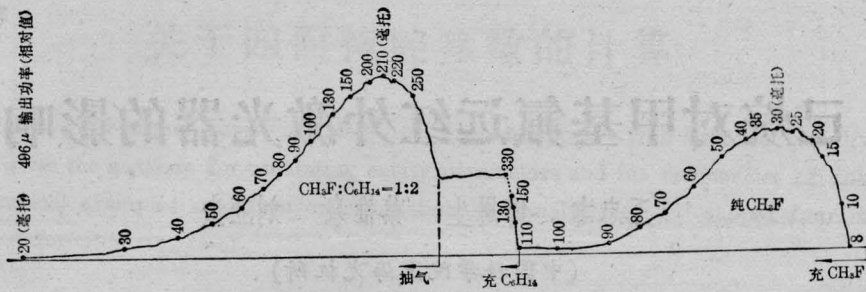


图2 496 微米激光输出功率与充气压强的关系(记录仪曲线)

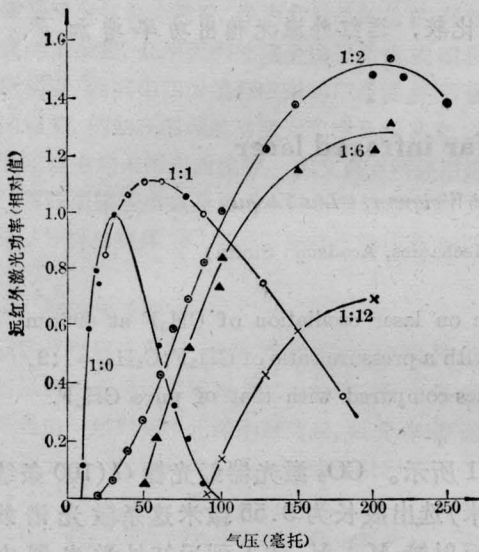


图3 不同气体混合比例中远红外激光功率随总气压的变化

1.2 米。远红外激光信号透过水晶窗口由 D (RD-L 型热释电探测器) 接收。 M_2 的曲率半径 $R_2 = 0.25$ 米, 注入的 CO_2 激光束的发射角 ($1/e^2$ 极大值半宽度) $\theta_0 = 1.88 \times 10^{-2}$ 弧度, 这样能达到泵浦光束与远红外共振腔匹配^[5]。 CO_2 激光器在 9.55 微米的输出功率约为 20 瓦。 CH_3F 和 C_6H_{14} 气体通过 30 托·升/秒的金属针孔阀充入远红外激光器中, 充气压强用热偶计直接测量。

实验前, 先调节远红外激光器腔长, 观察 496 微米振荡信号。当观察到 496 微米振荡信号并使其处于最佳振荡状态时, 固定远红外激光器腔长, 然后开始实验。

首先, 将远红外激光器抽空到 5×10^{-6} 托以上, 然后充入纯 CH_3F 。随着充气压强的增加, 远红外激光器输出功率逐渐增大, 在 30 毫托时输出功率最大。而气压增大到 100 毫托时输出功率降到接近于零, 继续充入 CH_3F 到 110 毫托, 然后充入 C_6H_{14} 。随着 C_6H_{14} 充入, 已经停止振荡的器件又开始振荡, 直到腔内混合气体总压强到 330 毫托时, 停止充气。然后启开抽气阀门, 缓缓抽气, 随着腔内混合气压的降低, 远红外激光器输出功率逐渐增加。当腔内混合气压为 210 毫托时, 输出功率最高。在腔内气压降低到 20 毫托时, 激光器停止振荡。实验数据如图 2 所示。用类似的方法研究了六种不同气体混合比例的充气压强与远红外激光输出功率的关系, 结果如图 3 所示。为了便于比较, 远红外激光输出功率随纯 CH_3F 气压变化的曲线也会绘在图 3 中, 并以纯 CH_3F 的最大输出功率做 100% 进行标定。为清楚起见, 图中只画出四种不同比例的曲线。

三、结果和讨论

实验结果概括如下: ① 在未加入 C_6H_{14} 时, CH_3F 的最佳气压为 30 毫托, 截止气压是 100 毫托。② 加入缓冲气体 C_6H_{14} 后, 最佳工作气压向高压方向移动 (见图 3)。③ 在我们的实验条件下, 最佳工作气压为 210 毫托, 496 微米的最大输出功率为 3.8 毫瓦。

与纯 CH_3F 情况相比较, 最佳气压含 CH_3F 为 70 毫托, 即增加了约 2.3 倍; 远红外激光输出功率由纯 CH_3F 时的 2.5 毫瓦增加到 3.8 毫瓦, 即增加了 53%。

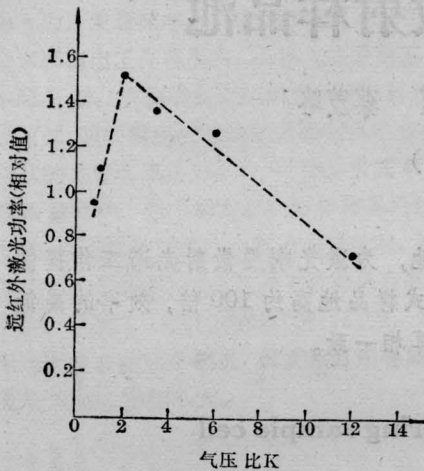


图 4 最佳输出功率与气压比的关系

为了讨论方便起见, 我们将图 3 中六种气体混合比例与最佳输出功率的关系绘于图 4 中。用 K 表示气压比, $K = P_{\text{C}_6\text{H}_{14}}/P_{\text{CH}_3\text{F}}$ 。由图 4 可见, 在 $0.9 < K < 8$ 范围内, C_6H_{14}

对改善 CH_3F 远红外激光器输出是有益的, 在 $K=2$ 时为最佳。在 $K < 0.9$ 和 $K > 8$ 时, 都是不利的。

C_6H_{14} 是非极性分子, 对泵浦光 9.55 微米和远红外激光基本无吸收。我们认为 C_6H_{14} 改善 CH_3F 激光器性能, 主要是因为 C_6H_{14} 与 CH_3F 496 微米下激光能级以及一系列转动能级有共振能量转移; 其次 C_6H_{14} 有较大的热焓, 能够吸收 CH_3F 振动弛豫的能量, 加快它的振动能级弛豫速率。但是, 如果 C_6H_{14} 比例过高, 则因增加了谱线宽度, 加快了转动能级弛豫速率而降低了输出功率。

参 考 文 献

- [1] D. T. Hodges *et al.*; *Infrared Phys.*, 1976, **16**, 175.
- [2] G. A. Koepf, K. Smith; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1978, **QE-14**, 333.
- [3] T. Y. Chang; "Nonlinear Infrared Generation", Y. R. Shen ed. (Springer-Verlag, 1977), p 215.
- [4] T. Y. Chang, C. Lin; *JOSA*, 1976, **66**, 362.
- [5] 傅恩生等;《光学学报》, 1981, **1**, No. 3, 209.