

TEA CO₂ 激光器自由振荡输出 光谱的实验研究

邹海兴 陈兰英 张宝富

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文对 TEA CO₂ 激光器的自由振荡输出光谱及时间谱进行了研究。结果表明, 振荡一般为单一谱线, 也有可能双谱线同时振荡, 以 P₁₀(20) 线振荡几率最大。

Experimental study of output radiation spectra in a TEA CO₂ laser without selective elements

Zou Haixin, Chen Lanying, Zhang Baofu

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

Abstract: Output radiation spectra and time spectra have been studied for a TEA CO₂ laser without selective elements. Experiments show that the output radiation usually appears as a single line, sometimes as two lines, and the probability of P₁₀(20) line is a maximum.

一、引 言

CO₂ 激光器自由振荡输出光谱特性, 在连续运转的低气压轴向放电激光器中, 已进行过研究^[1]。而 TEA CO₂ 激光器的自由振荡输出光谱研究尚很少见到。

为了研究 TEA CO₂ 激光的非线性效应, 并利用它来改善其输出光束的方向性, 就必须知道 TEA CO₂ 激光的输出光谱情况。为此, 我们对 TEA CO₂ 激光器的自由振荡光谱进行了实验研究及讨论。

二、实验设备及测试方法

我们使用文献 [2] 报导的相似的紫外光

预电离 TEA CO₂ 激光器。放电间距为 4 厘米, 放电长度为 60 厘米, 腔间距为 1 米。主放电储能电容为 0.06 微法。放电电压为 45 千伏到 60 千伏。阴极为石墨制罗可夫斯基线型电极, 阳极为 1 毫米厚的打孔铜板, 小孔直径为 2 毫米, 均布。预电离由铜网下 5 毫米处 28 对钨针的火花放电进行。每一对钨针连接一个 330 微微法电容。器件原理图见图 1。

激光输出采用平凹腔。凹面反射镜曲率半径为 6 米。输出采用厚 2 毫米, 平行度优于 10'' 的锺窗口, 用直径为 8 毫米的孔光阑来限制高阶横模。在放电电压为 60 千伏, 充气气压为 560 托, CO₂:N₂:He=1:2:5 时, 输出能量为 200 毫焦耳。

收稿日期: 1981 年 4 月 1 日。

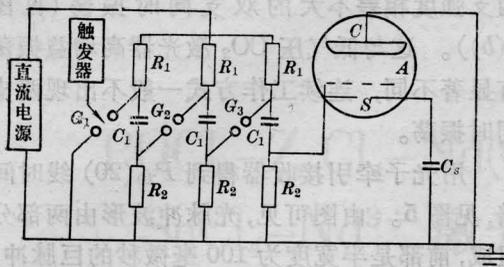


图1 UV-TEA CO₂ 激光器原理图

C_1 —储能电容(0.19 微法); C_s —预电离电容(330 微微法); R_1 —充电电阻(5.1 千欧); R_2 —放电电阻(153 千欧); C —阴极; A —阳极; S —钨针火花隙(间距 2 毫米)

光谱测量用焦距为 1 米的红外光栅光谱仪, 光栅线数为 100 线/毫米。定向波长 10 微米。显示用大连化物所研制的激光红外显示屏(B 型), 灵敏度为 2~4 毫焦耳/毫米²。实验光路见图 2。

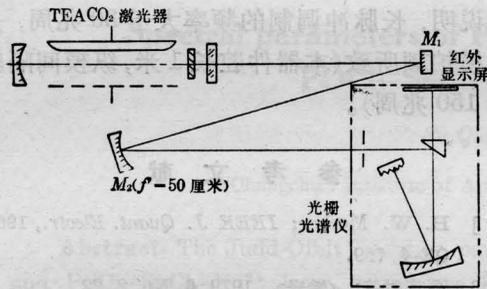


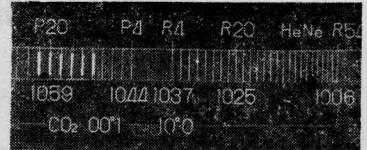
图2 激光谱实验光路图

测量了 $P_{10}(20)$ 线的时间谱。接收器是 Rofin 公司生产的光子牵引接收器(型号为 7415), 频率响应 >1000 兆周, 用 SS-212 示波器(通带宽度为 200 兆周)显示。

三、结果及讨论

首先对不同气体组分的输出光谱进行了研究, 图 3 为所得到的激光振荡谱。结果表明, 单支振荡的几率为 80~90%, 而且大部分几率又集中于 $P_{10}(20)$ 和 $P_{10}(18)$ 两支, 见图 4。两支同时振荡的几率是 10~20%, 而且一般均为相邻支。很少有相差较远的两

支同时振荡。 $P_{10}(20)$ 出现的几率最大, 一般均在 40~50% 左右。在合适的气体比分及放电电压下, 可以超过 50%。当 $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He} = 1:1:5$, 总气压为 560 托时 $P_{10}(20)$ 线振荡几率最大。



(a) 单支振荡时, 红外显示屏谱线位置



(b) 双支振荡时, 红外显示屏谱线位置

图3 振荡光谱图

(1 米光栅光谱仪记录, 入射狭缝宽度 0.1 毫米, 红外显示屏显示)

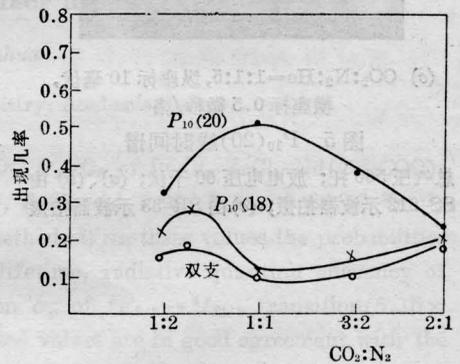
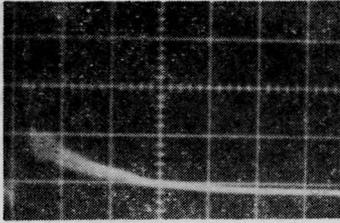


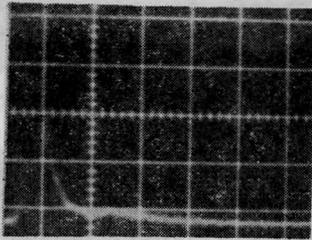
图4 TEA CO₂ 激光光谱与气体比分的关系
充气压: 560 托; 放电电压: 60 千伏;
气体比分: $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:1:5$

谱线振荡几率还与放电电压(即注入能量)有关。但是, 在一定的气体组分下, 光谱对放电电压的依赖性, 不如气体组分变化那么强烈。如 $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:1:5$, 放电电压为 60 千伏时, $P_{10}(20)$ 出现几率为 48%; 放电电压为 50 千伏时, $P_{10}(20)$ 出现几率为 52%, 变化不大。

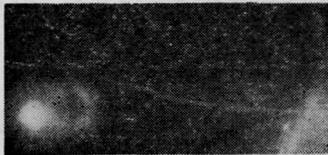
在 TEA CO₂ 激光自由振荡谱中, 还出现



(a) $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:1:5$, 纵座标 20 毫伏/格, 横座标 1 微秒/格



(b) $\text{CO}_2:\text{He}=1:5$, 纵座标 20 毫伏/格, 横座标 0.5 微秒/格



(c) $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:1:5$, 纵座标 10 毫伏, 横座标 0.5 微秒/格

图 5 $P_{10}(20)$ 线时间谱

总气压 560 托; 放电电压 60 千伏; (a)、(b) 由 SS-212 示波器拍摄; (c) 由 SR-33 示波器拍摄

两支强度相差不大的双支同时振荡(见图 3(b))。这与低气压 CO_2 激光器高增益振荡有显著不同, 连续工作方式一般不出现两支同时振荡。

用光子牵引接收器得到 $P_{10}(20)$ 线时间谱, 见图 5。由图可见, 光脉冲波形由两部分组成, 前部是半宽度为 100 毫微秒的巨脉冲, 后部是半宽度为 1 微秒左右的长脉冲, 幅值较低。前部巨脉冲是一单纵模的光滑波形。后部长脉冲是多纵模调制的尖峰结构。为了证实上述情况, 我们用 SS-212 示波器拍摄无 N_2 气下光波形(见图 5(b)), 得到光滑的巨脉冲, 这说明它是单纵模结构。在 SS-212 示波器上, 可以观察到大于 100 兆周调制小尖峰, 但拍摄不下来。用 SR-33 示波器(带宽 30 兆周)拍摄了光子牵引接收器的 $P_{10}(20)$ 线时间谱(见图 5(c)), 得到一条光滑的波形。这说明, 长脉冲调制的频率大于 30 兆周, 是纵模拍频所致(本器件腔长 1 米, 纵模间隔应为 150 兆周)。

参 考 文 献

- [1] H. W. Mockler; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1968, **QE-4**, 769.
- [2] 蔡英时等; 《激光》, 1979, **6**, No. 2, 22.