

混合式 CO₂ 激光器

Abstract: A hybrid CO₂ laser is described. In this laser a TEA-CO₂ pulsed discharge tube and a low-pressure CO₂ continuous discharge tube have been put in the same laser resonator. Simultaneous oscillations of multi-longitudinal modes in conventional TEA-CO₂ lasers have been restrained and single longitudinal mode pulsed CO₂ laser output with high peak power has been obtained.

众所周知, TEACO₂ 激光器可以在高气压下产生大体积均匀辉光放电, 从而获得很大的脉冲输出能量和很高的峰值功率。但是, 正是由于 TEACO₂ 激光器工作在高气压下, 因此不可避免地使激光介质的增益线型被气压大大地展宽, 其增益线宽可达 4 千兆赫/大气压。如果这样的增益介质放在一个 2 米长的光学谐振腔(其纵模间隔为 75 兆赫)中, 计算表明有 20 多个不同频率的纵模的增益系数之差小于 5%, 这样就可以有很多不同频率的纵模同时振荡, 它们还会产生拍频, 使 TEACO₂ 激光器的脉冲输出呈现很强的调制。这在诸如脉冲激光雷达、光泵远红外激光器的光泵源、激光同位素分离、非线性光学等很多重要的领域都是不希望的。

为了获得单纵模输出的 TEACO₂ 激光脉冲, 已经提出了很多方法^[1]。我们采用在同一光腔中放置一个 TEA 放电管和一个低气压连续放电的增益管的方案(通常称为 TEA-CW 混合式 CO₂ 激光器), 成功地实现了单纵模脉冲输出。图 1 示出了增益线型示意图。一个 50 兆赫的低气压 CO₂ 激光增益迭加在一个 4 千兆赫的 TEACO₂ 激光增益线宽上。因为 2 米腔长时, 纵模间隔为 75 兆赫, 所以只有一个纵模可以落在迭加的增益部分, 它的增益系数可以大大超过其它纵模的增益系数, 由模式竞争效应, 就可保证混合式 CO₂ 激光器仅在单纵模上运转。这个方案一方面保持了 TEACO₂ 激光器增益高的特点, 以实现高输出功率和能量; 另一方面利用低气压连续放电增益管的窄增益带宽, 抑制多纵模同时振荡, 从而实现单纵模高功率高能量输出。此外, 该方案的结构简易, 调整方便。

图 2 示出实验装置示意图。TEACO₂ 激光放电

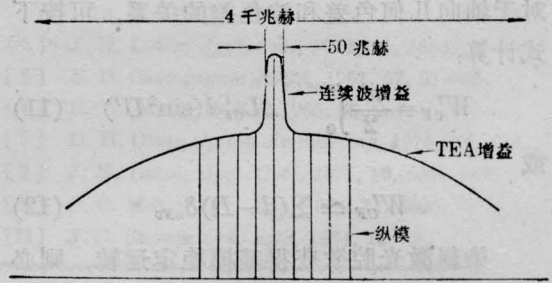


图 1 CW-TEA 混合式 CO₂ 激光器增益线型示意图

管采用双触发丝型紫外预电离 TEACO₂ 激光管^[2], 其放电体积为 3.5×3.5×90 厘米³, 储能电容量 0.17 微法, 工作电压为 30 千伏, 充 CO₂ 70 托和 N₂ 130 托。低气压连续波放电段采用三层结构的水冷硬质玻璃放电管, 放电管内径为 8 毫米, 放电长度 90 厘米, 总气压 10 托(CO₂:N₂:He=1:1:8), 最佳工作电压为 15 千伏。TEA 放电管的一端为曲率半径为 8 米的镀金全反射镜, 未镀膜的 Ge 平面输出镜固定在低气压连续放电管的另一端, 其余端口用 NaCl 平面镜密封。输出的激光脉冲由 Ge 光子牵引探测器接收, 用放在屏蔽室内的 ST-17 型(带宽 300 兆赫)示波器观察波形。

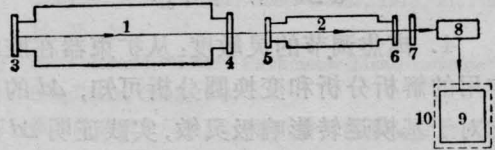


图 2 实验装置示意图

1—TEA 放电管; 2—CW 放电管; 3—全反射镜;
4~6—NaCl 平面镜; 7—Ge 输出镜; 8—Ge 光子
牵引探测器; 9—ST-17 示波器; 10—屏蔽室

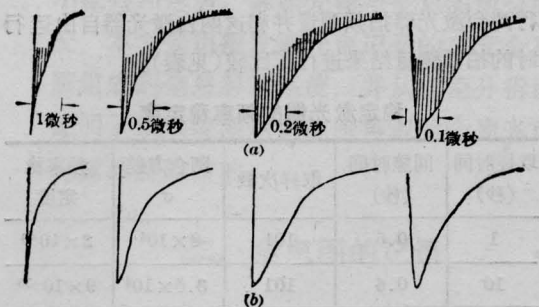


图3 低气压连续放电管不工作时(a)和
工作时(b)输出的激光波形

图3示出了观测结果。图3(a)是低气压连续放电管处于不工作状态时测得的脉冲波形,在典型的TEACO₂激光器的增益开关脉冲波形上明显地被一些高频的精细结构所调制,可见TEACO₂激光器产

生了多纵模同时振荡,并相互产生了拍频。

当连续波低气压增益管处于工作状态后,得到图3(b)的波形。可以明显地看到高频调制已经消除,增益开关脉冲已变得很光滑,实现了单纵模运转。用校准过的石墨斗能量计测得脉冲能量为200毫焦耳,脉宽约为0.1微秒,所以峰值功率约2兆瓦。

参 考 文 献

- [1] S. L. Chin; *Optics & Laser Technology*, 1980, No. 2, 85~88.
- [2] 潘承志等;《激光与红外》,1978, No. 7, 18~23.

(北京真空电子器件研究所
潘承志 戴 杰
1981年3月31日收稿)

CO₂ 激光器的简单稳频

Abstract: An experimental equipment to stabilize the frequency of a CO₂ laser is described. The frequency stability is 2×10^{-9} (sampling time $\tau \sim 1s$).

简单稳频是把被稳定激光器增益曲线的中心频率做为标准频率,用伺服电路把激光频率锁定在这一标准上。实验装置如图1所示。

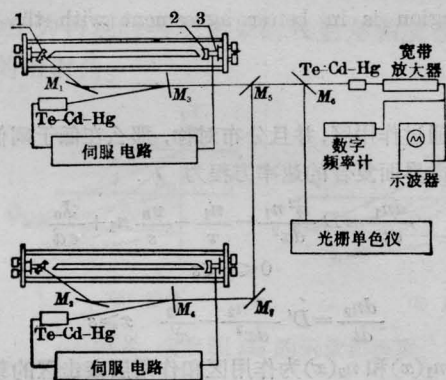


图1 简单稳频实验装置

1—光栅; 2—镀金反射镜, $R=2$ 米; 3—压电陶瓷;
 M_1, M_2, M_7 —全反镜; M_3, M_4, M_5, M_6 —分束镜

激光器采用结构稳定的殷钢支架,放电管二端用氯化钠布儒斯特窗,充氮、氩、二氧化碳、氙、水蒸气混合气体,放电管内径 $\phi 9$,放电长度760毫米,用光栅选支(光栅闪耀波长10微米,100条/毫米,反射

率约70%),另一端为镀金的全反射镜,曲率半径为2米,腔长1.1米,光栅的零级衍射作为输出。

伺服系统是实现激光稳频的自动频率调节装置,系统的方框图如图2所示。

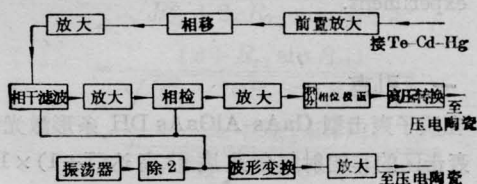


图2 伺服系统方框图

低频振荡器为压电陶瓷提供一个257赫的三角波调制电压,用三角波调制是为了减小偶次谐波对控制系统的影响,它的幅度应根据实验要求而定,从0~15伏连续可调。

在环路里引进相干滤波器对压缩带宽以及从噪声中提取有用信号和抗干扰能力等均有一定的提高,但它将使环路时间常数变慢而引起控制相位滞后,这一点必须引起注意。

伺服环的开环增益极高($>2 \times 10^7$),为了减少