

的玻璃管中。为便于观察放电情况,在管壁上平行于放电槽路装一有机玻璃窗。激光管的真空度可达 0.2 托。

谐振腔由 3 米曲率半径的镀金全反射镜和不镀膜的锗平面反射镜组成, 镜片装在可以调节的法兰盖板上。有效激活体积  $2.5 \times 3 \times 60$  厘米<sup>3</sup>。

用锗单晶光子牵引探测器配 SB-11 型脉冲示波器测量了激光脉冲和主放电脉冲波形。当管内充一个大气压 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub> 和 He 混合气(CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>:He=1:1:10)并掺杂 1 毫升三乙胺或三正丙胺时, 测得激光脉冲的半宽度约 100 毫微秒。同时, 用热电能量计测得激光能量为 1.1 焦耳。

以每秒 2 次的频率发射 10<sup>4</sup> 次脉冲之后, 能量下降到 1 焦耳以下, 开始有弧光出现。在距窗口 10 厘米处功率密度为 6 兆瓦/厘米<sup>2</sup>。

激光器可以在无 He 的情况下运转。例如充以 CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>=1:1 混合气, 加入 1 毫升三乙胺, 总压力 ~300 托, 工作电压 14 千伏, 输出能量 1.4 焦耳。

激光器的锗镜用光栅代替, 可以调频输出, 调频范围从 9.1 微米至 11 微米。在 10.6 微米附近输出 0.5 焦耳, 通过聚焦透镜后可使空气击穿。

## TEACO<sub>2</sub> 激光器主动锁模实验研究

中国科学院上海光机所 蔡英时 伊景荣 牛万青

利用 1 米长光预电离 TEACO<sub>2</sub> 激光器, 腔内置一布氏角声光调制器做损耗调制元件来研究主动锁模。

光预电离 TEACO<sub>2</sub> 激光器由 500 毫米长两节组成, 每节参数为: 口径 40×50 毫米, 电容 0.063 微法, 电压 60 千伏, 采用同步触发球隙系统使之同步工作, 工作气分 He:CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub> 为 8:2:1 气压 660 托。谐振腔由 R=3.5 米和平行平面 Ge 片构成, Ge 片平行度小于 10'。在 Ge 前置 φ7 光阑选模使器件工作于 TEM<sub>002</sub> 模式。

声光调制器由声光介质电阻率为 16 欧姆·厘米的 n 型 Ge 及 Y36° 切割的 LiNbO<sub>3</sub> 换能器片组成。Ge 块长 50 毫米, 厚 15 毫米, 使在光路中既满足布氏角条件又满足 Bragg 条件, 并使声波沿 Ge 的 [111] 方向传播。换能器共振频率为 32 兆赫, 射频电源为 LC 振荡器, 以换能器反射功率来控制频率稳定。用延迟触发器控制射频电源脉冲工作及器件放电。声光调制器工作脉宽 1 毫秒, 在其工作 0.5 毫秒后 TEACO<sub>2</sub> 器件放电。声光调制器置于尽量靠近输出 Ge 片处。根据  $\nu_m = C/4L$  ( $\nu_m$ : 调制频率, C: 光速, L: 腔长) 选取 L=2344 毫米。用 E323A 型通用频率计测调制频率, 并使之工作于 32.176 兆赫的声模上。

用炭斗能量计测激光输出, 不加射频电源时输出为 ~0.5 焦耳, 加射频电源进行调制时输出为 ~0.2 焦耳。

器件工作时, 高压火花球隙开关造成严重的电磁干扰, 且频率甚高, 严重影响激光输出波形的示波器观测。因此采用双层金属板屏蔽室, 可使干扰信号降低至 50 毫伏以下, 在屏蔽室中用 R=1 米的聚光镜将光会聚于光子牵引接收器上, 用 SS-6200 示波器进行观察。实验中此锁模激光系统以每 10 秒一次的速率稳定工作。在此速率下, 可清楚看出不加调制时为紊乱的自锁工作状态, 在加调制时为规则的脉冲系列, 对上述情形以多次脉冲拍摄的方式取得了输出特性的照片, 同时表明锁模系统的工作是稳定的。基于上述实验情况, TEACO<sub>2</sub> 主动锁模器件是一良好的波长为 10.6 微米的毫微秒脉冲振荡源。

## 无 He 的 TEACO<sub>2</sub> 激光器

中国科学院物理研究所 周岳亮 尹燕生 宋瑞舟 回秀敏

自从 TEACO<sub>2</sub> 激光器出现以来, 对其进行了广泛的研究, 获得了迅速发展。通常这类器件的工作气体

以  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$  和  $\text{He}$  为三种主要成份,其中  $\text{He}$  的比例最大,往往大于 70%,如果  $\text{He}$  的比例减少,而保持总气压不变,则保持稳定均匀的辉光放电往往变得比较困难。

近年来国际上有人注意到在低重复频率下工作的 TEA 器件上  $\text{He}$  是没有显著作用的<sup>[1]</sup>,也有人开始研制无  $\text{He}$  器件<sup>[2]</sup>,这不仅因为  $\text{He}$  的价格十分昂贵,也因为气压较高的无  $\text{He}$  器件上有可能获得较高的峰值输出功率。

在我们的工作中采用电晕放电预电离与紫外光预电离相结合的方法把预电离效果提到更好的程度(并加有少量种子气),使无  $\text{He}$  器件能在 760 托下正常运转,获得 2 焦耳以上的能量输出,在总气压 400 托下获得 4.5 焦耳的输出,半功率点宽度小于 150 毫微秒。

为了提高工作气体的使用寿命,国际上通常采用加入少量  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$ ,以加速  $\text{CO}_2$  的再生,或者用  $\text{Ni}$ 、 $\text{Pt}$  等加热到一定温度促进  $\text{CO}_2$  再生,或者用降低放电电压,扩大储气体积与放电体积之比等方法以保持工作气体成份不变。

在我们的工作中加入较大量的  $\text{CO}$ ,结果使气体使用寿命大大延长。如果用  $\text{CO}$  取代  $\text{N}_2$  作能量共振转移气体,则器件工作  $1 \times 10^6$  次脉冲输出仍无下降,我们在  $\text{CO}_2$  与  $\text{CO}$  各为 200 托的混合气中获得 1 焦耳/次的结果。

我们所研制的器件外壳为一  $\phi 30$  厘米的有机玻璃管,两端用法兰盘密封,阴极由 6 根带状锯条及 5 个铝垫块组成,长 75 厘米,宽 3 厘米。电晕预电离触发极为 5 根外面用  $\phi 4.5$  毫米玻璃管包住的铜丝,每两个锯条之间放入一根,触发极的一端焊在一起,通过 2000 微法高压电容与阳极联接。紫外光预电离火花隙在距主放电中心 4 厘米处,每侧有 20 个。每个火花隙由两个针状电极组成,每个电极通过一个 510 微法高压陶瓷电容分别与阳极和阴极相接。阳极为罗可夫斯基截面,90 厘米长,中间平坦部分 3 厘米,阳极与阴极距离约 3 厘米。主体有机玻璃管内装有 5 个小风扇和正对风扇的水冷器,气流横向流过放电区间,这样器件可在单次至 20 次/秒工作。

### 参 考 资 料

- [1] B. S. Patal; *IEEE J. Quantum Elect.*, 1973, **QE-9**, No. 12, 1160.
- [2] Y. Nagayama, K. Shimoda; *J. Japan Appl. Phys.*, 1976, **15**, No 8, 1611.

## 紫外光预电离 TEA $\text{CO}_2$ 放大器

中国科学院上海光机所 楼洪洪 何迪洁 于澍生 朱福林

紫外光预电离 TEA $\text{CO}_2$  放大器是大功率  $\text{CO}_2$  激光系统的一种功率放大器。为了使激光工作物质获得大体积的高气压辉光放电,广泛采用了电子束控制和紫外光预电离两种技术,其中光预电离技术具有结构简单、使用方便的优点。本文研制了将预电离紫外光源和激光主放电互相独立的 TEA 器件,它采用印刷线路板制成的表面火花列阵作为预电离源,预电离源放置在网状电极背部,并使用单路的能源来控制光预电离的强弱,激光放电与预电离之间的时间延迟由可控的延迟触发器控制。研究了预电离能量对高气压辉光放电的影响;实验表明,当强场为 20 千伏/厘米大气压时,延迟时间在 0.8~1.2 微秒内可获得较好的结果。

为了提高放电的均匀和稳定性,对激光气体中掺入低离化电位的正三丙胺有机分子作了实验研究,将激光气体流经带有三丙胺蒸汽压的容器,使激光气体掺杂,在  $40 \times 35 \times 470$  毫米<sup>3</sup> 的放电体积中,使每立升输入能量提高到 260 焦耳,并提高了放电的稳定性。

用调制的连续  $\text{CO}_2$  激光测量了放大器的小信号增益系数。当气体成份为  $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{H}_2=3:2:8$ ,输入能量为每立升 260 焦耳时,得到小信号增益系数为 3.8%/厘米。