

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。

这些结果为进一步研制大口径的放大器提供了设计基础。目前已研制了体积为  $80 \times 70 \times 500$  毫米<sup>3</sup> 的大口径器件,并获得了均匀的辉光放电。用电阻分压器和罗可夫斯基线圈对放电电压和放电电流进行了测量。

## 紫外预电离高压连续调谐 CO<sub>2</sub> 激光器的研究

中国科学院电子学研究所五室紫外预电离激光组

该器件是我们从 1975 至 1977 年研制的我国第一台高达 12 大气压的波长连续可调的 CO<sub>2</sub> 激光器,具有高功率密度、高能量密度及大带宽下连续调谐等特性。这些特性在激光光谱学、微微秒超短脉冲技术、激光化学、激光分离同位素以及作为分离铀同位素的 16 微米波段激光器的高强度激光泵浦源等方面有巨大的潜力。

该器件的特点是采用了新的电缆耦合紫外预电离方案,在主电极的两旁排列了两行预电离放电钨针,每根钨针通过电缆分别与主电极连接。在主放电之前,高压脉冲电源首先通过电缆使预电离钨针放电。由钨针电弧产生的紫外光照射主放电区域产生强烈的预电离,使主放电能在高达 12 大气压下保持均匀放电。文中将我们的方案与加拿大的紫外预电离高压器件的方案进行了对比。实验表明,我们的器件在预电离耗能低、工作性能稳定、运转次数多、重复频率高等方面具有明显的优越性。

激光器的高气压室的外壳采用有机玻璃,研制了方形的和圆形的两种结构。放电截面为 1 厘米  $\times$  1 厘米,在放电长度为 25 厘米、40 厘米和 80 厘米三种情况下用光栅进行调谐,得到 CO<sub>2</sub> 在 9.4 微米带与 10.4 微米带  $P$  支和  $R$  支共 4 个支上总调谐范围约  $110 \text{ 厘米}^{-1}$ 。其最强线的最大输出能量受光学元件损坏阈值的限制为 1 焦耳,相应的脉冲功率为 20 兆瓦,最高重复频率 2 赫,无弧运转次数 500 次。

文中最后介绍了在高气压下频率的连续调谐和牵引效应。在 12 大气压下,相邻振-转跃迁线的重迭使激光器能够连续地调谐;另一方面,由于增益轮廓的起伏,输出频率被牵引指向线中心。频率牵引效应减少了调谐范围,降低了调谐精度。在同样的气压和放电条件下,频率牵引与谐振腔的参数有关。改变球面反射镜的曲率半径进行实验,得到最高的调谐精度约为  $0.1 \text{ 厘米}^{-1}$ 。

## 电子束控制放电 CO<sub>2</sub> 激光器

中国科学院上海光机所电子束控制放电题目组

本文简要描述了电子束控制放电 CO<sub>2</sub> 激光器的一般设计原理,并以放电体积 4 升的热电子束控制放电 CO<sub>2</sub> 激光器的实验结果为主,简要介绍了这类非自持放电器件的某些特性。

实验观察到激光输出能量密度随放电输入能量密度的增加而呈现出饱和状态,对于 CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-He 体系,饱和点发生在 400 焦耳/升·大气压左右。当输出窗口(锆平板)或反射镜(镀金)承受的能量水平达到了 3 焦耳/厘米<sup>2</sup> 以上时,元件表面出现“雾”状损坏。在此器件上获得的最高输出能量密度是 70 焦耳/升·大气压。

在几种不同的气体比条件下,维持电子枪工作条件不变,进行了变化  $E/N$  以影响放电输入能量密度的实验,结果指出,放电输入能量密度大致与  $E/N$  的 (1~2) 次方成正比;另外,在一个大气压范围内的实验指出,放电输入能量密度(或激光输出能量密度)与气压的  $3/2$  次方成正比,这些说明在这台器件上有可能获得更高的输出能量。

我们还对诸如 He、H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 一类附加气体在 CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 10.6 微米体系中所起的作用进行了实验研究与