

文章编号: 1001-3806(2004)04-0404-02

## 脉冲预电离纵向脉冲放电 CO<sub>2</sub> 激光器

于延宁, 万重怡, 王东蕾, 周锦文  
(中国科学院 电子学研究所, 北京 100080)

**摘要:** 提出了一种横向脉冲预电离小型扩散冷却纵向脉冲放电 CO<sub>2</sub> 激光器。在内径 7.5mm、放电长度 50cm 的放电区实现了脉冲能量 15mJ、脉冲峰值功率 375W 的激光输出。脉冲重复频率 56Hz。预电离电极结构设计成螺旋状, 改善了激光的光束质量。

**关键词:** 脉冲预电离; 扩散冷却; 纵向脉冲放电; 脉冲激光器

中图分类号: TN248.2<sup>+</sup> 2 文献标识码: A

### Longitudinal pulsed discharge CO<sub>2</sub> laser with pulsed preionization

YU Yan-ning, WAN Chong-yi, WANG Dong-lei, ZHOU Jin-wen  
(Institute of Electronics, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

**Abstract:** Using transversal pulse pre ionization transversal pulse pre ionization, a small diffusion cooled longitudinal pulsed discharge CO<sub>2</sub> laser is described. 15mJ pulse energy with 375W pulse peak power has been achieved up with PRR to 56Hz from a discharge tube of 7.5mm inner diameter and 50cm long. The pre ionization electrodes are designed as helical to improve the laser beam quality.

**Key words:** pulsed pre ionization; diffusion cooled; longitudinal pulsed discharge; pulsed laser

### 引 言

近年来, 扩散冷却的纵向放电脉冲气体激光器重新受到了人们的重视<sup>[1~3]</sup>。直管型纵向放电 CO<sub>2</sub> 激光器具有光束质量好, 结构简单的优点。由于工作于中、低气压下, 激光器可采用扩散冷却。传统的工业 CO<sub>2</sub> 激光器大都采用连续或调制脉冲方式, 脉冲宽度大都在 100 $\mu$ s 以上, 而 TEA 激光器脉冲宽度一般在 10 $\mu$ s 以下。脉冲宽度在 20 $\mu$ s~50 $\mu$ s 范围的高重复率脉冲 CO<sub>2</sub> 激光器在激光加工、探测、光电对抗、雷达等方面有广泛的应用潜力。目前, 这类激光器很缺乏。一种解决办法是延长 TEA CO<sub>2</sub> 激光器的输出脉冲宽度, 但通常高重复率 TEA 激光器都采用横向流动风机带走发热的气体, 风机的采用大大增加了激光器的体积和结构的复杂性。此外, 延长脉冲宽度也存在一些技术上的困难。

研究了一种脉冲预电离的纵向脉冲放电 CO<sub>2</sub> 激光器, 用于产生 20 $\mu$ s~50 $\mu$ s 脉冲宽度的激光。其横

作者简介: 于延宁(1973), 女, 博士, 主要从事新型激光器和预电离机理的研究。

E-mail: ynyu@mail.ie.ac.cn

收稿日期: 2003-07-20; 收到修改稿日期: 2003-09-14

向脉冲预电离技术有效地降低了纵向主放电的击穿电压和工作电压, 提高了激光器的转换效率。

### 1 实验方法

图 1 为激光器结构和放电原理图。激光器主体与文献[4]中的描述类似, 由内径 7.5mm, 厚 1mm 的玻璃管制成。主放电电极位于放电管的两端, 间距为 50cm。两条带状铜箔呈螺旋状紧贴玻璃放电管外壁作为预电离电极。在本文中, 主要研究横向脉冲预电离条件下的纵向脉冲自持放电的特性。

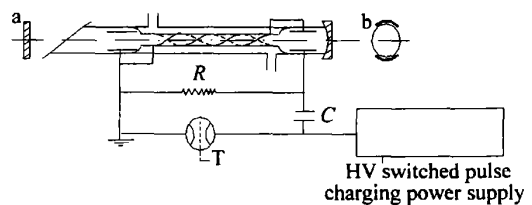


Fig. 1 The schematic diagram of the laser tube and discharge circuit  
预电离电极分别与相应的主放电电极电相连(见图 1a)。主放电电极一端接高压, 另一端接地。图 1b 为放电横截面, 上、下分别为两预电离电极。当脉冲高压加于相应的电极时, 由于预电离电极间距远小于主放电电极间距, 因此, 首先在预电离电极间的放电管内发生横向容性耦合脉冲预电离放电。预电离

放电降低了主放电的击穿电压,而且主放电  $E/P$  值的降低还有利于提高激光器的电光转换效率<sup>[5]</sup>。

激光器的激励电路为电容脉冲放电电路,自制的高压开关式脉冲充电电源最高充电电压为 20kV,用来给储能电容器  $C$  充电。 $R$  为充电回路电阻,与激光器并联。开关  $T$  采用触发管,当  $T$  突然导通时,电容  $C$  通过开关  $T$  对激光器放电。高压脉冲充电电源的最高重频为 56Hz,电激励脉宽约为 7.5 $\mu$ s。

放电腔是一端以 ZnSe 布儒斯特窗(布儒斯特角为 67.38°)密封的半外腔结构。激光谐振腔由曲率半径为 2m 的镀金凹球面全反镜和透过率为 22% 的锗透射输出镜组成,腔长在 1m~1.5m 之间。激光介质为  $V(\text{CO}_2)V(\text{N}_2)V(\text{He})=1:4$  的混合气。激光脉冲能量和波形分别由 Gentec 能量计和 Moletron P3-01 波形探测器测量,平均功率由 Moletron PM30 型激光功率计监测。

## 2 实验结果

对不同脉冲重复频率时的激光输出平均功率进行了研究。图 2 为气压 3.2kPa、电压 15kV 时输出平均功率随脉冲重复频率的变化曲线。可以看出,

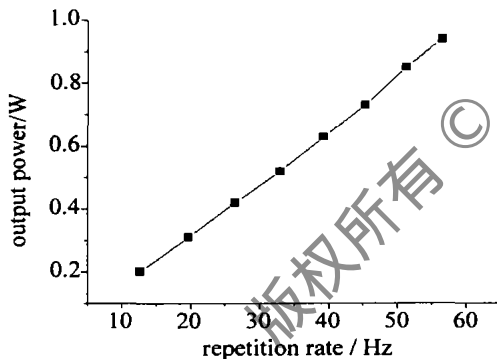


Fig. 2 Dependence of output power on pulse repetition rate

随着放电的脉冲重复频率的升高,激光器平均输出功率不断的增加,且呈线性关系。输出功率的这种增长趋势在频率达到电源的最高重复频率(56Hz)时仍然没有减弱的趋势。这说明激光的单脉冲能量基本保持常数,如果电源的重复频率可以升高的话,激光器运行的重复频率将继续增加,获得的平均功

率就可能继续增大。

图 3 为典型的激光脉冲波形图。激光脉冲宽度(FWHM)约为 40 $\mu$ s,由相应的单脉冲能量(15mJ)可以得到激光脉冲的峰值功率约 375W。

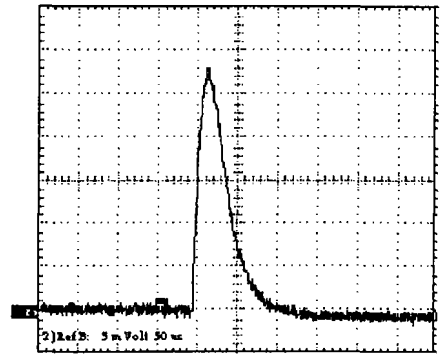


Fig. 3 Typical laser shape  
transversal—5mV/div, horizontal—50 $\mu$ s/div

## 3 结 论

成功研制了一种新型的小型纵向电容脉冲放电 CO<sub>2</sub> 激光器,采用了螺旋状外电极横向脉冲预电离技术。从内径 7.5mm、长 50cm 的放电区获得激光脉冲输出能量为 15mJ,脉冲峰值功率达到 375W,脉冲宽度 40 $\mu$ s。实验中,激光器的脉冲重复频率受自制的脉冲电源的限制,最高为 56Hz。如果进一步提高电源工作频率,激光器具有在更高重复频率下运转的潜力。这种高重复率脉冲 CO<sub>2</sub> 激光器,可满足激光加工、探测、光电对抗、雷达等方面对脉冲宽度和重复频率的需要,具有重要的应用价值。

### 参 考 文 献

- [1] ORCHARD D A, HOLLINS R C. A high pulse repetition rate helium-xenon laser [J]. SPIE, 1997, 3092: 82~85.
- [2] EL-OSEALY M A, JITSUNO T, NAKATSUKA M *et al.* Co axially excited gas lasers toward vacuum ultraviolet region [J]. SPIE, 2000, 3889: 774~779.
- [3] 于延宁, 万重怡, 王东蕾. 一种新型纵向放电脉冲激光器 [J]. 光电子·激光, 2001, 12(8): 810~812.
- [4] 于延宁, 万重怡. 脉冲预电离非自持纵向放电 CO<sub>2</sub> 激光器 [J]. 激光技术, 2003, 27(1): 11~13.
- [5] WHITEMAN W J. The CO<sub>2</sub> laser [M]. Heidelberg: Springer verlag, 1988. 157~168.

(上接第 378 页)

- [3] KOCH F, CHERNIKOV S V, LEWIS S A E *et al.* Characterisation of single stage, dual pumped Raman fibre amplifiers for different gain fibre lengths [J]. Electron Lett, 2000, 36(4): 347~348.
- [4] DIANOV E M, ABRAMOV A A, BUBNOV M M *et al.* 30dB gain Raman amplifier at 1.34 $\mu$ m in low loss high GeO<sub>2</sub> doped silica fibres [J]. Electron Lett, 1999, 31(13): 1057~1058.

- [5] LEWIS S A E, CHERNIKOV S V, TAYLOR J R. Gain saturation in silicic fibre Raman amplifier [J]. Electron Lett, 1999, 35(11): 923~924.
- [6] AGRAWAL G P. 非线性光纤光学 [M]. 天津: 天津大学出版社, 1992. 241~242.
- [7] 邓建中, 刘之行. 计算方法 [M]. 2 版, 西安: 西安交通大学出版社, 2001. 224~230.