

# 射频激励平板波导-非稳腔 CO<sub>2</sub> 激光器的研究

兰戈 赵刚 江东 王兴邦 郑从众 侯天晋 屈坤红 屈乾华

(西南技术物理研究所,成都,610041)

董明 吕百达

(四川大学光电系,成都,610064)

**摘要:** 本文报导一个横向射频激励的平板波导 CO<sub>2</sub> 激光器。该激光器采用虚共焦非稳腔,其波导尺寸为 1.5mm×30mm×400mm,获得 133W 的激光输出,光电转换效率为 11%,发射光束近衍射极限。

**关键词:** 射频激励 波导非稳腔激光器

## Study of a RF excited CO<sub>2</sub> laser with a planar waveguide unstable resonator

*Lan Ge, Zhao Gang, Jang Dong, Wang Xinbang  
Zhen Congzhong, Hou Tianjin, Qu Kunhong, Qu Qianhua*

(Southwest Institute of Technical Physics)

*Dong Ming, Lü Beida*

(Dept. of Opto-Elect. Science & Technology, Sichuan University)

**Abstract:** In this paper, a RF transversally excited CO<sub>2</sub> laser with a planar waveguide unstable resonator is presented. The size of the waveguide is 1.5mm×30mm×400mm. The output power of the laser is 133W, the opto-electronic conversion efficiency is 11% and the output beam of the near-diffraction-limited divergence has been obtained.

**Key words:** RF excitation, waveguid-unstable resonator laser

## 一、引言

平板型扩散冷却式 RF 激励 CO<sub>2</sub> 激光器 (Striplain laser), 是在普通横向 RF 激励波导 CO<sub>2</sub> 激光器的基础上脱颖而出的新型结构, 可在体积增加不大的情况下, 比后者产生大得多的激光输出功率。本文首次提出了“面积放大”概念, 其效率和面积比提取功率都较高<sup>[1]</sup>。我们的工作

是结合一个非稳腔<sup>[2,3]</sup>,得到准基模矩形象散光束<sup>[3]</sup>。

## 二、激光器结构

图1为激光头示意图。上下金属电极和两边的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 陶瓷条构成一个平板形放电区域,由于宽高比很大,相当于一个平板波导。上下电极用水冷,采用 RF 放电技术,使其在整个电极之间实现高度均匀的放电。

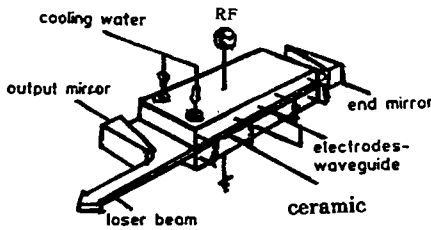


Fig. 1 Design of the stripline laser

器频率,使阻抗较好匹配。

在接近波导口两端加一对虚共焦非稳腔。这时,由于波导的限制,在宽向形成一个一维的非稳腔,采用离轴侧边输出,产生一个矩形光束。在放电方向为一个平板波导,就整体而言,是一个非稳-波导混合腔结构。一般采用球-球输出镜或球-柱输出镜。

这一全新腔结构不但保留了普通非稳腔的优点,而且具备了一些新优点,归纳有:1. 由于单光束输出,易于控制,远场能量集中于主瓣内;2. 由于介质限制在一维平板波导内,上下电极的均匀冷却和均匀放电,可使介质的热畸变减小;3. 一维非稳腔在保证最佳耦合输出率的前提下,可采用更大的放大率  $M$ ,从而进一步提高了选模能力。4. 由于另一方向为波导,采用 RF 激励,其增益较高。其特有缺点是输出为象散光束,远场为非圆对称光斑。

## 三、实验结果

器件的有效放电体积为  $1.5\text{mm} \times 30\text{mm} \times 400\text{mm}$ 。为了对比,其它参数不变,对一个  $12\text{mm}$  宽电极也进行了实验。一对球-球腔镜分别距波导口两端约  $5\text{mm}$ ,腔镜均为全反镀金锗片,反射率  $>98\%$ ,曲率半径分别为  $R_1 = -3.6\text{m}$ ,  $R_2 = 4.42\text{m}$ ,放大率  $M = 1.228$ 。

### 1. 器件的功率特性

宽  $30\text{mm}$  波导结果如图2、图3所示。由图2上面两条曲线比较可见,加 Xe 后,输出峰值功率提高了  $20\%$  以上。由下面三条曲线比较可见,随注入功率的增加,输出功率越大,峰值输出功率向较高气压方向移动。图3配气比为  $1\text{CO}_2 : 1\text{N}_2 : 3\text{He} + 5\% \text{Xe}$ 。图中虚线为效率曲线。气压  $61\text{Torr}$  时,功率曲线缓

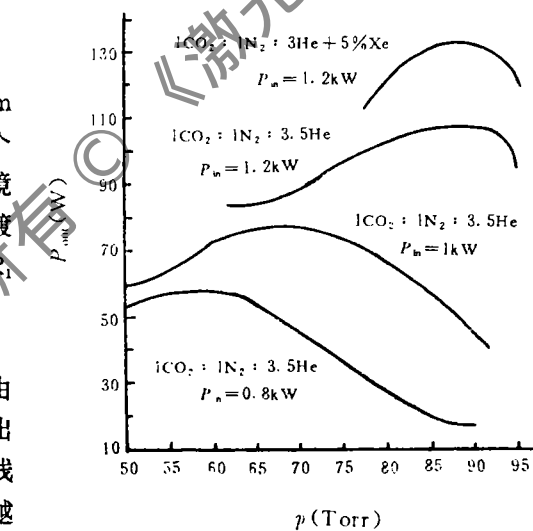


Fig. 2 Variation of output power with gas pressure, waveguide wide  $30\text{mm}$

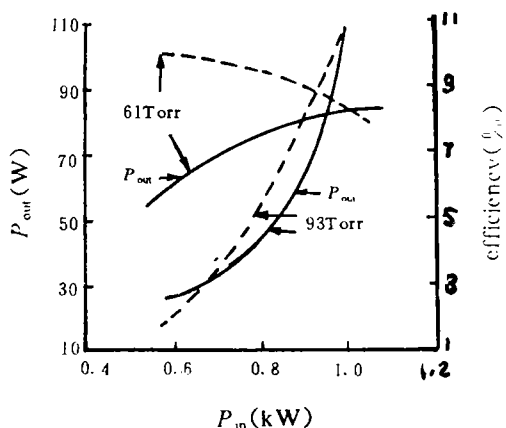


Fig. 3 Variation of output power and its efficiency with RF input power, waveguide wide 30mm

慢上升,效率曲线缓慢下降,可见气压激励较充分;而在 93Torr 时,功率曲线及效率曲线呈快速上升趋势,说明在较低注入功率下气体激励远不充分,而且在较高注入功率下,增益饱和度也不高,如果进一步提高注入功率,可提取的功率潜力仍不小。

宽 12mm 波导的结果见图 4、图 5。配气比均为  $1\text{CO}_2 : 1\text{N}_2 : 3.5\text{He}$ 。由图 4 可见,注入功率较高时,峰值功率向较高气压方向移动。显然,只要能保证放电的均匀性,气压越高,比提取功率就可更高。由图 5 可见,91Torr 气压下的输出功率较 84Torr 略高,但效率前者比后者略低一些。实验表明,存在一个最佳效率气压。由图中可见,过了效率峰值后,气体激励很快达到饱和。

一个最佳效率气压。由图中可见,过了效率峰值后,气体激励很快达到饱和。

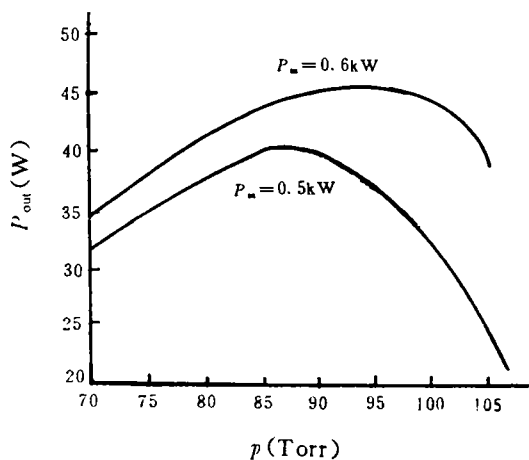


Fig. 4 Variation of output power with gas pressure, waveguide wide 12mm

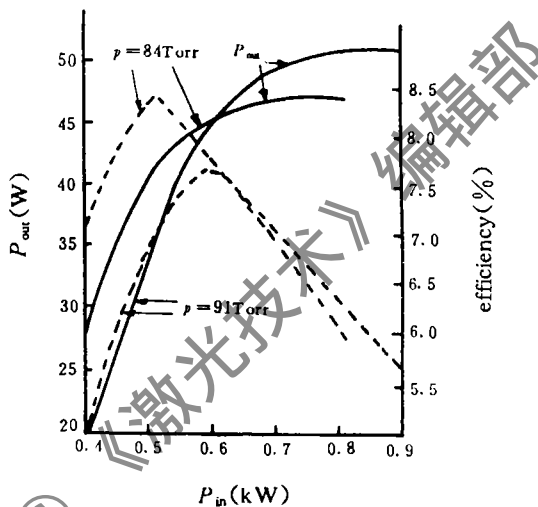


Fig. 5 Variation of output power and its efficiency with RF input power for two values of pressure, waveguide wide 12mm

2. 器件的模式特性

我们用光强轮廓仪扫描了远近场光强轮廓,图 6 是非稳方向和波导方向的照片。

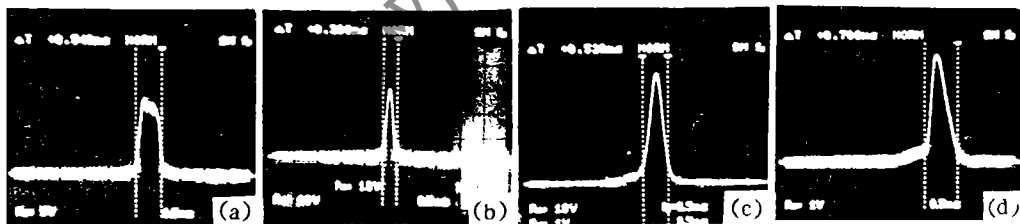


Fig. 6 Experimental near-field diffraction pattern (a and b) and far-field diffraction pattern (c and d), spherical-cylinder unstable resonator,  $M=1.2$ , waveguide wide 30mm, discharge gap 1.5mm, laser output power  $>60\text{W}$   
 a—unstable direction (near-field) b—waveguide direction (near-field) c—unstable direction (far-field) d—waveguide direction (far-field)

# 大气消光系数的透过率迭代法求解研究

张敬斌

(曲阜师范大学激光研究所, 曲阜, 273165)

胡欢陵

(中国科学院安徽光学精密机械研究所, 合肥, 230026)

摘要: 通过激光雷达对近地面层大气探测, 利用透过率迭代法导出了大气消光系数的求解公式。

关键词: 消光系数 激光雷达 透过率

## Solution of atmosphere extinction coefficient by transmittance iteration method

Zhang Jingbin

(Laser Institute, Qufu Normal University)

Hu Huanling

(Anhui Institute of Optics & Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** By means of lidar measurement of near-ground atmosphere and transmittance iteration method, a formula about the atmosphere extinction coefficient is established. This method is original and easy to apply.

**Key words:** extinction coefficient lidar transmittance

实验结果表明, 这一腔结构的输出模式, 在非稳方向远场发散角为 2.25mrad; 在波导方向是 TE<sub>0</sub> 波导模, 远场发散角为 4.7mrad。实验还发现, 12mm 波导腔的非稳方向远场主峰侧有一较大次峰, 认为这是由于侧边壁的影响增强的缘故, 因而这种结构不宜采用较窄的波导腔。

### 参 考 文 献

- 1 Abramski K M, Colley A D, Baker H J *et al.* A P L, 1989; 54(19), 1833
- 2 Jackson P E, Baker H J, Hall D R. A P L, 1989; 54(20), 1950
- 3 Nowack R, Opower H, Wessel K *et al.* L & O, 1991; 23(3), 68
- 4 兰 戈, 赵 刚, 顾彦华 *et al.* 激光技术, 1993; 17(2), 90

作者简介: 兰 戈, 男, 1962年8月出生。工程师, 工学硕士。现从事 CO<sub>2</sub> 激光器的研究工作。

收稿日期: 1993-07-28