

## 射频激励宽波导CO<sub>2</sub>激光器研究

兰戈 赵刚 顾彦华 王兴邦

董明 吕百达

侯天晋 江东 屈乾华

(四川大学光电子技术系, 成都, 610064)

(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

**摘要:** 本文报道一种采用射频横向激励的宽波导CO<sub>2</sub>激光器。该器件波导尺寸为2mm×30mm×400mm, 得到了超过100W的激光输出, 光电转换效率约为10%。

### Study on a broad waveguide CO<sub>2</sub> laser with RF excitation

Lan Ge, Zhao Gang, Gu Yanhua, Wang Xinbang,

Hou Tianjin, Jang Dong, Qu Qianhua

(Southwest Institute of Technical Physics)

Dong Min, Lu Beida

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

**Abstract:** In this paper a broad waveguide CO<sub>2</sub> laser excited transversely by radio frequency (RF) is presented. The size of the waveguide is 2mm×30mm×400mm. Laser output power is over 100W and the efficiency is about 10%.

激光器射出的激光经过透镜汇聚成基本准直的狭窄激光束, 才能满足模拟的要求。由于半导体激光器不是一个点光源, 而是一个长约200μm, 宽约2μm的长条状发光面, 我们选用了焦距50mm的透镜作为会聚镜, 并将发光面适当向焦面方向调整, 使影象横向展宽, 从而获得近似于航炮散布面的椭圆形光斑。

### 五、激光束的光路控制

激光器发出的激光经透镜汇聚后, 射向随动陀螺的陀螺镜, 再经陀螺镜反射到中心反光镜, 由中心反光镜将激光向机头方向反射, 激光穿过座舱防弹玻璃射向目标。在此光路中陀螺镜是随动陀螺转子的一个部分, 受控于瞄准具。通过该陀螺镜使激光束随动于瞄准轴线。

### 参 考 文 献

- [1] Cemehei B M. 空中射击瞄准具. 北京: 北京军事工程学院出版社, 1956; 9
- [2] 阿雷克 F T, 舒尔茨-杜波依斯 E O. 激光技术. 北京: 科学出版社, 1980
- [3] 阿雷克 F T, 舒尔茨-杜波依斯 E O. 激光器. 北京: 科学出版社, 1981

\*

\*

\*

作者简介: 陈德金, 男, 1963年出生。讲师。现从事模拟仿真训练工作。

收稿日期: 1992年10月8日。 收到修改稿日期: 1992年12月14日。

### 一、引 言

射频激励波导CO<sub>2</sub>激光器由于其结构紧凑和激发效率高、便于调制而引起人们的广泛重视<sup>[1~3]</sup>，已成为中小功率CO<sub>2</sub>激光器发展的主要方向。

这类器件的研究要点是合理的器件结构，有效的气体冷却方法以及电源功率的有效馈入激光头。在我们的研究工作中，激光头由一个宽波导构成，采用横向射频激励，获得了满意的效果。

### 二、激光器结构

图1为器件激光头示意图。由上下铜电极、陶瓷构成一个宽波导。铜电极采用水冷和内表面抛光，以保证波导良好的散热性能和降低光传输损耗。

上下电极事实上构成一个平板电容，图中分布电感使激光头与电源频率谐振。分布电感的另一作用是减少电极上电压分布的不均匀性，即驻波系数。电感的分布方法取决于一般性的传输线理论和实验技巧。除此之外，为了使射频功率能有效地馈入激光介质，应使放电室内等离子体阻抗与电源输出阻抗匹配。在射频电场作用下，激光工作气体放电后的等效阻抗为<sup>[4]</sup>：

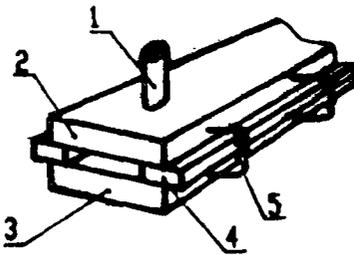


Fig. 1 Structure of the laser head  
1—water cooler 2,3—Cu-electrodes  
4—ceramic insulators 5—parallel inductors

$$Z_g = \frac{mvd}{lwN_e e^2} + i \frac{\omega md}{lwN_e e^2} \quad (1)$$

式中， $m$ 为电子质量， $\nu$ 为气体分子碰撞频率， $d$ 为上下电极间距， $l$ 为放电电极长度， $\omega$ 为放电区宽度， $N_e$ 为电子密度， $e$ 为电子电荷， $\omega$ 为射频角频率。上式中 $|Im$

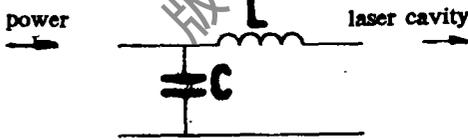


Fig. 2 LC matching circuit

$(Z_g) \ll 1$ ，可忽略不计。对尺寸为2mm×30mm×400mm的宽波导，当气体比例为CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>:He=1:1:3，气压为70~90Torr，注入功率1000W时， $Z_g \approx 10 \sim 20\Omega$ 。此值小于电源的输出阻抗50Ω。对这种情况，也考虑到尽量减少高频传输损耗，我们选择图2所示简洁的匹配电路。C及L可通过计算确定。图3即为当射频频率为90MHz，电源输出阻抗为50Ω时，由于波导结构，气体成分，

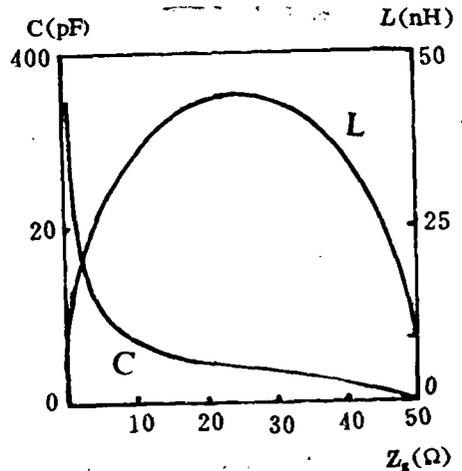


Fig. 3 L and C as a function of discharge impedance  $Z_g$ .

气压,注入功率不同而产生不同放电电阻情况下L, C值的变化情况。

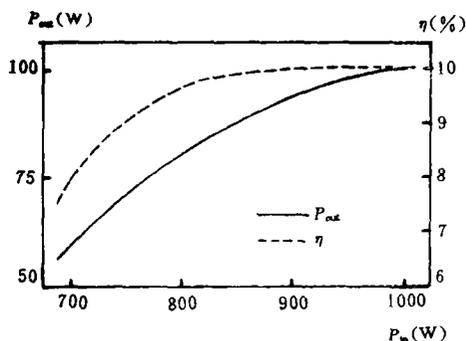


Fig. 4 Laser output power and efficiency vs the input power at the pressure 80 Torr

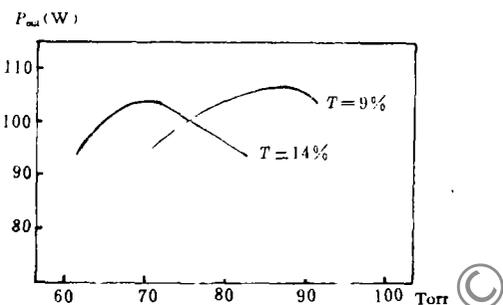


Fig. 5 The relation between laser output power and pressure, input power under 1 kW

### 三、实验结果

器件的波导尺寸为 $2\text{mm} \times 30\text{mm} \times 400\text{mm}$ , 两端腔镜尽量靠近波导口,全反镜为镀金锗片,反射率约98%,输出镜为镀介质膜锗片,透过率分别为9%和14%的两种。射频电源为84~93 MHz可调。在激光实验前通过调整分布电感使激光头在电源可调范围内谐振,也调整匹配电路使电功率能够有效地馈入。在实验中我们获得了均匀的纵向及横向放电。图4、图5为激光输出功率情况。图3对应的条件是配气比为 $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He} = 1 : 1 : 3$ ,加了5%的氙气,气压为80 Torr,输出镜透过率为9%。得到了100 W的输出功率,10%的转换效率。图5为注入功率1 kW情况下激光功率输出和气压之间的关系,配气比同上,但输出镜透过率分别为9%,14%,从图上看,激光输出功率的峰均超过了100 W,最高达108 W。当透过较小时,峰值偏向较高的气压,这与我们的尝试是一致的。

我们的实验由于结构考虑合理,射频电场对混合气体产生了有效激励而获成功,得到了超过100 W的激光功率输出,比输出功率为 $2.75\text{W/cm}$ 。这是目前国内同类器件中的最高水平。

### 参考文献

- [1] He D, Hall D R. J A P, 1984; 56: 856
- [2] Vidaud P, He D, Hall D R. Opt Commun, 1985; 56: 185
- [3] Abrański K M, Colly A D, Baker H J *et al.* A P L, 1989; 54: 1833
- [4] Francis G. Ionization phenomena in gases. New York: Academic Press Inc, 1960: 81,172

\*

\*

\*

作者简介: 蓝 戈,男,1962年8月出生。工程师,工学硕士。现从事 $\text{CO}_2$ 激光器的研究工作。

收稿日期: 1992年11月11日。 收到修改稿日期: 1993年1月10日。

**桥** 谁家能提供利用激光把白色天然石材改变为渗透有红、绿等色的“彩石”设备,每  
台人民币单价多少,请与激光技术服务部联系。邮编: 610041。通信处: 成都238信箱。