

封离型4W以上波导CO<sub>2</sub>激光器

黄士法

本文报导了用GG17玻璃制成的封离型波导CO<sub>2</sub>激光器的结构设计及性能。波导管直径为1.7mm，激活长度为197mm，最大输出功率为4.1W，对实验结果也进行了讨论。

## 一、引言

自从Smith制成波导He-Ne激光器以来[1]，对波导激光器有了一定的重视。尤其是Bridges首先做出CO<sub>2</sub>波导激光器后[2]，波导激光器得到迅速发展。已研制出结构紧凑，携带方便，实用可靠的激光器，从而显示出各种可能应用的前景。

波导CO<sub>2</sub>激光器具有放电管径小，气压可以相应的增高，调频范围宽，可以制成一种稳频器件，适用于激光通讯，雷达中作本机振荡，红外光源的光谱学研究和医学上应用。

## 二、器件结构

在CO<sub>2</sub>波导激光器中，容纳气体的放电管也就是波导管。因此，放电管的结构不仅要有电学上的考虑，而且对于光学，材料导热，机械加工和冷却方式上的考虑也是非常重要的。激光器的放电管一般选用玻璃管或氧化铍陶瓷管。

根据我们实验室现有条件，考虑到玻璃加工工艺成熟，成本低，结构便于更换和改装。为此，我们研制成GG17玻璃结构的波导CO<sub>2</sub>激光器。图1为激光器剖面图。

激光器分三层：外层为储气套，中间隔开一个回气管；中部为冷水套；内层为放电管。阳极在波导口近端，阴极采用0.1mm厚的钽皮做成 $\phi 16 \times 6\text{mm}$ 圆筒形，套在水冷管外面，在波导口对应电极一侧开一个 $2 \times 1.5\text{mm}$ 放电槽。全反镜采用镀金平镜，输出镜为砷化镓平面镜，镜两面分别镀高反介质膜和增透膜，其透过率为8%，波导两端耦合长度各为2.5mm。

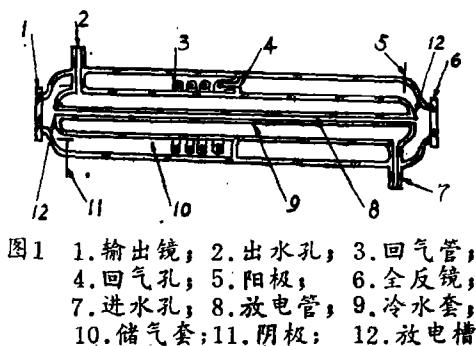


图1 1. 输出镜；2. 出水孔；3. 回气管；4. 回气孔；5. 阳极；6. 全反镜；7. 进水孔；8. 放电管；9. 冷水套；10. 储气套；11. 阴极；12. 放电槽

收稿日期：1984年12月1日。

### 三、实验条件与测试结果

激光器配气前做一系列短暂的氦气放电处理，气压分别为30托和50托，每次电流分别为1、2、3、4 mA，放电时间为10min。这样做一方面去掉阴极和放电管表面的有机杂质，不致污染工作物质。另一方面使玻璃表面吸有足够的氦气。

实验时，压力测量用V型硅油真空计，每次测量按逐次累计法计算。测量功率计是采用江苏省激光研究所制作的圆盘式功率计。混合气体的配比为： $\text{He}:\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{Xe}=3.6:1:0.9:0.3$ ，限流电阻 $2.4\text{M}\Omega$ ，当总气压120托，电流4 mA，最佳输出功率为4.1W。

改变总气压，测得总气压与输出功率关系如图2。从图2看出，最佳输出功率对应一个最佳气压。从我们的实验中发现最佳气压一般是100~200托。固定总气压，改变放电电流时，电流与输出功率的关系见图3。

实验表明，气压增高，放电电流变化很小，而放电电压相应提高。

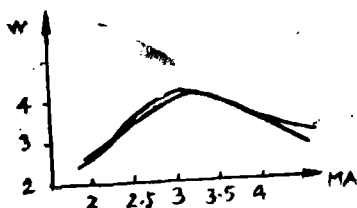


图3 功率与电流曲线

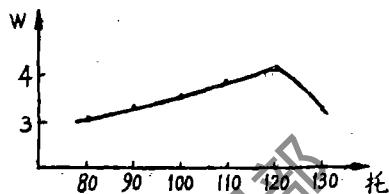


图2 总气压与输出功率曲线

我们在实验中测得波导 $\text{CO}_2$ 激光器的伏安特性如图4

### 四、讨论

根据实验结果，对研制波导 $\text{CO}_2$ 激光器提出下面四点参考意见：

1. 一般波导 $\text{CO}_2$ 激光器的输出镜采用N型锗片。但是锗的最大缺点是吸收系数会随温度

上升而变大。波导功率密度 $180\text{W}/\text{cm}^2$ ，在输出镜无水冷却情况下，锗片是不能长时间工作，而砷化镓片，表面镀 $\text{ZnSe}$ 和 $\text{BaF}_2$ ， $\text{ZnS}$ 和 $\text{BaF}_2$ 和 $\text{As}_2\text{S}_3$ 和 $\text{BaF}_2$ 等优质增透膜承受连续功率密度为 $1000\text{W}/\text{cm}^2$ [4]，因此，我们在设计波导谐振腔时就考虑到高功率密度波导 $\text{CO}_2$ 激光器，必须用砷化镓做输出镜。

2. 激光器放电时，阴极表面都发生严重的阴极溅射现象。溅射出来的物质向四面飞散，放电管内的元件和管壁盖上一层薄膜，使激光谐振腔受到污染，降低光学质量，增加谐振腔内的光学损耗。我们采用钽阴极的目的就是为了减少阴极溅射[5]。将钽阴极做成圆筒形，套在水冷管上。放电时阴极得到有效的冷却。

3. 由于波导口与腔片靠得很近，放电时波导管内的离子会对腔镜产生严重的冲击，把腔片膜层击坏，严重影响输出功率提高。为此，我们在波导口对应电极一侧开一个放电槽。由

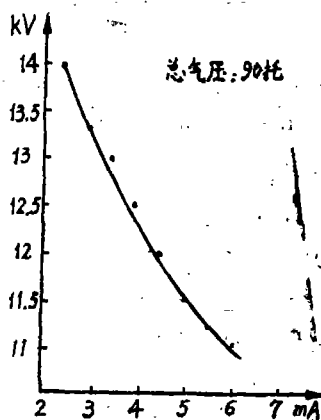


图4 伏-安特性曲线

于电压梯度关系,自由空间的电子通过波导槽进行放电,使等离子体弥散物及阴极溅射物远离腔镜。

4. 输出镜的透过率的大小与输出功率有密切关系。国外一般采用3% [6], 国内采用1%的透过率, 可获得最佳输出功率。

考虑到波导输出功率可用均匀展宽情况公式 [8],

$$P = \frac{I_s A r_1^{-\frac{1}{2}} t_2 \left[ g_0 L - \ln(r_1 r_2) \right]^{-\frac{1}{2}}}{\left( r_1^{-\frac{1}{2}} + r_2^{-\frac{1}{2}} \right) \left[ 1 - (r_1 r_2)^{-\frac{1}{2}} \right]}$$

式中,  $I_s$  为饱和强度;  $A$  为有效光束面积;  $t_2$  为输出镜透过率;  $L$  为放电长度;  $r_1, r_2$  分别为两个反射镜的反射率;  $g_0$  为小信号增益。

我们对上式进行计算, 采用8%的透过率已获得满意的结果。

### 参 考 文 献

- [1] P.W.Smith; A.P.L., 1971, Vol.19, P.132.
- [2] T.J.Bridges et al, A.P.L., 1972, Vol.26, P.403.
- [3] 清华大学和成都电讯工程学院合编, 《激光原理》, 国防工业出版社, 1980年6月出版。第410页。
- [4] 《激光》, 1980年, 第7卷, 第11期, 第49页。
- [5] 南京无线电工业学校编, 《真空管材料》, 国防工业出版社, 1959年出版, 第64页。
- [6] M.Lyszyk et al., J.Phys.E., 1977, Vol.10~11, P.1110~1112.
- [7] 《激光》, 1980年, 第7卷, 第11期, 第33页。
- [8] 《物理》, 1981年, 第10卷, 第6期, 第341页。

(上接第61页) 其斜面及转换角程序段和几何数据变换成脉冲文件。要给所有的接口处脉冲数和程序段时间间隔赋值。脉冲文件记录下数据和图形表后再存到磁盘内。由现成程序及Apple II的数据最大寻址存储器(约35kbit)产生一图形的数据文件。由驱动程序完成图形绘制。

运动程序可自动编入脉冲文件内, 内磁盘提取驱动程序。在适当时间内调用驱动程序使文件按顺序执行。可选择RAM扩展插件即仿真磁盘驱动操作, 这样可大大减少磁盘数目。

驱动程序使输出脉冲快速且给予优先权以防止脉冲间隔的突然变化。图6是一个简单的驱动程序流程图。

改进的转换器系统的许多软件特性(表1)及防护措施方便了用户。

节译自 Opt. & Laser Technol., 1984, vol.16, No.2, P.87~92.

周晨波 译 叶祖琛 校