

三管CO₂激光器的实验探讨

黄士法 王云翔 朱选平

(江苏省激光研究所, 南通)

摘要: 本文介绍一种三管CO₂激光器的实验结果, 并对有关问题进行初步探讨。

Discussion of experiment on triple-tube CO₂ laser

Huang Shifa, Wang Yunxiang, Zhu Xuanping

(Jiangsu Institute of Laser)

Abstract: In this paper, the results of the experiment on triple-tube CO₂ laser are presented and some problems are preliminarily discussed.

本文主要通过一腔三管CO₂激光器的实验现象进行原理性的探讨。

一、三管CO₂激光器的原理

CO₂激光器较广泛使用的谐振腔, 其一端的反射镜是全反射, 反射镜的基板材料是光学玻璃, 全反射膜普遍采用金膜, 另一输出端的反射镜一般采用一块能透过10.6 μ m辐射红外光的锗材料。经过加工后在它上面镀多层介质膜。工作气体密封在放电管内。在外界电场的作用下, 放电管内发生气体放电, 电激励气体分子引起谐振而产生激光。后来许多研究工作者为了增加输出功率、缩短空间长度, 设计成折叠式CO₂激光器^[1]。我们在实验中采用一种平-平腔结构, 即法布里-珀罗原理^[2], 在光学谐振腔内不是使用一根放电管而是采用三根相互平行等三角距离的放电管, 从而达到缩短激光器的空间长度, 减少体积, 增加输出功率的目的。三根放电管放置的横截面原理如图1和图2所示。

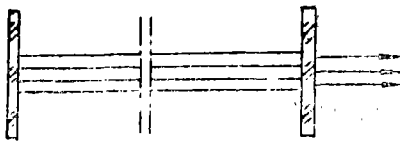


图1 三根放电管原理

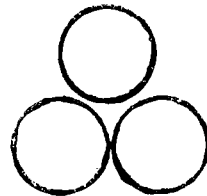


图2 三根放电管横截面

二、管体结构设计

我们采用容易加工成各种形状的GG17*玻璃为管体，研制成封离型一腔三管CO₂激光器样管。整个管子和普通单直管CO₂激光器一样分三层：外层为储气套，中间隔开接一个回气管，中部为冷水管，内层为三根相互平行的放电管。阴极为三根放电管共用，阳极三根分开使用并靠近每根放电管口。一腔三管CO₂激光器结构如图3所示。

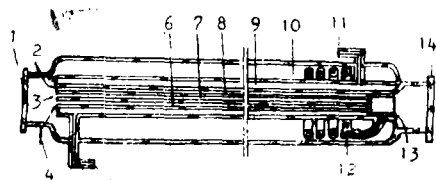


图3 三管CO₂激光器结构

1—全反镜 2—第一根管阳极 3—第二根管阳极 4—第三根管阳极 5—进
口水口 6—第三根放电管 7—第二根放
电管 8—第一根放电管 9—水冷套
10—储气套 11—出水口 12—回气孔
13—共用阴极 14—输出镜

2. 放电管平行度调节

调节三根放电管之间相互平行精度是研制一腔三管CO₂激光器的核心。我们是采用内调焦平行光管进行调节。

3. 三管CO₂激光管坯烧制技术要求

- 选用的放电管必须直，无气泡，内壁光滑无损，管壁厚度比较均匀。
- 每根放电管内相差不超过0.2mm。
- 三根放电管的两端管口与水冷套自然溶化烧结，溶化温度均匀不能有外力引起形变，接头光滑美观不能有慢性漏气和气泡，退火火头要小而且均匀。

d. 贴片要求：烧制好的激光管坯固定在贴片支架上，采用两台“新光”内调焦平行光管放置在管坯两端前面适当位置，调节平行光管与任一根放电管同轴。用一个平面反射镜紧贴在激光管坯的端面上。平行光管的“十字”叉丝象与管坯上平面镜反射回来的“十字”叉丝象完全重合。同样使得其它两根放电管检测“十字”叉丝象的结果基本一样，说明三管激光器的管坯烧制得比较理想。但是实验发现，已调整好的三根相互平行的放电管，由于溶化温度不同和去掉剩余玻管的用力不等的原因，三根放电管的平行度有一定的变化，这个偏移量不能超过平行光管“十字”叉丝象距的0.5mm。

e. 充配混合气体：三管CO₂激光器充配混合气体前采用单管CO₂激光器工艺。当激光管真空度达到 5×10^{-6} Torr，静态真空度12h后仍然保持 10^{-3} 以上，分别对每根放电管壁加热除气和短暂的He气放电处理，去除管壁表面的杂质和玻壳表面吸有足量的He气，保持工作物质的纯洁。然后充配混合气体的配比为：He : CO₂ : N₂ : Xe = 4 : 1 : 0.8 : 0.25，总气压一

三、实验条件

1. 三管CO₂激光器主要参数

三根放电管内径分别为： $\phi 4\text{mm}$ ， $\phi 4.1\text{mm}$ ， $\phi 4\text{mm}$ （另一端口内径为 $\phi 4.1\text{mm}$ ）。外径分别为： $\phi 6.3\text{mm}$ （另一端口外径为 $\phi 6.2\text{mm}$ ）， $\phi 6.2\text{mm}$ ， $\phi 6.1\text{mm}$ 。放电管长为170mm。全反射镜采用镀金K9玻璃平面镜。输出镜为锗平-平镜（或平-凸透镜）。两面分别镀高反介质膜和增透介质膜。阴极采用0.5mm厚的高纯镍皮做成的 $\phi 20 \times 15\text{mm}$ 圆筒。每根阳极钨杆上焊有 $20 \times 3\text{mm}$ 的镍皮条。

四、实验结果与讨论

1. 用江苏省激光研究所生产的圆盘式功率计测量功率，放电用的电源采用桥式直流电源，限流电阻为250kΩ~330kΩ。三根放电管输出的最佳功率分别为：3.3W、1.9W、12W。

2. 三根放电管相互平行精度估算转化为每根放电管两个单面与管轴之间的估算。如图4所示。端面I已与放电管轴线垂直，端面II则与放电管轴线倾斜一个角 α ，即两个端面有一个夹角 α 。从平行光管的分划板中心F发出的光经物镜变成一束平行于光轴的光束，其中一部分将被端面I上的反射镜反射回来，再经物镜会聚于F点。当反射镜放在端面II时，从反射镜上反射回来的光束将与光轴成 2α 夹角，经物镜会聚于F'点，FF'就是

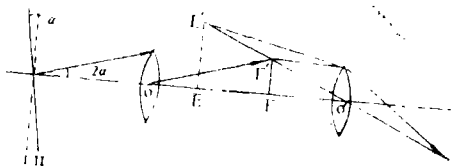


图4 平行光管进行端面检查

是两端面反射象分开的距离。而人眼所观察到的叉丝象是EE'。通过推算 $\alpha = EE' / 2\beta f$ ，其中f为平行光管的物镜焦距， β 为目镜放大倍数。“新光”内调焦平行光管 $f = 208.34\text{mm}$ ， $\beta = 15$ ，如叉丝象距0.5mm误差极限。三根放电管能够达到同时出光的平行度最低要求： $\alpha \approx 16.5''$ 。

3. 研制三管CO₂激光器工艺精度要高，本实验中三根放电管每根最佳输出功率差别较大，这是烧制激光管坯和贴片时产生一些不必要误差引起的。有待以后严格调节三根放电管平行度，可以获得每根放电管最佳功率输出。

参 考 文 献

[1] 赫光生 雷仕湛编著，《激光器设计基础》，上海科学技术出版社，1979年6月，第111~132页。

[2] Г·С·兰斯别尔格著，王鼎昌译，《光学》，人民教育出版社，1956年3月，第108页。

作者简介：黄士法，男，1938年3月出生。工程师，现从事激光器件研究工作。

王云翔，男，1959年8月出生。技工。现从事激光器件冷加工工作。

朱选平，男，1954年8月出生。工程师。现从事激光器件的研究工作。

收稿日期：1989年10月13日。

· 简讯 ·

第十届全国激光学术报告会即将召开

由中国光学学会激光专业委员会、中国电子量子学与光电子学会和中国光学行业联合举办的第十届全国激光学术报告会和激光器延生30周年纪念会将于1990年7月25~28日在内蒙古呼和浩特市举行。会议由内蒙古大学、上海光机所、机电部11所和209所筹备，由内蒙古大学具体承办。

会议收到的518篇论文经专家评审选出251篇，其中，激光器件与技术(A类)112篇，激光应用(B类)62篇，激光理论(C类)77篇，特邀报告若干篇。

(本刊通讯员)