



实用新型射频激励全金属波导 CO₂ 激光器的研制

刘玉华

(佛山科学技术学院 物理学系,广东 佛山 528000)

摘要:目的 探索影响射频激励全金属波导 CO₂ 激光器输出功率稳定性的因素。方法 设计具有内循环水冷系统的 410 mm × 72 mm × 88 mm 一体化的新型全金属结构,并通过实验研究确定工作气体的总气压、最佳气体混合气压比。结果 当射频输入功率 120 W,频率为 40 MHz 的情况下,充入气压为总气压 10.5 kPa 的 5% 的 Xe, CO₂, N₂ 和 He 的最佳气体混合气压比为 1: 1: 4,最佳输出功率达到 14.2 W,功率转化效率为 11.83%。结论 当气体混合气压比不同,所添加的 Xe 气压的百分比不同,激光器的输出功率有很大的差别。

关键词:射频输入功率;气体最佳混合气压比;LC 谐振

中图分类号:TN248.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274 X (2011)03-0415-03

An experimental study on the practical new type RF-excited full-metal waveguide CO₂ laser

LIU Yu-hua

(Department of Physics, Foshan University, Foshan 528000, China)

Abstract: Aim To explore the factors influence the power output stability of RF full-metal waveguide CO₂ laser.

Methods An experimental study had been carried out on the total pressure of working gases and the best gas mixing ratio of 410 × 72 × 88 mm³ of the practical new type RF-excited full-metal waveguide CO₂ laser. **Results** It was shown by the experimental results that, filling 5% Xe of the total pressure of working gas, with the best gas mixing pressure ratio about CO₂, N₂ and He being 1: 1: 4 and total pressure being 10.5 kPa, when the input power of RF was 120 W and the frequency was 40 MHz, the best output power reached up to 14.2 W and the efficiency rate of conversion was 11.83%. **Conclusion** The laser output power varies greatly with different mixing pressure ratio of the gas and different pressure percentage of Xe added.

Key words: RF input power; best gas mixing ratio; LC resonance

输出功率高、体积小的射频激励全金属波导 CO₂ 激光器已经在工业加工、科学研究等领域得到广泛应用。为了提高中小功率射频 CO₂ 激光器的激光输出特性,针对目前国内射频激励全金属波导 CO₂ 激光器的研究、开发和批量生产中所存在的激光器结构和激光输出技术参数等问题,我们设计并研制了 410 mm × 72 mm × 88 mm 一体化的新型全金属结构,并进行了最佳总气压、最佳气体混合比的

实验研究,在放电长度为 410 mm,注入射频功率为 120 W 的射频 CO₂ 激光器上,获得了 14.2 W 的基模激光输出,功率转化效率为 11.83%。这项研究对于提高国内全金属射频激励波导 CO₂ 激光器的批量生产,替代进口产品有益。

收稿日期:2011-05-17

基金项目:广东省自然科学基金资助项目(9151022002000009);佛山市科技发展专项基金资助项目(2009010)

作者简介:刘玉华,女,陕西西安人,佛山科学技术学院副教授,从事新型气体激光器件的研制。

1 激光器的结构

我们设计的小功率射频激励全金属波导 CO₂ 激光器结构如图 1 所示^[1-2,4],主体由铝合金一次挤压拉制成形。其中,放电通道侧挡板外部散热片及设置的体内水冷通道孔为一体,实现了良好的金属热扩散效应。上下电极由多个氧化铝陶瓷珠分别固定在主体内腔的上槽和下槽中,并与主体绝缘和主体腔内侧挡板构成 3.5 mm × 3.5 mm × 400 mm 的长方形射频放电通道上下电极间并联两个或多个谐振电感,形成 LC 高 Q 值的谐振电路与射频电源震荡频率匹配,保证了射频电压在放电通道的均匀分布,实现了射频功率的最大转换效率。

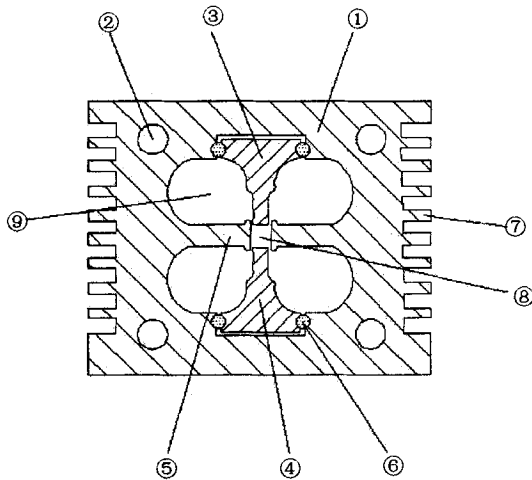


图1 激光横剖面结构示意图

Fig. 1 Structure schematic drawing of Laser cross section

其中①为激光器主体,②为激光器的内循环水冷通道孔,③,④为上下电极,⑤为放电区侧挡板,⑥为陶瓷定位球,⑦为散热片,⑧为 RF 射频放电区,⑨为储气室。

2 工作气体对激光功率的影响分析

射频激励波导 CO₂ 激光器的能量转换效率与放电电动势 E 和工作气体的压力 P 有关, E/P 值为一常数:

$$\frac{E}{P} = \frac{V/d}{P} = 10 \sim 20 (\text{V} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1})$$

其中 E 为射频电场的电动势, V 为放电压降, d 为放电长度, P 为工作气体的总压。

E/P 值低时能量转换效率高,但 E/P 值不能过低, E/P 值过低会造成气体不容易维持正常放电,因

此 E/P 值存在一个最佳值^[3]。根据我们的设计: $V \approx 280\text{V}$,

$d = 0.35\text{cm}$,选择 $E/P = 10 \sim 12$,将该数据代入上式,则

$$P = \frac{V}{11d} = \frac{280}{11 \times 0.35} \approx 9.7 \text{ kPa}$$

通过计算可得最佳总气压约 9.7 kPa。

目前 CO₂ 激光器都充入 3 种气体即 CO₂, N₂, He 的混合气体封闭式的 CO₂ 激光器常用的气体混合气压比为 CO₂: N₂: He 为 1: 1: 4,加入适当的 Xe 气可使器件输出功率增加 25% ~ 30% 能量转换效率提高 10% ~ 15%。Xe 气的电离电位较低(约为 12.1 eV),可以增加放电电离度减少高能电子增加低能量电子,降低电子温度能有效地激励 CO₂ 和 N₂ 分子的激光能级跃迁。一般充入 Xe 气的气压值控制在 133 Pa 左右。

综上所述,射频激励波导 CO₂ 激光器中工作气体的总气压和气体成份和混合比对激光输出性能有重要影响并存在有最佳值。

3 讨论与结论

本研究对 410 × 72 × 88 mm³ 实用新型射频激励全金属波导 CO₂ 激光器进行了实验研究。射频输入功率 120 W,频率为 40 MHz,通过对工作气体不同的总气压下、不同的混合气体气压比和不同的 Xe 气压值的试验,获得了激光输出功率与不同总气压及混合气体气压比的变化曲线,如图 2,图 3 所示。

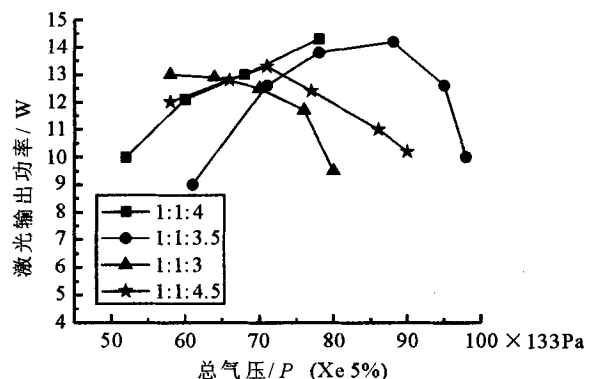


图2 激光输出功率与总气压关系

Fig. 2 The relationship of laser output power and total pressure

图 2,3 曲线为不同气体 CO₂, N₂ 和 He 的混合气压比的实验结果,由图 2 可以看出,当总气压为 10.5 kPa,混合气体气压比为 1: 1: 4,加入气压值为总气压的 5% 的 Xe 气时,激光器最大输出功率为 14.2 W,并且随工作气体总气压的变化比较平稳,

同时得到能量转换效率为 11.83% 的结果。从图 3 可以看出:激光器中加入总气压 6% 的 Xe 气时激光输出功率随总气压和气体混合比的变化比较平坦,但激光输出功率相对较低。

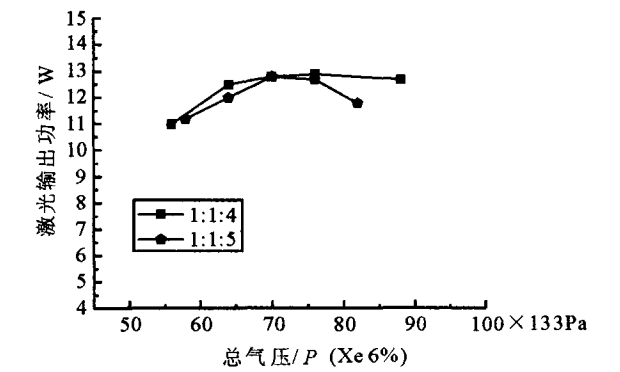


图 3 激光输出功率与总气压的关系
Fig. 3 The relationship of laser output power and total pressure

实验结果表明,在不同的总气压下,不同的气体混合比产生不同的激光输出。在一定的总气压下,不同的混合比也对激光输出有一定影响。当气体混

合比不同,所添加的 Xe 的百分比不同,激光器的输出功率有很大的差别。本实验结果有助于全金属射频激励波导 CO₂ 激光器的批量生产产品质量的提高,促进国内射频激光器的发展。

参考文献:

[1] 刘玉华. 提高 RF 激励波导 CO₂ 激光器特性的新型结构研究[J]. 西北大学学报:自然科学版,2011,41(1): 30-372.

[2] 田兆硕,王鹏华,慕金龙,等. 射频激励“Z”折叠部分波导 CO₂ 激光器研究[J]. 激光与红外. 2003,10:942-943.

[3] 马养武,陈钰清. 激光器件[M]. 杭州:浙江大学出版社,1994.

[4] 刘玉华,唐令西. 射频激励金属——陶瓷结构矩形波导 CO₂ 激光器的设计与工艺[J]. 激光与红外,2010, 40(4):370-372.

[5] COLLEY A D. HALL D R. Planar waveguide 1 kW CW, carbon dioxide laser excited discharge [J]. Appl Phys Lett,1992,161(2):136-138.

(编辑 姚 远)

· 学术动态 ·

西北大学爱迪德物联网信息安全实验室挂牌
暨顾元祥客座教授受聘仪式举行

4月27日下午,“西北大学-爱迪德物联网信息安全国际联合实验室”挂牌暨顾元祥客座教授受聘仪式和“物联网与信息安全”研讨会在我校信息学院举行,仪式由信息学院院长张志勇主持。

副校长王尧宇出席仪式并和爱迪德首席设计师顾元祥教授一同为“西北大学-爱迪德物联网信息安全国际联合实验室”揭牌,王副校长向顾元祥先生颁发了客座教授聘书。随后顾元祥教授发表了热情洋溢的讲话,并为信息学院师生作了一场“动态安全与生命周期管理模型”精彩的学术报告。

在“物联网与信息安全”研讨中,“西北大学-爱迪德物联网信息安全国际联合实验室”主任房鼎益教授介绍了实验室的创建和运行情况,并展示了近3年在物联网和信息安全领域的研究与开发成果。陕西省工业与信息厅电子信息与软件服务处弥继荣副处长和陕西(西安)物联网产业联盟柴杰秘书长介绍了国家以及陕西省关于“十二五”期间物联网的优势、发展规划和实施思路,并表示将全力支持西北大学在物联网和信息安全的研究和实验室建设。

国际联合实验室的挂牌为西北大学在物联网和信息安全方面的研究提供了一个高水平的环境,将会有力推动在物联网和信息安全的研究和创新,并促进国际交流与合作。

(薛 鲍)

实用新型射频激励全金属波导CO2激光器的研制

作者：[刘玉华](#)，[LIU Yu-hua](#)
作者单位：[佛山科学技术学院物理学系, 广东佛山, 528000](#)
刊名：[西北大学学报（自然科学版）](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名：[Journal of Northwest University\(Natural Science Edition\)](#)
年，卷(期)：2011, 41 (3)

参考文献(5条)

1. [刘玉华](#) [提高BF激励波导CO2激光器特性的新型结构研究](#) 2011 (01)
2. [田兆硕](#); [王鹏华](#); [慕金龙](#) [射频激励”Z”折叠部分波导CO2激光器研究](#) 2003
3. [马养武](#); [陈钰清](#) [激光器件](#) 1994
4. [刘玉华](#); [唐令西](#) [射频激励金属——陶瓷结构矩形波导CO2激光器的设计与工艺](#)[期刊论文]-[激光与红外](#) 2010 (04)
5. [COLLEY A D](#); [HALL D R](#) [Planar waveguide 1 kW CW, carbon dioxide laser excited dischange](#) 1992 (02)

引证文献(1条)

1. [刘玉华](#) [RF激励全金属CO2波导激光器散热系统的设计](#)[期刊论文]-[西北大学学报（自然科学版）](#) 2013 (3)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbdxxb201103010.aspx