

# 高频方波放电激励扩散冷却 CO<sub>2</sub> 激光器的研究

王新兵 徐启阳 谢明杰 许德胜 李再光  
(华中理工大学激光技术国家重点实验室, 武汉, 430074)

摘要: 提出了一种新的放电激励技术用于扩散冷却 CO<sub>2</sub> 激光器, 在 5mm × 30mm × 446mm 的放电空间获得均匀稳定的辉光放电及 10W 的激光输出。

关键词: 高频放电 扩散冷却 CO<sub>2</sub> 激光器

## High frequency square wave discharge for the diffusion-cooled CO<sub>2</sub> lasers

Wang Xinbing, Xu Qiyang, Xie Mingjie, Xu Desheng, Li Zaiguang  
(National Laboratory of Laser Technology, HUST, Wuhan, 430074)

**Abstract:** In this paper, we present a new discharge technique for exciting of the diffusion-cooled CO<sub>2</sub> lasers. Using a square wave discharge power source operating at 30kHz, a uniform stable glow discharge has been obtained in the volume of 5mm × 30mm × 446mm and the output power is 10W.

**Key words:** high frequency discharge diffusion-cooled CO<sub>2</sub> lasers

### 一、引 言

近年来,采用“面积放大”概念的 CO<sub>2</sub> 激光器正逐渐成为中、大功率 CO<sub>2</sub> 激光器的发展方向。这种器件通过增宽放电宽度的方法取代传统的增加放电长度的方法,在较短的长度上获得高输出<sup>[1]</sup>。目前,这类激光器都采用射频激励技术取代传统的直流激励方式。然而射频激励技术也存在着一些缺点,如射频辐射必须采取有效的屏蔽措施以避免对环境的污染、匹配网络的互换性差以及射频电源的价格昂贵等。本文提出的一种高频(其频率范围在几十千赫兹内)方波放电激励方式能有效地克服直流激励放电不稳的缺点,而又无辐射污染,且制作容易、使用很方便。

### 二、实 验 装 置

我们研制的一台用高频方波放电激励的 CO<sub>2</sub> 激光器,其电极结构如图 1 所示,采用平板铜电极。电极通水冷却,其尺寸为宽 30mm,长 446mm。电极间用平板玻璃隔开,因此,放电区的大小可以任意改变。图 1 还给出了自制的高频方波电源的原理框图。由 220V, 50Hz 市电经电网滤波后,进行整流滤波得到大约 300V 的直流电压,再经高频开关管进行功率变换得到一高频方波脉冲,通过一变压器直接加在电极之间而没有任何匹配措施,也没有加任何镇流电阻。电源的频率为 30kHz。通过改变脉冲的宽度改变注入到放电区的功率。由于采用了高频开关电源技术,电源可以实

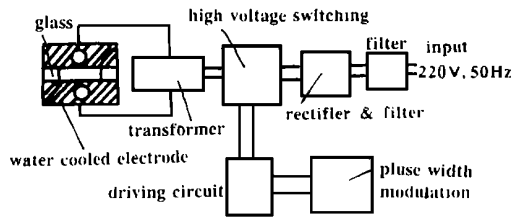


Fig. 1 Schematic diagram of the laser head

现全晶体管化, 因此体积很小, 电源的体积为 12cm × 25cm × 25cm。在一定气压比的 CO<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>: He 混合气体中, 获得了均匀稳定的辉光放电。

为了很方便地更换电极, 将整个电极放在一体积为 15cm × 15cm × 450cm 的不锈钢真空腔体中, 该腔体也作为光桥使用, 在其两端放置反射镜就构成激光谐振腔。在我们的实验中, 采用平腔, 全反射镜为硅基片镀银反射率为 99.9%, 输出镜为 GaAs, 其透过率为 5%。反射镜距放电区的距离为 10mm。

### 三、实验结果及讨论

图 2 为典型的放电的电流及电压波形, 其中电流的波形是在一 0.05Ω 的取样电阻上获得的。图 3 为激光输出光束的近场分布, 上面的光斑对



Fig. 2 Typical waveform of the discharge voltage (a) and current (b) voltage 10×10V/div current 0.2V/div time 2.00μs/div

应于 5mm × 12mm 的放电截面, 下面的对应于 5mm × 30mm。图 4 给出了输出功率随气压的变化, 可以看到随气压的增加, 输出功率随着增加, 在我们的实验中还没有观察到输出功率随气压的增加而下降的现象。气体配比为 CO<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>: He = 1: 2: 4, 应当指出, 这里得到的功率并不是最佳值, 它还可以进一步优化得到提高。

从图 3 可见, 激光输出光斑为多斑点分布。可以采用非稳腔或多折腔来改善光斑的形状。我们已采用多折腔获得了低阶模输出, 其结果将另文报道。

下面我们就讨论一下激光输出功率不高的原因及获得高功率输出的可能性。(1) 谐振腔的设计使耦合损失很大。目前在射频激励

的 CO<sub>2</sub> 激光器都采用 iv 类法布里-珀罗谐振腔, 其反射镜距放电区的距离都在 2mm 左右以减小耦合损失<sup>[2]</sup>, 这个值比我们的 10mm 小很多;(2) 从图 4 知输出功率随气压的增加而迅速增加。在较高气压下的放电实验表明: 放电仍很均匀稳定, 然而由于电源的输出功率不够大, 放电不能充满电极。因此提高电源的功率以便能够在较高的气压下工作;(3) 对气体的配比要进行优化。目前在射频激励的 CO<sub>2</sub> 激光器都加 0.5% 的 Xe 气来提高效率<sup>[3]</sup>;(4) 适当提高电源的频率、减小放电间距及增加电源与电极间的阻抗匹配网络也是有利的。实验表明电源的频率增加有利于放电的稳定, 但是电源的频率增加, 开关管及变压器的损耗也增加。

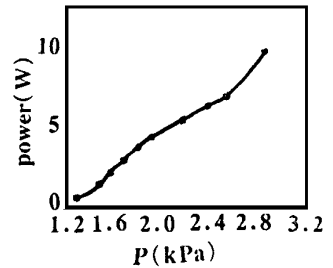


Fig. 4 Laser output power versus gas pressure at CO<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>: He = 1: 2: 4. The discharge area is 5mm × 16mm

### 四、结 论

实验表明, 采用高频方波放电激励提高了放电的稳定性, 在没有任何匹配措施, 也没有加任何镇流电阻的情况下, 获得了大面积均匀稳定的辉光放电; 而全晶体管化的电源减小了体积, 它暗示这种放电激励技术可能具有一定的提高输出功率的潜力, 从而为 CO<sub>2</sub> 激光器的小型化研究提供了新的途径。

# 高功率二极管泵浦固体激光谐振腔的进展和分析\*

吕百达 邵怀宗

林菊平 代 明

(四川大学激光物理与化学研究所, 成都, 610064)

(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

摘要: 对近年来用于高功率二极管泵浦固体激光器的新型光腔, 如棒成像非稳腔, 近共心非稳腔, 折迭腔以及 SBS 相位共轭 MOPA 系统等进行了深入的分析, 并对实现高功率输出和高光束质量的相关技术作了讨论。

关键词: 二极管泵浦固体激光器 棒成像非稳腔 主振荡器-功率放大器 受激布里渊散射

## Recent advances and analysis of optical resonators used for high power diode-pumped solid-state lasers

*L Baida, Shao Huaizong*

(Institute of Laser Physics & Chemistry, Sichuan University, Chengdu, 610064)

*Lin Juping, Dai Ming*

(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu, 610041)

**Abstract:** In this paper, some novel resonators used for high-power diode-pumped solid-state lasers in recent years, such as the rod imaging unstable resonator, near concentric unstable resonator and folded resonators, as well as the SBS phase conjugated MOPA system have been analyzed in depth, and the relevant techniques for achieving both high output power and good beam quality have been discussed.

**Key words:** diode-pumped solid-state laser (DPL) rod imaging unstable resonator (RIUR) master oscillator and power amplifier (MOPA) stimulated Brillouin scattering (SBS)

### 一、引 言

二极管泵浦固体激光器(DPL)因具有热效应小、效率高、器件结构紧凑、能获得高功率和高光束质量输出等优点,而成为固体激光器一个富有生命力的发展方向,倍受青睐。高功率DPL在工业材料加工、战术军用和惯性约束聚变等方面展示出广阔的应用前景,近年来研究工作进展迅速。发展高功率DPL技术涉及高功率固体激光材料、高功率二极管激光阵列、泵浦与冷却技术、高功率激光谐振腔以及振荡放大和改善光束质量技术等诸多材料科学、器件物

\* 本文主要内容在第四届全国激光技术青年学术会议上报告。

### 参 考 文 献

- 1 Hall D R, Baker H J. L F World, 1989; (10): 77~ 80
- 2 Hill C A, Hall D R. Appl Opt, 1985; 124(9): 1283~ 1290
- 3 He D, Hall D R. J A P, 1984; 56(3): 856~ 857

\*

\*

\*

作者简介: 王新兵,男,1967年1月出生。现在从事扩散冷却CO<sub>2</sub>激光器的研究工作。

