

高频调制射频激励紧凑型波导 CO₂ 激光器的实验研究

李戈平 辛建国 魏光辉

(北京理工大学信息工程学院光电工程系, 北京 100081)

提要 采用增益调制技术, 获得最高达 200 kHz 高重复频率的激光调制方脉冲输出, 当重复频率小于 20 kHz 时, 获得尖峰前沿方脉冲输出, 其尖峰峰值功率大于方脉冲功率的 3 倍。

关键词 高频调制, 射频激励, CO₂ 激光器

1 引 言

高频调制特性是射频激励波导 CO₂ 激光器的优点之一, 其高重复频率调制可高达几百千赫兹。因而近几年引起了国内外一些研究者的极大兴趣^[1,2]。高重复频率调制射频激励波导 CO₂ 激光器是调制射频波来实现激光增益调制获得激光方脉冲输出的, 通过改变射频波调制信号的占空比和重复频率可获得不同方脉冲宽度和重复频率输出的激光方脉冲, 特别是通过这种调制方式可获得一种带有极锐前沿尖峰的激光方脉冲输出, 通常称之为超脉冲 (Super pulse)。这种带有尖峰前沿的激光方脉冲在激光切割中, 其切割热影响区 (Heat affected zone) 极小, 优于连续激光。因而在激光切割应用中逐渐引起人们的广泛注意。特别是近年来随着扩散型冷却射频激励大功率 CO₂ 激光器技术的出现, 其潜在的应用前景越来越引起人们的广泛重视。

本文从实验上研究了高重复频率调制射频激励波导 CO₂ 激光器的输出特性。实验中实现了高达 200 kHz 的高重复频率调制, 调制信号占空比为 1:1, 并在调制频率小于 20 kHz 时, 获得了超脉冲输出, 从增益长度为 400 mm 的单波导 CO₂ 激光器中, 获得了远场单峰空间压缩分布的模式输出。

2 实验装置与结果

实验采用如图 1 所示的装置, 其中激光头中的放电通道是由两个铝合金电极和两个氧化铝陶瓷侧壁板条构成, 其放电通道横截面尺寸为宽 10 mm, 高 1.5 mm。电极长 400 mm, 两个铝合金电极用水冷却来实现放电区的扩散冷却, 如图 2 所示。射频功率由上铝合金电极输入, 在放电通道中形成一矩形增益区, 射频波频率为 96.7 MHz。射频电源与激光头之间的匹配由一

个 LC 电路来实现,当输入功率为 540 W 时,射频反射功率小于入射功率的 4%。射频电源的方波调制是利用一方波函数发生器直接幅度调制射频信号发生器输出信号,然后经过放大用来放电激励工作气体,激光调制输出参数是利用一台 HgCdTe 探测器来检测的,将探测信号经一台数字存储示波器(Hp54510A)存入计算机内显示。

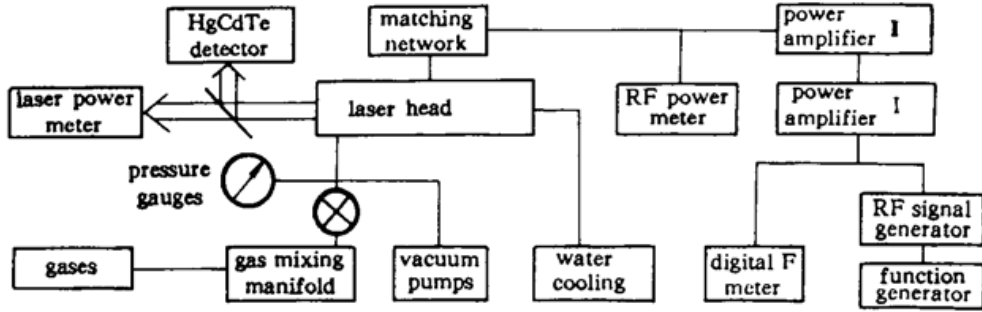


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental setup

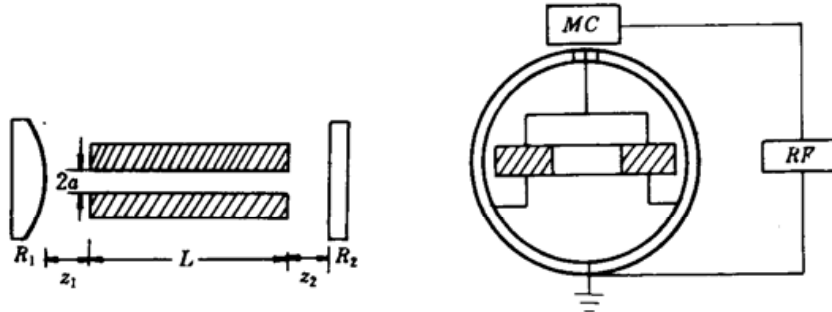


Fig. 2 Schematic diagram of the laser head

实验中,使用的工作气体是 CO₂ : N₂ : He : Xe=19% : 19% : 57% : 5%的混合气体。激光谐振腔是由一个透过率为 10%的平面 ZnSe 镜片和一个反射率大于 98%的平面硅镜构成,谐振腔长为 410 mm,两个谐振腔镜片是通过波纹管固定在真空腔的端盖上,整个电极放电通道部分被安装在一个“O”形圈封离的真空腔内.当工作气体气压为 1.2×10^4 Pa 时,激光连续输出功率大于 60 W,光电效率大于 11%,输出光束近场为多斑点分布,远场光强分布为单峰值压缩分布(如图 3 所示)。

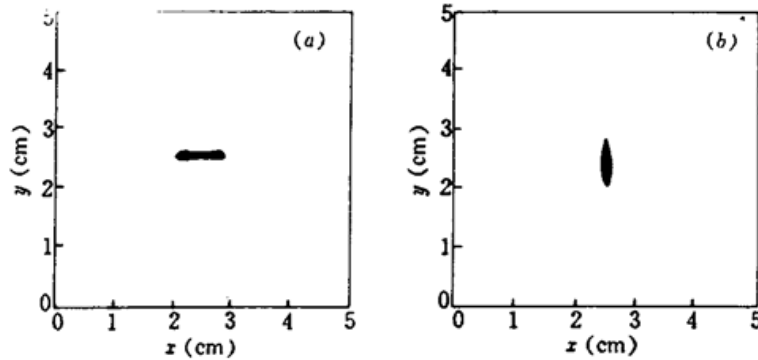


Fig. 3 The transverse intensity distribution of laser beam patterns (a) at near field (b) at far field

当对射频波进行调制时,激光器工作气体为 1.2×10^4 Pa 及调制波占空比为 1 : 1 时,实验中实现了最高可达 200 kHz 的调制激光输出。当调制频率小于 20 kHz 时,实验上获得了

100%的调制深度。图 4,图 5 分别给出了当调制频率为 6.9 kHz 和 200 kHz 时的激光输出特性。从中可看到当调制频率小于 20 kHz 时,激光调制输出方波前沿均带有一尖峰,这种方波通常被称为超脉冲。实验中,我们还观察到当调制射频波时,激光调制输出光束远场和近场分布与未调制时分布一样。

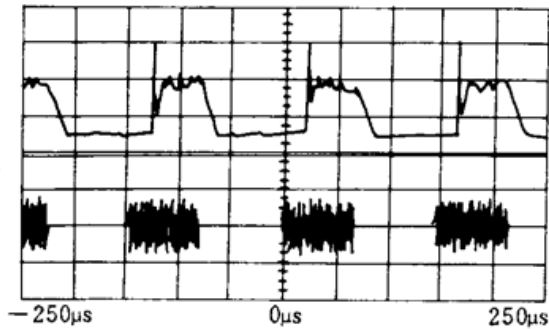


Fig. 4 Typical laser pulses for a pulse repetition rate of 6.9 kHz

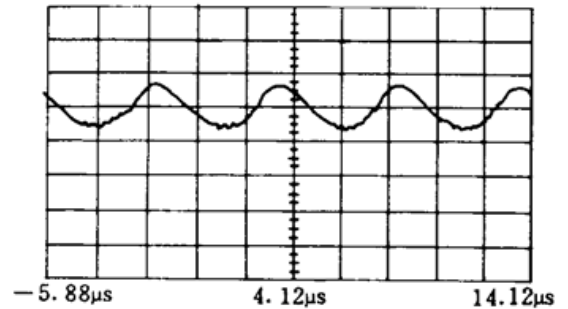


Fig. 5 Typical laser pulses for a pulse repetition rate of 200 kHz

3 结 论

本文研究了方波调制的矩形单波导激光器的激光输出特性,实验上实现最高可达 200 kHz 的高重复频率激光增益调制输出,在调制频率小于 20 kHz 时,获得了超脉冲输出。并在增益长度为 400 mm 的激光器件上获得了连续输出功率大于 60 W 的空间压缩模输出,光电效率为 11%。

参 考 文 献

- 1 辛建国, 臧二军, 魏光辉. 方波调制射频激励波导激光器输出特性的实验研究. 激光技术, 1991, 15(5): 257~260
- 2 R. T. Brown, L. A. Newman, M. W. Murray *et al.*. Large-Volume Pulsed-RF Excited Waveguide Lasers. *IEEE J. Quant. Electr.*, 1992. QE-28(2): 404~407

High Frequency Modulated RF Excited Waveguide CO₂ Laser

Li Geping Xin Jianguo Wei Guanghui

(Engineering Optics Department, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

Abstract In this paper, a gain switching modulated RF excited laser is reported, with which we have obtained the high frequency of up to 200 kHz modulated laser output. When the modulation frequency is below 20 kHz, superpulse laser outputs have been obtained.

Key words high frequency modulation, RF excitation, CO₂ laser