

增益导引(1×10)列阵波导 CO₂ 激光器的 实验研究

兰戈 侯天晋 赵刚 江东 王兴邦 屈乾华

(西南技术物理研究所, 成都 610041)

Experimental study on gain-guided waveguide array (1×10) CO₂ laser

LAN Ge, HOU Tianjin, ZHAO Gang, JIANG Dong, WANG Xinbang, QU Qianhua

(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu 610041)

Abstract A new type of waveguide array CO₂ laser excited by RF discharge is reported. In the device, laser beams are guided by means of periodic gain regions distributed in lateral space and form the one-dimensional array. The experiments indicate that the 1×10 array laser is perfectly locked in phase. The symmetrical and asymmetrical distributions in far-field have been observed.

Key words CO₂ laser, array, locking in phase

1 引言

列阵波导激光器的发展旨在提高激光功率的同时使器件的几何尺寸更加紧凑。以往的实验表明,空心脊波导结构在三列阵以上时便难以获得波导间相位的完全锁定^[1],而交叉波导结构除外加相移波片外,也只能获得反对称模输出^[2]。

本文报告一种新结构的列阵波导 CO₂ 激光器。其基本思想与增益导引半导体激光器列阵是一样的,即在波导中通过空间上为周期分布的增益区来获得列阵激光束,由相邻光束间辐射场的耦合来实现相位的同步锁定。

2 实验及结果

如图 1(a) 所示,一个扁口的矩形波导,在 y 方向光场将受到波导壁(在我们实验中为金属电极)的限制。可以采用特殊的方法使电极间放电的强度沿 x 方向呈周期性分布,从而形成周期性的增益区,如图 1(b) 所示。适当地选择波导的几何尺寸,总可以在每个增益区所形成的子波导单元内获得基模(指波导基模和高斯基模的混合模式)。

我们设计的波导激光器采用射频激励,射频频率为 90 MHz。波导口径为 1.5×20 mm,横向形成 10 个增益区。增益长度为 400 mm,两端为平面腔镜,反射率分别为 98.5% 和 90%。

实验时配气比为 CO₂ : N₂ : He = 1 : 1 : 5,气压为 11.97 kPa。图 2 为激光器运转时近场及远场的烧斑。在 3.5 m 处的远场烧斑呈对称模分布,说明列阵激光束相位同相锁定,相位差为

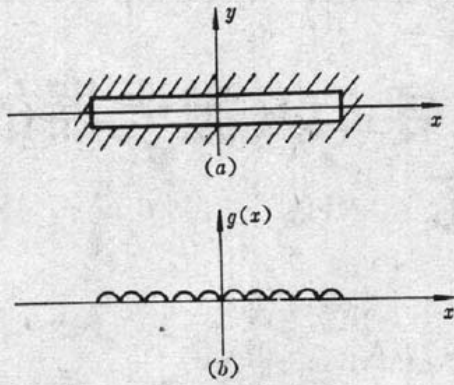


Fig. 1 Section view of the waveguide (a) and gain distributed in lateral space of waveguide (b)



Fig. 2 Spots in the near and far fields

2π 的整数倍。烧斑水平方向宽度约为 3 mm, 为单波导衍射主极大空间水平方向宽度的 1/10。这是列阵激光器的重要特性之一。在 $f = 500$ mm 的透镜焦面上用光束轮廓仪观察到的波形图如图 3(a) 所示。通过微调腔镜倾角改变列阵间相位差也可获得反对称模的远场分布。如图 3(b), 此时相邻光束间相位差为 π 的奇数倍。

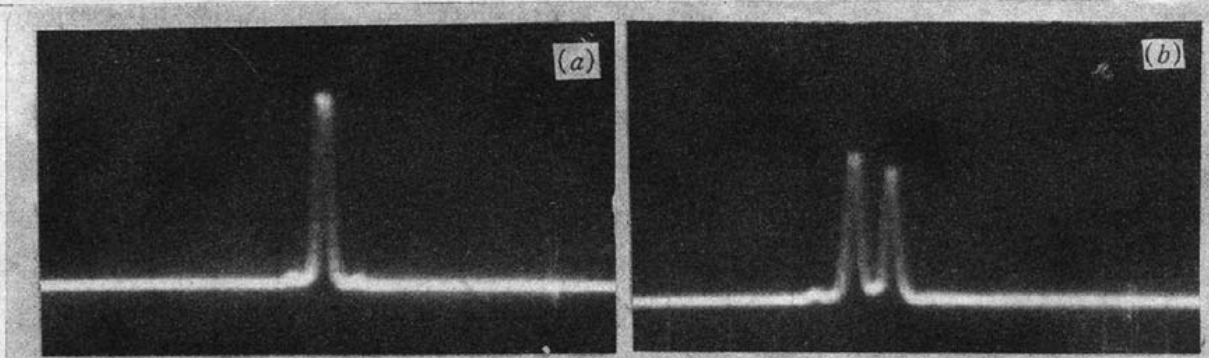


Fig. 3 (a) Far-field distribution of symmetric mode; (b) Far-field distribution of asymmetric mode (for the lens, $f = 500$ mm, and for the oscilloscope, 0.5 ms/div.)

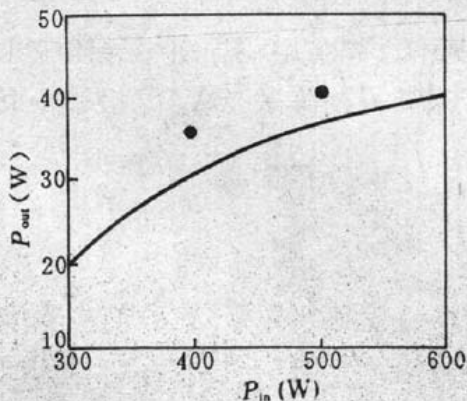


Fig. 4 Power curve

(The mixed gas ration is $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He} = 1 : 1 : 5$ and the total gas pressure is 11.97 kPa)

图 4 为功率曲线。如果在气体中加入少量的 Xe 气, 功率可提高 20~30%。

我们的实验表明, 增益导引这一新的列阵结构, 容易实现列阵间的相位锁定。

参 考 文 献

- 1 Coupled High Power Waveguide Laser Research, A. J. Cantor, R. A. Hart *et al.*, AD-A189800, JAN 1988
- 2 Experimental and Theoretical Study CO_2 Staggered Hoolow Bore Array Laser", D. Park, D. R. Hart, L. A. Newman, AD-A212921, August 1989

(收稿日期: 1992 年 5 月 12 日; 收到修改稿日期: 1992 年 10 月 5 日)