

另外,还测量了光束近场分布,测量位置距束腰处 6m,束宽 $d_z = 21.109\text{mm}$,根据公式(17),算出束腰宽度为 20.204mm, M^2 参数为 1.525。

实验表明,孔栅镜取样后光束较好地反映了入射光的分布,影响孔栅镜取样效果的主要因素是取样点密度,各级间的交叠和探测器位置偏差及噪声等,减小取样点间距和增加透镜焦距都可能提高取样精度。

四、结 论

- 1 孔栅分束镜提供了一种直接检测大功率激光束质量的方法。
- 2 高倍率孔栅镜在实际加工中存在一定的困难时,可与常规方法结合,用孔栅镜对高功率光束进行第一级衰减,再用常规方法衰减,然后用已成熟的测量低功率的仪器。
- 3 孔栅分束镜提供了多个取样光束,可同时进行实时诊断如功率、光斑尺寸、发散角、光束的波前等,可以作为闭环光束控制中的波前探测装置。

参 考 文 献

- 1 Michal A C, Severna P, Edwart W N. US P, No. 4746205(1988)
- 2 Wiggins T A. AD A172, 1984, 006/9, 26~ 657, 651
- 3 Kirtland A F B. Opt Engng, 1981; 20(6): 881~ 888
- 4 余永林,吕乃光.傅里叶光学.武汉:华中理工大学出版社,1991
- 5 杨成龙,程晓峰,吕百达 *et al.* 强激光与粒子束,1994;16(4): 485

射频激励扩散冷却平板 CO_2 激光器谐振腔的分析

吴龟灵 王又青 安承武

(华中理工大学激光技术国家重点实验室,武汉,430074)

摘要: 对适于平板结构射频激励扩散冷却 CO_2 激光器的稳定-非稳混合谐振腔进行了理论分析。给出了腔参数与模参数之间的关系,为这种腔的设计提供了理论依据。研究表明:该谐振腔不仅能有效提取激活区的能量,且可输出单光束偏心椭圆像散光束,获得较高质量的激光。

关键词: 射频激励扩散冷却 CO_2 激光器 稳定-非稳谐振腔

The analysis of resonators for RF excited diffusion-cooled CO_2 planar laser

Wu Guilin, Wang Youqing, An Chengwu

(National Lab. of Laser Technology, HUST, Wuhan, 430074)

Abstract: In this paper, stable-unstable resonators for planar diffusion-cooled CO_2 laser are analyzed theoretically. The relations between resonator parameters and mode parameters, which provide theoretical basis for the design of the resonators are deduced by the Fox-Li algorithm. The results show that this kind of resonators not only can extract high laser power from the active region efficiently, but also can get a single elliptical astigmatic beam, which is close to the circular Gauss beam.

Key words: RF excited diffusion-cooled CO_2 laser stable-unstable resonator

引 言

平板型射频激励扩散冷却 CO_2 激光器具有面放大特性,对间距为 d 、放电区面积 A 的器件,其总的输出功率为¹⁾:

$$P_0 = (f \times P_1) / d \times A$$

式中, P_1 是常规 CO_2 激光器单位长度方形横截面上的输出功率; f 是考虑到平板型激光器一维流热与常规激光器二维流热的差别引入的常数因子。

由上式可见,平板型射频激励扩散冷却 CO_2 激光器的输出功率与面积成正比。可在长度不很大的情况下,通过增加放电区的水平宽度来提高功率,从而可获得小型化的高功率器件。但随着宽度的增加放电区成为一矩形区

$$\begin{aligned}
K_{21} = & \int_{-d/2}^a \int_0^w k_2(x_1, y_1; x_2', y_2') k_1(x_2', y_2'; x_1', y_1') dx_2' dy_2' \\
& + \int_{-a}^a \int_0^{w-a} k_2(x_1, y_1; x_2' y_2') k_1(x_2', y_2'; x_1', y_1') dx_2' y_2' \\
& + \int_{-a}^a \int_0^{w-a} k_2(x_1, y_1; x_2', y_2') k_1(x_2', y_2'; x_1', y_1') dx_2' dy_2' \\
& + \int_a^{d/2} \int_0^w k_2(x_1, y_1; x_2', y_2') k_1(x_2', y_2'; x_1', y_1') dx_2' dy_2'
\end{aligned}$$

式中,

$$\begin{aligned}
k_1(x_2', y_2'; x_1', y_1') &= ik / (2\pi L) \exp[- ik\varphi(x_2', y_2'; x_1', y_1')] \\
k_2(x_1, y_1; x_2', y_2') &= ik / (2\pi L) \exp[- ik\varphi(x_1, y_1; x_2', y_2')]
\end{aligned}$$

考虑到宽度很大,对 $\rho(x_1, y_1; x_2', y_2')$ 取三级近似

$$\begin{aligned}
\rho(x_2, y_2; x_1, y_1) &= L + [(x_2 - x_1)^2 / (2L)] + [(y_2 - y_1)^2 / (2L)] \\
&\quad - (1/8)[[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 / l^2]^2 - w_1(x_1, y_1) - w_2(x_2, y_2)]
\end{aligned}$$

$w_1(x, y), (w_2(x, y))$ 为考虑了倾斜的镜的面形函数,可由具体的镜型及倾角求得。如对图 2 中的非平行双柱面镜谐振腔它们可表示为:

$$\begin{aligned}
w_1(x, y) &= r_1^2 - y^2 + L/2 - r \\
w_2(x, y) &= r_2^2 - y^2 / \cos\beta - x \operatorname{tg}\beta + L/2 - r
\end{aligned}$$

对上述的表达式,用数值方法即可求得腔内的自再现模。输出光束是由 M_1 上的模经输出孔衍射产生的,可由衍射积分求得。

三、计算结果及结论

对 $w_1 = 30\text{mm}, w_2 = 30\text{mm}, l = 500\text{mm}, d = 4\text{mm}, a = 2\text{mm}$ 的非平行双柱面镜谐振腔由几何方法计算得倾角 $\beta = 1.05 \times 10^{-5}$, $N = 54$ 。在此基础上由衍射理论算得的近场和远场分布如图 3。

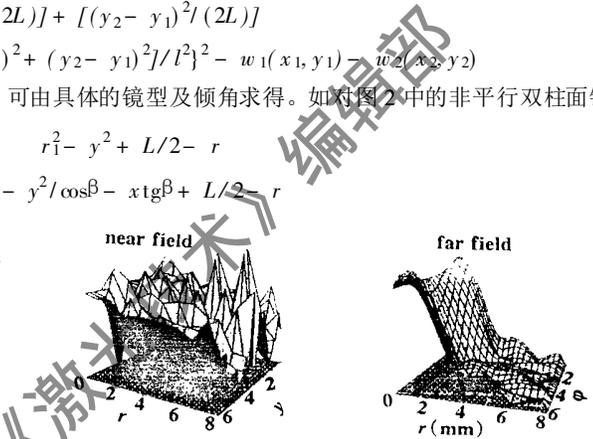


Fig.3 Calculated near-field and far-field intensity distribution for misaligned cylindrical unstable resonator

由图 3 可见,远场输出是一单峰值光束,但由于单边输出,光束在宽度方向发生了畸变,峰值不在中心位置($r = 0$)处,而是偏向下($\varphi = 0, r > 0$),且在该方向峰值两边不对称,这与几何方法分析中的光束偏斜传输(图 2)相对应;在窄方向光束是对称的,因此输出的是一偏心椭圆像散光束。通过整形可获得近圆形光束^[5]。

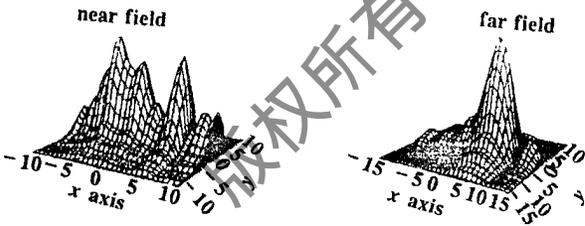


Fig. 4 Calculated near-field intensity distribution for off axis confocal unstable resonator

$500\text{mm}, d = 4\text{mm}$ 的双柱面虚共焦稳定-非稳腔的近场和远场分布(图 4)。

图 4 对应的输出孔径是一矩形孔,可非常明显地看到远场输出的是一偏心椭圆像散光束。

上述计算结果表明,稳定-非稳谐振腔确实能从大面积激活区有效地提取功率,且能输出单峰值椭圆偏心光束,与采用普通腔型的结构相比有效地提高了光束质量。

参 考 文 献

- 1 Abramski K M, Colley A D, Baker H J *et al.* A P L, 1989; 54(19): 1833~ 1835
- 2 Jackson P E, Baker H J, Hall D R. A P L, 1989; 54(20): 1950~ 1952
- 3 徐启阳,宋一新,王新兵 *et al.* 激光与光电子学进展, 1995; (2): 298~ 301
- 4 辛建国,魏光辉. 中国激光, 1994; 21(5): 371~ 376
- 5 Nowack R, Opper H, Schaefer U *et al.* SPIE Proc, 1990; 1276: 18