

一种适用于 TEA CO₂ 激光器的谐振腔

楼 祺 洪

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

提 要

本文提出了一种适用于 TEA CO₂ 激光器的谐振腔,采用方孔耦合输出。它的输出光斑均匀,发散角比一般平凹腔改善 4 倍。

TEA CO₂ 激光增益介质一般是一个长方体,其增益系数较高(一般在每厘米百分之三以上)。在没有选模机构的自由振荡条件下,输出是多模振荡的方形截面光束。Fortin^[1] 等人研究了多模振荡的光束特性表明,随着振荡模数的增加,输出光强分布逐步均匀。但是在广泛采用的凹面镀金全反射镜及锗平镜组成的平凹腔情况下,输出光斑呈现明显的干涉条纹。图 1 是这种不均匀输出光斑的典型照片,其原因是输出腔锗片的两个反射面不完全平行造成的。在低气压 CO₂ 激光器中,一般将锗平镜的一面涂上增透膜来解决这个问题。由于高功率 TEA CO₂ 激光很易将增透膜破坏,因此大部分高功率、高能量的 TEA CO₂ 激光器的输出镜均采用不镀膜的锗平镜。当我们以激光轴为中心旋转锗片时,干涉条纹将随之转动。这一实验结果可以证明图 1 所示的干涉条纹完全是因锗片的两个面不平行所造成的。

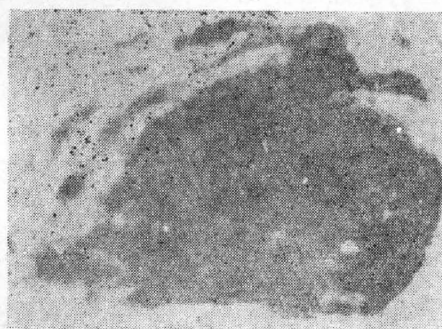


图 1 平凹腔激光输出光斑的照片

为了克服这种输出光斑的不均匀性,我们设计了一种方孔耦合输出的谐振腔。实验中我们采用一个放电体积为 $7 \times 8 \times 100$ 厘米³ 的紫外光预电离 TEA CO₂ 激光器,每立升输入能量为 100~200 焦耳,小信号增益系数为每厘米 2.5~3.5%。所设计的谐振腔如图 2(a) 所示,它由曲率半径为 5 米的凹面镀金全反射镜及曲率半径为 9 米的凸面镜组成,腔长约 2.2 米。曲率半径为 9 米的凸面镜加工成“L”型,用右上方 1/4 面积作为输出耦合孔。由于放电介质的高增益,采用一般 CO₂ 激光器平板小孔耦合输出板,小孔周围经常会出现金膜损坏,因此我们把输出板加工成凸面镜。采用上述结构的谐振腔,输出是多模的方斑,从图 2(b) 可见其均匀性比图 1 有很大改善,没有图 1 中出现的干涉条纹。这种谐振腔的另一个优点是输出具有良好的方向性。图 3 为“L”型输出腔片谐振腔的输出光束发散的测量结果,作为对比,图中还给出了一般平凹腔的光束发散结果。平凹腔的光束发散角约为 13 毫弧度,而改进以后

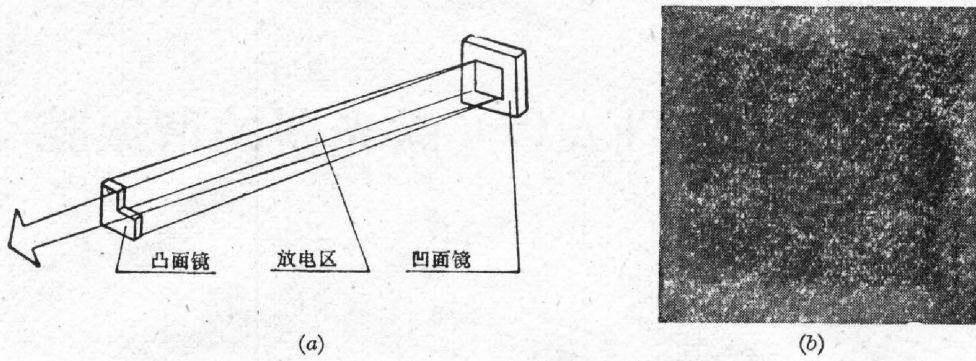


图 2
(a) “L”型输出腔片的谐振腔 (b) “L”型输出腔片的输出光斑

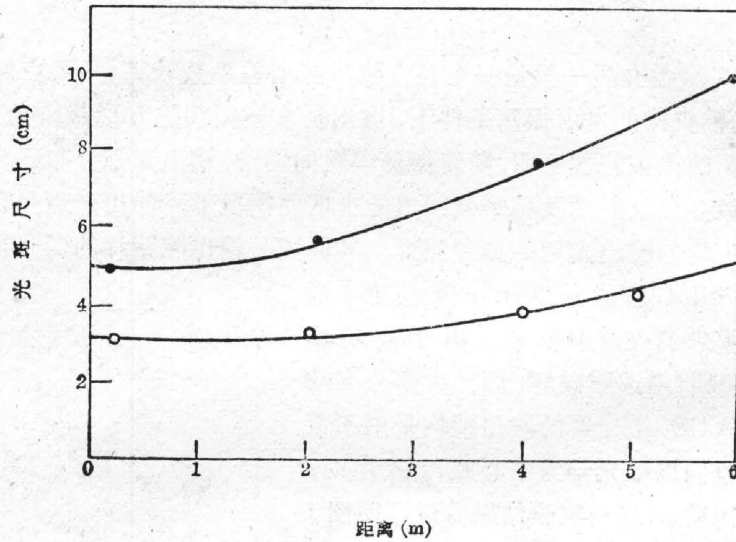


图 3 激光束输出的发散测量结果

的谐振腔发散角有很大的减小, 采用长焦距凹面镜聚焦测量光束的发散角约为 3~4 毫弧度。

Bridges^[2] 分析了共焦腔的高阶高斯模发散角, 其极限值 θ 反比于光束口径、正比于菲涅耳数 P :

$$\theta \approx \frac{\sqrt{2\lambda P}}{a},$$

式中菲涅耳数 P 为:

$$P = \frac{a^2}{b\lambda},$$

式中 λ 为激光波长, b 为激光腔长。在我们的方孔耦合输出腔中, 耦合孔对应的菲涅耳数 P_0 为

$$P_0 = \frac{a_0^2}{b\lambda}.$$

当 $P_0=0$ 时, TEM_{00} 模的损耗最低^[3], 随着 P_0 的增大, TEM_{00} 模的损耗增大, 在 P_0 到一

定值以后,其损耗会大于其它高阶模,因此输出光斑是很多高阶模的组合。同时由于 $P_0 < P$, 会使输出光束的方向性获得改善。在我们实验中, $P_0 = P/4$, 即方向性改善 4 倍, 这与实际测量结果一致。

利用这种腔结构,进行了 TEA CO₂ 激光直接转换成电能的实验。由于方向性改善,提高了靶面功率密度及由此引起的电信号输出。这种谐振腔除了上述光斑均匀及方向性好的两个特点之外,其输出能量达到一般平凹腔的 80% 左右。

本工作获得的初步结果是根据王之江同志提出的想法进行的,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] R. Fortin, A. K. Lafamme *et al.*; *Canad. J. Phys.*, 1972, **50**, No. 6(15 Mar), 583.
- [2] W. B. Bridges; *Appl. Opt.*, 1975, **14**, No. 10(Oct), 2346.
- [3] T. Li, H. Zucker; *J. O. S. A.*, 1967, **57**, No. 8(Aug), 984.

A resonant cavity suitable for TEA CO₂ laser

LOU QIHUNG

(*Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica*)

(Received 25 April 1980)

Abstract

A optical resonant cavity with square coupling output hole suitable for TEA CO₂ laser is designed. The intensity profile of this cavity is rather uniform and the beam divergence is four times better than concave-plane cavity.