

聚光腔对光泵均匀性的影响

丁丽明

杨福民

(中国科学院上海光机所)

(上海天文台)

S. R. Bowman, J. Fogleman, C. O. Alley

(美国马里兰大学)

Effect of condensers on the homogeneity of optical pumping

Ding Liming

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

Yang Fumin

(Shanghai Observatory, Shanghai)

S. R. Bowman, J. Fogleman, C. O. Alley

(University of Maryland, USV)

提要: 为了解决片状放大器的光泵均匀性, 研究了近十种聚光腔。最后, 使光泵均匀性达到了 98% 以上。

关键词: 光泵, 聚光腔

一、引言

片状放大器, 是固体激光器一个新的发展方向^[1]。在研制片状激光放大器过程中, 为了改善激光束波面质量, 消除激光束双折射, 要求闪光灯均匀泵浦^[2], 另外, 为了使片状放大器能承受高功率能量输入和高重复率, 除了减少片状放大器产生的应力外, 也要求均匀泵浦。获得均匀泵浦的一个重要步骤就是必须找到一种合适的聚光腔。国外曾报道过椭圆型^[3]、抛物面型、平面型、半圆柱型和顶点型^[4]等聚光腔。我们研究了近 10 种聚光腔, 并测量了泵浦强度的分布, 最后, 找到了一种较满意的聚光腔, 使光泵均匀性达到 98% 以上。

二、实验装置和实验结果

Nd: YAG 高功率、高重复率的激光反射镜放大器如图 1 所示。YAG 晶体尺寸为 $10 \times 1.3 \times 2.8 \text{ cm}^3$, 用 $\phi 10 \text{ mm}$ 的两脉冲氙灯单面泵浦。这种类型的放大器要求靠近灯的 YAG 后表面的光泵强度分布十分均匀。

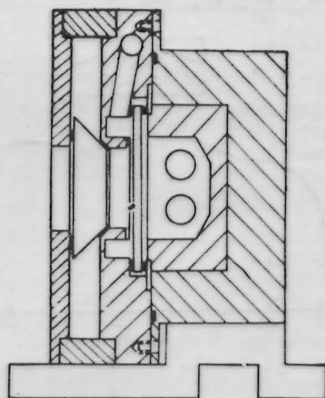


图 1 片状 Nd:YAG 反射镜式激光放大器

测量装置如图 2 所示, 能量计 A 前有一个 $\phi 2 \text{ mm}$ 光阑, 能量计可纵向、横向连续移动, 以便测量晶体表面任意一点位置得到的光泵能量, 还能测量 YAG 晶体深处及外表面的光泵能量分布。能量计 B 是为了避免由于输入电压起伏引起的误差用来进行相对测量的。

我们对各种类型腔及没有反射腔时在 YAG 后表面处的光泵能量分布进行了测量, 部分结果示于

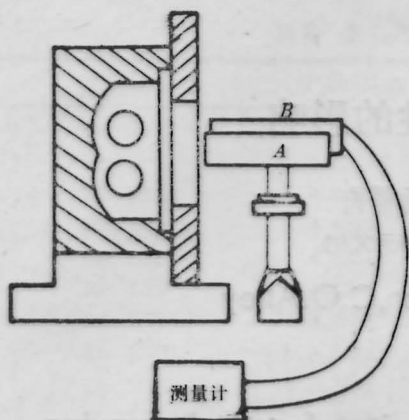


图2 光泵能量分布测量装置

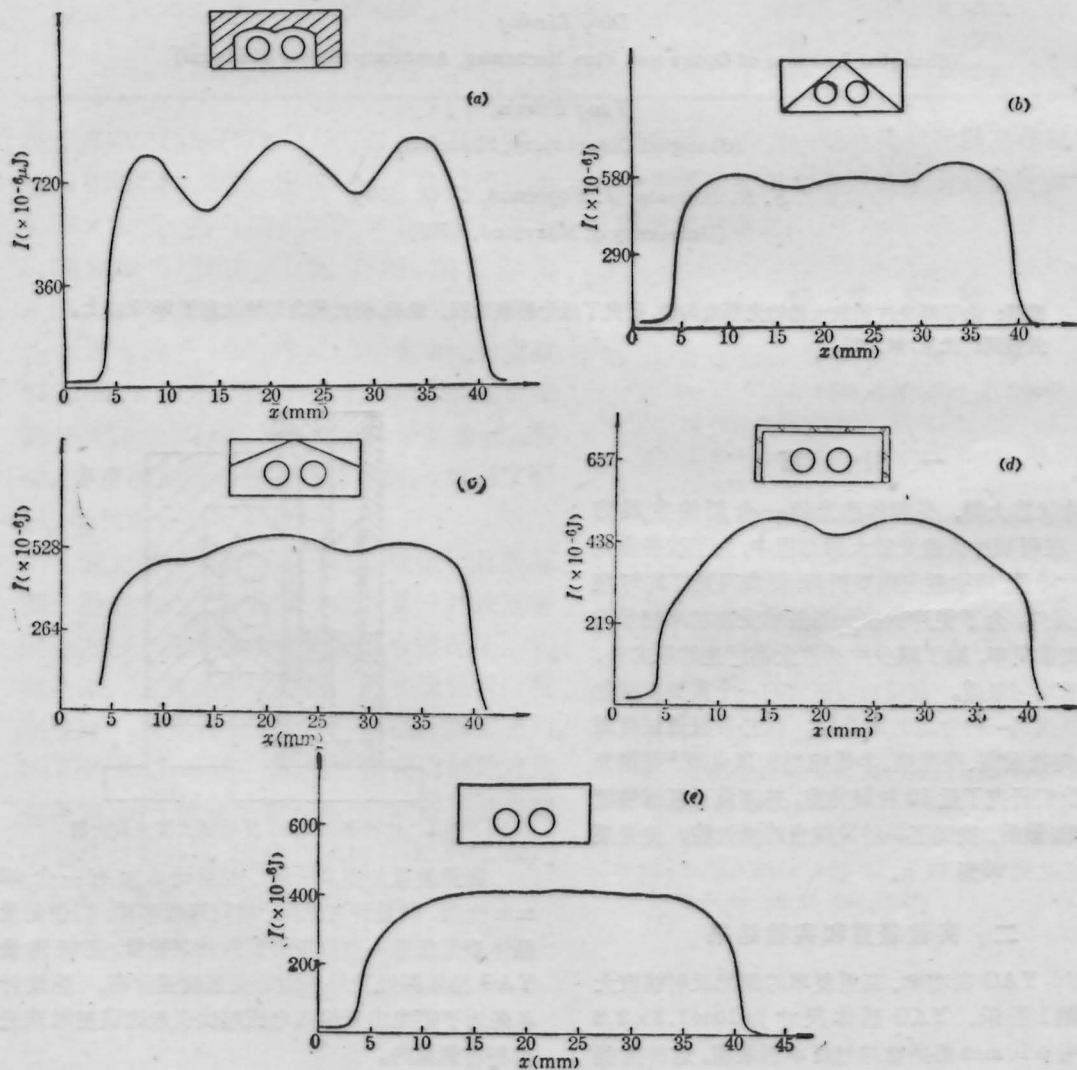


图3 各类聚光腔的光泵能量分布图
(除图3(d)是玻璃镜子作腔外都是抛光铝腔)

图3。结果均不够理想。不使用聚光腔时,由于光漫反射,光泵分布是均匀的(图3(e)),但它与有聚光腔的泵浦相比时,能量损失50%。采用在闪光灯外套上漫散射光的石英套子,虽有本质的改变,但仍不理想,因将损失能量20%。在YAG晶体后加毛玻璃,虽能略微改善光泵均匀性,但要损失10%的能量。

为了解决光泵均匀性,必须采用多灯照明,为此设计了一种多角腔。由于镜面反射,它相当多灯情况(图4)。测试表明这种腔明显地改善光泵照明均匀性(图5)。为了得到起伏最小的光泵照明分布,实验中改变多角腔中间二片反射镜面的角度 θ ,从图5可见中间两个小高峰是中间两块反射镜的灯像

所引起的,随着 θ 角的减少,这两个灯像向外移动,因此,这两个小高峰也向两边移动,使曲线趋向平滑。下表列出的是测得的半圆柱腔、无腔及多角腔光泵强度分布起伏,数据取的范围是23 mm, $\frac{\sigma x}{x}$ 是光泵分布起伏的均方根误差, $\frac{\Delta x_{\max}}{x}$ 、 $\frac{\Delta x_{\min}}{x}$ 是光泵分布中最大与最小起伏误差。

测量范围 23 mm	0°多角腔	无腔	半圆柱腔
$\frac{\sigma x}{x}$	$\pm 1.33\%$	$\pm 1.46\%$	$\pm 11.16\%$
$\frac{\Delta x_{\max}}{x}$	+2.58%	+2.40%	+15.60%
$\frac{\Delta x_{\min}}{x}$	-2.09%	-4.88%	-18.36%

从表中可看到当 $\theta=0^\circ$ 的多角聚光腔引起的起伏的均方根比无反射腔分布的还好,与半圆柱腔相比要相差一个量级。最后,定型的多角腔如图6所示。将它用于放大器,并测量了YAG晶体各处的光泵强度分布,其形状如图5 $\theta=0^\circ$ 的情形。

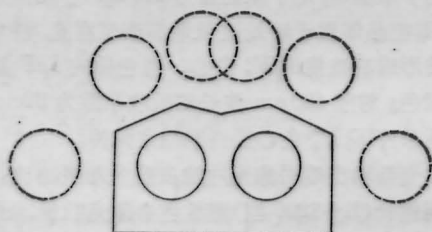


图4 多角腔形成的类似多灯照明

(上接第341页)

粒子声速接近。由此可得等离子体的膨胀速度与其自身质量关系是 $v_0 \sim 1/\sqrt{m_i}$,其中 m_i 是离子质量。这个结果说明:低Z等离子体的膨胀与高Z等离子体间的差别主要是由不同离子的质量所引起的。

本实验曾得到上海光机所六路实验组同志的大力帮助,在此表示感谢。

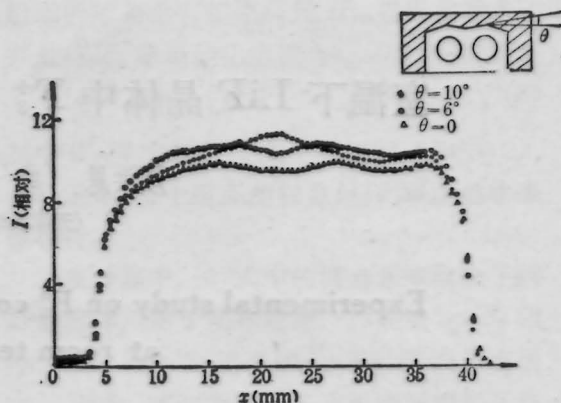


图5 不同 θ 角的多角腔光泵能量分布图

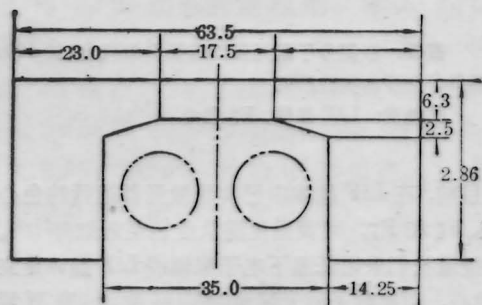


图6 $\theta=0^\circ$ 的多角聚光腔

参考文献

- 1 William B. Jones., *Laser Focus*, (9), 107 (1983)
- 2 Joseph A. Abate., *Spie 293 Wavefront Distortions in Power, Optics* (1981) 114
- 3 J. P. Chernach, W. B. Jones, *激光与红外*, (11), 14 (1976)
- 4 M. R. Siegrist., *Appl. Opt.*, 5 (9), 2167 (1976)

(收稿日期:1987年12月9日)

参考文献

- 1 张树干 *et al.*, *核聚变与等离子体物理*, 1(3), 167 (1981)
- 2 周复正 *et al.*, *核聚变*, 1(2), 121 (1980)
- 3 成金透 *et al.*, 第三届全国惯约会议, 厦门, 1987
- 4 B. Meyer *et al.*, *Phys. Fluids*, 27 (1), 302 (1984)
- 5 贝克菲 *et al.*, *激光等离子体原理* (上海科学技术出版社, 1981), 374
- 6 余玮 *et al.*, *中国科学*, 4辑, (2), 154 (1988)