

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0121-02

# LD 列阵抽运高功率多程折迭 Nd:YAG 激光器

李瑞宁 马小涛 来引娟

(山西大学电子信息技术系, 太原 030006)

**提要** 介绍一种二极管列阵侧面抽运 Nd:YAG 激光器, 采用多程折迭结构, 较好解决了输出光束质量与高功率输出的矛盾。输出功率为 10.3 W, 光-光转换效率为 20.6%,  $M^2 < 1.5$ 。

**关键词:** 多程折迭, LD 列阵, Nd:YAG 激光器

**中图分类号** TN248.1<sup>+</sup>3 **文献标识码** A

## LD-array Pumped Multi-path Folded High Power Nd:YAG Laser

LI Rui-ning MA Xiao-tao LAI Yin-juan

(Department of Electronics and Information Science, Shanxi University, Taiyuan 030006)

**Abstract** In this paper, Nd:YAG laser side-pumped by diode-arrays is introduced, which applies multi-path folded scheme and solve the contradiction between high output power and good beam quality. Output power is 10.3 W, with opto-to-opto efficiency 20.6% and  $M^2 < 1.5$ .

**Key words** LD-array, multi-path folded, Nd:YAG laser

### 1 引 言

激光二极管技术日益成熟, 推动了全固态激光器系统的发展。在大功率全固态激光器中, 大部分采用二极管列阵和面阵作抽运源, 如多个列阵和面阵环绕棒状晶体的边抽运结构可达到千瓦级的输出功率, 但光束质量较差; 若采用面阵边抽运板条的结构可以很好地解决散热、光束质量和大功率之间的矛盾, 但都对激光晶体的加工技术和加工精度提出极为苛刻的要求<sup>[1-3]</sup>, 因此难以在实际应用中推广。我们在实验中由于采用了多程抽运结构: 振荡光束在激光晶体内多次往返, 可更多地吸收抽运能量, 提高抽运效率; 同时, 振荡光束在晶体内多程折迭, 被均匀放大, 避免了热效应、晶体缺陷和不均匀抽运带来的影响, 提高了光束质量。振荡光束在晶体中的多次折迭利用晶体外的反射镜实现, 而不是利用晶体表面的全反射或高反射镀膜, 这样可以不考虑热效应带来的影响, 晶体加工和镀膜也容易达到要求。

### 2 实验设计

图 1 是实验结构简图。Nd:YAG 晶体掺杂率为 1at.-%, 尺寸为 2 mm × 5 mm × 20 mm, 2 mm ×

20 mm 的两个端面对 808 nm 镀增透膜, 而 2 mm × 5 mm 的两个端面对 1064 nm 镀增透膜, 两个 5 mm × 20 mm 表面用导热胶带紧贴在两块有水冷系统的无氧铜块上, 无氧铜块温度由温控仪控制。在图 1 中 LD 是两个连续输出为 25 W 的二极管列阵, 通过精密控温, 输出波长为 808 nm。抽运光经过微形柱面镜准直后近似平行光, 直接耦合到晶体中, 穿过晶体的抽运光又被反射镜  $F_1$  和  $F_2$  反射, 再次被激光晶体吸收。平面反射镜  $M_1, M_2, M_3$  和  $M_4$  与晶体共同构成平行平面腔, 其中  $M_1, M_2$  和  $M_3$  对 1064 nm 波长高反,  $M_4$  对 1064 nm 透过率为 10%。图中示意地画出谐振光束在腔内的传播。 $M_1$  和  $M_2$  之间有一个约 1° 的匹配角, 以避免在腔内出现局部寄生振荡。激光器以大功率稳定运行时, 晶体的热效应不容忽视, 根据文献[4]给出的公式, 由于温度梯度而引起的折射率变化为:

$$\Delta n(x)_T = -\frac{dn}{dT} \frac{x^2 Q}{2K} \quad (1)$$

其中  $Q$  表示单位体积均匀发热速率,  $K$  表示热导率。直角坐标选择以晶体中心为原点,  $x$  轴与 5 mm × 10 mm 表面垂直。这意味着在条形晶体内会出现类柱透镜效应, 使输出光斑略呈现椭圆。

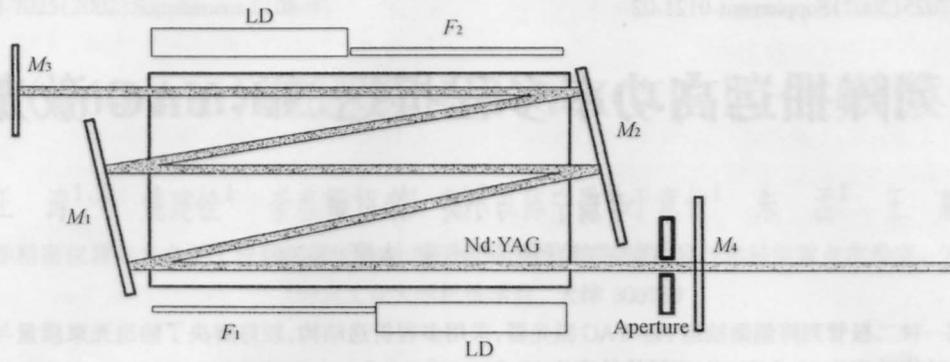


图 1 实验布置图

Fig. 1 The schematic of the experiment

### 3 实验结果及讨论

所有设备被固定在精密加工的底座上,并使谐振光束在晶体内 5 次往返。运用 TEC 对晶体制冷,两个制冷面的温度都控制在 10 ℃。微调  $M_3$ ,使激光器在抽运功率为  $2 \times 25 \text{ W}$  时,得到最大输出功率 10.3 W,光-光转换效率为 20.6%,光束发散角小于 2 mrad,  $M^2 < 1.5$ 。

进一步的实验计划将放大晶体的几何尺寸,改用面阵抽运;每个列阵先用柱透镜准直,整个面阵用非球面柱面镜聚焦,以期进一步提高抽运效率、增加输出功率。

### 参 考 文 献

- 1 H. J. Baker, A. A. Chesworth, D. Pelaez Millas *et al.*. A planar waveguide Nd:YAG laser with a hybrid waveguide-unstable resonator. *Opt. Comm.*, 2001, **191**: 125~131
- 2 D. Chen, C. L. Fincher *et al.*. Semimonolithic Nd:YAG ring resonator for generating CW single-frequency output at  $1.06 \mu\text{m}$ . *Opt. Lett.*, 1995, **20**:1283~1285
- 3 J. Richards, A. McIner. Versatile, efficient, diode-pumped miniature slab laser. *Opt. Lett.*, 1995, **20**:371~373
- 4 Walter Koechner. Solid-state Laser Engineering. 5th Edition, Germany: Springer, chapter 7. 448