

温梯法生长的优质 Nd:YAG 晶体的激光性质

张梅珍 李成富 周永宗

(中国科学院上海光机所)

提要: 用温梯法生长的 Nd:YAG 晶体制成 $\phi 5 \times 50$ 毫米激光棒, 光学均匀性很好, 晶体干涉条纹为零级, 重复率输出的平均效率 $\sim 1\%$, 且极易获得单横模输出。

Lasing characteristics of high quality Nd:YAG crystals grown by temperature gradient technique

Zhang Meizhen, Li Chengfu, Zhou Yongzong

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

Abstract: A Nd:YAG crystal of $\phi 5 \times 50$ mm in size was grown by temperature gradient technique, it has good optical homogeneity (interference fringe number is zero) and an efficiency of 1% at 1 or 2 pps. It is easy to be operated in TEM₀₀ mode.

一、引言

到目前为止, Nd:YAG 晶体仍然是激光应用领域中性能最优良、应用最广泛的激光材料。至今主要是依靠引上法工艺生产, 但要获得大直径且大面积光学均匀性好的晶体材料, 这种方法尚受到一定限制。因此必须寻找新的生长方法。据了解, 美国用热交换法(即温梯法)已生长出光学质量较好的 $\phi 100 \times 100$ 毫米的晶体。我国采用这种方法, 目前已获得了光学均匀性好, 散射颗粒少, 低位错密度, 掺钕浓度为 0.9~1.3 原子百分比的 $\phi 50 \times 62$ 毫米 Nd:YAG 晶段。为了探讨此种方法生长的晶体的激光性能, 我们将晶体

加工成 $\phi 5 \times 50$ 毫米的棒(干涉条纹为零级, 见图 1), 用重复频率激光器件对其激光性能进行了较全面的测量。实验结果表明, 平均效率接近于百分之一, 最大输出功率可达 3.0 兆瓦(脉冲宽度为 10 毫秒), 由于棒的光学均匀性很好, 容易获得稳定单横模输出。

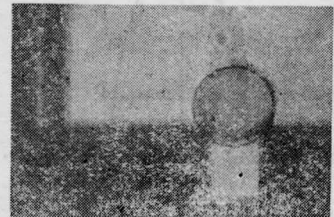


图 1 晶棒的 Tyman-Green 干涉图
(此图由谷雅珍同志提供)

收稿日期: 1983 年 10 月 31 日。

二、实验方法与结果

实验装置如图 2 所示。激光器为平凹型稳定腔。后反射腔板为 $R=3$ 米的 1.06 微米全反射的凹透镜。前腔板是透过率为 40% (1.06 微米) 的平板, 腔长为 480 毫米。用 Co^{60} 辐照 LiF 晶体作调 Q 开关。单灯泵浦, 器件的重复率为 0.5、1、2、5 次/秒。选模光阑的直径为 $\phi 0.81$ 毫米。调 Q 以后的激光脉冲宽度为 10 毫微秒。

1. 光束光斑的场分布

(1) 静态的情况(不调 Q): 用照相黑纸测得激光输出的近场图及离输出腔板为 1 米远处的场图。结果表明, 输出的激光束的场图是相当均匀的。

(2) 单横模输出的场分布(调 Q): 用 $\phi 0.81$ 毫米的小孔选单横模。在阈值附近

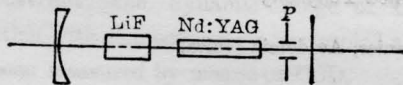
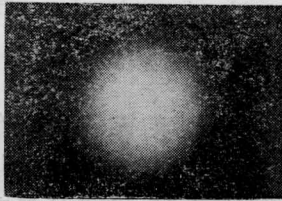
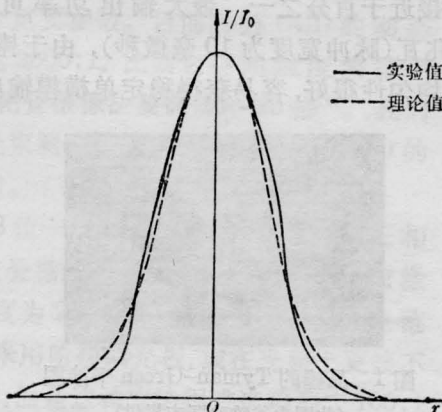


图 2 激光器排布图



(a)



(b) 黑度计扫描曲线

图 3 激光单横模输出的场分布

(输入能量为 37 焦耳), 我们发现这种晶棒很容易获得稳定的 TEM_{00} 模输出。在距输出腔板 8 米远处, 照下了激光的场分布(见图 3(a))。图 3(b) 为黑度计扫描的结果, 图中实线是黑度计扫描的光束的场分布。虚线是根据高斯函数 $I=I_0e^{-r/r_0}$ 作出的高斯曲线。由图可知, 实验值与理论值还是符合得很好的, 这是获得单横模的证明。

2. 输出能量

(1) 静态输出效率(不调 Q , 脉冲宽度为 100 微秒): 实验结果见表 1。从表 1 可以看出, 输出激光的平均效率可达百分之一左右。

(2) 动态输出功率: 在调 Q 时(器件的脉冲宽度为 10 毫微秒), 测量了激光棒的输出功率, 实验结果见表 2。实验表明在我们的器件条件下, 输出功率可达 3 兆瓦以上。

表 1 静态效率(输入电容 100 微法)

重复率 (次/秒)	充电电压 (伏)	输入能量 E_{in} (焦耳)	输出能量 E_{out} (焦耳)	效率 η (%)
0.5	800	19.2	0.137	0.7
	860	22.2	0.218	1.0
	960	27.6	0.278	1.0
	1000	30.0	0.319	1.0
	1160	40.2	0.415	1.0
1.0	1160	40.2	0.449	1.1
2.0	1160	40.2	0.51	1.1

表 2 动态激光功率($\tau=10$ 微秒)

重复率 (次/秒)	充电电压 (伏)	输入能量 E_{in} (焦耳)	输出能量 E_{out} (毫焦耳)	输出功率 W_{out} (兆瓦)
0.5	960	27.6	29.0	2.9
	1000	30.0	29.1	2.9
	1160	40.0	30.2	3.0
1.0	1160	40.0	32.4	3.24

(3) 单横模激光能量: 在 TEM_{00} 模(调 Q) 的输出能量(输入 37 焦耳)为 2.8 毫焦耳。

参 考 文 献

[1] 周永宗等;《硅酸盐学报》, 1983, 11, 357~360.