

新型掺杂 YAG 特性及其高重复率锁模运转

张世文 王福章 姚广涛 郝华富 侯志雄

(华北光电研究所)

本文研究新型掺杂 YAG 晶体的吸收特性,发现该晶体的透射光谱与 Nd:YAG 的透射光谱有显著差别。最重要的差别之一是该晶体在近红外波段有一吸收带(0.93~1.35 μm),其激光辐射波长 1.064 μm 在吸收峰(1.01~1.045 μm)边缘。

实验研究证明,该晶体在 1.064 μm 具有非线性可饱和吸收特性。可饱和参量 $I_0=120$ MW/cm²。

由于新型掺杂 YAG 晶体兼有可饱和吸收特性,因而由“两膜一棒”构成的新型掺杂 YAG 激光器,可实现自 Q 开关、选模和锁模,其输出近似为线偏振光,

当泵浦能量从阈值增加时,输出能量呈阶梯增加,并与 Q 开关脉冲个数成正比。单脉冲工作时,输出能量随着透过率 T 的降低而增加。适当调整腔镜或改变泵浦能量便可获得 TEM₀₀ 模和 TEM_{mn} 模。选模状态是稳定的。

当输出激光为单横模时,可获得自锁模激光脉冲列。其中 TEM₀₀ 模锁模状态最佳,输出单列锁模脉冲几率~100%。

纵模自锁结构简单。由于它的锁模光脉冲起始于大量无规则分布的尖峰脉冲相互竞争的结果,从而表现为输出的稳定性较差。为了获得稳定的锁模脉冲列,在两膜一棒激光器谐振腔内,附加一声光调制器,并使其频率与谐振腔长相匹配,即可实现该晶体加上声光调制器的“双锁模”,获得稳定的有较高输出能量的锁模脉冲序列。

实验结果:晶体尺寸为 $\phi 5 \times 66\text{mm}$,泵浦能量为 25 J 时,输出激光特性如下:输出激光为 TEM₀₀ 模,光束发散角 $< 0.8\text{mrad}$,并摄得远场花样及其强度分布输出激光波长为 1.064 μm ,重复频率 2~35 Hz/s。每一锁模脉冲列总能量为 8mJ,锁模脉冲间隔 5ns。用共线二次谐波法测量锁模脉冲宽度为 300ps。输出单列锁模脉冲几率~100% (重复率 5 次/秒,连续工作 3 小时无漏锁),锁模脉冲幅度抖动 $< 15\%$,腔长失谐范围为 $\pm 700\mu\text{m}$,输出近似为线偏振光。

实验结果表明,由于选模、Q 开关状态稳定,则输出不易产生模式跳变,在声光调制器调制度 $> 10\%$ 时,锁模稳定可靠;改变新型掺杂 YAG 晶体吸收系数时,可改变输出能量及锁模脉冲宽度。