

Nd:YAP 激光器的新进展

沈鸿元 曾瑞荣 周玉平 于桂芳

(中国科学院福建物质结构研究所)

Nd: YAP 晶体属正交晶系, 空间群为 $D_{2h}^{16}-P6mm$ 。这种晶体的热学、弹性力学、光学以及掺杂离子在这种晶体中的光谱和激光性能表现出强烈的各向异性。我们从理论上分析了正交晶系 Nd: YAP 晶体的热效应, 得到了泵浦过程 [010] Nd: YAP 晶体的温度分布、应力应变分布、热致折射率、双折射率、等色线以及热焦距的解析关系式。

通过测量折射率椭圆主轴的旋转角、等色线、焦点外的光强分布和热焦距, 定性地证实了上述理论分析结果的正确性。

分析上述结果发现, 泵浦过程 [010] Nd: YAP 棒的温度分布、热致应力应变分布、热致折射率、双折射率、正交偏振间的等色线都具有确定的对称性。晶体的 [100] 面和 [001] 面是上述参数的对称面, 这两个平面的交线即 (010) 轴是它们的二次轴, 晶体热效应的这种对称性与晶体点群的对称要素有关, [010] 方向 Nd: YAP 晶体的对称要素为 $L_2 2m$, 所以二者之间的关系服从 Neumann 原理的要求。考察 Nd: YAG 晶体的热效应, 也发现类似的结果。所以我们得到以下结论: 泵浦过程 Nd: YAP 和 Nd: YAG 晶体的热效应具有确定的对称性, 热效应的对称性和晶体点群对称要素间服从 Neumann 原理的要求。

在设计谐振腔时, 必须考虑 [010] Nd: YAP 棒热效应的这种椭圆分布特性, 分析含有椭圆折射率介质谐振腔的结果表明, 不论是 C 偏振还是 A 偏振的激光, 其基模光斑都呈椭圆高斯光束。由于热效应的各向异性特性, 无论是 $4F_{3/2} \rightarrow 4I_{11/2}$ 跃迁还是 $4F_{3/2} \rightarrow 4I_{13/2}$ 跃迁, 随着泵浦功率提高, 激光的横向场分布、输出波长、偏振方向以及输出激光功率都将产生明显的变化, 为了在这两个波长上获得高功率激光输出, 必须使激光沿晶体 C 轴方向的偏振振荡。

考虑热效应的影响后, 已利用斜率 3.16% [010] Nd: YAP 棒得到 163W、 $1.08\mu m$ 的连续激光, 器件效率为 2.26%。在 $4F_{3/2} \rightarrow 4I_{13/2}$ 跃迁中, 利用 $\phi 4.8 \times 100mm$ 的 [010] Nd: YAP 棒得到 32W $1.34\mu m$ 的连续激光, 器件效率为 0.5%。两种激光输出都接近线偏振。

(4) 对应一确定的工作条件, 相位调制深度有一最佳值。