

国产 Nd:YAG 陶瓷获得激光输出*

近年来 Nd:YAG 多晶陶瓷作为激光介质得到了越来越多的重视,我国在这个方向也开展了大量的研究工作,Nd:YAG 多晶陶瓷与 Nd:YAG 单晶相比有很多优点:容易制造、成本低、可以制造大尺寸和高掺杂浓度的材料,且无浓度梯度,机械特性良好,硬度比单晶大 1.5 倍,断裂韧性比单晶大 5 倍,并且可制备多层和多功能的陶瓷结构、可大批量生产,已经获得了比 Nd:YAG 单晶更高的效率,因此钇铝石榴石透明陶瓷是理想的钇铝石榴石单晶激光介质材料替代品。但国产陶瓷由于质量不佳,透明度不是很高,一直未能获得激光输出。

数分数为 1%,其吸收光谱如图 1 所示。陶瓷块通过铝箔固定在铜质的水冷热沉上,冷却水的温度控制在 20 °C,抽运源采用光纤耦合输出的半导体激光器,光纤芯径 600 μm,输出中心波长在 808 nm,最大输出功率 20 W。采用 1:1 透镜组聚焦在 Nd:YAG 多晶陶瓷表面,谐振腔为平凹腔,其中 M₁ 为平面镜镀 808 nm 增透膜和 1064 nm 高反射膜, M₂ 为曲率半径 R = 400 mm 的球面镜,为了优化实验结果做了不同透射率的对比实验,结果如图 3 所示,当透射率 T 为 12.5%,获得最大输出功率为 1003 mW,波长为 1064 nm 的激光输出,光光效率为 10%,斜率效率为 14%。

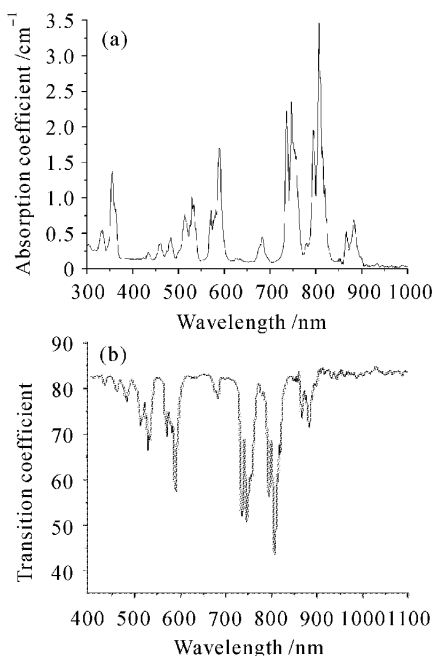


图 1 室温下 Nd:YAG 多晶陶瓷的吸收和透射光谱
Fig. 1 Room temperature absorption and transition spectra of Nd:YAG ceramic

最近中国科学院上海硅酸盐研究所和中国科学院上海光学精密机械研究所合作研究,取得了突破,获得了较高质量 Nd:YAG 多晶陶瓷并实现了 1 W 的连续波激光输出。图 1 为室温下 Nd:YAG 多晶陶瓷的吸收和透射光谱,可以看出,在 808 nm 处的吸收系数为 3.5 cm⁻¹,与相同浓度晶体的吸收系数基本一致。透射光谱基底保持水平,基底透射率大于 82%,没有出现明显的瑞利散射和米氏散射。

实验采用端面抽运,激光器的结构如图 2 所示, Nd:YAG 多晶陶瓷块的尺寸为 3 mm × 3 mm × 3 mm,掺杂原子

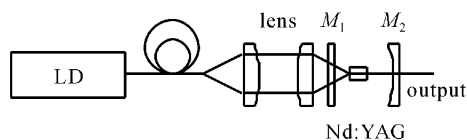


图 2 激光器结构示意图
M₁:腔镜; M₂:耦合输出镜
Fig. 2 Configuration of laser system
M₁: cavity mirror; M₂: output coupler

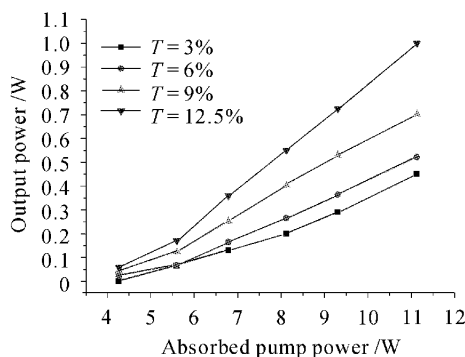


图 3 激光输入、输出关系曲线
Fig. 3 Curve of laser input and output power

致谢 本工作一直得到干福熹院士、范滇元院士、蒋民华院士和沈德忠院士的关心、指导和支持,在此一并表示感谢!

¹ 中国科学院上海光学精密机械研究所,上海 201800
² 中国科学院研究生院,北京 100039
³ 中国科学院上海硅酸盐研究所,上海 200050
李劲东^{1,2},姜本学^{1,2},潘裕柏³,吴玉松^{2,3},
李江^{2,3},徐军¹,冯锡洪³,黄莉萍³,郭景坤³
收稿日期:2006-05-12

* 上海市科委(02JC14017,05DZ22005)和上海市经委(2001-A030)资助项目。

通信联系人。徐军, E-mail: xujun@mail.shnc.ac.cn; 潘裕柏, E-mail: ybpan@mail.sic.ac.cn