

文章编号: 1000-324X(2006)05-1278-03

Nd:YAG 透明陶瓷的制备与激光输出

潘裕柏¹, 徐 军², 吴玉松^{1,3}, 李 江^{1,3}, 李劲东^{2,3}, 姜本学^{2,3},
陈卫标², 冯锡淇¹, 曾燕萍¹, 黄莉萍¹, 郭景坤¹

(1. 中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 200050; 2. 中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 成功制备了高质量的 Nd:YAG 透明陶瓷, 激光测试样品的尺寸为 3mm×3mm×3mm, 双面抛光、未镀膜, 最高连续输出能量为 1003mW, 斜率效率为 14%.

关 键 词: 激光输出; Nd:YAG 透明陶瓷

中图分类号: TQ174 **文献标识码:** A

1 引言

作为固体激光器的主体, 激光材料是固体激光技术的重要支柱. 对于激光晶体, 由于受结晶化学因素的制约(如: Nd^{3+} 离子在 YAG 晶体中的分凝系数仅 0.18), 用传统方法很难进行高浓度的掺杂; 另外, 晶体生长周期长, 所制备的晶体尺寸小、成本较高. 自 1995 年日本科学家 A.Ikesue 等^[1] 制备出高透明的 Nd:YAG 陶瓷, 并用 LD 端泵首次获得了激光输出后, 透明陶瓷材料由于在制备技术和材料性能等方面具有单晶、玻璃激光材料无可比拟的优势而受到了人们极大的关注. 中国科学院上海硅酸盐研究所较早地关注此研究成果并从 2000 年起开展了这方面的研究^[2~5], 2006 年 5 月在国内首次实现 Nd:YAG 透明陶瓷的激光输出.

2 实验方法

采用高纯商业 Y_2O_3 , Al_2O_3 , Nd_2O_3 超微粉作为原料经后处理或自我开发的可以低温合成不同团聚结构、不同掺杂浓度的纳米 Nd:YAG 粉体的溶胶-凝胶/燃烧合成法技术. 通过球磨混合、煅烧干燥, 在 1650~1780°C 真空条件下保温 10h 以上, 烧结成致密的 Nd:YAG 透明陶瓷.

3 结果和讨论

图 1 为样品抛光热腐蚀表面和断面的 SEM 照片. 从图可以看出样品的晶界和晶粒间没有明显的杂物和气孔存在. 样品的晶粒尺寸在 10 μm 左右, 且分布比较均匀.

收稿日期: 2006-05-15

基金项目: 上海市科委 (02JC14017, 05DZ22005); 上海经信委 (2001-A030); 上海硅酸盐研究所创新项目 (231000)

作者简介: 潘裕柏 (1961-), 男, 研究员. **通讯联系人:** 潘裕柏. E-mail: ybpan@mail.sic.ac.cn. 徐 军. E-mail: xujun@mail.shcnc.ac.cn

研制的 Nd:YAG 透明陶瓷 (厚度 1mm) 在 400~1100nm 波段的透过率曲线 (见图 2), 在激光工作波段 1064nm 的直线透过率达到 80% 以上. 在 400 和 1064nm 波长处光吸收系数在 $0.1\sim 0.05\text{cm}^{-1}$ 之间. 材料的吸收光谱、发射光谱以及荧光寿命等光谱性质与 Nd:YAG 单晶基本相同 [3].

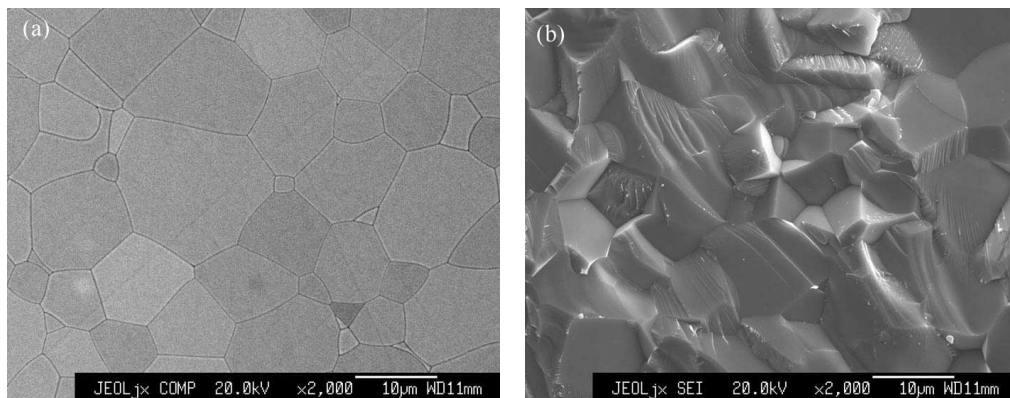


图 1 样品抛光热腐蚀表面和断面的 SEM 照片

Fig. 1 SEM micrographs of (a) the mirror-polished and (b) the fractured surface of the Nd:YAG transparent ceramic

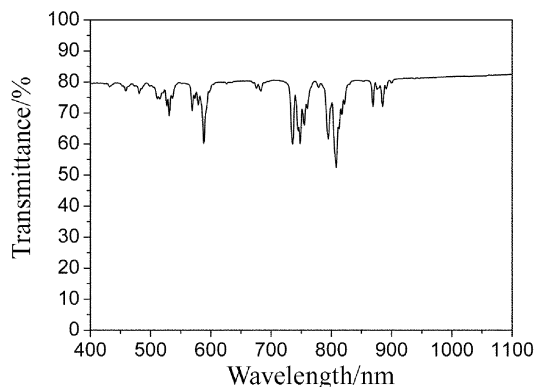


图 2 Nd:YAG 透明陶瓷的透过率曲线

Fig. 2 Optical transmittance of the Nd:YAG transparent ceramic

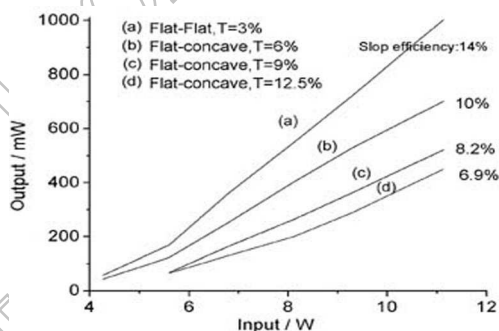


图 3 激光输入、输出关系曲线

Fig. 3 Curves of laser input and output power

Nd:YAG 透明陶瓷材料样品经加工并测试激光性能, 在测试样品尺寸为 $3\text{mm}\times 3\text{mm}\times 3\text{mm}$, 双面抛光、未镀膜的条件下, 最高连续输出能量达到 1003mW, 斜率效率为 14%(见图 3).

4 结论

成功制备了高质量的 Nd:YAG 透明陶瓷, 在国内首次实现了 Nd:YAG 透明陶瓷的激光输出. 测试样品尺寸为 $3\text{mm}\times 3\text{mm}\times 3\text{mm}$, 双面抛光、未镀膜, 1064nm 连续输出功率为 1003mW, 斜率效率为 14%.

参考文献

- [1] Ikesue A, Kinoshita T, Kamata K, *et al.* *J. Am. Ceram. Soc.*, 1995, **78** (4): 1033–1040.
- [2] Zhang J J, Ning J W, Liu X J, *et al.* *Mater. Res. Bull.*, 2003, **38**: 1249–1256.
- [3] 张俊计. 钇铝石榴石基发光粉的低温合成及透明陶瓷制备. 中国科学院上海硅酸盐研究所 (博士论文), 2003 年.
- [4] 李江, 邱发贵, 潘裕柏, 等 (LI Jiang, *et al.*). 稀有金属材料与工程 (增刊), 2004, **33** (3): 88–92.
- [5] Qiu F Q, Pu X P, Li J, *et al.* *Ceram. Int.*, 2005, **31** (5): 663–665.

Fabrication and Laser Output of Nd:YAG Transparent Ceramic

PAN Yu-Bai¹, XU Jun², WU Yu-Song^{1,3}, LI Jiang^{1,3}, LI Jin-Dong^{2,3}, JIANG Ben-Xue^{2,3},
CHEN Wei-Biao², FENG Xi-Qi¹, ZENG Yan-Ping¹, HUANG Li-Ping¹, GUO Jing-Kun¹

(1. Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200050, China; 2. Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China; 3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: High-quality Nd:YAG transparent ceramic was prepared. The sample for laser testing was 3mm×3mm×3mm in size, mirror-polished on both sides and without coating. 1003mW-cw laser output at 1064nm was obtained corresponding to a slope efficiency of 14%.

Key words laser output; Nd:YAG transparent ceramic