

钛宝石泵浦掺铈碲酸盐玻璃激光器

雷 宁 徐 冰 姜中宏

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

摘 要 室温下钛宝石激光泵浦掺铈碲酸盐块体玻璃激光器运载成功, 激光波长 1066 nm, 激光阈值 4.20 mJ, 斜率效率 14.7%。

关键词 碲酸盐玻璃, 钛宝石激光器。

1 引 言

基于二氧化碲作为网络形成体和各种阳离子作为网络改变体的玻璃系统已被广泛地研究^[1~3]。碲酸盐玻璃具有较宽的透射范围(350~5000 nm), 而硅酸盐玻璃仅为 200~3000 nm, 由于碲酸盐玻璃中 Te-O 键具有较大的共价特性, 因而碲酸盐玻璃相对于氟化物玻璃具有非常好的玻璃稳定性和抗腐蚀特性。在所有的氧化物玻璃中, 碲酸盐玻璃具有最低的声子能(大约 750 cm⁻¹)^[4], 远小于硅酸盐玻璃的 1100 cm⁻¹, 因而碲酸盐玻璃中稀土离子的多声子衰减速率最小, 产生了较高的荧光量子效率, 有可能进一步探测到新的荧光和激活跃迁。在所有的纯氧化物玻璃中, 碲酸盐玻璃具有最大的受激辐射截面。表 1 列出了碲酸盐玻璃, 熔石英和氟化物玻璃的各种性质对比。

Table 1. Comparison of tellurite, silica and fluoride glasses

property (typical value)	tellurite	silica	fluoride
refractive index (n)	1.8~2.3	1.46	1.5
nonlinear refractive index n_2 (m ² /W)	2.5×10^{-19}	10^{-20}	10^{-21}
transmission range (μm)	0.4~5.0	0.2~2.5	0.2~7.0
highest phonon energy (cm ⁻¹)	750	1100	500
bonding	covalent-ionic	ionic-covalent	ionic
rare-earth ion solubility	medium	low	medium

碲酸盐玻璃具有较高的线性折射率和非线性折射率(是石英的 25 倍)^[5], 较高的折射率能够增强稀土离子格点处的局域晶体场, 从而导致较大的辐射跃迁几率。

目前已研究过的大多是成分相对简单的二元或三元碲酸盐玻璃系统, Romanowski^[6]报道了掺杂 Yb、Er 的五元碲酸盐玻璃的光谱性质。1994 年, Wang 等人^[7]首次实现了钛宝石泵浦 Nd 掺杂的碲酸盐光纤激光器, 激光波长 1061 nm, 阈值 27 mW, 斜率效率为 23%, 根据文献[8]的观点, 玻璃激光器的光纤形式和块体形式的实现是不同的, 光纤的阈值较低, 相对来说

较易泵浦。本文首次报道钛宝石激光泵浦 Nd 掺杂的碲酸盐块体玻璃激光器的成功运转。

2 实 验

碲酸盐玻璃的组成为(wt%)：TeO₂ 86.6、BaO 8.4、Na₂O 4、ZnO 1.0，外加 2 wt%的 Nd₂O₃，采用分析纯的 TeO₂、BaCO₃、Na₂CO₃、ZnO 以及纯度为 99.99%的 Nd₂O₃，原料称量混合后，在石英坩锅中于 700℃ 熔化 1 h、搅拌、升温至 750℃ 澄清 0.1 h，然后降温至 580℃，浇注于铁模，在 320℃ 退火炉中保温 2 h，然后随炉冷却，最后加工成 φ5×2 的玻璃片。

3 结 果

掺钕碲酸盐玻璃的室温吸收光谱如图 1 所示，在 804.3 nm 处有一个强烈的吸收峰，半宽大约 12 nm，图 2 为了掺钕碲酸盐玻璃的室温荧光光谱，荧光谱显示激活跃迁波长为 1066 nm，半宽 26 nm。

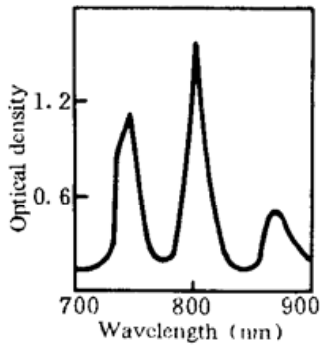


Fig. 1 Absorption spectra of Nd³⁺ in tellurite glasses

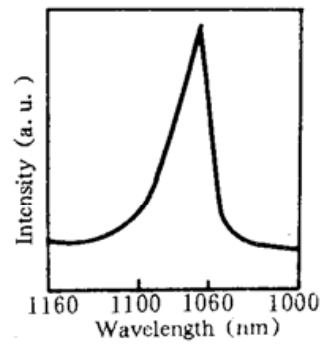


Fig. 2 Emission spectra of Nd³⁺ in tellurite glasses

实验中采用 Nd:YAG 倍频泵浦的钛宝石激光器作为泵浦源，泵浦波长 804.3 nm，泵浦构型示意图如图 3 所示，其中腔片 1 镀有对 800 nm 的高透膜 ($T = 92\%$) 和对 1060 nm 的高反膜，由于改变输出镜的透过率，泵浦阈值和斜率效率均发生相应的变化，在实验中腔片 2 镀有对 1060 nm 的部分反射膜 (T 分别为 4%，18%，21%)，输出的激光波长由摄谱仪测量，输入-输出的能量由能量计测量。图 4 为激光输出能量与泵浦能量的关系，阈值分别为 2.20 mJ、2.75 mJ、4.20 mJ，斜率效率分别为 5.5%、11.9%、14.7%。

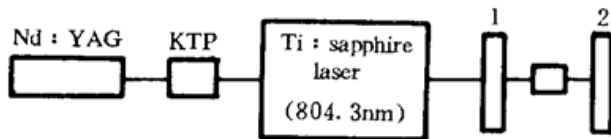


Fig. 3 Setup of the laser experiment

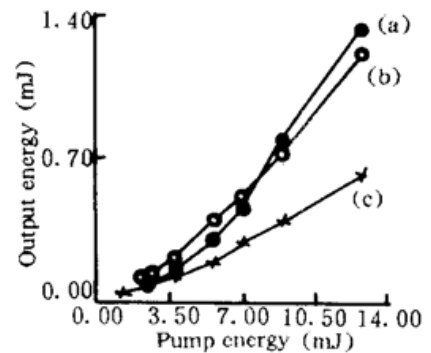


Fig. 4 Output energy versus input energy for a Ti : Sapphire laser pumped Nd:tellurite glass laser (a) $T = 4\%$ (b) $T = 18\%$ (c) $T = 21\%$

图 5 为 1066 nm 激光输出的脉冲图形，其中前一个脉冲是泵浦波。采用 803 nm 的二极

管激光器泵浦, 测得激光上能级寿命为 $170 \mu\text{s}$, 其荧光衰减曲线见图 6。

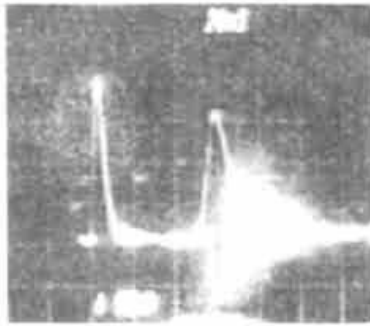


Fig. 5 Laser output pulse for a Ti:Sapphire laser pumped Nd:tellurite glass laser

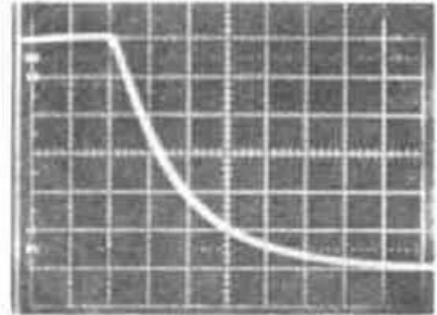


Fig. 6 Decay curves of Nd^{3+} in tellurite glasses

感谢李传东博士在测试方面予以的帮助。

参 考 文 献

- [1] M. J. Weber, J. D. Myers, D. H. Blackburn, Optical properties of Nd^{3+} in tellurite and phosphotellurite glasses. *J. Appl. Phys.*, 1981, 52(4): 2944~
- [2] S. E. Stokowski, R. A. Saroyan, M. J. Weber *et al.*, *Laser Glass Nd^{3+} -Doped Glass Spectroscopic and Physical Properties*, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Calif., 1981
- [3] N. Spector, R. Reisfeld, L. Boehm, Eigenstates and radiative transition probabilities for Tm^{3+} in phosphate and tellurite glasses. *Chem. Phys. Lett.*, 1977, 48(): 49~
- [4] J. S. Wang, E. Snitzer, E. M. Vogel *et al.*, 1.47, 1.88 and 2.8 μm emissions of Tm^{3+} and Tm^{3+} - Ho^{3+} codoped tellurite glasses. *J. Lumin.*, 1994, 60-61(): 145~
- [5] J. S. Wang, E. M. Vogel, E. Snitzer *et al.*, 1.3 μm emission of neodymium and praseodymium in tellurite-based glasses. *J. Non-Cryst. Solids*, 1994, 178(): 109~
- [6] W. R. Romanowski, S. Golab, L. Cichosz *et al.*, Influence of temperature and acceptor concentration on energy transfer from Nd^{3+} to Yb^{3+} and from Yb^{3+} to Er^{3+} in tellurite glass. *J. Non-Cryst. Solids*, 1988, 105(): 295~
- [7] J. S. Wang, D. P. Machewirth, F. Wu *et al.*, Neodymium-doped tellurite single-mode fiber laser. *Opt. Lett.*, 1994, 19(18): 1448~
- [8] M. J. Weber, Science and technology of laser glass. *J. Non-cryst. solids*, 1990, 123(): 208~

A Ti:Sapphire Laser Pumped Neodymium-Doped Tellurite Glass Laser

Lei Ning Xu Bing Jiang Zhonghong

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

(Received 31 August 1995)

Abstract A Ti:Sapphire laser pumped bulk Nd^{3+} doped tellurite glass laser operating at 1066 nm is demonstrated. The lasing threshold of 4.20 mJ and slope efficiency output energy versus pump energy of 14.7% were observed.

Key words tellurite glass, Ti:sapphire laser.