

半导体激光泵浦的掺铒光纤可见荧光实验研究

韦春龙 武丽红 李 英

(上海科技大学电子工程系,嘉定,201800)

金振洪 瞿 伟 郭平生

(上海科技大学光纤所,嘉定,201800)

摘要: 本文运用 $0.8\mu\text{m}$ 半导体激光泵浦掺铒光纤获得了在 $0.460\mu\text{m}$ 和 $0.546\mu\text{m}$ 两波长的荧光,给出了光谱测试图及泵浦功率与可见荧光输出的关系曲线。这一装置具有制作紧凑而实用的荧光光纤光源的潜力,并可用作光纤陀螺,白光干涉仪的低相干度光源。

关键词: 半导体激光泵浦 掺铒光纤 可见荧光

An experimental study of visible fluorescence in erbium-doped fiber pumped by laser diode at 806nm wavelength

Wei Chunlong, Wu Lihong, Li Ying

(Dept. of Electronics Engineering, Shanghai Science & Technology University, Jiading, 201800)

Jin Zhenghong, Qu Wei, Guo Pingsheng

(Optical Fiber Institute, Shanghai University of Science & Technology, Jiading, 201800)

Abstract: While the erbium-doped fiber is pumped by a laser diode operating at 806nm, the visible fluorescence at 460nm and 546nm wavelength are observed and measured. This paper give out the spectrum distribution curve of the fluorescence and the relation of the intensity of the visible fluorescence to pumping power. The system is compact and can be used as a low-coherence light source of the fiber gyroscope or white light interferometer.

Key words: laser diode pump erbium-doped fiber visible fluorescence

一、引 言

近年来,稀土掺杂光纤由于其可用来制作简单、紧凑和有效的光纤光源,在光纤通信和光纤传感器方面引起了人们越来越多的兴趣。在一定的激光功率泵浦下,稀土掺杂光纤可产生宽带的荧光谱^[1]。这种光源可作为光纤陀螺、白光干涉仪的低相干度光源^[2~7]。自从掺铒光纤研制成功以来,其应用研究迅速发展,尤以掺铒光纤放大器的研制成功为最。目前运用掺铒光纤制作超荧光器件亦引起了人们的重视。文献[8~10]报道了由于掺铒光纤中受激态吸收而产生了上转换可见荧光,然而所用泵浦:一为 Ar 离子激光器,一为连续 $1.06\mu\text{m}$ YAG 激光器。就实用而言,这类泵浦源由于体积庞大且成本昂贵而无实用意义。本文报道运用 $0.8\mu\text{m}$ 波长的半导体激光器泵浦掺铒光纤,获得了在 $0.460\mu\text{m}$ 和 $0.546\mu\text{m}$ 两波长的荧光。这一方式有利于制成紧凑、实用的光源。

二、基 本 原 理

掺铒光纤中铒离子能级图如图 1 所示。在一般情况下,认为在 980nm 光泵浦和 1480nm

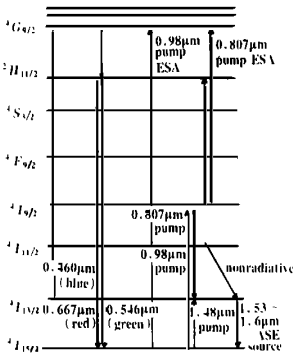


Fig. 1 Energy diagram for Er³⁺ silica pumped at 0.98 μm or at 1.48 μm and 0.8 μm including ESA and 1.5 μm lasing processes

光泵浦下, 不存在受激态吸收 (ESA), 但实际上, 980nm 泵浦时, 存在 ESA^[11], 并在 $^2H_{11/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ 跃迁发射绿色荧光, 只不过此过程寿命很短(几个微秒), 一般不予考虑。而在 806nm 波长泵浦下, 下能级粒子被泵浦至 $^4I_{9/2}$ 一部分粒子被无辐射跃迁至 $^4I_{13/2}$, 再由 $^4I_{13/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$, 实现受激跃迁, 发射 1530nm~1600nm 光, 这是目前光纤通信中光放大的主要波长; 另一部分粒子由于 ESA 的存在, 向上能级跃迁。除了在 $^2H_{11/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ 发射绿光荧光外, 还在 $^4G_{9/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$ 发射蓝色荧光及在 $^4F_{9/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ 发射红色荧光。在实际的掺铒光纤中, 由于掺杂浓度和掺杂成分不同, 发射荧光中心波长稍有不同, 且荧光的相对强度亦有所不同。只是有的波长荧光太弱, 则有可能观察不到。如本文中 667nm 红色荧光就未观察到。

本文报道采用 0.806 μm 的半导体激光器作为泵浦源, 发射功率可达 60mW。

三、实验装置与结果

实验装置简图如图 2 所示。

实验中, 806nm 的泵浦光由两只模压非球面透镜组成的耦合系统耦合进掺铒光纤, 耦合效率达 30%。一只波分复用器(WDM)用于将 460nm 和 546nm 可见荧光与 806nm 的泵浦光

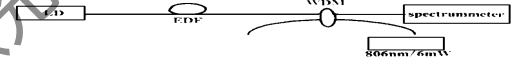


Fig. 2 Experimental setup

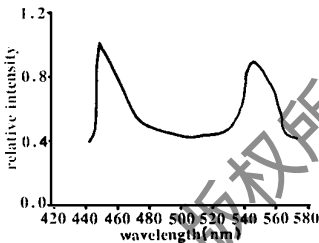


Fig. 3 Fluorescence spectrum

分离, 并用一台光纤光谱仪测量。掺铒光纤参数如下: 掺杂浓度 $N = 40\text{ppm}$, 数值孔径 $NA = 0.19$, 模场直径为 $7.3\mu\text{m}$, 光纤长度 $L = 22\text{m}$ 。

图 3 给出了光谱仪测得的荧光光谱图。由图可见 460nm 的荧光强度稍强于 546nm 处的荧光。这一结果与文献[9]不同。在文献[9]中, 由 1060nm 泵浦未见 546nm 荧光, 却在 650nm 红色荧光, 而在文献[10]中, 由于 Er/Yb 共掺而导致 546nm 荧光最强, 且伴有 650nm 红色荧光。

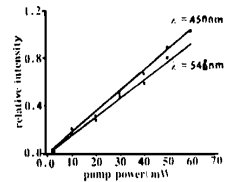


Fig. 4 The fluorescence intensity v. s. pump power

图 4 给出了不同泵浦功率下可见荧光强度与泵浦功率的关系。由图可见, 在目前的泵浦条件下, 两者基本成线性, 表明进一步提高泵浦耦合进光纤的功率, 有助于获得更高的输出荧光功率。

四、讨论

我们运用 0.8 μm 的半导体激光器泵浦掺铒光纤进行了可见光荧光实验研究。虽然, 目前所获得的最大荧光仅为 55nW, 但是由于所用掺铒光纤是为 1.55 μm 掺铒光纤放大器研制的, 作为可见光荧光器件而言, 掺铒光纤的浓度, 掺杂成分需重新组合, 这样就有望做成超荧光器

激光全息光栅计算机自动测试系统

冯功和 韩德湘 陈 涛

(华中理工大学激光技术国家重点实验室, 武汉, 430074)

摘要: 本文介绍了激光全息光栅计算机自动测试系统结构、光学测量原理及对航空膜盒的测试, 并对测试结果进行了讨论, 系统已通过技术鉴定。

关键词: 全息光栅 光学傅氏变换 二次衍射

A microcomputer automatic measurement system for laser holographic optical grating

Feng Gonghe, Han Dexiang, Chen Tao

(National Lab. of Laser Technology, HUST, Wuhan, 430074)

Abstract: Aviation slyphone is a high precise element and widely employed in air, oil, chemistry and coal industry. Based on grating diffraction principle, we developed a microcomputer automatic measurement system for checking the displacement of aviation slyphone. The system utilizes a He-Ne laser with 8mW power output as the light source to provide the 0.53 μ m resolution and \pm 0.8 μ m measurement accuracy.

Key words: holographic optical grating optical Fourier transformation secondary diffraction

件, 而且进一步提高荧光出纤功率的潜力很大。由于采用半导体激光器泵浦, 这一结构有利于制成紧凑、实用的可见光荧光光源。

作者感谢上海科大物理系顾炳生副教授的实验帮助。

参 考 文 献

- 1 Ainslie B J, Craig S R, Davey S T. J Lightwave Technol, 1988; 6(1): 287~ 292
- 2 Liu K, Digonnet M, Shaw H J et al. Electron Lett, 1987; 23(24): 1320~ 1321
- 3 Wysocki P F, Digonnet M J F, Kim B J et al. J Lightwave Technol, 1994; 12(3): 550~ 567
- 4 Chen S, Gratton K T V, Meggitt B T et al. Electron Lett, 1993; 29(4): 334~ 335
- 5 Wang D N, Ning Y N, Gratton K T V et al. J Lightwave Technol, 1994; 12(5): 909~ 916
- 6 Wang D N, Meggitt B T, Palmer A W et al. IEEE Photon Technol Lett, 1995; 7(6): 620~ 622
- 7 Fesler K A, Digonnet M J F, Kim B Y et al. Opt Lett, 1990; 15: 1321~ 1323
- 8 Laming R I, Poole S B, Tarbox E J. Opt Lett, 1988; 13(2): 1084~ 1086
- 9 华一敏, 李 劬, 陈英礼 et al. 光学学报, 1992; 12(3): 261~ 263
- 10 华一敏, 李 劬, 陈英礼 et al. 光学学报, 1992; 19(3): 219~ 221
- 11 Quimby R S, Miniscalco W J, Thompson B. Proc. Fiber laser sources and amplifiers ① Denver, 1992, Colorado, SPIE, 1992: 1789

作者简介: 韦春龙, 男, 1964 年出生。讲师。现从事激光非线性光学及光纤放大器的研究。

收稿日期: 1996-01-08 收到修改稿日期: 1996-10-14

