

掺钛宝石激光泵浦的 $1.36 \mu\text{m}$ 掺 Nd 石英 光纤激光

程瑞华 沈红卫 陈一竑 干福熹 刘玉璞* 张影华* 陆培华*

(中国科学院上海光机所, *激光技术实验室, 上海 201800)

提要 本文报道用 800 nm 掺钛宝石连续激光泵浦在掺 Nd 石英光纤中实现了 $1.36 \mu\text{m}$ 光纤激光输出, 最大输出功率为 0.58 mW , 斜率效率为 1.3% 。

关键词 掺钛光纤, 光纤激光

1.36 μm Nd : doped silica fiber laser pumped by Ti : sapphire laser

CHENG Ruihua, SIEN Hongwei, CHEN Yihong, GAN Fuxi

LIU Yupu*, ZHANG Yinhua*, LU Peihua*

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica,

* Lab. of Laser Technology, Shanghai 201800)

Abstract 1.36 μm Nd : doped silica fiber laser pumped by Ti : sapphire laser at about 800 nm was reported. The Maximum output achieved is 0.58 mW and the slope efficiency is 1.3% .

Key words Nd : doped fiber, fiber laser

1 引言

目前已产生的 $1.3 \mu\text{m}$ 波段的光纤激光几乎都是在氟化物光纤中实现的^[1,2], 而石英光纤中很少有报道。但氟化物光纤由于其工艺过程不象拉制石英光纤那么成熟和易受控制, 光纤质量受到很大限制。本文报道在国产掺 Nd 石英光纤中产生 $1.3 \mu\text{m}$ 波段的光纤激光, 测量了激光特性, 并进行了讨论。

2 实验、结果和讨论

$1.3 \mu\text{m}$ 光纤激光实验中所用泵浦源是一台 Ar 离子激光器泵浦的可调谐连续掺钛宝石激光器。实验中该激光器的工作波长为 804 nm , 其最大输出功率达 1 W 。泵浦光束经过一聚焦系统聚焦后进入光纤实行端面泵浦。位于泵浦端的腔面在 $1.3 \sim 1.4 \mu\text{m}$ 波段内反射率 $R > 99.8\%$, 而对 800 nm 泵浦光的透过率大于 80% 。输出端腔面在 $1.3 \sim 1.4 \mu\text{m}$ 波段内反射率 $R = 99\%$ 。为了抑制由 ${}^4F_{3/2} - {}^4I_{13/2}$ 跃迁产生的 $1.08 \mu\text{m}$ 辐射在光纤中形成振荡, 光纤两端腔面

对 $1.08 \mu\text{m}$ 波段的透过率均大于 80% 。输出光经过单色仪后用 AV2491 型光纤功率计(配以红外探头)接收。在测量 $1.3 \mu\text{m}$ 光纤激光输出功率时,功率计探头直接接收光纤端输出,用一块对 800 nm 波段全反的介质膜片滤去剩余的泵浦光,该介质膜片对 $1.368 \mu\text{m}$ 波长的透过率为 80% 。本实验所用光纤由中科院上海硅酸盐研究所光纤组提供,该光纤芯径 $5 \mu\text{m}$,数值孔径 0.14 。实验中所用光纤长度为 36 cm 。

图 1 是掺 Nd 石英光纤的吸收和荧光光谱图。在 800 nm 附近 Nd^{3+} 有一个很强的吸收带,它是由跃迁 ${}^4I_{9/2} - {}^2H_{9/2}$, ${}^4F_{5/2}$ 所致。 Nd^{3+} 的 $1.3 \mu\text{m}$ 荧光峰值在 1320 nm ,与其它两个发射带(峰值分别位于 $1.08 \mu\text{m}$ 和 $0.91 \mu\text{m}$)相比,它是最弱的,因而其增益最小,产生激光也最困难。

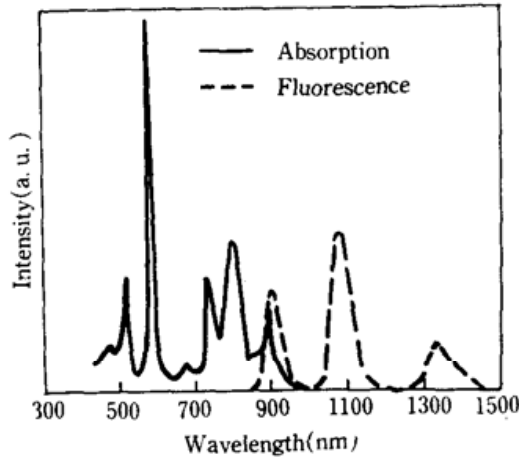


Fig. 1 Absorption spectrum and fluorescence spectrum of Nd : doped silica fiber

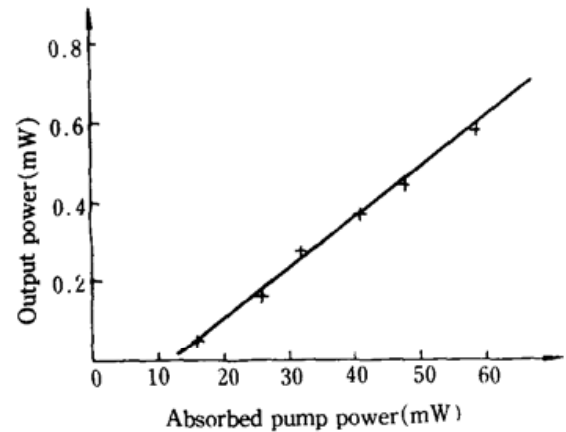


Fig. 2 Output power at $1.368 \mu\text{m}$ vs absorbed pumping one

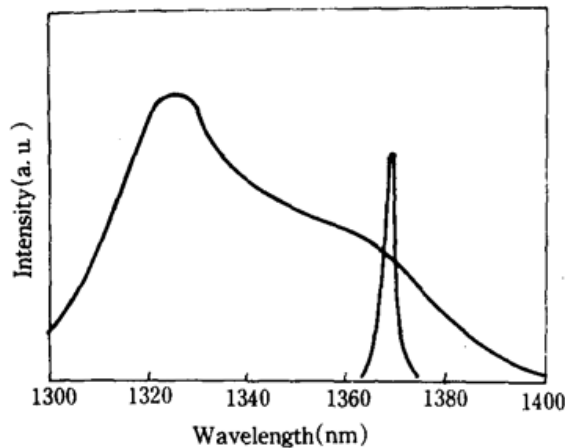


Fig. 3 Fluorescence and laser emission from Nd : doped silica fiber

图 2 是产生的 $1.3 \mu\text{m}$ 光纤激光的输出特性。在输出耦合腔片 $R = 99\%$ 时, $1.36 \mu\text{m}$ 光纤激光的阈值为 0.58 mW (吸收功率),斜率效率为 1.3% ,测得 $1.36 \mu\text{m}$ 最大输出功率为 0.58 mW 。产生的光纤激光的峰值波长位于 1368 nm ,谱宽 4 nm 。图 3 是光纤的荧光和激光谱图。光纤激光峰值与荧光峰值 (1320 nm) 偏离 48 nm ,这个偏移是由于 Nd^{3+} 离子的位于 1320 nm 附近强烈的激发态吸收 (ESA) 造成的。

与我们已实现的 $1.06 \mu\text{m}$ 和 910 nm 光纤激光^[3,4]相比, $1.3 \mu\text{m}$ 波段的激光由于其本身的增益较小,加上出现在荧光峰值处的强烈的激发态吸收,形成振荡输出较为困难。W. J. Miniscalco 等^[1]曾根据 Judd-Ofelt 理论计算了在 $1.32 \mu\text{m}$ 处发射强度与 ESA 强度的比值,在石英材料中得到该比值为 0.92 ,因而不可能有正增益,但在偏离荧光峰值较远的地方,激发态吸收强度也明显地下降,故有可能产生正增益。

在实验方面,该激光的特性还可通过选择适当反射率的输出耦合腔片和改进光纤端与腔片之间的耦合状态得到进一步提高。

参 考 文 献

- 1 W. J. Miniscalco, L. J. Andrews et al., *Electron. Lett.*, **24**(1), 28(1988)
- 2 M. C. Brierley, C. A. Millar, *Electron. Lett.*, **24**(7), 438(1988)
- 3 Chen Yihong, Cheng Ruihua et al., *Chinese Science Bulletin*, **37**(7), 556(1992)
- 4 陈一竑,程瑞华 et al., *红外与毫米波学报*, **11**,4(1992)