

全光纤色散腔掺铒光纤激光器*

林祥芝 安宏林 崔晓明 温鹏越 刘弘度

(北京大学物理系国家介观物理重点实验室, 北京 100871)

潘裕斌 锤宝璇

(香港城市大学电子工程系)

摘 要 报道用 971 nm 半导体激光器泵浦的掺铒光纤激光器的一些实验研究结果。演示了由光纤环反射器和光纤光栅构成的全光纤色散腔掺铒光纤激光器, 在 1.55 μm 波段获得了线宽小于 0.05 nm 的激光输出。

关键词 光纤, 光纤激光器, 色散腔。

1 引 言

掺铒光纤激光器具有结构简单、激射波长可以精确预定、可实现宽带调谐^[1]和窄线宽输出^[2]、且与光纤系统完全兼容等优点, 对于高传输速率和密集波分复用光纤通信及相干光通信有重要意义。

为获得光纤激光器的窄线宽输出, 本文作者提出了全光纤色散腔结构, 采用特殊设计的宽带光纤环反射器^[3](兼作 980 nm 波段的泵浦激光输入元件)和窄带光纤光栅反射器作为腔镜, 其间接入一段掺铒光纤以提供光增益, 实验上观测到谱宽小于 0.05 nm 的激光输出(受所用光谱分析仪分辨率的限制)。

2 实验结果与讨论

本文作者提出的全光纤色散腔掺铒光纤激光器结构如图 1 所示。使用的泵浦光源为波长 971 nm 的半导体激光器, 阈值电流为 18.8 mA, 最大输出功率超过 30 mW; 增益介质为一段约 40 cm 长、掺杂浓度为 1 wt% 的掺铒光纤, 熔接在一个光纤环反射器和一个光纤光栅之间。所用光纤环反射器为本实验室自制, 在 1.55 μm 波段反射率大于 99%, 在 980 nm 波段的透射率约为 70%, 所以这一光纤环既为激光器的反射腔镜, 又可直接用作泵浦光的输入端。所用光纤光栅由本实验室用紫外激光直写方法制作^[4], 峰值反射率约为 56%。

利用掺铒光纤的荧光谱测得其透射谱如图 2 所示。光纤光栅为窄带反射元件, 对 980 nm 波段的泵浦光没有影响。一光纤型隔离器加在输出端后以防止光纤输出端面反射对光纤激光

* 国家自然科学基金资助项目(69477012)。

收稿日期: 1997-03-27; 收到修改稿日期: 1997-06-28

器性能造成影响，其在 $1.55 \mu\text{m}$ 波段的隔离度为 -35 dB ，回程损耗 -61 dB ，插入损耗 0.36 dB 。光纤激光器整个腔长约为 71 cm 。

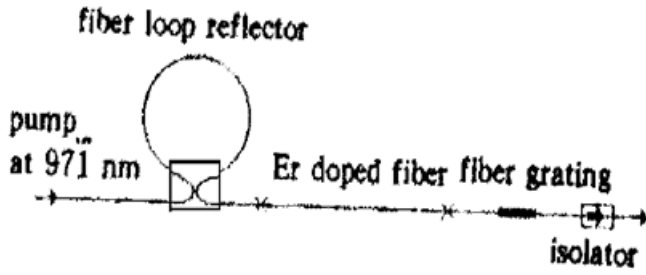


Fig. 1 Schematic diagram of fiber laser with all fiber dispersive cavity

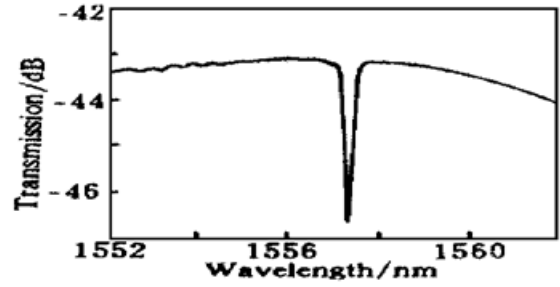


Fig. 2 The transmission spectrum of fiber grating

光纤激光器输出的光谱用 ANDO AQ-6315A 光谱分析仪测得，如图 3 所示。激光线宽为 0.05 nm ，受光谱分析仪分辨率 0.05 nm 的限制，实际线宽应小于此值。激光器输出功率特性如图 4 的示，其中泵浦光功率为进入光纤环反射器之前的功率。

由图 4 可见，激光器阈值泵浦光功率约为 7 mW ，考虑到光纤环反射器对 980 nm 波段泵浦光的透射率为 70% ，实际阈值泵浦光功率约为 5 mW 。实验测量范围内最大输出光功率达到 1.8 mW ，输出光功率相对于泵浦光功率的斜率效率约为 9% 。斜率效率较小的原因主要是所用 40 cm 长的掺铒光纤对泵浦光的吸收不充分，大部分的泵浦光未经吸收即由输出端输出。一个改进方案是采用 Er^{3+} 、 Yb^{3+} 共掺杂光纤^[5]，可将掺杂光纤对 980 nm 波段泵浦光的吸收效率提高 2 个数量级，从而大大提高斜率效率。演示实验中斜率效率低的其它原因尚有掺铒光纤与标准通信光纤的熔接损耗较大等。若采用针对性的改进措施，可望明显提高斜率效率。

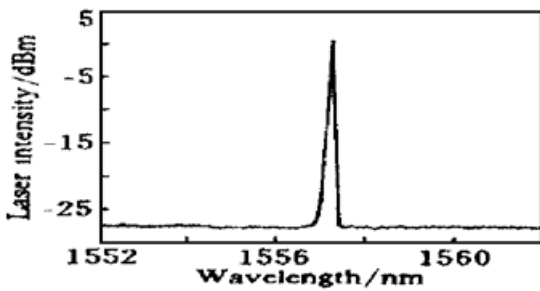


Fig. 3 The optical spectrum of the fiber laser

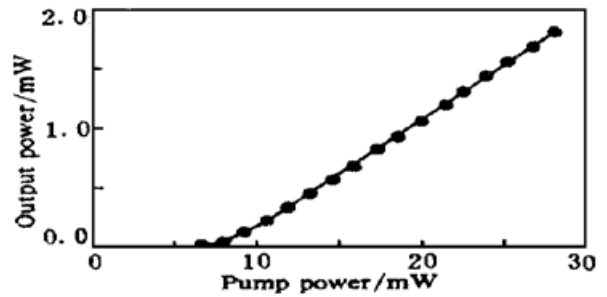


Fig. 4 The output power characteristics of the fiber laser

结 论 使用光纤环反射器与光纤光栅作腔镜，实现了窄线宽的全光纤型色散腔掺铒光纤激光器，其线宽小于 0.05 nm ，输出功率可达 1.8 mW ，斜率效率约为 9% (相对于总泵浦光输出功率)。若使用 Er^{3+} 、 Yb^{3+} 共掺杂光纤，预计可大幅度提高斜率效率，并有助于实现单频激光输出。

参 考 文 献

- [1] R. Wyatt, High-power broadly tunable erbium-doped silica fiber laser. *Electron. Lett.*, 1989, **25**(22) : 1498~ 1499
- [2] I. M. Jauncey, L. Reekie, R. J. Mears *et al.*, Narrow-linewidth fiber laser operating at 1.55 μm . *Opt. Lett.*, 1987, **12**(3) : 164~ 165
- [3] I. D. Miller, D. B. Mortimore, P. Urquhart *et al.*, A Nd^{3+} -doped cw fiber laser using all-fiber reflectors. *Appl. Opt.*, 1987, **26**(11) : 2197~ 2201
- [4] K. O. Hill, B. Malo, F. Bilodeau *et al.*, Bragg gratings fabricated in monomode photosensitive optical fiber by UV exposure through a phase mask. *Appl. Phys. Lett.*, 1993, **62**(10) : 1035~ 1038
- [5] J. T. Kringlebolt, J. -L. Archambault, L. Reekie *et al.*, $\text{Er}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$ -codoped fiber distributed-feedback laser. *Opt. Lett.*, 1994, **19**(24) : 2101~ 2103

 Er^{3+} Doped Fiber Laser with All Fiber Dispersive Cavity*

Lin Xiangzhi An Honglin Cui Xiaoming Wen Pengyue Liu Hongdu
(*Physics Department, National Laboratory on Mesoscopic Physics, Peking University, Beijing 100871*)

E. Y. B. Pun P. S. Chung
(*Department of Electronic Engineering, City University of Hong Kong*)
(Received 27 March 1997; revised 28 June 1997)

Abstract Some experimental results on Er^{3+} doped fiber laser pumped by a 971 nm semiconductor laser are reported. A fiber laser with all fiber dispersive cavity formed by a fiber loop reflector and a fiber grating is proposed and successfully demonstrated. Laser output with linewidth narrower than 0.05 nm at 1.55 μm waveband is obtained.

Key words optical fiber, fiber laser, dispersive cavity.

* Supported by the National Science Foundation of China under the Project 69477012.