

一种新型的光纤光栅调 Q 掺 Er 光纤激光器*

杜卫冲¹ 谭华耀² 刘颂豪¹

1, 华南师范大学物理系, 广州 510631

2, 香港理工大学电机系

摘 要 报道一种采用光纤光栅迈克尔逊干涉仪结构实现掺 Er 光纤 Q -开关激光输出的实验。其中的全光纤迈克尔逊干涉仪由二个相同的光纤光栅构成, 用来作为激光腔的其中一个反射镜, 它同时提供了对激光输出波长的选择和对腔面反射率进行调制的二个功能, 实验得到稳定的激光输出波长在 $1545.70 \mu\text{m}$, 脉冲功率为 500 mW , 脉宽为 $1.3 \mu\text{s}$, 重复频率为 17 kHz 。

关键词 光纤布拉格光栅, Q 开关, 光纤激光器。

近年来, 光纤光栅^[1]技术被认为在光纤通信领域内继光纤放大器之后又一场革命性的进展, 它在光纤激光器, 光纤传感器中有着广泛的应用。目前有许多工作采用光纤光栅作掺 Er 光纤激光器的谐振腔来实现连续的单模或多模激光输出, Lee 最近报道一种掺 Er 光纤调 Q 脉冲激光器^[2], 其中用一光纤光栅作为一种波长选择元件, 而利用电-光或声-光调制器插入光纤谐振腔内, 实现 Q 开关操作。本文报道一种全光纤调 Q 装置, 即采用一个新型的光纤光栅迈克尔逊干涉仪(FGMI)作为激光器的一个谐振腔反射镜, 同时实现对激光波长的选择和激光器 Q 值的调制。

这种调 Q 激光器的结构如图 1 所示。所用的掺 Er 光纤(EDF)长 9 m , 掺 Er 密度为 250 ppm , 一波长为 980 nm , 功率为 80 mW 的半导体激光器通过一 $980 \text{ nm}/1500 \text{ nm}$ 波分复用器(WDM)泵浦掺 Er 光纤。在激光器的右端, 一个反射率为 98% 的宽带反射镜作为谐振腔的一个反射镜, 另一端(在波分复用器的信号端), 接一个光纤光栅迈克尔逊干涉仪作为谐振腔的另一个反射镜面, 整个共振腔的长度为 15 m 。激光输出由一个 3 dB 的光纤耦合器引出, 用一个快响应的 PAD240 光电二极管检测其输出光强度, 图中光纤光栅迈克尔逊干涉仪是在一个 3 dB 的耦合器的二个臂上分别接入二个完全一致的光纤光栅, 其反射波长, 中心反射率, 带宽分别为 1545.70 nm , 99% 和 0.2 nm 。掺 Er 光纤在 980 nm 半导体激光的泵浦下产生的后向放大的自发辐射经过光纤光栅迈克尔逊干涉仪的 3 dB 耦合器入射到二光纤臂内的布拉格光栅上, 只有落在二光纤光栅反射带内的放大的自发辐射反射回 3 dB 耦合器并相互干涉, 即光纤光栅迈克尔逊干涉仪起到一个反射率可调的反射镜的作用。实验中, 光纤光栅迈克尔逊干涉仪其中一个光纤干涉臂紧绕在一外径为 3.8 cm 的压电陶瓷(PZT)环上, 压电陶瓷在一

* 得到 1996 年广东省重点攻关课题资助。

收稿日期: 1996 年 11 月 18 日

个足够高的正弦形电压信号驱动下,使得二干涉臂的光程差发生周期性的变化,从而可以使光纤光栅迈克尔逊干涉仪不仅起到了激光波长选择的作用,而且起到了对反射率调制实现 Q 开关的作用。

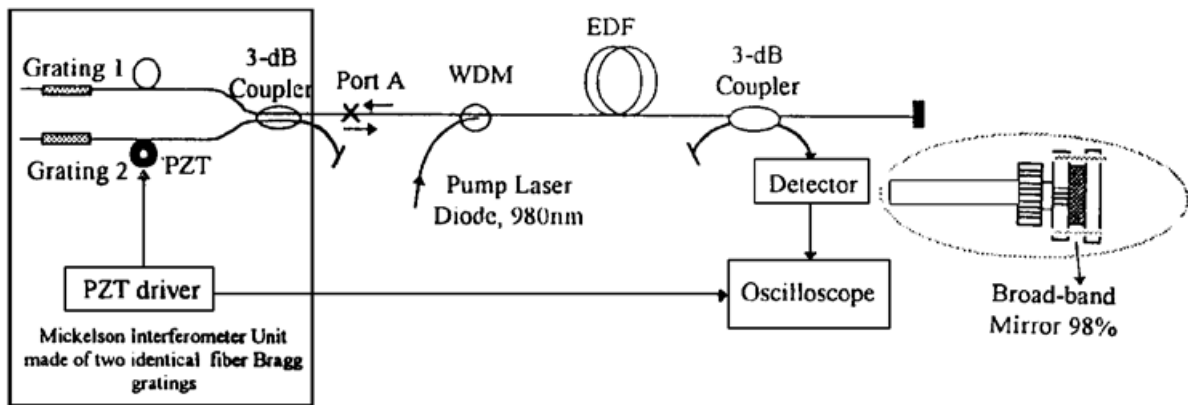


Fig. 1 Structure of the proposed Q -switched Er-doped fiber laser using a fiber grating Mickelson interferometer

如图 2 所示为示波器上观察到的当压电陶瓷施加一个幅度为 9 V, 频率为 17.0 kHz 的正弦型电压信号时产生的脉冲激光信号, 其脉冲频率和所加的调制信号频率一致, 脉冲宽度为 $1.3 \mu\text{s}$, 脉冲功率的涨落约为 7%。如图 3 所示为用一光学光谱分析器测得的脉冲激光工作下的光谱, 其激光中心波长为 1545.7 nm, 带宽为 0.2 nm, 激光输出的平均功率为 12 mW, 所以相应的脉冲峰值功率约为 0.5 W。实验中将光纤光栅迈克尔逊干涉仪的两个光纤光栅封装在同一根有机玻璃棒内, 采用温度控制, 可以在 1545 nm 附近连续调谐激光器的输入波长。

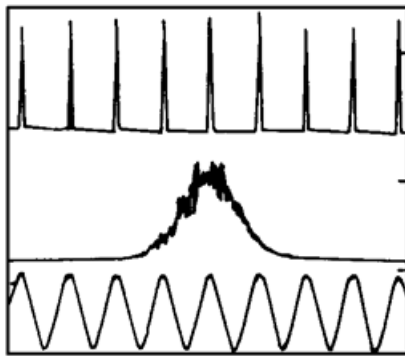


Fig. 2 Stable periodic laser pulsing signal (at top) and its pulse profile (at middle) observed when the PZT is driven by a sinusoidal voltage signal (at bottom) with a frequency of 17 kHz and a magnitude of 9.00 V

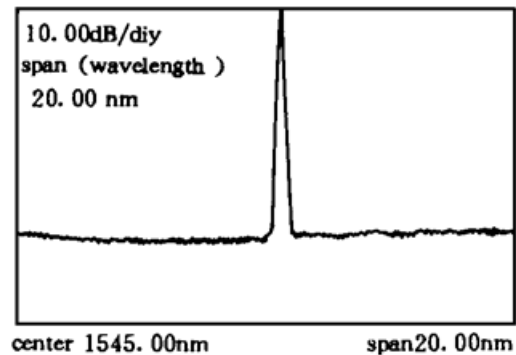


Fig. 3 Spectrum of Q -Switched Er-doped fiber laser

参 考 文 献

- [1] G. A. Ball, W. M. Morey, Continuously tunable single-mode erbium fiber lasers. *Opt. Lett.*, 1992, **17**(6) : 420~ 422
- [2] G. P. Lees, M. J. Cole, T. P. Newson, Narrow linewidth, Q -switched erbium doped fiber laser. *Electron. Lett.*, 1996, **32**(14) : 1299~ 1300

Novel Structure for Q Switched Er Doped Fiber Laser Using a Fiber Grating Michelson Interferometer

Du Weichong¹ Tam Huayao² Liu Songhao¹

1, *Department of Physics, South China Normal University, Guangzhou 510631*

2, *Department of Electrical Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong*

(Received 18 January 1997)

Abstract The Authors report a novel structure of a simple Q switched Er doped fiber laser in which a fiber grating Michelson interferometer is used as a laser cavity mirror. It offers a precise wavelength selecting as well as a feedback reflectivity modulating functions. A stable Q switched fiber laser emitting light at 1545.70 nm with a peak power of 500 mW, repetition rate of 17 kHz and pulse width of 1.3 μ s, was successfully demonstrated.

Key words fiber Bragg grating, Q switch, fiber laser.