

文章编号: 0253-2239(2003)04-0511-02

利用光子晶体光纤产生超连续飞秒激光光谱*

张 军 魏志义** 王兆华 赵玲慧 邱 阳 聂玉昕 沈乃 张 杰

(中国科学院物理研究所, 北京 100080)

摘要: 将单脉冲能量约为 2.5 nJ、脉宽为 25 fs、对应峰值功率为 0.1 MW 的 800 nm 钛宝石激光耦合到长为 10 mm, 芯径为 1.8 μm 的光子晶体光纤中, 产生了耦合效率约为 17%、谱宽覆盖可见光及近红外波段的超连续光谱。

关键词: 光子晶体光纤; 超连续光谱; 飞秒脉冲激光; 掺钛蓝宝石激光

中图分类号: 文献标识码: A

光子晶体光纤^[1~3], 也称微结构光纤, 是由英国科学家 Knight 等人利用光子晶体的原理于近年研制成功的一种新型多孔光纤。与普通光纤不同, 光子晶体光纤呈完全不同的蜂窝结构, 图 1 为典型的一种结构图^[2], 通常其中心核的直径仅有 1~2 μm 。由于这种光纤极小的芯径和可见光波段的零点色散, 因此采用较低能量的飞秒种子光脉冲即可产生宽带的超连续光谱, 在光通信、飞秒激光脉冲压缩、飞秒脉冲相位控制及光频标测量等领域具有重要的应用^[4~6]。最近, 我们采用这种光纤成功地产生了波段覆盖可见光及近红外的超连续光谱。

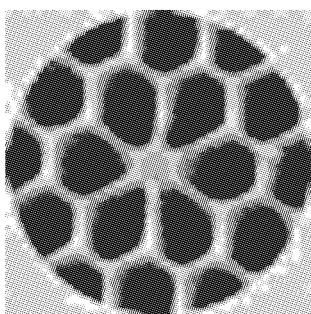


Fig. 1 The end structure of single-mode photonic crystal fiber

我们采用自建的飞秒掺钛蓝宝石激光器(TSF-1 型)作为光谱待展宽的激光光源。与迄今国际上的大多数同类实验不同, 我们所用光子晶体光纤的长度仅为 10 mm, 其芯径为 1.8 μm , 零点色散波长约在 760 nm(英国 Bath 大学提供)。激光与光纤之间的耦合元件为 40 倍率的国产显微物镜(大恒公

司), 其与光子晶体光纤分别置于两个独立的精密三维平移台上。激光的中心波长设置为 800 nm, 输出功率为 200 mW, 脉宽为 25 fs, 对应的单脉冲能量及峰值功率约分别为 2.5 nJ 和 0.1 MW。实验中光子晶体光纤与物镜之间的精确耦合是一个非常技术性的问题, 仔细微调光纤的三维平移台, 在实现最佳聚焦耦合的情况下, 我们在光纤后的光屏上观察到了明亮艳丽的彩色光斑, 所测到的总透过功率约为 35 mW, 对应的耦合效率约为 17%。图 2 为经光栅衍射到我们超净实验室横梁上的光谱照片, 图 3 为采用光学多道分析仪(Optical Multichannel

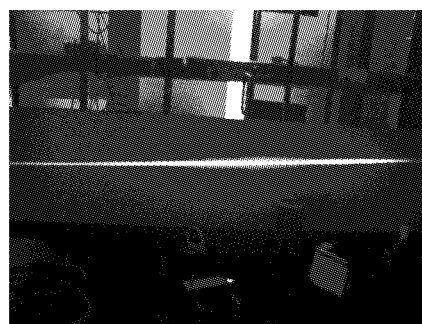


Fig. 2 Photograph of supercontinuum taken after it is diffracted by grating

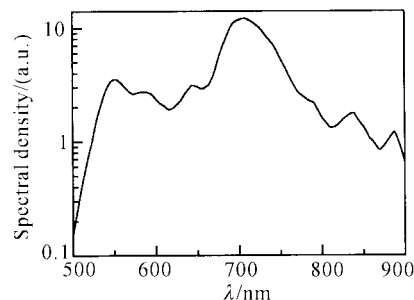


Fig. 3 A part of the spectrum measured by spectrometer

* 国家自然科学基金(10227401 和 60225005)资助课题。

** 通信联系人。E-mail: wzhy@aphy. iphy. ac. cn

收稿日期: 2002-10-25; 收到修改稿日期: 2003-01-15

Analyzer, 简称 OMA, 美国 Ocean Optics 公司) 测量的光谱曲线, 其显示的光谱已超出了所能测量的量程范围。

实验中我们进一步发现微米级的调节偏差将会大大降低激光的耦合效率, 从而使得透射光的颜色及光谱结构发生很大的变化。理论研究表明飞秒激光的自相位调制仍是导致光谱展宽的主要原因, 进一步详细的物理机制及实验研究正在进行之中。

参 考 文 献

- 1 Knight J C, Broeng J, Birks T A *et al.*. Photonic band gap guidance in optical fibers. *Science*, 1998, **282**(5393):1476~1481
- 2 Birks T A, Knight J C, Russell P S J. Endlessly single-mode photonic crystal fiber. *Opt. Lett.*, 2000, **22**(13):961~963
- 3 Cregan R F, Mangan B J, Knight J C *et al.*. Single-mode photonic band gap guidance of light in air. *Science*, 1999, **285**(5433):1537~1539
- 4 Ranka J K, Windeler R S, Stentz A D J. Visible continuum generation in air-silica microstructure optical fibers with anomalous dispersion at 800 nm. *Opt Lett.*, 2000, **25**(1):25~27
- 5 Coen S, Hing Lun Chau A, Leonhardt R *et al.*. Supercontinuum generation by stimulated Raman scattering and parametric four-wave mixing in photonic Crystal fibers. *J. Opt. Soc. Am. (B)*, 2002, **19**(4):753~764
- 6 Wadsworth W J, Ortigosa-Blanch A, Knight J C *et al.*. Supercontinuum generation in photonic crystal fibers and optical fiber tapers: A novel light source. *J. Opt. Soc. Am. (B)*, 2002, **19**(19):2148~2155

Supercontinuum Generation in Photonic Crystal Fiber by Femtosecond Pulses Laser

Zhang Jun Wei Zhiyi Wang Zhaohua Zhao Linghui Qiu Yang Nie Yuxin
Shen Naizheng Zhang Jie

(Institute of Physics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

(Received 25 October 2002; revised 15 January 2003)

Abstract: Supercontinuum light with a spectrum covering visible range was generated in a photonic crystal fiber launched by the 25 fs laser pulse train from a Ti:sapphire laser oscillator at 800 nm wavelength. The fiber has a core diameter of $\sim 1.8 \mu\text{m}$ and a length of 10 mm. By setting the laser energy at 2.5 nJ, it corresponds a peak power of about 0.1 MW, respectively, coupling efficiency of 17% was demonstrated.

Key words: photonic crystal fiber; supercontinuum spectrum; femtosecond pulsed laser; Ti:sapphire laser