

本期目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

[打印本页] [关闭]

现代应用光学

长周期光纤光栅的折射率梯度响应特性

赵明富<sup>1</sup>, 韩汐<sup>1</sup>, 罗彬彬<sup>1</sup>, 王博思<sup>2</sup>, 全晓莉<sup>1</sup>

1. 重庆理工大学 电子信息与自动化学院
2. 英国布里斯托大学 工程学院

摘要：通过模式耦合理论，建立了基于长周期光纤光栅(LPFG)的二层圆光波导模型；结合传输矩阵法，仿真得到了外部介质折射率呈线性分布情况下LPFG的透射谱。仿真结果表明：该结构下的LPFG透射谱特性强烈依赖于外部介质折射率梯度，当外部介质折射率梯度升高，透射谱的损耗峰深度逐渐降低，损耗峰3dB带宽逐渐增加，且增加量与折射率梯度的增加量呈较好的线性关系；当外部折射率梯度由 $1.1111 \times 10^{-7}$  riu/mm增加到 $1.1111 \times 10^{-5}$  riu/mm时，其梯度灵敏度可达到 $2.2 \times 10^7$  nm·mm/riu。这一结果使折射率梯度的高灵敏度测量成为可能，为设计和制作基于LPFG的折射率梯度传感器提供了一定的理论依据，并有望用于生化反应中微小尺度下折射率呈梯度分布的液相介质的测量。

关键词：光纤传感 长周期光纤光栅 模式耦合理论 传输矩阵法 折射率梯度

Response characteristics of refractive-index gradient based on long-period fiber gratings

ZHAO Ming-fu<sup>1</sup>, HAN Xi<sup>1</sup>, Luo Bin-bin<sup>1</sup>, WANG Bo-si<sup>2</sup>, QUAN Xiao-li<sup>1</sup>

1. College of Electronic Information and Automation, Chongqing University of Technology
2. Faculty of Engineering, University of Bristol

Abstract: A two-layer circle waveguide model based on Long-period Fiber Gratings(LPFG) was established according to the coupling theory. The transmission spectrum of a LPFG in external media with linear Refractive Index(RI) gradient distribution was obtained by using the transfer matrix method. Simulation results show that the transmission spectral characteristics of the LPFG are strongly dependent on the RI gradient distribution of external media. When the RI gradient of external media increases, the loss depth of the transmission spectrum decreases, the 3dB bandwidth increases, and there is a good linear relationship between bandwidth and RI gradient increment. When the RI gradient of external media increases from  $1.1111 \times 10^{-7}$  riu/mm to  $1.1111 \times 10^{-5}$  riu/mm, the gradient sensitivity can reach  $2.2 \times 10^7$  nm·mm/riu. This result allows the high sensitivity measurement of refractive index gradient to become possible, and provides a theoretical basis for the design and production of the RI gradient sensors based on LPFGs. It may be potentially suitable for application to the measurement of biochemical reactions in the small scale liquid refractive index(RI) gradient distribution.

Keywords: Optical fiber sensing Long-period fiber gratings(LPFG) Mode coupling theory Transfer matrix method Refractive index(RI) gradient

收稿日期 2012-08-24 修回日期 2012-10-22 网络版发布日期 2013-02-23

基金项目：

中国国家自然科学基金；重庆高校创新团队建设资金资助项目

通讯作者：赵明富

作者简介：赵明富(1964-)，男，重庆人，博士，教授，硕士生导师，电子科技大学兼职博士生导师，2003年于西安交通大学获得硕士学位，2007年于重庆大学获得博士学位，主要从事现代光电检测技术及仪器、生化信息获取与智能传感方面的研究。

作者Email: zmf@cqut.edu.cn

参考文献：

- [1] VENGSAKAR A M, LEMAIRE P J, JUDKINS J B et al. Long-Period fiber gratings as band-rejection filters[J]. J. Lightwave Technol, 1996, 14(1): 58-65. [2] 崔一平, 陈娜. 长周期光纤光栅传输模理论分析方法[J]. 自然科学进展, 2004, 14(11): 1310-1317. [3] 桑新柱, 余重秀, 颜盼盼 等. 基于光纤布拉格光栅的化学传感器[J]. 光学精密工程, 2006, 14(5): 771-774. [4] 罗彬彬, 赵明富, 周晓军 等. 基于结构化光纤布拉格光栅的折射率梯度传感器研究[J]. 光学学报, 2012, 32(3): 0306004. [5] 赵明富, 钟年丙, 罗彬彬 等. 用于生物量浓度在线检测的光纤衰减全反射传感器[J]. 光学精密工程, 2010, 18(8): 1707-1714. [6] 赵明富, 廖强, 陈艳 等. 光纤生物量浓度在线检测传感器[J]. 光学精密工程, 2007, 15(4): 478-485. [7] 周春新, 黄平, 曾庆科 等. 长周期光纤光栅结构参数与透射谱关系的仿真研究[J]. 应用光学, 2010, 31(4): 632-635. [8] 丁金妃, 付宏燕. 包层腐蚀长周期光纤光栅对的光谱特性研究[J]. 浙江大学学报(工学版), 2007, 41(3): 537-540. [9] 陈青云, 石胜辉, 张旨遥 等. 包层腐蚀机械写制长周期光纤光栅的耦合特性研究[J]. 光电子·激光, 2011, 22(5): 677-680. [10] 胡兴柳, 梁大开, 曾捷 等. 长周期光纤光栅对结构参数的敏感特性[J]. 光电子·激光, 2011, 22(9): 1295-1300. [11] Erdogan T. Cladding-mode resonances in short and long period fiber grating filters[J]. J. Opt. Soc. Am. A., 1997, 14(8): 1760-1773. [12] Erdogan T. Fiber grating spectra[J]. J. of Lightwave Technology, 1997, 15(8): 1277-1294.

本刊中的类似文章

1. 龙亮 钟少龙 徐静 吴亚明. 微型光纤磁传感器的设计与制作[J]. 光学精密工程, 2013, 21(9): 2294-2302
2. 童嵘嵘, 郭阳, 杨秀峰, 曹晔. 基于多模-单模-多模结构和光纤布拉格光栅同时测量温度和折射率[J]. 光学精密工程, 2012, 20(5): 921-926
3. 苗飞, 张玲, 冯德军, 隋青美, 陈霄, 贾磊, 刘汉平, 刘辉兰. 应用800 nm飞秒激光制备长周期光纤光栅[J]. 光学精密工程, 2012, 20(4): 685-691
4. 张旭苹, 高岑, 王峰, 李存磊. 应力传感光缆的应力传递特性[J]. 光学精密工程, 2011, 19(12): 2891-2899
5. 吴俊, 陈伟民, 章鹏, 刘立, 刘浩. 粘接层弹性模量对光纤Bragg光栅传感器应变传递性能的影响[J]. 光学精密工程, 2011, 19(12): 2941-

6. 范林勇, 江微微, 赵瑞峰, 裴丽, 简水生. 双芯光纤马赫-曾德尔干涉仪的温度特性[J]. 光学精密工程, 2011,19(1): 1-9
7. 涂兴华, 刘逢清, 徐宁. 非连续线性啁啾取样布拉格光栅型多信道光纤滤波器的设计[J]. 光学精密工程, 2010,18(9): 1965-1971
8. 朱涛, 柯涛, 饶云江, 段德稳, 徐敏. 微型膜结构全光纤珐珀干涉高温传感器[J]. 光学精密工程, 2010,18(5): 1054-1059
9. 姜明顺, 冯德军, 隋青美. 机械感生长周期光纤光栅的可调谐环形光纤激光器[J]. 光学精密工程, 2010,18(2): 0-
10. 梁艺军, 刘俊锋, 张巧萍, 樊晨光, 吴雷. 环形腔全光纤F-P干涉仪的声发射检测实验研究[J]. 光学精密工程, 2009,17(8): 1825-1831
11. 姜明顺, 冯德军, 隋青美. 机械感生长周期光纤光栅的实验[J]. 光学精密工程, 2009,17(7): 1513-1518
12. 蒋奇, 马宾, 隋青美. 单模光纤耦合传感器的设计[J]. 光学精密工程, 2009,17(11): 2657-2664
13. 胡涛, 赵勇. 光纤磁流体电磁场传感新方法研究[J]. 光学精密工程, 2009,17(10): 2445-2449
14. 王忠东. 用于检测土壤中农药的荧光光纤系统研究[J]. 光学精密工程, 2008,16(7): 1208-1212
15. 肖韶荣, 贲富来, 朱平. 光纤气压传感器特性分析[J]. 光学精密工程, 2008,16(6): 1042-1047