

新型长周期光纤光栅的横向负载特性及其偏振相关性研究*

王义平¹ 饶云江²

(1 上海交通大学区域光纤通信网与新型光通信系统国家重点实验室, 上海 200030)

(2 重庆大学光电工程学院, 重庆 400030)

摘 要 发现高频 CO₂ 激光脉冲写入的长周期光纤光栅谐振波长的横向负载特性具有较强的负载方向相关性, 而损耗峰幅值的横向负载特性的方向相关性较弱. 不同圆周方向的横向负载对谐振波长偏振相关性的影响差异较大, 但对损耗峰幅值偏振相关性的影响差异较小. 利用横向负载引起双折射进而导致光栅的光学主轴旋转的相关理论, 合理解释了该长周期光纤光栅独特的横向负载特性及其偏振相关性.

关键词 光通信器件; 长周期光纤光栅; 光纤布喇格光栅; CO₂ 激光; 偏振相关性; 横向负载

中图分类号 TN253 **文献标识码** A

0 引言

长周期光纤光栅(long period fiber grating: LPFG)是近几年发展起来的一种新型光纤无源滤波器件. 自 1996 年世界上第一支 LPFG 问世以来, 人们对 LPFG 的研究得到了迅速发展^[1,2]. 深入研究 LPFG 的各种特性是其在通信和传感领域获得广泛应用的必要前提, 其中横向负载特性是 LPFG 最重要的特性之一. LPFG 的写入方法很多, 不同方法写入的 LPFG 由于其形成机理不同以致其特性可能不同. Y. Lin 等人研究了紫外光在非高双折射光纤中写入的 LPFG 的横向负载特性, 发现随着负载的增加损耗峰逐渐分裂为双峰^[3]. 对于高频 CO₂ 激光脉冲写入的 LPFG, 由于 CO₂ 激光的单侧入射导致光栅横截面分布不均, 以致其具有许多独特的特性^[4]. 本文在文献[4]的基础上深入研究了高频 CO₂ 激光脉冲写入的 LPFG 的横向负载特性的方向相关性和偏振相关性, 从理论上分析了横向负载引起双折射进而导致光栅光学主轴旋转, 并合理解释了该 LPFG 独特的横向负载特性及其偏振相关性.

1 长周期光纤光栅横向负载实验

LPFG 的横向负载实验装置如图 1. 被测试的 LPFG 两端的光纤分别粘贴于左右两个转盘的轴线上, 同步转动左右两个转盘可带动 LPFG 绕轴线旋

转以便测试其不同圆周方向的横向负载特性. 待测 LPFG 和同种类型的匹配光纤平行地放置于底座表面, 并把宽度 $b=20$ mm, 重量为 200 g 的薄平板放置于 LPFG 和匹配光纤上, 然后通过向薄平板上添加砝码的方式逐渐向 LPFG 施加横向负载 P . 实际施加在 LPFG 每单位长度上的负载为 $(P+200)/2b$. 宽带光源(SLED1550S5A)作为输入, 偏振控制仪(Agilent 11896A)改变输入光的偏振态, 光谱仪(HP 86140A)测量 LPFG 透射谱的变化.

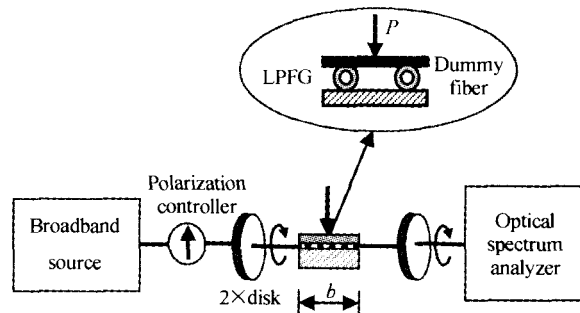


图 1 LPFG 横向负载特性实验装置

Fig. 1 Experimental set-up for testing transverse-load characteristics of LPFGs

1.1 横向负载特性的方向相关性

首先关闭偏振控制仪使其处于直通状态, 测试高频 CO₂ 激光脉冲在 Corning SMF-28 光纤中写入的 LPFG (谐振波长 1530.82 nm, 损耗峰幅值 -25.132 dB) 的横向负载特性. 每次使 LPFG 沿轴线转动 20°, 但都施加 3200 g 砝码的压力, 即 $85\text{g} \cdot \text{mm}^{-1}$. LPFG 转动一周测得的不同圆周方向的负载引起的谐振波长变化如图 2. 注: 负载方向的设定是任意的, 为了讨论方便和直观, 本文设定谐振波长对横向负载不敏感的方向为 0°. 由图 2 可知, 在不同圆周负载方向上, 虽然对 LPFG 施以同等的负载但其谐

* 国家杰出青年科学基金(No. 60025515)和中国博士后科学基金(No. 2003034258)资助项目
Tel: 021-62933301 Email: ypwang@china.com
收稿日期: 2004-05-08

谐振波长的变化量不同,这表明该 LPFG 的谐振波长对横向负载的灵敏度具有较强的方向相关性——在圆周 $0^\circ\sim 180^\circ$ 范围内存在一个谐振波长发生‘红’移最敏感的方向和一个谐振波长发生‘蓝’移最敏感的方向,以及两个谐振波长对横向负载不敏感的方向.此实验还发现该 LPFG 损耗峰幅值对不同方向的横向负载的灵敏度相近,即损耗峰幅值的横向负载特性的方向相关性较弱.

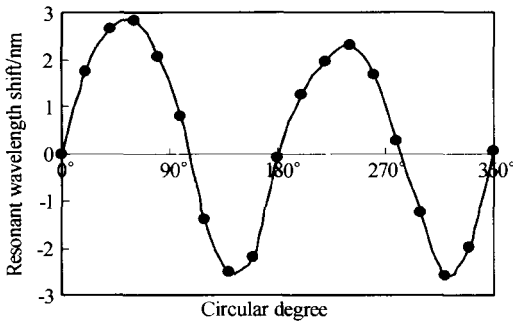


图2 LPFG 负载 $85\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ 时谐振波长变化与负载方向的关系

Fig. 2 Relationship between resonant wavelength shift and circular degree while LPFG loading $80\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$

对应图 2 中几个特殊的方向($0^\circ, 30^\circ, 55^\circ, 130^\circ, 150^\circ$),分别做横向负载逐渐增加的实验.每次增加 400g 的砝码,总计施加 4800g 的砝码.实验结果如图 3,横坐标表示单位长度上的负载 $(P+200)/2b$.图 3(a)表明该 LPFG 的谐振波长对不同圆周方向的横向负载的灵敏度不同:1)在特定的圆周方向上

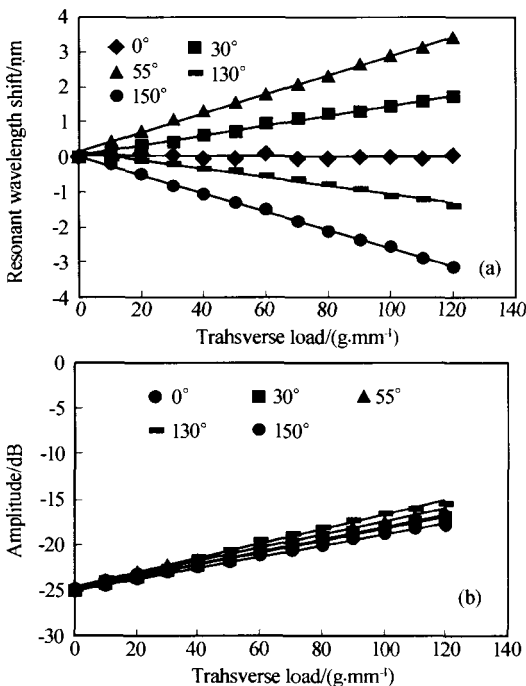


图3 在 LPF 不同圆周方向上分别施加横向负载时(a)谐振波长变化曲线与(b)损耗峰幅值变化曲线

Fig. 3 (a) Resonant wavelength shift (b) Amplitude of LPFG vs. applied transverse load at different circular orientation

谐振波长对横向负载不敏感(最大变化仅为 $\pm 0.1\text{nm}$);2)在有的圆周方向上谐振波长发生线性‘红’移;3)在另一些圆周方向上谐振波长却发生线性‘蓝’移.谐振波长的最大负载灵敏度约为 $\pm 0.03\text{nm}\cdot(\text{g}\cdot\text{mm}^{-1})^{-1}$.图 3(b)表明不同圆周方向的负载都使该 LPFG 的损耗峰幅值的绝对值线性减小且其灵敏度相近,约为 $0.07\text{dB}\cdot(\text{g}\cdot\text{mm}^{-1})^{-1}$.

横向负载实验中当把负载增加到 8000 g 也未发现紫外光写入的 LPFG 横向负载实验中随着负载量的增加原始损耗峰分裂为双峰的现象^[3],这可能与本实验所用的 LPFG 的写入方法不同以致其形成机理不同有关.由于 CO_2 激光写入的 LPFG 横向负载中损耗峰没有分裂为两个峰,因此谐振波长的横向负载灵敏度比紫外光写入的 LPFG 谐振波长的横向负载灵敏度低^[3],但仍比光纤布喇格光栅谐振波长横向负载灵敏度高几十倍^[5].

1.2 横向负载特性的偏振相关性

打开图 1 所示的实验装置中的偏振控制仪,测试高频 CO_2 激光脉冲在 Corning SMF-28 光纤中写入的 LPFG (谐振波长 1528.52 nm, 损耗峰幅值 -19.694dB) 的横向负载特性的偏振相关性.随机选择一个圆周方向承载,在薄平板上施加 3200 g 砝码的压力 ($85\cdot\text{mm}^{-1}$),然后调节偏振控制仪逐渐改变输入光的偏振态,光谱仪测得的谐振波长和损耗峰幅值的变化如图 4 中 \blacksquare 所示.图 4 中 \blacklozenge 表示负

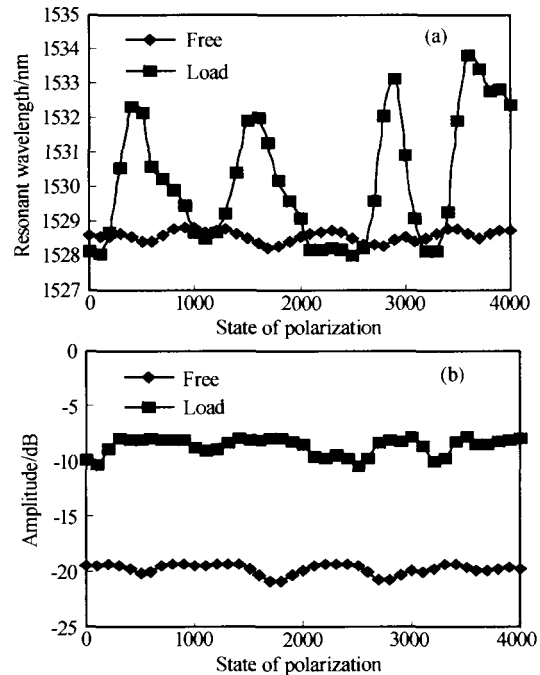


图4 LPFG 自由状态或负载 $85\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ 时谐振波长(a)与损耗峰幅值的偏振相关性(b)曲线

Fig. 4 Polarization dependence for (a) resonant wavelength (b) loss peak amplitude of LPFG under free or loading $85\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$

载为零时谐振波长和损耗峰幅值的偏振相关性. 偏振控制仪(Agilent 11896A)有四个可以手动调节的旋钮(光纤环),每个旋钮可调节 1000 步. 图 4 中的横坐标表示依次调节四个旋钮时的调节步数,即对应输入光偏振态的变化. 由图 4(a)可知,该 LPFG 负载前后的谐振波长的偏振相关性差异较大(最大偏振相关性分别约为 0.5 nm 和 5.5 nm). 由图 4(b)可知,该 LPFG 负载前后虽然损耗峰幅值的大小有较大变化(负载前 -19.694 dB,负载后约 -9 dB),但损耗峰幅值的偏振相关性却没有明显变化(负载前后最大偏振相关性分别约为 2 dB 和 2.5 dB).

用与前述相同的步骤,测试该 LPFG 不同圆周方向(0° 、 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° 、 120° 、 135° 和 150°) 负载 $85\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ 时的偏振相关性. 测试结果如图 5,横坐标与图 4 中横坐标的意义相同. 由图 5(a)可知,该 LPFG 不同圆周方向虽然承受同等负载但其谐振波长的偏振相关性差异较大. 在有的圆周方向(90°) 负载时其谐振波长的最大偏振相关性约为 1.5 nm,而在另一个圆周方向(120°) 负载时其谐振波长的最大偏振相关性约为 5 nm. 由图 5(b)可知,该 LPFG 不同圆周方向负载时,其损耗峰幅值的偏振相关性差异较小,最大偏振相关性分别约为 1~3 dB.

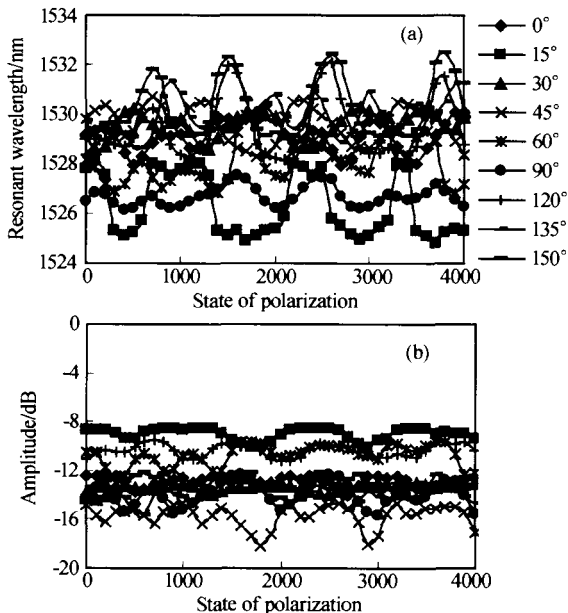


图 5 LPFG 不同圆周方向上负载 $85\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ 时谐振波长 (a) 与损耗峰幅值的偏振相关性 (b) 曲线

Fig. 5 Polarization dependence for (a) resonant wavelength (b) loss peak amplitude of LPFG under loading $85\text{g}\cdot\text{mm}^{-1}$ from different direction

2 长周期光纤光栅横向负载特性分析

横向负载(压力)通过弹光效应在光纤中引起新的双折射,从而可能使光纤的折射率和原始光学主轴发生旋转,形成新的光学主轴^[6]. 随着压力 P 的

增大,光纤的光学主轴逐渐向压力所在的方向旋转,最终光学主轴与压力的方向重合. 当压力 P 与光纤的原始光学主轴之间的夹角 α 一定时,光纤的原始双折射越小,压力导致光纤光学主轴旋转的灵敏度越大. 这是因为压力使光学主轴旋转首先不得克服光纤的原始双折射. 若光纤原始双折射较大,克服原始双折射所需要的压力就较多,从而很难使光纤的光学主轴旋转. 压力导致光纤光学主轴旋转的灵敏度还与压力和光纤原始光学主轴之间的夹角 α 有关^[6]. 当 $\alpha=0^\circ$ 或 90° 时,即压力 P 的方向与原始光学主轴 f 平行或垂直时,压力虽然引起双折射变化但不会引起光纤光学主轴旋转;当 $|\alpha|=45^\circ$ 时,压力引起光纤光学主轴旋转的灵敏度最大.

设与光纤原始光学主轴 f 和 s 对应的折射率为 n_f 和 n_s . 那么受横向负载 P 后光纤光学主轴的旋转角 $\Delta\alpha$ 以及与新光学主轴 f' 和 s' 对应的折射率 $n_{f'}$ 和 $n_{s'}$ 的可表示为^[6]

$$\tan \Delta\alpha = \frac{b}{d + \Psi} \quad (1)$$

$$n_{f'}^{-2} = \Phi + \Psi \quad (2)$$

$$n_{s'}^{-2} = \Phi - \Psi \quad (3)$$

式中

$$\Phi = \frac{a+c}{2} = \frac{1}{2} [n_f^{-2} + n_s^{-2} + (p_1 + p_2) \cdot (e_{xx} + e_{yy}) + 2p_2 e_{zz}]$$

$$\Psi = \sqrt{d^2 + b^2}$$

$$d = \frac{a-c}{2} = \frac{1}{2} [n_f^{-2} - n_s^{-2} + (p_1 - p_2) \cdot (e_{xx} - e_{yy}) \cos 2\alpha]$$

$$a = n_f^{-2} + \Delta K_{ff}, b = \frac{1}{2} \Delta K_{sf}, c = n_s^{-2} + \Delta K_{ss}$$

式中 p_1 和 p_2 是横向负载 P 的分量; ΔK_{ff} 、 ΔK_{sf} 和 ΔK_{ss} 是弹光效应引起的光纤介电不渗透性张量的变化分量; e_{xx} 和 e_{yy} 是横向负载 P 在光纤中引起的应力分量.

单侧入射的 CO_2 激光导致其写入的 LPFG 的横截面折射率分布不均匀^[4,7,8]. 在光纤面向激光入射的一侧,激光能量较强,光纤折射率变化较大;而在光纤背向激光入射方向的一侧,激光能量较弱,光纤折射率变化较小. 高频 CO_2 激光脉冲写入的 LPFG 横截面折射率分布的不均匀性使其具有一定的原始双折射^[8],从而导致其横向负载特性及其偏振相关性具有一定的方向相关性.

与 LPFG 原始双折射光学主轴 f 和 s 对应的相互垂直的偏振光的传输常数 β_f 和 β_s 可表示为

$$\beta_f = \frac{2\pi}{\lambda} n_f \quad (4)$$

$$\beta_s = \frac{2\pi}{\lambda} n_s \tag{5}$$

具有双折射的 LPFG 的纤芯基模 LP₀₁ 可以分解为两个相互垂直的偏振模 LP_{01-r} 和 LP_{01-s}。因此, LPFG 对偏振模 LP_{01-r} 和 LP_{01-s} 的传输能力决定了对纤芯基模 LP₀₁ 的传输能力, 即偏振模式的传输常数 β_r 和 β_s 的合成决定了纤芯基模的传输常数 β_{01} 。所以, β_r 和 β_s 的变化即折射率 n_r 和 n_s 的变化将导致 LPFG 模式耦合的变化, 从而使谐振波长和损耗峰幅值发生变化。

横向负载通过弹光效应使 LPFG 的双折射发生变化。设负载后沿新的光学主轴的折射率为 n_r' 和 n_s' , 与之对应的两个相互垂直的偏振光的传输常数为

$$\beta_r' = \frac{2\pi}{\lambda} n_r' \tag{6}$$

$$\beta_s' = \frac{2\pi}{\lambda} n_s' \tag{7}$$

β_r' 和 β_s' 的合成决定了纤芯基模的传输常数 β_{01}' 。因为 $n_r' \neq n_r$ 和 $n_s' \neq n_s$, 所以 β_{01}' 通常不等于 β_{01} , 即横向负载使 LPFG 纤芯基模的传输常数发生变化。因此, 对高频 CO₂ 激光脉冲写入的 LPFG 施加横向负载时其谐振波长和损耗峰幅值将发生变化。由式(2)和式(3)可知, LPFG 受压后引起的折射率变化 Δn_r 和 Δn_s 与横向负载 P 的大小和方向密切相关, 因此横向负载 P 的大小和方向决定了谐振波长和损耗峰幅值变化的大小。

横向负载引入的双折射与光栅的初始双折射结合形成新的双折射, 即表现出新的光学主轴。双折射效应的外在表现是偏振相关性。因此, 横向负载将导致光栅的偏振相关性发生变化。由式(1)可知, 横向负载引起的双折射变化的大小即光学主轴的偏转 $\Delta\alpha$ 与负载的大小和方向密切相关。因此, LPFG 负载后偏振相关性的大小不仅与负载的大小有关而且与负载的方向有关, 即在圆周的不同方向对 LPFG 施加等量的负载后, 谐振波长和幅值的偏振相关性可能不同。

横向负载引起光栅原始光学主轴旋转的灵敏度与负载方向有关的外在表现就是 LPFG 的横向负载特性具有较强的负载方向相关性, 这是因为不同方向的横向负载引起的双折射效应不同从而对纤芯基模与包层模之间的模式耦合的影响不同。高频 CO₂ 激光脉冲写入的 LPFG 横向负载特性的方向相关性如图 6, 0° 方向表示 CO₂ 激光的入射方向, 图中虚线椭圆表示因光栅横截面折射率分布不均匀而引起的双折射的等效折射率椭球, 长轴为快轴 (fast axis), 短轴为慢轴 (slow axis)。当横向负载的方向

与 CO₂ 激光入射方向平行或垂直时, 光栅的长轴和短轴所受的应力方向相反, 从而使得折射率 n_r 和 n_s 的变化方向相反, 进而导致偏振模式的传输常数 β_r 和 β_s 向相反方向变化, 所以纤芯基模传输常数 β_{01} 的变化较大。纤芯基模传输常数的较大变化将引起纤芯基模与包层模之间的模式耦合发生较大变化, 从而导致 LPFG 谐振波长的变化较大。因此, 当横向负载的方向与 CO₂ 激光入射方向平行或垂直时, 谐振波长对负载最敏感。又因为当横向负载的方向与 CO₂ 激光入射方向平行时, 光栅的长轴承受拉应力而短轴承受压应力; 当横向负载的方向与 CO₂ 激光入射方向垂直时, 光栅的长轴承受压应力而短轴承受拉应力; 所以横向负载的方向与 CO₂ 激光入射方向平行或垂直时, 负载引起的 LPFG 纤芯基模与包层模之间的模式耦合的变化方向相反, 进而导致谐振波长的漂移方向相反(‘红’移或‘蓝’移)。当横向负载的方向与 CO₂ 激光入射方向约 45° 时, 光栅的短轴和长轴受到的应力的符号相同且大小相当, 从而引起折射率 n_r 和 n_s 同等变化, 进而使得偏振模式的传输常数 β_r 和 β_s 的变化相似, 所以纤芯基模的传输常数 β_{01} 变化较小, 即纤芯基模与包层模之间的模式耦合变化较小。因此, 横向负载的方向与 CO₂ 激光入射方向约为 45° 时谐振波长对负载最不敏感。

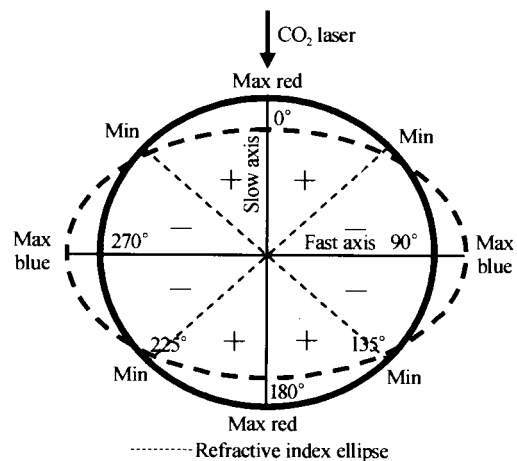


图 6 LPFG 不同圆周方向的负载灵敏度
Fig. 6 Schematic diagram of load-sensitivity for LPFG corresponding to different circle orientation

所以, 如图 6, 在 CO₂ 激光入射的方向上谐振波长对负载‘红’移最敏感; 与激光入射方向垂直的圆周方向谐振波长对负载‘蓝’移最敏感; 与 CO₂ 激光入射方向呈 45° 的圆周方向谐振波长对负载最不敏感。在图中‘+’对应的圆周方向, 谐振波长随负载线性‘红’移; 在图中‘-’对应的圆周方向, 谐振波长随负载线性‘蓝’移。图 6 中的 0° 方向对应图 2 中的 45° 方向, 这是由于为了便于理解和直观, 在图 2 中

作了 45° 的平移,但这并不影响问题的一般性. 由于高频 CO_2 激光脉冲写入的 LPFG 横截面的等效折射率椭球的中心一般并不与光纤的几何中心完全重合,因此负载使谐振波长‘红’移(‘蓝’移)最敏感的方向未必一定是图 6 中的 0° 和 180° (90° 和 270°) 方向,谐振波长对负载最不敏感的方向也未必一定在 45° , 135° , 225° 和 315° 方向,但通常分别在这些圆周方向的附近.

不同方法写入的 LPFG 由于其形成机理不同,以致其原始双折射也不同,从而导致其横向负载特性也不同. 紫外光写入法利用掺锗光纤的光敏性,曝光引起的光纤横截面折射率变化比较均匀并且集中在掺锗的纤芯,从而使该方法写入的光栅的原始双折射很小,甚至为零. 横向负载引入的双折射使这种光栅的纤芯基模分裂为两个相互垂直的偏振模 LP_{01-x} 和 LP_{01-y} ,从而使光栅原始损耗峰分裂为双峰^[3]. 单侧 CO_2 激光写入的 LPFG 的原始双折射很大^[7,8],横向负载引入的双折射首先不得不克服光栅的原始双折射,从而使光栅的光学主轴发生旋转. 因此,横向负载时首先观察到负载特性的方向相关性,而没有观察到原始损耗峰分裂为双峰的现象. 当把负载增大到很大时,即横向负载引入的双折射完全克服了光栅的初始双折射后可能也能观察到原始损耗峰分裂为双峰的现象. 但由于 LPFG 很脆,施加大量的横向负载而又不破坏 LPFG 非常困难,因此目前仍没有观测到双峰现象. 由于 LPFG 的形成机理比较复杂,对其表现出来的特性的更深入的分析有待进一步研究.

3 结论

高频 CO_2 激光脉冲写入的 LPFG 谐振波长的横向负载特性有较强的方向相关性——在圆周 $0^\circ \sim 180^\circ$ 范围内存在一个谐振波长‘红’移最敏感的方向和一个谐振波长‘蓝’移最敏感的方向,以及两个对横向负载不敏感的方向. 在谐振波长对横向负载比较敏感的圆周方向,谐振波长随负载线性漂移. 损耗峰幅值随横向负载线性减小但其灵敏度的方向相关性较弱. 横向负载对谐振波长偏振相关性的影响较大,并且不同圆周方向的负载对谐振波长偏振相关性的影响差异很大;横向负载对损耗峰幅值偏振相关性的影响较小,并且不同圆周方向的负载对

损耗峰幅值偏振相关性的影响差异不大. 高频 CO_2 激光脉冲写入的 LPFG 具有一定的原始双折射,横向负载通过弹光效应引入的双折射将使光栅的光学主轴发生旋转,旋转的灵敏度与负载的方向有关. 该新型 LPFG 横向负载特性及其偏振相关性的方向相关性的内在原因是负载引起双折射使得光栅光学主轴旋转,进而导致纤芯基模与包层模之间的耦合发生变化. 随着研究的深入该新型 LPFG 所具有的独特的横向负载特性必将在通信与传感领域获得广泛应用.

参考文献

- 1 王义平, 饶云江, 冉曾令, 等. 对弯曲不敏感的长周期光纤光栅传感器. 光子学报, 2002, **31**(6): 725~729
Wang Y P, Rao Y J, Ran Z L, et al. *Acta Photonica Sinica*, 2002, **31**(6): 725~729
- 2 王义平, 饶云江, 曾祥楷. 长周期光纤光栅弯曲特性的耦合模理论分析. 光子学报, 2002, **31**(10): 1205~1208
Wang Y P, Rao Y J, Zeng X K. *Acta Photonica Sinica*, 2002, **31**(10): 1205~1208
- 3 Liu Y, Zhang L, Bennion I. Fibre optic load sensors with high transverse strain sensitivity based on long-period gratings in B/Ge co-doped fibre. *Electronics Lett*, 1999, **35**(8): 661~662
- 4 Rao Y J, Wang Y P, Ran Z L, et al. Novel fiber-optic sensors based on long-period fiber gratings written by high-frequency CO_2 laser pulses. *J of Lightwave Technology*, 2003, **21**(5): 1320~1327
- 5 Wagreich R B, Atia W A, Singh H, et al. Effects of diametric load on fibre Bragg gratings fabricated in low birefringent fibre. *Electronics Lett*, 1996, **32**(13): 1223~1224
- 6 Calero J, Wu S P, Pope C, et al. Theory and experiments on birefringent optical fibers embedded in concrete structures. *J of Lightwave Technology*, 1994, **12**(6): 1081~1091
- 7 VanWiggeren G D, Gaylord T K, Davis D D, et al. Axial rotation dependence of resonances in curved CO_2 -laser-induced long-period fibre gratings. *Electronics Lett*, 2000, **36**(16): 1354~1355
- 8 Ryu S H, Park Y, Oh S T, et al. Effect of asymmetric stress relaxation on the polarization-dependent transmission characteristics of a CO_2 laser-written long-period fiber grating. *Opt Lett*, 2003, **28**(3): 155~157

Study on Transverse-load Characteristics and Polarization Dependence of Novel Long Period Fiber Gratings

Wang Yiping¹, Rao Yunjiang²

1 State Key Laboratory on Local Fiber-optic Communication Networks and Advanced Optical Communication Systems, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030

2 Department of Optoelectronic Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030

Received date: 2004-05-08

Abstract It is demonstrated that the transverse-load characteristic of the resonant wavelength for LPFGs induced by high-frequency CO₂ laser pulses depends strongly on the load-direction, whereas the transverse-load characteristics of the loss peak amplitude is independent on the load-direction. The polarization dependence of the resonant wavelength for the LPFGs is deeply affected by the transverse-load, and the affection depends on load direction, whereas, the polarization dependence of the loss peak amplitude is little affected by the transverse-load. The transverse-load resulted in the optical-axis of the LPFG rotating. The unique transverse-load characteristics of the novel LPFG are analyzed using the theories about the optical-axis rotation, resulting from the load-induced birefringence, of the LPFG.

Keywords Optical communication devices; Long period fiber gratings; Fiber Bragg gratings; CO₂ laser; Polarization dependence; Transverse-load



Wang Yiping was born in 1971, in Chongqing, China. He received the B. S. degree in precision instrument engineering from Xi'an Institute of Technology, Xi'an China, in 1995, and the M. S. degree in precision instrument and mechanism and the Ph. D. degree in optics engineering from Chongqing University, Chongqing, China, in 2000 and 2003, respectively. He joined the State Key Laboratory on Local Fiber-optic Communication Networks and Advanced Optical Communication Systems, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China, as a postdoctoral research fellow in 2003. His current research interests concentrate primarily on the field of fiber gratings, the polymer waveguide owning the electro-optics effect, and their applications in optical fiber communication and sensing. He is a member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) and the Optical Society America(OSA).