

doi: 10. 3788/gzxb20124103. 0283

# 具有复合式法珀腔的光纤压力传感器的解调

姜丽娟, 江俊峰, 刘铁根, 刘琨, 刘宇, 梁霄, 王少华

(天津大学 精密仪器与光电子工程学院; 光电信息技术教育部重点实验室, 天津 300072)

**摘 要:**对由三个反射面构成的复合式法珀腔的光纤法珀压力传感器进行了输出光谱理论分析, 提取了含有传感器腔长信息的包络, 提出了基于干涉级次拟合的解调算法, 仿真分析了传感法珀腔腔长范围为  $160 \sim 215 \mu\text{m}$  的光谱信号. 结果显示, 在不同信噪比下, 基于干涉级次拟合的算法可获得较好的测量准确度, 同一信噪比下, 该准确度不依赖腔长变化, 也不依赖光谱解调波长分辨率变化. 实验结果表明, 基于干涉级次拟合结果曲线残差的均方根差为  $0.012 \mu\text{m}$ , 验证了该算法的有效性.

**关键词:** 光纤法珀; 压力传感器; 干涉; 光谱

**中图分类号:** TN253

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-4213(2012)03-0283-5

## 0 引言

光纤法珀传感器可将待测压力、应变等信息转化为法珀腔长度信息, 在石油化工、航空航天及桥梁等建筑物的健康监测中有广泛的应用前景<sup>[1-6]</sup>.

光纤法珀传感器通常采用单一法珀腔结构, 法珀腔由两个光纤端面, 或者一个反射面和一个光纤端面构成. 这种光纤法珀传感器多基于毛细管结构制作, 即在毛细管中插入两段光纤构成, 不易形成密闭真空腔, 批量化制作困难, 传感器一致性也较难保证. 基于微机电 (Micro Electro Mechanical Systems, MEMS) 技术的光纤法珀传感器比较容易形成真空密闭腔, 实现批量化制作<sup>[7]</sup>, 但该类型的光纤法珀传感器存在多个反射面, 从而形成复合式法珀腔, 其干涉光谱输出较为复杂. 基于 MEMS 的光纤法珀传感器中用于传感的法珀腔的腔长很短, 多采用白光强度解调法来进行解调<sup>[8]</sup>, 当腔长较长, 在光源光谱范围内存在多个光谱反射谱峰时, 白光强度解调法不适用, 需要采用光谱相位解调法.

本文针对自行制作的、长腔长的、基于 MEMS 的复合式法珀腔的光纤法珀压力传感器进行了输出光谱理论分析, 提取了含有腔长信息的包络, 提出了一种基于干涉级次<sup>[9]</sup>拟合的腔长计算方法, 通过仿真分析以及实验验证, 验证了该方法的有效性.

## 1 复合式法珀腔的输出光谱分析

本文研究的光纤法珀压力传感器的结构如图

1, 光纤端面与第一个硅片的端面构成第一个光纤法珀腔, 记为 F-P<sub>1</sub>, 腔内的介质为硅, 腔长为  $h_1$ , 两个硅片端面构成第二个光纤法珀腔, 记为 F-P<sub>2</sub>, 腔内为真空或空气, 腔长为  $h_2$ , 且  $h_1 > h_2$ , 两者构成复合式法珀腔. 制作时, 首先制作带通孔的玻璃晶圆片, 然后用阳极键合的方式在玻璃晶圆片的两侧分别键合上硅片, 形成密闭腔, 最后划片成微传感头单元, 并将该微传感头单元与传输光纤连接, 封装后形成复合式法珀腔传感器. 由于采用现有 MEMS 加工技术, 而传感器的性能主要由微传感头单元中的法珀腔决定, 因此传感器的一致性较好.

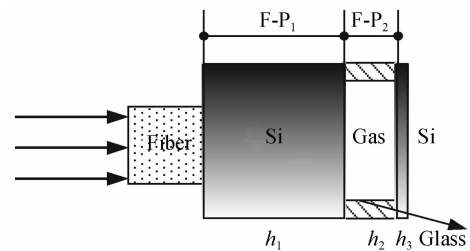


图 1 复合式法珀腔结构

Fig. 1 Cascade Fabry-perot structure

图 1 中, 薄硅片直接感受外界的压力变化, 其厚度为  $h_3$ , 外表面经过毛化处理去除反射, 光线经过法珀腔的相位延迟分别为  $2\varphi_1 = 4\pi n_1 h_1 / \lambda$  和  $2\varphi_2 = 4\pi n_2 h_2 / \lambda$ . 复合式法珀腔对应的三层反射界面分别是光纤与硅片组成的界面, 硅片与真空或空气组成的界面以及真空或空气与硅片组成的界面, 三个界面的反射比分别为  $r_1, r_2$  和  $r_3$ , 透射比分别为  $t_1, t_2$  和  $t_3$ .

**基金项目:** 国家重点基础研究发展计划 (No. 2010CB327802)、国家自然科学基金 (No. 11004150); 天津市科技支撑重点项目 (No. 11ZCKFGX01900)、教育部博士点新教师基金 (No. 200800561020)、中国博士后科学基金资助项目 (No. 201003298) 和深圳市传感器技术重点实验室开放基金 (No. SST201013) 资助

**第一作者:** 姜丽娟 (1986-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为光纤传感系统信号解调. Email: jiangjiehappy@126.com

**导师 (通讯作者):** 江俊峰 (1977-), 男, 副教授, 主要研究方向为光纤传感、光电检测、光纤偏振技术. Email: jiangjfxu@163.com

**收稿日期:** 2011-09-15; **修回日期:** 2011-11-15

不考虑损耗影响,根据文献 [10-11],可得光纤法珀传感器的理论反射率为

$$R_3 = 1 - (t_1 t_2 t_3)^2 / D_3 = A_3 / D_3 \quad (1)$$

式中

$$D_3 = 1 + (r_1 r_2)^2 + (r_2 r_3)^2 + (r_1 r_3)^2 + 2r_1 r_2 (1 + r_3^2) \cos(2\varphi_1) + 2r_3 r_2 (1 + r_1^2) \cos(2\varphi_2) + 2r_1 r_3 \cdot \cos(2\varphi_1 + 2\varphi_2) + 2r_1 r_2^2 r_3 \cos(2\varphi_1 - 2\varphi_2) \quad (2)$$

$$A_3 = D_3 - (t_1 t_2 t_3)^2$$

由式(2)可知复合式法珀腔的反射率与两个腔的长度  $h_1, h_2$  以及波长  $\lambda$  分布有关. 当式(2)  $r_1, r_2, r_3$  任一个取值为零时,可以得到单个法珀腔光强反射率的表达式. 因为折射率  $n_{\text{gas}} < n_{\text{fiber}} < n_{\text{si}}$ , 根据反射系数菲涅尔公式推得  $r_1 < 0; r_2 > 0; r_3 < 0$ , 并且  $|r_1| < |r_2|; |r_2| = |r_3|$ , 其理论值为  $r_1 = -0.411493; r_2 = 0.55325; r_3 = -0.55325$ . 但是实际上,法珀腔的光谱输出还要考虑到光传输损耗和耦合损耗,可以将这些损耗等效到  $r_2$  和  $r_3$  中.

实验系统如图 2,光源为 ASE 宽带光源,其波长分布在 1525~1600 nm 之间,利用 Agilent 光谱仪对传感器反射回的信号进行光谱分析. 实验得到的传感器反射信号经光谱归一化后,其分布如图 3(a)所示.

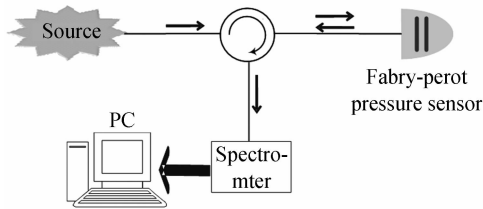
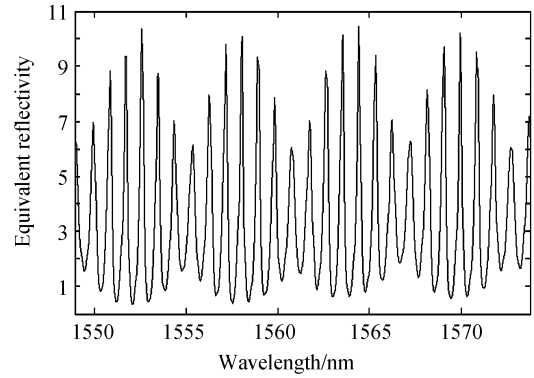


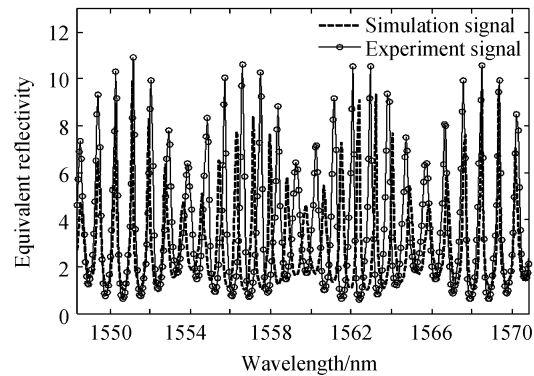
图 2 实验系统结构  
Fig. 2 Experimental system structure

利用式(1)对图 3(a)的实验光谱信号进行非线性曲线拟合,其中  $r_1, r_2, r_3, h_1, h_2$  组成非线性曲线拟合模型的参量集,根据传感器尺寸特征,设定各参量的初始值,并不断调整进行非线性曲线拟合,曲线拟合残差最小时得出的最佳拟合系数即为参量  $r_1, r_2, r_3, h_1, h_2$  的值. 拟合结果如图 3(b),参量  $r_1 = -0.41, r_2 = 0.28, r_3 = -0.11, h_1 = 400 \mu\text{m}$  和  $h_2 = 206 \mu\text{m}$ . 根据文献[12]计算可知,光在  $206 \mu\text{m}$  长的空气腔中传输的光功率损耗率仅为  $3.2 \times 10^{-7}$ ,因此由空气介质引起的损耗可以忽略.

光纤法珀腔压力传感器中用于感受压力变化的硅片的厚度  $h_3$  约为  $17 \mu\text{m}$ ,如图 1,其最大弯曲变形量  $\Delta h_3$  与外界压强变化量  $\Delta p$  的关系<sup>[6]</sup>为  $\Delta h_3 = 3R_3^3(1-\nu^2)\Delta p/16Eh_3^3$ ,其中  $E$  为弹性模量,  $R_3$  为硅片半径,约为  $0.5 \text{ mm}$ ,  $\nu$  为泊松比. 在一个大气压下,  $\Delta h_3$  约为  $2.12 \mu\text{m}$ ,则 F-P<sub>2</sub> 腔长最大变化量  $\Delta h_2$  为  $2.12 \mu\text{m}$ . 对于硅腔 F-P<sub>1</sub> 中硅片的最大变形量



(a) Experimental results



(b) Matching results of simulation and experimental signal

图 3 复合式法珀腔输出光谱图

Fig. 3 The output spectrum of cascade Fabry-Perot

$\Delta h_1$  有  $\Delta h_1 = h_1 \Delta p / E$ , 则在一个大气压下,  $\Delta h_1$  约为  $0.37 \text{ nm}$ , 可见  $\Delta h_2 \gg \Delta h_1$ , 因此当传感器受一定压强时, 可以认为 F-P<sub>1</sub> 的腔长没有发生变化, 只有 F-P<sub>2</sub> 的腔长发生变化, 传感器的灵敏度为  $20.99 \text{ nm/kPa}$ , 测量压力范围可以达到  $6.7 \text{ MPa}$ .

F-P<sub>2</sub> 腔的光反射率表达式为

$$R_2 = \frac{r_2^2 + r_3^2 + 2r_2 r_3 \cos(2\varphi_2)}{1 + r_2^2 r_3^2 + 2r_2 r_3 \cos(2\varphi_2)} \quad (3)$$

因此从复合腔信号中解析出如式(3)所描述的信号曲线, 就可以解调出传感器的腔长.

图 3(a)中显示, 复合式法珀腔长的输出信号存在两个包络, 由函数的极值点构成, 对于式(1)取对数后, 求其极值, 即求式(4)的解.

$$(\ln R_3)' = \frac{A_3'}{A_3} - \frac{D_3'}{D_3} = 0 \quad (4)$$

由式(1)可知  $D_3' = A_3'$  且  $D_3 \neq A_3$ , 则令式(4)满足的条件是  $D_3' = A_3' = 0$ . 令  $\varphi_1 / \varphi_2 = 2\pi n_1 h_1 / 2\pi n_2 h_2 = \alpha$ , 则由式(2)、(4)得

$$A_3' = \frac{(1+r_3^2)}{r_3} \alpha \sin(2\alpha\varphi_2) + \frac{\alpha+1}{r_2} \sin[2(\alpha+1)\varphi_2] + \frac{(1+r_1^2)}{r_1} \sin(2\varphi_2) + r_2(\alpha-1) \sin[2(\alpha-1)\varphi_2] = 0 \quad (5)$$

将经过拟合后的参量  $r_1, r_2, r_3, h_1, h_2$  分别代入式(5), 就可以求得一组  $\varphi_2$ , 将这些角度值对应波长点

的光强反射率取出就可以得到复合法珀腔传感器信号的包络曲线.图 4(a)是 F-P<sub>2</sub> 腔的理论光谱曲线,复合式法珀腔信号的上下包络曲线.图 4(b)是对图 4(a)的局部放大显示.从图中可以看出复合式法珀腔的下包络点基本分布在 F-P<sub>2</sub> 腔的信号曲线上,经计算下包络曲线与 F-P<sub>2</sub> 腔的理论光谱曲线的标准偏差为 0.23.复合式法珀腔信号的下包络曲线可以近似为 F-P<sub>2</sub> 腔的信号曲线,因此对于此复合式法珀腔腔长的解调就可以等效为对信号下包络曲线的解调.

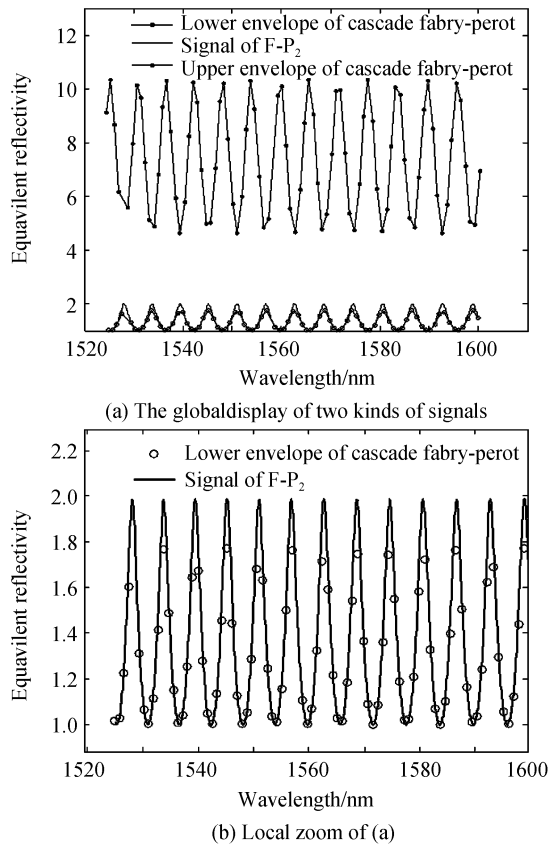


图 4 F-P<sub>2</sub> 输出信号与复合式法珀腔输出信号的包络  
Fig. 4 The signal of F-P<sub>2</sub> and the envelope of cascade Fabry-Perot

## 2 干涉级次拟合算法

光纤法珀腔的腔长可以通过双峰值计算公式  $h = \frac{\lambda_{n-1}}{2n_0} \frac{\lambda_n}{(\lambda_n - \lambda_{n-1})}$  实现绝对测量<sup>[13]</sup>,其中  $n_0$  为腔内介质折射率, $\lambda_n, \lambda_{n-1}$  为相邻谱峰波长.但是直接使用该公式计算误差较大<sup>[14]</sup>.本文提出基于干涉级次拟合的解调方法,该方法对干涉级次进行了拟合校准,提高了测量准确度.

相邻谱峰波长  $\lambda_n, \lambda_{n-1}$  对应的干涉级次应满足  $m_n = m_{n-1} - 1$ ; 并且  $4\pi n_0 h / \lambda = 2\pi m$ , 则可推出干涉级次的表达式

$$m_{n-1} = \lambda_n / (\lambda_n - \lambda_{n-1}) \quad (6)$$

对于同一腔长,反射光谱中相邻两个波长按式(6)计算出的干涉级次取整后,理论上与波长成线性关系,但按照同一取整方法, $m$  取值会产生跳变,假设干涉级次误差为  $\Delta m$  且  $\Delta m \geq 1$ , 则由于干涉级次引起的腔长计算误差  $n_0 \Delta h = \Delta m \lambda / 2$ , 当波长在 1 525~1 600 nm 间时,腔长的测量误差大于 0.8  $\mu\text{m}$ .

在同一腔长下,各个波长对应的干涉级次满足关系

$$m_n = m_0 - p + 1 \quad (7)$$

式中  $m_0$  是最小波长对应的干涉级次,  $p$  是波长个数.由式(7)知,各个波长的干涉级次  $m$  值是线性递减的,其干涉级次的分布应满足  $f(x) = ax + b$  的线性关系,  $x$  在  $1, 2 \dots p$  中取值,  $a = -1, b = m_0 + 1$ ; 利用按式(6)计算出的干涉级次,通过最小二乘线性拟合得出曲线截距  $b$ , 对截距取整,可计算  $m_0 = \text{Int}(b) - 1$ , 其中  $\text{Int}(b)$  为取  $b$  的整数部分.然后根据式  $4\pi n_0 h / \lambda = 2\pi m$  利用  $m_0$  计算出腔长.

该方法采用多个波长计算,对干涉级次进行了校准,避免了某一个波长对应干涉级次跳变产生的影响,提高了测量准确度.

## 3 仿真和实验分析

为验证基于干涉级次拟合的解调方法对腔长计算准确度的改进,根据图 2 所示,实验系统进行了实验验证,同时也与直接采用双峰计算公式的方法进行了对比.

### 3.1 仿真分析

仿真时,光源光谱波长范围为 1 525~1 600 nm 之间,参量取值为  $r_1 = -0.41, r_2 = 0.28, r_3 = -0.11, h_1 = 400 \mu\text{m}, h_2 \in (100 \mu\text{m}, 215 \mu\text{m})$

首先保持腔长不变,分析信噪比的影响.计算中,  $h_2$  取为 180  $\mu\text{m}$ , 每一信噪比下的仿真计算重复 500 次.计算结果如图 5.

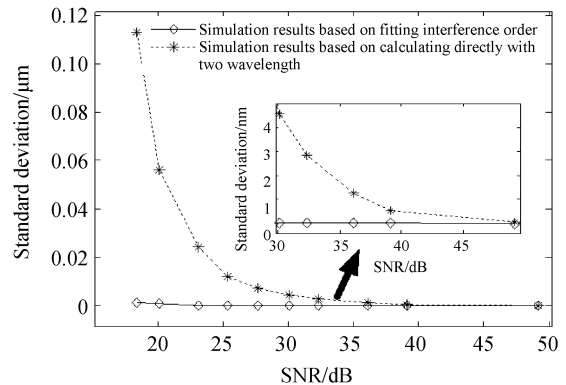


图 5 法珀腔长  $h_2 = 180 \mu\text{m}$  时,不同信噪比下仿真结果的标准偏差变化曲线

Fig. 5 Standard deviation variation at the different signal to noise when  $h_2 = 180 \mu\text{m}$

从图5中可以看出,在信噪比低于35 dB时,采用干涉级次拟合的计算结果的标准偏差明显小于采用双峰值直接计算的结果,两者之间最大可相差 $0.11\ \mu\text{m}$ ,干涉级次拟合的计算方法在低信噪比的情况下具有较好的准确度.当信噪比高于35 dB时,两种方法计算结果的标准偏差相差较小,差值小于 $0.01\ \mu\text{m}$ .图5右上角为高信噪比下,仿真结果的局部放大显示.从整体上看,采用干涉级次拟合算法的计算结果受信噪比的影响较小.而双峰值直接计算法受信噪比的影响很大.

其次,保持信噪比不变,改变 $h_2$ 的值,仿真分析腔长对解调的影响.计算中起始腔长为 $160\ \mu\text{m}$ ,终止腔长为 $215\ \mu\text{m}$ ,腔长改变步长为 $0.5\ \mu\text{m}$ ,信噪比25 dB,其结果如图6.

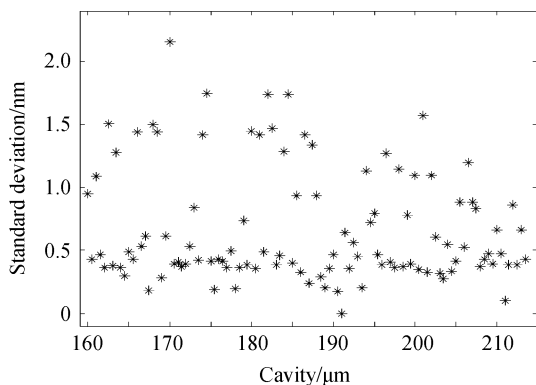


图6 SNR=25 dB,不同腔长下基于干涉级次拟合算法的腔长标准偏差

Fig. 6 The simulation results based on fitting interference-order at different cavity length when SNR=25 dB

由图6知,随着腔长的改变,基于干涉级次拟合计算结果的标准偏差均小于 $2.5\ \text{nm}$ ,腔长的改变对解调准确度影响小.

最后,保持腔长和信噪比不变,改变光谱分辨率的值,仿真分析光谱分辨率对解调准确度的影响.其中腔长为 $207\ \mu\text{m}$ ,信噪比为25 dB,仿真结果如图7.

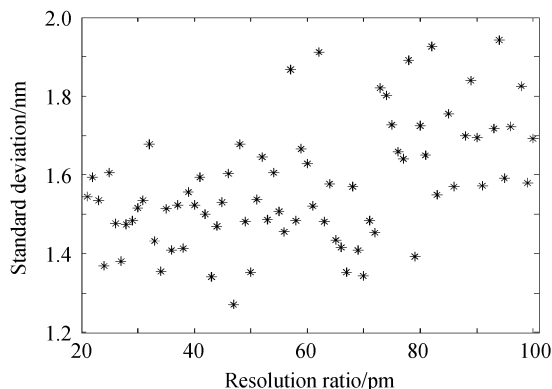


图7 法珀腔长 $h_2=207\ \mu\text{m}$ ,SNR=25 dB时,不同光谱分辨率下基于干涉级次拟合算法的腔长标准偏差

Fig. 7 The simulation results based on fitting interference-order at different spectrum resolution ratio when  $h_2=207\ \mu\text{m}$  SNR=25 dB

可知当光谱分辨率从 $20\ \text{pm}$ 增加到 $100\ \text{pm}$ 时,基于干涉级次拟合计算结果的标准偏差均小于 $2.4\ \text{nm}$ ,光谱分辨率对解调准确度影响小.实验系统中光谱仪的光谱分辨率为 $60\ \text{pm}$ ,根据传感器的灵敏度计算可得,腔长为 $207\ \mu\text{m}$ 的传感器理论能测量的最小压强即其压强测量分辨率约为 $0.114\ 34\ \text{kPa}$ .

### 3.2 实验结果分析

利用图2的实验系统,用高准确度气压加压装置对复合式法珀腔传感器施加压力,压力的范围为 $70\sim 200\ \text{kPa}$ ,施压步长 $10\ \text{kPa}$ .

实验获得的压强与腔长的关系拟合曲线如图8,从图中可知采用双峰值直接计算的解调结果值分布在拟合曲线的上下两侧,存在着明显的波动,曲线线性度差,其拟合曲线的线性度为 $11.79\%$ ,曲线拟合残差的均方根差为 $0.15\ \mu\text{m}$ ,而采用干涉级次拟合计算的结果值分布在拟合曲线上,其拟合曲线的线性度为 $0.4\%$ ,曲线拟合残差的均方根差为 $0.012\ \mu\text{m}$ ,表明基于干涉级次拟合算法可有效提高检测线性度,从而提高测量准确度.

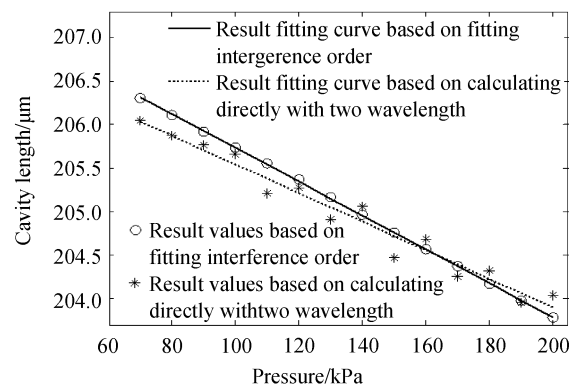


图8 实验结果

Fig. 8 Experimental results

图9是分别在两天内做的实验的测量曲线,两次测量的结果基本吻合,传感器的灵敏度约为 $19.43\ \text{nm/kPa}$ ,在低压部分传感器的重复性较差,而当压强在 $120\ \text{kPa}$ 以上时,传感器的重复性较好.

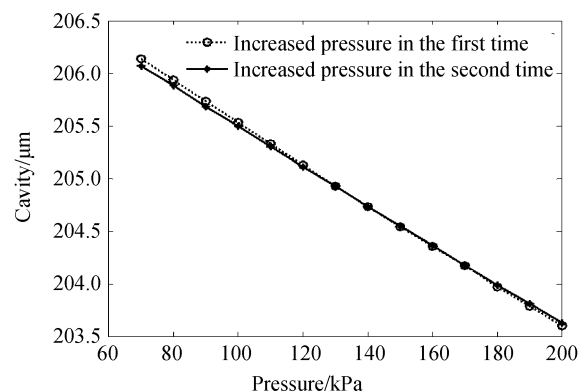


图9 复合式传感器分别在两天内测量实验结果

Fig. 9 The results of cascade fabry-perot in two days

## 4 结论

本文利用实验数据与理论分析相结合,将复合式法珀腔的光纤法珀压力传感信号的下包络光谱曲线近似为法珀腔的信号光谱曲线,提出了一种基于干涉级次拟合的计算腔长的方法,通过仿真分析以及实验研究,表明该方法能够有效地提高测量准确度,验证了该方法的有效性。

### 参考文献

- [1] JIANG Jun-feng. A research on theory and technique of demodulation of optical fiber sensors used for structure health monitoring[D]. Tianjin: Tianjin University, 2004.  
江俊峰. 用于结构健康监测的光纤传感解调系统的理论与方法研究[D]. 天津:天津大学,2004.
- [2] ZHANG Lei, YU Qing-xu. An improved demodulation method for F-P and FBG multiplexing system[J]. *Journal of Optoelectronics · Laser*, 2009, **20**(8): 1008-1011.  
张磊,于清旭. 光纤 F-P 腔与 FBG 复用传感器精确解调方法研究[J]. *光电子·激光*, 2009, **20**(8): 1008-1011.
- [3] WU Yi-ming, LI Ming, CHENG Guang-hua. Fabricating micro fiber Fabry-Perot sensor with femtosecond laser pulses [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2010, **39**(4): 584-587.  
吴易明,李明,程光华. 飞秒激光制造微型光纤法布里-珀罗干涉传感器[J]. *光子学报*, 2010, **39**(4): 584-587.
- [4] JIANG Jian, RAO Yun-jiang, RAN Zeng-ling, et al. A novel extrinsic fiber optic Fabry-Perot interferometric sensing system based on optical amplification[J]. *Acta Optica Sinica*, 2004, **24**(2): 183-186.  
江建,饶云江,冉曾令,等. 光放大外腔式光纤法布里珀罗干涉传感系统[J]. *光学学报*, 2004, **24**(2): 183-186.
- [5] JIANG Yi. Progress in fiber optic white-light interferometry [J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2010, **37**(6): 1413-1420.  
江毅. 光纤白光干涉测量术新进展[J]. *中国激光*, 2010, **37**(6): 1413-1420.
- [6] LEI Xiao-hua, CHEN Wei-min, ZHANG Peng, et al. Demodulation method based on fourier transform with cubic spline interpolation for optical fiber Fabry-Perot sensors[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2008, **37**(4): 705-708.  
雷小华,陈伟民,章鹏,等. 基于三次样条差值的光纤 F-P 传感器傅里叶变换解调研究[J]. *光子学报*, 2008, **37**(4): 705-708.
- [7] LI MING, WANG MING. Optical MEMS pressure sensor based on Fabry-Perot interferometry[J]. *Optical Express*, 2006, **14**(4): 1497-1504.
- [8] LI Wei-zhuo. Wavelength multiplexing of MEMS pressure and temperature sensors using fiber bragg gratings and arrayed waveguide gratings[D]. Ohio: University of Cincinnati, 2005.
- [9] CHEN Wei-min, WANG Ning, ZHU Yong, et al. Experimental study on the affection of gaussian spectrum of light source on the optical fiber F-P strain sensor[J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2003, **30**(1): 88-92.  
陈伟民,王宁,朱永,等. 实际光源光谱分布对相位型光纤法-珀应变传感器的影响及其实验研究[J]. *中国激光*, 2003, **30**(1): 88-92.
- [10] SUN Xue-zheng, CHEN Hai-xing, GU Pei-fu. Characteristic analysis of multi-cavities Fabry-Perot filters with attenuation [J]. *Acta Optica Sinica*, 2005, **25**(7): 970-975.  
孙雪铮,陈海星,顾培夫. 引入衰减的多腔法布里珀罗滤波器的特性分析[J]. *光学学报*, 2005, **25**(7): 970-975.
- [11] CHEN Ming-rui, BI Si-wen, DOU Xi-bo. Transmission characteristics of two-cavity Fabry-Perot structure[J]. *High Power Laser and Particle Beams*, 2010, **22**(8): 1870-1874.  
陈明睿,毕思文,豆西博. 双腔法布里-珀罗腔透射特性[J]. *强激光与粒子束*, 2010, **22**(8): 1870-1874.
- [12] LÜ Tao, DU Qiu-jiao, BI Jie, et al. Effect of cavity length loss on fiber-optic sensor based on extrinsic Fabry-Perot cavity[J]. *Opto-Electronic Engineering*, 2007, **34**(8): 130-133.  
吕涛,杜秋皎,毕洁,等. 腔长损耗对非本征 F-P 腔光纤传感器的影响[J]. *光电工程*, 2007, **34**(8): 130-133.
- [13] JING Zhen-guo, YU Qing-xu, ZHANG Gui-ju, et al. A novel wavelength demodulating method for white light optical fiber sensor system[J]. *Acta Optica Sinica*, 2005, **25**(10): 1347-1351.  
荆振国,于清旭,张桂菊,等. 一种新的白光光纤传感系统波长解调方法[J]. *光学学报*, 2005, **25**(10): 1347-1351.
- [14] QI B, PICKRELL G R, XU J C, et al. Novel data processing techniques for dispersive white light interferometer [J]. *Optical Engineering*, 2003, **42**(11): 3165-3171.

## Demodulation of Cascade Optical Fiber Fabry-Perot Pressure Sensor

JIANG Li-juan, JIANG Jun-feng, LIU Tie-gen, LIU Kun, LIU Yu, LIANG Xiao, WANG Shao-hua

(College of Precision Instrument & Opto-electronics Engineering; Key Laboratory of Opto-electronics Information Technical, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** Through analysing the spectrum of the cascade optical fiber Fabry-Perot pressure sensor composed with three reflecting surfaces, the lower envelope of the spectrum can be used to demodulate the sensor's cavity length. A novel algorithm based on fitting of interference-order is proposed. Simulation analysis is carried out with the cavity length of F-P<sub>2</sub> varying between 160 μm to 215 μm. It is shown that the results precision can be improved using the novel method at the different signal to noise ratio (SNR), and is not impacted by sensor's cavity length and the optical spectrum resolution ratio at the same SNR. The experiment is also carried out, and the calculation results show that the residuals of the least square curve fitting is 0.012 μm, which verify the effectiveness of the new algorithm.

**Key words:** Optical fiber Fabry-Perot; Pressure sensor; Interference; Spectrum