

引用格式: CHANG Zhuang, JIANG Yi. Multi-channel Optical Fiber EFPI Absolute Cavity Length Measurement System Based on FPGA Control and White-light Interference Technology[J]. Acta Photonica Sinica, 2022, 51(11):1106004
常庄,江毅. 基于FPGA控制与白光干涉技术的多通道光纤EFPI绝对腔长测量系统[J]. 光子学报, 2022, 51(11):1106004

基于FPGA控制与白光干涉技术的多通道光纤 EFPI绝对腔长测量系统

常庄^{1,2}, 江毅¹

(1 北京理工大学 光电学院, 北京 100081)

(2 信息光子技术工业和信息化部重点实验室, 北京 100081)

摘 要:介绍了一种基于光纤白光干涉测量技术和现场可编程门阵列的多通道高速外腔式法珀干涉型传感器解调系统。该系统由一个半导体光放大器和一个光纤法珀可调谐滤波器来制作一个高速波长扫描光纤激光器,通过对称三角波技术驱动可调谐法珀滤波器产生扫描频率为 1 kHz 的扫频光谱。用 FPGA 实现 EFPI 传感器的高速信号解调。该系统实现了 4 通道每个通道 2 kHz 的 EFPI 传感器高速解调。

关键词:外腔式法珀干涉仪;光纤传感器;高速白光干涉测量;现场可编程门阵列;信号高速解调

中图分类号:TP212

文献标识码:A

doi:10.3788/gzxb20225111.1106004

0 引言

光纤外腔式法珀干涉型传感器(Extrinsic Fabry-Perot Interferometer, EFPI)具有体积小、灵敏度高、抗电磁干扰能力强、制造工艺相对简单且成本低廉等优点^[1-4]。通常情况下,该类型传感器由两个未镀膜的光纤端面组成,中间有一个空气间隙^[5],空气腔的长度可以被一些物理参数调制,如振动^[6]、温度^[7]和压力^[8]等。光纤 EFPI 传感器的解调方法可分为两类:基于激光干涉仪的解调和基于白光干涉仪的解调。前者适用于动态信号的相对测量,后者一般用于静态或缓变信号的绝对测量。

白光干涉测量技术(White-Light Interferometry, WLI)能够实现绝对测量,有着测量动态范围大和抗干扰能力强等优点^[9]。目前,各种类型的白光干涉解调方法已经被应用,其中包括峰峰值法^[10]、波长跟踪法^[11]、干涉级次法^[12]、主频法^[13]和傅里叶变换法^[14]。但想要实现高速信号的测量,并达到所需要的分辨率,以及进一步实现 EFPI 传感器的复用技术,却并不简单。一般来说,测量系统会受到扫描光源模块和电脑处理速度等因素限制。此外,与光纤布拉格光栅(Fiber Bragg Grating, FBG)传感器相比,EFPI 传感器难以实现串联复用。因此为了实现 EFPI 传感器的复用,就需要使用多通道测量系统。多通道测量系统可以使用一组光纤耦合器来划分出多个光路。但随着需要处理的信号变多,也会导致测量速度下降。

现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array, FPGA)处理器就能够解决解调速度的问题。由于其内在含有大量的数字逻辑资源和丰富的 RAM 资源,FPGA 可以同时进行数据的处理与分析^[15]。通过将 FPGA 与 FBG 测量系统相结合,已经将 FBG 的解调速度提升到了几十千赫兹^[16-17]。同时实现了数百个 FBG 传感器的复用^[18]。因此在原理上基于白光干涉的 EFPI 传感器的多通道高速测量系统也是可行的。

本文提出了一种基于光纤白光干涉的多通道高速解调系统,它利用以 SOA 为增益介质的可调谐波长扫描光纤激光器和 FPGA 信号处理器进行 EFPI 传感器的解调,该系统达到了 2 kHz 的解调速度并实现了 4 个

基金项目:国家自然科学基金(No. U20B2057)

第一作者:常庄(1996—),男,硕士研究生,主要研究方向为光纤传感技术。Email: 1505455115@qq.com

导师(通讯作者):江毅(1967—),男,教授,博士,主要研究方向为光纤传感技术。Email: bitjy@bit.edu.cn

收稿日期:2022-04-19;录用日期:2022-05-26

<http://www.photon.ac.cn>

通道的同时测量。

1 多通道高速测量系统

图1为用于测量EFPI传感器绝对腔长的多通道高速测量系统。以半导体光放大器(Semiconductor Optical Amplifier, SOA)为增益介质的激光器作为波长扫描光源,可调谐法珀滤波器(Fiber Fabry-Perot Tunable Filter, FFP-TF)作为波长扫描器件,研制出的环形腔波长扫描光纤放大器,其中心波长为1 550 nm,波长扫描范围为1 510~1 590 nm,平均输出功率为2 mW,线宽为0.1 nm,扫描频率为1 kHz。波长扫描激光被一个耦合器分成两个光路,一路90%的光被注入到一个1分4路光分束器中,并分出4路光用于EFPI传感器的多通道传感。另一路10%的光被注入到一个标准具中用于波长校准。来自EFPI传感器的反射光和来自标准具的透射光都被光电探测器(Photoelectric Detector, PD)检测,4路传感器信号与标准具信号通过AD转换模块后由4路FPGA解调系统进行信号解调,最后通过以太网的传输方式将解调结果同时发送给交换机。交换机再通过IP地址的分配把最终结果上传到上位机进行显示。其中基于FPGA的信号处理系统主要由17个高速模数转换器(Analog-to-Digital Converter, ADC)(型号:AD9226, ADI公司)、一个FPGA芯片(型号:EP4CGX150DF2717N, Altera公司)、一个千兆以太网芯片(型号:RTL8211E)和其他几个必要的模拟电路芯片组成。在这里,模拟传感信号和标准具信号由12位的ADC在板上进行数字化,采样频率为50 MHz,输出实时存储在内部FIFO中。在FIFO中采集并存储了一整帧信号后,FPGA处理器产生了一个中断,用于进一步处理。此外,一个扫描频率为1 kHz的三角波发生器,通过产生一个扫描电压,用于驱动FFP-TF,同时也为FPGA的信号处理系统提供了同步采集信号。由于是并行结构,信号处理系统中的所有任务都能并行运行。

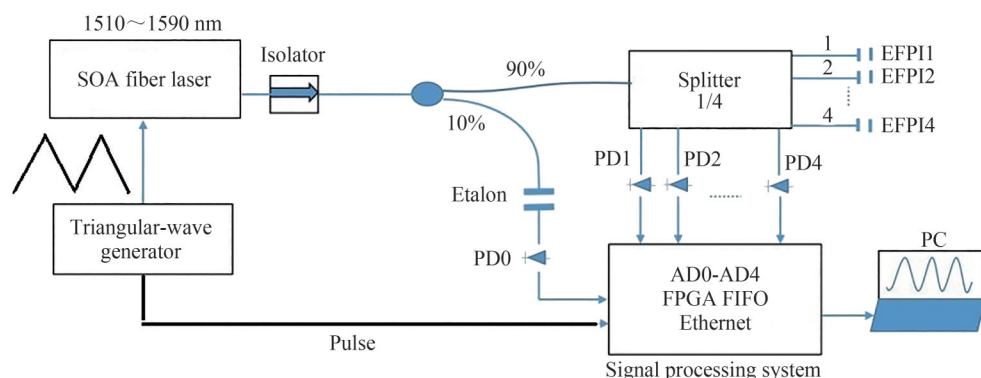


图1 基于白光干涉技术的解调系统的示意图

Fig. 1 Schematic diagram of a WLI-based demodulation system

为了提高解调速度并有效实现信号的同步采集,在系统中引入对称三角波技术。该技术通过使用直接数字合成器(Direct Digital Synthesizer, DDS)芯片产生一个对称的三角波和一个同步采集信号(方波)。在本文中,对称三角波的幅度为4~30 V,频率为1 kHz,同步采集信号的幅度为5 V,频率与前者相同。所有这些都是由一个微处理器(Advanced RISC Machines, ARM)(型号:STM32F103)控制的。图2为高速白光干涉解调系统信号时序图。当FPGA检测到同步采集信号的下降沿时,它产生一个发射信号给ADC。同时,FFP-TF被不断增加的扫描电压所驱动,并输出波长不断增加的波长扫描光。当FPGA检测到同步采集信号的上升沿时,同样会产生一个发射信号,但随着扫描电压的降低,将输出波长不断减小的波长扫描光,因此计算时需要将数据位置进行颠倒来得到正确的峰值位置。

本文设计的多通道白光干涉测量系统理论上每个通道可以达到2 kHz的解调速度。图3为高速解调仪采集的标准具原始信号。采样时间约为210 μ s,对应的波长范围为1 510 nm至1 590 nm。可以看出,上升和下降的扫描电压得到的标准具信号近似是对称的。抹去标准具信号的峰为标记位置,标记波长为1 529.55 nm,峰峰距为0.4 nm。

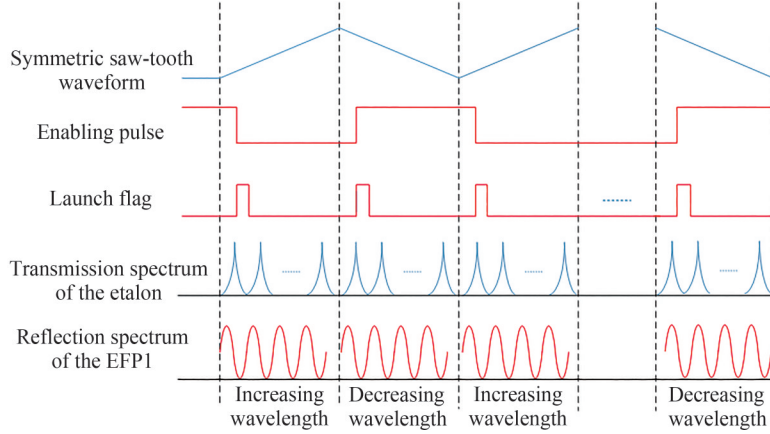


图2 高速白光干涉解调系统信号时序图

Fig. 2 Signal timing diagram of high-speed white light interferometric demodulation system

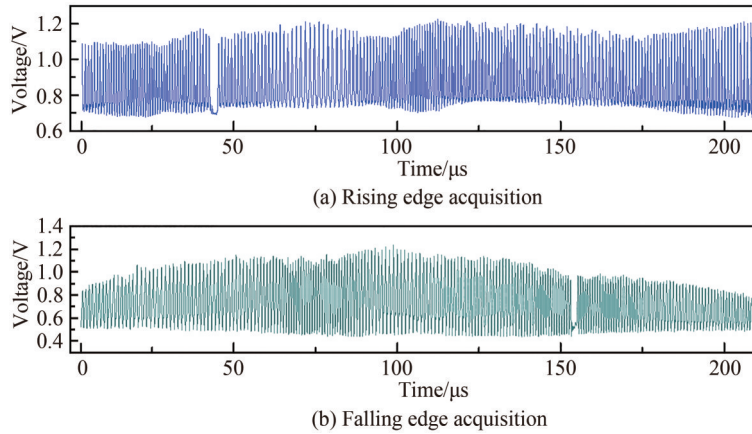


图3 标准具信号

Fig. 3 Etalon signal

2 解调算法

峰峰值法是白光干涉解调算法中最简单的方法。EFPI传感器的腔体长度 L 表示为

$$L = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (1)$$

式中, λ_1 和 λ_2 是白光光谱中两个相邻的峰值或谷值的波长,它们的相位差为 2π 。根据式(1)可知,腔长的分辨率是由这两个波长的精度与两个相邻波峰或波谷之间的波长间距所决定。

干涉级次法在峰峰值法的基础上进一步提高了测量的分辨率相结合,并且弥补了只测量单一峰值位置时出现的跳峰现象。首先,通过峰峰值法中的计算式(1)算出干涉仪的光程差预估值 L_c ,再根据式(2)将 L_c 代入后得到干涉级次 m , λ_m 与 λ_{m+1} 为对应级次下的波长值。

$$m = \frac{L_c}{\lambda_m} = \frac{\lambda_{m+1}}{\lambda_{m+1} - \lambda_m} \quad (2)$$

由于误差的关系,粗略计算得到干涉级次 m 不是严格的整数。因此先要对干涉级次 m 做取整处理,再反代入式(3)中,就可得到绝对腔长值的大小。

$$L = \text{Integer}(m) \cdot \frac{\lambda_m}{2} \quad (3)$$

还存在一些解调算法,例如傅立叶变换法、互相关计算法和基于 3×3 耦合器的解调法等等。虽然这些方法计算的绝对腔长值具有较高的分辨率,但计算过程较为繁琐,不适合写入FPGA中做高速的信号解调。峰峰值法虽然算法简单且稳定有效,但由于受到寻峰算法精度的限制,因此测量分辨率较低。干涉级次法

改进了峰峰值法,可在FPGA中实现的同时,还能进行大动态范围的测量,并且分辨率较高,成为了本系统的最佳选择。

为了得到EFPI的两个相邻的波峰或波谷的波长,首先要对采集信号进行阈值判定来去除背景噪声,然后将信号通过四阶牛顿柯特斯(Newton-Cotes)公式进行降噪,对频谱信号进行预处理,接着使用质心寻峰算法来计算频谱的瞬时波峰或波谷的位置,最后采用拉格朗日插值多项式进行波长拟合,从而计算出EFPI的波峰或波谷波长。

由于环境因素与采样精度的影响,采集的原始信号需要进行降噪处理。采用设置实时动态阈值的办法,每一次阈值的大小为上一时刻获得的信号的最大值和最小值之差的四分之一。如果信号值小于等于阈值,将视为背景噪声去除。

为了去除采集信号自带的噪声,通常要采用滤波器来去除噪声干扰。在这里通过Newton-Cotes公式进行降噪,以抑制高频噪声,公式可以表示为^[19]

$$\int_a^b f(x)dx \approx (b-a) \sum_{k=0}^n C_k^{(n)} f(x_k) \quad (4)$$

式中, $C_k^{(n)}$ 是Cotes的系数, n 是顺序, x_k 是 x 轴的值, $f(x_k)$ 是 y 轴的值。Cotes的系数可以描述为

$$C_k^{(n)} = \frac{1}{n} \frac{(-1)^{n-k}}{k!(n-k)!} \prod_{\substack{i=0 \\ i \neq k}}^n (t-i) dt \quad k=0, 1, \dots, n \quad (5)$$

式中, $t = \frac{x_k - a}{x_k - x_{k-1}}$ 。在这里,当 $n=4$ 时,降噪效果最佳,降噪后的标准具信号如图4所示。正如预期的那样,噪声和失真都得到了有效的抑制。此外,由于FPGA的高速处理,滤波所产生的时间延迟约为 $0.3 \mu\text{s}$ 。

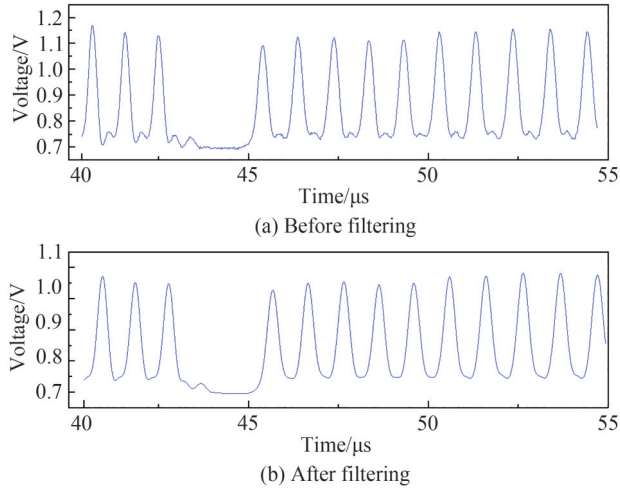


图4 标准具信号
Fig. 4 Etalon signal

参照FBG传感器的解调系统,有多种方式可以用来检测峰值位置,同理在EFPI传感器中也是可行的。大多数的光纤EFPI传感器,具有低精细度和正弦波谱响应的特点,采用了质心寻峰算法^[20]可以有效的确定谷值的位置。质心法的原理:通过模数转换后的采样点,可视为若干个离散的电压值,记为 y_i ,其大小与光强成正比。当横坐标视为采样点位置,纵坐标视为电压时,即可绘制出光谱波形。对于成高斯分布或正弦分布的采集信号,进行波形分析,可以把信号中采样的离散点看作是有质量的,则波形的质心横坐标就对应的是波谷的位置,谷值位置也为光谱的最小功率点,其表达式

$$X_c = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{\sum y_i} \quad (6)$$

式中, x_i 为采样点横坐标, i 为有效采样光谱点, X_c 为质心处横坐标。

在获得标准具信号的峰值位置和EFPI信号后,EFPI传感器的波长值可以根据校准的标准具信号的波

长值标定出来。这里采用拉格朗日插值多项式法,其表达式为^[21]

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i l_i(x) = \sum_{i=0}^n \left(\prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \right) \cdot y_i \quad (7)$$

式中, n 是顺序,这里设定为 $n=4$, x_j 是标准具信号的相对峰值位置, y_i 是标准具信号的校准峰值波长, x 是EFPI信号的波谷位置。EFPI传感器的谷底波长与它们的谷底位置相对应。当 x 被确定后,将选择四个($n=4$)与 x 最接近的标准具峰值位置进行插值。其中, x_i 和 x_j 是所选择的标准具峰值位置中的两个。代入式(7)便可求得波谷波长值。

3 实验结果

本实验所采用的EFPI传感器结构如图5所示,将研磨平整的光纤端面与一个反射镜作为EFPI的两个反射面,中间的空气间隙构成F-P干涉腔,其中反射镜固定在压电陶瓷(Piezoelectric Ceramic, PZT)上。当入射光沿光纤纤芯传播到端面时,会在两个反射面之间产生多光束干涉,干涉光的相位将随着F-P腔腔长的变化而改变。

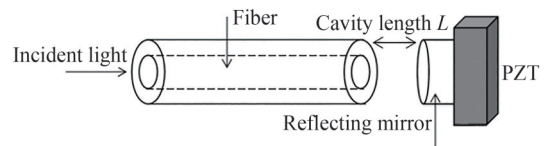


图5 EFPI传感器结构
Fig. 5 The structure of the EFPI sensor

通过将解调仪连接EFPI传感器并测得其腔长,来验证所提出的高速解调系统的分辨率。图6是第一通道1、2、3级次的谷值波长变化,每次显示2 048个结果,可以看出波长的波动幅度大约在 ± 10 pm左右。连续测量EFPI的初始腔长(室温 27°C),如图7所示。腔长通过对反射光谱的两个相邻波谷波长计算得到。测量过程中解调仪每1 ms采集2个数据。从图7可知,采集20 s测量结果的变化范围和平均值分别等于2 nm和 $203.504\ 0\ \mu\text{m}$ 。改变初始腔长再次测量20 s,从图8可知,腔长的变化范围为2 nm,平均值为 $194.470\ 5\ \mu\text{m}$ 。实验结果表明,该解调系统不仅具有较高的解调速度,还具有高分辨率。

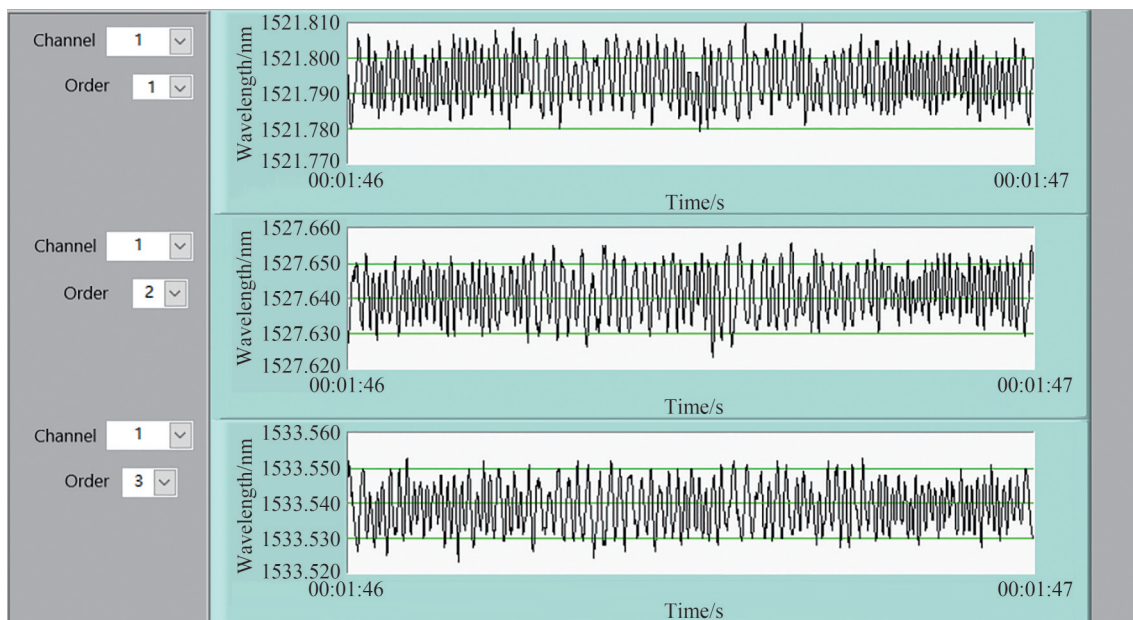


图6 波谷波长值的变化
Fig. 6 Variation of trough wavelength value

为了验证该解调仪在实际应用中的可行性,进行微振动实验。实验平台如图9所示,主要由信号发生器、EFPI传感器、压电陶瓷、光纤F-P腔微调平台和高速解调仪组成。信号发生器产生的信号驱动PZT,对EFPI的腔长进行调制,如图5所示。信号发生器能提供正弦信号,驱动压电陶瓷产生振动。改变信号发生器的频率与电压,将会得到不同周期与幅度的振动信号。利用光纤F-P腔微调平台可以精密调节初始腔长的大小。

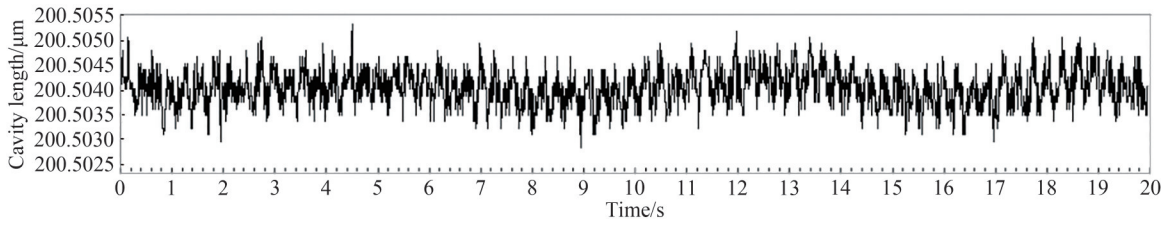


图7 EFPI传感器在室温下测量的其初始腔体长度

Fig. 7 EFPI sensor's initial cavity length measured at room temperature

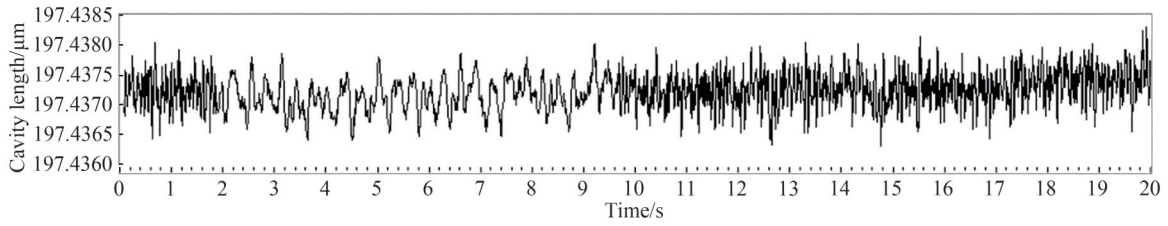


图8 EFPI改变初始腔长后测量的腔体长度

Fig. 8 Measured cavity length after changing the initial cavity length by EFPI

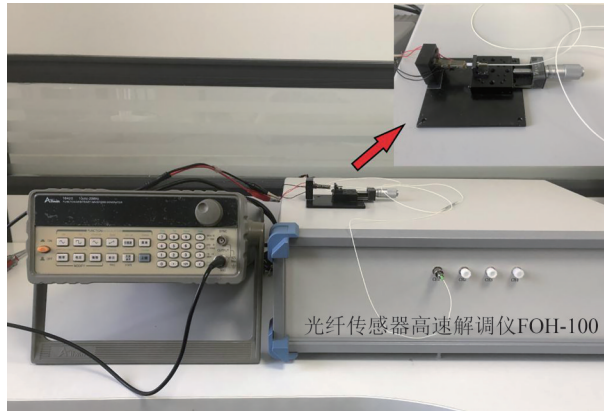


图9 振动实验平台

Fig. 9 Vibration test platform

准备工作完成后,开始实验,通过信号发生器驱动压电陶瓷产生一个频率为40 Hz,幅值为880 nm的正弦信号,100 ms内测量的结果如图10(a)所示,其中离散点为所测得的腔长值,可以观察到腔长变化近似正

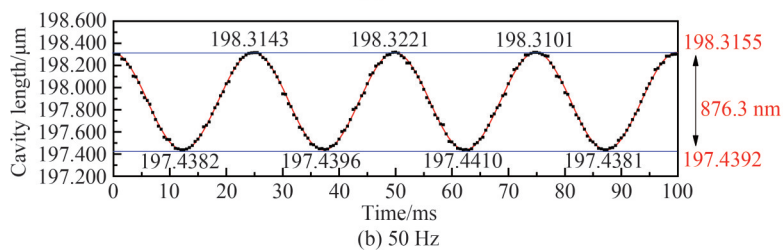
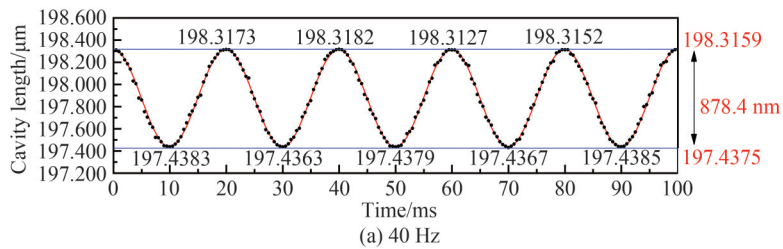


图10 振动信号测量结果

Fig. 10 Vibration signal measurement results

弦信号,频率为40 Hz,将离散点进行正弦拟合,选取拟合数据的极大值与极小值,通过求平均后做差计算振幅大小为878.4 nm,与标定值相差1.6 nm。改变压电陶瓷的振动频率为50 Hz,幅值不变,其测量结果如图10(b)所示,腔长变化的频率为50 Hz,振幅大小为876.3 nm,与标定值相差3.7 nm。两次振动幅度的测量误差为1~4 nm,证明该系统具有较高的精度。信号有些波动与毛刺,原因可能是测量环境所致。

4 结论

提出了一种用于测量EFPI传感器绝对腔长的多通道高速测量系统,基于实验室自主研发的高速波长扫描光纤激光器作为光源模块,以对称三角波技术驱动可调谐F-P滤波器产生扫描频率为1 kHz的扫描光谱。FPGA芯片作为核心控制器件,将两者相结合进行并行处理,系统实现了4通道每个通道2 kHz的EFPI传感器高速解调。选择最合适的降噪滤波方法、寻峰算法以及白光干涉测量法,使系统具有较高的分辨率。该系统能够实现高速解调,且具有较高的分辨率,在实际应用中具有可行性。

参考文献

- [1] PEVEC S, DONLAGIC D. Miniature fiber-optic sensor for simultaneous measurement of pressure and refractive index[J]. *Optics Letters*, 2014, 39(21):6221-6224.
- [2] KAO T W, TAYLOR H F. High-sensitivity intrinsic fiber-optic Fabry-Perot pressure sensor[J]. *Optics Letters*, 1996, 21(8):615-617.
- [3] BREMER K, LEWIS E, LEEN G, et al. Feedback stabilized interrogation technique for EFPI/FBG hybrid fiber-optic pressure and temperature sensors[J]. *IEEE Sensors Journal*, 2011, 12(1):133-138.
- [4] BAE H, YUN D, LIU H, et al. Hybrid miniature Fabry-Perot sensor with dual optical cavities for simultaneous pressure and temperature measurements[J]. *Journal of Lightwave Technology*, 2014, 32(8):1585-1593.
- [5] FAVERO F C, ARAUJO L, BOUWMANS G, et al. Spheroidal Fabry-Perot microcavities in optical fibers for high-sensitivity sensing[J]. *Optics Express*, 2012, 20(7):7112-7118.
- [6] ZHANG Q, ZHU T, HOU Y, et al. All-fiber vibration sensor based on a Fabry-Perot interferometer and a microstructure beam[J]. *Journal of the Optical Society of America B*, 2013, 30(5):1211-1215.
- [7] LIU Dejun, WU Qiang, MEI Chao, et al. Hollow core fiber based interferometer for high-temperature (1 000 °C) measurement[J]. *Journal of Lightwave Technology*, 2018, 36(9):1583-1590.
- [8] 任乾钰. 光纤法珀高温压力传感器动态解调系统设计[D]. 太原:中北大学, 2018.
- [9] 郑佳健. EFPI传感器解调技术及传感系统研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2019.
- [10] WANG Zhen, JIANG Yi, DING Wenhui, et al. A white-light interferometry for the measurement of high-finesse fiber optic EFPI sensors[J]. *IEEE Photonics Technology Letters*, 2014, 26(21):2138-2141.
- [11] JIANG Yi. High-resolution interrogation technique for fiber optic extrinsic Fabry-Perot interferometric sensors by the peak-to-peak method[J]. *Applied Optics*, 2008, 47(7):925-932.
- [12] 王震. 光纤白光干涉测量技术新算法原理与实验研究[D]. 北京:北京理工大学, 2014.
- [13] 冉明. F-P光纤干涉仪的信号调制与解调技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2019.
- [14] JIANG Yi. Progress in fiber optic white-light interferometry[J]. *Chinese Journal of Lasers*, 2010, 37(6):1413-1419. 江毅. 光纤白光干涉测量术新进展[J]. *中国激光*, 2010, 37(6):1413-1419.
- [15] ZHANG Gailian. Embedded system design based on FPGA[J]. *Value Engineering*, 2011, 30(19):171-171. 张改莲. 基于FPGA的嵌入式系统设计[J]. *价值工程*, 2011, 30(19):171-171.
- [16] ABDALLAH M, LAFFONT G, ROUSSEL N, et al. High-speed tunable FDML laser, interfaced to a continuous FPGA acquisition system, for FBG accelerometer interrogation[C]. *Sensors*, IEEE, 2014.
- [17] 卢晓洋. 基于FBGA的光纤光栅解调仪系统研究与开发[D]. 济南:山东大学, 2011.
- [18] HU Chenyuan, BAI Wei. High-speed interrogation for large-scale FBG sensing[J]. *Sensors*, 2018, 18(3):665-665.
- [19] NGO N Q. A new approach for the design of wideband digital integrator and differentiator[J]. *IEEE Transactions on Circuits & Systems II Express Briefs*, 2006, 53(9):936-940.
- [20] SU Qingqing, MA Youchun, JIANG De, et al. Optical power compensation algorithm based on centroid method for seeking peak[J]. *Optical Communication Technology*, 2017, 41(9):49-52. 苏庆庆,马游春,姜德,等. 一种基于质心法寻峰的光功率补偿算法[J]. *光通信技术*, 2017, 41(9):49-52.
- [21] JEAN P B, LLOYD N. Barycentric lagrange interpolation[J]. *SIAM Review*, 2006, 46(3):501-517.

Multi-channel Optical Fiber EFPI Absolute Cavity Length Measurement System Based on FPGA Control and White-light Interference Technology

CHANG Zhuang^{1,2}, JIANG Yi¹

(1 School of Optics and Photonics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

(2 Key Laboratory of Photonic Information Technology, Ministry of Industry and Information Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: With the rapid development of aerospace industry, optical fiber sensing technology has been widely used. The optical fiber sensor does not contain electronic components, so it has strong anti-electromagnetic interference ability and good electrical insulation, it can be used in many kinds of environment. It uses light wave transmission in an optical fiber to obtain the outside signal and measure the relative physical quantity. Fiber optics can both transmit light and sense signals. When the optical fiber sensor detects the measured physical quantity, the parameters such as wavelength, intensity, phase and frequency of the transmitted light wave will change. The optical fiber sensor can measure hundreds of physical quantities, including temperature, pressure, strain, displacement, acceleration and so on. The use of optical fiber sensors has become more and more popular in recent years, in the military defense, aerospace, industrial control, measurement and testing, exploration and other fields have a broad market. At present, Fiber Bragg Grating (FBG) sensors and Fiber Fabry-Perot (F-P) sensors are mainly used in practical applications. The optical fiber EFPI sensor has many advantages, such as small volume, high precision and large dynamic range. At present, there are two demodulation methods for the measurement of optical fiber EFPI sensor, one is fiber laser interferometry, the other is fiber white light interferometry. The former is suitable for the relative measurement of dynamic signals, while the latter is generally used for the absolute measurement of static or slowly varying signals. White light interferometry can realize absolute measurement, which has the advantages of a large dynamic range and strong anti-interference ability. Currently, various types of white light interferometry demodulation methods have been applied, including peak method, wavelength tracking method, interference order method, principal frequency method and Fourier transform method. Because of its various advantages, this technology can be widely used in practical engineering. With the increasing demand of the latest applications, the research on high-speed fiber-optic white-light interferometry has become the main trend in the future. With the increasing demand of applications, such as the monitoring of the surface pressure of the space engine and the strain produced at the moment of explosion, these unstable static physical variables change very frequently. In order to get better measurement results, high-speed white-light interferometry is studied. But it is difficult to achieve the absolute measurement of high-speed signals and achieve the required resolution. In general, the measurement system will be limited by the scanning light source module and computer processing speed and other factors. As the number of signals to be processed increases, the measurement speed decreases. Field Programmable Gate Array (FPGA) processor can solve the speed problem. Because it contains a lot of digital logic resources and rich RAM resources, FPGA can process and analyze data at the same time. The speed of demodulation can be improved by combining FPGA with white-light interferometry. In this paper, a multichannel high-speed Extrinsic Fabry-Perot Interferometric (EFPI) sensor interrogation system based on White-Light Interferometry (WLI) and FPGA is proposed and experimentally demonstrated. The system uses a semiconductor Optical Amplifier (SOA) and a Fiber Fabry-Perot Tunable Filter (FFP-TF) to make a high-speed wavelength scanning fiber laser. The symmetrical triangular wave technology drives the tunable Fabry-Perot filter to generate a swept spectrum, the scanning frequency is 2 kHz. Use FPGA to realize high-speed signal demodulation of EFPI sensor. The system realizes high-speed demodulation of EFPI sensors with 4 channels, the demodulation speed of each channel reaches 2 kHz.

Key words: Extrinsic Fabry-Perot interferometers; Optical fiber sensors; High-speed white-light interferometric interrogation system; Field Programmable Gate Array (FPGA); Signal high-speed demodulation

OCIS Codes: 060.2370; 120.2230; 060.2340

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. U20B2057)