

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年7月6日 (06.07.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/113965 A1

(51) 国际专利分类号:
G01L 11/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/103524

(22) 国际申请日: 2016年10月27日 (27.10.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201511016364.X 2015年12月28日 (28.12.2015) CN

(71) 申请人: 天津大学 (TIANJIN UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。

(72) 发明人: 王双 (WANG, Shuang); 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 刘铁根 (LIU, Tiegen); 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 江俊峰 (JIANG, Jun-feng); 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 肖梦楠 (XIAO, Mengnan); 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。

300072 (CN)。 刘琨 (LIU, Kun); 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 何盼 (HE, Pan); 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。

(74) 代理人: 天津市北洋有限责任专利代理事务所 (BEI&OCEAN); 中国天津市南开区鞍山西道时代公寓 A 座 603 室, Tianjin 300193 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,

[见续页]

(54) Title: HIGH-RESOLUTION POLARIZED LOW-COHERENCE INTERFEROMETRIC PRESSURE MEASUREMENT DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 一种高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置及方法

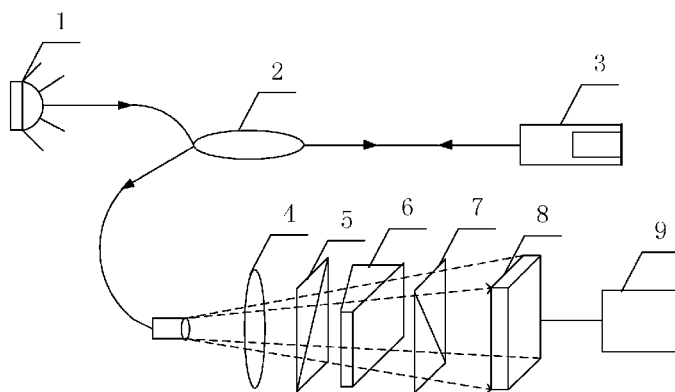


图1

(57) Abstract: A high-resolution polarized low-coherence interferometric pressure measurement device, which is provided in sequence with, from an input end to an output end, a broadband light source (1), an optical fiber coupler (2), an optical fiber Fabry Perot sensor (3), a collimating lens (4), a polarizer (5), a birefringent wedge (6) having a spatial inclination, a polarization analyzer (7), an area-array camera (8), and a signal processing unit (9). The optical fiber coupler (2) guides the light emitted by the broadband light source (1) into the optical fiber Fabry Perot sensor (3) and guides the light returned by the optical fiber Fabry Perot sensor (3) to an interferometric demodulation light path. The optical fiber Fabry Perot sensor (3) converts a pressure change into a cavity length change of a Fabry Perot cavity, wherein different pressures correspond to different cavity lengths of the Fabry Perot cavity. The collimating lens (4), the polarizer (5), the birefringent wedge (6) having a spatial inclination, the polarization analyzer (7), and the area-array camera (8) constitute an interferometric demodulator. The collimating lens (4) is disposed at the foremost end of the interferometric demodulation light path to converge and collimate a light beam. The polarizer (5) polarizes the input signal light which is collimated by the collimating lens. The birefringent wedge (6) having a spatial inclination divides the linearly

[见续页]



WO 2017/113965 A1



RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

polarized light beam generated by the polarizer (5) into two orthogonal linearly polarized light beams, such that the two orthogonal linearly polarized light beams have a spatial optical path difference which is linearly distributed along the thickness variation direction of the wedge, and low-coherence interferometric fringes are zoomed on the horizontal and vertical directions by different degrees by means of a two-dimensional spatial wedge angle of the birefringent wedge (6) having a spatial inclination. Also provided is a high-resolution polarized low-coherence interferometric pressure measurement method.

(57) 摘要: 一种高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置, 从输入端到输出端, 该装置依次设置宽带光源(1)、光纤耦合器(2)、光纤法珀传感器(3)、准直透镜(4)、起偏器(5)、带空间倾角的双折射光楔(6)、检偏器(7)、面阵相机(8)以及信号处理单元(9), 其中: 光纤耦合器(2)将宽带光源(1)发出的光引入到光纤法珀传感器(3), 并将光纤法珀传感器(3)返回的光引入到干涉解调光路中; 光纤法珀传感器(3)将压力变化转化为法珀腔腔长变化, 不同压力对应不同法珀腔腔长; 准直透镜(4)、起偏器(5)、带空间倾角的双折射光楔(6)、检偏器(7)、面阵相机(8)构成干涉解调器; 准直透镜(4)设置在干涉解调光路最前端, 对光束进行会聚准直; 起偏器(5)将准直透镜准直后的输入信号光进行起偏; 带空间倾角的双折射光楔(6)将起偏器(5)产生的线偏振光再产生两个正交的线偏振光, 使这两束正交的线偏振光具有沿光楔厚度变化方向呈线性分布的空间光程差, 通过带空间倾角的双折射光楔(6)的二维空间楔角, 实现低相干干涉条纹在水平和垂直方向上不同程度的缩放。还提供了一种高分辨率偏振低相干干涉压力测量方法。

一种高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置及方法

技术领域

本发明属于光纤传感领域，特别是涉及一种基于面阵相机的高分辨率偏振低相干干

5 涉压力测量装置及方法。

背景技术

1983 年 Al-Chalabi 等人 (S. A. Al-Chalabi, B. Culshaw, D. E. N. Davies, Partially coherent sources in interferometric sensors, First International Conference on Optical Fibre
10 Sensors, 1983:26-28) 首次在光纤传感领域提出了基于低相干干涉的解调方法。基于低相干干涉技术的解调干涉仪主要分为机械扫描型和电子扫描型两类，这两种类型的干涉仪其最终目的都是在时间轴或空间轴上产生一系列的光程差，当解调干涉仪产生的某个光程差与传感器微腔产生的光程差相匹配时，会产生低相干干涉条纹峰值，通过解调计算出峰值位置，就能得到法珀腔长信息，进而得到导致法珀腔长变化的外界物理量的信
15 息。

电子扫描型偏振低相干干涉系统利用双折射晶体在空间上产生光程差，这类低相干干涉系统没有移动部件，具有结构紧凑、稳定性强的优点。现有电子扫描型偏振型低相干干涉解调系统使用线阵光电探测器阵列（如线阵 CCD）对低相干干涉条纹进行采集，解调方法也普遍基于一维低相干干涉条纹展开研究，通过光纤法珀压力传感器微腔长度
20 进行压力参量测量时，其测量范围和测量分辨率受到探测器像元尺寸和数量的限制，通常需要在测量范围和测量分辨率这两个重要指标上进行权衡和取舍，很难同时实现大范围和高分辨这两个重要指标，使得偏振型低相干干涉解调系统应用范围受限。

发明内容

基于上述现有技术存在的问题，本发明提出了一种高分辨率偏振低相干干涉压力测
25 量装置及方法，基于二维电子扫描型解调干涉仪获取二维低相干干涉条纹信号，利用带

空间倾角的双折射光楔的光学杠杆效应实现同时具有大测量范围和高分辨率的光纤压力传感解调方法。

本发明提出的一种高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置，从输入端到输出端，该装置依次设置宽带光源 1、光纤耦合器 2、光纤法珀传感器 3、准直透镜 4、起偏器 5、带空间倾角的双折射光楔 6、检偏器 7、面阵相机 8 以及信号处理单元 9，其中：光纤耦合器 2 将宽带光源 1 发出的光引入到光纤法珀传感器 3，并将光纤法珀传感器 3 返回的光引入到干涉解调光路中；光纤法珀传感器 3 将压力变化转化为法珀腔腔长变化，不同压力对应不同法珀腔腔长；所述准直透镜 4、起偏器 5、带空间倾角的双折射光楔 6、检偏器 7、面阵相机 8 构成干涉解调器；准直透镜 4 设置在干涉解调光路最前端，对光束进行会聚准直；起偏器 5 将准直透镜准直后的输入信号光进行起偏；带空间倾角的双折射光楔 6 将起偏器 5 产生的线偏振光再产生两个正交的线偏振光，使这两束正交的线偏振光具有沿光楔厚度变化方向呈线性分布的空间光程差，通过带空间倾角的双折射光楔 6 的二维空间楔角，实现低相干干涉条纹在水平和垂直方向上不同程度的缩放，在其中一個方向上对干涉条纹进行压缩，实现测量范围的扩大；在另一个方向上对局部干涉条纹进行展宽，实现测量分辨率的提高；检偏器 7 对经过带空间倾角的双折射光楔 6 后的两个相互正交的线偏振光进行同一方向的投影并产生干涉；利用面阵相机 8 对经过检偏器后产生的干涉条纹进行采集；利用信号处理单元 9 对面阵相机采集的干涉条纹进行处理，最终获取压力测量结果。

本发明还提出了一种高分辨率偏振低相干干涉系统的压力测量方法，具体包括以下步骤：

步骤一、宽带光源发出的光经过光纤耦合器到达光纤法珀传感器；

步骤二、被光纤法珀传感器调制过的光信号从耦合器的出口导出，经准直透镜准直后，经起偏器起偏成线偏振光，然后入射到带空间倾角的双折射光楔，起偏器的偏振轴方向与带空间倾角的双折射光楔的光轴方向成 45 度放置，在带空间倾角的双折射光楔

中该偏振光被分解成相互正交的两束线偏振光即 o 光和 e 光，两个分量在带空间倾角的双折射光楔中产生光程差

$$l(x, y) = d(x, y) \cdot (n_e - n_o),$$

其中， x 为入射光点至光楔顶点的横向距离， y 为入射光点至光楔顶点的纵向距离，

- 5 n_o 和 n_e 分别为双折射晶体的 o 光折射率和 e 光折射率， $d(x, y)$ 为入射光点处的光楔厚度，并且表达式如下：

$$d(x, y) = x \tan \theta + y \tan \varphi + d_0,$$

其中， θ 和 φ 分别为光楔在水平和垂直方向上的楔角， d_0 为光楔定点处的光楔厚度；

- 10 在其中一个方向通过设计大楔角对干涉条纹进行压缩，实现测量范围的扩大，在另一个方向通过设计微小楔角对局部干涉条纹进行展宽，实现测量分辨率的提高；

步骤三、经过与带空间倾角的双折射光楔的光轴方向成 45 度放置的检偏器，将透射过带空间倾角的双折射光楔的两束相互垂直的 o 光和 e 光重新在检偏方向上进行叠加，产生干涉条纹，利用面阵相机进行接收；

- 15 步骤四、信号处理单元对面阵相机输出的二维干涉条纹信号进行处理，通过大楔角方向上的低相干干涉信号得到初步的峰值位置，基于初步的峰值位置所在坐标，通过微小楔角方向上的低相干干涉信号得到精确的条纹峰值位置，最终提取出法珀腔长信息，并得到对应的压力测量结果，实现高分辨率的压力解调。

- 20 本发明有效地利用双折射效应构成光学杠杆，通过设计带空间倾角的双折射光楔的二维空间楔角，实现低相干干涉条纹在水平和垂直方向上不同程度的缩放；与现有技术相比，引入了双折射光楔在垂直方向上的空间楔角，并利用面阵相机进行信号接收，可实现同时满足大测量范围和高分辨率的压力解调。

附图说明

图 1 为基于面阵相机的高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置结构示意图；

图 2 为带空间倾角的双折射光楔结构示意图；

图 3 为面阵相机接收到的 11kPa、55kPa、101kPa、255kPa 四个压力点下的单帧实

5 验结果图像；

图 4 为 101kPa 压力下某一帧图像第 1020 行和第 1044 列的原始数据；

图 5 为 101kPa 下 150 帧图像第 1020 行数据处理所得结果波动情况；

图 6 为 101kPa 下 150 帧图像第 1044 列数据处理所得结果波动情况；

附图标记：1、宽带光源 2、光纤耦合器 3、光纤法珀传感器 4、准直透镜 5、起
10 偏器 6、带空间倾角的双折射光楔 7、检偏器 8、面阵相机 9、信号处理单元。

具体实施方式

实施例 1：一种基于面阵相机的高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置

如图 1 所示，宽带光源 1 发出的光经过光纤耦合器 2 到达光纤法珀传感器 3，被光
15 纤法珀传感器 3 调制过的光信号从光纤耦合器 2 的出口导出，经准直透镜 4 准直后进入
解调干涉仪，解调干涉仪由起偏器 5、带空间倾角的双折射光楔 6 和检偏器 7 组成，由
于带空间倾角的双折射光楔 6 的双折射效应，光信号通过带空间倾角的双折射光楔 6 形
成空间低相干干涉条纹并被面阵相机 8 接收，信号处理单元 9 对面阵相机 8 输出的干涉
条纹信号进行处理，当带空间倾角的双折射光楔 6 引起的光程差和光纤法珀传感器 3 引
20 起的光程差相匹配时，会在面阵相机 8 相应的局部区域产生明显的低相干干涉条纹。

在此实验过程中，宽带光源 1 采用中心波长为 750nm 的 SLED 光源模块，光纤耦
合器 2 采用 2×2 多模耦合器，起偏器 5 和检偏器 7 采用格兰汤姆森棱镜，带空间倾
角的双折射光楔 6 采用铌酸锂光楔，采用面阵 CCD 做为面阵相机 8，其像元大小为 $3.45 \mu\text{m} \times 3.45 \mu\text{m}$ ，像元数量为 2456×2058 。

实施例 2：一种基于面阵相机的高分辨率偏振低相干干涉压力测量方法

上述基于面阵相机的高分辨率偏振低相干干涉装置的压力测量方法如下：

步骤一、宽带光源 1 发出的光经过光纤耦合器 2 到达光纤法珀传感器 3，光纤法珀传感器 3 用于感受外界大气压力，其法珀腔的两个反射面构成了传感干涉仪，法珀腔两个反射面之间的距离与大气压力成线性关系；

步骤二、被光纤法珀传感器 3 调制过的光信号从光纤耦合器 2 的出口导出，经准直透镜准直 4 后，再经起偏器 5 起偏成线偏振光，然后入射到带空间倾角的双折射光楔 6，起偏器 5 的偏振轴方向与带空间倾角的双折射光楔 6 的光轴方向成 45 度放置，在带空间倾角的双折射光楔 6 中该偏振光被分解成相互正交的两束线偏振光（o 光和 e 光），经过相同的传输距离 o 光和 e 走过的光程不同，两个分量在带空间倾角的双折射光楔 6 中

中产生光程差 $l(x, y) = d(x, y) \cdot (n_e - n_o)$ ，其中， x 为入射光点至光楔顶点的横向距离， y 为入射光点至光楔顶点的纵向距离， n_o 和 n_e 分别为双折射晶体的 o 光折射率

和 e 光折射率， $d(x, y)$ 为入射光点处的光楔厚度， $d(x, y) = x \tan \theta + y \tan \varphi + d_0$ ，其中，

θ 和 φ 分别为光楔在水平和垂直方向上的倾角， d_0 为光楔定点处的光楔厚度，利用带空

间倾角的双折射光楔 6 的光学杠杆效应，实现低相干干涉条纹在水平和垂直方向上不同程度的缩放，在水平方向通过设计较大的楔角对干涉条纹进行压缩，实现测量范围的扩大，在垂直方向通过设计微小楔角对局部干涉条纹进行展宽，实现测量分辨率的提高；

在实验过程中，所用铌酸锂光楔水平方向楔角 $\theta = 4^\circ$ ；垂直方向倾角 $\varphi = 1^\circ$ ， $d_0 = 1.5\text{mm}$ ，

所以面阵相机 8 接收面上某一点对应的光楔厚度可以表示为：

$$d(x, y) = x \tan 4^\circ + y \tan 1^\circ + 1.5\text{mm} \approx 0.0699x + 0.0175y + 1.5\text{mm}$$

步骤三、经过与带空间倾角的双折射光楔 6 的光轴方向成 45 度放置的检偏器 7，将透射过带空间倾角的双折射光楔 6 的两束相互垂直的 o 光和 e 光重新在检偏方向上进行叠加，产生干涉条纹，利用面阵相机 8 进行接收；

步骤四、信号处理单元 9 对面阵相机 8 输出的二维干涉条纹信号进行处理，首先在大楔角方向，即水平方向提取行数据，通过处理大楔角方向上的低相干干涉信号得到初步的峰值位置，基于初步峰值位置所在坐标，在微小楔角方向，即垂直方向上提取列数

据,通过微小楔角方向上的低相干干涉信号得到精确的条纹峰值位置,最终提取出法珀腔长信息,并得到对应的压力测量结果,实现高分辨率的压力解调。

实验过程中,将光纤法珀传感器放置在压力舱中,压力变化范围为 5kPa~265kPa,变化步长为 2kPa,图 3 为 11kPa、55kPa、101kPa、255kPa 四个压力点下的单帧实验结果图像,可以看出中央条纹位置随压力变化的单向移动情况。

针对 101kPa 压力下某一帧图像(图 3(c))提取第 1020 行数据(原始信号如图 4(a)),计算得出中央条纹最大值位置为 $x=1044$,即条纹峰值位置初步定位于该行第 1044 个像元处附近;基于初步峰值位置,进行垂直方向分析,选择第 1044 列信号(原始信号如图 4(b))进行处理,经计算可得中央条纹最大值的较精确位置在该列第 1077 个像元处;

对 101kPa 下所得 150 帧图像,都取第 1020 行信号进行数据处理,所得结果如图 5 所示,中央条纹最大值的位置在该行第 1043~1046 个像元范围内,对应的法珀腔长变化量为 $0.03\mu\text{m}$,能够初步定位条纹峰值位置;

对 101kPa 下所得 150 帧图像,都取第 1044 列信号进行数据处理,所得结果如图 6 所示,中央条纹最大值的位置在该列第 1077~1079 个像元范围内,对应的法珀腔长变化量为 $0.005\mu\text{m}$,测量得到的腔长值波动较小,可以提高解调分辨率。

在本发明的基于面阵相机的高分辨率偏振低相干干涉系统中:

宽带光源可以是 LED 光源,也可以是 SLD 光源;

双折射晶体可以采用铌酸锂晶体,氟化镁晶体,冰洲石晶体, YVO4 晶体;

起偏器和检偏器可以是格兰-泰勒棱镜,格兰-汤姆逊棱镜等偏振棱镜,也可以是偏光片;

面阵相机可以是面阵 CMOS 相机,也可以是面阵 CCD 相机;

处理单元除了可采用计算机实现外,也可采用嵌入式系统实现;

上述的光纤光学器件部分也可以采用对应的空间光学器件代替。

权 利 要 求

1. 一种高分辨率偏振低相干干涉压力测量装置, 其特征在于, 从输入端到输出端, 该装置依次设置宽带光源(1)、光纤耦合器(2)、光纤法珀传感器(3)、准直透镜(4)、起偏器(5)、带空间倾角的双折射光楔(6)、检偏器(7)、面阵相机(8)以及信号处理单元(9), 其中: 光纤耦合器(2)将宽带光源(1)发出的光引入到光纤法珀传感器(3), 并将光纤法珀传感器(3)返回的光引入到干涉解调光路中; 光纤法珀传感器(3)将压力变化转化为法珀腔腔长变化, 不同压力对应不同法珀腔腔长; 所述准直透镜(4)、起偏器(5)、带空间倾角的双折射光楔(6)、检偏器(7)、面阵相机(8)构成干涉解调器; 准直透镜(4)设置在干涉解调光路最前端, 对光束进行会聚准直; 起偏器(5)将准直透镜准直后的输入信号光进行起偏; 带空间倾角的双折射光楔(6)将起偏器(5)产生的线偏振光再产生两个正交的线偏振光, 使这两束正交的线偏振光具有沿光楔厚度变化方向呈线性分布的空间光程差, 通过带空间倾角的双折射光楔(6)的二维空间楔角, 实现低相干干涉条纹在水平和垂直方向上不同程度的缩放, 在其中一个方向上对干涉条纹进行压缩, 实现测量范围的扩大; 在另一个方向上对局部干涉条纹进行展宽, 实现测量分辨率的提高; 检偏器(7)对经过带空间倾角的双折射光楔(6)后的两个相互正交的线偏振光进行同一方向的投影并产生干涉; 利用面阵相机(8)对经过检偏器后产生的干涉条纹进行采集; 利用信号处理单元(9)对面阵相机采集的干涉条纹进行处理, 最终获取压力测量结果。

2. 一种高分辨率偏振低相干干涉系统的压力测量方法, 其特征在于, 该方法具体包括以下步骤:

步骤一、宽带光源发出的光经过光纤耦合器到达光纤法珀传感器;

步骤二、被光纤法珀传感器调制过的光信号从耦合器的出口导出, 经准直透镜准直后, 经起偏器起偏成线偏振光, 然后入射到带空间倾角的双折射光楔, 起偏器的偏振轴方向与带空间倾角的双折射光楔的光轴方向成 45 度放置, 在带空间倾角的双折射光楔中该偏振光被分解成相互正交的两束线偏振光即 o 光和 e 光, 两个分量在带空间倾角的双折射光楔中产生光程差

$$l(x, y) = d(x, y) \cdot (n_e - n_o),$$

其中, x 为入射光点至光楔顶点的横向距离, y 为入射光点至光楔顶点的纵向距离,

n_o 和 n_e 分别为双折射晶体的 o 光折射率和 e 光折射率, $d(x,y)$ 为入射光点处的光楔厚度, 并且表达式如下:

$$d(x,y) = x \tan \theta + y \tan \varphi + d_0,$$

其中, θ 和 φ 分别为光楔在水平和垂直方向上的楔角, d_0 为光楔定点处的光楔厚度;

- 5 在其中一个方向通过设计大楔角对干涉条纹进行压缩, 实现测量范围的扩大, 在另一个方向通过设计微小楔角对局部干涉条纹进行展宽, 实现测量分辨率的提高;

步骤三、经过与带空间倾角的双折射光楔的光轴方向成 45 度放置的检偏器, 将透射过带空间倾角的双折射光楔的两束相互垂直的 o 光和 e 光重新在检偏方向上进行叠加, 产生干涉条纹, 利用面阵相机进行接收;

- 10 步骤四、信号处理单元对面阵相机输出的二维干涉条纹信号进行处理, 通过大楔角方向上的低相干干涉信号得到初步的峰值位置, 基于初步的峰值位置所在坐标, 通过微小楔角方向上的低相干干涉信号得到精确的条纹峰值位置, 最终提取出法珀腔长信息, 并得到对应的压力测量结果, 实现高分辨率的压力解调。

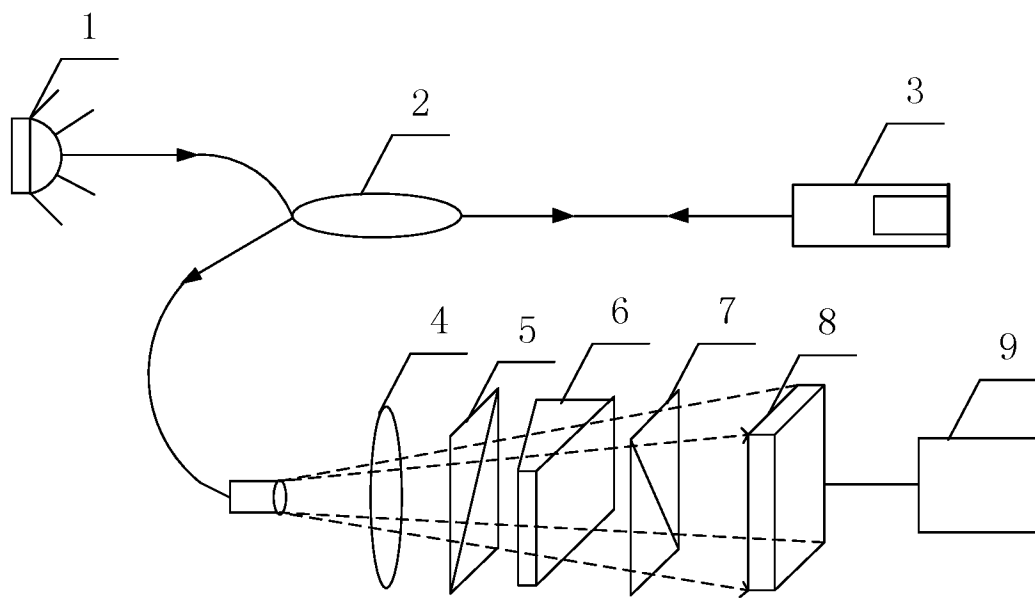


图1

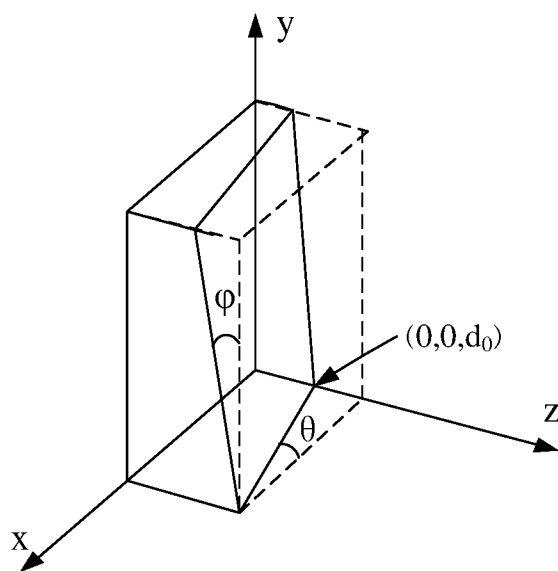
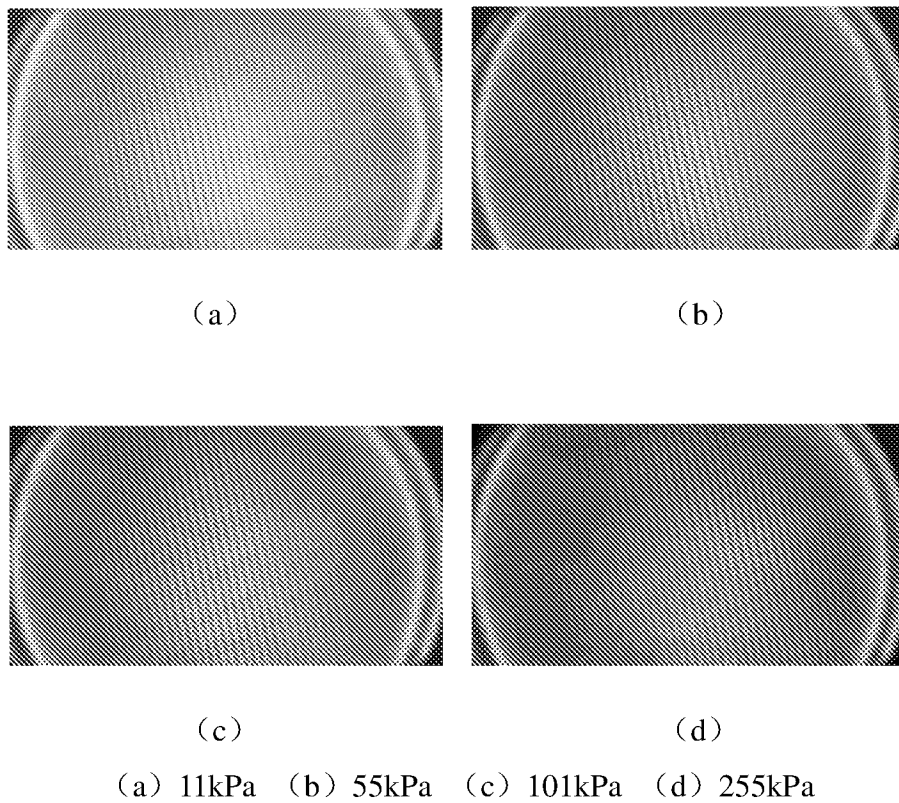


图2

**图3**

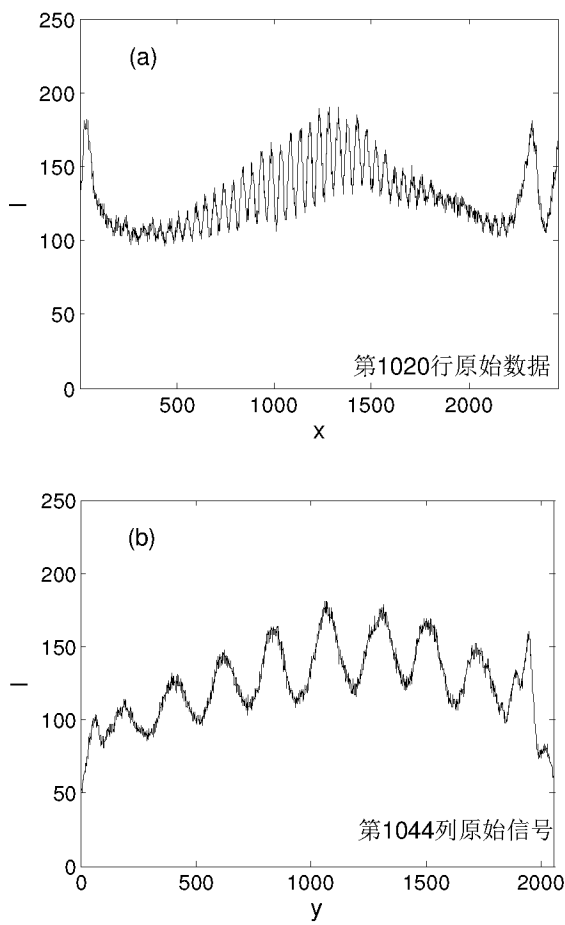


图4

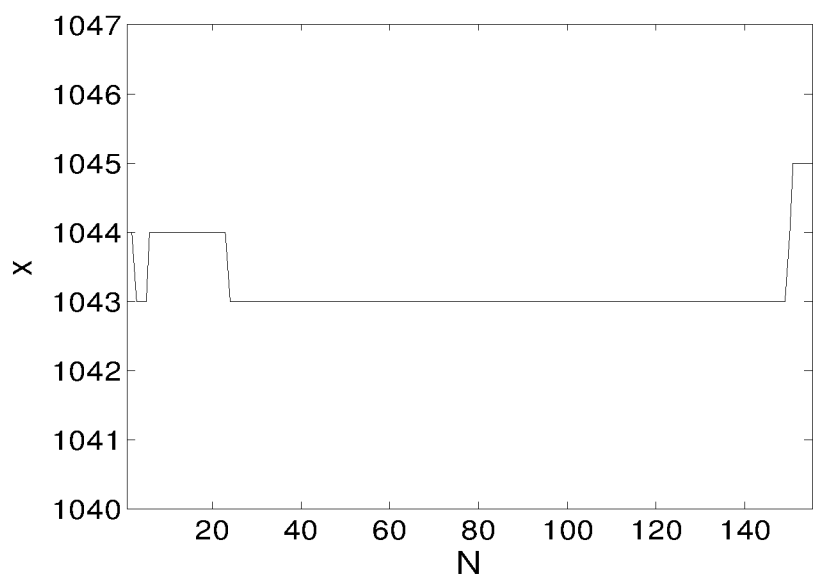


图5

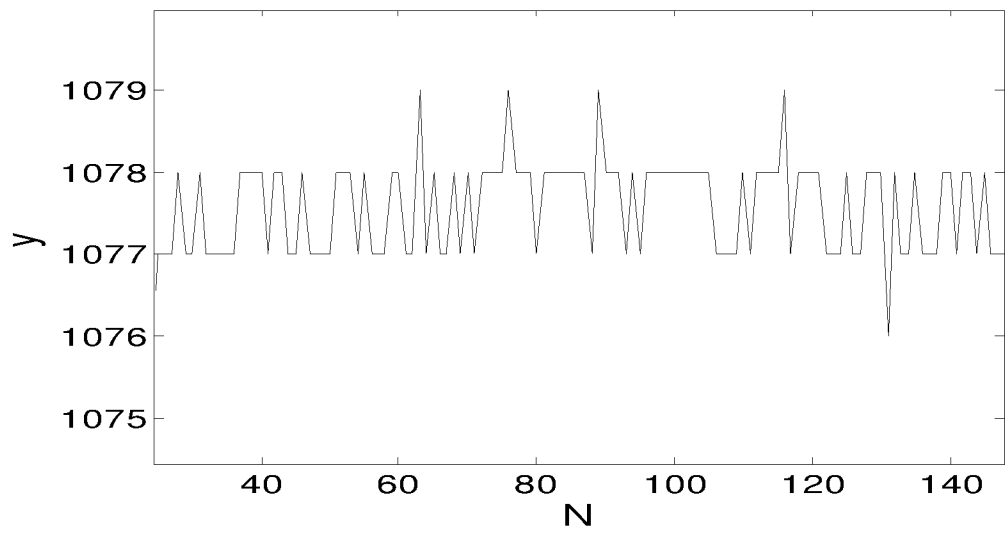


图6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/103524

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 11/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX; CNABS; VEN; CJFD: TIANJIN UNIVERSITY; optical fiber, pressure, fiber, interference, polariz+, face ayyay

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105466621 A (TIANJIN UNIVERSITY), 06 April 2016 (06.04.2016), claims 1-2	1-2
Y	CN 102052902 A (TIANJIN UNIVERSITY), 11 May 2011 (11.05.2011), figures 1-2, and description, paragraphs 5-23	1-2
Y	CN 102829902 A (TIANJIN UNIVERSITY), 19 December 2012 (19.12.2012), figures 1-2, and description, paragraphs 33-43	1-2
A	CN 103542870 A (TIANJIN UNIVERSITY), 29 January 2014 (29.01.2014), the whole document	1-2
A	EP 1890123 A3 (NAT INST OF ADVANCED IND SCIEN et al.), 20 October 2010 (20.10.2010), the whole document	1-2
A	JP 2002090111 A (KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS), 27 March 2002 (27.03.2002), the whole document	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 January 2017 (16.01.2017)	Date of mailing of the international search report 26 January 2017 (26.01.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer SHU, Chang Telephone No.: (86-10) 62085708

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/103524

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105466621 A	06 April 2016	None	
CN 102052902 A	11 May 2011	CN 102052902 B	24 October 2012
CN 102829902 A	19 December 2012	CN 102829902 B	19 November 2014
CN 103542870 A	29 January 2014	CN 103542870 B	30 March 2016
EP 1890123 A3	20 October 2010	US 7719689 B2	18 May 2010
		JP 2008046036 A	28 February 2008
		US 2008043243 A1	21 February 2008
		EP 1890123 A2	20 February 2008
		JP 5030081 B2	19 September 2012
JP 2002090111 A	27 March 2002	JP 3549153 B2	04 August 2004
		DE 10145912 A1	23 May 2002
		DE 10145912 B4	18 October 2007
		US 7043102 B2	09 May 2006
		US 2003039428 A1	27 February 2003

A. 主题的分类 G01L 11/02 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT; CNABS; VEN; CJFD: 天津大学、压力、光纤、干涉、偏振、面阵、pressure, fiber, interference, polariz+, face array		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105466621 A (天津大学) 2016年 4月 6日 (2016 - 04 - 06) 权利要求1-2	1-2
Y	CN 102052902 A (天津大学) 2011年 5月 11日 (2011 - 05 - 11) 图1-2, 说明书第5-23段	1-2
Y	CN 102829902 A (天津大学) 2012年 12月 19日 (2012 - 12 - 19) 图1-2, 说明书第33-43段	1-2
A	CN 103542870 A (天津大学) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 全文	1-2
A	EP 1890123 A3 (NAT INST OF ADVANCED IND SCIEN等) 2010年 10月 20日 (2010 - 10 - 20) 全文	1-2
A	JP 2002090111 A (KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS) 2002年 3月 27日 (2002 - 03 - 27) 全文	1-2
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2017年 1月 16日		国际检索报告邮寄日期 2017年 1月 26日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 舒畅 电话号码 (86-10) 62085708

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/103524

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	105466621	A	2016年 4月 6日	无	
CN	102052902	A	2011年 5月 11日	CN	102052902 B 2012年 10月 24日
CN	102829902	A	2012年 12月 19日	CN	102829902 B 2014年 11月 19日
CN	103542870	A	2014年 1月 29日	CN	103542870 B 2016年 3月 30日
EP	1890123	A3	2010年 10月 20日	US	7719689 B2 2010年 5月 18日
				JP	2008046036 A 2008年 2月 28日
				US	2008043243 A1 2008年 2月 21日
				EP	1890123 A2 2008年 2月 20日
				JP	5030081 B2 2012年 9月 19日
JP	2002090111	A	2002年 3月 27日	JP	3549153 B2 2004年 8月 4日
				DE	10145912 A1 2002年 5月 23日
				DE	10145912 B4 2007年 10月 18日
				US	7043102 B2 2006年 5月 9日
				US	2003039428 A1 2003年 2月 27日