

(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
2020 年 7 月 9 日 (09.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/140418 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01L 11/02 (2006.01) **F17D 5/00** (2006.01)
G01L 7/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/096181
- (22) 国际申请日: 2019 年 7 月 16 日 (16.07.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910003231.0 2019 年 1 月 3 日 (03.01.2019) CN
- (71) 申请人: 大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。
- (72) 发明人: 任亮 (REN, Liang); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。王嘉健 (WANG, Jiajian); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (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, JO, JP, KE, KG, KH, 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, 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)。

(54) Title: NON-DESTRUCTIVE MONITORING METHOD FOR INTERNAL PRESSURE OF PIPELINE

(54) 发明名称: 一种管道内部压强的无损监测方法

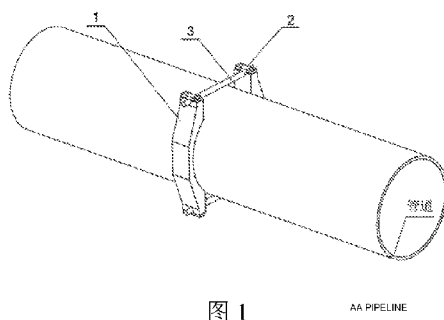


图 1

(57) Abstract: Provided is a non-destructive monitoring method for internal pressure of the pipeline, an equation relationship is established by using the amount of change in an inner diameter of the pipeline being identical to the amount of change measured by a fiber grating sensor (3), through measuring a strain value of the fiber grating sensor (3) mounted on the pipeline, a pressure value in the pipeline can be effectively obtained, to monitor the pressure in the pipeline. The arc diameter of the contact surface of a sensor fixture (1) with the pipeline is the same as the outer diameter of the pipeline, the two sensor fixtures (1) are symmetrically pasted on the pipeline surface using epoxy resin glue; grooves are provided at both ends of the sensor fixture (1); the two ends of the fiber grating sensor (3) are respectively installed on the groove ends of the two sensor fixtures (1), and both ends of the fiber grating sensor (3) are in the same horizontal plane; a fiber grating sensor (3) is installed on the upper and lower ends of the sensor fixture (1), the distance between the groove ends of the two sensor fixtures (1) is the gauge length of the fiber grating sensor (3); a sensor fixture cover plate (2) is installed on the groove end of the sensor fixture (1), and is tightened with screws to fix the fiber grating sensor (3) on the sensor fixture (1). It has the advantages of simple principle, convenient mounting, non-destructive pipeline structure and remote

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

real-time online monitoring, through changing a sensor gauge length and the sensor fixture size, pressure measurement of pipelines in different types of diameters can be achieved; non-destructive real-time and accurate monitoring of the internal pressure of the pipeline can be completed.

(57) 摘要：一种管道内部压强的无损监测方法，利用管道内部直径变化量与光纤光栅传感器(3)所测得的变化量相同建立等式关系，通过测量安装在管道上的光纤光栅传感器(3)的应变值，可以有效得到管道内的压强值，从而对管道的内部压强进行监测。传感器夹具(1)余管道接触面的圆弧直径与管道外径相同，用环氧树脂胶将两个传感器夹具(1)对称粘贴在管道表面；传感器夹具(1)的两端开有凹槽；光纤光栅传感器(3)的两端分别安装在两个传感器夹具(1)凹槽端，且光纤光栅传感器(3)的两端在同一水平面内；传感器夹具(1)的上、下两端各安装一个光纤光栅传感器(3)，两个传感器夹具(1)凹槽端间距为光纤光栅传感器(3)的标距；在传感器夹具(1)凹槽端安装传感器夹具盖板(2)，用螺丝拧紧，将光纤光栅传感器(3)固定在传感器夹具(1)上。具有原理简单、安装方便、对管道结构无损害，可实现远距离实时在线监测的优点，通过对传感器标距和传感器夹具尺寸的变化，可以对多种不同管径的管道进行压强测量；从而完成对管道内部压强的无损、实时准确的监测。

一种管道内部压强的无损监测方法

技术领域

本发明属于光纤传感技术领域，涉及到一种管道内部压强的无损监测方法。

背景技术

随着工业经济的迅速发展，石油、天然气等对人类发展至关重要的资源需求量不断加大。管道因具有成本低、节省能源、安全性高、供给稳定等优点，可以长距离输送石油、天然气，因而其使用量也在不断增加。为使管道内介质正常输送，向管道内加入适当的压强是必不可少的。一方面，过大的压强会使管道无法承受过大的压力而破坏，降低管道的使用寿命；另一方面，过小的压强又无法使管道内介质正常输送，增加经济成本。因此对管道关键节点进行管内压强的实时监测，可保证管道安全有效运行，提高总体经济效益。

目前测量管道内部压强的方法主要有安装压力表测量法和安装压力变送器测量法。对于以上两种方法，都需要对管道进行开口，将压力表或压力变送器通过阀门与管道结构连接，从而对管道内部压强进行测量。这两种方法都对管道结构进行了破坏，对管道未来的长期运行存在安全隐患，并且一旦测压装置损坏，不易更换。另外，对于安装压力表测量法所测得的管道内部压强值，需要人工读数；不但耗费人力，而且还无法做到实时监测管道内部的压强变化。压力变送器为电类传感器，虽然可以解决人工监测压强数据的问题，但是对于输油输气管道，石油和天然气都具有极强的易燃性；电类传感器在此类管道上安装使用，依然使管道存在易燃易爆的风险。

近年来，随着光纤传感技术在军事，航空，基础设施等领域安全监测中成功应用，光纤传感技术也被引入到管道的监测中。光纤光栅传感器具有抗电磁干扰、不直接使用电力、灵敏度高、易于实现远距离信号采集等诸多优点，可以实现对管道内部压强准确实时的监测。

发明内容

为解决上述问题，本发明提供一种管道内部压强的无损监测方法。该方法以不破坏管道、不影响管道正常运营为前提，利用管道内部直径变化量与光纤光栅传感器所测得的变化量相同建立等式关系，通过测量安装在管道上的光纤光栅传感器的应变值，可以有效得到管道内的压强值，从而对管道的内部压强进行监测。这种监测方法不会对管道结构产生损伤问题、不直接使用电力、灵敏度高、可实现压强值的远距离实时采集。并且可根据被测量管道尺寸设计相应的传感器标距和传感器夹具，实现多种不同管径管道的压强测量；传感器安装方法简单，易于安装。

本发明的技术方案是：

一种管道内部压强的无损监测方法，通过管道内部直径变化量与光纤光栅传感器所测得的变化量相同建立等式关系，得到管道内部压强和光纤光栅传感器所测得应变值的关系；通过测量安装在管道上的光纤光栅传感器的应变值，得到管道内部压强，从而进行管道内部压强的无损监测；具体如下：

管道在工作过程中，内部压强会作用在管壁上，致使管道内部直径发生变化。因管道一般为长距离运输，管道长度远大于管道壁厚，则可以忽略壁厚的影响；由材料力学基本原理可知，管道任意一点的应力状态为：

$$\text{环向应力：}\sigma_1 = \frac{Pd}{2\delta}、\text{轴向应力：}\sigma_2 = \frac{Pd}{4\delta}、\text{径向应力：}\sigma_3 = -P；$$

其中， P 为管道内部压强， d 为管道外径长度， δ 为管道壁厚。

管道内部直径增大量 Δd ：

$$\Delta d = d \cdot \varepsilon_1 = d \cdot \frac{1}{E} \cdot (\sigma_1 - \nu \sigma_2) \quad (1)$$

其中， E 为管道材质的弹性模量， ν 为泊松比。

将 σ_1 和 σ_2 带入公式 (1)，得到管道内部直径增大量与管道内部压强的关系为：

$$\Delta d = \left(\frac{2d^2 - \nu d^2}{4E\delta} \right) \cdot P \quad (2)$$

管道内部直径增大量是通过测量光纤光栅传感器的应变值来实现的，将传感器夹具与管道外壁紧密贴合，光纤光栅传感器安装在传感器夹具上，使管道内部直径增大量与光纤光栅传感器所测得的变化量相同；光纤光栅传感器所测得的变化量为：

$$\Delta d = \varepsilon \cdot L \quad (3)$$

其中， ε 为光纤光栅传感器测得的应变值， L 为光纤光栅传感器标距。

联立公式（2）和（3）消去 Δd ，得到管道内部压强与光纤光栅传感器测得的应变值的关系如下：

$$P = \left(\frac{4E\delta L}{2d^2 - \nu d^2} \right) \cdot \varepsilon \quad (4)$$

当管道结构确定后，管道弹性模量 E 、泊松比 ν 、管道外径 d 、管道壁厚 δ 都将为确定值；选用光纤光栅传感器后，光纤光栅传感器标距 L 也将是确定值。因此，由公式（4）可知，通过监测光纤光栅传感器所测得的应变值，最终可以获得管道内部压强。

光纤光栅传感器的安装方法如下：

传感器夹具与管道接触面的圆弧直径与管道外径相同，用环氧树脂胶将两个传感器夹具对称粘贴在管道表面；传感器夹具的两端开有凹槽；光纤光栅传感器的两端分别安装在两个传感器夹具凹槽端，且光纤光栅传感器的两端在同一水平面内；传感器夹具的上、下两端各安装一个光纤光栅传感器，两个传感器夹具凹槽端间距为光纤光栅传感器的标距；在传感器夹具凹槽端安装传感器夹具盖板，用螺丝拧紧，将光纤光栅传感器固定在传感器夹具上。

本发明的效果和益处：本发明通过获得光纤光栅传感器应变值来监测管道内部压强的方法具有原理简单、安装方便、对管道结构无损害、可实现远距离实时在线监测等优点；通过对光纤光栅传感器标距和传感器夹具尺寸的变化，可以对多种不同管径的管道进行压强测量；可以完成对管道内部压强的无损、实时、准确的监测，对于提高管道结构的安全运行，提高总体经济效益，将产

生积极的意义。

附图说明

图 1 是光纤光栅传感器安装示意图。

图 2 是管道横截面示意图。

图 3 是传感器夹具示意图。

图 4 是传感器夹具盖板示意图。

图中：1 传感器夹具；2 传感器夹具盖板；3 光纤光栅传感器。

具体实施方式

以下结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式。

本发明提出的一种管道内部压强的无损监测方法示意图如图 1 和图 2 所示。光纤光栅传感器 3 的安装方法的具体过程是：

步骤 1：先根据被测量管道的直径，制作传感器夹具 1。传感器夹具 1 与管道接触面圆弧直径与管道外径相同，保证传感器夹具 1 与管道表面有较大的接触面积，避免粘贴不牢而产生传感器夹具 1 松动。传感器夹具 1 两端开有凹槽，用于安装光纤光栅传感器 3。

步骤 2：利用环氧树脂胶粘贴传感器夹具 1 于管道表面。两个传感器夹具 1 对称粘贴，保证光纤光栅传感器 3 的两端分别安装在两个传感器夹具 1 的凹槽中，且光纤光栅传感器 3 的两端在同一水平面内，避免因光纤光栅传感器 3 安装角度的问题而产生的测量误差。

步骤 3：待环氧树脂胶稳固后，在传感器夹具 1 上下两端各安装一个光纤光栅传感器 3，通过对上下两个光纤光栅传感器 3 所测得应变值取平均值，可使测量结果更加准确；在传感器夹具 1 的端部分别安装传感器夹具盖板 2，用螺丝拧紧，以将光纤光栅传感器 3 固定在传感器夹具 1 上。

传感器夹具 1 和传感器夹具盖板 2 的结构如图 3 和图 4 所示。

1.一种管道内部压强的无损监测方法，其特征在于，通过管道内部直径变化量与光纤光栅传感器所测得的变化量相同建立等式关系，得到管道内部压强和光纤光栅传感器所测得应变值的关系；通过测量安装在管道上的光纤光栅传感器的应变值，得到管道内部压强，从而进行管道内部压强的无损监测；具体如下：

管道任意一点的应力状态为：

环向应力： $\sigma_1 = \frac{Pd}{2\delta}$ 、轴向应力： $\sigma_2 = \frac{Pd}{4\delta}$ 、径向应力： $\sigma_3 = -P$ ；

其中， P 为管道内部压强， d 为管道外径长度， δ 为管道壁厚；

管道内部直径增大量 Δd ：

$$\Delta d = d \cdot \varepsilon_1 = d \cdot \frac{1}{E} \cdot (\sigma_1 - \nu \sigma_2) \quad (1)$$

其中， E 为管道材质的弹性模量， ν 为泊松比；

将 σ_1 和 σ_2 带入公式（1），得到管道内部直径增大量与管道内部压强的关系为：

$$\Delta d = \left(\frac{2d^2 - \nu d^2}{4E\delta} \right) \cdot P \quad (2)$$

管道内部直径增大量是通过测量光纤光栅传感器的应变值来实现的，将传感器夹具与管道外壁紧密贴合，光纤光栅传感器安装在传感器夹具上，使管道内部直径增大量与光纤光栅传感器所测得的变化量相同；光纤光栅传感器所测得的变化量为：

$$\Delta d = \varepsilon \cdot L \quad (3)$$

其中， ε 为光纤光栅传感器测得的应变值， L 为光纤光栅传感器标距；

联立公式（2）和（3）消去 Δd ，得到管道内部压强与光纤光栅传感器测得的应变值的关系如下：

$$P = \left(\frac{4E\delta L}{2d^2 - \nu d^2} \right) \cdot \varepsilon \quad (4)$$

因此，通过监测光纤光栅传感器所测得的应变值，最终获得管道内部压强。

2.根据权利要求 1 所述的一种管道内部压强的无损监测方法，其特征在于，光纤光栅传感器的安装方法如下：

传感器夹具与管道接触面的圆弧直径与管道外径相同，用环氧树脂胶将两个传感器夹具对称粘贴在管道表面；传感器夹具的两端开有凹槽；光纤光栅传感器的两端分别安装在两个传感器夹具凹槽端，且光纤光栅传感器的两端在同一水平面内；传感器夹具的上、下两端各安装一个光纤光栅传感器，两个传感器夹具凹槽端间距为光纤光栅传感器的标距；在传感器夹具凹槽端安装传感器夹具盖板，用螺丝拧紧，将光纤光栅传感器固定在传感器夹具上。

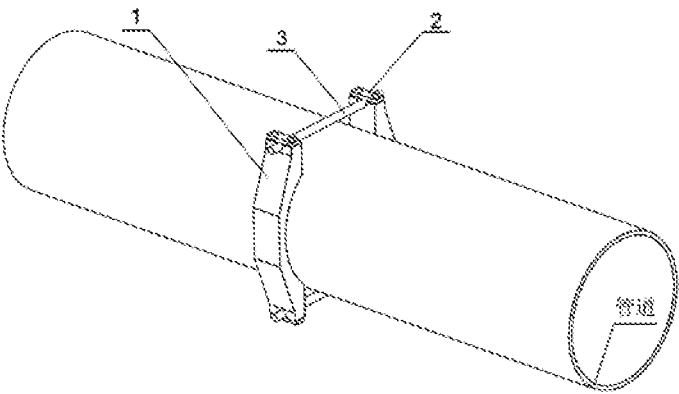


图 1

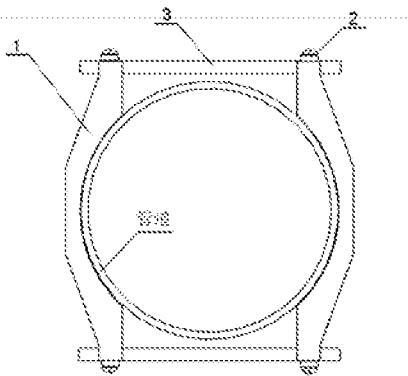


图 2

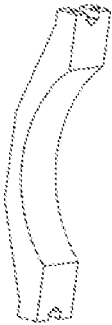


图 3

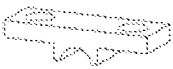


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/096181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 11/02(2006.01)i; G01L 7/02(2006.01)i; F17D 5/00(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 11, G01L 7, F17D 5

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)

VEN; CNABS, CPRSABS, CNKI, CNTXT: 应变, 内径, 压强, 光纤, 光栅, 管道, 内部直径, 应力, 函数, 关系, 夹具, stress, pressure, strain, inner, diameter, pipe, pipeline, non-destruct+, monitor+, fiber, optical fiber, grating, sensor, fix+, equation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109520666 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 March 2019 (2019-03-26) claims 1-2	1-2
Y	CN 107884114 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 06 April 2018 (2018-04-06) description, paragraphs 28-63, and figures 1-6	1-2
Y	CN 101769442 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 07 July 2010 (2010-07-07) description, paragraphs 8-25, and figures 1-2	1-2
A	CN 101793573 A (KUNMING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY et al.) 04 August 2010 (2010-08-04) entire document	1-2
A	CN 2567548 Y (XI'AN PETROLEUM COLLEGE) 20 August 2003 (2003-08-20) entire document	1-2
A	CN 108369118 A (MOORMEAD SOLUTIONS LTD.) 03 August 2018 (2018-08-03) entire document	1-2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 October 2019

Date of mailing of the international search report

31 October 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/096181**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105973162 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 28 September 2016 (2016-09-28) entire document	1-2
A	US 6276215 B1 (OPTOPLAN AS) 21 August 2001 (2001-08-21) entire document	1-2
A	DE 19808222 A1 (ABB RESEARCH LTD.) 02 September 1999 (1999-09-02) entire document	1-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/096181

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109520666	A	26 March 2019	None			
CN	107884114	A	06 April 2018	None			
CN	101769442	A	07 July 2010	None			
CN	101793573	A	04 August 2010	None			
CN	2567548	Y	20 August 2003	None			
CN	108369118	A	03 August 2018	EP	3329219	A1	06 June 2018
				GB	2542683	A	29 March 2017
				GB	201513509	D0	16 September 2015
				AU	2016303356	A1	22 March 2018
				US	2018216979	A1	02 August 2018
				WO	2017021702	A1	09 February 2017
				GB	201613082	D0	14 September 2016
				GB	2542683	B	17 January 2018
CN	105973162	A	28 September 2016	None			
US	6276215	B1	21 August 2001	NO	975656	A	07 June 1999
				AU	1513199	A	12 July 1999
				EP	1036345	B1	15 April 2009
				WO	9932911	A1	01 July 1999
				DE	69840753	D1	28 May 2009
				EP	1036345	A1	20 September 2000
				NO	308050	B1	10 July 2000
				WO	9932911	A8	16 September 1999
				NO	975656	D0	05 December 1997
				DK	1036345	T3	22 June 2009
				NO	975656	L	07 June 1999
DE	19808222	A1	02 September 1999	AU	3244099	A	15 September 1999
				NO	20004276	D0	25 August 2000
				BR	9908314	A	07 November 2000
				NO	321400	B1	08 May 2006
				NO	20004276	L	18 October 2000
				NO	20004276	A	18 October 2000
				US	6563970	B1	13 May 2003
				EP	1058822	A1	13 December 2000
				WO	9944026	A1	02 September 1999
				EP	1058822	B1	21 July 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/096181

A. 主题的分类 G01L 11/02(2006.01)i; G01L 7/02(2006.01)i; F17D 5/00(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 11, G01L 7, F17D 5 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)) VEN;CNABS, CPRSABS, CNKI, CNTXT:应变, 内径, 压强, 光纤, 光栅, 管道, 内部直径, 应力, 函数, 关系, 夹具, stress, pressure, strain, inner, diameter, pipe, pipeline, non-destruct+, monitor+, fiber, optical fiber, grating, sensor, fix+, equation																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109520666 A (大连理工大学) 2019年 3月 26日 (2019 - 03 - 26) 权利要求1-2</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 107884114 A (中国石油大学华东) 2018年 4月 6日 (2018 - 04 - 06) 说明书第28-63段, 附图1-6</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101769442 A (大连理工大学) 2010年 7月 7日 (2010 - 07 - 07) 说明书第8-25段, 附图1-2</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101793573 A (昆明理工大学 等) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 2567548 Y (西安石油学院) 2003年 8月 20日 (2003 - 08 - 20) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108369118 A (诺龙有限公司) 2018年 8月 3日 (2018 - 08 - 03) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105973162 A (大连理工大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109520666 A (大连理工大学) 2019年 3月 26日 (2019 - 03 - 26) 权利要求1-2	1-2	Y	CN 107884114 A (中国石油大学华东) 2018年 4月 6日 (2018 - 04 - 06) 说明书第28-63段, 附图1-6	1-2	Y	CN 101769442 A (大连理工大学) 2010年 7月 7日 (2010 - 07 - 07) 说明书第8-25段, 附图1-2	1-2	A	CN 101793573 A (昆明理工大学 等) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-2	A	CN 2567548 Y (西安石油学院) 2003年 8月 20日 (2003 - 08 - 20) 全文	1-2	A	CN 108369118 A (诺龙有限公司) 2018年 8月 3日 (2018 - 08 - 03) 全文	1-2	A	CN 105973162 A (大连理工大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-2
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 109520666 A (大连理工大学) 2019年 3月 26日 (2019 - 03 - 26) 权利要求1-2	1-2																								
Y	CN 107884114 A (中国石油大学华东) 2018年 4月 6日 (2018 - 04 - 06) 说明书第28-63段, 附图1-6	1-2																								
Y	CN 101769442 A (大连理工大学) 2010年 7月 7日 (2010 - 07 - 07) 说明书第8-25段, 附图1-2	1-2																								
A	CN 101793573 A (昆明理工大学 等) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-2																								
A	CN 2567548 Y (西安石油学院) 2003年 8月 20日 (2003 - 08 - 20) 全文	1-2																								
A	CN 108369118 A (诺龙有限公司) 2018年 8月 3日 (2018 - 08 - 03) 全文	1-2																								
A	CN 105973162 A (大连理工大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 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 2019年 10月 14日		国际检索报告邮寄日期 2019年 10月 31日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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 彭志萍 电话号码 86-(010)-62085741																								

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
A	US 6276215 B1 (OPTOPLAN AS) 2001年 8月 21日 (2001 - 08 - 21) 全文	1-2
A	DE 19808222 A1 (ABB RESEARCH LTD) 1999年 9月 2日 (1999 - 09 - 02) 全文	1-2

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/096181

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	109520666	A	2019年 3月 26日	无			
CN	107884114	A	2018年 4月 6日	无			
CN	101769442	A	2010年 7月 7日	无			
CN	101793573	A	2010年 8月 4日	无			
CN	2567548	Y	2003年 8月 20日	无			
CN	108369118	A	2018年 8月 3日	EP	3329219	A1	2018年 6月 6日
				GB	2542683	A	2017年 3月 29日
				GB	201513509	D0	2015年 9月 16日
				AU	2016303356	A1	2018年 3月 22日
				US	2018216979	A1	2018年 8月 2日
				WO	2017021702	A1	2017年 2月 9日
				GB	201613082	D0	2016年 9月 14日
				GB	2542683	B	2018年 1月 17日
CN	105973162	A	2016年 9月 28日	无			
US	6276215	B1	2001年 8月 21日	NO	975656	A	1999年 6月 7日
				AU	1513199	A	1999年 7月 12日
				EP	1036345	B1	2009年 4月 15日
				WO	9932911	A1	1999年 7月 1日
				DE	69840753	D1	2009年 5月 28日
				EP	1036345	A1	2000年 9月 20日
				NO	308050	B1	2000年 7月 10日
				WO	9932911	A8	1999年 9月 16日
				NO	975656	D0	1997年 12月 5日
				DK	1036345	T3	2009年 6月 22日
				NO	975656	L	1999年 6月 7日
DE	19808222	A1	1999年 9月 2日	AU	3244099	A	1999年 9月 15日
				NO	20004276	D0	2000年 8月 25日
				BR	9908314	A	2000年 11月 7日
				NO	321400	B1	2006年 5月 8日
				NO	20004276	L	2000年 10月 18日
				NO	20004276	A	2000年 10月 18日
				US	6563970	B1	2003年 5月 13日
				EP	1058822	A1	2000年 12月 13日
				WO	9944026	A1	1999年 9月 2日
				EP	1058822	B1	2004年 7月 21日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)