



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109143325 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 21

(21) 申请号 201811150587.9

G01V 1/22 (2006.01)

(22) 申请日 2018.09.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109143325 A

CN 106970541 A, 2017.07.21

US 2011022644 A1, 2011.01.27

US 2013058192 A1, 2013.03.07

(43) 申请公布日 2019.01.04

US 2017343691 A1, 2017.11.30

(73) 专利权人 山东蓝海可燃冰勘探开发研究院有限公司

CN 208872883 U, 2019.05.17

CN 106501861 A, 2017.03.15

地址 264207 山东省威海市南海新区滨海路北、龙海路东蓝色创业谷K区二楼众创空间

US 2001035311 A1, 2001.11.01

WO 2005006022 A1, 2005.01.20

专利权人 威海智慧海洋科技有限公司

王志文 等. 压力容器安全技术及事故分析--压力容器基础知识. 中国劳动出版社, 1993, 第358-359页.

(72) 发明人 余刚

周公威 等. 近三十年来海洋地震观测的发展. 国际地震动态. 2014, (第1期), 第18-24页.

(74) 专利代理机构 青岛华慧泽专利代理事务所(普通合伙) 37247

专利代理师 马千会 张慧芳

刘海波 等. 海上多波多分量地震采集综述. 中国石油勘探. 2007, (第03期), 第52-57页.

(51) Int. Cl.

G01V 1/20 (2006.01)

审查员 葛栩宏

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

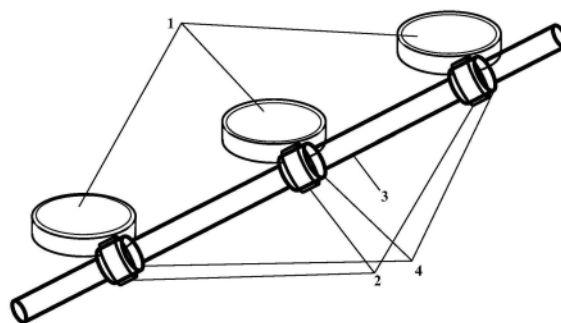
(54) 发明名称

一种海底四分量节点地震仪器系统及海底地震数据采集方法

据传输的缺陷。

(57) 摘要

本发明属于地球物理勘探技术领域, 涉及一种海洋测量仪器系统及海底地震数据采集方法。一种海底四分量节点地震仪器系统, 包括铠装光电复合缆、多个串接在铠装光电复合缆上的海底四分量节点地震仪器; 每个海底四分量节点地震仪器都配套设置有近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块; 近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块固定在铠装光电复合缆上; 海底四分量节点地震仪器通过所述的近距离无线传输模块以无线通讯的方式与甲板上的控制计算机连接。本发明的海底四分量节点地震仪器系统, 适用于低成本的海底四分量地震勘探数据采集作业, 可以克服目前用绳索或钢丝绳投放的海底节点地震仪器无法进行实时通讯和数



1. 一种海底地震数据采集方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

首先在甲板上的传送带上把海底四分量节点地震仪器按照预先设计好的间距,固定到铠装光电复合缆上;

随后由甲板上的绞车将由铠装光电复合缆连接固定的海底四分量节点地震仪器串按照施工设计的位置要求逐一投放到海底;

甲板上或控制仪器舱里的海底节点地震仪器布放、数据采集和回收控制计算机,沿铠装光电复合缆通过近距离无线传输的方式对每个海底四分量节点地震仪器进行启动、仪器工作状态实时监测;

将海洋地震勘探船上的GPS天线接收到的GPS信号,通过铠装光电复合缆上的近距离无线传输模块以无线通讯的方式对每个海底节点地震仪器进行授时和实时定位;

海底四分量节点地震仪器的数据采集作业开始后,数据采集/模数转换模块将采集到的三分量检波器、水听器和三分量姿态传感器输出信号转换为数字信号并通过数据存储模块进行存储;

数据存储模块里的数据通过海底四分量节点地震仪器内部安装的近距离无线传输模块、铠装光电复合缆上固定的近距离无线传输模块和光电转化模块沿光纤实时传输到海洋地震勘探船甲板上的数据记录存储计算机里;海底四分量节点地震仪器包括:铠装光电复合缆、多个串接在铠装光电复合缆上的海底四分量节点地震仪器;每个海底四分量节点地震仪器都配套设置有近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块;所述的近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块固定在铠装光电复合缆上;所述的海底四分量节点地震仪器通过所述的近距离无线传输模块以无线通讯的方式与铠装光电复合缆连接,进而通过铠装光电复合缆与甲板上的控制计算机连接并进行通讯和数据传输;所述的海底四分量节点地震仪器包括铝合金承压舱;所述的铝合金承压舱内设置阳极保护装置。

2. 根据权利要求1所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:当海底节点地震仪器布设到海底后,甲板电源系统通过铠装光电复合缆上的无线充电模块对海底节点地震仪器内的可充电电池进行无线充电或对节点地震仪器直接进行无线供电。

3. 根据权利要求1所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的铝合金承压舱内设置三分量检波器和水听器、数据采集/模数转换模块、数据存储模块、三分量姿态传感器、近距离无线数据传输发射接收模块、可充电电池;所述数据采集/模数转换模块用于采集三分量检波器、水听器和三分量姿态传感器输出的信号并将采集到的信号转换为数字信号,通过所述数据存储模块进行存储;甲板电源系统通过所述的无线充电模块对所述可充电电池进行无线供电与充电;所述的可充电电池为三分量检波器、三分量姿态传感器、水听器及节点仪器内部的电路板和电子器件提供电源。

4. 根据权利要求3所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的三分量检波器按正交坐标系方式安装组合而构成,用于测量其所处位置的三分量海底地震数据。

5. 根据权利要求4所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的三分量检波器为动圈式检波器、光纤检波器、加速度检波器、压电检波器、MEMS检波器中的一种;或者是不同类型的检波器组合或混合使用。

6. 根据权利要求3所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的水听器安装在铝合金承压舱侧面,用于测量其所处位置的海底压力波数据。

7. 根据权利要求3所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的水听器为压电晶体式水听器,或者是压电陶式水听器,或者是光纤压电水听器。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的铠装光电复合缆由单模和多模光纤、同轴电缆和双绞供电线组成。

9. 根据权利要求1-7任一项所述的海底地震数据采集方法,其特征在于:所述的铠装光电复合缆上每间隔一段距离设有一个功能模块套,所述的功能模块套固定在铠装光电复合缆,用于固定所述的近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块。

一种海底四分量节点地震仪器系统及海底地震数据采集方法

技术领域

[0001] 本发明属于地球物理勘探技术领域,涉及一种海洋测量仪器系统及海底地震数据采集方法。

背景技术

[0002] 海洋地震勘探是利用勘探船在海洋上进行地震勘探的方法。海洋地震勘探的原理、使用的仪器,以及处理资料的方法都和陆地地震勘探基本相同。由于在大陆架地区发现大量的石油和天然气,因此,海洋地震勘探有极为广阔的前景。海洋地震勘探是在海水中进行人工地震的调查方法,具有4个特点:①多数使用非炸药震源;②水中激发,水中接收,水听器装在船后拖缆(浮缆、电缆、等浮电缆)上;③走航连续记录;④资料由计算机处理,工作效率高。由于上述特点,使海洋地震勘探具有比陆地地震勘探高得多的生产效率,更需要用数字电子计算机处理资料。海洋地震勘探中常遇到一些特殊的干扰波,如鸣震和交混回响,以及与海底有关的底波干扰。

[0003] 海底地震勘探技术是海上地震勘探技术的一种,同样由震源和采集仪器组成。海底地震勘探技术大都采用非炸药震源(以空气枪为主),震源漂浮在接近海面,由海上地震勘探船拖曳;采集仪器放到海底来接收震源发出、经过海底底层反射的纵横波信号。由于海水不能传播横波,只有把检波器放到海底才可接收到横波及转换波。其特点是在水中激发,水中接收,激发,接收条件均一;可进行不停船连续观测。检波器最初使用压电检波器,现在发展到压电与振速检波器组合使用。海底地震勘探技术又可分为海底电缆勘探技术(Ocean Bottom Cable,简称OBC)和海底节点地震仪勘探技术(Ocean Bottom Node,简称OBN)。OBC技术是将成百上千个检波器连接在海底电缆上,由专用的放线艇在定位仪的引导下将采集电缆沉放到海底(海底电缆可以是一条或多条),海底电缆的一端连接到固定的仪器船上(仪器船要在海上抛前后锚以保证船身不转向和船位不偏移),而由海洋地震勘探船在海面四周按设计测线放炮的方式采集海底地震数据。

[0004] 海底节点地震仪勘探技术(OBN)是把节点地震仪器放置水下无缆供电并且不进行通讯,每个节点地震仪器自主运行,完全独立于所有其它节点,可以连续采集数据数个月。OBN的数据采集工作是两船作业—震源船和节点地震仪器布放和回收船。节点地震仪器的布设方式和间距没有约束限制,适合全方位角勘探。布设节点地震仪器时,每个节点仪器上可能会附加沿绳线或钢丝绳,可轻松回收节点地震仪器,类似渔民回收长串列蟹笼。往数千米水深的海底布设节点地震仪器时,不适用附加沿绳线或钢丝绳,一般由ROV携带节点地震仪器在海底按照设计的测点坐标布设仪器,回收时,也是由ROV下潜到海底去逐一回收深水节点地震仪器。

[0005] 发明专利申请201710224316.2公开了一种组合式海底地震采集节点(GOBS),其是系缆式金属外壳制成的海底地震采集节点,其外部结构包括耐压舱体,上下法兰,系绳钢缆。组合式海底地震采集节点的舱体采用钛合金外壳,其封装方式采用端面O型圈密封方式,内部装有数字采集器、全角检波器、网络通讯模块、GPS、电子罗盘和组合电源,传感器采

用全角检波器加装扩频电路设计而成。

[0006] 发明专利ZL 201610300796.1公开了一种多节点OBS垂直缆地震采集系统,包括第一水听器阵列电缆、采集站、第二水听器阵列电缆、定位浮筒、浮体、声学释放器和配重锚,第一水听器阵列电缆和第二水听器阵列电缆表面编织有辅助承重缆,第一水听器阵列电缆和第二水听器阵列电缆上沿其轴向分别等距地均匀分布连接有耐压水听器,采集站连接固定在第一水听器阵列电缆表面编织的辅助承重缆下端和第二水听器阵列电缆表面编织的辅助承重缆上端之间,采集站包括主采集站和从采集站,用于海底地震及天然气水合物勘探,具有可针对海底扩散型等水合物矿体的特点开展立体观测地震数据非常规处理、宽频广角地震反射地层建模与成像、为水合物识别和储量预测提供技术支撑的特点。

[0007] 目前的海底节点地震仪器有两类,一类是借助绳索或钢丝缆绳收放的自主运行且完全独立于所有其它节点的海底节点地震仪器,另一类是由ROV下潜到海底逐一布放和回收的自主运行且完全独立于所有其它节点的海底节点地震仪器。由于没有供电与通讯电缆与海底节点地震仪器相连接,无法对海底节点地震仪器进行实时供电或电池充电,致使仪器需要携带大量的可充电电池以保证能长时间在海底工作,增加了节点地震仪器的生产成本、体积和重量,无法对投放在海底的节点地震仪器进行定位、无法实时监测海底节点地震仪器的工作状态、无法实时传输海底节点地震仪器采集的数据(仪器只能进行盲采)、无法给在海底工作的节点地震仪器进行授时,它们只能依靠价格昂贵的原子钟芯片给仪器授时,长期在海底工作时会由于原子钟芯片的时间漂移而带来授时误差。

发明内容

[0008] 鉴于现有的海底节点地震仪器存在的问题,本发明提供了一种海底四分量节点地震仪器系统。

[0009] 本发明解决其技术问题采用的技术方案是:一种海底四分量节点地震仪器系统,包括铠装光电复合缆、多个串接在铠装光电复合缆上的海底四分量节点地震仪器;每个海底四分量节点地震仪器都配套设置有近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块;所述的近距离无线传输模块、光电转换模块、无线充电模块固定在铠装光电复合缆上;所述的海底四分量节点地震仪器通过所述的近距离无线传输模块以无线通讯的方式与铠装光电复合缆连接,进而通过铠装光电复合缆与甲板上的控制计算机连接并进行通讯和数据传输。

[0010] 所述的海底四分量节点地震仪器包括铝合金承压舱;所述的铝合金承压舱内设置有三分量检波器、水听器、数据采集/模数转换模块、数据存储模块、三分量姿态传感器、阳极保护装置、近距离无线数据传输发射接收模块、可充电电池;所述数据采集/模数转换模块用于采集三分量检波器、水听器和三分量姿态传感器输出的信号并将采集到的信号转换为数字信号,通过所述数据存储模块进行存储;甲板电源系统通过铠装光电复合缆上的无线充电模块对所述可充电电池进行无线充电或对节点地震仪器直接进行无线供电;所述的可充电电池为三分量检波器、三分量姿态传感器、水听器以及节点仪器内部的电路板和电子器件提供电源。

[0011] 所述的三分量检波器按正交坐标系方式安装组合而构成,用于测量其所处位置的三分量海底地震数据。

[0012] 所述的三分量检波器为动圈式检波器,或者是光纤检波器,或者是加速度检波器,或者是压电检波器,或者是MEMS检波器,也可以是不同类型的检波器组合或混合使用,比如压电检波器和振速检波器混合使用。

[0013] 所述的水听器安装在铝合金承压舱侧面,用于测量其所处位置的海底压力波数据。

[0014] 所述的水听器为压电晶体式水听器,或者是压电陶式水听器,或者是光纤压电水听器。

[0015] 所述的铠装光电复合缆由单模和多模光纤、同轴电缆和双绞供电线组成。

[0016] 所述的铠装光电复合缆上每间隔一段距离设有一个功能模块套,所述的功能模块套固定在铠装光电复合缆,用于固定所述的近距离无线传输模块、光电转换、无线充电模块。

[0017] 为了实现本发明的目的,本发明采用的另一种技术方案是,提供基于海底四分量节点地震仪器系统的海底地震数据采集方法,该方法包括以下步骤:

[0018] 首先在甲板上的传送带上把海底四分量节点地震仪器按照预先设计好的间距,固定到铠装光电复合缆上;

[0019] 随后由甲板上的绞车将由铠装光电复合缆连接固定的海底四分量节点地震仪器串按照施工设计的位置要求逐一投放到海底;

[0020] 甲板上或控制仪器舱里的海底节点地震仪器布放、数据采集和回收控制计算机,利用铠装光电复合缆通过近距离无线传输的方式对每个海底四分量节点地震仪器进行启动、仪器工作状态和采集数据的实时监测和评估;

[0021] 将海洋地震勘探船上的GPS天线接收到的GPS信号,通过铠装光电复合缆上的近距离无线传输模块以无线通讯的方式对每个海底节点地震仪器进行授时和实时定位;

[0022] 海底四分量节点地震仪器的数据采集作业开始后,数据采集/模数转换模块将采集到的三分量检波器、水听器和三分量姿态传感器输出信号转换为数字信号并通过数据存储模块进行存储;

[0023] 数据存储模块里的数据通过海底四分量节点地震仪器内部安装的近距离无线传输模块、铠装光电复合缆上固定的近距离无线传输模块和光电转化模块沿光纤进行实时转换并传输到海洋地震勘探船甲板上的数据记录存储计算机里。

[0024] 当海底节点地震仪器布设到海底后,甲板电源系统通过铠装光电复合缆上的无线充电模块对海底节点地震仪器内的可充电电池进行无线充电或对节点地震仪器直接进行无线供电。

[0025] 本发明的海底四分量节点地震仪器系统,适用于低成本的海底四分量地震勘探数据采集作业,可以克服目前工业界使用的用绳索或钢丝绳投放的海底节点地震仪器无法进行实时通讯和数据传输,也无法了解海底节点地震仪器在数据采集作业时的工作状态和对采集的数据进行实时监控和评估的问题。本发明利用安装在铠装光电复合缆上的近距离无线数据传输功能模块,可以大大的降低海底节点地震仪器的制造成本,减小节点地震仪器的体积和重量,保证所有的海底节点地震仪器在状态完好正常时采集海底地震数据,保持海底节点仪器在海底连续工作更长的时间,消除海底节点地震仪器的授时和定位误差,保证在海底节点仪器不幸丢失的情况下不丢失采集到的海底地震数据,解决了目前海底节点

地震仪器所面临的种种问题,便于海洋地震勘探公司高效安全低成本的采集海底多分量地震数据,为海底矿产和油气资源的高效低成本勘探开发提供有力的技术支持,有着良好的推广应用前景。

附图说明

- [0026] 图1是本发明的海底四分量节点地震仪器系统海底布放示意图;
[0027] 图2是本发明的海底四分量节点地震仪器系统结构示意图;
[0028] 图3是本发明海底四分量节点地震仪器系统结构平面俯视图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明的海底四分量节点地震仪器系统做出详细的说明和描述。

[0030] 参考图1、图2和图3,海底四分量节点地震仪器系统主要由多个海底四分量节点地震仪器1、一根铠装光电复合缆3组成,海底四分量节点地震仪器的数量根据实际需要确定。海底四分量节点地震仪器1的侧面固定有圆形缆环2,通过该缆环2,海底四分量节点地震仪器1以一定间距串接在铠装光电复合缆3,间隔距离为数米至上百米之间,根据具体情况而定。每个海底四分量节点地震仪器1都配套设置有第一近距离无线传输模块6、光电转换模块7、无线充电模块8,上述模块通过功能模块套4固定在铠装光电复合缆3上。铠装光电复合缆3内部由单模和多模光纤、同轴电缆和双绞供电线9组成。

[0031] 如图2、3所示,海底四分量节点地震仪器1主要由承压舱16、以及设置在承压舱内的三分量检波器10、8通道数据采集/模数转换模块11、第二近距离无线传输模块5、可充电电池、数据存储模块12、三分量姿态传感器13、四分量水听器14、承压舱阳极保护装置15构成。承压舱16是由高强度铝合金或非金属材料制成,用于抵抗深海海底高压对舱内的传感器和附属的电子器件的损坏。三分量检波器10是按正交坐标系方式安装组合而构成的,可以是基于三个按正交坐标系方式安装组合而构成的动圈式检波器,或者是光纤检波器,或者是加速度检波器,或者是压电检波器,或者是MEMS检波器,也可以是不同类型的检波器组合或混合使用,比如压电检波器和振速检波器混合使用,测量三分量检波器所处位置的三分量海底地震数据。

[0032] 四分量水听器14安装在承压舱16侧面,可以是压电晶体式水听器,可以是压电陶瓷式水听器,也可以是光纤压电水听器,测量四分量水听器14所处位置的海底压力波数据。

[0033] 三分量姿态传感器13提供三分量检波器和水听器所处位置的三分量姿态数据,用于对海底四分量地震数据进行方位旋转和姿态校正处理。

[0034] 本发明的基于海底四分量节点地震仪器系统的海底地震数据采集方法,具体实施过程如下:

[0035] 首先在甲板上的传送带上把多个海底四分量节点地震仪器1按照预先设计好的间距,通过仪器上的圆形缆环2固定到铠装光电复合缆3上,随后由甲板上的绞车将由铠装光电复合缆3连接固定的海底四分量节点地震仪器1串按照施工设计的位置要求逐一投放到海底。

[0036] 甲板上或控制仪器舱里的海底节点地震仪器1布放、数据采集和回收控制计算机,

沿铠装光电复合缆3通过近距离无线传输的方式对每个海底节点地震仪器1进行启动、仪器工作状态实时检测。

[0037] 同时将海洋地震勘探船上的GPS天线接收到的GPS信号,通过铠装光电复合缆3上的第一近距离无线传输模块6以无线通讯的方式对每个海底四分量节点地震仪器1进行授时和实时定位。

[0038] 当海底四分量节点地震仪器1布设到海底后,甲板电源系统通过铠装光电复合缆3和与海底四分量节点地震仪器连接的环形缆环2处的无线充电模块8对海底四分量节点地震仪器1内的可充电电池进行无线供电与充电。同时所述甲板上或控制仪器舱里的海底四分量节点地震仪器1布放、数据采集和回收控制计算机,通过近距离无线传输方式对海底四分量节点地震仪器1的工作状态进行实时监控。

[0039] 海底四分量节点地震仪器1的数据采集作业开始后,八通道数据采集/模数转换模块11将三分量检波器10、四分量水听器14输出信号和三分量姿态传感器13输出信号转换为数字信号并通过数据存储模块12进行存储。数据存储模块12里的数据发送到海底四分量节点地震仪器1内部紧挨铠装光电复合缆圆形缆环处安装的第二近距离无线数据传输发射接收模块5,然后通过铠装光电复合缆3上固定在圆形缆环2处的第一近距离无线传输模块6和光电转化模块7把仪器采集到的四分量海底地震数据沿光纤9实时传输到海洋地震勘探船甲板上的数据记录存储计算机里。

[0040] 本发明的海底四分量节点地震仪器系统及数据采集方法适用于低成本的海底四分量地震勘探数据采集作业,可以克服目前工业界使用的用绳索或钢丝绳投放的海底节点地震仪器无法进行实时通讯和数据传输,也无法了解海底节点地震仪器在数据采集作业时的工作状态和对采集的数据进行实时监控和评估的缺陷。

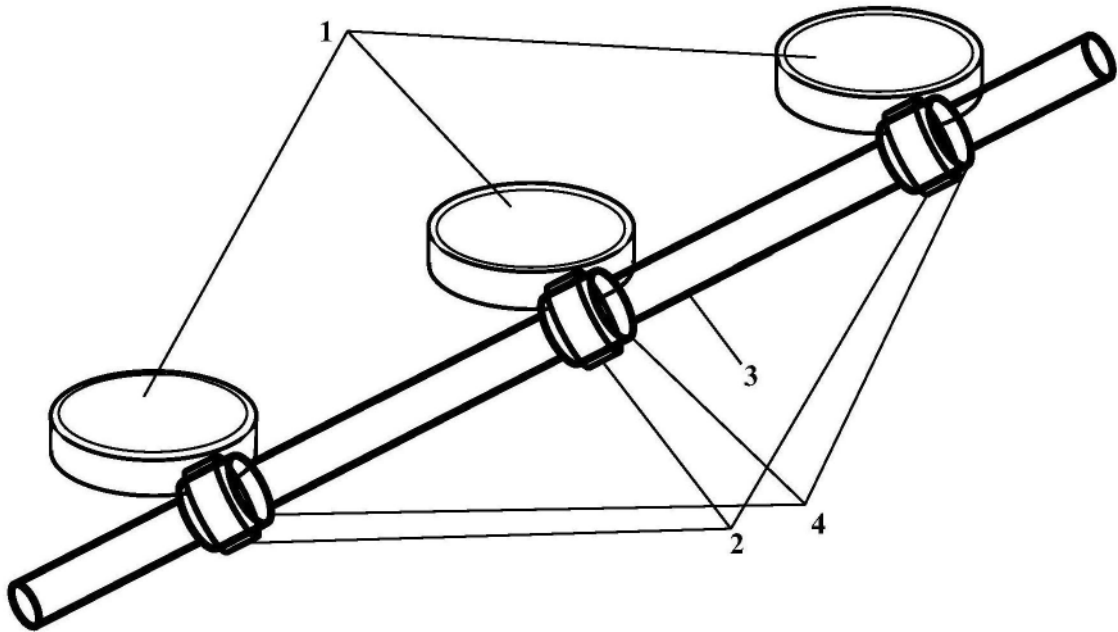


图1

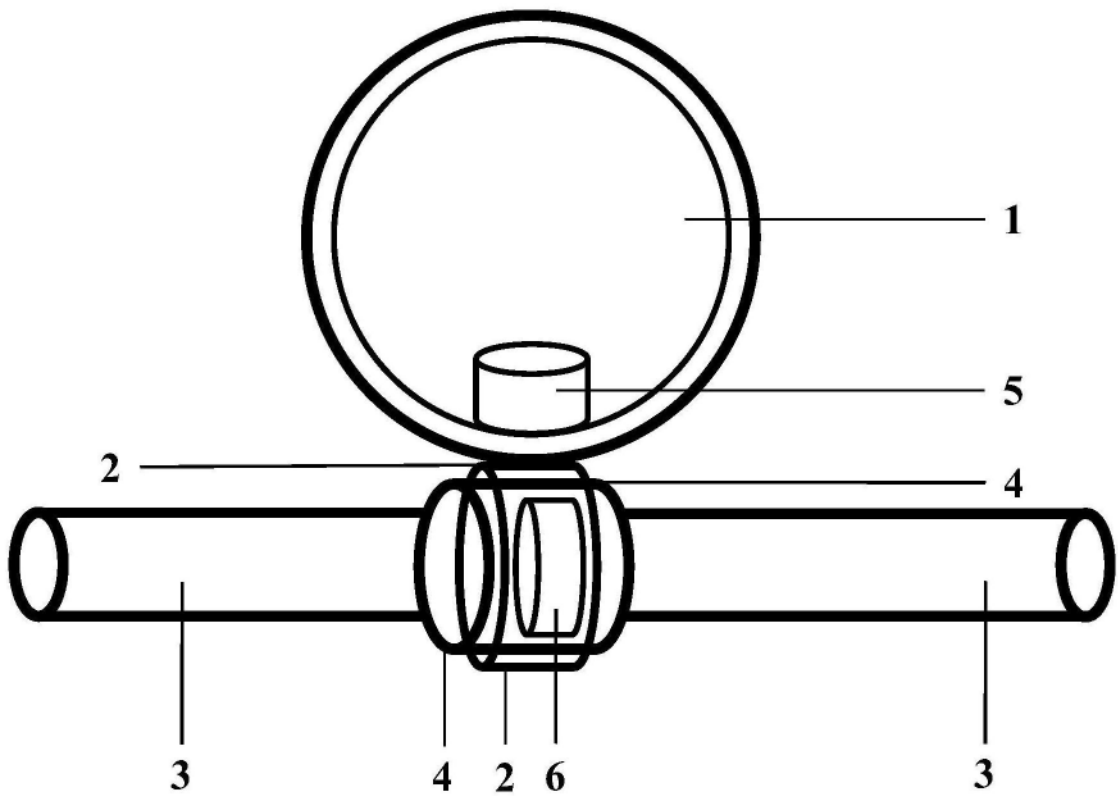


图2

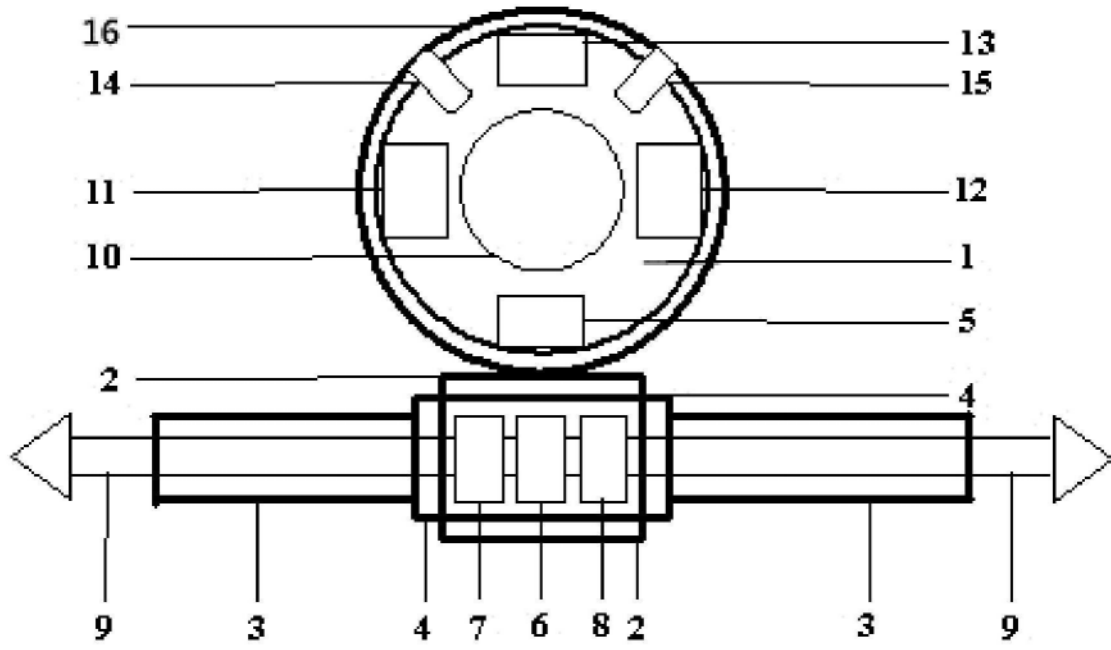


图3