



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110007337 B

(45)授权公告日 2020.04.10

(21)申请号 201910331678.0

审查员 荣扬名

(22)申请日 2019.04.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110007337 A

(43)申请公布日 2019.07.12

(73)专利权人 自然资源部第一海洋研究所

地址 266061 山东省青岛市崂山区仙霞岭路6号

(72)发明人 刘宗伟 吕连港

(74)专利代理机构 北京科家知识产权代理事务所(普通合伙) 11427

代理人 彭友谊

(51)Int.Cl.

G01V 1/00(2006.01)

G01H 3/00(2006.01)

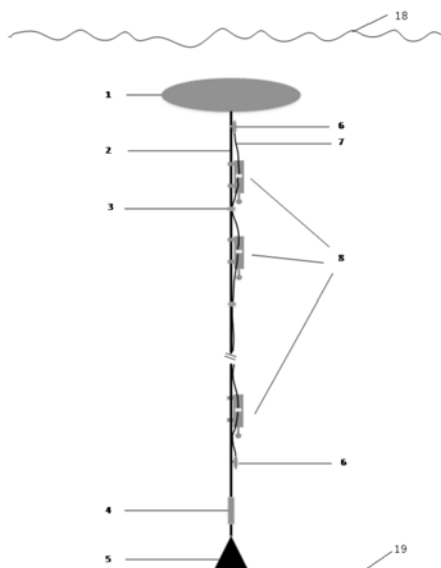
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种同步式自容水听器水声信号采集系统  
及工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种同步式自容水听器水声信号采集系统及工作方法,所述系统包括电磁感应耦合模块、自容水听器、电磁感应同步电缆和海水接触端子;电磁感应耦合模块包括湿端和干端,湿端位于自容水听器的水密舱外,包括能够打开和闭合的磁环,磁环上绕有感应线圈;干端位于自容水听器内部,包括调制解调模块、时钟模块和基准频率产生模块;干端和湿端之间通过水密电缆连接;电磁感应同步电缆顺序穿过各湿端中的磁环,电磁感应同步电缆的两端与海水接触端子相连,形成回路。所述系统利用电磁感应耦合同步模块、电磁感应同步电缆和海水接触端子实现自容水听器之间的同步采集。



1. 一种同步式自容水听器水声信号采集系统,其特征在于所述系统包括电磁感应耦合模块、自容水听器、电磁感应同步电缆和海水接触端子;

电磁感应耦合模块包括湿端和干端,湿端位于自容水听器的水密舱外,包括能够打开和闭合的磁环,磁环上绕有感应线圈;干端位于自容水听器内部,包括调制解调模块、时钟模块和基准频率产生模块;感应线圈与调制解调模块相连,调制解调模块与时钟模块和基准频率产生模块相连,时钟模块与上位机相连,能够实现时间信息获取,时钟模块和基准频率产生模块与自容水听器的采集模块相连,干端和湿端之间通过水密电缆连接;

电磁感应同步电缆顺序穿过各湿端中的磁环,电磁感应同步电缆的两端与海水接触端子相连,形成回路。

2. 根据权利要求1所述的一种同步式自容水听器水声信号采集系统,其特征在于电磁感应同步电缆选用直径0.8-1.2mm的塑包导线。

3. 根据权利要求1所述的一种同步式自容水听器水声信号采集系统,其特征在于电磁感应同步电缆按照一定的间隔固定在主缆或者自容水听器支架上。

4. 根据权利要求1所述的一种同步式自容水听器水声信号采集系统,其特征在于自容水听器布放构成线列阵、圆环阵、平面阵或体积阵。

5. 权利要求1-4任何一项所述系统的工作方法,其特征在于所述方法分为主工作模式和从工作模式,所述的主工作模式为电磁感应耦合模块中的时钟模块与上位机对时,获得时间信息;然后,时钟模块每秒发送一次秒脉冲和时间信息到调制解调模块,调制解调模块将这些信息调制到感应线圈,感应线圈电流发生变化形成变化的磁场,通过磁环被电磁感应同步电缆感应到产生感应电流,从而完成脉冲信号和时间信息的分发;同时时钟模块也将秒脉冲信息发送到基准频率产生模块,基准频率产生模块根据需要产生相应的基准频率;自容水听器的采集模块根据时钟模块的时间信息和基准频率产生模块产生的基准频率,按照设定好的时间和采样率信息,采集信号;

当电磁感应耦合模块工作于从工作模式时,调制解调模块将电磁感应同步电缆上的电信号解调得到秒脉冲和时间信息,分别发送到基准频率产生模块和时钟模块,后续的工作流程与主工作模式一致。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于所述系统中加入了自组织协议,电磁感应耦合模块能够选择主工作模式工作或从工作模式,并且能够根据自组织协议实现主工作模式工作或从工作模式状态切换,其工作流程如下:

1) 工作于从工作模式的电磁感应耦合模块在一定的保护时间后,仍然无法收到有效的的时间信息,将会启动状态切换模式;

2) 状态切换模式中,电磁感应耦合模块在一个随机的时间点发送一次时间信息,再等待一个随机的时间点转入主工作模式工作;

3) 处于状态切换模式的电磁感应耦合模块在收到一条时间信息后,继续转为从工作模式工作。

## 一种同步式自容水听器水声信号采集系统及工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于海洋探测设备领域,涉及一种同步式自容水听器水声信号采集系统及工作方法。

### 背景技术

[0002] 当水声信号被不同空间位置的水听器接收并被同步采集后,使用阵列信号处理方法可以获得空间增益,这将有利于水下目标的检测、测向和定位等应用。此外,海洋噪声的空间相关分析和垂直指向性分析等也依赖于不同空间位置水声信号的同步采集。

[0003] 为了实现同步水声信号采集,目前通常采用以下两大类的解决方案:

[0004] (1) 集中式采集系统。集中式采集系统中存在一个中央采集单元,各个水听器通过电缆与中央采集单元相连。该方案的优点是各个水听器通道之间的同步性可以得到有效保证。缺点是整个方案的实现较为复杂,由于存在大量电缆导致实际布放较为不便。虽然目前存在充油阵和毛发阵等更为紧凑的水听器安装方式,但是也导致随着阵列长度的增加,系统的体积变得更为庞大,一般需要配备专用绞车。此外,由于该方案中的所有水听器信号均在中央采集单元采集,一旦中央采集单元产生故障,有可能导致所有通道的水听器信号采集失败。

[0005] (2) 分布式采集系统。分布式采集系统中,每一个采集节点(自容水听器)均包含水听器、时钟、电源、存储和采集部分,可以独立完成水声信号采集任务。分布式采集系统需要解决的关键问题是各个采集节点之间的时钟存在漂移,导致同步性失效。目前存在以下几种解决方案,一是利用原子钟的方法:在各个采集节点使用高精度的原子钟来保证各个采集节点的同步性。目前已经开展了小范围的应用。在应用中也暴露出了一些问题,首先是每次开机前原子钟需要经过一段较长时间的驯服才能达到稳定状态,影响了其简便性。其次是限制于目前芯片级原子钟的性能稳定性,在一段时间后各个原子钟之间仍然会出现一定时间漂移。最后原子钟的价格较为昂贵,也影响了其更进一步大规模应用。第二种是使用北斗卫星信号,通过塑包钢缆电磁感应耦合方式实现声信号的同步采集。由于标体本身静音以及海上安全性需要,更多的水听器需要通过潜标形式布放,此时就没有办法使用北斗信号。此外,塑包钢缆本身较重,如果阵列长度太长,会造成实际布放较大的困难。此外还有光同步的方法,该方法同步精度较高,但是如果系统布放于近海浑浊水的地方,或者单个采集节点的姿态偏差太大导致无法有效接收光信号,就会导致系统同步精度降低。

### 发明内容

[0006] 为克服现有系统的存在问题,本发明提供了一种同步式自容水听器水声信号采集系统。所述系统利用电磁感应耦合同步模块、电磁感应同步电缆和海水接触端子实现自容水听器之间的同步采集。

[0007] 本发明是通过如下技术方案来实现的:

[0008] 一种同步式自容水听器水声信号采集系统,所述系统包括电磁感应耦合模块、自

容水听器、电磁感应同步电缆和海水接触端子；

[0009] 电磁感应耦合模块包括湿端和干端，湿端位于自容水听器的水密舱外，包括能够打开和闭合的磁环，磁环上绕有感应线圈；干端位于自容水听器内部，包括调制解调模块、时钟模块和基准频率产生模块；感应线圈与调制解调模块相连，调制解调模块与时钟模块和基准频率产生模块相连，时钟模块与上位机相连，能够实现时间信息获取，时钟模块和基准频率产生模块与自容水听器的采集模块相连，干端和湿端之间通过水密电缆连接；

[0010] 电磁感应同步电缆顺序穿过各湿端中的磁环，电磁感应同步电缆的两端与海水接触端子相连，形成回路。

[0011] 进一步，电磁感应同步电缆选用直径0.8-1.2mm的塑包导线。电磁感应同步电缆不承载各仪器设备重量，只传递秒脉冲以及时间信息信号。

[0012] 进一步，电磁感应同步电缆按照一定的间隔固定在主缆或者自容水听器支架上。

[0013] 进一步，自容水听器布放构成线列阵、圆环阵、平面阵或体积阵。

[0014] 上述系统的工作方法，分为主工作模式和从工作模式，所述的主工作模式为电磁感应耦合模块中的时钟模块与上位机对时，获得时间信息；然后，时钟模块每秒发送一次秒脉冲和时间信息到调制解调模块，调制解调模块将这些信息调制到感应线圈，感应线圈电流发生变化形成变化的磁场，通过磁环被电磁感应同步电缆感应到产生感应电流，从而完成脉冲信号和时间信息的分发。同时时钟模块也将秒脉冲信息发送到基准频率产生模块，基准频率产生模块根据需要产生相应的基准频率；自容水听器的采集模块根据时钟模块的时间信息和基准频率产生模块产生的基准频率，按照设定好的时间和采样率等信息，采集信号；

[0015] 当电磁感应耦合模块工作于从模式时，调制解调模块将电磁感应同步电缆上的电信号解调得到秒脉冲和时间信息，分别发送到基准频率产生模块和时钟模块，后续的工作流程与主模式一致。

[0016] 进一步，上述系统中加入了自组织协议，电磁感应耦合模块能够选择主从工作模式工作，并且能够根据自组织协议实现主从工作模式状态切换，其工作流程如下：

[0017] 1) 工作于从模式的电磁感应耦合模块在一定的保护时间后，仍然无法收到有效的的时间信息，将会启动状态切换模式；

[0018] 2) 状态切换模式中，电磁感应耦合模块在一个随机的时间点发送一次时间信息，再等待一个随机的时间点转入主模式工作；

[0019] 3) 处于状态切换模式的电磁感应耦合模块在收到一条时间信息后，继续转为从模式工作。

[0020] 本发明与现有技术相比的有益效果是：

[0021] 1) 通过在自容水听器安装电磁感应耦合同步模块方式，实现了自容水听器之间的高精度同步，有效克服了传统集中式采集系统结构复杂，布放困难和工作不稳定等缺点。

[0022] 2) 自容水听器可以在一定范围内任意布放，例如可以构成线列阵、圆环阵、平面阵和体积阵。

[0023] 3) 电磁感应同步电缆使用直径0.8-1.2mm的塑包导线，具有重量轻，价格低，易于采购的优点。可以一次性使用，避免重复使用中可能出现的破损。

[0024] 4) 电磁感应耦合同步模块内部包括时钟模块，在没有同步信号的情况下仍然可以

工作,保证了自容水听器总是能够采集到数据。

[0025] 5)电磁感应耦合同步模块可以设置为主从工作模式,此外可以根据自组织协议实现主从自主切换,实现在一定范围内的自容水听器同步功能。

### 附图说明

[0026] 图1是同步式自容水听垂直线列阵潜标布放示意图;1.潜标主浮体,2.主缆,3.胶带,4.声学释放器,5.重块,6.海水接触端子,7.电磁感应同步电缆,8.自容水听器,9.体积阵支架,18、海面,19、海底;

[0027] 图2是同步式自容水听4元体积阵布放示意图;3.胶带,6.海水接触端子,7.电磁感应同步电缆,8.自容水听器,9.体积阵支架;

[0028] 图3是单个同步式自容水听器工作状态示意图;3.胶带,7.电磁感应同步电缆,10.自容水听器固定卡扣,11.水密舱,12.湿端,13.水听器;图4是电磁感应耦合原理示意图;7.电磁感应同步电缆,8.自容水听器,12.湿端,14.感应线圈,20.海水地,21磁环。

[0029] 图5是电磁感应耦合模块内部结构示意图;a、湿端,b、干端,14.感应线圈,15、调制解调模块,16、时钟模块,17、基准频率产生模块,21磁环。

### 具体实施方式

[0030] 下面通过实施例结合附图来对本发明的技术方案作进一步解释,但本发明的保护范围不受实施例任何形式上的限制。

[0031] 实施例1

[0032] 一种同步式自容水听器水声信号采集系统,所述系统包括电磁感应耦合模块、自容水听器8、电磁感应同步电缆7以及海水接触端子6。

[0033] 电磁感应耦合模块包括湿端和干端,湿端位于自容水听器的水密舱11外,包括能够打开和闭合的磁环21,磁环上绕有感应线圈14;干端位于自容水听器内部,包括调制解调模块15、时钟模块16和基准频率产生模块17;感应线圈与调制解调模块相连,调制解调模块与时钟模块和基准频率产生模块相连,时钟模块与上位机相连,能够实现时间信息获取,时钟模块和基准频率产生模块与自容水听器的采集模块相连,干端和湿端12通过水密电缆连接;

[0034] 电磁感应同步电缆7顺序穿过各湿端12中的磁环,电磁感应同步电缆7的两端与海水接触端子6相连,形成回路。

[0035] 电磁感应耦合模块工作于主模式的一般流程如下。首先,电磁感应耦合模块中的时钟模块与上位机对时,获得时间信息。然后,时钟模块每秒发送一次秒脉冲和时间信息到调制解调模块,调制解调模块将这些信息调制到感应线圈,感应线圈电流发生变化形成变化的磁场,通过磁环被电磁感应同步电缆感应到产生感应电流,从而完成脉冲信号和时间信息的分发。同时时钟模块也将秒脉冲信息发送到基准频率产生模块,基准频率产生模块根据需要产生相应的基准频率。自容水听器的采集模块根据时钟模块的时间信息和基准频率产生模块产生的基准频率,按照设定好的时间和采样率等信息,采集信号。

[0036] 当电磁感应耦合模块工作于从模式时,调制解调模块将电磁感应同步电缆上的电信号解调得到秒脉冲和时间信息,分别发送到基准频率产生模块和时钟模块。后续的工作

流程与主模式一致。

[0037] 为了使整个系统更加稳定的工作,特别加入了自组织协议,允许自容水听器在主从模式之间切换。这样做的好处是当电磁感应同步电缆出现局部的破损点后,可以实现不能接收原同步信号的自容水听器之间的同步。自组织协议的工作流程如下:

[0038] 1) 工作于从模式的电磁感应耦合模块在一定的保护时间(可以在数分钟至数小时之间)后,仍然无法收到有效的同步信息,将会启动状态切换模式

[0039] 2) 状态切换模式中,电磁感应耦合模块在一个随机的时间点发送一次同步信息,再等待一个随机的时间后转入主模式工作。

[0040] 3) 处于状态切换模式的电磁感应耦合模块在收到一条同步信息后,继续转为从模式工作。

[0041] 本实施例实际布放方式示例见图1。

[0042] 图1中的潜标主浮体1位于海面18以下,提供潜标的浮力,根据实际需要整个潜标上其他深度位置还可以布放浮球以增加浮力。主缆2一般为凯夫拉(Kevlar)绳子,具有拉力大和伸缩性小的优点。胶带3将电磁感应同步电缆7固定在主缆2上,固定的时候电磁感应同步电缆7要松紧合适,不能太紧以防止电磁感应同步电缆7承力,也不能太松以防止不必要的漂移。声学释放器4用于潜标回收,一般为了保险起见,并联两个布放。重块5将潜标固定在海底19的特定位置。海水接触端子6与电磁感应同步电缆7相连,并且与海水接触,形成回路。电磁感应同步电缆7选用直径1mm的塑包导线。电磁感应同步电缆不承载各仪器设备重量,只传递电信号。实际使用时,电磁感应同步电缆7从湿端12的磁环中穿过。自容水听器8布放于体积阵支架9上,自容水听器8包括水密舱11和水听器13,其中水密舱内包括电磁感应耦合同步模块干端、电源、采集和存储等模块,可以实现水声信号的自主采集。

[0043] 实施例2

[0044] 如图2所示,本实施例为4元体积阵布放方式,该布放方式常见与海洋哺乳动物发声观测中。自容水听器8布放于体积阵支架9上。

[0045] 除了实施例1和实施例2的两种布放方式外,还可以根据实际需要以圆环阵和平面阵等形式布放,只需要保证电磁感应同步电缆7顺序穿过各湿端12中的磁环,其中电磁感应耦合模块的湿端12位于自容水听器的水密舱11外。电磁感应同步电缆7的两端与海水接触端子6相连,形成回路。

[0046] 图3为单个同步式自容水听器工作状态示意图,自容水听器固定卡扣10将自容水听器固定在主缆上。电磁感应同步电缆7穿过湿端12中的磁环。水听器负责将水声信号转换为电信号以供采集。

[0047] 图4为电磁感应耦合原理示意图,图中绘制了两个自容水听器8以及相应的电磁感应耦合模块的湿端12。电磁感应耦合模块的湿端12包括磁环21和感应线圈14两个部分。实际中磁环有一部分是活动的,以方便电磁感应同步电缆7穿过,电磁感应同步电缆7的两端与海水接触端子6相连,海水接触端子置于海水地20。

[0048] 图5中的感应线圈14与调制解调模块15相连,调制解调模块15输出时间信息到时钟模块16,输出秒脉冲到基准频率产生模块17。基准频率产生模块17根据需要产生采集系统需要的基准频率。

[0049] 经过以上设计和实现,各自容式水听器之间的同步精度达到微秒级别,实现了高

精度同步,同时又保留了自容式水听器易于布放和工作稳定的优点,能够大规模的推广使用,将极大的促进海洋声学相关科研及应用的发展。

[0050] 以上所述仅是对本发明的较佳实施方式而已,并非对本发明作任何形式上的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施方式所做的任何简单修改,等同变化与修饰,均属于本发明技术方案的范围内。

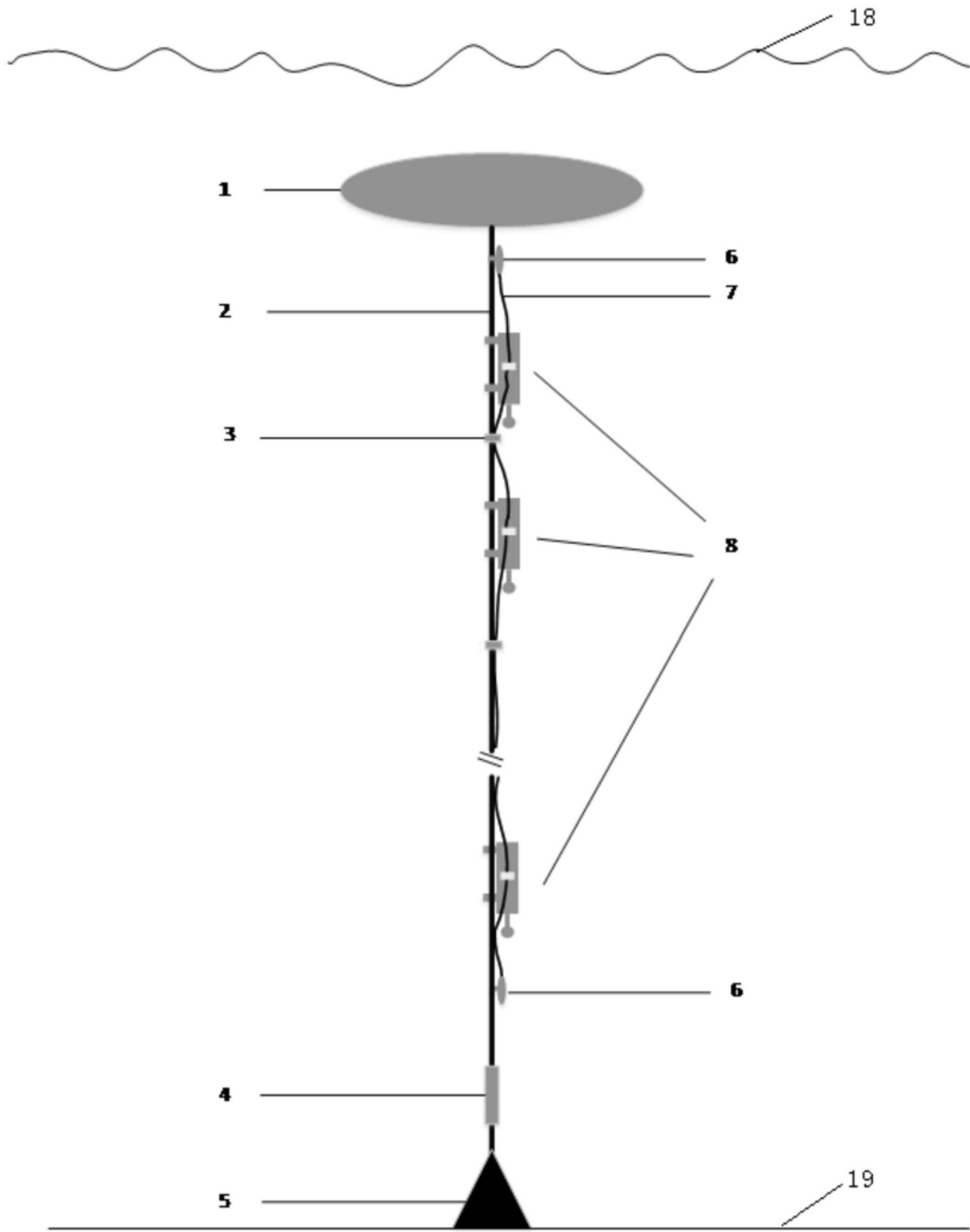


图1





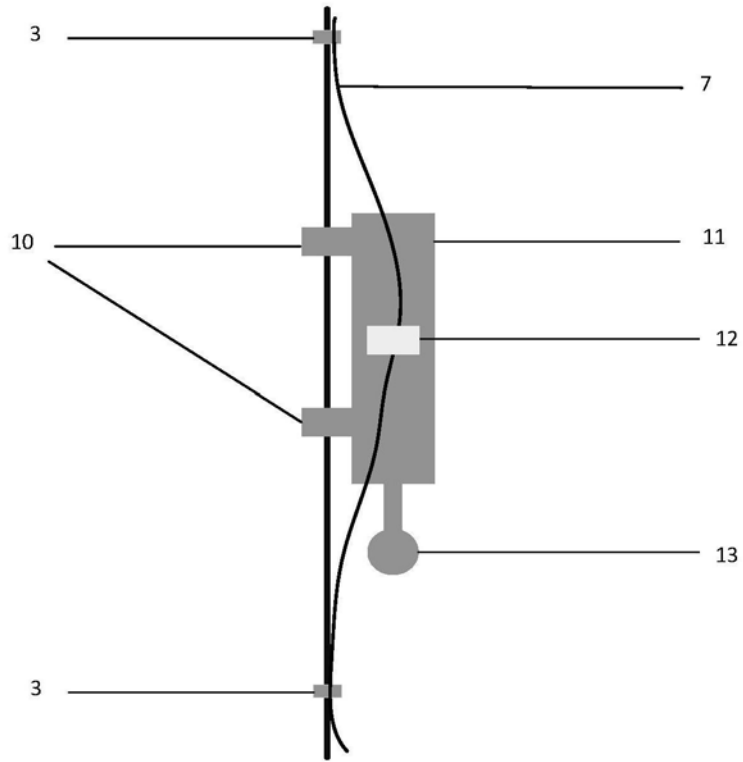


图3

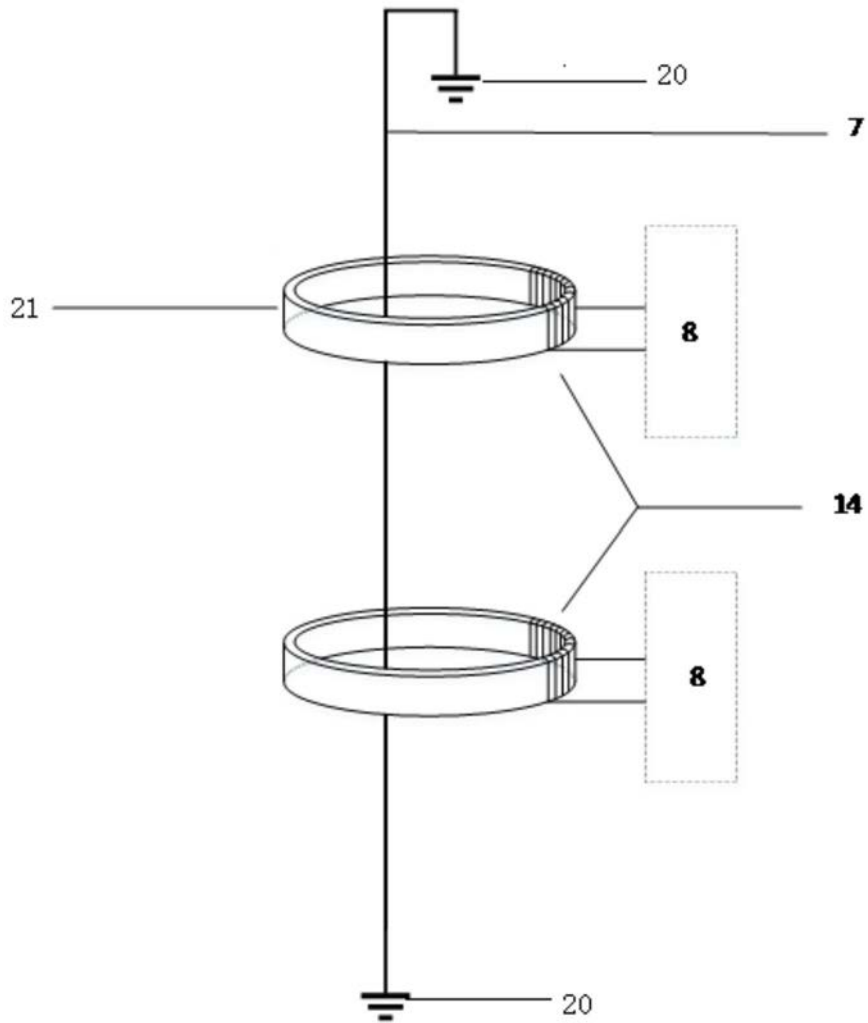


图4

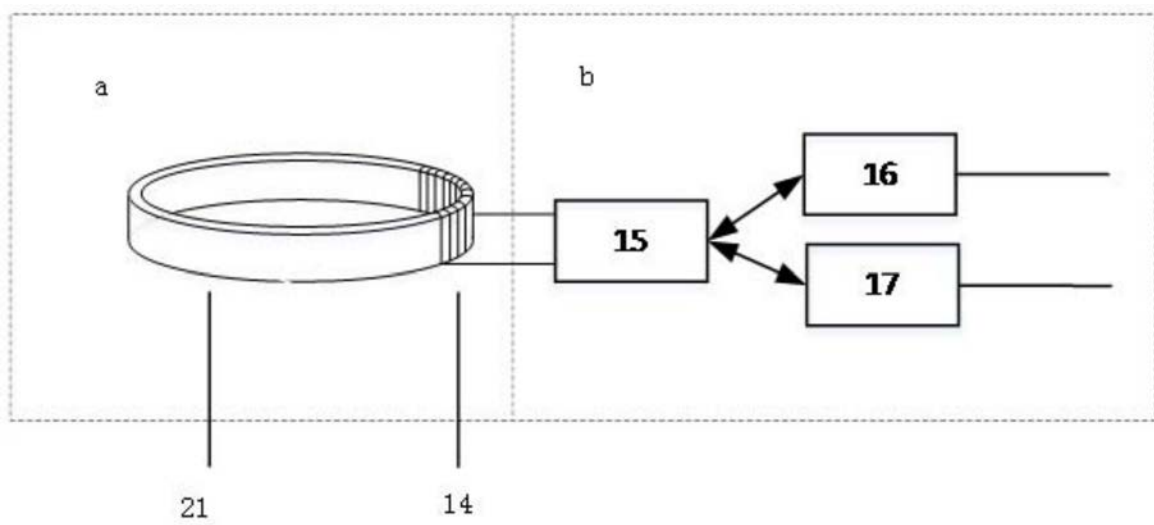


图5