



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106988727 A

(43)申请公布日 2017. 07. 28

(21)申请号 201710204684.0

(22)申请日 2017.03.30

(71)申请人 青岛汉源传感技术有限公司

地址 266000 山东省青岛市高新区锦业路1
号中小企业孵化器A3-3

(72)发明人 刘军 王晓伟 徐江燕 程金晶

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理
有限公司 11340

代理人 王泽云

(51) Int. Cl.

E21B 47/0228(2012.01)

E21B 47/0224(2012.01)

E21B 47/13(2012.01)

E21B 47/14(2012.01)

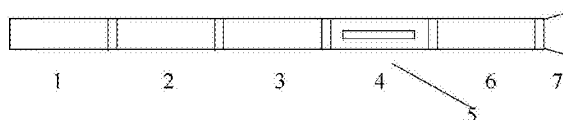
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种钻井用定向传感器

(57)摘要

一种能够实现抗干扰能力强,精度高,导向作业效率高的,通过插接轴与随钻测量工具连接的测控系统中安装的钻井用定向传感器,包括定位传感器,磁方位角补偿器,以及感应线圈。



1. 一种钻井用定向传感器,其特征在于,包括
安装在与随钻测量工具连接的测控系统的旋转外套筒内壁上的至少一个的定位传感器,
位于该至少一个的定位传感器附近并与其连接的至少一个磁方位角补偿器,
位于该至少一个的定位传感器附近并与其连接的至少一个感应线圈的第一部分,以及
安装于旋转芯轴上的所述至少一个感应线圈的第二部分,
其中,所述定位传感器用于提供通过所述磁方位角补偿器对所述旋转外套筒的磁方位角补偿后的定向信号,通过所述感应线圈的第一部分和第二部分的耦合作用发送至地面。
2. 如权利要求1所述钻井用定向传感器,其特征在于,通过将所述至少一个定位传感器设置在与所述随钻测量工具连接的所述测控系统的旋转外套筒内壁,使所述定位传感器与所述测控系统的外套筒同步,通过所述至少一个感应线圈传输电磁信号。
3. 如权利要求1所述钻井用定向传感器,其特征在于,所述感应线圈的第一部分和第二部分各自均具有电流回路,实现信号的发送和接收功能。
4. 如权利要求1所述钻井用定向传感器,其特征在于,通过在磁方位角补偿器的校正电路中连接截止或屏蔽元件来消除由于振动所产生的不期望的电磁噪音。
5. 如权利要求1所述钻井用定向传感器,其特征在于,在磁方位角补偿器附近靠近感应线圈的位置设置温度传感器,以监控周围电子线路附近的温度。
6. 一种使用上述权利要求1~5任一项所述定向传感器的导向工具,其特征在于,包括测控系统、导向轴,位于最后一级的导向轴与钻头连接,为钻头的钻进提供导向,其中,所述定向传感器位于所述测控系统中,利用该定向传感器,进行井斜角、磁方位角等参数的测量,并由此调整导向轴的方向,以进行导向作业。
7. 如权利要求6所述导向工具,其特征在于,在所述测控系统中植入声学位置探测装置,并将之与所述定向传感器电连接。
8. 如权利要求7所述导向工具,其特征在于,该声学位置探测装置包括声波发射器、声波接收器和声波处理装置,通过所述声波处理装置,将基于钻井中反射的声波特征形成数字信息,并将其转换成位置数据传输至所述随钻测量工具。

一种钻井用定向传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于定向钻井井下导向工具的定向传感器,具体的,涉及一种全旋转指向式导向工具的定向传感器,这种全旋转指向式导向工具适于结合到钻井井下钻探装置中。

背景技术

[0002] 现有技术中,在石油天然气钻井工程中,定向井、水平井、大位移井的数量占比越来越高,随钻测量工具的应用范围越来越广,目前,最常用的石油钻井随钻工具为MWD(无线随钻测量仪)。作为旋转导向工具,钻杆在旋转状态下即能够实现对井眼轨迹的导向控制,通常,旋转导向工具按导向方式分为钻头推靠式和钻头指向式,按动力传递结构方式可划分为“驱动轴—不旋转套”结构和“全旋转”结构等,其中全旋转指向式导向工具结合了指向式导向和全旋转钻井两者的优点,更能适应各种复杂的地层和作业工况,是导向钻井技术发展的趋势。

[0003] 在旋转导向工具设计研发上各式纷呈,诸如贝克休斯公司的AutoTrack即是钻头推靠式工具,研发的“驱动轴—不旋转套”结构中,通过控制不旋转外套上推力块作用于井壁的合力大小及方向进行导向(例如参照专利文献W02008101020A)。作为钻头指向式旋转导向工具,诸如哈里伯顿公司的Geo-Pilot(例如参照专利文献W02014055068A)、威德福公司的Revolution(例如参照专利文献W02008120025A)及斯伦贝谢公司的PowerDrive Xceed(例如参照专利文献N020061119A)等。其中,所述PowerDrive Xceed是“全旋转”结构,即全旋转指向式导向工具,通过交替变化的导向和稳斜钻进模式来修正造斜率,并根据地面系统下传导向参数来进行控制。此时,由于旋转轴转动会造成振动干扰,定向导向时很容易受其影响并使得磁分量产生较大偏差,这给连接在旋转轴上的随钻测量(MWD)工具的测量精度带来挑战。

[0004] 现有技术中,存在这样一种钻井用旋转导向工具的方案,所述导向工具置于钻杆内,包括非旋转的套筒,该套筒具有一个或多个可伸缩的推动器,用于调整该套筒相对于钻井的定向,在套筒内可旋转地安装有一个空心轴,其限定作为钻探泥浆的通道,并且与钻头连接。其中,为了调整钻探装置的钻探方向,通过调整该空心轴中的钻探泥浆的压力而促成该一个或多个推动器与钻井的壁抵接,从而调整非旋转套筒相对于钻井的定向,同时调整钻探的方向。

[0005] 在现有技术中,通常的情况是,在随钻测量工具中,布置有用于测量定向参数、振动参数、电阻率以及伽马等的测量短节(随钻测量工具由多个测量短节串接而成),其中,磁方位角即是随钻测量工具测量的井筒重要参数之一。通常,随钻测量工具中装有定向传感器组件,定向传感器组件中的核心部件定位传感器含有3个重力加速度传感器和3个磁场传感器,该3个重力加速度传感器与3个磁场传感器分别正交安装于传感器龙骨上,所述重力加速度传感器用于测量重力加速度分量 G_x 、 G_y 、 G_z ,所述磁场传感器用于测量地球磁场的磁感应强度分量 B_x 、 B_y 、 B_z ,根据测量的上述6个参数,即可以计算出传感器中心轴线所指的磁

方位角。为此,现有技术中,还存在这样一种通过将一个或多个定向传感器连接到其旋转轴上的随钻测量(MWD)工具的技术方案,其提供了相对于外套筒垂直方向的定向指示,该定向传感器和MWD工具均安装在旋转轴上。由于定向传感器对于振动干扰敏感,电磁干扰敏感,因而在轴旋转时要从安装在旋转轴上的定向传感器中获得信号是非常困难或甚至不可能的,因此,只能在旋转轴静止或缓慢移动时才能获得定向传感器的信号和外套筒相对于钻井的定向指示,这样,要么获得离散的导向结果,要么得到精度极差的连续导向结果。

[0006] 基于此,本申请团队在针对钻头指向式旋转导向工具,特别是针对斯伦贝谢公司的PowerDrive Xceed全旋转指向式导向工具,提出了一种改进的全旋转指向式导向工具,使用一种全新的定位传感器,具有较高的抗干扰能力,能够对井眼轨道精细控制,大大提高了井眼轨道控制精度和导向钻井作业效率。

发明内容

[0007] 鉴于现有技术中存在的上述技术问题,本发明的目的在于提供一种能够实现抗干扰能力强,精度高,导向作业效率高的,通过插接轴与随钻测量工具连接的测控系统中安装的钻井用定向传感器,以及使用该定向传感器的导向工具。

[0008] 具体的,本发明提供一种钻井用定向传感器,该定向传感器包括安装在与随钻测量工具连接的测控系统的旋转外套筒内壁上的至少一个的定位传感器,位于该至少一个的定位传感器附近并与其连接的至少一个磁方位角补偿器,位于该至少一个的定位传感器附近并与其连接的至少一个感应线圈的第一部分,以及安装于旋转芯轴上的所述至少一个感应线圈的第二部分,其中,所述定位传感器用于提供通过所述磁方位角补偿器对所述旋转外套筒的磁方位角补偿后的定向信号,通过所述感应线圈的第一部分和第二部分的耦合作用发送至地面。

[0009] 根据本发明,通过将至少一个定位传感器设置在与随钻测量工具连接的测控系统的旋转外套筒内壁,使定位传感器与测控系统的外套筒同步,通过感应线圈传输电磁信号,这样大大降低了定位传感器信号接收的难度,并且受电磁干扰强度大大降低,即使受到总线电流的电磁影响,也能够实时进行补偿,以消除电磁干扰造成的定向精度的扰动。

[0010] 根据本发明,无需将定位传感器安装于旋转芯轴上,巧妙的解决了离散导向的问题,通过反演计算,大大提高了导向精度。

[0011] 根据本发明,通过增加至少一组感应线圈,使定位传感器所产生的信号同时能够供给至连接在旋转芯轴上的随钻测量工具,同时促进了与地面信号的传递作用。

[0012] 根据本发明,在感应线圈的第一部分和第二部分各自均具有电流回路,实现信号的发送和接收功能,由此,使得该定向传感器无需额外提供电源,可以减少现有技术中需要装卸电池的麻烦。

[0013] 根据本发明,还能够通过在磁方位角补偿器的校正电路中连接截止或屏蔽元件来消除由于振动所产生的不期望的电磁噪音,这样,能够消除由于旋转芯轴的转动产生的振动所产生的电磁干扰。

[0014] 根据本发明,还可以在磁方位角补偿器附近靠近感应线圈的位置设置温度传感器,以监控周围电子线路附近的温度是否因为旋转芯轴的转动而导致升温过高而致使定位传感器灵敏度下降,使测量精度下降。

[0015] 根据本发明的另一方面,提供了一种使用上述定向传感器的导向工具,其特征在于,包括测控系统、导向轴,位于最后一级的导向轴与钻头连接,为钻头的钻进提供导向,其中,所述定向传感器位于所述测控系统中,利用该定向传感器,进行井斜角、磁方位角等参数的测量,并由此调整导向轴的方向,以进行导向作业。

[0016] 根据本发明,因为所述旋转导向工具包括依次按顺序连接的随钻测量工具、插接轴、涡轮发动机、测控系统、导向轴,利用插接轴连接随钻测量工具和位于后级的导向系统,不但形成全旋转结构,而且能够利用测控系统对导向进行精确控制,利用所述测控系统的定向传感器(组件),进行井斜角、磁方位角以及工具面角等参数的测量和校准,并由此进行导向作业。

[0017] 根据本发明,还可以在测控系统中植入声学位置探测装置,并将之与定向传感器电连接。该声学位置探测装置包括声波发射器、声波接收器和声波处理装置,通过所述声波处理装置,将基于钻井中反射的声波特征形成数字信息,并将其转换成位置数据传输至随钻测量工具。其中,所述声学位置探测装置通过该定向传感器确定定向参考位置,并且接收并处理反射得到的地下声波,以测定与地面的相对位置或者边界的距离,因此,能够进一步确定钻井处于目标结构内的位置,从而为导向作业提供依据。

附图说明

[0018] 下面将参照附图以具体实施方式对本发明作出详细的描述,其中:

[0019] 图1是示出本发明具体实施方式的旋转导向工具的示意图;

[0020] 图2是示出本发明具体实施方式的旋转导向工具中使用的定向传感器的示意图;

[0021] 图3是示出本发明具体实施方式的旋转导向工具中使用的定向传感器的磁方位角补偿器的示意图。

具体实施方式

[0022] 下面,利用具体实施方式对本发明作出详细说明,本领域技术人员懂得,该说明是示例性的,并非限定性的,本发明的保护范围并不限于具体实施方式之中。

[0023] 常用的石油钻井随钻工具有MWD(无线随钻测量仪)、LWD(无线随钻测井仪)、RSS(旋转导向钻井系统)等,在所述随钻测量工具中,通常布置有用于测量定向参数、振动参数、电阻率以及伽马等的测量短节(随钻测量工具由多个测量短节串接而成),其中,磁方位角是随钻测量工具测量的井筒重要参数之一。通常,随钻测量工具中装有定向传感器组件,定向传感器组件中的核心部件定位传感器含有3个重力加速度传感器和3个磁场传感器,该3个重力加速度传感器与3个磁场传感器分别正交安装于传感器龙骨上,所述重力加速度传感器用于测量重力加速度分量 G_x 、 G_y 、 G_z ,所述磁场传感器用于测量地球磁场的磁感应强度分量 B_x 、 B_y 、 B_z ,根据测量的上述6个参数,即可以计算出传感器中心轴线所指的磁方位角。磁方位角易受外部磁干扰的影响,磁干扰越强,磁方位角的测量误差就越大。

[0024] 对于一般的MWD工具,定向传感器安装于井下测量工具组合的最下端,上部电路对定向传感器磁方位角的影响可忽略不计。随着石油钻探技术的发展,随钻工具的功能越来越多,不但进行测量,同时还要进行控制操作,本发明独辟蹊径,将定向传感器安装于通过插接轴与所述测量工具连接的测控系统上,通过总线向井下工具的测量工具和测控系统进

行供电与通讯,通过安装磁方位角补偿器来规避一系列电磁干扰。此时,当井下系统工作时,流经总线的直流电流会产生磁场,会改变定向传感器所在位置的磁场环境,使定向传感器测量磁方位角的误差变大,此时,对定向传感器所测磁分量进行校验补偿,以消除总线直流电流所产生的磁场对磁方位角的测量误差,提高磁方位角的测量精度。另一方面,由于旋转芯轴的转动产生的振动会产生电磁干扰,通过在磁方位角补偿器中连接屏蔽或截止元件来消除类似的噪音。另外,还通过设置感应线圈,将定向传感器的定位信号传送至地面。

[0025] 如上所述,总线直流电流所产生的磁场使定向传感器测量磁方位角的误差变大,该误差为磁方位角主要误差来源,其可使磁方位角的测量误差成倍数增加,这也是现有技术中在定向导向精度上很难有大的突破的原因。本发明很好的解决了这样的问题,提高定向传感器的测量精度,实现对磁方位角的精确测量。

[0026] 图1是示出本发明具体实施方式的旋转导向工具的示意图。

[0027] 在本发明具体实施方式中,旋转导向工具包括依次按顺序连接的随钻测量工具1、插接轴2、涡轮发动机3、测控系统4、导向轴6,位于最后一级的导向轴6与钻头7连接,为钻头7的钻进提供导向。所述随钻测量工具1本身可以包括定向参数、电阻率等测量短节,同时实现井下测量数据向地面上传的功能。插接轴2用于连接随钻测量工具1和位于后级的导向系统,通过在两端分别设置卯榫卡口结构,与前端的随钻测量工具1和后级的导向系统卡接,以形成全旋转结构。所述后级的导向系统包括涡轮发动机3、测控系统4、导向轴6等,所述涡轮发动机3为整个测量工具1、测控系统4、导向轴6提供电力。所述测控系统4包括定向传感器(组件)5,利用该定向传感器5,进行井斜角、磁方位角等参数的测量,并由此调整导向轴的方向,以进行导向作业。

[0028] 根据本发明,还可以在测控系统4中植入声学位置探测装置(未图示),并将之与定向传感器5电连接。该声学位置探测装置包括声波发射器、声波接收器和声波处理装置,通过所述声波处理装置,将基于钻井中反射的声波特征形成数字信息,并将其转换成位置数据传输至随钻测量工具。其中,所述声学位置探测装置通过该定向传感器5确定定向参考位置(该位置可以为特定时刻的旋转位置,即由局部重力垂线测得的位置,也可以为其他的倾斜的位置),并且接收并处理反射得到的地下声波,以测定与地面的相对位置或者边界的距离,因此,能够进一步确定钻井处于目标结构内的位置,从而为导向作业提供依据。

[0029] 图2是示出本发明具体实施方式的旋转导向工具中使用的定向传感器的示意图。

[0030] 如图2所示,该定向传感器5包括安装在与随钻测量工具1连接的测控系统4的旋转外套筒内壁上的至少一个的定位传感器9,位于该至少一个的定位传感器9附近并与其连接的至少一个磁方位角补偿器10,位于该至少一个的定位传感器9附近并与其连接的至少一个感应线圈的第一部分11,以及安装于旋转芯轴13上的所述至少一个感应线圈的第二部分12,其中,所述定位传感器9用于提供通过所述磁方位角补偿器10对所述旋转外套筒的磁方位角补偿后的定向信号,通过所述感应线圈的第一部分11和第二部分12的耦合作用发送至地面。

[0031] 在所述测控系统4的旋转外套筒外部安装多个推进器8,其可以向钻井壁部推进,也可以向旋转芯轴方向收缩,以此根据定向控制信号调整驱动钻头的钻探方向。

[0032] 根据本发明具体实施方式,通过将至少一个定位传感器9设置在与随钻测量工具1连接的测控系统4的旋转外套筒内壁,使定位传感器9与测控系统的外套筒同步,通过感应

线圈11、12传输电磁信号,这样大大降低了定位传感器信号接收的难度,并且受电磁干扰强度大大降低,即使受到总线电流的电磁影响,也能够实时进行补偿,以消除电磁干扰造成的定向精度的扰动。

[0033] 本发明中,所述感应线圈的第一部分11和第二部分12可以分别缠绕在铁芯(未图示)上,该铁芯优选为永磁体,围绕旋转芯轴13的周围等角度设置为若干个,这样,在旋转芯轴13旋转时,通过切割磁力线而产生电压,然后通过整流器(未图示)进行整流,以提供足够的功率用于激励定位传感器9,从定位传感器9获得的信号通过MODEL或者CTRL器件(未图示)传送至所述感应线圈的第一部分11,之后当第二部分12随着旋转芯轴的每次旋转而靠近第一部分11时发送至第二部分12,然后由所述第二部分12发送到随钻测量工具1上,从而上传至地面,此时,即使所述旋转外套筒和转速和旋转芯轴的转速出现较大偏差,因为等角度设置有多多个这样的耦合线圈,所以,能够不受干扰的将定向信号传送出去。

[0034] 图3是示出本发明具体实施方式的旋转导向工具中使用的定向传感器的磁方位角补偿器的示意图。

[0035] 下面参照图3对本发明磁方位角补偿器10进行详细说明。

[0036] 本发明磁方位角补偿器10可以采用常规磁方位角补偿电路构成。如图3所示,所述磁方位角补偿电路通常由磁方位角校正部和反演计算部两部分组成,磁方位角校正部包括总线电流测量电路和校正电路。在无磁干扰的环境下,将随钻测量工具1水平放置于无磁龙骨上,并与定向传感器5、总线电流测量电路连接,通过稳压直流总线向随钻测量工具供电。在本发明具体实施方式中,所述定向传感器5含有3个重力加速度传感器和3个磁场传感器,所述传感器的个数对应坐标维度可以自由选择,通常,在笛卡尔坐标系中选择数量各为3个,也可以选择5个或6个等等。对应各自为3个传感器的场合,将流经总线的电流为I,分别取三个电流分量I1、I2、I3,分别测得每个磁分量传感器所对应的3个分量值,即 $B_x = (B_{x1}, B_{x2}, B_{x3})$, $B_y = (B_{y1}, B_{y2}, B_{y3})$, $B_z = (B_{z1}, B_{z2}, B_{z3})$, 设定I1=0时测得的磁分量 B_x 、 B_y 、 B_z 为无磁干扰的磁分量,I2设定为实际总线电流的一半,I3设定为实际总线电流的最大值,由此得到各磁分量传感器的修正值 $B_x' = (0, B_{x1}-B_{x0}, B_{x2}-B_{x0})$ 、 $B_y' = (0, B_{y1}-B_{y0}, B_{y2}-B_{y0})$ 、 $B_z' = (0, B_{z1}-B_{z0}, B_{z2}-B_{z0})$, 根据磁方位角Az计算公式, $Az = \arctan \frac{(B_z G_y - B_y G_z) G}{(B_x (G_y^2 + G_z^2) - B_y G_x G_y - B_z G_x G_z)}$, 即可得出定向传感器所在的磁方位角。其中,重力加速度 $G = (G_x^2 + G_y^2 + G_z^2)^{1/2}$, G_x 、 G_y 、 G_z 为定向传感器测量的三轴重力加速度分量。

[0037] 根据本发明,通过磁方位角补偿器的总线电流测量电路,测量总线上的实时电流,找到总线电流I与 B_x 、 B_y 、 B_z 三轴磁场分量的变化关系,对 B_x 、 B_y 、 B_z 三轴磁场分量进行补偿,然后利用反演计算部中的计算回路,用该补偿后的 B_x 、 B_y 、 B_z 三轴磁场分量计算磁方位角Az,从而得到定向传感器所在位置的真实的磁方位角。

[0038] 如上所述,本发明具体实施方式中以三维度坐标系作出的测量和计算,实际上,对于完善描述测井工具的定向而言,通常需要考虑5种坐标系统。一般情况下,地层的层面是倾斜层面,层理面法线与绝对参考系之间的Z轴是不一致的,绝对参考系的Z轴指向地球重力方向,即俗称的竖直向下方向,而其他参考系的Z轴则与之存在一个夹角量,由于这不属于本发明所讨论的重点,所以不再赘述。

[0039] 根据本发明,还能够通过在磁方位角补偿器的校正电路中连接截止或屏蔽元件来消除由于振动所产生的不期望的电磁噪音,这样,能够消除由于旋转芯轴的转动产生的振

动所产生的电磁干扰。

[0040] 根据本发明,还可以在磁方位角补偿器附近靠近感应线圈的位置设置温度传感器,以监控周围电子线路附近的温度是否因为旋转芯轴的转动而导致升温过高而致使定位传感器灵敏度下降,使测量精度下降。

[0041] 以上通过具体实施方式对本发明作出了详细描述,然而,这些描述是非限定性的,本领域技术人员懂得,本发明可以进行各式各样的修饰和变更,只要不脱离本发明精神和宗旨范围内,这些修饰和变更都应该落入本发明的保护范围之内,本发明的保护范围由所附权利要求书限定。

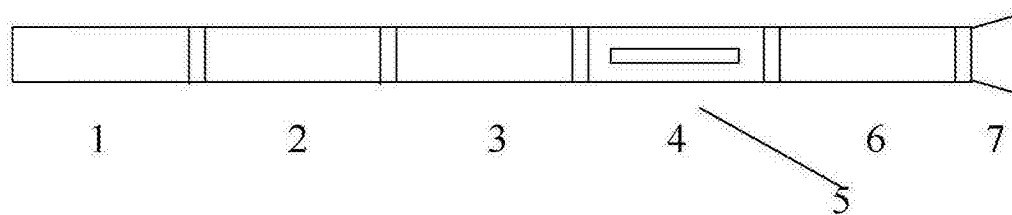


图1

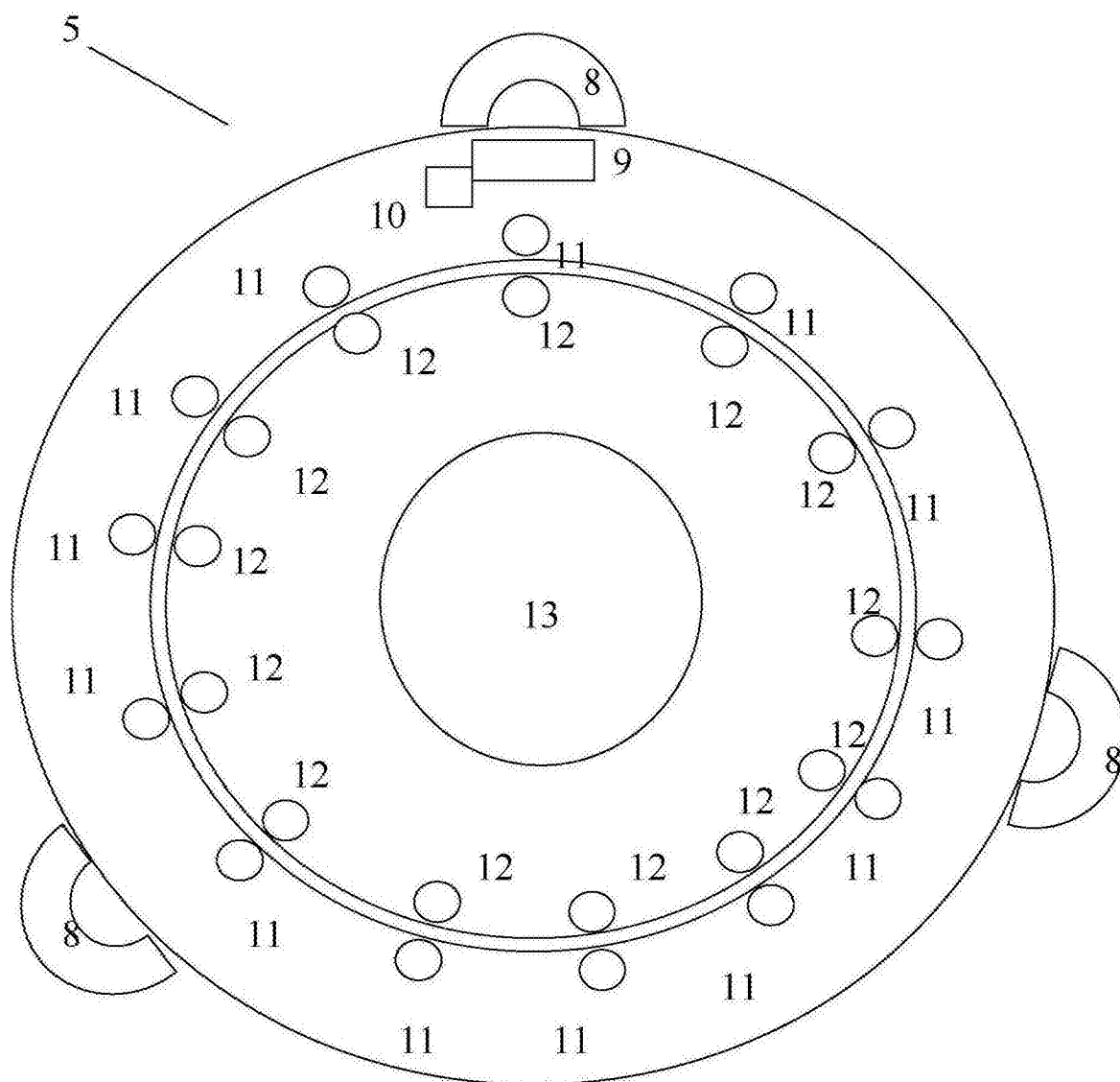


图2

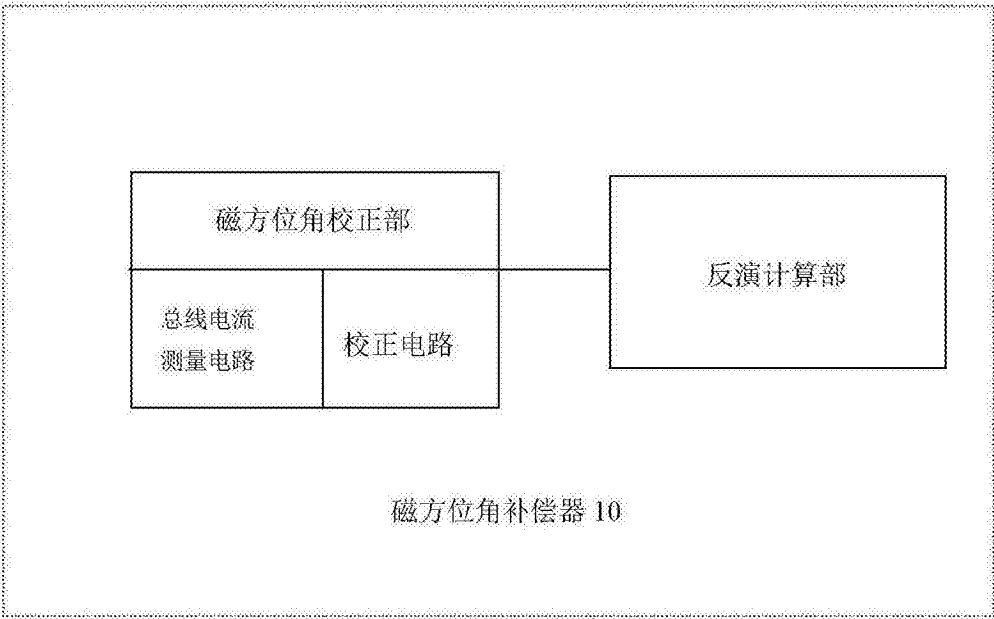


图3