



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103858023 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201280049905.7

(22)申请日 2012.08.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103858023 A

(43)申请公布日 2014.06.11

(30)优先权数据

102011109870.8 2011.08.10 DE

102012001202.0 2012.01.24 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.04.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/003323 2012.08.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/020686 DE 2013.02.14

(73)专利权人 格尔德·赖梅

地址 德国比尔

(72)发明人 格尔德·赖梅

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 李静

(51)Int.Cl.

G01V 3/10(2006.01)

审查员 郭忆

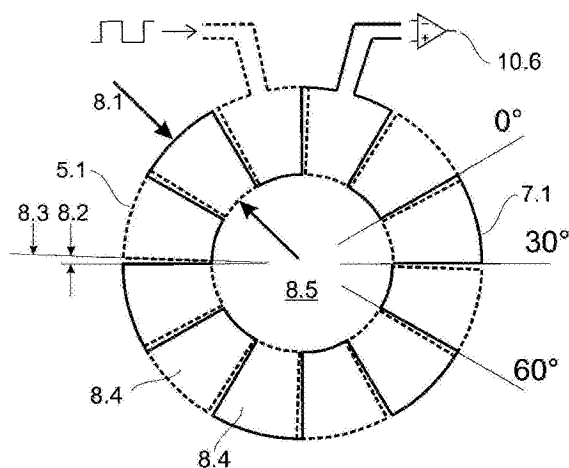
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

用于定位金属物体的传感器及相关线圈

(57)摘要

一种用于定位金属物体的传感器,该传感器具有形成至少一个发射线圈(5.1)和至少一个接收线圈(7.1)的线圈或线圈部件,该发射线圈或接收线圈彼此感应地耦接,并布置成使得所述线圈为了使相互作用解耦的目的而部分地重叠,其中,能实现该相互作用的最佳抵消。传感器电子装置设置成用于对发射线圈供电并用于分析来自接收线圈的接收信号(10.6)。由于以下事实:发射线圈(5.1)和接收线圈(7.1)基本上具有相同的线圈形状并布置为使得所述线圈(其中形成有多个对称布置的重叠区域(8.4))相对于彼此旋转和/或偏离,所以提供这样的传感器,该传感器提供在传统的工业传感器壳体中安装的更大的范围和扩展的可能性。



1. 一种用于定位金属物体的传感器,所述传感器具有形成至少一个发射线圈(5.1)和至少一个接收线圈(7.1)的线圈或线圈部件,所述发射线圈与所述接收线圈彼此感应地耦接,并布置成为了使相互作用解耦的目的而部分地重叠,使得所述相互作用能实现最佳抵消,并且所述传感器具有:

用于在调节供应至所述发射线圈的电流的振幅时对所述发射线圈供应电流并用于分析来自所述接收线圈的接收信号(10.6)的传感器电子单元,以及

至少一个调节电源,在所述调节电源中提供一控制值,所述控制值用于调节供应至所述发射线圈的电流振幅,

其中,所述发射线圈(5.1)和所述接收线圈(7.1)具有线圈形状并且相对于彼此旋转和/或偏离,其中,形成有多个对称布置的重叠区域(8.4),

其特征在于,所述线圈形状具有沿着所述线圈或所述线圈部件的周边布置的弯曲的环部(5.2,7.2),其中所述环部(5.2,7.2)具有部分(5.3,5.4),所述部分布置成距所述线圈的中心点具有不同的径向间隔,并且所述部分交替地彼此连接以形成电导体。

2. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述重叠区域(8.4)布置成相对于所述线圈的中央具有点对称。

3. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,平面的所述线圈或所述线圈部件的弯曲的所述环部(5.2,7.2)是所述线圈或所述线圈部件的绕组的每个部分。

4. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,圆形的所述线圈具有n个所述环部(5.2,7.2),其中,所述发射线圈(5.1)和所述接收线圈(7.1)的环部布置成围绕 $360^\circ/(n*2)$ 的角度旋转。

5. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述环部(5.2,7.2)具有的部分(5.3,5.4)呈圆形。

6. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,相对于由供应至所述发射线圈的电流产生的场线反转的场的场线形成在所述接收线圈(7.1)的向内打开的所述环部(7.2)内,同时,在与所述发射线圈的场线相同的方向上作用的场形成在所述接收线圈的内部(7.6)中。

7. 根据权利要求1所述的传感器,其特征在于,所述发射线圈(5.1)的周边与所述接收线圈(7.1)的周边大体上几乎叠合。

8. 根据权利要求1至7中的任意一项所述的传感器,其特征在于,比较器(10.7)设置成用于比较与所述发射线圈(5.1)相关的电流信号,以确定所述控制值,所述控制值连续调节所述振幅,使得所述比较器(10.7)的输入处的电压信号的振幅具有相同的大小,或者使得来自于时钟周期的两个时钟部分在所述比较器(10.7)的输入处不存在所述电压信号的差异。

用于定位金属物体的传感器及相关线圈

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本发明要求于2011年8月10日提交的德国专利申请102011109870.8和于2012年1月24日提交的102012001202.0的优先权,从而其公开的内容清楚地包含在本申请的主题中。

发明领域

[0003] 本发明涉及根据权利要求1的前序部分所述的一种用于定位金属物体的传感器,并涉及根据权利要求13的前序部分所述的一种相关线圈。

现有技术

[0004] 金属检测器按照多种原理进行操作。在一些结构中,仅使用一个线圈,并且例如,这是振荡器的一部分。随着金属接近,振荡器的振荡电路处的电压发生变化。然后,相应地分析此电压上的变化,并用使用此电压上的变化来确定金属。

[0005] 其他测量原理使用线圈来发射电磁脉冲,该电磁脉冲在待检测的金属部分中产生涡流。典型地,此涡流由第二线圈接收,并相应地进行分析。

[0006] 根据另一方法,使用发射线圈来发射连续的交变场,该交变场由第二线圈接收。相对于第一线圈(发射线圈),此第二线圈布置成使得在没有由待检测物体中的金属产生的影响的情况下,发射线圈的磁性影响在接收线圈中消除。必须将发射线圈和接收线圈的机械布置选择为是非常稳定的,这是因为任何小的位移或变形将立即在接收线圈中产生输出信号。

[0007] 在另一方法中,形成独立权利要求的前序部分的基础并在W02010/084000A1和W02010/133328A1中公开的布置使用两个发射线圈,该两个发射线圈彼此偏离,并且连续地(即,不管存在或不存在金属)通过电流部件将接收信号调节至零。在此系统中,影响接收线圈和前置放大器的温度对测量到的检测值没有影响。该检测值来自所调节的发射电流的比例,其结果是,即使发射电流几乎是相同的,也可能排除影响线圈布置的温度将影响检测值的可能性。由于接收信号保持为零,因此线圈布置的机械变形仅导致检测值的偏离。

[0008] 在上面最后提到的方法中,使用这样的线圈布置:在该线圈布置中,发射线圈(或多个发射线圈)的磁场(或多个磁场)在接收线圈(或多个接收线圈)中消除。仅测量到在待检测金属物体中产生的分量。为此目的,将线圈布置为重叠的,以使得在没有来自金属的影响的情况下,在接收线圈中消除所发射的磁场。线圈仅在小部分的线圈表面上彼此重叠。为了检测的目的,这部分是最敏感的区域。然而,大部分的线圈表面并不重叠,因此,这使得大的线圈系统仅具有小的敏感区域,典型地,这相对于整个线圈系统来说也是不对称的。

[0009] 在所谓的“寻宝”或“探雷器(mine detector,探矿器)”装置的情况下,诸如从DE4339419C2中已知的那些,线圈布置频繁地用于双D布置中。发射线圈和接收线圈以使得互感系数最小的方式部分地安装在彼此上方。线圈交替地用作发射线圈和接收线圈。在此情况中,两个D布置为镜面对称且重叠。从图1中,为什么仅有线圈的一小部分可重叠是显而

易见的。这从侧面示出了线圈布置。从发射线圈1.2发出的场线1.3在线圈的中心点上比在线圈周围的外部区域中更集中。图1中的布置是以下事实的必然结果：相同数量的场线必须在发射线圈的内部和外部区域中穿过接收线圈1.1。

[0010] 从DE10301951A9中已知在脉冲感应(PI)模式中操作的金属检测器。初级线圈和次级线圈之间的相互作用通过共面线圈系统的局部重叠而解耦(decouple, 消除)。该解耦通过重叠区域中的可机械移动的物块或通过电补偿协助(例如, 以从发生器(generator)到接收电路的额外的补偿信号的形式)来调节。这些可补偿发射至未完全解耦的接收线圈的能量的比例。在由接收线圈检测到的信号与补偿作用之间没有“反馈”, 即, 没有闭合环路。

[0011] DE10318350B3公开了一种类似的布置, 在该布置中, 多个线圈嵌套在彼此内, 使得这些线圈在彼此附近偏离, 并且这些线圈的交变磁场重叠。最大的线圈(优选地, 接收线圈)决定线圈布置的周边(periphery, 周缘)。

[0012] DE3619308C1中是与上述原理相反的原理, 也就是说, 周围的发射线圈具有两个8字形的接收线圈, 这两个接收线圈相互抵消其发射的场。

[0013] 从DE102010005399A1中已知的是, 在位置传感器中使用可相互旋转的弯曲部(meander)和线圈, 或者更精确地, 在测量车辆电机上的曲柄轴的角度曲柄角传感器中使用。如在第0029段中说明的, 该弯曲是这样的, 使得线圈形成弯曲成矩形形状的“弯曲的锯齿形线圈图案”。这产生矩形部分, 每个矩形部分朝着调节电路板的外周边伸出, 并具有分别与相邻的矩形部分连接的连接部分。如果线圈相对于彼此以车辆电机的曲柄轴的速度旋转, 那么则产生周期振荡, 该周期振荡可在各种结构中检测以能够精确地控制电机。这产生相对高的感应电输出, 但是, 这仅用来简化旋转编码器。

[0014] DE102004047189A1涉及一种杆式传感器或探测器(stud finder, 寻钉机), 例如, 其旨在定位隐藏在建筑材料中的金属物体。这些可能是隐藏在墙壁后面的加强杆或导体和管子。为了减少由于另外常见的线圈公差而出现的现有技术的偏离问题, 导体回路系统在电路板上构造为导体结构的形式。发射线圈和补偿及接收导体回路以彼此偏离一高度的方式布置在电路板上。

[0015] DE102004047188A1(其也涉及一种寻钉机)的目的是通过使用切换装置来改变接收绕组系统的绕组的有效数量以便通过替代装置增加灵敏度。该解决方案在其结构上与DE102004047189A1非常相似。

[0016] DE102009042940A1涉及一种位置测量装置, 根据图3、图4, 该位置测量装置通过弯曲的导体轨道进行操作。第一组弯曲导体轨道的导体轨道与第二组弯曲导体轨道的导体轨道通过通孔彼此导电地连接。因此, 产生相互交叉的发射器导体轨道的交叉位置, 并且因此, 发射线圈与接收线圈不重叠。

[0017] 在寻钉机的情况中, W002/091021A1试图通过发射线圈与接收线圈的电感耦合, 以及在同轴布置中通过相对于其绕组的数量及其尺寸来构造其大小或者通过相对于相位和振幅来构造发射电流的大小, 来获得尽可能小的偏离信号, 使得产生相互补偿。换句话说, 目的是除非物体靠近, 否则确保尽可能地不产生信号, 从而当物体定位时得到明确的信号。

[0018] DE19738841A1公开了感应角度传感器中的周期弯曲三角形结构, 以便当角度变化时产生可检测的变化。

[0019] US5,804,963A1公开了使用弯曲结构的基本原理, 在位置传感器的情况中, 使用该

弯曲结构以引入周期性变化的电磁变化,该电磁变化有助于在位置传感器中产生可测量的变化。然而,弯曲仅设置在特定部分中,并且并非旨在通过测量变量的所述细化(refinement,求精,精化)而增加范围。

[0020] 对于本领域中的所有技术人员来说,已知的事实是术语“场线”不应在字面上理解,这是因为在一定程度上,“场线”仅更简单地表示相同磁性强度和极性的区域。由于此原因,在本发明的以下描述中,此术语将用来表示磁密度。为了更好地描述,仅用一个绕组来表示线圈。将容易理解,本发明视作其起点线圈具有多个绕组,或线圈“印刷”在板上。交变信号可在线圈中操作;场线在单个时钟相位的过程中表示。

发明内容

[0021] 将此现有技术作为起点,本发明的目的是提供一种用于定位金属物体的传感器和线圈,其均对传感器提供更大的范围,或对在传统的工业传感器壳体中的安装提供更多的选择。

[0022] 此目的通过具有权利要求1的特征的传感器和具有权利要求13的特征的线圈来实现。

[0023] 传感器具有线圈系统或线圈的事实对金属检测器或近距离传感器产生改进的范围,因为发射线圈(多个发射线圈)与接收线圈(多个接收线圈)之间的重叠区域的大小(以及由此检测的灵敏度)同时随着旋转对称的检测特性而明显增加。灵敏区域几乎是旋转对称的,而在外边缘处具有低灵敏度,并且不具有近场误差。这里,术语“具有旋转对称的检测特性的线圈系统”理解为表示这样的线圈系统,在该线圈系统中产生在此出现的输出电压的几乎叠合的曲线,不管金属物体在线圈系统上以恒定间隔沿何种方向被引导。因此,线圈系统以几乎相同的方式感测物体,而不管其来自哪个方向。为此目的,优选地,形成发射线圈和接收线圈的绕组的弯曲的环部。这里,形成线圈绕组的导体的术语“弯曲的环部”理解为表示这样的导体,该导体优选地以相同的宽度,沿着其纵向方向来回移动,换句话说,弯曲部采用线圈的形式,即,可以这么说,弯曲部以线圈的方式弯曲。结果,然后线圈绕组的环部优选地形成使得该环部优选地由圆形部分形成,该圆形部分布置成距优选地圆形线圈的中心点具有不同的径向间隔,并且圆形部分优选地通过径向布置的部分交替地彼此连接,以形成电导体。因此,产生弯曲形状的线圈绕组的部分,该部分在线圈的中心点的方向上或向外交替地打开或关闭,这导致重叠区域的理想的增加。

[0024] 为了使相互作用解耦的目的,发射线圈和接收线圈能相对于彼此旋转和/或偏离,优选地,使得相对于由供应至发射线圈的电流产生的场线反转的场的场线形成在接收线圈的向内打开的环部内,该环部沿着线圈的周边弯曲,同时在与发射线圈的场线相同的方向上作用并因此支持发射线圈的作用且增加范围的场形成在接收线圈的内部。

[0025] 从优选的示例性实施方式的以下描述和从属权利要求中将看到其他优点。

[0026] 附图的简要说明

[0027] 下面,将参考图中所示的示例性实施方式来更详细地说明本发明,在附图中:

[0028] 图1示出了发射线圈的磁场线的示图,

[0029] 图2示出了根据图1的线圈系统的平面图,

[0030] 图3示出了电流所流过的笔直导体周围的场线,

- [0031] 图4示出了电流所流过的弯曲形状的导体周围的场线，
- [0032] 图5示出了根据本发明的弯曲形状的发射线圈的绕组，
- [0033] 图6示出了在此情况中产生的发射线圈的场线，
- [0034] 图7示出了具有相关场线的接收线圈，
- [0035] 图8示出了具有发射线圈和接收线圈的线圈系统，
- [0036] 图9示出了在相对于发射线圈旋转的情况中产生的接收线圈处的电压，在发射线圈中具有随着旋转角度而时钟控制(clock, 定时)的发射电流，
- [0037] 图10示出了根据本发明的另一示例性实施方式中的线圈布置，该线圈布置具有相差小角度范围的两个发射线圈，
- [0038] 图11示出了当电流供应从一个发射线圈转移到另一个发射线圈时，参考接收线圈中的输出电压的根据图10的布置的操作模式，
- [0039] 图12和图13示出了按照传统的“双D”原理操作的线圈布置和根据本发明的线圈布置的检测灵敏度，
- [0040] 图14示出了包含在周围的金属中的线圈系统，以及
- [0041] 图15示出了根据本发明的线圈布置，该线圈布置具有用于管线的中央开口。

具体实施方式

[0042] 现在将参考附图，通过实例更详细地说明本发明。然而，示例性实施方式仅是实例，其并非旨在将发明概念限制于特定布置。在详细描述本发明之前，应指出，不将本发明限制于装置的相应部件和相应的方法步骤，这是因为这些部件和方法可能变化。这里使用的术语仅旨在描述特定的实施方式，并且不限制性地使用。此外，除非整个上下文明确地相反表示，否则在说明书或权利要求书中使用单数或不定冠词的情况下，还指的是多个这些元件。

[0043] 为了示出下面使用的场线，图1中的1.4在线圈系统的平面图中以符号形式示出了场线的方向。因此，点表示朝着观察者延伸的场线，而圆形代表远离观察者延伸的场线。

[0044] 图1从侧面示出了一种已知的线圈布置，该线圈布置具有重叠的发射线圈1.2和接收线圈1.1。从发射线圈1.2发出的场线1.3在线圈的中心点中比在线圈周围的外部区域中更集中。图1中的布置是以下事实的必然结果：为了使相互作用解耦的目的，相同数量的场线必须在发射线圈的内部和外部区域中穿过接收线圈1.1。图2示出了根据图1的已知的线圈系统的作用，在该线圈系统中，发射线圈1.2发出场。朝着观察者延伸的场线2.1集中在发射线圈1.2内，而延伸远离的场线2.2分布在线圈周围的相对大的区域中。为了通过接收线圈1.1获得零信号，必须这样布置，即，使得与“圆形”场线数量大致相同的“点”场线穿过线圈。这样则消除了线圈中磁场的影响，并且只有由发射线圈1.2激励的且从待检测物体发出的磁场被接收。这在线圈重叠的区域中最有效。

[0045] 为了显著地增加线圈系统的有效性，将以下方法视作起点：根据图3，电流所流过的笔直导体3.1在导体周围形成场线，场线的数量随着与导体的距离而减小。相反，图4示出了电流所流过的弯曲形状的导体4.1周围的场线。场线主要集中在“线圈部分”4.2内，每个“线圈部分”均包括弯曲部的一半绕组。

[0046] 为了在具有多个绕组的线圈中利用此效果，弯曲形状的导体变成线圈形状，即，也

就是说,弯曲部以线圈的方式弯曲。在图5中,在此仅示出了一个弯曲形状的线圈的绕组,即发射线圈5.1,其中根据图7的接收线圈7.1具有基本上相同的线圈形状。

[0047] 这些线圈用来形成用于定位金属物体的传感器,该传感器具有形成至少一个发射线圈5.1和至少一个接收线圈7.1的线圈或线圈部件,该发射线圈和接收线圈彼此感应地耦接,并布置成为了使相互作用解耦的目的而部分地重叠,其中,可能实现相互作用的最佳消除。

[0048] 传感器电子单元设置成用于对发射线圈供应电流并用于分析来自接收线圈的接收信号10.6。根据图8,发射线圈5.1和接收线圈7.1相对于彼此旋转和/或偏离,其中形成多个对称布置的重叠区域8.4。优选地,这些重叠区域8.4布置为相对于线圈的中心点具有点对称。

[0049] 根据图5和图7,线圈形状具有沿着平面线圈或线圈部件的周边布置的弯曲环部5.2、7.2。优选地,圆形线圈具有 n 个环部5.2、7.2,其中,例如, $n \geq 6$,其中发射线圈5.1和接收线圈7.1的环部布置为围绕大约 $360^\circ / (n * 2)$ 的角度旋转。这意味着, $n=6$ 时,旋转角大约是 $360^\circ / (6 * 2) \approx 30^\circ$,当存在6个环部时,该角大约相当于相应环部的 60° 角的角平分线。下面将说明为什么该值仅是大约 30° 。

[0050] 优选地,环部5.2、7.2由圆形部分5.3、5.4组成,这些圆形部分布置在离圆形线圈的中心点不同的径向间隔处,并且通过优选地径向布置的部分5.5彼此交替地连接以形成电导体。因此,产生了弯曲形状的线圈绕组的部分,所述部分在线圈的中心点的方向上或向外交替地打开或关闭。可设想除了圆形或径向布置的部分以外的其他形状。例如,部分5.3、5.4还可是笔直的,或者部分5.5可不相对于中央径向地延伸。关键点在于形成环部5.2、7.2。

[0051] 图6示出了发射线圈5.1的相关场线,当电流流过此线圈时,产生这些场线。为了将发射线圈与接收线圈区分开,在以下本发明的图示中在每种情况中将以虚线示出发射线圈(多个发射线圈)。

[0052] 弯曲部或环部5.2、7.2可具有任意数量 n ,这是所使用的线圈实施方式的函数。该数量越大,线圈的特性将是更旋转对称的。实际上,已经表明,如图5所示,在圆形周边上具有六至十个数量的弯曲环部例如对于印刷线圈来说一般是足够的。在具有六个环部的线圈的基础上进行以下描述。

[0053] 接收线圈7.1可通过与发射线圈5.1基本上相同的方式来组成。该接收线圈叠合地安装在发射线圈上(或下面),偏离“大约”30度。因此,接收线圈在另一方向上“接收”相同数量的场线,使得发射线圈对接收线圈没有感应作用。位于该线圈系统前面的金属物体通过发射线圈5.1被激励,同时在中心点处主要叠合的接收线圈区域无中断地接收由金属物体所发射的场。在接收线圈7.1的向内打开的环部7.2内,产生了相对于由供应至发射线圈的电流产生的场线反转的场的场线,同时,在接收线圈的内部7.6中形成这样的场,该场在与发射线圈的场线相同的方向上延伸,并支持发射线圈的功能并由此支持发射线圈的范围。

[0054] 图8示出了具有发射线圈5.1和接收线圈7.1的线圈系统。两个线圈具有几乎 30° 的角度偏离。

[0055] 在“双D”现有技术中,发射线圈在接收线圈上的感应作用由于线圈相对于彼此移置而抵消。相反,根据本发明,此抵消所需的调节通常仅当线圈系统校准时才通过改变弯曲

部的深度8.1(即,通过改变部分5.3、5.4的径向间隔)来执行,或者如果深度是固定的,那么则通过旋转发射线圈5.1与接收线圈7.1之间的线圈角度8.3来执行。

[0056] 图9示出了在旋转中的接收线圈处产生的电压9.5,在发射线圈5.1中具有时钟控制的发射电流。(电压的值仅是示例值。)从0度开始,仅检测到在发射线圈5.1的内部区域中产生的场线2.1。通过旋转30度,另外检测到反转的外部场线2.2,同时场线2.1的检测相应地减少。当精确地达到30°,或在达到30°之前发射线圈与接收线圈之间的偏离已经处于小角区域8.2中时,线圈处于最佳布置中,发射信号在接收线圈7.1中被抵消,也就是说,产生零的值。可看到,与此相关的曲线9.2在位置9.4处落到零值以下,也就是说,在30°之前到达小角区域8.2(图8)。用8.3表示与此相关的发射线圈的位置。我们将在下面回到该处。在与曲线9.4的线对应的位置中,发射线圈5.1的磁场因此在接收线圈7.1中被完全抵消。角区域8.2的大小可通过弯曲环部5.2、7.2的径向深度8.1(图8)来确定。

[0057] 如果弯曲环部的深度8.1在围绕角度值9.6旋转时过小,那么电压减小,直到在再次升高之前在30度处达到最小。这通过曲线9.1表示。然而,在30度最小时,尚未实现抵消。这意味着,环部过小。相反地,如果弯曲环部的深度过大,那么在达到30度之前,发射信号将在接收线圈7.1中发生显著的抵消。接着,继续旋转产生在30°的角度偏离时具有最大值的反转信号。这意味着,环部过大。实际上,可仍使用此类型的线圈系统,但是,在此情况中,两个线圈共同使用的“重叠区域”减小,或者发射和接收的有效表面积减小。

[0058] 在具有以固定方式调节的线圈角度8.3的这种布置中,诸如线圈系统的变形的机械影响,或者实际上为金属的影响可能导致最佳抵消的点9.4的位移。

[0059] 为此原因,在W02010/084000A1和W02010/133328A1中提出,使用两个发射线圈和分别调节的线圈电流以便获得良好的零信号。本发明的以下描述涉及上述专利申请。对于本发明,特别重要的是,由于发射线圈与至少一个接收线圈之间的相互作用,由发射线圈发射的场的最佳抵消的当前点在接收线圈中产生。在此情况中,线圈布置成使得如果对发射线圈部件供应相等的电流,那么这些发射线圈部件对至少一个接收线圈具有影响,所发射的场的最佳抵消的当前点通过其在接收线圈中产生。然而,如果主要(或仅)对第一发射线圈或发射线圈的第一部分供应电流,那么此点在第一方向上位移或移动,同时如果主要(或仅)对另一发射线圈或发射线圈的另一部分供应电流,则该点在另一方向上(优选地,在与第一方向相反的方向上)位移或移动。最佳抵消的此当前点在接近金属时受到影响。在调节时,用于调节发射线圈部件的电流的控制电路促使最佳抵消的当前点位移,从而使得抵消接收信号。优选地,将此所需要的控制值及其变化用作对接近金属或金属物体的定位的测量。

[0060] 为了使用两个调节的发射电流以用于在接收线圈中的抵消接收信号,使用两个发射线圈5.1和5.7,这两个发射线圈角度相差较小的程度,并具有调节的线圈电流。图10示出了此类型的线圈布置。发射线圈5.1在各个线圈中的最佳抵消的线圈角度8.3的“上游”方向上具有小角度偏离10.4,并且,另一发射线圈5.7在最佳抵消角度的“下游”具有小角度偏离10.5。实际上,这些角度偏离可比图10所示的小,例如,在0.2度的范围内。

[0061] 线圈偏振使得每个时钟相位10.1中的场线在相同方向上延伸。如果电流在两个发射线圈5.1和5.7中是相同的,那么两个发射线圈一起的效果与图5的示例性实施方式中的单独线圈的效果相等。因此,所发射的磁场在接收线圈中抵消。

[0062] 图11示出了当电流供应从线圈5.1转移至线圈5.7时,参考接收线圈7.1的可能的输出电压10.6的操作模式。在此情况中,发射线圈5.1布置在 27° ,并且发射线圈5.7布置在 29° 。如果仅对发射线圈5.1供应电流,那么则存在具有与发射极性相同的相位的输出电压(例如250mV)。调节发射线圈5.1的电流以得到更小的值以及调节发射线圈5.7的电流以得到更大的值会改变输出电压10.6,直到达到点11.1为止,或者换句话说,所发射的磁场在接收线圈7.1中被抵消。输出信号10.6变成零信号。在W02010/084000A1和W02010/133328A1中详细地描述了为了连续调节发射电流以连续地保持零信号所采取的所有其他措施。

[0063] 在图12和图13中示出了这里描述的线圈布置的另一优点,不管是使用一个发射线圈还是两个发射线圈。在测试电路中,使用具有相同数量的绕组(在每种情况中均是20个)、相同直径(120mm)以及相同发射电流的线圈。图12示出了使用传统“双D”原理的线圈布置,并且图13示出了具有弯曲线圈的新颖的线圈布置。

[0064] 金属物体(Cu, $D=30\text{mm} \times 5\text{mm}$)在方向A和B上以100mm的间隔在两个线圈布置的上方移动,并且测量所出现的输出电压12.1。在行程12.4的距离上绘制电压的图表。输出电压12.1的不同曲线12.2和12.3在两个运动方向A和B上产生。清楚的差异表明,图12中的双D线圈系统不具有旋转对称灵敏度。通过图12中的双D布置,在运动方向A上出现极性的反转。显著地,这在线圈附近的区域中特别明显,或者换句话说,在离线圈的间隔小于例如线圈直径的四分之一处特别明显,并且这可能容易在感应测量系统中产生测量误差。

[0065] 在图13中,根据本发明的线圈系统表现得完全不同。首先,该线圈系统表现出明显更高的灵敏度。此外,输出电压的两条曲线13.1在两个运动方向A和B上是叠合的。因此,线圈系统具有几乎旋转对称的灵敏度。“几乎”表示越多的弯曲环部布置在线圈周边上,则灵敏度便越具有旋转对称性。实际上,已经证明,例如6-8个弯曲环部对于完全足够的旋转对称性水平是有用的。在双D布置中看到的近场效果不会出现。

[0066] 此外,弯曲线圈系统在外围区域中更不灵敏,例如,如果线圈系统容纳在管状金属壳体中,那么这是一个优点,和在用于自动化工程的近距离传感器的情况中一样是传统的。在此布置中,如图14所示,适当地选择线圈角度8.3可允许筛选出线圈系统周围的金属。实际上已经证明有用的适当角度是在 $\pm 2^{\circ}$ 的范围内的偏离角度。

[0067] 图15示出了另一关键优点。线圈系统15.1提供了具有相对大的开口8.5的可能性。因此,可引导非金属或至少薄壁金属管线等穿过该线圈布置。这样,例如,可以以高等级的灵敏度检测流动液体15.3(例如液压油)中的磨蚀的金属颗粒。

[0068] 线圈5.1、7.1可适当地并单独地进行构造,并可提供至传感器以进行制造。

[0069] 将理解,可对本说明书进行大范围的不同的修改、改变以及改造,这些不同的修改、改变以及改造在与所附权利要求等同的范围内。

[0070] 参考数字列表

[0071] 1.1 接收线圈

[0072] 1.2 发射线圈

[0073] 1.3 场线的路线

[0074] 1.4 场线在线圈截面中的符号表示

[0075] 2.1 朝着观察者延伸的场线

[0076] 2.2 远离观察者延伸的场线

- [0077] 3.1 电流所流过的笔直导体
- [0078] 4.1 电流所流过的弯曲形状的导体
- [0079] 4.2 具有一半绕组的线圈部分
- [0080] 5.1 发射线圈
- [0081] 5.2 环部
- [0082] 5.3、5.4 (圆的)部分
- [0083] 5.5 径向部分
- [0084] 5.7 另一发射线圈
- [0085] 7.1 弯曲形状的接收线圈
- [0086] 7.2 环部
- [0087] 7.6 7.1的内部区域
- [0088] 8.1 环部的深度
- [0089] 8.2 角区域
- [0090] 8.3 线圈角度
- [0091] 8.4 重叠区域
- [0092] 8.5 开口
- [0093] 9.1 当弯曲部的深度过小时的电压曲线
- [0094] 9.2 具有抵消的电压曲线
- [0095] 9.3 当弯曲部的深度过大时的电压曲线
- [0096] 9.4 位置
- [0097] 9.5 接收线圈处的电压
- [0098] 9.6 旋转角度的度数
- [0099] 9.7 零值
- [0100] 10.1 时钟相位
- [0101] 10.4 角度8.3“上游”的角度偏离
- [0102] 10.5 角度8.3“下游”的角度偏离
- [0103] 10.6 输出电压
- [0104] 11.1 接收线圈中的抵消点
- [0105] 12.1 测试电路的输出电压
- [0106] 12.2在方向A上移动产生的电压的图表
- [0107] 12.3 在方向B上移动产生的电压的图表
- [0108] 13.1 运动方向A和B上的叠合曲线
- [0109] 15.1 管线周围的线圈系统
- [0110] 15.2 管线
- [0111] 15.3 流动液体
- [0112] A 金属物体的第一运动方向
- [0113] B 金属物体的第二运动方向

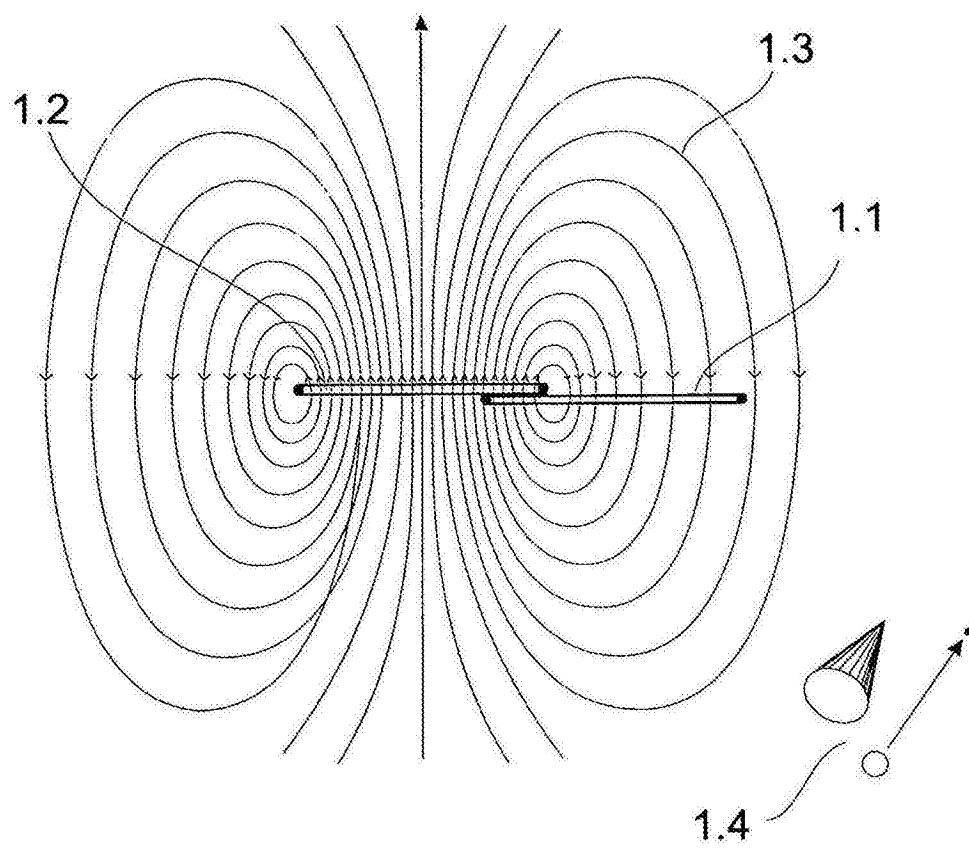


图1

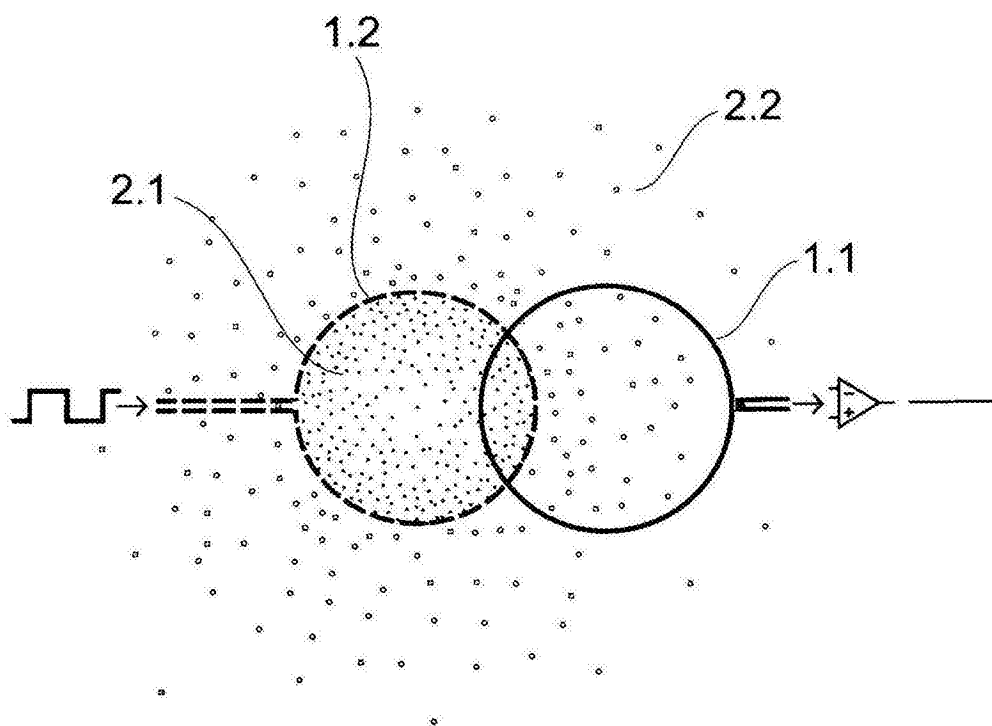


图2

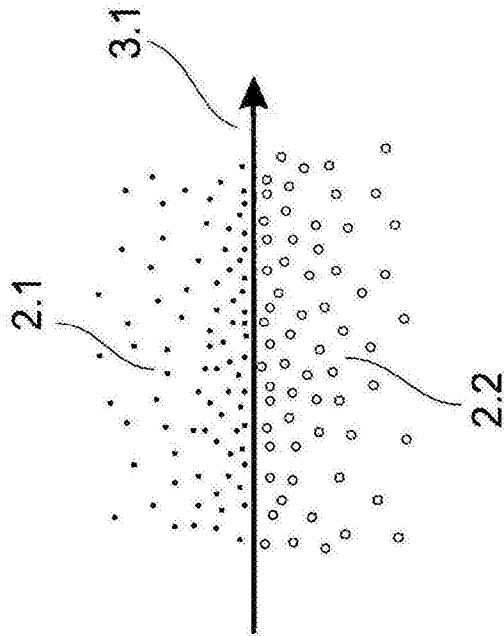


图3

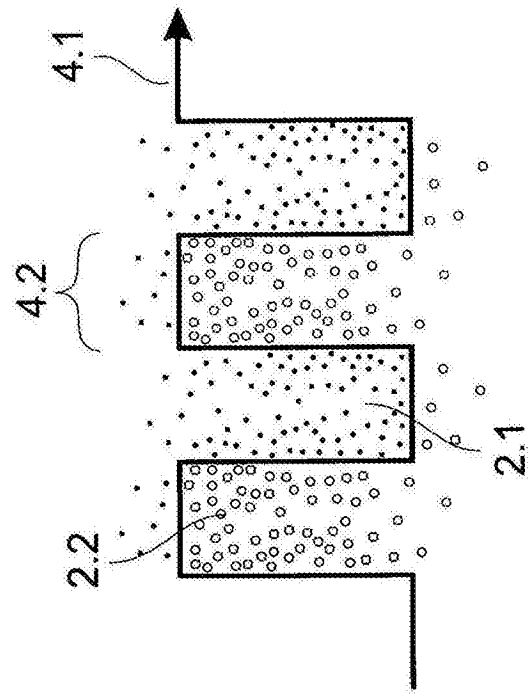


图4

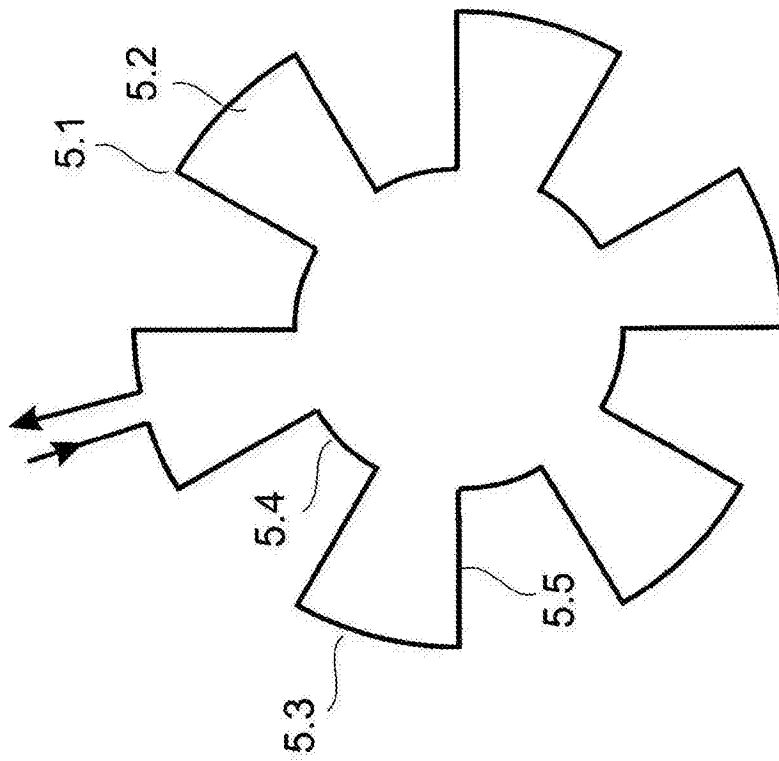


图5

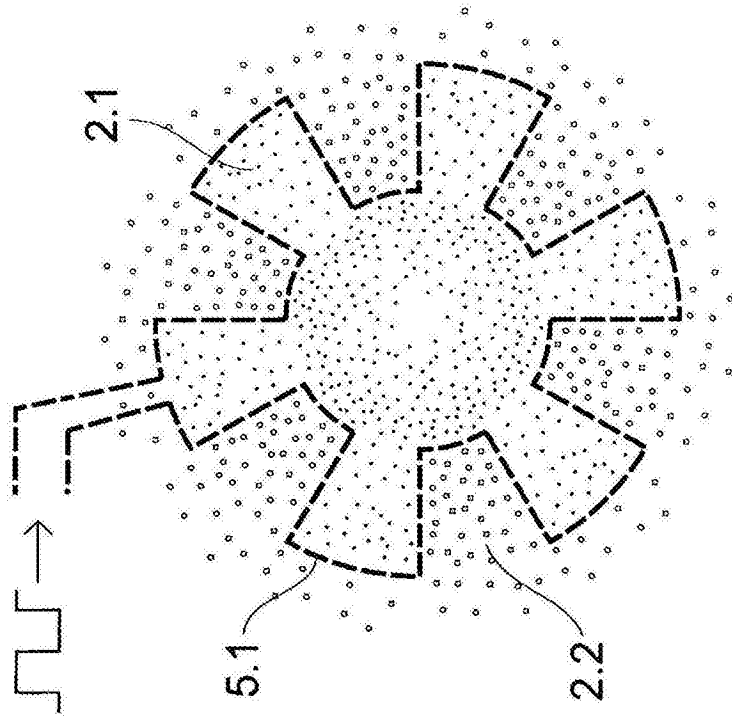


图6

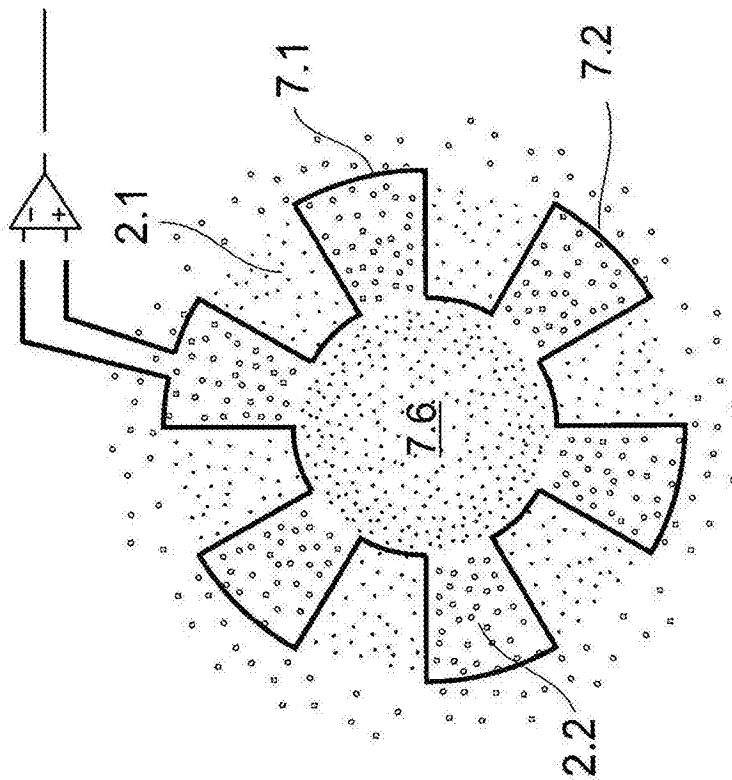


图7

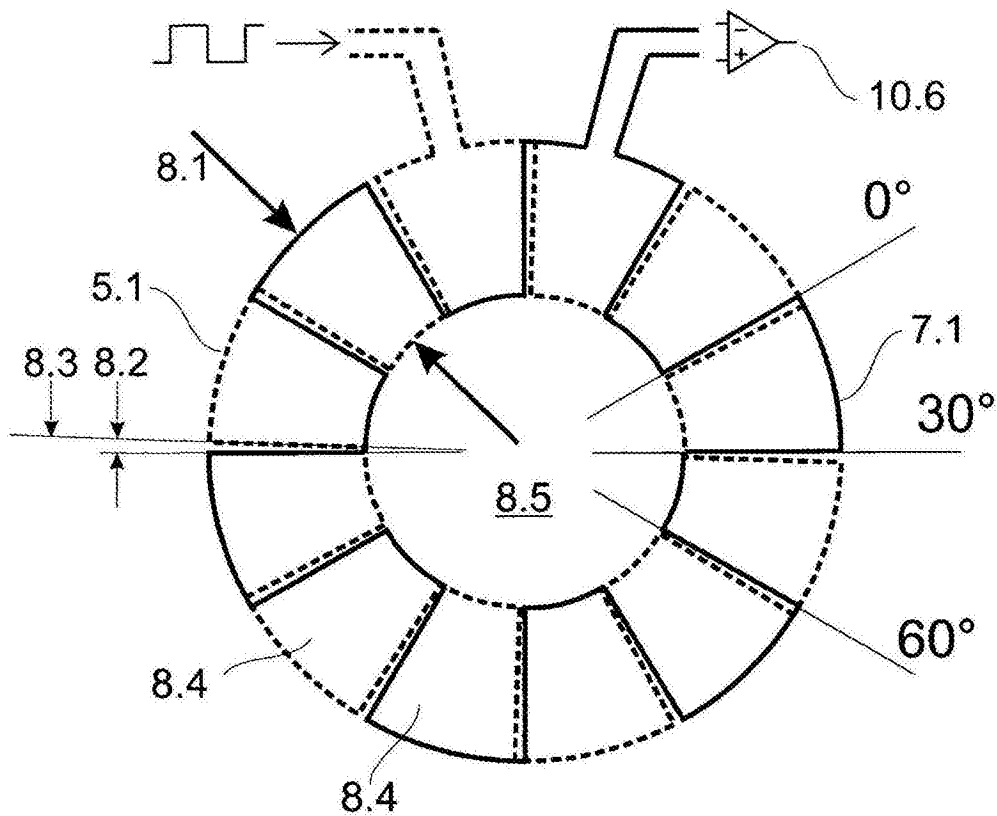


图8

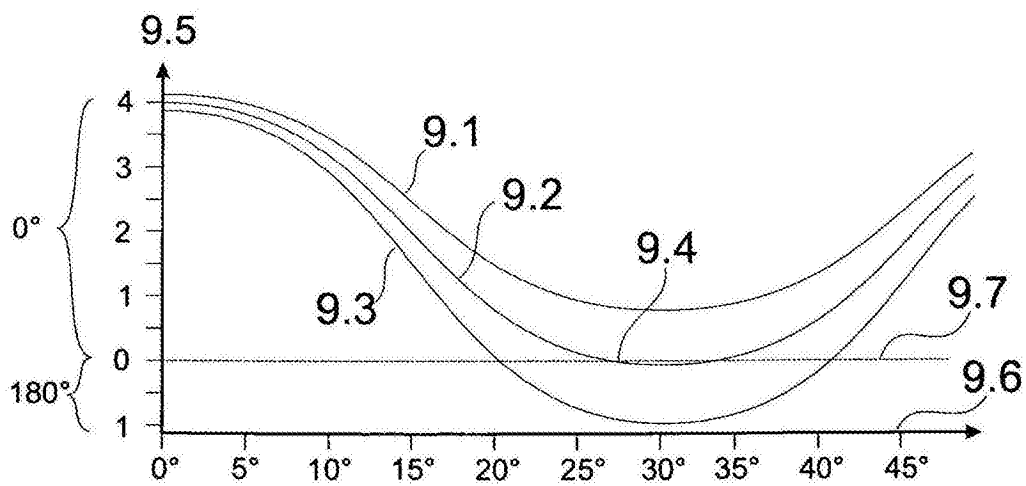


图9

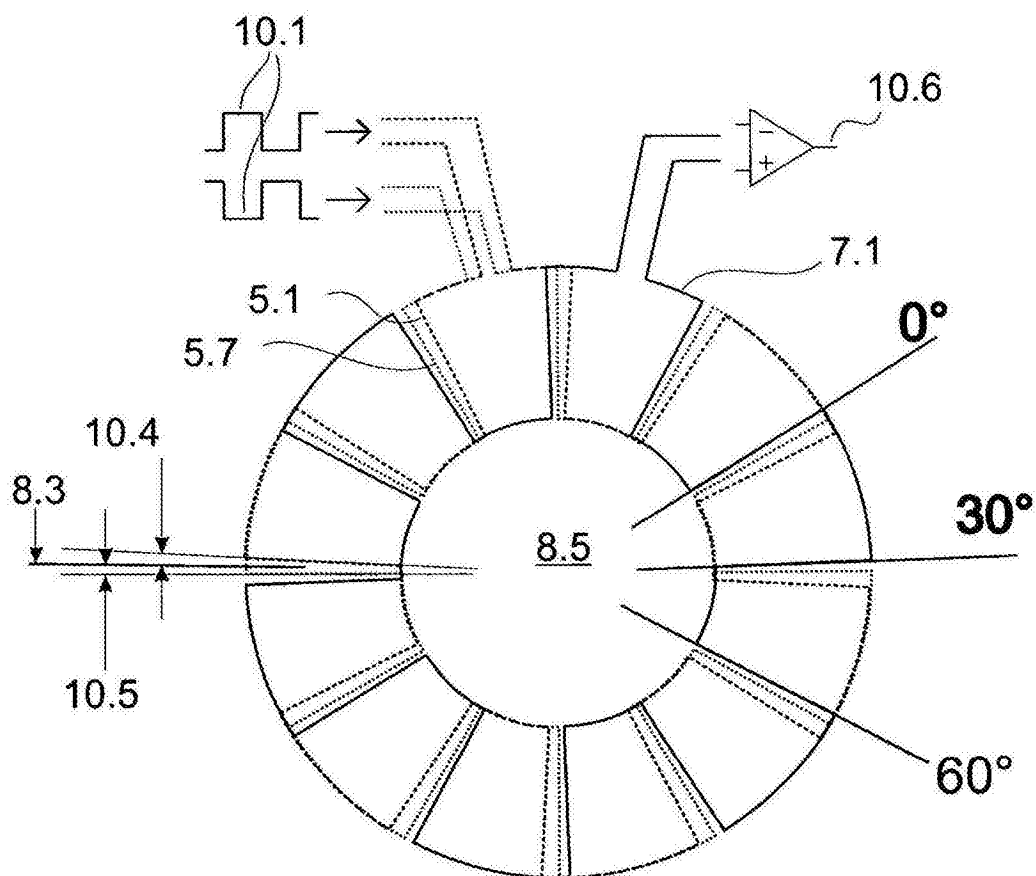


图10

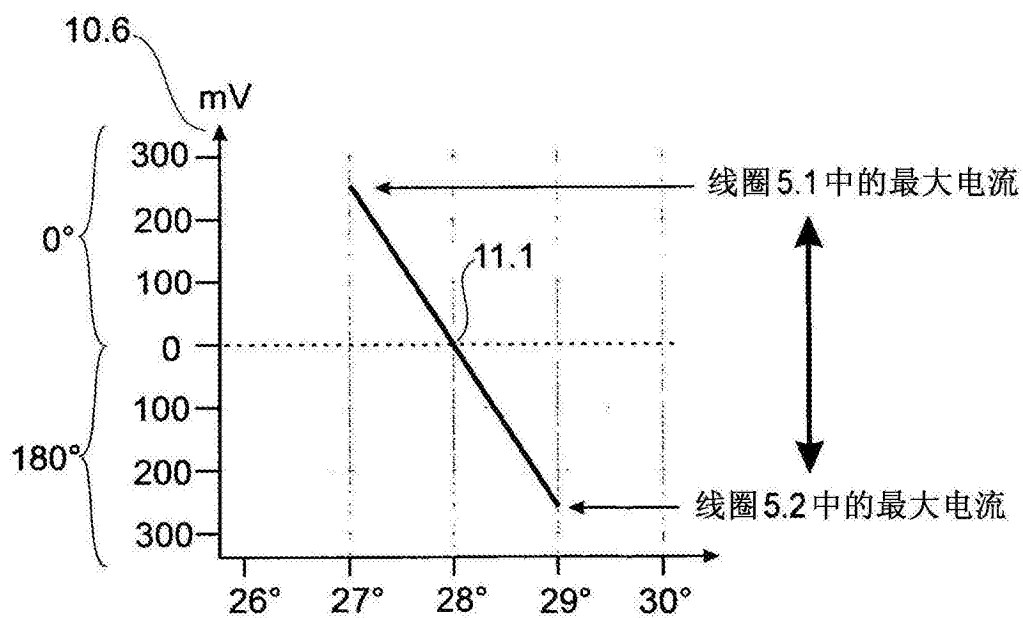


图11

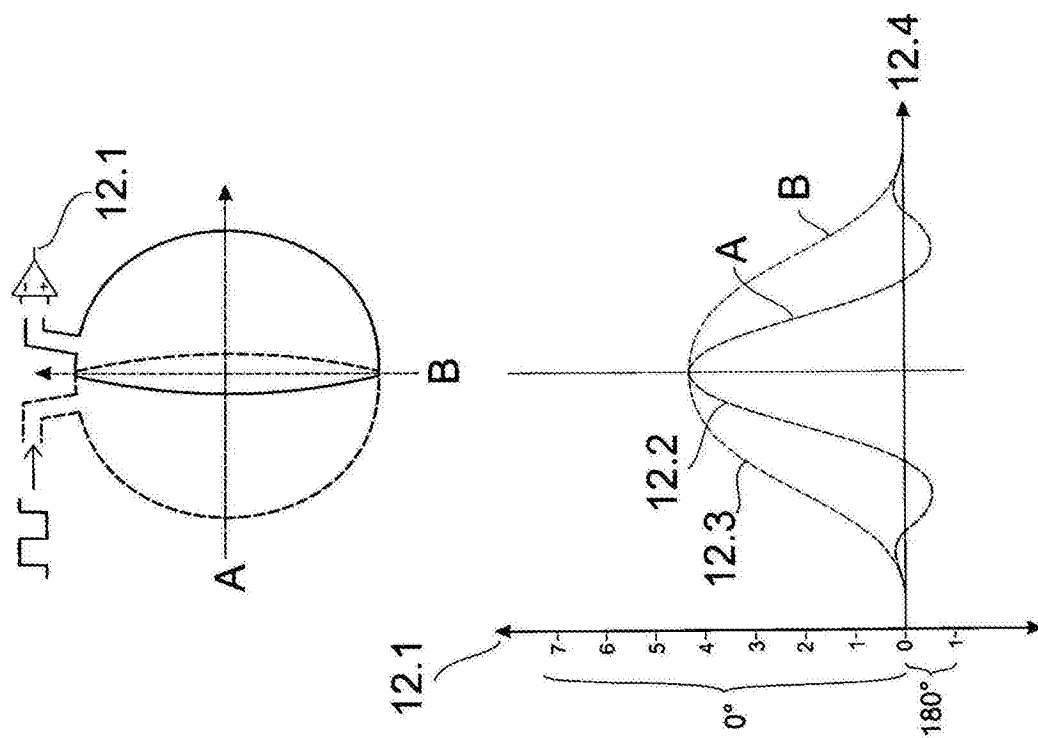


图12

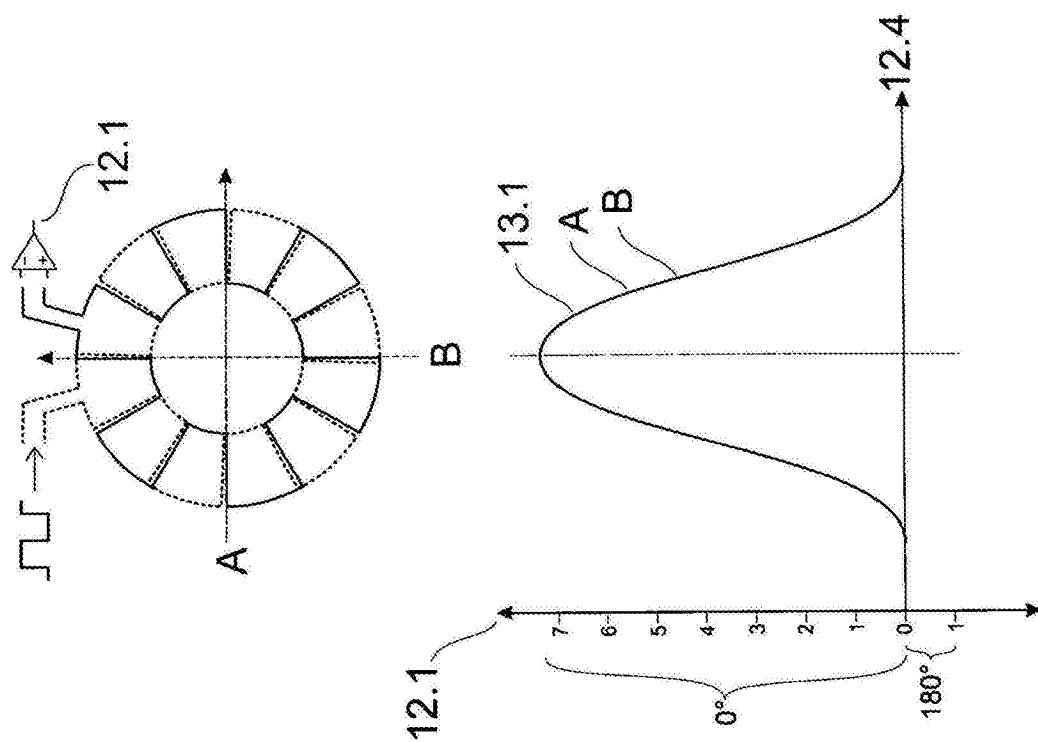


图13

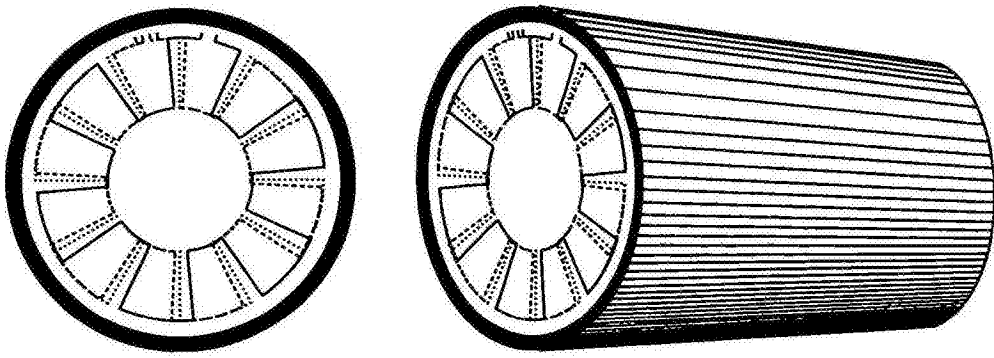


图14

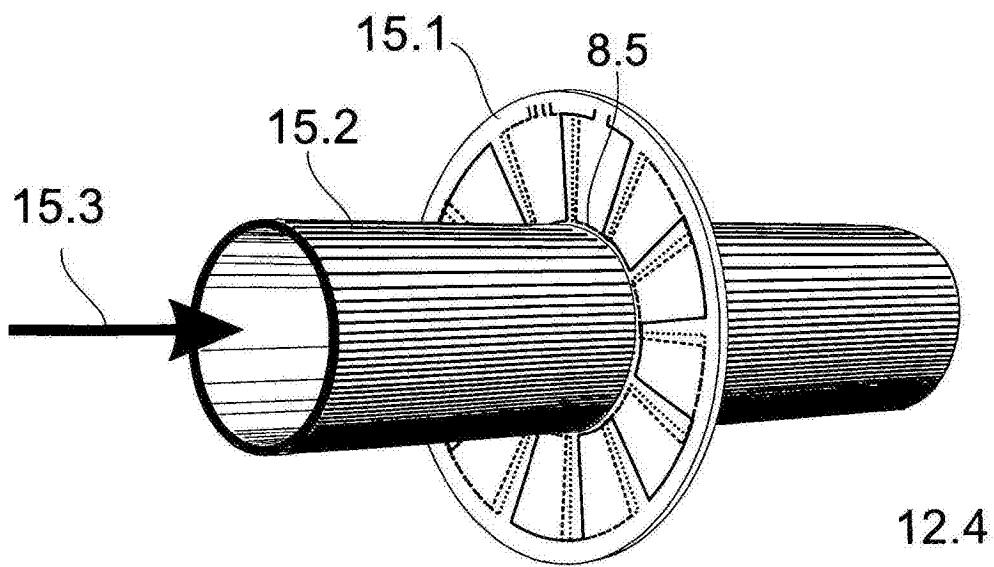


图15