



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102428390 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201080021939. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 05. 18

G01V 3/10(2006. 01)

(30) 优先权数据

102009021804. 1 2009. 05. 18 DE

102009029928. 9 2009. 06. 19 DE

(56) 对比文件

DE 102004047188 A1, 2006. 03. 30,

DE 3225166 A1, 1984. 01. 12,

GB 2262606 A, 1993. 06. 23,

EP 0780704 B1, 2001. 06. 20,

WO 02/091021 A1, 2002. 11. 14,

CN 101031823 A, 2007. 09. 05,

DE 4417931 C1, 1995. 08. 17,

US 2004/0260174 A1, 2004. 12. 23,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 11. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/003005 2010. 05. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/133328 DE 2010. 11. 25

审查员 宋洁

(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 吴孟秋

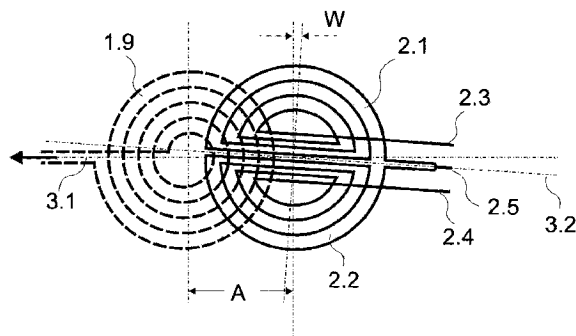
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

金属探测器

(57) 摘要

一种用于金属物体的定位的传感器以及相关的方法,所述传感器包括:多个发送线圈(2.1、2.2)和接收线圈(1.9),多个发送线圈和接收线圈相互感应性地耦合,并且以部分重叠的方式布置以用于解耦它们之间的相互作用,其中能够获得相互作用的最佳抵消点。由于这样的事实:利用相同的通电,被传感器电子系统通电的发送线圈(2.1、2.2)对至少一个接收线圈(1.9)起作用,其中产生了最佳抵消局部点,当第一发送线圈(2.1)被通电时,该点沿第一方向移动,而当另外的发送线圈(2.2)被通电时,所述点沿另一个方向移动,并且还由于这样的事实:提供了用于控制发送线圈中的电流并且导致抵消接收信号的最佳抵消局部点变位的控制电路,从而产生了简单有效的传感器。



1. 一种用于金属物体的定位的传感器,所述传感器包括至少一个发送线圈 (2. 1、2. 2) 以及至少一个接收线圈 (1. 9),所述至少一个发送线圈和至少一个接收线圈相互感应性地耦合,并且以部分重叠的方式布置以用于解耦它们之间的相互作用,从而能够获得所述相互作用的最佳抵消局部点 (1. 3),并且所述传感器还包括传感器电子系统,所述传感器电子系统用于将电流传递通过所述至少一个发送线圈并且用于对由所述至少一个接收线圈接收的信号 (1. 11) 进行估值,其特征在于:

- 所述至少一个发送线圈涉及多个发送线圈 (2. 1、2. 2),电流被所述传感器电子系统传递通过所述多个发送线圈,

- 在相等的电流的情况下,所述多个发送线圈 (2. 1、2. 2) 对所述至少一个接收线圈 (1. 9) 起作用,使得产生最佳抵消局部点 (1. 3),

- 在电流通过一个发送线圈 (2. 1) 的情况下,所述最佳抵消局部点沿第一方向移动,而在电流通过另外的发送线圈 (2. 2) 的情况下,所述最佳抵消局部点沿另外的方向移动,以及

- 提供了用于调节通过所述多个发送线圈的电流的控制电路,所述控制电路导致引起所述接收信号 (1. 11) 的抵消的所述最佳抵消局部点移动。

2. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述传感器是以 PI 模式操作的金属探测器。

3. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述多个发送线圈 (2. 1、2. 2) 和所述至少一个接收线圈 (1. 9) 以共面的方式布置。

4. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述多个发送线圈由多个发送线圈部分而形成,所述多个发送线圈部分共同具有近似发送线圈的形状,所述形状与所述至少一个接收线圈 (1. 9) 对应。

5. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,两个发送线圈 (2. 1、2. 2) 与所述至少一个接收线圈 (1. 9) 重叠不同的表面区域。

6. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述至少一个接收线圈涉及多个接收线圈 (8. 1、8. 2),并且所述至少一个发送线圈涉及多个发送线圈 (2. 1、8. 3),其中,在每种情况下,所述多个发送线圈 (2. 1 ;8. 3) 和所述多个接收线圈 (8. 2 ;8. 1) 布置在第一平面 (10. 2) 内以及至少一个另外的平面 (10. 3) 内,其中,布置在所述第一平面内的线圈相对于布置在所述至少一个另外的平面内的线圈旋转经过关于所述第一平面和所述至少一个另外的平面的名义公共中心轴线 (M1、M2) 的中心角,以用于使所述线圈的相互作用抵消,其中,所述中心轴线 (M1、M2) 相对于彼此偏移或移位。

7. 根据权利要求 6 所述的传感器,其特征在于,所述多个发送线圈 (2. 1、8. 3) 的外围与所述多个接收线圈 (8. 1、8. 2) 的外围一致。

8. 根据权利要求 6 所述的传感器,其特征在于,所述多个发送线圈 (2. 1、8. 3) 或所述多个接收线圈 (8. 1、8. 2) 由多个线圈部分而形成。

9. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述多个发送线圈 (2. 1、8. 3) 或所述多个接收线圈 (8. 1、8. 2) 由相同大小的两个线圈半部形成。

10. 根据前述权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,包括所述多个发送线圈 (2. 1、2. 2) 的发送线圈布置的对称轴线 (3. 2) 相对于所述至少一个接收线圈 (1. 9) 的对称轴线

(3.1) 倾斜一角度 (W)。

11. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,所述多个发送线圈 (2.1、2.2) 和所述至少一个接收线圈 (1.9) 的布置的中心点彼此相隔距离 (A),在相等的电流通过所述多个发送线圈的情况下,所述距离确定了所述最佳抵消局部点 (1.3) 将落入的范围。

12. 根据权利要求 1 所述的传感器,其特征在于,提供了用于比较与所述多个发送线圈 (2.1、2.2) 相关联的电压信号的比较器 (4.7),以用于确定控制值;以及提供了至少一个调节电流源 (4.9、4.10),其中,用于调节提供给所述多个发送线圈的电流的幅度的所述控制值以这样的方式来调节所述幅度:使得所述比较器 (4.7) 的输入处的电压信号的幅度相等,或使得所述比较器 (4.7) 的输入处的来自时钟周期的两个时钟区段的电压信号中不存在差异。

13. 根据权利要求 12 所述的传感器,其特征在于,当接近金属时,导致所述最佳抵消局部点 (1.3) 的局部位移的所述控制值的变化是所测量的值。

14. 一种用于利用传感器对金属物体进行定位的方法,所述传感器包括至少一个发送线圈 (2.1、2.2) 和至少一个接收线圈 (1.9),所述至少一个发送线圈和至少一个接收线圈相互感应性地耦合,并且以部分重叠的方式布置以用于解耦它们之间的相互作用,从而能够获得引起接收信号 (1.11) 的抵消的最佳抵消局部点 (1.3),

其中,借助传感器电子系统,电流被传递通过所述至少一个发送线圈,并且由所述至少一个接收线圈接收的信号 (1.11) 被估值,

其特征在于,

- 所述至少一个发送线圈涉及多个发送线圈 (2.1、2.2),电流由所述传感器电子系统传递通过所述多个发送线圈,

- 在相等的电流的情况下,所述多个发送线圈 (2.1、2.2) 对至少一个接收线圈 (1.9) 起作用,使得产生最佳抵消局部点 (1.3),

- 在电流通过一个发送线圈 (2.1) 的情况下,所述最佳抵消局部点沿第一方向移动,而在电流通过另外的发送线圈 (2.2) 的情况下,所述最佳抵消局部点沿另外的方向移动,以及

- 以使得引起所述接收信号 (1.11) 的抵消的所述最佳抵消局部位移的方式来调节通过所述多个发送线圈的电流。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述传感器是以 PI 模式操作的金属探测器。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,多个发送线圈部分被用作所述多个发送线圈,所述多个发送线圈部分共同具有发送线圈的形状,所述形状与所述至少一个接收线圈 (1.9) 对应。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,相同大小的两个发送线圈半部被用作发送线圈或发送线圈部分。

18. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,包括所述多个发送线圈 (2.1、2.2) 的发送线圈布置的对称轴线 (3.2) 被布置成相对于所述至少一个接收线圈 (1.9) 的对称轴线 (3.1) 倾斜一角度 (W)。

19. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述至少一个接收线圈与所述多个发

送线圈 (2.1、2.2) 重叠不同的表面区域。

20. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,为了产生所述传感器,所述至少一个接收线圈涉及多个接收线圈 (8.1、8.2),并且所述至少一个发送线圈涉及多个发送线圈 (2.1、8.3),其中,在每种情况下,所述多个发送线圈 (2.1;8.3) 和所述多个接收线圈 (8.2;8.1) 布置在第一平面 (10.2) 内以及至少一个另外的平面 (10.3) 内,其中,布置在所述第一平面内的线圈相对于布置在所述至少一个另外的平面内的线圈旋转经过关于所述第一平面和所述至少一个另外的平面的名义公共中心轴线 (M1、M2) 的中心角,直至所述线圈的相互作用抵消为止,其中,所述中心轴线 (M1、M2) 然后相对于彼此移位一间隔 (B)。

21. 根据权利要求 14 至 18 中任一项所述的方法,其特征在于,将与所述多个发送线圈 (2.1、2.2) 的部分相关联的电压信号进行比较以用于确定控制值,并且,所述控制值通过至少一个调节电流源 (4.9、4.10) 来调节提供给所述多个发送线圈的所述部分的电流的幅度,使得比较器 (4.7) 的输入处的电压信号的幅度相等。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其特征在于,导致所述最佳抵消局部点 (1.3) 的局部位移的所述控制值的变化被用作测量值。

23. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述多个发送线圈 (2.1、2.2) 以时钟脉冲发生器 (4.8) 的时钟速率来控制,并且,以所述时钟速率对由所述至少一个接收线圈 (1.9) 接收的信号进行采样,其中,采样时间点能自由地选择,且以几纳米步长来控制,并且位于时钟周期中的任意预先定义的位置,以便从所述接收信号中获得特定信息。

金属探测器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 5 月 18 日提交的德国专利申请 102009021804.1、以及于 2009 年 6 月 19 日提交的德国专利申请 102009029928.9 的优先权,其中公布的内容在此明确并入本申请的主题中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种包括权利要求 1 的前序部分中的特征的用于金属物体的定位的传感器(特别是以 PI 模式操作的金属探测器),并且还涉及一种包括权利要求 15 的前序部分中所包含的特征的相关方法。

背景技术

[0004] 从 DE 103 01 951 A9 中得知这种类型的依据脉冲感应过程(PulseInduction Process)(PI)模式操作的金属探测器。通过部分地重叠共平面线圈系统来解耦初级线圈与次级线圈之间的相互作用。解耦借助如下方式进行调整:通过重叠的区域内的可机械地移动的质量块,或者通通过辅助电气补偿手段,例如,为来自接收电路中的发生器的额外补偿信号的形式。这些信号补偿接收线圈中的发送功率的不完全解耦分量。接收线圈中的检出信号与补偿作用之间的“反馈”(即,封闭型调节系统)是不存在的。

[0005] 从 DE 103 18 350 B3 中得知一种相似的布置,其中多个线圈以关于它们的交变磁场重叠、相邻但相互移位的方式嵌套(nest)。最大的线圈(优选地为接收线圈)确定线圈布置的外围。

[0006] 从 DE 36 19 308 C1 中得知一种上面所述的原理的反例(即,带有两个“8”的形式的接收线圈的环绕发送线圈),其中发送磁场是相互抵消的。

[0007] 从 DE 43 39 419 C2 中得知一种包括发送线圈和接收线圈的金属探测器,这些线圈以使得交变感应因数最小化的方式互相部分地重叠。这些线圈交替地作为发送线圈和接收线圈来操作。

[0008] 为了在发送线圈和接收线圈的位置非常接近(像印刷线圈中的情况那样)时,减少发送线圈和接收线圈之间的电容性串扰,在 DE 10 2004 047189A1 中提出了在发送线圈与接收线圈之间的屏蔽电极形式的屏蔽装置。此外,提供辅助绕组以用于微调目的。

[0009] 从 EP 706 648 B1 得知一种幅度调节系统,其中对光信号进行探测,并且对外部干扰(诸如杂散光和温度或者光发送体与光接收器之间的时效效应)作出补偿。光发送体通过时钟脉冲发生器定期且交替地操作。必要时,幅度已经在至少一条光路中经过调整的光在光接收器中(例如)以产生了不带时钟同步信号分量的接收信号的方式与来自另一光发送体(诸如补偿光源)的光起反应。由光接收器接收到的信号被提供给同步解调器,该同步解调器将接收的信号分解成对应于两个光源的信号分量。这些信号分量在比较器中相互比较,从而产生了对应于零状态的控制值的状态。如果对应于这个零状态的信号在比较器的输出中不存在,那么这个控制值被用来适当地调节被提供给光源的辐射功率,直至达到

这个状态为止。

发明内容

[0010] 基于现有技术,本发明的目的是提供简单有效的传感器和相关方法。

[0011] 这个目的是通过包括权利要求 1 的特征的传感器以及包括权利要求 15 的特征的方法来实现的。

[0012] 所述传感器包括至少一个接收线圈和多个发送线圈或多个发送线圈部分,所述多个发送线圈部分以特定方式将发送线圈划分,优选地以成镜像半部的形式划分。由于多个发送线圈与至少一个接收线圈之间的相互作用,因而发送线圈被布置成与接收线圈部分地重叠,由发送线圈发送的场的最佳抵消局部点在接收线圈中出现。因此,线圈以这样的方式布置:使得当通过其中的电流相同时,所述发送线圈部分对至少一个接收线圈起作用,由此发送场的最佳抵消局部点在接收线圈中出现。然而,当电流主要或单独地经过第一发送线圈或发送线圈的第一部分时,这个点沿第一方向变位(shift)或移动,然而,当电流主要或单独地通过另外的发送线圈或发送线圈的另外的部分时,这个点沿优选地与第一方向相反的另一个方向变位或移动。这个最佳抵消局部点受到接近金属的影响。当用于调节经过发送线圈部分的电流的控制电路处于其调节状态时,该控制电路导致最佳抵消局部点位移,该最佳抵消局部点的位移造成接收信号的抵消。对这个目的必要的控制值或控制值的变化被优选地用作金属的接近度的测量。

[0013] 采用这个方案,产生了用于甚至是在不断改变的环境条件下也能调整发送系统与接收系统之间的解耦的简单装置,所述不断改变的环境条件例如为:当接近金属时或者在线圈体发生机械变化的情况下或者存在地面效应或地面效应发生变化的情况下。

[0014] 如果提供了多个接收线圈和多个发送线圈,那么至少一个发送线圈和至少一个接收线圈能够布置在不同的平面内。在一个平面上的线圈相对于在至少一个另外的平面上的线圈旋转一定的中心角,直至线圈的相互作用抵消为止,所述中心角取决于特定的应用形式。为了使控制动作能够实现,因而控制值同时用作测量值,线圈彼此平行地至少稍微位移了优选地为(例如)线圈直径的 0.1%至 2%的距离,或它们相对于彼此以对应的方式旋转。结果是,发送线圈和接收线圈的外围几乎叠合地位于彼此的顶部上,使得因此产生非常紧凑的结构。实际上,这种类型的线圈的布置(所述线圈的布置可以优选地采取在印刷电路板的相对面上的印刷线圈的形式)连同所描述的电子系统一起导致了非常敏感的探测系统。实际上,假如线圈布置的总体直径为 25mm,则可以达到 500mm 以上的探测极限。

[0015] 由发送线圈所发送的场在接收线圈中所引起的信号被提供给放大器。当使用例如两个接收线圈时,这两个接收线圈可以串联或并联连接。基本情况是,在接收线圈中引起的信号能够抵消。优选地,也可以选择具有对称输入的放大器。可以提供后面的比较器以及在放大器的下游连接的同步解调器,以用于比较与发送线圈相关联的电压信号,从而用于确定控制值。比较器的输出传递控制值。提供给发送线圈的电流的幅度通过控制值优选地以连续的方式在至少一个调节电流源中受到调节,调节以这样的方式进行:使得比较器的输入处的电压信号的幅度是基本相等的。这然后对应于一个或多个接收线圈中的接收信号的抵消。随之,抵消对应于发送线圈与接收线圈之间的完全解耦。

[0016] 由于接收线圈中的信号的同步解调以及通过比较器进行的与时钟相位相关联的

输出信号的比较,因而得到了能用于控制所述发送线圈中的至少一个发送线圈中的电流的信息项(控制值)。这然后对应于闭环控制。在发送线圈相对于一个或多个接收线圈机械上正确布置的情况下,相等幅度的电流通过调节过程分配给发送线圈,即,在这种情况下接收信号在一个或两个接收线圈中抵消。然后,例如,控制值将位于中央控制范围内。例如当接近金属时,这个控制值相应地改变,而接收信号保持在一个或多个接收线圈中抵消。相比之下,因制造公差而引起的发送线圈和接收线圈相对于彼此的不完全正确的定位仅仅导致控制值与它的理想状态的恒定偏移。

[0017] 原则上,尤其是在印刷线圈的情况下,也可以在印刷电路板上布置多于两个的线圈平面。

[0018] 从所附的权利要求和下列说明,本发明的进一步的优点将变得显而易见。

附图说明

[0019] 下面将借助附图中示出的示例性实施方式对本发明作出更详细的描述。附图中:

[0020] 图 1 示出了根据现有技术的采用 PI 过程的传感器系统以及接收线圈处的幅度的相关波形,

[0021] 图 2 示出了在第一例示性实施方式中的两个镜像线圈半部的布置,

[0022] 图 3 示出了根据图 2 的线圈半部连同接收线圈一起的机械布置,

[0023] 图 4 示出了包括用于使接收线圈中的最佳抵消局部点稳定的封闭型调节系统的传感器电子系统,

[0024] 图 5、6 示出了针对经过发送线圈布置的不同电流流动的最佳抵消局部点的位移,

[0025] 图 7 是示出了传感器电子系统随时间的控制值的图示,

[0026] 图 8 示出了在另一示例性实施方式中的第一发送线圈半部和第一接收线圈半部的布置,

[0027] 图 9 示出了根据图 8 的线圈连同通到电子系统的连接件的布置,

[0028] 图 10 以通过印刷电路方案的截面的形式示出了根据图 8 的的线圈布置,

[0029] 图 11 示出了根据图 10 的包括用于使接收线圈中的最佳抵消局部点稳定的封闭型调节系统的传感器电子系统。

具体实施方式

[0030] 现在将参照附图对本发明作出更详细的例示性地说明。然而,示例性实施方式仅仅只是实例,其并不旨在将本发明的原理限制于特定布置。在详细地描述本发明之前,应该指出,本发明并不限于装置的具体特定构件也不限于特定的方法步骤,因为这些构件和过程能够变化。本文中所使用的术语仅仅旨在描述特殊实施方式,并不用于限制性意义。而且,如果在说明书或权利要求书中使用了单数或不定冠词,那么这些单数或不定冠词也表示多个这些元件,只要整个上下文没有豪无疑义地表明表示其他含义。

[0031] 在本申请中所使用的表述“抵消局部点”表示在两个发送线圈的中心之间的假想线上的点,所述点在固定几何布置的至少两个场发射线圈重叠时出现,并且在所述点处,流过两个线圈的电流使一个或多个接收线圈中的由此产生的磁场消失。

[0032] 图 1 示出了在采用 PI 方法的现有传感器系统的情况下,当使发送线圈 1.10 或接

收线圈相对于彼此移动时,接收线圈 1.9 的幅度的波形。在图 1 的下方绘制出了接收线圈的相对于位移的幅度 1.7。该位移始于 1.1 结束于 1.5,由此在图中从最佳抵消点 1.3 起所覆盖的位移路径等于(例如) $\pm 5\text{mm}$ 。

[0033] 如果(例如)接收线圈相对于发送线圈沿双向箭头 1.6 的方向向右位移,那么接收信号 1.2 首先减少。在示例性实施方式中,所述信号相对于提供给发送线圈的信号具有 0° 的时钟同步相位角。一旦到达最佳抵消局点(即,解耦点 1.3),则接收信号为零,然而,在进一步位移的过程中,接收信号 1.4 再度上升但此时其相位转动了 180° 。最佳抵消局部点只在实验室环境中才是相对稳定的。制造公差、温度的影响、线圈布置的机械变形或者例如地面效应的存在(例如,当在含金属的地面中寻找金属时)使这个点移位。此外,在布置附近出现的金属物体也会使该局部点移位。在上述任何不利影响的情况下,最佳抵消点的可能的几何位置将位于(例如)沿着双向箭头 1.6 的范围内。

[0034] 尽管存在上述所有的不利影响,应利用简单的装置和封闭型调节系统使最佳抵消点始终保持在完全相同的局部位置。这是通过下列方法来实现的:

[0035] 对根据现有技术的发送线圈 1.10 进行划分,并优选地以形成基本相同且镜像的两个线圈半部的方式对半划分。然而,其他类型的细分也是可能的,只要在存在适当的电流流动时,能够因此获得抵消局部点的连续的或恒定的以及因此不突变的位移即可。图 2 示出了作为发送线圈的这些线圈部分或线圈半部 2.1 和 2.2 的布置,其中具有用于第一上线圈半部 2.1 的接线(connection,连接部)2.3 以及用于第二下线圈半部 2.2 的接线 2.4。在例示性实施方式中,线圈半部的两条剩余的接线在 2.5 处结合。补充接线 2.3 和 2.4 处的电压的互补电压 2.6 和 2.7 使得具有在两个线圈半部中产生相同极性的磁场。在这种情况下,两个线圈半部实质上以相同的方式作用,就好比现有技术中的单个线圈那样。线圈半部(或更佳地,线圈部分)在下文中被称为发送线圈 2.1、2.2。

[0036] 图 3 示出了第一上发送线圈 2.1 以及第二下发送线圈 2.2 连同接收线圈 1.9 一起的机械布置。为了提供更清晰的区分,接收线圈 1.9 采用虚线绘制。接收线圈 1.9 在这个例示性实施方式中是圆形的,所述接收线圈的直径大致相当于半圆形发送线圈部分的直径。

[0037] 包括两个发送线圈 2.1 和 2.2 的发送线圈布置的水平轴线 3.2 相对于接收线圈 1.9 的水平轴线 3.1 倾斜了角度 W 。因此,发送线圈 2.2 与接收线圈 1.9 的重叠比发送线圈 2.1 与所述接收线圈的重叠多一定的量。实际上,角度 W 落在(例如) $1-10^\circ$ 的范围内。预期的公差(比如温度效应、制造公差等)越大,则需要选择的角度 W 越大。在发送线圈 2.1、2.2 的布置与接收线圈 1.9 之间存在间隔 A ,在例示性实施方式中所述间隔从各个中心点测量,在发送线圈 2.1 和 2.2 上具有大小相同但互补的电压的情况下,所述间隔确定了用于解耦的局部点 1.3 将位于的大致区域。代替旋转经过一角度的情况,也可构想不同的布置,比如发送线圈相对于彼此移位,使得因此产生接收线圈 1.9 的不同重叠。因此,接收线圈与优选的两个发送线圈 2.1、2.2 重叠不同的表面面积。只要抵消局部点的位移可利用适当的电流流经所述发送线圈部分而获得的目标达到,那么该目标与发送线圈相对于接收线圈的具体几何布置(通过该布置达到或促进这个目的)是不相关的。

[0038] 理想地,为了实现上述的本发明,结合有根据上述 EP 706648B1 的幅度调节系统的方法已被证明满足于产生敏感金属探测器。然而也可以构想其他方法,只要当使电流仅流动经过发送线圈的第一部分时,最佳抵消点沿第一方向例如向右朝向点 5.1 变位,而当

使电流流动经过发送线圈的第二部分时,最佳抵消点沿另外的方向(优选地与第一方向相反的第二方向)例如向左朝向点 6.1 变位即可。然后,调节过程确保最佳抵消局部点的位移是受到控制的并且因此发生接收信号 1.11 的连续抵消。

[0039] 这里,图 4 示出了结合有封闭型调节系统的传感器电子系统的示例性实施方式,所述封闭型调节系统用于使发送线圈 2.1 和 2.2 中所产生磁场的在接收线圈 1.9 中的最佳抵消局部点稳定。时钟脉冲发生器 4.8 将第一时钟脉冲信号 4.13 传递给第一调节电流源 4.10 以及将第二反相时钟脉冲信号 4.12 传递给第二调节电流源 4.9。时钟脉冲发生器的频率可以根据线圈的感应系数来选择,在示例性实施方式中,这个频率接近 120kHz。信号可以(例如)是矩形信号或正弦信号。第一调节电流源 4.10 馈电给下发送线圈 2.2 的接线 2.4。第二调节电流源 4.9 以类似于第一调节电流源的方式馈电给上发送线圈 2.1 的接线 2.3。存在于接收线圈 1.9 处的信号通过交流电压放大器 4.5(其在下文中称为放大器)来放大。

[0040] 放大器 4.5 的输出信号提供给同步解调器 4.6。该同步解调器从时钟脉冲发生器 4.8 接收第二时钟脉冲信号 4.19 以及经由 4.18 接收需要用于解调过程的第一时钟脉冲信号。在这种最简单的情况下,在时钟相位的整个周期期间,同步解调器 4.6 将以同步的方式向积分比较器 4.7 的适当输入提供放大器 4.5 输出信号。在这种情况下,时钟脉冲信号 4.18 和 4.19 与发送时钟脉冲相位一样长。

[0041] 因此,当积分比较器 4.7 的第一输入信号 4.15 和第二输入信号 4.17 的电压相同时,在接收线圈 1.9 中将不会出现同步信号分量。从而,在(例如)外部金属影响的情况下,那么接收线圈 1.9 处的第一时钟脉冲信号的平均值与第二时钟脉冲信号的平均值相比较。在稳定的状态下,存在于放大器 4.5 的输入处的接收信号已经相互对应,并且因此对应于放大器的输出处的零状态,使得放大器 4.5 仅在其输入处经历噪音。因此,该放大器能够具有非常高的放大因数,或以高放大因数限幅放大器的形式实现。在稳定的状态下这种情况也应适用于第一输入信号 4.15 和第二输入信号 4.17。如果对应于这个零状态的信号不存在于比较器 4.7 的输出处,那么对控制值 4.16 进行调整,并且因此对发送线圈 2.1、2.2 中的电流进行调节,直至达到如这个状态一样的时间为止。

[0042] 在时钟脉冲周期的长度期间,接收线圈 1.9 的输出信号呈现由金属类型确定的小幅度波形。为了更好地分析金属的性质,因此,同步解调器的采样范围只能在时钟脉冲周期的部分中选择。为此,需要用于解调过程的第一时钟脉冲信号 4.18 和第二时钟脉冲信号 4.19 因此变短并且被插入到时钟相位的需要用于金属分析过程的部分中。采样时间点可以自由地选择。采样时间点可以在例如几纳秒的例如多个小步长中选择,并且可以位于时钟周期或时钟脉冲信号中的任意预先定义的或可预先定义的点出,以便从接收信号中获得特定信息。

[0043] 积分比较器 4.7 对同步解调器 4.6 的输出信号进行幅度差的检查,所述输出信号通过同步解调器 4.6 与两个时钟脉冲信号 4.12 和 4.13 相关联。比较器能够以高幅度因数比较电路的形式实现。无论输入电压或输入信号 4.15 和 4.17 的每个偏差有多小,这种偏差都会导致控制值 4.16 相应地偏离其瞬时值。实际上,达到 240dB 的“开环”放大率的效果都是令人满意的。这可以通过例如两个连续的运算放大器来产生,这两个连续的运算放大器的交流电压受到抑制,并且在整个控制回路上的利用直流负反馈,即通过在其中包括

发送线圈与接收线圈之间的耦合。调节电流源 4.9 和 4.10 以相互倒向的方式通过倒向级 4.11 受到控制值 4.16 的控制,以便重新建立具有同样大幅度的输入信号出现在比较器 4.7 中的状态,即,两个信号波形在比较器 4.7 的输入中没有差异出现的状态。如果调节电流源中的一个电流源的电流上升,那么另一个电流源中的电流相应地下降。

[0044] 由于两个线圈半部(即两个发送线圈)中的电流的位移,最佳抵消局部点以无级的方式在宽范围上移位。范围的大小取决于所使用的线圈的尺寸。在线圈直径为例如 50mm 的情况下,范围可达例如 $\pm 5\text{mm}$ 。图 5 示出了当发送线圈布置的下发送线圈 2.2 正在接收比上发送线圈 2.1 大的电流时,最佳抵消局部点 5.1 向右的位移。根据图 6,在发送电流相反的情况下,最佳抵消点 6.1 向左移动。控制电路此时确保针对最佳抵消点所确定的值以使得在同步解调器 4.6 处不存在差异信号的方式被不断地重新调整。这就导致了这样的事实:金属探测器周围的区域中随时间变化的或动态的改变(比如接近金属)以控制值 4.16 发生改变的形式反映出来。

[0045] 因此,传感器活跃区内没有金属的影响,在接收线圈 1.9 中没有产生时钟同步分量的方面,发送电流的均衡是有效的,使得因此总是保持最佳抵消点。因此,根据图 7,图 4 中的控制电路的调节输出处的控制值 4.16 采用对应于最佳抵消点的局部位置的某个电气值。接近金属 7.4 改变了最佳抵消点。因此,具有时钟脉冲同步分量的信号在接收线圈 1.9 中出现,这个信号通过同步整流过程探测,并且通过连续地调整 4.9 和 4.10 中的发送电流来立即对这个信号进行重新调整,直至接收线圈中的时钟脉冲同步分量消失。图 7 示出了控制值 4.16 的静止状态以及所述控制值在接近金属的区域 7.4 内的改变。现在例如出于探测接近金属的目的,可以对处于静止状态的 4.16 与更改的控制值 7.3 之间的差异进行估值。

[0046] 因此,在这个利用封闭型调节系统的系统中,当接近金属时,并不是如现有技术中的情况那样对接收线圈中产生的信号的大小进行测量并在适当的显示器中呈现给用户,而是相反地,当接近金属时,对因最佳抵消点的局部位移而产生的控制值或(更优地)控制值中的改变进行测量并呈现给用户。

[0047] 调整在 μs 的范围内实现,使得甚至当快速扫过金属时,接收线圈的输出信号将总是维持在同步解调器处没有时钟脉冲同步分量的状态。这里,仅对发送线圈或发送线圈半部中的一个中的电流进行调节原则上是充分的,但是动态范围将因此而受到限制。

[0048] 在制造公差、温度效应或地面效应的情况下,控制值 4.16(偏移量)改变,但在每种情况下都保持接收线圈 1.9 中的信号 1.11 的最佳抵消。

[0049] 被划分的发送线圈布置的功能:

[0050] 在理想情况下,相等的电流流经两个发送线圈 2.1 和 2.2 或者这两个线圈被供以相等的电压并且表现地得像单个线圈那样。我们将假定最佳抵消点位于图 1 中所描绘的中心。

[0051] 根据图 5,如果电流“仅”流经与发送线圈 2.1 相关的发送线圈 2.2,那么最佳抵消点 5.1 变化并且“向右”迁移。也就是说,发送线圈布置将会需要相对于接收线圈向右移位以便到达最佳抵消点。反之,根据图 6,电流唯一地流动经过发送线圈 2.1 将会导致最佳抵消点 6.1 “向左”迁移。因此,发送线圈布置将会需要向左移位以便到达最佳抵消点。然而,因为由于图 4 中所描绘的封闭型调节系统的原因,所有可能的电流值比率都是可能的,

所以在固定的发送线圈布置的情况下,总是能够确定地遇到最佳抵消点。如果需要接受线圈的相对较大的制造公差,则这是尤其重要的。如 DE 10 2004 047 189A1 中那样的辅助绕组的“接通”或者可机械移位的质量块是不需要的。

[0052] 另外的优点在于:在有多个大金属部件情况下,即使一个金属部件落入某一间隔以下,也具有高动态范围而没有测量值数据的通常频繁的“限制”。

[0053] 在根据图 2 的图示中,发送线圈示出为圆形的,但自然地,从现有技术中得知的其他形状也是可能的,例如“双 D”布置或两个移位的发送线圈位于接收线圈的以上和以下的不对称布置。也能够采用微分测量法以类似于上述操作方式的方式来使用这种布置,例如使用在发送线圈内的两个接收线圈(专利 DE36 19 308C1)。

[0054] 重要的是,发送线圈或发送线圈的至少主要部分应该细划分,并且,在经过两个线圈部分的电流相同的情况下,所述发送线圈或发送线圈的至少主要部分应当对一个或多个接收线圈起作用,由此产生最佳抵消局部点 1.3,并且,在电流仅流经发送线圈的第一半部或第一部分的情况下,最佳抵消点将沿第一方向例如向右朝向点 5.1 变位,而在电流流经发送线圈的第二半部或第二部分的情况下,最佳抵消点沿与第一方向相反的第二方向例如向左朝向点 6.1 变位。此外,存在调节两个发送线圈中的电流的连续过程,该过程导致最佳抵消局部点的位移,并且因此引起接收信号 1.11 的连续抵消。用于两个发送线圈半部中的电流的微分调节的控制值用于估计金属的存在性。

[0055] 图 8 至 11 示出了本发明的另外的示例性实施方式。像在第一示例性实施方式中一样,使用简单的装置和封闭型调节系统将最佳抵消点始终准确地保持在相同的局部位置。这是通过使用多个发送线圈 2.1、8.3 来实现的,优选地以根据图 8 和图 9 的两个基本相同且成镜像的线圈半部的形式来实现。同样地,在示例性实施方式中,同样由两个基本相同且成镜像的线圈半部形成的多个接收线圈 8.1、8.2 用作接收线圈。然而,一些其他类型的细划分也是可能的,只要能够由此使用适当的电流来获得抵消局部点的连续的或恒定的以及因此不突变的位移即可。

[0056] 图 3 示出了在第一示例性实施方式中所使用的接收线圈和发送线圈半部的重叠布置。为了显著减少该布置所需的间隔的量,在图 8 至图 11 中的第二示例性实施方式中使用了多个发送线圈 2.1、8.3 和多个接收线圈 8.1、8.2。为帮助理解,图 8 仅示出了第一发送线圈半部 2.1 和以虚线示出的第一接收线圈半部 8.1。对应的其他半部补充这些半圆线圈,以便形成圆形,这因此产生了图 9 中所描绘的图示。

[0057] 发送线圈 2.1、8.3 以及接收线圈 8.1、8.2 像在第一示例性实施方式中那样相互感应耦合,并且以重叠的方式布置以用于交互解耦目的。原则上,最佳抵消点可通过旋转/位移来达到,如下文将要讨论的。流经发送线圈的电流以及对来自接收线圈的接收信号 4.20 的估值通过图 11 中示出的传感器的电子系统来实现。在流经的电流相同的情况下,发送线圈 2.1、8.3 对接收线圈起作用,由此在两个发送线圈之间的假想线上的一点处产生最佳抵消局部点 1.3(即,在重叠线圈的固定的几何布置中),在所述点处,因流经两个线圈的电流而在接收线圈中感生的磁场相互抵消。在电流流经第一发送线圈 2.1 的情况下,最佳抵消点沿第一方向移动,而当有电流流过另外的发送线圈 8.3 时,最佳抵消点沿优选地与第一方向相反的第二方向移动。然而,对于相等的电流流动,在第一示例性实施方式中,最佳抵消点通过间隔 A 来确定,在第二示例性实施方式中,最佳抵消点通过上线圈半部相对于

下线圈半部的旋转来确定,所述上线圈半部各自由至少一个发送线圈以及一个接收线圈组成,所述下线圈半部各自也由至少一个发送线圈以及一个接收线圈组成。

[0058] 借助于用于调节通过发送线圈的电流幅度的控制电路,能以使得接收信号抵消的方式来使最佳抵消局部点移位。就最佳抵消局部点而言,最佳抵消局部点随之与对磁场的外部影响有关,使得(例如)接近金属能够因相应的调节动作受到影响而被探测到。因此,确定的控制值 4.16 同时也是测量值。

[0059] 根据图 8 至 10,至少一个发送线圈 2.1、8.3 以及至少一个接收线圈 8.2、8.1 布置在第一平面 10.2 中以及在至少一个另外的平面 10.3 中。布置在第一平面中的线圈相对于布置在至少一个另外的平面中的线圈旋转过一中心角,所述中心角相对于所诉平面的名义公共轴线 M1、M2 而得到,这尤其从图 8 中可以明显看出。如果线圈实际上一个位于另一个的上面以使得它们的外围是一致的,那么取决于具体的应用,这将导致发生抵消的至少一个中心角。此时为了达到调节电路能够执行其调节功能并且因此产生控制值的状态,然后从这个“抵消的状态”的开始,线圈位于其上的平面相互平行地移位。换句话说,在图 8 和图 10 中,所述平面的中心轴线 M1、M2 相对于彼此移动距离 B。这个距离可以非常小,且通常为线圈直径的 0.1%至 2%是足够的。

[0060] 图 10 示出了在平面 10.3 中与发送线圈 2.1 相对的镜像线圈是接收线圈 8.2,而第一接收线圈 8.1 由第二发送线圈 8.3 补充。发送线圈 2.1 和接收线圈 8.2 位于另外的平面 10.3 中,而发送线圈 8.3 和接收线圈 8.1 位于第一平面 10.2 上。

[0061] 图 10 示出了为穿过印刷电路方案的截面的形式的线圈布置,其中仅示出了两个平面 10.2 和 10.3。不言而喻,在印刷电路方案的情况下,也可以构想带有另外的线圈的另外的平面。基板 10.1(即印刷电路板)承载上平面线圈和下平面线圈。在这个图中发送线圈 8.3 和接收线圈 8.1 一起位于上方,而发送线圈 2.1 和接收线圈 8.2 位于下方。通过将上线圈相对于下线圈进行适当的定位,由发送线圈发送的信号在接收线圈 8.1、8.2 中完全地抵消。而在第一示例性实施方式中,倾斜角导致线圈布置的中心点移位,在第二示例性实施方式中,实现了为距离 B 的位移,所述距离能够(例如)达到 0.5mm。然而,原则上,倾斜和位移也是可以组合的,如果需要这样做的话。最主要的一点是,最佳抵消点能够总是尽可能准确地保持在相同的局部位置,使得控制值可以作为测量值使用,所述测量值为诸如图 11 所示的封闭型调节系统的结果。只要抵消是可能的,那么接收线圈可以平行或串连地连接。

[0062] 发送线圈 2.1、8.3 和接收线圈 8.1、8.2 由多个线圈部分形成,这些线圈部分共同采用优选圆形的布置,发送线圈和接收线圈优选地由两个线圈半部形成,这两个线圈半部具有如示例性实施方式中那样的基本相同大小。

[0063] 图 11 示出了包括封闭型调节系统的传感器的电子系统的示例性实施方式,所述封闭形调节系统用于使发送线圈 2.1 和 8.3 中产生的磁场的在接收线圈 8.1、8.2 中的最佳抵消局部点稳定。时钟脉冲发生器 4.8 将第一时钟脉冲信号 4.13 传送给第一调节电流源 4.10 以及将第二反相时钟脉冲信号 4.12 传送给第二调节电流源 4.9。时钟脉冲发生器的频率可以根据线圈的感应系数选择,并且在示例性实施方式中为大约 120kHz。所述信号可以例如是矩形信号或正弦信号。第一调节电流源 4.10 馈电给一个发送线圈的接线。类似于第一调节电流源,第二调节电流源 4.9 馈电给其他发送线圈的接线。存于接收线圈中的

信号通过交流电压放大器 4.5(下文称为放大器)放大。放大器 4.5 的输出信号提供给同步解调器 4.6。该同步解调器从时钟脉冲发生器 4.8 经由 4.18 接收需要用于解调过程的第一时钟脉冲信号以及接收第二时钟脉冲信号 4.19。在最简单的情况下,同步解调器 4.6 将以同步的方式在时钟相位的整个周期期间将放大器 4.5 的输出信号提供给积分比较器 4.7 的对应输入。在这种情况下,时钟脉冲信号 4.18 和 4.19 与发送时钟脉冲相位一样长。

[0064] 因此,在积分比较器 4.7 的第一输入信号 4.15 和第二输入信号 4.17 的电压相同的情况下,在接收线圈 8.1、8.2 中将不会出现同步信号分量。因此,在发生(例如)金属的外部影响的情况下,那么将接收线圈 8.1、8.2 处的第一时钟脉冲信号的平均值与第二时钟脉冲信号的平均值相比较。在稳定的状态下,存在于放大器 4.5 的输入处的接收信号已经对应于零状态,使得放大器 4.5 仅在其输入处经历噪音。因此,该放大器能够具有非常高的放大因数或被实现为高放大因数限幅放大器。这种情况也适用于稳定状态下的第一输入信号 4.15 和第二输入信号 4.17。如果在比较器 4.7 的输出处不存在对应于这个零状态的信号,那么对控制值 4.16 进行调整,并且因此对发送线圈 2.1、8.3 中的电流进行调整,直至达到如同这个状态一样的时间为止。

[0065] 控制电路此时确保以使得在同步解调器 4.6 中将不存在差异信号的方式来不断地对为最佳抵消点所确定的值进行重新调整。这就导致金属探测器周围的磁场中的随时间变化的或动态的改变,比如当接近金属是发生的改变,所述改变例如以控制值 4.16 的变化形式被感知。

[0066] 不言而喻,本说明书可能进行最多样化的修改、变化和调整,这些修改、变化和调整都落入所附权利要求书及其等同物的范围内。

[0067] 参考符号列表

[0068]	1.1	位移的起点	4.7	积分比较器
[0069]	1.2	具有 0° 相位角的信号	4.8	时钟脉冲发生器
[0070]	1.3	解耦点	4.9	第二调节电流源
[0071]	1.4	具有 180° 相位角的信号	4.10	第一调节电流源
[0072]	1.5	位移的终点	4.11	反相级
[0073]	1.6	接收线圈相对于发送线圈的双向箭头位移	4.12	第二时钟脉冲信号
[0074]				
[0075]	1.7	接收线圈的幅度	4.13	第一时钟脉冲信号
[0076]	1.9	接收线圈	4.15	积分比较器的第一输入信号
[0077]	1.10	发送线圈(现有技术)	4.16	控制值
[0078]	1.11,4.20	接收信号	4.17	积分比较器的第二输入信号
[0079]	2.1	第一上线圈半部	4.18	解调过程所需的第一时钟脉冲信号
[0080]	2.2	第二下线圈半部	4.19	解调过程所需的第二时钟脉冲信号
[0081]	2.3	第一上线圈半部的接线	5.1	移位至右边的最佳抵消点
[0082]	2.4	第二下线圈半部的接线	6.1	移位至左边的最佳抵消点
[0083]	2.5	第一和第二线圈半部的组合接线	7.3	当接近金属时的控制值
[0084]	2.6	与 2.7 补的电压	7.4	接近金属的区域
[0085]	2.7	与 2.6 互补的电压	8.1	第一接收线圈半部

[0086]	3.1	接收线圈的水平轴线	8.2	第二接收线圈半部
[0087]	3.2	发送线圈布置的水平轴线	8.3	第二发送线圈半部
[0088]	W	倾斜角	10.1	基板（印刷电路板）
[0089]	A, B	间隔	10.2	第一平面
[0090]	4.5	交流电压放大器	10.3	另外的平面
[0091]	4.6	同步解调器	M1, M2	中心轴线

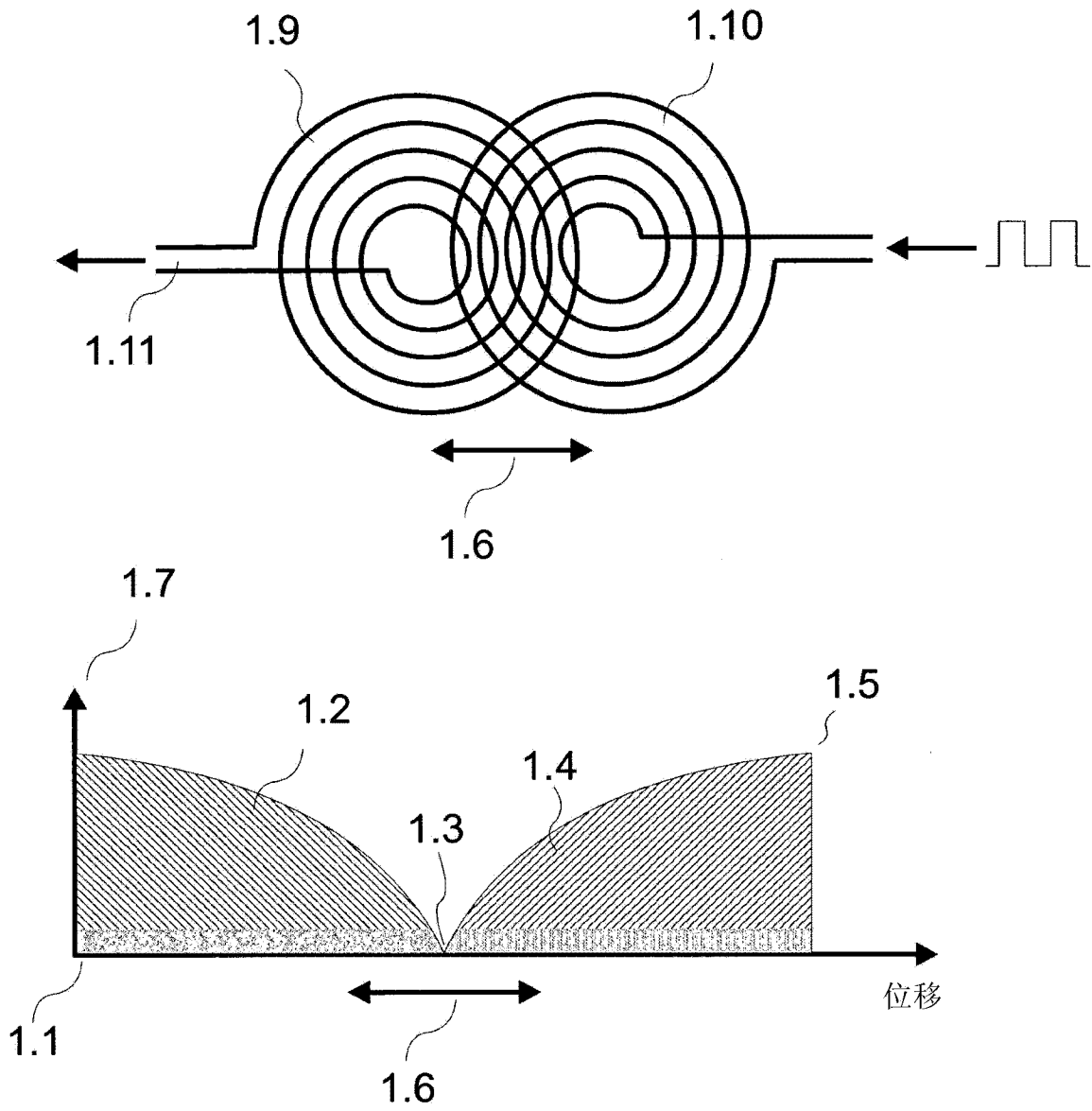


图1(现有技术)

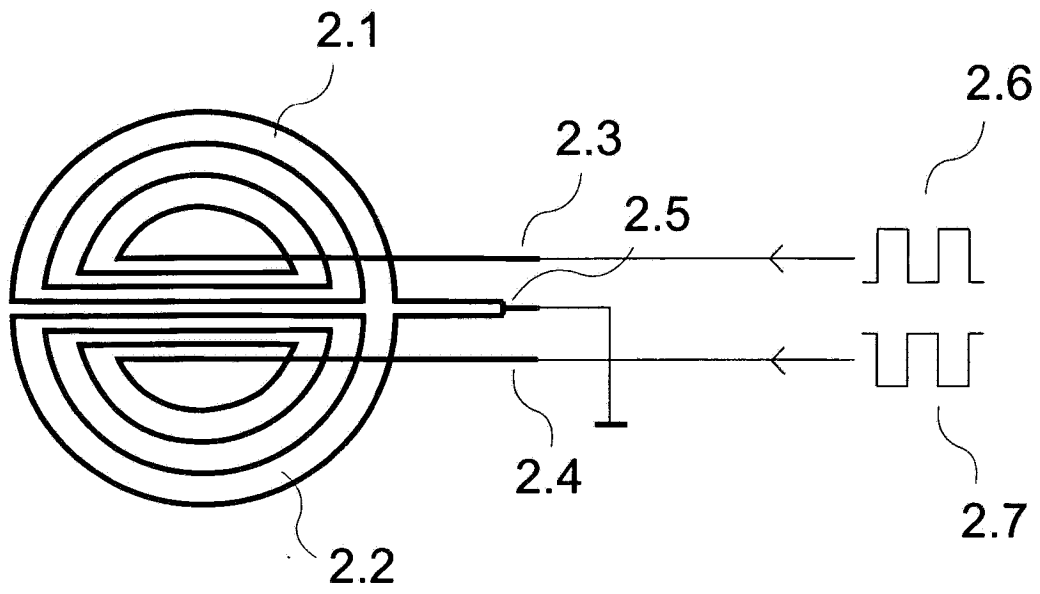


图 2

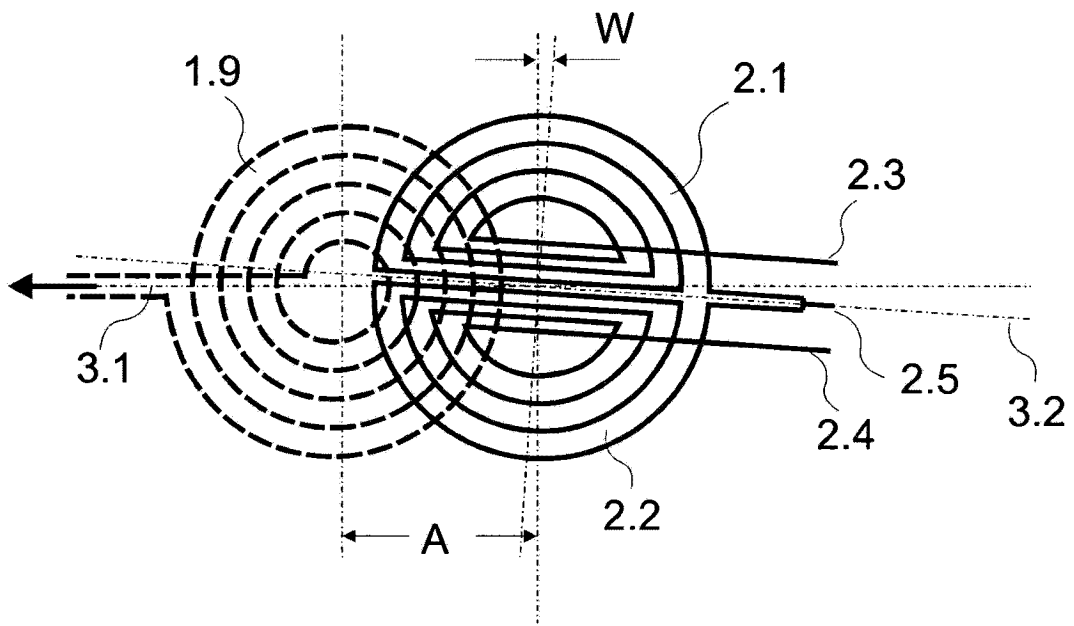


图 3

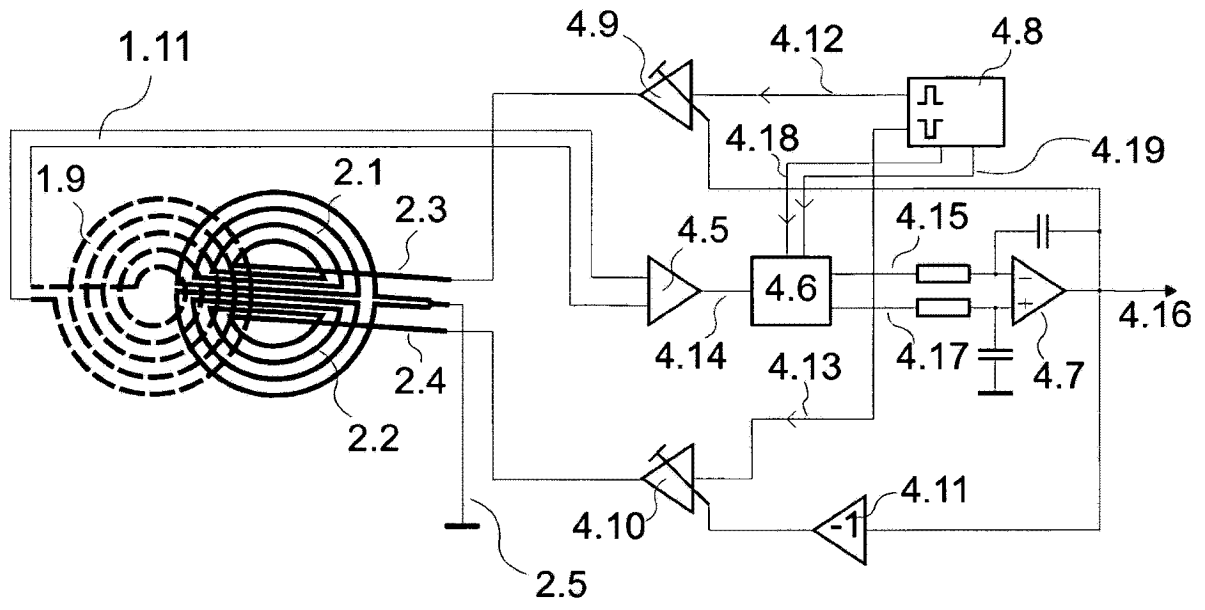


图 4

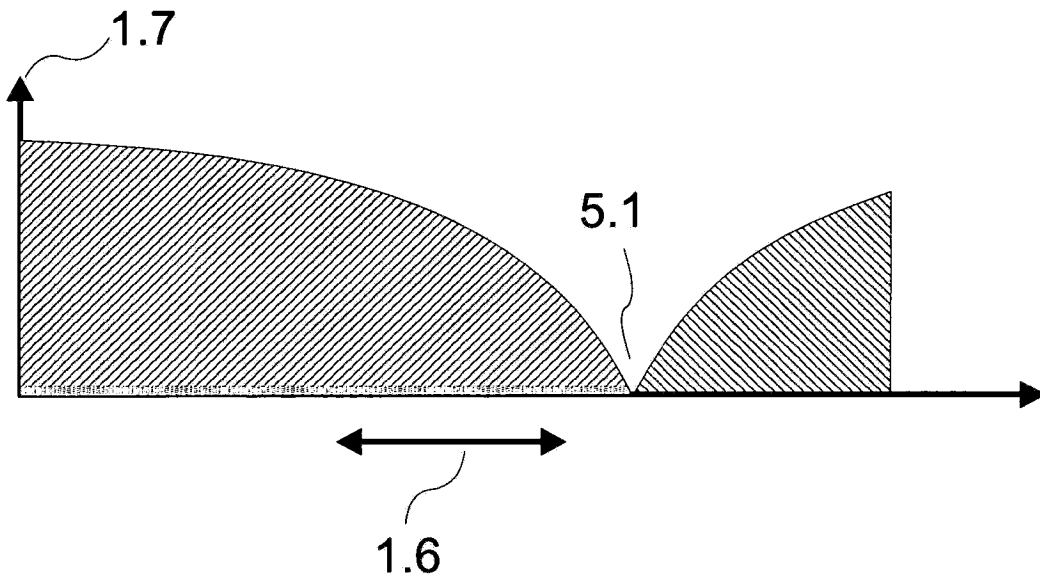


图 5

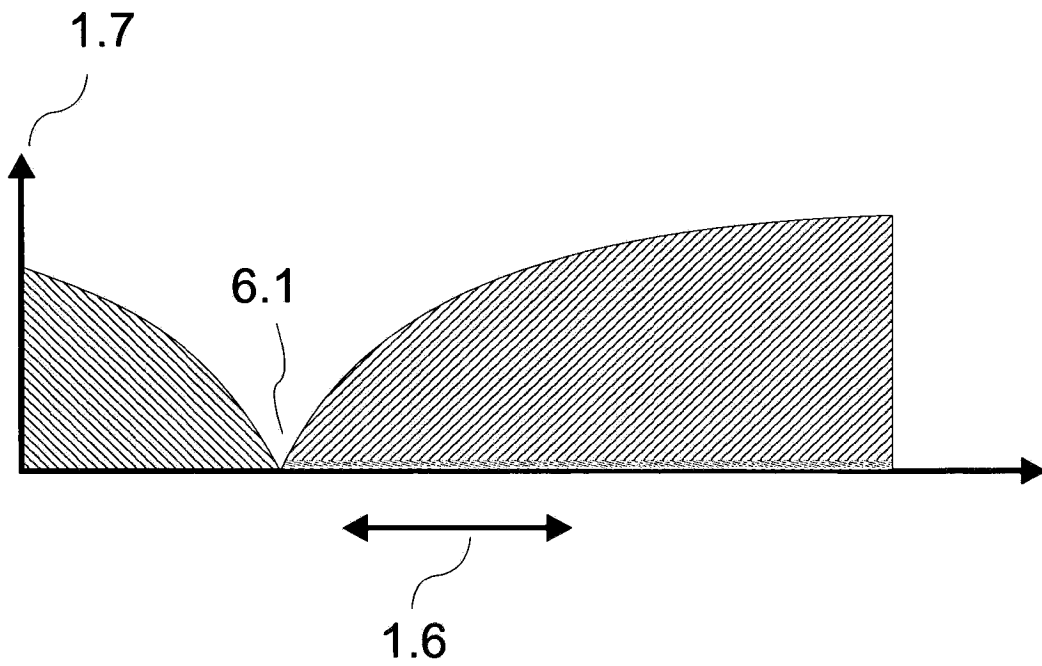


图 6

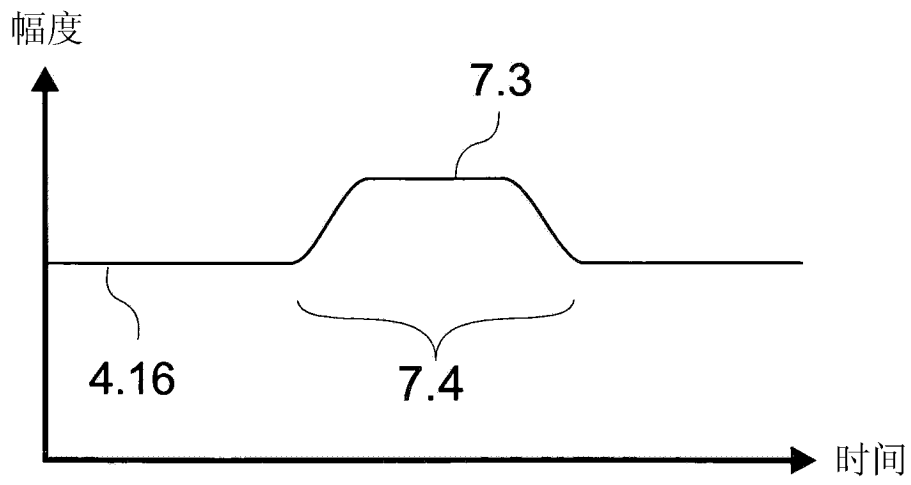


图 7

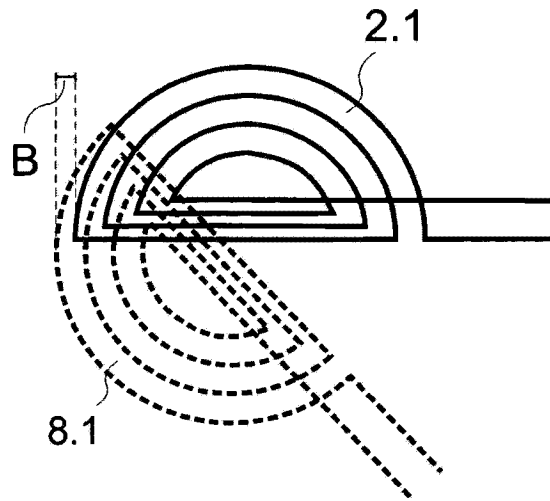


图 8

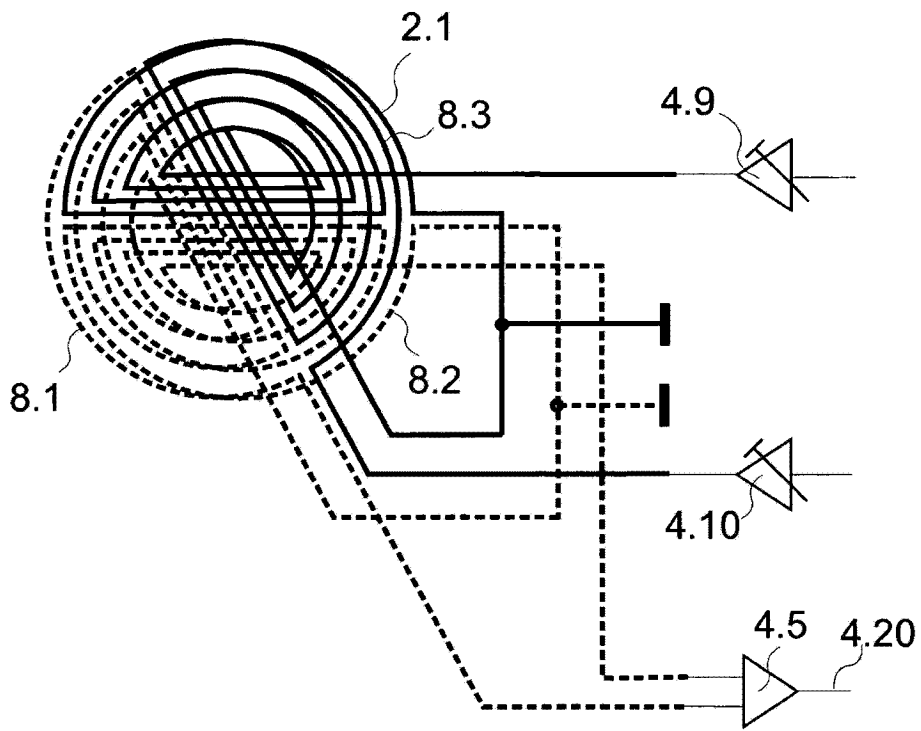


图 9

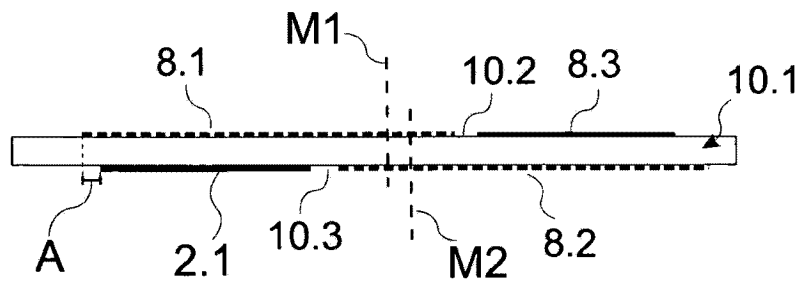


图 10

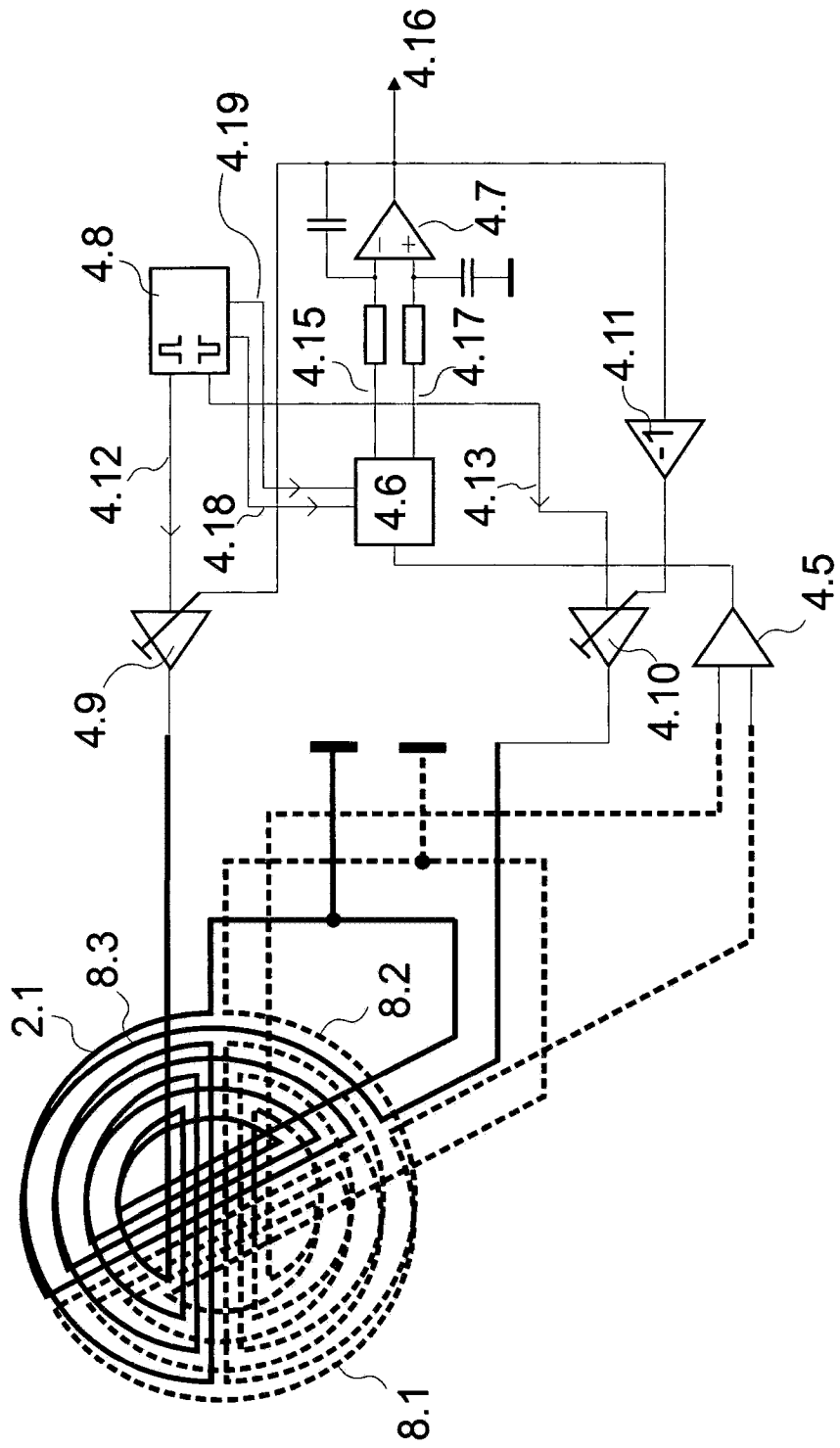


图 11