



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112596012 A

(43) 申请公布日 2021.04.02

(21) 申请号 202011048715.6

(22) 申请日 2020.09.29

(30) 优先权数据

19201066.8 2019.10.02 EP

(71) 申请人 西门子医疗有限公司

地址 德国埃朗根

(72) 发明人 S.比伯 M.韦斯特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 侯宇

(51) Int.Cl.

G01R 33/422 (2006.01)

G01R 33/48 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

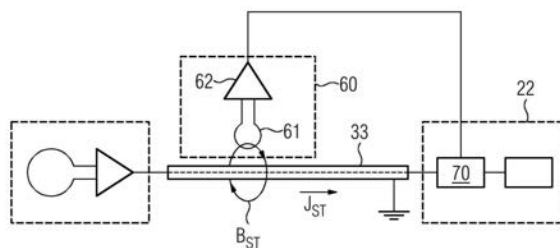
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

具有用于检测与线路相关联的干扰的传感器的线路

(57) 摘要

本发明涉及一种具有用于检测与线路相关联的干扰的传感器的线路。本发明涉及一种用于磁共振断层成像设备中的电连接的线路以及具有相应的线路的磁共振断层成像设备。该线路具有干扰电导体,干扰电导体可以从环境接收电磁干扰信号和/或将电磁干扰信号辐射到环境中。此外,线路具有传感器,传感器与干扰线路电和/或磁耦合。



1. 一种用于磁共振断层成像设备(1)中的电连接的线路,所述线路具有通向磁共振断层成像设备(1)的接头,其中,所述线路(33)具有干扰电导体,所述干扰电导体被设计为从环境接收电磁干扰信号和/或将电磁干扰信号辐射到环境中,其中,所述线路(33)具有传感器(60),所述传感器与干扰线路电和/或磁耦合,其中,所述线路(33)具有信号连接,所述信号连接被设计为,在接头上向磁共振断层成像设备(1)提供所述传感器接收到的干扰信号,以进行处理。

2. 根据权利要求1所述的线路,其中,所述传感器(60)具有用于与干扰导体感应耦合的线圈。

3. 根据权利要求2所述的线路,其中,所述干扰导体延伸通过由所述线圈包围的面。

4. 根据权利要求3所述的线路,其中,所述线圈是包围所述干扰导体的环形线圈。

5. 根据权利要求1所述的线路,其中,所述传感器(60)具有用于与所述干扰导体耦合的电容式的耦合元件(64)。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的线路,其中,所述传感器(60)具有定向耦合器(65)。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的线路,其中,所述传感器(60)在磁共振断层成像设备(1)的拉莫尔频率上共振。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的线路,其中,所述传感器(60)具有针对磁共振断层成像设备(1)的激励脉冲的保护装置。

9. 一种磁共振断层成像设备,其具有根据前述权利要求中任一项所述的线路(33),其中,所述磁共振断层成像设备(1)具有控制器(23),所述控制器(23)被设计为,根据接收到的磁共振信号,依据传感器(60)接收到的干扰信号,产生磁共振图像。

10. 根据权利要求9所述的磁共振断层成像设备,其中,所述传感器(60)与患者通道(16)相邻地布置。

具有用于检测与线路相关联的干扰的传感器的线路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于磁共振断层成像设备中的电连接的线路,其具有通向磁共振断层成像设备的接头。

背景技术

[0002] 磁共振断层成像设备是如下的成像装置,为了对检查对象进行成像,这些成像设备利用外部强磁场将检查对象的核自旋对齐,并且通过交变磁场激励核自旋围绕该对齐进动。自旋从该激励状态到具有较小的能量的状态的进动或者返回作为响应又产生交变磁场,经由天线接收该交变磁场。

[0003] 借助梯度磁场对这些信号进行位置编码,位置编码随后使得接收到的信号能够与体积元素相关联。然后,对接收到的信号进行分析,并且提供检查对象的三维成像显示。为了接收信号,优选使用为了实现更好的信噪比而直接布置在检查对象上的接收天线、即所谓的局部线圈。接收天线也可以安装在患者床中。

[0004] 磁共振断层成像设备在两个方面需要高频屏蔽。一方面,为了激励核自旋,产生具有千瓦范围内的功率的高频脉冲,其仅部分在患者中被吸收。离开患者通道(Patientendurchführung)的无线电波辐射到空间中,因此必须被屏蔽,以遵守排放极限值。

[0005] 相反,为了进行成像要接收的磁共振信号极其弱。在此,为了实现足够的信噪比(SNR),需要屏蔽外部的干扰信号。

[0006] 因此,在现有技术中,围绕磁共振断层成像设备安装昂贵的屏蔽室,以减小排放和辐射污染。

发明内容

[0007] 因此,本发明要解决的技术问题是,减少用于屏蔽的开销。

[0008] 上述技术问题通过根据本发明的线路和根据本发明的磁共振断层成像设备来解决。

[0009] 根据本发明的线路被设置为用于在磁共振断层成像设备中进行电连接,并且具有可以引导电流的电导体。通过导电性,导体也用作用于电磁波的天线,因此可以电容式地或者通过感应接收或者发出电干扰,并且还沿着其延伸转发电干扰,例如转发到屏蔽的区域中。根据本发明的线路具有通向磁共振断层成像设备的连接线、例如固定的电连接或者电插接连接。

[0010] 线路具有干扰电导体。干扰电导体应当理解为如下的导体,通过该导体的布置或者连接,能够传输干扰信号。在此,对图像检测没有贡献并且可能损害所提供的图像的质量的任意信号,被视为本发明的意义上的干扰信号。也就是说,在此,也可能涉及如下信号,虽然进行图像采集需要这些信号,但是这些信号不直接携带图像信息。示例是电源线路、控制线路、通信线路、例如与患者通信的装置或者患者通道内的照明装置上的干扰。但是与图像

生成直接相关的线路、例如梯度线圈连接线路、匀场电流线路 (Shim-Stromleitung) 以及其信号也可能在图像检测中导致伪影,在此意义上也干扰导体。

[0011] 在此,干扰电导体也可以是如下线路的导体,该线路实际上被设置为用于针对干扰信号对线路的信号导线进行保护。例如,同轴线路的外导体本身作为导体也可能将干扰信号引入屏蔽室内。线路的多个导体或者芯线也可能是干扰导体。

[0012] 在此,干扰导体被设计为从环境接收电磁干扰信号和/或将电磁干扰信号辐射到环境中的特征,仅仅给出其能够通过干扰导体的电气特性和布置来实现,并且干扰导体由此是引入干扰的潜在的来源。然而,在权利要求的意义上,干扰导体绝对没有施加附加的干扰信号或者绝对不需要对干扰导体施加附加的干扰信号。

[0013] 此外,根据本发明的线路具有传感器,传感器与干扰线路电耦合和/或磁耦合。下面详细地给出可以想到的耦合的不同的实施方式。

[0014] 传感器通过信号连接与磁共振断层成像设备连接或者可连接,通过该信号连接,可以将接收到的干扰信号从干扰导体转发至磁共振断层成像设备的控制器。这使得控制器能够识别并且抑制因此知道的磁共振信号中的干扰信号。

[0015] 根据本发明的具有传感器的连接线路以有利的方式使得能够尽可能在源处或者在将线路上的干扰信号与有用信号很好地分开的位置处,识别和/或检测线路上的干扰信号,从而随后可以在图像检测中对干扰信号进行有效地抑制。

[0016] 下面给出其它有利的实施方式。

[0017] 在根据本发明的线路的一个可能的实施方式中,传感器具有用于与干扰导体感应耦合的线圈或者感应线圈。在此,优选线圈与被一个或者多个线圈绕组包围的基本上垂直于如下磁场矢量的面对齐,这些磁场矢量由干扰信号导体上的干扰信号的电流产生。在此,当由面的法线矢量和磁场矢量包围的角度小于30度、20度或者10度时,视为基本上垂直。

[0018] 借助线圈的感应耦合以有利的方式提供与干扰导体的电隔离的耦合。

[0019] 在根据本发明的连接线路的一个可以想到的实施方式中,干扰导体布置在被一个或者多个线圈绕组包围的面内。

[0020] 围绕线路布置使得能够简单地进行机械固定,并且对于小的位置改变不敏感。

[0021] 在根据本发明的线路的一个可能的实施方式中,线圈是包围干扰导体的环形线圈。换言之,线圈的导体以闭合的轨迹围绕环形缠绕,该环形又包围干扰导体和/或线路。在此,该环形可以是实心或者空心的绕组体,或者也可以仅给出虚拟的几何形状,以该虚拟的几何形状缠绕线圈的导体。在此,优选环形件没有铁氧体或者不适合大的磁场或者以其它方式损害磁共振测量的其它材料。

[0022] 以有利的方式,环形线圈对电流流过的干扰导体产生并且环形地包围干扰导体的磁场特别敏感,并且同时允许进行电和机械上鲁棒的固定。

[0023] 在根据本发明的线路的一个可以想到的实施方式中,传感器具有电容式的耦合元件,用于与干扰导体耦合。例如可以想到平面导电元件,其以通过电介质隔离的方式被按压到线路上,或者作为管件或者作为两个半球包围线路。

[0024] 以有利的方式,电容式的耦合对源具有高的阻抗的干扰特别敏感。

[0025] 在根据本发明的线路的一个实施方式中可以想到,传感器具有定向耦合器。在此,如下的任意的耦合装置理解为定向耦合器,该耦合装置作为耦合元件提供与干扰导体上的

干扰信号的传播方向有关的信号。例如可以通过平行于干扰导体或者变压器的带状线路来实现定向耦合器。

[0026] 定向耦合器可以区分信号是来自于局部线圈,还是朝局部线圈的方向运动。在朝局部线圈的方向运行的干扰在图像检测中有问题时,当将寄生磁共振信号被错误地认为是干扰信号并且尝试对其进行补偿时,寄生磁共振信号才导致伪影。在此,定向耦合器使得能够以有利的方式分离两个信号,并且仅抑制干扰信号。

[0027] 在根据本发明的线路的一个可能的实施方式中,传感器在磁共振断层成像设备的拉莫尔频率上共振。在此,将在磁共振断层成像设备的静磁场B0中要检测的核自旋的磁共振频率,称为拉莫尔频率。在借助线圈感应耦合的情况下,例如可以通过与线圈连接的电容来实现共振。

[0028] 为了进行成像,在磁共振断层成像设备中,检测具有拉莫尔频率的核自旋的磁共振信号。因此,图像检测对于具有该频率的干扰特别敏感。通过在该频率上共振的传感器,又可以以更大的幅值、因此更好地检测特别重要的干扰信号。

[0029] 在根据本发明的线路的一个可以想到的实施方式中,传感器具有针对磁共振断层成像设备的激励脉冲的保护装置。拉莫尔频率下的具有最大千瓦的功率的用于核自旋的激励脉冲,特别是在该频率上共振的传感器的情况下,可能导致输入元件损坏。因此,传感器例如可以具有无源的二极管,用于短路所出现的截止电压以上的电压。也可以使用在控制器的控制下使传感器失谐的有源电路。

[0030] 以有利的方式,保护元件防止由磁共振断层成像设备引起的传感器损坏。

[0031] 在根据本发明的磁共振断层成像设备的一个可能的实施方式中,传感器与患者通道相邻地布置。在此,患者通道给出如下位置,在该位置,接收磁共振信号,以检测图像,因此该位置对于干扰特别敏感。在此,将如下距离视为相邻,该距离小于线路的长度或者无线电波在磁共振断层成像设备的拉莫尔频率下的真空波长的50%、20%或者10%。

[0032] 以有利的方式,传感器在患者通道附近或者与其相邻的线路上的布置,确保在传感器和患者通道之间射入尽可能少的干扰,传感器不会检测到这些干扰。

附图说明

[0033] 结合对下面结合附图详细描述的实施例的描述,上面描述的本发明的特性、特征和优点以及其实现方式,将变得更清楚并且更容易理解。

[0034] 图1示出了具有根据本发明的线路的磁共振断层成像设备的示意图;

[0035] 图2示出了根据本发明的具有传感器的线路的实施方式的示意图;

[0036] 图3示出了根据本发明的具有传感器的线路的实施方式的示意图;

[0037] 图4示出了根据本发明的具有传感器的线路的实施方式的示意图;

[0038] 图5示出了根据本发明的具有传感器的线路的实施方式的示意图;

[0039] 图6示出了根据本发明的线路的实施方式的传感器的示意图;

[0040] 图7示出了根据本发明的线路的实施方式的传感器的示意图。

具体实施方式

[0041] 图1示出了磁共振断层成像设备1的实施方式的示意图,磁共振断层成像设备1具

有根据本发明的具有传感器60的线路33。

[0042] 磁体单元10具有场磁体11,场磁体11在拍摄区域中产生静磁场B0,用于对齐样品或者患者100的核自旋。拍摄区域的特征在于极其均匀的静磁场B0,其中,均匀性特别是涉及磁场强度或者量值。拍摄区域几乎是球形的,并且布置在患者通道16中,患者通道16沿着纵向方向2延伸通过磁体单元10。患者床30在患者通道16中可以由移动单元36运动。场磁体11通常是可以提供具有高达3T的磁通密度、在最新的设备的情况下甚至更高的磁场的超导磁体。然而,对于较低的场强,也可以使用永磁体或者具有正常导电的线圈的电磁体。

[0043] 此外,磁体单元10具有梯度线圈12,梯度线圈12被设计为用于将磁场B0与可变磁场在三个空间方向上叠加,以对所采集的检查体积中的成像区域进行空间区分。梯度线圈12通常是由正常导电的金属丝构成的线圈,其可以在检查体积中产生彼此正交的场。

[0044] 磁体单元10还具有身体线圈14,身体线圈14被设计为用于向检查体积中辐射经由信号导线馈送的高频信号,接收由患者100发出的共振信号,并且经由信号导线输出。

[0045] 控制单元20向磁体单元10供应用于梯度线圈12和身体线圈14的不同的信号,并且对接收到的信号进行分析。

[0046] 因此,控制单元20具有梯度控制器21,梯度控制器21被设计为用于经由馈电线向梯度线圈12供应可变电流,可变电流以时间协调的方式在检查体积中提供所希望的梯度场。

[0047] 此外,控制单元20具有高频单元22,高频单元22被设计为用于产生具有预先给定的时间走向、幅值和谱功率分布的高频脉冲,用于激励患者100中的核自旋的磁共振。在此,可以实现千瓦范围内的脉冲功率。激励脉冲可以通过身体线圈14或者也可以通过局部发射天线辐射到患者100中。

[0048] 控制器23通过信号总线25与梯度控制器21和高频单元22通信。

[0049] 在患者100上布置有局部线圈50,局部线圈50通过线路33与高频单元22和其接收器70连接。但是也可以想到,由身体线圈14接收磁共振信号,并且将其转发至接收器70。

[0050] 患者通道优选具有半径R,半径R适用:

[0051] $R < (\lambda_{daL} * 1.841) / (2 * \pi)$

[0052] 在此, λ_{daL} 给出了在磁共振断层成像设备1的拉莫尔频率下,无线电波在空气中的波长。如果半径R小于右边的项,那么无线电波在患者通道16中以指数衰减的方式传播,并且干扰信号在检查区域FoV的中心强烈地衰减。 λ_{daL} 也称为圆形空心导体的极限波长,与其相关联的频率称为极限频率。

[0053] 然而,通过诸如线路33的电导体进入患者通道16中的电磁信号不发生指数衰减,因为线路33与患者通道的导电壁一起像同轴导体一样起作用。干扰可能通过患者通道16外部的电感或者电容例如进入线路33的屏蔽部。线路33作为本发明的意义上的干扰导体起作用。

[0054] 因此,局部线圈50接收磁共振信号和干扰信号的混合物,这些信号尤其是通过干扰导体进入患者通道16中。借助对干扰信号进行缩放并且以相反的符号由接收器70与局部线圈50的信号相加的有源干扰抑制,可以使局部线圈的接收信号中的干扰信号减小,或者在理想情况下完全抑制干扰信号。然而,为此,必须尽可能准确地知道干扰信号本身。然后,例如可以通过自相关来确定局部线圈50的接收信号中的干扰信号部分,并且通过适当地选

择相移以及放大或者衰减,来使干扰信号部分显著地减小或者完全消除。

[0055] 因此,根据本发明,在干扰线路上设置传感器60,以便尽可能没有错误地检测被干扰线路捕获并且进入患者通道16中的干扰信号。下面,示出传感器的不同的实施方式。

[0056] 在图2中示例性地示出了作为干扰导体的局部线圈50与接收器70之间的线路33。通过电磁干扰场感应出的交变电流 I_{ST} 在同轴线路的外导体上流动。源可能是其它房间或者建筑中的设备。交变电流 I_{ST} 又产生包围信号导线33或者干扰导体的交变磁场 B_{ST} 。根据本发明的传感器60通过线圈或者感应线圈61耦合至干扰磁场 B_{ST} 来利用其。理想地,感应线圈61相对于干扰导体进行取向,使得被感应线圈61包围的面的法线矢量,以与围绕信号线以圆形延伸的磁场 B_{ST} 的磁场线相切的方式定向。以这种方式,感应到感应线圈61中的电压最大,并且传感器60提供尽可能大并且干扰少的干扰信号。此外,优选传感器60具有低噪声前置放大器62(LNA),在通过传感器线路63将感应信号转发至接收器70之前,低噪声前置放大器62对感应信号进行放大。在此,感应线圈61也可以具有多个绕组,以使感应电压增大。在此,感应线圈61与干扰导体电隔离。

[0057] 原则上,代替线圈或者感应线圈,也可以想到其它可以检测高频交变磁场的幅值和/或相位的传感器60,例如霍尔检测器或者Josephson接触装置或者SQID(superconducting quantum interference device,超导量子干涉装置)。

[0058] 图3示出了根据本发明的传感器60的另一个实施方式。在此,传感器60示例性地布置在用于向例如用于患者通道16的照明装置供应能量的线路31上。

[0059] 在此,传感器60具有感应线圈61,其绕组围绕在外周包围线路33或者干扰导体的绕组体缠绕。也可以想到,绕组体本身是虚拟的,即绕组在没有绕组体的情况下无支撑地以这种方式布置。在此,优选绕组体具有环形或者圆柱环的形状,但是也可以想到,代替环,例如由椭圆、卵形或者多边形包围干扰导体。同样可以想到,绕组体的横截面、由此感应线圈61的单个绕组的形状不仅仅是圆形的,而且例如同样是椭圆形、多边形的,或者具有混合形状、例如D形。换言之,各个绕组围绕绕组体延伸,并且又沿着周边围绕干扰导体排列,从而如所示出的,感应线圈61的两个接头并排放置,从而它们可以以小的距离和小的封闭的面返回低噪声前置放大器62。

[0060] 由于沿着具有磁场线 B_{ST} 穿过的最大封闭面的磁场线延伸,因此具有这种形状的感应线圈61具有最大的感应电压。同时,传感器易于推开(aufschieben),并且对位置改变和外部的、即不在干扰导体上传导的干扰信号不敏感。

[0061] 图4示出了另一个变形方案。在此,示例性假设连接控制器20与梯度线圈12的梯度连接线是干扰线路。

[0062] 在此,干扰信号的接收不是通过感应,而是通过干扰信号的电场分量以电容方式来进行。在此,在一个可能的实施方式中,传感器60可以具有一个或者如在此示出的两个电容式的耦合元件64。其布置在干扰导体的绝缘体附近,优选布置干扰导体的绝缘体上的外部,并且与其电隔离。其中,通过沿干扰导体传播的高频干扰的电场分量引起电压差,该电压差被低噪声前置放大器62放大并且又输送至接收器70。也可以想到,仅设置一个电容式的耦合元件64,并且参考电位是信号地。

[0063] 在图5中示出的传感器的变形方案又具有定向耦合器。在这种情况下,干扰导体的任意形式的信号采集器被视为定向耦合器,定向耦合器提供与干扰导体上的干扰信号的传

播方向有关的信号。这可以是一般的定向耦合器,但是也可以想到提供与方向有关的信号的多个电感式或者电容式的耦合元件的组合。

[0064] 定向耦合器使得能够在传播方向被定向为远离局部线圈50的信号和进入局部线圈中的信号之间进行区分。因此,可以以有利的方式将同轴电缆的外导体上的寄生磁共振信号与进入的干扰信号区分开,从而不会将磁共振信号错误地识别为干扰信号,并且在图像评估期间,不会由此由于干扰抑制而产生伪影。

[0065] 在图6的实施方式中,根据本发明的传感器60具有谐振元件66,以使传感器60对预先确定的频率、优选对磁共振断层成像设备1的拉莫尔频率特别敏感。因为通过来自核自旋的磁共振信号来进行图像检测,这些磁共振信号的频率在静磁场B₀中对应于该磁场中的自旋的拉莫尔频率,因此图像检测对该频率范围内的干扰特别敏感地做出反应。也就是说,在此,更好的干扰抑制是特别有效的,并且可以在该频率范围内通过传感器60的更高的输出信号来实现更好的干扰抑制。这例如可以通过在拉莫尔频率处具有最大幅值的传感器的共振来实现。对于在图6中示例性地示出的环形线圈,这可以通过在并联谐振电路中作为谐振元件66的电容来实现。

[0066] 由于干扰信号与一方面磁共振信号、另一方面与用于激励核自旋的高频脉冲之间的大的动态范围,特别是在共振传感器中,例如可能由于激励脉冲期间的大的输入幅值,而使传感器、特别是低噪声放大器62损坏。因此,作为保护,可以设置在此为PIN二极管形式的有源保护元件67,其在控制器20的控制下,使低噪声放大器62的输入信号减小。如在图6中示出的,这可以通过如下方式来实现,即,PIN二极管作为可变电容使由感应线圈61和谐振元件66组成的谐振电路失谐。但是例如也可以想到,PIN二极管作为如下开关来运行,即,该开关使谐振电路短路或者由于接入的电容或者电感而失谐。为此,也可以使用其它机械或者电子开关。

[0067] 图7示出了具有电容式的耦合元件64的传感器60的另一个可以想到的实施方式,该电容式的耦合元件64通过作为谐振元件66的电感调谐到拉莫尔频率。在该图中还实现了示例性的由两个反向并联的二极管构成的无源保护元件68,二极管使大于阈值电压的每个信号短路,因此对其进行限制。

[0068] 在本发明的意义上,还可以想到感应式的采集器或感应线圈61或者电容式的耦合元件64分别与有源保护元件67和/或无源保护元件68的其它组合。

[0069] 虽然通过优选实施例进一步详细示出并且描述了本发明,但是本发明不限于所公开的示例,本领域技术人员可以从中得出其它变形方案,而不脱离本发明的保护范围。

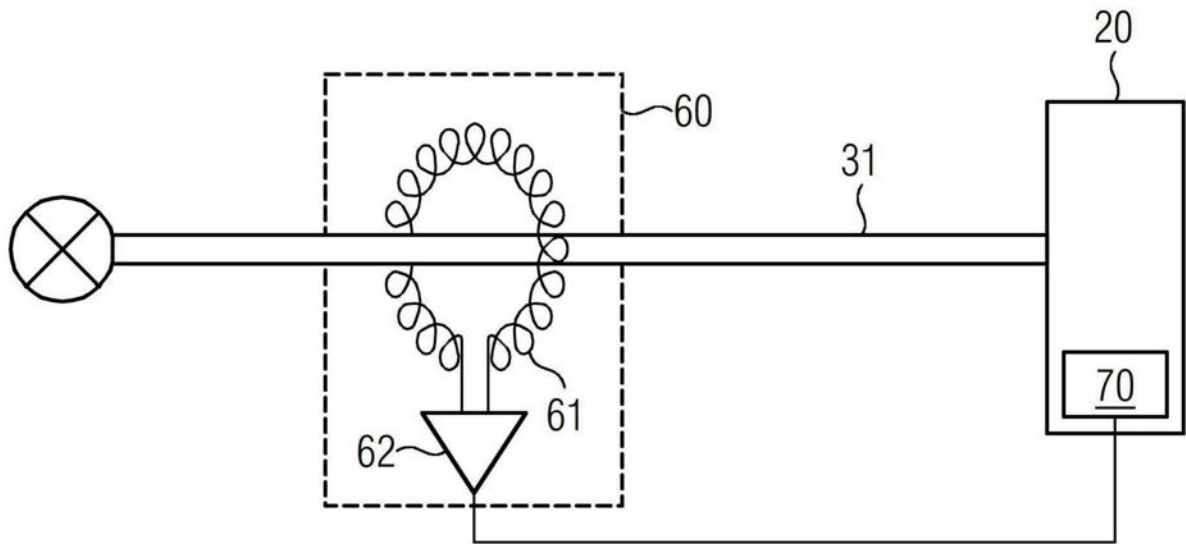


图3

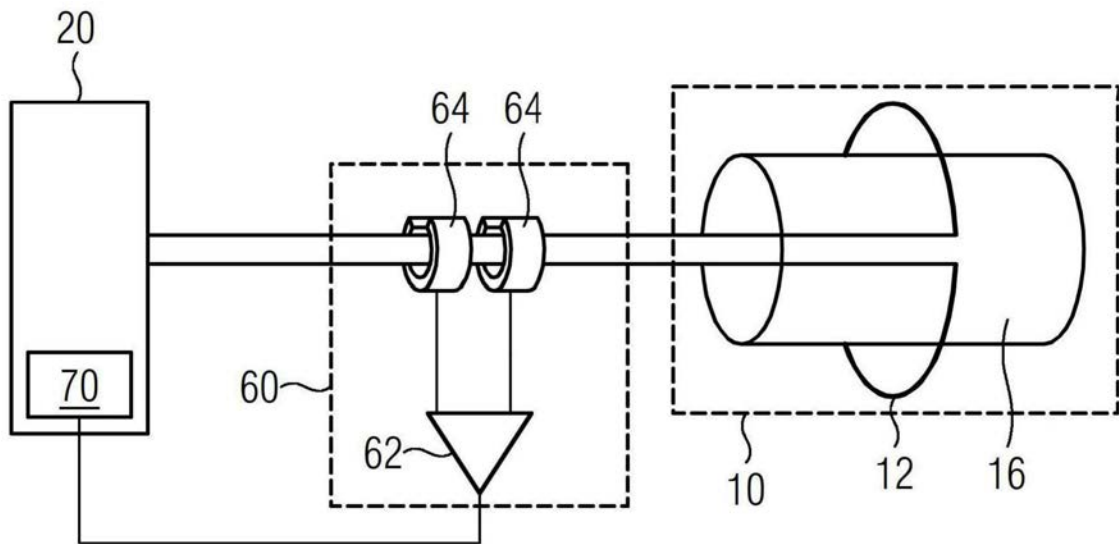


图4

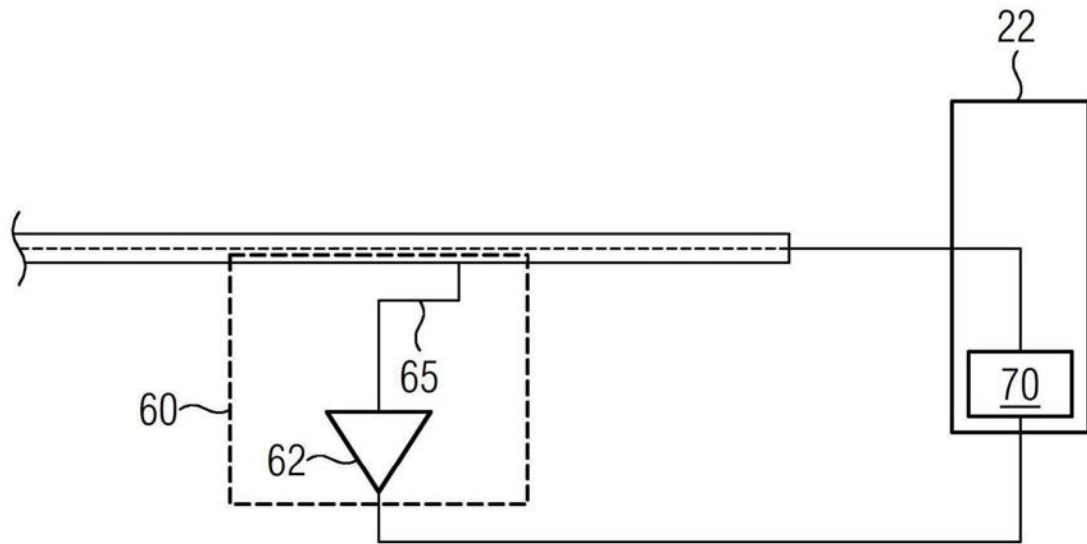


图5

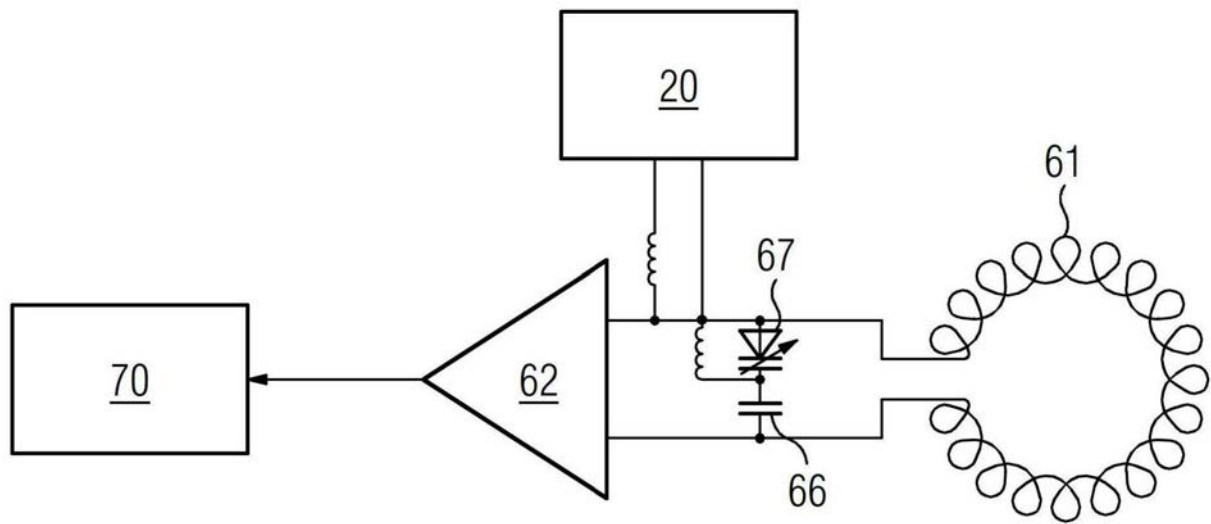


图6

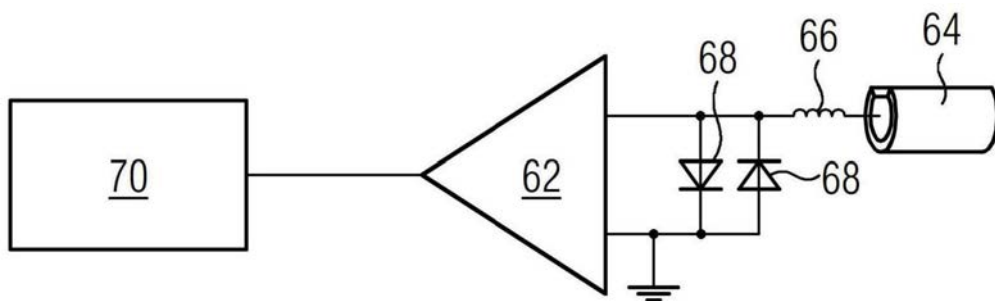


图7