



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114867412 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 25

(21) 申请号 202080089775.4

J • T • 塞内加

(22) 申请日 2020.12.22

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理师 刘兆君

申请公布号 CN 114867412 A

(43) 申请公布日 2022.08.05

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

A61B 5/055 (2006.01)

19219362.1 2019.12.23 EP

A61B 5/302 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 5/00 (2006.01)

2022.06.23

G01R 33/3415 (2006.01)

G01R 33/36 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

G01R 33/565 (2006.01)

PCT/EP2020/087584 2020.12.22

G01R 33/567 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

(56) 对比文件

W02021/130203 EN 2021.07.01

CN 105190342 A, 2015.12.23

CN 209673975 U, 2019.11.22

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

审查员 龚梦

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 C • G • 洛斯勒 D • 维尔茨

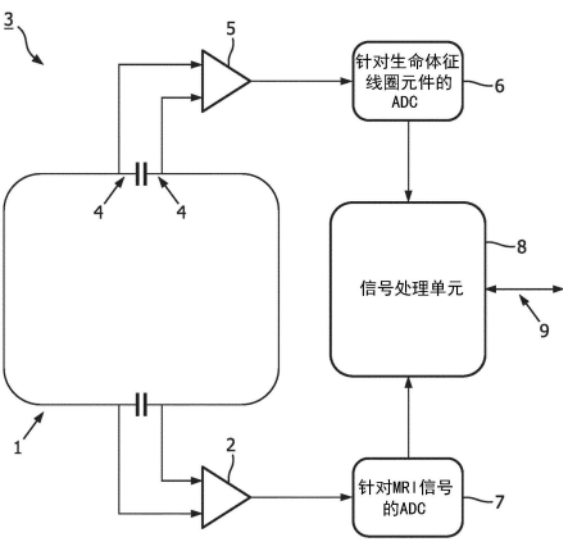
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

具有集成的生命体征检测器的RF线圈

(57) 摘要

提出了一种包括生命体征检测器(3)的RF发射-接收线圈(1),其中,所述生命体征检测器(3)被集成在所述RF发射-接收线圈(1)中,其中,所述RF发射-接收线圈(1)的导电线圈元件(4)的对形成所述生命体征检测器(3),其中,所述生命体征检测器(3)是电容式生命体征检测器(3),所述电容式生命体征检测器(3)适于接收电容式生命体征信号。本发明还涉及用于在磁共振(MR)成像系统内检测患者的生命体征的系统,涉及用于在磁共振(MR)成像系统内操作用于检测患者生命体征的系统的方法系统、用于磁共振(MR)成像系统的软件包和用于升级磁共振(MR)成像系统的软件包。



1. 一种用于磁共振 (MR) 成像系统的射频 (RF) 发射-接收线圈, 所述RF发射-接收线圈包括用于检测所述磁共振 (MR) 成像系统内的患者的生命体征的生命体征检测器 (3), 其中, 所述生命体征检测器 (3) 被集成在所述RF发射-接收线圈 (1) 中, 其中, 所述RF发射-接收线圈 (1) 的导电线圈元件 (4) 的对形成所述生命体征检测器 (3), 其中, 所述生命体征检测器 (3) 是电容式生命体征检测器, 所述电容式生命体征检测器适于接收电容式生命体征信号, 其中, 所述生命体征检测器被配置为测量呼吸和/或心脏活动, 并且其中, 所述电容式生命体征检测器是适合接收ECG信号的心电图 (ECG) 传感器。

2. 根据权利要求1所述的射频 (RF) 发射-接收线圈, 其中, 形成所述生命体征检测器 (3) 的所述RF发射-接收线圈 (1) 的所述导电线圈元件 (4) 的对被覆盖有高介电常数的材料。

3. 根据前述权利要求中的任一项所述的射频 (RF) 发射-接收线圈, 其中, 所述电容式生命体征检测器和所述RF发射-接收线圈 (1) 适于处理在不同频率空间的所述电容式生命体征信号和由所述RF发射-接收线圈 (1) 采集的MRI信号。

4. 根据权利要求1-2中的任一项所述的射频 (RF) 发射-接收线圈, 其中, 所述生命体征检测器 (3) 被设置在磁共振 (MR) 成像系统的患者支撑体下方。

5. 一种用于检测磁共振 (MR) 成像系统内的患者的生命体征的系统, 所述系统包括:

根据权利要求1至4中的任一项所述的射频 (RF) 发射-接收线圈, 所述射频 (RF) 发射-接收线圈包括生命体征检测器 (3), 所述系统还包括用于放大所述电容式生命体征信号的输出前置放大器 (5), 其中, 所述导电线圈元件 (4) 的对被耦合到所述输出前置放大器 (5), 所述系统还包括数字信号处理器 (8), 其中, 所述数字信号处理器 (8) 适于进一步处理经放大的电容式生命体征信号。

6. 根据权利要求5所述的系统, 其中, 所述数字信号处理器 (8) 是软件定义的无线电 (SDR)。

7. 根据权利要求5或6所述的系统, 包括用于所述电容式生命体征信号检测的弛豫振荡器 (12) 和/或微控制器 (13)。

8. 根据权利要求5至6中的任一项所述的系统, 包括多路复用器, 所述多路复用器用于在形成所述生命体征检测器 (3) 的所述RF发射-接收线圈 (1) 的导电线圈元件 (4) 的不同对之间进行切换。

9. 一种操作根据权利要求5所述的用于检测磁共振 (MR) 成像系统内的患者的生命体征的系统的方法, 包括以下步骤:

提供包括生命体征检测器 (3) 的射频 (RF) 发射-接收线圈 (1), 其中, 所述射频 (RF) 发射-接收线圈 (1) 和所述生命体征检测器 (3) 形成磁共振 (MR) 成像线圈阵列,

从所述生命体征检测器 (3) 接收至少一个生命体征信号,

从所述射频 (RF) 发射-接收线圈 (1) 接收至少一个MRI信号,

基于所述生命体征信号对所述MRI信号执行校正。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 基于所述生命体征信号对所述MRI信号执行校正的步骤包括基于深度学习算法的校正。

11. 一种磁共振 (MR) 成像系统, 包括根据权利要求1至4中的任一项所述的射频 (RF) 发射-接收线圈或根据权利要求5至8中的任一项所述的系统。

12. 一种用于磁共振 (MR) 成像系统的软件包, 其中, 所述软件包包含用于根据权利要求

9至10中的任一项所述的方法来控制用于检测磁共振(MR)成像系统内的患者的生命体征的系统的指令。

13.一种用于升级磁共振(MR)成像系统的软件包,其中,所述软件包包含用于根据权利要求9至10中的任一项所述的方法来控制包括生命体征检测器(3)的射频(RF)发射-接收线圈(1)的指令。

具有集成的生命体征检测器的RF线圈

技术领域

[0001] 本发明涉及用于磁共振 (MR) 成像系统的射频 (RF) 发射-接收线圈的领域,并且具体而言涉及具有集成的生命体征检测器的射频 (RF) 发射-接收线圈。本发明还涉及用于在磁共振 (MR) 成像系统内检测患者的生命体征的系统,涉及用于在磁共振 (MR) 成像系统内操作用于检测患者生命体征的系统的方法系统、用于磁共振 (MR) 成像系统的软件包和用于升级磁共振 (MR) 成像系统的软件包。

背景技术

[0002] 医学成像 (尤其是MR) 中的高质量触发对于大量检查 (例如心脏、腹部或骨盆成像) 至关重要。只有使用高质量的触发信号,成像序列才能在心动周期中在相等呼气状态或相等点执行,从而获得卓越的图像质量。通常,使用专用传感器来记录生命体征,这些传感器价格昂贵,而且容易出错和被错误放置。今天,ECG被用来确定心跳,从而触发成像设备。然而,心电图需要额外的努力来准备患者 (安装和连接电极、连接激活无线发射器)。用于评估人体生物电势的电容电极是用于诊断应用的传统电耦合电极的非常有吸引力的替代品,尤其是当必须通过布等绝缘材料测量信号时,这将大大简化当前流程。

[0003] 电容式电极能够在传感器与身体之间的明显间隙的情况下检测生物电势,即使是透过头发和衣服也是如此。与标准导电型电极相比,这些电极的表面是电绝缘的,因此即使在长期应用中也能保持稳定。传感器的金属电极和身体表面电容地耦合,形成电容。这样,电容式电极检测由J.C.Maxwell假定的所谓的偏移电流ID以解释电容器周围的磁场,它与心电图信号相关联的电场变化的速率成比例。

[0004] 根据文献EP 2020916 A2已知一种用于MRI的无线患者监视器,其中,支撑在可移动台上的患者可以定位在磁体的腔外以接收无线患者监视器,所述无线患者监视器通过引线从患者接收信号。然后可以使用无线患者监视器将患者移动到磁体的腔中,从而允许对患者进行连续监测。无线患者监视器可以结合其自身的电源以通过无线电发射信号等将监测到的信号从患者发射到定位在磁体附近但在腔之外的基站。然而,患者监测器需要额外的努力来准备患者,例如安装和连接电极以及连接无线发射器。

发明内容

[0005] 本发明的一个目的是提供一种用于磁共振 (MR) 成像系统的射频 (RF) 发射-接收线圈,其具有集成的生命体征检测器,用于在磁共振 (MR) 内检测患者的生命体征,其中,直接连接到患者身体的接触传感器由用于监测生命体征的非接触式系统所取代,这使得测量患者的生命体征变得更加容易。

[0006] 因此,根据本发明,提供了一种用于磁共振 (MR) 成像系统的射频 (RF) 发射-接收线圈,所述RF发射-接收线圈包括生命体征检测器,用于检测磁共振 (MR) 成像系统内的患者的生命体征,其中,所述生命体征检测器被集成在射频发射-接收线圈中,其中,RF发射-接收线圈的导电线圈元件的对形成生命体征检测器,其中,所述生命体征检测器是电容式生命

体征检测器,所述电容式生命体征检测器适于接收电容式生命体征信号。所提出的系统包括RF发射-接收线圈与电容式生命体征检测器的组合,用于实时生命体征监测和同时进行高分辨率成像。电容式生命体征检测器由RF发射-接收线圈的导体构成。因此,所述方法是完全被动的,因为它利用对由身体运动(特别是呼吸和心脏活动)修改的局部电场的测量。此外,组合RF线圈和电容式生命体征传感器技术,使用系统之间的互相关、改进的校准方案或一个系统使用另一个系统的(空间)引导来提供改进的信号质量。在本发明的一个实施例中,磁共振(MR)成像系统也可以是MR-治疗系统,例如,MR-LINAC。

[0007] 在本发明的一个实施例中,电容式生命体征检测器是适于接收ECG信号的心电图(ECG)传感器。

[0008] 根据本发明的实施例,形成生命体征检测器的RF发射-接收线圈的导电线圈元件的对被覆盖有具有高介电常数的材料。为了增加检测器对人体的电容,电极可以覆盖有具有高介电常数的材料,例如陶瓷。电极被集成在线圈盖中(靠近身体表面),因此没有电流接触,与人体电流隔离。电容ECG取决于几个因素,但通常对应于0.1-10pF之间的相对小的值。对于ECG等低频测量,这样的弱耦合需要传感器的高输入阻抗,因为有限的输入电阻将衰减输入电压 V_{in} 。非常高阻抗的节点非常容易受到来自环境的任何电磁干扰和运动引起的伪影的影响。因此,在本发明的有利实施例中,电极可以被主动屏蔽以抑制干扰。

[0009] 在本发明的另一个优选实施例中,电容式生命体征检测器和RF发射-接收线圈适于处理由RF发射-接收线圈在不同频率空间中采集的电容式生命体征信号和MRI信号。

[0010] 在本发明的实施例中,所述生命体征检测器布置在磁共振(MR)成像系统的患者支撑体下方。将检测器布置在患者支架下方是有利的,因为这里可以特别好地接收ECG。该位置对于测量患者的运动和位置也是特别有利的。

[0011] 在本发明的另一方面中,所述目的通过一种用于在磁共振(MR)成像系统内检测患者生命体征的系统来实现,所述系统包括:具有生命体征检测器的射频(RF)发射-接收线圈,所述系统还包括用于放大所述电容式生命体征信号的输出前置放大器,其中,所述导电线圈元件的对被耦合到输出前置放大器,所述系统还包括数字信号处理器,其中,所述数字信号处理器适于进一步处理经放大的电容式生命体征信号。

[0012] 根据优选的实施例,所述数字信号处理器是软件定义的无线电(SDR)。SDR通常包括模数和数模转换器、用于发送和/或接收信号的RF部件、用于基本滤波的FPGA、信号下转换和上转换以及双向无线或光输出。该软件存在于计算机中,其在计算机中运行并且向SDR发送指令。接收到的信号例如由前置放大器放大,然后返回到无线电,在那里它可以被进一步放大或衰减。ADC将信号转换为数字信号,其中FPGA和数字信号处理器(DSP)处理数字信号的下转换和滤波。然后将数据流返回到计算机和实时信号处理软件。

[0013] 根据本发明的另一个实施例,所述系统包括用于电容式生命体征信号检测的弛豫振荡器和/或微控制器。

[0014] 在本发明的另一个优选实施例中,所述系统包括用于在形成生命体征检测器的RF发射-接收线圈的不同导电线圈元件对之间切换的多路复用器。

[0015] 在本发明的另一方面中,所述目的通过一种用于在如上所述的磁共振(MR)成像系统内操作用于检测患者生命体征的系统的方法来实现,所述方法包括以下步骤:

[0016] 提供包括生命体征检测器的射频(RF)发射-接收线圈,其中,所述射频(RF)发射-

接收线圈和所述生命体征检测器形成磁共振 (MR) 成像线圈阵列,

[0017] 从所述生命体征检测器接收至少一个生命体征信号,

[0018] 从所述射频 (RF) 发射-接收线圈接收至少一个MRI信号,

[0019] 根据所述生命体征信号对所述MRI信号执行校正。

[0020] 根据本发明的实施例,基于生命体征信号来执行MRI信号的校正的步骤包括基于深度学习算法的校正。

[0021] 在本发明的又一方面中,所述目的通过一种磁共振 (MR) 成像系统来实现,所述系统包括如上所述的用于检测患者生命体征的系统。

[0022] 在本发明的另一方面中,所述目的通过用于磁共振 (MR) 成像系统的软件包来实现,其中,所述软件包包含用于根据上述方法来控制用于检测磁共振 (MR) 成像系统内患者生命体征的系统的指令。

[0023] 在本发明的另一方面中,所述目的通过用于升级磁共振 (MR) 成像系统的软件包来实现,其中,所述软件包包含用于根据上所述的方法来控制射频 (RF) 接收器系统的指令,所述射频 (RF) 接收器系统包括根据本发明的生命体征检测器。

[0024] 在本发明的实施例中,可以预见用于从传感器数据中选择电容电极并用于基于利用系统获得的训练数据来配置例如过滤器参数的基于AI的软件算法。可以使用例如卡尔曼或SVD过滤来处理和过滤数据。例如,数据处理可以在云中远程进行。

附图说明

[0025] 参考本文下文中所描述的实施例,本发明的这些和其他方面将显而易见并将得以阐述。这样的实施例不一定表示本发明的完全范围,然而,并且因此参考权利要求书和本文以解释本发明的范围。

[0026] 在附图中:

[0027] 图1示意性地描绘了根据本发明的实施例的用于检测生命体征的系统,所述系统包括具有生命体征检测器的射频 (RF) 发射-接收线圈,

[0028] 图2示意性地描绘了根据本发明的另一实施例的用于检测生命体征的系统,所述系统包括具有生命体征检测器的射频 (RF) 发射-接收线圈,

[0029] 图3示意性地描绘了根据本发明另一实施例的用于检测生命体征的系统的部分,

[0030] 图4示意性地描绘了根据本发明实施例的生命体征检测器和RF发射-接收线圈的信号流的流程图,

[0031] 图5示出了根据本发明实施例的用于操作用于检测生命体征的系统的的方法的流程图,

[0032] 图6示出了根据本发明实施例的具有RF发射-接收线圈和阻抗电路的生命体征检测器贴片,

[0033] 图7示出了根据本发明实施例的具有单独的混合RF发射-接收线圈和生命体征检测器贴片的RF线圈阵列。

[0034] 附图标记列表

[0035] 射频 (RF) 发射-接收线圈 1

[0036] 射频放大器 2

[0037]	电容式生命体征检测器	3
[0038]	导电线圈元件	4
[0039]	电容式生命体征传感器放大器	5
[0040]	用于生命体征信号的ADC	6
[0041]	用于MRI信号的ADC	7
[0042]	信号处理单元	8
[0043]	接口	9
[0044]	匹配和去谐电路	10
[0045]	二极管	11
[0046]	弛豫振荡器	12
[0047]	微控制器	13
[0048]	多路复用器	14
[0049]	控制信号	15
[0050]	生命体征探测器贴片	16
[0051]	阻抗电路	17
[0052]	RF线圈阵列	18

具体实施方式

[0053] 图1示意性地描绘了根据本发明的实施例的用于检测生命体征的系统,所述系统包括具有生命体征检测器3的射频(RF)发射-接收线圈1。射频(RF)发射-接收线圈1的导体4形成与身体的耦合电容电极,在5-20pF的量级。感应的ECG信号可以被测量为电容的变化。例如,电压信号通过电容测量并经由高阻抗前置放大器5放大。另外,电容可以由身体的运动调制。具有RF线圈阵列18,每个个体测量信号取决于局部运动和局部ECG信号。经放大的信号例如经由FPGA单元8进一步进行数字处理。RF发射-接收线圈1的MRI信号由谐振线圈电路接收并且由RF前置放大器2放大。由于ECG前置放大器5的高阻抗,RF信号不受干扰。RF发射-接收线圈信号被进一步数字化并且可以用于ECG信号的校正和校准,例如,以去除运动引起的伪影。

[0054] 电容式生命体征信号和MRI信号在不同的频率空间中被处理。因此,在本发明的实施例中,可以提供两个单独的ADC通道6、7。ADC的输出被馈送到信号处理设备8。信号处理设备8可以是例如软件定义的无线电(SDR)。信号处理设备8可以用于例如通过生命体征信号来校正MRI信号中的运动伪影。接口9,例如光学接口,控制信号处理装置8与MRI系统的其他部件的通信。其他电路方案也可以仅使用一个通用ADC来实现。在本发明的另一个实施例中,电容式传感器信号可以被转换(或调制)为导频音并通过MRI接收器或由不同频率的单独接收器接收。

[0055] 例如通过呼吸或心跳来检测运动是生命体征检测器3的一种应用,另外,电容式生命体征信号可以同时由诸如相机或雷达传感器的其他生命体征检测器处理。

[0056] 图2示意性地描绘了根据本发明的另一实施例的用于检测生命体征的系统,所述系统包括具有生命体征检测器3的射频(RF)发射-接收线圈1。在图2中,RF发射-接收线圈1被示为具有四个电容导体4,形成电容生命体征检测器3。导体4增加ECG信号的电容,而MRI

线圈谐振由环形导体和集总电容器确定。MRI信号由RF发射-接收线圈1的导电线圈元件接收并馈送到匹配和失谐电路11,由RF放大器2放大并进一步馈送到模数转换器(ADC)7。电容式生命体征信号由电容式导体接收并经由两个二极管11馈送到弛豫振荡器12或微控制器以检测电容式生命体征信号。

[0057] 图3示意性地描绘了根据本发明另一实施例的用于检测生命体征的系统的部分。在本发明的实施例中,可以预见形成生命体征检测器3的RF发射-接收线圈1的几个导电线圈元件4。为了能够在不同的生命体征检测器3之间切换,提供了多路复用器14,其例如通过微控制器13由控制信号15控制。此外,在该实施例中,可以提供弛豫振荡器12来检测生命体征信号。

[0058] 图4示意性地描绘了根据本发明实施例的生命体征检测器和RF发射-接收线圈1的信号流的流程图。在步骤400中,分析来自生命体征检测器3的生命体征信号。在步骤410中,分析来自RF发射-接收线圈1的MRI信号。在步骤420中,从生命体征检测器3或RF发射-接收线圈1中识别出最佳信号。之后,在步骤430中,信号处理设备8例如软件定义无线电(SDR)被用于生成信号的相关性。然后可根据从生命体征信号450生成改进的触发信号,用于在步骤470中改进对MRI信号的控制,例如使用两个信号的相关性。也可以使用生命体征信号来改善MRI信号440。例如,可以通过设置感兴趣范围来改善整体信号质量,这也改善了步骤460中的MRI重建。

[0059] 图5示出了根据本发明实施例的用于操作用于检测生命体征的系统的方法的流程图。

[0060] 该方法从步骤500开始,其中提供包括生命体征检测器3的射频(RF)发射-接收线圈1,其中,射频(RF)发射-接收线圈1和生命体征检测器3形成磁共振(MR)成像线圈阵列。

[0061] 在步骤510中,从生命体征检测器3接收至少一个生命体征信号。

[0062] 在步骤520中,从射频(RF)发射-接收线圈1接收至少一个MRI信号。

[0063] 在步骤530中,执行基于生命体征信号的MRI信号的校正。

[0064] 图6示出了根据本发明实施例的具有RF发射-接收线圈1和阻抗电路17的生命体征检测器贴片16。为了增加电容,形成生命体征检测器3的附加导电线圈元件4可以形成贴片16并与RF发射-接收线圈1组合。贴片可以是例如具有心电图(ECG)传感器的ECG贴片,这些传感器适用于接收ECG信号。几个贴片16可以位于线圈圆周内或部分位于线圈下方。贴片16彼此分离以防止来自MR体发射线圈的激励场的B1屏蔽效应。个体贴片16通过阻抗电路17连接。阻抗电路17可以是RF扼流圈或并联谐振电路,在MRI频率下具有高阻抗并且在ECG和呼吸频率下具有低阻抗。在图6中,信号分别由不同的优化放大器2、5例如低噪声放大器(LNA)放大和处理。

[0065] 图7示出了根据本发明实施例的具有单独的混合RF发射-接收线圈1和生命体征检测器贴片16的RF线圈阵列18。每个线圈1对人体的个体部分进行察看。可以例如使用多路复用器来选择生命体征检测器贴片16的个体信号。

[0066] 尽管已经在附图和前面的描述中详细图示和描述了本发明,但是这样的图示和描述应当被认为是图示性或示范性的,而非限制性的。本发明不限于公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践请求保护的本发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的其他变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,

并且词语“一”或“一个”不排除多个。尽管特定措施是在互不相同的从属权利要求中记载的,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求书中的任何附图标记不应被解释为对范围的限制。此外,为了清楚起见,可能没有在附图中的所有元件上都提供附图标记。

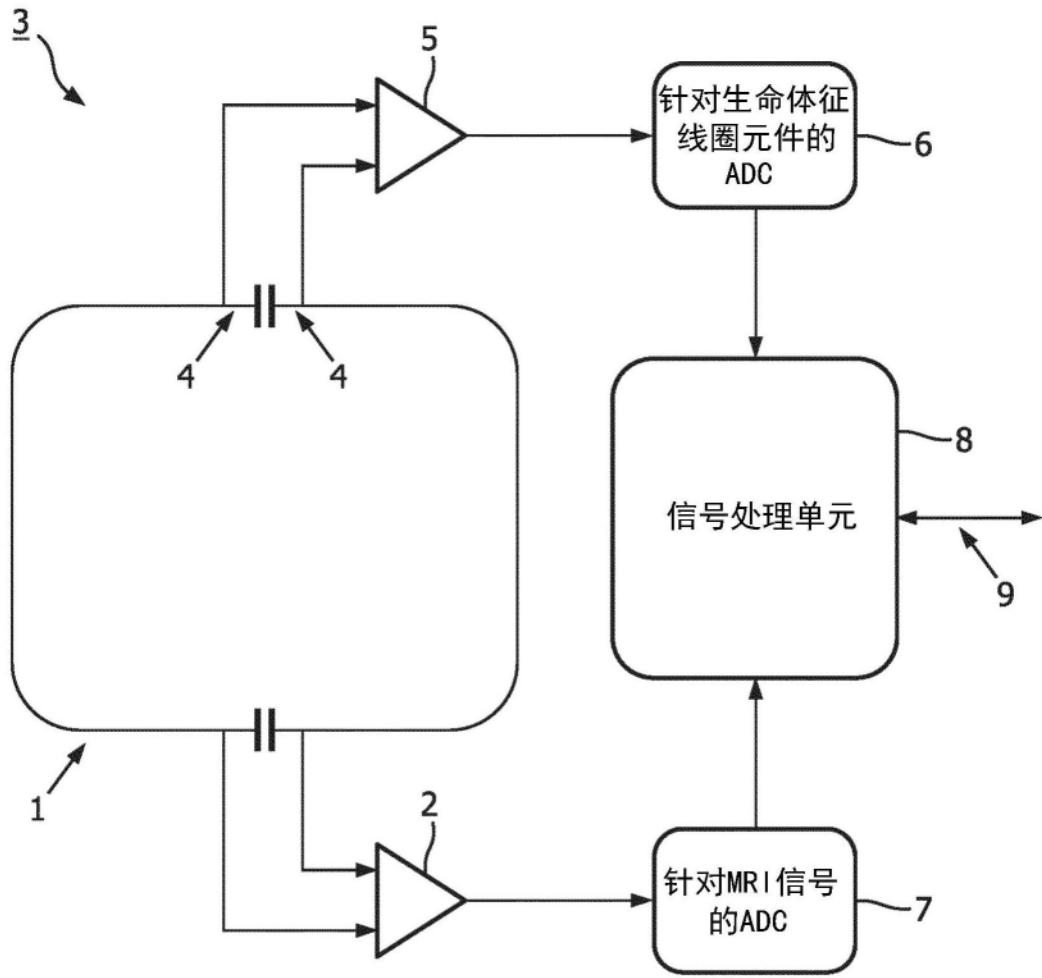


图1

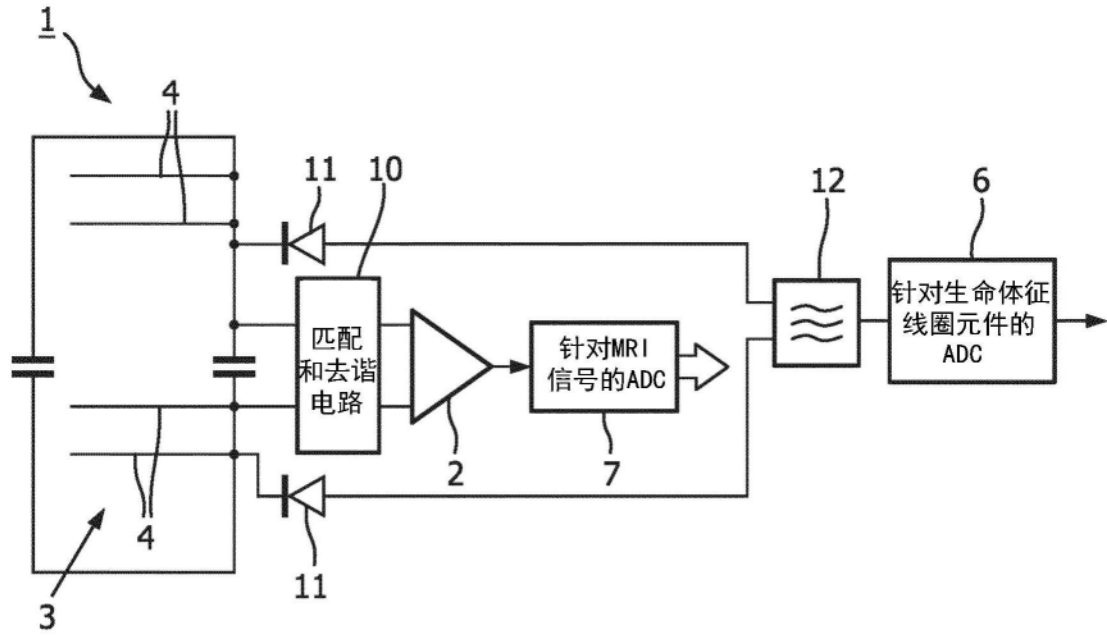


图2

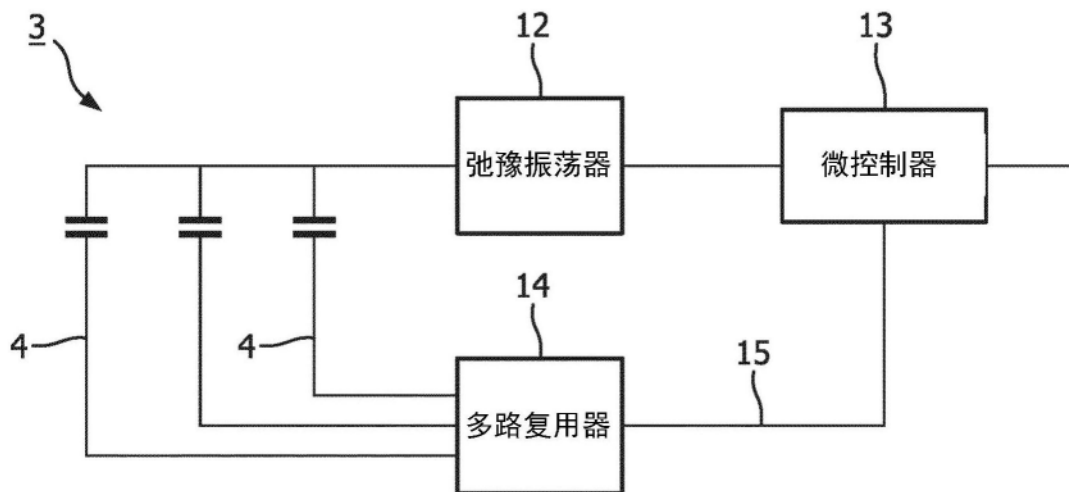


图3

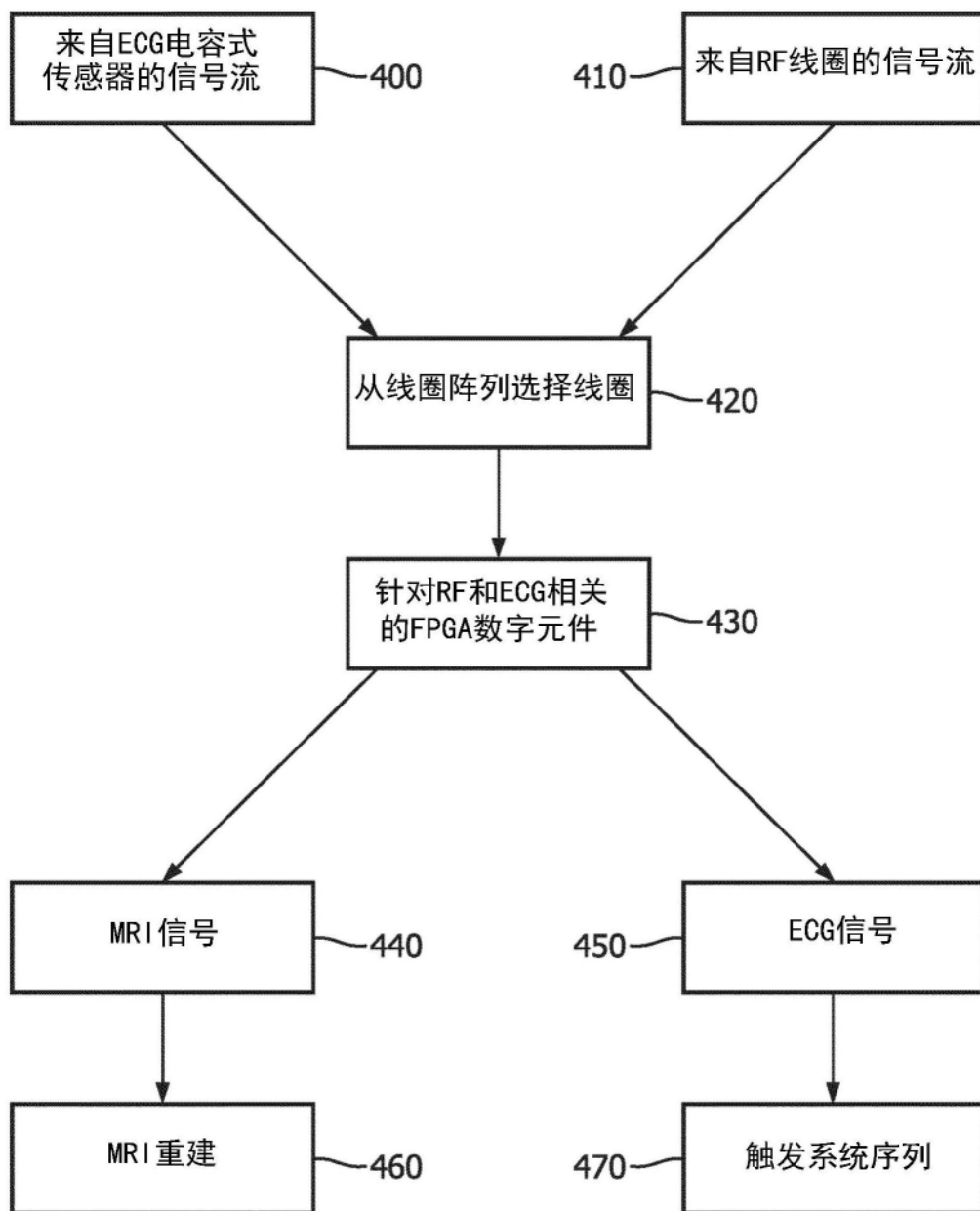


图4

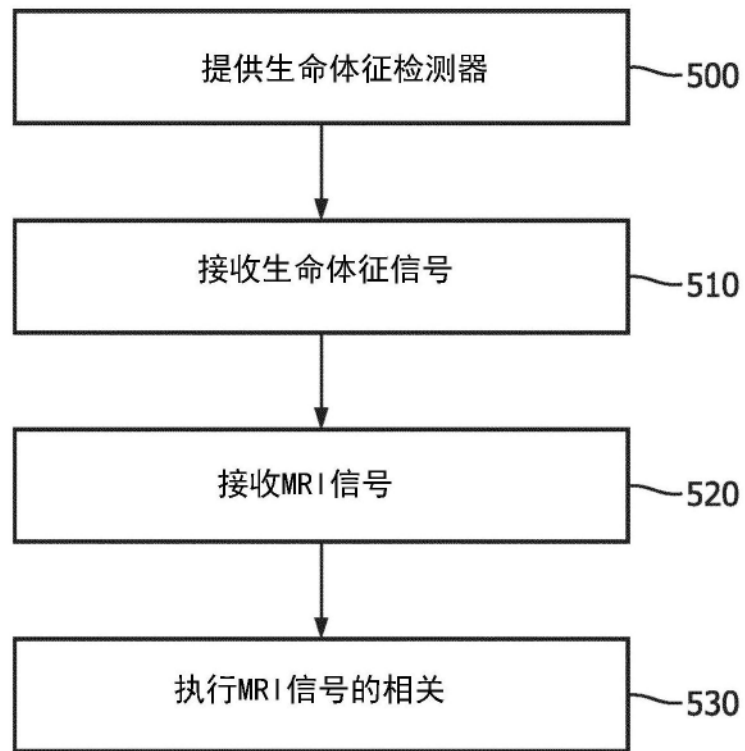


图5

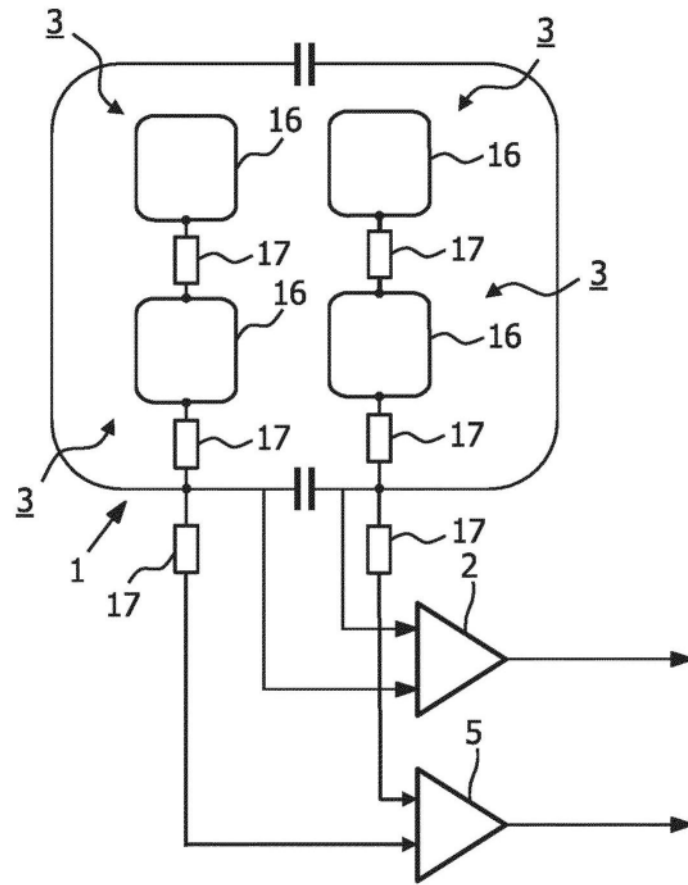


图6

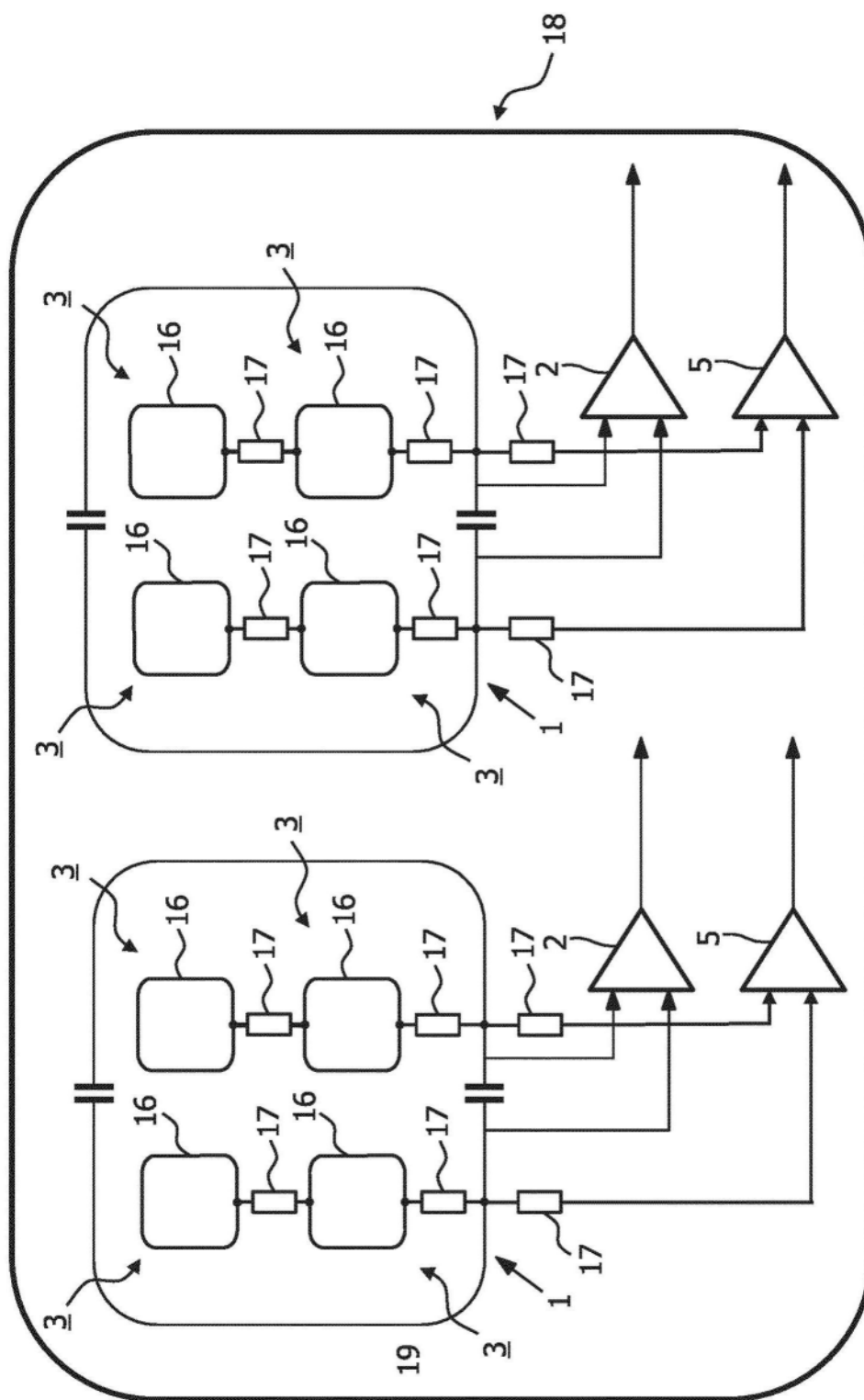


图7