

## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102498410 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 13

(21) 申请号 201080041051. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 08. 05

G01R 33/36 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/243, 189 2009. 09. 17 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 03. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2010/053553 2010. 08. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02011/033400 EN 2011. 03. 24

(71) 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 C·洛斯勒

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 8 页

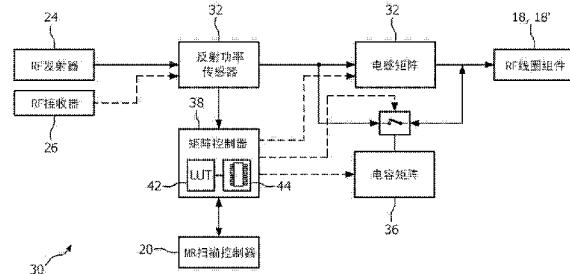
(54) 发明名称

具有局部自动调谐和匹配装置的多元件发射

RF 链

(57) 摘要

一种自动调谐和匹配装置 (3) 以及方法，包括检测从负载 (18, 18') 反射的功率的反射功率传感器 (32) 和与所述负载串联的 LC 匹配电路，所述 LC 匹配电路是能编程的，以使反射功率最小化。所述 LC 匹配电路包括与所述负载 (18, 18') 串联的电感器矩阵 (34) 和与所述电感器矩阵并联的电容器矩阵 (36)。矩阵控制器 (38) 基于所检测到的反射功率配置所述电感器矩阵或电容器矩阵的至少一个，以使反射功率最小化。



1. 一种自动调谐和匹配装置 (30), 包括 :

检测从负载 (18、18') 反射的功率的反射功率传感器 (32) ; 以及

与所述负载串联的 LC 匹配电路, 所述 LC 匹配电路是能编程的, 以使所述反射功率最小化。

2. 根据权利要求 1 所述的自动调谐和匹配装置 (30), 还包括 :

电感器矩阵 (34), 其与所述负载 (18、18') 串联;

电容器矩阵 (36), 其与所述电感器矩阵并联以使所述反射功率最小化; 以及

矩阵控制器 (38), 其基于所检测到的反射功率配置所述电感器矩阵或所述电容器矩阵中的至少一个。

3. 根据权利要求 1 和 2 中的任一项所述的自动调谐和匹配装置 (30), 还包括 :

网络开关 (40), 其将所述 LC 匹配电路切换至前 L 网络、后 L 网络和 π 网络并联构造中的一种。

4. 根据权利要求 1-3 中的任一项所述的自动调谐和匹配装置 (30), 还包括 :

发射器放大器 (24), 其与所述负载连接以向所述负载供应电力; 并且

其中, 所述矩阵控制器针对所述负载和所述发射器放大器的阻抗来调整所述电感器矩阵 (34) 和所述电容器矩阵 (36)。

5. 根据权利要求 2-4 中的任一项所述的自动调谐和匹配装置 (30), 其中, 满足至少一项 :

所述电感器矩阵 (34) 包括具有不同量值的多个电感器, 每个电感器耦合至对应的开关, 该开关将所述电感器有选择地切换至活动状态或不活动状态之一; 以及

所述电容器矩阵 (36) 包括具有不同量值的多个电容器, 每个电容器耦合至对应的开关, 该开关将所述电容器切换至活动或不活动状态之一。

6. 根据权利要求 2-5 中的任一项所述的自动调谐和匹配装置 (30), 其中, 所述矩阵控制器 (38) 包括 :

查找表 (42), 其具有多个已知的阻抗失配, 每个已知的阻抗失配与对应的电感器矩阵设置和电容器矩阵设置相关联;

存储元件 (44), 其存储所述已知的阻抗失配以及对应的电感器和电容器矩阵程序。

7. 根据权利要求 6 所述的自动调谐和匹配装置 (30), 其中, 所述矩阵控制器 (38) 被配置成迭代地确定新的电感器和电容器矩阵设置, 并将所述新的电感器和电容器矩阵设置存储在所述存储元件 (44) 中。

8. 一种磁共振系统 (10), 包括 :

磁体 (12), 其在检查区域 (14) 中生成静磁场;

射频 (RF) 线圈组件 (18、18'), 其被配置成诱发并操纵所述检查区域中的受检者内的磁共振, 和 / 或从所述检查区域 (14) 采集磁共振数据;

耦合至所述 RF 线圈组件 (18、18') 的 RF 发射器 (24), 所述 RF 发射器令所述 RF 线圈组件生成所述磁共振; 以及

根据权利要求 1-7 中的任一项所述的自动调谐和匹配装置 (30), 所述自动调谐和匹配装置设置于所述 RF 发射器 (24) 和 RF 线圈组件 (18、18') 之间, 以匹配所述 RF 线圈组件 (18、18') 和所述 RF 发射器 (24) 的阻抗。

9. 根据权利要求 8 所述的磁共振系统 (10), 还包括 :

耦合至所述 RF 线圈组件 (18、18') 的 RF 接收器 (26), 所述 RF 接收器被配置成接收所生成的磁共振信号;

开关单元 (28), 其将所述 RF 线圈组件 (18、18') 有选择地耦合至所述 RF 发射器 (24) 和所述 RF 接收器 (26) 之一, 所述 ATMU 被设置为下列之一 (30) :

(1) 处于所述 RF 线圈组件和所述开关单元 (28) 之间, 以匹配所述 RF 线圈组件 (18、18') 的阻抗和所述 RF 接收器 (26) 的阻抗;

(2) 处于所述 RF 发射器 (24) 和所述开关单元之间。

10. 根据权利要求 8 和 9 中的任一项所述的磁共振系统 (10), 还包括 :

扫描控制器 (20), 其控制所述自动调谐和匹配装置 (30), 以检测在所述 RF 线圈组件 (18、18') 处的反射功率并使该发射功率最小化。

11. 根据权利要求 10 所述的磁共振系统 (10), 其中, 所述扫描控制器 (20) 控制所述自动调谐和匹配装置 (30), 以在图像采集之间检测在所述 RF 线圈组件 (18、18') 处的反射功率并使该反射功率最小化。

12. 根据权利要求 8-10 中的任一项所述的磁共振系统 (10), 其中, 所述自动调谐和匹配装置 (30) 集成在所述 RF 线圈组件 (18、18') 中。

13. 根据权利要求 12 所述的磁共振系统 (10), 其中, 将集成在所述 RF 线圈组件 (18、18') 中的所述自动调谐和匹配装置 (30) 设置在梯度磁场线圈 (56) 的凹陷 (55) 内。

14. 一种用于阻抗匹配方法, 包括 :

检测来自负载的反射功率; 以及

对 LC 匹配电路进行编程, 以使所述反射功率最小化。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中, 配置所述 LC 匹配电路包括 :

配置与所述负载串联的电感器矩阵 (34); 以及

配置与所述电感器矩阵并联的电容器矩阵 (36), 以使所述反射功率最小化。

16. 根据权利要求 14 和 15 中的任一项所述的方法, 其中, 对所述 LC 匹配电路的编程包括 :

将所述 LC 匹配电路切换至前 L 网络、后 L 网络和 π 网络并联构造中的一种。

17. 根据权利要求 14-16 中的任一项所述的方法, 其中, 对所述匹配电路进行编程还包括下列至少一项 :

将所述电感器矩阵 (34) 的具有不同量值的电感器切换至活动状态或不活动状态之一; 以及

将所述电容器矩阵 (36) 的具有不同量值的电容器切换至活动状态或不活动状态之一。

18. 根据权利要求 14-17 中的任一项所述的方法, 其中, 所述负载包括磁共振 (MR) 扫描器 (10) 的 RF 线圈组件 (18、18'), 并且发射器被连接至所述 LC 匹配电路, 并且所述方法还包括 :

将受检者置于与所述 RF 线圈组件相邻的所述 MR 扫描器的检查区域 (14) 中; 以及

经由所述 LC 匹配电路向所述 RF 线圈组件发射 RF 脉冲, 响应于所述 RF 脉冲执行对从所述 RF 线圈组件反射的功率的检测步骤。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,还包括:

执行 MR 检查序列;

在所述 MR 检查序列期间,相对于所述 RF 线圈组件 (18、18') 移动所述受检者;以及  
在所述 MR 检查序列期间,重复反射功率检测步骤和匹配电路编程步骤。

## 具有局部自动调谐和匹配装置的多元件发射 RF 链

[0001] 本申请涉及高功率射频 (RF) 阻抗匹配。本申请尤其应用于磁共振系统中 RF 功率放大器与多元件发射线圈的隔离或阻抗匹配。

[0002] 磁共振成像 (MRI) 和波谱分析 (MRS) 系统常常被用于患者的检查和处置。借助这样的系统，通过静主磁场  $B_0$  使待检查的身体组织的核自旋对准，并由在射频带中振荡的横向磁场  $B_1$  对其进行激励。在成像过程中，使驰豫信号暴露于梯度磁场，以定位对所产生的共振。接收驰豫信号并将其重建成单维或多维图像。在波谱分析中，关于组织的成分的信息承载于共振信号的频率分量中。

[0003] 通常使用的两种类型的 MR 系统包括“开放型”MR 系统（立式系统）和“腔型”系统。对于前者，将患者引入到检查区中，所述检查区位于由 C 形单元连接的两个磁极之间。在检查或处置期间，几乎能够从所有侧面接近患者。后者包括将患者引入其中的圆柱形检查空间（轴向系统）。

[0004] RF 线圈系统提供 RF 信号的发射和共振信号的接收。除了永久性构建到成像设备中的 RF 线圈系统之外，可以在待检查的特定区域周围或其中灵活地布置专用线圈。设计专用线圈以优化信噪比 (SNR)，特别是在需要均匀激励和高灵敏度探测的情况下。此外，可以通过多通道天线布置实现和生成 RF 信号的特定序列、更高的场强、高翻转角或实时序列，并且能够对多维激励加速。

[0005] 在多元件发射线圈 (multix) 系统中，将每个个体线圈元件连接至 RF 功率放大器。Multix 系统能够提高  $B_1$  磁场均匀性，并降低患者的比吸收率 (SAR)，从而允许在更高的场强（例如 2 特斯拉 (T) 或更高）下工作。在更高的场强下将个体线圈直接连接至 RF 功率放大器将引起若干问题。所述功率放大器被预先调谐至选定的阻抗，例如 50 欧姆。匹配电路使每个线圈元件的阻抗与预选的阻抗匹配。然而，患者改变了线圈元件上的负载，线圈元件将改变其阻抗，从而引起阻抗失配。在阻抗失配的情况下，RF 功率被反射回功率放大器，从而浪费了本应递送给线圈元件的功率。这导致个体线圈元件之间的绝缘不充分，进而导致功率放大器的输出端口处的隔离不充分，最终导致功率放大器上的非线性响应。

[0006] 为了解决功率放大器隔离的问题，引入了波导环行器或隔离器。环行器是用于分离入射波和反射波的基本三端口非互易 (non-reciprocal) 部件。当绝缘导体绕组在其铁氧体磁芯内建立了磁化场时，将生成旋磁效应，可以利用这一效应使信号从一个端口环行到另一端口。入射信号仅沿一个方向环行，即顺时针或逆时针，以抵达下一端口。如果所述端口之一终止于匹配的负载，那么所述环行器充当隔离器，其沿一个方向具有高损耗，而沿另一方向具有低损耗。因此，在反方向上，所述端口彼此隔离并且信号的传播受到限制。磁性铁氧体磁芯是制作无源环行器的最常用的材料，因为它们具有良好的 (RF) 性能，并且没有活动零件。在特定的频率范围内发生预期的响应，这能够通过调节铁氧体磁芯的尺寸和静磁场的幅度来实现，即，在更高的功率下，需要更大的磁芯。

[0007] 高功率环行器，诸如在 MR 系统中所使用的那些高功率环行器的设计和制造成本高昂。它们需要大的铁氧体磁芯和复杂的热交换系统，所述热交换系统包括热沉和昂贵的导热材料，所述材料具有低介电常数以避免电弧放电。需要额外的负载以在较大的铁氧体

磁芯内感生旋磁效应。由于铁氧体磁芯的饱和效应以及其内在的磁特性的原因,所述环行器所处的位置必须与 MR 主磁体相距一定距离。这迫使 RF 功率放大器要被定位在距离更远的位置上,这将提高原本已经很高的 RF 能量的成本,并且增加 MR 室的布线复杂性。此外,在环行器的运行过程中,反射的 RF 功率对铁氧体磁芯加热,并导致不可靠的运行,从而可能导致 RF 功率放大器的非线性,并降低放大器的端口处的隔离。

[0008] 本申请提供了克服上述问题和其他问题的新的经改进的自动调谐和匹配设备以及方法。

[0009] 根据一个方面,一种自动调谐和匹配装置,其包括检测从负载反射的功率的反射功率传感器和与所述负载串联的 LC 匹配电路,所述 LC 匹配电路是能编程的,从而使所述反射功率最小化。

[0010] 根据另一方面,一种用于阻抗匹配方法,其包括检测从负载反射的功率,以及对 LC 匹配电路进行编程,以使反射功率最小化。

[0011] 一个优点在于提高了信噪比 (SNR)。

[0012] 另一优点在于降低了射频 (RF) 功率要求。

[0013] 另一优点在于降低了系统复杂性。

[0014] 另一优点在于降低了制造成本。

[0015] 另一优点在于缩短了扫描时间。

[0016] 在阅读和理解了下文详细说明的情况下,本领域技术人员将认识到本发明的进一步优点。

[0017] 本发明可以采取各种部件和部件布置,以及各种步骤和步骤安排的形式。附图仅用于图示说明优选实施例,而不应认为其对本发明构成限制。

[0018] 图 1 是具有自动调谐和匹配单元的磁共振系统的一个方面的示意图;

[0019] 图 2 是具有自动调谐和匹配单元的磁共振系统的另一方面的示意图;

[0020] 图 3 是自动调谐和匹配单元的示意图;

[0021] 图 4A-4C 是自动调谐和匹配单元的匹配电路配置的电路图;

[0022] 图 5A 是具有集成自动调谐和匹配单元的横向电磁 (TEM) 线圈的示意图;

[0023] 图 5B 是具有集成自动调谐和匹配单元的环形线圈的示意图;

[0024] 图 6A 是具有凹入式梯度线圈的磁共振系统的局部的示意图;

[0025] 图 6B 是具有集成自动调谐和匹配单元的线圈元件的示意图;

[0026] 图 7 是具有自动调谐和匹配单元的多频率 RF 线圈组件的一个方面的示意图;

[0027] 图 8 是具有自动调谐和匹配单元的多频率 RF 线圈组件的另一方面的示意图;以及

[0028] 图 9 是 MR 序列和自动调谐匹配的时序图。

[0029] 参考图 1,一种磁共振 (MR) 成像系统 10 包括主磁体 12,主磁体 12 生成贯穿检查区域 14 的时域均匀的  $B_0$  场。所述主磁体可以是环形或膛型磁体、C 形开放式磁体、其他设计的开放式磁体,等等。与主磁体相邻设置的梯度磁场线圈 16 用于相对于  $B_0$  磁场沿选定轴生成磁场梯度,从而对磁共振信号进行空间编码,产生磁化扰动场梯度等。磁场梯度线圈 16 可以包括被配置成沿三个正交方向,通常为纵向或 z 方向、横向或 x 方向以及垂直方向或 y 方向,产生磁场梯度的线圈段。

[0030] 射频 (RF) 线圈组件 18,诸如全身射频线圈,与检查区域相邻设置。RF 线圈组件生

成用于在受检者的经对准的偶极子中激励磁共振的射频  $B_1$  脉冲。射频线圈组件 18 还用于探测从成像区域发出的磁共振信号。任选地，除了或者替换全身 RF 线圈 18，提供局部、表面、头部或体内 RF 线圈 18'，以获得对磁共振信号的更加灵敏的、局部化的空间编码、激励和接收。在多元件 RF 线圈组件中，所述 RF 线圈组件包括多个个体线圈元件，以提高  $B_1$  均匀性，并降低受检者中的比吸收率 (SAR)。

[0031] 为了采集受检者的磁共振数据，将受检者置于检查区域 14 内，优选置于主磁场的等中心处或其附近。扫描控制器 20 控制梯度控制器 22，梯度控制器 22 令梯度线圈跨成像区域施加选定的磁场梯度脉冲，这可能适用于所选择的磁共振成像或波谱分析序列。扫描控制器 20 控制 RF 发射器 24，RF 发射器 24 令 RF 线圈组件生成磁共振激励和操纵性  $B_1$  脉冲。在多元件 RF 线圈组件中，RF 发射器 24 包括多个发射器或者具有多个发射通道的单个发射器，每发射通道都包括与线圈组件的对应线圈元件操作性连接的 RF 功率放大器。在单线圈设计中，单个发射通道包括生成激励和操纵性信号的单个 RF 功率放大器。

[0032] 扫描控制器还控制连接至 RF 线圈组件的 RF 接收器 26，从而由其接收所生成的磁共振信号。在多元件 RF 线圈组件中，RF 接收器 26 包括多个接收器或者具有多个接收通道的单个接收器，每个接收通道都包括与线圈组件的对应线圈元件操作性连接的前置放大器。在单线圈设计中，单个接收通道包括对所接收的磁共振信号进行放大的单个前置放大器。

[0033] 扫描控制器还控制开关单元 28，开关单元 28 通过使 RF 线圈组件 18、18' 有选择地耦合至发射器 24 或 RF 接收器 26 之一而使 RF 线圈组件 18、18' 在发射模式和接收模式之间切换。在多元件 RF 线圈组件中，开关单元 28 包括多个开关，每个开关将个体线圈元件有选择地切换至 RF 发射器 24 的对应 RF 发射通道中的一个或者 RF 接收器 26 的对应 RF 接收通道中的一个。

[0034] 通常，在组装 MR 系统之前，对 RF 线圈组件的个体线圈元件进行调谐，以使之与对应 RF 功率放大器的输出端口匹配。然而，在高场强下，例如，2 特斯拉 (T) 或更高，受检者改变每个个体线圈元件上的负载，从而使得其阻抗发生变化。阻抗失配能够使得 RF 功率放大器所生成的部分或全部信号被反射回 RF 发射器 24，这将对成本高昂的 RF 能量造成浪费，还可能造成入射信号的失真，并且还可能对 RF 发射器造成损伤。

[0035] 在第一方面中，在 RF 发射器 24 和开关单元 28 之间设置自动调谐和匹配单元 (ATMU) 30。在多元件 RF 线圈组件中，ATMU 30 包括多个 ATMU，每个 ATMU 设置于 RF 发射器 24 的对应 RF 发射通道和开关单元 28 的对应开关之间。当 MR 系统 10 处于发射模式下时，开关单元 28 将 RF 发射器 24 有选择地耦合至 RF 线圈组件 18、18'。每个 ATMU 30 检测 RF 线圈组件 18、18' 的每个线圈元件和 RF 发射器 24 的每个对应的 RF 功率放大器之间的阻抗失配。扫描器控制器 20 控制 ATMU，以补偿所检测到的阻抗失配，从而消除部分或全部反射信号。

[0036] 参考图 2，在第二方面中，将 ATMU 30 设置于开关单元 28 和 RF 线圈组件 18、18' 之间。当 MR 系统 10 处于发射模式下时，开关单元 28 将 RF 发射器 24 有选择地耦合至 RF 线圈组件 18、18'，并且 ATMU 30 检测并补偿 RF 线圈组件 18、18' 和 RF 发射器 24 之间的阻抗失配，或者在多元件 RF 线圈组件范例中，检测并补偿 RF 线圈组件 18、18' 的每个线圈元件和 RF 发射器 24 的每个对应的 RF 功率放大器之间的阻抗失配。当 MR 系统 10 处于接

收模式下时,开关单元 28 将 RF 接收器 26 有选择地耦合至 RF 线圈组件 18、18' ,并且 ATMU 30 检测并补偿 RF 线圈组件 18、18' 和 RF 接收器 26 之间的阻抗失配,或者在多元件 RF 线圈组件范例中,检测并补偿 RF 线圈组件 18、18' 的每个线圈元件和 RF 接收器 26 的每个对应的前置放大器之间的阻抗失配。

[0037] 参考图 3,每个 ATMU 30 包括检测阻抗失配的反射功率传感器 32。反射功率传感器 32 能够通过各种方式检测阻抗失配和量值 (magnitude),例如,通过确定电压驻波比 (VSWR) 等。ATMU 包括串联于 RF 线圈组件 18、18' 和 RF 发射器 / 接收器 24、26 之间的电感器矩阵 34 和并联于 RF 线圈组件 18、18' 和 RF 发射器 / 接收器 24、26 之间的电容器矩阵 36。电感器矩阵 34 和电容器矩阵 36 形成了 LC 匹配网络,而应当认识到,也想到了并联于 RF 线圈组件 18、18' 和 RF 发射器 / 接收器 24、26 之间电感器矩阵和串联于 RF 线圈组件 18、18' 和 RF 发射器 / 接收器 24、26 之间的电容器矩阵。

[0038] 矩阵控制器 38 控制电感器矩阵 34 和电容器矩阵 36,以补偿所检测到的阻抗失配。电感器矩阵 34 包括具有不同量值的多个电感器,每个电感器耦合至对应的开关,所述开关将所述电感器有选择地切换至活动状态或不活动状态之一。类似地,电容器矩阵 36 包括具有不同量值的多个电容器,每个电容器耦合至对应的开关,所述开关将所述电感器有选择地耦合至活动状态或不活动状态之一。矩阵控制器 38 控制电感器矩阵 34 和电容器矩阵 36 二者的开关。通过这种方式,电感器矩阵 34 能够得出多个电感值,而电容器矩阵 36 能够得出多个电容值。矩阵控制器 38 还控制网络开关 40,所述网络开关 40 将 LC 匹配电路的构造改变为后 L 网络 (图 4A)、前 L 网络 (图 4B) 或  $\pi$ -网络 (图 4C) 之一。

[0039] 矩阵控制器 38 包括查找表 (LUT) 42 和存储单元 44。所述查找表将存储在存储单元 44 上的已知的阻抗失配与同样存储在存储单元 44 上的对应的电感器矩阵程序和 / 或电容器矩阵程序相关联。应当认识到,在存储单元 44 上存储多个已知的阻抗失配和对应的电感器和 / 或电容器矩阵程序。电感器和电容器矩阵程序对矩阵控制器 38 发出指令,所述矩阵控制器 38 切换至对电感器和电容器矩阵 34、36 的控制,使得它们补偿已知的阻抗失配。矩阵控制器 38 将所检测到的阻抗失配与存储在存储单元 44 上的已知的阻抗失配进行比较。如果所检测到的阻抗失配与已知的阻抗失配相关,那么矩阵控制器分别根据对应于已知的阻抗矩阵的电感器矩阵程序和电容器矩阵程序对电感器矩阵 34 和电容器矩阵 36 进行编程。

[0040] 如果所检测到的阻抗失配与所存储的已知的阻抗失配不相关,那么矩阵控制器 38 被配置成通过电感器和电容器矩阵 34、36 得出的多个电感值和电容值进行迭代操作,以生成对应的电感器和电容器矩阵程序,直到所检测到的阻抗失配被补偿为止。矩阵控制器 38 将所检测到的阻抗失配作为已知的阻抗失配存储,并存储所生成的对应的电感器和电容器矩阵程序,并且之后更新 LUT 42,以包含新近存储的已知的阻抗失配与对应的电感器和电容器矩阵程序之间的关联。在一个实施例中,矩阵控制器 38 确定哪个已知的阻抗失配与所检测到的阻抗失配最为密切相关,以便降低对所检测到的阻抗失配做出补偿所需的迭代的次数。之后,矩阵控制器 38 使用所述最为密切的相关系统性地调整对应的电感器和电容器矩阵程序,直到对所检测到的阻抗失配做出补偿为止。将所检测到的阻抗失配作为已知的阻抗失配连同对应的电感器和电容器矩阵程序一起存储到存储单元 44 上,并更新 LUT 42。通过这种方式,矩阵控制器由可用的电感和电容元件配置匹配电路,以提供使线圈 18、18'

的阻抗最佳匹配的网络。

[0041] ATMU 30 由非磁性材料构成,例如,所述电感器和电容器矩阵的开关是基于 MEMS 的 pin 二极管等。这允许 ATMU 所处的位置相对靠近 RF 线圈组件 18、18' 或多元件系统中的个体线圈元件,并进而允许 RF 发射器和 / 或接收器 24、26 所处的位置相对靠近 MR 系统 10。参考图 5A,在一个实施例中,ATMU 30 处于邻近横向电磁 (TEM) 线圈 50 的位置。参考图 5B,在另一实施例中,ATMU 30 处于邻近环形线圈 52 的位置。

[0042] 参考图 6A 和 6B,在另一实施例中,将 ATMU 30 集成到 RF 线圈组件中。如图所示,将 ATMU 30 集成到 TEM 线圈 54 中,所述 TEM 线圈设置在分离式 (split) 梯度线圈 56 的凹陷 55 内。分离式梯度线圈通过在梯度线圈之间界定在其中设置 RF 线圈组件的缝隙或凹陷 55,容许具有更大的腔尺寸。所述布置容纳更大的受检者,并且可以减少焦虑。如图 6B 所示,图 6B 是具有集成 ATMU 30 的 TEM 线圈的从上到下的视图,可以将 ATMU 设置到 TEM 线圈印刷电路元件 (PCB) 58 上。可以通过某种方式使将 ATMU30 连接至 RF 发射器 24 和 / 或 RF 接收器 26 的传输线经过 MR 系统 10 进行路由,从而使之不与主磁体或梯度线圈运行发生干扰。

[0043] 参考图 7,在第三方面中,RF 线圈组件 18、18' 为多频率、多元件 RF 线圈组件,更具体而言,为交织型 (interleaved) 双调谐 RF 线圈组件。RF 线圈组件 18、18' 包括相邻线圈元件 60、62,可以将所述线圈元件调谐至不同的频率,从而同时激励多种核素,例如,13C 和 1H。然而,也想到了其他核素,诸如 31P、19F 等,连同非交织型配置以及三重、四重 (等等) 调谐组件。

[0044] 参考图 8,在第四方面中,RF 线圈组件 18、18' 为多频率、多元件 RF 线圈组件,更具体而言,为交织型双调谐 RF 线圈组件,其中,将一个阵列,例如 13C 60 通过硬件组合器 64 连接至 RF 发射器 24。当所述多种核素之一由于 13C 的较低的共振频率而没有在个体线圈元件上表现出患者相关的负载时,这种布置是有用的。在图 8 所示的范例中,未将 13C 线圈元件 60 连接至 ATMU,因为在某一场强下,诸如在 2T 下,13C 线圈元件 60 将不会呈现出显著的患者相关的阻抗失配,即,个体线圈元件的受检者相关的负载在 13C 的较低的共振频率下是不显著的。然而,在相同的场强下,受检者将构成 1H 线圈元件 62 的负载,并且所述 1H 线圈元件 62 将呈现出可以利用对应的 ATMU 30 补偿的阻抗失配。应当指出,也想到了其他核素,诸如 31P、19F 等,连同非交织型配置和三重、四重等调谐组件。

[0045] 参考图 9,扫描控制器 20 控制 (一个或多个)ATMU 30,以补偿所述时序图中所示的图像采集之间的阻抗失配。在一个实施例中,在任何 MR 图像表示的采集之前,使受检者处于检查区域 14 中的最佳位置上,同时扫描器控制器 20 控制 (一个或多个)ATMU 30 以补偿阻抗失配,使得能够在图像采集之前解决所有未知的阻抗失配。在另一实施例中,扫描器控制器 20 控制 (一个或多个)ATMU 30 以补偿移动床检查的阻抗失配。在移动床检查中,在检查区域 14 中的若干不同的床位置处采集受检者的图像表示。在检查之前,将扫描器控制器 20 配置成控制 (一个或多个)ATMU 30,以补偿在所有床位置处的阻抗失配,使得能够在图像采集之前解决所有未知的阻抗失配。或者,可以在 MR 扫描过程中测量阻抗失配,并在扫描过程中动态调整 (一个或多个)ATMU,以保持最佳阻抗匹配。

[0046] 返回参考图 1,将来自接收器 26 的接收的数据临时存储在数据缓冲器 70 中,并由磁共振数据处理器 72 对其进行处理。磁共振数据处理器能够执行本领域已知的各种功能,

包括图像重建 (MRI)、磁共振波谱分析 (MRS)、导管或介入式器械定位等。将重建的磁共振图像、波谱分析读出数据、介入式器械定位信息和其他经处理的 MR 数据存储在存储器中，诸如存储在医疗设施的患者档案内。图形用户接口或显示装置 74 包括用户输入装置，临床医师能够利用所述用户输入装置控制扫描控制器 20，以选择扫描顺序和协议、显示 MR 数据，等等。

[0047] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读并理解了前述说明后，其他人可以想到修改和变化。这意味着，应当将本发明推断为包括所有此类落在权利要求及其等同要件的范围内的修改和变化。

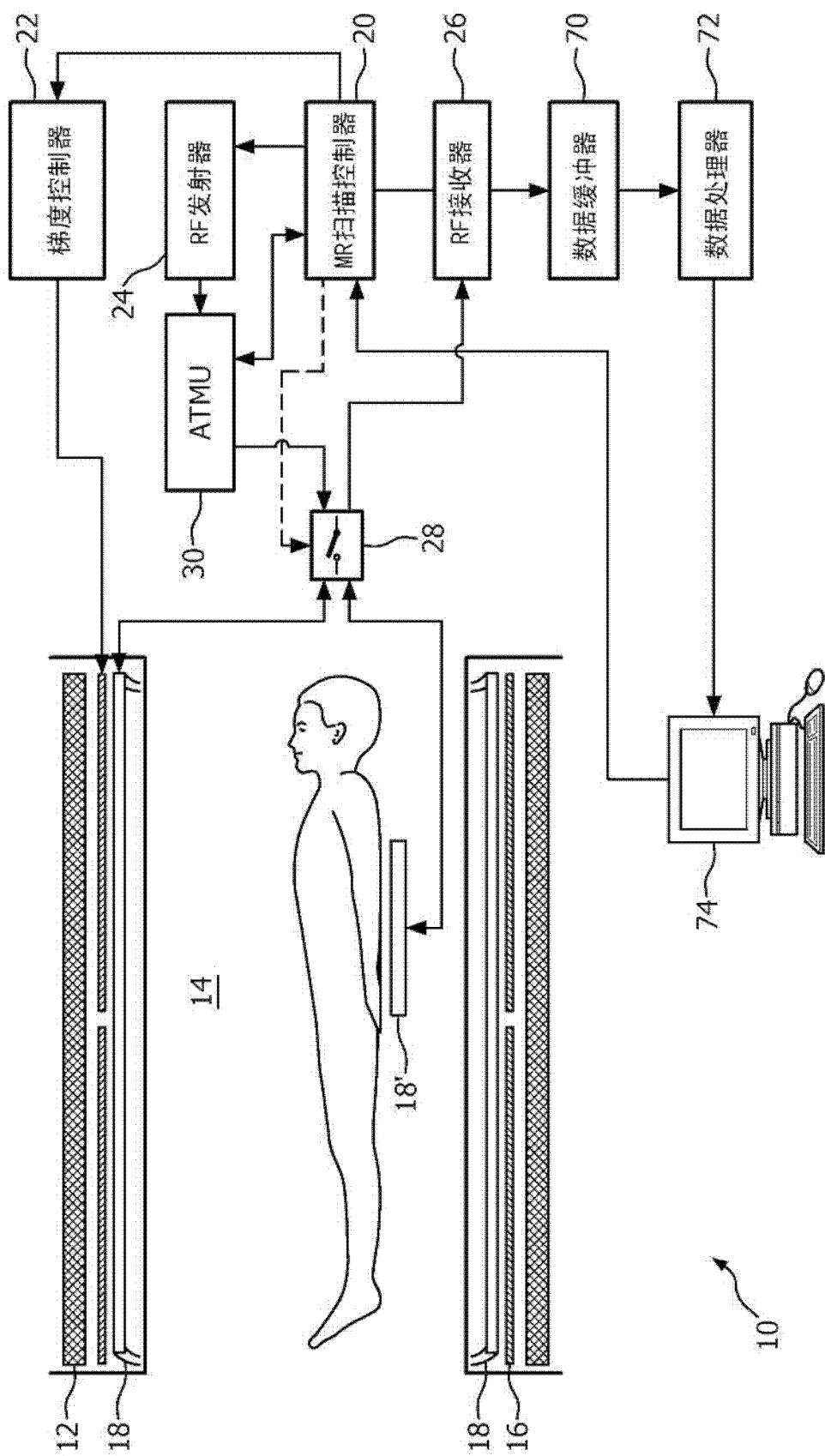


图 1

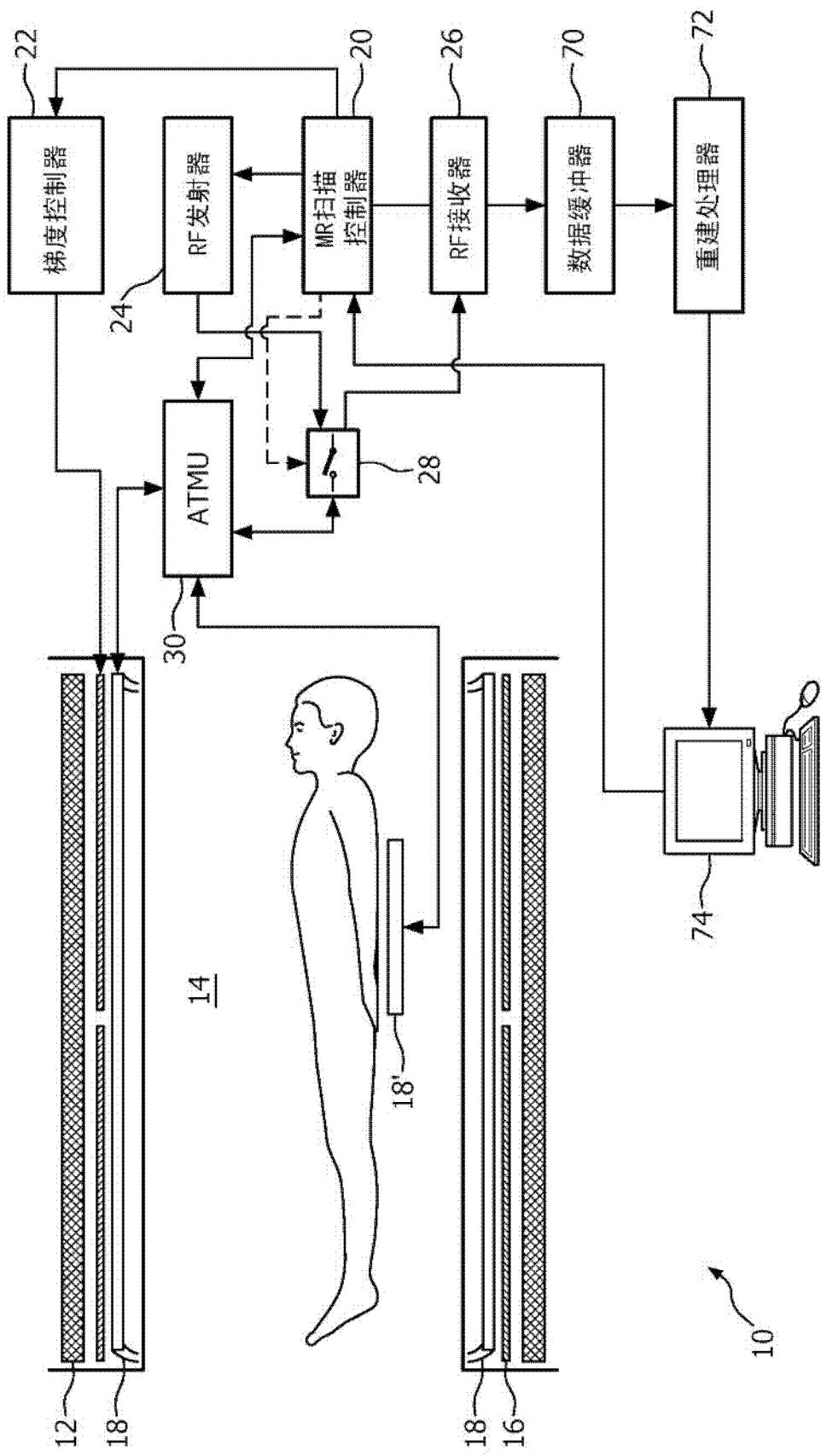


图 2

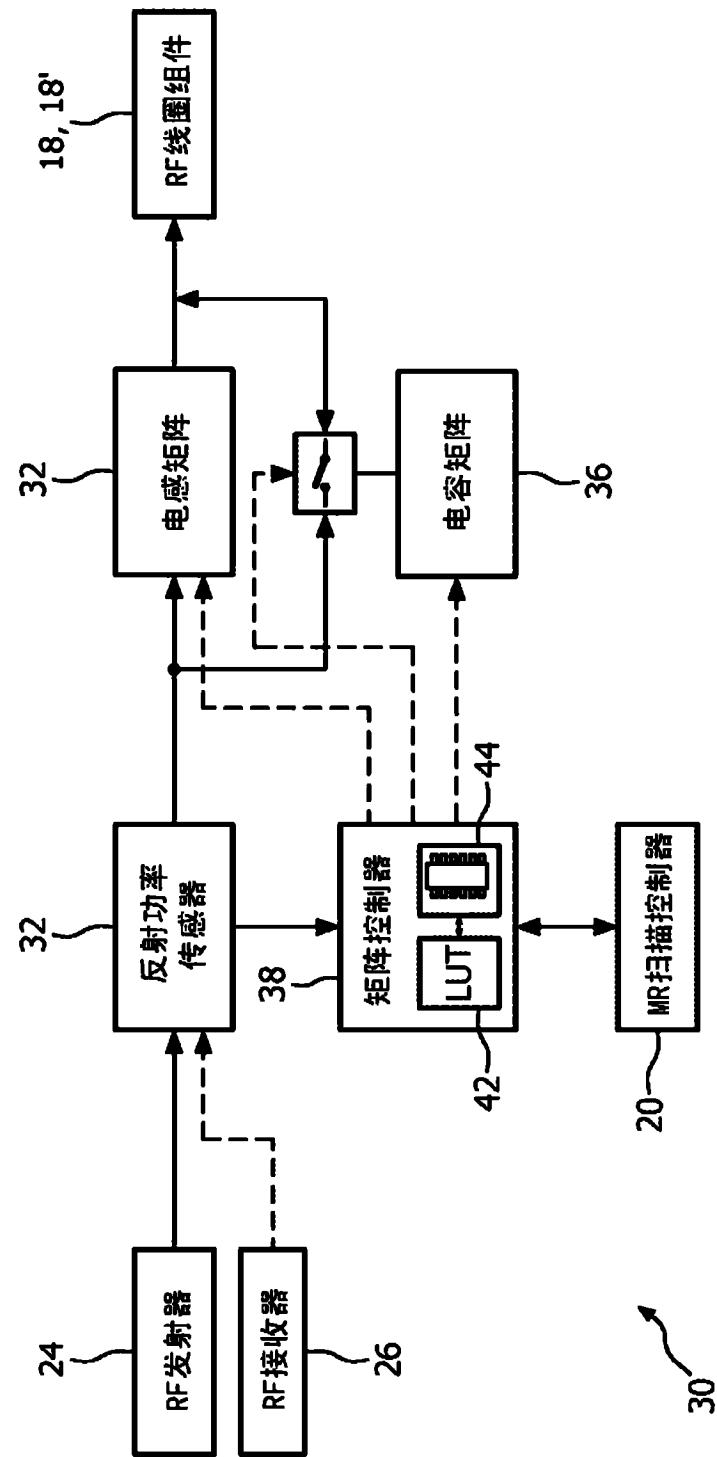


图 3

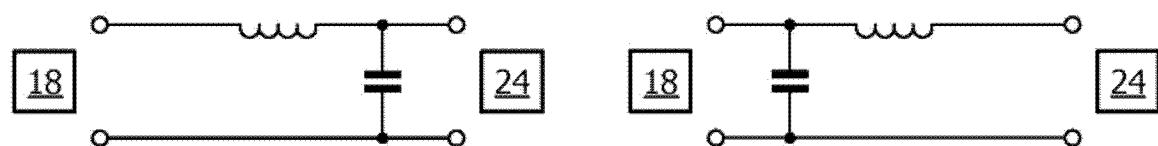


图 4A

图 4B

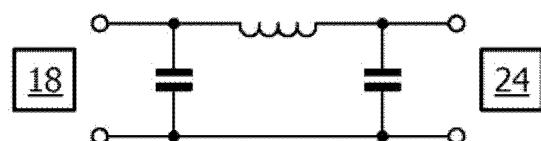


图 4C

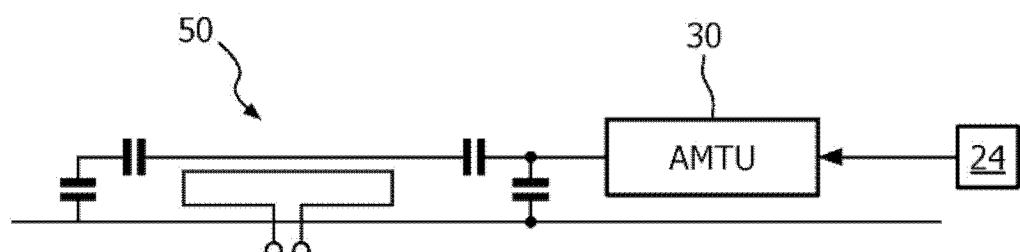


图 5A

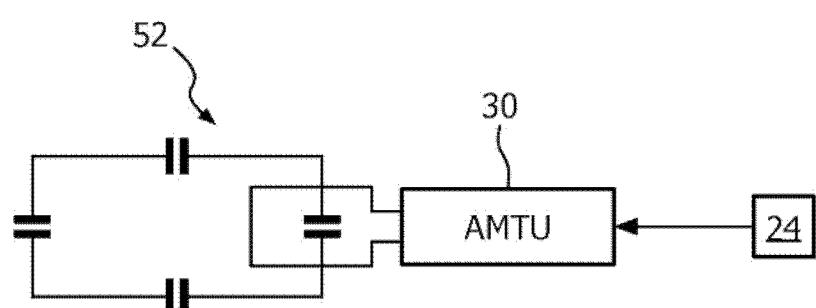


图 5B

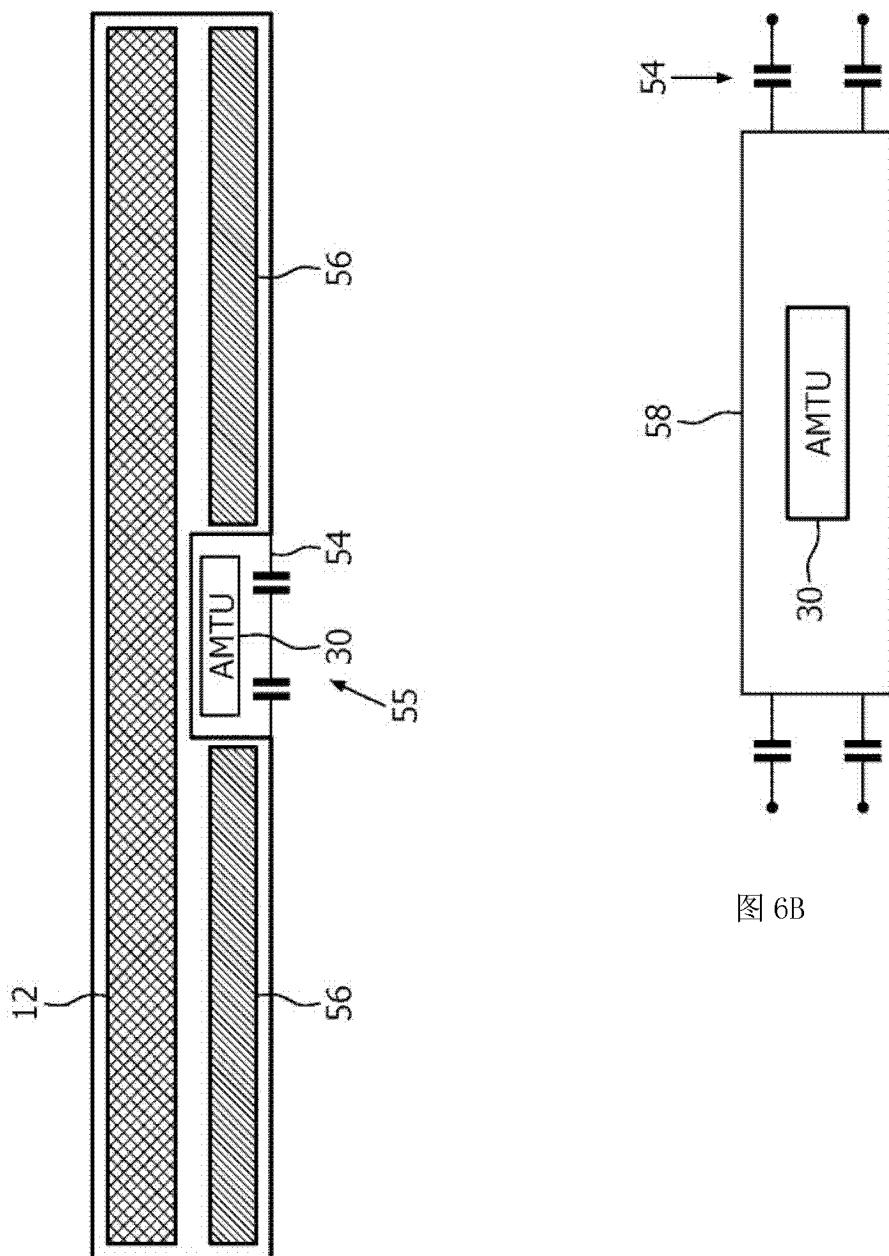


图 6A

图 6B

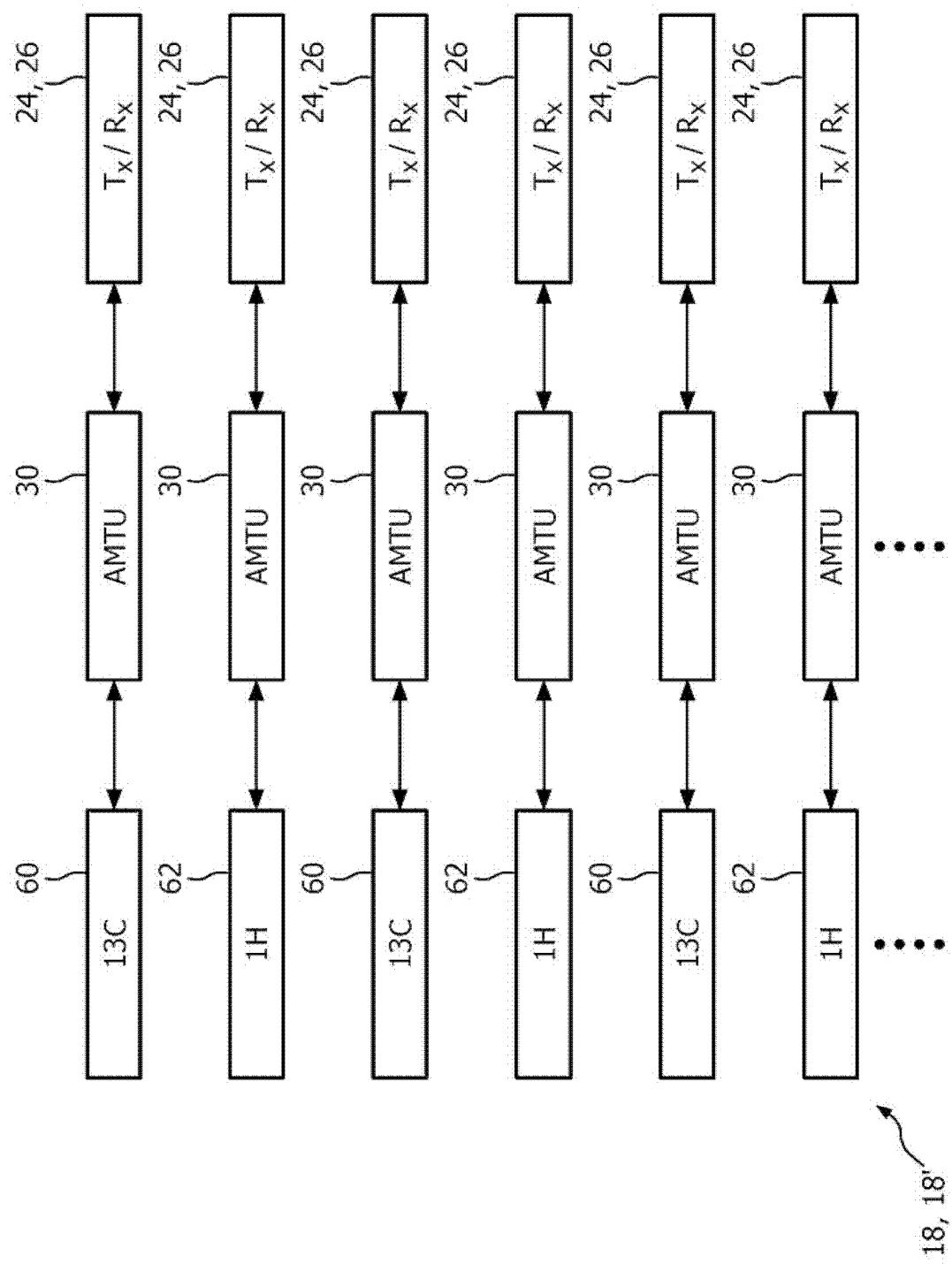


图 7

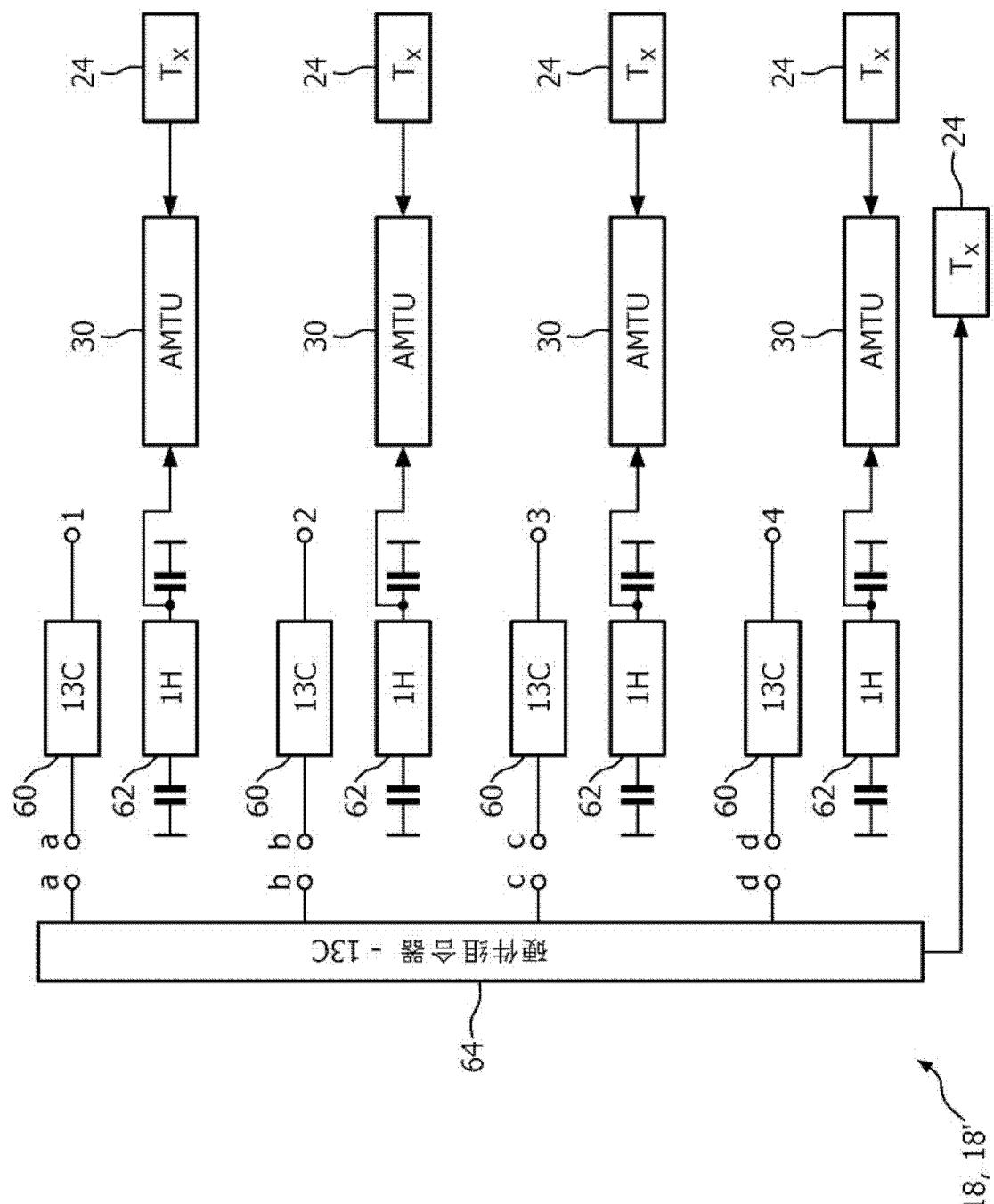


图 8

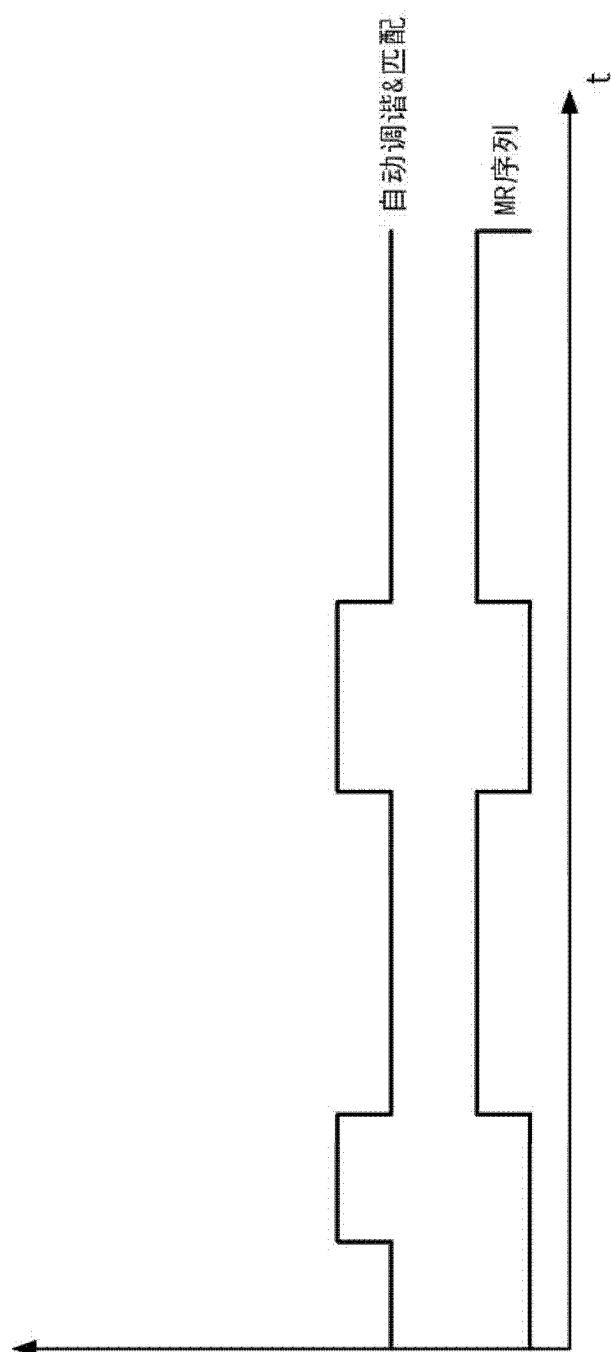


图 9