



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101896831 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 24

(21) 申请号 200880120250. 1

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(22) 申请日 2008. 12. 12

72002

代理人 王英 刘炳胜

(30) 优先权数据

61/012, 964 2007. 12. 12 US

(51) Int. Cl.

G01R 33/3415(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 06. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/055234 2008. 12. 12

(87) PCT申请的公布数据

W02009/074965 EN 2009. 06. 18

(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 Z·翟 R·C·高斯 E·Y·P·王

M·莫里希 K·M·尼曼

G·德梅斯泰

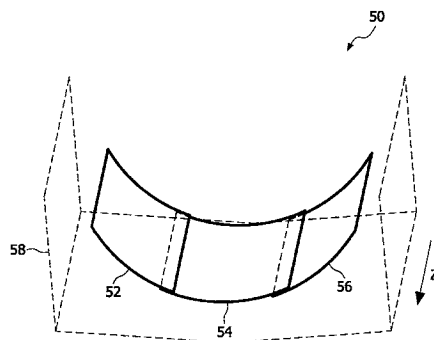
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于超高场 MRI 的发射 / 接收线圈

(57) 摘要

一种磁共振线圈包括：第一组线圈元件 (54, 56, 80)，其可操作性地与发射通道 (66, 74) 连接，以与大于 3 特斯拉的磁场强度下用于选定负载的发射敏感区域耦合；以及第二组线圈元件 (52, 54, 82)，其可操作性地与接收通道 (66, 74) 连接，以与大于 3 特斯拉的磁场强度下用于所述选定负载的接收敏感区域耦合。第一组线圈元件靠近发射敏感区域布置但不包围发射敏感区域，第二组线圈元件靠近接收敏感区域布置但不包围接收敏感区域。所述第一组线圈元件和所述第二组线圈元件有至少一个线圈元件 (52, 56) 不是公共的。所述第一和第二组线圈元件在所述大于 3 特斯拉的磁场强度下为所述选定负载限定基本类似的发射和接收敏感区域。



1. 一种磁共振线圈,包括:

第一组线圈元件 (54,56,80),其可操作性地与发射通道 (66,74) 连接,以与一磁场强度下用于选定负载的发射敏感区域耦合,所述第一组线圈元件靠近所述发射敏感区域布置但不包围所述发射敏感区域;

第二组线圈元件 (52,54,82),其可操作性地与接收通道 (66,74) 连接,以与所述磁场强度下用于所述选定负载的接收敏感区域耦合,所述第二组线圈元件靠近所述接收敏感区域布置但不包围所述接收敏感区域;

所述第一组线圈元件和所述第二组线圈元件有至少一个线圈元件 (52,56) 不是公共的;并且

所述第一和第二组线圈元件在所述磁场强度下为所述选定负载限定基本类似的发射和接收敏感区域。

2. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中,所述第一组线圈元件 (54,56,80) 和所述第二组线圈元件 (52,54,82) 有至少一个线圈元件 (54) 是公共的。

3. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中,所述第一组线圈元件 (54,56,80) 包括:可在第一相位与所述发射通道 (66) 连接的第一子组一个或多个线圈元件 (56),以及可在相对于所述第一相位成 90° 正交的第二相位与所述发射通道 (66) 连接的第二子组一个或多个线圈元件 (54);

并且所述第二组线圈元件 (52,54,82) 包括:

可在第一相位与所述接收通道 (66) 连接的第一子组一个或多个线圈元件 (54),以及可在相对于所述第一相位成 90° 正交的第二相位与所述接收通道 (66) 连接的第二子组一个或多个线圈元件 (52)。

4. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中,所述第一组线圈元件 (54,56,80) 包括:可在第一相位与所述发射通道 (66) 连接的第一子组一个或多个线圈元件 (56),以及可在不同于所述第一相位的第二相位与所述发射通道 (66) 连接的第二子组一个或多个线圈元件 (54);

并且所述第二组线圈元件 (52,54,82) 包括:

可在第三相位与所述接收通道 (66) 连接的第一子组一个或多个线圈元件 (54);以及可在不同于所述第三相位的第四相位与所述接收通道 (66) 连接的第二子组一个或多个线圈元件 (52)。

5. 根据权利要求 4 所述的磁共振线圈,其中,通过调节对应线圈元件中的传输线长度选择所述第一和第二相位之间的相位差以及所述第三和第四相位之间的相位差。

6. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中,所述第一组线圈元件 (54,56,80) 中和所述第二组线圈元件 (52,54,82) 中的每个线圈元件都是设置于所述选定负载上或靠近所述选定负载设置的表面线圈元件。

7. 根据权利要求 6 所述的磁共振线圈,其中,所述第一组线圈元件 (54,56,80) 中和所述第二组线圈元件 (52,54,82) 中的每个表面线圈元件都是从包括 (i) 单环路表面线圈元件、(ii) 多环路表面线圈元件和 (iii) 调谐轴向带状表面线圈元件的组中选择的。

8. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中,相对于所述第一组线圈元件 (54,56,80) 不对称地定位所述发射敏感区域,并且相对于所述第二组线圈元件 (52,54,82) 不对称地

定位基本类似的所述接收敏感区域。

9. 根据权利要求 8 所述的磁共振线圈,其中,所述发射敏感区域和基本类似的所述接收敏感区域均相对于所述第一组和第二组线圈元件的联合体(52,54,56,80,82)基本对称地定位。

10. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中:

所述第一组线圈元件(54,56,80)和所述第二组线圈元件(52,54,82)相对于彼此不对称地定位;并且

所述发射敏感区域和基本类似的所述接收敏感区域均相对于所述第一组和第二组线圈元件的联合体(52,54,56,80,82)基本对称地定位。

11. 根据权利要求 1 所述的磁共振线圈,其中:

所述第二组线圈元件(52,54,82)在空间上与所述第一组线圈元件(54,56,80)偏移;并且

所述发射敏感区域和基本类似的所述接收敏感区域均相对于所述第一组和第二组线圈元件的联合体(52,54,56,80,82)基本居中地定位。

12. 一种磁共振方法,包括:

相对于一磁场强度下选定负载的选定敏感区域不对称地定位第一组线圈元件(54,56,80);

相对于所述磁场强度下所述选定负载的所述选定敏感区域不对称地定位第二组线圈元件(52,54,82),所述第二组线圈元件相对于所述选定敏感区域的不对称位置与所述第一组线圈元件相对于所述选定敏感区域的不对称位置不同;

利用不对称地定位的第一组线圈元件(54,56,80)在所述磁场强度下在所述选定负载的所述选定敏感区域中产生磁共振;以及

利用以不同方式不对称地定位的第二组线圈元件(52,54,82)在所述磁场强度下从所述选定负载的所述选定敏感区域接收磁共振信号。

13. 根据权利要求 12 所述的磁共振方法,其中,所述第一组线圈元件和所述第二组线圈元件的联合体(52,54,56,80,82)相对于所述选定敏感区域基本对称地定位。

14. 根据权利要求 12 所述的磁共振方法,其中,所述产生包括:

以第一相位激励所述第一组线圈元件的第一子组(56)一个或多个线圈元件;以及

以相对于所述第一相位正交的第二相位激励所述第一组线圈元件的第二子组(54)一个或多个线圈元件。

用于超高场 MRI 的发射 / 接收线圈

技术领域

[0001] 本发明涉及磁共振领域。本发明在磁共振成像和谱分析中具有说明性应用,并特别参考其进行描述。但是,本发明也将适用于其他磁共振和射频应用。

背景技术

[0002] 在低磁场下,例如在 1.5 特斯拉下,磁共振频率较低,导致对应的射频 (RF) 波长相对于对象尺寸较长。结果,低磁场易于在典型的人解剖感兴趣区域(例如头、躯干、四肢等)尺度上提供良好的空间均匀性。因此,本领域技术人员通常采用诸如鸟笼线圈的体积线圈进行磁共振激励,并使用体积线圈或局部线圈(可能包括多个线圈元件)进行磁共振信号接收。在低磁场下易于实现磁共振的良好空间均匀性给这种系统带来了很大的临床和诊断成功。不过,考虑到采集时间约束,低磁场有某些缺点,例如空间分辨率较低、信号强度较低以及信噪比 (SNR) 相应较低等。

[0003] 因此,一直对在更高磁场下执行磁共振成像和谱分析感兴趣。在高磁场下,例如在 7 特斯拉下,磁共振频率显著更高(与主磁场成比例),对应的射频 (RF) 波长显著更短,并且组织性质和对象形状(负载)可能会在典型的人头部或诸如小腿的四肢的尺度上造成很大的 B_1 不均匀性。结果,在高磁场下,本领域技术人员一直在探索方法来改善用于头部成像的 B_1 均匀性并将用于其他解剖区域的局部线圈用于磁共振激励和接收。

[0004] 在 1.5 特斯拉下,如果将同一表面线圈(其再次可以是阵列或其他多个线圈元件)用于激励和接收,一般被人接受的观点是,线圈将激励和读取邻近负载的同一敏感区域。这是因为线圈感测的 $|B_1^+|$ 发射场和 $|B_1^-|$ 场都相当类似,具有基本重叠的敏感区域。在像 7T 的更高场下,即使对于均匀对象而言,敏感区域也可能表现出很大的负载诱发的不均匀性和不对称性。更糟糕的是,发射和接收敏感度样式在空间上不同。在这一语境中敏感度是指每单位电流在空间点产生的 $|B_1^+|$ 场以及能够在接收天线中产生单位电流的 $|B_1^-|$ 空间场强。如这里公开的,对发射和接收场基本重叠这一错误假定的认识带来了现有技术中的某些改进。

发明内容

[0005] 根据这里作为示例所示和所述的某些说明性实施例,公开了一种磁共振线圈,包括:第一组线圈元件,其可操作性地与发射通道连接,以与一磁场强度下用于选定负载的发射敏感区域耦合,所述第一组线圈元件靠近发射敏感区域布置但不包围发射敏感区域;第二组线圈元件,其可操作性地与接收通道连接,以与所述磁场强度下用于选定负载的接收敏感区域耦合,所述第二组线圈元件靠近接收敏感区域布置但不包围接收敏感区域;所述第一组线圈元件和所述第二组线圈元件有至少一个线圈元件不是公共的;并且所述第一和第二组线圈元件在所述磁场强度下为所述选定负载限定基本类似的发射和接收敏感区域。

[0006] 根据这里作为示例所示和所述的某些说明性实施例,公开了一种磁共振线圈,包括:第一组线圈元件,其可操作性地与发射通道连接,以与一磁场强度下选定负载的选定敏

感区域耦合；以及第二组线圈元件，其可操作性地与接收通道连接，以与所述磁场强度下所述选定负载的同一选定敏感区域耦合；所述第一组线圈元件和所述第二组线圈元件在空间上彼此偏移并且有至少一个线圈元件不是公共的。

[0007] 根据这里作为示例所示和所述的某些说明性实施例，公开了一种磁共振方法，包括：相对于一磁场强度下选定负载的选定敏感区域不对称地定位第一组线圈元件；相对于所述磁场强度下所述选定负载的所述选定敏感区域不对称地定位第二组线圈元件，所述第二组线圈元件相对于所述选定敏感区域的不对称位置与所述第一组线圈元件相对于所述选定敏感区域的不对称位置不同；利用不对称地定位的第一组线圈元件在所述磁场强度下在所述选定负载的所述选定敏感区域中产生磁共振；以及利用以不同方式不对称地定位的第二组线圈元件在所述磁场强度下从所述选定负载的所述选定敏感区域接收磁共振信号。

[0008] 一个优点在于改善了发射和接收敏感区域之间的对应关系。

[0009] 另一个优点在于改善了高磁场下的磁共振。

[0010] 另一个优点在于磁共振线圈在高磁场下具有改善的性能。

[0011] 另一个优点在于更好地靶向磁共振激励和信号接收。

[0012] 在阅读并理解了下述详细描述的基础上，本领域普通技术人员将认识到本发明的更多优点。

附图说明

[0013] 在下文中将参考附图基于下述实施例以示例的方式详细描述这些和其他方面，其中：

[0014] 图 1 图解示出了磁共振扫描器系统；

[0015] 图 2 图解示出了用于图 1 的系统中的包括两个表面线圈元件的磁共振线圈。线圈沿着主磁场 B_0 的方向（z 轴）对准；

[0016] 图 3 针对加载了均匀圆柱体对象的图 2 的线圈绘示了中央横向切片中的正交发射 $|B_1^+|$ 场（左手侧）和正交接收 $|B_1^-|$ 场（右手侧）的有限差分时段（FDTD）建模结果。更高的 B_1 场强被绘示为比更低的 B_1 场强更亮。

[0017] 图 4 图解示出了包括三个表面线圈元件的磁共振线圈。线圈沿着主磁场 B_0 的方向（z 轴）对准；

[0018] 图 5 图解示出了发射 / 接收选择框，用于在操作图 4 的三元件线圈中使用不同的线圈元件（环路）进行发射和接收阶段；

[0019] 图 6 针对加载了图 2 的负载并由图 5 的选择框操作的图 4 的线圈绘示了中央横向切片中的发射 $|B_1^+|$ 场（左手侧）和接收 $|B_1^-|$ 场（右手侧）的 FDTD 建模结果。更高的 B_1 场强被绘示为比更低的 B_1 场强更亮；以及

[0020] 图 7 图解示出了磁共振线圈和用于操作线圈的单个发射 / 接收通道，其具有插入的发射 / 接收开关盒，该开关盒被配置成操作线圈，从而使用第一子组线圈元件进行发射阶段，使用第二子组线圈元件进行接收阶段。

具体实施方式

[0021] 参考图 1，磁共振扫描器 10 包括主磁体 12，主磁体 12 在检查区域 14 中产生静 (B_0)

磁场,在检查区域中设置受试者 16(图 1 中的虚线所示),静磁场的场方向与轴或“z”方向(图 1 所示)平行或反平行取向。图示的磁共振扫描器 10 是水平腔型扫描器,以横截面示出以露出选定部件;不过,也可以使用其他类型的磁共振扫描器。磁共振扫描器 10 是高场扫描器,其中,主磁体 12 在检查区域 14 中以大于 3 特斯拉的磁场强度产生静主磁场(也称为 B_0 磁场),在一些实施例中,该磁场强度大于或大约为 5 特斯拉。在一些实施例中,主磁体 12 在检查区域 14 中以 7 特斯拉的磁场强度产生静 (B_0) 磁场。也可预期更高的磁场强度。

[0022] 磁共振扫描器 10 还包括磁场梯度线圈 18,其在静 (B_0) 磁场上叠加选定的磁场梯度以执行各种任务,例如空间限制磁共振激励、空间编码磁共振频率和 / 或相位、损坏磁共振等。任选地,磁共振扫描器可以包括图 1 中未示出的其他元件,例如腔内衬、有源线圈或无源铁磁垫片等。通过将受试者 16 放在可移动的受试者支架 20 上对受试者 16 进行适当准备,然后连同被支撑的受试者 16 一起将支架 20 插入图示位置中以进行磁共振采集。例如,受试者支架 20 可以是垫板或台,其起初设置于与磁共振扫描器 10 邻近的躺椅 22 上,将受试者 16 放在支架 20 上然后从躺椅 22 滑动转移到磁共振扫描器 10 的腔中。

[0023] 继续参考图 1 并进一步参考图 2,在检查区域 14 中的受试者 16 身上或与其一起设置磁共振线圈 30。如图 2 所示,磁共振线圈 30 包括设置于受试者 16 身上的两个表面线圈元件 32、34 以及位于远处的射频屏或屏蔽 36,射频屏或屏蔽可以具有有益效果,例如减小杂散射频干扰、增强在磁共振频率下与受试者的耦合等。图示的线圈元件 32、34 在横向上稍微重叠;不过,在其他实施例中,线圈可以间隔开或精确邻接而无重叠。在图 2 中,以虚线图解示出了射频线圈 30 要耦合的敏感区域 40。在图示的示例中,敏感区域 40 是圆柱形的并大致与表面线圈元件 32、34 的弯曲度相称;不过,也可预期其他形状或取向的感兴趣区域。图示的示例合理地模拟了成年人的下肢。

[0024] 在图 2 的说明性示例中,线圈 30 是有时用在 1.5T 或 3T 下的类型的半体积或部分体积的表面线圈,通常用作只接收线圈,或在 4T 下用作发射 / 接收线圈。线圈由适于人小腿成像或谱分析的两个弯曲的环路线圈元件 32、34 构成。感兴趣核子为 ^1H (在 1.5T 下为 64MHz,在 3T 下为 128MHz,在 7T 下为 298MHz)。为了模拟高磁场下的线圈性能,利用有限差分域 (FDTD) 建模方法模拟线圈 30,其中为线圈加载均匀的 11.4cm 直径的圆柱形体模 ($\sigma = 0.855\text{S/m}$, $\epsilon_r = 80$),以代表在 7 特斯拉 B_0 场中的腿部。在通过 90° 正交发射 / 接收开关盒(未示出)发射和接收期间使用左环路 32 和右环路 34 两者。在 1.5T 或 3T 下,预计线圈阵列会在体模的底部区域中产生较为均匀和对称的 B_1 ,其中自上而下有一些规则的渐变。

[0025] 不过,参考图 3,在 7 特斯拉下,发射 $|B_1^+|$ 场(图 3 的左手侧)和接收 $|B_1^-|$ 场(图 3 的右手侧)显示出很大的不对称不均匀性。用于发射和接收的最高敏感度区域不重叠。如图 3 所示,发射和接收 B_1 强度分布都朝向体模的底部区域偏离中心。更一般地,不均匀性是在选定的 7 特斯拉磁场下选定负载的形状和性质的函数,并且预计在高磁场(例如大于 3 特斯拉)下对于大部分线圈而言都会表现出来。在发射和接收场模拟(分别在图 3 的左手侧和右手侧)中观察到的差异性是一种一般会随着工作频率的增大而恶化的行为。在 3 特斯拉下在身体中已经观察到这一情况,不过在 3 特斯拉下解决这一问题的趋势一般是使用多通道发射或 B_1 匀场法。多通道发射方案往往更为昂贵和复杂。

[0026] 认识到迄今为止一般未修正的这一效应,变得可行的是设计线圈和 / 或线圈激励以降低该效应而没有很大的硬件和软件成本。例如,查看图 3 可以看出,发射敏感区域相对向左旋转,而接收敏感区域相对向右旋转。因此,通过沿逆时针方向物理地旋转线圈元件 32 和 34 一些度数来发射 B_1 激励场,预计能够改善体模底部区域中发射敏感区域的重叠。类似地,通过沿顺时针方向物理地旋转线圈元件 32 和 34 一些度数来接收磁共振,预计能够改善体模底部区域中接收敏感区域的匹配或重叠。在实践中,在 MR 成像时间期间物理地旋转线圈元件 32 和 34 是不现实的。不过,通过向线圈 30 再增加一个线圈元件,通过选择性地将三个线圈元件中的两个(或线圈阵列的另一选定子集)用于每个功能,可以实现物理地旋转线圈元件以进行发射和接收的等价效果。

[0027] 更一般地,由加载有均匀体模 40 的半体积正交阵列线圈 30 的 FDTD 建模展示的不均匀 B_1 场引出了利用线圈元件阵列进行空间选择性发射和空间选择性接收方案的理念。利用适当的 T/R 开关盒来选择 / 失谐发射 / 接收 (T/R) 阵列线圈的元件,其中 T/R 开关盒选择一些或全部线圈元件以在发射阶段期间使用并选择(一般是不同的)一些或全部线圈元件以在接收阶段期间使用。可以使用具有额外的二极管开关电路的常规线性或正交 T/R 开关盒,以便在发射和接收期间有选择地调谐 / 失谐阵列线圈中的选定元件。在一些实施例中,基于对象和表面线圈的几何结构选择选择性激励和接收配置,其中射频 (RF) 幅度和 90° 正交相位是固定的。在其他实施例中,根据线圈的几何结构和 B_1 场优化,可预期除 90° 之外的相位差。任选地,可以调节线圈阵列中的传输线长度以提供 90° 的相位差或另一选定的相位差。

[0028] 参考图 4 和 5,磁共振线圈 50 是部分体积表面线圈,其由被射频屏蔽或屏 58 屏蔽的三个弯曲的环路线圈元件 52、54、56 构成,并由图 5 中图解示出的发射 / 接收开关盒 60 驱动。在这一实施例中,阵列最右侧的两个线圈元件 54、56 以正交模式用于发射阶段,而阵列最左侧的两个线圈元件 52、54 以正交模式用于接收阶段。图 5 的电路使用 -90° 移相器 62 和开关二极管 64 实现这一操作。在所有开关二极管 64 都是 ON(即导通)时,正交地驱动线圈元件 54、56,而断开或操作性地隔离线圈元件 52。这是用于发射阶段的配置。为了确保线圈元件 52 被断开或操作性地隔离,连接传输线长度 65、67 应当是四分之一波长传输线,在二极管导通时它呈现高阻抗。在所有开关二极管 64 都是 OFF(即不导通)时,正交地驱动线圈元件 52、54,而断开或操作性地隔离线圈元件 56。这是用于接收阶段的配置。利用两个线圈元件 54、56 而不用线圈元件 52 进行正交发射的效果是利用向右旋转的两元件阵列发射。利用两个线圈元件 52、54 而不用线圈元件 56 进行正交接收的效果是利用向左旋转的两元件阵列接收。返回参考图 3,能够看出,这些旋转的效果是改善发射和接收敏感区域的相对对准或重叠。

[0029] 参考图 6,三元件线圈 50 的 FDTD 模拟支持了这一结论,并表明通过发射 / 接收开关盒 60 利用单个发射 / 接收通道 66 操作的三元件线圈 50 提供了具有良好相对对准的发射和接收敏感区域,尤其是在最靠近三元件线圈 50 的下方区域中。

[0030] 参考图 7,在总体布置中,可以通过发射 / 接收开关盒 76 将包括两个或更多个线圈元件 72(图 7 的图解说明性示例中为四个线圈元件 72) 的阵列的磁共振线圈 70 有选择地操作性地连接到单个发射 / 接收通道 74,其中发射 / 接收开关盒 76 被配置成在发射阶段期间操作性地连接线圈元件 72 的第一子组 80,在接收阶段期间操作性地连接线圈元件 72

的不同（但可能重叠）的第二子组 82。向开关盒 76 中适当输入线圈元件选择信号 84 以在发射配置和接收配置之间改变配置。例如，信号 84 可以是二值信号（例如，“1”用于发射配置，“0”用于接收配置，反之亦然），或者可以是一组信号，每个信号选择和取消选择每个线圈元件 72。通常相对于发射敏感区域不对称地定位线圈元件的发射子组 80，并且类似地，相对于接收敏感区域不对称地定位线圈元件的接收子组 82。选择子组 80、82，使得发射和接收敏感区域基本类似。例如，可以通过至少使用于发射和接收的最高敏感度区域在空间上重叠来满足“基本类似”。这是通过识别和适应于激励或接收的线圈元件和它们相应的发射和接收敏感区域之间的不对称性来完成的。结果，用于发射的第一子组线圈元件和用于接收的第二子组线圈元件被相对于彼此不对称地定位，以便提供基本类似的发射和接收感兴趣区域。在一些实施例中，这一适应的效果在于，发射敏感区域和基本类似的接收敏感区域均被相对于线圈元件的第一和第二子组 80、82 的联合体基本对称地定位。类似地，在一些实施例中，有一些既是线圈元件的第一子组 80 又是第二子组 82 的成员的公共线圈，相对于基本类似的发射和接收敏感区域基本对称地定位该组一个或多个公共线圈元件。例如，在图 4 的三元件线圈 50 中，相对于如图 6 的 FDTD 模拟所示的基本类似的发射和接收敏感区域基本对称地定位公共线圈元件 54。

[0031] 在适应不对称性时，线圈元件的第一组 80 和线圈元件的第二组 82 彼此在空间上偏移，并且至少有一个线圈元件不是公共的。在一些实施例中，例如在图 4 的说明性实施例中，第一子组线圈元件包括线圈元件 54、56，第二子组线圈元件包括线圈元件 52、54，两个子组有一个或多个公共的线圈元件（即图 4 的示例中的线圈元件 54）。在其他实施例中，两个子组可以没有公共线圈元件。

[0032] 在大于 3 特斯拉或更突出地大于 5 特斯拉或更突出地大于 7 特斯拉的磁场强度下，发射 $|B_1^+|$ 和接收 $|B_1^-|$ 分布样式受到成像对象或受试者施加的负载的很大影响。结果，发射和接收 B_1 分布通常不均匀或对称，并且（如这里所示）在将相同线圈元件用于两个阶段时，其对于发射和接收阶段而言通常是不同的。因此，在这里公开了将线圈元件的不对称选择分别用于发射和接收阶段，这具有令人惊喜的结果：通过适当选择不同的发射和接收线圈元件子组，在特定磁场强度下对于给定负载可以使发射和接收敏感区域基本类似。对于为特定解剖成像设计的特定阵列线圈，可以基于 B_1 映射测量或数值计算做出发射和接收线圈元件子组的选择，以确定将哪些元件用于发射而哪些元件用于接收。此外，可以使用这种映射或数值计算来调节或优化个体线圈元件的位置，以进一步增强发射和接收敏感区域的基本类似性。类似地，在采用正交激励和接收的实施例中，出于这一目的，可以调节标称正交操作的相移。

[0033] 在所说明的实施例中，线圈元件被示为单环路表面线圈元件。更一般地，线圈元件可以是单环路表面线圈元件、多环路表面线圈元件、调谐轴向带状表面线圈元件、其他类型的线圈元件或其各种组合。此外，线圈阵列可以由在轴向上邻近的线圈组构成，以增大对选定解剖结构的覆盖。例如，可以沿轴向复制图 4 中示出的线圈，以创建两个这样的线圈，基于感兴趣区域有选择地选择这两个线圈。通过这种方式，可以获得更大的解剖覆盖。尽管所说明的实施例采用的是表面线圈，但类似地，预计线圈元件的其他非体积阵列在作为单元被操作时也表现出发射和接收敏感区域的不对称性，并能够类似地通过增加发射 / 接收开关盒来加以改善，该发射 / 接收开关盒选择不同子组的线圈元件用于发射和接收，以便

提供基本类似的发射和接收敏感区域。在所说明的实施例中,将单个发射 / 接收通道操作性地连接至用于正交发射或接收的线圈。不过,也可预期线性操作性连接或其他电连接,或者可以分离地布置发射和接收通道。

[0034] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读并理解了前述详细描述的基础上,本领域技术人员可以想到修改和变化。意在将本发明解释为包括落在随附的权利要求及其等同物的范围内的所有此类修改和变化。在权利要求中,置于括号内的任何附图标记不应被解释为限制权利要求。“包括”一词不排除存在权利要求列举的元件或步骤之外的元件或步骤。元件前的单数冠词不排除存在复数个这样的元件。可以利用包括几个分立元件的硬件,也可以利用适当编程的计算机实现所公开的方法。在列举了几个装置的系统权利要求中,可以由计算机可读软件或硬件的一项或相同项体现这些装置中的几个。在互不相同的从属权利要求中陈述某些措施的事实并不表示不能有利地采用这些措施的组合。

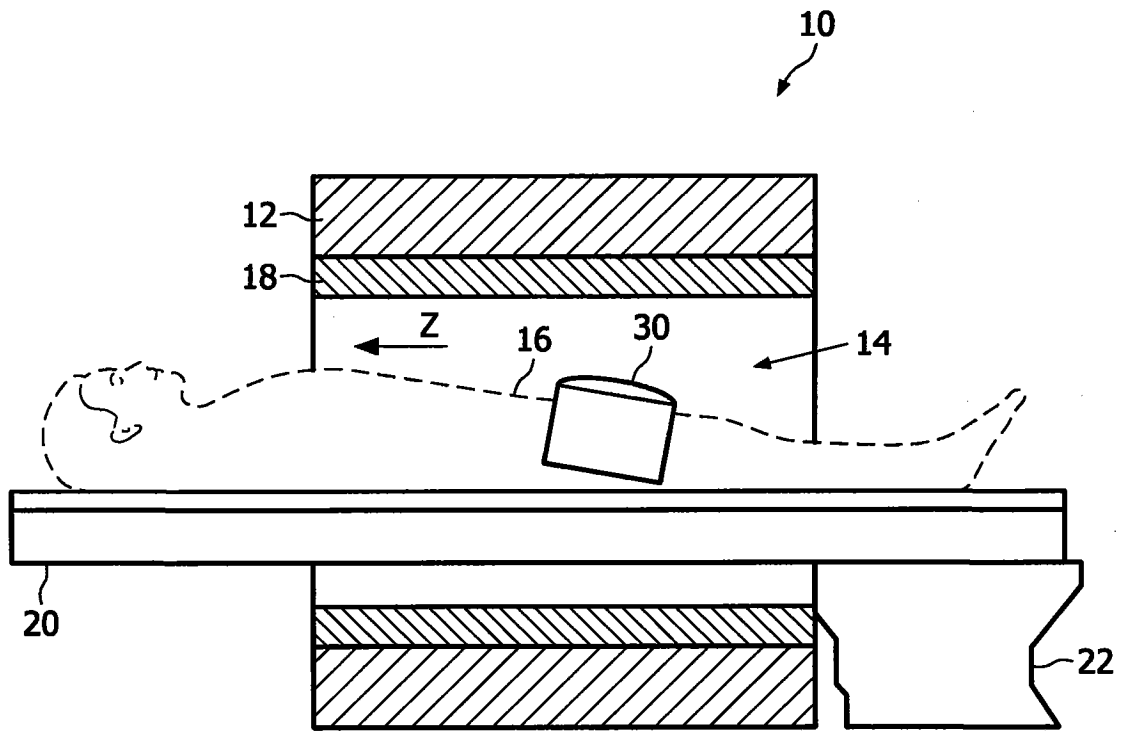


图 1

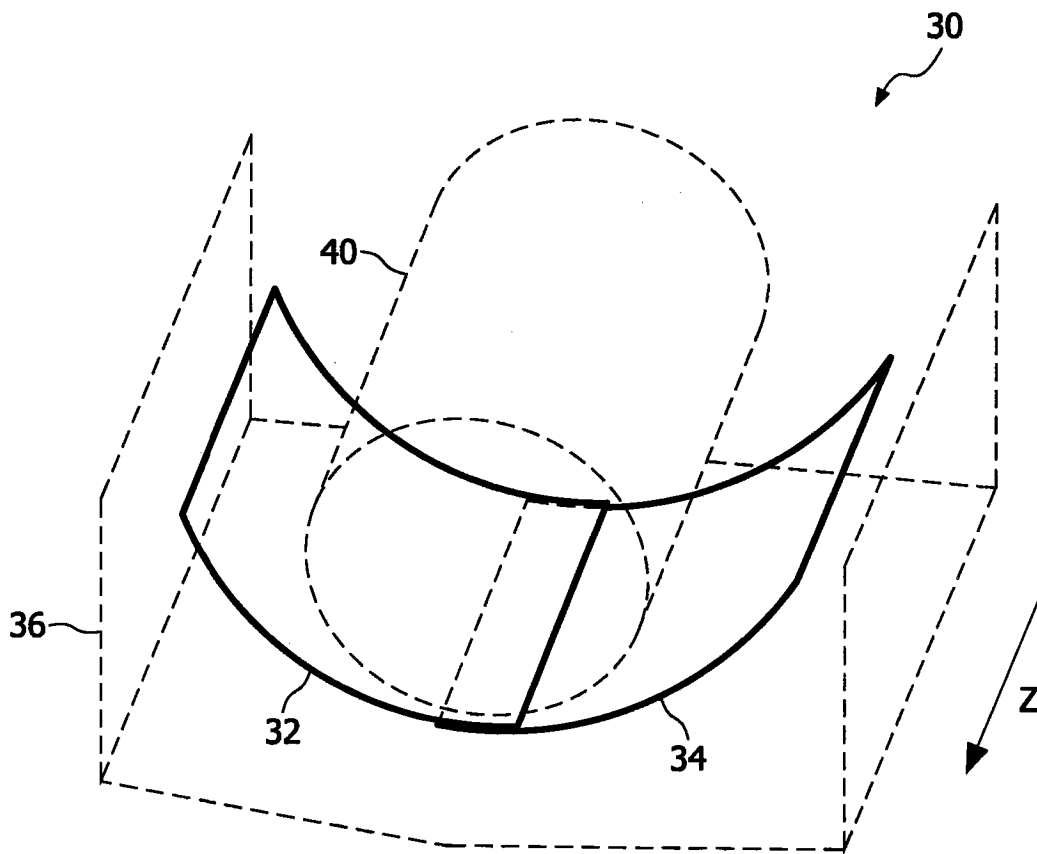


图 2

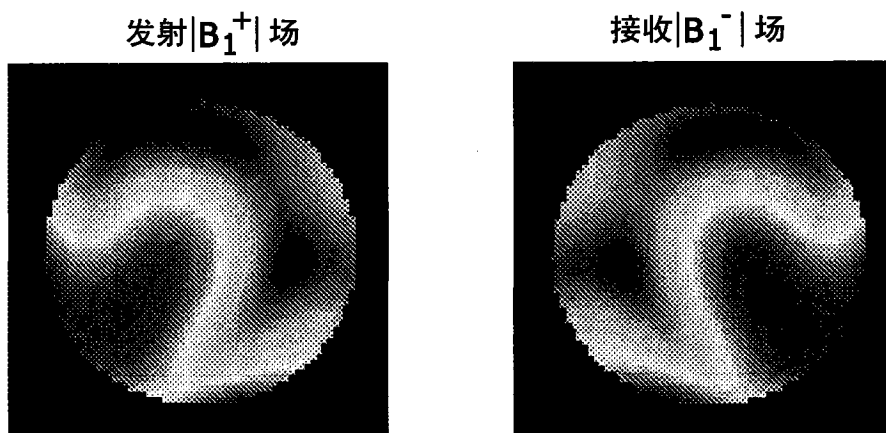


图 3

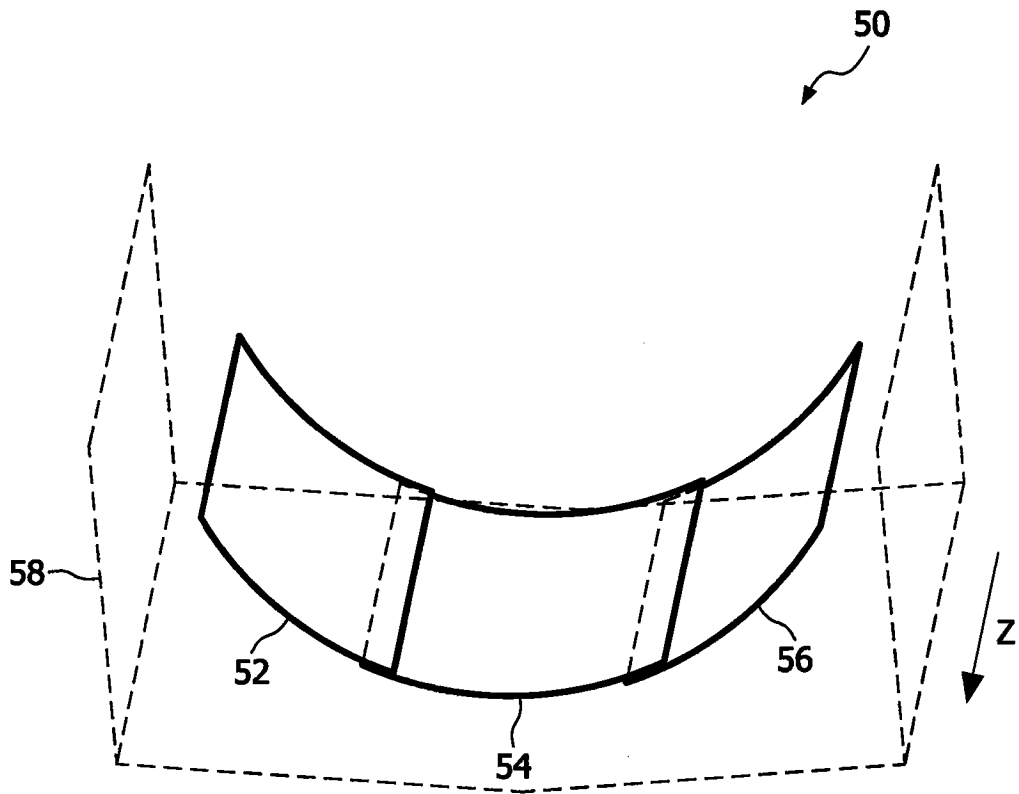


图 4

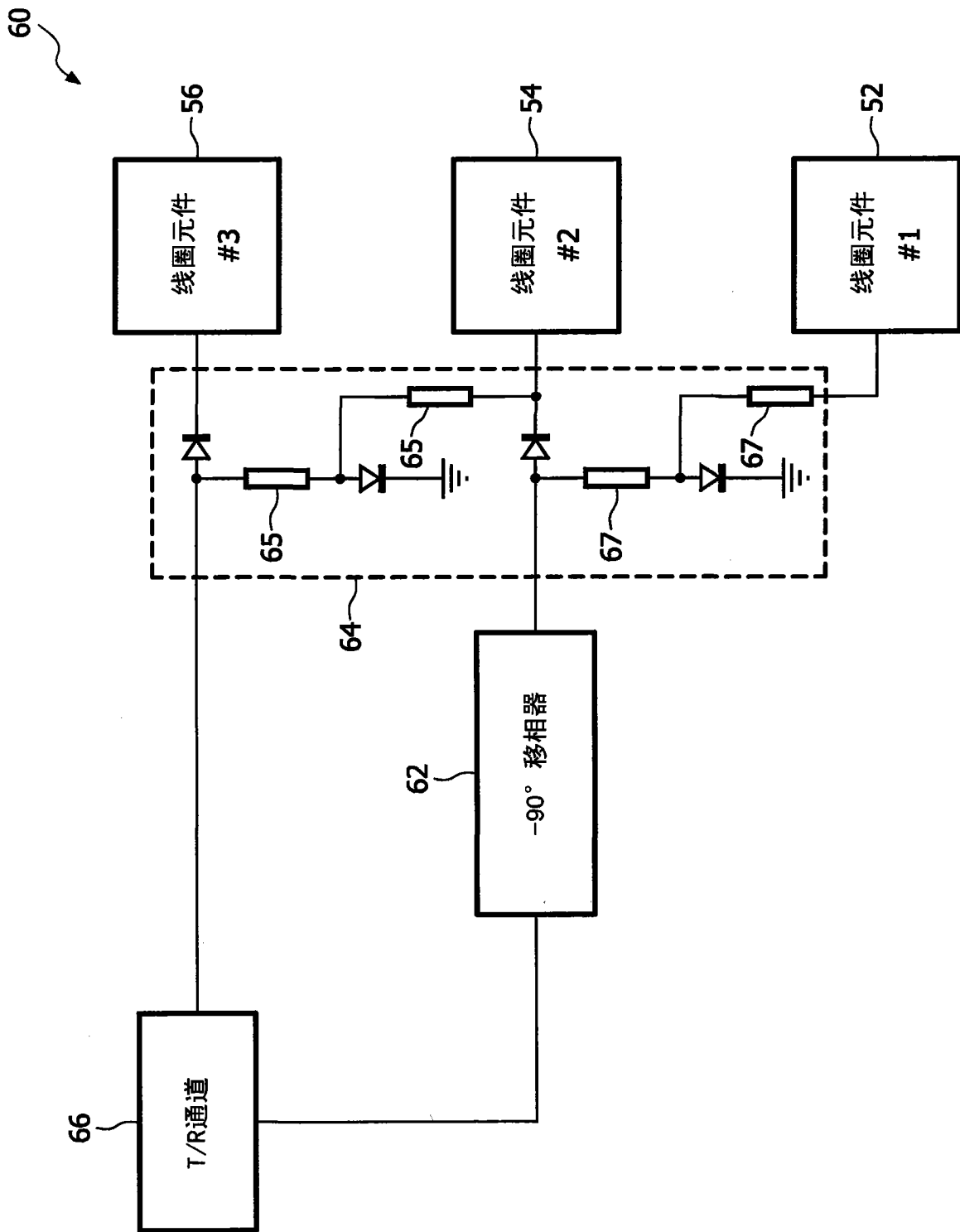


图 5

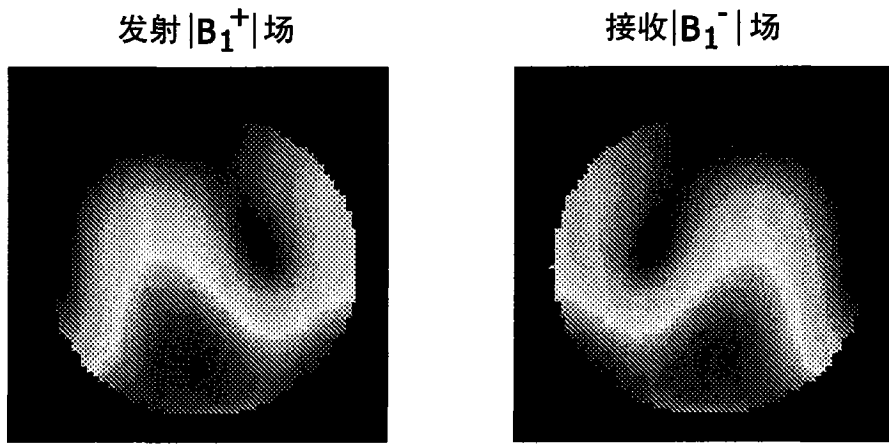


图 6

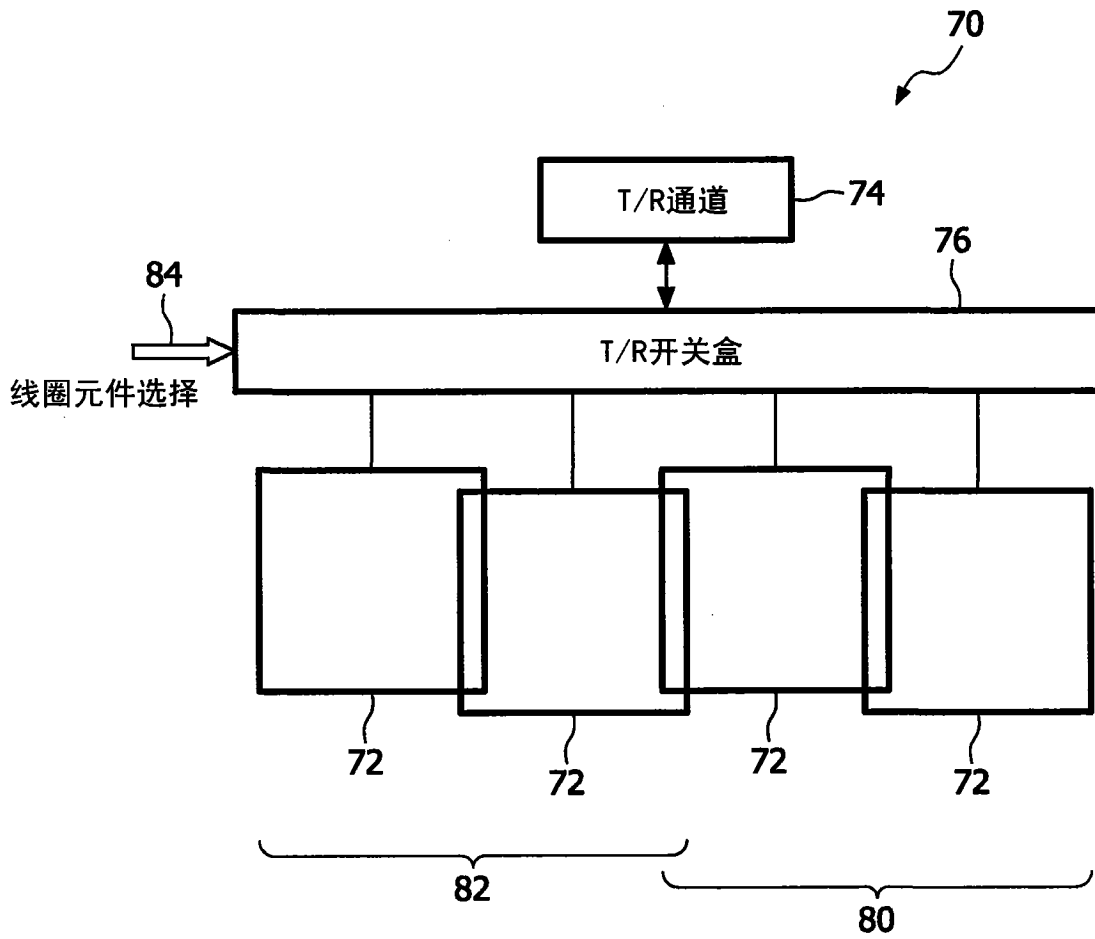


图 7