



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104755950 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201380055779. 0

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2013. 10. 14

代理人 李光颖 王英

(30) 优先权数据

61/718, 219 2012. 10. 25 US

(51) Int. Cl.

G01R 33/34(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01R 33/36(2006. 01)

2015. 04. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/059335 2013. 10. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/064573 EN 2014. 05. 01

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 C·洛斯勒 J·H·维尔贝恩

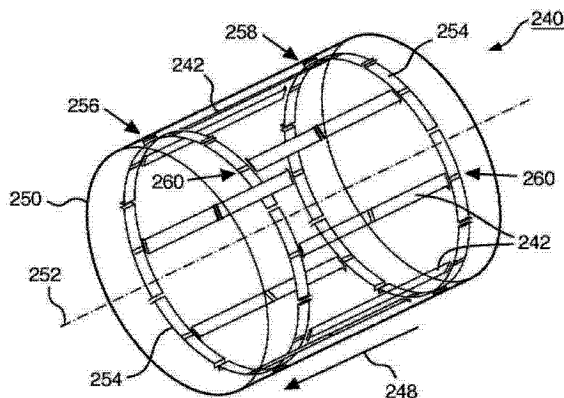
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

在磁共振 (MR) 成像系统中使用的具有单独控制的环形构件和横档的射频 (RF) 鸟笼式线圈

(57) 摘要

一种用于将 RF 场施加到磁共振 (MR) 成像系统 (10) 的检查空间 (16) 的射频 (RF) 天线设备 (40), 所述 RF 天线设备 (40) 包括: 多个横档 (42、44), 其被沿着虚拟圆柱体 (50) 的外面基本平行地并且以在方位角上基本均等地间隔开的关系进行布置, 所述虚拟圆柱体 (50) 具有平行于所述主延伸方向 (48) 行进的圆柱体轴 (52); 至少一个横向天线构件 (54), 其被电磁地耦合到所述多个横档 (42、44) 中的至少一个横档 (42、44), 其中, 所述至少一个横向天线构件 (54) 被布置在基本垂直于所述多个横档 (42、44) 的所述主延伸方向 (48) 的平面内; 以及多个 RF 电路 (62、64、66), 其中, 至少一个 RF 电路 (62、64、66) 被提供用于所述多个横档 (42、44) 中的每个横档 (42、44), 以相互去耦并且独立地馈送入 RF 功率, 并且被提供用于所述至少一个横向天线构件 (54), 以独立地馈送入 RF 功率。



1. 一种用于将 RF 场施加到磁共振 (MR) 成像系统 (10) 的检查空间 (16) 的射频 (RF) 天线设备 (40), 所述 RF 天线设备 (40) 包括:

由导电材料制成的多个横档 (42、44), 其中, 所述多个横档 (42、44) 中的每个横档 (42、44) 具有主延伸方向 (48), 并且其中, 在操作状态下, 所述多个横档 (42、44) 的所述主延伸方向 (48) 被沿着虚拟圆柱体 (50) 的外面基本平行地并且以在方位角上基本均等地间隔开的关系进行布置, 所述虚拟圆柱体 (50) 具有平行于所述主延伸方向 (48) 行进的圆柱体轴 (52);

由导电材料制成的至少一个横向天线构件 (54), 其被电磁地耦合到所述多个横档 (42、44) 中的至少一个横档 (42、44), 其中, 在所述操作状态下, 所述至少一个横向天线构件 (54) 被布置在基本垂直于所述多个横档 (42、44) 的所述主延伸方向 (48) 的平面内; 以及

多个 RF 电路 (62、64、66), 其中, 所述多个 RF 电路 (62、64、66) 中的至少一个 RF 电路 (62、64、66) 被提供用于所述多个横档 (42、44) 中的每个横档 (42、44), 以相互去耦并且独立地馈送入 RF 功率, 并且被提供用于所述至少一个横向天线构件 (54), 以独立地馈送入 RF 功率。

2. 根据权利要求 1 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述多个横档 (42、44) 中的至少一个横档 (44) 被分为至少两个横档元件 (46), 所述至少两个横档元件 (46) 沿所述横档 (44) 的所述主延伸方向 (48) 串联对齐。

3. 根据权利要求 1 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述至少一个横向天线构件 (54) 具有基本圆形的形状。

4. 根据权利要求 1 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 包括至少两个横向天线构件 (54), 所述至少两个横向天线构件 (54) 在位于所述平面中的虚拟圆形线上基本对齐。

5. 根据权利要求 1 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 包括多个横向天线构件 (54)。

6. 根据权利要求 5 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述多个横向天线构件 (54) 被布置为沿着至少两个虚拟圆形线对齐, 每个虚拟圆形线位于平面中, 其中, 所述平面沿所述主延伸方向 (48) 以间隔开的方式被平行地布置。

7. 根据前述权利要求中的任一项所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述多个横档 (42、44) 中的横档 (42、44) 的数量等于被布置在平面内或所述平面中的一个内的横向天线构件 (54) 的数量。

8. 根据权利要求 7 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述多个横档 (42、44) 中的每个横档 (42、44) 被从布置在一个平面内或所述平面中的一个内的所述横向天线构件 (54) 中的一个电磁地去耦, 并且所述横向天线构件 (54) 中的每个被从所述多个横档 (42、44) 中的一个横档 (42、44) 电磁地去耦。

9. 根据权利要求 8 所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述多个横档 (42、44) 中的每个横档 (42、44) 到被布置在一个平面内或所述平面中的一个内的所述横向天线构件 (54) 中的一个之间的去耦位置 (60), 以及所述横向天线构件 (54) 中的每个到所述多个横档 (42、44) 中的一个横档 (42、44) 之间的去耦位置 (60) 被提供在各自的横向天线构件 (54) 的中心部分以及各自的横档 (42、44) 的末端部分处。

10. 根据前述权利要求中的任一项所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述多个 RF

电路 (62、64、66) 中的所述 RF 电路 (62、64、66) 中的每个包括至少一个 RF 源 (72), 所述至少一个 RF 源被提供用于将 RF 功率施加到以下中的至少一个: 所述多个横档 (42、44) 中的横档 (42、44) 或所述至少一个横向天线构件 (54)。

11. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 还包括单个 RF 源 (72) 和至少一个 RF 功率分配器 (74), 其中, 所述单个 RF 源 (72) 被提供用于经由所述至少一个 RF 功率分配器 (74) 独立地向所述多个横档 (42、44) 并向至少一个横向天线构件 (54) 馈送 RF 功率。

12. 根据前述权利要求中的任一项所述的射频 (RF) 天线设备 (40), 其中, 所述横档 (42、44) 和所述横向天线构件 (54) 被设计为 TEM 型共振器条带。

13. 一种磁共振 (MR) 成像系统 (10), 包括:

主磁体 (14), 其用于生成基本静态的磁场;

磁梯度线圈系统 (22), 其用于生成重叠到所述静态的磁场的梯度磁场;

检查空间 (16), 其被提供为将感兴趣对象 (20) 定位在内;

根据权利要求 1 至 12 中的任一项所述的至少一个 RF 天线设备 (40), 所述至少一个 RF 天线设备被提供用于将 RF 场施加到所述检查空间 (16), 以激励所述感兴趣对象 (20) 的原子核。

在磁共振 (MR) 成像系统中使用的具有单独控制的环形构件和横档的射频 (RF) 鸟笼式线圈

技术领域

[0001] 本发明涉及用于将 RF 场施加到磁共振 (MR) 成像系统的检查空间的射频 (RF) 天线设备,以及采用至少一个这样的 RF 天线设备的 MR 成像系统。

背景技术

[0002] 在磁共振 (MR) 成像的领域中,并且具体在多源发射 MR 成像应用的领域中,已知特别地使用两种类型的退化射频 (RF) 线圈作为用于激励感兴趣对象 (通常为病人) 内的核自旋并且检测来自所述核自旋的信号的天线。这些天线、鸟笼式线圈和横向电磁 (TEM) 线圈被广泛用于甚高频 RF 带 (VHF) 中的 MR 成像,并且被引入商用的 3T 全身 MR 成像扫描器。鸟笼式线圈具有多个导体横档,所述多个导体横档被围绕 MR 成像扫描器的检查区域行布置,平行与主磁场方向延伸。由于感兴趣对象的独立介电载荷,线圈需要独立的 RF 电源来提供可接受的临床图像品质。

[0003] 退化鸟笼式线圈由横档和环形构件形成的独立环组成。环形构件和横档被正交地布置并且自然地耦¹⁾。在这些环中流动的 RF 电流可以被控制,但是相互耦合可能导致高带内 RF 功耗,尤其是在通道数量增加的情况下。

[0004] 在出现低功率多通道 RF 放大器的情况下,发射通道的总数量不再受成本限制。高数量分布的 RF 放大器可以为体线圈供应高数量的输入端口,以满足增加的对高场临床应用的要求。

[0005] 文件 EP 1279968 A2 描述了在横档中具有独立控制的 RF 电流的体线圈的范例,这实现了在感兴趣对象的介电载荷存在的情况下出于均匀性的目的来改变鸟笼式线圈的 RF 场样式 (“RF 匀场”)。期望避免环形构件中的

¹⁾ cf. Hayes C, Edelstein W, Schenck J, Mueller O, Eash M.: *An efficient, highly homogeneous radiofrequency coil for whole-body NMR imaging at 1.5 T*, J Magn Reson 1985;63:622-628, 或 Tropp J.: *The theory of the bird-cage resonator*, J Magn Reson 1989;82:51-62.

RF 电流与横档中的 RF 电流的高比值,所述高比值可能引起环形构件中的过多电流和需要特别注意的感兴趣对象的高比吸收率 (SAR)。另外,还期望扩大针对这种类型的 RF 线圈的 RF 匀场 (shimming) 的范围。

发明内容

[0006] 因此,本发明的目的是提供一种射频 (RF) 天线设备,所述射频 (RF) 天线设备用于将 RF 场施加到磁共振 (MR) 成像系统的检查空间而不发生过多的 RF 电流,具有经改进的 SAR 控制,并且具有经改进的 RF 匀场选项。

[0007] 在本发明的一个方面中,所述目的是通过所述 RF 天线设备来实现的,所述 RF 天线设备包括:

[0008] 由导电材料制成的多个横档,其中,所述多个横档中的每个横档具有主延伸方向,并且其中,在操作状态下,所述多个横档的所述主延伸方向被沿着虚拟圆柱体的外面基本平行地并且以在方位角上基本均等地间隔开的关系进行布置,所述虚拟圆柱体具有平行于所述主延伸方向行进的圆柱体轴;

[0009] 由导电材料制成的至少一个横向天线构件,其被电磁地耦合到所述多个横档中的至少一个横档,其中,在所述操作状态下,所述至少一个横向天线构件被布置在基本垂直于所述多个横档的所述主延伸方向的平面内;以及

[0010] 多个 RF 电路,其中,所述多个 RF 电路中的至少一个 RF 电路被提供用于所述多个横档中的每个横档,以相互去耦并且独立地馈送入 RF 功率,并且被提供用于所述至少一个横向天线构件,以独立地馈送入 RF 功率。

[0011] 如在本申请中所使用的短语“独立地馈送 RF 功率”应当被具体理解为向目标提供 RF 功率,其中,所述 RF 功率的幅度和/或相位独立于被提供给另一目标的 RF 功率的幅度和/或相位。所述虚拟圆柱体优选地具有圆形横截面,但是如椭圆的任何其他横截面也可以是可能的。如在本申请中所使用的短语“RF 电路”应当被具体理解为包括这样的 RF 电路,即所述 RF 电路包括有源 RF 部件、无源 RF 部件以及有源 RF 部件与无源 RF 部件的组合。

[0012] 借此,不仅在所述横档中而且在所述横向天线构件中可以主动地控制 RF 电流的幅度和相位,使得可以避免所述横向天线构件中的过多的电流和高 SAR 率。独立的横档和横向天线构件可以由独立的复合 RF 脉冲来驱动,所述独立的复合 RF 脉冲可以在相位、频率、幅度和时间方面不同。通过范例,由于所述横向天线构件中的过多的电流的局部接收天线(如心脏线圈)的干扰问题可以被解决。此外,可以提供具有 RF 匀场的经扩大的选项和范围的 RF 天线设备。

[0013] 优选地,所述 RF 天线设备被提供为将所述 RF 场施加到所述检查空间以用于在第一次操作时的共振激发,并且被进一步提供用于在不同于所述第一次操作的另一次操作时接收由所述感兴趣对象内的原子核发射的磁共振 RF 能量。换言之,所述 RF 天线设备可以被提供为用作 RF 发射天线以及 RF 接收天线。这可以允许紧凑的设计,并且还允许避免所述 RF 发射天线与所述 RF 接收天线之间的交叉耦合。

[0014] 在本发明的又一方面中,所述多个横档中的所述至少一个横档被分为至少两个横档元件,所述至少两个横档元件沿所述横档的所述主延伸方向串联对齐。这可以有益地提供沿所述横档的所述主延伸方向的 RF 匀场中进一步的自由度。

[0015] 在优选实施例中,所述至少一个横向天线构件具有基本为圆形的形状,所述基本为圆形的形状允许所述横向天线构件的平面中的对称 RF 场样式。

[0016] 在又一优选实施例中,所述 RF 天线设备包括至少两个横向天线构件,所述至少两个横向天线构件在位于所述平面中的虚拟圆形线上基本对齐。由于 RF 功率可以被对立地馈送到所述两个横向天线构件中,所以可以提供甚至更宽的 RF 匀场和 SAR 控制的范围。

[0017] 甚至更大的 RF 匀场和 SAR 控制的范围可以通过提供具有多个横向天线构件的 RF 天线设备来获得。在一个实施例中,所述多个横向天线构件可以在位于所述平面中的一个虚拟圆形线上基本对齐。

[0018] 在又一优选实施例中,所述多个横向天线构件被布置为沿着至少两个虚拟圆形线对齐,每个虚拟圆形线位于平面中,其中,所述平面沿所述主延伸方向以间隔开的方式被平

行地布置。借此,横档中的 RF 电流和横向天线构件中的 RF 电流可以被去耦,允许对 RF 电流幅度的完全控制,由此解决现有技术 MR 体线圈中的过多的环电流的严重问题,并且因此减少 SAR 相关的限制。

[0019] 在本发明的另一方面中,所述多个横档中的横档的数量等于被布置在平面内或所述平面中的一个内的横向天线构件的数量。这可以为沿所述横档的所述主延伸方向和与所述主延伸方向垂直的方向的所述 RF 场的 RF 匀场提供类似的范围。

[0020] 在另一实施例中,所述多个横档中的每个横档被从布置在一个平面内或所述平面中的一个内的所述横向天线构件中的一个电磁地去耦,并且所述横向天线构件中的每个被从所述多个横档中的一个横档电磁地去耦,允许对在由所述 RF 天线设备包围的所述检查空间的部分内基本对称的 RF 场样式的生成和补偿。如在本申请中所使用的短语“从……去耦”应当被具体理解为使得电磁耦合在幅度上衰减至少二分之一,并且优选地衰减至少五分之一。

[0021] 在另一优选实施例中,所述多个横档中的每个横档与被布置在一个平面内或所述平面中的一个内的所述横向天线构件中的一个之间的去耦位置,以及所述横向天线构件中的每个与所述多个横档中的一个横档之间的去耦位置被提供在各自的横向天线构件的中心部分和各自的横档的末端部分处。如在本申请中所使用的短语“中心部分”应当被具体理解为所述横向天线构件包括所述横向天线构件沿主延伸方向的尺寸的三分之一的中心段的部分。同样,如在本申请中所使用的短语“末端部分”应当被具体理解为横档包括沿横档的主延伸方向的横档尺寸的三分之一的端部段的部分。可以这样来完成鸟笼式线圈模式的 RF 场样式,所述鸟笼式线圈模式是以公知的“T 型”构造来配置的,所述“T 型”构造利用横向天线构件中的 RF 电流与横档中的 RF 电流的受控的比而被补偿到完美,防止所述横向天线构件中的过多的 RF 电流。

[0022] 备选地,在另一实施例中,到所述横向天线构件中的两个的所述多个横档中的每个横档与到所述多个横档中的两个横档的所述横向天线构件中的每个之间的电磁耦合的位置被布置在各自的横向天线构件的末端部分和各自的横档的末端部分处。所述横档在两个横向天线构件之间的间隙处在方位角上精确地对齐。由于显而易见的原因,这被称为“C 型”构造。原则上,所述横向天线构件在所述“T 型”构造与所述“C 型”构造之间的任何其他方位角对齐也是可能的。

[0023] 在本发明的另一方面中,所述多个 RF 电路中的所述 RF 电路中的每个包括至少一个 RF 源,所述至少一个 RF 源被提供用于将 RF 功率施加到以下中的至少一个:所述多个横档中的横档或所述至少一个横向天线构件。由此,可以向所述多个横档中的每个横档并且向每个横向天线构件提供对输入 RF 幅度、RF 相位和独立复合 RF 脉冲的灵活控制,允许独立控制的 RF 幅度和相位设定。

[0024] 在本发明的又一方面中,所述 RF 天线设备包括单个 RF 源和至少一个 RF 功率分配器,其中,所述单个 RF 源被提供用于经由所述至少一个 RF 功率分配器独立地向所述多个横档并向至少一个横向天线构件馈送 RF 功率,由此提供被馈送到所述多个横档中以及到至少一个横向天线构件中的所述 RF 功率的相位与幅度的固定关系。

[0025] 一般来说,若干 RF 源与具有 RF 功率分配器的 RF 源的任何组合都是根据本发明的潜在实施例,在所述若干 RF 源中,所述 RF 源中的每个被提供用于将 RF 功率施加到所述 RF

电路中的一个；在所述具有 RF 功率分配器的 RF 源中，每个 RF 源和 RF 功率分配器被提供用于将 RF 功率独立地馈送到所述多个横档中的至少一个横档中并且馈送到至少一个横向天线构件中。

[0026] 在优选实施例中，所述 RF 天线设备的所述横档和所述横向天线构件被设计为 TEM 型共振器条带。由此，所述 RF 天线设备和相关的 RF 线缆连接可以被以成本效益高的方式实践。

[0027] 本发明的另一目的是提供一种磁共振 (MR) 成像系统，包括：

[0028] 主磁体，其用于生成基本静态的磁场；

[0029] 磁梯度线圈系统，其用于生成重叠到所述静态的磁场的梯度磁场；

[0030] 检查空间，其被提供为将感兴趣对象定位在内；

[0031] 以上公开的 RF 天线设备的实施例中的至少一个，所述 RF 天线设备被提供用于将 RF 场施加到所述检查空间，以激励所述感兴趣对象的原子核。所述 MR 成像系统还应当包括诊断和治疗系统，在所述诊断和治疗系统中 MR 成像系统被用作医学工具（例如 MRI-LINAC、MRI-热疗系统，MR-ET 系统及其他介入设备）的引导。

附图说明

[0032] 参考下文描述的实施例，本发明的这些和其他方面将是显而易见的，并且将参考下文描述的实施例对本发明的这些和其他方面进行说明。然而，这种实施例不一定表示本发明的全部范围，并且因此参考权利要求和本文来解释本发明的范围。

[0033] 在附图中：

[0034] 图 1 是包括根据本发明的射频 (RF) 天线设备的 MR 成像系统的实施例的部分的示意性图示，

[0035] 图 2 是依照图 1 的实施例的 RF 天线设备的 3-D 视图，

[0036] 图 3 是根据本发明的 RF 天线设备的备选实施例的 3-D 视图，

[0037] 图 4 图示了用于操作依照图 3 的实施例的 RF 天线设备的 RF 电路，

[0038] 图 5 图示了根据本发明的备选 RF 天线设备，

[0039] 图 6 图示了根据本发明的又一备选 RF 天线设备，

[0040] 图 7 描绘了根据本发明的第四备选 RF 天线设备，

[0041] 图 8(a) - 图 8(c) 示出了由以各种类型的 RF 电路操作的依照图 3 的 RF 天线设备生成的 RF 场形式的磁场部分，以及

[0042] 图 8(d) - 图 8(f) 图示了用于生成依照图 8(a) - 图 8(c) 的 RF 场样式的磁场部分的 RF 天线设备中的表面电流密度。

[0043] 附图标记列表

[0044] 10 磁共振 (MR) 成像系统

[0045] 12 MR 扫描器

[0046] 14 主磁体

[0047] 16 检查空间

[0048] 18 中心轴

[0049] 20 感兴趣对象

[0050]	22	磁梯度线圈系统
[0051]	24	RF 屏
[0052]	26	MR 成像系统控制单元
[0053]	28	监测单元
[0054]	30	MR 图像重建单元
[0055]	32	控制
[0056]	34	RF 发射器单元
[0057]	36	RF 切换单元
[0058]	38	控制线
[0059]	40	射频 (RF) 天线设备
[0060]	42	横档
[0061]	44	横档
[0062]	46	横档元件
[0063]	48	主延伸方向
[0064]	50	虚拟圆柱体
[0065]	52	圆柱体轴
[0066]	54	横向天线构件
[0067]	56	八个的组
[0068]	58	八个的组
[0069]	60	耦合位置
[0070]	62	RF 电路
[0071]	64	RF 电路
[0072]	66	RF 电路
[0073]	68	数字发射器
[0074]	70	光纤控制线
[0075]	72	RF 源
[0076]	74	RF 功率分配器
[0077]	76	放大器
[0078]	78	阻抗匹配电路
[0079]	80	传输线

具体实施方式

[0080] 该说明书含有本发明的若干实施例。各实施例是参考附图的具体组来描述的,并且通过具体实施例的前置编号来识别。功能在所有实施例中相同或基本相同的特征是通过相关的实施例的前置编号组成的参考编号及其后的附图编号来识别的。

[0081] 图 1 示出了磁共振 (MR) 成像系统 110 的实施例的部分的示意性图示,磁共振 (MR) 成像系统 110 包括 MR 扫描器 112。MR 成像系统 110 包括被提供用于生成基本静态的磁场的主磁体 114。主磁体 114 具有中心孔,所述中心孔为要被定位在内的感兴趣对象 120 (通常为患者) 提供绕中心轴 118 的检查空间 116。原则上,本发明还适用于提供静态的磁场内

的检查区域的任何其他类型的 MR 成像系统。另外, MR 成像系统 110 包括磁梯度线圈系统 122, 磁梯度线圈系统 122 被提供用于生成重叠到静态的磁场的梯度磁场。如本领域中公知的, 磁梯度线圈系统 122 被同心地布置在主磁体 114 的腔内。

[0082] 另外, MR 成像系统 110 包括射频 (RF) 天线设备 140, 射频 (RF) 天线设备 140 被设计为全身线圈, 所述全身线圈被提供用于在 RF 发射阶段期间将 RF 磁场施加到检查空间 116, 以激励感兴趣对象 120 的原子核。RF 天线设备 140 还被提供为在 RF 接收阶段期间接收来自被激励的原子核的 MR 信号。在 MR 成像系统 110 的操作的状态下, RF 发射阶段和 RF 接收阶段以连续的方式进行。RF 天线设备 140 被同心地布置在主磁体 114 的腔内。如本领域中已知的, 圆柱形金属 RF 屏 124 被同心地布置在磁梯度线圈系统 122 与 RF 天线设备 140 之间。

[0083] 此外, 如在本领域中周知的, MR 成像系统 110 包括 MR 图像重建单元 130 和具有监测单元 128 的 MR 成像系统控制单元 26, MR 图像重建单元 130 被提供用于根据采集到的 MR 信号重建 MR 图像, MR 成像系统控制单元 26 被提供为控制 MR 扫描器 112 的功能。控制线 132 被安装在 MR 成像系统控制单元 126 与 RF 发射器单元 134 之间, RF 发射器单元 134 被提供为在 RF 发射阶段期间将 MR 射频的 RF 功率经由 RF 切换单元 136 馈送到 RF 天线设备 140。RF 切换单元 136 进而也受 MR 成像系统控制单元 126 控制, 并且另一控制线 138 被安装在 MR 成像系统控制单元 126 与 RF 切换单元 136 之间, 以服务于该目的。在 RF 接收阶段期间, RF 切换单元 136 将 MR 信号从 RF 天线设备 140 引导到 MR 图像重建单元 130。

[0084] 图 2 是依照图 1 的实施例的 RF 天线设备 140 的 3-D 视图。RF 天线设备 140 包括多个八个横档 142、144, 八个横档 142、144 被设计为由导电材料 (铜) 制成的 TEM 型共振器条带。多个八个横档 142、144 的横档 142、144 中的每个具有主延伸方向 148。横档 144、144' 中的两个均被分为两个横档元件 146、146', 两个横档元件 146、146' 的每个沿各自的横档 144、144' 的主延伸方向 148 串联对齐。

[0085] 在如图 2 所示的操作状态下, 多个八个横档 142、144 的主延伸方向 148 被沿着虚拟圆柱体 150 的外面平行地且以在方位角上均等地间隔开的关系布置, 虚拟圆柱体 150 具有圆形横截面和平行于主延伸方向 148 行进的圆柱体轴 152。相对于 MR 成像扫描器 112, 在操作状态下, RF 天线设备 140 被布置为使得圆柱体轴 152 与 MR 成像扫描器中心轴 118 一致。

[0086] 另外, RF 天线设备 140 包括多个十六个横向天线构件 154。十六个横向天线构件 154 也被设计为由导电材料 (铜) 制成的 TEM 型共振器条带。横向天线构件 154 中的每个沿着延伸方向被均匀地弯曲, 使得共振器条带的中线形成圆的段。多个十六个横向天线构件 154 被布置在八组中的两组 156、158 中。八个横向天线构件 154 的组 156、158 中的每个被布置为使得横向天线构件 154 的中线在虚拟圆形线上对齐。两个虚拟圆形线中的每个位于被相对于多个八个横档 142、144 的主延伸方向 148 垂直布置的平面内。两个平面沿主延伸方向 148 平行并以间隔开的方式布置。

[0087] 通过这种布置, 多个横档 142、144 的横档 142、144 的数量等于被布置在平面内或平面中的一个内的横向天线构件 154 的数量。通过几何形状, 多个横档 142、144 中的每个横档 142、144 被电磁地耦合到被布置在平面中的一个内的横向天线构件 154 中的两个, 并且被布置在平面中的一个内的横向天线构件 154 中的每个被电磁地耦合到多个横档 142、144

中的两个横档 142、144。多个横档 142、144 中的每个横档 142、144 到被布置在平面中的一个内的横向天线构件 154 中的两个之间,以及横向天线构件 154 中的每个到多个横档 142、144 中的两个横档 142、144 之间的电磁耦合的去耦位置 160 被提供在两个各自的横向天线构件 154 的末端部分和各自的横档 142、144 的末端部分处 (“C 型”布置)。出于清楚的原因,在图 2 中仅标记了一个去耦位置 160。如本领域中已知的,可以通过相邻 TEM 结构的交叠、通过采用感应变压器或电容网络来完成各天线构件 154 的去耦。

[0088] 横档 142、144 和横向天线构件 154 的尺寸被设计为提供多个横档 142、144 和多个横向天线构件 154 的开口,所述开口能使人类感兴趣对象 120 被布置在内。

[0089] 图 3 是根据本发明的 RF 天线设备 240 的备选实施例的 3D 视图。RF 天线设备 240 的部件与依照图 2 的实施例的那些相同。相比于这个较早的实施例,在图 3 的布置中,多个横档 242、244 中的每个横档 242、244 到被布置在平面中的一个内的横向天线构件 254 中的一个,以及被布置在平面中的一个内的横向天线构件 254 中的每个到多个横档 242、244 中的一个横档 242、244 的电磁耦合的位置 260 被定位在各自的横向天线构件 254 的中心部分和各自的横档 242、244 的末端部分处 (“T 型”布置)。而且,多个横档 242、244 中的横档 242、244 没有被分开。出于清楚的原因,在图 3 中仅标记了一个耦合位置 260。

[0090] 图 4 图示了用于操作依照图 3 的实施例的 RF 天线设备 240 的 RF 电路 262、264、266。RF 天线设备 240 包括多个二十四四个 RF 电路 262、264、266 (在图 4 中示出了其中的九个)。多个 RF 电路 262、264、266 中的一个 RF 电路 262、264、266 被提供用于多个横档 242、244 中的每个横档 242、244,以相互去耦并且独立地馈送入 RF 功率,以及被提供用于至少一个横向天线构件 254,以独立地馈送入 RF 功率。RF 电路 262、264、266 被相同地设计,并且包括数字发射器 268,数字发射器 268 具有光纤控制线 270、放大器 276 和无源阻抗匹配电路 278。RF 电路 262、264、266 中的一个与横档 242、244 中的一个或横向天线构件 254 中的一个的每个组合表示 RF 发射 / 接收通道和复合 RF 脉冲,所述 RF 发射 / 接收通道能关于 RF 幅度、RF 相位独立控制,所述复合 RF 脉冲相对应相位、幅度、频率和时间是独立的,并且所述复合 RF 脉冲被用在本领域技术人员公知的并行成像技术 (例如 SENSE (敏感性编码)) 中。

[0091] 图 5 图示了根据本发明的备选 RF 天线设备 340。在本文中,第一和第二横向天线构件 354、354' 被设计为具有基本圆形的形状。RF 天线设备 340 包括单个 RF 源 372 和至少一个 RF 功率分配器 374,其中,单个 RF 源 372 被提供用于经由至少一个 RF 功率分配器 374 并且经由每个都包括无源 RF 阻抗电路的 RF 电路 362、364、366 将 RF 功率独立地馈送到多个横档 342、344、馈送到第一横向天线构件 354、并且馈送到第二横向天线构件 354'。由此,提供了被馈送到多个横档 342、344 中并且被馈送到第一横向天线构件 354 和第二横向天线构件 354' 中的 RF 功率的相位和幅度的固定关系。

[0092] 图 6 图示了根据本发明的又一备选 RF 天线设备 440。由于将会变得显而易见的原因,操作如图 6 所示的 RF 天线设备 440 的方式被称为 “鸟笼式兼容模式”。RF 天线设备 440 被操作使得第一组的八个横向天线构件 456、第二组的八个横向天线构件 458 和多个横档 442 被使用三个 RF 功率分配器 474、474'、474'' 来分别驱动,所述三个 RF 功率分配器 474、474'、474'' 每个都由独立的 RF 源 472、472'、472'' 来供应 RF 功率。这种设置可以利用流过横向天线构件 454 的 RF 电流与流过横档 442 的 RF 电流的受控比来模仿完美的鸟

笼式线圈模式。这种模式防止通过横向天线构件 454 的过多的 RF 电流,所述过多的 RF 电流可能出现在完全耦合的鸟笼式共振器中,并且所述过多的 RF 电流是造成高局部 SAR 区域的原因。所述构成因此可以避免在常规鸟笼式线圈中遇到的 SAR 限制。三个独立的 RF 源 472、472'、472'' 经由 RF 功率分配器 474、474'、474'' 并且经由每个都包括无源 RF 阻抗电路的 RF 电路 462、464、466 来提供正确的 RF 相位偏移和 RF 幅度。

[0093] 图 7 图示了根据本发明的又一备选 RF 天线设备 540, RF 天线设备 540 被提供用于使用两个 RF 通道以鸟笼式兼容模式进行操作。两组八个横向天线构件 556、558 经由被定位在 RF 屏 524 的外面的传输线 80 连接,并且由第一 RF 通道利用固定的幅度与相位关系来驱动。多个横档 542 由第二 RF 通道来驱动。

[0094] 图 8(a)–图 8(c) 示出了由依照图 3 的以各种类型的 RF 电路操作的天线设备 240 的实施例生成的 RF 场样式的磁场 (B+) 部分,以图示根据本发明的 RF 天线设备的补偿能力。在这些范例中,RF 天线设备 240 可以被驱动以如 TEM 或鸟笼式线圈或任何期望的中间状态来执行。

[0095] 图 8 图示了 x、z- 平面中的 B+ 场样式 (图 8(a)–图 8(c)) 和针对各种驱动构造的表面 RF 电流 (图 8(d)–图 8(f))。在图 8(d)–图 8(f) 中,阴影与表面电流密度的幅度相对应;阴影越暗,电流密度的幅度越大。空的 RF 天线设备 240 被驱动以模仿鸟笼式行为 (图 8(a)、图 8(d)) 或 TEM (图 8(b)、8(e)) 行为。在最后的范例中,只有横向天线构件 256 的组中的一个被提供有 RF 功率,沿 z 方向产生不对称的场分布 (图 8(c)、图 8(f))。

[0096] 这展示了,相比于常规体线圈,根据本发明的 RF 天线设备 140–540 提供了大大增加的灵活性和 RF 匀场范围。作为另一范例,沿 z 方向的视场的总宽度可以简单地通过在不同的 RF 驱动设定之间切换来改变。备选地,视场的相对位置可以被选择。

[0097] 尽管已经在附图和前文的描述中详细说明并描述了本发明,但这种说明和描述被视为说明性或示范性的,而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践要求保护的本发明时,能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。在权利要求书中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

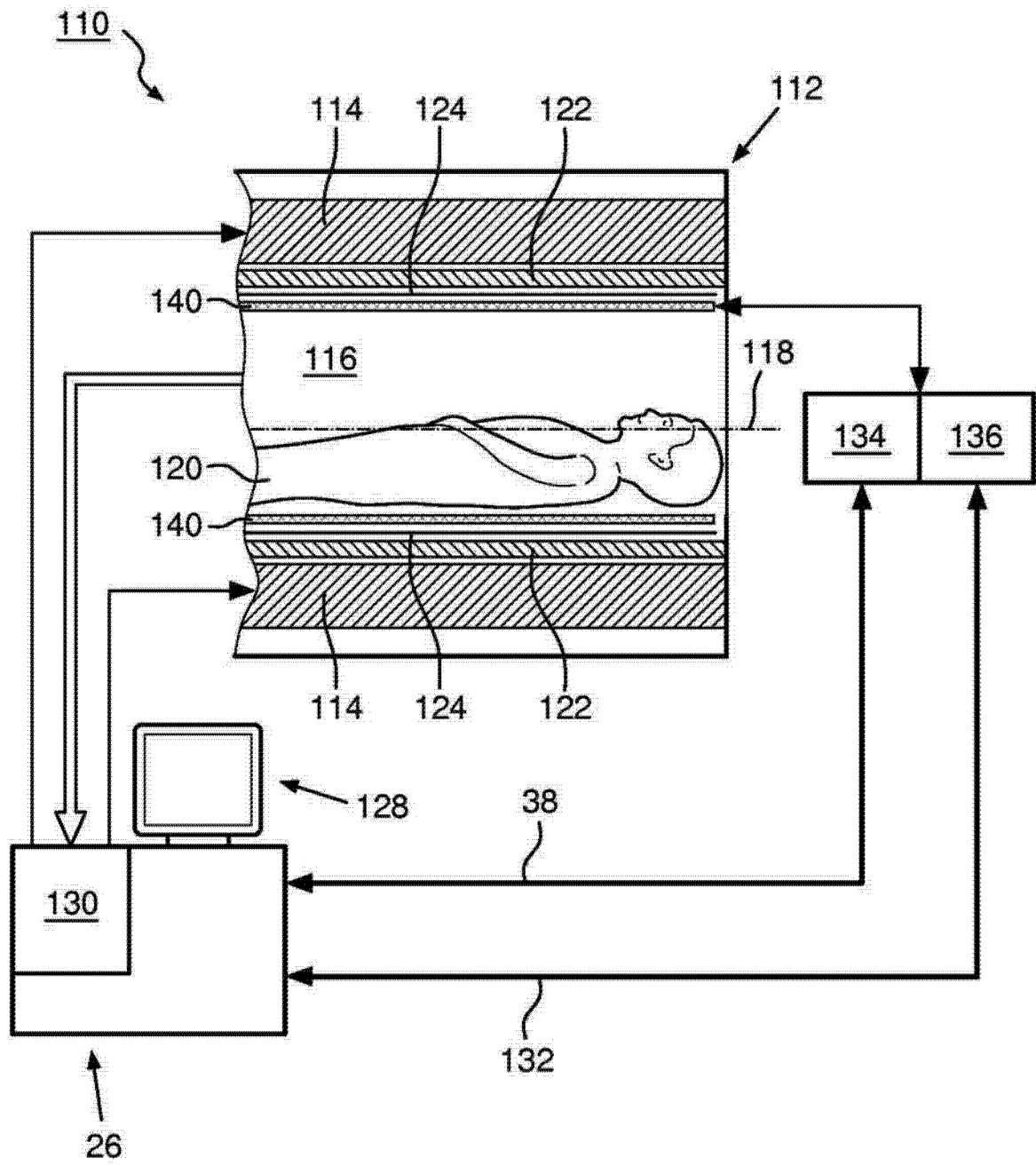


图 1

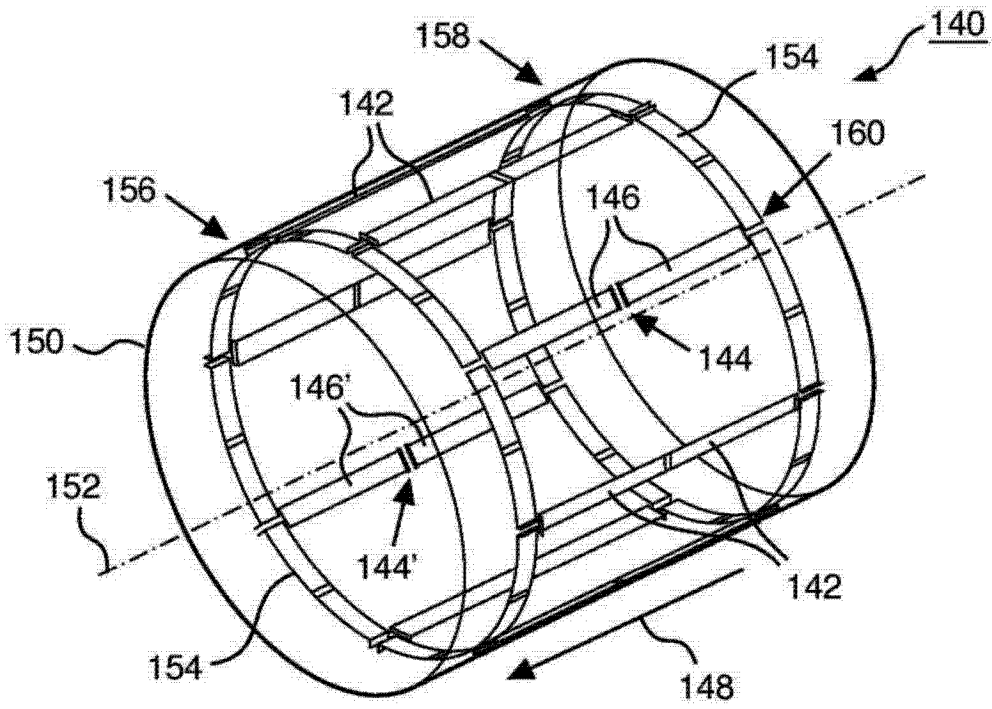


图 2

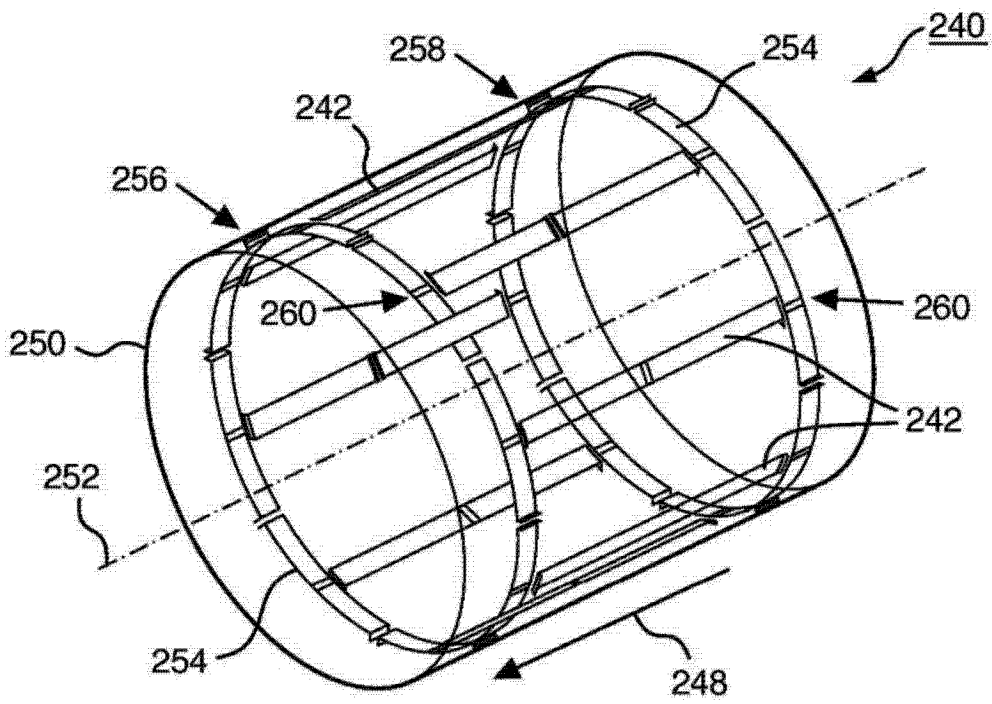


图 3

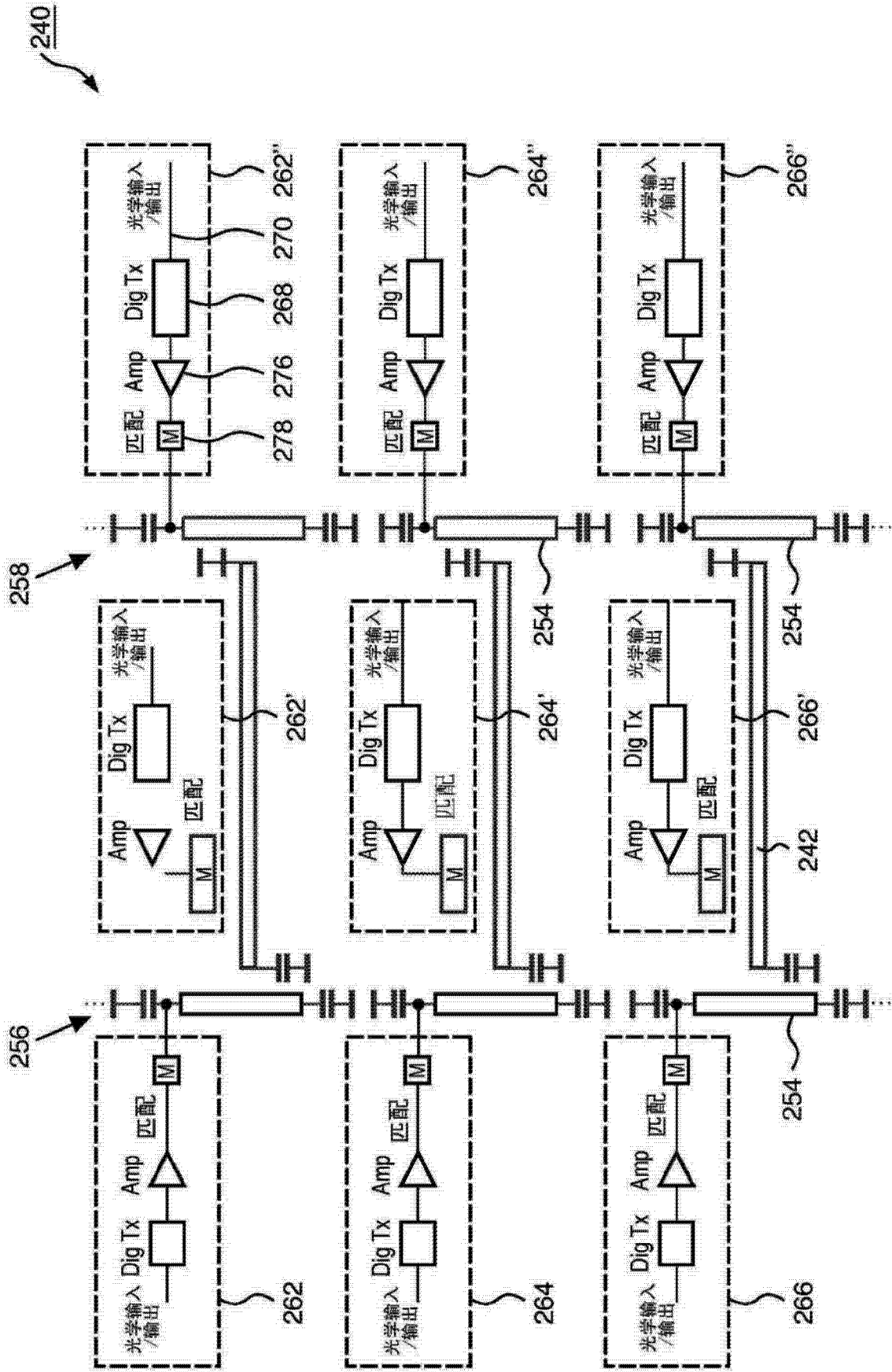


图 4

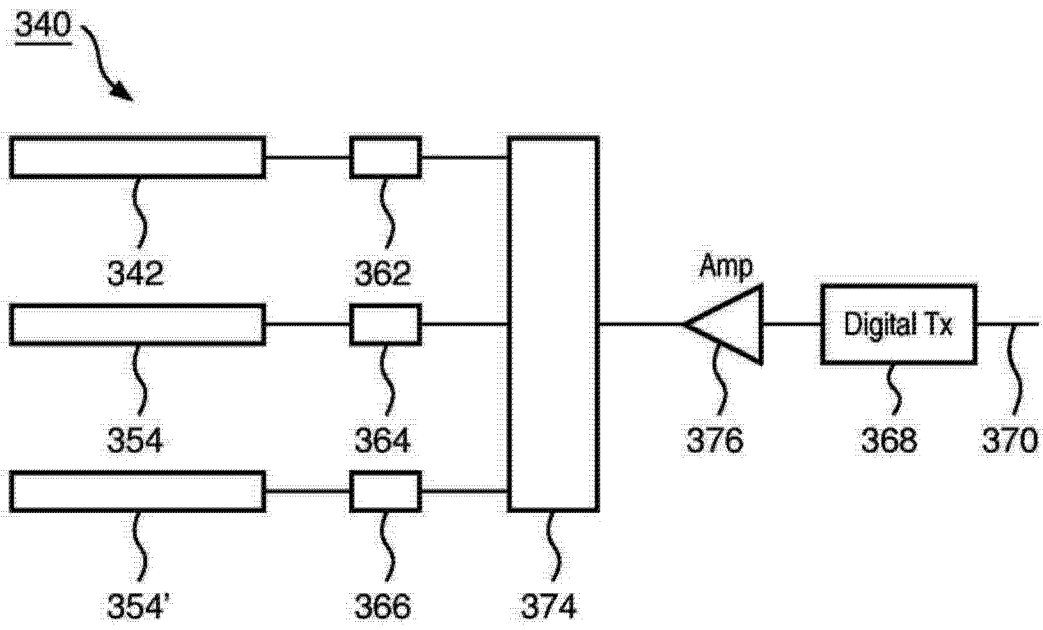


图 5

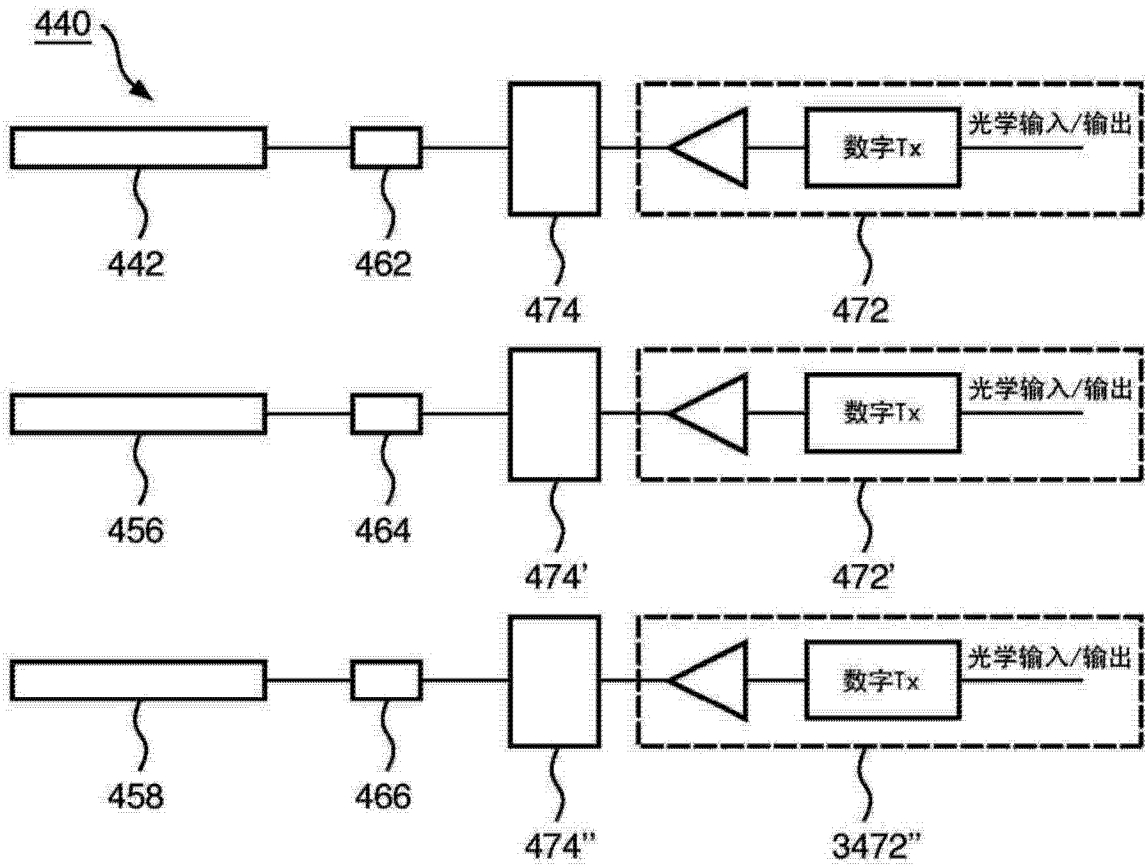


图 6

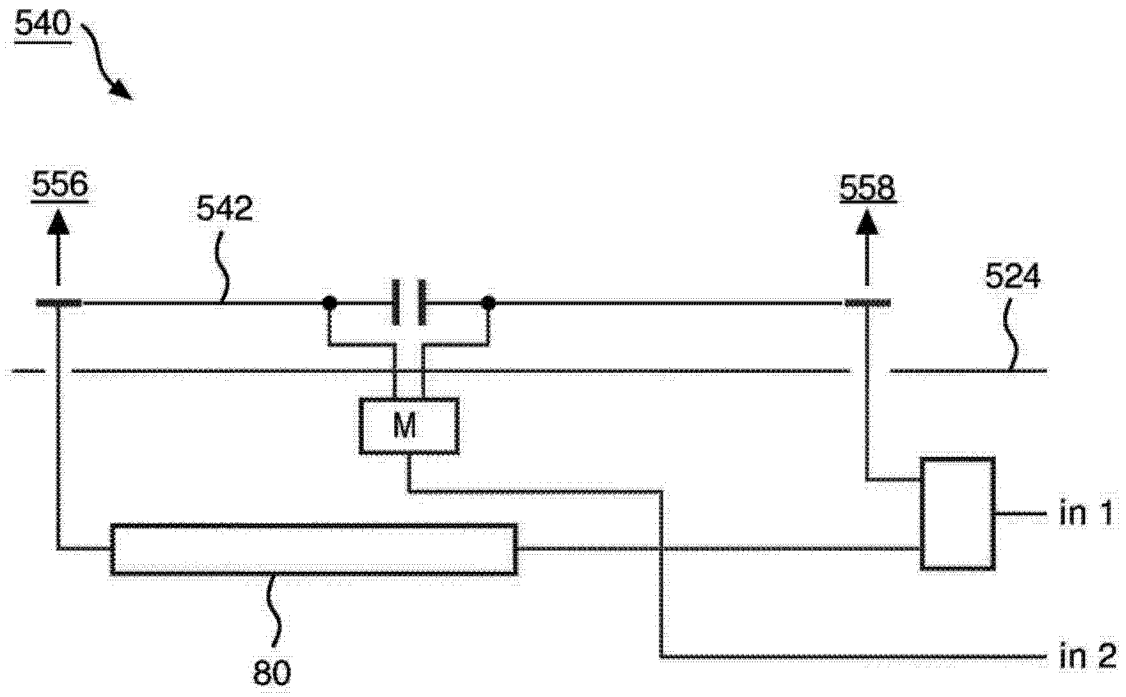


图 7

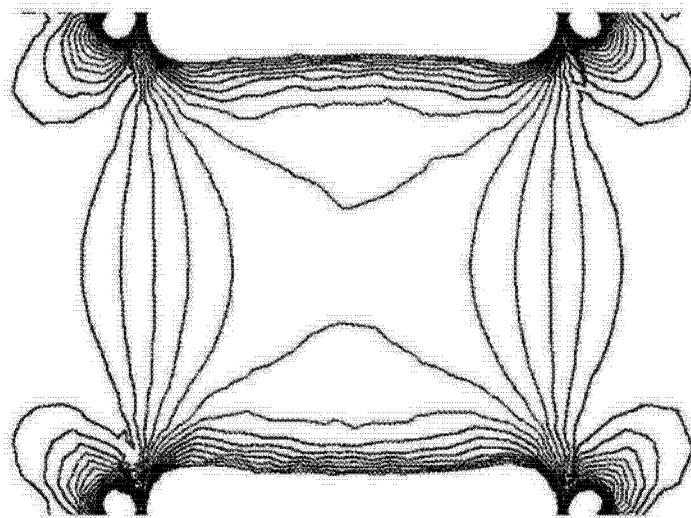


图 8(a)

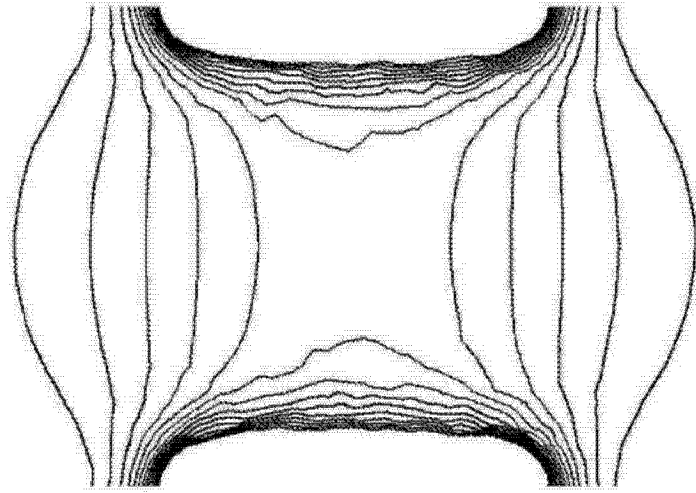


图 8(b)

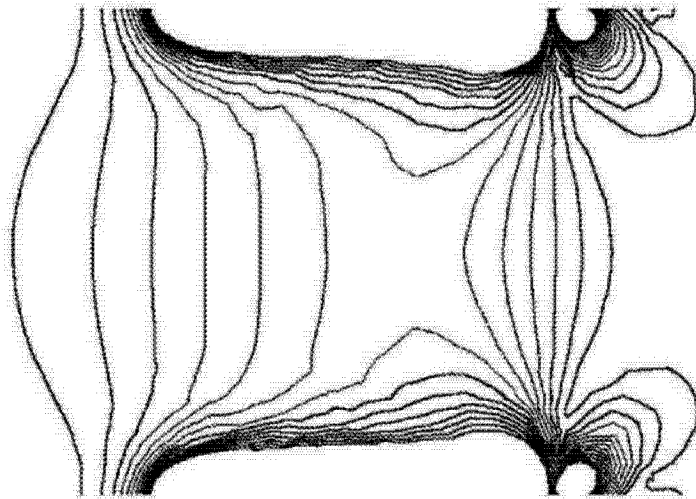


图 8(c)

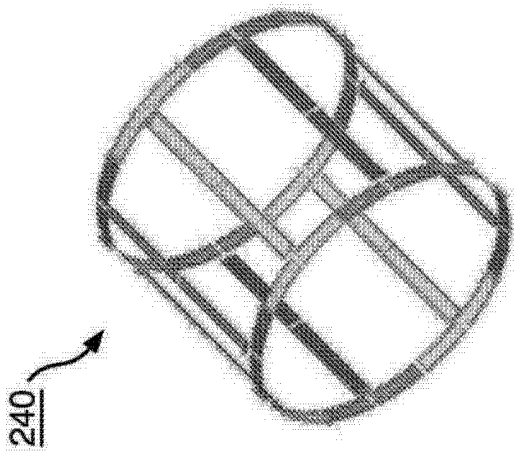


图 8(d)

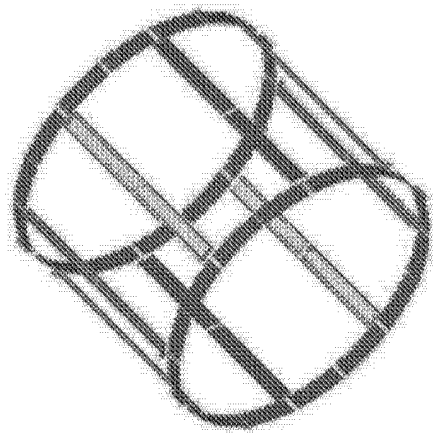


图 8(e)

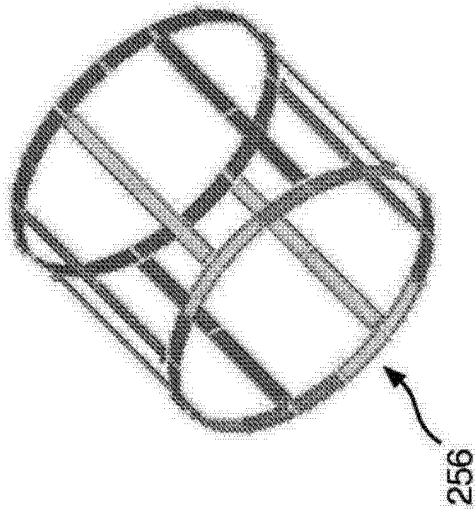


图 8(f)