



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109844555 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 17

(21) 申请号 201780060049.8

(22) 申请日 2017.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109844555 A

(43) 申请公布日 2019.06.04

(30) 优先权数据  
62/401,326 2016.09.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.03.28

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2017/074629 2017.09.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/060332 EN 2018.04.05

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司  
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 T·奥尔蒂斯 A·甘蒂

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

专利代理师 李光颖 王英

(51) Int.Cl.  
G01R 33/36 (2006.01)

(56) 对比文件  
WO 2016001180 A1, 2016.01.07  
US 2013200894 A1, 2013.08.08  
US 2016047869 A1, 2016.02.18  
WO 2015150952 A1, 2015.10.08  
CN 105811797 A, 2016.07.27  
CN 103625283 A, 2014.03.12

审查员 刘颖

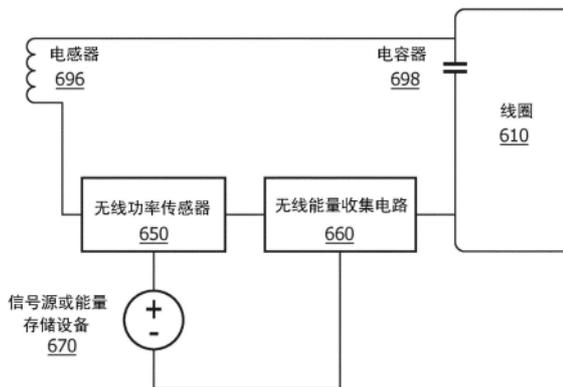
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

无线磁共振能量收集和线圈去谐

(57) 摘要

一种磁共振系统包括无线功率检测传感器和无线能量收集电路。所述无线功率检测传感器检测所述磁共振系统的磁共振发射。所述无线能量收集电路基于所述无线功率检测传感器检测到所述磁共振发射来从所述磁共振发射中收集能量。



1. 一种磁共振系统,其中,所述磁共振系统的一个或多个线圈被配置为递送磁共振发射,所述磁共振系统包括:

无线功率检测传感器,其被配置为检测来自所述磁共振系统的所述一个或多个线圈的所述磁共振发射的功率水平;以及

无线能量收集电路,其被配置为当检测到的所述磁共振发射的功率水平超过指示所述一个或多个线圈处于发射阶段的阈值功率时从所述磁共振发射中收集能量。

2. 根据权利要求1所述的磁共振系统,

其中,所述无线功率检测传感器被配置为检测所述磁共振发射的所述功率水平何时超过所述阈值功率,并且

其中,所述无线功率检测传感器被配置为基于检测到所述磁共振发射达到所述阈值来生成信号并将所述信号发送到所述无线能量收集电路。

3. 根据权利要求2所述的磁共振系统,

其中,所述阈值功率与来自所述磁共振系统的操作脉冲相关,并且

其中,当所述磁共振系统在发射阶段中生成所述操作脉冲时,所述无线能量收集电路从所述磁共振发射中收集能量。

4. 根据权利要求2所述的磁共振系统,

其中,所述阈值功率与来自所述磁共振系统的操作脉冲相关,并且

其中,当所述磁共振系统在接收阶段中不生成所述操作脉冲时,所述无线能量收集电路不从所述磁共振发射中收集能量。

5. 根据权利要求1所述的磁共振系统,还包括:

磁性线圈元件,其被配置为生成用于所述磁共振发射的磁共振功率;以及

去谐电路,其被配置为使用所收集的能量来使所述磁性线圈元件去谐。

6. 根据权利要求5所述的磁共振系统,还包括:

存储设备,其用于存储所收集的能量。

7. 根据权利要求6所述的磁共振系统,

其中,当所述磁共振系统生成由所述无线功率检测传感器检测到的操作脉冲时,所述磁共振系统将所收集的能量存储在所述存储设备中。

8. 根据权利要求7所述的磁共振系统,

其中,当所述磁共振系统不生成操作脉冲时,所述去谐电路和所述无线能量收集电路两者都被关闭。

9. 根据权利要求5所述的磁共振系统,

其中,来自所收集的能量的能量由所述去谐电路使用以在生成所述磁共振功率时在单个连续时段内使所述磁性线圈元件去谐。

10. 根据权利要求1所述的磁共振系统,

其中,所述磁共振系统被配置为检测所述无线能量收集电路收集能量的速率并将检测到的速率与预定阈值进行比较,并且

其中,所述磁共振系统被配置为当所述检测到的速率超过所述预定阈值时停止磁共振发射。

11. 根据权利要求5所述的磁共振系统,

其中,所述去谐电路包括开关,

其中,所述磁共振系统检测所述去谐电路中的所述开关何时指示短路和开路中的一个,并且

其中,所述磁共振系统被配置为基于检测到短路或开路来停止磁共振发射。

12. 一种用于磁共振系统的操作方法,其中,所述磁共振系统的一个或多个线圈被配置为递送磁共振发射,所述方法包括:

由无线功率检测传感器检测来自所述磁共振系统的所述一个或多个线圈的所述磁共振发射的功率水平;并且

由无线能量收集电路当检测到的所述磁共振发射的功率水平超过指示所述一个或多个线圈处于发射阶段的阈值功率时从所述磁共振发射中收集能量。

13. 根据权利要求12所述的操作方法,还包括:

确定在所述磁共振发射期间是否使用于生成用于所述磁共振发射的磁共振功率的磁性线圈元件去谐;并且

基于所述确定并且使用来自所述无线能量收集电路的所收集的能量来选择性地使所述磁性线圈元件去谐。

14. 根据权利要求13所述的操作方法,还包括:

确认所述磁共振发射已经停止,

其中,仅在确认所述磁共振发射已经停止之后才执行选择性去谐。

15. 根据权利要求12所述的操作方法,还包括:

对所述磁共振系统执行预定的安全检查,

其中,基于通过所述预定的安全检查来执行所述收集。

## 无线磁共振能量收集和线圈去谐

### 背景技术

[0001] 磁共振成像系统是复杂的系统,其使用磁体来对准和重新对准被成像对象(例如,人)体内的水分子中的氢原子核(质子)。施加强第一磁场以对准质子“自旋”,然后能够通过施加第二磁场来系统地重新对准质子“自旋”。磁共振成像系统能够包括射频(RF)线圈以用于在发射阶段中选择性地递送B1场。在接收阶段中,氢原子返回到原始位置(即,选择性地递送B1场之前的位置)并发出弱的射频信号,该信号能够被拾取并被用于产生图像。

[0002] 射频表面线圈能够靠近患者和感兴趣身体部位而放置,以便在接收阶段拾取弱的射频信号。这种射频表面线圈可以被提供有去谐电路以用于在氢原子核被重新对准时使处于发射阶段的射频表面线圈去谐。当前,直流(DC)电缆用于对射频表面线圈中的去谐电路供电。每个射频表面线圈或线圈元件可以具有连接到直流电缆的去谐电路。用于去谐电路的直流电缆通过系统电源得到供电。

[0003] 在磁共振成像系统中,用于去谐电路的直流电缆易受射频表面电流的影响,当直流电缆被放置得太靠近被成像对象时,射频表面电流可能会烧伤组织。另外,高水平的直流电流可能在所得到的对象图像中引起B0伪影。

### 附图说明

[0004] 当结合附图阅读时,根据以下详细描述可以最好地理解示例性实施例。需要强调的是,各种特征不一定是按比例绘制的。实际上,为了讨论的清楚性,能够任意增大或减小尺寸。只要适用且实用,相同的附图标记表示相同的元件。

[0005] 图1是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的磁共振成像系统的横截面侧视图。

[0006] 图2是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的元件的布置的视图。

[0007] 图3是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的磁共振成像系统的横截面侧视图。

[0008] 图4是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的磁共振成像系统的横截面前视图。

[0009] 图5是示出根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的操作方法的流程图。

[0010] 图6是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的电路图。

[0011] 图7是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的时序图。

[0012] 图8是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一电路图。

[0013] 图9是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一

电路图。

[0014] 图10是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一电路图。

[0015] 图11是示出根据本公开的代表性实施例的示例性通用计算机系统的框图,该通用计算机系统包括用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的指令集。

[0016] 图12是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的序列图。

### 具体实施方式

[0017] 在以下详细描述中,出于解释而非限制的目的,阐述了公开具体细节的代表性实施例,以便提供对根据本教导的实施例的透彻理解。可以省略对已知的系统、设备、材料、操作方法和制造方法的描述,以避免使对代表性实施例的描述模糊不清。尽管如此,在本领域普通技术人员的知识范围内的系统、设备、材料和方法也在本教导的范围内,并且可以根据代表性实施例得到使用。应当理解,本文使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,而并不旨在进行限制。所定义的术语是在本教导的技术领域中通常理解和接受的定义术语的技术和科学含义的补充。

[0018] 应当理解,尽管本文可以使用术语“第一”、“第二”、“第三”等来描述各种元件或部件,但是这些元件或部件不应受这些术语的限制。这些术语仅用于将一个元件或部件与另一元件或部件区分开。因此,在不脱离本发明构思的教导的情况下,下面讨论的第一元件或部件可以被称为第二元件或部件。

[0019] 本文使用的术语仅用于描述具体实施例的目的,而并不旨在进行限制。如说明书和权利要求中所使用的,术语“一”、“一个”和“该”的单数形式旨在包括单数和复数形式,除非上下文另有明确指示。另外,当在本说明书中使用,术语“包括”和/或“包含”和/或类似术语指定所述特征、元件和/或部件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、元件、部件和/或它们的组。如本文所使用的,术语“和/或”包括相关联的列表项目中的一个或多个相关联的列表项目的任何组合和所有组合。

[0020] 除非另有说明,否则当元件或部件被称为“连接到”、“耦合到”或“邻近”另一元件或部件时,其将被理解为该元件或部件能够直接连接或耦合到其他元件或部件,或者可能存在中间元件或部件。也就是说,这些术语和类似术语包括可以采用一个或多个中间元件或部件来连接两个元件或部件的情况。然而,当元件或部件被称为“直接连接”到另一元件或部件时,这仅包括两个元件或部件彼此连接而没有任何中间或中介元件或部件的情况。

[0021] 而且,应当理解,除了其普通含义之外,术语“基本”或“基本上”意味着在本领域普通技术人员可接受的限度或程度内。例如,“基本上抵消”意味着本领域普通技术人员会认为抵消是可接受的。同样地,除了其普通含义之外,术语“大致”意指在本领域普通技术人员可接受的限度或量内。例如,“大致相同”意味着本领域普通技术人员将认为被比较的项目是相同的。

[0022] 鉴于前述内容,通过本公开的各个方面中的一个或多个方面、实施例和/或特定特征或子部件,本公开因此旨在带来如在下文中具体指出的优点中的一个或多个优点。出于解释而非限制的目的,阐述了公开具体细节的示例性实施例,以便提供对根据本教导的实

施例的透彻理解。然而,与本公开一致的脱离本文公开的具体细节的其他实施例仍在权利要求的范围内。此外,可以省略对公知的装置和方法的描述,以免使对示例性实施例的描述模糊不清。这些方法和装置均在本公开的范围之内。

[0023] 如本文所述,在磁共振(MR)发射阶段期间发射的能量被检测、收集并重新利用以对与磁共振成像系统一起使用的一个或多个电路供电。利用重新利用的能量供电的电路能够包括例如检测磁共振发射阶段中的功率水平的功率检测电路以及在磁共振发射阶段期间使线圈去谐的去谐电路。线圈可以是射频线圈,包括被放置在被成像对象上或靠近被成像对象的射频表面线圈。射频表面线圈是阵列中的单个元件,并且多个这样的射频表面线圈能够被放置在对象上或靠近对象以与磁共振成像系统一起工作。

[0024] 能够在没有来自磁共振成像系统的控制信号的情况下执行检测、收集和重新利用。另外,能够相对于由处于发射阶段中的磁共振成像系统提供的能量无线地执行本文描述的检测、收集和重新利用。也就是说,能够在不使用例如DC电力电缆的情况下执行本文描述的检测、收集和重新利用,以便向功率检测传感器或去谐电路提供功率。

[0025] 能够使用无线功率检测传感器在发射阶段期间执行功率检测。功率检测能够与被提供给收集电路和去谐电路的信号同步以进行接通,使得能量被收集并被提供给去谐电路。在发射阶段期间从磁共振成像系统的射频线圈收集所收集的能量。所收集的能量用于对例如与磁共振成像系统一起使用的(一个或多个)功率检测传感器和去谐电路供电。(一个或多个)功率检测传感器在磁共振发射阶段期间检测高水平的能量,并且在磁共振序列的接收阶段期间检测低水平的能量,使得检测、收集和重新利用能够被同步。

[0026] 图1是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的磁共振成像系统的横截面侧视图。图1中的磁共振成像系统100包括具有腔的圆柱形磁体105。磁体105可以被容纳在用作磁共振成像系统100的外表面的壳体中,否则,它将是关于图1的实施例描述的最外面的功能元件。磁共振成像系统100的其他元件被提供在磁体105的腔中。另外,被成像的对象(未示出)被放置在磁体105的腔中。所提到的圆柱形磁体仅是示例,因为其他类型的磁体也能够用于磁共振成像系统,包括分裂式圆柱形磁体或开放式磁体。

[0027] 图1中的磁共振成像系统100还包括紧邻磁体105内部的圆柱形体线圈106。体线圈106提供激励和对准氢原子的均匀静态主磁场。由体线圈105提供的均匀磁场的示例是1.5特斯拉、3.0特斯拉或7.0特斯拉。尽管本公开主要描述了使用氢原子,但是本公开的教导也能够使用和应用于多种不同类型的核/光谱成像技术和系统。能够使用无线磁共振能量收集和线圈去谐的核/光谱成像技术和系统能够使用多种类型的原子,包括但不限于,磷、钠和碳。

[0028] 图1中的磁共振成像系统100还包括场梯度线圈110。场梯度线圈110紧邻体线圈106内部。场梯度线圈是相对低频线圈,用于相对于X轴、Y轴和Z轴选择感兴趣平面。场梯度线圈110用于通过使用场梯度在磁体壳体105的腔中生成穿过对象的磁场。这使得腔内的不同的三维截面或切片变得与频率和相位编码坐标系相关联。

[0029] 图1中的磁共振成像系统100还包括射频线圈107。射频线圈107紧邻场梯度线圈110内部。射频线圈107用于将B1场递送到成像区108的选定切片。该选定切片可以与腔内的一个或多个不同的三维截面对称地对应。B1场的递送结果是操纵磁共振成像系统100的成像区108内的氢原子核的磁自旋的取向。射频线圈107被使用在发射阶段中,并且可以在一

些系统中被使用在接收阶段中。也就是说,一旦发射周期完成,氢原子就返回到原始位置并发出弱的射频信号。来自氢原子的返回到其原始位置的这种弱的射频信号是在磁共振成像周期的接收阶段中拾取的信号。

[0030] 在图1中,无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109被提供在成像区108中。无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109可以提供多种不同且变化的特性功能,包括:

[0031] °1.) 检测来自(一个或多个)射频线圈107的磁共振发射,

[0032] °2.) 从处于发射阶段中的磁共振成像系统的检测到的磁共振发射中收集能量,

[0033] °3.) 将检测到的磁共振发射与阈值进行比较,

[0034] °4.) 当未检测到操作脉冲时,不从磁共振成像系统收集能量,并且

[0035] °5.) 利用从检测到的磁共振发射中收集的能量使射频表面线圈元件去谐。

[0036] 也就是说,无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109可以被提供有靠近患者和感兴趣身体部分而放置的射频表面线圈102,以便在接收阶段中拾取弱的射频信号。无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109将用作去谐电路,所述去谐电路用于在氢原子核被重新对准时在发射阶段中使这种射频表面线圈去谐。并且无线磁共振能量收集和去谐电路109可以被提供有收发器,所述收发器用于将来自对象的氢原子的弱的射频信号的数据发送到处理器以供分析和显示。然而,无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109还被提供有检测能量和从磁共振成像系统100选择性地收集能量的能力,以利用重新利用的能量对无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109进行自供电。

[0037] 也就是说,如上所述,首先通过来自体线圈106的主磁场对准诸如氢原子核(自旋)的原子,然后根据场梯度线圈110设置感兴趣成像平面。射频线圈107将B1场提供给成像区108内的指定切片。当重新对准的原子核(自旋)返回到其先前位置时,射频表面线圈102拾取所得到的相对弱的射频共振信号。无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109能够调谐到特定的感兴趣频率,以从B1场拾取共振信号。来自组合的B0和B1场的这些共振信号被传递到处理器以进行处理,使得能够重建图像表示以在屏幕(监视器)上进行显示。

[0038] 来自射频线圈107和/或场梯度线圈110和/或体线圈105的能量能够由无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109收集。来自射频线圈107、场梯度线圈110和体线圈105的能量比来自人体的共振信号大几个数量级。射频表面线圈102在Biot-Savart定律的原理上工作。用于接收这些共振信号的射频表面线圈102能够支持大电流。因此,出于多种原因(包括患者安全和保护敏感接收器仪器),无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109在强能量从射频线圈107、场梯度线圈110和/或体线圈105被发出的发射阶段期间去谐。

[0039] 图2是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的元件的布置。在图2中,线圈段201-220用于接收从由图1中的射频线圈107重新对准的原子核(自旋)传送的变化的射频能量。线圈段201-220可以是例如被放置在被成像的对象上或附近的射频表面线圈。尽管图2中示出了二十个线圈段201-220,但是磁共振成像系统100也可以包括更少或更多这样的线圈段201-220,而不脱离本教导的范围。作为示例,一些现代磁共振成像系统具有采用本文描述的线圈类型中的一种或多种类型的多达四十八(48)个不同的线圈段。

[0040] 每个线圈段201-220连接到对应的去谐电路221-240。如已经说明的,去谐电路221-240用于在磁共振成像系统100的发射阶段期间将线圈段201-220与由(一个或多个)射

频线圈107发射的能量特别地去耦合。也就是说,去谐电路221-240用于确保线圈段201-220基本上不将发射阶段能量从(一个或多个)射频线圈107传输到线圈段201-220。去谐电路221-240物理连接到线圈段201-220。去谐电路221-240甚至可以被认为是线圈段201-220的部件,例如当特定的去谐电路221-240特别地专用于并且物理连接到特定的线圈段201-220或者以其他方式与该特定的线圈段物理集成时就是如此。

[0041] 在图2中,能量收集电路241-260用于收集本文所述的无线能量。能量收集电路241-260能够将收集的能量存储在诸如电池(未示出)的能量存储设备中,或者可以直接提供所收集的能量以供例如去谐电路221-240使用。同样在图2中,提供了功率检测电路261-280。功率检测电路261-280检测来自(一个或多个)射频线圈107的功率在发射阶段中何时被发射。来自(一个或多个)射频线圈107的功率检测结果用作信号通知、触发和激活能量收集电路241-260以开始收集能量的基础,并且令去谐电路221-240使射频线圈的对应的线圈段201-220去谐。

[0042] 当然,图1中的(一个或多个)射频线圈107可以用于发射阶段中的发射和接收阶段中的接收两者。在这种情况下,去谐电路221-240能够以本文描述的方式使(一个或多个)射频线圈107去谐,但是在这样的实施例中,(一个或多个)这种射频线圈107呈现的危险较小。然而,当(一个或多个)圆柱形射频线圈107用于发射阶段中的发射和接收阶段中的接收两者时,与否则能够由表面线圈段201-220捕获的数据相比,来自对象中的氢原子核的大部分数据丢失。因此,对于发射阶段和接收阶段两者使用(一个或多个)相同的射频线圈107通常并不是优选的。

[0043] 在图2中,能量收集电路241-260与去谐电路221-240之间的连接可以是用于将功率传输到去谐电路221-240的物理连接。另外,虽然未示出,但是功率检测电路261-280也可以经由信号线进行连接以向能量收集电路241-260发信号通知何时收集能量(和/或特别是何时不收集能量)并且向去谐电路221-240发信号通知何时使线圈段201-220去谐。

[0044] 图2示出了功率检测电路261-280、能量收集电路241-260、去谐电路221-240和线圈段201-220的一一对应关系。然而,例如,当存在较大尺寸的回路时,多个去谐电路221-240和能量收集电路241-260能够与单个检测电路261-280或多个检测电路261-280一起使用。也就是说,对于每一种配置中的功率检测电路261-280、能量收集电路241-260、去谐电路221-240和线圈段201-220,并不严格需要一一对应关系。

[0045] 图3是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一磁共振成像系统的横截面侧视图。在图3中,磁共振成像系统300包括(一个或多个)外磁体305、(一个或多个)体线圈306、(一个或多个)场梯度线圈310以及(一个或多个)射频线圈307,这些元件中的每个元件都与图1的实施例中的对应元件相同或相似。然而,在成像区308中提供多个不同的电路来代替图1的实施例中的无线磁共振能量收集和线圈去谐电路109。成像区308中的电路包括(一个或多个)射频(RF)表面线圈320、(一个或多个)去谐电路330、(一个或多个)能量收集电路350以及(一个或多个)功率检测传感器370。

[0046] (一个或多个)射频表面线圈320被提供为拾取从被成像的对象中的氢原子发出的射频信号。出于这个原因,射频表面线圈320被示为成像区308中的最低元件,应当理解,(一个或多个)射频表面线圈320将被放置在被成像的对象上或附近。(一个或多个)去谐电路330被附接到(一个或多个)射频表面线圈,并且用于在发射阶段期间使(一个或多个)射频

表面线圈320去谐。(一个或多个)去谐电路330具有将射频表面线圈320与从(一个或多个)射频线圈307发出的发射脉冲去耦合的功能。Vartiovaara的美国专利No.8013609(2011年9月6日)提供了对磁共振成像系统的基本去谐的解释,通过引用将其整体并入本文。

[0047] (一个或多个)功率检测传感器370能够被放置在成像区308中的任何地方。(一个或多个)功率检测传感器370也能够被放置在成像区308的外部,只要它们处于用于检测从处于发射阶段中的(一个或多个)射频线圈307发出的脉冲的位置即可。在图3中,功率检测传感器370和(一个或多个)能量收集电路350被提供为检测和收集来自(一个或多个)射频线圈307的能量,并且对(一个或多个)去谐电路330供电并与其协调而使(一个或多个)射频表面线圈320在发射阶段期间去耦合。

[0048] 图3中的(一个或多个)能量收集电路350与(一个或多个)去谐电路330分离,但具有电连接以将所收集的能量提供给(一个或多个)去谐电路330。(一个或多个)功率检测传感器370检测来自(一个或多个)射频线圈307的脉冲。该脉冲是与(第一)预设阈值相关的操作脉冲,(第一)预设阈值用于确定脉冲是否指示(一个或多个)射频表面线圈320处于发射阶段中。(一个或多个)功率检测传感器370将接收的功率与阈值进行比较并识别操作脉冲何时从(一个或多个)射频线圈307发射而使得功率高于阈值。(一个或多个)功率检测传感器370还可以识别功率何时低于阈值并指示没有脉冲被生成或者脉冲的发射已经结束。确认脉冲的阈值可以是与确认无脉冲的阈值相同的阈值,但是用于这两个不同目的的阈值也可能不同。(一个或多个)功率检测传感器370可以通过信号传输线连接到(一个或多个)能量收集电路350以协调收集能量并使(一个或多个)电路330去谐以协调对(一个或多个)射频表面线圈320的去谐。

[0049] (一个或多个)能量收集电路350能够包括用于在窄频率范围内进行阻抗匹配的匹配电路,以便将从例如(一个或多个)射频线圈307输出的能量中的特定部分传输到(一个或多个)能量收集电路150。许多类型的电路都能够用于阻抗匹配,包括变压器和L网络。作为能够被使用的元件的示例,电感器能够用于捕获能量,并且电容器能够用于将能量存储在(一个或多个)能量收集电路350中。下面参考图9来解释无线能量收集的具体电路示例。

[0050] 在图4中,磁体壳体405被指定为具有阴影图案,作为磁共振成像系统400的外部结构。体线圈壳体406紧邻磁体壳体405内部。场梯度线圈壳体410紧邻体线圈壳体406内部。射频(RF)线圈壳体407紧邻场梯度线圈壳体410内部。控制壳体420被提供在磁体壳体405上以容纳例如外部电路(例如,收发器)。

[0051] 在图4中,在射频表面线圈内提供两个功率检测传感器470,以检测射频线圈壳体407内的射频线圈何时发射脉冲。功率检测传感器470的数量不限于两个,并且可以替代地是一个、与射频线圈壳体407内的射频线圈相同的数量或者其他数量而不脱离本教导的范围。能量收集电路450被提供为收集来自射频线圈壳体407中的(一个或多个)射频线圈和/或场梯度线圈壳体410中的(一个或多个)场梯度线圈和/或体线圈壳体406中的(一个或多个)体线圈的能量。

[0052] 另外,(一个或多个)去谐电路430被提供有(一个或多个)射频表面线圈420。由(一个或多个)能量收集电路450收集的能量被提供给(一个或多个)去谐电路430。如本文所述,在收集能量时,能够将能量实时或接近实时地提供给(一个或多个)去谐电路430,或者能够从诸如电池的能量存储设备提供能量。(一个或多个)去谐电路430基于功率检测传感器470

的检测结果并使用由(一个或多个)能量收集电路450收集的能量使(一个或多个)射频线圈420在发射阶段期间去谐。

[0053] 图5是示出根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的操作方法的流程图。在图5中,在框S502处,发出磁共振发射。在框S502处发出的磁共振发射通常是来自如图1中的(一个或多个)射频线圈107的射频磁共振发射。然而,如本文中 so 解释的,来自(一个或多个)射频线圈107的射频磁共振发射是在来自(一个或多个)体线圈106和(一个或多个)场梯度线圈110的磁共振发射已经开始之后被发出以便对准和选择性地重新对准被成像的对象中的氢原子核。在框S502处,发出的磁共振发射是来自(一个或多个)射频线圈107的发射。

[0054] 在框S504处,通过例如图3中的功率检测传感器370检测发出的磁共振发射。在框S510处,将发出的磁共振发射与阈值进行比较。如果检测到的磁共振发射不在阈值界限内(框S510=否),则该过程在框S516处结束而不收集功率。如果检测到的磁共振发射在阈值界限内(框S510=是),则在框S511处进行安全检查。

[0055] 在框S511处的安全检查可以是例如针对(一个或多个)去谐电路330中的短路或开路连接的检查。在框S511处的安全检查还可以是检测到的磁共振发射功率变化是否太大而使得第二阈值高于在框S510处使用的(第一)阈值的检查。通常还可以对磁共振成像系统100、300执行安全检查,以便确认所有射频表面设备都能够维持射频功率传输,从而确认射频功率集中在被成像的对象中和/或没有射频设备发生故障。

[0056] 例如,检测到的不在阈值界限内的磁共振发射功率水平可以被认为是不安全的。如果未通过在框S511处的(一个或多个)安全检查(框S511=否),则该过程在框S516处结束而不收集能量。在框S511处的(一个或多个)安全检查结果可以是关闭向(一个或多个)体线圈306、(一个或多个)射频线圈307以及(一个或多个)场梯度线圈310中的一个或多个提供能量的整个磁共振成像系统100。

[0057] 如果通过在框S511处的(一个或多个)安全检查(框S511=是),则在S512处确定是否使(一个或多个)射频表面线圈320去谐。在框S512处的确定可以是是否基于例如来自先前的磁共振发射的能量是否已经存储在存储设备中而是否使(一个或多个)射频表面线圈320去谐的肯定性确定。在框S512处的存储设备检查可以是存储设备是满的还是几乎是满的检查。满的存储设备可以反映出功率已经可用于(一个或多个)去谐电路330,并且不需要从新的磁共振发射中收集额外的能量。如果在框S512处做出不使其去谐的判定(框S512=否),则该过程在框S516处结束而不收集能量。

[0058] 如果在框S512处做出使(一个或多个)射频表面线圈320去谐的判定(框S512=是),则在框S515处从当前磁共振发射中收集磁共振能量。在框S520处,做出是存储还是(立即)使用所收集的能量的确定。如果在框S520处判定立即使用所收集的的能量,则在框S522处,使用所收集的的能量使(一个或多个)射频表面线圈320去谐,而不将所收集的的能量存储在电池或其他中间或长期能量存储设备中。如果在框S520处判定存储所收集的的能量,则在框S526处将能量存储在能量存储设备中,直到稍后在框S530处接收到去谐信号。当在框S530处接收到去谐信号时,来自电池的能量用于在框S522处使(一个或多个)射频表面线圈320去谐。

[0059] 图6是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的电路

图。在图6中,磁共振成像系统包括射频表面线圈610,该射频表面线圈在接收阶段期间接收来自例如水分子的氢原子核的射频信号。射频表面线圈610包括具有电感器696和电容器698的去谐电路的元件。当(一个或多个)射频线圈107或307正在发射脉冲时,无线功率传感器650检测来自(一个或多个)射频线圈107或307(未示出)的能量并且与无线能量收集电路660同步以从(一个或多个)射频线圈107或307收集能量。

[0060] 在图6中,收集的能量能够用于直接对与磁共振成像系统100相关联的电路供电,或者可以被存储在诸如电池的能量存储设备670中。图6中示出了信号源(直流)或能量存储设备670以表示以下选项:存储所收集的能量,或直接使用所收集的能量对电路供电。电容器698和电感器696用作射频线圈610的去谐电路。

[0061] 在图6中,无线功率传感器650和无线能量收集电路660靠近去谐电路而放置在射频表面线圈610的每个通道元件上。无线功率传感器650和无线能量收集电路660能够连接到能量存储设备670以在收集能量与关闭之间切换。能量存储设备670可以是例如电池,并且可以表示备用。当磁共振成像系统处于发射模式中时,将检测、收集和重新利用能量以对能量存储设备670充电或者对去谐电路供电以使其接通。在接收模式中,去谐电路、无线功率传感器650和无线能量收集电路660都被关闭。

[0062] 图7是根据本公开的代表性实施例的无线磁共振能量收集和线圈去谐的时序图。在图7中,示出了用于发射、检测、(一次或多次)判定、收集和去谐操作的六个计序列。从图7中得出的最重要的信息是任何序列中的每个操作之间的相对计时。然而,无线磁共振能量收集和线圈去谐不限于图7中的计时或序列。

[0063] 在发射操作期间,在发射阶段中从(一个或多个)射频线圈107发出操作脉冲。图7中示出的所有其他四个操作完全或基本上完全在发出操作脉冲的时间期间发生。在发射操作的最开始时或非常接近于发射操作的最开始时,在检测操作中检测操作脉冲。在检测操作之后立即开始的判定操作中进行诸如安全检查(框S511)和/或去谐判定(框S512)的判定。检测操作和判定操作完全在发射操作期间发生。

[0064] 在判定操作完成之后(例如一旦收集操作被授权)开始收集操作。收集操作与去谐操作完全或几乎完全一致,其中,能量被收集并用于使(一个或多个)射频表面线圈320去谐。当例如将收集的能量存储在诸如电池的能量存储设备中时,去谐操作的计时可以偏离收集操作的计时,同时来自电池的能量用于去谐操作。

[0065] 图8是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一电路图。图8中的电路图用于功率检测电路,例如,功率检测电路261-280、功率检测传感器370或470和/或无线功率传感器650。检测器D1 881能够是例如具有非常低的V1的肖特基二极管或类似的检测器元件。当检测到来自(一个或多个)射频线圈107或307的操作脉冲时,检测器D1 881的输出由N级运算放大器890放大以产生检测信号。N级运算放大器890包括一系列运算放大器891、892、893至89N以放大检测器D1 881的输出,从而产生从N级运算放大器890输出的检测信号。

[0066] 图9是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一电路图。图9中的电路布置包括去谐电路980,该去谐电路包括电感器981、电容器982以及两个二极管D1 983和D2 984。两个二极管D1 983和984是反并联二极管,它们用作电容器982的开关。由电感器L2收集的能量用于使包括去谐电路980的射频表面线圈去谐,但是在图9

中未示出射频表面线圈。去谐电路980经由电感器935和电感器982从匹配电路932无线地接收所收集的能量。虽然图9中示出了双电感器设计,但是也能够使用基于电感耦合的其他类型的耦合设备。

[0067] 在图9中,由去谐电路980接收逻辑信号以切换反并联二极管D1 983和D2 984。虽然图9中示出了二极管D1 983和D3 984,但是这种二极管的使用仅是代表性的,并且也能够使用其他电气部件和/或电路来代替并联二极管D1 983和D2 984。经由功率管理电路910从射频功率检测电路950接收逻辑信号,并且基于功率检测电路950检测到来自(一个或多个)射频线圈107或307的操作脉冲来接收逻辑信号。图9中的能量收集电路包括用于在一频率范围内进行阻抗匹配的匹配电路932,以便经由整流器电路912和电感器935、981来传输来自能量存储设备911的能量输出中的特定部分。

[0068] 图10是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的另一电路图。在图10中,在表面线圈的背景下示出去谐电路980,但没有来自图9的功率管理电路910和射频功率检测电路950。

[0069] 如图10所示,表面线圈包括电容器C1 1082、C2 1088、C3 1089和C3 1091。去谐电路1080是去耦器电路,其包括电感器L2 1081、电容器C1 1082以及两个反并联二极管D1 1083和D2 1084。图10中的去谐电路1080与图9中的去谐电路980相似或相同,因此省略了重复的描述。

[0070] 在图10中,反并联二极管D1 1083和D2 1084再次用作开关,以基于来自例如无线功率检测器的接收到的指令信号来接通和关断去谐电路1080。图10中的表面线圈将数据输出到匹配电路1095并最终输出到低噪声放大器(LNA) 1099。低噪声放大器1099经由同轴线提供输出。来自低噪声放大器1099的输出是由图10中的表面线圈接收的接收到的射频信号的放大输出。接收到的射频信号来自被成像的对象中的水分子的氢原子核,并且在循环的接收阶段期间被接收。

[0071] 如本文所解释的,去谐电路1080与图10中的表面线圈集成在一起并共享电容器C1 1082。通过来自例如无线功率检测器的外部信号选择性地接通去谐电路1080。去谐电路1080从电池接收功率或者经由电感器L2 1081从无线能量收集电路直接接收功率。

[0072] 图11示出了根据本公开的代表性实施例的包括用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的指令集的示例性通用计算机系统。在图11的实施例中,示例性通用计算机系统1100表示使用处理器执行用于本文所述的无线磁共振能量收集和线圈去谐的逻辑操作的设备。通用计算机系统1100可以用于例如从图10中的同轴输出接收放大的数据,并且可以执行程序以生成图像或视频表示。备选地,通用计算机系统1100可以用于控制用于磁共振成像系统100或300的发射序列,包括安全特征,所述安全特征可能在逻辑上对于例如由图1-4和图6-10中示出的无线磁共振能量收集和线圈去谐电路提供的物理安全特征是冗余的。

[0073] 计算机系统1100能够包括指令集,所述指令集能够被运行以令计算机系统1100执行本文公开的方法或基于计算机的功能中的任何一个或多个。计算机系统1100可以用作独立设备,或者可以例如使用网络1101连接到其他计算机系统或外围设备。计算机系统1100可以例如经由图10中的同轴输出或者经由图4中的控制壳体420进行连接。

[0074] 在联网部署中,计算机系统1100可以在服务器-客户端用户网络环境中以服务器的能力进行操作或用作客户端用户计算机,或者用作对等(或分布式)网络环境中的对等计

计算机系统。计算机系统1100还能够被实施为各种设备或者被并入各种设备中,所述各种设备例如为固定计算机、移动计算机、个人计算机(PC)、膝上型计算机、平板计算机或任何其他机器,其能够运行指定要由该机器采取的动作的(顺序或其他)指令集。计算机系统1100能够作为特定设备被并入或者被并入在特定设备中,该特定设备继而处于包括额外设备的集成系统中。在特定实施例中,计算机系统1100能够使用提供音频、视频或数据通信的电子设备来实现。另外,虽然图示了单个计算机系统1100,但是术语“系统”还应被视为包括单独或联合运行一个或多个指令集以执行一个或多个计算机功能的系统或子系统的任何汇集。

[0075] 如图11所示,计算机系统1100包括处理器1110。用于计算机系统1100的处理器1110可以包括专用存储器,例如,随机存取存储器(RAM)和/或只读存储器(ROM),它们是有形的且非瞬态的。如本文所使用的,术语“非瞬态”不应被解读为永恒的状态特性,而应被解读为将持续一段时间的状态特性。术语“非瞬态”明确地否定了稍纵即逝的特性,例如,特定载波或信号的特性或在任何时间任何地方仅暂时存在的其他形式的特性。处理器是制品和/或机器部件。用于计算机系统1100的处理器被配置为运行软件指令以便执行如本文中的各种实施例中所述的功能。用于计算机系统1100的处理器可以是通用处理器,或者可以是专用集成电路(ASIC)的部分。用于计算机系统1100的处理器还可以是微处理器、微计算机、处理器芯片、控制器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、状态机或可编程逻辑器件。用于计算机系统1100的处理器也可以是逻辑电路,包括诸如现场可编程门阵列(FPGA)的可编程门阵列(PGA),或者包括离散门和/或晶体管逻辑的其他类型的电路。用于计算机系统1100的处理器可以是中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)或两者。另外,本文描述的任何处理器可以包括多个处理器、并行处理器或两者。多个处理器可以被包括在单个设备或多个设备中,或者被耦合到单个设备或多个设备。

[0076] 此外,计算机系统1100包括主存储器1120和静态存储器1130,它们能够经由总线1108彼此通信。本文描述的存储器是能够存储数据和可执行指令的有形存储介质,并且在存储器中存储指令的时间期间是非瞬态的。如本文所使用的,术语“非瞬态”不应被解读为永恒的状态特性,而应被解读为将持续一段时间的状态特性。术语“非瞬态”明确地否定了稍纵即逝的特性,例如,特定载波或信号的特性或在任何时间任何地方仅暂时存在的其他形式的特性。本文描述的存储器是制品和/或机器部件。本文描述的存储器是计算机可读介质,计算机能够从该计算机可读介质读取数据和可执行指令。如本文所描述的存储器可以是随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪速存储器、电可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、寄存器、硬盘或本领域中已知的任何其他形式的存储介质。存储器可以是易失性的或非易失性的、安全的和/或加密的、不安全的和/或未加密的。

[0077] 如图所示,计算机系统1100还可以包括视频显示单元1150,例如,液晶显示器(LCD)、有机发光二极管(OLED)、平板显示器、固态显示器或阴极射线管(CRT)。另外,计算机系统1100可以包括输入设备1160(例如,键盘/虚拟键盘或触敏输入屏或具有语音识别的语音输入)以及光标控制设备1170(例如,鼠标或触敏输入屏或板)。计算机系统1100还能够包括信号发生设备1190(例如,扬声器或远程控制)以及网络接口设备1140。

[0078] 在备选实施例中,专用硬件实施方式(例如,专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑阵列和其他硬件部件)能够被构造为实施本文描述的方法中的一个或多个方法。本文描述的

一个或多个实施例可以使用两个或更多个特定互连的硬件模块或设备来实现功能,所述两个或更多个特定互连的硬件模块或设备具有能够在模块之间并通过模块通信的相关控制和数据信号。因此,本公开包含软件、固件和硬件实施方式。本申请中的任何内容都不应被解读为仅用软件而不是诸如有形非瞬态处理器和/或存储器之类的硬件来实施或可实施。

[0079] 根据本公开的各种实施例,可以使用运行软件程序的硬件计算机系统来实施本文描述的方法。另外,在示例性、非限制性实施例中,实施方式能够包括分布式处理、部件/对象分布式处理和并行处理。虚拟计算机系统处理能够被构造为实施如本文所述的方法或功能中的一个或多个方法或功能,并且本文描述的处理器可以用于支持虚拟处理环境。

[0080] 图12是根据本公开的代表性实施例的用于无线磁共振能量收集和线圈去谐的序列图。在图12中,示出了发送/接收周期。图12中的发射/接收周期可以由如图11所示的计算机系统1100控制。在图12中,发射周期T2、T6、T10、T14对应于在发射阶段中来自(一个或多个)射频线圈107或307的大约20微特斯拉的最大值的发射。接收时段T4、T8、T12、T16对应于在接收阶段中对来自水分子的氢原子核的大约~10皮特斯拉的最大值的接收。

[0081] 在图12中,接收后时段T1、T5、T9、T13具有大约100微秒的最小值。发送后时段T3、T7、T11、T15具有大约10微秒的最小值。应当清楚的是,发射后时段显著短于接收后时段。这可能是由于需要在发射之后快速开始接收操作,因为来自被成像的对象中的水分子的受激氢原子核的射频信号从一开始就相对较弱。

[0082] 因此,无线磁共振能量收集和线圈去谐实现了使诸如射频表面线圈320的线圈去谐,而不使用连接到磁共振成像系统100、300的主电源的直流电缆。无线磁共振能量收集和线圈去谐使得能够重新利用来自处于发射阶段中的线圈发射的能量。虽然本文没有详尽描述,但是能量的收集不足以在实质上干扰到来自(一个或多个)射频线圈107、307的能量的发射。能量的收集可以例如涉及捕获由(一个或多个)射频线圈107、307在发射阶段中发出的能量的5%以下或甚至1%以下的能量。

[0083] 尽管已经参考若干示例性实施例描述了无线磁共振能量收集和线圈去谐,但是应当理解,已经使用的词语是描述性和说明性词语,而不是限制性词语。可以在目前陈述和修改的权利要求的范围内做出改变,而不脱离无线磁共振能量收集和线圈去谐的各方面的范围和精神。尽管已经参考特定单元、材料和实施例描述了无线磁共振能量收集和线圈去谐,但是无线磁共振能量收集和线圈去谐并不旨在限于所公开的细节;相反,无线磁共振能量收集和线圈去谐延伸到所有功能上等同的结构、方法和用途,例如在权利要求的范围内的所有功能上等同的结构、方法和用途。

[0084] 例如,本公开主要描述了将功率检测电路与无线磁共振能量收集和线圈去谐系统的其他电路一起放置在成像区108、308内。然而,功率检测电路261-280或功率传感器370能够被放置在成像区的外部,例如朝向膛的顶部并靠近(一个或多个)射频线圈107、307,而不脱离本教导的范围。此外,功率检测电路261-280可以与(一个或多个)射频线圈107、307集成在一起,使得即使在无线地执行能量收集时也不必无线地执行功率检测本身。

[0085] 另外,本公开主要描述在执行能量收集或去谐之前执行的安全检查。然而,即使在收集能量时和/或在执行去谐时也可以执行安全检查。例如,安全检查可以包括实时或接近实时地监测收集的能量,以确定何时收集了太多的能量,从而应当关闭磁共振成像系统。

[0086] 此外,本公开主要根据电池来描述能量存储设备。然而,即使在短期基础上也能够

使用其他形式的能量存储设备。例如,能够使用超导体或其他形式的能量存储设备来存储收集的能量,而不脱离本申请的教导。

[0087] 本文描述的实施例的说明旨在提供对各种实施例的结构的一般理解。这些说明并不旨在用作对本文描述的本公开的所有元件和特征的完整描述。在阅读了本公开后,许多其他实施例对于本领域技术人员而言是显而易见的。可以利用其他实施例并从本公开中导出其他实施例,使得可以在不脱离本公开的范围的情况下做出结构和逻辑上的替换和改变。另外,图示仅仅是代表性的,并且可能并未按比例绘制。图示中的某些比例可能被夸大,而其他比例可能被最小化。因此,本公开和附图应被视为是说明性的而非限制性的。

[0088] 本公开的一个或多个实施例在本文中可以被单独地和/或共同地称为术语“发明”,这仅为了方便而并不旨在将本申请的范围自愿地限制于任何特定的发明、发明构思或其实施例。此外,尽管本文已经说明和描述了特定实施例,但是应当理解,被设计为实现相同或相似目的的任何后续布置可以替代所示出的特定实施例。本公开旨在涵盖各种实施例的任何及所有后续调整或变化。在阅读了本说明书之后,上述实施例的组合以及本文未具体描述的其他实施例对于本领域技术人员而言也将是显而易见的。

[0089] 根据本公开的一方面,一种磁共振系统包括无线功率检测传感器和无线能量收集电路。所述无线功率检测传感器检测磁共振发射。所述无线能量收集电路基于所述无线功率检测传感器检测到所述磁共振发射来从所述磁共振发射中收集能量。

[0090] 根据本公开的另一方面,所述无线功率检测传感器检测磁共振发射何时超过阈值。所述无线功率检测传感器基于检测到所述磁共振发射达到所述阈值来生成信号并将所述信号发送到所述无线能量收集电路。

[0091] 根据本公开的又一方面,阈值与来自所述磁共振系统的操作脉冲相关。当所述磁共振系统在发射阶段中生成所述操作脉冲时,所述无线能量收集电路从所述磁共振发射中收集能量。

[0092] 根据本公开的又一方面,阈值与所述磁共振系统的操作脉冲相关。当所述磁共振系统在接收阶段中不生成所述操作脉冲时,所述无线能量收集电路不从所述磁共振发射中收集能量。

[0093] 根据本公开的另一方面,所述磁共振系统还包括磁性线圈元件和去谐电路。所述磁性线圈元件用于生成用于所述磁共振发射的磁共振功率。所述去谐电路使用来自所述无线能量收集电路的所收集的能量来使所述磁共振系统的至少一个射频线圈元件去谐。

[0094] 根据本公开的又一方面,所述磁共振系统还包括存储设备,所述存储设备存储来自所收集的能量。

[0095] 根据本公开的又一方面,当所述磁共振系统生成由所述无线功率检测传感器检测到的操作脉冲时,所述磁共振系统将来自所收集的能量存储在所述存储设备中。

[0096] 根据本公开的又一方面,当所述磁共振系统不生成操作脉冲时,所述去谐电路和所述无线能量收集电路两者都被关闭。

[0097] 根据本公开的另一方面,所述磁共振系统包括用于产生所述磁性线圈元件内的对象的图像的磁共振成像系统。

[0098] 根据本公开的又一方面,来自所收集的能量由所述去谐电路使用以在生成所述磁共振功率时在单个连续时段内使所述磁性线圈元件去谐。

[0099] 根据本公开的又一方面,所述磁共振系统检测所述无线能量收集电路收集能量的速率并将检测到的速率与预定阈值进行比较。所述磁共振系统被配置为当所述检测到的速率超过所述预定阈值时停止磁共振发射。

[0100] 根据本公开的另一方面,所述去谐电路包括开关。所述磁共振系统检测所述去谐电路中的所述开关何时指示短路和开路中的一个。所述磁共振系统被配置为基于检测到短路或开路来停止磁共振发射。

[0101] 根据本公开的一方面,一种用于磁共振系统的操作方法包括由无线功率检测传感器检测磁共振发射。无线能量收集电路基于所述无线功率检测传感器检测到所述磁共振发射来从所述磁共振发射中收集能量。

[0102] 根据本公开的另一方面,所述方法包括确定在所述磁共振发射期间是否使用于生成用于所述磁共振发射的磁共振功率的磁性线圈元件去谐。所述方法还包括基于所述确定并使用来自所述无线能量收集电路的所收集的能量来选择性地使所述磁性线圈元件去谐。

[0103] 根据本公开的又一方面,所述方法还包括确认所述磁共振发射已经停止。仅在确认所述磁共振发射已经停止之后才执行选择性去谐。

[0104] 根据本公开的又一方面,所述方法还包括对所述磁共振系统执行预定的安全检查。基于通过所述预定的安全检查来执行所述收集。

[0105] 如本文所述,在磁共振序列的发射脉冲期间无线地收集能量。该能量用于向其他电路供电,所述其他电路包括例如使射频线圈去谐的去谐电路和/或检测发射脉冲的功率检测传感器。能量收集电路向功率检测传感器和去谐电路提供工作电压。可以针对磁共振成像系统的场梯度线圈上的每个通道单独地提供能量收集电路和功率检测传感器。结果,能够使功率收集自动化并将功率收集与磁共振成像系统中的电路和传感器的功率和控制管理进行集成。

[0106] 提供了本公开的摘要以符合37C.F.R. §1.72(b),并在理解该摘要将不会用于解读或限制权利要求的范围或含义的情况下提交该摘要。另外,在前面的具体实施方式中,出于简化本公开的目的,各种特征可以被组合在一起或者在单个实施例中进行描述。本公开不应被解读为反映所要求保护的实施例需要比每个权利要求中明确记载的特征更多的特征的意图。而是,如权利要求所反映的,发明主题可以涉及少于所公开的实施例中的任一个的所有特征。因此,权利要求被并入具体实施方式中,每个权利要求自身定义单独要求保护的主体。

[0107] 提供前面对所公开实施例的描述以使得本领域任何技术人员能够实践本公开中描述的构思。正因如此,上文公开的主题应被认为是说明性的而非限制性的,并且权利要求旨在覆盖落入本公开的真实精神和范围内的所有这种修改、增强和其他实施例。因此,在法律允许的最大范围内,本公开的范围将由权利要求及其等价方案的最宽泛的可允许解读来确定,而不应受到前述详细描述的限制或限制。

磁共振成像系统

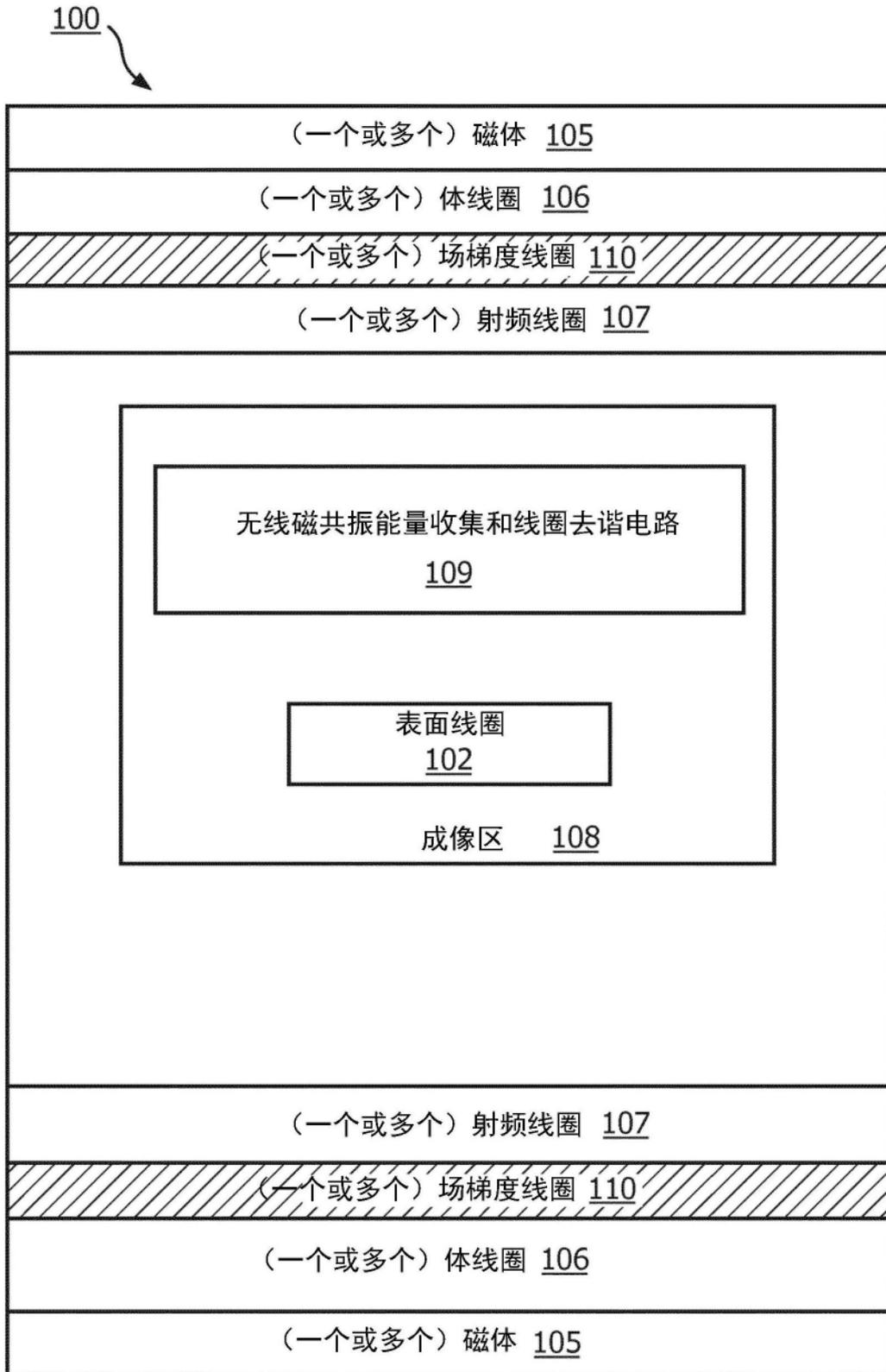


图1

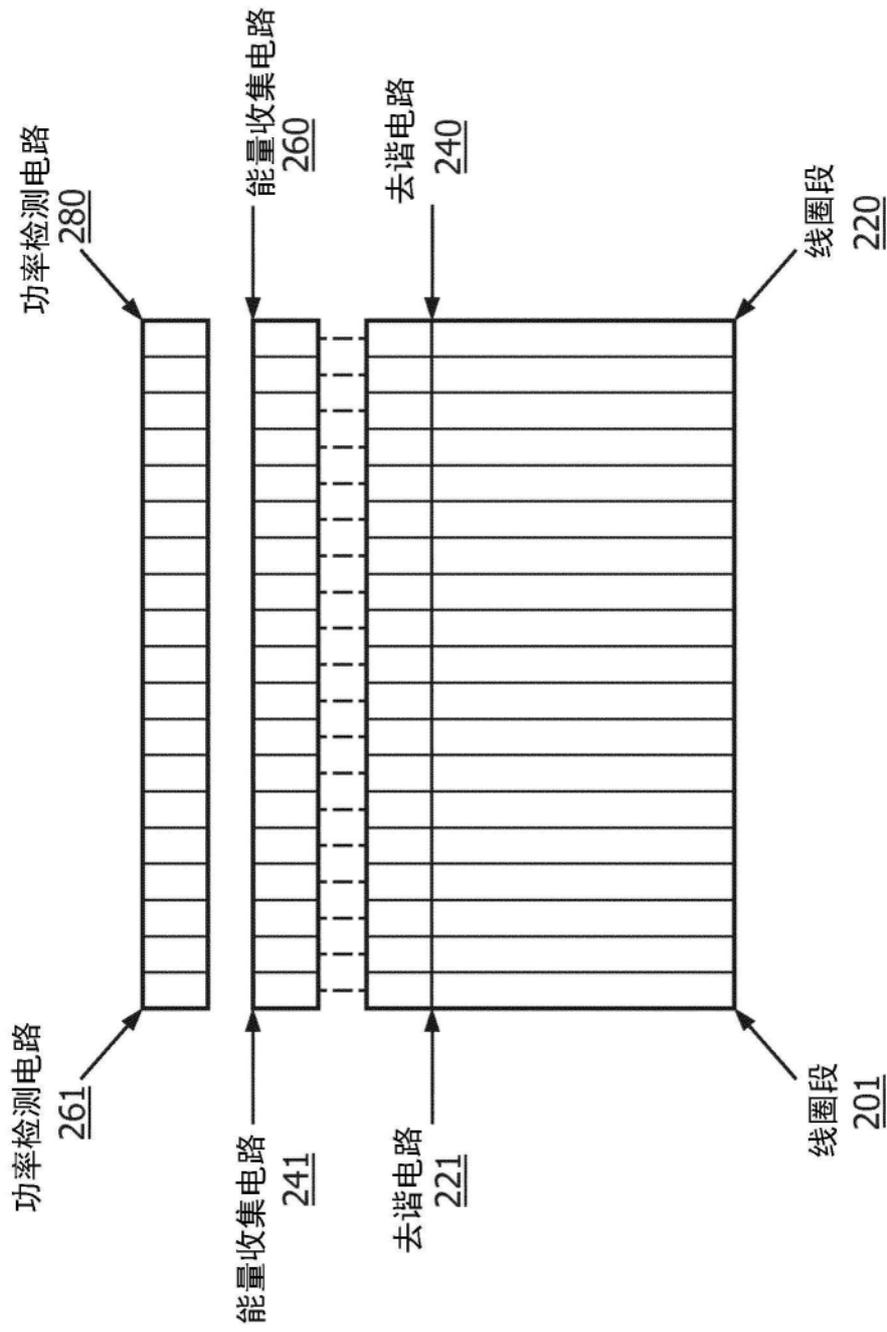


图2

磁共振成像系统

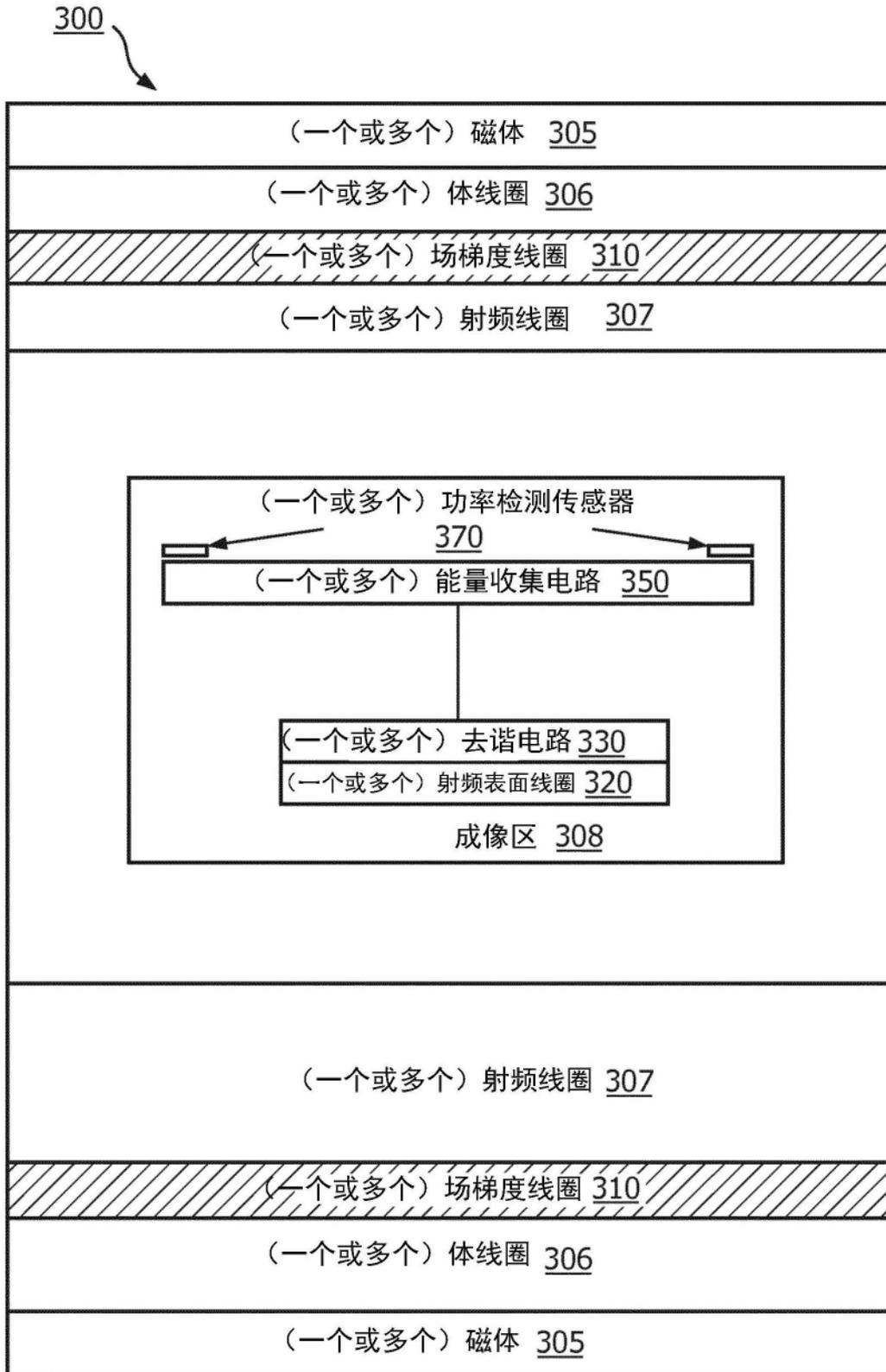


图3

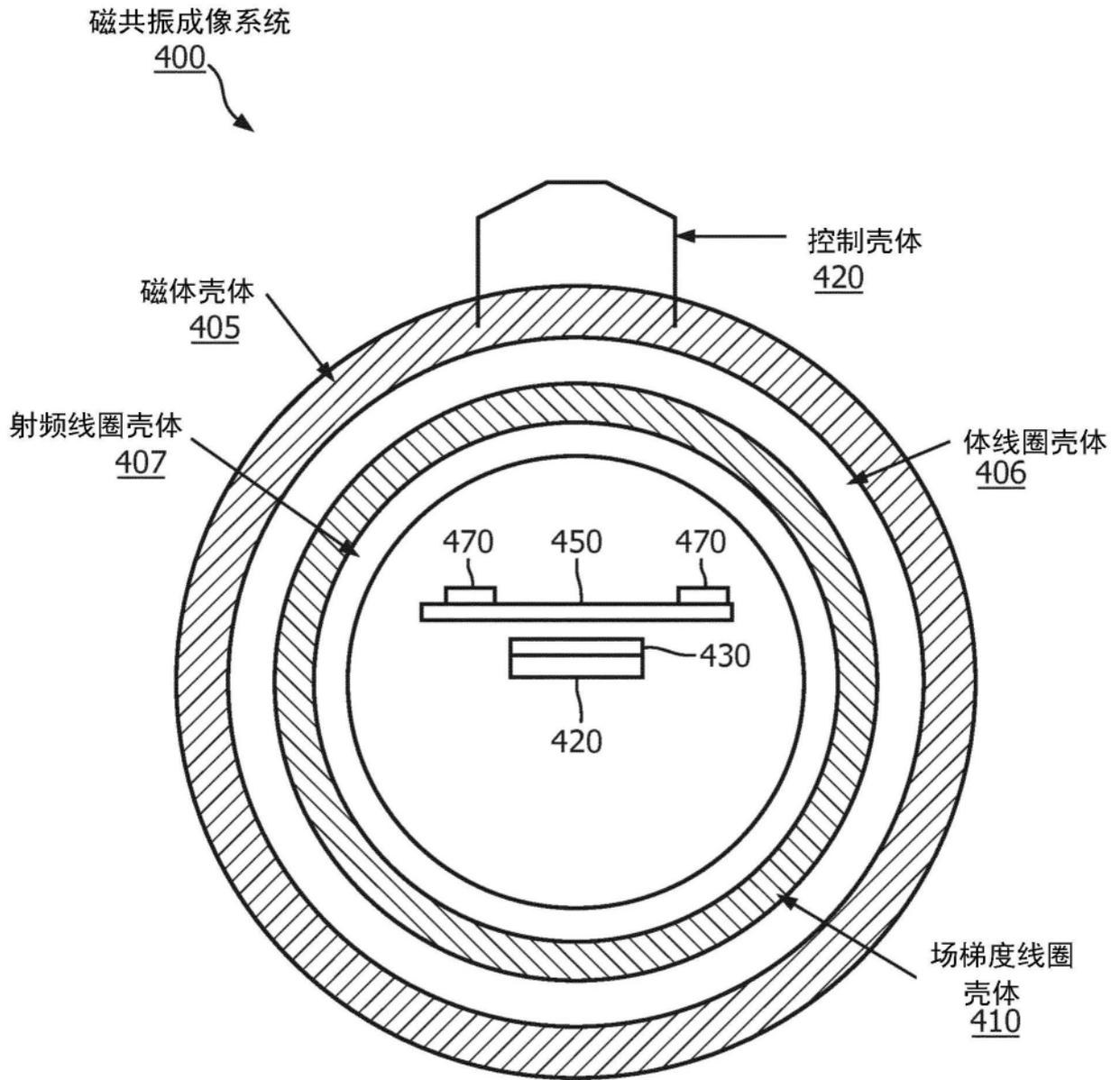


图4

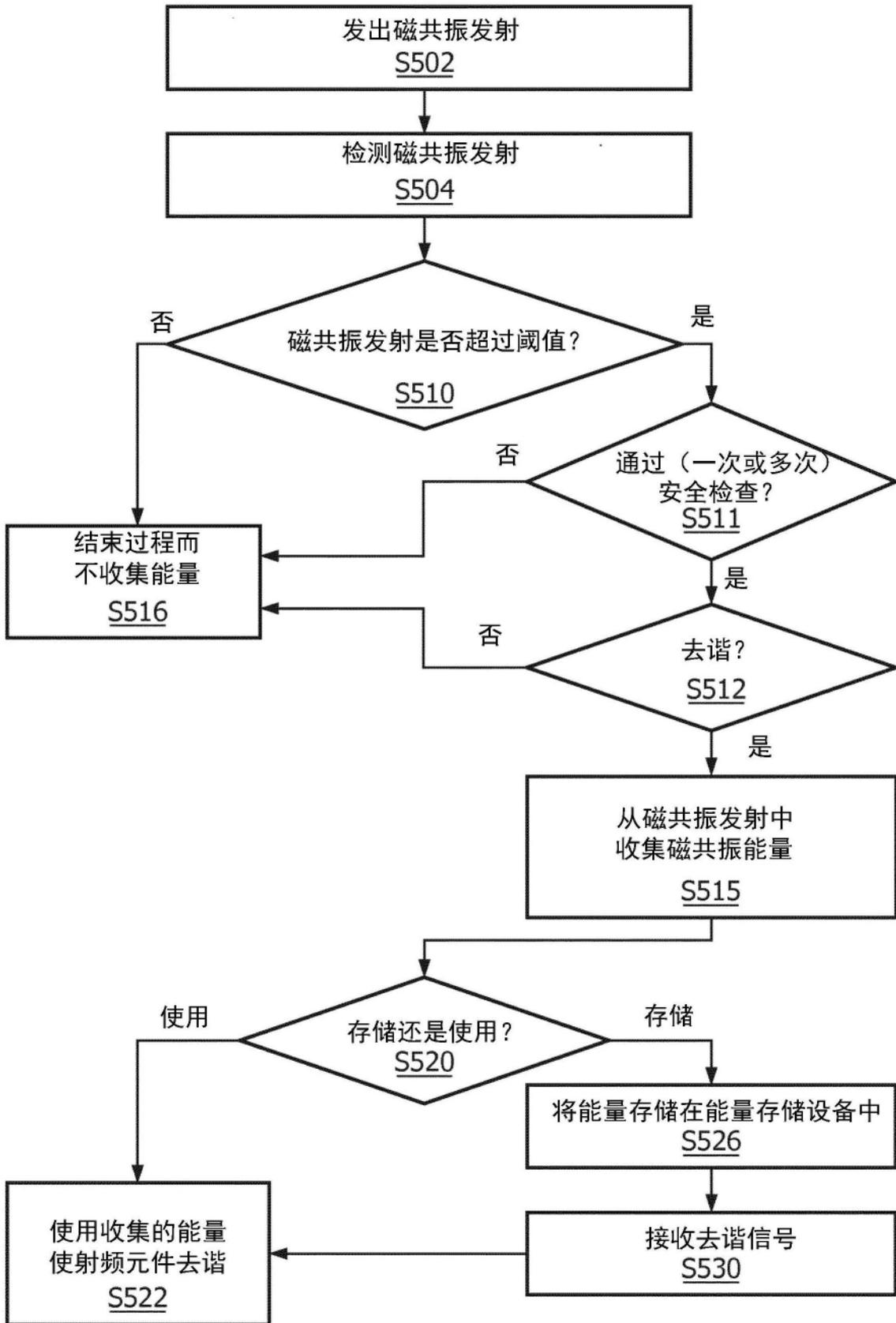


图4

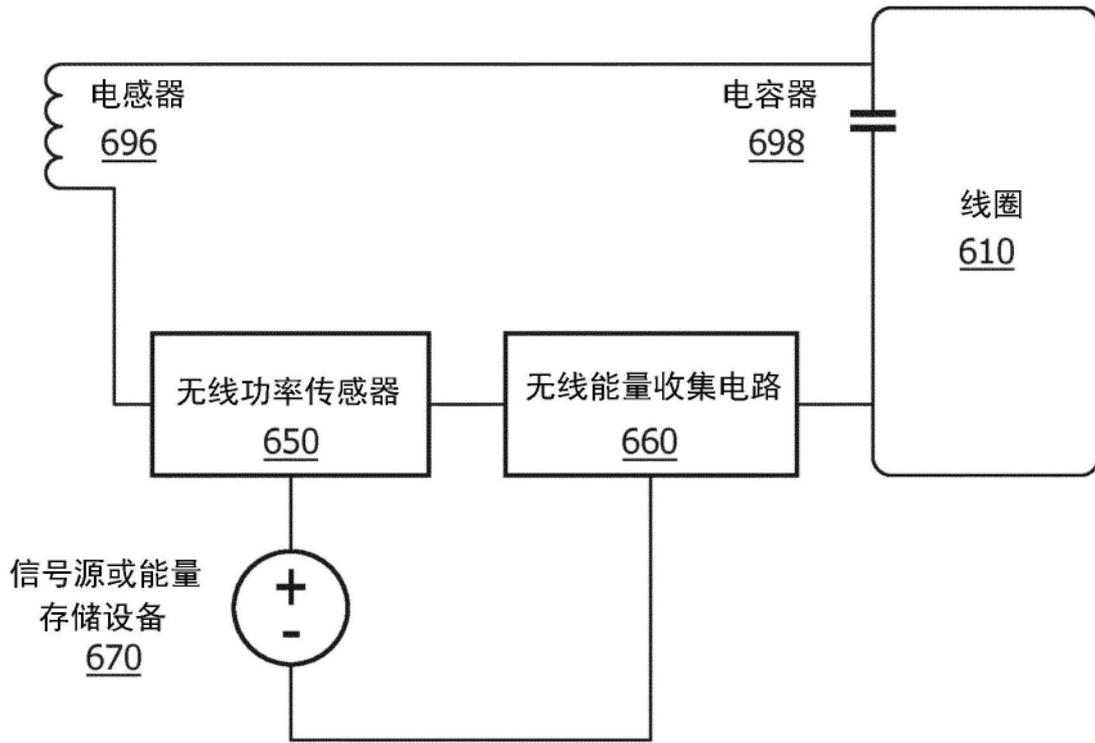


图6

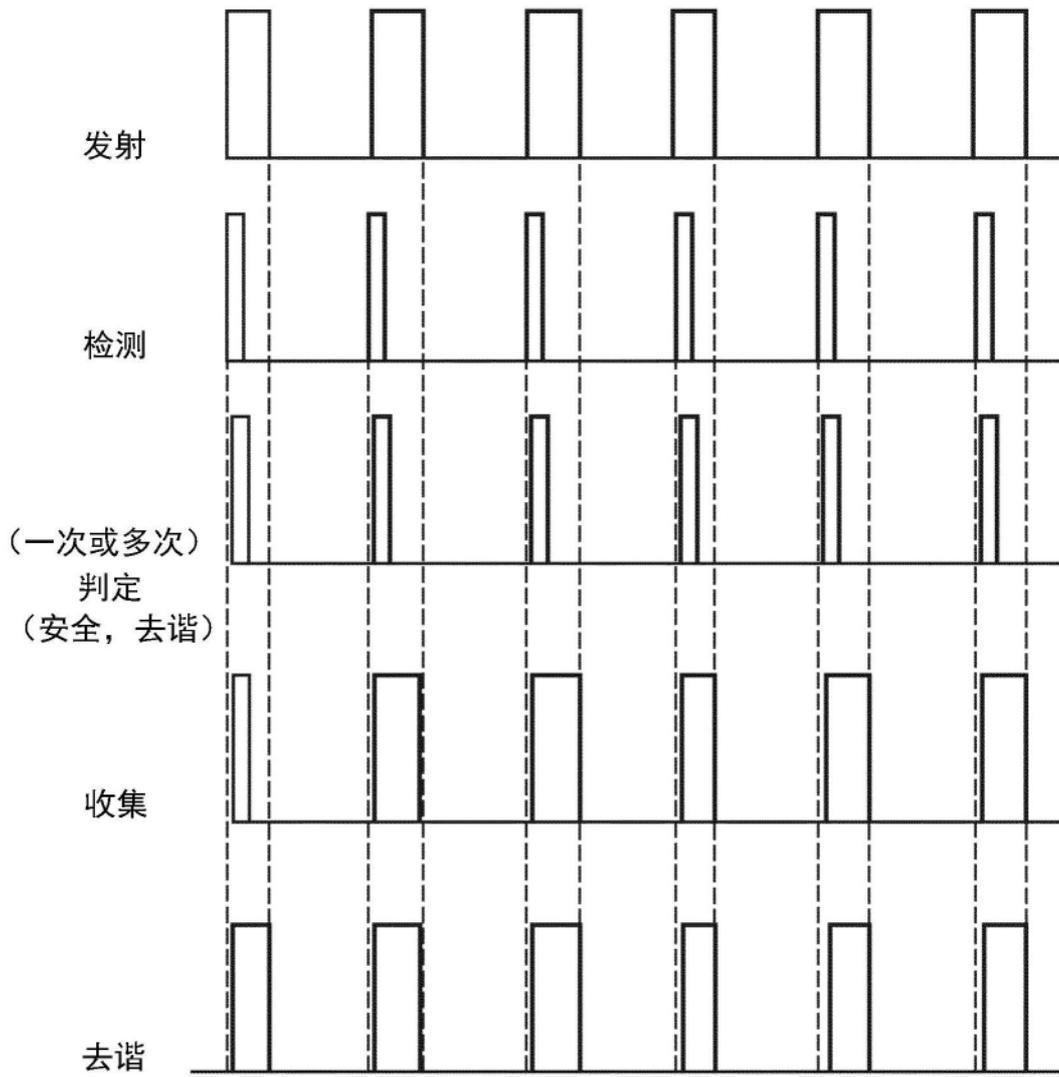


图7

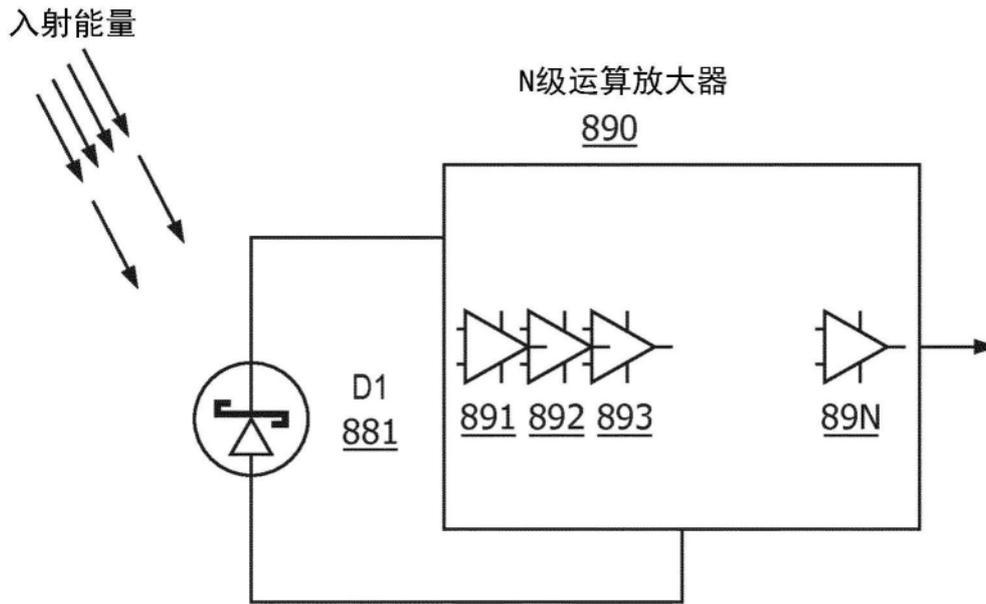


图8

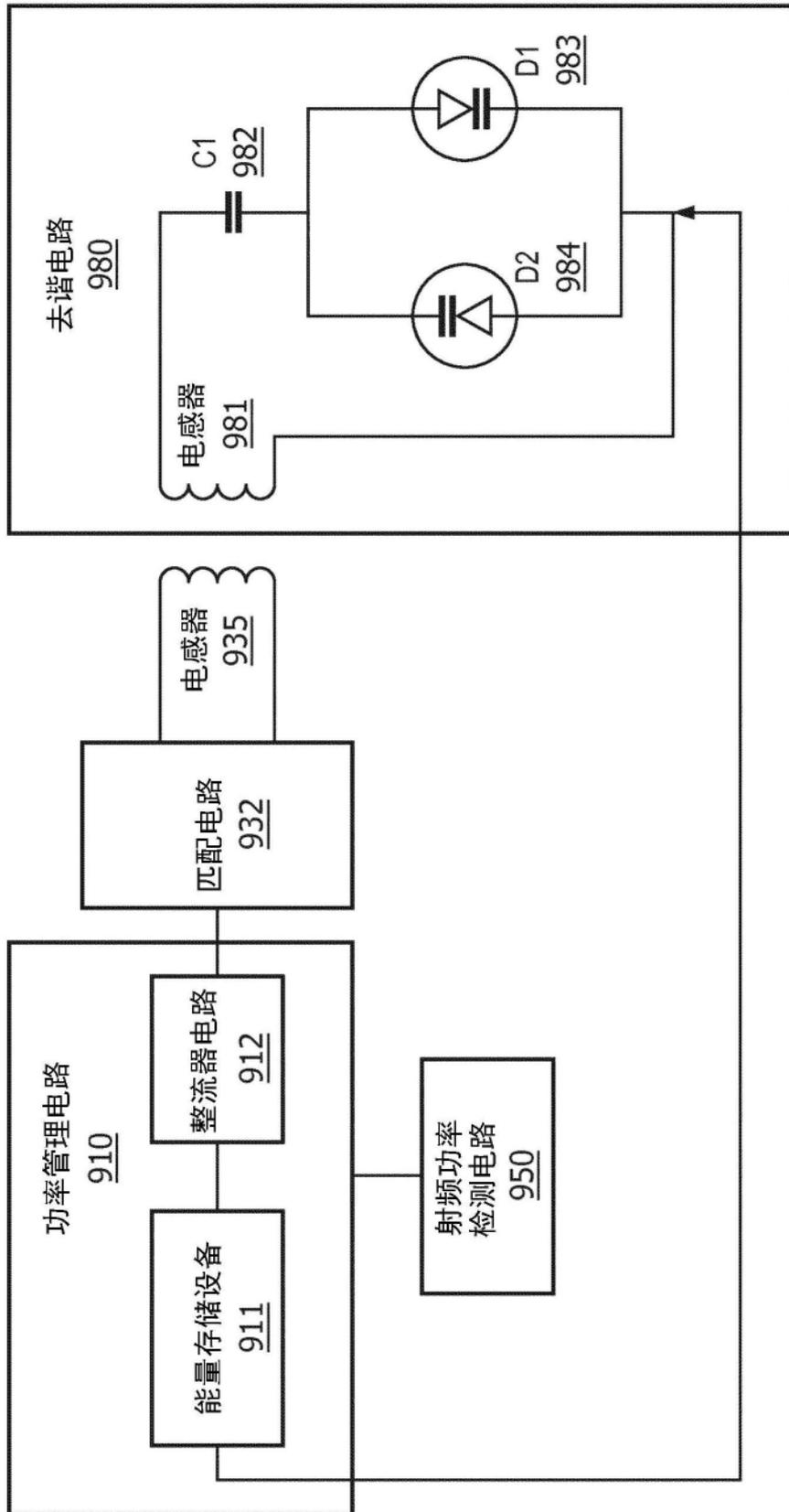


图9

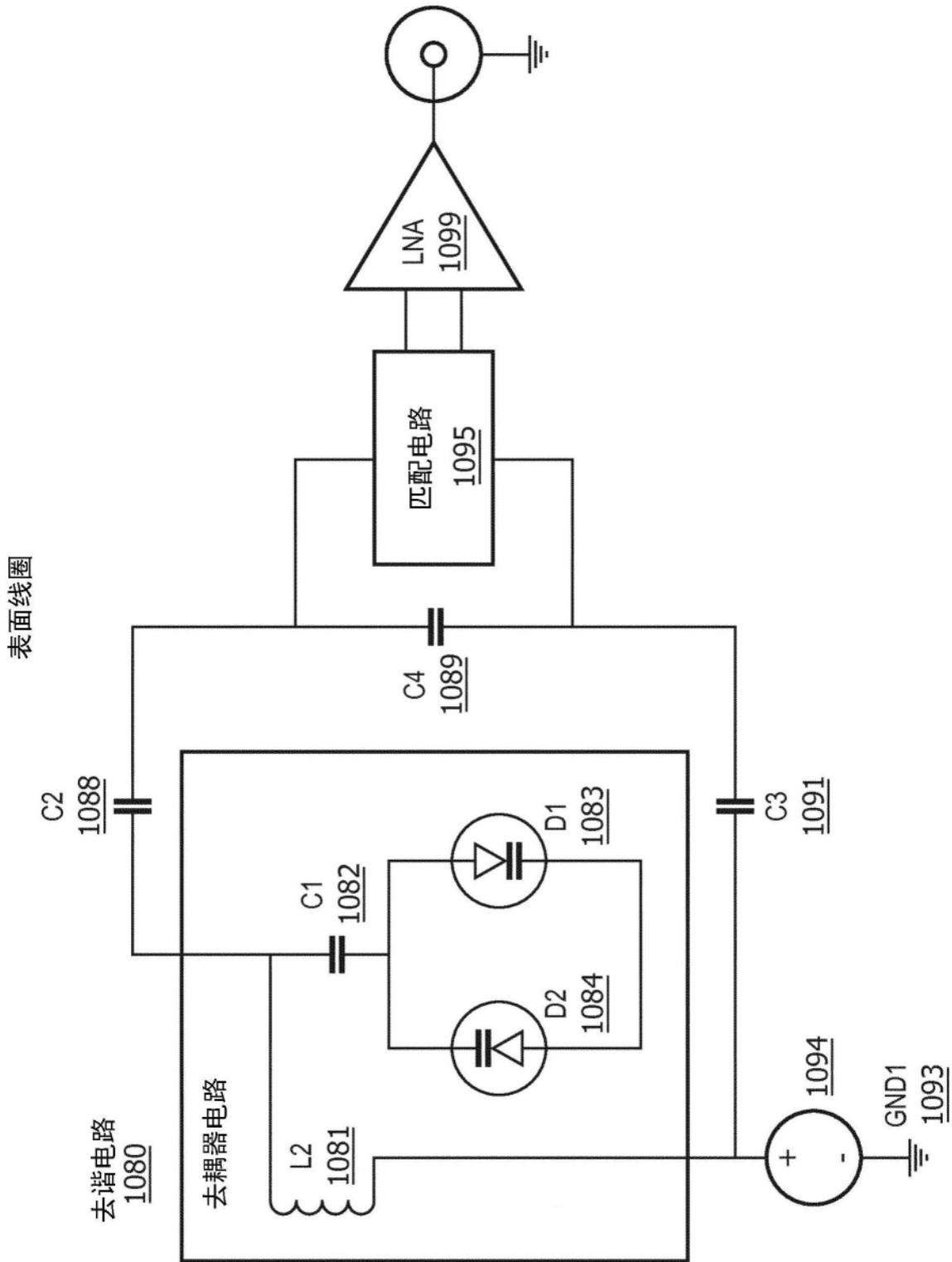


图10

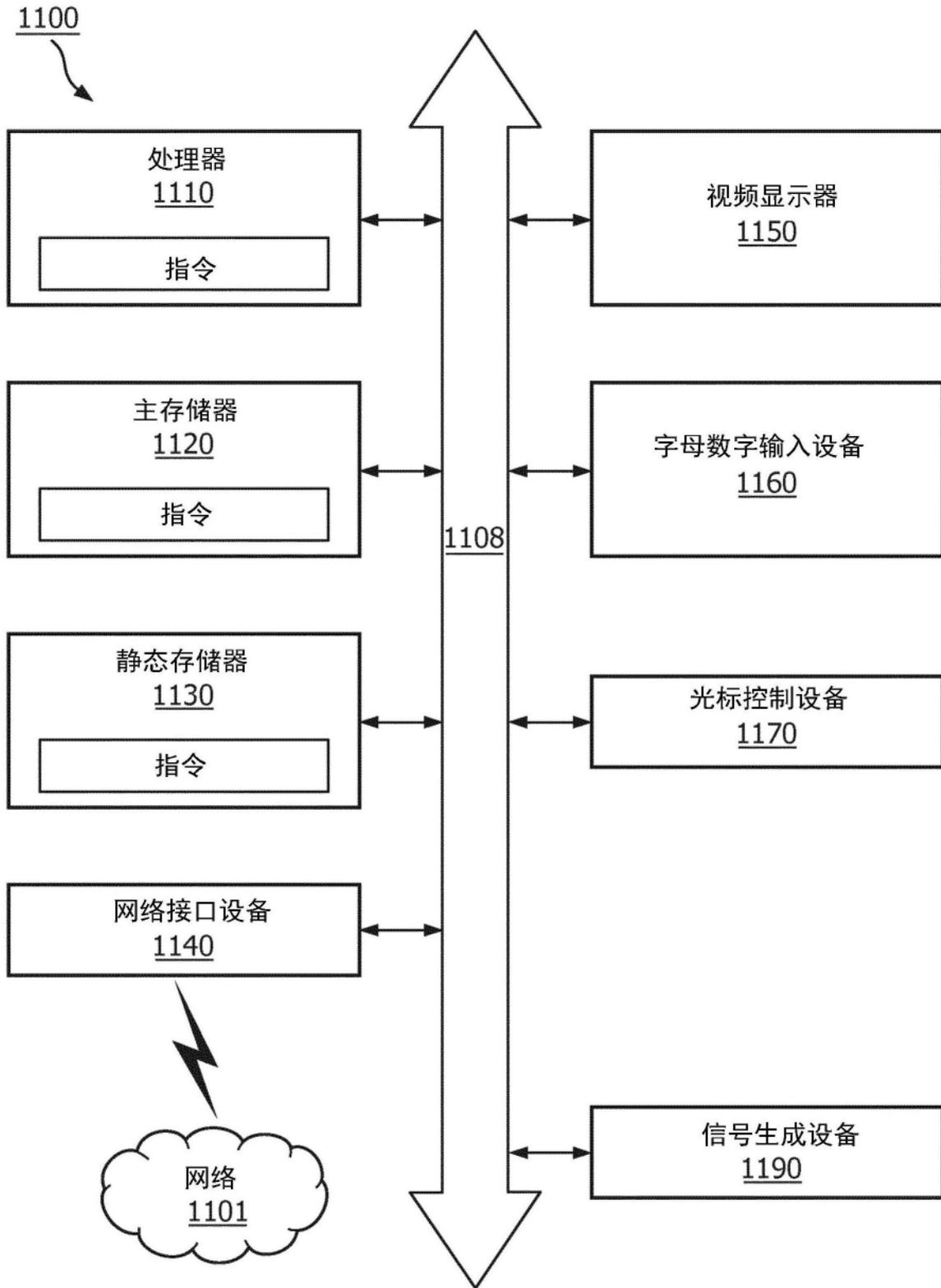


图11

发射/接收

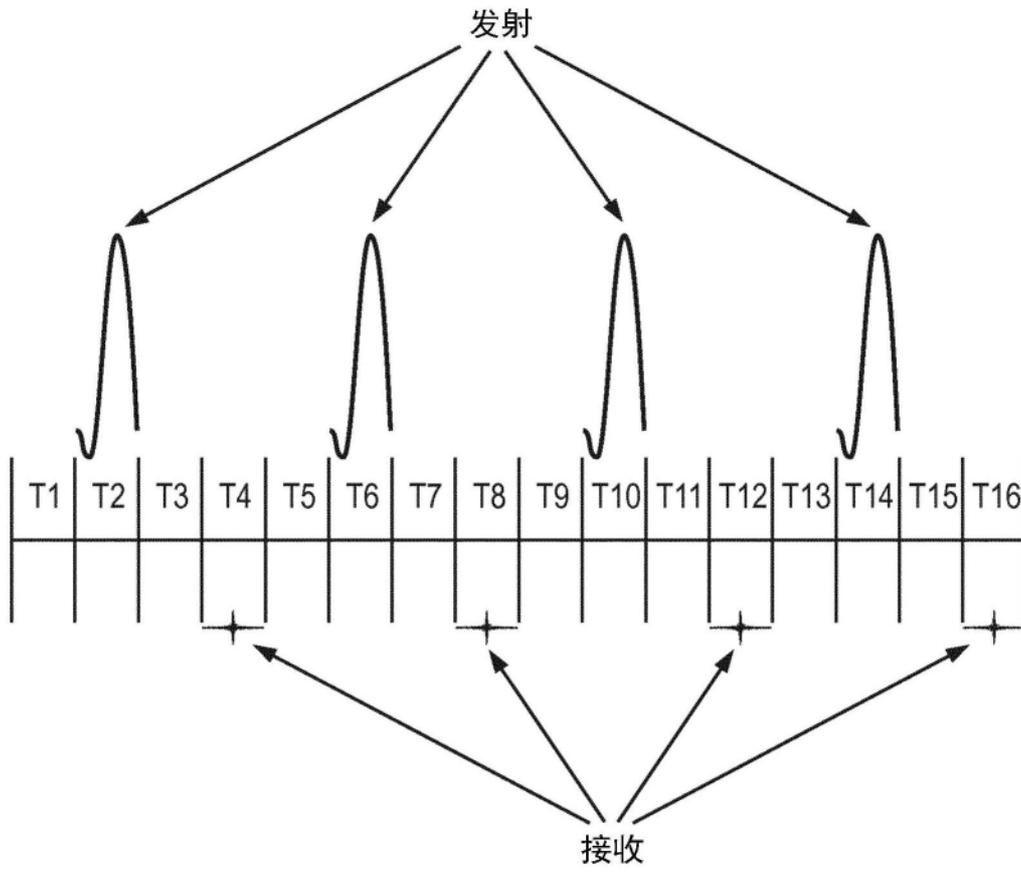


图12