



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00130901.3

[45] 授权公告日 2005 年 5 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1200643C

[22] 申请日 2000. 11. 20 [21] 申请号 00130901. 3

[30] 优先权

[32] 1999. 11. 19 [33] JP [31] 329071/1999

[71] 专利权人 GE 医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

[72] 发明人 加藤康司 石黑孝至

审查员 周东莉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

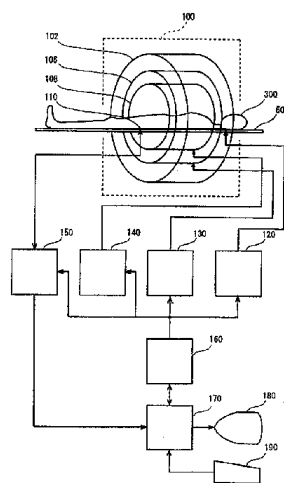
代理人 王 岳 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 13 页

[54] 发明名称 磁共振信号接收装置和磁共振成像装置

[57] 摘要

为了提供一种具有简化结构的线圈环路选择装置的磁共振信号接收装置，在形成相控阵列的许多单元线圈中形成通过应用二极管的有源禁用电路和通过应用一对反向并联的二极管将电感器与电容器并联的无源禁用电路，通过偏压驱动器单元控制有源禁用电路。



1. 一种磁共振信号接收装置，包括：

许多接收器线圈单元，许多接收器线圈单元彼此相对排列而形成相控阵列，所述许多接收器线圈的每个单元形成一个环路；

5 许多电容器，每个电容器都串联在所述许多接收器线圈的每个单元的每个环路中；

许多第一二极管；

10 许多电感器，每个电感器都通过所述许多第一二极管中彼此反极性并联的一对二极管与每个所述环路中所述许多电容器中的每一个电容器并联；

许多第二二极管，每个第二二极管都串联在所述许多接收器线圈的每个单元的所述环路中；以及

15 装置，用于通过独立地并且选择性地控制在所述许多接收器线圈的每个单元的所述环路中提供的所述许多第二二极管的偏压来选择性地启用所述许多接收器线圈的所述单元中的一些单元而禁用所述许多接收器线圈的所述单元中的其他单元，以便以所期望的组合形式选择性地控制由所述许多接收器线圈的所述单元接收的信号，从而简化信号接收，所述装置与所述许多接收线圈的每个单元相连接并且与连接在其所述环路中的所述许多第二二极管中的每一个相连接。

20 2. 权利要求 1 的磁共振信号接收装置，其中所述许多接收器线圈的单元数量等于或大于 5，而所述所选择的所述许多接收器线圈的所述单元中的一些单元数量等于或小于 4。

25 3. 权利要求 1 的磁共振信号接收装置，其中所述许多接收器线圈的所述单元中的每个单元都包括一个接收信号单元和其中的一个 LC 并联电路。

4. 权利要求 1 的磁共振信号接收装置，其中所述许多接收器线圈的所述单元中的每个单元都包括一个环路平面，该环路平面与相邻单元的相邻环路平面部分地相重叠。

30 5. 权利要求 1 的磁共振信号接收装置，其中所述许多接收器线圈的每个单元通过一个电容器连接到相邻的单元。

6. 一种磁共振成像装置，包括：

在容纳成像对象的空间中形成静态磁场的第二装置；

在所述空间中形成梯度磁场的第二装置;
在所述空间中形成射频磁场的第三装置;
测量从所述空间中辐射的磁共振信号的第四装置; 和
在所述所测量的磁共振信号的基础上产生图象的第五装置;
5 其中所述第四装置包括:

许多接收器线圈单元, 许多接收器线圈单元彼此相对排列而形成
相控阵列, 所述许多接收器线圈的每个单元形成一个环路;

许多电容器, 每个电容器都串联在所述许多接收器线圈的每个单
元的每个环路中;

10 许多第一二极管;

许多电感器, 每个电感器都通过所述许多第一二极管中彼此反极
性并联的一对二极管与每个所述环路中所述许多电容器中的每一个电
容器并联;

许多第二二极管, 每个第二二极管都串联在所述许多接收器线圈
15 的每个单元的所述环路中; 以及

装置, 用于通过独立地并且选择性地控制在所述许多接收器线圈
的每个单元的所述环路中提供的所述许多第二二极管的偏压来选择性
地启用所述许多接收器线圈的所述单元中的一些单元而禁用所述许多
接收器线圈的所述单元中的其他单元, 以便以所期望的组合形式选择
20 性地控制由所述许多接收器线圈的所述单元接收的信号, 从而简化信
号接收, 所述装置与所述许多接收器线圈的每个单元相连接并且与连接至
其所述环路的所述许多第二二极管中的每一个相连接。

7. 权利要求 6 的磁共振成像装置, 其中所述许多接收器线圈的
单元数量等于或大于 5, 而所述所选择的所述许多接收器线圈的所述单
25 元中一些单元的数量等于或小于 4。

8. 权利要求 6 的磁共振成像装置, 其中所述许多接收器线圈的所
述单元中的每个单元都包括一个接收信号单元和其中的一个 LC 并联电
路。

9. 权利要求 6 的磁共振成像装置, 其中所述许多接收器线圈的所
30 述单元中的每个单元都包括一个环路平面, 该环路平面与相邻的单元
的相邻环路平面部分地相重叠。

10. 权利要求 6 的磁共振成像装置, 其中所述许多接收器线圈的

每个单元都通过一个电容器连接到相邻的单元。

11. 权利要求 6 的磁共振成像装置，其中所述所选择的所述许多接收器线圈的所述单元中的一些单元是所述许多接收器线圈的所述单元的一半。

磁共振信号接收装置和磁共振成像装置

本发明涉及一种磁共振信号接收装置和磁共振成像装置，更具体地说涉及应用形成相控阵列的许多接收线圈的磁共振信号接收线圈以及应用这种磁共振信号接收装置的磁共振成像装置。

在一种磁共振成像装置中，接收线圈放在成像对象附近，以便测量尽可能靠近成像点的磁共振信号以提高信号的信噪比。

这种类型的接收线圈的典型实例是用于对脊骨进行成像的接收线圈。该接收线圈由形成了相控阵列的许多线圈环路构成，由于形成了相控阵列，每个线圈环路都可以作为单个信号线圈操作，可以依据要成像的面积选择适当的线圈环路组合以便对所需的脊骨部分进行成像，比如对颈段脊柱、胸部脊柱或腰段脊柱等进行成像。

在上面所描述的接收线圈中，还存在的问题的是用于选择线圈环路组合的选择器装置的结构复杂。

因此，本发明的一个目的是提供一种可以简化线圈环路选择器装置的磁共振信号接收装置以及应用这种磁共振信号接收装置的磁共振成像装置。

在解决上文所描述的问题的本发明的基本方面中，本发明提供一种磁共振信号接收装置，包括：形成相控阵列的许多接收器线圈；每个都串联在许多接收器线圈环路中的电容器；每个都通过彼此反极性并联的一对二极管与电容器并联连接的电感器；每个都串联在许多接收器线圈环路中的二极管；以及通过独立地控制二极管的偏压启用从许多接收器线圈中所选择的接收器线圈而禁用其它的接收器线圈的偏压控制装置。

在本发明的第二方面中，本发明提供一种磁共振成像装置，包括：在容纳成像对象的空间中形成静态磁场的静态磁场形成装置；在该空间中形成梯度磁场的梯度磁场形成装置；在该空间中形成射频磁场的射频磁场形成装置；从该空间测量磁共振信号的测量装置；和在所测量的磁共振信号的基础上产生图象的图象产生装置；以及该测量装置包括：形成相控阵列的许多接收器线圈；每个都串联在许多接收器线圈环路中的电容器；每个都通过彼此反极性并联的一对二极管与电容器并联连接的电感器；每个都串联在许多接收器线圈环路中的二极管；以及通过独立

地控制二极管的偏压启用从许多接收器线圈中所选择的接收器线圈而禁用其它的接收器线圈的偏压控制装置。

在本发明中，通过应用给二极管施加的偏压在进行 RF 激励之时以及在接收磁共振信号之时将每个接收器线圈控制为启用或禁用以便选择
5 有效地接收磁共振信号的接收器线圈组合。此外，由电容器和电感器形成的并联谐振电路可以在 RF 激励的时候使每个接收器线圈禁用。

依据本发明，可以实现一种具有简化的线圈环路选择器装置的磁共振信号接收装置以及应用这种磁共振信号接收装置的磁共振成像装置。

通过下文对如在附图中所示的本发明的优选实施例的描述，本发明的
10 的进一步目的和优点将会清楚。

附图 1 所示为磁共振成像装置的方块图。

附图 2 所示为表示相控阵列的基本结构的电子电路图。

附图 3 所示为在附图 2 中所示的单元线圈的电子电路图。

附图 4 所示为表示相控阵列线圈的电子电路图。

附图 5 所示为在附图 1 中所示的装置中的接收器线圈的示意方块
15 图。

附图 6 所示为表示通过在附图 1 中所示的偏压驱动器单元的偏压应用模式的示意图。

附图 7 所示为在附图 1 所示的装置中的接收器线圈单元的示意方块
20 图。

附图 8 所示为依据本发明的装置的实例性实施例的示意方块图。

附图 9 所示为表示相控阵列线圈的基本结构的电子电路图。

附图 10 所示为表示相控阵列线圈的基本结构的电子电路图。

附图 11 所示为表示相控阵列线圈的电子电路图。

附图 12 所示为附图 1 中所示的装置所执行的实例性脉冲序列。
25

附图 13 所示为附图 1 中所示的装置所执行的实例性脉冲序列。

在下文中结合附图更详细地描述实施本发明的最佳实施方式。附图
1 说明了磁共振成像装置的方块图。本装置是本发明的一种实例性的实
施例。通过所示的装置的结构设置说明依据本发明的装置的实例性的实
30 施例。

如在附图 1 中所示，该装置具有磁体系统 100。磁体系统 100 具有主磁场线圈单元 102、梯度线圈单元 106 和 RF（射频）线圈单元 108。

这些线圈单元为大致圆柱形的外形，并且每个都同心放置。在磁体系统 100 的内部空间中，成像的对象 300 躺在托架 500 上通过在该附图中没有示出的输送装置送入或送出。

5 在托架 500 上形成接收器线圈单元 110。该接收器线圈单元 110 具有大致为平板状的外形，并且放在托架 500 的顶面上。成像对象 300 以仰卧的方式安放在接收器线圈单元 110 上。这样接收器线圈单元 110 就可以接近所成像的对象 300 的脊髓部。接收器线圈单元 110 由相控阵列线圈构成。相控阵列线圈将在下文中描述。

10 主磁场线圈单元 102 在磁体系统 100 的内部空间产生静态磁场。依据本发明主磁场线圈单元 102 可以是静态磁场形成装置实施例的典型实例。静态磁场的方向大致与要成像的对象 300 的躯体轴线的方向平行，换句话说，它产生水平磁场。主磁场线圈单元 102 例如由超导线圈构成。应该认识的是，该线圈单元 102 并不限于由超导线圈构成，而是也可以由常规的导电线圈形成。

15 梯度线圈单元 106 产生梯度磁场以在静态磁场强度中建立梯度。由此所产生的梯度磁场包括三种类型，即片层梯度磁场、读出梯度磁场和相位编码梯度磁场；而梯度线圈单元 106 具有与这三种梯度磁场相对应的三种梯度线圈系统（在附图中未示出）。

20 射频线圈单元 108 产生射频磁场以激励在要成像的对象 300 体内的自旋。在下文中将形成射频磁场称为发射 RF 激励信号。接收器线圈单元 110 接收由被激励的自旋所产生的电磁波即磁共振信号。

25 梯度驱动单元 130 与梯度线圈单元 106 相连接。通过给梯度线圈单元 106 输送驱动信号使梯度驱动单元 130 产生梯度磁场。依据本发明由梯度线圈单元 106 和梯度驱动单元 130 组成的部分可以是梯度磁场形成装置实施例的典型实例。梯度驱动单元 130 具有与梯度线圈单元 106 的三个梯度线圈系统相对应的三种驱动电路系统（在附图中没有示出）。

30 射频驱动单元 140 连接到射频线圈单元 108。通过给射频线圈单元 108 施加驱动信号射频驱动单元 140 发射射频激励信号。依据本发明由射频线圈单元 108 和射频驱动单元 140 组成的部分可以是射频磁场形成装置实施例的典型实例。

数据采集单元 150 连接到接收器线圈单元 110。由接收器线圈单元 110 和数据采集单元 150 组成的部分是依据本发明的测量装置实施例的

典型实例。数据采集单元 150 记录由接收器线圈单元 110 所接收的接收信号以将该信号采集为数字数据。

偏压驱动单元 120 还连接到接收器线圈单元 110。偏压驱动单元 120 给二极管施加偏压信号以使接收器线圈在启用和禁用之间转换，该二极管属于接收器线圈单元 110 并在下文中描述。

偏压驱动单元 120、梯度驱动单元 130、RF 驱动单元 140 以及数据采集单元 150 都连接到控制器单元 160。控制器单元 160 控制偏压驱动单元 120 至数据采集单元 150 中每个单元。偏压驱动单元 120 和控制器单元 160 所组成的部分是依据本发明的偏压控制器装置实施例的典型实例。

数据采集单元 150 的输出侧连接到数据处理单元 170。数据处理单元 170 可以将来自数据采集单元 150 采集的数据存储在附图中没有示出的存储器中。在该存储器中形成数据空间。可以将该数据空间组织成二维傅立叶空间。该数据处理单元 170 对二维傅立叶空间的这些数据进行二维傅立叶反变换以重建成像对象 300 的图象。依据本发明数据处理单元 170 可以是图象产生装置实施例的典型实例。

数据处理单元 170 连接到控制器单元 160。数据处理单元 170 放在控制它的控制器单元 160 的顶部。数据处理单元 170 连接到显示单元 180 和操作单元 190。显示单元 180 显示由此重建的图象和从数据处理单元 170 输出的各种信息。操作员操作操作单元 190 以将各种指令和信息等输入到数据处理单元 170。

接着，下文描述接收器线圈单元 110。首先，描述相控阵列线圈，该相控阵列线圈构成接收器线圈单元 110 的主要部分。例如在附图 2 中所示，通过如下的方式形成相控阵列线圈：将每个都形成一矩形环路的两个单元线圈 110-1 和 110-2 部分重叠地设置，以便自相应的单元线圈的输出终端 110-1a、110-1b 和 110-2a、110-2b 中获得接收信号而不存在相互干扰。

可以这样确定重叠：使在两单元线圈 110-1c、110-2c 的中心之间距离 L 成为 $0.9S$ ，这里 S 是一个环形部件的长度。当以这种方式重叠时，在每个环中在重叠部分和非重叠部分中来自下一个相邻的线圈的磁通匝连数的总值可以彼此抵消以消除干扰。

应该认识的是，在附图 2 中，为了说明的目的，将两个单元线圈 110-1

和 110-2 描述成在位置上垂直地错位, 以便有利于鉴别两线圈, 而在实际中没有垂直位置移动。同时两个线圈在重叠部分电绝缘。

在线圈环路上的箭头表示在垂直于线圈平面的方向上接收磁共振信号的给定时刻的电流方向。这种线圈在垂直于线圈平面的方向上具有最大的灵敏度, 而在平行于线圈平面的方向上没有灵敏度。这就意味着当
5 将方向 x 定义为线圈环路的垂直部件的方向、 y 为水平部件的方向以及 z 为垂直于线圈环路的平面方向时, 线圈在 z 轴具有最大的灵敏度, 而在 x 和 y 轴没有灵敏度。

如在附图 3 所示, 每个单元线圈 110-1、110-2 实际上构成了一种
10 调谐电路。这是一种将电容器 C_a 、 C_b 和 C_c 串联到线圈环路中的 LC 调谐电路。然后从电容器 C_b 的两端引出接收输出信号。电容器 C_a 和 C_c 的位置和数量可以自行确定。

通过利用在来自每个单元线圈的接收信号之间没有相互干扰的优点这一事实, 如附图 4 所示, 通过如下的方式形成接收线圈阵列 (相控阵列):
15 将许多单元线圈 111, 112, 113, 114, ..., 放置在一排中以通过每个单元线圈接收来自放置在该阵列上的成像对象的磁共振信号。

附图 5 所示为应用上文刚描述过的相控阵列线圈并结合偏压驱动单元 120 和数据采集单元 150 的接收器线圈单元 110 的示意方块图。依据
20 本发明由接收器线圈单元 110 和偏压驱动单元 120 组成的装置可以是磁共振信号接收装置实施例的典型实例。

如图所示, 接收器线圈单元 110 具有单元线圈 220 至 380。依据本发明每个单元线圈 220 至 380 可以分别是接收器线圈实施例的典型实例。在这些线圈中, 单元线圈 220 至 280 以如附图 4 所示的结构设置形成相控阵列线圈的一个系统 (系统 A), 这种系统可以是用于对 C 脊骨进行成像的相控阵列线圈的实例。其余的单元线圈 320 至 380 还形成相控
25 阵列的另一个系统 (系统 B)。这种系统可以是用于对 T 和/或 L 脊骨进行成像的相控阵列线圈的实例。

单元线圈 220 至 380 的电路结构都相同。然后, 将单元线圈 220 的电路作为典型实例进行描述。单元线圈 220 是一种具有串联的电容器
30 222、224、226 和二极管 228 的闭环路。从电容器 222 的两端通过前置放大器输出接收信号。

电感器 232 与电容器 226 并联, 并插入由二极管 234 和 234' 形成的

反极性并联电路。当导通二极管 234 和 234' 时, 电感器 232 与电容器 226 一起组成了一个 LC 并联电路。依据本发明电容器 226 可以是电容器实施例的典型实例。依据本发明电感器 232 可以是电感器实施例的典型实例。

- 5 通过电感器 236 和 236' 将来自偏压驱动单元 120 的偏压信号输送到二极管 228。电感器 236, 236' 可以作为 RF 阻塞电路。依据本发明二极管 228 可以是二极管实施例的典型实例。

在控制单元 160 的控制下偏压驱动器单元 120 给二极管 228 输送正向偏压或反向偏压。以正向偏压接通二极管 228 可以使单元线圈 220 的
10 环路闭合以形成闭环。在另一方面如果以反向偏压切断二极管 228 则断开单元 220 的环路以形成开环。

在闭环的情况下, 一旦接收到磁共振信号则有由感应电压产生的电流流动, 因此在电容器 222 的两端之间产生的电压将被输入到前置放大器 230。换句话说, 起用单元线圈 220。由磁共振信号引起的感应电压
15 不会达到导通二极管 234 和 234' 的电平, 因此将不会形成电感器 232 和电容器 226 的并联电路。

在闭环的情况下, 当发射 RF 激励信号时, 由此产生的较大的感应电压将导通二极管 234 和 234' 以形成电感器 232 和电容器 226 的并联电路。由于 LC 的并联电路的共振频率被调谐为 RF 激励信号的频率, 在并
20 联谐振的时候的高阻抗实际上阻止 (禁用) 流经闭环路的电流, 从而消除了 RF 线圈单元 108 和单元线圈 220 之间的耦合。在下文中将称这种类型的 LC 并联电路为无源禁用电路。

在二极管 228 反向偏压造成开环的情况下, 在接收磁共振信号时感应电压产生的电流被抑制以致不能获得接收信号。换句话说, 单元线圈
25 220 被禁用。在下文中将称由偏压控制的二极管 228 为有源禁用电路。

在其它的单元线圈 240 至 380 中, 来自偏压驱动器单元 120 的偏压信号分别输送到在附图中没有示出的类似的二极管中。需指出的是与相控阵列线圈的两个系统相对应地提供了偏压驱动器单元 120 的两个系统以便每个系统驱动各自对应的系统。

30 从前置放大器 230 中输出的信号输入到转换开关单元 420 的一个输入端中。在附图中没有示出的用于在系统 A 中的其它单元线圈 240, 260 和 280 的前置放大器的输出信号也输入到转换开关 440, 460 和 480 的

相应的一个输入终端中。

在附图中没有示出的用于系统 B 的单元线圈 320 至 380 的前置放大器的输出信号分别输入到转换开关 420 至 480 的其它的输入端中。转换开关 420 至 480 同时切换以便不管系统 A 还是系统 B 的接收信号都将输入到数据采集单元 150 中。

系统 A 的相控阵列线圈和系统 B 的相控阵列线圈各自都具有相应的识别信号发生器 620 和 630。由此所产生的识别信号作为给转换开关 520 的两个输入信号。转换开关 520 与转换开关 420 至 480 一起转换以便输入通过切换到控制器单元 160 所选择的任一个系统的系统识别信号。控制器单元 160 基于所输入的识别信号识别哪个系统连接到数据采集单元 150。

操作员切换转换开关 420 至 520。可以在接收器线圈单元 110 的安装点进行手动切换或者通过操作单元 190 进行远程切换。当进行远程操作时，识别信号并不是必需要反馈到操作单元 190。此外，转换开关 420 至 520 可以是机械的或是电子的。

在发射射频信号的时候以及在接收磁共振信号的时候，通过将连接到数据采集单元 150 的系统作为启用侧以及将没有连接的系统作为禁用侧，控制器单元 160 可以对两个系统进行偏压控制。

附图 6 所示为通过控制单元 160 进行偏压控制的模式。如该图所示，有三种偏压控制模式。在模式 (a) 中，一旦发射，对在启用侧（例如系统 A）以及禁用侧（例如系统 B）中的二极管都进行正向偏压，一旦接收，对启用侧进行正向偏压而对禁用侧进行反向偏压。

这样，在发射的时候在两系统中的任何接收器线圈都将成为闭环。如果在这种情况下发射 RF 激励信号，在每个接收器线圈中感应电压将形成 LC 并联电路，并联谐振的高频阻抗将使 LC 电路与 RF 线圈单元 108 去耦。

在另一方面，一旦接收，启用侧将成为闭环，而禁用侧将打开。因此仅通过启用侧接收磁共振信号。

在模式 (a) 中，由于两个系统在发射的时候都是正向偏压，通过无源禁用电路实现相对于 RF 线圈单元 108 的去耦，因此用作有源禁用电路的二极管可以是具有较低的击穿电压的便宜的二极管。

在模式 (b) 中，在发射的时候启用侧是正向偏压而禁用侧是反向

偏压，而在接收的时候启用侧是正向偏压而禁用侧是反向偏压。

这样，在发射的时候在启用侧中的接收器线圈是闭环，而在禁用侧中的接收器线圈是开环。如果在这种情况下发射 RF 激励信号，在启用侧中的无源禁用电路与 RF 线圈单元 108 去耦，而在禁用侧中的有源禁用电路与 RF 线圈单元 108 去耦。

与模式 (a) 类似，一旦接收，启用侧将成为闭环，而禁用侧将成为开环。因此仅通过启用侧接收磁共振信号。

在模式 (b) 中，在发射的时候禁用侧通过有源禁用电路去耦，因此比在模式 (a) 中的情况去耦得更加彻底。

在模式 (c) 中，一旦发射两个系统都反向偏压，而一旦接收启用侧为正向偏压而禁用侧为反向偏压。这样，一旦发射在两系统中的接收器线圈都将是开环。如果 RF 激励信号在这种情况下发射，两系统的接收器线圈都将通过有源禁用电路与 RF 线圈单元 108 去耦。

一旦接收，与模式 (a) 类似，启用侧将成为闭环而禁用侧将成为开环。因此，将仅通过启用侧接收磁共振信号。

在模式 (c) 中，在发射时两系统都通过有源禁用电路进行去耦，因此比模式 (b) 去耦得更加彻底。

在如上所描述的任何模式中，由于通过二极管的偏压控制使接收器系统成为启用或禁用，所以接收器系统的选择器装置可以以一种简化的结构实现。

接收器线圈单元 110 并不是必需分在两系统中，而是整个单元可以仅有一个系统，并且接收器线圈可以通过选择某些理想的单元线圈形成。附图 7 所示为这种结构的接收器线圈单元 110 的示意方块图。

如在附图 7 中所示，转换开关 420 至 480 可以选择四个（或更少）任意单元线圈为启用线圈。然后，在发射和接收的时候偏压驱动器单元 120 独立地控制每个单元线圈 220 至 380 的偏压以启用适当的单元线圈而禁用其它的单元线圈。

附图 8 所示为磁共振成像装置的示意方块图。本装置是依据本发明的实施例的典型实例。本装置的结构表示关于依据本发明的装置的一个实例性的实施例。

在附图 8 中所示的装置具有与附图 1 所示的装置不同的磁体系统 100' 和接收线圈单元 110'。其它部分与在附图 1 中所示的装置类似，相

同的参考标号表示类似的部件，并省去对这些部件的描述。

磁体系统 100' 具有主磁场线圈单元 102'、梯度线圈单元 106' 和 RF 线圈单元 108'。这些主磁场线圈单元 102' 和相应的线圈单元都由在整个空间中彼此相互相对的一对形成。此外每个单元具有盘形的外形并设置在共用的中心轴周围。在磁体系统 100' 的内部空间中，成像的对象 300 躺在托架 500 上通过在该附图中没有示出的输送装置送入或送出。

在托架 500 上形成接收器线圈单元 110'。该接收器线圈单元 110' 具有宽阔的圆柱形外形，并放在托架 500 的顶面上。成像对象 300 仰卧地安放在接收器线圈单元 110' 上。这样接收器线圈单元 110' 就可以接近所成像的对象 300 的脊髓部。接收器线圈单元 110' 由相控阵列线圈构成。相控阵列线圈将在下文中描述。

主磁场线圈单元 102' 在磁体系统 100' 的内部空间产生静态磁场。该静态磁场的方向大致垂直于成像的对象 300 的躯体轴线的方向，换句话说，它产生所谓的垂直磁场。主磁场线圈单元 102' 例如由永磁体等类似的磁体构成。应该理解的是，该线圈单元不但可以由永磁体构成，而且也可以应用超导磁体或普通的导电电磁铁形成。

梯度线圈单元 106' 产生梯度磁场以在静态磁场强度中建立梯度。由此所产生的梯度磁场包括三种类型，即片层梯度磁场、读出梯度磁场和相位编码梯度磁场；而梯度线圈单元 106' 具有与这三种梯度磁场相对应的三种梯度线圈系统（在附图中没有示出）。

RF 线圈单元 108' 产生射频磁场以激励在成像的对象 300 体内的自旋。接收器线圈单元 110' 接收由被激励的自旋所产生的磁共振信号。

接着，描述接收器线圈 110'。首先，描述构成接收器线圈单元 110' 的主要部分的相控阵列线圈。

附图 9 所示为相控阵列线圈的基本形式。如该图所示，单元线圈 112 是具有电容器 152 的闭环路。除了电容器 152 外还有其它的电容器。单元线圈 114 是具有电容器 154 的闭环路。除了电容器 154 外还有其它的电容器。从在电容器 152 和 154 上的端子上引出这些单元 112 和 114 所接收的信号。

单元线圈 112 的环路和单元线圈 114 的环路通过电容器 172 和 172' 相互连接，两个环路之间静电耦合。这里电容器 172 和 172' 的电容

可以这样选择：流经两个环路的电流抵消由电磁耦合产生的流经两个环路的电流。这样，单元线圈 112 的环路和单元线圈 114 的环路彼此去耦，因此彼此之间不相互影响。即，单元线圈 112 和单元线圈 114 构成了相控阵列线圈。在托架 500 上以预定的间隔并且环路平面彼此相对地设置了具有这种关系的许多单元线圈。

附图 10 所示为用作相控阵列的另一种形式的单元线圈的电子电路。如在该附图中所示，单元线圈由串联的电容器 302 和电感器 304 构成。在电容器和电感器上有代表性地标上了参考标号。电容器 302 的数量并不限于如该图所示的四个，而是可以是任何适当的数目。

在一个电容器 302 的两个端子上，用于放大单元线圈所接收的磁共振信号的前置放大器 306 的输入电路通过电感器 308 连接。对于前置放大器 306，可以应用在输入电路中具有足够低阻抗的放大器即较低的输入阻抗的放大器。

在这种单元线圈中，由于前置放大器 306 是一种低阻抗的放大器，因此实质上形成了电容器 302 和电感器 308 的 LC 并联电路。这里选择 LC 并联电路的谐振频率以使与磁共振信号的频率匹配。因为这方面的原因，在接收磁共振信号的时候，LC 并联电路将产生共振，并且由此产生的高阻抗将使单元线圈实质上是开环。

在托架 500 上以预定的间隔形成这种结构的单元线圈，同时环路平面彼此相对着。在附图 11 中示出了在托架 500 上形成的许多单元线圈的电子电路图。附图 11 表示每个线圈的环路平面的透视图。

由于 LC 电路的并联谐振产生的高阻抗使每个单元线圈实质上是开环。因为在接收的时候每个单元线圈实质上都是开环，所以在它们之间没有耦合。由于这种去耦作用，适合独立地给出的每个单元线圈分别接收磁共振信号而不影响附近的单元线圈。这就意味着这些单元线圈形成了相控阵列线圈。

可以通过应用在附图 9 中所示的类型或在附图 11 中所示的类型的相控阵列线圈形成接收器线圈单元 110'。如附图 5 所示，相控阵列线圈可以由两个系统形成，每个系统应用四个单元线圈。然后，如附图 5 所示，对于每个单元线圈提供 LC 并联电路的无源禁用电路和二极管和偏压驱动单元的有源禁用电路来自偏压驱动单元 120 进行如上已经描述的控制以便从所需的系统中接收磁共振信号。

下文将描述依据本发明的装置的操作。在操作中，在附图 1 中所示的装置和在附图 8 中所示的装置之间基本没有差别。本装置的操作是在控制器单元 160 的控制之下进行。控制器单元 160 可以基于识别信号识别在相控阵列线圈的两个系统之中所使用的一个系统，以在控制如上已经描述的两个系统的启用和/或禁用状态的同时实现成像。

附图 12 所示为用于磁共振成像的实例性的脉冲序列。所示的脉冲序列是一种用于自旋回波 (SE) 方法的脉冲序列。

更具体地说，(1) 是一种在 SE 方法中用于 RF 激励的 90 度和 180 度脉冲的脉冲序列，而 (2)、(3)、(4) 和 (5) 分别是用于片层梯度 G_s 、读出梯度 G_r 、相位编码梯度 G_p 和自旋回波 MR 的序列。90 度和 180 度脉冲都是通过它们各自中心信号表示。脉冲序列沿着时基 t 自左手侧至右手侧行进。

如该图所示，90 度脉冲产生 90 度的自旋激励。在这个时刻施加片层梯度 G_s 以相对预定的片层执行有选择性的激励。在自 90 度激励的预定时间后，通过 180 度脉冲产生 180 度激励，即实现自旋反相。同时还施加片层梯度 G_r 以对相同的片层实现有选择性的激励。

在 90 度激励和自旋反相之间的周期中，施加读出梯度 G_r 和相位编码梯度 G_p 。读出梯度 G_r 使自旋失相 (dephase)，而相位编码梯度 G_p 对该自旋进行相位编码。

在自旋反相后，通过读出梯度使自旋恢复相位 (rephase) 以产生自旋回波 MR。自旋回波 MR 是一种相对于回波中心具有对称的波形的 RF 信号。在 90 度激励的 TE (回波时间) 后出现中心回波。通过数据采集段 150 采集自旋回波 MR 作为可视数据。以频率 TR (重复时间) 反复地重复这种脉冲序列 64 至 512 次。在每次重复中都改变相位编码梯度 G_p 以便每次都提供都不同的相位编码。这样可以得到包括 64 至 512 个视图的可视数据。

在附图 13 中所示为用于磁共振成像中的脉冲序列的另一实例。这种脉冲序列是一种用于梯度回波 (GRE) 方法的脉冲序列。

更具体地说，(1) 是一种在 GRE 方法中的 RF 激励 α° 脉冲的脉冲序列，而 (2)、(3)、(4) 和 (5) 分别是片层梯度 G_s 、读出梯度 G_r 、相位编码梯度 G_p 和梯度自旋回波 MR 的序列。 α° 脉冲是以它的中心信号表示。脉冲序列沿着时基 t 自左手侧朝右手侧行进。

如该图所示, α° 脉冲在 α° 上激励自旋, α 等于或小于 90° 。在这个时刻施加片层梯度 G_s 以相对于预定的片层执行有选择性的激励。

在自 α° 激励后, 通过相位编码梯度 G_p 对自旋进行相位编码。然后读出梯度 G_r 首先使自旋失相, 随后使自旋再恢复相位以产生梯度回波 MR。梯度回波 MR 是一种在回波中心周围具有对称波形的 RF 信号。在 α° 激励的 TE (回波时间) 后产生中心回波。

通过数据采集单元 150 采集梯度回波 MR 作为可视数据。以频率 TR 反复地重复这种脉冲序列 64 至 512 次。在每次重复中都改变相位编码梯度 G_p 以便每次都执行不同的相位编码。这样就可以得到包括 64 至 512 种视图的可视数据。

将通过附图 12 或 13 所示的脉冲序列所得到的可视数据存储在数据处理单元 170 的存储器中。应该注意的是该脉冲序列并不限于 SE 方法或 GRE 方法, 而是还可以应用其它的适当的方法, 比如快速自旋回波 (FSE) 方法、回波平面成像 (EPI) 方法。

数据处理单元 170 对可视数据进行反向二维傅立叶变换以重构成像对象 300 的断面图象。通过显示单元 180 显示所重构的断面图象作为可视图象。在显示单元 180 上显示例如 C 脊骨或 T/L 脊骨的断面图象。

在不脱离本发明的精神和范围的前提下可以构造出本发明的许多不同的实施例。应该理解的是本发明的并不限于在本说明书中所描述的特
定实施例, 而是由附加的权利要求确定。

附件:

在图 1 中:

	磁体系统 100
	主磁场线圈单元 102
5	梯度线圈单元 106
	RF 线圈单元 108
	接收器线圈单元 110
	成像对象 300
	托架 500
10	数据采集单元 150
	RF 接收器单元 140
	梯度驱动单元 130
	偏压驱动单元 120
	控制器单元 160
15	数据处理单元 170
	显示单元 180
	操作单元 190

在图 2 中:

20	单元线圈 110-1
	单元线圈 110-2
	输出终端 110-1a
	输出终端 110-1b
	输出终端 110-2a
25	输出终端 110-2b

在图 4 中:

	单元线圈 111
	单元线圈 112
30	单元线圈 113
	单元线圈 114

在图 5 中:

5 单元线圈 220
 偏压驱动单元 (A) 120
 (A 系统)
 数据采集单元 150
 识别信号发生器 620
 (B 系统)
 偏压驱动单元 (B) 120
 识别信号发生器 630

10

在图 6 中:

 (a) 发射; 接收
 启用侧 正向; 正向
 禁用侧 正向; 反向
15 (b) 发射; 接收
 启用侧 正向; 正向
 禁用侧 反向; 反向
 (c) 发射; 接收
 启用侧 反向; 正向
20 禁用侧 反向; 反向

在图 7 中:

 单元线圈 220
 偏压驱动单元 120
25 数据采集单元 150

在图 8 中:

 磁体系统 100'
 主磁场线圈单元 102'
30 梯度线圈单元 106'
 RF 线圈单元 108'
 接收器线圈单元 110'

5

数据采集单元	150
RF 驱动单元	140
梯度驱动单元	130
偏压驱动单元	120
控制器单元	160
数据处理单元	170
显示单元	180
操作单元	190

10

在图 9 中:

单元线圈	112
单元线圈	114

15

在图 10 中:

电感器	304
电容器	302
电感器	308
前置放大器	306

20

在图 12 中:

时间 (t)	
----------	--

25

在图 13 中:

时间 (t)	
----------	--

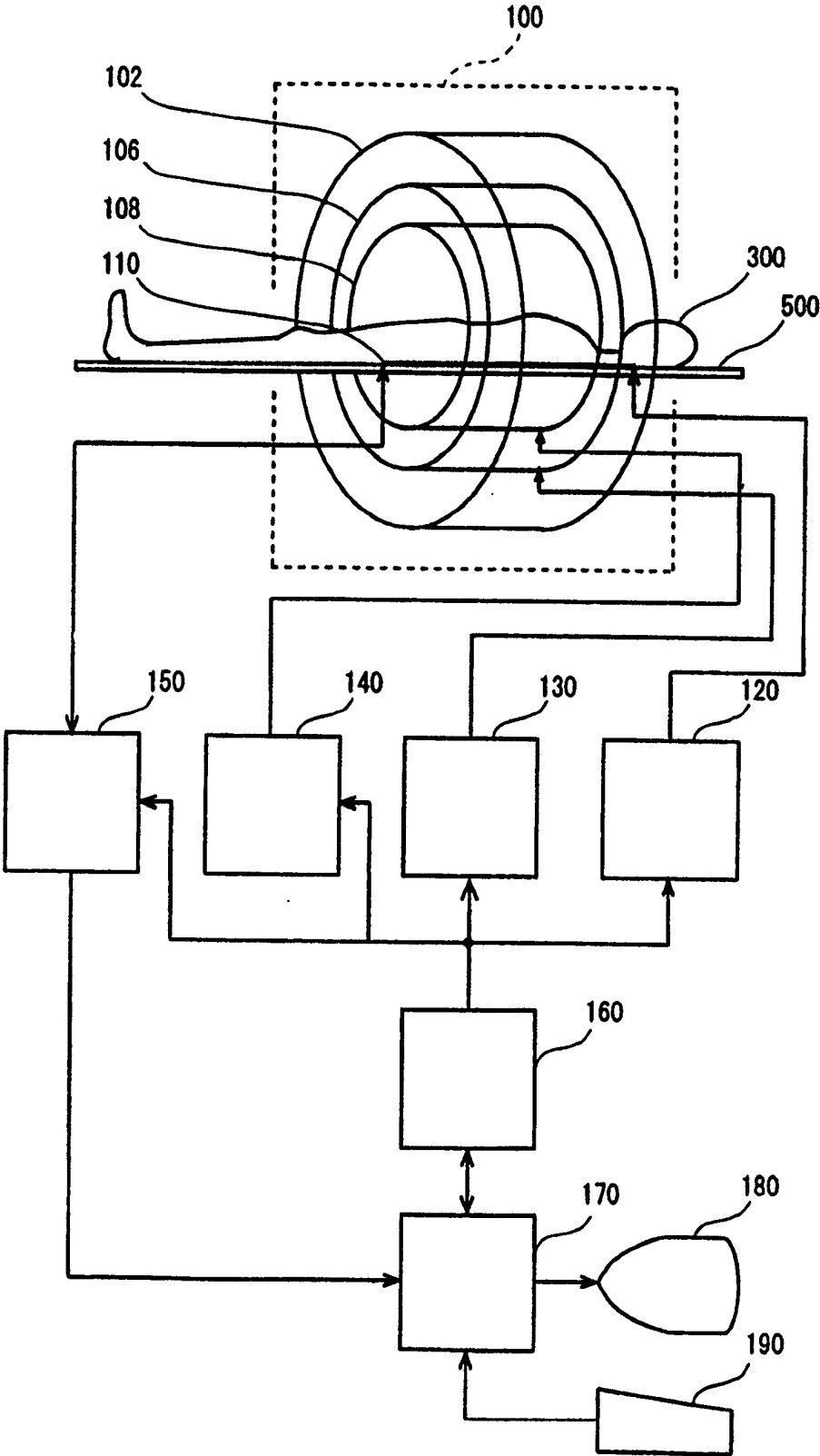


图 1

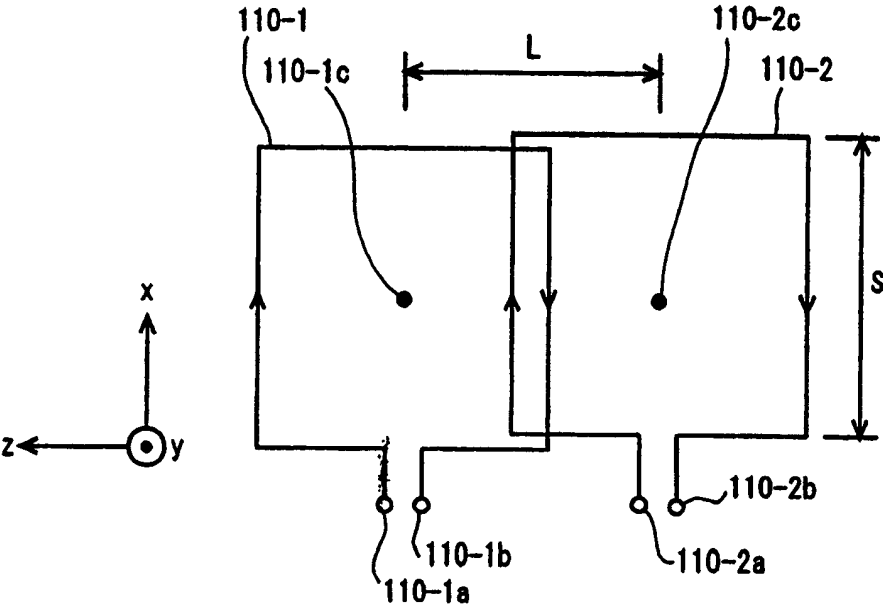


图 2

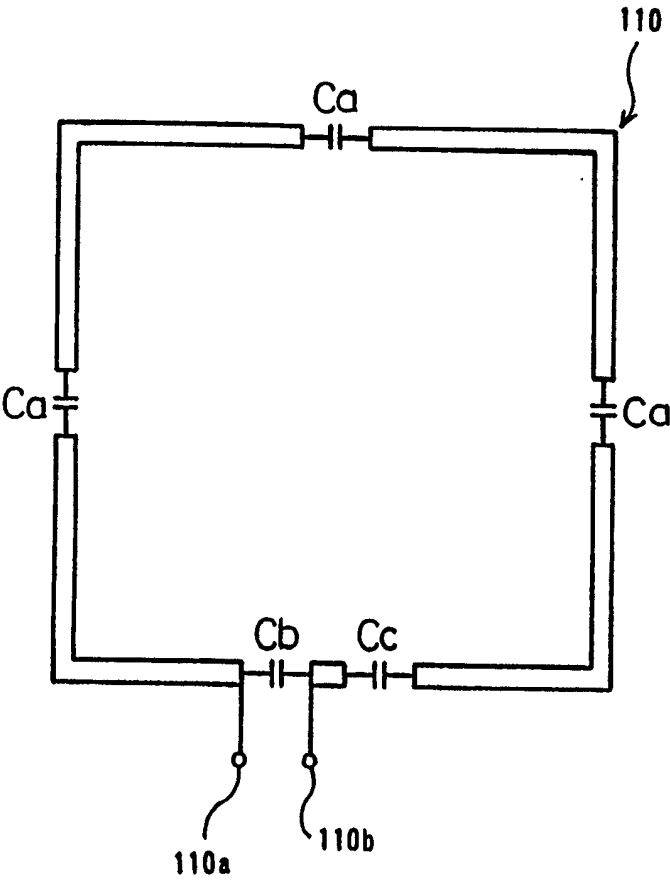


图 3

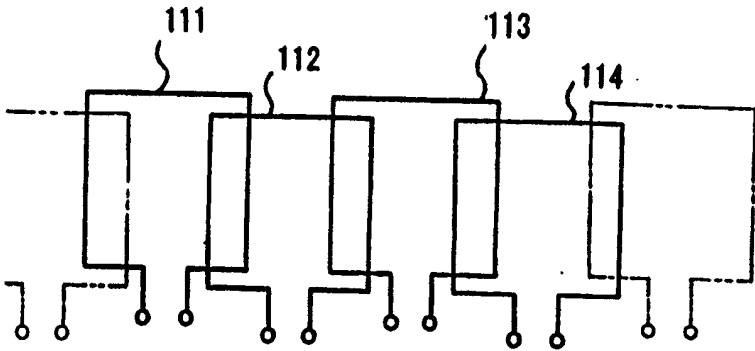


图 4

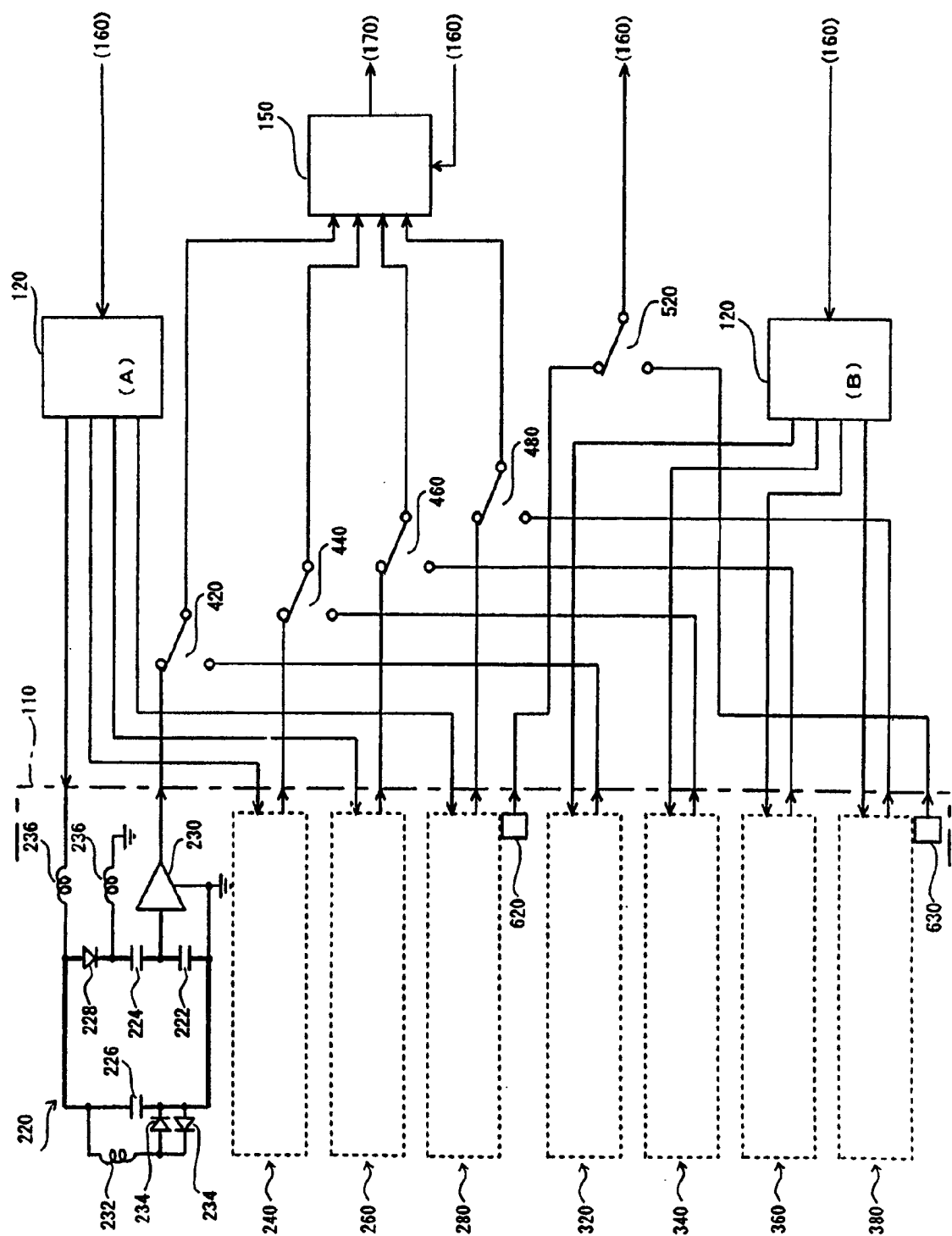


图 5

(a)		(b)		(c)	
启用侧	禁用侧	发射	接收	发射	接收
正向	正向	正向	正向	反向	正向
正向	反向	反向	反向	反向	反向

图 6

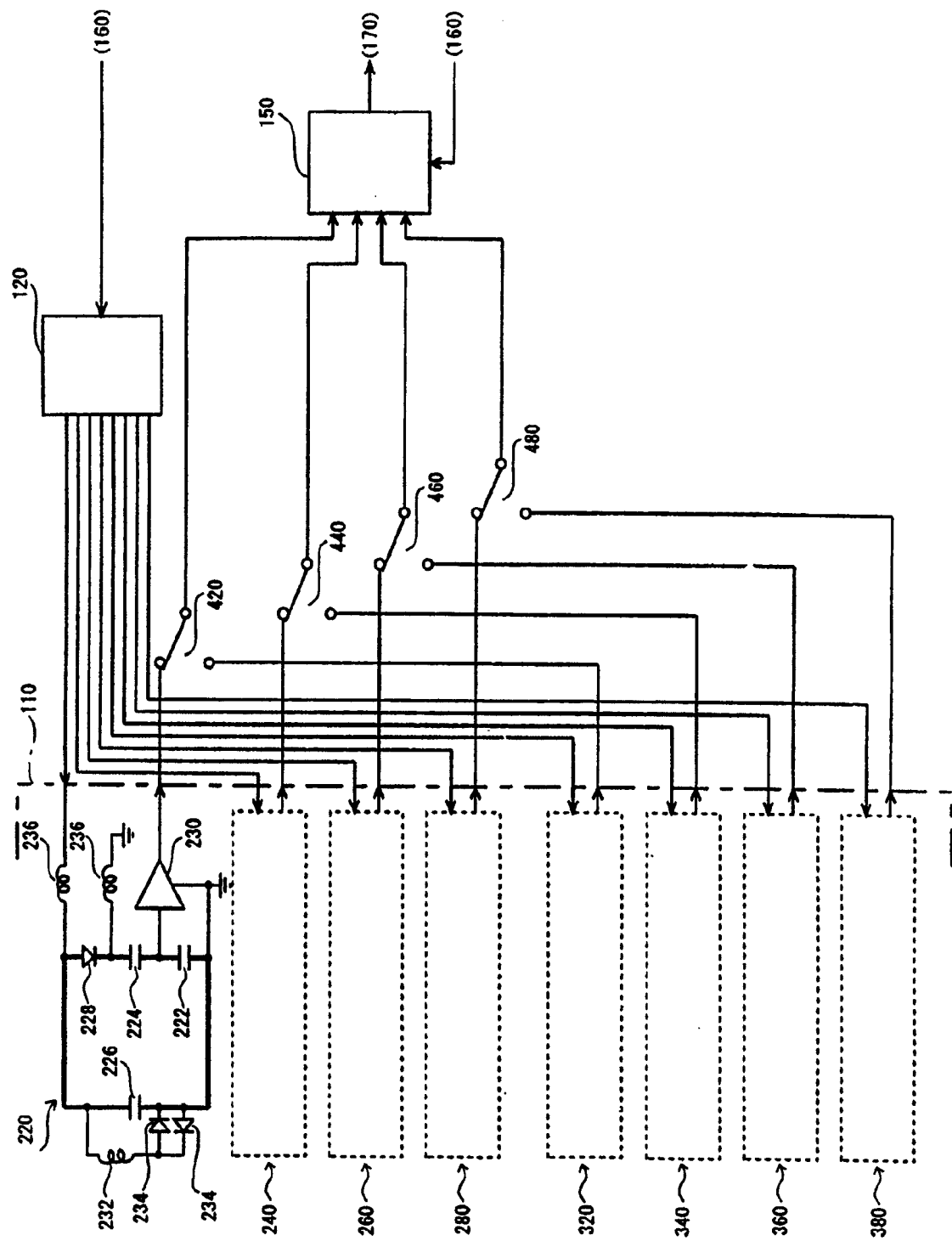


图 7

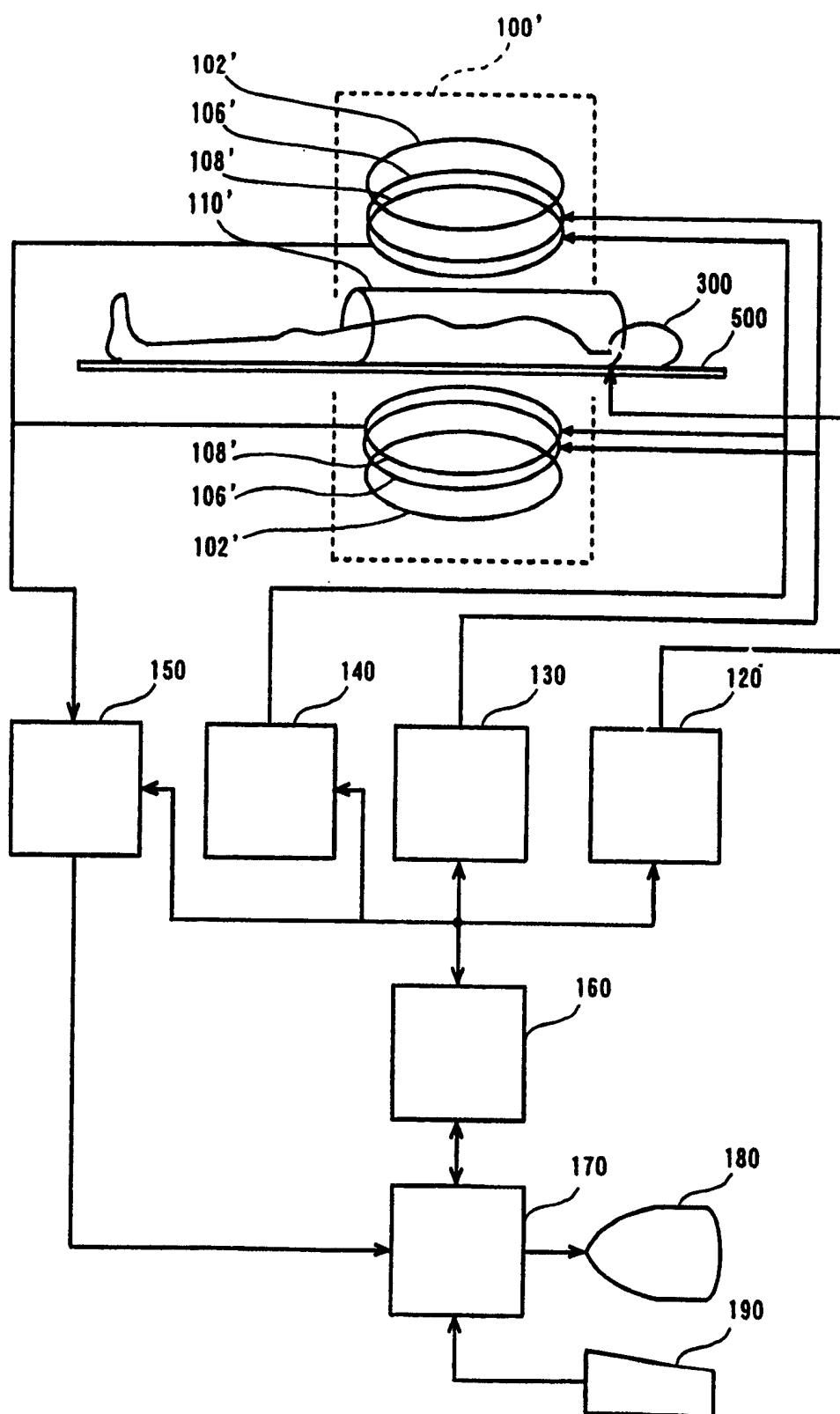


图 8

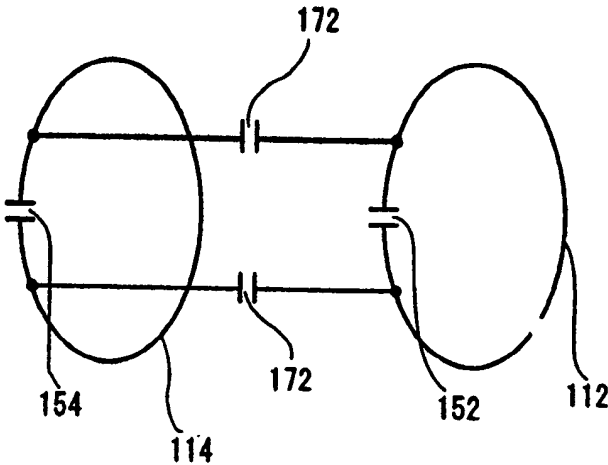


图 9

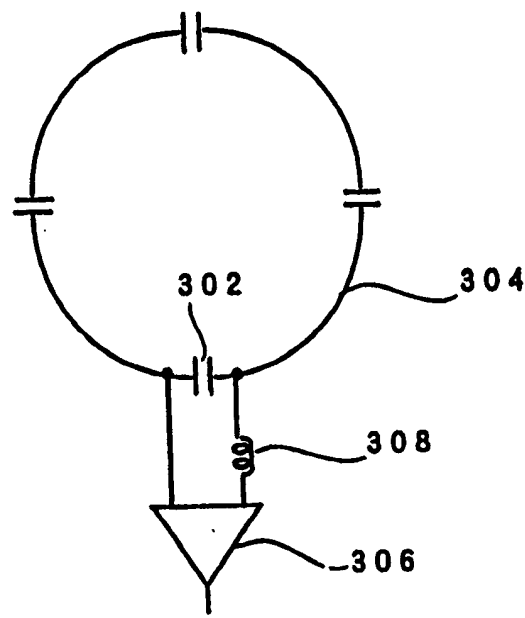


图 10

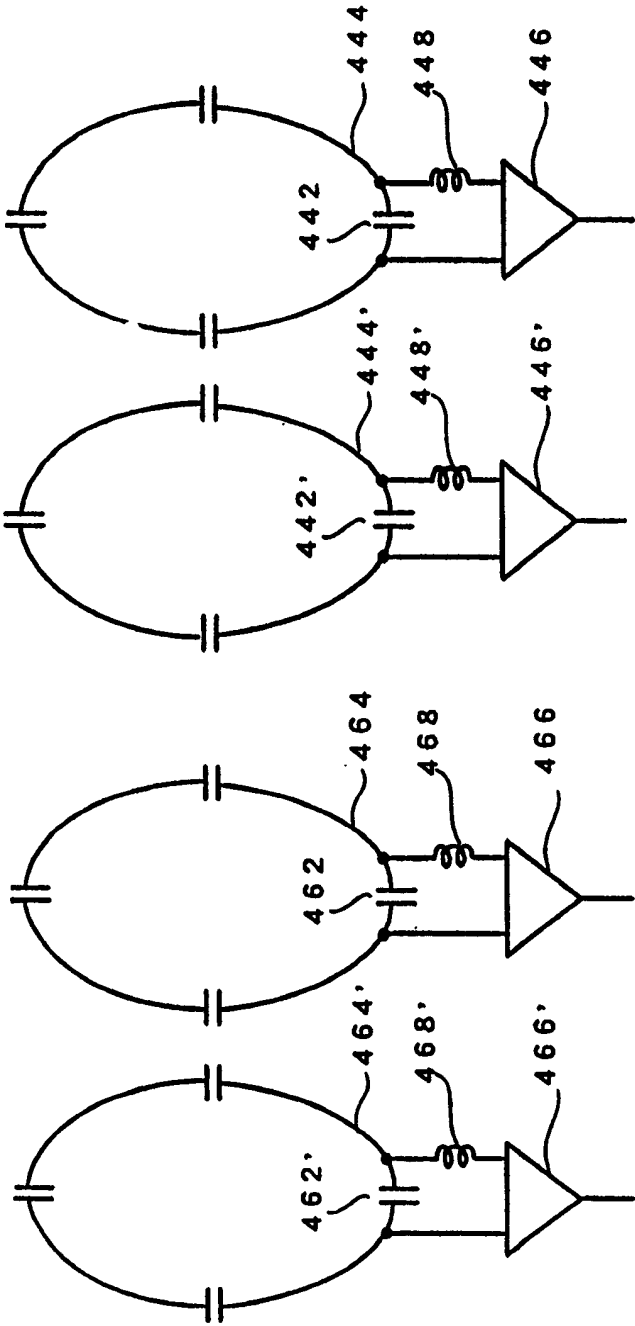


图 11

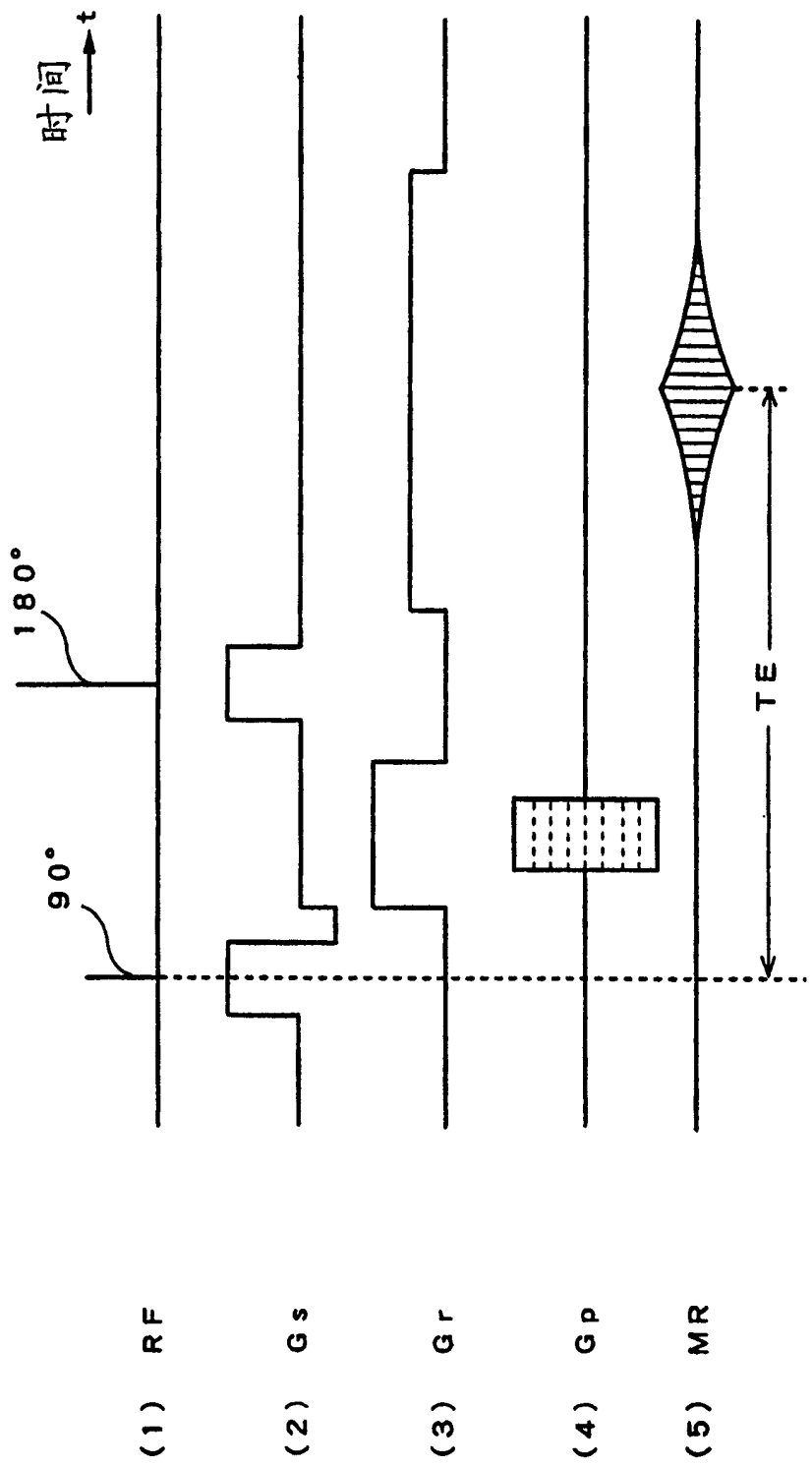


图 12

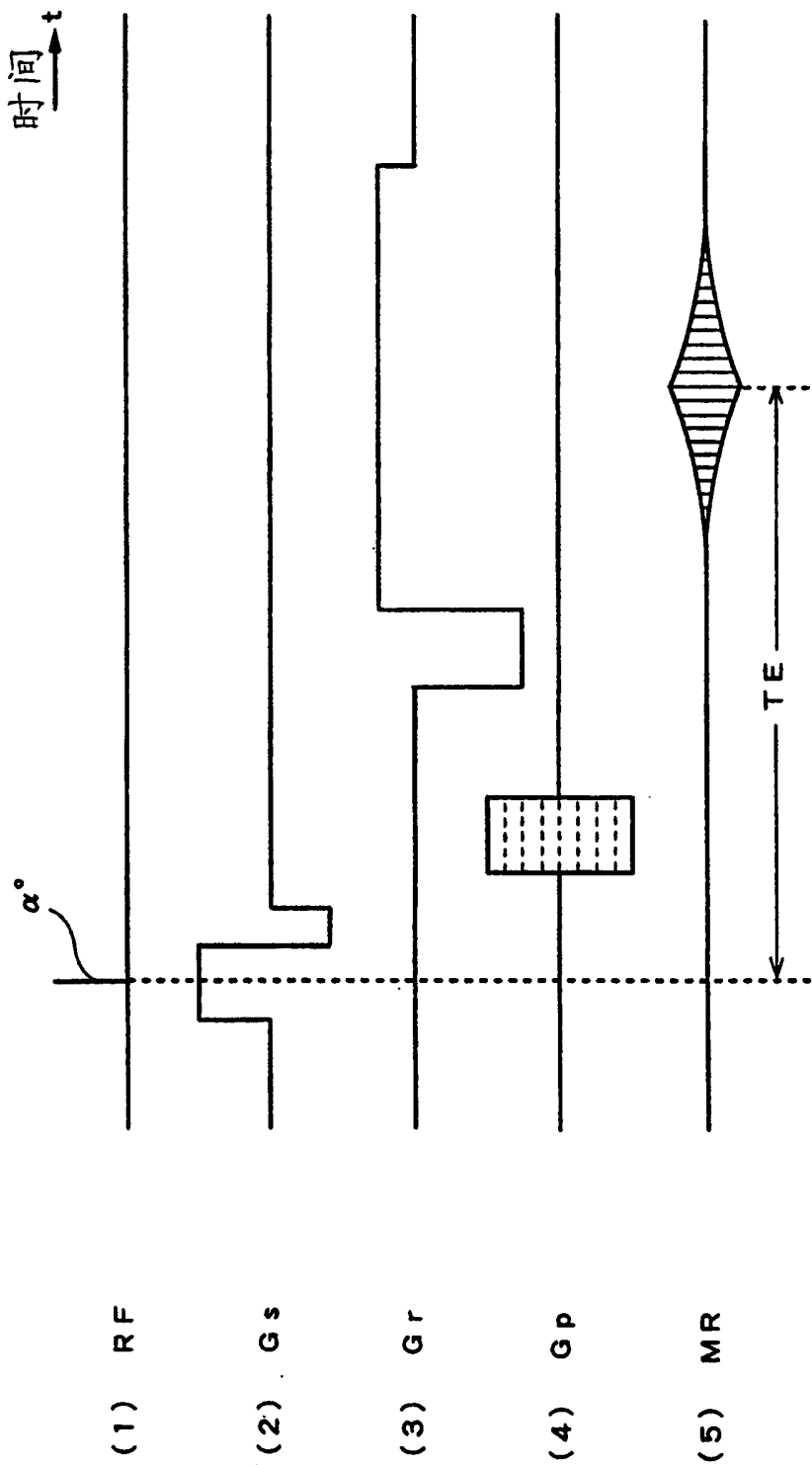


图 13