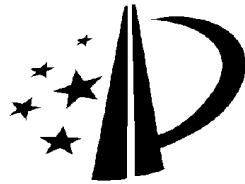


[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C01V 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480028852.6

[43] 公开日 2006 年 11 月 15 日

[11] 公开号 CN 1864080A

[22] 申请日 2004.10.4

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司
代理人 杨生平 杨红梅

[21] 申请号 200480028852.6

[30] 优先权

[32] 2003.10.3 [33] US [31] 60/508,662

[86] 国际申请 PCT/US2004/032531 2004.10.4

[87] 国际公布 WO2005/034141 英 2005.4.14

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.3

[71] 申请人 明尼苏达大学董事会

地址 美国明尼苏达

[72] 发明人 小托马斯·J·沃恩

格雷格·阿德里亚尼

卡米尔·乌格尔比尔

约翰·斯特鲁普 彼特·安德森

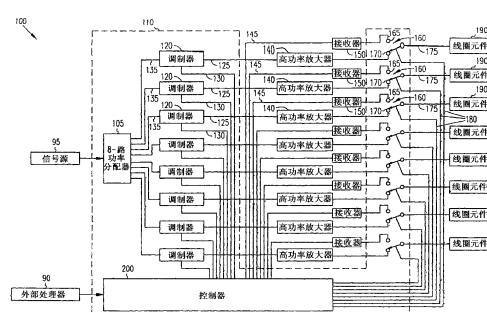
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于核磁共振系统的并行收发器

[57] 摘要

一种激励和检测电路，具有可单独控制的元件，用于与多元件射频线圈一起使用。来自电路的每个元件的驱动信号的特性，例如包括相位、幅度、频率和时序，可使用小的信号来分离地控制。用于与每个线圈元件的相关联的驱动信号的负反馈从耦合到那一线圈元件的接收器导出。



1. 一种系统，包括：

处理器，具有多个控制线；

多个信号调制器，每个信号调制器具有调制器输入、调制器输出和控制输入，其中每个控制输入耦合到该多个控制线的相应一个控制线；

接口电路，具有输入端子和多个输出端子，每个输出端子耦合到相应一个调制器输入；

多个开关，每个开关具有发送输入端子、接收输出端子、线圈端子和控制端子，其中每个控制端子耦合到相应一个控制线，其中每个线圈端子配置为与多-元件磁共振线圈的线圈元件耦合，每个线圈元件对应于相应一个线圈端子；以及

多个接收器，每个接收器耦合到相应一个接收输出端子。

2. 权利要求 1 的系统，其中每个调制器包括放大器、衰减器、移频器、移相器和功率调制器中的至少一个。

3. 权利要求 2 的系统，其中该功率调制器包括开关。

4. 权利要求 1 的系统，其中该接口电路包括分配器。

5. 权利要求 1 的系统，其中：

每个接收器包括信号输出，并且该控制器包括多个反馈输入端子，其中每个信号输出耦合到相应一个反馈输入端子。

6. 权利要求 4 的系统，其中该控制器包括处理器，该处理器适于根据反馈输入端子上的反馈信号来调整控制线上的控制信号。

7. 一种方法，包括：

选择成像标准；

基于该成像标准来配置多通道收发器用于激励，其中该收发器的每个通道耦合到多-元件射频磁共振线圈的多个电流元件中的相应一个；

递送激励到该线圈；

根据该激励来检测多个接收信号；

根据该成像标准来评价该接收信号；以及

调整该收发器的至少一个通道的所选参数，每个通道可独立于该收发器的任何其他通道来控制。

8. 权利要求 7 的方法，其中调整所选参数包括调整相移、频率、幅度和功率提供时间中的至少一个。

9. 权利要求 7 的方法，其中评价该接收信号包括接收反馈信号。

10. 权利要求 7 的方法，其中评价该接收信号包括评价该收发器的部件的工作模式。

11. 一种设备，包括：

输入接口，具有多个输出通道；

处理器，通过多个控制线和多个反馈线耦合到该输入接口，每个控制线和每个反馈线对应于相应一个输出通道；

多个开关，每个开关耦合到相应一个输出通道和耦合到该处理器，而且其中每个开关适于耦合到多-电流元件磁共振线圈的相应一个电流元件；

多个接收器，每个接收器耦合到多个开关的相应一个开关；其中该开关配置为选择该输入接口和该多个接收器中的一个。

12. 权利要求 1 的设备，其中该输入接口包括功率分配器。

13. 权利要求 1 的设备，其中每个反馈线耦合到至少一个方向耦合器。

14. 权利要求 1 的设备，其中每个输出通道包括衰减器、放大器、移相器、移频器和功率调制器中的至少一个。

15. 权利要求 1 的设备，其中该多个接收器的每个接收器包括放大器。

16. 权利要求 1 的设备，其中至少一个反馈线耦合到衰减器、放大器、移相器、移频器和功率调制器中的至少一个。

17. 权利要求 1 的设备，其中该输入接口包括并行信号源、8-端口分配器和 16-端口分配器中的至少一个。

18. 权利要求 1 的设备，其中该输出通道包括阻抗控制器。

19. 权利要求 1 的设备，其中输出通道包括场效应晶体管功率放大器。

20. 权利要求 1 的设备，其中至少一个控制线耦合到数字增益控制器。

用于核磁共振系统的并行收发器

相关申请

这一申请要求于 2003 年 10 月 3 日提交并且标题为"PARALLEL TRANSCEIVER FOR NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SYSTEM"的美国专利临时申请系列号 60/508,662 的优先权，通过引用将其结合于此。

这一申请涉及于 2003 年 4 月 21 提交并且标题为 "RADIO FREQUENCY GRADIENT AND SHIM COIL" 的美国专利申请系列号 10/420,541，通过引用将其结合于此。

这一申请涉及于 2003 年 8 月 8 日提交并且标题为"ASSYMETRIC RADIO FREQUENCY TRANSMISSION LINE ARRAY"的美国专利申请系列号 10/637, 261，该申请是于 2001 年 7 月 31 日提交并且标题为"RADIO FREQUENCY MAGNETIC FIELD UNIT WITH APERTURE"的美国专利 6,788,056 的继续，通过引用将其结合于此。

这一申请涉及于 2000 年 5 月 22 日并且标题为"RF COIL FOR IMAGING SYSTEM"提交的美国专利 6,633,161，通过引用将其结合于此。

政府权利

本主题在机构核准号 NIH-R01 CA 94200-01A1、P41 RR08079 和 NIH-2 R42 RR13230-02 之下由 National Institute of Health(NIH)部分地支持过。美国政府可能在该发明中具有某些权利。

技术领域

这一主题涉及磁共振成像，尤其涉及用于使用多-元件射频线圈来激励和检测磁共振信号的方法和系统。

背景技术

传统收发器不足以用于使用多-元件磁共振线圈来激励和检测信号。具体来说，在高场强处，非同质效果经常造成图像质量恶化。
所需要的是改进的收发器。

发明内容

一种系统用以在发送和接收侧上控制和监视射频线圈的多个并行通道。每个单独的电流元件(或线圈元件)基于在那一电流元件中流动的电流来生成场。由每个线圈元件生成的场幅度、相位、频率和时序特性是通过调整电流元件中的电流来独立控制。在一个实施例中，时序控制允许对“通(on)”时间周期和“断(off)”时间周期的选择。

每个线圈元件中流动的电流的特性基于递送到功率放大器或递送到耦合至每个线圈元件的调制器的控制信号以及输入信号电平来独立确定。

在一个实施例中，线圈的每个共振电流元件被分离地编址以及使用优化算法基于接收的反馈来独立地控制。

在阅读本发明的如下详细的说明书并且查阅形成其一部分的附图时，本发明的其他方面将是明显的。

附图说明

在附图中，类似的数字在若干图中基本描述相似的部件。具有不同字母后缀的类似数字代表基本相似部件的不同实例。

图 1 包括根据本主题一个实施例的八-元件收发器的框图。

图 2 包括根据本主题一个实施例的调制器的框图。

图 3 包括根据本主题一个实施例的体积线圈(volume coil)的视图。

图 4 包括根据本主题一个实施例的方法的流程图。

图 5 包括根据本主题一个实施例的 n-元件收发器的框图。

图 6 包括根据本主题一个实施例的多-元件收发器的示范性元件框图。

图 7 图示了一部分电路中的方向耦合器。

具体实施方式

在如下具体的说明书中，对附图进行了参照，这些附图形成说明书的一部分，并且在附图中通过图示示出了可以实践本主题的具体实施例。这些实施例以充分的细节加以描述，以使得本领域的技术人员能够事件该主题，并且将要理解可以组合这些实施例，或者可以利用其他实施例，而且在不脱离本主题的范围时可以做出结构、机械、逻辑和电性变化。因此，如下具体的描述不应该取作限制性意义，并且本主题的范围由所附权利要求及其等效来限定。

图 1 图示了根据本主题一个实施例的收发器 100。在该图中，收发器 100 包括信号源 95，该信号源具有耦合到分配器(divider)105 的输入端子的输出。分配器 105 图示为 8-路功率分配器，但是这只是示例性的，也可以设想具有更多或更少路的其他分配器。例如，在一个实施例中提供了 16-路分配器。分配器 105 提供多个输出信号，在所示实施例中描绘了 8 个输出信号。输出信号的数量对应于功率分配器或分路器的分配因子。在一个实例中，该分配器是接口电路的一部分，该接口电路具有输入端子以及在多个输出端子的每个上提供的多个输出信号。

来自分配器或接口电路的每个输出信号被分离地耦合到调制器 120 的输入 135。每个调制器 120 在端子 125 提供输出。另外，每个调制器经由分离的控制线 130 进一步耦合到控制器 200。每个调制器 120 从端子 125 耦合到放大器 140 的输入。在一个实例中，调制器 120 包括放大器。在所示实施例中，放大器 140 包括高功率放大器。放大器 140 的输出在第一节点 170 耦合到开关 160。每个开关 160 也包括耦合到接收器 150 的第二节点 165。每个接收器 150 通过接收器输出 145 耦合到控制器 200。每个开关 160 在节点 175 包括极连接，该节点进一步耦合到线圈元件 190。每个开关 160 由耦合到控制器 200 的单独控制线 180 控制。

在一个实例中，该接口电路包括或者耦合到多个并行输入信号源并且

没有功率分配器。例如，多个独立的驱动信号与该接口电路并联连接。

在各种实施例中，控制器 200 包括处理器或信号处理器。控制器 200 耦合到外部处理器 90。在一个实施例中外部处理器 90 是远程处理器并且通过 RS-232 接口、以太网、通用接口总线(GPIB)或其他连接而耦合到控制器 200。

也可以设想耦合到控制器 200 的其他控制线。例如在各种实施例中，控制线耦合到功率放大器 140、接收器 150 和分配器 105。另外，使用一个或多个控制线或分离的反馈线来提供反馈到控制器 200。

在一个实施例中，每个接收器 150 通过信号处理器来耦合到控制器 200。在一个实施例中，本系统配置为不生成图像，其中来自接收器 150 的反馈信号用来调节参数。例如，在一个实施例中，生成直方图，在处理器上执行的算法适用以驱使该直方图平坦(flat)。

在一个实施例中，射频发送信号是相对小的，因此可以容易地在相位、频率和幅度方面来控制。

在一个实施例中，在特定结构如电路板或底架上提供组件 110。

在一个实施例中，驱动器和预放大器耦合到每个线圈元件。在一个实施例中，放大器包括固态放大器。在一个实施例中，放大器包括一个或多个具有大约 150 瓦与 500 瓦之间装置定额的功率场效应晶体管(FET)。

图 2 图示了根据一个实施例的调制器 120。在该图中，调制器 120 包括串联连接的移相器 220、增益 230、阻抗匹配控制 235 和移频器 240。但是所示实施例是说明性的，也可设想其他配置。分配器 105 将输入 135 上的信号提供到调制器 120。调制器 120 在耦合到放大器 140 的端子 125 提供输出。移相器 220、增益 230、阻抗匹配控制 235 和移频器 240 中的每一个分别经由控制线 130A、130B、130C 和 130D 耦合到控制器 200。也是串联连接的开关 241 提供了对递送到放大器 140 的功率的控制，因此对电流元件的控制。用于线圈元件的功率在一个实例中根据所选工作参数来调制通和断。开关 241 由控制线 130E 控制。

移相器 220、增益 230、阻抗匹配控制器 235 和移频器 240 在各种实施例中包括 PIN 二极管、滤波器以及其他有源和无源电路元件。移相器 220 根据由控制器 200 在控制线 130A 上提供的信号来引入相移。在一个实施例中，增益 230 包括可编程衰减器并且配置为调整递送到放大器 140 的信号幅度。在一个实施例中，增益 230 包括开关，该开关根据控制线 130B 上的信号选择性地接通或关断来自调制器 120 的输出信号。在一个实施例中，增益 230 包括放大器，该放大器具有由控制线 130B 上的信号确定的可变增益。在一个实施例中，阻抗匹配控制 235 包括阻抗桥接或变容二极管(voractor)或其他电路或部件用以提供反馈和控制以将每个电流元件匹配到所呈现的负载。在一个实施例中，移频器 240 使用控制线 130D 根据来自控制器 200 的信号来调节频率。

在其他实施例中，调制器 120 包括放大器增益控制用以控制射频信号的幅度。如图中所示，该调制器由耦合到控制器 200 的控制线控制。在一个实施例中，控制线耦合到每个功率放大器 140。

图 3 图示了根据本主题一个实施例的多-元件射频线圈 250。在该图中，图示了 8-元件线圈，但是可以设想更多或更少的元件。例如，在各种实施例中，线圈 250 包括 4-元件、6-元件和 32-元件。在该图中，线圈 250 包括绕形状 255 同心排列的并行传导带。形状 255 由非传导材料制成。内部传导带 190B 示出为比外部传导带 190A 的横截面更小的横截面。

再参见图 1，每个开关 160 耦合到线圈元件 190 并且与图 3 的线圈元件 250 相符，每个开关耦合到传导带 190A 和 190B。

线圈 250 有时是指横电磁(TEM)线圈，在各种实施例中包括多个带线、微-带或电流元件，其中每个元件可以感应地或电容性地独立控制以允许相位、幅度、频率和时序的控制。

图 4 图示了根据本主题一个实施例的方法 410。作为 420，选择成像标准。在各种实施例中，成像标准可以描述特定的信噪比、图像同质性、最小对比度噪声比，或者可以描述待检查的特定兴趣区域。在一个实施例

中，使用由计算机呈现的菜单或接口来选择成像标准。在一个实施例中，通过执行计算机可读介质上存储的指令的处理器来自动选择成像标准。

在 430，收发器 100 配置为根据所选成像标准来递送激励。在各种实施例中，配置收发器 100 包括选择每个线圈元件 190 中的电流的幅度、相位和频率。在一个实施例中，配置收发器 100 包括确定何时接通或关断特定线圈元件 190。在一个实施例中，配置收发器 100 包括选择将使用线圈 250 来递送的脉冲序列。

在 440，使用线圈 250 将激励场递送到对象。在一个实施例中，通过调节每个单独线圈元件 190 中的射频电流来递送激励。在一个实施例中，递送激励使得需要将每个开关 160 配置为向线圈元件 190 提供从放大器 140 导出的信号。

在 450，再次使用单独的线圈元件 190，对接收的信号进行检测。具体来说，接收的信号是通过将开关 160 配置为使得线圈元件 190 上接收的信号耦合到控制器 200 来检测。

在 460，呈现查询以确定从接收的信号而得的图像是否满足预定标准。如果所得图像满足预定标准，则在 470 结束处理。如果所得图像不满足预定标准，则处理进行到 480，其中调节所选参数。例如，在一个实施例中，所选参数是电流幅度，其中在 480 根据所生成的图像来针对特定的线圈元件 190 增加或减少幅度。在 480 调整所选参数之后，通过在 430 针对激励进行配置来继续处理。

在一个实施例中，方法 410 通过执行计算机可读介质上存储的指令的处理器来实施。在各种实施例中，处理器包括外部处理器 90 或者控制器 200 的处理器。

图 5 图示了根据本主题一个实施例的收发器 2100。在该图中，收发器 2100 包括信号源 295，该信号源具有耦合到功率分配器 2105 的输入端子的输出。功率分配器 2105 是 n-路功率分配器，其中功率在 n 个输出通道上等分。例如，在各个实施例中，功率分配器 2105 包括 8-端口分配器、16-

端口分配器或具有更多或更少通道的分配器。

功率分配器 2105 提供多个输出信号，并且在所示实施例中描绘了 n 个输出信号。输出信号的数量对应于功率分配器或分路器的分配因子。来自功率分配器 2105 的每个输出信号分离地耦合到衰减器 2120A、2120B 到 2120N。另外，来自衰减器 2120A 到 21020N 的输出被耦合到移相器 2125A、2125B 到 2125N。衰减器 2120A 到 21020N 以及移相器 2125A 到 2125N 配置为调制来自信号源的信号，并且有时称为调制器元件。每个调制器元件，例如衰减器 2120A 和移相器 2125A，分别经由线 2130A 和 2135A 耦合到微处理器 2200。线 2130A 和 2135A 在各种实施例中提供特定元件的控制，或者提供与工作模式或特定元件的设置相应的反馈信号。

功率控制器 2010 耦合到空白逻辑 2015A、2015B 到 2015N，它们又耦合到功率放大器 2140A、2140B 到 2140N。功率放大器 2140A 到 2140N 接收来自移相器 2125A 到 2125N 的输出信号，以及提供经放大的信号到开关 2160A、2160B 到 2160N。对功率放大器 2140A 到 2140N 的电功率由功率控制器 2010 和空白逻辑 2015A 到 2015N 的组合来控制。

开关 2160A 到 2160N 分别将线圈元件 2190A、2190B 到 2190N 耦合到功率放大器 2140A 到 2140N 或者预放大器 2150A、2150B 到 2150N。关于开关 2160A 到 2160N 的反馈和工作模式的控制是经由线 2180A、2180B 到 2180N 来提供，每个线耦合到微处理器 2200。来自每个预放大器 2150A 到 2150N 的输出信号被耦合到接收器 2175，该接收器进一步耦合到外部处理器 290。显示器 2300 耦合到微处理器 2200，并且表现与系统 2100 的操作对应的图形或数字数据。

图 6 图示了多通道收发器的特定通道 3100，它们的一部分在图 1、2 和 5 中示出。信号源 395 生成被提供到功率分配器 3105 的激励信号。来自功率分配器 3105 的输出被耦合到衰减器 3120A，该衰减器进一步耦合到移相器 3125A。来自移相器 3125A 的输出被耦合到功率放大器 3140A，该放大器进一步耦合到开关 3160 的第一节点。开关 3160 的第二节点耦合到预

放大器 3150A，该放大器也耦合到接收器 3175A。来自接收器 3175A 的输出被耦合到微处理器 3200。开关 3160 的输出被耦合到线圈元件 3190A。信号源 395、功率分配器 3105、衰减器 3120A、移相器 3125A、功率放大器 3140A、预放大器 2150A、接收器 3175A 和开关 3160 中的每一个分别通过链接 3010、3020、3131、3136、3030、3070、3182 和 3191 耦合到微处理器 3200。在一个实例中，链接 3010、3020、3131、3136、3030、3070、3182 和 3191 每一个关于特定元件的工作模式提供反馈信号。在一个实例中，经由链接 3010、3020、3131、3136、3030、3070、3182 和 3191 提供控制信号到每个元件。

另外，在一个实例中，在每个元件之间提供信号反馈。例如反馈线 3015、3025、3035、3045、3055、3065、3060、3080 和 3081 关于所示特定元件之间承载的信号提供反馈到微处理器 3200。外部处理器 390 耦合到微处理器 3200 并且提供附加处理、显示和控制功能。

替选实施例

调节相位和频率，提供对单独电流元件的控制。在一个实施例中，将脉冲序列递送到所选线圈电流元件。

在各种实施例中，为成像或其他应用而选择的标准包括图像均匀性和信噪比的任意组合中的至少一个。在一个实施例中，兴趣区域基于具体标准如对比度来增强。也可设想其他算法用以生成脉冲或提供其他驱动信号。

本主题的各种实施例中呈现的反馈可以关于收发器的发送侧以及接收侧来描述。例如，在发送侧上，单独的电流元件以及调制器 120 能够提供与性能标准对应的反馈信号。具体来说，在所呈现的负载与驱动器之间阻抗不匹配的情形中，线上的反射信号的测量(驻波比，SWR)能够提供信号到控制器 200 以允许调制器的重新配置。作为另一实例，关于递送到线圈 250 的总功率的测量的反馈可以用作为安全机制用以防止过量功率递送到对象。其他参数也可以利用发送侧上的反馈来监视。例如，可以监视所

递送的信号的频率、幅度和相位，以验证所调用的参数是针对实际所递送的来调用的。

在发送侧上，给定电流元件的相位、幅度和频率的变化关于受影响的磁共振信号提供几乎瞬时的反馈。控制信号是根据所接收的反馈来生成，并且被用来通过改变与用于线圈的至少一个特定电流元件的驱动信号相关联的一个或多个参数来修改发送器响应。

在一个实施例中，三种类型的信号存在于收发器 100 中，它们可以描述为射频驱动信号、控制信号和反馈信号。在各种实施例中，射频驱动信号是使用放大器、滤波器、信号处理器以及其他元件来操纵用以提供适应于预定标准的信号。射频驱动信号是使用控制线上的信号以及反馈信号来操纵和控制。独立的射频发送和接收信号，连同独立线圈元件上的独立控制一起，以及来自所选元件的反馈，允许在核磁共振采样中目标化或优化特定的兴趣区域。

在一个实施例中，本系统提供多个射频信号通道，用于发送到多个射频线圈元件或从多个射频线圈元件接收。在一个实施例中，本系统提供多个信号控制电路，用于独立控制磁共振射频线圈的各种电流元件的每一个元件中的发送和接收功能。在一个实施例中，本系统提供多个射频信号反馈回路，用于对发送到多个射频线圈元件和从多个射频线圈元件接收的射频信号进行采样。在一个实施例中，本系统包括适于根据预定标准来调整射频信号反馈的计算机可读指令。在一个实施例中，本系统包括发送、接收和线圈控制协议，这些协议适于根据预定标准从采样(例如人体)中的兴趣区域获得预定的核磁共振数据。

在各种实施例中，预定标准包括信噪比、空间分辨率、空间位置、空间尺度、空间均匀性、时间分辨率、时序、持续时间、各种对比度属性、相位角以及频率的任何组合中的至少一个。

本主题适合于与磁共振成像(MRI)、磁共振光谱(MRS)、功能磁共振成像(fMRI)、电子顺磁性共振(EPR)和电子旋转共振(ESR)以及核磁共振

(NMR)，并且其中这一文献提及核磁共振，需要理解也包括其他。

用于质子成像的工作(拉莫尔)频率随着场强线性地增加。因此，波长下降，尤其是在组织(tissue)电介质中。例如，在脑组织中波长在 7 特斯拉(300 MHz)下降大约 12cm。结果，人的头部和身体成像随着增加的场强变成越来越不均匀。根据本主题，多-元件线圈提供对于独立线圈元件的交互式相位和幅度控制，因此能够校正图像中的空间非均匀性，或者针对来自那一区域的附加信号放大预定的兴趣区域。

在一个实例中，功率分配器 2105 包括 16-端口的零度功率分配器，并且信号源 295 包括方向耦合器。在一个实例中，衰减器 2120A 到 2120N 包括 8-位数字衰减器。在一个实例中，移相器 2125A 到 2125N 包括 8-位数字移相器。在一个实例中，功率控制器 2010 包括空白晶体管-晶体管逻辑(TTL)阵列。在一个实例中，功率放大器 2140A 到 2140N 包括具有 500 瓦定额的功率场效应晶体管(FET)放大器。

图 7 图示了在元件 5 与元件 15 之间耦合的示范性方向耦合器 10。在该图中，元件 5 和元件 15 每一个对应于这里描述的部件或元件。在一个实例中，元件 5 代表功率分配器 3105，而元件 15 代表衰减器 3120A。元件 5 根据输入信号 4 来生成输出信号 6。另外，元件 15 根据输入信号 11 来生成输出信号 16。方向耦合器 10 根据信号 6 来提供输出或反馈信号 7。方向耦合器仅是一个用于采样信号的装置。其他示范性装置包括 PIN 二极管和示波器探针。

在一个实例中，光转换器和光纤用来耦合特定元件。在一个实例中，射频滤波器电路和法拉第罩用来隔离电路的所选部分。

在各种实例中，提供多个通道，例如包括 4-通道、8-通道、16-通道以及更少或更大数量的通道。

在一个实例中，本主题包括多-通道发送器配置为提供多-通道驱动信号到多-元件射频线圈，其中线圈的每个电流元件由分离的和独立控制的激励信号驱动。由多-通道发送器的每个通道提供的电信号可独立控制。

在一个实例中，本主题包括多-通道接收器配置为接收来自多-元件射频线圈的多-通道响应信号，其中线圈的每个电流元件提供分离的和独立的输出信号。由多-通道接收器的每个通道提供的输出信号可独立控制以及独立处理、放大和过滤。在一个实例中，提供功率调制器或功率控制器用以调整电流元件的功率提供(powering)时间。

在一个实例中，本主题包括多-通道发送器和接收器或者收发器，配置为提供多-通道驱动信号到多-元件驱动信号到多-元件射频线圈以及接收多-通道响应信号。

在一个实例中，该信号源包括方向耦合器，该耦合器放出所传送的信号的采样。例如，耦合到一个端口的发送功率被无源地耦合到方向耦合器的输出端口。

在一个实例中，每个独立工作的多个信号源可以耦合到功率分配器或分路器。

在一个实例中，功率控制器 2010 包括电路用以接通和关断对功率放大器 2140A 到 2140N 的供应电流。功率放大器 2140A 到 2140N 通常保持在硬断开位置以降低噪声引入以及在触发之时选择性地接通。在一个实例中，用以控制激励信号的通和断循环的功率调制是由作为图 1 的调制器 120 的一部分的分离功率调制器提供。

在各种实例中，本主题包括从许多源导出到的反馈，例如包括系统反馈、信号反馈以及经处理的信号反馈。

系统反馈在一个实例中包括电路和连接用以允许微处理器 2200 监视系统中所选部件的操作和模式。例如，链接 2180A 提供与开关 2160A 的工作模式对应的系统反馈信号。该系统反馈信号在一个实例中提供信号用以指示该部件或元件正在正常工作。在各种实例中，所选部件配置为提供状态信号。

信号反馈在一个实例中包括电路和连接用以允许该信号的监视。例如，信号反馈是从方向耦合器导出，它能够提供与发送的或接收的信号对

应的数据。该信号反馈例如可以包括与特定信号的相位、频率、幅度以及通或断状态对应的数据。

关于发送的信号，方向耦合器能够作为信号检测器来工作。例如，在前向方向上检测少量的发送能量，而反射的(或返回的)信号也是可检测的。在一个实例中，参见图 6，链接 3015 和 3025 上的信号由方向耦合器提供到微处理器 3200。在一个实例中，在多-通道收发器的每个元件之间提供方向耦合器。该信号反馈提供与那一特定模块的设置和状态对应的数据。例如，由衰减器 3120A 提供的衰减量可基于链接 3035 上反馈的信号来辨别。

在一个实例中，提供反馈信号 3065、在开关 3160A 输出侧的方向耦合器允许对递送到线圈元件 3190A 的激励信号的监视。

信号反馈提供了用以验证信号完整性的工具。例如外来的和假的信号可以使用信号反馈来检测。信号反馈在一个实例中也提供了对反射功率的测量。另外，信号反馈提供与递送到该线圈的功率对应的数据，因此允许对用于病人安全和设备保护的安全功率级的监视。

在一个实例中，方向耦合器用来提供对应于接收信号的信号反馈。用以监视该接收信号的方向耦合器可以与用于监视一发送信号的方向耦合器相同或不同。在一个实例中，在预放大器 3150A 之后提供方向耦合器。在一个实例中，来自方向耦合器的反馈被提供到微处理器 3200，在这里执行编程以基于反馈信号来调整系统性能。

在一个实例中，在接收侧上提供信号反馈。在一个实例中，在发送侧上提供信号反馈。在一个实例中，在接收侧和发送侧二者上提供信号反馈。信号反馈由方向耦合器在系统中的任意点生成。在一个实例中，提供系统部件反馈。

参见图 4 中所示的方法，在 450 检测反馈信号，并且处理器在 460 执行基于反馈信号的算法。

信号反馈提供与信号完整性(验证)、信号最优化和安全性对应的数据。

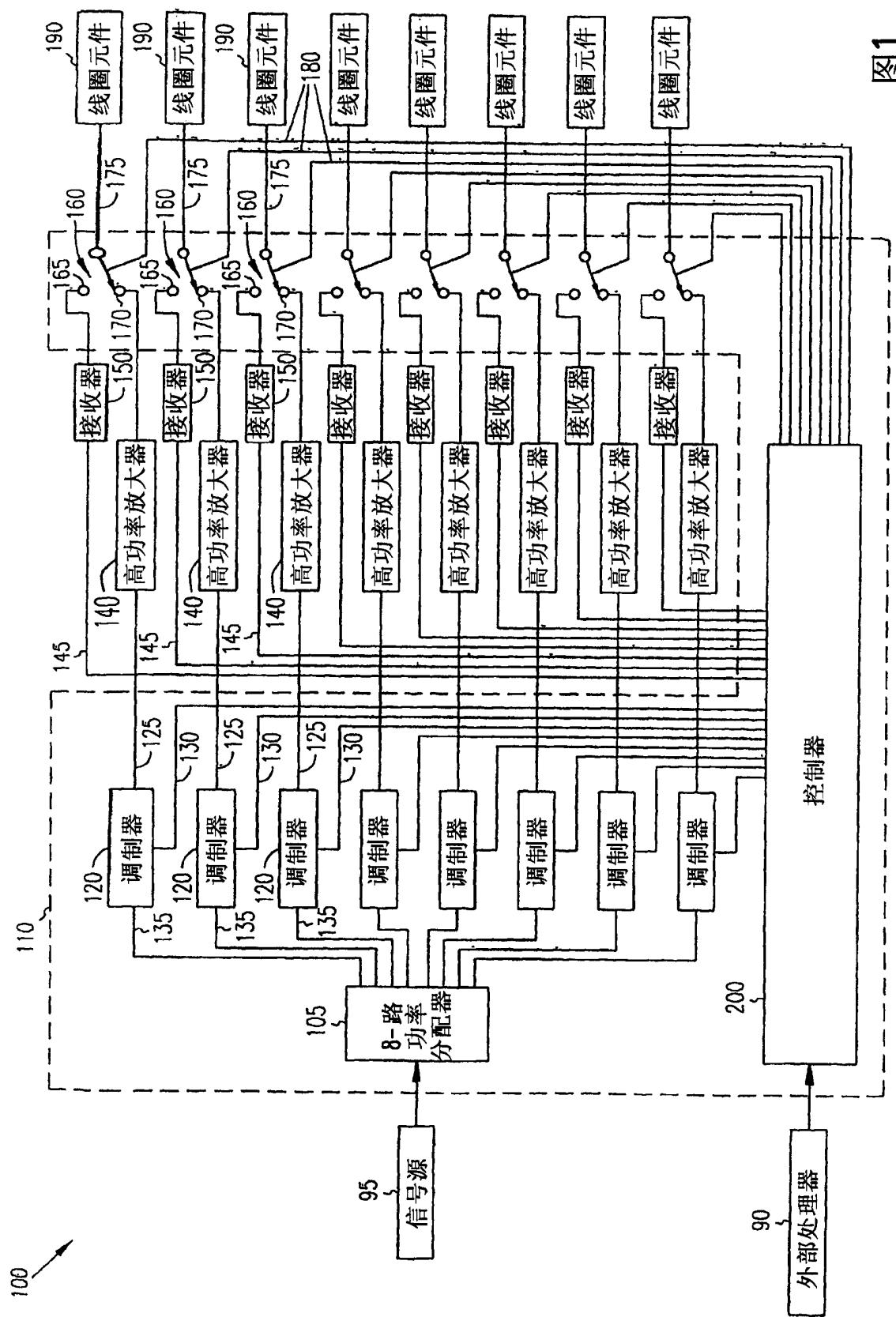
信号完整性(验证)提供与实际发送或接收过什么信号对应的数据。如果发送或接收的信号不同于预期信号，正如处理器所判断的，则能够相应地调整工作参数。信号优化涉及基于幅度、相位、时序关系或频率的迭代例程，允许调整工作参数以实现所希望的性能结果。安全性涉及在发送的同时多少功率正在传递到线圈元件。具体来说，安全性涉及病人能够安全地承受多少功率以及该设备能够承受多少功率。灵敏的功率受限部件例如包括开关和预放大器。另外，接收侧上的功率电平也由处理器监视。

经处理的信号反馈对应于从用来制作图像或频谱线的经处理信号导出的反馈。在各种实例中，提供经处理的信号反馈以改进图像质量或同质性或者出于其他原因。经处理的信号反馈在一个实例中实施为可由处理器执行的指令集以及提供工作参数的自动调整。经处理的信号反馈在一个实例中手动地实施用以改进图像质量或频谱。在各种实例中，该反馈是交互的或自动的。

在一个实例中，线圈的所有电流元件是以单个通道上发送的集合信号以及使用这里描述的多个通道而处理的多个接收信号来驱动(发送侧)。在一个实例中，多个电流元件是使用多个通道驱动信号(发送侧)来驱动，并且线圈的所有电流元件是以单个通道上发送的集合信号来驱动，而且多个接收信号是使用多个通道来处理的。

结论

以上描述旨在说明性而非限制性的。很多其他实施例对于查阅以上描述的本领域技术人员将是明显的。



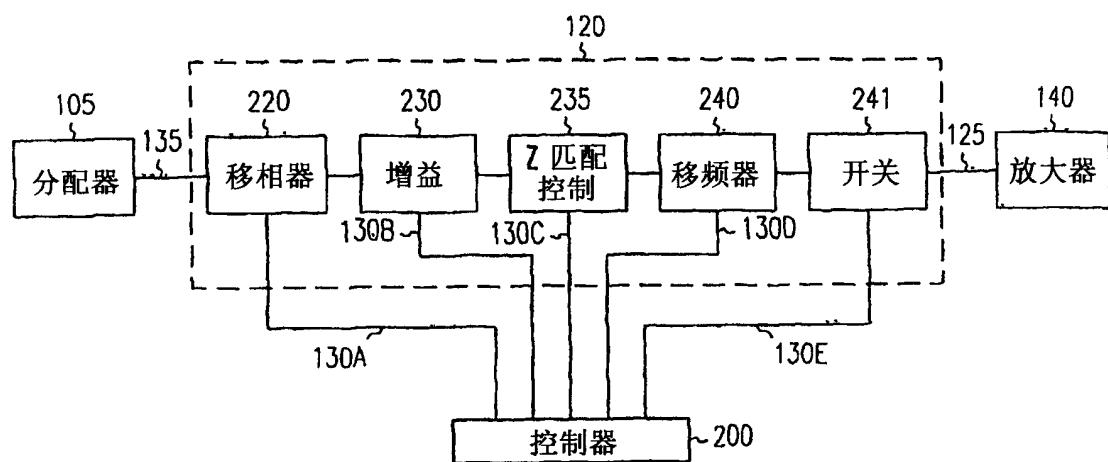


图 2

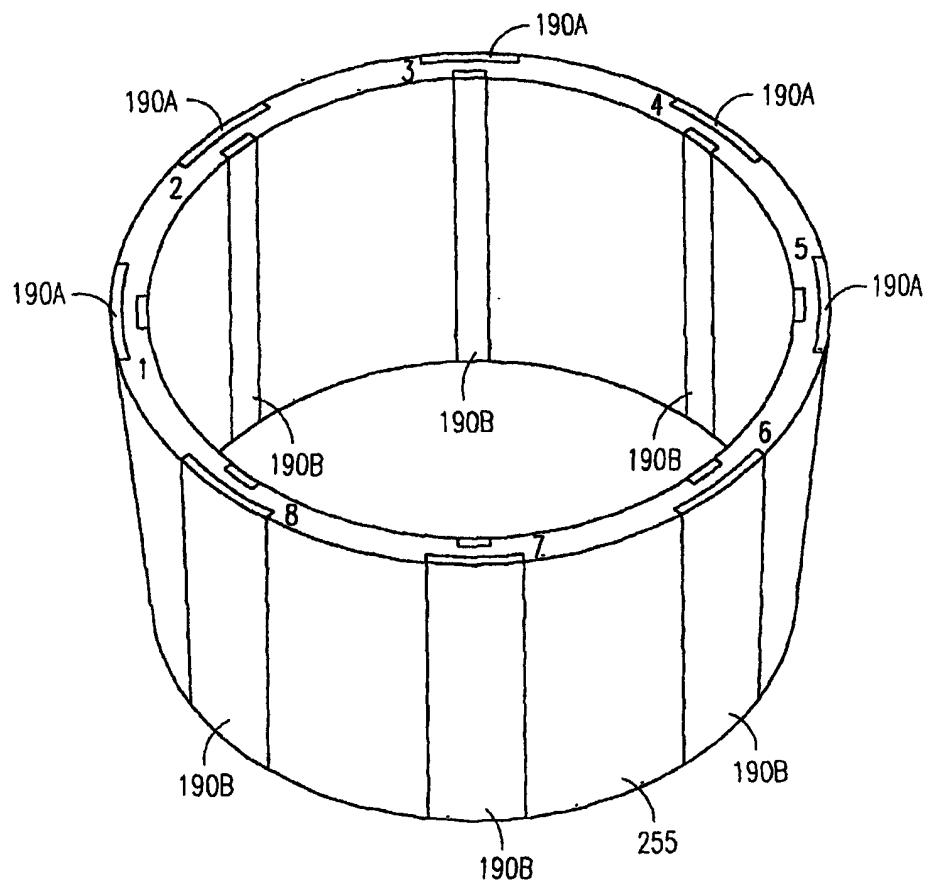


图 3

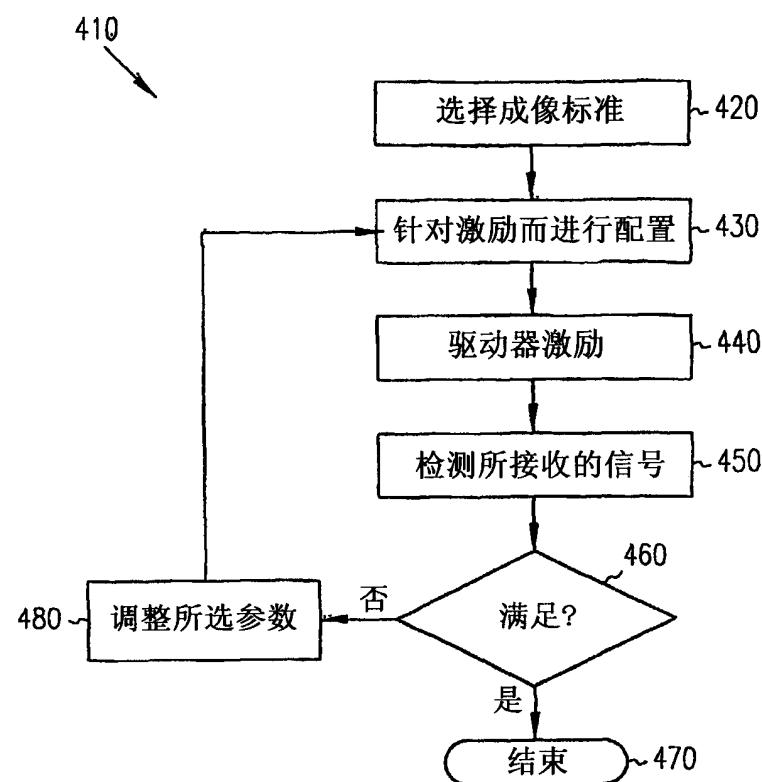


图 4

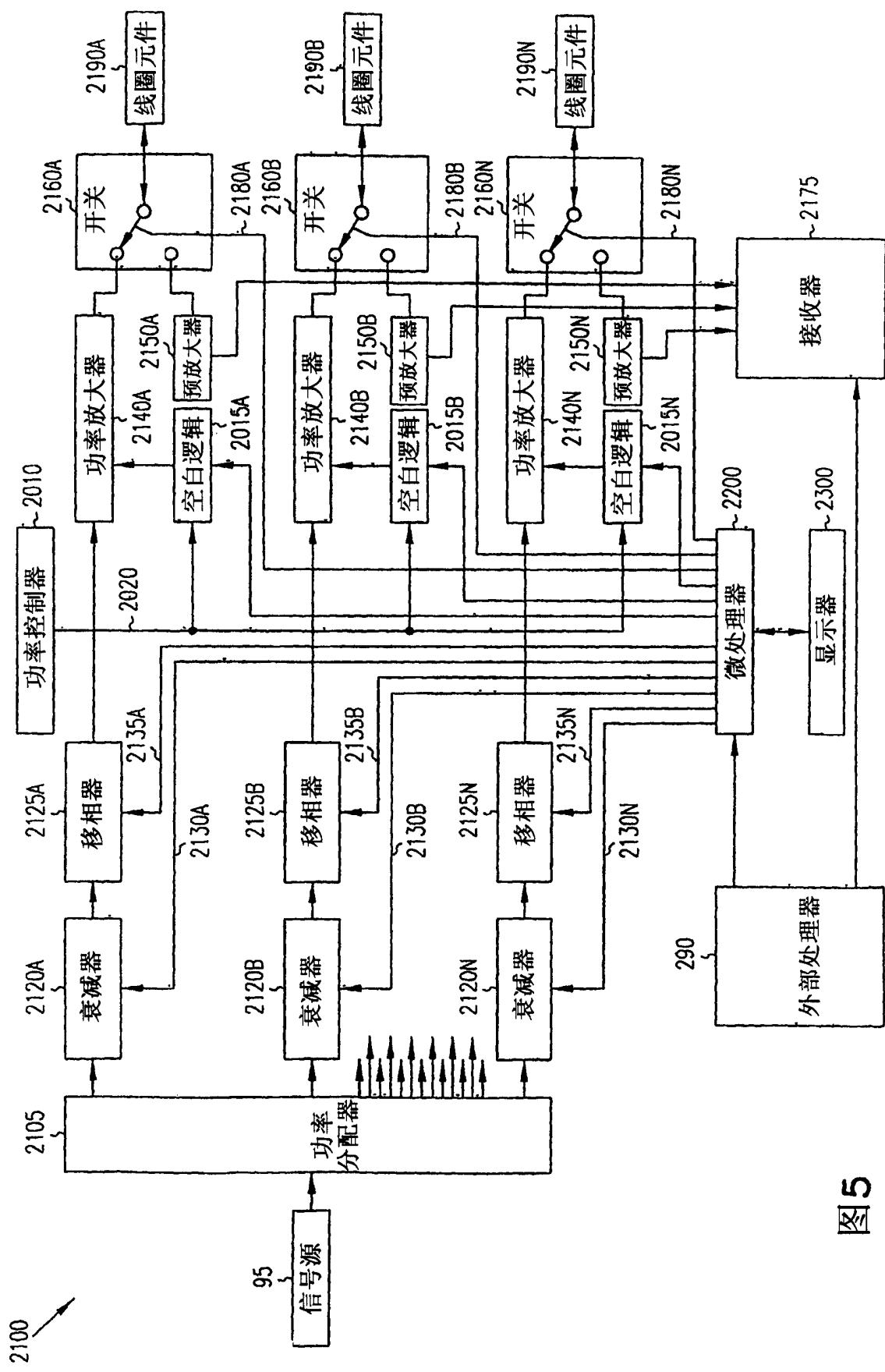


图5

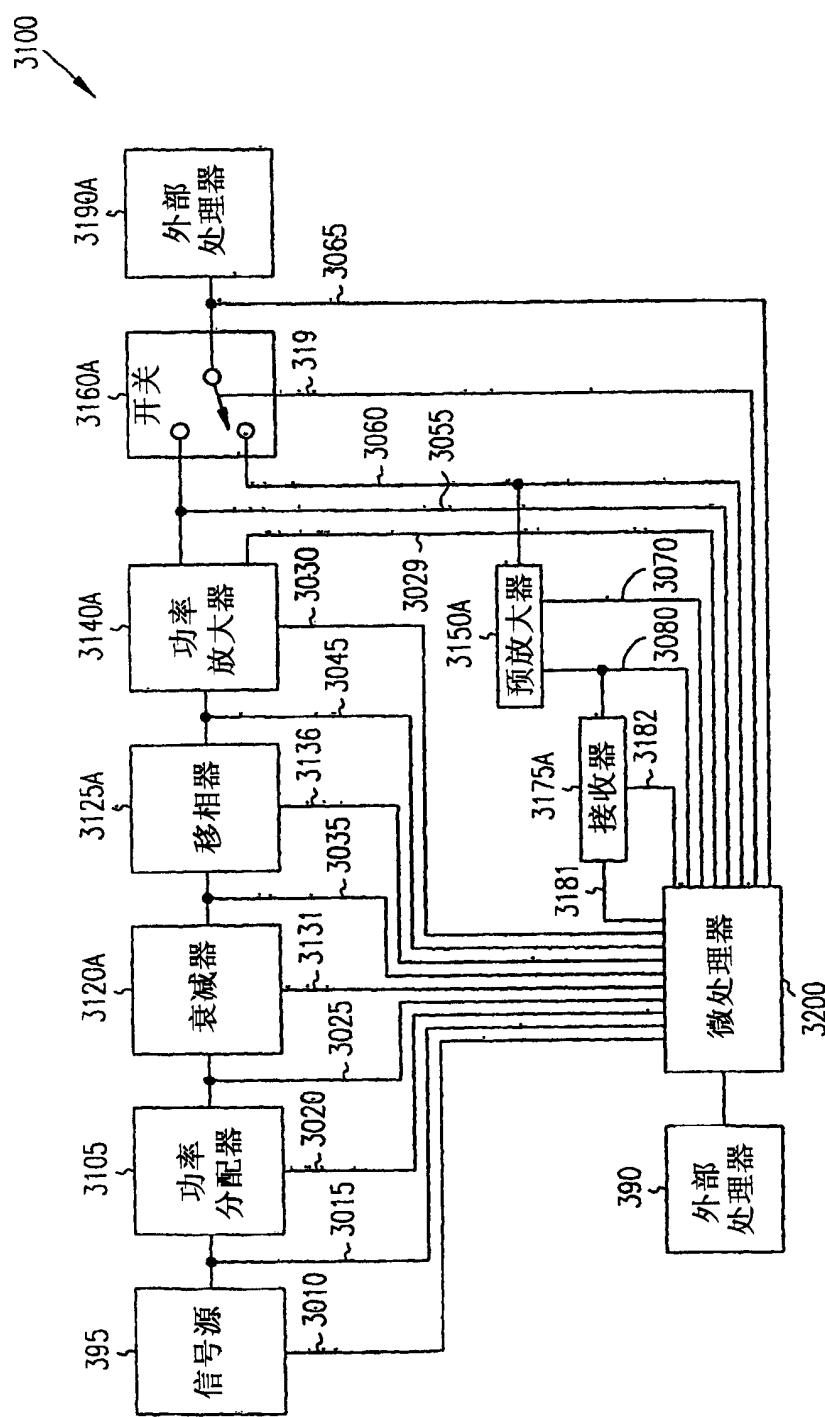


图6

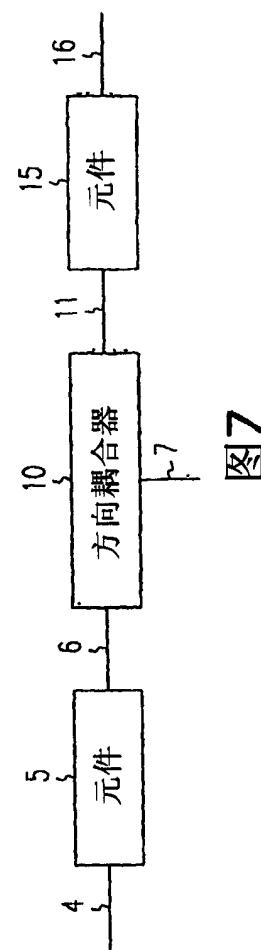


图7