

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580023873.3

[43] 公开日 2007年6月20日

[11] 公开号 CN 1985184A

[22] 申请日 2005.6.23

[21] 申请号 200580023873.3

[30] 优先权

[32] 2004.7.15 [33] US [31] 60/588,284

[86] 国际申请 PCT/IB2005/052080 2005.6.23

[87] 国际公布 WO2006/008665 英 2006.1.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.15

[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 T·E·K·瓦约

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 李亚非 刘杰

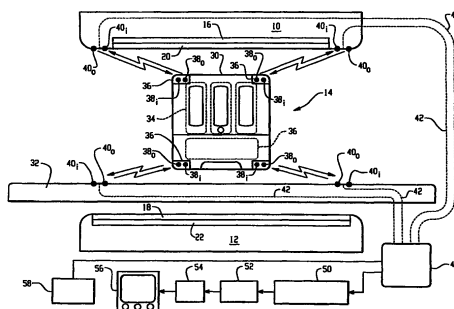
权利要求书3页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

无线 MR 接收线圈系统

[57] 摘要

一种磁共振成像系统包括局部线圈组件(30)，该局部线圈组件被布置在检查区(14)中与扫描器电绝缘。该线圈组件包括多个线圈(34)，每个线圈具有一个电子模块。接收的共振信号由模数转换器(92)进行数字化，并且由从扫描控制器(58)光学地接收的定时信号进行时钟控制。数字共振信号被转换(74)成光信号。来自多个线圈模块(36)的每一个的光信号被传送到位于扫描器上的一个相应光学接收器/发射器(1001, ..., 100N)，所述接收器/发射器将光信号转换成电信号以用于传输到重建处理器(50)以及将来自扫描控制器(58)的电信号转换成控制与定时光信号以用于传输到相应的线圈模块。



1. 一种磁共振系统，包括：

磁体（10，12），其提供通过检查区的主磁场；

扫描控制器（58），其控制磁共振信号采集；

处理器（52），其处理共振信号；

射频线圈组件（30），其被布置在检查区中的主磁场中以至少接收磁共振信号，该射频线圈组件与处理器和扫描控制器电绝缘；以及

无线通信系统（36，44），其将来自 RF 线圈组件的共振信号传送到处理器，并且将来自扫描控制器的控制与定时信号传送到 RF 线圈组件。

2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中 RF 线圈组件（30）包括：

多个 RF 线圈元件（34），该无线通信系统包括多个装有线圈组件的发射/接收模块（36），每个模块与 RF 线圈元件之一相连接。

3. 根据权利要求 1 所述的设备，其中 RF 线圈组件（30）包括多个装有线圈的发射/接收模块（36），每个模块包括：

用于将光信号转换成电信号的装置（76）；以及

用于将电信号转换成光信号的装置（74）。

4. 根据权利要求 3 所述的设备，进一步包括与扫描控制器（58）和重建处理器（52）连接的多个装有扫描器的接收器/发送模块（100），每个装有扫描器的发射/接收模块包括：

装置（102），用于将来自对应的一个装有线圈的发射/接收模块（36）的电-光信号转换装置（74）的光信号转换成电信号以用于传送到重建处理器；以及

装置（108），用于将来自扫描控制器（58）的定时与控制电信号转换成光信号以用于传输到对应的一个线圈模块（36）的光-电信号转换装置（76）。

5. 根据权利要求 4 所述的设备，进一步包括控制器/组合器装置（110），用于将来自扫描控制器（58）的控制与定时信号分配到对应于多个装有扫描器的发射/接收模块（100）的每一个的发送/接收模块，以及用于将来自多个装有扫描器的发射/接收模块（100）的每一个的磁共振信号传送到处理器（50）。

6. 根据权利要求 4 所述的设备，其中每个线圈模块（36）包括：

可再充电电源 (60); 以及
再充电电路 (62)。

7. 根据权利要求 6 所述的设备, 其中每个线圈模块 (36) 包括控制器 (80), 该控制器接收来自装有线圈的光-电转换装置 (76) 的定时与控制电信号。

8. 根据权利要求 7 所述的设备, 其中每个线圈模块进一步包括: 模数转换器 (92), 其由控制装置 (80) 根据从扫描控制器经由装有扫描器和线圈的发射/接收模块 (100, 36) 接收的定时信号进行时钟控制以将线圈组件 (30) 所接收的电共振信号从模拟转换成数字, 该模数转换器被连接到电-光转换装置 (74)。

9. 根据权利要求 8 所述的设备, 其中每个线圈模块 (36) 进一步包括:

RF 混频器 (90), 用于混合来自线圈的模拟共振信号和从控制装置 (80) 接收的低频载波信号, 该 RF 混频器的输出与模数转换器的输入相连接。

10. 根据权利要求 7 所述的设备, 进一步包括:
用于在多个模式之间切换线圈的装置 (82, 86)。

11. 根据权利要求 7 所述的设备, 进一步包括:
用于检测线圈组件 (30) 上的条件的检测装置 (94)。

12. 根据权利要求 7 所述的设备, 其中每个线圈模块 (36) 包括:
多个部件, 其共同地和彼此地被法拉第屏蔽 (98)。

13. 根据权利要求 12 所述的设备, 进一步包括:
滤波电路 (96), 其被布置在每个法拉第屏蔽的电部件之间以减小噪声。

14. 根据权利要求 4 所述的设备, 进一步包括:
图像存储器 (52), 其中由处理器 (50) 从磁共振数据重建成图像表示的图像表示被存储; 以及

用于将所选的图像表示转换为人可读格式的装置 (56)。

15. 一种磁共振方法, 包括:
将射频线圈组件 (30) 定位在磁共振扫描器的成像区 (14) 中, 使得线圈组件与磁共振扫描器电绝缘;
将来自线圈组件的共振数据光学地传送到扫描器;

将来自扫描器的控制与定时信号光学地传送到线圈组件。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中线圈组件 (30) 包括多个线圈 (34)，每个线圈与电模块 (36) 相关联，以及进一步包括：

将来自线圈组件的电模块的共振信号分别地传送到扫描器；以及将来自扫描器的控制与定时信号分别地传送到电模块 (36)。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，进一步包括：

从位于线圈存放架中的一个电池充电器以及从由线圈组件从扫描器的整体 RF 线圈 (20, 22) 接收的 RF 信号对每个模块 (36) 中的电池 (60) 进行再充电。

18. 根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

在将共振信号转换成用于传送到扫描器的光信号之前对电共振信号进行数字化。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，进一步包括：

根据控制与定时信号对数字化进行时钟控制。

20. 根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

根据控制与定时信号在多个模式之间切换线圈。

21. 根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

检测在每个模块处的条件，并将检测的条件光学地传送到扫描器。

无线 MR 接收线圈系统

本发明涉及磁共振领域。它特别地与磁共振成像一起应用，并且将特别地参考其进行描述。然而应当理解，本发明也可以与磁共振光谱法等等一起应用。

磁共振成像系统典型地包括用于激发对象内部的磁共振并从所感生的磁共振中接收信号的整体射频线圈。共振信号的数量级小于激励信号，因此将局部接收线圈放置成尽可能靠近共振信号源往往是有利的。在其他应用中，将激励射频线圈放置成尽可能靠近感兴趣区域是有利的。

为此，已经开发了接触对象或紧密地邻近对象来定位的局部 RF 线圈，例如头线圈和表面线圈。局部线圈典型地包括屏蔽电缆，所述屏蔽电缆将线圈所接收的共振信号传送到扫描器中的相关电子器件。常常，屏蔽电缆也将电能传送到位于接收线圈上的前置放大器或其他电路。当局部线圈也起发射线圈的作用时，该电缆将发射功率提供给局部线圈。

当接收线圈被电连接到系统电子器件时，线圈不会电浮动。这可以导致线圈的附加负载，从而减小信噪比。此外，当信号耦合到屏蔽线圈电缆时，发射的 RF 场被干扰。这也可以导致对患者的潜在风险。具体而言，发射的 RF 场可以在电缆中感生电流，所述电流可以流过线圈的屏蔽和接地，从而产生可以灼伤患者的热。

使头线圈的这些问题最小化的一种方法包括将头线圈和患者支持器 (support) 设计为匹配、接地的相互接合 (interengagement)，包括电插座布置。以这种方式，引线长度可以被最小化并且与患者绝缘。然而，该方法仅仅解决了一些问题，并且通常不适用于表面线圈。其他方法提出了通过 RF 信号与线圈通信。在千赫频率，带宽承载能力有限。在兆赫频率，RF 信号会干扰磁共振成像。吉赫范围内的信号与磁共振频率显然不同，但是具有其他缺点。红外信号已被用于适合 TV 远程类型的控制器的磁共振成像，但是有限的带宽限制了它们的应用。

本申请设想了一种克服了上述提到的问题以及其他问题的新的和

改进的磁共振系统。

根据本发明的一个方面，一种磁共振系统包括：磁体，其提供通过检查区的主磁场；扫描控制器，其包括磁共振信号采集；以及处理器，其处理所接收的共振信号。射频线圈组件被布置在检查区中的主磁场中以至少接收磁共振信号。射频线圈组件与扫描控制器和处理器电绝缘。无线通信系统将来自 RF 线圈组件的共振信号传送到处理器，并且将来自扫描控制器的控制与定时信号传送到 RF 线圈组件。

根据本发明的另一方面，提供一种磁共振方法。将射频线圈组件定位在磁共振扫描器的成像区中，使得线圈组件与磁共振扫描器电绝缘。将来自线圈组件的共振数据光学地传送到扫描器，并且将定时与控制信号从扫描器光学地传送到线圈组件。

本发明的一个优点在于电浮动 RF 线圈。

另一优点在于它提供双向通信。

本发明的另一优点在于发射和接收局部线圈可以电浮动。

其他优点在于复杂性和成本减小。

对于本领域普通技术人员而言，一旦阅读了优选实施例的以下详细描述，本发明更进一步的优点和益处将变得显而易见。

本发明可以体现为各种部件和部件的布置、以及各种过程操作和过程操作的安排。附图仅仅是为了说明优选实施例的目的，并且不当被理解为限制本发明。

图 1 是根据本发明的磁共振成像系统的示意图；

图 2 是图 1 的 IR 通信信道之一的电路图。

参考图 1，磁共振成像系统包括主磁体，即在所示的开放或垂直场磁系统中的上磁极 10 和下磁极 12，用于生成通过检查区 14 的时间上恒定的 B_0 磁场。当然，本发明也适用于具有环形线圈的腔孔型磁体。磁共振成像系统进一步包括梯度线圈 16、18 以用于生成横穿 B_0 场的磁场梯度。整体 RF 线圈 20、22 生成 B_1 RF 激励脉冲，并且可以接收合成磁共振信号。

局部线圈组件 30，即在所示的实施例中的头线圈组件，可以有选

择地从包括电池充电单元的坞站 (docking station) 移动到患者支持器 32 或对象自身以用于表面线圈。这在需要的基础上使局部线圈组件 30 能够被定位在成像区 14 中。局部线圈组件优选地包括多个单个 RF 线圈元件 34, 它们被成形和定向成对感生的共振信号敏感。所述多个线圈可以包括组成相控阵列线圈组件的多个线圈、组成 SENSE 线圈组件的多个线圈、环形线圈、鞍形线圈、以及其他更复杂的线圈设计和组合。多个 RF 线圈与多个红外 (IR) 发射/接收模块 36 连接。每个模块具有光输出透镜 38_o 和光输入透镜 38_i。如下面更详细解释的, 接收的数据通过光输出透镜 38_o 从每个模块被发送, 并且定时与控制信息由每个模块通过光输入透镜 38_i 来接收。

每个模块的光输入和输出透镜被瞄准和掩蔽, 使得每个可以与相应的单对扫描器光输出和输入透镜 40_o 和 40_i 通信。每个扫描器光输入和输出透镜对由光纤电缆 42 连接到典型地位于法拉第屏蔽扫描室内的扫描器通信模块 44。然而, 光纤可以将信号传送到屏蔽室的外部。

从局部线圈接收的数据信号被传送到控制台, 该控制台包括将接收的数据重建成存储在图像存储器 52 中的诊断图像的重建处理器 50。视频处理器 54 将图像转换成所选择的形式和格式以用于显示在视频监视器 56 上。扫描控制器 58 通过整体梯度线圈 16、18 和 RF 线圈 20、22 来控制 RF 和梯度线圈脉冲的施加与定时。扫描控制器也通过系统模块 44 和 IR 信道与局部线圈 30 通信以传送定时信息, 在发射和接收模式之间切换线圈, 导致用于发射 B₁ RF 场的局部线圈发射, 等等。

现在看图 2, 装有线圈的每个模块 36 包括可再充电电源 60, 例如可再充电电池、大电容器、或者其他能够存储和供应能量的器件。优选地, 每个线圈模块包括其自身的电源, 尽管预料到装有中心线圈的电源或者在模块电源间的电力共享。电源与充电电路 62 相关联。在优选实施例中, 当线圈停放在其存放架中时, 充电电路与电源连接。可选择地, 充电电路可以电感地接收电能, 例如从整体 RF 线圈 20、22 传递到线圈绕组 34 的能量。

电源为红外模块驱动器/接收器放大器和相关电路 70 提供工作能量。模块 70 包括放大输出信号的放大器 72 和将电信号转换成光信号的红外 LED 74。输出透镜 38 可以直接与 LED 74 连接或者可以通过光纤与其互连。类似地, 所述模块包括硅 PIN 二极管 76, 该二极管将在

输入透镜 38_i 接收的光信号转换成电信号，所述电信号由放大器 78 放大。输入信号包括由系统时钟输入到线圈模块的时钟电路的时钟信号和用于在各种可用工作模式之间切换线圈 30 的命令信号。

输入信息从驱动器/接收器放大器被传送到执行指令的控制逻辑电路 80。具体而言，控制逻辑电路控制驱动器电路 82，该驱动器电路在发射和接收模式之间切换 84 接收线圈的元件 34。在所示的实施例中，线圈段 34 在发射期间被解调，使得它对激励脉冲的频率的信号相对不敏感。在可选实施例中，其中局部线圈 30 同时用作发射和接收线圈，驱动器电路 82 应用来自电源 60 的能量以产生 RF 激励脉冲，该 RF 激励脉冲具有由控制逻辑电路 80 根据从扫描电子器件 58 接收的定时和指令进行设置的定时和特性。

在接收模式期间，线圈段 34 所接收的共振信号再次由可切换前置放大器 88 放大 86。放大器级 88 可在放大器的选择之间由控制逻辑电路 80 根据所选成像技术进行切换以使动态范围最大化。

RF 混频器 90 通过混合共振信号和由控制逻辑电路 80 根据从扫描电子器件接收的指令而提供的低频信号来将共振信号变换成更低频率。该混合提供了更低频率的输出共振信号，例如 250 千赫信号，该信号由对信号进行数字化的模数转换器 92 数字化。数字化过程由控制逻辑电路 80 根据来自扫描电子器件的时钟信号进行时钟控制和同步，使得数字信号与来自线圈组件的其他元件的信号以及与其他系统操作同步。数字共振信号被传送到放大器 72 以用于传送到系统电子器件。

线圈条件传感器 94，例如温度传感器，监视温度、其他环境条件、以及在局部线圈组件 30 上检测的自诊断和其他信息。控制逻辑电路 80 根据命令使检测的条件被发送到放大器 72，以用于传送到扫描电子器件。为了使模块的每个部分中的电噪声最小化，所述部分被滤波器 96 分离，并且均（除了线圈元件）被容纳在法拉第笼中。多层印刷电路板设计被优选地用于使噪声最小化。

与每个接收器模块的来回通信由一个或多个系统模块 44 处理。系统模块包括用于 N 个通道的每一个的 IR 驱动器/接收器放大器组件 100₁,...100_N，每个与线圈模块 36 通信。每个组件 100 包括硅 PIN 二极管或其他电子器件 102 以用于将在输入透镜 40_i 接收的红外信号转换成电信号。电信号由放大器 104 放大。类似地，放大器 106 放大来自扫

描电子器件 58 的控制与定时信号，所述信号由 LED 108 或其他电-光转换器件转换成红外光。

控制器/数据组合器 110 组合或多路复用来自与每个线圈模块 36 相关的放大器 104 的放大的数字输入信号，并且将它们传送到重建处理器 50。类似地，控制器/组合器 110 将用于 RF 混频器的低频载波信号、定时信息、以及其他控制信号分配到与每个线圈模块 36 对应的放大器 106。

已经参考优选实施例描述了本发明。显然，他人阅读和理解前面详细的描述后将想到修改和改变。打算本发明被理解为包括所有这样的修改和改变，只要它们在所附的权利要求书或其等同物的范围内。

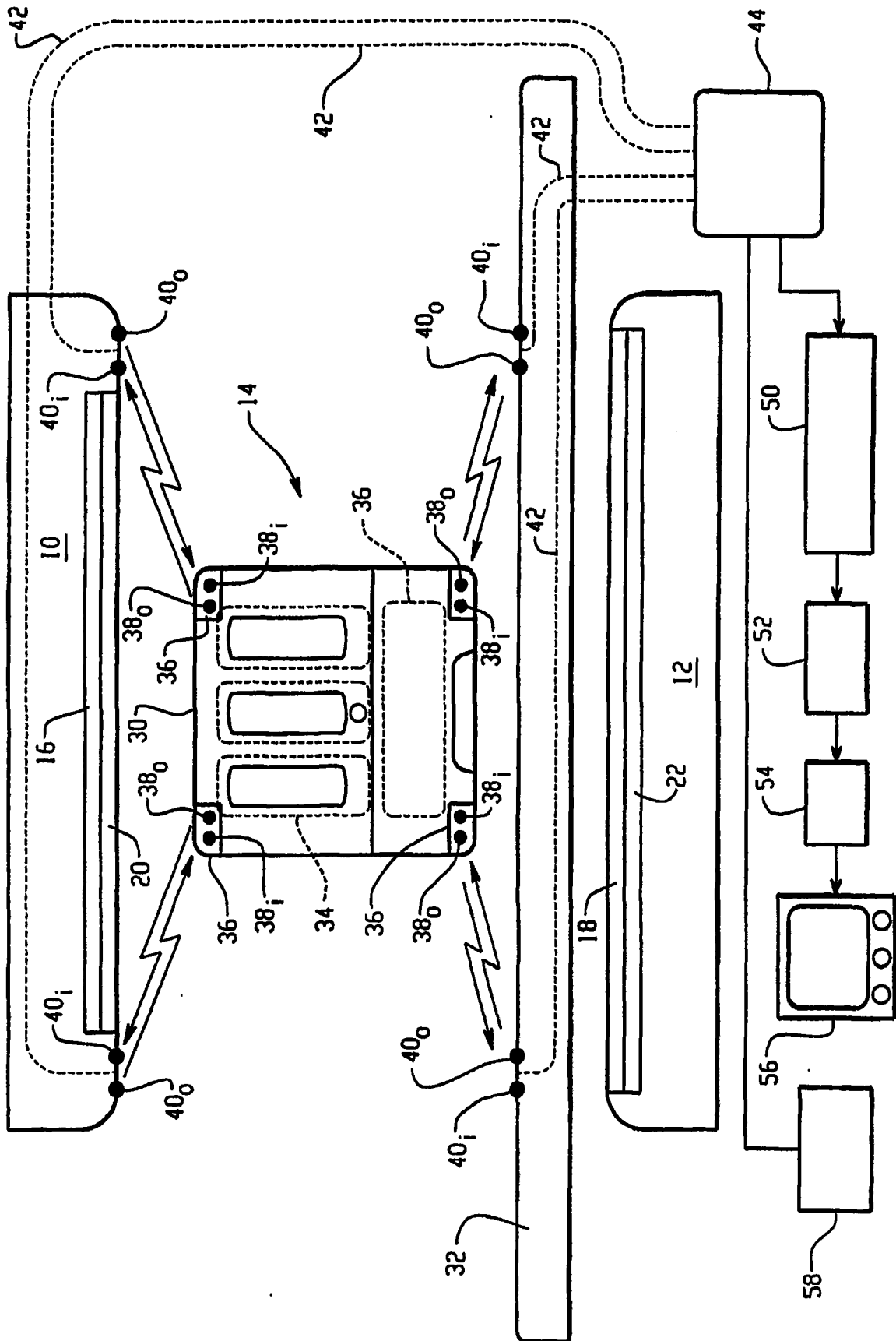


图 1

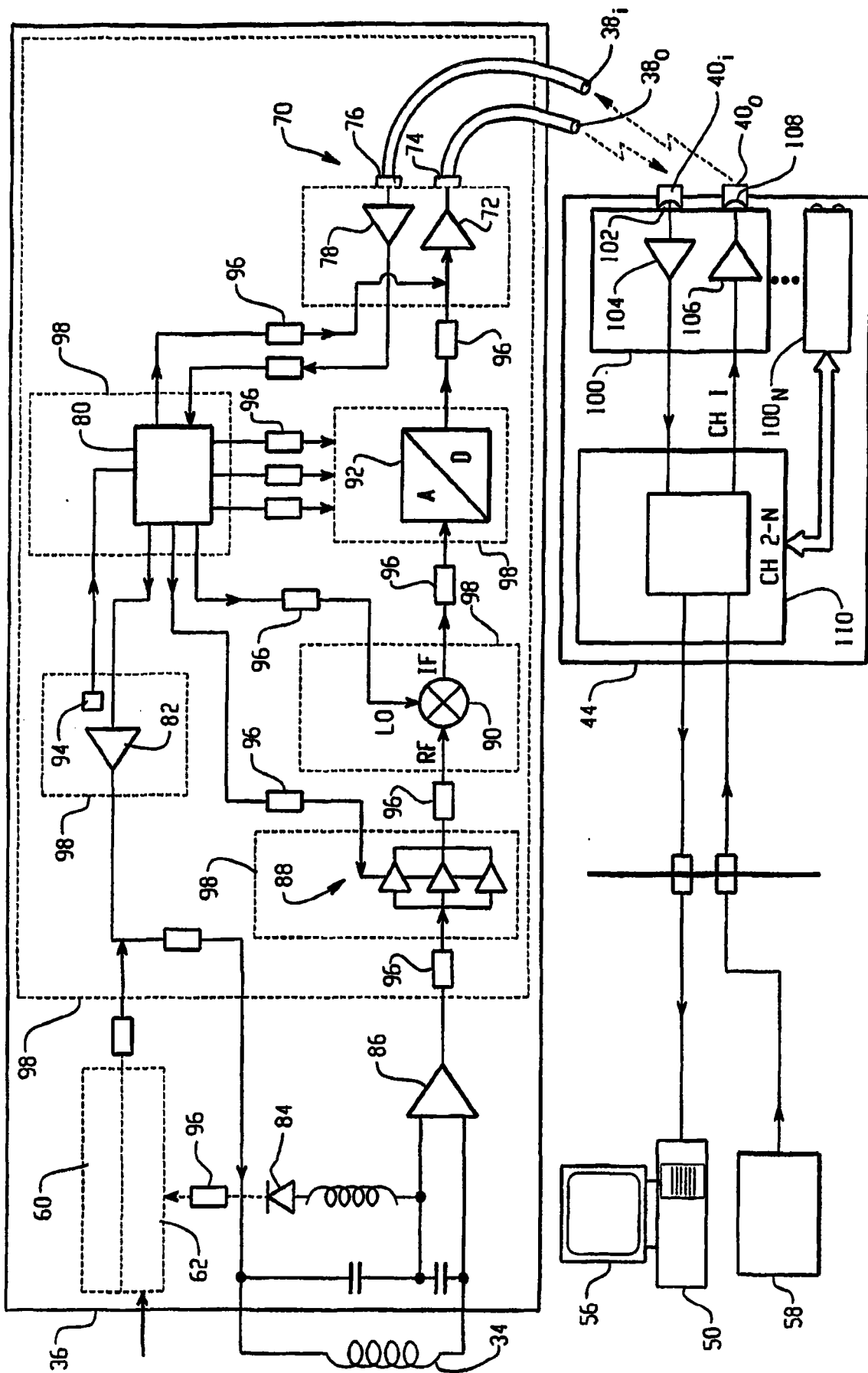


图 2