[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 6/03 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410101165.4

[45] 授权公告日 2009 年 2 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100463654C

[22] 申请日 2004.12.16
[21] 申请号 200410101165.4
[30] 优先权
[32] 2003.12.17 [33] US [31] 10/707478
[73] 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 J·S·卡特查 N·D·赫夫曼
J·K·奥米克 P·E·小皮尔森
[56] 参考文献
US5140696A 1992.8.18
CN1268338A 2000.10.4
JP8－126639A 1996.5.21
US5579357A 1996.11.26
US5530425A 1996.6.25
EP0543623A1 1993.5.26

审查员 李玉菲
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 杨生平 梁 永

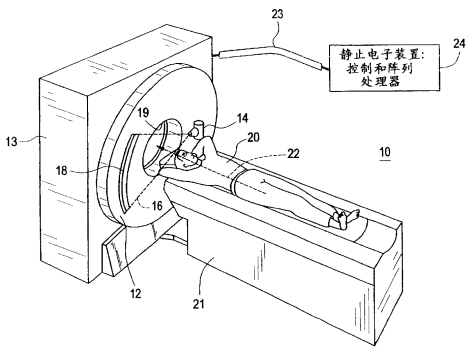
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于数据滑环连接的系统和方法

[57] 摘要

提供了一种在数据滑环的传输线部分与数据采集系统之间的直接电连接。可以在数据采集系统与传输线部分之间提供变压器，用于对滑环与电连接之间的阻抗失配进行校正。连接数据滑环和数据采集系统的方法包括在传输线部分与数据采集系统之间提供可控阻抗电缆。



1. 一种用于图像重构的系统(10)，该系统包括:

一个数据滑环(34)，包括传输线部分(36，38)；

一个数据采集系统(28)；以及

一个在所述传输线部分(36，38)和所述数据采集系统(28)之间的直接电连接(30)，

其中所述直接电连接(30)包括一个将所述数据采集系统(28)中的第一电阻器与第一传输线部分(36)连接的第一导线(76)和一个将所述数据采集系统(28)中的第二电阻器与第二传输线部分(38)连接的第二导线(78)；

其中所述第一和第二电阻器的阻抗为 Zo1，所述第一和第二传输线部分(36，38)的第一端分别与所述第一和第二导线(76,78)连接，所述第一和第二传输线部分(36，38)的第二端与阻抗为 Zo2 的电阻器连接，并且使 Zo1 与 Zo2/2 之间的差最小。

2. 如权利要求 1 所述的系统(10)，包括一个可控阻抗电缆(30)，用于提供所述直接电连接(30)。

3. 如权利要求 1 所述的系统(10)，包括一个高速铜电缆(30)，用于提供所述直接电连接(30)。

4. 如权利要求 3 所述的系统(10)，其中，所述高速铜电缆(30)发送串行数据。

5. 如权利要求 1 所述的系统(10)，其中，所述直接电连接(30)从现场可编程门阵列延伸到所述传输线部分(36，38)。

6. 如权利要求 1 所述的系统(10)，其中，所述直接电连接(30)包括与地线连接的第三导线(80)。

7. 如权利要求 1 所述的系统(10)，其中，(0.2)Zo1< Zo2/2 <(5)Zo1。

8. 如权利要求 1 所述的系统(10)，其中，当(0.2)Zo1<Zo2/2<(5)Zo1 不成立时，式中 Zo1 为将所述数据采集系统(28)与所述直接电连接(30)中的导线(76，78)连接的电阻器的阻抗，而 Zo2 为所述传输线部分(36，38)的端部之间的阻抗，所述系统(10)还包括一个变压器(84)，连接在所述传输

线部分(36，38)与所述直接电连接(30)之间。

9. 如权利要求 1 所述的系统(10)，其中，系统(10)为计算机断层照相系统。

10. 如权利要求 1 所述的系统(10)，其中，所述第一导线(76)是可控阻抗电缆。

用于数据滑环连接的系统和方法

技术领域

本发明总体上涉及一种用于计算机断层照相(CT)扫描器的数据滑环(data slipring)，更具体地说，本发明涉及在数据采集系统(DAS)和滑环之间的改进的连接。

背景技术

CT 系统用于获得检查对象的非侵入剖面图像，具体地说是用于医疗分析和诊断的人体组织的内部图像。目前的 CT 系统使检查对象如患者位于在由固定框架支撑的旋转框架或台架的中央空腔内的台面上。台架包括位于空腔的相对侧的，在笛卡儿坐标系的 x-y 平面(一般也称为“成像平面”)中的 x 射线源和检测器阵列，二者随着台架一起围绕被成像的检查对象旋转。在沿着台架的旋转路径的几个角位置(也称为“投影”)，x 射线源发射扇形的准直光束，该光束穿过检查对象的成像切片，被检查对象衰减，并且被检测器阵列接收。在检测器阵列中的每个检测器元件产生表示经过衰减的 x 射线光束的强度的离散的电信号，从 x 射线源投影到特定检测器元件的光束射入该检测器的传感器表面。由在旋转框架中的电路对来自所有检测器元件的电信号进行整理，从而生成在每个台架角度或投影的投影数据集。每个投影数据集称为一个“观察”，并且在 x 射线源和检测器阵列的一个旋转期间从不同的台架角度进行的一组这样的观察为一个“扫描”。然后，由静止框架中的计算机对扫描进行处理，以便将投影数据集重新构成为检查对象的切片或断面的 CT 图像。

为了将投影数据集从旋转框架传输到静止框架以进行图像重构，目前使用了各种通信链接，如脐带式电缆、光数据链接、具有接触电刷的滑环和具有无接触耦合器的滑环等。较新的 CT 系统一般利用安装在旋转框架上的滑环和安装在静止框架上的，相对于滑环有一定气隙的无接触耦合器作为旋转与静止框架之间的通信链接。滑环包括包围旋转框架的空腔的断开的导线或传输线环，使得断开的导线环的每一半形成长度严格相同的弧。数据信号，例如投影数据集，被编码并且被

从两个导线的第一端发送到在断开环的相对侧的两个导线的第二端，使得两个数据信号同时到达第二端，第二端一般也称为终止间隙。安装在静止框架上的无接触耦合器靠近滑环并且通过电磁耦合捕捉被发送的经过编码的数据信号。由于当(在编码之后)获得每个投影数据集时，即在旋转框架仍然旋转以获得下一个台架角度的下一个投影数据集的过程中，发射每个数据集，因而在旋转框架以及滑环旋转时，进行数据信号沿着滑环的导线的传输以及从滑环到无接触耦合器的电磁耦合。

如图 1 所示，现有技术的系统 100 发送来自滑环的高速数据并且通过电子装置将其转换为光信号，该电子装置包括由光纤电缆连接的数据采集系统 104 中的光纤发送器 102 和发送器 108 中的光纤接收器 106 以及给发送器 108 供电的电源 112。使用光学技术允许在不引入不需要的噪声的情况下进行快速数据传输，这种技术当数据速度持续增加到超过 1GHz 时是有问题的。光导纤维也是常见的选择，这是由于光导纤维相对廉价、能够被拉成很小的直径、重量轻且不易燃，并且信号损失非常小。但是，光学方法需要复杂的电子装置 102、106 和独立的电源 112，用于将电信号转换为光信号，因而增加了系统 100 的复杂性和成本。

发明内容

利用用于图像重构的具有数据滑环的系统克服或削弱了现有技术的以上讨论的和其他的缺点和缺陷，该系统包括传输线部分、数据采集系统和传输线部分与数据采集系统之间的直接电连接。

在本发明的另一个典型实施例中，用于图像重构的系统包括具有传输线部分的数据滑环、数据采集系统、变压器和传输线部分与数据采集系统之间的电连接，其中，在数据采集系统与传输线部分之间提供变压器，用于对滑环与电连接之间的阻抗失配进行校正。

在本发明的另一个典型实施例中，连接具有传输线部分的数据滑环和数据采集系统的方法包括在传输线部分与数据采集系统之间提供可控阻抗电缆。

在本发明的另一个典型实施例中，数据滑环与数据采集系统之间的直接电连接包括具有第一端和第二端的可控阻抗电缆，第一端与数据

滑环连接而第二端与数据采集系统连接。

在本发明的另一个典型实施例中，数据滑环与数据采集系统之间的直接电连接包括具有第一端和第二端的可控阻抗电缆以及位于数据滑环上的变压器，其中，电缆的第一端与变压器连接，而第二端与数据采集系统连接。

当审阅下面的附图和详细说明时，本领域的技术人员将清楚按照这些实施例的其它系统、方法和/或计算机程序产品。意图在于这样的附加的系统、方法和/或计算机程序产品被包括在这个说明中，在本发明的范围以内，并且由所附权利要求进行保护。

附图说明

参照这些示意图，其中，用相同的数字对这几张附图中的相同的部分进行编号：

图 1 示出了现有技术的 CT 系统的一部分的示意框图；

图 2 示出了使用本发明的 CT 系统的透视图；

图 3 示出了图 2 的 CT 系统的若干部分的示意框图；

图 4 示出了图 2 的 CT 系统的若干部分的示意框图；

图 5 示出了图 2 的 CT 系统的若干部分的示意框图；

图 6 示出了图 2 的 CT 系统的若干部分的另一个实施例的示意框图；并且

图 7 示出了图 2 的 CT 系统的若干部分的另一个实施例的示意框图。

具体实施方式

参照图 2，计算机断层照相(CT)系统 10 包括一个一般为环状的旋转框架 12 或台架以及一个支撑旋转框架 12 的静止框架 13。旋转框架 12 包括一个 x 射线源 14，用于向位于空腔 19 的相对侧的检测器阵列 18 发射高准直的 x 射线束 16。空腔 19 允许将检查对象 20 如患者放置在台面 21 上，台面 21，例如通过平移，可以沿着旋转框架 12 的旋转轴线 22 移动。台面 21 的运动使得检查对象 20 的引起注意的不同的剖面部位能够位于旋转框架 12 的成像平面内。

一旦通过移动检查对象 20 和/或台面 21 已经使检查对象 20 按照

所希望的位于空腔 19 中，则旋转框架 12 围绕旋转轴线 22 旋转，并且在沿着旋转路径的多个角位置中的每个角位置，x 射线源 14 发射 x 射线束 16，x 射线束 16 穿过检查对象 20 并且入射到检测器阵列 18 的多个检测器元件(没有单独示出)的接收表面上。在响应过程中，检测器阵列 18 中的每个检测器元件产生幅值与接收的射线强度成比例并且由此与 x 射线束穿过检查对象 20 之后的衰减量成比例的电信号。来自检测器阵列 18 的每个检测器元件的代表投影数据的信号通过线路 23 提供给控制和阵列处理器 24，控制和阵列处理器 24 将接收的投影数据处理为检查对象 20 在选定的半径或角位置的半径图像，半径图像也称为一个观察。然后，利用已知的图像处理算法将汇集了旋转框架 12 的全部旋转的观察的总和，一般称为扫描，进一步处理为检查对象 20 的位于成像平面内的引起注意的部位的断面图像。

参照图 3，其中示出了图 2 的 CT 系统 10 的一部分的示意框图。应该理解，在图 2 中仅示出了本发明的思路所需要的功能要素，并且仅示出了功能要素之间的有关连接。通过线路 26 将来自检测器阵列 18 的信号提供给安装在旋转框架 12 上的数据采集系统(DAS)28，DAS 28 将来自检测器阵列 18 的检测器元件的每个信号从模拟信号格式转换为数字信号格式，一般用 16 位数字值表示经过衰减的 x 射线强度。DAS 28 将经过转换的检测器信道信号与数据时钟信号和误差检查信号功能多路复用为串行数字位信号。然后由安装在旋转框架 12 上的发送器 32 通过线路 30 接收串行数字位信号。如将进一步描述的，DAS 28 可以通过电缆 30 直接与 RF 滑环 34 的传输线部分 36、38 连接，以提供数据信号。

经过编码的数据信号沿着传输线部分 36、38 传播，以便被电磁耦合到安装在静止框架 13 上的耦合器 50 中。可以将 RF 滑环 34 设计为包括位于旋转框架 12 上的一条或多条传输线。根据耦合器 50 与传输线部分 36、38 之间的距离，一般称为气隙，可能需要更多传输线部分，以保证耦合器 50 在空间上至少与一个传输线部分足够靠近，以便接收经过编码的数据信号。当需要一个以上传输线部分时，每个传输线部分的长度可以为旋转框架 12 的旋转路径的弧线长度的几分之一。一般沿着空腔 19 的圆周，围绕旋转框架 12 的旋转轴线 22(见图 2)首尾相接地使传输线部分串联，从而使全部传输线部分的长度提供一个约 360

度的圆弧，例如，完全包围旋转框架 12。

可以将分别具有第一端 40、41 和第二端 42、43 的两个传输线部分 36、38 连续地布置在包围空腔 19 的旋转框架 12 上，使得沿着旋转框架 12 的全部旋转路径的电磁耦合能够大致连续。第一端 40、41 与电缆 30 连接，第二端 42、43 通过终端阻抗 44、46 分别与电气地线 48 连接。终端阻抗 44、46 具有预定的阻抗值，这个阻抗值是经过选择的，以便使在传输线部分 36、38 中的每一个中的能量反射最小。以下将进一步对阻抗匹配进行描述。

可以使耦合器 50 位于静止框架 13 上，使得在旋转框架 12 旋转期间，保持耦合器 50 实际上与传输线部分 36、38 中的至少一个接近。耦合器 50 与滑环 34 的传输线 36、38 之间的气隙可以在约 0.050 到 0.080 英寸的范围以内。耦合器 50 可以是一段很短的长度约为 2 英寸的导线或传输线。或者，耦合器 50 可以是接收天线、RF 靴(RF shoe)、无接触电刷或者能够穿过范围在约 0.05 到 0.08 英寸以内的发射距离接收来自 RF 滑环 34 的经过编码的数据信号的电磁耦合装置。

电缆 30 可以分别给传输线 36、38 的第一端 40、41 提供经过编码的数据信号，并且经过编码的数据信号从第一端 40、41 传播到终止于电气地线 48 的第二端 42、43。但是，在经过编码的数据信号传播到地线 48 之前，经过编码的数据信号可以被电磁耦合到耦合器 50，由此完成从旋转框架 12 到静止框架 13 的传输，以进行信号处理。

在静止框架一侧，可以通过线路 52 将耦合的经过编码的数据信号，也称为耦合的经过调制的数据信号，发送到位于控制和阵列处理器 24 中的接收器 54。线路 52 可以仍然是光纤，这是由于包括用于这个数据路径的长度。接收器 54 可以对耦合的经过调制的数据信号解码成其被编码之前的状态并且将这个经过解码的信号通过线路 56 提供给信号处理器 58。信号处理器 58 包括一个计算机和信号存储器，信号存储器用于存储程序算法，程序算法管理响应通过操作员控制台 60，如键盘、鼠标、轨迹球或开关等，接收的操作员命令或扫描参数，对接收的数据的 CT 处理进行管理。虽然没有示出，但信号处理器 58 利用操作员命令和参数给 DAS 28、x 射线控制器(没有示出)、台架电动机控制器(没有示出)以及对台面 21 的运动的控制提供控制信号和信息。按照这样的方式，信号处理器 58 将经过解码的信号，即投影数据，整

理为与旋转框架 12 的特定角位置对应的合成观察。每个合成观察被存储在海量存储器装置 62 中，并且当在处理其它合成观察期间需要时被恢复，以便进行进一步处理，从而提供检查对象 20 的希望的断面的最终图像。然后，可以将这个最终图像，也称为重构图像，显示在显示器 64 上，如常规的阴极射线管(CRT)显示器、液晶显示器或其它显示设备，或者，可以利用合适的计算机控制的照相机或打印机(没有示出)将它转换为胶片或者打印记录。此外，可以将重构图像存储在海量存储器 62 中，并且当操作员通过操作员控制台 60 和信号处理器 58 发出命令时，可以恢复存储的重构图像和/或其它数据。

图 4 示出了包括 DAS 28、滑环 34、耦合器 50 以及控制和阵列处理器 24 的 CT 系统 10 的一部分的简化示意框图。DAS 28 可以包括一个现场可编程门阵列(field programmable gate array，FPGA)70，FPGA 是一个集成电路，它包括许多相同的逻辑单元，这些逻辑单元可以独立地采用任何一种通过导线矩阵和可编程开关相互连接的特性有界集。或者，DAS 28 可以包括复合可编程逻辑器件(complex programmable logic device，CPLD)或其它相关器件。电缆 30 可以从 DAS 28 中伸出，并且可以直接在连接机构 72 与滑环 34 连接。

图 5 更详细地示出了电缆 30，如可控阻抗电缆，在连接机构 72 与滑环 34 连接的直接连接 72。电缆 30 可以包括多根导线，这些导线包括从 DAS 28 伸到滑环 34 的并且在传输线部分 36 与滑环 34 连接的第一导线 76。第二导线 78 可以从 DAS 28 伸到滑环 34 并且在传输线部分 38 与滑环 34 连接。第三导线 80 可以从 DAS 28 伸到滑环 34，将线路部分 74 接地。假如出现共模信号，则地线实际上可以是高频返回路径。这可以是导线的导体的屏蔽。尽管在某些情况下可以不考虑这个问题，但由于在限制 EMC 和 RF 辐射方面有效，因此应该包括它。还应该注意，导线的数量是示意性的，当需要给滑环 34 提供适当的连接时，电缆 30 可以包括更多导线。还应该注意，具有可控阻抗电缆 30 的直接连接 72 允许取消具有光纤接收器 106 的发送器 108、电源 112 和 DAS 28 中的光纤发送器 102。

如图 5 中另外示出的，在 DAS 28 中，用于第一导线 76 和第二导线 78 的电阻器的阻抗可以等于 Zo1，而与传输线部分 36、38 的第二端 42、43 连接的电阻器 44 和 46 的阻抗可以等于 Zo2。为了使阻抗失

配不大到足以引起不希望的反射并且使共模噪声不影响信号的完整性，Zo1 应该尽可能接近 Zo2/2。

如果导线的阻抗不可控，则为了消除信号反射，DAS 28 中的电子驱动器必须靠近传输线 36、38(在数英寸以内)。但是，可控阻抗电缆 30 允许从 DAS 28 到传输线连接点的距离为易管理的距离(如几米)。

如图 5 中另外示出的，相对于地线 80，电缆 30 中的导线 76、78 具有可控的特性阻抗 Zo1。在 DAS 28 中的终端电阻器具有与 Zo1 相等或接近的阻抗值，从而使电气反射最小。传输线 36 和 38 具有相对于地线 74 的特性阻抗 Zo2，并且具有阻抗值等于或接近 Zo2 的终端电阻器 44、46。导线 76 和 78 分别与传输线 36 和 38 连接。如果 Zo1 不等于 Zo2/2，则出现阻抗失配并且电反射将影响波形的保真度。但是，如果 Zo1 和 Zo2/2 足够接近(例如，(0.2)Zo1<Zo2/2<(5)Zo1)，则波形的保真度是可以接受的。利用一个数值的例子，如果 Zo1=50 欧姆并且 Zo2=40 欧姆，则 10 欧姆<20 欧姆<250 欧姆。因此，满足了规则(0.2)Zo1<Zo2/2<(5)Zo1 可以提供可接受的波形保真度。

如以下将进一步讨论的，用于图 4-5 的阻抗匹配范围是用于没有引入变压器的系统的。

一个能够对 DAS 28 与滑环 34 之间的连接中的阻抗进行控制的电缆 30 的例子是高速铜电缆及其有关的连接器，它减少了串音和噪声，而串音和噪声是过去的铜组件的一个问题。一种这样的高速铜电缆是市场上出售的 InfiniBand 铜电缆，如来自 Sierra Technologies、LLC 的 InfiniBand 铜电缆和可用的适配器，尽管 InfiniBand 铜电缆的其他厂商也应该在本发明的范围以内。InfiniBand 技术以前称为“System I/O”，它是两个竞争设计的合并的结果，一个是由 Compaq、IBM 和 Hewlett-Pakard 开发的 Future I/O，另一个是由 Intel、Microsoft 和 Sun Microsystems 开发的 Next Generation I/O。取代像 PCI 总线那样并行发送数据，InfiniBand 将数据串行发送并且可以在多路复用信号中同时传输多信道数据。

如前面所讨论的，为了防止出现不希望的反射和可能影响信号完整能够性的共模噪声，阻抗失配应该尽可能小。见图 6-7，示出了系统 10 的另一个实施例，该实施例用于对于要进行的应用来说阻抗失配过大的时候。例如，当关系式(0.2)Zo1<Zo2/2<(5)Zo1 不成立时，阻抗

失配可能过大。可以在可控阻抗电缆 30 与滑环 34 之间的连接点 86 添加一个变压器 84。该变压器位于可控阻抗电缆 30 与滑环传输线 36、38 之间，以便对失配进行校正，从而使反射最小。但应该理解，如果希望，即使关系式(0.2)Zo1<Zo2/2<(5)Zo1 成立，也可以给系统 10 添加变压器 84。最好，变压器 84 是低成本的高速变压器，用于消除共模噪声并且减少由任何阻抗失配引起的反射。因此，在不需要进行光电转换的情况下，在 RF 接收器产生的高速滑环信号能够通过变压器 84 直接到 DAS 28，变压器 84 通过使滑环 34 之间的阻抗差异以及电缆 30 之间的阻抗差异匹配来减少反射并且消除共模噪声。

应该理解，变压器 84 可以包括两个绕组，用于将一种交流电压变换为另一种交流电压。第一种电压经过围绕金属或铁心的一次绕组。就像在电磁铁中那样，一次绕组中的交流电流可以在铁心中建立交变磁场。二次绕组缠绕在同一个铁心上，并且铁心中的磁场会产生电流。可以通过两个绕组的匝数比来控制二次绕组的电压。例如，如果一次和二次绕组的匝数相同，则一次和二次电压应该相同。另举一例，如果二次绕组的匝数是一次绕组的一半，则二次绕组的电压为一次绕组电压的一半。

进一步参照图 6-7，可以选择变压器的匝数比，以消除失配或使阻抗匹配得尽可能接近。如图 7 所示，在图中，变压器 84 的匝数被表示为 N1 88 和 N2 90，应该将(N1/N2)^2 选择得尽可能接近 Zo1/(Zo2/2)。举一个数值的例子，如果 Zo1=50，Zo2=40，则匝数比 N1/N2 应该接近或等于 1.6。这样，当确定了阻抗 Zo1 和 Zo2 时，如果确定系统中的阻抗失配过大，例如(0.2)Zo1<Zo2/2<(5)Zo1 不成立，则可以选择匝数比 1N1/N2 等于 Zo1/(Zo2/2)的平方根的合适的变压器 84。

尽管光纤有许多优点，但由于铜电缆具有较高的电导率，能量效率高，坚固，易延展，并且不与现代绝缘材料发生反应，因此也是有利的。通过使用高速铜电缆技术，不再需要昂贵的光传输设备和相关的电子装置，因而减少了 CT 系统的成本。所实现的成本节约大约在 1000 美元到 2000 美元之间。此外，有利的情况在于，由于减小了传输电路的整体的复杂度，因此取消了许多可能的故障点，并且增加了可靠性和适用性。

尽管已经参照典型实施例对本发明进行了描述，但本领域技术人员

应该理解，在不脱离本发明的范围的情况下，可以进行各种变化并且可以用等价物代替本发明的要素。例如，该系统可以应用于核医学成像系统，或者这里没有具体描述的其他类型的物理治疗设备。此外，在不脱离本发明的基本范围的情况下，可以进行许多修改，以使具体情况或材料适合本发明的思路。因此，意图在于不将本发明限制于按照实施本发明的预期的最佳方式披露的具体实施例，而在于本发明将包括属于所附权利要求范围以内的所有实施例。除了术语第一、第二等被用于区分一个要素与另一个要素以外，术语第一、第二等的使用不表示任何顺序或重要性。

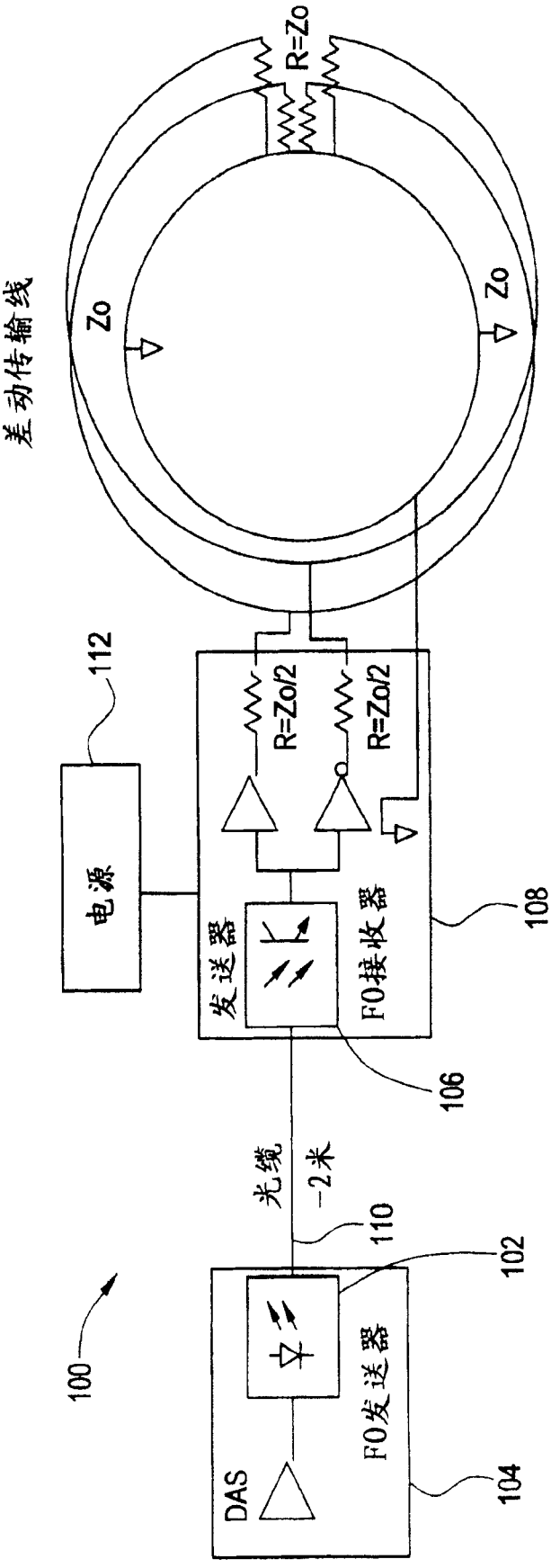

差动传输线
Zo
Zo
R=Zo
112
电源
R=Zo/2
R=Zo/2
发送器
FO接收器
108
106
光缆
~2米
110
102
100
DAS
FO发送器
104

图 1
现有技术

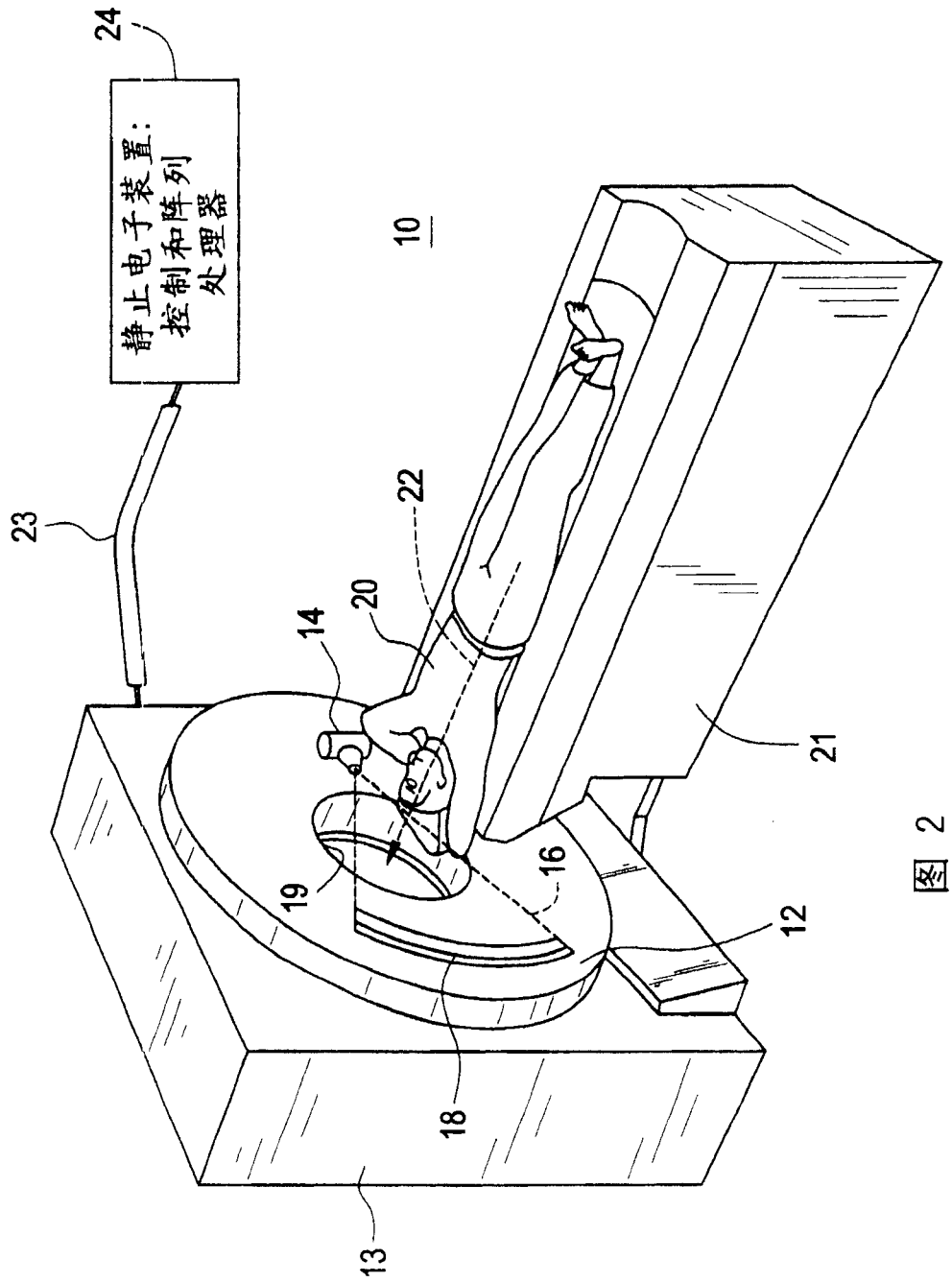


图 2

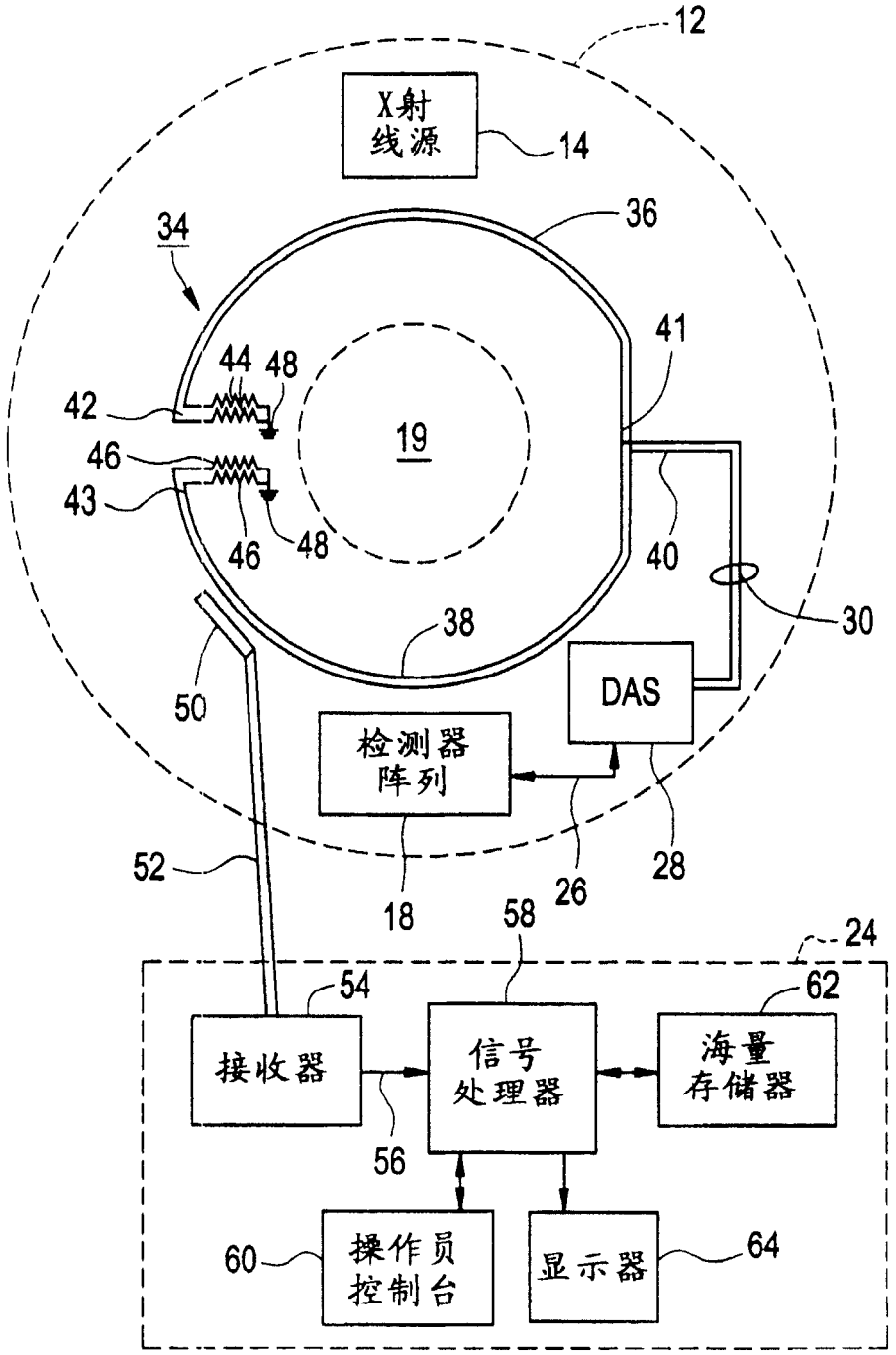

12
X射线源
14
34
36
41
44
48
42
19
46
43
46
48
40
30
38
50
DAS
检测器阵列
52
18
58
26
28
24
54
62
接收器
信号处理器
海量存储器
56
60
操作员控制台
显示器
64

图 3

具有直接电连接的CT数据滑环

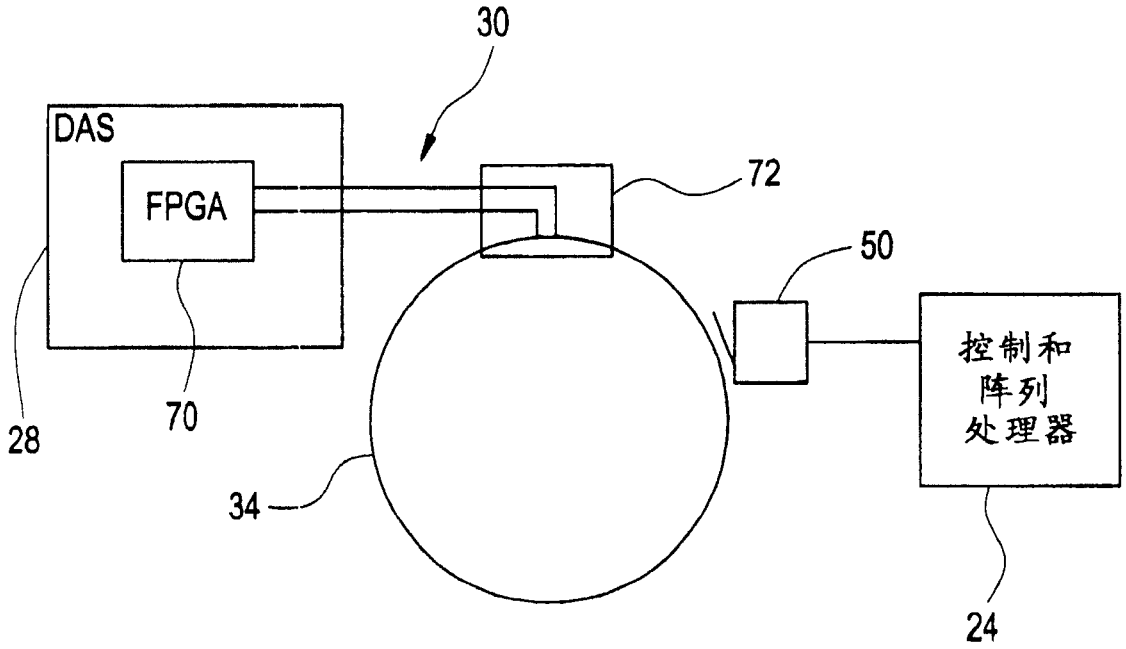


图 4

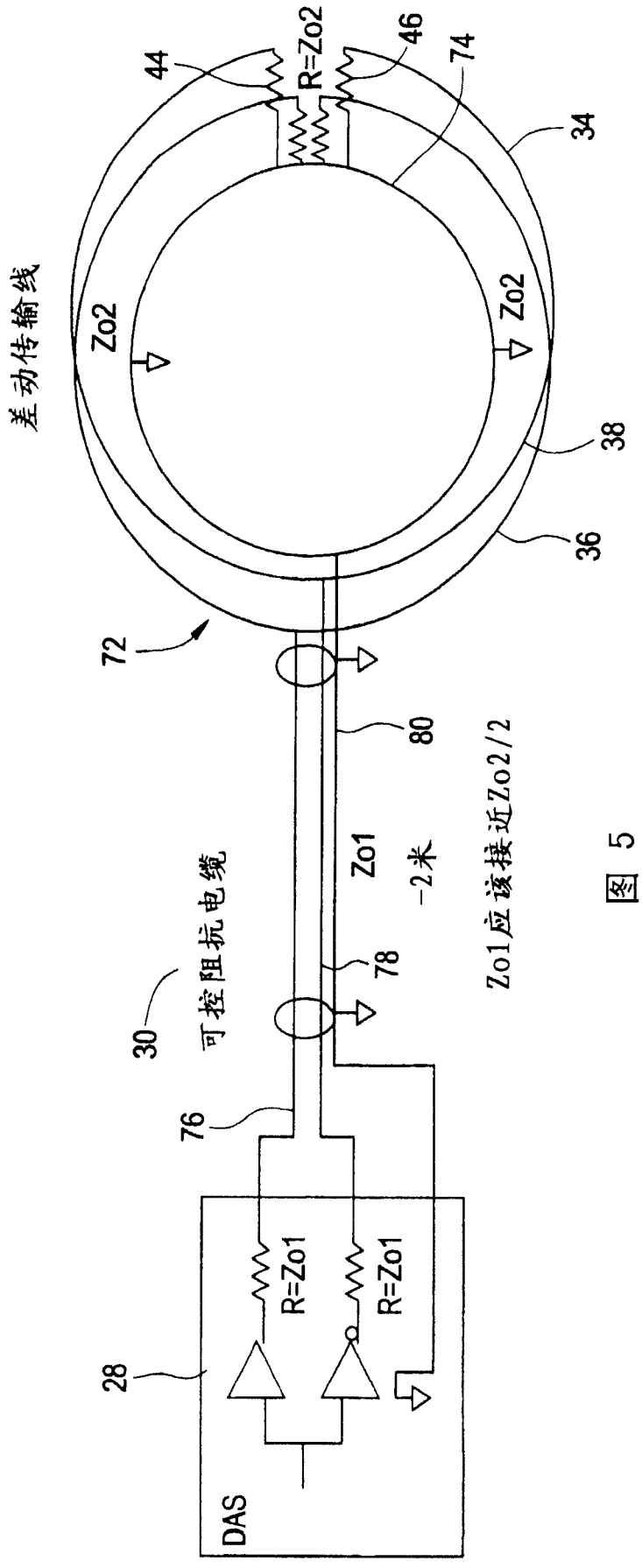

差动传输线
Zo2
Zo2
R=Zo2
44
46
74
34
38
36
72
80
Zo1
-2米
78
Zo1应该接近Zo2/2
30
可控阻抗电缆
76
R=Zo1
R=Zo1
28
DAS

图 5

具有直接电连接的CT数据滑环

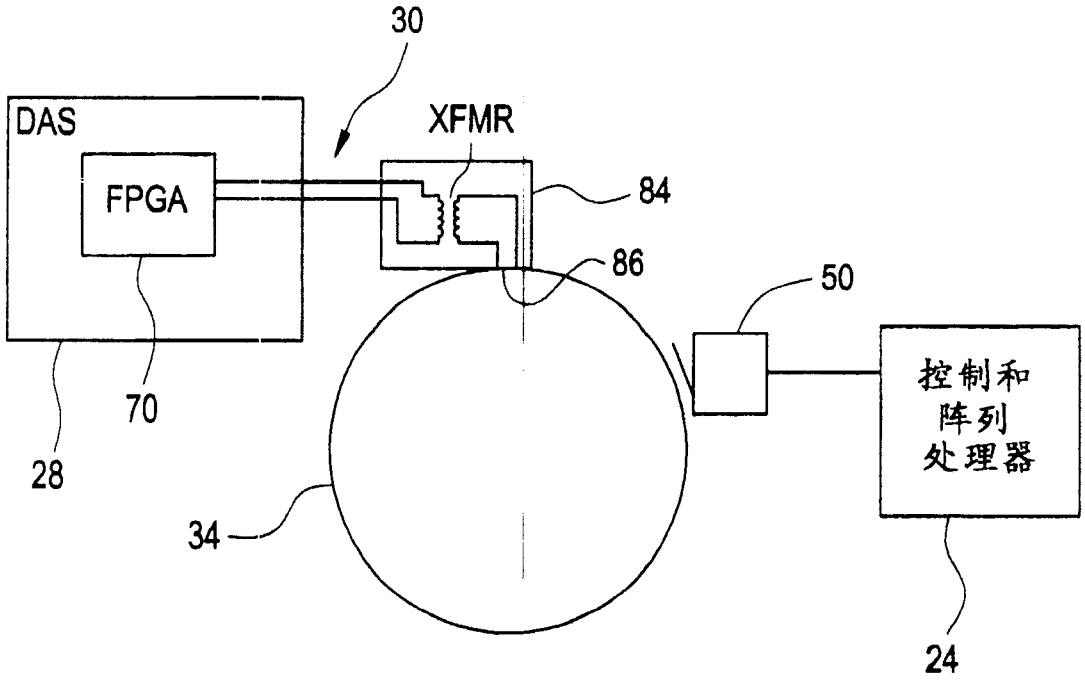


图 6

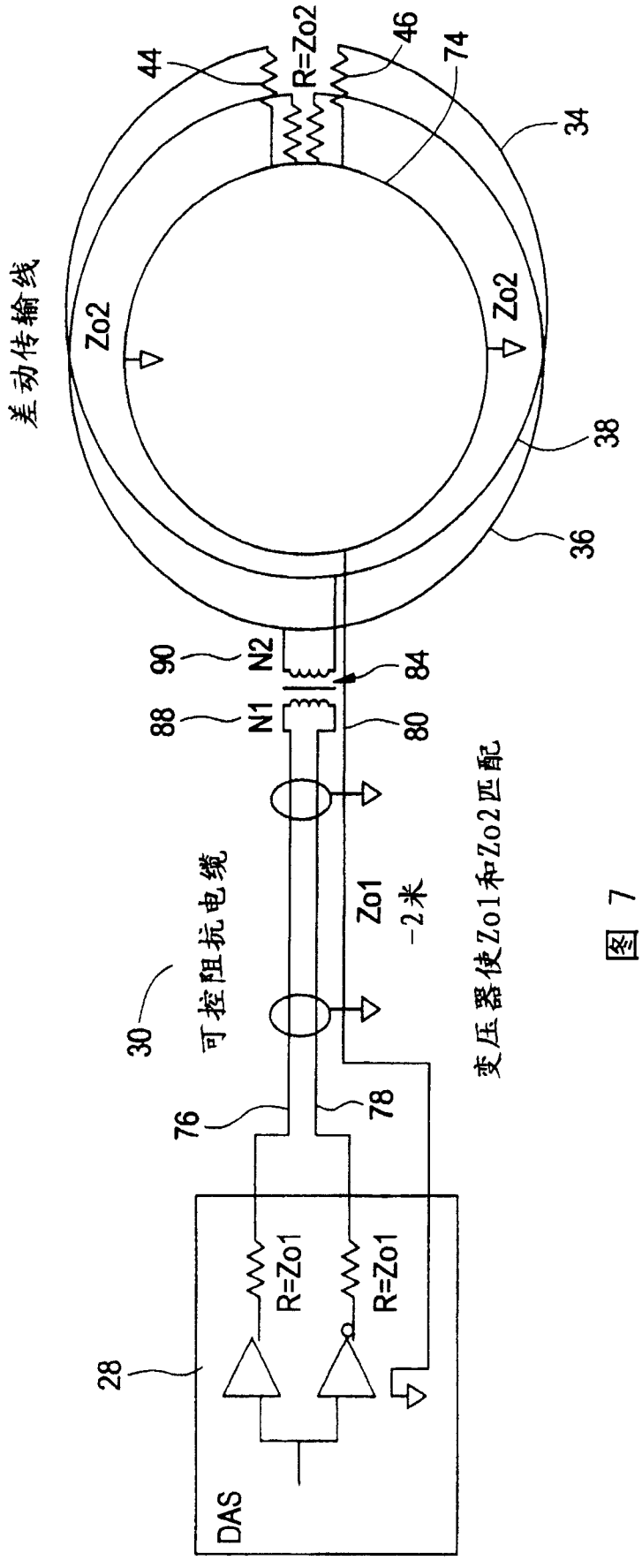

差动传输线
Zo2
Zo2
R=Zo2
44
46
74
34
38
36
90
N2
84
88
N1
80
Zo1
-2米
变压器使Zo1和Zo2匹配
30
可控阻抗电缆
76
78
R=Zo1
R=Zo1
28
DAS

图 7