(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102681020 A
(43)申请公布日 2012.09.19

(21)申请号 201210091937.5

(22)申请日 2012.01.13

(30)优先权数据
13/005671 2011.01.13 US

(71)申请人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 A·伊克勒夫 B·J·格拉夫斯
G·S·策曼 J·J·莱西
M·古普塔 B·Z·巴布 R·霍加特

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 柯广华 朱海煜

(51)Int.Cl.
G01V 5/00(2006.01)
A61B 6/03(2006.01)

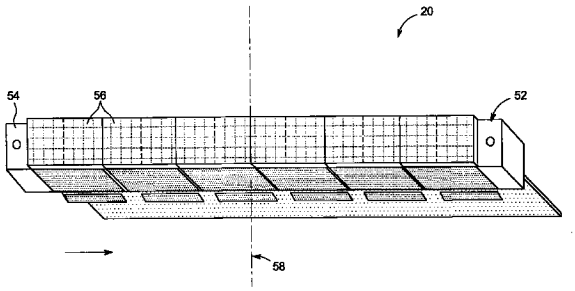
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54)发明名称

具有可拼铺封装结构的多切片CT探测器

(57)摘要

本发明名称为“具有可拼铺封装结构的多切片CT探测器”。公开了一种CT系统(10),包括:探测器模块(20),其定位在可旋转的台架(12)上并配置成接收由目标衰减的X射线。每个探测器模块(20)包括:模块框架(52);模块框架(52)上多个可拼铺的子模块(56),其沿模块框架(52)的Z轴排列,以接收由目标衰减的X射线并将X射线转化为数字信号;以及电子板(32),其连接至多个子模块(56)以接收数字信号。每个子模块(56)还包括:探测器元件(60)的阵列,以接收经由目标衰减的X射线并将X射线转化为模拟电信号;ASIC电子封装(68),其耦合至探测器元件(60)的阵列以接收模拟电信号并将模拟电信号转化为数字信号;以及柔性电路(76),其连接至ASIC电子封装(68)以接收数字信号并将数字信号传送至电子板(32)。



CN 102681020 A

1. 一种 CT 系统 (10)，包括：

可旋转的台架 (12)，其具有容纳待扫描的目标的开口 (48)；

X 射线投射源 (14)，其定位在所述可旋转的台架 (12) 上，并从所述 X 射线投射源 (14) 的焦点 (15) 向所述目标投射 X 射线 (16) 锥形束；以及

多个探测器模块 (20)，其定位在所述可旋转的台架 (12) 上，并且配置成接收由所述目标衰减的 X 射线，所述多个探测器模块 (20) 中的每一个包括：

模块框架 (52)，其具有位于其上的顶面 (54)；

多个可拼铺的子模块 (56)，其定位于所述模块框架 (52) 的所述顶面 (54) 上并沿其 Z 轴排列，以接收由所述目标衰减的所述 X 射线并将所述 X 射线转化为数字信号；以及

电子板 (32)，其连接至所述多个子模块 (56) 以接收来自所述子模块的所述数字信号；以及

其中，所述多个子模块 (56) 中的每一个包括：

探测器元件 (60) 的阵列，其配置成接收经由所述目标衰减的 X 射线并将所述 X 射线转化为模拟电信号；

专用集成电路 (ASIC) 电子封装 (68)，其电地且机械地耦合至所述探测器元件 (60) 的阵列以接收所述模拟电信号并将所述模拟电信号转化为数字信号；以及

柔性电路 (76)，其连接至所述 ASIC 电子封装 (68) 以接收来自所述 ASIC 电子封装的所述数字信号，并将所述数字信号传送至所述探测器模块 (20) 的所述电子板 (32)。

2. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述探测器元件 (60) 的阵列包括：

闪烁体阵列 (64)，其具有多个闪烁体像素 (62)，所述多个闪烁体像素 (62) 配置成接收经由所述目标衰减的 X 射线并生成对此响应的光输出；以及

光电二极管阵列 (66)，其光耦合至所述闪烁体阵列并且包括多个光电二极管，每个所述光电二极管配置成探测来自所述闪烁体阵列 (64) 的所述光输出并生成对此响应的所述模拟电信号。

3. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述 ASIC 电子封装 (68) 包括输入 - 输出 (I/O) 互连系统 (70)，以使所述 ASIC 电子封装 (68) 电地且机械地耦合至所述探测器元件 (60) 的阵列及所述柔性电路 (76)。

4. 如权利要求 3 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述 I/O 互连系统包括在所述 ASIC 电子封装 (68) 的前表面和后表面的每个上形成的球栅阵列 (BGA)。

5. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述 ASIC 电子封装 (68) 包括多个独立的 ASIC 管芯 (72)。

6. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述柔性电路 (76) 包括单边柔性电路和双边柔性电路中的一个，所述单边柔性电路从所述 ASIC 电子封装 (68) 的一个边缘向外延伸，而所述双边柔性电路从 ASIC 电子封装 (68) 的一对相对边缘中的每一个向外延伸。

7. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述柔性电路 (76) 包括接口 (78)，所述接口 (78) 配置成将所述柔性电路 (76) 电地且机械地耦合至所述 ASIC 电子封装 (68)。

8. 如权利要求 7 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述多个子模块 (56) 中的每一个还包括电绝缘 ASIC 封装基底层 (74)，其定位在与所述探测器元件 (60) 的阵列相对的所述 ASIC 电子封装 (68) 的背面上，并且其中所述柔性电路的所述接口 (78) 定位在所述基底层 (74) 和

所述 ASIC 电子封装 (68) 之间。

9. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述柔性电路 (76) 包括可接合区域 (78)，其配置成与所述 ASIC 电子封装 (68) 接口，所述可接合区域 (78) 包括在其内形成的多个孔，以将所述 ASIC 电子封装 (68) 热接合至所述 ASIC 封装基底 (74)。

10. 如权利要求 1 所述的 CT 系统 (10)，其中，所述多个可拼铺的子模块 (56) 中的每一个可选择性增加至所述模块框架 (52)，以改变所述探测器模块 (20) 沿所述 Z 轴的覆盖量，从而提供可控尺寸的阵列，并且确定所述阵列的尺寸以优化成本、性能、生产、测试时间可量测性、和可靠性。

具有可拼铺封装结构的多切片 CT 探测器

技术领域

[0001] 本发明的实施例通常涉及用于诊断成像的 X 射线照相探测器，并且更特别地，涉及计算机断层扫描 (CT) 探测器模块，其具有多个可拼铺的子模块，这些子模块提供增加的切片采集和改善的探测器性能。

背景技术

[0002] 通常，在计算机断层扫描 (CT) 成像系统中，X 射线源向对象或目标（例如，患者或一件行李）发射扇形射束。在下文中，术语“对象”和“目标”应当包括可被成像的任何物体。射束在被对象衰减后，撞击辐射探测器阵列。在探测器阵列处接收的衰减射束辐射的强度通常依赖于对象对 X 射线束的衰减。探测器阵列的每个探测器元件产生单独的电信号，指示由每个探测器元件接收到的衰减的射束。电信号被发送至模数转换器并且接着被发送以处理成数字图像。

[0003] 通常，X 射线源和探测器阵列在成像平面内绕台架旋转并且绕对象旋转。X 射线源通常包括 X 射线管，其在焦点处发射 X 射线束。X 射线探测器通常包括用于准直在探测器接收的 X 射线束以及去除来自患者的散射的准直器、用于将 X 射线转化为邻近准直器的光能的闪烁体、以及用于接收来自邻近闪烁体的光能并由此产生电信号的光电二极管。

[0004] 典型地，闪烁体阵列的每个闪烁体把 X 射线转化为光能。每个闪烁体释放光能至邻近其的光电二极管。每个光电二极管探测光能并生成相应的电信号。光电二极管的输出然后被传送至数据处理系统用于图像重建。

[0005] 在最近的十年，体积或锥形束 CT(VCT) 技术的发展已经导致用于 CT 探测器的切片数目 (Z 轴）的快速增长。事实上，通过增大暴露的患者区域，用于 VCT 中的探测器实现了患者扫描上越来越多的覆盖。为了适应这样的覆盖，CT 探测器的宽度在 Z 轴（即，患者的长度方向）上增大。当前现有技术 CT 系统的 X 射线探测器由闪烁像素的 2D 阵列组成，其耦合到硅光电二极管的 2D 阵列，并且设定典型阵列的尺寸以使其能够提供多种不同的切片类型的采集（例如，16 个切片、32 个切片或 64 个切片），在 ISO 方面具有 40mm 的阵列尺寸以用于 64 切片配置。

[0006] 然而，最近，对心脏成像的需求变得越来越感兴趣，并且在一次旋转中的心脏成像成为需要。为了在一次旋转中使心脏成像，在 ISO 方面需要的探测器阵列尺寸为～ 160mm，以覆盖半扫描中所有的器官，这相当于能够在一次运动中捕获心脏解剖结构的探测器（例如，在我们的情况中为 256 个切片）。然而，使 Z 轴上探测器的覆盖增加至超过 64 个切片直到 256 个切片可能是未解决的。例如，长闪烁阵列和长光电二极管阵列可被用于使探测器在 Z 轴的覆盖增大至超过 64 个切片；然而，利用如此长的闪烁阵列和如此长的光电二极管阵列提出了关于可制造性的挑战，这种挑战诸如由于生产、成本、易测性、尺寸精度、和性能的原因。

[0007] 因此，期望的是设计一种 CT 探测器，其通过供应足够覆盖和像素度 (pixilation) 的数据采集提供 VCT 心脏成像，以在单次旋转中提供心脏的详细解剖结构。还期望的是这

样一种具有可拼铺构造的 CT 探测器，其使探测器的生产、可量测性、早期易测性、适用性、和性能优化变得容易。

发明内容

[0008] 本发明是用于 CT 图像采集的受控 (directed) 装置，其通过改进的探测器性能来提供增加的切片采集。

[0009] 根据本发明的一个方面，CT 系统包括：可旋转的台架，其具有开口以容纳待扫描的目标；X 射线投射源，其定位在可旋转的台架上，并从 X 射线投射源的焦点向目标投射 X 射线锥形束；以及多个探测器模块，其定位于可旋转的台架上并且配置成接收通过目标衰减的 X 射线。多个探测器模块中的每一个包括：其上具有顶面的模块框架；多个可拼铺的子模块，其定位于模块框架的顶面上并且沿其 Z 轴排列，以能够接收由目标衰减的 X 射线并将 X 射线转化为数字信号；以及电子板，其连接至多个子模块以接收来自子模块的数字信号。探测器模块上的多个子模块中的每一个还包括：探测器元件阵列，其配置成接收经由目标衰减的 X 射线并将 X 射线转化为模拟电信号；电地且机械地耦合至探测器元件阵列的专用集成电路 (ASIC) 电子封装，以接收模拟电信号并将模拟电信号转化为数字信号；以及柔性电路，其连接至 ASIC 电子封装以接收来自该电子封装的数字信号并将该数字信号传送至探测器模块的电子板。

[0010] 根据本发明的另一方面，用于在 CT 扫描过程期间接收由目标衰减的 X 射线的探测器模块，包括：模块框架、定位于模块框架上以接收由目标衰减的 X 射线的多个可拼铺的子模块、以及电子处理板，该电子处理板固定到模块框架上并电连接至多个子模块以处理从其接收到的信号。多个子模块中的每一个还包括：探测器像素阵列，其配置成接收经由目标而衰减的 X 射线并将 X 射线转化为模拟电信号；专用集成电路 (ASIC) 电子封装，其电地且机械地耦合至探测器像素阵列，以接收模拟电信号并将模拟电信号转化为数字数值；以及数字柔性电路，其连接至 ASIC 电子封装以接收来自电子封装的数字数值并将该数字数值传送至探测器模块的电子板。

[0011] 根据本发明的又一方面，用于在 CT 扫描过程期间接收由目标衰减的 X 射线的探测器模块，包括：模块框架、定位于模块框架上以接收由目标衰减的 X 射线的多个可选择性增加的子模块、以及电子处理板，该电子处理板固定到模块框架上并且电连接至多个子模块以处理从其接收到的信号。多个子模块中的每一个包括：具有多个闪烁体像素的闪烁体阵列，其配置成接收经由目标衰减的 X 射线并生成对其响应的光输出；以及光电二极管阵列，其光耦合至闪烁体阵列并且包括多个光电二极管，每一个光电二极管配置成探测来自闪烁体阵列的光输出并生成对其响应的模拟电信号。多个子模块中的每一个还包括：模数 (A/D) 转换器，其电地且机械地耦合至探测器元件阵列，以接收模拟电信号并将模拟电信号转化为数字数值；基底层，其定位在与光电二极管相对的 A/D 转换器的背面以为子模块提供支撑；以及数字柔性电路，其连接至 A/D 转换器以接收来自 A/D 转换器的数字数值并将该数字数值传送至探测器模块的电子板，数字柔性电路包括位于其上的接口部分，其定位在 A/D 转换器和基底层之间以形成与 A/D 转换器的电耦合和机械耦合。

[0012] 多种其它特征和优点将从接下来的详细描述和附图中更加显而易见。

附图说明

[0013] 附图示意了目前所预期的用于执行本发明的优选实施例。

[0014] 在附图中：

[0015] 图 1 是 CT 成像系统的示图。

[0016] 图 2 是图 1 中所示意的系统的示意方框图。

[0017] 图 3 是 CT 系统探测器阵列的一个实施例的透视图。

[0018] 图 4 是根据本发明的一实施例的探测器模块的透视图。

[0019] 图 5 和图 6 是根据本发明的一实施例、与图 4 的探测器模块一起使用的探测器子模块的视图。

[0020] 图 7 是根据本发明的一实施例的探测器子模块的双边数字柔性电路的视图。

[0021] 图 8-10 是根据本发明的实施例、用于探测器子模块的 ASIC 电子封装的输入 - 输出互连的视图。

[0022] 图 11 是限据本发明的一实施例的探测器模块的透视图。

[0023] 图 12 是与非侵入式封装检查系统一起使用的 CT 系统的示图。

具体实施方式

[0024] 本发明的操作环境相对于 256 个切片的计算机断层扫描 (CT) 系统来描述。然而，正如下面要详细解释的那样，本发明同样适用于与介于 64 个切片和 256 个切片之间，以及超过这些，例如高达 512 个切片的其它多切片配置一起使用。此外，本发明将相对于 X 射线的探测和转换来描述。然而，本领域技术人员还意识到的是，本发明同样适用于其它高频电磁能量的探测和转换。本发明将相对于“第三代”CT 扫描仪来描述，但是同样适用于其它 CT 系统。

[0025] 参见图 1 和图 2，所示的计算机断层扫描 (CT) 成像系统 10 包括台架 12，其代表“第三代”CT 扫描仪。台架 12 具有 X 射线源 14，其从源 14 的焦点 15 投射 X 射线束，并朝向位于台架 12 相对侧的探测器组件 18。现参见图 2，探测器组件 18 由多个探测器模块 20 和控制及处理板 32（即，电子板）构成。多个探测器模块 20 感测穿过医学患者 22 的、投射的 X 射线 16，电子板 32 在所采集的数据上执行后续处理。每个探测器模块 20 产生一个输出，其表示撞击 X 射线束以及当它穿过患者 22 时因此而衰减的波束的强度。在采集 X 射线投射数据的扫描期间，台架 12 和位于其上的组件绕旋转轴中心 24 旋转。

[0026] 台架 12 的旋转和 X 射线源 14 的操作由 CT 系统 10 的控制机构 26 来掌控。控制机构 26 包括 X 射线控制器 28，其为 X 射线源 14 和台架电机控制器 30 提供功率和定时信号，台架电机控制器 30 控制台架 12 的旋转速度和位置。图像重建器 34 从电子板 32 接收采样的和数字化的 X 射线数据并执行高速重建。重建后的图像被用作计算机 36 的输入，计算机 36 在大容量存储设备 38 中存储图像。

[0027] 计算机 36 还通过控制台 40 接收来自操作者的命令和扫描参数，控制台 40 具有多种形式的操作者界面，例如键盘、鼠标、语音激活控制器、或者任何其它适合的输入装置。相关联的显示器 42 允许操作者观察来自计算机 36 的重建图像以及其它数据。计算机 36 利用操作者提供的命令和参数为电子板 32、X 射线控制器 28 和台架电机控制器 30 提供控制信号和信息。另外，计算机 36 对工作台电机控制器 44 进行操作，工作台电机控制器 44 控

制电动工作台 46 以定位患者 22 和台架 12。特别地，工作台 46 使患者 22 整体或部分地移动通过图 1 的台架开口 48。

[0028] 如图 3 中所示，探测器组件 18 包括轨道 17，其具有位于其间的准直叶片或板 19。板 19 被定位以在这些 X 射线 16 撞击诸如图 4 中位于探测器组件 18 上的探测器模块 20 之前准直这些射束。根据本发明的一个实施例，探测器组件 18 包括 57 个探测器模块 20，每个探测器模块 20 具有阵列尺寸为 256×16 的像素元件，这将在下面进行详细解释。因而，探测器组件 18 具有 256 行和 912 列 (16×57 个探测器)，其允许 256 个同步数据切片伴随着台架 12 的每次旋转而被收集。然而，虽然所提出的示例性探测器模块 20 具有阵列尺寸为 256×16 的像素元件，能够认识到的是，根据本发明的实施例，探测器组件 18 中行和列的数目可基于探测器模块 20 的结构进行有选择性地控制，以使得同步收集的切片数目可以在数量上更少或更多，例如达到 512 个数据切片。

[0029] 参见图 4，示出了根据本发明的一个示例性实施例的探测器模块 20 的结构。探测器模块 20 包括模块框架 52，其上具有顶面 54。根据本发明的实施例，顶面 54 可构造为平面、不跟随 X 射线束的弧度的圆弧中形成的近似曲线、或者具有位于其上的多个成角度的面的步进配置，这将在下面进行详细解释。如图 4 中所示，多个探测器子模块或“纳米模块”56 定位在模块框架 52 的顶面上，并且沿 Z 轴排列，以接收并处理经由患者或目标衰减的 X 射线。根据本发明的实施例，在基于 CT 系统 10(图 1) 中探测器模块 20 的操作需要，在制造的过程期间，可以控制定位在模块框架 56 的顶面 54 上的子模块 56 的数量。也就是，探测器模块 20 的子模块 56 配置成可拼铺的子模块，其中子模块 56 可以根据期望而可选择性地增加到模块框架 52，以使得包含在探测器模块 20 中的子模块 56 的数量可以控制，以用于改变沿 Z 轴的覆盖量 (即，改变 / 控制获取的切片的数目)。因而，例如，根据本发明的一个实施例，探测器模块 20 中可以包括六个子模块 56。然而，探测器模块 20 的其它实施例可以包括四个、八个、或十二个子模块 56，例如，如图 4 中所示的虚线指示的那样。在每个实施例中，子模块 56 沿 Z 轴关于探测器模块的中线 58 对称形式定位在顶面 54 上。因而，基于模块框架 52 上的子模块 56 的数量增加 (populate) 和数量减少 (depopulate)，可以认识到，可以形成具有沿 Z 轴的可控长度 / 覆盖的探测器模块 20。

[0030] 根据本发明的一个实施例，图 5 和图 6 中示出了子模块 56 的详细视图。子模块 56 包括探测器元件或像素 60 的阵列，探测器元件或像素 60 的阵列配置成接收经由目标衰减的 X 射线并将 X 射线转化为模拟电信号。根据一个实施例，探测器元件 / 像素 60 由闪烁体 - 光电二极管对形成。在形成闪烁体 - 光电二极管对中，对多个闪烁体探测器元件或像素 62 进行布置以形成闪烁封装阵列 64。例如，闪烁封装阵列 64 可以由 32×16 阵列的闪烁体探测器元件 62 构成，以使每个闪烁封装阵列 64 包括 32 个切片。闪烁封装阵列 64 定位于光电二极管阵列 66 上，光电二极管阵列 66 由多个二极管元件或像素 (未示出) 构成，二极管阵列 66 由 32×16 阵列的二极管构成，例如，32×16 阵列的二极管对应于闪烁体探测器元件 62 的数目。

[0031] 如图 5 和图 6 中所示，闪烁体探测器元件 62 光耦合至二极管阵列 66，并且二极管阵列 66 接着电耦合至一个或多个专用集成电路 (ASIC) 电子封装 68。ASIC 电子封装 68(即，模数 (A/D) 转换器) 通过其上 (即，在 ASIC 电子封装 68 的前面和背面上) 形成的输入 / 输出 (I/O) 互连 70 的方式电地且机械地耦合至二极管阵列 66。I/O 互连 70 可以形成为例

如球栅阵列 (BGA) 类型的互连，或者将 ASIC 电子封装 68 电地且机械地耦合至二极管阵列 66 的另一个类似的接合设备。根据本发明的实施例，每个 ASIC 电子封装 68 包括一个或多个单独的 ASIC 管芯 72，例如四 ASIC 管芯 72，其共同形成封装 68。

[0032] 根据本发明的实施例，ASIC 电子封装 68 配置成部分执行对从光电二极管阵列 66 接收到信号的模数 (A/D) 转换。也就是，ASIC 电子封装 68 发挥作用以基于从二极管阵列接收到的信号水平，来将从光电二极管阵列 66 接收到的模拟电信号转换为数字数值。因而，在一个实施例的操作中，X 射线撞击在闪烁体探测器元件 62 内以生成光子，光子穿过封装阵列 64 并且在二极管阵列 66 内的光电二极管像素 / 元件上被探测，由二极管阵列 66 生成的对其响应的模拟信号由 ASIC 电子封装 68 接收，用于转换为数字信号 / 数字数值。

[0033] 进一步如图 5 和图 6 所示，基底层 74（即，ASIC 封装基底）定位于 ASIC 电子封装 68 下方并且与闪烁封装阵列 64 相对。基底层 74 由电绝缘材料构成并且配置成向子模块 56 提供支撑 / 刚度。定位于基底层 74 和 ASIC 电子封装 68 之间的是柔性电路 76，其附接至 ASIC 电子封装 68，并自 ASIC 电子封装路由信号至探测器模块 20（图 4）的控制及处理板 32，并且还向 / 自控制及处理板 32 传送控制和功率。柔性电路 76 为“数字柔性电路”的形式，其中它发挥作用以自 ASIC 电子封装 68 传送数字信号 / 数字数值。柔性电路 76 包括配置为与 ASIC 电子封装 68 接口（即，与 I/O 互连 70 接口）的连接器 / 可接合区域 78，以及配置为与探测器模块 20（图 4）的控制 / 处理板 32 接口的连接器 80。根据一个实施例，柔性电路 76 的连接器 / 电可接合区域 78 具有在其中形成的孔（未示出），其与 ASIC 电子封装 68 中的 ASIC 管芯相对应，以将基底层 74（通过基架）热接合至 ASIC 电子封装 68。

[0034] 此外，根据一个实施例，在 ASIC 电子封装 68 和柔性电路 76 之间还提供了热粘合 79，以将组件接合在一起，并为子模块 56 提供单独的热接口。虽然图 5 和图 6 中示出的柔性电路 76 为单边柔性电路，但可以认识到，柔性电路 76 可以作为备选被构造为双边柔性电路 76，如图 7 中所示，柔性电路沿着模块框架 52（图 4）的相对边中的每一边向下延伸。还能够认识到，其它互连选择同样可以使用，例如带状电缆或板对板连接。图 7 中还示出了探测器元件 / 像素 60 的阵列可以由 32×32 阵列的像素构成，以使子模块 56 可以具有正方形配置。

[0035] 现参见图 8-10，示出了根据本发明的实施例的 ASIC 电子封装 68 以及位于其上的 I/O 互连 70 的构造。如图 8-10 中所示，根据一个实施例，为每个子模块 56 提供了两个 ASIC 电子封装 68。图 8 示出了 ASIC 电子封装 68 的模拟侧，具有连接至光电二极管阵列 66（图 5-6）的 I/O 互连 70。图 9 和图 10 示出了 ASIC 电子封装 68 的数字侧，根据本发明的实施例，图 9 示出了可连接至双边柔性电路 76（图 7）的 I/O 互连 70，而图 10 示出了可连接至单边柔性电路 76（图 5-6）的 I/O 互连 70。根据一示意性实施例，I/O 互连 70 为球栅阵列 (BGA) 或类似类型连接的形式，其提供了光电二极管阵列和 ASIC 电子封装之间的机械连接和电耦合。

[0036] 如图 8-10 中所示，对于每个子模块 56，提供了两个 ASIC 电子封装 68 以适应对模拟信号的接收 / 处理以及将那些模拟信号转换为数字信号 / 数字数值。根据本发明的实施例，每个 ASIC 电子封装 68 可包括 1 到 4 个 ASIC 管芯 72（图 6），每个 ASIC 管芯 72 具有例如 64 个模拟通道。ASIC 管芯 72 可被布置为 H 图样阵列、单行线性阵列、行对列阵列，或者作为单个封装。根据本发明的一示意性实施例，每个子模块 56 包括两个 ASIC 电子封装 68，

每个 ASIC 电子封装 68 在其内具有 4 个 ASIC 管芯 72，以在每个子模块 56 中提供总共 8 个 ASIC 管芯 72。

[0037] 现再次参见图 5 和图 6，可以认识到，与传统的模拟柔性路由选择和相关联的互连相比，直接将 ASIC 电子封装 68 耦合至闪烁体和光电二极管对 64、66 有益地减少电子噪声，从而提供了更高的信噪比 (SNR)。也就是，可以认识到，模拟式发信号的主要缺点在于噪声 - 即，随机的不希望的变化。当信号被复制及再次复制，或者进行长距离传输，例如通过模拟柔性电路传输时，这些明显的随机变化成为主导，从而导致电噪声。另外，光电二极管阵列到 ASIC(A/D 转换器）的紧密耦合减少了功率需求以及生成的相应热量。因而，由于消除了对模拟信号进行较长距离（即，通过柔性电路）传送的需要，在子模块 56 的 ASIC 电子封装 68 处把由光电二极管阵列 66 生成的模拟电信号直接转换为数字数值（即，在 ASIC 电子封装 68 处的 A/D 转换）可以减少噪声并增大 SNR。

[0038] 除了改善 SNR，通过减少电互连和组件的数目，特别是关于传统探测器模块中存在的高强度模拟柔性电路，ASIC 电子封装 68 直接与闪烁体和光电二极管对 64、66 的耦合还提供了探测器模块 20 的改进的可靠性。子模块 56 中 ASIC 电子封装 68 的使用还可以通过减少其中包含的组件和接口的数量，而减少整个探测器模块 20 中的每个单位区域（即，每个像素）的成本。

[0039] 基于子模块的可控和可变特性，探测器模块中子模块 56 的结构和内含物提供了关于子模块的可拼铺性和尺寸的额外优势。也就是，根据本发明的实施例，子模块 56 的配置可以改变以使其性能和可量测性优化。也就是，虽然前面描述的子模块 56 为具有 32×16 阵列的探测器像素 / 元件（即，32 个切片和 16 个通道），但可以认识到，子模块 56 可以基于成本、性能、生产、测试时间可量测性、可靠性，等等而形成优化的阵列尺寸，以使其具有 N×M 中的任一数目的阵列的像素 / 元件（例如，N = 16、32 或 64，M = 16、24 或 32)。相应地，子模块 56 的尺寸可以变化，取决于探测器模块 20 的精确配置，子模块 56 具有从长度 10mm 直到长度 40mm 的长度（即，沿 Z 轴的尺寸）。此外，虽然图 5 和图 6 中示出的子模块 56 为包括闪烁体阵列 64 和光电二极管阵列 66，但可以认识到，子模块 56 中这样的元件 / 材料可以替换为直接转换材料，其直接将 X 射线转换为电信号，例如碲化镉 (CdTe) 或碲化镉锌 (CZT)。

[0040] 现参见图 11，示出了根据本发明的另一实施例的探测器模块 20 的构造。探测器模块 20 包括模块框架 82，其具有顶面 84，构造为具有步进配置并且因而包括位于其上的多个面 86。面 86 沿 Z 轴、沿模块框架 82 纵向排列，每个面 86 被设定大小并配置成适应探测器子模块 56 以接收和处理通过患者或目标衰减的 X 射线。根据本发明的一个实施例，在模块框架 82 的顶面 84 上形成 8 个面 86，子模块 56 定位在每个面 86 上，以使每个子模块 56 中的每个 32×16 阵列的探测器元件的总和使探测器模块 20 具有阵列尺寸为 256×16 的探测器元件。因此，探测器模块 20 在台架 12(图 1) 的每次旋转中提供了待收集的 256 个同步数据切片。

[0041] 如图 11 中所示，模块框架 82 被配置以使每个面 86 关于 X 射线束焦点 15 以某一角度定位相应子模块 56 以避免视差效应。形成每个面 86 的角度单独优化处理以使子模块 56 的切片最小化地受视差现象的影响（即，使切片间 X 射线串扰、频率非线性、切片轮廓退化、和 MTF 恶化最小化），每个面 86 相对于焦点 15 的角度作为期望的性能和待改善的特定

的图像品质参数的函数而变化 / 确定。一般而言，具体面 86 距离探测器模块 20 的中线 58 越远，该面 86 相对于焦点 15 的角度就会增大。因而，与模块框架 82 上邻近中线 58 的中间面 86 相比，模块框架 52 上最远的面 86 可定向为相对于焦点 15 更大的角度。接着，子模块 56 定位在面 86 上并固定在其上，以使其以由它们的对应面 86 形成的期望角度而定位，例如通过粘合剂、螺钉、或任何其他可接受的固定方法。

[0042] 现参见图 12，示出的包裹 / 行李检查系统 100 包括可旋转的台架 102，其具有位于其中的开口 104，包裹或者多件行李可由此通过。可旋转的台架 102 容纳有高频电磁能量源 106 以及探测器组件 108，探测器组件 108 具有类似于图 4、5、11 中所示的探测器模块 20。还提供了传送器系统 110 并且包括传送带 112，其由结构 114 支撑以自动且连续地使包裹或行李件 116 通过开口 104 以进行扫描。目标 116 利用传送带 112 馈送通过开口 104，然后采集成像数据，并且传送带 112 以受控和连续形式使包裹 116 从开口 104 移开。因此，邮局检查员、行李操作者、以及其它安全人员可以非侵入式地检查包裹 116 内容物中的爆炸物、刀具、枪支、违禁品，等等。

[0043] 根据本发明的一个实施例，将探测器模块 20（图 4、5、11）结合到包裹 / 行李检查系统 100 中能够使包裹 116 的扫描时间缩短。也就是，由于探测器模块 20 能够采集 256 个切片，探测器模块 20（图 4、5、11）允许系统 100 在台架 102 的单次旋转中扫描更大体积的行李。因而，通过将探测器模块 20（图 4、5、11）结合到系统 100 中的方式，实现了包裹 / 行李检查系统 100 对包裹 116 更加有效的扫描。

[0044] 因此，根据本发明的一个实施例，CT 系统包括可旋转的台架，其具有容纳待扫描的目标的开口；X 射线投射源，其定位于可旋转的台架上且从 X 射线投射源的焦点向目标投射 X 射线锥形束；以及多个探测器模块，其定位在可旋转的台架上并且配置成接收由目标衰减的 X 射线。多个探测器模块中的每一个包括模块框架，其具有位于其上的顶面；多个可拼铺的子模块，其定位在模块框架的顶面上并且沿其 Z 轴排列，以接收由目标衰减的 X 射线并将 X 射线转换为数字信号；以及电子板，其连接至多个子模块以接收来自子模块的数字信号。探测器模块上的多个子模块中的每一个还包括探测器元件阵列，其配置成接收经由目标衰减的 X 射线并将 X 射线转换为模拟电信号；专用集成电路 (ASIC) 电子封装，其电地且机械地耦合至探测器元件阵列以接收模拟电信号并将模拟电信号转换为数字信号；以及柔性电路，其连接至 ASIC 电子封装以接收来自电子封装的数字信号并将该数字信号传送至探测器模块的电子板。

[0045] 根据本发明的另一实施例，用于在 CT 扫描过程期间接收由目标衰减的 X 射线的探测器模块，包括：模块框架、定位于模块框架上以接收由目标衰减的 X 射线的多个可拼铺的子模块、以及电子处理板，该电子处理板固定到模块框架并且电连接至多个子模块以处理从其接收到的信号。多个子模块中的每一个还包括探测器像素阵列，其配置成接收经由目标衰减的 X 射线并将 X 射线转换为模拟电信号；专用集成电路 (ASIC) 电子封装，其电地且机械地耦合至探测器元件阵列，以接收模拟电信号并将模拟电信号转化为数字数值；以及数字柔性电路，其连接至 ASIC 电子封装以接收来自电子封装的数字数值并将该数字数值传送至探测器模块的电子板。

[0046] 根据本发明的又一实施例，用于在 CT 扫描过程期间接收由目标衰减的 X 射线的探测器模块，包括：模块框架、定位于模块框架上以接收由目标衰减的 X 射线的多个可选择性

增加的子模块、以及电子处理板，该电子处理板固定到模块框架并且电连接至多个子模块以处理从其接收到的信号。多个子模块中的每一个包括：具有多个闪烁体像素的闪烁体阵列，其配置成接收经由目标衰减的 X 射线并生成对其响应的光输出；以及光电二极管阵列，其光耦合至闪烁体阵列并且包括多个光电二极管，每一个光电二极管配置成探测来自闪烁体阵列的光输出并生成对其响应的模拟电信号。多个子模块中的每一个还包括：模数 (A/D) 转换器，其电地且机械地耦合至探测器元件阵列，以接收模拟电信号并将模拟电信号转化为数字数值；基底层，其定位在与光电二极管相对的 A/D 转换器的背面以为子模块提供支撑；以及数字柔性电路，其连接至 A/D 转换器以接收来自 A/D 转换器的数字数值并将该数字数值传送至探测器模块的电子板，数字柔性电路包括位于其上的接口部分，其定位在 A/D 转换器和基底层之间以形成与 A/D 转换器的电耦合和机械耦合。

[0047] 本书面描述使用示例来公开包括最佳模式的本发明，以及还使本领域技术人员能实践本发明，包括制作和使用任何设备或系统及执行任何结合的方法。本发明可取得专利的范围由权利要求定义，且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果此类其它示例具有与权利要求字面语言无不同的结构要素，或者如果它们包括与权利要求字面语言无实质不同的等效结构要素，则它们规定为在权利要求的范围之内。

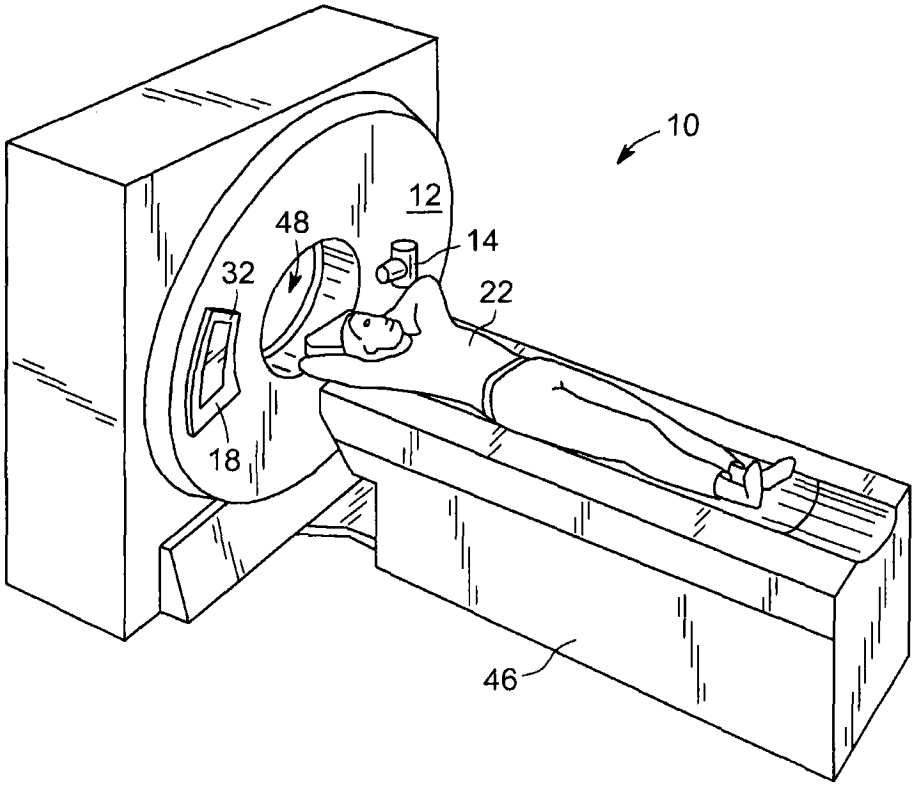

10
12
48
14
32
22
18
46

图 1

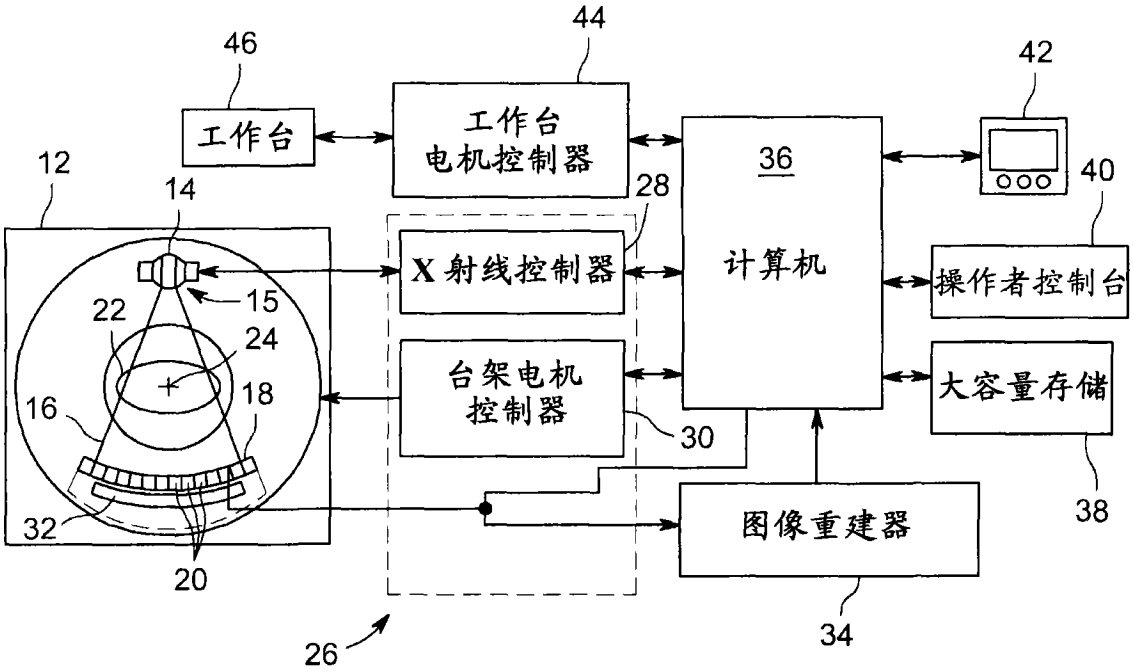

46
工作台
44
工作台
电机控制器
42
36
计算机
40
操作者控制台
12
14
28
X 射线控制器
15
22
24
16
18
台架电机
控制器
30
大容量存储
38
32
20
图像重建器
34
26

图 2

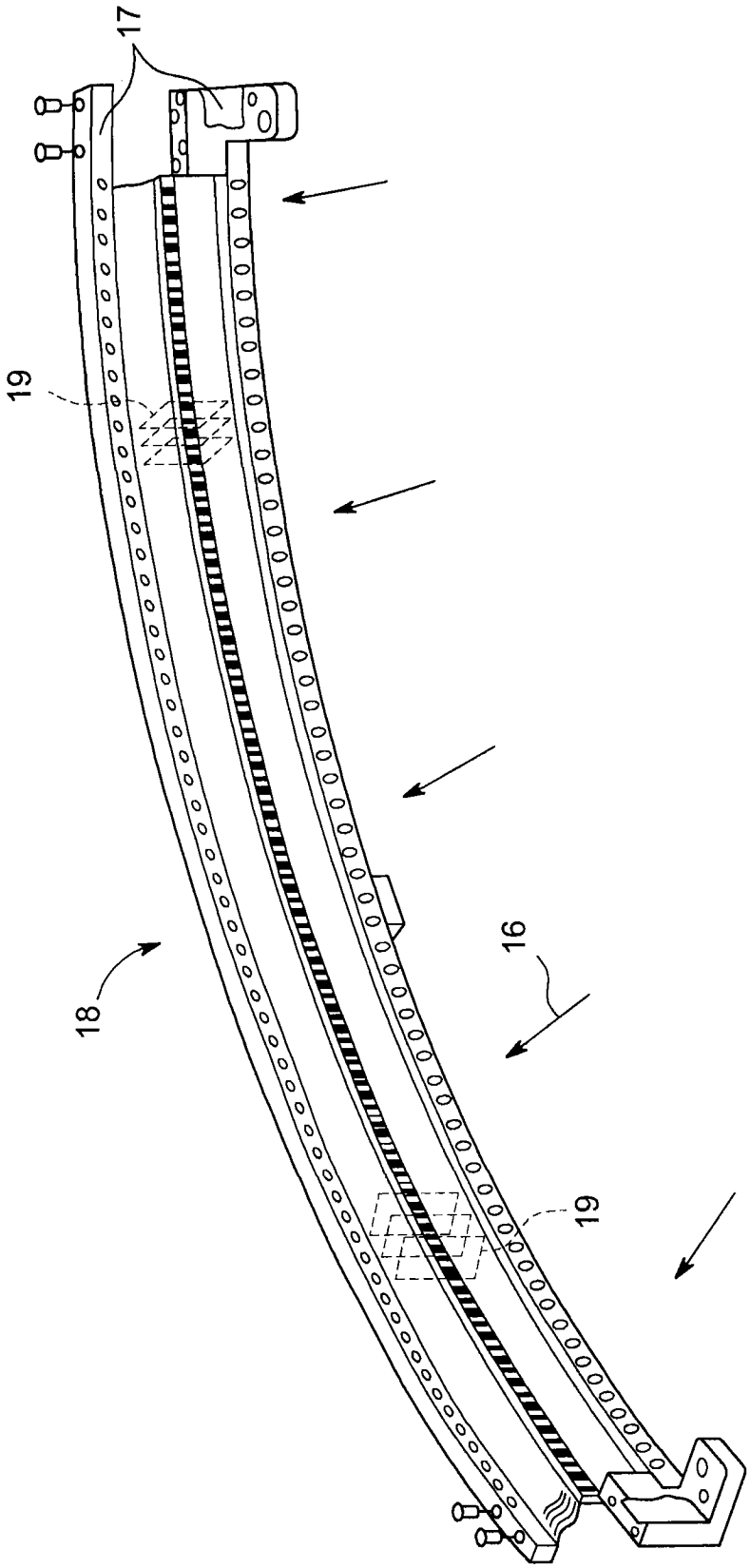


图 3

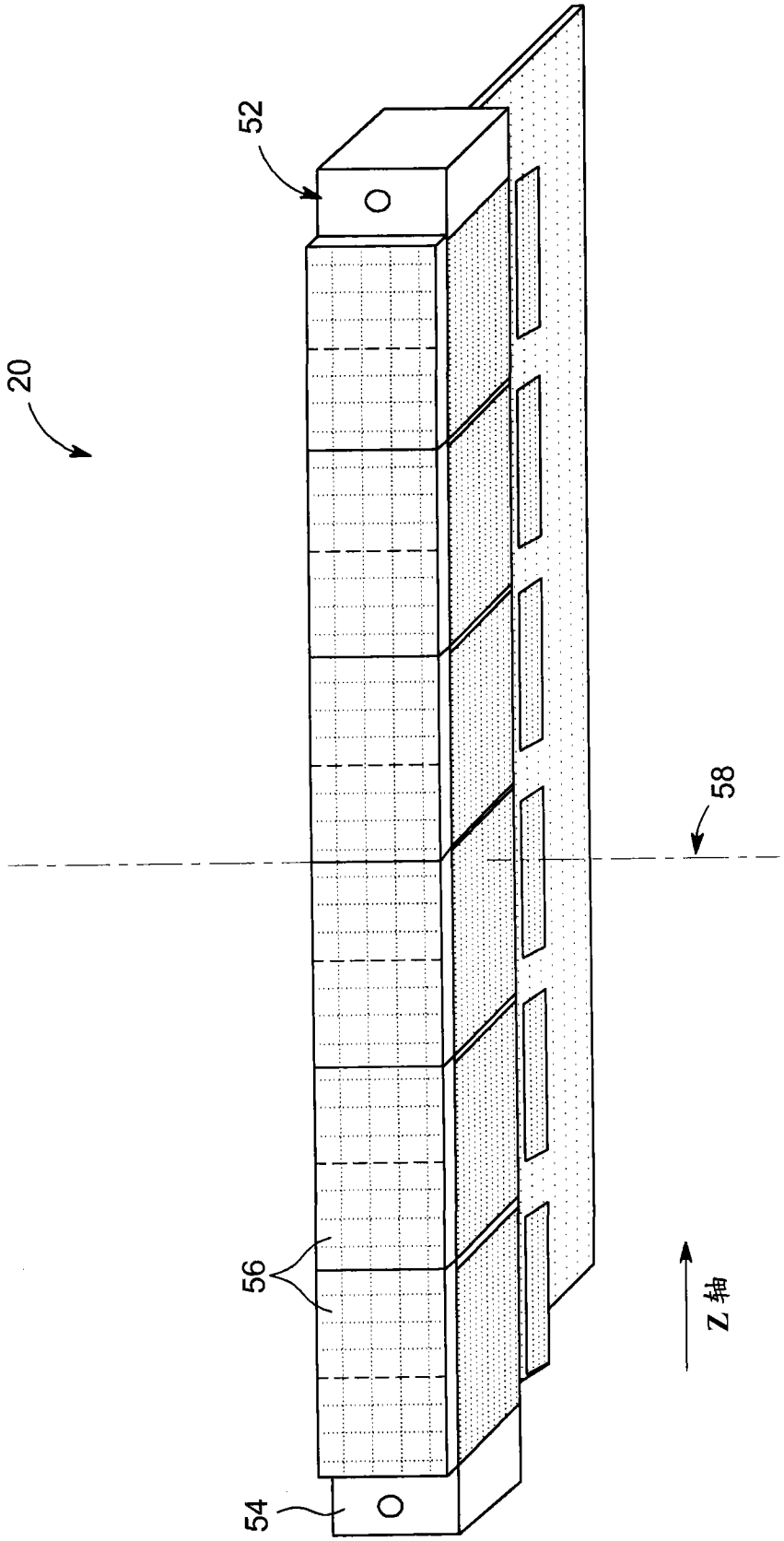


图 4

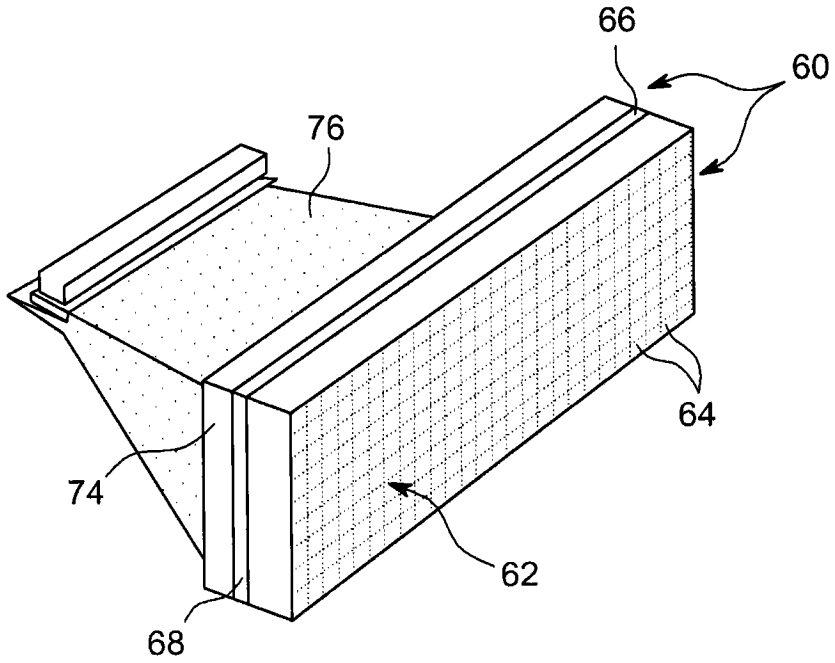


图 5

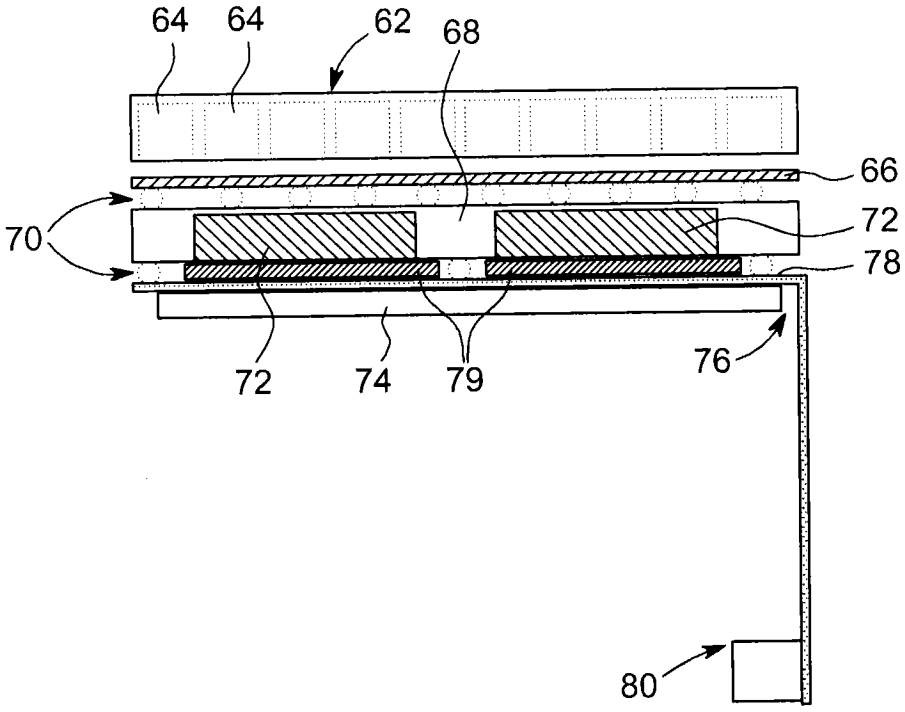


图 6

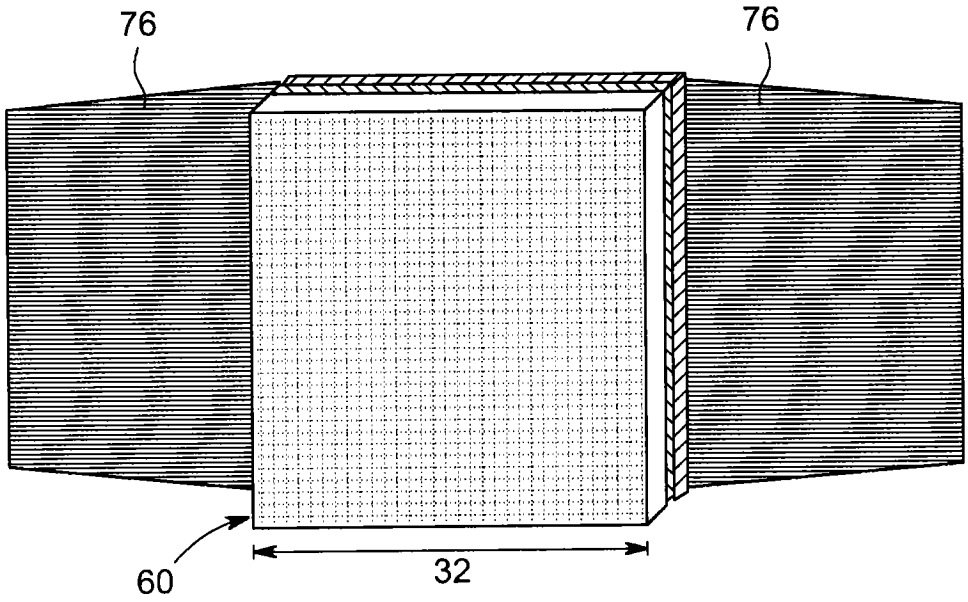
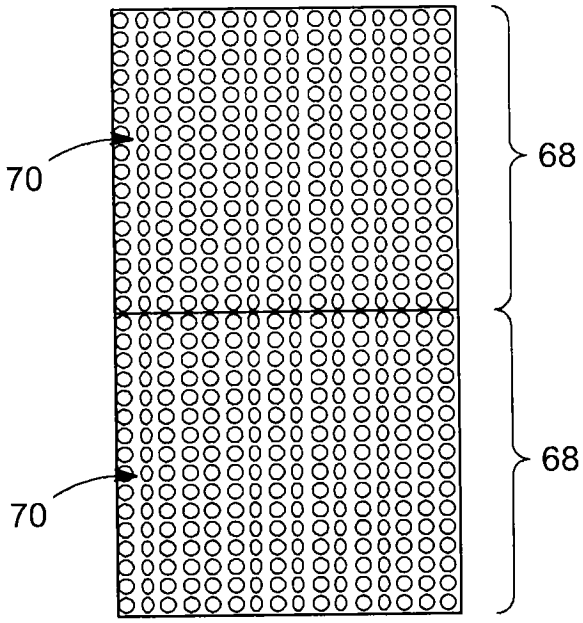
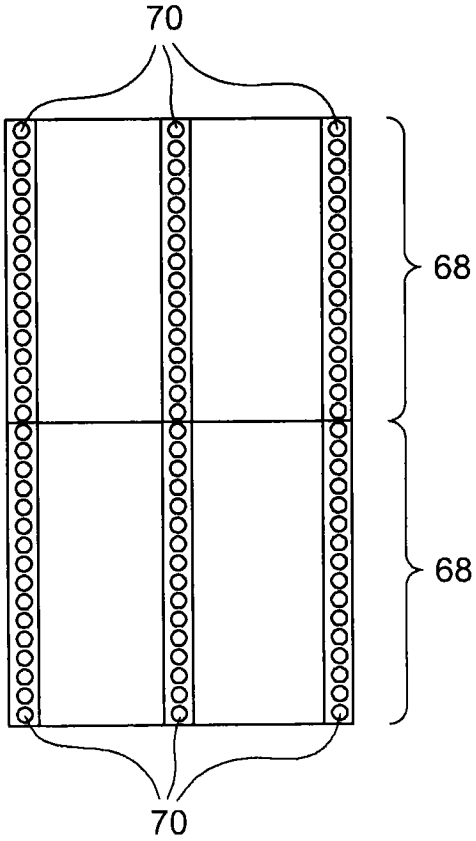


图 7



模拟侧

图 8



数字侧

图 9

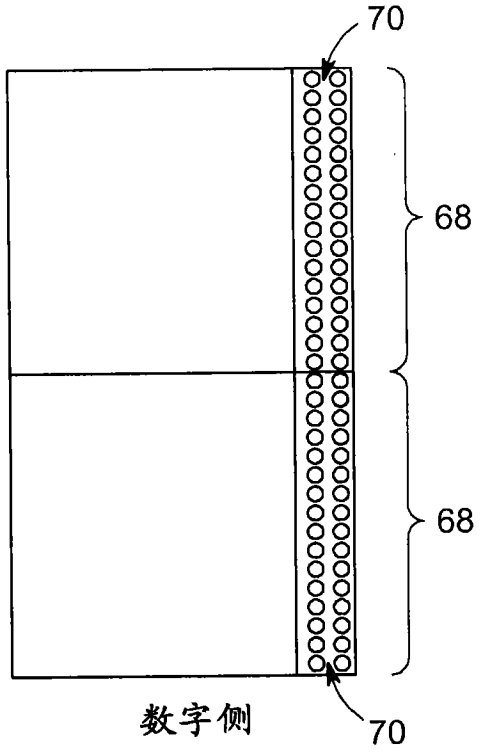


图 10

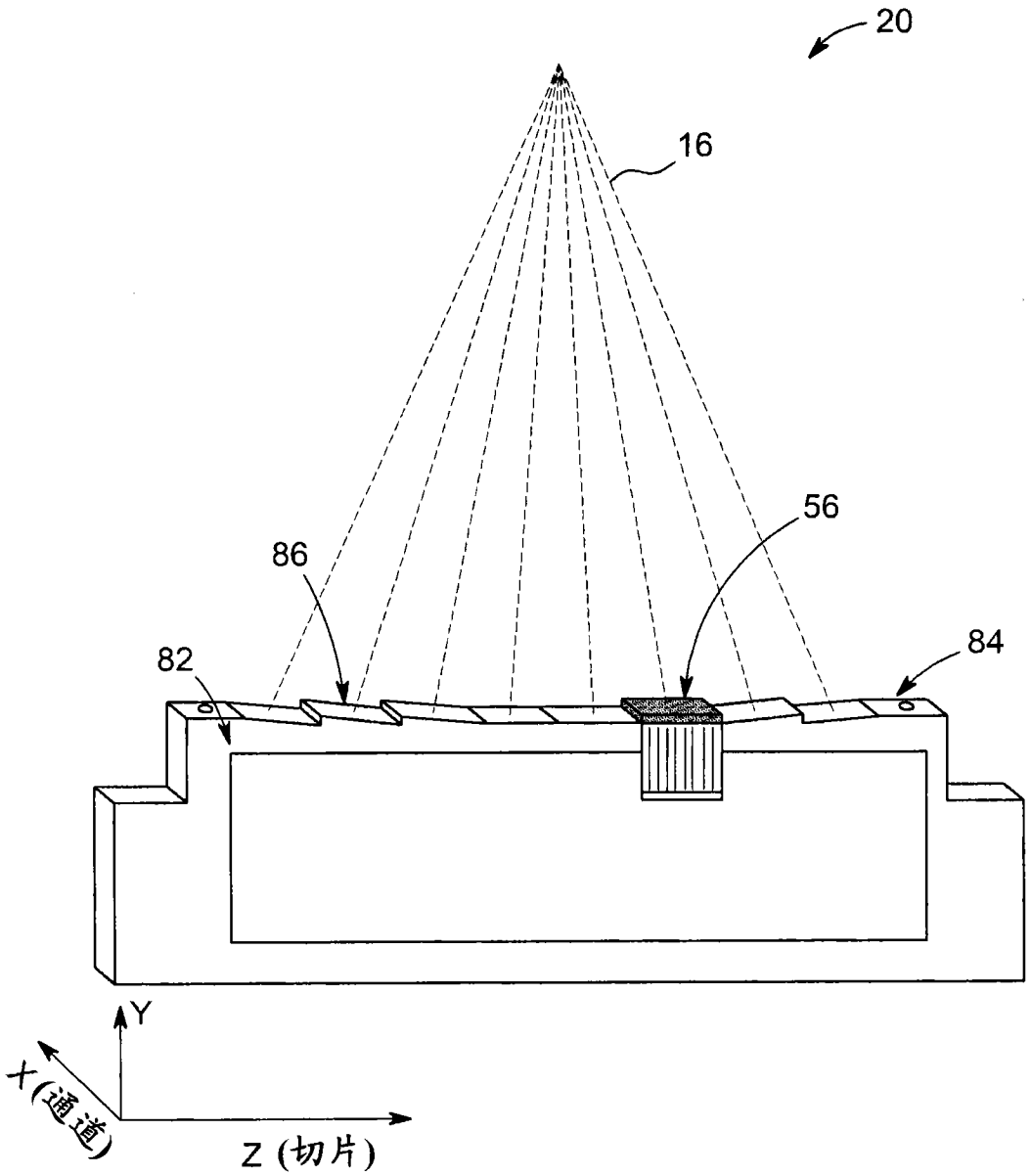


图 11

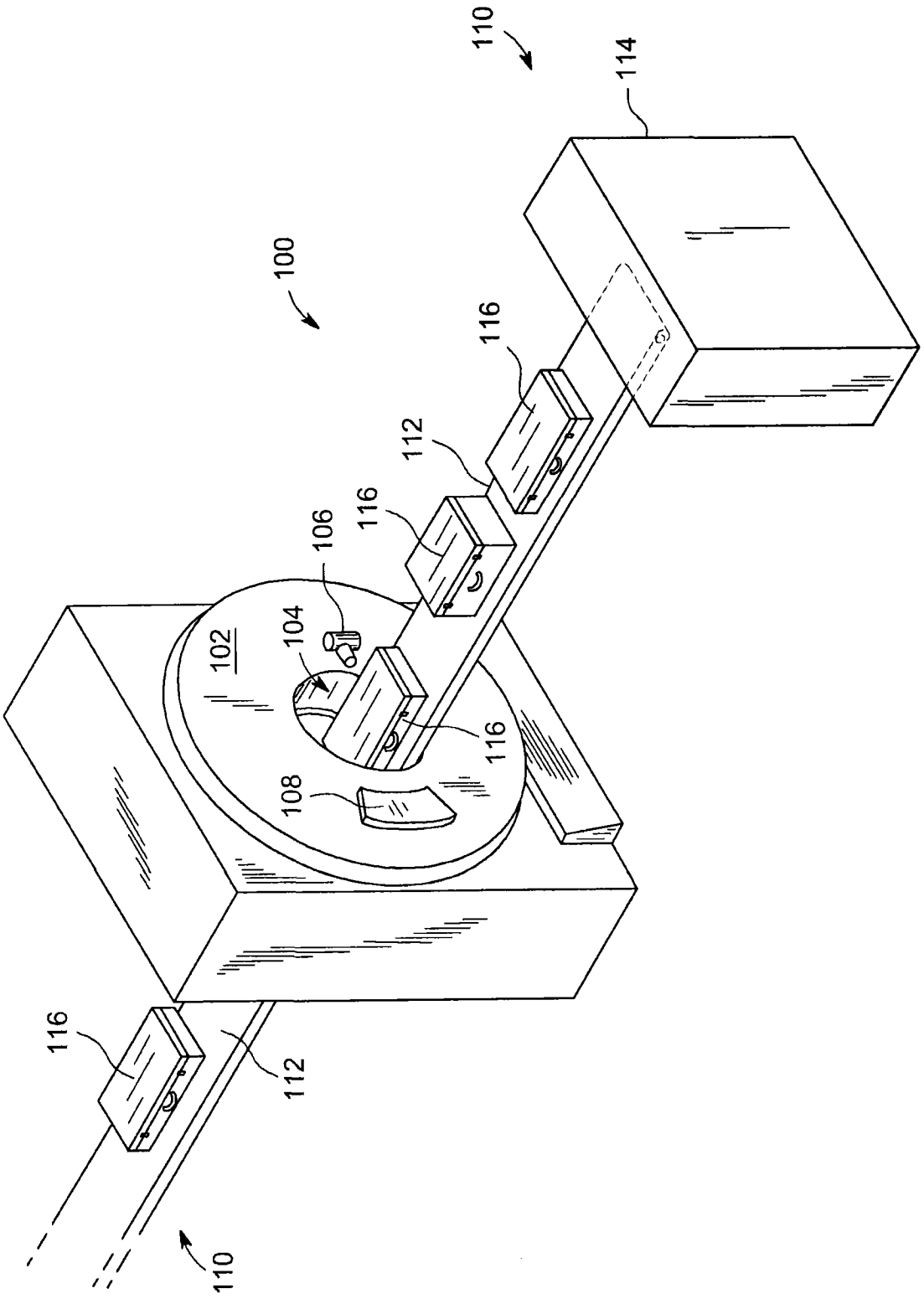


图 12