



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112198543 A

(43) 申请公布日 2021.01.08

(21) 申请号 202010644545.1

(22) 申请日 2020.07.07

(30) 优先权数据

19184975.1 2019.07.08 EP

(71) 申请人 西门子医疗有限公司

地址 德国埃朗根

(72) 发明人 M·霍瑟曼 T·厄格勒

J·弗雷格

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 赵林琳 张鹏

(51) Int.Cl.

G01T 1/24 (2006.01)

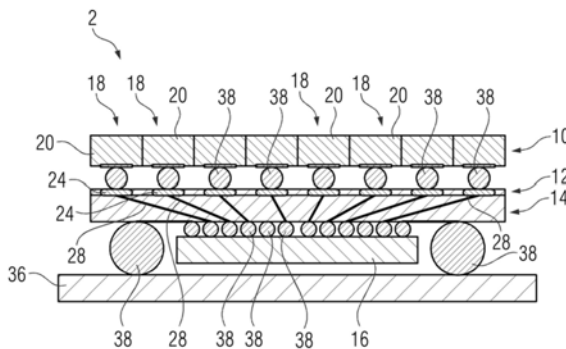
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

X射线探测器和具有X射线探测器的X射线设备

(57) 摘要

本发明涉及一种X射线探测器(2)。该X射线探测器(2)具有用于直接转换X射线的传感器层(10)和下游的读取芯片(16),其中在传感器层(10)和读取芯片(16)之间中间连接有第一放大级(12)。



1. 一种X射线探测器(2),具有用于直接转换X射线的一个传感器层(10)和下游的一个读取芯片(16),

其特征在于,在传感器层(10)和读取芯片(16)之间中间连接有第一放大级(12)。

2. 根据权利要求1所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述读取芯片(16)具有第二放大级(34)。

3. 根据权利要求1或2所述的X射线探测器(2),

其特征在于,在传感器层(20)和读取芯片(16)之间中间连接有一个中介层(14)。

4. 根据权利要求3所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述第一放大级(12)被中间连接在传感器层(10)和中介层(14)之间。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述第一放大级(12)借助于基于TFT技术的方法被制造。

6. 根据权利要求3或4所述的X射线探测器(2),

其特征在于,在传感器层(10)和读取芯片(16)之间中间连接有一个玻璃中介层作为中介层(14),并且借助于基于TFT技术的方法在所述玻璃中介层上制造所述第一放大级(12)。

7. 根据权利要求3或4所述的X射线探测器(2),

其特征在于,在传感器层(10)和读取芯片(16)之间中间连接有所述中介层(14),所述中介层(14)具有多个层(40、41、42),并且所述第一放大级(12)由所述多个层(41)中的至少一个层形成。

8. 根据权利要求7所述的X射线探测器(2),

其特征在于,形成所述第一放大级(12)的层(41)连接在一个重布线层(42)的上游。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述第一放大级(12)在一个薄膜上实现。

10. 根据权利要求9所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述第一放大级(12)被印制在所述薄膜上。

11. 根据权利要求9或10所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述薄膜被层压在所述传感器层(12)或一个中介层(14)上。

12. 根据权利要求1至4中任一项所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述第一放大级(12)附接在所述传感器层(10)处。

13. 根据权利要求1至4中任一项所述的X射线探测器(2),

其特征在于,所述第一放大级(12)借助于通过外延施加到所述传感器层(10)上的一个半导体层(41)来实现。

14. 根据权利要求12或13所述的X射线探测器(2),

其特征在于,在所述第一放大级(12)和所述读取芯片(16)之间中间连接有一个印刷电路板(52)。

15. 一种X射线设备(4),具有一个X射线源(6)和一个根据前述权利要求中任一项所述的X射线探测器(2)。

X射线探测器和具有X射线探测器的X射线设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种X射线探测器,具有传感器层和下游读取芯片。此外,本发明还涉及一种具有这种X射线探测器的X射线设备。

背景技术

[0002] 例如在DE 10 2012 202 200 B3中描述了在成像X射线设备中越来越多地使用所谓的直接转换X射线探测器。这些X射线探测器通常被设计为所谓的光子计数X射线探测器,并且具有传感器层和读取芯片作为基本部件。

[0003] 在此,读取芯片目前直接耦连到传感器层,从而由X射线量子在传感器层的传感器材料中产生的非常小的模拟信号脉冲尽可能无失真且低噪声地到达读取芯片中,并且可以在读取芯片被处理或测量。在此,在读取芯片的输入侧连接有放大级,放大级将信号脉冲放大,从而使信号脉冲对于读取芯片中的进一步处理具有较强的抗干扰能力。

[0004] 为了在这种X射线探测器中实现较大的传感器面积,通常将多个子单元(即所谓的传感器板)彼此紧密地平铺。在此,对于成像至关重要,尽可能无间隙地进行X射线探测器或传感器表面的构造。为了实现这点,通常在读取芯片中引入镀通孔,即所谓的TSV,因为这样子单元也可以很容易地在四个侧面直接串在一起。然而,具有镀通孔的读取芯片的制造非常复杂,因此成本也很高。

[0005] 然而,如果选择读取芯片不直接耦连到传感器层的其他方法来接触读取芯片,则存在以下问题:更长的导线或者对于不同像素而言完全不同的线长会显著影响读取芯片的响应特性。这可能会导致图像质量出现问题。

发明内容

[0006] 由此,本发明所基于的目的在于,提出一种有利地设计的X射线探测器以及一种具有相应X射线探测器的有利地设计的X射线设备。

[0007] 该目的通过根据本发明的X射线探测器和根据本发明的X射线设备来实现。本发明还提出了部分有利的和本身部分有创新性的改进方案。关于X射线探测器所提到的优点和优选的设计方案也可类似地适用于X射线设备,反之亦然。

[0008] 在此,根据本发明的X射线探测器有利地被设计用于诸如计算机断层扫描仪的X射线设备中,并且具有传感器层和下游的读取芯片,其中该读取芯片优选地被设计为所谓的ASIC读取芯片(ASIC:专用集成电路)。

[0009] 在此,X射线探测器和/或传感器层通常由多个子单元或模块构成,这些子单元或模块通常被设计为基本相同。如果X射线探测器由多个模块构成,则每个X射线探测器模块通常具有相应的传感器层和至少一个相应的下游读取芯片。

[0010] 根据本发明,无论是否存在模块化结构,在传感器层和读取芯片之间中间连接有第一放大级,其中该第一放大级有利地同样被设计为一种层,即一种功能层。在此,第一放大级通常直接或紧邻地置于传感器层处,并且例如通过焊接特别是直接或紧邻地与传感器

层以导电的方式连接。

[0011] 在此,第一放大级优选地通过非常短且特别是相似的导电连接部或桥接部、即特别是焊接部与传感器层连接,从而这些导电连接部没有明显的寄生电容和/或寄生电阻。甚至在寄生电容和/或寄生电阻生效之前,就通过第一放大级在X射线探测器运行时放大来自传感器层的传感器信号或传感器脉冲,结果经放大的传感器信号在朝向读取芯片的导电连接中对寄生电容和/或寄生电阻的影响不那么敏感。

[0012] 由此,经放大的传感器信号几乎不受其他线长和/或其他线容量影响地被引到读取芯片处并在读取芯片被进一步处理。这为朝向读取芯片的导电连接的设计开辟了新的可能性。在此,特别是可以使得更独立于读取芯片的输入端的输入容量。

[0013] 在此,基本思想还可以从以下事实中看出:基于根据现有技术的具有读取芯片的X射线探测器,将读取芯片的放大功能或其放大功能的至少一部分从读取芯片中移出到另一个或独立的组件级别中。在此,这个新的、独立的组件级别位于传感器层附近。这可以在考虑到以下问题的情况下实现传感器层和读取芯片的较远的空间分隔,即传感器层提供非常小的pA范围内的模拟传感器信号,但是仍然应在读取芯片中对传感器信号进行准确的检测/评估。

[0014] 此外,X射线探测器被设计为所谓的直接转换X射线探测器或光子计数X射线探测器,因此例如CdTe、CdZnTe、CdZnTeSe、CdTeSe、CdNnTe、InP、TlBr₂或HgI₂是传感器层的主要成分。在此,根据本身已知的原理,传感器层或转换器层用于将X射线直接转换成电信号,即传感器信号,其中传感器信号通常作为电流脉冲存在。

[0015] 此外,X射线探测器或每个X射线探测器模块有利地具有大量的像素,其中每个像素通常具有传感器层的体积元件和以导电方式与该像素连接的信号处理单元。在此,这种信号处理单元的一部分通常为第一放大级的放大电路和读取芯片中的读取电路。在此,在传感器层中生成的不同像素的传感器信号通常至少在初始时彼此独立地被放大、处理和评估,因此第一放大级通常对于每个像素都具有自己的放大电路,并且读取芯片通常对于每个像素都有一个信号输入端。因此,通过第一放大级特别是进行逐像素放大。

[0016] 在此,通常借助于简单的晶体管电路来实现第一放大级的放大电路,该晶体管电路在大多数情况下是通过使用CMOS技术生产的。与此无关地,根据应用情况借助于相应的放大电路来实现具有放大系数的电流放大,该放大系数的值在约2至约100的范围内,特别是在约2至约50的范围内。替代地或补充地,在第一放大级中实现电流到电压的转换,其中在这种情况下,优选以在约1mV/nA至约100mV/nA的范围内、特别是在约1mV/nA至约50mV/nA的范围内的系数将电流值转换为电压值。

[0017] 然而,无论如何都借助于第一放大级优选地进行有源放大,并且与此相应地在运行期间为第一放大级提供电功率。也就是说,第一放大级具有电功率的供电输入端,通过其在第一放大级运行时提供用于有源放大传感器信号的电功率。

[0018] 根据X射线探测器的一个优选设计方案,读取芯片还具有第二放大级,第二放大级集成在读取芯片中,从而是读取芯片的一部分。在此,第二放大级通常对每个像素都具有一个放大电路,其中每个这样的放大电路通常直接连接在输入端之后。在此,与根据现有技术的读取芯片的情况相比,优选地使第二放大级的放大电路保持简单,因为在运行中已通过第一放大级进行了放大。

[0019] 在此,利用第二放大级的放大电路实现的增益通常取决于由第一放大级实现的增益和/或取决于是否借助于第一放大级实现电流到电压的转换。在此,第二放大级优选被设计为使得最迟在第二放大级的输出端出现电压信号,特别是电压信号的典型脉冲高度根据X射线量子的能量在约10mV至约150mV的范围内的电压信号。取决于不同的设计,即例如取决于所选的制造工艺及其优选的工作电压以及所需的线性度(避免由所谓的堆积而引起的饱和),这些值必要时可能会有约5倍的波动。在此,通常很大的波动范围常常受到许多不同因素的影响。

[0020] 因此,由于利用第二放大级的放大电路实现的增益优选地取决于第一放大级的设计,因此在某些情况下借助于第二放大级甚至省去了更大的或有针对性的增益。在这种情况下,通过第二放大级的放大电路主要进行由第一放大级放大的信号的滤波,也称为脉冲整形,和/或进行电流到电压的转换。典型的放大系数仅在约1至约10的范围内。

[0021] 此外,读取芯片通常对每个像素都具有一个滤波器电路,该滤波器电路通常连接在第二放大级的放大电路的下游。另外,读取芯片通常对每个像素都有一个计数器电路,该计数器电路通常完成传感器信号的逐像素处理。

[0022] 此外,X射线探测器的以下实施方式也是有利的,其中在传感器层和读取芯片之间中间连接有所谓的中介层。该中介层也称为重布线单元或重接触单元,用于将两个单元以导电的方式彼此连接,每个单元都具有多个电触点或电连接部,然而电触点或电连接部的布置方式不同,从而无法构造简单的直接连接,例如焊接。

[0023] 如果设置有这样的中介层,则中介层进一步优选地连接在第一放大级的下游,从而使得第一放大级优选地中间连接在传感器层和中介层之间。

[0024] 根据一个实施变型方案,进一步借助基于TFT(TFT:薄膜晶体管)技术的方法制造第一放大级。该技术使得可以在玻璃上制造晶体管并且已经被大量使用,例如用于制造显示器。

[0025] 特别地,如果基于TFT技术来制造第一放大级,则还有利的是:将中介层设计为玻璃中介层,其中进一步优选地借助基于TFT技术的方法在玻璃中介层上制造第一放大级。在此,用于在玻璃中制造镀通孔和/或重新布线平面的技术已经存在,并且由玻璃制成的纯中介层(无放大级)已经是已知的。在X射线探测器的实施变型方案的情况中,这些技术现在用于制造由玻璃制成的中介层,该中介层附加地具有第一放大级。

[0026] 替代地,使用基于半导体材料(例如硅)的中介层代替由玻璃制成的中介层,并且在这种情况下,X射线探测器具有基于半导体材料的中介层。这样的中介层通常由多个层构成,并且第一放大级优选地由这些层中的至少一层形成。

[0027] 在有利的改进方案中,在中介层的形成第一放大级的层的下游连接有重布线层(RDL),并且通常中介层的所有重布线层都连接在形成第一放大级的层的下游。

[0028] 因此,中介层例如由多个层组成,其中一个层由硅作为基础材料制成,并且其中第一放大级集成到该层中。为此例如可以使用CMOS技术,借助于该技术将放大电路单个地或以多个放大器组的形式集成到中介层的多个层中。为此这些层通常具有凹部。另外,这种中介层通常具有至少一个重布线层,例如由铜制成的导体迹线在该重布线层中延伸。

[0029] 此外,X射线探测器的以下实施变型方案是有利的,其中第一放大级在薄膜上实现。在此,优选将第一放大级印制在薄膜上,放大级的电气和/或电子器件相应地通过印刷

技术被施加到薄膜上。

[0030] 然后将这样的薄膜有利地层压(即例如粘贴)在传感器层或中介层(如果存在)上。优选地借助于一种粘接来进行固定,其中为了电接触优选地使用导电粘合剂。

[0031] 此外,X射线探测器的以下实施变型方案也被认为是有利的,其中第一放大级附接在传感器层处。在这种情况下,第一放大级优选通过半导体层实现,该半导体层特别是通过外延(即直接或间接地经由中间层)被施加到传感器层上。

[0032] 因此,例如通过外延将硅层沉积在传感器层上,然后将第一放大级植入到该硅层中。在此,根据应用情况,必要时可以在传感器层上首先沉积由二氧化硅制成的中间层,然后再形成硅层。

[0033] 此外,X射线探测器的以下实施变型方案也是有利的,其中在第一放大级和读取芯片之间中间连接有印刷电路板。在此,该印刷电路板取决于实施变型方案被设计为刚性印刷电路板、柔性印刷电路板或部分刚性且部分柔性的印刷电路板。

附图说明

[0034] 下面借助于示意图更详细地说明本发明的实施例。其中:

[0035] 图1以局部截面图示出了X射线探测器的第一实施方式;

[0036] 图2示出了具有X射线探测器的X射线设备的半透明视图;

[0037] 图3以电路图示出了X射线探测器的像素;

[0038] 图4以局部截面图示出了X射线探测器的第二实施方式;

[0039] 图5以局部截面图示出了X射线探测器的第三实施方式;并且

[0040] 图6以局部截面图示出了X射线探测器的第四实施方式。

具体实施方式

[0041] 在所有附图中,彼此相应的部分分别设有相同的附图标记。

[0042] 下面说明的X射线探测器2被设计为直接转换的X射线探测器2,并且在图1中示意性地示出了第一实施变型方案。

[0043] 在该实施例中,X射线探测器2在此是X射线设备4的组成部分,该X射线设备示例性地构造为计算机断层扫描仪并且在图2中被示意性地示出。在X射线设备4中,X射线探测器2补充有X射线源6。此外,X射线设备4具有控制单元8。

[0044] 如上所述,X射线探测器2被设计为直接转换的X射线探测器2,并且作为基本部件具有转换器层或传感器层10、第一放大级12、中介层14和ASIC读取芯片16。

[0045] 另外,X射线探测器2具有多个像素18或形成多个像素18,其中每个像素18都具有传感器层10的体积元件20和信号处理单元22。在图3中以简化框图的形式作为示例示出了这样的像素18。

[0046] 在该实施例中,每个信号处理单元22又由作为第一放大级12的一部分的第一放大电路24和作为ASIC读取芯片16的一部分的读取电路26构成,其中第一放大电路24通过作为中介层14的一部分的中介层连接部28与读取电路26连接。由此,每个像素18具有体积元件20和信号处理单元22,该信号处理单元具有第一放大电路24、中介层连接部28和读取电路26。在此,这种中介层连接部28通常具有特征性的寄生电容和特征性的寄生电阻。

[0047] 基于该设计方案,在X射线探测器2运行时,在相应像素18的连接到体积元件20的第一放大电路24中,首先放大在像素18的体积元件20中产生的传感器信号。随后,经放大的传感器信号通过该像素18的中介层连接部28被转发到ASIC读取芯片16,并且在ASIC读取芯片16处在像素18的读取电路26中被进一步处理。

[0048] 在该实施例中,像素18的信号处理单元22彼此独立工作,并且在每个像素18中对入射的X射线量子进行计数,为此ASIC读取芯片16中的读取电路26通常具有比较器30和计数单元32。另外,在实施例中,每个读取电路26具有第二放大电路34,并且ASIC读取芯片16的所有第二放大电路34共同形成第二放大级。

[0049] 图1以局部截面图示意性地示出了X射线探测器2的第一实施变型方案。从图示中可看出,中介层14中间连接在传感器层10和ASIC读取芯片16之间,并且ASIC读取芯片16最后导电地与印刷电路板36连接或连接到印刷电路板36。

[0050] 此外,第一放大级12中间连接在传感器层10和中介层14之间,其中在实施例中在传感器层10和第一放大级12之间构造有简单的焊接部38。在此,通过这种焊接部38使体积元件20与第一放大级12的第一放大电路24导电地连接。

[0051] 在此,根据设计变型方案,第一放大级12例如在未明确示出的薄膜上实现,即例如印制在薄膜上,然后将该薄膜例如层压到传感器层10或中介层14上。

[0052] 替代地,第一放大级12借助于基于TFT技术的方法被制造并且在中介层14上实现,该中介层14优选地被设计为玻璃中介层。

[0053] 在图4中至少以简化的形式示出了X射线探测器2的第二实施变型方案。在此,第一放大级12直接构造在传感器层10处,其中为此在实施例中将硅层通过外延施加到传感器层10上,并且其中形成第一放大级12的半导体电路(未详细示出)集成在该硅层中或实现在该硅层中。在此,硅仅代表合适的材料示例。特别地,如果使用砷化镓作为传感器层10的传感器材料,则同样有利的是以砷化镓技术实现具有半导体电路和/或放大器的外延层。

[0054] 在图5中示出了X射线探测器2的另一实施变型方案。在此,在传感器层10处附接有多个层40、41、42,即第一层40、中间层41和重布线层42,其中在中间层41中实现第一放大级12。因为在根据图5的实施例中最终在所示的所有三个层40、41、42上进行重新接触,所以原则上在该实施例中所有三个层40、41、42形成中介层14,其中对于该中介层14在中间层41中形成第一放大级12。

[0055] 在此,图5示出了像素18区域中的基本结构。在像素的体积元件20处首先连接有金属触点44。在此,该金属触点44嵌入在由硅制成的第一层40中。在该第一层40处连接有由硅制成的另外两层,其中在中间层41中通过掺杂形成电路结构46,电路结构46构成该像素18的第一放大电路24。用作重布线层42的第三层42具有由铜48制成的导体迹线48,通过该导体迹线48将中介层的引向外部的输出端50定位成使得该输出端50通过焊接部38可以直接与ASIC读取芯片16处的输入端导电地连接,并且也连接在X射线探测器2中。

[0056] 此外,根据图5的X射线探测器2的第三实施方式在某些情况下以如下方式被调整,即通过多个相似的中间层来替代中间层41。这样做的原因通常是,对于第一放大电路24还实现了例如用于供电和/或信号分配的附加的布线。这样的布线通常在多个层中实现。

[0057] 在图6中示意性地示出了X射线探测器2的第四实施例。在此,ASIC读取芯片16通过部分柔性且部分刚性的印刷电路板52连接到第一放大级12,其中该印刷电路板52用作一种

中介层14。在此,第一放大级12本身通过未详细示出的镀通孔和焊接部38与传感器层10导电地连接。

[0058] 另外,第一放大级12被实现在印刷电路板52的较薄的刚性的第一部分54上。印刷电路板52以简单且廉价的电路工艺被制造。印刷电路板52的第一部分54通过柔性的第二部分56又与刚性的第三部分58连接,在该第三部分58处连接有ASIC读取芯片16。ASIC读取芯片16以更复杂且昂贵的工艺被制造,并且在小得多的区域上被实现。

[0059] 本发明不限于上述实施例。相反,本领域技术人员也可以从中得出本发明的其他变型方案,而不脱离本发明的主题。此外,特别是结合实施例说明的所有单个特征也可以通过其他方式彼此组合而不脱离本发明的主题。

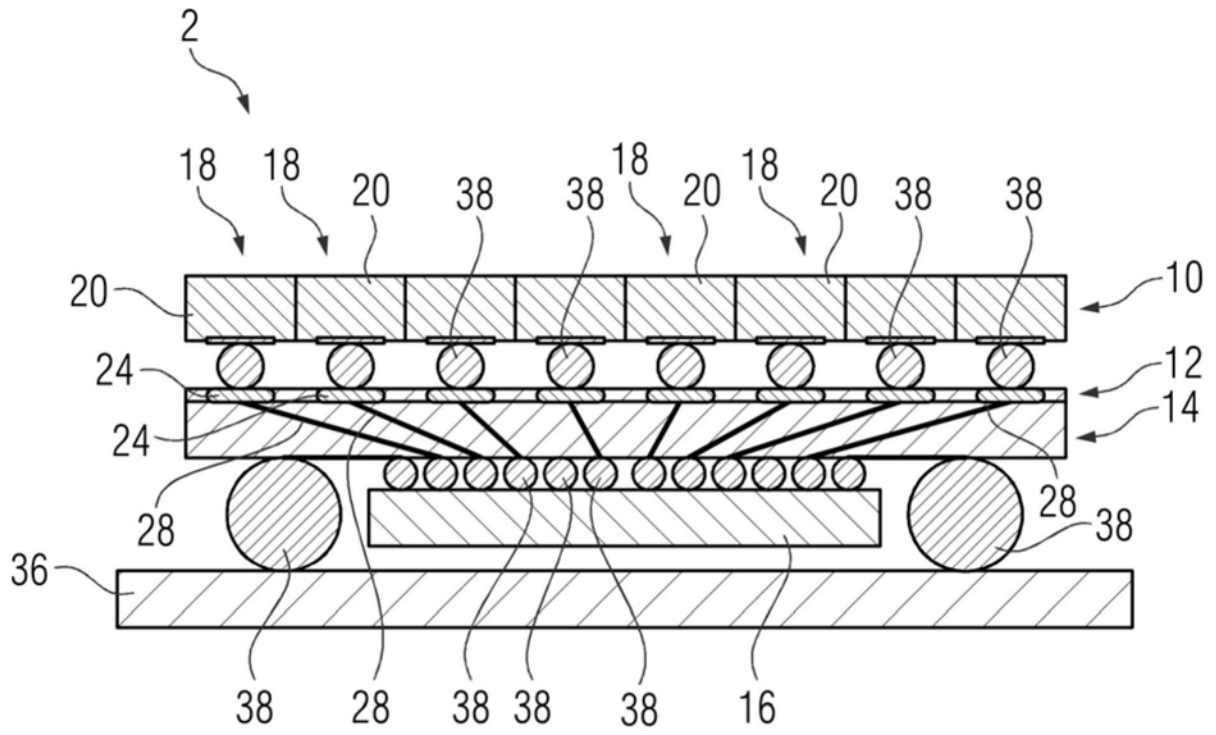


图1

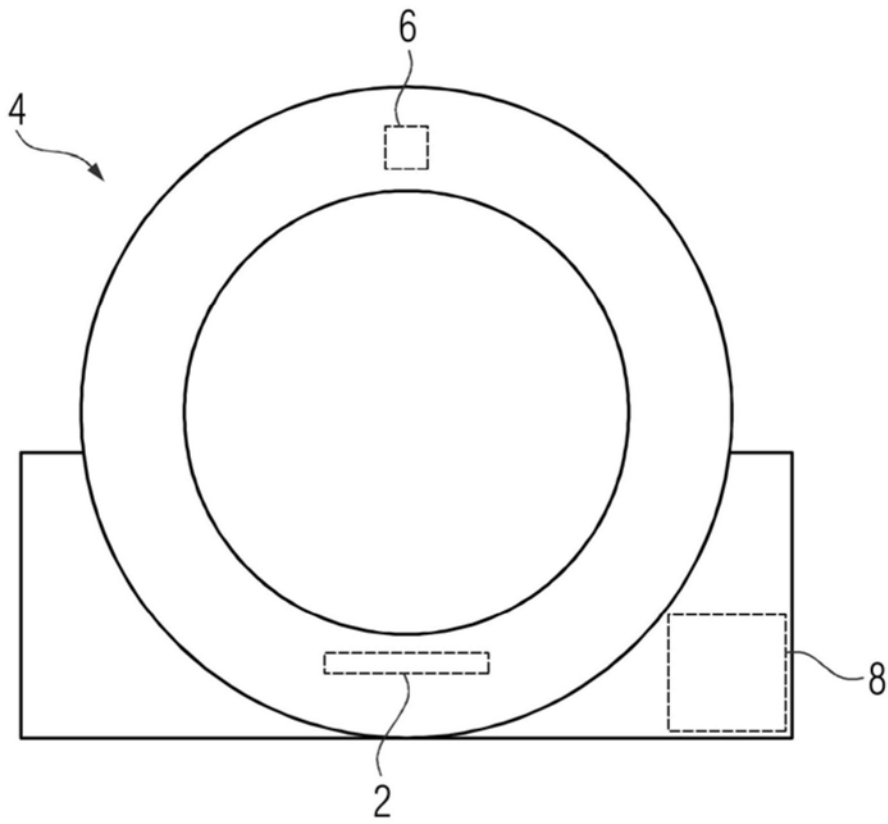


图2

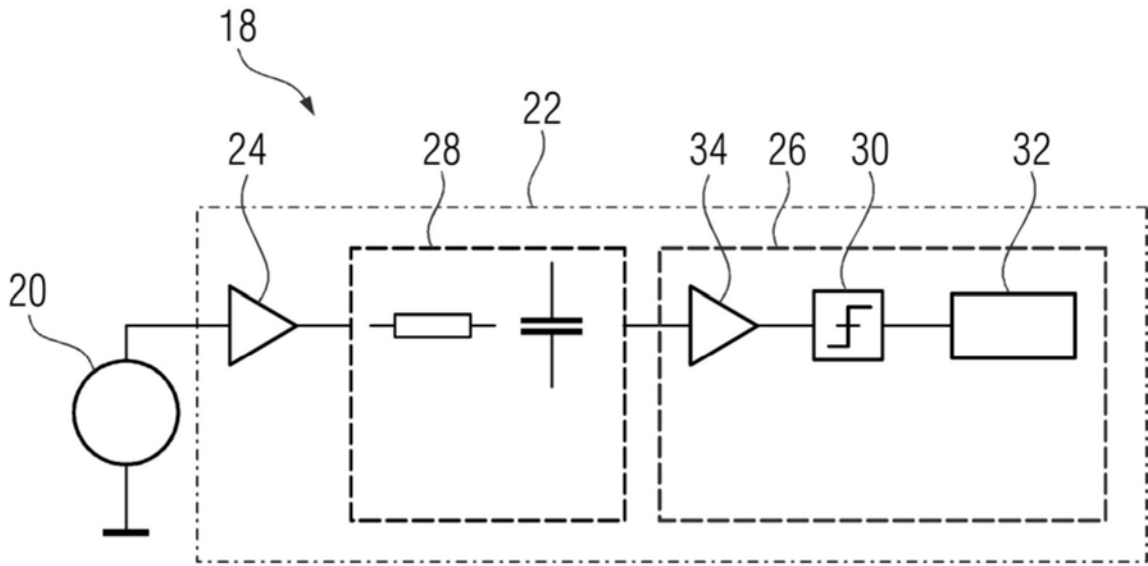


图3

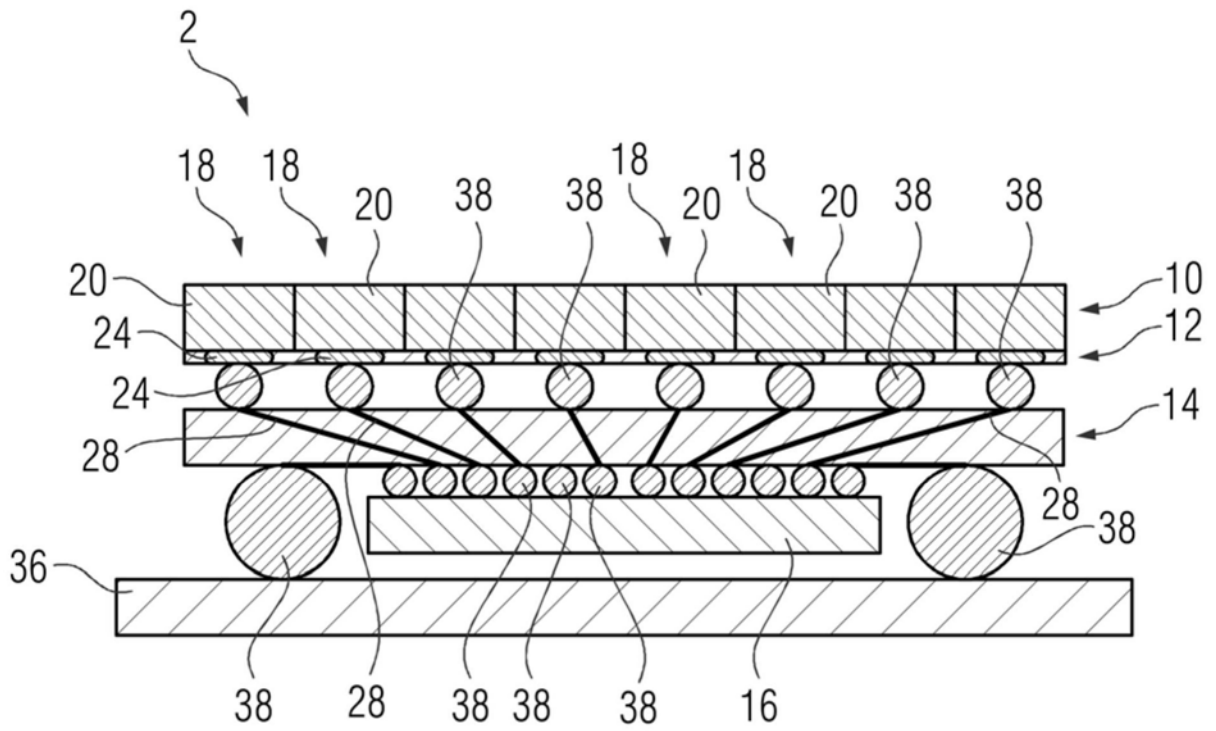


图4

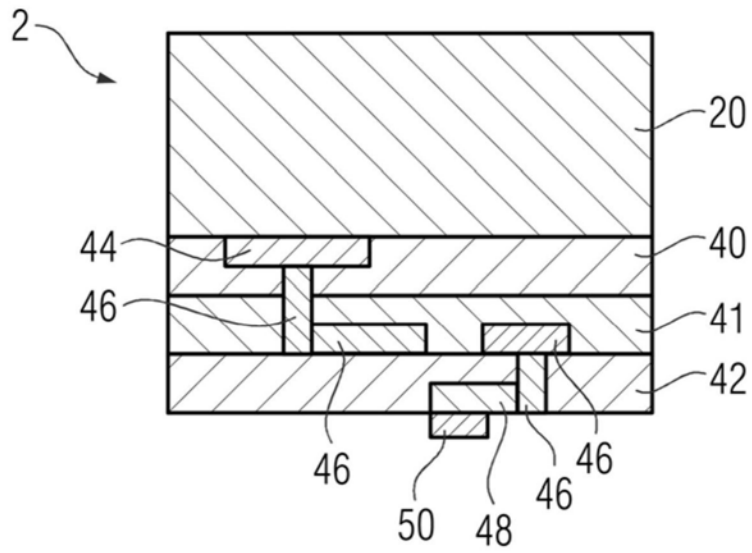


图5

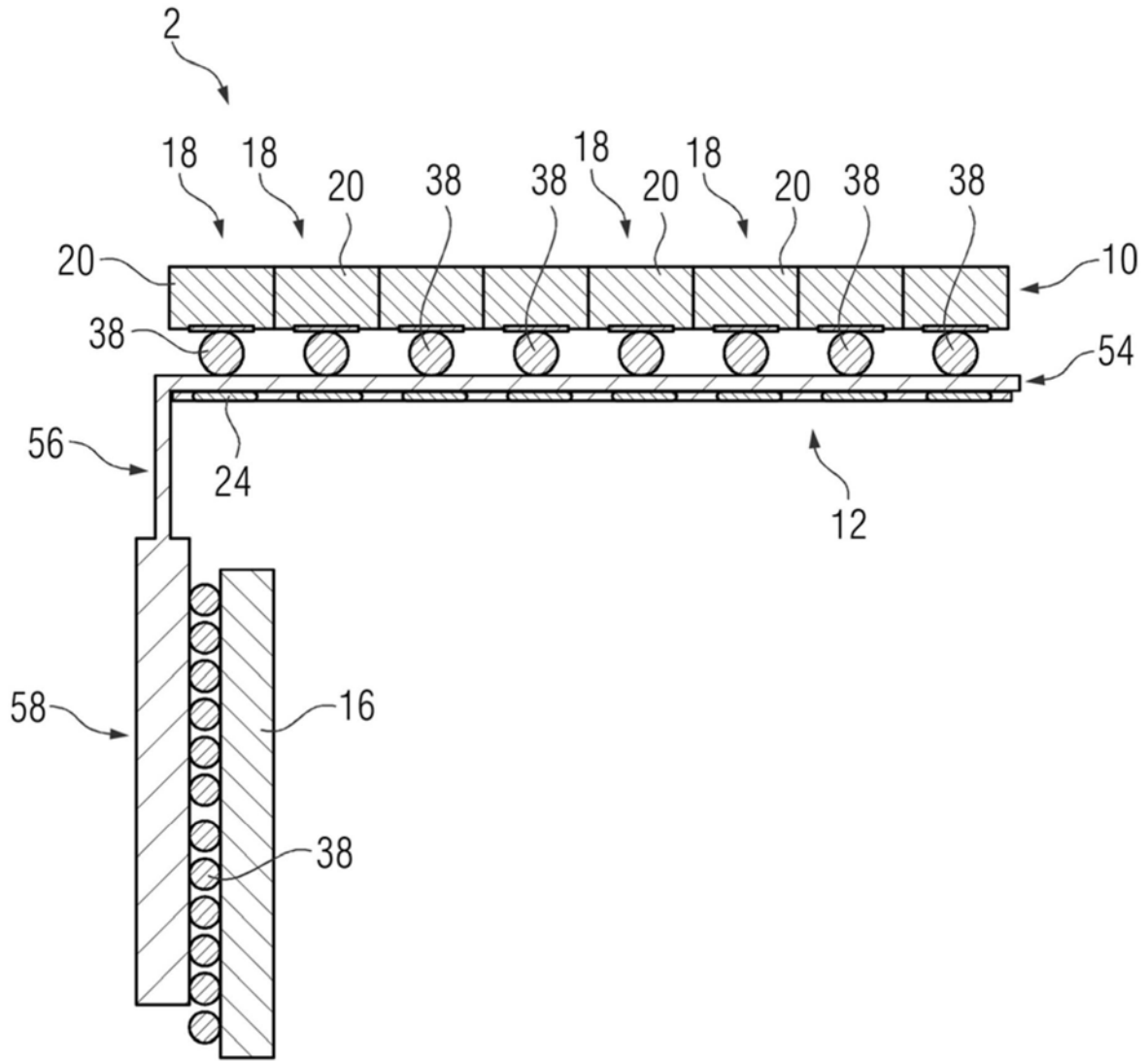


图6