(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117598720 A
(43)申请公布日 2024.02.27

(21)申请号 202311039896.X
(22)申请日 2023.08.17
(30)优先权数据
23172736.3 2023.05.11 EP
2250970-7 2022.08.17 SE
(71)申请人 万睿视影像有限公司
地址 美国犹他州
(72)发明人 C·乌尔博格
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 成城
(51)Int.Cl.
A61B 6/42(2024.01)
G01T 1/17(2006.01)
G01T 1/161(2006.01)
G01T 1/29(2006.01)

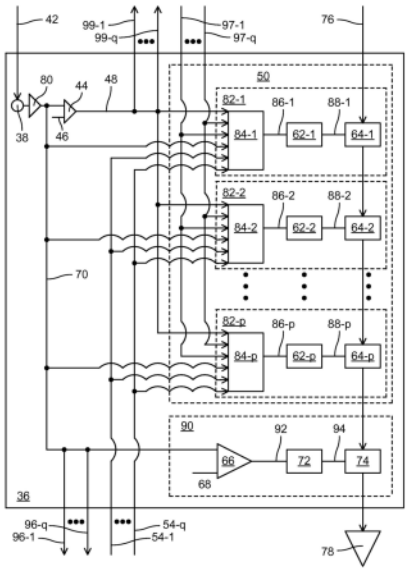
权利要求书3页 说明书13页 附图9页

(54)发明名称

读出电路、辐射检测器、成像装置和处理入射辐射的方法

(57)摘要

本公开涉及读出电路、辐射检测器、成像装置和处理入射辐射的方法。一种用于包括多个像素的辐射检测器的读出电路，该读出电路被配置为处理来自多个像素之中的相对于读出电路的主像素的输入信号，并且该读出电路包括至少一个电荷共享校正电路，每个电荷共享校正电路被配置为处理表示来自多个像素之中的像素的集合的辐射能量的总和的电荷共享电信号，像素的该集合包括相对于读出电路的至少一个次像素；以及非共享电路，被配置为：在由至少一个电荷共享校正电路处理电荷共享电信号的同时，处理仅与主像素相关联的主电信号，主电信号表示来自主像素的辐射能量。



CN 117598720 A

1.一种读出电路(36),用于包括多个像素(24)的辐射检测器(12),所述读出电路(36)被配置为处理来自所述多个像素(24)之中的相对于所述读出电路(36)的主像素(24)的输入信号(42),并且所述读出电路(36)包括:

至少一个电荷共享校正电路(82),每个电荷共享校正电路(82)被配置为处理电荷共享电信号(56),所述电荷共享电信号(56)表示来自所述多个像素(24)之中的像素(24)的集合(26)的辐射能量的总和,像素(24)的所述集合(26)包括相对于所述读出电路(36)的至少一个次像素(24);以及

非共享电路(90),被配置为:在由所述至少一个电荷共享校正电路(82)处理所述电荷共享电信号(56)的同时,处理仅与所述主像素(24)相关联的主电信号(70),所述主电信号(70)表示来自所述主像素(24)的辐射能量。

2.根据权利要求1所述的读出电路(36),其中响应于共用输入信号(42),所述非共享电路(90)被布置为提供非共享数据(92)并且所述至少一个电荷共享校正电路(82)中的一个或多个电荷共享校正电路被布置为提供共享数据(86)。

3.根据权利要求1所述的读出电路(36),其中所述至少一个次像素(24)与所述主像素(24)相邻。

4.根据权利要求1所述的读出电路(36),其中每个电荷共享校正电路(82)包括共享比较器(58),所述共享比较器(58)被配置为将所述电荷共享电信号(56)与唯一的共享阈值(60)进行比较。

5.根据权利要求4所述的读出电路(36),其中每个电荷共享校正电路(82)包括共享计数器(62),所述共享计数器(62)被配置为对与所述共享比较器(58)相关联的共享数据(86)进行计数。

6.根据权利要求5所述的读出电路(36),其中每个电荷共享校正电路(82)包括共享寄存器(64),所述共享寄存器(64)与所述共享计数器(62)相关联,并且被配置为处理来自相关联的所述共享计数器(62)的共享计数数据(88)。

7.根据权利要求1所述的读出电路(36),其中每个非共享电路(90)包括非共享比较器(66),所述非共享比较器(66)被配置为将所述主电信号(70)与非共享阈值(68)进行比较。

8.根据权利要求7所述的读出电路(36),其中每个非共享电路(90)包括非共享计数器(72),所述非共享计数器(72)被配置为对与所述非共享比较器(66)相关联的非共享数据(92)进行计数。

9.根据权利要求8所述的读出电路(36),其中每个非共享电路(90)包括非共享寄存器(74),所述非共享寄存器(74)与所述非共享计数器(72)相关联,并且被配置为处理来自相关联的所述非共享计数器(72)的非共享计数数据(94)。

10.一种辐射检测器(12),包括多个像素(24)和至少一个根据权利要求1所述的读出电路(36),其中每个读出电路(36)与所述多个像素(24)之中的唯一的像素(24)相关联。

11.根据权利要求10所述的辐射检测器(12),其中所述辐射检测器(12)被配置为:针对每个读出电路(36),同时读出来自所述至少一个电荷共享校正电路(82)的共享计数数据(88)以及来自所述非共享电路(90)的非共享计数数据(94)。

12.一种成像装置(10),包括根据权利要求10或11所述的辐射检测器(12)。

13.根据权利要求12所述的成像装置(10),还包括控制系统(14),所述控制系统(14)包

括至少一个数据处理设备(20)和其上存储有至少一个计算机程序的至少一个存储器(22)。

14.根据权利要求13所述的成像装置(10),其中所述至少一个计算机程序包括程序代码,当由所述至少一个数据处理设备(20)执行时,所述程序代码使所述至少一个数据处理设备(20)基于来自所述至少一个非共享电路(90)中的一个或多个非共享电路的非共享计数数据(94)来修改来自所述至少一个电荷共享校正电路(82)中的一个或多个电荷共享校正电路的共享计数数据(88)。

15.根据权利要求13所述的成像装置(10),其中所述至少一个计算机程序包括程序代码,当由所述至少一个数据处理设备(20)执行时,所述程序代码使得所述至少一个数据处理设备(20)针对每个读出电路(36):

基于来自所述非共享电路(90)的非共享计数数据(94),确定输出计数率(110);

基于所述输出计数率(110),确定输入计数率(112);以及

基于所述输入计数率(112),忽略至少一些共享计数数据(88)。

16.一种处理入射辐射的方法,所述方法包括:

提供(S10)多个像素(24),所述多个像素(24)被配置为检测入射辐射的辐射能量;

提供(S12)读出电路(36),所述读出电路(36)被配置为处理来自所述多个像素(24)之中的相对于所述读出电路(36)的主像素(24)的输入信号(42);

由所述读出电路(36)中的至少一个电荷共享校正电路(82),处理(S14)电荷共享电信号(56),所述电荷共享电信号(56)表示来自所述多个像素(24)之中的像素(24)的集合(26)的辐射能量的总和,像素(24)的所述集合(26)包括相对于所述读出电路(36)的至少一个次像素(24);以及

由所述读出电路(36)中的非共享电路(90)并且与由所述至少一个电荷共享校正电路(82)对所述电荷共享电信号(56)的处理(S14)同时,处理(S16)仅与所述主像素(24)相关联的主电信号(70),所述主电信号(70)表示来自所述主像素(24)的辐射能量。

17.根据权利要求16所述的方法,还包括:

由每个电荷共享校正电路(82)中的共享比较器(58),将所述电荷共享电信号(56)与共享阈值(60)进行比较(S18);

由每个电荷共享校正电路(82)中的共享计数器(62),对与相应的所述共享比较器(58)相关联的共享数据(86)进行计数(S20),以提供共享计数数据(88);

由每个电荷共享校正电路(82)中的共享寄存器(64),处理(S22)来自相应的所述共享计数器(62)的所述共享计数数据(88);

由所述非共享电路(90)中的非共享比较器(66),将所述主电信号(70)与非共享阈值(68)进行比较(S24);

由所述非共享电路(90)中的非共享计数器(72),对与所述非共享计数器(72)相关联的非共享数据(92)进行计数(S26),以提供非共享计数数据(94);以及

由所述非共享电路(90)中的非共享寄存器(74),处理(S28)来自所述非共享计数器(72)的非共享计数数据(94)。

18.根据权利要求17所述的方法,还包括:基于所述非共享计数数据(94),修改(S30)所述共享计数数据(88)。

19.根据权利要求17或18所述的方法,还包括针对每个读出电路(36):

基于来自所述非共享电路(90)的非共享计数数据(94),确定(S32)输出计数率(110);

基于所述输出计数率(110),确定(S34)输入计数率(112);以及

基于所述输入计数率(112),忽略(S36)至少一些共享计数数据(88)。

读出电路、辐射检测器、成像装置和处理入射辐射的方法

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及辐射检测。特别地,提供了一种用于辐射检测器的读出电路、一种包括多个像素和至少一个读出电路的辐射检测器、一种包括辐射检测器的成像装置和一种处理入射辐射的方法。

背景技术

[0002] 用于检测电离辐射的各种辐射检测器在本领域中是已知的。辐射源传输辐射穿过诸如患者等对象,并且辐射检测器测量衰减的辐射。辐射被转换为电信号,控制系统处理这些信号并且可以提供期望的图像。

[0003] 对于包括多个像素的辐射检测器,可以在局部像素簇(pixel cluster)上对脉冲求和。这样,可以降低对在像素之间共享电荷的光子进行双重计数的风险。可以将该和与一个或多个能量阈值进行比较,并且可以将命中(和能量)赋予具有最大能量沉积(energy deposit)的像素。这种技术被称为电荷共享校正(charge sharing correction)。在参考文献1中描述了这种电荷共享校正的一个示例,参考文献1通过引用并入本文。

[0004] 参考文献1:“Medipix2,a 64k pixel read out chipwith 55μm square elements working in single photon counting mode(Medipix2,一款以单光子计数模式工作的具有55μm方形元件的64k像素读出芯片)”;X.Llopart,M.Campbell,D.San Segundo,E.Pernigotti,R.Dinapoli;IEEE 2002 0-7803-7324-3/02。

发明内容

[0005] 本公开的一个目的是提供一种改进的读出电路。

[0006] 本公开的另一个目的是提供一种改进的辐射检测器。

[0007] 本公开的又一个目的是提供一种改进的成像装置。

[0008] 本公开的再一个目的是提供一种改进的处理入射辐射的方法。

[0009] 这些目的通过根据所附权利要求1所述的读出电路、根据所附权利要求10所述的辐射检测器、根据所附权利要求12所述的成像装置以及根据所附权利要求16所述的方法来实现。

[0010] 根据第一方面,提供了一种读出电路,该读出电路用于包括多个像素的辐射检测器,该读出电路被配置为处理来自多个像素之中的相对于读出电路的主(primary)像素的输入信号,并且读出电路包括:至少一个电荷共享校正电路,每个电荷共享校正电路被配置为处理电荷共享电信号,该电荷共享电信号表示来自多个像素之中的像素的集合的辐射能量的总和,像素的该集合包括相对于该读出电路的至少一个次(secondary)像素;以及非共享电路,该非共享电路被配置为:在由至少一个电荷共享校正电路处理电荷共享电信号的同时,处理仅与主像素相关联的主电信号,该主电信号表示来自该主像素的辐射能量。

[0011] 根据第二方面,提供了一种辐射检测器,该辐射检测器包括多个像素和至少一个根据第一方面的读出电路,其中每个读出电路与多个像素之中的唯一的像素相关联。

[0012] 根据第三方面,提供了一种成像装置,该成像装置包括根据第二方面的辐射检测器。

[0013] 根据第四方面,提供了一种处理入射辐射的方法,该方法包括:提供多个像素,该多个像素被配置为检测入射辐射的辐射能量;提供读出电路,该读出电路被配置为处理来自多个像素之中的相对于读出电路的主像素的输入信号;由读出电路中的至少一个电荷共享校正电路,处理电荷共享电信号,该电荷共享电信号表示来自多个像素之中的像素的集合的辐射能量的总和,像素的该集合包括相对于读出电路的至少一个次像素;以及由读出电路中的非共享电路并且与由至少一个电荷共享校正电路对电荷共享电信号的处理同时,处理仅与主像素相关联的主电信号,该主电信号表示来自该主像素的辐射能量。

附图说明

[0014] 图1示意性地表示包括辐射检测器的成像装置;

[0015] 图2示意性地表示辐射检测器的顶视图;

[0016] 图3示意性地表示图2中的截面A-A中的辐射检测器的局部截面侧视图;

[0017] 图4示意性地表示辐射检测器的读出电路;

[0018] 图5示意性地表示图4中的读出电路的更详细实现方式的一个示例;

[0019] 图6示意性地表示读出电路的电荷共享校正部分的一部分;

[0020] 图7示意性地示出由两个不同的读出电路中的电荷共享校正电路和非共享电路处理的电荷;

[0021] 图8示意性地示出针对不同的输入计数率(count rate)的电荷共享校正电路和非共享电路的输出计数率;以及

[0022] 图9是概述方法的一般步骤的流程图。

具体实施方式

[0023] 在下文中,将描述用于辐射检测器的读出电路、包括多个像素和至少一个读出电路的辐射检测器、包括辐射检测器的成像装置以及处理入射辐射的方法。相同或相似的附图标记将用于表示相同或相似的结构特征。

[0024] 由于针对增加的输入计数率的脉冲堆积(pulse pile-up),所有已知的现有技术电荷共享校正实现方式具有减小的最大输出计数率。通过为辐射检测器提供能够同时获取单个像素计数和电荷共享校正计数的读出电路,可以提高辐射检测器的性能。

[0025] 图1示意性地表示成像装置10的一个示例。成像装置10包括辐射检测器12和控制系统14。成像装置10可以用于计算机断层摄影(CT)扫描。

[0026] 成像装置10还包括用于发射X射线的辐射源16,例如X射线管,X射线被传输穿过待成像的对象18,例如穿过患者的身体。在传输穿过对象18之后,X射线到达辐射检测器12,在辐射检测器12处检测X射线并将其转换成表示对象18的空间分辨投影图像的信号。

[0027] 控制系统14可操作地连接到辐射检测器12。控制系统14被配置为从辐射检测器12读取辐射数据。控制系统14可以被配置为获取2D投影图像。所获取的2D图像可以用于使用尤其已知的计算机断层摄影原理来重建对象18的例如3D图像。

[0028] 控制系统14包括数据处理装置20和存储器22。存储器22具有存储在其上的计算机

程序。计算机程序包括程序代码,当由数据处理设备20执行时,该程序代码使数据处理设备20执行本文描述的各个步骤或指挥(command)本文描述的各个步骤的执行。

[0029] 图2示意性地表示辐射检测器12的顶视图。辐射检测器12包括多个像素24-11到24-nm。辐射检测器12可以例如包括至少1000个像素24-11到24-nm。每个像素24-11到24-nm也可以用附图标记“24”表示。像素24分布在辐射检测器12的至少主要部分上,例如分布在整个辐射检测器12上。在该示例中,像素24形成二维阵列。辐射检测器12包括n行像素24和m列像素24,其中n和m中的每一者是正整数。

[0030] 图2还示出了像素24-22和24-23的簇或集合26。在集合26中,像素24-22可以是主像素,并且像素24-23相对于主像素24-22可以是次像素。如图2所示,次像素24-23与主像素24-22相邻。图2中的集合26仅是许多示例中的一个示例。对于具有如图2中的正方形形状的像素24,集合26可以包括与主像素24-22并排布置的一个或多个相邻的像素24(例如像素24-12、24-21、24-23和24-32)和/或与主像素24-22对角相邻布置的一个或多个相邻的像素24(例如像素24-11、24-13、24-31和24-33)。像素24也不需要具有正方形形状。像素24的可选形状的示例包括非正方形的矩形形状和六边形形状。

[0031] 辐射检测器12的每个像素24可以与像素24的唯一的(unique)集合26相关联,其中该像素24是主像素24,并且其中该集合26的其他像素24是次像素24。如本文所述,集合26用于像素24之间的电荷共享校正。

[0032] 图3示意性地示出了图2中的截面A-A中的辐射检测器12的局部截面侧视图。辐射检测器12包括转换元件28和读出衬底30,例如读出专用集成电路(ASIC)衬底。辐射检测器12还包括支撑衬底32。像素24被设置在转换元件28中。

[0033] 转换元件28可由至少一个半导体衬底构成,例如碲化镉(CdTe)或碲化锌镉(CdZnTe或CZT)衬底。转换元件28可以包括连续的转换衬底或几个离散的转换部分。

[0034] 该示例的转换元件28还包括多个电荷收集电极34,这里被实现为接触焊盘。每个像素24由电荷收集电极34限定。

[0035] 当X射线(或其它类型的电离辐射)撞击在转换元件28上时,响应于所吸收的能量而在转换元件28内部创建电子-空穴对(因此术语“直接转换”)。在施加在转换元件28上的电场的影响下,这些电子(空穴)被转移到相关联的电荷收集电极34。因此,转换元件28被配置为响应于入射辐射而产生一个或多个电荷载流子。例如,转换元件28可以捕获入射X射线光子并将其直接转换成电荷。

[0036] 读出衬底30包括多个读出电路36-21、36-22和36-23到36-2m。每个读出电路36-21、36-22和36-23到36-2m也可以用附图标记“36”表示。每个读出电路36包括读出电极38,这里被实现为接触焊盘。辐射检测器12包括与每个像素24相关联的一个读出电路36。

[0037] 辐射检测器12还包括多个互连40。一个像素24和一个读出电路36的每个对通过互连40连接。在图2中,互连40被例示为电荷收集电极34和相关联的读出电极38之间的焊料凸块(solder bump)。因此,每个读出电极38用作相关联的读出电路36的输入。然而,其它类型的互连40也是可以想到的。

[0038] 每个读出电路36包括电子器件,该电子器件具有特定于相关联的像素24的功能。读出电路36被布置为处理由入射到转换元件28上的辐射生成的信号。

[0039] 图4示意性地表示辐射检测器12的读出电路36中的一个读出电路。如图所示,读出

电极38接收来自相关联的像素24的电输入信号42。读出电路36从其接收输入信号42的像素24是相对于读出电路36的主像素24。辐射检测器12可以例如包括至少1000个像素24和与每个像素24相关联的根据图4的读出电路36。读出电路36被配置为处理来自相对于读出电路36的主像素24的输入信号42。如下所述,读出电路36还被配置为处理来自集合26内的相对于读出电路36的一个或多个次像素24的输入信号42(或从其导出的信号)。

[0040] 该示例的读出电路36包括电荷敏感放大器80。电荷敏感放大器80被配置为接收和放大来自与读出电路36相关联的主像素24的输入信号42,并且被配置为输出主电信号70。

[0041] 读出电路36还包括电荷共享校正部分(section)50。电荷共享校正部分50执行电荷共享校正功能并处理不同的像素24之间的事件。

[0042] 电荷共享校正部分50包括加法器52。加法器52对主电信号70与一个或多个输入主电信号54-1和54-2进行求和,主电信号70来自相对于读出电路36的主像素24,一个或多个输入主电信号54-1和54-2来自相对于主像素24的相应次像素24,例如与主像素24相邻的次像素24。每个输入主电信号54-1和54-2也可以用附图标记“54”表示。加法器52输出电荷共享电信号56。

[0043] 电荷共享校正部分50还包括至少一个共享比较器58。电荷共享校正部分50可以包括多个共享比较器,例如p个共享比较器58-1和58-2到58-p,其中p是正整数。每个共享比较器58-1和58-2到58-p可以用附图标记“58”表示。每个共享比较器58包括唯一的共享阈值60-1和60-2至60-p。例如,第一共享比较器58-1包括第一共享阈值60-1,并且第二共享比较器58-2包括不同于第一共享阈值60-1的第二共享阈值60-2。每个共享比较器58被配置为将电荷共享电信号56与相关联的共享阈值60进行比较。

[0044] 电荷共享校正部分50还包括与每个共享比较器58相关联的一个共享计数器62。例如,每个共享比较器58的输出耦合到共享计数器62的输入。图4示出了p个共享计数器62-1和62-2到62-p。每个共享计数器62-1和62-2到62-p也可以用附图标记“62”表示。每个共享计数器62对直接或间接来自各个共享比较器58的脉冲进行计数。

[0045] 电荷共享校正部分50还包括与每个共享计数器62相关联的一个共享寄存器64。例如,每个共享计数器62的输出耦合到共享寄存器64的输入。图4示出了p个共享寄存器64-1和64-2到64-p。每个共享寄存器64-1和64-2到64-p也可以用附图标记“64”表示。

[0046] 读出电路36还包括非共享比较器66。读出电路36可以可选地包括多于一个非共享比较器66。非共享比较器66包括非共享阈值68。在该示例中,主电信号70被发送到非共享比较器66。主电信号70表示仅来自主像素24而不来自集合26的任何次像素24的辐射能量。非共享比较器66被配置为将主电信号70与非共享阈值68进行比较。非共享阈值68可以被设置为任何值,但是通常被设置为低值。每个共享阈值60可以单独地设置并且独立于非共享阈值68设置。

[0047] 读出电路36还包括与非共享比较器66相关联的非共享计数器72。例如,非共享比较器66的输出耦合到非共享计数器72的输入。非共享计数器72对直接或间接来自非共享比较器66的脉冲进行计数。

[0048] 读出电路36还包括与非共享计数器72相关联的非共享寄存器74。例如,非共享计数器72的输出耦合到非共享寄存器74的输入。每个共享寄存器64和非共享寄存器74在这里被例示为移位寄存器。

[0049] 图4还示出了信号线76。读出电路36通过信号线76从辐射检测器12的一个或多个其它读出电路36接收串行数据。然后,将来自一个或多个共享寄存器64的数据和来自非共享寄存器74的数据添加到串行数据,并传递到下一个读出电路36,依此类推,直到来自最后一个读出电路36的串行数据78被读出为止。

[0050] 图5示意性地表示图4中的读出电路36的更详细实现方式的一个示例。该示例的读出电路36还包括全局比较器44。全局阈值46被设置在全局比较器44中。全局比较器44将输入信号42或从输入信号42导出的信号与全局阈值46进行比较,并输出次电信号48。在该示例中,全局比较器44将来自电荷敏感放大器80的主电信号70与全局阈值46进行比较。次电信号48的脉冲长度与主像素24中沉积的电荷成比例。全局阈值46可以例如被设置为稍高于噪声水平的水平,例如是噪声水平的三倍。

[0051] 该示例的电荷共享校正部分50包括至少一个电荷共享校正电路82。电荷共享校正部分50可以包括多个电荷共享校正电路,例如p个电荷共享校正电路82-1和82-2到82-p。每个电荷共享校正电路82-1和82-2至82-p也可以用附图标记“82”表示。每个电荷共享校正电路82被配置为处理相应的电荷共享电信号56,其表示来自多个像素24之中的像素24的集合26的辐射能量的总和。

[0052] 每个电荷共享校正电路82包括比较器部分84-1和84-2至84-p。每个比较器部分84-1和84-2到84-p也可以用附图标记“84”表示。每个比较器部分84包括共享比较器58中的一个共享比较器。此外,每个电荷共享校正电路82包括共享计数器62中的一个共享计数器和共享寄存器64中的一个共享寄存器。

[0053] 每个比较器部分84被配置为输出相应的共享数据86-1和86-2到86-p。共享数据86-1和86-2到86-p也可以用附图标记“86”表示。

[0054] 每个共享计数器62被配置为对共享数据86进行计数,并且输出相应的共享计数数据(counted data)88-1和88-2至88-p。共享计数数据88-1和88-2到88-p也可以用附图标记“88”表示。每个共享寄存器64被配置为接收并处理来自相关联共享计数器62的相应的共享计数数据88。

[0055] 图5还示出了包括非共享电路90的读出电路36。非共享电路90包括非共享比较器66、非共享计数器72和非共享寄存器74。非共享电路90可以包括或不包括附加组件。非共享电路90被配置为处理仅与主像素24相关联的主电信号70。

[0056] 非共享比较器66被配置为输出非共享数据92。非共享计数器72被配置为对非共享数据92进行计数并输出非共享计数数据94。非共享寄存器74被配置为接收和处理非共享计数数据94。响应于共用(common)输入信号42,共享数据86和非共享数据92分别由至少一个比较器部分84和非共享比较器66提供。

[0057] 在该示例中,来自次像素24的输入主电信号54-1至54-q中的每一者对应于主像素24的主电信号70。即,主电信号70和主像素24之间的关系对应于输入主电信号54-1至54-q和相关联的次像素24之间的每个关系。

[0058] 图5还示出了该示例的读出电路36包括至少一个输出主电信号96-1至96-q。读出电路36因此可以包括q个输出主电信号,其中q是正整数。每个输出主共享电信号96-1至96-q也可以用附图标记“96”表示。每个输出主电信号96在这里由主电信号70构成。

[0059] 图5还示出该示例的读出电路36包括至少一个输入次电信号97-1至97-q和至少一

个输出次电信号99-1至99-q。每个输入次电信号97-1至97-q和每个输出次电信号99-1至99-q也可以分别用附图标记“97”和“99”表示。

[0060] 图5还示出了输入主电信号54的数目、输出主电信号96的数目、输入次电信号97的数目和输出次电信号99的数目可以相同。输入主电信号54、输出主电信号96、输入次电信号97和输出次电信号99的每个组可以在与主像素24相关联的读出电路36和与集合26中的次像素24相关联的读出电路36之间被路由。每个输出主电信号96将主电信号70输出到集合26中的次像素24。每个输入主电信号54从集合26中的次像素24输入主电信号70。每个输出次电信号99将次电信号48输出到集合26中的次像素24。每个输入次电信号97从集合26中的次像素输入次电信号48。

[0061] 辐射检测器12的每个像素24包括电荷共享校正部分50和非共享电路90。电荷共享校正部分50和非共享电路90对于辐射检测器12中的每个读出电路36可以是相同的。然而，电荷共享校正部分50在每个电荷共享校正部分50与像素24的唯一的集合26进行通信的意义上是不同的。因此，第一像素24的第一电荷共享校正部分50将与输入主电信号54和输入次电信号97不同的输入主电信号54和输入次电信号97接收到不同像素24的第二电荷共享校正部分50。

[0062] 图6示意性地表示电荷共享校正部分50的一部分。在该特定且非限制性实现方式中，每个比较器部分84包括或门(OR门)98、分配比较器100、加法器101、共享比较器58以及与门(AND门)102。因此，代替用于整个读出电路36的共用加法器52，可以在每个比较器部分84中实现加法器101。

[0063] 在使用多个比较器部分84的情况下，即，如果读出电路36包括多个电荷共享校正电路82，则比较器部分84可以仅通过唯一的共享阈值60而彼此不同。

[0064] 在下文中，给出比较器部分84-1的描述。该描述也适用于读出电路36中的每个另外的比较器部分84-2到84-p。

[0065] OR门98-1被配置为从集合26内的所有次像素24的读出电路36接收一个或多个输入次电信号97。OR门98-1被配置为输出OR门输出信号104-1。

[0066] 加法器101-1被配置为从集合26内的所有次像素24的读出电路36接收主电信号70和一个或多个输入主电信号54。加法器101-1被配置为对输入信号求和，并且被配置为输出作为总和的电荷共享电信号56-1。

[0067] 分配比较器100-1被配置为接收OR门输出信号104-1，并且被配置为基于OR门输出信号104-1来设置分配阈值。分配比较器100-1被配置为将次电信号48与分配阈值进行比较，并且被配置为：如果次电信号48大于OR门输出信号104-1，则输出分配输出信号106-1。

[0068] 共享比较器58-1被配置为将电荷共享电信号56-1与共享阈值60-1进行比较，并且被配置为：如果电荷共享电信号56-1大于共享阈值60-1，则输出电荷共享输出信号108-1。

[0069] AND门102-1被配置为：仅当分配输出信号106-1和电荷共享输出信号108-1两者都为高时，输出高输出作为共享数据86-1。

[0070] 这样，电荷共享校正电路82可以对来自集合26的所有像素24的单光子撞击的辐射能量求和，并且将辐射能量的总和仅分配给集合26中分配了最高电荷的像素24(假定该辐射能量的总和高于相应的共享阈值60)。因此，仅在接收最高电荷的像素24中对事件进行计数，并且该电荷的水平(level)是同时在集合26中的所有电荷的总和。

[0071] 根据一个变体,一个或多个输入次电信号97代替一个或多个输入主电信号54被输入到加法器101-1。同样以这种方式,可以对来自集合26的所有像素24的单光子撞击的辐射能量求和。还可以利用输出主电信号96和输入主电信号54,而不是输入次电信号97和输出次电信号99,来仅将辐射能量的总和分配给集合26中分配了最高电荷的像素24。

[0072] 尽管电荷共享校正可以提供来自入射辐射的改善的能级信息,但是每个电荷共享校正电路82由于脉冲堆积而比非共享电路90慢,如下详述。对于电荷共享校正电路82和非共享电路90中的每一者,在可以触发新脉冲之前,脉冲需要分别减小到共享阈值60和非共享阈值68以下。对于给定的共享阈值60的集合,与集合26相关联的电荷共享校正电路82的死区时间(deadtime)通常也将随着集合26中像素24数目的增加而增大。

[0073] 由于提供了不执行电荷共享校正的非共享电路90,读出电路36可以执行共享计数数据88和非共享计数数据94的同时获取。由于非共享电路90进行的处理比一个或多个电荷共享校正电路82进行的处理更快,所以来自非共享电路90的非共享计数数据94可以用于修改来自一个或多个电荷共享校正电路82的共享计数数据88。因此,高通量(flux)可能导致脉冲堆积的所有辐射检测器将受益于该解决方案。

[0074] 图7示意性地示出了由来自入射辐射的电荷产生的脉冲的非限制性示例。脉冲由两个不同读出电路36的电荷共享校正电路82-1和82-2以及非共享电路90处理,在此,一个读出电路36与集合26的第一像素24-22相关联,并且一个读出电路36与集合26的第二像素24-23相关联。辐射检测器12被配置为在测量帧中重复地检测辐射,其中每个测量帧包括数据获取周期和读出周期。图7示出了数据获取周期期间的计数。读出周期在数据采集周期之后。在每个读出周期中,来自所有共享寄存器64的共享计数数据88和来自非共享寄存器74的非共享计数数据94被同时读出到控制系统14。一对数据获取周期和读出周期形成一帧。

[0075] 图7示出了六个曲线图A-F。曲线图A示出了通过第一像素24-22的第一电荷共享校正电路82-1和第一共享阈值60-1的计数。曲线图B示出了通过第一像素24-22的第一电荷共享校正电路82-2和第二共享阈值60-2的计数。曲线图C示出了通过第一像素24-22的非共享电路90和非共享阈值68的计数。曲线图D示出了通过第二像素24-23的第一电荷共享校正电路82-1和第一共享阈值60-1的计数。曲线图E示出了通过第二像素24-22的第二电荷共享校正电路82-2和第二共享阈值60-2的计数。曲线图F示出了通过第二像素24-22的非共享电路90和非共享阈值68的计数。

[0076] 在时间t1,来自光子的电荷被记录在第一像素24-22中,但不被记录在第二像素24-23中。由于对应的脉冲大于非共享阈值68,所以第一像素24-22的非共享计数器72递增到1,如曲线图C所示。此外,由于集合26中的相应脉冲的总和也大于第一共享阈值60-1,并且由于脉冲在第一像素24-22中是最大的,所以第一像素24-22的第一共享计数器62-1递增到1,如曲线图A所示。

[0077] 由于在第二像素24-23中没有记录到脉冲,因此第二像素24-23的非共享计数器72不递增(曲线图F)。此外,尽管集合26中的对应脉冲的总和大于第一共享阈值60-1,但由于第一像素24-22中的脉冲大于第二像素24-23中的脉冲24-22中的脉冲大于第二像素24-23中的脉冲(曲线图D)。

[0078] 在时间t2,来自光子的电荷被记录在第一像素24-22中,但不被记录在第二像素24-23中。相应的脉冲大于时间t1处的脉冲。由于对应的脉冲大于非共享阈值68,所以第一

像素24-22的非共享计数器72递增到2,如曲线图C所示。此外,由于集合26中的相应脉冲的总和也大于第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2,并且由于脉冲在第一像素24-22中是最大的,所以第一像素24-22的第一共享计数器62-1递增到2,并且第一像素24-22的第二共享计数器62-2递增到1,如曲线图A和曲线图B所示。

[0079] 在时间t3,来自光子的电荷被记录在第一像素24-22和第二像素24-23中的每个像素中。在第一像素24-22中的相应的脉冲大于在第二像素24-23中的相应的脉冲。由于在第一像素24-22和第二像素24-23的每个像素中相应的脉冲大于非共享阈值68,所以第一像素24-22的非共享计数器72如曲线图C所示递增到3,而第二像素24-23的非共享计数器72如曲线图F所示递增到1。此外,由于相应脉冲的总和大于第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2,并且由于脉冲在第一像素24-22中最大,第一像素24-22的第一共享计数器62-1递增到3,如曲线图A所示,并且第一像素24-22的第二共享计数器62-2递增到2,如曲线图B所示。

[0080] 在时间t4,来自光子的电荷被记录在第一像素24-22和第二像素24-23中的每个像素中。在第二像素24-23中的相应的脉冲大于在第一像素24-22中的相应的脉冲。由于在第一像素24-22和第二像素24-22的每个像素中相应的脉冲大于非共享阈值68,所以第一像素24-22的非共享计数器72如曲线图C所示递增到4,而第二像素24-23的非共享计数器72如曲线图F所示递增到2。此外,由于相应脉冲的总和大于第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2,并且由于脉冲在第二像素24-23中最大,因此第二像素24-23的第一共享计数器62-1如曲线图D所示递增到1,并且第二像素24-23的第二共享计数器62-2如曲线图E所示递增到1。

[0081] 在时间t5,来自光子的电荷被记录在第二像素24-23中,但不被记录在第一像素24-22中。因为对应的脉冲大于非共享阈值68,所以第二像素24-23的非共享计数器72递增到3,如曲线图F中所示。此外,由于集合26中的相应的脉冲的总和也大于第一共享阈值60-1,并且由于脉冲在第二像素24-23中最大,因此第二像素24-23的第一共享计数器62-1递增到2,如曲线图D中所示。

[0082] 在时间t6,来自光子的电荷被记录在第一像素24-22中,但不被记录在第二像素24-23中。由于对应的脉冲大于非共享阈值68,所以第一像素24-22的非共享计数器72递增到5,如曲线图C所示。此外,由于集合26中的相应脉冲的总和也大于第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2,并且由于脉冲在第一像素24-22中是最大的,第一像素24-22的第一共享计数器62-1递增到4,如曲线图A所示,并且第一像素24-22的第二共享计数器62-2递增到3,如曲线图B所示。

[0083] 在时间t7,来自光子的电荷被记录在第二像素24-23中,但不被记录在第一像素24-22中。由于在时间t7来自光子的相应脉冲大于非共享阈值68,所以第二像素24-23的非共享计数器72递增到4,如曲线图F所示。然而,由于在时间t6来自光子的电荷在时间t7仍然被记录在第一像素24-22中,所以求和脉冲将不会降低到第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2中的任何一者之下。结果,尽管脉冲高于第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2,并且尽管第二像素24-23中的脉冲大于第一像素24-22中的脉冲,但是第二像素24-23的第一共享计数器62-1和第二共享计数器62-2中没有一个在时间t7递增。这样,电荷共享校正的死区时间可能导致来自电荷共享校正部50的信息丢失。

[0084] 在时间t8,来自光子的电荷被记录在第一像素24-22中,而来自t7的脉冲仍然被记录在第二像素24-23中。时间t8处的脉冲使第一像素24-22的非共享计数器72递增到6,如曲

线图C所示。此外,由于在时间t7处的脉冲与在时间t8处的脉冲的和稍微下降到第二共享阈值60-2以下,并且由于在时间t8处第一像素24-22中的脉冲最大,所以第一像素24-22的第二共享计数器62-2递增到4,如曲线图B所示。然而,由于在时间t7处的脉冲与在时间t8处的脉冲的和在时间t8处没有下降到第一共享阈值60-1以下,所以尽管脉冲在第一像素24-22中是最大的,第一像素24-22的第一共享计数器62-1没有增加。同样以这种方式,电荷共享校正的死区时间可能导致来自电荷共享校正部分50的信息丢失。

[0085] 由于当一个脉冲高于检测阈值时需要一定的时间,因此在时间上接近的另一脉冲可能不总是被计数。因此,如果两个脉冲比死区时间更近,则可以将这两个脉冲计为一个脉冲。

[0086] 图8示意性地示出了用于共用读出电路36中的电荷共享校正电路82和非共享电路90中的一个电路并且用于不同输入计数率112的输出计数率110的具体和非限制性示例。输入计数率112和输出计数率110的单位是counts/s*mm^2(每秒每平方毫米的计数)。根据像素24对辐射的曝光,不同像素24之间的输入计数率112通常不同。例如,接收未与对象18相互作用的辐射的像素24的输入计数率112通常显著高于接收已与对象18相互作用的辐射的像素24的输入计数率112。

[0087] 在该特定和非限制性示例中的非共享曲线114表示具有15keV的非共享阈值68ns和41ns的模拟死区时间的非共享电路90中的输出计数率110。在该特定且非限制性实例中,电荷共享校正曲线116表示具有15k eV的共享阈值60ns和117ns的模拟死区时间的电荷共享校正电路82中的输出计数率110。尽管电荷共享校正对于低输入计数率112工作良好,但由于电荷共享校正电路82的死区时间较长,电荷共享校正电路82的输入计数率112低于非共享电路90的输入计数率112时发生饱和问题。如电荷共享校正曲线116所示,当记录的事件减少时,输入计数率112可以增加。

[0088] 如图8所示,非共享曲线114上的输出计数率110的值唯一地对应于从零到至少相对高的输入计数率112的输入计数率112的值(在图8的特定示例中,从零到至少4*10^{8}计数/s*mm^2)。相反,对于电荷共享校正曲线116,输出计数率110的值唯一地对应于输入计数率112的值,仅对应于实质上较低的输入计数率112(在图8的特定示例中从零到大约1.8*10^{8}计数/s*mm^2)。在输入计数率112高于约1.8*10^{8}计数/s*mm^{2}时,电荷共享校正曲线116上的输出计数率110降低,以增加输入计数率112。其原因在于电荷共享校正电路82的死区时间比非共享电路90的死区时间长。通过基于非共享电路90中记录的事件而不是基于任何电荷共享校正电路82中记录的事件来确定输出计数率110,可以针对较高的输入计数率112正确地确定输出计数率110。计数率阈值118可以被设定为输入计数率112,其中任一电荷共享校正电路82中的输出计数率110减小以增加输入计数率112。可以通过模拟、计算和/或实验来检测这样的输入计数率112,其中在任何电荷共享校正电路82中的输出计数率110降低以增加输入计数率112。例如,关于图8,可以看出,计数率阈值118被设置在电荷共享校正曲线116的峰值电平处,此处是在输入计数率112的电平处,其中输出计数率110相对于输入计数率112的导数为零。计数率阈值118可以由控制系统14设置。由于每个读出电路36具有相同的硬件,所以计数率阈值118对于所有读出电路36可以是相同的。

[0089] 成像装置10(诸如其控制系统14)可基于非共享计数数据94确定每个读出电路36的输入计数率112。在输入计数率112高于计数率阈值118的情况下,对于该读出电路36可以

忽略共享计数数据88。这种方式构成了基于来自非共享电路90的非共享计数数据94修改来自至少一个电荷共享校正电路82的共享计数数据88的一个示例。

[0090] 输出计数率CR_{output}(或110)可以被确定为：

[0091] $$CR_{output} = \frac{C_{nsc}}{t*A} \quad (1)$$

[0092] 其中C_{nsc}是由非共享电路90计数的计数数目(诸如数据获取周期期间的计数数目)，t是时间周期(诸如数据获取周期)，并且A是与非共享电路90相关联的主像素24的面积。然后可以基于输出计数率110来确定输入计数率112。输入计数率112可以例如基于表示非共享电路90的输出计数率110和输入计数率112之间的关系(即图8中的非共享曲线114)的数学公式或模拟来确定。可以为一个、几个或所有读出电路36确定输入计数率112。

[0093] 不穿过对象18的辐射的输入计数率112可以显著高于穿过对象18的辐射的输入计数率112，因为较少的X射线穿过对象18。计数率阈值118因此可以例如被设置为使得对于不穿过对象18的辐射的输入计数率112高于计数率阈值118，并且使得对于穿过对象18的辐射的输入计数率112低于计数率阈值118。如果来自具有高于计数率阈值118的输入计数率112的像素24的共享计数数据88例如在重建期间被控制系统14忽略，则可以使图像处理更快。此外，由于不穿过对象18的辐射可能不包含任何感兴趣的光谱信息，因此可以更快地进行图像处理而不降低图像质量。

[0094] 此外，通过从具有比电荷共享校正电路82低的死区时间的非共享电路90读出非共享计数数据94，与包括一个或多个电荷共享校正电路但没有非共享电路的常规辐射检测器相比，辐射检测器12在输入计数率112的高得多的范围内具有优良的分辨率。

[0095] 因此，辐射检测器12可以同时处理接收未与对象18相互作用的辐射的像素24中的高输入计数率112，并且通过接收与对象18相互作用的具有低输入计数率112的辐射的像素24中的电荷共享校正来提供高能量分辨率。

[0096] 图9是概述处理入射辐射的方法的一般步骤的流程图。该方法包括提供S10被配置为检测入射辐射的辐射能量的多个像素24。该方法还包括提供S12读出电路36，该读出电路36被配置为处理来自多个像素24之中的相对于读出电路36的主像素24的输入信号42。该方法还包括由读出电路36中的至少一个电荷共享校正电路82处理S14表示来自多个像素24之中的像素24的集合26的辐射能量的总和的电荷共享电信号56，像素24的该集合26包括相对于读出电路36的至少一个次像素24。该方法还包括由读出电路36中的非共享电路90处理S16，并且与由至少一个电荷共享校正电路82处理S14电荷共享电信号56同时地处理仅与主像素24相关联的主电信号70，该主电信号70表示来自主像素24的辐射能量。

[0097] 该示例的方法还包括由每个电荷共享校正电路82中的共享比较器58将电荷共享电信号56与共享阈值60进行比较S18。该示例的方法还包括由每个电荷共享校正电路82中的共享计数器62对与相应共享比较器58相关联的共享数据86进行计数S20，以提供共享计数数据88。该示例的方法还包括通过每个电荷共享校正电路82中的共享寄存器64处理S22来自相应共享计数器62的共享计数数据88。

[0098] 该示例的方法还包括由非共享电路90中的非共享比较器66将主电信号70与非共享阈值68进行比较S24。该示例的方法还包括通过非共享电路90中的非共享计数器72对与非共享计数器72相关联的非共享数据92进行计数S26，以提供非共享计数数据94。该示例的

方法还包括由非共享电路90中的非共享寄存器74处理S28来自非共享计数器72的非共享计数数据94。在该示例中,比较S18,计数S20和处理S22与比较S24,计数S26和处理S28同时执行。

[0099] 该示例的方法还包括基于非共享计数数据94修改S30共享计数数据88。在该示例中,修改S30包括:针对每个读出电路36,基于来自非共享电路90的非共享计数数据94来确定S32输出计数率110,基于输出计数率110来确定S34输入计数率112,以及基于输入计数率112忽略S36至少一些共享计数数据88。

[0100] 一些实施例包括用于辐射检测器12的读出电路36,辐射检测器12包括多个像素24,读出电路36被配置为处理来自多个像素24之中的相对于读出电路36的主像素24的输入信号42,并且读出电路36包括至少一个电荷共享校正电路82,每个电荷共享校正电路82被配置为处理电荷共享电信号56,电荷共享电信号56表示来自多个像素24之中的像素24的集合26的辐射能量,像素24的该集合26包括相对于读出电路36的至少一个次像素24;以及非共享电路90,非共享电路90被配置为:在由至少一个电荷共享校正电路82处理电荷共享电信号56的同时,处理仅与主像素24相关联的主电信号70,主电信号70表示来自主像素24的辐射能量。

[0101] 读出电路36可以被配置为使得由至少一个电荷共享校正电路82对电荷共享电信号56的处理与由非共享电路90对主电信号70的处理同时执行。因此,至少一个电荷共享校正电路82和非共享电路90可以同时激活。

[0102] 每个像素24可以与像素24的唯一的集合26相关联。像素24的每个集合26可以具有主像素24和至少一个次像素24之间的对应关系。除主像素24外,像素24的每个集合26还可以包括相对于主像素24的多个次像素24。

[0103] 在一些实施例中,响应于共用输入信号42,非共享电路90被布置为提供非共享数据92,并且至少一个电荷共享校正电路82中的一个或多个电荷共享校正电路被布置为提供共享数据86。

[0104] 在一些实施例中,至少一个次像素24与主像素24相邻。两个相邻的像素24可以并排布置或者可以彼此对角相邻。

[0105] 在一些实施例中,每个电荷共享校正电路82包括共享比较器58,共享比较器58被配置为将电荷共享电信号56与唯一的共享阈值60进行比较。

[0106] 在一些实施例中,至少一个电荷共享校正电路82包括具有第一共享比较器58-1的第一电荷共享校正电路82-1和具有第二共享比较器58-2的第二电荷共享校正电路82-1,其中第一共享比较器58-1被配置为将电荷共享电信号56-1与第一共享阈值60-1进行比较,并且其中第二共享比较器58-2被配置为将电荷共享电信号56-2与不同于第一共享阈值60-1的第二共享阈值60-2进行比较。

[0107] 在一些实施例中,每个电荷共享校正电路82包括共享计数器62,共享计数器62被配置为对与共享比较器58相关联的共享数据86进行计数。

[0108] 在一些实施例中,每个电荷共享校正电路82包括共享寄存器64,共享寄存器64与共享计数器62相关联,并且被配置为处理来自相关联的共享计数器62的共享计数数据88。

[0109] 在一些实施例中,每个非共享电路90包括非共享比较器66,非共享比较器66被配置为将主电信号70与非共享阈值68进行比较。

[0110] 在一些实施例中,非共享阈值68可以低于每个共享阈值60。

[0111] 在一些实施例中,每个非共享电路90包括非共享计数器72,非共享计数器72被配置为对与非共享比较器66相关联的非共享数据92进行计数。

[0112] 在一些实施例中,每个非共享电路90包括非共享寄存器74,非共享寄存器74与非共享计数器72相关联并且被配置为处理来自相关联的非共享计数器72的非共享计数数据94。

[0113] 一些实施例包括辐射检测器12,辐射检测器12包括多个像素24和根据本公开的至少一个读出电路36,其中每个读出电路36与多个像素24之中的唯一的像素24相关联。辐射检测器12可以包括多个读出电路36,诸如至少100个读出电路36,每个读出电路36与唯一的像素24相关联。非共享阈值68对于所有读出电路36可以是相同的,和/或每个共享阈值60(例如,第一共享阈值60-1和第二共享阈值60-2)对于所有读出电路36可以是相同的。

[0114] 在一些实施例中,辐射检测器12被配置为针对每个读出电路36同时读出来自至少一个电荷共享校正电路82的共享计数数据88和来自非共享电路90的非共享计数数据94。

[0115] 一些实施例包括成像装置10,成像装置10包括根据本公开的辐射检测器12。

[0116] 在一些实施例中,成像装置10还包括控制系统14,控制系统14包括至少一个数据处理设备20和至少一个存储器22,存储器22上存储有至少一个计算机程序。

[0117] 在一些实施例中,至少一个计算机程序包括程序代码,当由至少一个数据处理设备20执行时,程序代码使至少一个数据处理设备20基于来自至少一个非共享电路90中的一个或多个非共享电路的非共享计数数据94来修改来自至少一个电荷共享校正电路82中的一个或多个电荷共享校正电路的共享计数数据88。

[0118] 在一些实施例中,至少一个计算机程序包括程序代码,当由至少一个数据处理设备20执行时,程序代码使至少一个数据处理设备20针对每个读出电路36:基于来自非共享电路90的非共享计数数据94来确定输出计数率110;基于输出计数率110来确定输入计数率112;并且基于输入计数率112忽略至少一些共享计数数据88。

[0119] 输出计数率110可以被确定为由非共享电路90进行计数的计数数目除以时间周期并除以与非共享电路90相关联的主像素24的面积。然后可以基于输出计数率110,例如通过数学公式或模拟来确定输入计数率112。可以为一个、几个或所有读出电路36确定输入计数率112。

[0120] 对于每个读出电路36,忽略共享计数数据88中的至少一些共享计数数据可以包括:当读出电路36的输入计数率112高于计数率阈值118时,忽略共享计数数据88。计数率阈值118可以被设置为输入计数率112,其中在一个或多个电荷共享校正电路82中的至少一个电荷共享校正电路中发生饱和。

[0121] 一些实施例包括一种处理入射辐射的方法,该方法包括:提供S10多个像素24,这些像素被配置为用于检测入射辐射的辐射能量;提供S12读出电路36,读出电路36被配置为处理来自多个像素24之中的相对于读出电路36的主像素24的输入信号42;由读出电路36中的至少一个电荷共享校正电路82,处理S14表示来自多个像素24之中的像素24的集合26的辐射能量的总和的电荷共享电信号56,像素24的该集合26包括相对于读出电路36的至少一个次像素24;以及由读出电路36中的非共享电路90并且与由至少一个电荷共享校正电路82处理S14电荷共享电信号56同时,处理S16仅与主像素24相关联的主电信号70,主电信号70

表示来自主像素24的辐射能量。

[0122] 在一些实施例中,该方法还包括:由每个电荷共享校正电路82中的共享比较器58,将电荷共享电信号56与共享阈值19进行比较S18;由每个电荷共享校正电路82中的共享计数器62,对与相应的共享比较器58相关联的共享数据86进行计数S20,以提供共享计数数据88;由每个电荷共享校正电路82中的共享寄存器64,处理S22来自相应的共享计数器62的共享计数数据88;由非共享电路90中的非共享比较器66,将主电信号70与非共享阈值68进行比较S24;通过非共享电路90中的非共享计数器72,对与非共享计数器72相关联的非共享数据92进行计数S26,以提供非共享计数数据94;以及由非共享电路90中的非共享寄存器74,处理S28来自非共享计数器72的非共享计数数据94。

[0123] 在一些实施例中,该方法还包括基于非共享计数数据94来修改S30共享计数数据88。

[0124] 在一些实施例中,该方法还包括,针对每个读出电路36:基于来自非共享电路90的非共享计数数据94,确定S32输出计数率110;基于输出计数率110,确定S34输入计数率112;以及基于输入计数率112,忽略S36至少一些共享计数数据88。

[0125] 尽管已经参照示例性实施例描述了本公开,但是应当理解,本公开不限于上述内容。例如,可以理解,部件的尺寸可以根据需要改变。因此,本公开仅由所附权利要求的范围来限定。

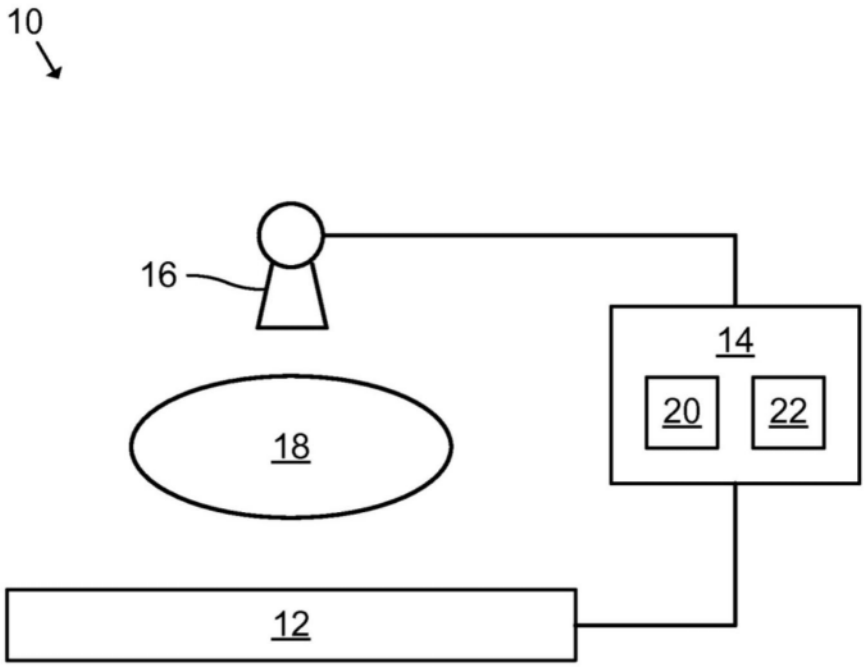


图1

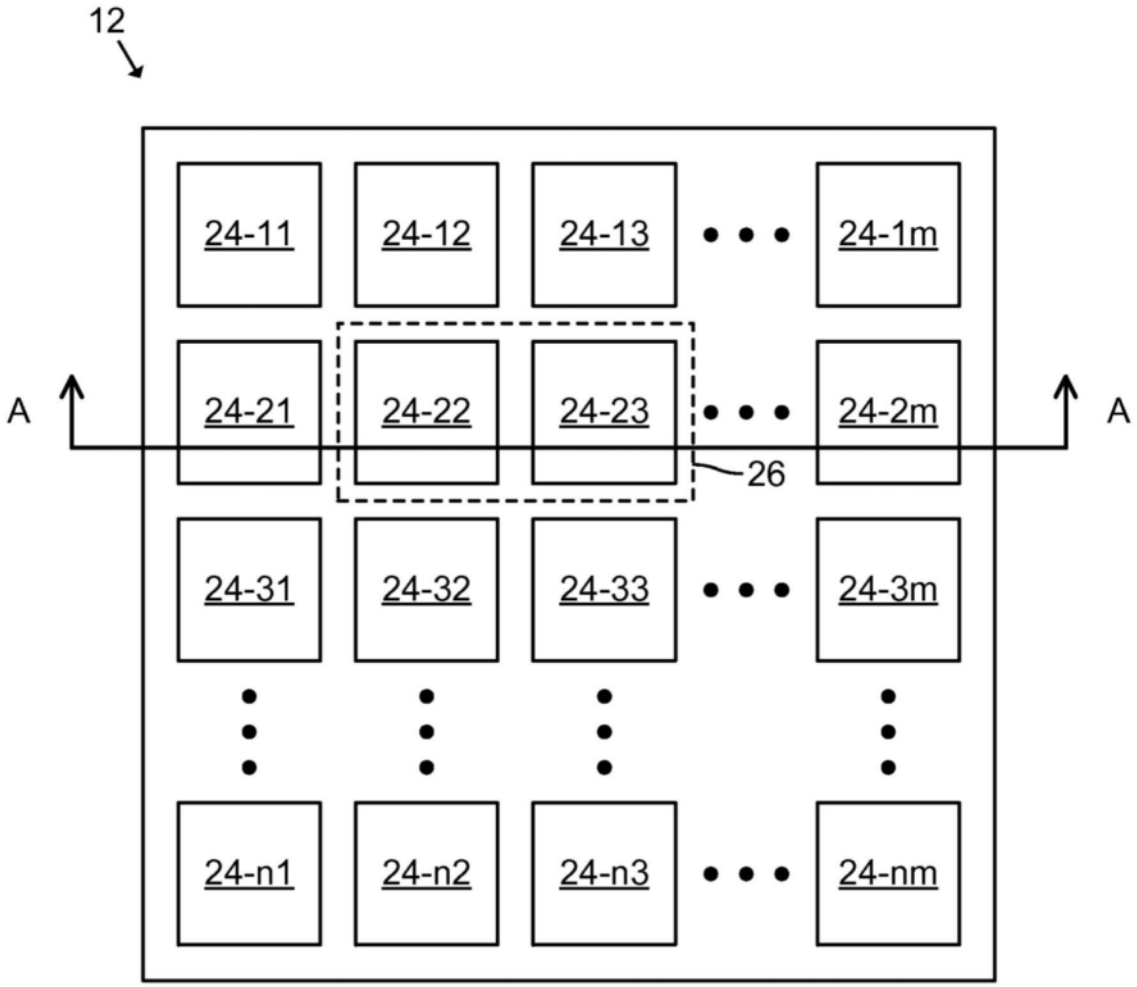

12
24-11
24-12
24-13
24-1m
A
24-21
24-22
24-23
24-2m
A
26
24-31
24-32
24-33
24-3m
24-n1
24-n2
24-n3
24-nm

图2

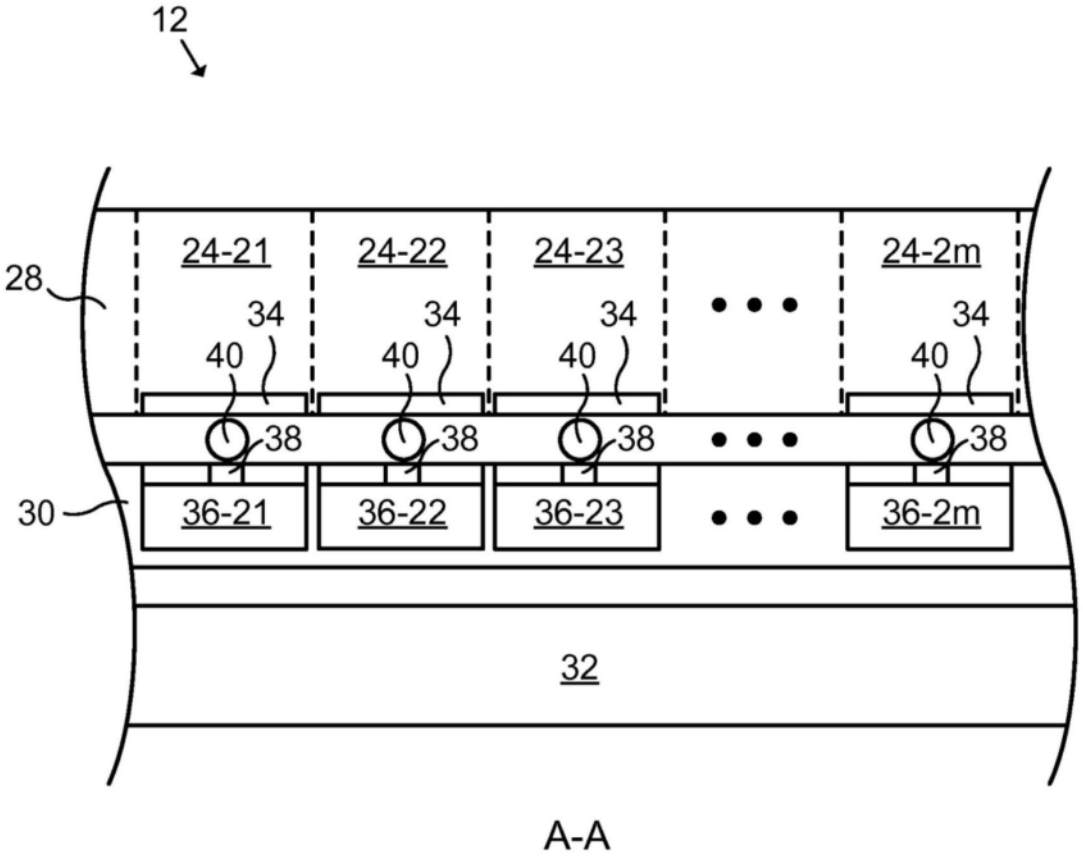


图3

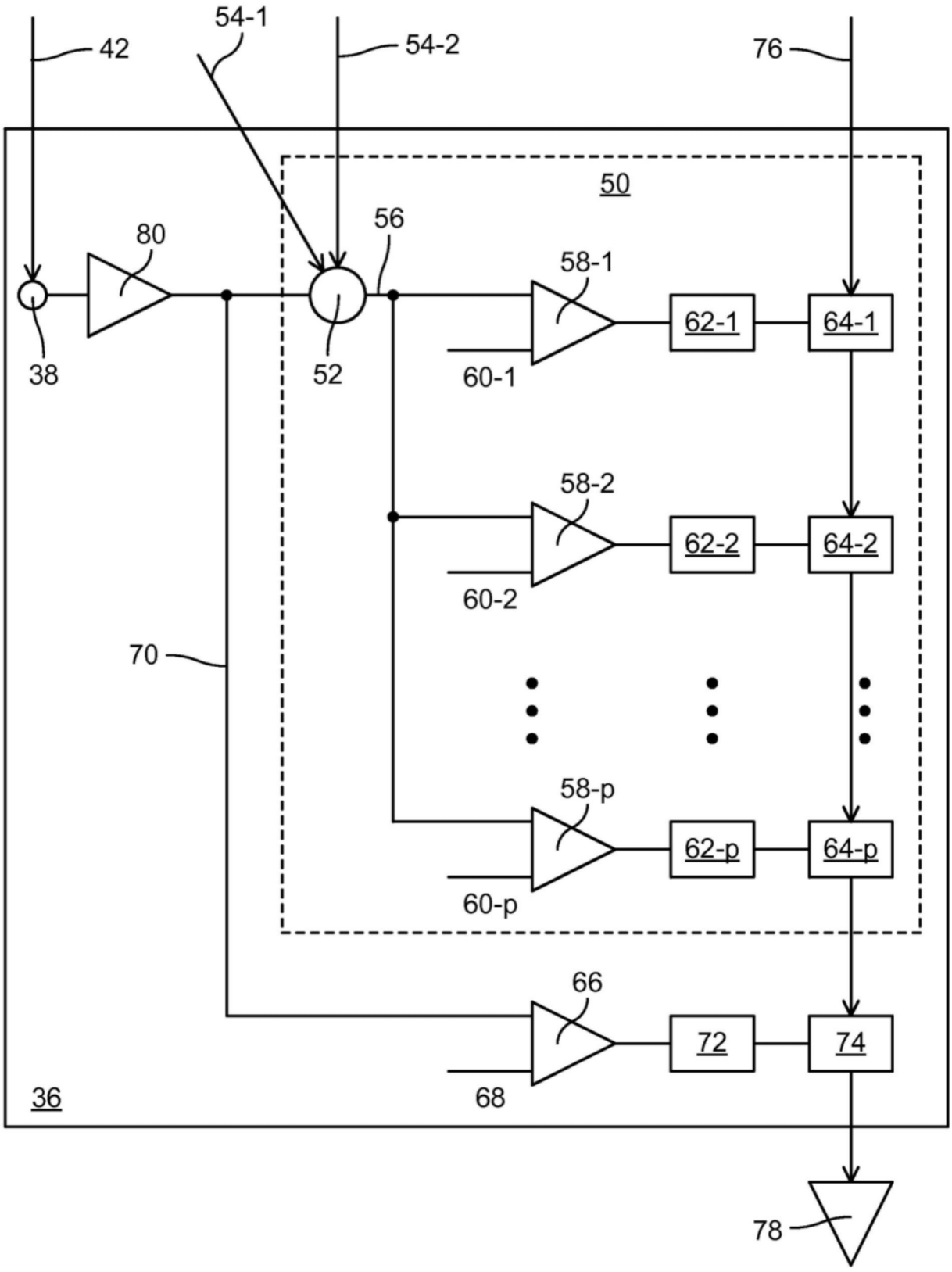

42
54-1
54-2
76
50
80
56
58-1
62-1
64-1
38
52
60-1
58-2
62-2
64-2
60-2
70
58-p
62-p
64-p
60-p
66
72
74
36
68
78

图4

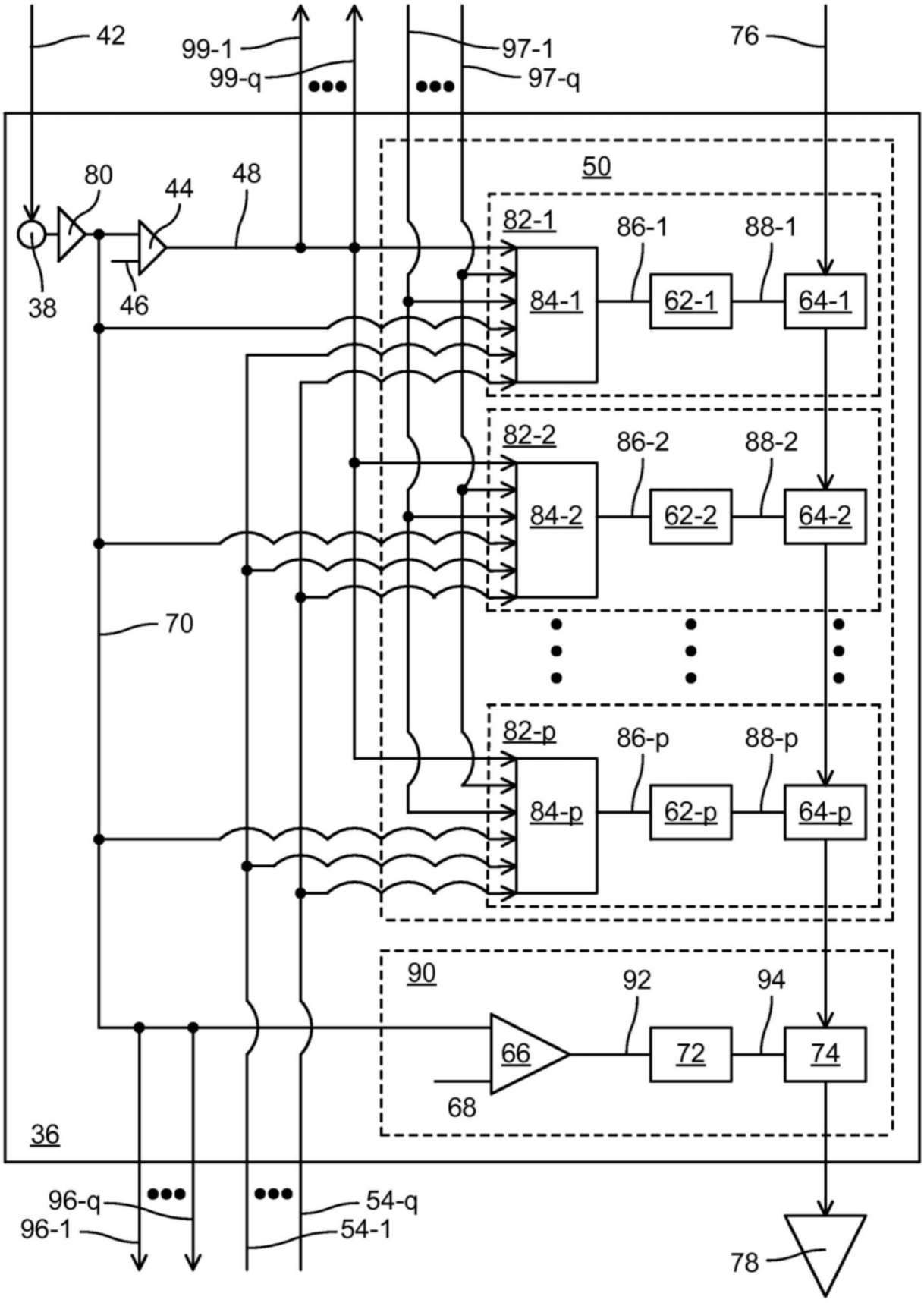

42
99-1
99-q
97-1
97-q
76
50
80
44
48
82-1
86-1
88-1
38
46
84-1
62-1
64-1
82-2
86-2
88-2
84-2
62-2
64-2
70
82-p
86-p
88-p
84-p
62-p
64-p
90
92
94
66
72
74
68
36
96-q
96-1
54-q
54-1
78

图5

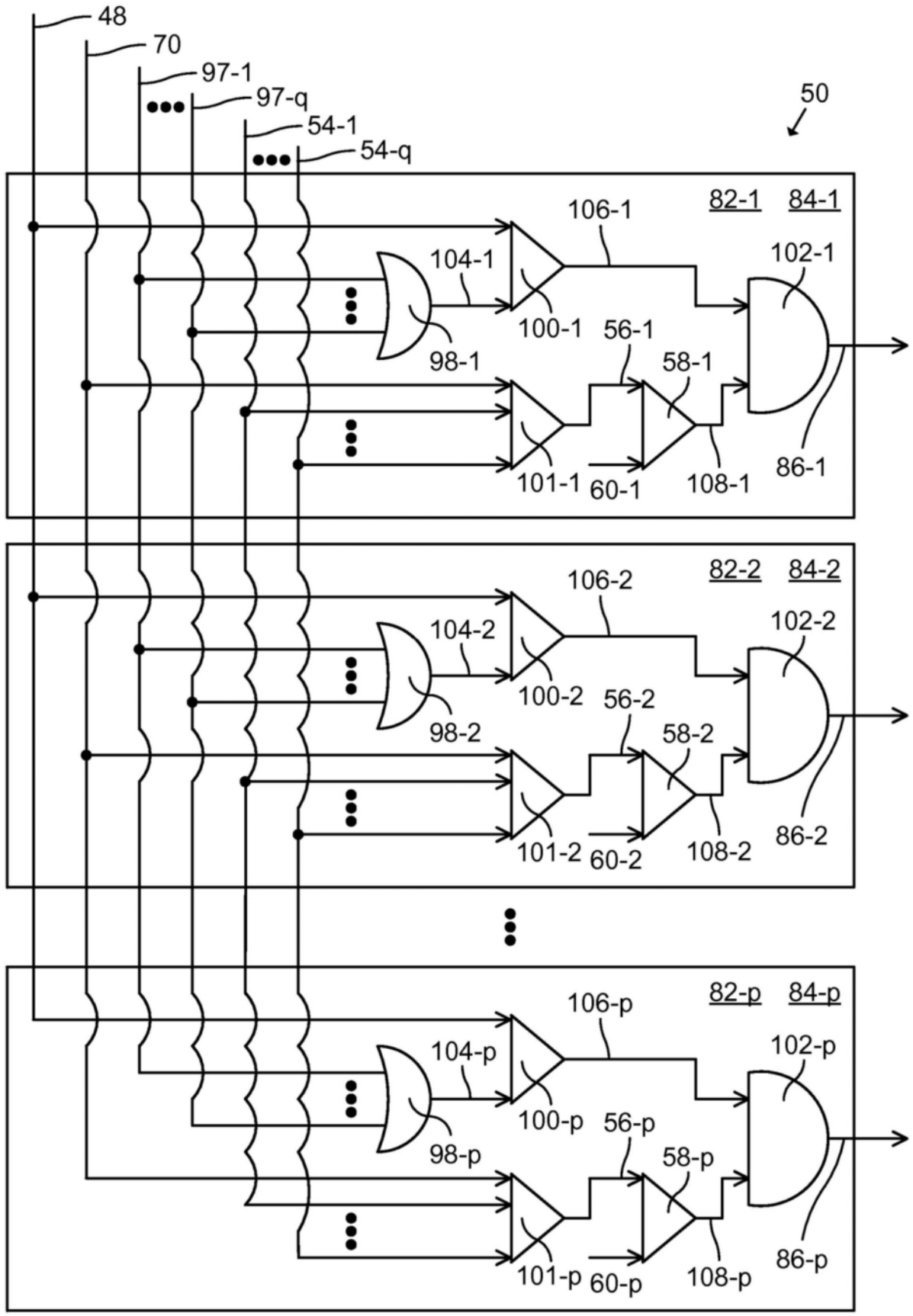

48
70
97-1
97-q
54-1
54-q
50
82-1
84-1
106-1
104-1
102-1
100-1
56-1
98-1
58-1
101-1
60-1
108-1
86-1
82-2
84-2
106-2
104-2
102-2
100-2
56-2
98-2
58-2
101-2
60-2
108-2
86-2
82-p
84-p
106-p
104-p
102-p
100-p
56-p
98-p
58-p
101-p
60-p
108-p
86-p

图6

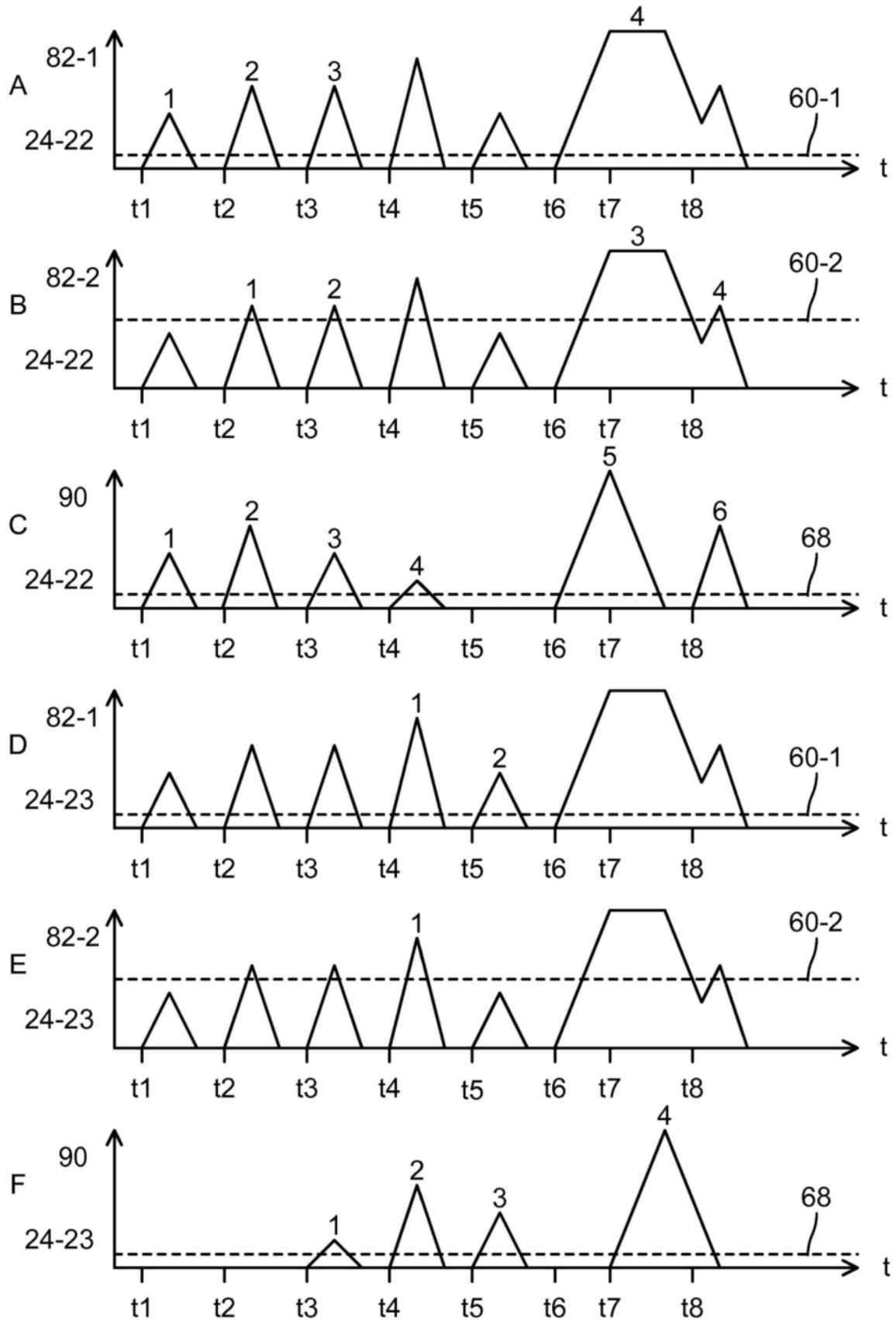

A
82-1
24-22
1
2
3
4
60-1
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
B
82-2
24-22
1
2
3
4
60-2
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
C
90
24-22
1
2
3
4
5
6
68
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
D
82-1
24-23
1
2
60-1
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
E
82-2
24-23
1
60-2
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
F
90
24-23
1
2
3
4
68
t
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8

图7

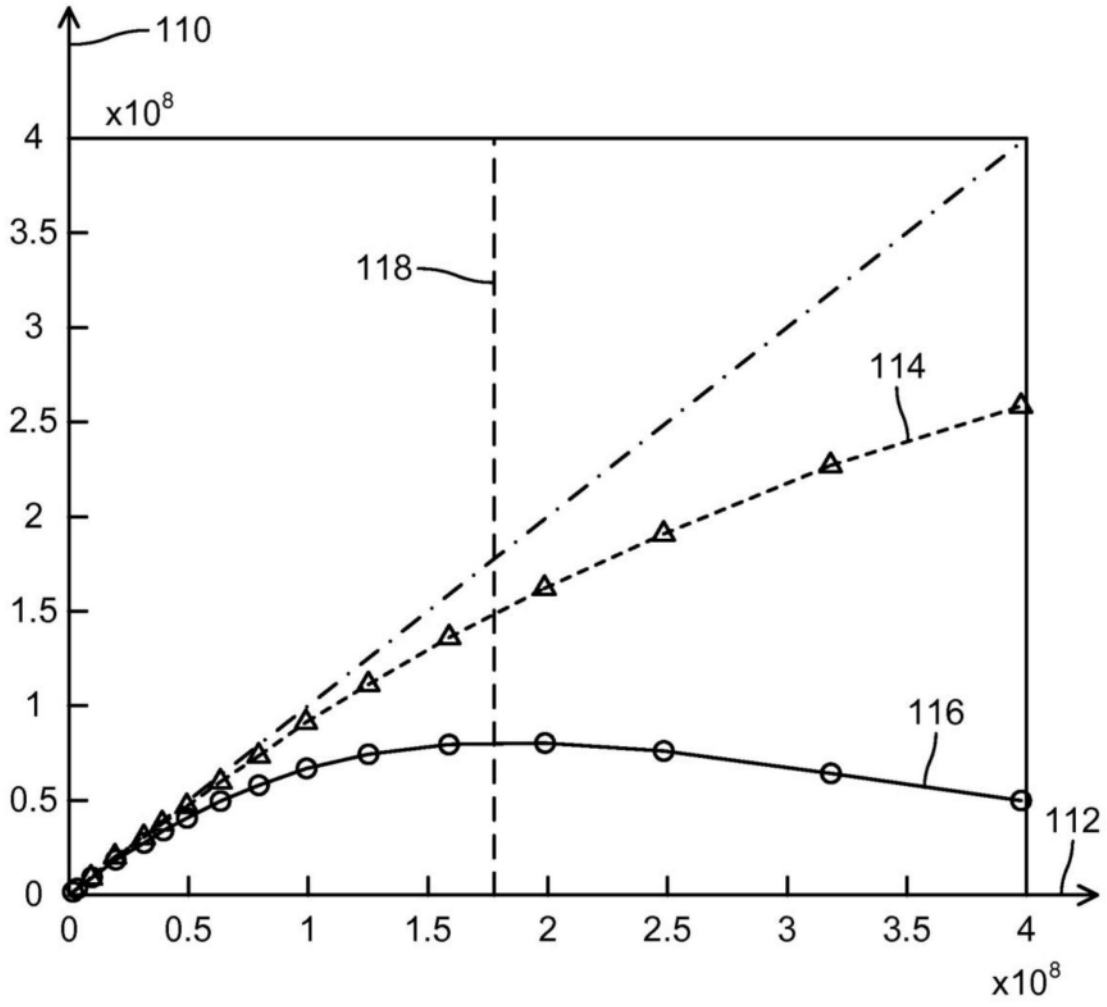


图8

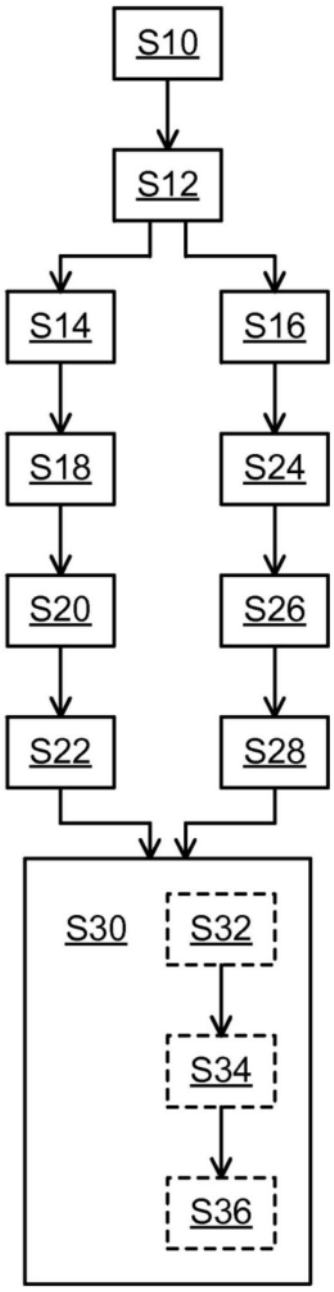


图9