

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 3/15 (2006.01)

H04N 5/32 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580002226.4

[43] 公开日 2007年2月7日

[11] 公开号 CN 1910902A

[22] 申请日 2005.1.7

[21] 申请号 200580002226.4

[30] 优先权

[32] 2004.1.12 [33] EP [31] 04100073.8

[86] 国际申请 PCT/IB2005/050092 2005.1.7

[87] 国际公布 WO2005/069601 英 2005.7.28

[85] 进入国家阶段日期 2006.7.11

[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

共同申请人 弗劳恩霍弗实用研究促进协会

[72] 发明人 O·祖赫 J·劳特 M·格纳德

D·维勒 A·克姆纳

G·福格特迈尔 R·施特德曼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 顾珊 梁永

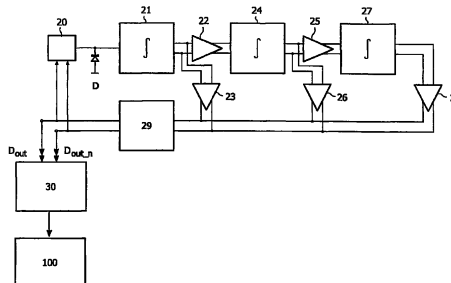
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 发明名称

半导体基图像传感器

[57] 摘要

描述了具有多个探测器元件或图像像素的探测器装置和/或半导体基图像传感器，其每个都具有集成的SD(西格马-德耳塔)调制器(20至29)或集成的SD-A/D(西格马-德耳塔模拟/数字)转换器(20至30)，以及尤其以CMOS半导体为基础的这种探测器装置和/或这种图像传感器。尤其是以差分形式和/或SD调制器和SD-A/D转换器的多相结构为基础，可以制造具有特别高的耐噪声性、高动态范围和较少噪声的探测器装置和/或图像传感器，以便这尤其适合于用在计算机X线断层照相术(CT)装置中。



1. 一种具有多个探测器元件或图像像素的探测器装置，其每个都具有集成的 SD 调制器（20 至 29），其中该 SD 调制器（20 至 29）具有差分设计和/或多级。
2. 如权利要求 1 中所要求的探测器装置，其中该 SD 调制器（20 至 29）以抽样滤波器（30）被扩充至 SD-A/D 转换器。
3. 如权利要求 1 中所要求的探测器装置，其中在 CMOS 半导体结构上实现了探测器元件或图像像素以及 SD 调制器（20 至 29）。
4. 如权利要求 1 中所要求的探测器装置，其中 SD 调制器（20 至 29）对具有 SC 电流源的探测器元件的信号具有电流反馈（20）。
5. 如权利要求 1 中所要求的探测器装置，其中在至少一个探测器元件或图像像素中提供了（29）SD 调制器（20 至 29）的级联装置。
6. 如权利要求 1 中所要求的探测器装置，其中 SD 调制器（20 至 29）具有自稳零比较器（29）。
7. 一种具有如权利要求 1 中所要求的探测器装置的半导体基图像传感器。
8. 一种具有如权利要求 1 中所要求的探测器装置的 X 射线探测器。
9. 一种 X 射线装置，尤其是用于计算机 X 线断层照相术，具有如权利要求 1 中所要求的探测器装置。

## 半导体基图像传感器

### 技术领域

本发明涉及一种分别具有多个探测器元件或图像像素的探测器装置和半导体基图像传感器，其每个都具有集成的SD（西格马-德耳塔）调制器或集成的SD-A/D（西格马-德耳塔模拟/数字）转换器，以及尤其分别具有以CMOS半导体结构为基础的这种探测器装置或这种图像传感器。本发明还涉及一种X射线探测器和X射线装置，尤其是用于具有这种探测器装置的计算机X线断层照相术。

### 背景技术

从US 5,461,425得知具有多个像素的CMOS图像传感器，所述多个像素中的每个都由以西格马-德耳塔（SD）调制器的形式指定给每个像素的至少一个光电探测器（或光电晶体管）和A/D转换器形成。A/D转换器每个都设置在像素装置和在像素传感器中的光电晶体管的中间区域中。该图像传感器应当成本有效地制造且是特别有效的，以便可以产生优良质量的图像。但对于在X射线探测器中的应用，该图像传感器是不适合的或仅受限制的，由于用于这些应用，所以特别需要高动态范围和低噪声。

### 发明内容

因此本发明的一个目的包括建立具有多个探测器元件或图像像素的探测器和图像传感器，其每个都示出了集成的SD（西格马-德耳塔）调制器或集成的SD-A/D（西格马-德耳塔模拟/数字）转换器，其示出了尤其用于X射线技术中的足够高的动态范围。

此外应当提供以上描述类型的探测器装置和图像传感器，其示出了特别高的信噪比，如特别需要用于X射线技术的应用中。

最终还应当提供分别由以上所述性质制成的探测器装置或图像传感器，其特别适合用于计算机X线断层照相术的应用中。

利用具有多个探测器元件或图像像素的探测器装置获得了该目的，所述多个探测器元件或图像像素每个都具有集成的SD调制器，其

中SD调制器具有差分设计和/或多级。

这种解决方案的特定优点包括，探测器装置或图像传感器分别示出了，这显示出高的耐干扰性、高的动态范围和低的噪声。

从属权利要求的内容对于本发明进一步的实施例是有利。

#### 附图说明

参考各图从优选实施例的以下描述，本发明进一步的细节、特征和优点是显而易见的。其示出了：

图1是计算机X线断层照相术装置的主要组件的图形表示。

图2是根据所检测光子的数量的探测器信号动态范围的图形表示。

图3是根据本发明用于处理探测器元件信号的基本电路。

图4是用于处理根据本发明探测器元件的信号电路框图。

图5详细地示出了图4中所示电路的组件。

#### 具体实施方式

图1概略地示出了计算机X线断层照相术（CT）装置的基本组件。该装置包括台架1，在台架1的圆周上固定了X射线源2以及相对的探测器装置3。X射线源2产生扇状或棱锥形X射线束4，其指向探测器装置3。穿过台架1的内部（z方向）和由此穿过X射线束4，分别通过了检查的对象或患者5。当台架1同时旋转时，平躺在台架1平面中的患者5的检查区6被X射线从各个方向穿透，以便可以以公知的方式从由探测器装置3记录的图像数据来计算检查区6的截面。

探测器装置3一般是一部分图像传感器，用其检测和处理X射线，以计算和产生检查区的图像。探测器装置3包括多个探测器元件，其每个都对应于所计算图像的图像像素，并且设置成多行和多列的形式，其中所述行横越台架1的宽度方向，并且所述列与其垂直地横越。

为了阐明形成本发明原理的问题，提到了图2。探测器信号的幅度波动的一般范围，即由探测器元件检测的X射线光子的数量，一般在对于最弱的信号近似64个光子和对于最强的信号约一百万个光子之间的范围内。这对应于近似16000的因数。对于表示该数量光子的数字信号表示，需要高达14位。

在图2中用对数表示这种（有用的）信号S，其中在水平轴上表示了X射线光子的数量 and 对应位数（输入信号），以及在垂直轴上表示了依赖于其的输出信号的位数。

噪声信号N（散粒噪声）近似由有用信号S的平方根所产生，并且同样在图2中用对数表示。由此有用信号S的分解取决于它的幅度。如由图2所得到的，对于最高探测器信号幅度的信噪比包括近似十位，对于最低的探测器信号幅度约三位。然而，为了能够一方面提高最小噪声信号N（对应于八个光子），另一方面提高最大的有用信号S（近似一百万个光子），需要近似17位的总动态范围。

为了能够在最接近的探测器元件中设置相应有效的读出放大器，优选使用CMOS或其它高集成的半导体结构。为了处理和数字化具有这种高动态范围的每个探测器元件的模拟输出信号，优选使用了SD-A/D（西格马-德耳塔 模拟-数字）转换器。

图3示出了这种SD-A/D转换器的原理实现，其包括过采样调制器（SD调制器）和抽样滤波器（decimation filter），其中对于探测器装置的每个探测器元件，提供了这种SD-A/D转换器。

以具有电容 $C_{\text{二极管}}$ 、电流源 $I_{\text{光子}}$ 以及二极管路径D的光电二极管10的等效电路图的模式来表示探测器元件。通常在光电二极管上存在闪烁层（scintillation layer），利用该层将入射的X射线转换成可见光，然后其由光电二极管来检测。

由光电二极管产生的光子流与所产生的光强度成比例，并且由此还与要被检测的X射线成比例。

光子流提供给模拟求和装置，其输出连接至以环路滤波器12形式实现的积分器。环路滤波器12优选包括滤波器组，其可以用于例如二阶、三阶和四阶的滤波器组。

环路滤波器12的输出连接至钟控比较器13的第一输入，在其第二个输入处有基准电压14。比较器13的数字输出信号被引导至电流反馈数字/模拟转换器15，其输出连接至模拟求和装置11。

比较器13的输出同时表示SD调制器输出，在该输出处有数字1位数据流 $D_{\text{out}}$ 。该数据流通向抽样滤波器16，在此还以相同的时钟速率来钟控比较器13。利用抽样滤波器16，数字1位数据流于是转换成具有较高动态范围的较低采样速率，例如转换成17位数据信号并且通向

图像处理和产生装置100。

然后SD-AD转换器每次都可以直接集成在相关的探测器元件（像素）中，或者SD-A/D转换器至少位于与探测器装置同一芯片和/或基板上。于是存在将SD调制器和抽样滤波器一起集成在探测器元件中、或仅将抽样滤波器设置在芯片和/或基板上的可能性。此外，自然还可以使用其它类和其它布局的调制器。

图4示出了差分设计的较高级SD A/D转换器的框图。

将由光电二极管D产生的光子流施加到三级环路滤波器上，其包括第一积分器21、第二积分器24和第三积分器27的串联连接，其中第一积分器21连接有分别具有 $a_1$ 和/或 $b_1$ 滤波器系数的第一和第二放大器22、23，第二积分器24连接有分别具有 $a_2$ 和/或 $b_2$ 滤波器系数的第三和第四放大器25、26，第三积分器27连接有具有 $b_3$ 滤波器系数的第五放大器28。

第二、第四和第五放大器23、26、28的输出连接至类似的差分设计的比较器29的输入。

在比较器29中彼此比较滤波器信号的差分级。比较器29的输出信号再次激励电流反馈数字/模拟转换器20，其优选包括SC（开关电容器）电流源且其输出连接至光电二极管D。

比较器29的输出还再次代表了SD调制器输出，在该输出处数字1位数据流 $D_{out}$ 和 $D_{out.n}$ 表示为输出信号。这些数据流通向抽样滤波器30。利用抽样滤波器30，数字1位数据流然后转换成具有较高动态范围的较低取样速率，例如转换成17位数据信号，并且施加到图像处理和产生装置100。

尤其是在具有相关SD-A/D转换器的公共（且相对大的）芯片面积上实现大量探测器元件的情况下，差分设计具有决定性的优点。也就是说在该情况下防止了过大的瞬态电流必须强加于该芯片面积上。

此外，缩减了与基板的耦合。由于探测器元件的矩阵排列（尤其是在以上提到的CT装置中），这同样是非常重要的。

图5示出了SC电流源的基本电路图，其优选用在电流反馈数字/模拟转换器20中。该电流源基本包括正和负基准电压源 $V_{ref.p}$ 、 $V_{ref.n}$ 以及第一和第二电容器 $C_1$ 、 $C_2$ 。第一和第二电容器 $C_1$ 、 $C_2$ 分别可以由由时钟沿 $\Phi_1$ 激励的开关来切换， $\Phi_1$ ，或平行于相关的基准电压源或平行

于输出端子A，目的是以该方式实现电荷泵。

因此这种SC电流源尤其是有利的，因为它仅显示出非常低的温度依赖性。利用补偿光电电流的补偿，它提供用于SD调制器的电流输入（“电流模式操作”），并且能够实现具有非常低噪声的SD调制器，其关于必要的高动态范围和检测很小的光电电流是很重要的。此外，SC电流源具有非常低的空间需求，以便它自身存在于尤其具有SD调制器和SD-A/D转换器积分的探测器中。

图4中所示的SD A/D转换器的另一优点包括由光电二极管D提供的输入信号是时间连续积分的事实，因为积分器不需要被复位，由此没有死时间。以该方式可以同时读出数字化的探测器数据。

总之，图4中所示的分别在探测器元件或像素中以差分形式的更高阶SD-A/D转换器的结合，由此提供了关于大于60dB的较高动态范围、较少噪声以及较高线性度的大量优点。此外，由于利用差分形式获得的噪声坚固性，可以平行地切换图像传感器的多个SD-A/D转换器，以致不需要多路复用器。

为了增加SD-A/D转换器的稳定性，优选使用自稳零比较器作为比较器29。

此外分别在探测器元件或像素中的多个SD-A/D转换器的级联装置也是可以的。此外在此可以提高以上提到的特性和优点。

特别优选的实现是至少一个SD-A/D转换器与分别在探测器装置的每个探测器元件和像素中的集成的CMOS光电二极管以及CMOS技术中的图像传感器以及图像处理和产生装置100的数字输出。这种探测器装置优选可以用于图像探测且作为图1所示的计算机X线断层照相术装置中的X射线探测器。

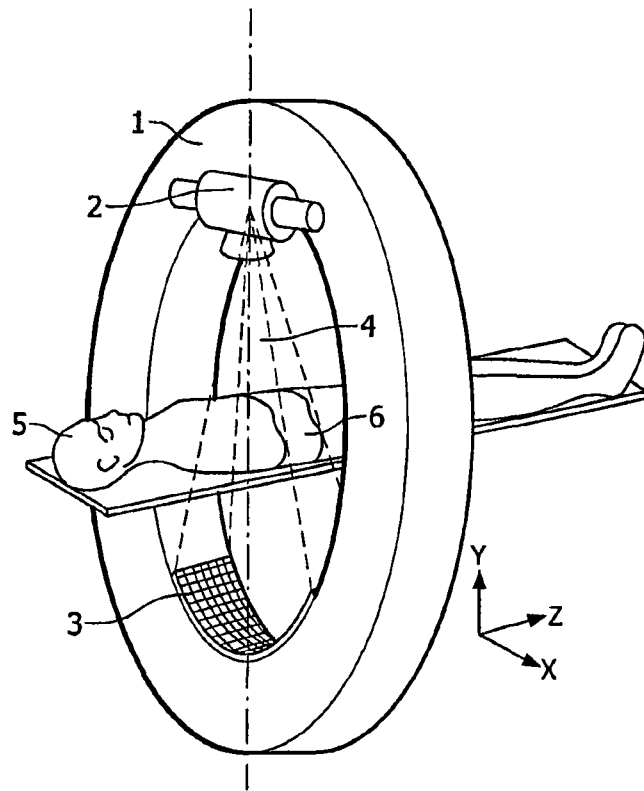


图 1

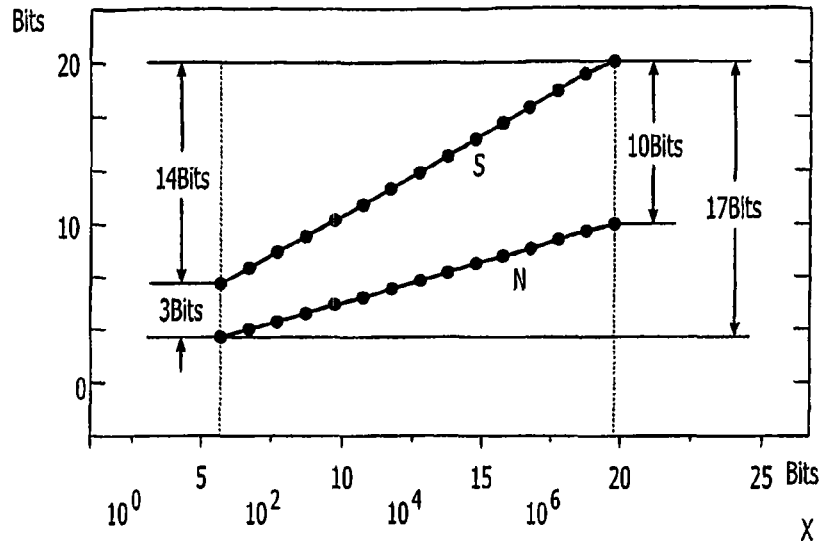


图 2

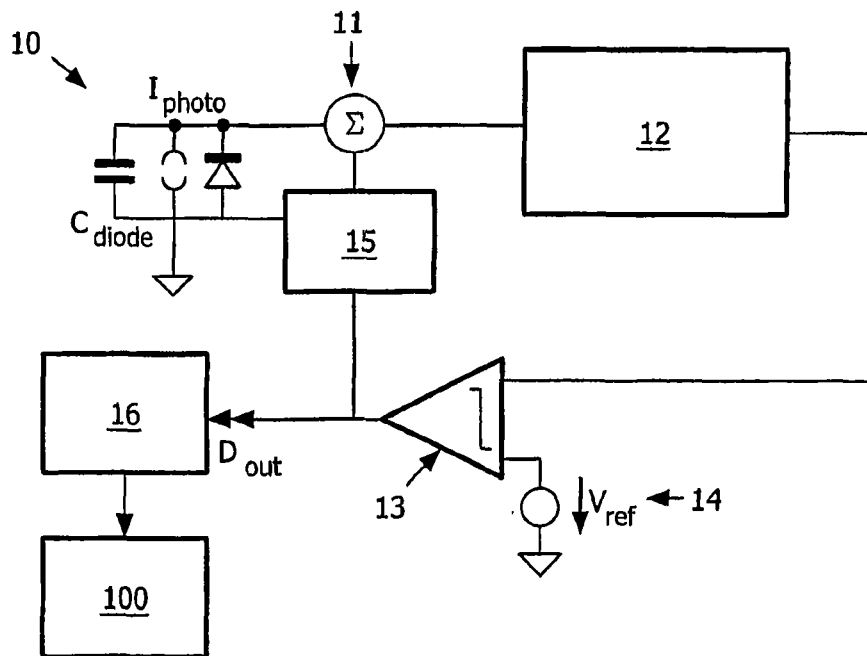


图 3

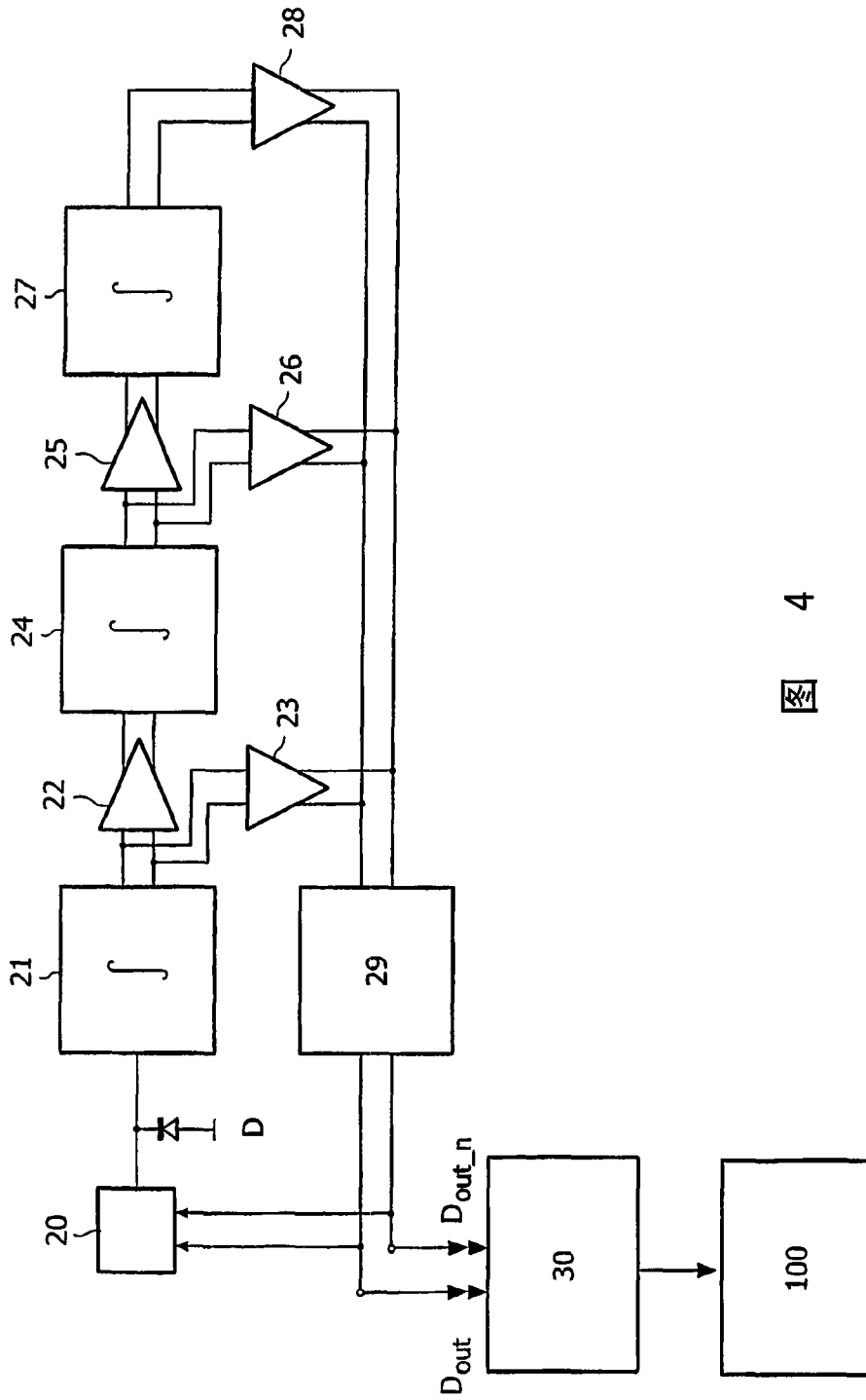


图 4

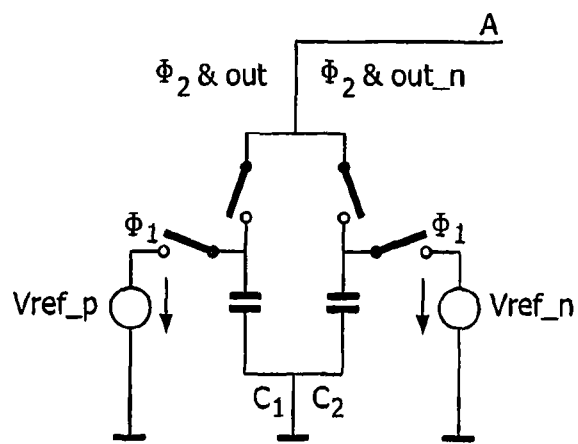


图 5