



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98126159.0

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1133879C

[22] 申请日 1998. 11. 27 [21] 申请号 98126159.0

[30] 优先权

[32] 1997. 11. 28 [33] JP [31] 328618/1997

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 板桥哲 远藤忠夫

审查员 杨 哲

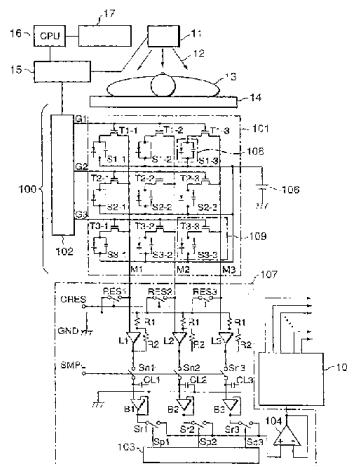
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 王以平

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 8 页

[54] 发明名称 辐射检测装置和辐射检测方法

[57] 摘要

一种辐射检测装置，该装置包括一个把辐射转换成可光电变换的光的波长转换器和若干个排列成矩阵状的象素，该象素由一个把光转换成电信号的传感元件和一个为了相继传送来自象素信号而连接到传感元件上的薄膜晶体管 (TFT) 组成，该检测装置还包括一个用于在辐射停止后，在至少延迟 ($n \times \tau_1$) 后首先接通传送的多个 TFT 中首先待接通的那个 TFT 的装置，其中， τ_1 是波长转换器的特征时间常数， n 为 $\ln(SN)$ ，其中 SN 是所期望的信噪比，借此传送一个存储在其相应象素中的信号。



1. 一种辐射检测装置，该装置包括一个把辐射转换成可光电变换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括一个把光转换成电信号的传感元件和一个为了相继地传送来自象素信号而连接到传感元件上的用于传送的薄膜晶体管，该检测装置包括：

一个用于在辐射停止后在至少延迟 $n \times \tau_1$ 后接通用于传送的多个薄膜晶体管中最先接通的那个薄膜晶体管的装置，其中， τ_1 是闪烁器的特征时间常数， n 为 $\ln(SN)$ ，其中 SN 是期望的信噪比，借此传送存储在其相应象素中的信号。

2. 如权利要求1所述的辐射检测装置，其特征在于：还包括一个用于发出辐射的辐射源。

3. 如权利要求2所述的辐射检测装置，其特征在于：该辐射源发射从由 α 射线、 β 射线、 γ 射线和X射线组成的组中选取的辐射。

4. 如权利要求1所述的辐射检测装置，其特征在于：所述的闪烁器包括磷光体。

5. 一种辐射检测装置，该装置包括：一个用于把辐射转换成可光电转换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括一个用于把光转换成电信号的传感元件和一个用于为了相继地传送来自象素的信号而连接到传感元件上的传送薄膜晶体管，该检测装置满足下述关系式：

$$\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2 \leq 1/\text{FPS} \text{ 和 } SN = \exp(\alpha + \beta)$$

式中 SN 是整个装置的期望信噪比， FPS 是辐射检测装置读数时每秒帧的数目，或是读数所需时间的倒数； τ_1 是波长转换器建立和衰减的时间常数； τ_2 是通过用传送薄膜晶体管的导通电阻乘以传感元件电容获得的时间常数； α 是[在传感元件中光信号的存储时间/ τ_1]的倍数，或 $\ln(SN_1)$ ，其中的 SN_1 是该闪烁器所要求的信噪比， β 是为了传送而导通的那个薄膜晶体管的时间常数的倍数，或 $\ln(SN_2)$ ，其中的 SN_2 是用于传送存储在传感元件电容中的信号的那个薄膜晶体管所要求的信噪比。

6. 如权利要求5所述的辐射检测装置，其特征在于：还包括一个用于发出

辐射的辐射源。

7. 如权利要求6所述的辐射检测装置，其特征在于：该辐射源发射从由 α 射线、 β 射线、 γ 射线和 X 射线组成的组中选取的辐射。

8. 如权利要求5所述的辐射检测装置，其特征在于：所述的闪烁器包括磷光体。

9. 如权利要求5所述的辐射检测装置，其特征在于：闪烁器的光发射的建立时间常数是 1。

10. 一种辐射检测方法，该方法利用一个用于把辐射变成可光电转换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括用于把该光变成电信号的传感元件和为了相继传送象素信号而连接到传感元件上的传送薄膜晶体管，该方法包括：

在辐射停止后，在至少延迟 $n \times \tau_1$ 后，使用于传送的多个薄膜晶体管中的最先待导通的那一个薄膜晶体管导通，其中 τ_1 是闪烁器特征的时间常数， n 为 $\ln(SN)$ ，所述SN是所期望的信噪比，借此传送一个存储在其相应象素中的信号。

11. 如权利要求10所述的辐射检测方法，其特征在于：还采用了一个用于发射辐射的辐射源。

12. 如权利要求11所述的辐射检测方法，其特征在于：该辐射源发射从由 α 射线、 β 射线、 γ 射线和 X 射线组成的组中选取的辐射。

13. 如权利要求10所述的辐射检测方法，其特征在于：所述的闪烁器包括磷光体。

14. 一种辐射检测方法，该方法利用一个用于把辐射变成可光电转换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括一个把光转换成电信号的传感元件和一个为了相继地传送来自象素信号而连接到传感元件上的用于传送的薄膜晶体管，该方法满足下述关系式：

$$\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2 \leq 1/\text{FPS} \text{ 和 } SN = \exp(\alpha + \beta)$$

式中SN是整个装置的期望信噪比，FPS是该辐射检测装置读出时的每秒帧数目，或对一个读出所需时间的倒数， τ_1 是闪烁器的建立和衰减的时间常数， τ_2 是通过用传送的TFT导通电阻乘以传感元件电容获得的时间常数， α

是[在传感元件中光信号的存储时间/ τ_1]的倍数, 或 $\ln(SN_1)$, 其中的 SN_1 是该闪烁器所要求的信噪比, τ_1 是为了传送而导通的那个薄膜晶体管的时间常数的倍数, 或 $\ln(SN_2)$, 其中的 SN_2 是用于传送存储在传感元件电容器中的信号的那个薄膜晶体管所要求的信噪比。

15. 如权利要求14所述的辐射检测方法, 其特征在于: 还采用了一个用于发射辐射的辐射源。

16. 如权利要求15所述的辐射检测方法, 其特征在于: 该辐射源发射从由 α 射线、 β 射线、 γ 射线和X射线组成的组中选取的辐射。

17. 如权利要求14所述的辐射检测方法, 其特征在于: 所述的闪烁器包括磷光体。

18. 一种如权利要求14所述的方法, 其特征在于: 闪烁器的光发射的建立时间常数是1。

辐射检测装置和辐射检测方法

技术领域

本发明涉及辐射检测装置和辐射检测方法，特别涉及适合于例如借助以闪烁器（或磷光体）为代表的波长转换器，把包括X射线的辐射波长转换成在可由传感器元件检测的波长范围内的波长图象信息的检测的辐射检测器件和辐射检测方法。

背景技术

当使用X射线等辐射诊断装置和X射线摄影装置上的光敏传感器直接检测X射线辐射时，这种装置的效率是很低的，这是因为目前还没有对该辐射灵敏度高的光敏元件。因此考虑利用能把该辐射变成可见光的闪烁器和光敏器件的组合。

作为闪烁器的特性存在所谓的荧光屏余辉特性，它表明引起了作为辐射暴露附属品的闪烁器的光发射，并且以图1所示的一定函数关系衰减，一个慢分量的时间常数长达几百毫秒。为了修正作为其干扰的余辉衰减，在美国专利NO5331682中，作为例子，检测大量的信号采样，以便通过复杂的计算，计算出一个补偿值，然后从这些信号中减去这个补偿值。此外，对于这个计算，要延迟到初始的衰减分量可以略去不计为止。

另外，例如在美国专利NO5262649中，建议采用由一些薄膜半导体组成的光敏元件与一个闪烁器的组合用于X射线摄影装置和用X射线等的辐射诊断装置。在该专利文件中描述了在由薄膜半导体和晶体管组成的传感器的时间常数、装置的读速率和S/N（信号/噪声）比之间的关系。在美国专利NO5262649中采用一种X射线连续发射的透视方式和X射线只在一个短时间发射的照相方式的读出方法，并且所有传感器同时存储信号。

为了检测大量信号以便如在美国专利NO5331682等中所述那样，计算出一个补偿值和进行从信号中减去该补偿值的计算，需要昂贵的信号处理电路和算术运算单元。此外，因为要使延迟进行到初始的衰减分量可以略去的程度，所以对检测器信号的取数需要等待这个延迟时间。

在美国专利NO5262649中，采用X射线连续发射的透视方式和X射线只短时间发射的照相方式。在照相方式中，不考虑光发射时间常数和闪烁器的衰减。因此，当在X射线照射完成后的瞬间开始读出时，由于闪烁器的光

衰减时间常数，在暗电流大的同时，在读取的初始行上读出信号，并在读出行上的最后那侧读出一个与暗电流分量合在一起的信号。因此，由于闪烁器的延迟衰减特性使混入到信号中的暗电流随着该行的读顺序急剧改变。

在美国专利NO5262649中，提出一种利用由a-Si: H(多晶硅烷)和薄膜晶体管组成的传感器构成的大屏幕传感器面板，并且导出用薄膜晶体管的导通电阻乘以传感器的电容获得的时间常数与信噪比和帧频之间的关系，这个关系是实时图象传感器所需要的。可是这个关系是根据X射线连续发射和与上述闪烁器衰减特性无关的假设条件下导出的，这篇专利文件中也没有涉及在X射线断续发射时的读的设计方案。

在照相方式中闪烁体的衰减特性不是主要问题，因为时间足够长。而在诊断循环器官的系统中，在具有很多帧的全运动图象的情况下，就要考虑光的残余分量可能施加一个作为噪声的干扰。

在这种情况下，不能提出通过把闪烁器衰减特性与在这种情况下由传感器面板上的传感器电容和薄膜晶体管导通电阻组成的时间常数读特征组合起来的设计方案。

发明内容

本发明的目的是读出所期望的信噪比的信号，通过采用在用于辐射诊断装置等的辐射检测装置中考虑闪烁器衰减特性的读方法降低该信号的噪声和使该信号的散射范围变窄，该方法通过断续地暴露X射线等辐射可以降低暴露剂量。

本发明的另一个目的是导出一个用于获得在用连续辐射检测，诊断和治疗中考虑闪烁器衰减特性的最优信噪比(S/N)的关系。

上述目的可以通过下述的本发明达到。

按照本发明，提供了一种辐射检测装置，该装置包括一个把辐射转换成可光电变换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括一个把光转换成电信号的传感元件和一个为了相继地传送来自象素信号而连接到传感元件上的用于传送的薄膜晶体管，该检测装置包括：

一个用于在辐射停止后在至少延迟 $n \times \tau_1$ 后接通用于传送的多个薄膜晶体管中最先接通的那个薄膜晶体管的装置，其中， τ_1 是闪烁器的特征时间常数， n 为 $\ln(SN)$ ，其中SN是期望的信噪比，借此传送存储在其相应象素中的信号。

按照本发明，还提供了一种辐射检测装置，该装置包括：一个用于把辐射转换成可光电转换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括一个用于把光转换成电信号的传感元件和一个用于为了相继地传送来自象素的信号而连接到传感元件上的传送薄膜晶体管，该检测装置满足下述关系式：

$$\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2 \leq 1/\text{FPS} \text{ 和 } \text{SN} = \exp(\alpha + \beta)$$

式中SN是整个装置的期望信噪比，FPS是辐射检测装置读数时每秒帧的数目，或是读数所需时间的倒数； τ_1 是波长转换器建立和衰减的时间常数； τ_2 是通过用传送薄膜晶体管的导通电阻乘以传感元件电容获得的时间常数； α 是[在传感元件中光信号的存储时间/ τ_1]的倍数，或 $\ln(\text{SN}_1)$ ，其中的 SN_1 是该闪烁器所要求的信噪比， β 是为了传送而导通的那个薄膜晶体管的时间常数的倍数，或 $\ln(\text{SN}_2)$ ，其中的 SN_2 是用于传送存储在传感元件电容中的信号的那个薄膜晶体管所要求的信噪比。

按照本发明，还提供了一种辐射检测方法，该方法利用一个用于把辐射变成可光电转换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括用于把该光变成电信号的传感元件和为了相继传送象素信号而连接到传感元件上的传送薄膜晶体管，该方法包括：

在辐射停止后，在至少延迟 $n \times \tau_1$ 后，使用于传送的多个薄膜晶体管中的最先待导通的那一个薄膜晶体管导通，其中 τ_1 是闪烁器特征的时间常数， n 为 $\ln(\text{SN})$ ，所述SN是所期望的信噪比，借此传送一个存储在其相应象素中的信号。

按照本发明，还提供了一种辐射检测方法，该方法利用一个用于把辐射变成可光电转换的光的闪烁器和若干个排列成矩阵状的象素，所述闪烁器具有余辉特性且该余辉特性是闪烁器的衰减特性，所述象素包括一个把光转换成电信号的传感元件和一个为了相继地传送来自象素信号而连接到传感元件上的用于传送的薄膜晶体管，该方法满足下述关系式：

$$\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2 \leq 1/\text{FPS} \text{ 和 } \text{SN} = \exp(\alpha + \beta)$$

式中SN是整个装置的期望信噪比，FPS是该辐射检测装置读出时的每秒帧数目，或对一个读出所需时间的倒数， τ_1 是闪烁器的建立和衰减的时间常数， τ_2 是通过用传送的TFT导通电阻乘以传感元件电容获得的时间常数， α 是[在传感元件中光信号的存储时间/ τ_1]的倍数，或 $\ln(\text{SN}_1)$ ，其中的 SN_1 是该闪烁器所要求的信噪比， β 是为了传送而导通的那个薄膜晶体管的时间常

数的倍数，或 $\ln(SN_2)$ ，其中的 SN_2 是用于传送存储在传感元件电容器中的信号的那个薄膜晶体管所要求的信噪比。

附图说明

图1用曲线示出一个闪烁器的余辉特性的例子。

图2是说明辐射检测装置的示意性结构一个例子的原理电路图。

图3A是说明光电转换电路部分的一个例子的示意图。

图3B是沿图3A的线3B-3B剖切的示意剖视图。

图4是说明光电转换部分的一个例子的简化电路图。

图5是说明一个辐射检测装置读操作定时例子的定时图。

图6是以曲线说明传感器件输出的信噪比的例子。

图7A、7B、7C、7D和7E是说明在读出运动图象时的读操作定时例子的定时图。

图8以曲线说明TFT传送时间和传送信号质量关系的例子。

具体实施方式

本发明通过考虑与闪烁器等波长转换器的波长转换有关的时间特性以比较高的精度和稳定性实现信息的读出。

具体地说，按照本发明使用在规定的脉冲持续时间内发射的辐射照相的装置和方法中的检测装置包括：一个使辐射经受到波长转换的波长转换器（例如一个把辐射转换成波长在可见光范围内和具有一个荧光屏的余辉特性时间常数的闪烁器）和一个光电转换电路部分，该部分由排列成矩阵状并通过使至少一个规定列中的每个薄膜晶体管（用于传送的TFTS）导通驱动的若干象素组成，该象素由一个具有规定电容的薄膜传感元件和一个具有规定的导通电阻并连接到相应薄膜传感元件上的薄膜晶体管（用于传送的TFT）构成，该检测辐射的方法利用这些相应的部件，其中该检测装置或方法辐射停止后在至少延迟 $n \times \tau_1$ [τ_1 是波长转换器的特征时间常数（闪烁器的荧光屏余辉特性）]之后接通薄膜晶体管，从而传送存储在它们相应的薄膜传感元件中的信号，上述目的可以通过设计一个满足下述关系的系统实现：

$$n = \ln(SN)$$

$$n \times \tau_1 = \ln(SN) \times \tau_1$$

式中 SN 是该系统所期望的信噪比。

在按照本发明的用在使用辐射照相，辐射诊断装置或辐射治疗的装置中的辐射检测装置或方法，该检测装置包括：一个使辐射经受到波长转换的波长转换器（例如一个把辐射转换成波长在可见光范围内和具有一个荧光

屏余辉特性的时间常数的闪烁器) 和一个光电转换电路部分, 该部分由排列成矩阵状并通过使至少一个规定列中的每个薄膜晶体管导通驱动的若干像素组成, 该像素由一个具有规定电容的薄膜传感元件和一个具有规定的导通电阻并连接到相应薄膜传感元件上的薄膜晶体管构成, 该检测辐射的方法利用这些相应的部件, 通过满足下述的关系式, 获得系统所期望的信噪比(SN),

$$(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1 / \text{FPS}$$

$$\text{SN} = \exp(\alpha + \beta); \text{和}$$

$$1/\text{SN} = \exp(-\alpha - \beta)$$

式中 τ_1 是表征波长转换器特性的时间常数(闪烁器发射光的建立和衰减), τ_2 是通过用TFT的导通电阻R乘以薄膜传感元件电容C获得的时间常数, FPS是该辐射检测装置读出时的每秒帧数目, 或一次读出所需时间的倒数, α 是[在传感元件中光信号的存储时间/闪烁器发光的建立和衰减的时间常数 τ_1]的倍数, 或 $\ln(\text{SN}_1)$, 其中的 SN_1 是该波长转换器(闪烁器)所要求的信噪比, β 是导通的那个薄膜晶体管(TFT)时间常数的倍数, 或 $\ln(\text{SN}_2)$, 其中的 SN_2 是用于传送存储在薄膜传感元件电容中的信号的那个TFT所要求的信噪比。借此可以达到上述目的。

如上所述, 按照本发明, 通过采用考虑波长转换器的特性例如闪烁器的衰减特性的读取方法可以读出噪声降低和散射范围窄的所期望信噪比的信号, 这样就可以使我们减少在断续地照射辐射即X射线时的照射剂量。

另外, 可以很容易通过为获得最佳信噪比(S/N)而考虑在用连续发射的辐射检测, 诊断和治疗中闪烁器的衰减特性导出的关系设计具有期望信噪比的辐射检测装置。

按照本发明, 通过将利用薄膜晶体管的导电电阻R乘以传感元件的电容C获得的时间常数 τ 、读出率、信噪比和波长转换器例如闪烁体的衰减特性与辐射的时间关系, 可以设计一种包括下述构成的辐射装置作为一种具有所期望的信噪比的辐射检测装置, 该装置包括: 一个带有若干个薄膜晶体管的大荧光屏传感元件板和具有以矩阵形状二维排列在绝缘衬底上的a-Si(多晶硅)的薄膜传感器, 和一个排列在该大荧光屏传感元件屏的表面上的波长转换器例如闪烁器。

下面参照附图详细描述本发明。

[第一实施例]

图2是用于描述该实施例的以辐射检测装置100为中心的简化电路图。在图2中示意地示出了目标13和例如闪烁器4之间的关系。

如图2所示，这个实施例的辐射检测装置有一个作为波长转换器的闪烁器14，该波长转换器把辐射12转换成可光电变换的光，还包括若干个排列成矩阵状的象素109，这些象素包含把光转换成电信号的传感元件S1-1至S3-3，所述的一个传感元件的单元在图2中用数字108代表，和用于传送的TFTS（一些薄膜晶体管）T1-1至T3-3，这些薄膜晶体管分别连接到相应的象素上，以便相继地传送来自这些象素的信号。

在这个实施例中，为了获得所期望的信噪比S/N，该检测装置还包括：一个部件（在图2中的移相电阻102）该电阻使在延时后传送的薄膜晶体管T1-1至T3-3中待导通的那个TFT首先导通，上述的延时是由用于至少延迟 $n \times \tau_1$ 的组件（例如在图2中的控制电路15、CPU16和程序存储器17）引起的，其中 τ_1 是表征闪烁器14荧光屏余辉特性的时间常数， n 为 $\ln(SN)$ ，在用辐射12的停止后传送存储在相应象素中的信号。

辐射检测装置100包括：把辐射12转换成可见光的闪烁体14，一个光电转换部件101，在部件101上那些象素由具有作为用于接收可见光并转换成电信号的半导体层的a-Si薄膜传感元件S1-1至S3-3和具有作为用于传送被排列成二维矩阵信号导线M1至M3那侧的薄膜传感元件S1-1至S3-3光电变换的信号电荷的半导体层的a-si的薄膜晶体管（用于传送的TFTS）T1-1至T3-3组成，该检测装置100还包括一个用于驱动薄膜晶体管S1-1至S3-3的控制线G1至G3的移相电阻102。在这个实施例中，象素是以 3×3 矩阵为例说明的，以便使描述简短。

传送时把相当于薄膜晶体管的极间电容（ C_{gs} ）3倍的电容加在传送的矩阵信号导线M1上。可是，在图2中，它不是作为一个电容元件表示的。该电容应加到其它矩阵信号导线M2和M3上。在图2中的光电转换电路部分101包括一些薄膜传感元件（下面也称“光电转换元件”）S1-1至S3-3，薄膜晶体管（下面也称“开关元件”）T1-1至T3-3，控制驱动导线G1至G3和矩阵信号导线M1至M3。可以把这些部件设在未示出的绝缘衬底上。移相电阻器（SR1）102作为用于导通或断开开关元件T1-1至T3-3的一个驱动电路部件。

参考字符L1至L3代表用于放大来自矩阵信号导线M1至M3的信号和变换其阻抗的运算放大器。在图2中，这些放大器作为构成一个电压跟随电路的缓冲放大器示出。参考字符Sn1至Sn3代表用于读出运算放大器L1至L3的输出即读出各矩阵信号导线M1至M3的输出然后将这些输出传送给电容CL1至CL3的转换开关。通过读出开关Sr1至Sr3经构成电压跟随电路的缓冲放大器B1至B3读出读电容器CL1至CL3。

参考数字103代表用于读开关Sr1至Sr3接通和断开的移相电阻SR2。来自读电容器CL1至CL3的并行信号通过读出开关Sr1至Sr3和移相电阻器103转换成串行信号后输入到一个由一个末级电压跟随电路部分组成的运算放大器104，然后在A/D转换电路105中再数字化。参考字符RSE1至RSE3代表重新设定开关用于重新设置储存在加到矩阵信号导线M1至M3上的相应电容器（3Cgs）上的信号分量，并将该信号分量通过来自CRES终端的脉冲重新设定到一个重设电位（重新设定到一个在图2中的GND的地电位）。

参考数字106代表用于加在光电转换元件S1-1至S3-3的偏压电源。读出电路部分107包括：缓冲放大器L1至L3，传送开关 Sn1至Sn3，读出电容器CL1至CL3，缓冲放大器B1至B3，读出开关Sr1至Sr3，移相电阻器SR2，末级运算放大器104和重新设定开关SES1至SES3。在图中符号“SMPL”代表用于SMPL脉冲的SMPL终端。

图3A是说明一个光电转换电路部分例子的示意平面图，其中的光电变换元件和开关元件是利用多晶半导体薄膜312制造的。图3B是沿图3A的3B-3B线剖切的示意剖示图。薄膜传感元件301和薄膜晶体管（多晶硅TFF，下面也称“TFT”）302形成在同一玻璃衬底303上。每个薄膜传感元件301的下电极和每个TFT302的下电极（控制极）由同一第一薄膜金属层304形成。薄膜传感元件301上的电极305，309和TFT302的上电极（源和漏极）由同一个第二薄金属层形成。第一和第二金属层也形成在光电转换电路上的控制驱动导线306和矩阵信号导线307。在图3A中示出总共 $2 \times 2 = 4$ 个像素。在图3A中的画斜线区代表一个薄膜传感元件的光接收面。上电极305，309是用于供给相应的薄膜传感元件偏置电压的电源线。参考数字310代表用于将薄膜传感元件301连接到TFT302上的接触孔。

薄膜传感元件301的截面MIS结构与TFT302相同，传感元件301和TFT302的绝缘膜311由共同形成的绝缘薄膜构成。控制驱动导线306和矩阵信号导

线307的交叉区314有一个绝缘膜311，一个薄的多晶硅半导体薄膜312和一个在它们的引线之间的欧姆导体层（n+层）313。数字315代表例如作为保护膜的氮化硅(SiN)绝缘层，该绝缘层是在形成薄膜传感元件301和TFT302之后形成的。

图4是图2中的光电转换电路部分的等效电路图。为了方便起见，由薄膜传感元件和TFT组成的象素用一个正方形表示。

一个用于把偏置电压加在相应的薄膜传感元件上的偏置线分成四个系统（Vs1至Vs4），可以分别在这四个系统中进行传感元件的再设定。

图4中示出了一个把象素排列成 $n \times m$ 矩阵的例子。因为把传感器的偏压分成4个系统，所以列的数目 m 是4的倍数。

现在描述按照第一实施例的辐射检测装置的操作。图5是说明如图2所示的辐射检测装置操作的例子在辐射拍摄时的定时图。下面参看附图详细描述该操作。

在X射线源11只辐射时间 T 后，通过使CRES终端和晶体管CRES1至CRES3导通去除导线M1、M2和M3上的剩余电荷，借此使导线M1、M2和M3变成地电位。

从X射源11发射后透过作为一个结构物或人体目标13的X射线12进入闪烁器14，借此使闪烁体发射与透过的X射线量相对应的光。

从闪烁器14发射的光进入在辐射检测装置100中的各光电转换元件S1-1至S3-3并产生与入射到各光电转换元件S1-1至S3-3上的光量有关的信号电荷。

这些信号电荷只在某个时间周期存储在形成在光电转换元件S1-1至S3-3的电容器部件上。存储在第一行上的光电变换部件S1-1至S3-3上的那些信号电荷，通过使开关元件T1-1至T3-3根据来自移相电阻（SR1）102的控制脉冲信号G1只在时间 t_1 导通，转送到电容部件（电容相当于开关元件T1-1至T3-3的电容的3倍）上，所述的那些电容器部件分别形成在矩阵信号导线M1至M3上。在图5中，M1至M3表明，这种传送其中存储在各个光电转换元件中信号的数值变化是不同的。更具体地说，在第一行的光电变换元件S1-1至S1-3上的输出电平如下： $S1-2 > S1-1 > S1-3$ 。来自矩阵信号导线M1至M3的那些输出信号分别被运算放大器L1至L3放大。

在读电路部分中的开关元件Sn1至Sn3受图5中所示出的SMPL脉冲的控制只在时间 t_2 接通。因此这些信号分别传送到读电容器CL1至CL3。在该电容

器CL1至CL3中的信号分别被缓冲放大器B1至B3进行阻抗变换。此后，读出开关Sr1至Sr3相继地按照来自移相电阻器（SR2）103的移相脉冲SP1至SP3接通，借此把传送到读电容器CL1至CL3的并行信号电荷转换成串行信号，然后读出。假设移相脉冲中SP1、SP2和SP3的脉冲宽度彼此相等，且等于 t_3 （即 $SP1=SP2=SP3=t_3$ ），那么用于串行变换和读取所需的时间为达到 $t_3 \times 3$ 。串行转换的信号从未级运算放大器104输出后，由A/D转换电路部分105数字化。

在图5中示出的 V_{out} 表明在输入到A/D转换电路部分105之前的模拟信号。图5所示，来自第一行的S1-1至S1-3的并行信号，即矩阵信号导线M1至M3上的电位信号变换成串行的与 V_{out} 信号电平成正比的信号。

最后，使CRES终端只在CRES脉冲加入的时间 t_4 导通并通过各自的重设定开关RES1至RES3，把矩阵信号导线M1至M3的信号电位重新设定到一重调的电位（地电位）借此为来自第二行上的光电转换元件S2-1至S2-3的信号电荷下一次传送作准备。此后，第二行和第三行的光电转换信号分别以与第一行相同的方式读出。

在此时，传感器存储信号一直到TFT的控制极电压（G1至G3）导通为止。于是在为传送传感器信号而首先导通的G1信号被接通的时间与最后导通的信号G3被接通的时间存在差值，以致使闪烁器发射光的衰减的随着每行的不同而变化。以下将参考图6说明这点，图6是说明停止辐射后，传感器的输出的变化情况。

在图6中把一个衰减分量作为如附图所示的信号分量考虑，因为该衰减分量被认为是作为一个在传感元件的输出随坐标轴衰减的区域上的信号分量存储。例如，当用于传送的TFTS在为了读出存储的信号电荷而切断辐射后经过的时间 T_{m1} 时导通时，可以读出已存储的 S' 分量作为一个信号。然而在时间 T_{m1} 产生的 N' 分量和在 T_{m1} 后作为不能传送的剩余信号留下，因为该信号未存储。因此可以认为这个剩余分量是不同于信号分量的另一种噪声分量 N' 。

即，用于传送的TFTS的控制极较早接通的那行的传感元件在切断辐射后且辐射停止后的较短时间内开始传送辐射。因此，这一行传感元件的信噪比（ S'/N' ）是低的。另一方面控制极较晚（例如在 T_{m2} ）接通的那一行传感元件的信噪比（ S/N ）是高的，因此信噪比随着行而改变，最终的事

实是作为系统的信噪比减少。

然而，可以根据系统的信噪比（S/N）与闪烁器衰减时间常数 τ_1 的关系把该时间预设到用于传送TFT的控制电压接通的时间而获得系统所需的信噪比（SN）。

假设正好在辐射停止前由闪烁器发射光量是1，则在发射停止后经过 $n \times \tau_1$ 时闪烁器发射的光量为 $\exp(-n \times \tau_1)$ ，于是可以根据系统所需要的SN设定 $1/\text{SN} = \exp(-n)$ 和 $\ln(\text{SN}) = -n$ 。

于是，通过在使用于传送的TFTS导通以便在辐射停止到如图6所示 $T_{m2} = n \times \tau_1$ 或更长时间内读出一个传感信号之前预设时间便可以得到预期的SN。

下面简要说明在用于引起至少延迟 $n \times \tau_1$ 的这个实施例中的装置。

要控制用于传送TFTS的首先导通时间至少达到 $n \times \tau_1$ 需要一个装置，该装置有一个控制程序被例如一个微处理器（CPU）驱动，以便在辐射源11完成照射时开始计数，以图2中所示出的电路作为例子，移相电阻器SR1的G1输出在至少 τ_1 和类似值以后被驱动。于是这个控制可以容易地通过传统的技术进行。

这可以通过提供一个同步信号线和在移相电阻器SR1与辐射源11之间的延迟电路容易地进行，以便使来自延迟电路上的辐射源11的完成信号延时，然后把它作为移相电阻器的起动信号。

[第二实施例]

在这个实施例中将描述一个例子，该例在连续地读出很多帧图象以便形成一个移动图象的情况下获得一个期望的SN。

虽然在图2的光电转换电路部件中的辐射检测装置的象素排列成一个 3×3 矩阵，但是，在这个实施例中将描述象素形成为一个 m （行） $\times n$ （列）矩阵的情况。在这种情况下，通常在以每秒30帧读出一个传感器阵列。这时，每帧的扫描时间是 $1/30$ 秒，即33msec。

图7A至7E是说明在读出移动的辐射象时定时间的定时特性。如图7A所示，辐射连续地进行。

图7B示出了读或存储信号连续进行的情况。

图7C说明了在整个阵列读出以后，在下次读出开始之前提供一个休止时间 Q （在图中用虚线表示）的情况。该休止时间最长可以为 $t_r \times t_x \times q$ ，其中 t_r 是每帧扫描时间， t_x 是每列读出时间， q 是读出的列数目（ $\leq n$ ）。

图7D说明了在一定时间读出每列，但在相应的两列读出时间之间提供一个休止时间（在存储进行的同时）的情况。

图7E说明了类似图7D的情况，在相应的两列读出时间之间提供一个休止时间。但在该休止时间期间在每列中不进行存储。通过例如进行（更新）驱动可以进一步提高S/N，通过该驱动在放电(充电)后从传感元件中消除一个剩余分量。

与包括一个辐射检测器的系统的读有关的重要参数包括下面四个参数：

- (1) 系统要求的SN;
- (2) 与一个传感元件和每个象素中一个开关有关的CR时间常数 τ_2 ;
- (3) 该装置所要求的扫描速度（帧的数目）；和
- (4) 当闪烁器在暴露到X射线中时，发射光的建立和在暴露到X射线后发射光的衰减的时间常数 τ_1 。

下面比较详细地描述参数（1）至（4）。

(1) 来自面板的信号SN由通过开关传送的信号的大小S和在传送后剩余的信号大小N确定。

(2) CR时间常数（ τ_2 ）是把每个象素中传感元件的存储电容C与开关（TFT）的导通电阻相乘而获得的值。

(3) 扫描速度（帧的数目）是每秒n列（根据要求 $q < n$ 列）的扫描操作的数目(帧的数目)。在普通的监视器中，该扫描速度为30帧/秒。

(4) 闪烁器在暴露到辐射中时的光发射的建立和闪烁器在辐射暴露后光发射的衰减表现出一个多项式指数($\Sigma \alpha t^n$)变化。可是，上述的闪烁器的光发射建立和衰减时间是用按照本发明的时间常数 τ_1 的一个指数函数表示的。

图8示意地说明了在TFT的传送时间与传送信号的大小和在传送后剩余信号的大小之间的关系，并表明在把存储在光电转换元件（在图2中举例为S1-1至S3-3）内部的电容器中的信号电荷被定义为1的情况下传送的量值。关于上述参数的说明是参照图8作出的。

如果传送进行了相当于时间常数 τ_2 的 β ($\beta = t/\tau_2$) 倍的时间，如果把参数（1）与参数（2）组合起来，则信号分量S的传送量可以如图8所示，用 $S = 1 - \exp(-\beta)$ 表示。在传送后剩余的分量 N_2 可以如图8所示，用 $N_2 = \exp(-\beta)$ 表示。如果把传送信号分量定义为S，则S满足 $1 - N_2 = 1 - \exp(-\beta)$ 。因为 $\exp(-\beta)$ 远远小于1，所以在标准化时可以认为S近似等于1。

另一方面，因为 $SN_2=S/N_2$ 所以 SN_2 可以用 $S/N_2=1/\exp(-\beta)$ 表示。此外， SN_2 的倒数，满足 $1/SN_2=\exp(-\beta)=N_2$ 。即在传送后剩余的分量 N_2 变为 SN_2 的倒数，即 $\beta=\ln SN_2$ 。

下面参照图6讨论根据参量(4)的输出散射。

1) 具有光发射时间常数 τ_1 的闪烁器在与光发射的建立相应的从发射开始经时间 t 后的输出 S 用 $S=S_0[1-\exp(-\alpha)]$ 表示，式中 S_0 是在饱和时的传感元件的输出， $\alpha=t/\tau_1$ 。

2) 由于闪烁器光发射衰减的延迟引起的输出变化用 $S=S_0\exp(-\alpha)$ 表示。

如果闪烁器的建立和衰减时间常数为0，即瞬间引起一个变化，则没有噪声。然而，因为闪烁器有其时间常数 τ_1 ，所以噪声分量与 $\exp(-\alpha)$ 成正比产生。这时可以认为输出 S 近似等于1。在实际读出时，存储时间几乎等于帧的数目的倒数。如果作为例子帧的数目是30帧/秒，则存储时间是33msec因此，在闪烁器的时间常数为毫秒数量级时，可以达到较精确的近似。

即 $1/SN_1=\exp(-\alpha)$ 满足所要求的 SN_1 。

系统输出侧所需要的 SN 是 $SN_2=\exp(\beta)$ 和 $SN_1=\exp(\alpha)$ 的综合 SN ，其中的 SN_2 根据TFT的时间常数确定， SN_1 根据闪烁器的时间常数确定。

可以把综合 SN 的倒数设定为 $1/SN=\exp(-\alpha-\beta)$ 。

用于传送一个传感元件信号的TFT时间是 $\beta \times \tau_2$ ，来自闪烁器的光被传感元件接收并存储一个信号在里面所经历的时间是 $\alpha \times \tau_1$ 。 $\alpha \times \tau_1$ 和 $\beta \times \tau_2$ 的总的时间不能超过一帧的时间。因此，满足下述的关系式：

$$(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1/\text{FPS}.$$

式中FPS是在读辐射传感元件时每秒帧数目； τ_1 是闪烁器建立发射光和辐射照射后衰减的时间常数； τ_2 是通过把传感元件的电容乘以TFT的导通电阻获得的时间常数。 α 是[（在传感元件中光信号的存储时间）/（闪烁器的发射光的建立和衰减时间常数）]的倍率； β 是用于传送的TFT导通时间的倍率。

而且，当借助于采用微计算机的控制系统把传感器每帧的扫描时间预设为至少 $(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2)$ 时，可以容易地得到所需信噪比为 $SN=\ln(\alpha + \beta)$ 的辐射检测装置。同样，假设闪烁器所需的信噪比是 SN_1 ，则可用 $\ln(SN_1)$ 表示 α ，用 $\ln(SN_2)$ 表示 β ，其中 SN_2 是用于传送存储在传感器元件的电容中的信号的TFT所需的信噪比。

如上所述，如果把在必需的SN和读速率之间的关系在辐射照相装置、辐射诊断装置和辐射治疗装置中预置到最优状态，则可以提供具有满意信噪比的各种辐射检测装置，该信噪比通过选取磷光体的余辉特性的时间常数，而该时间常数由薄膜传感元件和薄膜晶体管的技术条件确定。

按照本发明，还提供几种辐射检测方法和提供能进行稳定读的装置。

另外，按照本发明，可以以低成本提供辐射检测装置和方法，这是因为可以容易根据性能需要进行设计。

在本发明中，辐射不限于X射线，也可以把 α 射线、 β 射线、 γ 射线等加到系统中，在这些系统中经波长转换器波长变换的信息通过光电转换元件以电信号的形式输出。然而，把本发明用在广泛使用的X射线系统中是理想的。作为波长转换器，最好采用对来自光源的入射光具有波长转换特性时间常数的闪烁器。

当然，本发明可以在权利要求书中的所要求的保护范围内进行适当的改变

图 1

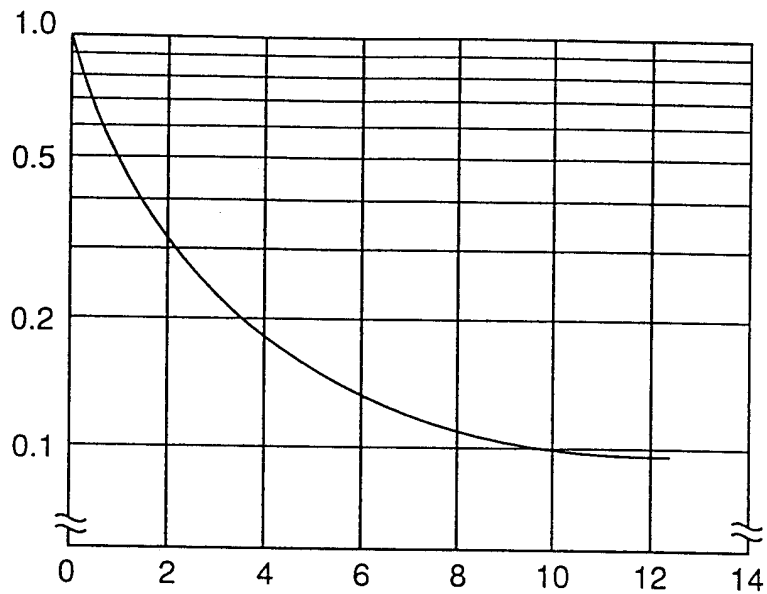


图 2

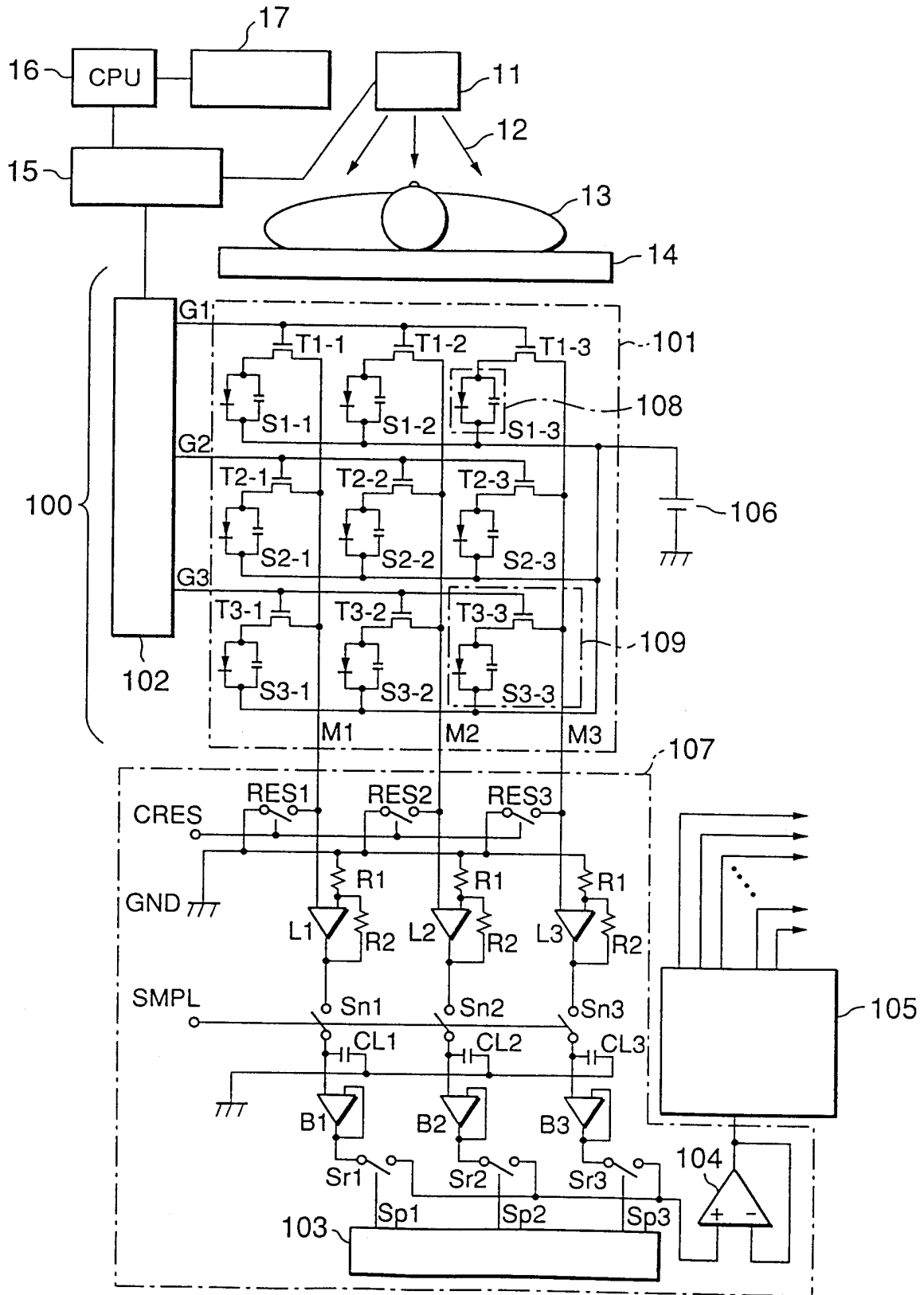


图 3A

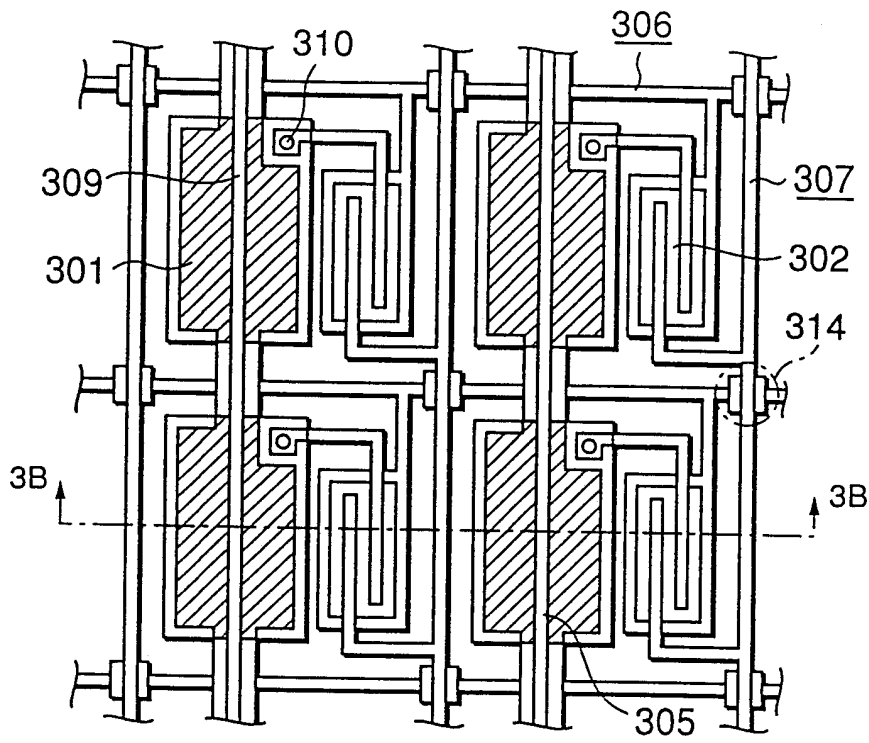


图 3B

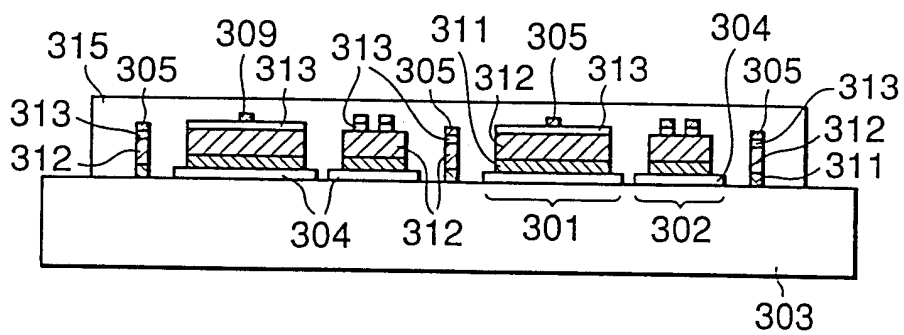


图 4

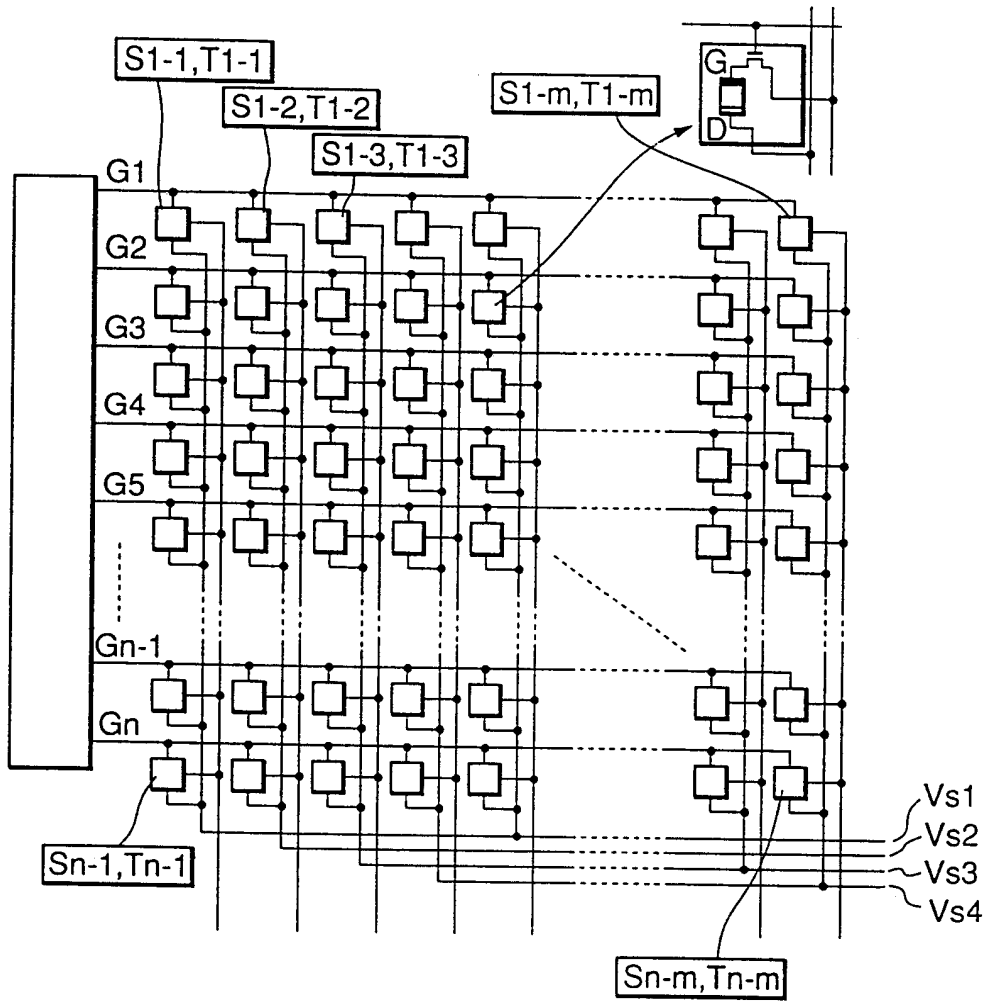


图 5

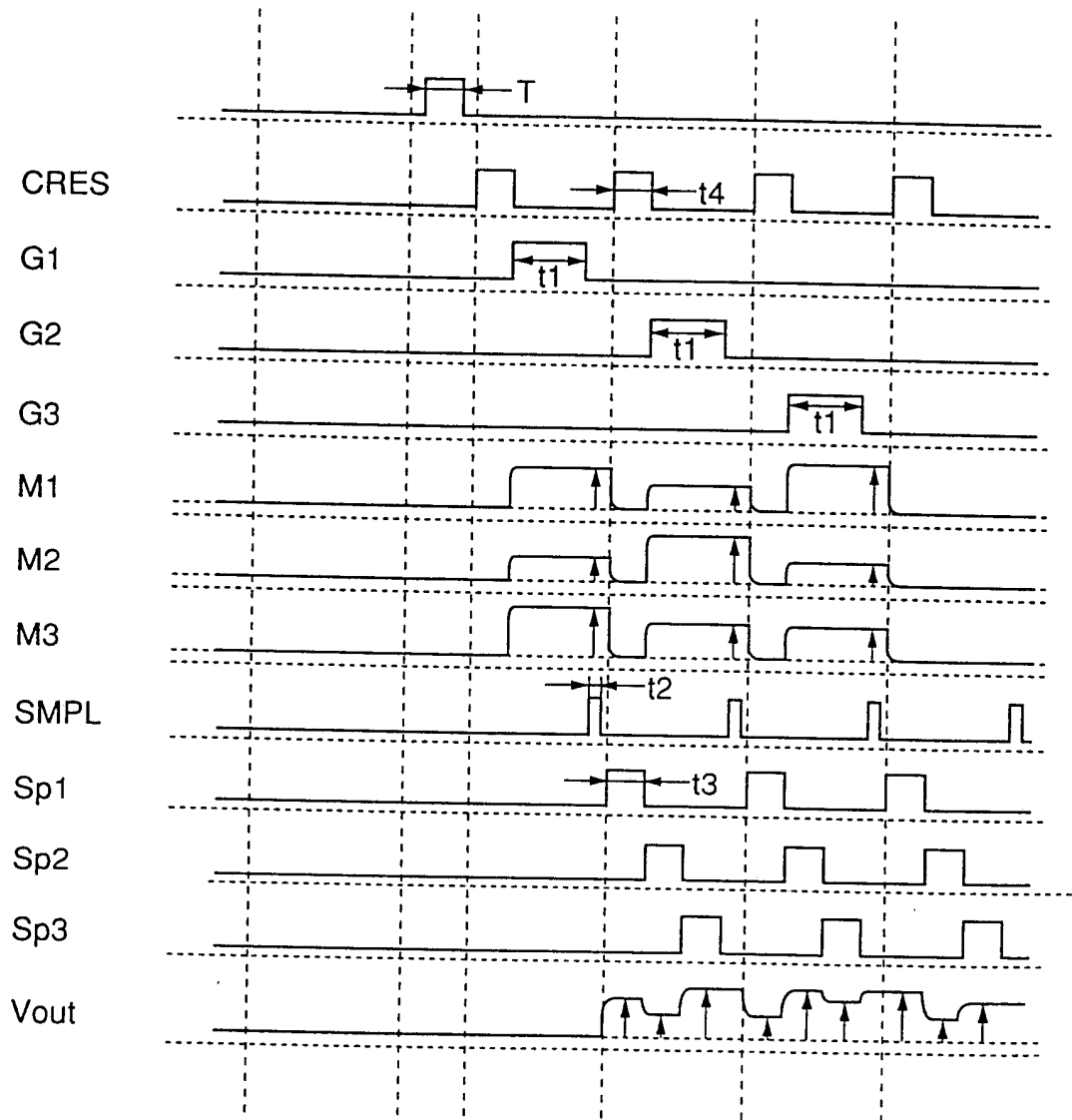


图 6

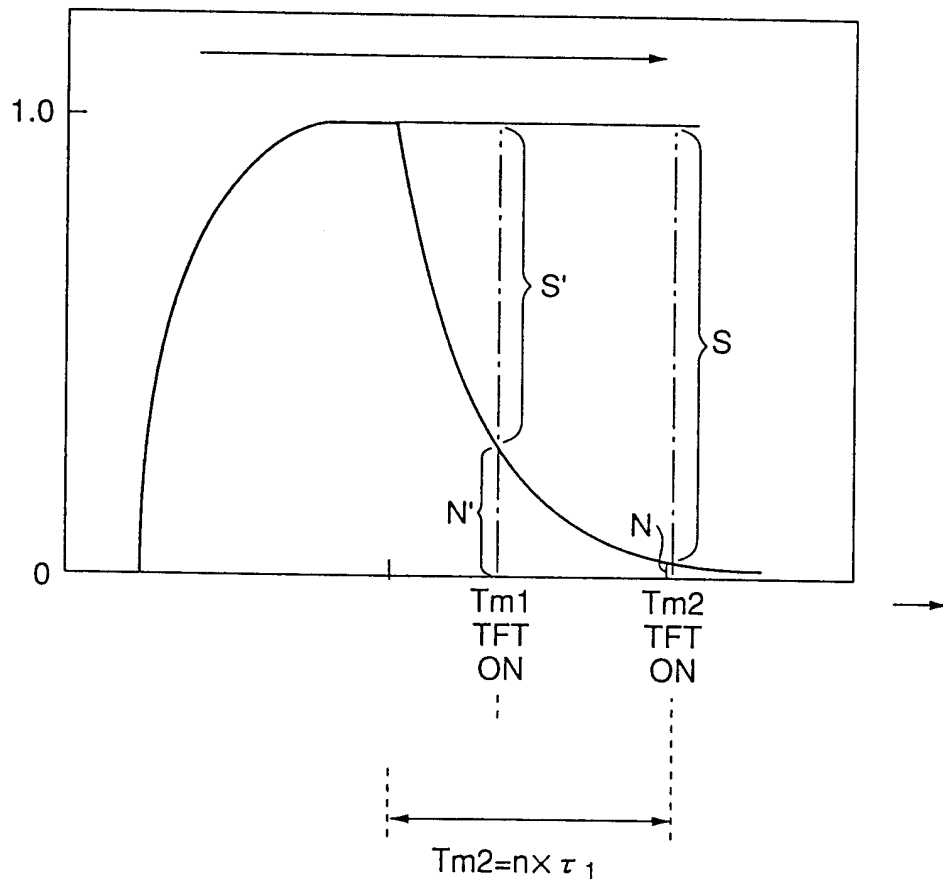


图 7A

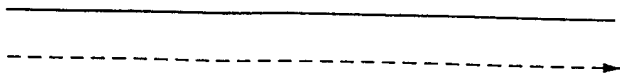


图 7B

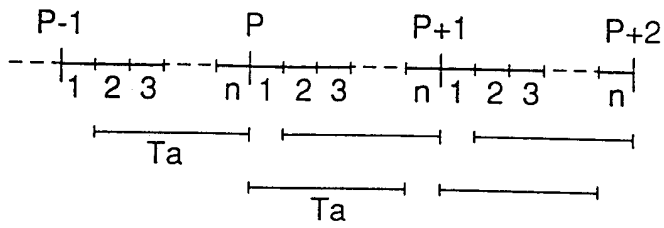


图 7C

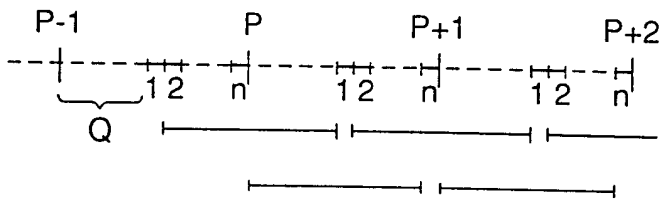


图 7D

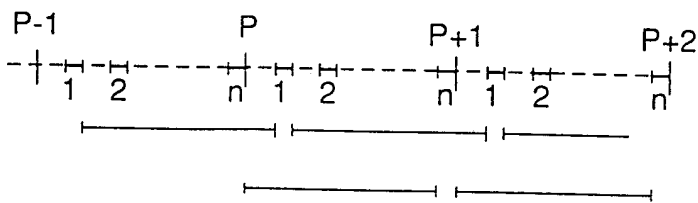


图 7E

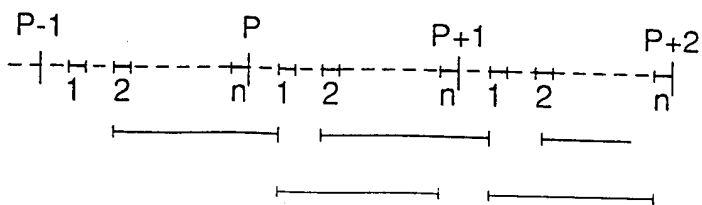


图 8

