

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04N 3/15 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880014156.8

[43] 公开日 2010年3月17日

[11] 公开号 CN 101675657A

[22] 申请日 2008.4.22

[21] 申请号 200880014156.8

[30] 优先权

[32] 2007.5.1 [33] US [31] 11/742,883

[86] 国际申请 PCT/US2008/005148 2008.4.22

[87] 国际公布 WO2008/133861 英 2008.11.6

[85] 进入国家阶段日期 2009.10.30

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 C·帕克斯 J·T·坎普顿

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 王岳 王忠忠

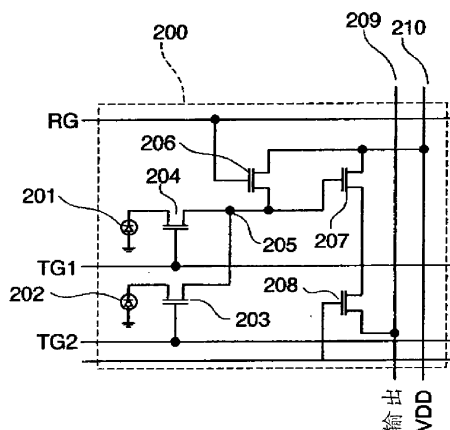
权利要求书3页 说明书10页 附图11页

[54] 发明名称

具有增益控制的图像传感器像素

[57] 摘要

一种用于读出图像信号的方法，该方法包括：
提供至少两个光敏区域；提供至少两个分别与每个光敏区域相关联的转移栅；提供被电连接至所述转移栅的公共电荷至电压转换区域；提供用于复位所述公共电荷至电压转换区域的复位机制；在从所述光敏区域至少之一转移电荷之后，在第一时间禁止所有的转移栅；在随后的第二时间允许至少一个转移栅；以及在所述至少一个转移栅从所述第二时间起保持被允许的同时，在随后的第三时间从所述光敏区域至少之一转移电荷。



- 1、一种用于读出图像信号的方法，该方法包括：
 - 提供至少两个光敏区域；
 - 提供至少两个分别与每个光敏区域相关联的转移栅；
 - 提供被电连接至所述转移栅的公共电荷至电压转换区域；
 - 提供用于复位所述公共电荷至电压转换区域的复位机制；
 - 在从所述光敏区域至少之一转移电荷之后，在第一时间禁止所有的转移栅；
 - 在随后的第二时间允许至少一个转移栅；以及
 - 在所述至少一个转移栅从所述第二时间起保持被允许的同时，在随后的第三时间从所述光敏区域至少之一转移电荷。
- 2、根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括在所述第二时间与所述第三时间之间复位所述公共电荷至电压转换区域。
- 3、根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括给所述至少两个光敏区域提供至少两种不同的光敏度。
- 4、根据权利要求 3 所述的方法，进一步包括在所述第三时间从所述光敏区域中的具有较高光敏度的至少一个光敏区域转移电荷。
- 5、根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括给所述至少两个光敏区域提供至少两个单独的彩色滤光器。
- 6、根据权利要求 6 所述的方法，进一步包括给所述至少两个单独的滤光器中的每个提供不同的频谱特性。
- 7、根据权利要求 3 所述的方法，进一步包括提供不同尺寸的微透镜以提供所述至少两个不同的光敏度。
- 8、根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括给所述至少两个光敏区域提供至少两个不同尺寸的微透镜与至少两种不同的频谱特性的组合。
- 9、一种用于读出图像信号的方法，该方法包括：
 - 提供至少一个光敏区域；
 - 提供至少一个与所述光敏区域相关联的转移栅；
 - 提供被电连接至所述转移栅的电荷至电压转换区域；
 - 提供用于复位所述电荷至电压转换区域的复位机制；
 - 复位所述电荷至电压转换区域；

测量复位值的第一采样;

操作所述转移栅以从所述光敏区域将电荷转移至所述电荷至电压转换区域;

在所述转移栅接通的情况下,测量所述电荷至电压转换区域上的信号的第二采样; 以及

在所述转移栅关断的情况下,测量所述电荷至电压转换区域上的信号的第第三采样。

10、根据权利要求 9 所述的方法,进一步包括以下步骤:

在所述转移栅关断的情况下,复位所述电荷至电压转换区域; 以及在所述转移栅接通的情况下,测量所述电荷至电压转换区域的第四采样。

11、根据权利要求 9 所述的方法,进一步包括以下步骤:

在所述转移栅关断的情况下,复位所述电荷至电压转换区域; 在所述转移栅关断的情况下,测量所述电荷至电压转换区域的第四采样; 以及

在所述转移栅接通的情况下,测量所述电荷至电压转换区域的第五采样。

12、根据权利要求 11 所述的方法,进一步包括存储所述第四采样与所述第五采样的差异的步骤。

13、一种用于读出图像信号的方法,该方法包括:

提供至少两个光敏区域;

提供至少两个分别与每个光敏区域相关联的转移栅;

提供被电连接至所述转移栅的公共电荷至电压转换区域;

提供用于复位所述公共电荷至电压转换区域的复位机制;

在从所述光敏区域至少之一转移电荷之后,在第一时间禁止所有的转移栅;

在第二时间部分允许至少一个转移栅;

在所述至少一个转移栅从所述第二时间起保持被部分允许的同时,在随后的第三时间部分允许至少一个转移栅,并且从所述光敏区域至少之一转移电荷; 以及

禁止在所述随后的第三时间被允许的转移栅。

14、根据权利要求 13 所述的方法,进一步包括在所述第二时间与

所述第三时间之间复位所述公共电荷至电压转换区域。

15、根据权利要求 13 所述的方法，进一步包括给所述至少两个光敏区域提供至少两种不同光敏度。

16、根据权利要求 13 所述的方法，进一步包括给所述至少两个光敏区域提供至少两个单独的彩色滤光器。

17、根据权利要求 13 所述的方法，进一步包括给所述至少两个单独的滤光器中的每个提供不同的频谱特性。

18、根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括提供不同尺寸的微透镜以提供所述至少两种不同的光敏度。

19、根据权利要求 13 所述的方法，进一步包括给所述至少两个光敏区域提供至少两个不同尺寸的微透镜与至少两种不同的频谱特性的组合。

具有增益控制的图像传感器像素

技术领域

本发明总地涉及图像传感器领域，更具体地说，本发明涉及具有可变增益控制的这样的图像传感器。

背景技术

图 1 示出典型的 CMOS 有源像素图像传感器 100。图像传感器 100 的基本部件是光敏像素 130 的阵列。行解码器电路 105 选择由相关双采样 (CDS) 电路 125 待采样的整行像素 130。模数转换器 115 扫过列解码器并且使存储在 CDS 125 中的信号数字化。模数转换器 115 可以是具有每列一个转换器 (并行) 或者具有一个高速转换器以逐次地使每列数字化的类型。数字化的数据可以从图像传感器 100 被直接输出，或者可以存在集成图像处理 120 以用于缺陷校正、彩色滤光器插值、图像缩放以及其它特殊效果。时序发生器 110 控制行解码器和列解码器以对整个像素阵列或像素阵列的仅仅一部分采样。

图 2 示出 CMOS 图像传感器 100 的一个像素。存在光电二极管 151 以采集光产生的电子。在信号从光电二极管 151 中被读出时，脉冲地产生 RG 信号以通过复位晶体管 150 将浮动扩散节点 155 复位为 VDD 电势。行选择信号 RSEL 被接通，以通过行选择晶体管 154 将输出晶体管 153 连接至输出信号线。CDS 电路 125 对输出信号线上的复位电压电平采样。接下来，转移晶体管 152 被脉冲导通和关断，以从光电二极管 151 将电荷转移至浮动扩散 155。输出信号线上的新电压电平减去复位电压电平与浮动扩散处的电荷量成比例。

浮动扩散电压变化的幅值通过 $V=Q/C$ 给出，其中 Q 是光电二极管 151 所采集的电荷量，而 C 是浮动扩散节点 155 的电容。如果电容 C 太小而电荷 Q 太大，则电压输出将会对于 CDS 电路 125 而言太大。这种问题通常在像素尺寸为 $2.7\mu\text{m}$ 或更大以及电源电压 VDD 为 3.3V 或更小时发生。现有技术中对这种问题的解决方案一般包括将额外电容放置在浮动扩散节点 155 处。

在图 3 中，美国专利 6,730,897 公开了通过添加被连接在浮动扩散

160 与 GND 之间的电容 161 来增加浮动扩散节点 160 电容。在图 4 中，美国专利 6,960,796 公开了通过添加被连接在浮动扩散 162 与电源 VDD 之间的电容 163 来增加浮动扩散节点 162 电容。现有技术并未将浮动扩散节点电容增加到足以保证在最大光电电荷容量下最大输出电压处于供电极限以内。不过，现有技术的解决方案对于低光线水平（low light level）状况并不是最优的。在光电二极管中存在非常少量的电荷时，较大的浮动扩散电容降低了电压输出，使得更难以测量小信号。所存在的需要是：在低光线水平下成像时具有小浮动扩散电容（以用于增加的电压输出），并且在高光线水平（high light level）下成像时具有大浮动扩散电容（以将电压输出降至供电范围以下）。这是像素内的一种增益控制形式。

图 5 示出具有被连接至浮动扩散节点 166 的额外“悬空（dangling）”晶体管 165 的像素。该像素来自美国专利申请公布 2006/0103749A1。使具有 AUX 信号线的晶体管 165 导通将增加浮动扩散 166 的电容。这种改变浮动扩散电容的方法需要四个晶体管门（transistor gate）165、167、168 和 169 紧密围绕浮动扩散节点 166 并且被直接电连接至浮动扩散节点 166。四个晶体管门的存在不容许最小可能的浮动扩散节点电容。在晶体管 165 截止时，与只有三个晶体管与浮动扩散相邻的情况相比，门电路还是增加了一些附加电容。

美国专利 7,075,049 也示出具有改变浮动扩散节点电容的能力的像素。它也需要四个晶体管与浮动扩散节点相邻。因此，美国专利 7,075,049 中的像素设计并不提供最小可能的浮动扩散电容。

本发明公开了一种浮动扩散电容能被改变的像素。而且，本发明将仅需要三个晶体管门与浮动扩散相邻并且不需要对像素添加附加的信号线。

发明内容

本发明在于克服以上所述的问题中的一个或多个问题。简要地概括来说，根据本发明的一方面，描述了一种用于读出图像信号的方法，该方法包括：提供至少两个光敏区域；提供至少两个分别与每个光敏区域相关联的转移栅；提供被电连接至所述转移栅的公共电荷至电压转换区域；提供用于复位所述公共电荷至电压转换区域的复位机制；在从所述

光敏区域至少之一转移电荷以后，在第一时间禁止所有的转移栅；在随后的第二时间允许至少一个转移栅；以及在所述至少一个转移栅从第二时间起保持被允许的同时，在随后的第三时间从所述光敏区域至少之一转移电荷。

本发明的以上和其它目的在结合下列描述和附图时将变得更加明显，在所述附图中，相同的附图标记用于在可能的地方指代附图中共有的相同的元件。

本发明的有利效果

本发明具有的优点如下：可变增益控制仅有三个晶体管门与浮动扩散相邻，以及不需要附加的信号线。

附图说明

图 1 是现有技术的 CMOS 有源像素图像传感器；

图 2 是现有技术的 CMOS 有源像素的示意图；

图 3 是现有技术的具有至 GND 的电容器以减小电荷转换增益的 CMOS 有源像素的示意图；

图 4 是现有技术的具有至 VDD 的电容器以减小电荷转换增益的 CMOS 有源像素的示意图；

图 5 是现有技术的具有摇摆晶体管以减小电荷转换增益的 CMOS 有源像素的示意图；

图 6 是本发明中使用的 CMOS 有源像素传感器的示意图；

图 7 是 CMOS 有源像素传感器的剖面图，该剖面图示出光电二极管、转移栅和电荷至电压转换区域；

图 8 示出本发明第一实施例的转移栅和电荷至电压转换区域的沟道电势；

图 9 示出本发明第一实施例的线性曲线；

图 10 示出本发明第二实施例的在小电荷被测量到时转移栅和电荷至电压转换区域的沟道电势；

图 11 示出本发明第二实施例的在大电荷被测量到时转移栅和电荷至电压转换区域的沟道电势；

图 12 示出本发明第二实施例的线性曲线；

图 13 示出本发明第三实施例的转移栅和电荷至电压转换区域的沟

道电势；

图 14 是采用使用本发明的像素的 CMOS 有源像素图像传感器；以及

图 15 是使用采用本发明像素的 CMOS 有源像素图像传感器的数码相机。

具体实施方式

在详细阐述本发明之前，有益的是注意到，本发明优选地被用在 CMOS 有源像素传感器中，但是并不限于 CMOS 有源像素传感器。有源像素传感器指的是像素内的除了起开关作用的晶体管之外的有源电元件。例如，浮动扩散或放大器是有源元件。CMOS 指的是互补金属氧化物硅型电部件、比如与像素相关联但通常不在像素中的晶体管、以及在晶体管的源极/漏极属于一种掺杂型（例如 p 型）并且与它配对的晶体管属于相反掺杂型（例如 n 型）时所形成的晶体管。CMOS 器件包括一些优点，其中的一个优点是它消耗较少的功率。

图 6 示出能够实现本发明的 CMOS 像素 200。它具有被示为光电二极管 201 和 202 的两个光敏区域。光电二极管 201 和 202 中的每个通过转移栅 203 和 204 被连接至公共电荷至电压转换节点 205。复位晶体管 206 用于将电荷至电压转换节点 205 设置成电源电压 210。输出晶体管 207 用于在行选择晶体管 208 被允许时驱动输出信号线 209。

图 7 示出穿过所制造的像素 200 的水平剖面图。转移栅 204 和 203 被示为围绕充当电荷至电压转换节点 205 的注入式扩散。光电二极管注入物（implant）201 和 202 处于表面钉扎层（surface pinning layer）注入物 211 的下方。这种类型的光电二极管通常被称为钉扎光电二极管。在每个像素的上部是具有相同或不同颜色的彩色滤光器 220 和 221。微透镜 222 和 223 的阵列使光线 224 聚焦到像素的光电二极管区域中。

在图 7 的剖面的下部，示出处于像素 200 的各区域下部的电沟道电势。231 是在转移栅 204 下方的当该转移栅处于关断状态时的沟道电势。233 是在转移栅 203 下方的当该转移栅处于关断状态时的沟道电势。232 是在电荷至电压转换节点 205 已经被晶体管 206（如图 6 中所示）复位之后的该节点 205 的沟道电势。面积 230 和 234 表示光电二极管 201 和 202 中光产生的电荷量。

在图 8 中, 仅示出图 7 的在对光电二极管 201 和 202 中光产生的电荷量 230 和 234 采样的各时步 (time step) 下的沟道电势图。对光电二极管 201 和 202 中光产生的电荷 230 和 234 采样的过程开始于时步 T0, 在时步 T0, 一个光电二极管电荷 230 小于另一光电二极管电荷 234。

电荷差异的原因, 例如可能是由于光电二极管 202 具有更长积分时间引起的, 或者彩色滤光器 221 可能是更透明的或通过更宽范围的颜色。微透镜 223 也可以被制造成采集比微透镜 222 多的光。这些特性中的任何一个都可以被并入到本发明中。时步 T0 处在电荷至电压转换区域 205 已经被复位成沟道电势 232 之后。电荷至电压转换区域 205 的复位电压也在此时被采样。在时步 T1, 转移栅 204 被接通以将电荷 230 转移至电荷至电压转换区域 205。接下来, 在时步 T2, 转移栅 204 被关断, 并且电荷至电压转换区域 205 上的新电压被采样并且从复位电压电平中被减去以测量电荷 230 的量。在时步 T3, 电荷至电压转换区域被再次复位, 并且复位电压电平被采样。在时步 T4, 转移栅 204 被接通至增加电荷至电压转换区域 205 的电容的电压电平。电荷至电压转换区域 205 可以在时步 T4 而不是在时步 T3 被复位。在时步 T5 转移栅 203 也被接通以将电荷 234 转移至电荷至电压转换区域 205 时, 转移栅 204 仍处于接通。在时步 T6 中转移栅 203 被关断时, 电荷 234 在较大面积上散开, 该较大面积具有比在时步 T2 中转移栅 204 处于关断时更高的电容。

现在考虑通过由 $V = Q/C$ 给出的电荷 Q 、电容 C 和电压 V 之间的关系。越高的电容意味着在电荷至电压转换区域上将有越小的电压变化, 因此该区域可以保持越大的电荷量。越高的电容对应于越小的电荷至电压转换增益。因此, 本发明能够在两个转移栅都关断的情况下利用高增益对少量的电荷采样, 并且也能够在此时转移栅之一接通的情况下对大量的电荷采样。

有利的是, 最后从具有最多电荷的光电二极管转移电荷, 这是因为这是电荷至电压转换区域通过从空的光电二极管接通转移栅能够具有最高电容的时候。明显的还有, 本发明能够被扩展到共享两个以上光电二极管的像素。明显的还有, 利用两个以上的光电二极管, 可以存在两个以上级别的电荷至电压转换区域电容控制。

图 9 示出像素的输出电压相对光电二极管中采集的电荷量的情况。当在两个转移栅都被关断的情况下电荷被采样时, 像素处于高增益模

式，并且产生在低电荷水平下达到饱和的输出电压曲线 240。当在一个转移栅被接通的情况下电荷被采样时，像素处于低增益模式，并且产生在较高电荷水平下达到饱和的输出电压曲线 241。

在本发明的第二实施例中，除了转移栅的操作不同以外，像素结构与图 7 和图 8 中所示的相同。在图 10 中，时步 T0 处在电荷至电压转换区域 205 已经被复位成沟道电势 232 之后。电荷至电压转换区域 205 的复位电压也在此时被采样。在时步 T1，转移栅 204 被接通以将电荷 230 转移至电荷至电压转换区域 205。接下来，在时步 T2，转移栅 204 被关断，并且电荷至电压转换区域 205 上的新电压被采样并且从复位电压电平中被减去以测量电荷 230 的量。在时步 T3，电荷至电压转换区域 205 被再次复位，并且复位电压电平被采样。在时步 T4，转移栅 204 被部分接通至将转移栅沟道电势 231 设置成处于光电二极管沟道电势与复位电压电平电势 232 之间的电压电平。在时步 T5，转移栅 203 被接通，以将电荷 234 转移至电荷至电压转换区域 205，然后转移栅 203 在时步 T6 被关断。

转移栅 204 的部分接通的优点在于，电荷至电压转换区域电容对于小电荷会是高的，而该电容对于大电荷会是低的。图 10 示出电荷 234 小并且在时步 T6 并不填满电荷至电压转换区域 205 以超出转移栅 204 沟道电势 231 的情况。因此，在这种情况下，电荷 234 利用低电容高电压转换增益被测量。在图 11 的情况下，电荷 234 大，并且在该电荷被转移至电荷至电压转换区域 205 时，该电荷在时步 T6 在沟道电势 231 的上方流动。现在大电荷 234 利用大电容较低的电压转换增益被测量。

图 12 示出第二实施例中的电荷至电压转换区域 205 的电压响应相对光电二极管中采集的电荷量的情况。在电荷大且在点 243 上方时，电压响应的斜率减小并且遵循曲线 244。如果转移栅 204 已经被关断而不是被部分接通，则电压响应将遵循较高的增益曲线 242。第二实施例容许低信号电平下的高增益和高信号电平下的低增益。

在本发明的第三实施例中，除了转移栅的操作不同以外，像素结构与图 7 和图 8 中所示的相同。本发明的第三实施例被图示在图 13 中。在时步 T0，电荷至电压转换区域 205 刚被复位，并且它的电压被采样为 V1。在时间 T1，转移栅 204 被接通以将电荷 230 转移至电荷至电压转换区域 205。在转移栅 204 仍处于接通的同时，电荷至电压转换区域 205

的电压被采样为 V2。在时步 T2，转移栅 204 被关断，并且电荷至电压转换区域 205 电压被采样为 V3。

电压 V3-V1 表示电荷 230 的高转换增益测量值。电压 V2-V1 表示电荷 230 的低转换增益测量值。不过，V2-V1 包括由转移栅 204 至电荷至电压转换区域 205 的电容耦合所引起的偏移误差。为了消除该偏移误差，电荷至电压转换区域 205 在时步 T3 被再次复位，并且它的电压被测量为 V4。接下来，在时步 T4，在电荷至电压转换区域 205 电压被测量为 V5 的同时，转移栅 204 被再次接通并且被保持。通过在光电二极管 201 中不存在电荷时测量 V5，偏移误差作为 V5-V4 被获取。现在，正确的低转换增益测量值是 V2-V1-(V5-V4)。

对于不太精确的测量值，电压 V4 可以被除去并且在它的位置使用 V1。在这种情况下，低转换增益测量值是 V2-V1-(V5-V1)或 V2-2V1-V5。

第三实施例能够被应用于具有任意数目的共享公共电荷至电压转换区域的光电二极管的 CMOS 有源像素。图 13 的步骤针对光电二极管中的每一个被重复。

第三实施例的优点在于图像传感器的每个像素都利用高电荷至电压转换增益和低电荷至电压转换增益被采样。本发明的所有实施例的一个优点在于，它们都不需要添加任何晶体管或信号线。

图 14 示出本发明的具有像素 308 的 CMOS 有源像素图像传感器 300，其中像素 308 中的转移栅利用本发明的电荷至电压转换增益控制被操作。图像传感器 300 的基本部件是光敏像素 308 的阵列。行解码器电路 305 选择由相关双采样 (CDS) 电路 325 待采样的整行像素 308。模数转换器 315 扫过列解码器并且使存储在 CDS 中的信号数字化。模数转换器 315 可以是具有每列一个转换器 (并行) 或者具有逐次使每列数字化的一个高速转换器的类型。数字化的数据可以从图像传感器 300 被直接输出，或者可以存在集成图像处理 320 以用于缺陷校正、彩色滤光器插值、图像缩放及其其它特殊效果。时序发生器 310 控制行解码器和列解码器以对整个像素阵列或像素阵列的一部分采样。

图 15 示出电子成像系统、优选地为数字相机 400 中的采用如下像素的图像传感器 300：该像素的转移栅利用电荷至电压转换增益控制被操作。

本发明已经参照优选实施例进行了描述。不过，能够理解的是，本

领域的普通技术人员能够在不偏离本发明的范围的情况下实施变型和修改。

部件列表

- 100 图像传感器
- 105 行解码器电路
- 110 时序生成器
- 115 模数转换器
- 120 集成图像处理
- 125 相关双采样 (CDS) 电路
- 130 光敏像素
- 150 复位晶体管
- 151 光电二极管
- 152 转移晶体管
- 153 输出晶体管
- 154 行选择晶体管
- 155 浮动扩散节点
- 160 浮动扩散节点
- 161 电容器
- 162 浮动扩散节点
- 163 电容器
- 165 额外“摇摆”晶体管门
- 166 浮动扩散节点
- 167 晶体管门
- 168 晶体管门
- 169 晶体管门
- 200 像素
- 201 光电二极管注入物
- 202 光电二极管注入物
- 203 转移栅
- 204 转移栅
- 205 电荷至电压转换节点
- 206 复位晶体管
- 207 输出晶体管
- 208 行选择晶体管

-
- 209 输出信号线
 - 210 电源电压
 - 211 表面钉扎层注入物/钉扎光电二极管
 - 220 彩色滤光器材料
 - 221 彩色滤光器材料
 - 222 微透镜
 - 223 微透镜
 - 224 光线
 - 230 光产生的电荷 (光电二极管)
 - 231 沟道电势
 - 232 沟道电势
 - 233 沟道电势
 - 234 光产生的电荷 (光电二极管)
 - 240 输出电压曲线
 - 241 输出电压曲线
 - 242 较高增益曲线
 - 243 点
 - 244 曲线
 - 300 图像传感器
 - 305 行解码器电路
 - 308 光敏像素
 - 310 时序发生器
 - 315 模数转换器
 - 320 集成图像处理
 - 325 相关双采样 (CDS) 电路
 - 400 数码相机

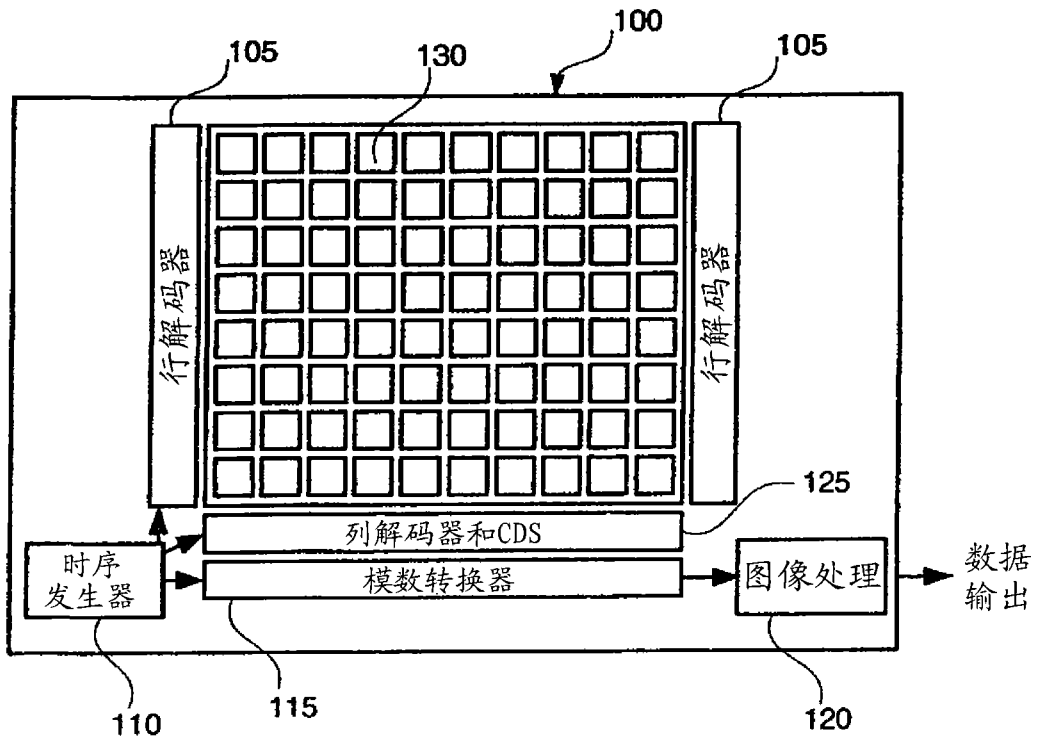


图 1
(现有技术)

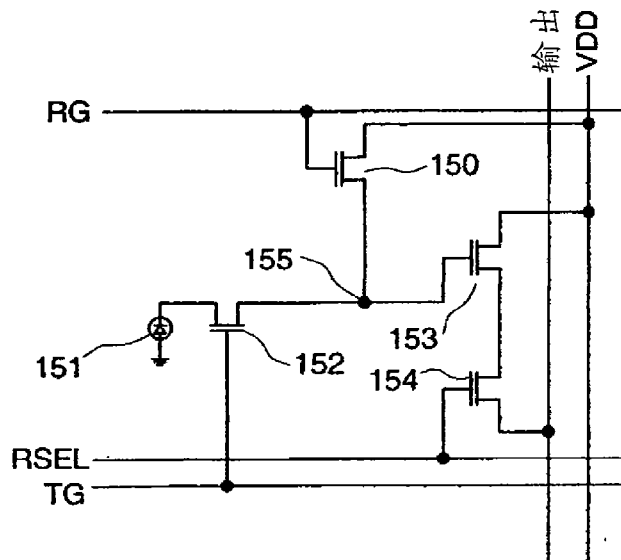


图 2
(现有技术)

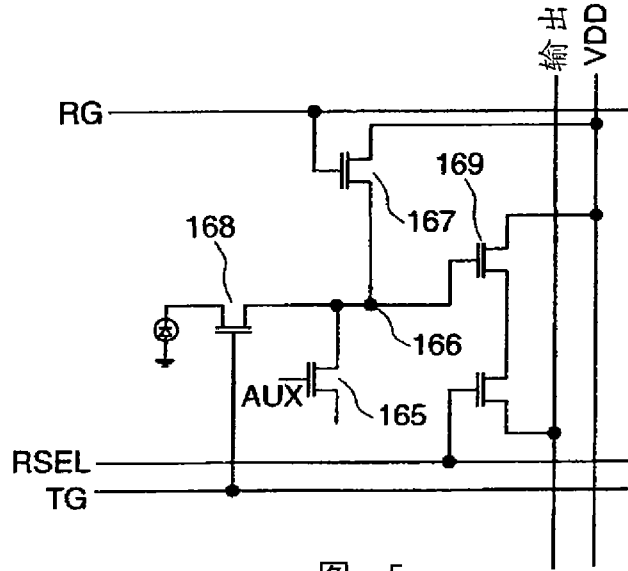


图 5
(现有技术)

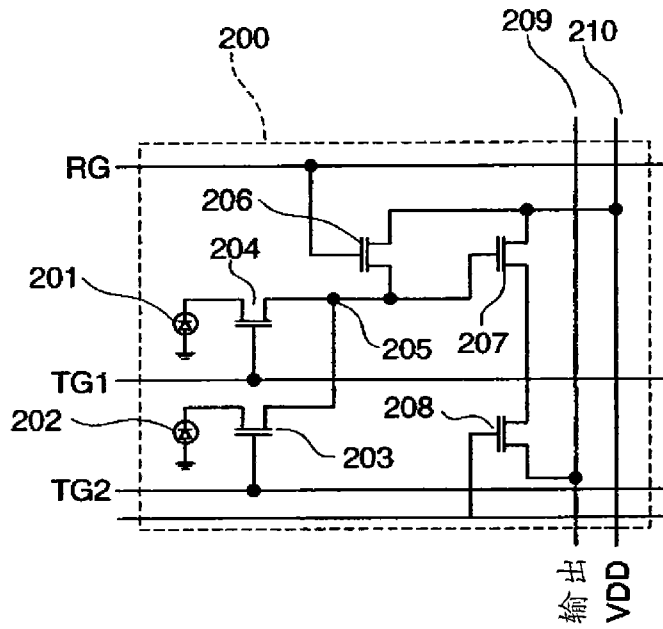


图 6

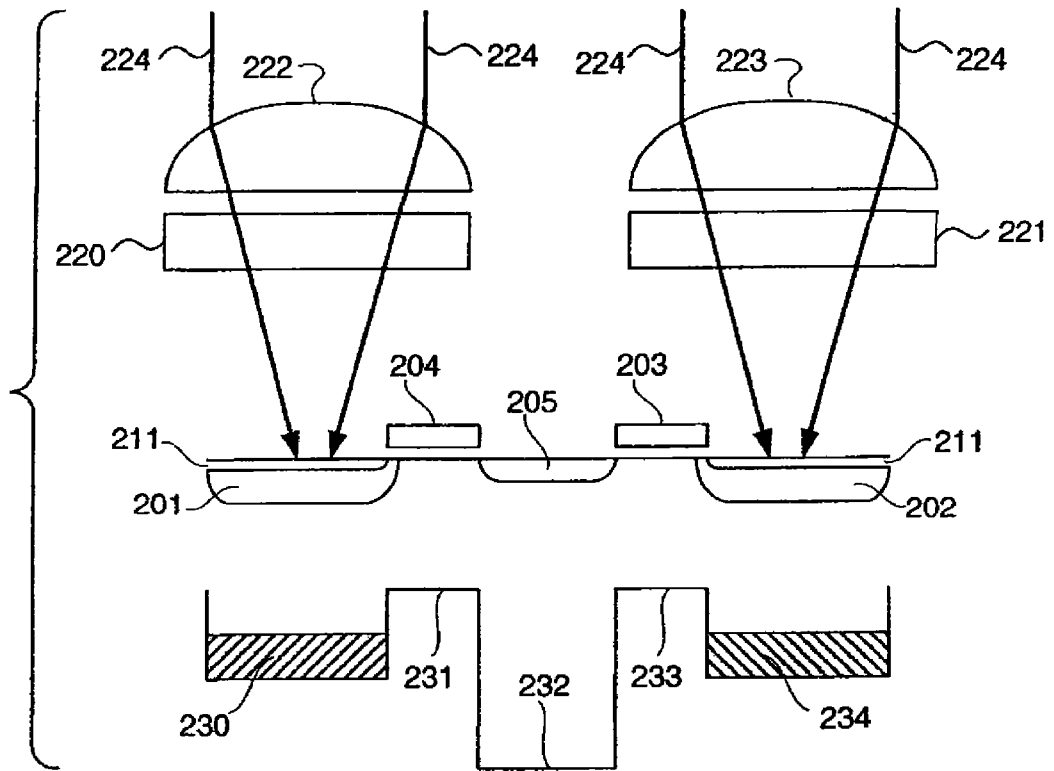


图 7

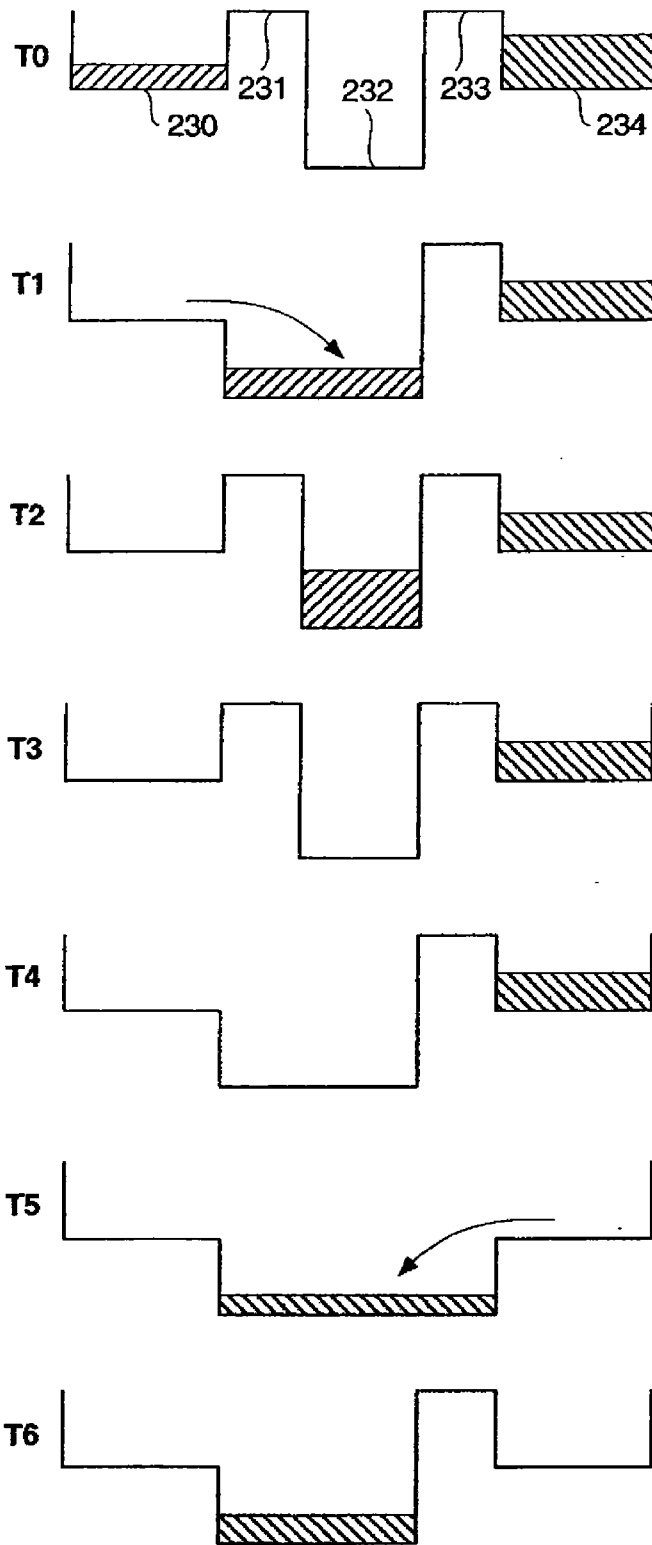


图 8

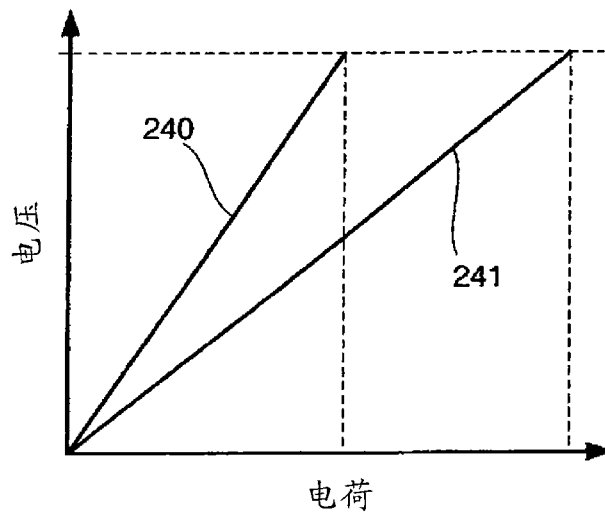


图 9

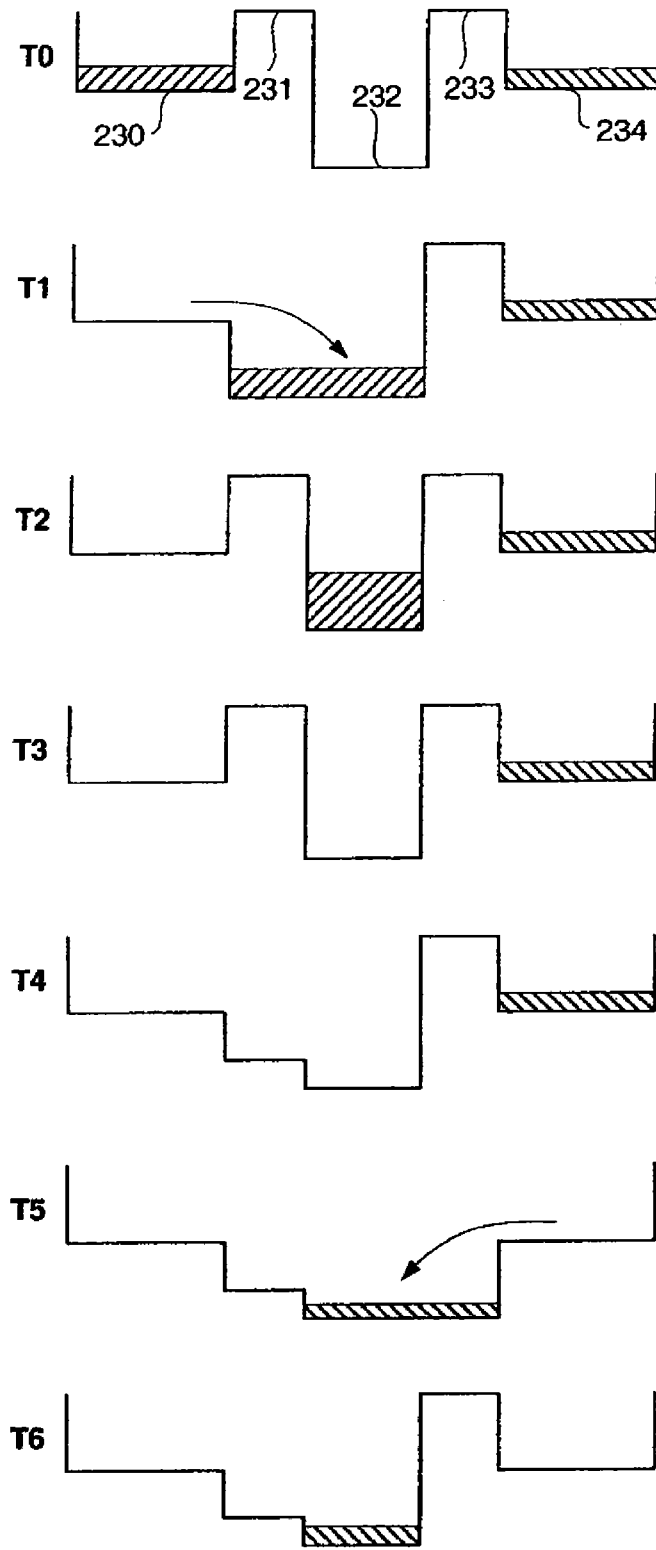


图 10

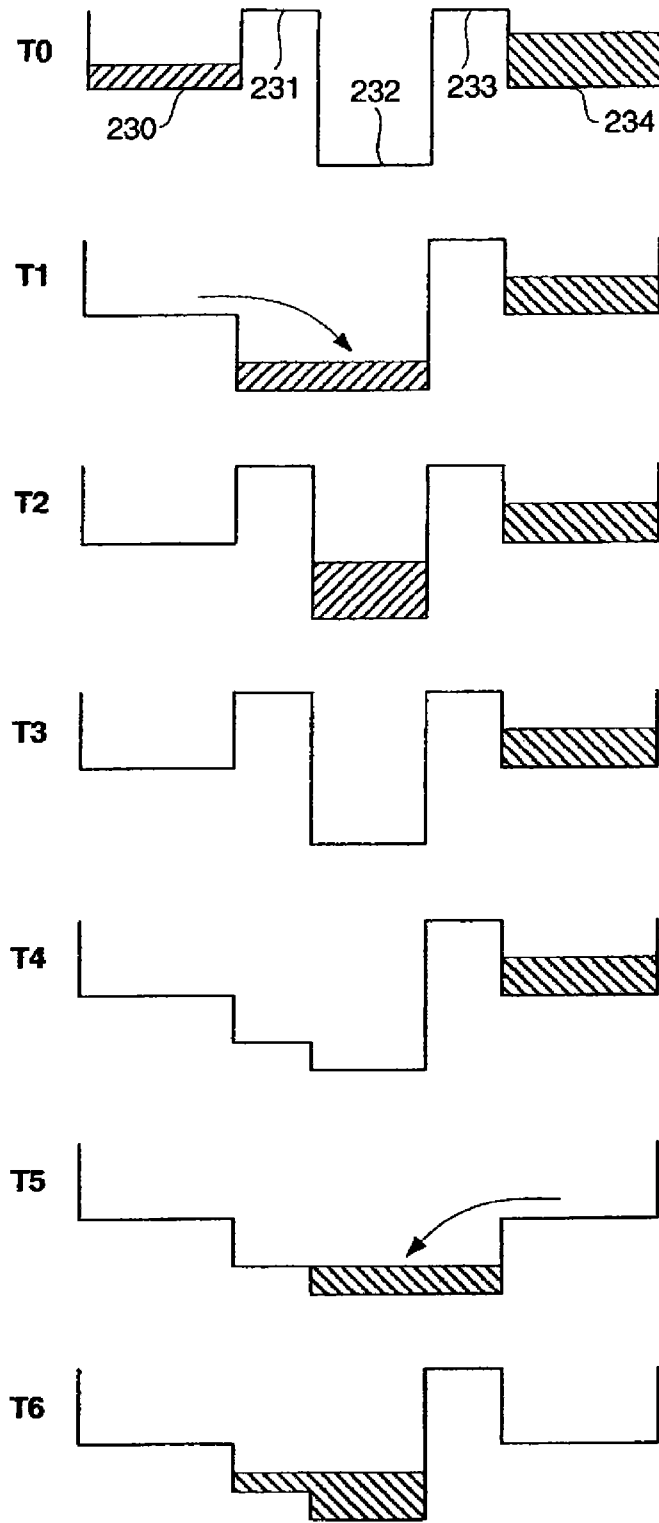


图 11

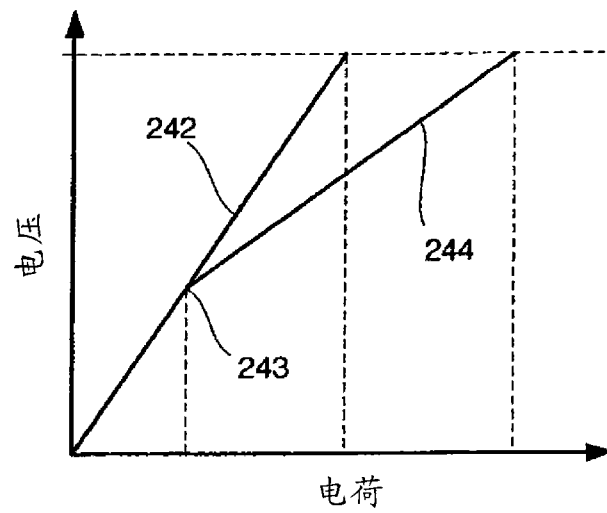


图 12

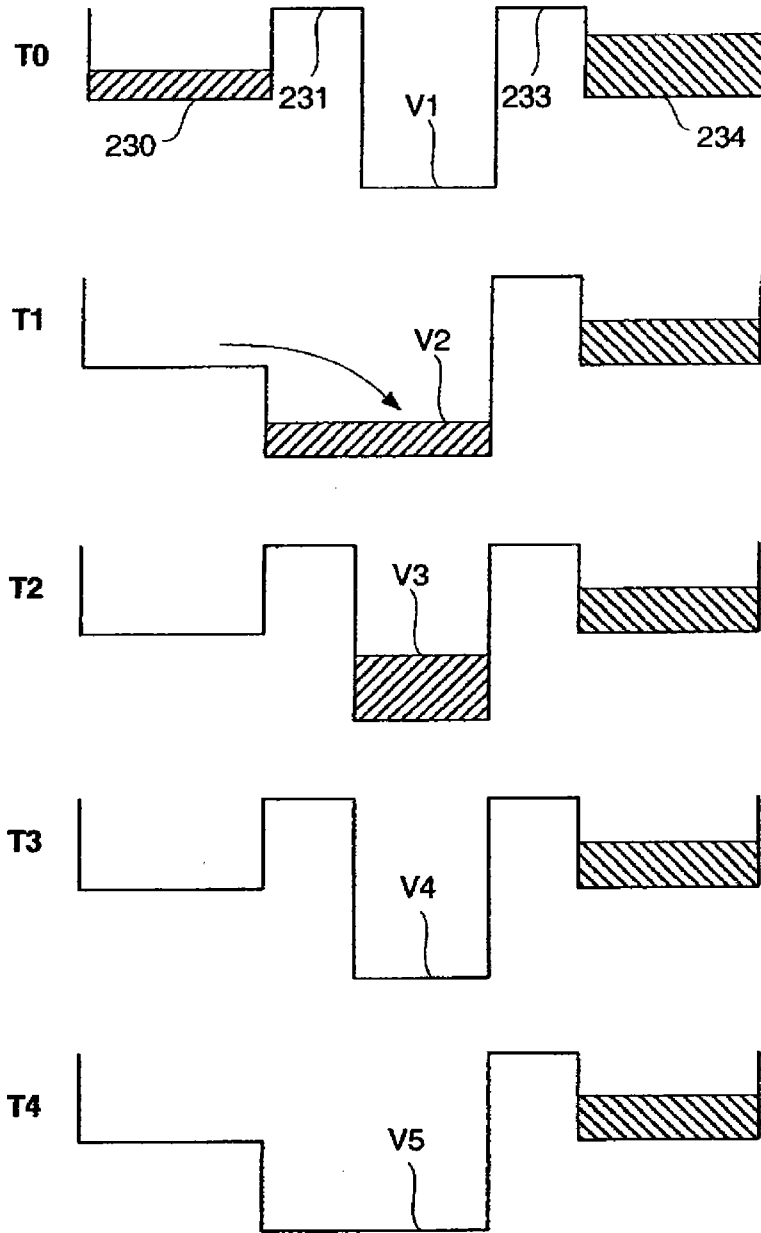


图 13

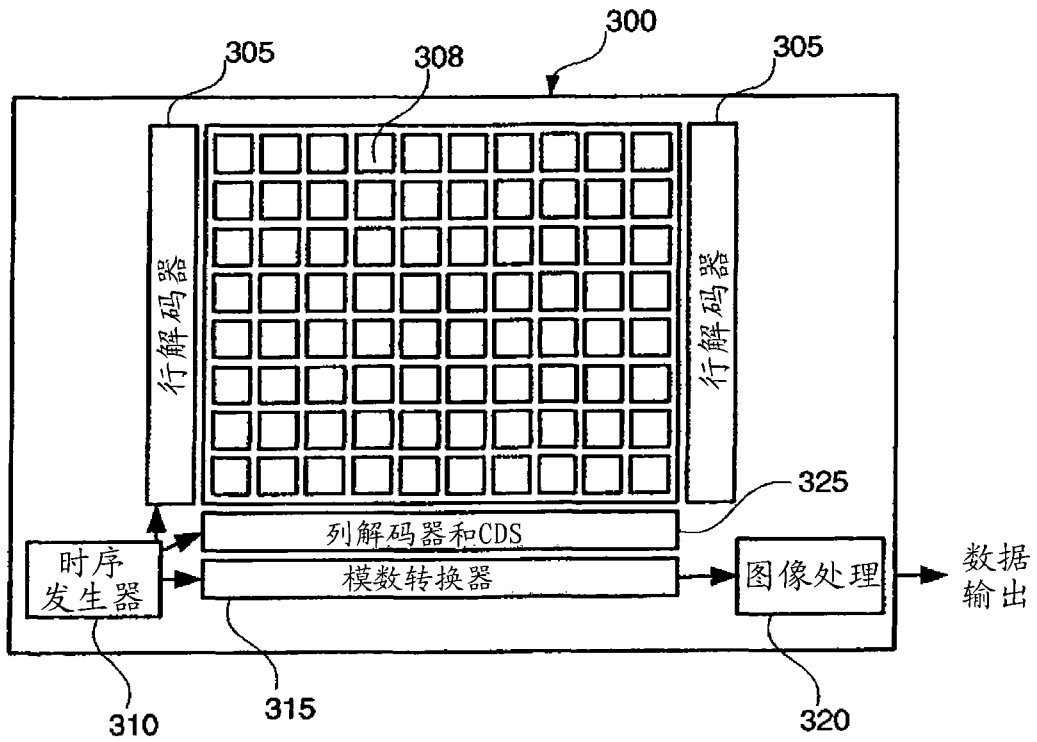


图 14

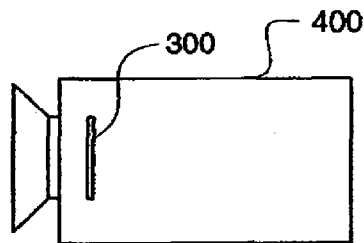


图 15