(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102257616 B

(45)授权公告日 2013.11.20

(21)申请号 200980150695.9

(22)申请日 2009.12.16

(30)优先权数据

61/138085 2008.12.16 US

61/257825 2009.11.03 US

(85)PCT申请进入国家阶段日

2011.06.16

(86)PCT申请的申请数据

PCT/IB2009/055799 2009.12.16

(87)PCT申请的公布数据

WO2010/044081 EN 2010.04.22

(73)专利权人 郑苍隆

地址 新加坡新加坡市

(72)发明人 郑苍隆

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 王岳 蒋骏

(51)Int.Cl.

H01L 27/14(2006.01)

(56)对比文件

US 2003/0085402 A1,2003.05.08, 全文.

US 2005/0052554 A1,2005.03.10, 全文.

US 2006/0157761 A1,2006.07.20, 全文.

审查员 张思秘

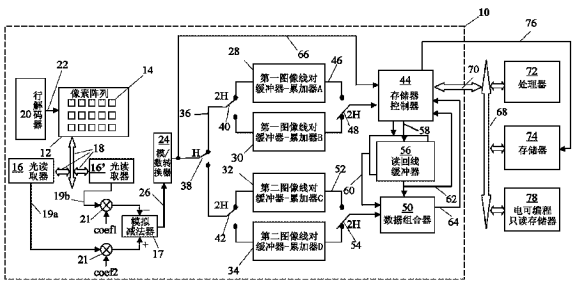
权利要求书3页 说明书25页 附图38页

(54)发明名称

噪声消除图像传感器

(57)摘要

本发明揭示一种图像传感器，其具有一像素阵列内的多个像素，该像素阵列耦合到一控制电路且耦合到一个或一个以上减法电路。该控制电路可使一耦合到一像素的输出晶体管提供一第一参考输出信号、一共同复位输出信号及一第一感测节点复位输出信号，一减法电路在该第一参考输出信号、该共同复位输出信号及该第一感测节点复位输出信号之间可形成一经加权差以产生一噪声信号。该控制电路可使该输出晶体管提供一第二感测节点复位输出信号、一光响应输出信号及一第二参考输出信号，一减法电路在该第二感测节点复位输出信号、该光响应输出信号及该第二参考输出信号之间可形成一经加权差以产生一经正规化的光响应信号。该光响应输出信号对应于将由该传感器俘获的图像。可从该经正规化的光响应信号减去该噪声信号以产生一经去噪声的信号。



CN 102257616 B

1. 一种图像传感器，其包含：

光检测器；

输出晶体管，其一栅极经耦合以从该光检测器接收一信号；

复位晶体管，其一漏极经耦合以复位该栅极；

转接晶体管，其经耦合以将该信号从该光检测器传送到该栅极；

取样电路，其经耦合以从该输出晶体管接收一输出信号；及

控制电路，其在以下各配置中的每一者中经配置以控制该转接晶体管、该复位晶体管及该取样电路以致使该取样电路从该输出晶体管取样及存储该输出信号：

第一配置，其中该控制电路经布置以将该复位晶体管切换到第一三极管区状态，且在该复位晶体管处于该第一三极管区状态中的同时切换该取样电路以取样及存储该输出信号，该经存储信号是经取样的第一参考输出信号；

第二配置，其中该控制电路经布置以将该转接晶体管切换到第二三极管区状态且在该转接晶体管处于该第二三极管区状态中的同时将该复位晶体管切换到第一关断状态，且在该复位晶体管处于该第一关断状态中且该转接晶体管处于该第二三极管区状态中的同时切换该取样电路以取样及存储该输出信号，该经存储信号是经取样的共同复位输出信号；

第三配置，其中该控制电路经布置以在该复位晶体管处于该第一关断状态中的同时将该转接晶体管从该第二三极管区状态切换到第二关断状态，且在该转接晶体管处于该第二关断状态中且该复位晶体管保持于该第一关断状态中的同时切换该取样电路以取样及存储该输出信号，该经存储信号是经取样的第一感测节点复位输出信号；

第四配置，其中该控制电路经布置以在该转接晶体管保持于该第二关断状态中时将该复位晶体管切换到第三关断状态，且在该第三关断状态期间切换该取样电路以取样及存储该输出信号，该经存储信号是经取样的第二感测节点复位输出信号；

第五配置，其中该控制电路经布置以在该复位晶体管保持于该第三关断状态中的同时将该转接晶体管从该第二关断状态切换到第三三极管区状态，在该复位晶体管及该转接晶体管分别处于该第三关断状态及该第三三极管区状态中的同时切换该取样电路以取样及存储该输出信号，该经存储信号是经取样的光响应输出信号；及

第六配置，其中该控制电路经布置以在存储该经取样的第一感测节点复位输出信号之后且在该第三关断状态之前或之后将该复位晶体管切换到第四三极管区状态，且在该复位晶体管处于该第四三极管区状态中的同时切换该取样电路以取样及存储该输出信号，该经存储信号是经取样的第二参考输出信号，

其中该图像传感器经布置以将该经取样的第一参考输出信号、该经取样的共同复位输出信号、该经取样的第一感测节点复位输出信号、该经取样的第二参考输出信号、该经取样的光响应输出信号及该经取样的第二感测节点复位输出信号提供到一处理器及／或该图像传感器的一个或多个电路以用于产生一经去噪声的信号。

2. 根据权利要求 1 所述的图像传感器，其包括经布置以进行以下操作的构件：

接收该经取样的第一参考输出信号、该经取样的共同复位输出信号及该经取样的第一感测节点复位输出信号，且产生一噪声信号作为该经取样的第一参考输出信号、该经取样的共同复位输出信号及该经取样的第一感测节点复位输出信号之间的经加权差。

3. 根据权利要求 2 所述的图像传感器，其中所述构件经进一步布置以：

接收该经取样的第二参考输出信号、该经取样的光响应输出信号及该经取样的第二感测节点复位输出信号，且产生经正规化的光响应信号作为该经取样的第二参考输出信号、该经取样的光响应输出信号及该经取样的第二感测节点复位输出信号之间的经加权差；及

将该噪声信号及该经正规化的光响应信号传送到该图像传感器中的构件或处理器以产生经去噪声的信号作为该经正规化的光响应信号与该噪声信号之间的差。

4. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的图像传感器，其包括经布置以形成一该等经取样的输出信号之中的第一对之间的第一差的构件。

5. 根据权利要求 4 所述的图像传感器，其中该第一差为该经取样的第一参考输出信号与该经取样的共同复位输出信号之间的差。

6. 根据权利要求 4 所述的图像传感器，其中该第一差为该经取样的第一参考输出信号与该经取样的第一感测节点复位输出信号之间的差。

7. 根据权利要求 4 所述的图像传感器，其中该第一差为该经取样的共同复位输出信号与该第一感测节点复位输出信号之间的差。

8. 根据权利要求 4 所述的图像传感器，其包括用以形成该等经取样的输出信号之中的第二对之间的第二差的构件，及用以形成该第一差与该第二差之间的差的构件。

9. 一种图像俘获系统，其包含：

根据权利要求 1 所述的图像传感器；及

一个或多个处理器，其经布置以接收该经取样的第一参考输出信号、该经取样的共同复位输出信号、该经取样的第一感测节点复位输出信号、该经取样的第二参考输出信号、该经取样的光响应输出信号及该经取样的第二感测节点复位输出信号，且产生该经去噪声的信号。

10. 根据权利要求 9 所述的图像俘获系统，其中该处理器经布置以：

接收该经取样的第一参考输出信号、该经取样的共同复位输出信号及该经取样的第一感测节点复位输出信号，且产生一噪声信号作为该经取样的第一参考输出信号、该经取样的共同复位输出信号及该经取样的第一感测节点复位输出信号之间的经加权差；

接收该经取样的第二参考输出信号、该经取样的光响应输出信号及该经取样的第二感测节点复位输出信号，且产生一经正规化的光响应信号作为该经取样的第二参考输出信号、该经取样的光响应输出信号及该经取样的第二感测节点复位输出信号之间的一经加权差；及

产生经去噪声的信号作为该经正规化的光响应信号与该噪声信号之间的差。

11. 一种用于消除从一图像传感器的一光检测器产生的图像信号中的噪声的方法，该图像传感器包含该光检测器、经耦合以接收来自该光检测器的一信号的输出开关、经耦合以复位该输出开关的复位开关、经耦合以传送来自该光检测器的该信号的转接开关及经耦合以接收来自该输出开关的一输出信号的取样电路，该方法包含：

将该复位开关切换到第一三极管区状态，且在该复位开关处于该第一三极管区状态中时取样及存储该输出开关的该输出作为经取样的第一参考输出信号；

将该转接开关切换到第二三极管区状态，在该转接开关处于该第二三极管区状态中时将该复位开关切换到第一关断状态，且在该复位开关和该转接开关分别处于该第一关断状态及该第二三极管区状态中时取样及存储该输出开关的该输出作为经取样的共同复位输

出信号；

在该复位开关保持于该第一关断状态中的同时将该转接开关从该第二三极管区状态切换到第二关断状态，且在该复位开关及该转接开关分别处于该第一关断状态及该第二关断状态中时取样及存储该输出开关的该输出作为经取样的第一感测节点复位输出信号；

在该转接开关保持于该第二关断状态中的同时将该复位开关切换到第三关断状态，且在该复位开关及该转接开关分别处于该第三关断状态及该第二关断状态中时取样及存储该输出开关的该输出作为经取样的第二感测节点复位输出信号；

在该复位开关保持于该第三关断状态中的同时将该转接开关切换到第三三极管区状态，且在该复位开关及该转接开关分别处于该第三关断状态及该第三三极管区状态中时取样及存储该输出开关的该输出作为经取样的光响应输出信号；

在存储该经取样的第一感测节点复位输出信号之后且在该第三关断状态之前或之后将该复位开关切换到第四三极管区状态，且在该复位开关处于该第四三极管区状态中时取样及存储该输出开关的该输出作为经取样的第二参考输出信号；及

从该经取样的第一和第二参考输出信号、该经取样的第一和第二感测节点复位输出信号、该经取样的共同复位输出信号和该经取样的光响应输出信号形成一经去噪声的图像信号。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，更包含：

从该经取样的第一参考输出信号、该经取样的第一感测节点复位输出信号和该经取样的共同复位输出信号形成噪声信号，其中该经取样的第一参考输出信号、该经取样的第一感测节点复位输出信号和该经取样的共同复位输出信号各自在该噪声信号的该形成中得到不同的有正负号的缩放因子。

13. 根据权利要求 11 到 12 中任一权利要求所述的方法，更包含：

从该经取样的第二参考输出信号、该经取样的第二感测节点复位输出信号和该经取样的光响应输出信号形成经正规化的光响应信号，

其中该经取样的第二参考输出信号、该经取样的第二感测节点复位输出信号和该经取样的光响应输出信号各自得到不同的有正负号的缩放因子。

噪声消除图像传感器

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张 2008 年 12 月 16 日申请的第 61/138,085 号美国临时专利申请案和在 2009 年 11 月 03 日申请的第 61/257,825 号美国临时专利申请案的优先权。

技术领域

[0003] 所揭示的标的物大体上涉及固态图像传感器。

背景技术

[0004] 摄影设备(例如,数字相机及数字摄录像机)可包含电子图像传感器,其俘获光以供处理成静止图像或视频图像。电子图像传感器通常包含上百万个光俘获元件,例如,光电二极管。

[0005] 固态图像传感器可为电荷耦合装置(CCD)类型或互补金属氧化物半导体(CMOS)类型。在任一类型的图像传感器中,光传感器由衬底支撑且布置成二维阵列。图像传感器通常包含上百万个像素以提供高分辨率图像。

发明内容

[0006] 本发明揭示一种图像传感器,其具有一像素阵列内的多个像素,该像素阵列耦合到一控制电路且耦合到一个或一个以上减法电路。该控制电路可使一耦合到一像素的输出晶体管提供一第一参考输出信号、一共同复位输出信号及一第一感测节点复位输出信号,一减法电路在该第一参考输出信号、该共同复位输出信号及该第一感测节点复位输出信号之间可形成一经加权差以产生一噪声信号。该控制电路可使该输出晶体管提供一第二感测节点复位输出信号、一光响应输出信号及一第二参考输出信号,一减法电路在该第二感测节点复位输出信号、该光响应输出信号及该第二参考输出信号之间可形成一经加权差以产生一经正规化的光响应信号。该光响应输出信号对应于将由该传感器俘获的图像。可从该经正规化的光响应信号减去该噪声信号以产生一经去噪声的信号。

附图说明

[0007] 图 1 为图像传感器及图像俘获系统的第一实施例的示意图 ;

[0008] 图 2 为用于将图像的像素数据输出到外部存储器或处理器的方法的说明 ;

[0009] 图 3 为用于检索且组合图像的像素数据的方法的说明 ;

[0010] 图 4 为图 13 的像素电路中的电容器的说明 ;

[0011] 图 5 为图 14C 的光读取器电路中的可变电容器的第一实施例的示意图 ;

[0012] 图 6 为图 14C 的光读取器电路中的可变电容器的第二实施例的示意图 ;

[0013] 图 7 为图 14C 的光读取器电路中的可变电容器的第三实施例的示意图 ;

[0014] 图 8 为用于检索且组合图像的像素数据的另一种方法的说明 ;

[0015] 图 9 为展示图 8 的用于存储并组合图像的像素数据的方法的图像数据的定序的说

明；

[0016] 图 10 为阵列中具有两个不同布局定向的像素的布局布置；

[0017] 图 11 为阵列中具有两个不同布局定向的像素的另一布局布置；

[0018] 图 12 为共享复位开关、输出晶体管及选择开关的一对像素及一 IN 线驱动器的实施例的示意图；

[0019] 图 13 为所述图像传感器的像素及 IN 线驱动器的实施例的示意图；

[0020] 图 14A 为光读取器电路的实施例的示意图；

[0021] 图 14B 为光读取器电路的另一实施例的示意图；

[0022] 图 14C 为三重取样光读取器电路的实施例的示意图；

[0023] 图 15A 为根据第二噪声及正规化方法的所述图像传感器的操作的流程图；

[0024] 图 15B 为根据第一噪声及正规化方法的所述图像传感器的替代操作的流程图；

[0025] 图 15C 为根据第三噪声及正规化方法的所述图像传感器的替代操作的流程图；

[0026] 图 15D 为根据第四噪声及正规化方法的所述图像传感器的操作的流程图；

[0027] 图 16 为图 15D 中的图像传感器操作的时序图；

[0028] 图 17A 为一说明，其展示在存储节点处及在对应感测节点处的电压信号的电平且说明可用于第二噪声及正规化方法的取样序列；

[0029] 图 17B 为一说明，其展示在存储节点处及在对应感测节点处的电压信号的电平且说明可用于第一噪声及正规化方法的取样序列；

[0030] 图 17C 为一说明，其展示在存储节点处及在对应感测节点处的电压信号的电平且说明可用于第三噪声及正规化方法的取样序列；

[0031] 图 17D 为一说明，其展示在存储节点处及在对应感测节点处的电压信号的电平且说明可用于混合第三噪声方法与第二正规化方法的取样序列；

[0032] 图 17E 为一说明，其展示在存储节点处及在对应感测节点处的电压信号的电平且说明可用于混合第三噪声方法与第一正规化方法的取样序列；

[0033] 图 17F 为一说明，其关于第二噪声及正规化方法从图 17A 修改且说明参考偏移；

[0034] 图 17G 为一说明，其关于第二噪声及正规化方法从图 17A 修改且说明在第二感测节点复位之前的第二参考；

[0035] 图 17H 为一说明，其关于第二噪声及正规化方法从图 17A 修改且说明第一跳板偏移；

[0036] 图 17I 为一说明，其关于第二噪声及正规化方法从图 17A 修改且说明 GND1 阶；

[0037] 图 17J 为一说明，其关于第一噪声及正规化方法从图 17B 修改且说明第三参考及第四参考；

[0038] 图 17K 为一说明，其从图 17J 修改以描述依据第一噪声及正规化方法的第四实施例的操作；

[0039] 图 17L 为一图式，其从图 17A 修改以描述依据第二噪声及正规化方法的第四实施例的操作；

[0040] 图 17M 为一图式，其从图 17J 修改以描述依据第三噪声及正规化方法的第四实施例的操作；

[0041] 图 18A 到图 18C 为用于产生控制信号的逻辑电路的示意图；

[0042] 图 18D 为用于产生图 17B 的 SAM3、SAM4 及 TF 信号的逻辑电路的示意图；

[0043] 图 19 为行解码器的单元的示意图，所述行解码器用于将全局 RST、TF 及 SEL 信号作为行信号 RST(n)、TF(n) 及 SEL(n) 从图 18A 到图 18C 的逻辑电路导引到一行像素中；

[0044] 图 20 为图 19 中所展示的行解码器单元的时序图；

[0045] 图 21 为图像传感器及图像俘获系统的第二实施例的示意图；

[0046] 图 22 为图像传感器及图像俘获系统的第三实施例的示意图；

[0047] 图 23 为图像传感器及图像俘获系统的第四实施例的示意图；

[0048] 图 24 为图像传感器及图像俘获系统的第五实施例的示意图；

[0049] 图 25 为一方法的流程图，所述方法用于校准一组特定的有正负号的缩放因子的残余噪声，所述组缩放因子用于具有类似布局及定向的一群像素；

[0050] 图 26 为一方法的流程图，所述方法用于校准跨多群像素的多组有正负号的缩放因子的残余噪声；

[0051] 图 27 为用于驱动一行像素的 TF[n] 与 RST[n] 信号的驱动器电路的示意图。

具体实施方式

[0052] 本文揭示一种图像传感器，其具有一像素阵列内的一个或一个以上像素，每一像素包括光检测器及转接开关，所述转接开关将所述光检测器连接到感测节点。所述感测节点经由复位开关连接到垂直信号线。输出晶体管经连接以将输出信号从所述感测节点耦合到垂直 OUT 线。所述像素阵列可耦合到控制电路且耦合到一个或一个以上减法电路。所述控制电路可使所述输出晶体管提供第一参考输出信号、共同复位输出信号及第一感测节点复位输出信号。在提供所述共同复位输出信号时，所述转接开关处于三极管区中。在提供所述第一参考输出信号时，所述复位开关处于三极管区中。在提供所述第一感测节点复位输出信号时，所述复位开关及所述转接开关两者被切断。减法电路可对所述共同复位输出信号、所述第一感测节点复位输出信号及所述第一参考输出信号进行取样。减法电路可形成所述经取样的共同复位输出信号、所述经取样的第一感测节点复位输出信号及所述经取样的第一参考输出信号之间的经加权差以产生噪声信号。所述控制电路可使所述像素提供第二感测节点复位输出信号、光响应输出信号及第二参考输出信号。在提供所述光响应输出信号时，所述转接开关处于三极管区中。在提供所述第二参考输出信号时，所述复位开关处于三极管区中。在提供所述第二感测节点复位输出信号时，所述复位开关及所述转接开关两者被切断。减法电路可对所述第二感测节点复位输出信号、所述光响应输出信号及所述第二参考输出信号进行取样。所述光响应输出信号对应于将由所述传感器俘获的图像。减法电路可形成所述经取样的第二感测节点复位输出信号、所述经取样的第二参考输出信号及所述经取样的光响应输出信号之间的经加权差以产生经正规化的光响应信号。可从所述经正规化的光响应信号减去所述噪声信号以产生所述传感器的经去噪声的信号。可进一步减去直流（DC）偏移以形成所述经去噪声的信号。图像俘获系统可包括所述图像传感器及处理器，所述两者形成所述经去噪声的信号。可在所述处理器上执行所述步骤中的一者或一者以上。

[0053] 减法电路可通过以下方式提供噪声信号：对所述共同复位输出信号、所述第一感测节点复位输出信号及所述第一参考输出信号取样且从所述第一参考输出信号减去所述

共同复位输出信号及所述第一感测节点复位输出信号，所述信号各自通过相应有正负号的缩放因子来缩放。所述减法电路可通过以下方式提供经正规化的光响应信号：对所述光响应输出信号、所述第二感测节点复位输出信号及所述第二参考输出信号取样且从所述第二参考输出信号减去所述光响应输出信号及所述第二感测节点复位输出信号，所述信号各自已通过相应有正负号的缩放因子来缩放。

[0054] 可在所述图像传感器上从所述经正规化的光响应信号减去所述噪声信号以形成经去噪声的信号。或者，所述噪声信号及所述经正规化的光响应信号可传送到外部处理器，在所述外部处理器中，从所述经正规化的光响应信号减去所述噪声信号。

[0055] 或者，所述噪声信号及／或所述经正规化的光响应信号可部分地形成于所述图像传感器上的所述减法电路中且部分地形成于所述处理器上。所述噪声信号可存储于存储器中，且随后从所述存储器检索以供从所述经正规化的光响应信号减去。

[0056] 可进一步从所述经正规化的光响应信号减去经预校准的偏移信号以形成所述经去噪声的图像信号。可从存储器（例如，例如快闪存储器等非易失性存储器）检索所述经预校准的偏移信号。

[0057] 可以若干相互等效的方法（在下文被称作噪声方法）中的一者来形成所述噪声信号。所述方法中的每一者可完全在所述图像传感器上执行，或部分在所述图像传感器上且部分在所述处理器上执行。

[0058] 在第一噪声方法中，从第一噪声差减去第二噪声差，所述噪声差各自已通过相应有正负号的缩放因子缩放。所述第一噪声差为从所述经取样的第一参考输出信号减去所述经取样的共同复位输出信号的结果。所述第二噪声差为从所述经取样的第一参考输出信号减去所述经取样的第一感测节点复位输出信号的结果。

[0059] 在第二噪声方法中，从所述第一噪声差减去第三噪声差，所述噪声差各自已通过相应有正负号的缩放因子缩放。所述第一噪声差如上文所描述。所述第三噪声差为从所述共同复位输出信号减去所述第一感测节点复位输出信号的结果。

[0060] 在第三噪声方法中，从所述第二噪声差减去所述第三噪声差，所述噪声差各自已通过相应有正负号的缩放因子缩放。所述第二噪声差及所述第三噪声差如上文所描述。

[0061] 在第四噪声方法中，从所述第一参考输出信号、所述第一感测节点输出信号及所述共同复位输出信号直接形成所述噪声信号，所述输出信号各自已通过有正负号的缩放因子缩放，而未形成所述第一、第二或第三噪声差。

[0062] 存在其它可能的方法，所述方法用以通过根据代数规则操纵若干项而从所述共同复位输出信号、所述第一感测节点复位输出信号及所述第一参考输出信号形成所述噪声信号，所属领域的技术人员可将所述方法视为等效的或根据乘法因子及／或加法常数而等效。

[0063] 所述噪声方法可部分在模拟域中且部分在数字域中执行，或完全在模拟域或完全在数字域中执行。所述噪声方法的部分可在一图像俘获系统中的外部处理器上执行，所述图像俘获系统包括所述图像传感器及所述处理器。所述图像俘获系统可包括非易失性存储器，所述非易失性存储器包含计算机指令，所述计算机指令在被执行时使所述处理器或所述图像传感器以所述噪声方法中的一者或一者以上来执行所述计算中的一者或一者以上。

[0064] 类似地，所述经正规化的光响应信号可以若干相互等效的方法（在下文被称作正

规化方法)中的一者来形成。所述方法中的每一者可完全在所述图像传感器上执行,或部分在所述图像传感器上且部分在所述处理器上执行。

[0065] 每一正规化方法具有对应配对噪声方法,所述配对噪声方法具有一组类似的有正负号的缩放因子。

[0066] 在第一正规化方法中,从第一正规化差减去第二正规化差,所述正规化差各自已通过相应有正负号的缩放因子缩放。所述第一正规化差为从所述第二参考输出信号减去所述光响应输出信号的结果。所述第二正规化差为从所述第二参考输出信号减去所述第二感测节点复位输出信号的结果。

[0067] 在第二正规化方法中,从所述第一正规化差减去第三正规化差,所述正规化差各自已通过相应有正负号的缩放因子缩放。所述第一正规化差如上文所描述。所述第三正规化差为从所述光响应输出信号减去所述第二感测节点复位输出信号的结果。

[0068] 在第三正规化方法中,从所述第二正规化差减去所述第三正规化差,所述正规化差各自已通过相应有正负号的缩放因子缩放。所述第二正规化差及所述第三正规化差如上文所描述。

[0069] 在第四正规化方法中,从所述光响应输出信号、所述第二感测节点复位输出信号及所述第二参考输出信号直接形成所述经正规化的光响应信号,而未形成所述第一、第二或第三差。

[0070] 存在其它可能的方法,所述方法用以通过根据代数规则操纵若干项而从所述光响应输出信号、所述第二感测节点复位输出信号及所述第二参考输出信号形成所述经正规化的光响应信号,所属领域的技术人员可将所述方法视为等效的或根据乘法因子及 / 或加法常数而等效。

[0071] 所述正规化方法可部分在模拟域中且部分在数字域中执行,或完全在模拟域或完全在数字域中执行。所述正规化方法的部分可在一图像俘获系统中的外部处理器上执行,所述图像俘获系统包括所述图像传感器及所述处理器。

[0072] 所述图像俘获系统可包括非易失性存储器,所述非易失性存储器包含计算机指令,所述计算机指令在被执行时使所述处理器或所述图像传感器以所述噪声方法及 / 或正规化方法中的一者或一者以上来执行所述计算中的一者或一者以上。

[0073] 第一噪声方法可与第一正规化方法共享同一组有正负号的缩放因子或偏差在 10% 内的一组有正负号的缩放因子,且可共享执行所述方法的至少一部分(例如,所述缩放因子)的电路。同样,第二噪声方法可与第二正规化方法、第三噪声方法与第三正规化方法,及第四噪声方法与第四正规化方法共享同一组有正负号的缩放因子。

[0074] 此过程增加经去噪声的图像的信噪比(SNR)。

[0075] 参看图 13,像素 14 包括转接开关 117 及光检测器 100 (例如,光电二极管)。所述转接开关 117 具有连接到所述光检测器 100 的源极及耦合到输出晶体管 116(例如,源极跟随器晶体管)的栅极的漏极。所述源极在下文被称作光电二极管节点(或存储节点)115,且所述漏极被称为感测节点 111。复位开关 112 具有连接到所述感测节点 111 的源极及连接到 IN 线 120 的漏极。所述复位开关 112 可将所述感测节点 111 复位到一可变偏置电压,所述可变偏置电压通过驱动器 17 提供到像素阵列 12,所述驱动器 17 可在控制信号 DIN 的控制下将 IN 线 120 驱动到若干个电压电平中的一者。选择开关 114 可与输出晶体管 116 串联,

以使得如图 13 中所展示，来自输出晶体管 116 的输出信号经连接以传输到 OUT 线 124。OUT 线 124 为将所述像素阵列 12 连接到光读取器 16、16’ 的垂直信号 16 的一部分。或者，各自包括光检测器及转接开关的多个像素可聚集在一起以共享复位开关 112、选择开关 114 及输出晶体管 116 以实现较高面密度，如图 12 中所展示。所述图像传感器 10 优选以 CMOS 制造工艺及电路来构造。所述 CMOS 图像传感器具有以下特性 ：高速、低功率消耗、小像素间距及高 SNR。

[0076] 第一实施例

[0077] 更特定地通过参考数字参看图式，图 1 展示本发明的图像传感器 10 的第一实施例。所述图像传感器 10 包括像素阵列 12，所述像素阵列 12 包括多个个别光检测像素 14。所述像素 14 布置成行与列的二维阵列。

[0078] 像素阵列 12 通过总线 18 耦合到光读取器电路 16、16’ 且通过控制线 22 耦合到行解码器 20。所述行解码器 20 可选择所述像素阵列 12 的个别行。所述光读取器 16、16’ 可接着读取选定行内的特定离散列。行解码器 20 及光读取器 16、16’ 共同实现阵列 12 中的个别像素 14 的读取。

[0079] 光读取器 16、16’ 的输出 19a、19b 可各自分别在信号 COEF1 及 COEF2 的控制下经由两个增益电路 21 经受相应增益及正负号反转，接着在耦合到所述增益电路 21 的模拟减法器 17 处互减。

[0080] 所述模拟减法器 17 可通过输出线 26 耦合到模 / 数转换器 24(ADC)。所述 ADC 24 产生数字位串，其对应于由模拟减法器 17 提供的信号的振幅。

[0081] 所述 ADC 24 可通过线 36 及开关 38、40 及 42 耦合到一对第一图像缓冲器 28 及 30 及一对第二图像缓冲器 32 及 34。所述第一图像缓冲器 28 及 30 通过线 46 及开关 48 耦合到存储器控制器 44。所述第二图像缓冲器 32 及 34 通过线 52 及开关 54 耦合到数据组合器 50。所述存储器控制器 44 及数据组合器 50 分别通过线 58 及 60 连接到读回缓冲器 56。读回缓冲器 56 的输出通过线 62 连接到控制器 44。数据组合器 50 通过线 64 连接到存储器控制器 44。另外，控制器 44 通过线 66 连接到 ADC 24。

[0082] 存储器控制器 44 通过控制器总线 70 耦合到外部总线 68。所述外部总线 68 可耦合到外部处理器 72、外部存储器 74 及 / 或电可编程只读存储器(EPROM)78，其可为快闪存储器。总线 70、处理器 72、存储器 74 及 EPROM 78 在现有数字相机、相机及蜂窝式电话中很常见。

[0083] 数据业务

[0084] 为俘获静止图片图像，光读取器 16、16’ 从像素阵列 12 逐行检索所述经取样的第一参考输出信号、所述经取样的共同复位输出信号及所述经取样的第一感测节点复位输出信号，以用于形成所述图片的噪声数据(第一图像)。开关 38 处于将 ADC 24 连接到第一图像缓冲器 28 及 30 的状态。开关 40 及 48 经设定以使得数据进入一个缓冲器 28 或 30 中且通过存储器控制器 44 从另一缓冲器 30 或 28 检索。举例来说，所述像素的第二行可存储于缓冲器 30 中，而像素数据的第一行通过存储器控制器 44 从缓冲器 28 检索且存储于外部存储器 74 中。

[0085] 在所述图片的第二图像(经正规化的光响应数据)的第一行可获得时，开关 38 经选择以交替地将第一图像数据及第二图像数据分别存储于第一图像缓冲器 28 及 30 以及第二

图像缓冲器 32 及 34 中。开关 48 及 54 可经选择以按交错方式交替地将第一及第二图像数据输出到外部存储器 74 或处理器 72。组合器 50 在通过模式(pass-through mode)下配置以将来自第二图像缓冲器 32 及 34 的数据传递到存储器控制器 44。此过程描绘于图 2 中。

[0086] 存在用以检索且组合所述第一图像数据及所述第二图像数据的多种方法。如图 3 中所展示，在一种方法中，从外部存储器 74 以存储器数据速率检索所述第一图像及所述第二图像的每一行、将其存储于读回缓冲器 56 中、在数据组合器 50 中组合且以处理器数据速率传输到处理器 72。

[0087] 图 8 及图 9 说明替代方法。所述图片的第一图像的像素数据行可存储于外部存储器 74 中。如图 8 及图 9 中所展示，在所述图片的第二图像的第一行可获得时，从存储器 74 以存储器数据速率检索所述第一图像的第一行且将其在数据组合器 50 中组合。将所述经组合的数据以处理器数据速率传送到外部处理器 72。如图 9 中所展示，所述外部存储器均以存储器数据速率来输出及输入来自第一图像的像素数据行。图 8 还展示任选的校准数据可输入到图像传感器以在数据组合器 50 中组合而形成经组合的数据。所述校准数据可存储于外部存储器 74 或单独的 EPROM 78 中。

[0088] 为减少图像中的噪声，控制器 44 优选在光读取器 16 不在检索输出信号时传送数据。

[0089] 在另一方法中，遵照图 2 中所展示的序列时序，可将所述第一图像及所述第二图像输出到处理器 72。处理器 72 可将在相机的起动期间从 EPROM 78 检索的校准数据图像存储于第二存储器(未图示)中。处理器 72 可将所述第一图像的行存储于第三存储器(未图示)中。在所述第二图像的第一行到达处理器 72 时，处理器 72 可从第二存储器检索所述校准数据图像的第一行且从第三存储器检索所述第一图像的第一行，且将其与所述第二图像的第一行组合以形成所述图片的第一行。所述处理器对所述图片的第二行、第三行及后续行同样地执行操作。

[0090] 像素

[0091] 图 13 展示像素阵列 12 的像素 14 的实施例的示意图。像素 14 可包含光检测器 100。举例来说，所述光检测器 100 可为光电二极管。所述光检测器 100 可经由转接晶体管(开关)117 连接到复位晶体管(开关)112。所述光检测器 100 也可经由输出(即，源极跟随器)晶体管 116 耦合到选择晶体管(开关)114。晶体管 112、114、116、117 可为场效应晶体管(FET)。

[0092] 转接开关 112 的栅极可连接到 TF(n) 线 121。复位晶体管 112 的栅极可连接到 RST(n) 线 118。复位晶体管 112 的漏极节点可连接到 IN 线 120。选择晶体管 114 的栅极可连接到 SEL 线 122。选择晶体管 114 的源极节点可连接到 OUT 线 124。RST(n) 线 118、SEL(n) 线 122 及 TF(n) 线 126 可为像素阵列 12 中的一整行像素所共有。同样，IN 线 120 及 OUT 线 124 可为像素阵列 12 中的一整列像素所共有。RST(n) 线 118、SEL(n) 线 122 及 TF(n) 线 121 连接到行解码器 20 且为控制线 22 的一部分。

[0093] 参看图 13，通过三态缓冲器 374 来驱动 RST(n) 线 118 及 TF(n) 线 121。图 27 展示三态缓冲器 374 的示意图。三态缓冲器 374 具有输入 A 及输出 Y。所述输出 Y 可经由上拉晶体管 MN3 907 连接到电源电压 VDD。在输入 A 处于逻辑低电平时，所述输出 Y 处于低电平，例如，0 伏。在输入 A 升高到逻辑高电平(例如，3.3 伏)时，所述输出 Y 升高到一电压电

平，其大致为比所述上拉晶体管 MN3 的栅极电压（在此实施例中，所述输入 A 的逻辑高电平）低一个阈值电压降，接着上拉电流快速减少直到基本上变为零，在所述种状态下，所述输出 Y 变成三态的。被驱动到此三态的 RST(n) 线 118 及 TF(n) 线 121 可通过在三态期间进行低到高转变的信号经由电容器而电容性耦合到更高的电压电平。在此实施例中，所述 IN 线 120 上的低到高的转变分别经由复位开关 112 的栅极到沟道、栅极到源极、栅极到漏极电容及金属到金属电容器 126 的电容来电容性耦合到所述 RST(n) 线 118 及 TF(n) 线 121 中。

[0094] 所述金属到金属电容器 126 说明于图 4 中。所述 IN 线 120 可承载于 metal3 电线中。所述 TF(n) 线 121 可承载于 metal2 电线中。延伸的 metal2 区形成电容器 126 的底板。通过绝缘体（例如，1000 埃厚的氮化硅）与所述底板绝缘的单独金属顶板置于所述底板的顶部上，且经由称作 via2 的通孔连接到 metal3 电线。

[0095] 所述 IN 线可由 IN 驱动电路 17 驱动到四个电压电平中的一者，其从最高到最低分别为 VPH0、VPH1、VPH2 及 0 伏，所述电压电平可通过控制输入 DIN(1:0) 选择。DIN=“11”选择 VPH0，“10”选择 VPH1，“01”选择 VPH2，且“00”选择 0 伏。

[0096] 图 12 展示两个像素 14 的替代实施例的示意图，所述两个像素 14 各自来自像素阵列 12 的两个相邻行中的一者。所述两个像素 14 形成一像素对 14’。所述像素对 14’包括两个光检测器 100a、100b，其分别经由转接开关 117a、117b 连接到共享感测节点 111。转接开关 117a、117b 分别由连接到其相应栅极的水平信号 TF(n+1) 121a 及 TF(n) 121b 控制。共享复位开关 112 在共享水平信号 RST(n) 118 的控制下将感测节点 111 连接到垂直 IN 线 120，所述共享水平信号 RST(n) 118 连接到复位开关 112 的栅极。复位开关 112 及转接开关 117a，在一起被接通且通过将信号 RST(n) 118 及信号 TF(n+1) 121a 驱动到高而各自进入三极管区中时，可将光检测器 100a 复位到通过垂直 IN 信号 120 传输的电压。同样，复位开关 112 及转接开关 117b，在一起被接通且通过将信号 RST(n) 118 及信号 TF(n) 121b 驱动到高而各自进入三极管区中时，可将光检测器 100b 复位到通过垂直 IN 信号 120 传输的电压。

[0097] 参看图 12，输出晶体管 116 经由选择晶体管 114 连接到垂直 OUT 线 124，选择晶体管 114 通过水平信号 SEL(n) 122 接通。输出晶体管 116 及选择晶体管 114 在两对光检测器及转接开关间共享。信号可通过驱动水平信号 TF(n+1) 121a 及 SEL(n) 122 而从光检测器 100a 传输到垂直 OUT 线 124。同样，信号可通过驱动水平信号 TF(n) 121b 及 SEL(n) 122 而从光检测器 100b 传输到垂直 OUT 线 124。

[0098] 以类似方式，三对或更多对的光检测器及转接开关可共享一复位开关、一输出晶体管及一选择开关。每一对可驻留于一群邻近行中的不同行中。共同选择信号及共同复位信号可由所述邻近行共享。

[0099] 像素信号检索：光读取器

[0100] 图 14A 展示光读取器电路 16 的实施例。所述光读取器 16 可包括多个取样电路 150，其各自连接到像素阵列 12 的 OUT 线 124。每一取样电路 150 可包括第一电容器 152 及第二电容器 154。所述第一电容器 152 分别通过开关 158 及 160 耦合到 OUT 线 124 及虚拟接地信号 GND1 156。第二电容器 154 分别通过开关 162 及 164 耦合到 OUT 线 124 及虚拟接地 GND1 信号。开关 158 及 160 由控制线 SAM1 166 控制。开关 162 及 164 由控制线 SAM2 168 控制。电容器 152 与 154 可连接在一起以通过闭合开关 170 来执行电压（及 / 或电荷）

减法运算。开关 170 由控制线 SUB 172 控制。

[0101] 所述取样电路 150 通过多个第一开关 182 及多个第二开关 184 连接到运算放大器 180。所述放大器 180 具有 :负端子“ ”,其通过第一开关 182 耦合到第一电容器 152 ;及正端子“+”,其通过第二开关 184 耦合到第二电容器 154。运算放大器 180 具有连接到输出线 OP 188 的正输出“+”及连接到输出线 OM 186 的负输出“ ”。参看图 1,举例来说,对于光读取器 16,输出线 186 及 188 经由信号 19a 连接到增益电路 21,而对于光读取器 16',输出线 186 及 188 经由信号 19b 连接到另一增益电路 21。

[0102] 所述运算放大器 180 提供经放大的信号,所述信号为存储于第一电容器 152 中的电压与存储于第二电容器 154 中的电压之间的差,所述第一电容器 150 及所述第二电容器 154 属于连接到放大器 180 的取样电路 150。所述放大器 180 的增益可通过调整可变电容器 190 来改变。所述可变电容器 190 可通过闭合一对开关 192 而放电。开关 192 可连接到对应的控制线(未图示)。尽管展示并描述单个放大器,但应理解在光读取器电路 16 中可使用一个以上的放大器。

[0103] 图 14B 展示另一光读取器 16'。所述光读取器 16' 与图 14A 中所展示的光读取器 16 不同,在于第一电容器 152 用 SAM3 信号 167 替代 SAM1 信号 166 来取样,且第二电容器 154 用 SAM4 信号 169 替代 SAM2 信号 168 来取样。参看图 1,光读取器 16' 的输出线 186、188 经由信号 19b 连接到增益电路 17。

[0104] 操作——第一实施例

[0105] 图 1 中所展示的第一实施例可依据第一、第二及第三噪声方法中的任一者与第一、第二及第三正规化方法中的任一者的任何组合来操作。图 15A 展示根据第二噪声方法及第二正规化方法的第一实施例的操作的流程图 ;图 15B 展示根据第一噪声方法及第一正规化方法的操作的流程图 ;且图 15C 展示根据第三噪声方法与第三正规化方法的操作的流程图。然而,噪声方法(例如,第三噪声方法)可与非对应的正规化方法(例如,第二正规化方法)一起使用。举例来说,可通过用图 15A 的步骤 316a 替换图 15C 的步骤 316c 来组合用于成对的第三噪声方法与第二正规化方法的流程图。同样,可通过用图 15C 的步骤 316c 替换图 15B 的步骤 306b 来组合用于成对的第三噪声方法与第一正规化方法的流程图。

[0106] 分别对应于图 15A 到图 15C,图 17A 到图 17C 说明在产生所述噪声信号及所述经正规化的光响应信号的过程中像素 14 的存储节点 115 及对应感测节点 111 的电压电平的改变,其尤其指示第一参考输出信号、共同复位输出信号、第一感测节点复位输出信号中的哪一者是依据不同噪声方法分别通过 SAM1 信号、SAM2 信号、SAM3 信号及 SAM4 信号来取样,且指示第二参考输出信号、第二感测节点复位输出信号及光响应输出信号中的哪一者是依据不同正规化方法分别通过 SAM1 信号、SAM2 信号、SAM3 信号及 SAM4 信号来取样。

[0107] 不同于图 17A 到图 17C (其各自说明一噪声方法与对应正规化方法一起使用),图 17D 及图 17E 说明非对应的噪声及正规化方法。图 17D 说明第三噪声方法与第二正规化方法一起使用。图 17E 说明第三噪声方法与第一正规化方法一起使用。这些图式说明噪声方法可与非对应正规化方法一起使用。

[0108] 图 17A 到图 17E 也可各自用以描述依据第四噪声方法及第四正规化方法的本发明的图像传感器的替代实施例的操作,其不形成噪声与正规化差的中间信号。

[0109] 图 15A 展示根据第二噪声方法及第二正规化方法的图像传感器 10 的第一实施例

的操作的流程图。在步骤 300 中，经由 IN 线 120 将第一参考信号驱动到感测节点 111 上，且接着通过输出晶体管 116 输出第一参考输出信号并将其作为经取样的第一参考输出信号存储于光读取器 16 中。参看图 13 中的示意图及图 16 中的时序图，此举可通过以下方式实现：将所述 RST(n) 线 118、TF(n) 线 121 及 IN 线 120 从低电压切换到高电压以接通复位开关 112 并进入三极管区中。同时可接通转接开关 117 以通过将所述 TF(n) 线 121 驱动到高来将所述第一参考信号传输到光检测器 100。针对一整行，将 RST(n) 线 118 及 TF(n) 线 121 驱动到高。针对一整列，将 IN 线 120 驱动到高。在 IN 线 120 最初为低时，首先将 RST(n) 线 118 及 TF(n) 线 121 驱动到高。

[0110] RST[n] 线 118 及 TF[n] 线 121 可各自经连接以由三态缓冲器 374 驱动，所述三态缓冲器 374 的输出在从 0 伏驱动到高电平后进入三态。随后，在 IN 线 120 从低状态切换到高状态时，电容性耦合（归因于复位开关 112 的栅极到沟道电容及电容器 126 的电容）使复位开关 112 及转接开关 117 的栅极电压各自进一步升高以分别将复位开关 112 及转接开关 117 保持在三极管区中。在复位开关 112 及转接开关 177 处于其相应三极管区中的情况下，存储节点 115 及感测节点 111 处的电压被驱动到 IN 线 120 上的电压电平。提供较高栅极电压（所述栅极电压高得足以将复位开关 112 及转接开关 117 同时维持在三极管区中）允许将光检测器复位到较高电平，因此准许 OUT 线 124 上的较大电压摆动范围支持从像素 14 输出的输出信号的较大动态范围。

[0111] SEL[n] 线 122 也切换到高电压电平，所述电压电平接通选择开关 114。感测节点 111 的电压在输出晶体管 116 处的电平移位后经由输出晶体管 116 及选择晶体管 114 耦合到 OUT 线 124。选择光读取器 16 的 SAM1 控制线 166（见图 14A），以使得 OUT 线 124 上的电压作为经取样的第一参考输出信号存储于第一电容器 152 中。

[0112] 参看图 15A，在步骤 302 中，接着将感测节点 111 及存储节点 115 复位，且将共同复位输出信号作为经取样的共同复位输出信号存储于光读取器 16 中。参看图 13 及图 16，此举可通过以下方式实现：将 RST[n] 线 118 驱动到低以关断复位开关 112 并复位像素 14，同时保持 TF[n] 线 121 处于高电平，以使得转接开关 117 保持于三极管区中。关断复位开关 112 归因于复位噪声、电荷注入及时钟馈通而在光检测器 100 上产生误差信号。如图 17A 中所展示，在复位开关 112 切断时，所述误差信号将存储节点 115 及感测节点 111 处的共同电压降低到 V_B。将 SAM2 线 168 及 SAM3 线 167 驱动到高，将 SEL 线 122 先驱动到低且接着再次驱动到高，以使得感测节点 111 的电压的经电平移位的版本作为经取样的共同复位输出信号存储于光读取器 16 的第二电容器 154（见图 14A）中及光读取器电路 16’的第一电容器 152（见图 14B）中。

[0113] 参看图 15A，在步骤 304 中，转接开关 117 接着关断，且接着将第一感测节点复位输出信号作为经取样的第一感测节点复位输出信号存储于光读取器 16’中。参看图 13 及图 16，此举可通过将 TF[n] 线 121 驱动到低以关断转接开关 117 来实现。关断转接开关 117 归因于复位噪声、电荷注入及时钟馈通而在存储节点 115 及感测节点 111 处产生误差信号。如图 17A 中所展示，在转接开关 112 关断时，所述误差信号分别将存储节点 115 处的电压降低到 V_{C1} 且将感测节点 111 处的电压降低到 V_{C2}。将 SAM4 线 169 驱动到高，将 SEL 线 122 驱动到低且接着再次驱动到高，以使得感测节点 111 的电压的经电平移位的版本作为经取样的第一感测节点复位输出信号存储于光读取器电路 16’的第二电容器 154 中。

[0114] 参看图 15A，在步骤 306a 中，接着从所述经取样的第一参考输出信号减去所述经取样的共同复位输出信号以给出第一噪声差信号，且从所述经取样的共同复位输出信号减去所述经取样的第一感测节点复位输出信号以给出第三噪声差信号。接着从所述第一噪声差信号减去所述第三噪声差信号以各自在相应增益下给出所述噪声信号、所述第一噪声差信号及所述第三噪声差信号。由 ADC 24 将所述噪声信号转换到数字位串。根据图 2、图 3、图 8 或图 9 中所描述的技术中的一者来将所述数字输出数据存储于外部存储器 74 内。所述噪声数据对应于第一图像。参看图 1、图 13、图 14A 及图 14B，所述用以产生所述第一差及第三差的减法运算可通过以下方式实现：闭合光读取器 16、16’的开关 170、171、182、183、184 及 185 以从第一电容器 152 上的电压减去第二电容器 154 上的电压。分别代表所述第一噪声差及第三噪声差的光读取器 16、16’的输出信号 19a、19b 分别依据有正负号的缩放因子 COEF1 及 COEF2 由模拟增益电路 21 来缩放，接着在模拟减法器 17 处互减以给出所述噪声信号。耦合到所述模拟减法器 17 的 ADC 24 将所述噪声信号数字化成噪声数据，其随后存储于存储器 74 中。

[0115] 所述有正负号的缩放因子 COEF1 及 COEF2 可由外部处理器 72 或一板载校准电路（未图示）选择或提供，或从所述图像传感器上或所述图像传感器外部的非易失性存储器选择或提供。可根据稍后在本说明书中描述的几种校准方法中的一者来确定或预确定所述有正负号的缩放因子。所述缩放因子 COEF1 及 COEF2 中的每一者可具有相应正负号。在使用非对应的噪声及正规化方法时，所述缩放因子 COEF1 及 COEF2 可在产生所述第一图像与产生所述第二图像之间改变。

[0116] 参看图 15A，在步骤 308 中，将 TF[n] 线、RST[n] 线、SEL[n] 线保持为低历时一曝光时间的持续时间，同时所述光电二极管积聚电荷。

[0117] 参看图 15A，在步骤 310 中，复位感测节点 111，且接着将所述第二感测节点复位输出信号作为经取样的第二感测节点复位输出信号存储于光读取器 16 中。参看图 13 及图 16，此举可通过以下方式实现：将 RST[n] 线 118 驱动到高使其进入三态，接着通过将 IN 线 120 从低电平驱动到高电平（下文称作“第二跳板电平”）而使所述 RST[n] 线 118 电容性耦合到较高电压电平，接着将所述 RST[n] 线 118 驱动到低以关断复位开关 112 且复位感测节点 111。如图 17A 中所展示，所述感测节点电压现为 V_{D2}，而所述存储节点为 V_{D1}。所述 TF[n] 线 121 保持为低。将 SAM4 线 169 驱动到高，将 SEL[n] 线 122 驱动到高，以使得所述感测节点电压的经电平移位的版本作为经取样的第二感测节点复位输出信号存储于光读取器电路 16’的第二电容器 154（见图 14B）中。所述第二跳板电平为刚好在针对所述第二感测节点复位而切断复位开关 112 之前的感测节点电压电平。所述第二跳板电平可与所述第一参考电平相同或不同。

[0118] 参看图 15A，在框 312 中，从输出晶体管 116 对所述光响应输出信号取样，且将其作为经取样的光响应输出信号存储于光读取器电路 16、16’中。所述光响应输出信号对应于正由图像传感器 10 检测的光学图像。参看图 13、图 14A、图 14B 及图 16，此举可通过以下方式实现：使 TF[n] 线 121、SEL[n] 线 122、SAM3 线 167 及 SAM2 线 168 处于高状态，RST[n] 线 118 处于低状态且将转接开关 117 驱动到三极管区中。图 17A 展示 V_E 作为存储节点 115 及感测节点 111 的共同电压。光读取器 16、16’分别的第二电容器 154 及第一电容器 152 将存储节点 115 及感测节点 111 的共同电压的经电平移位的版本作为所述经取样的光响应输

出信号而存储。

[0119] 参看图 15A，在框 314 中，从感测节点 111 及输出晶体管 116 产生所述第二参考输出信号且将其存储于光读取器 16 中。参看图 13、图 14A 及图 16，首先将 RST[n] 线 118 驱动到高且接着驱动到三态。复位开关 112 进入三极管区。将 IN 线 120 驱动到高，进而将复位开关 112 的栅极节点 118 电容性耦合到较高电压电平以使复位开关 112 维持在所述三极管区中，以使得感测节点 111 处的电压电平被驱动到提供于 IN 线 120 上的电压电平。如图 17A 中所展示，所述感测节点电压现为 V_G。接着将 SEL[n] 线 122 及 SAM1 线 166 驱动到高以将所述第二参考输出电压作为经取样的第二参考输出信号存储于光读取器 16 的第一电容器 152 中。

[0120] 参看图 15A，在框 316a 中，从所述经取样的第二参考输出信号减去所述经取样的光响应输出信号以形成第一正规化差，从所述经取样的光响应输出信号减去所述经取样的第二感测节点复位输出信号以形成第三正规化差，且从所述第一正规化差减去所述第三正规化差以形成经正规化的光响应信号。将所述经正规化的光响应信号转换成数字位串以产生经正规化的光输出数据，其存储于第二图像缓冲器 32 及 34 中。所述经正规化的光响应信号对应于所述第二图像。参看图 13、图 14 及图 16，所述减法过程可通过闭合光读取器 16、16’的开关 170、182、183、184 及 185 实现。分别代表所述第一正规化差及第三正规化差的光读取器 16、16’的输出信号 19a、19b 分别依据有正负号的缩放因子 COEF1 及 COEF2 由模拟增益电路 21 缩放，接着在模拟减法器 17 处互减以给出所述经正规化的光响应信号。所述 COEF1 及 COEF2 值可与产生所述噪声信号过程中的 COEF1 及 COEF2 值相同，或具有在其 10% 的内的比率。接着由 ADC 24 将所述经正规化的光响应信号转换成数字位串作为经正规化的光响应数据。

[0121] 参看图 15A，在框 318 中，从外部存储器检索所述噪声数据（且也可为校准数据）。在框 320 中，由组合器 50 或在图 2 中由处理器 72 在图像传感器中根据图 8 中所展示的技术中的一者将所述噪声数据（及校准数据）与所述经正规化的光输出数据组合。所述噪声数据对应于所述第一图像，且所述经正规化的光输出数据对应于所述第二图像。因此，移除所述经正规化的光响应数据中的复位噪声以形成经去噪声的图像。所述图像传感器用具有仅四个晶体管的像素来执行此噪声消除，进而通过使用转接开关 117 使存储节点 115 与感测节点 111 分离来使存储节点 115 上的暗电流减少。使用在相邻光检测器间共享选择开关 114 及输出晶体管 116 可实现每像素少于两个晶体管。此图像传感器因此提供噪声消除，同时维持相对小的像素间距。

[0122] 图 17A 说明依据图 15A 的流程图来使用图 1 的图像传感器的第一实施例。在光读取器 16 中形成所述第一噪声及正规化差，所述光读取器 16 对于图 15A 中的流程图的步骤 300 用 SAM1 信号 166 对所述第一参考输出信号取样，且对于图 15A 中的流程图的步骤 302 用 SAM2 信号 168 对所述共同复位输出信号取样，且在曝光后，对于所述流程图的步骤 314 用 SAM1 信号 166 对所述第二参考输出信号取样，且对于所述流程图的步骤 312 用 SAM2 信号 168 对所述光响应输出信号取样。在光读取器 16’中形成所述第三噪声及正规化差，所述光读取器 16’对于图 15A 中的流程图的步骤 302 用 SAM3 信号 167 对所述共同复位输出信号取样，且对于图 15A 中的流程图的步骤 304 用 SAM4 信号 169 对所述第一感测节点复位输出信号取样，且在所述曝光后，对于所述流程图的步骤 314 用 SAM3 信号 167 对所述光响

应输出信号取样，且对于所述流程图的步骤 312 用 SAM4 信号 169 对所述第二复位输出信号取样。

[0123] 因此，图 17A 展示 SAM1 信号 166 对所述第一参考输出信号取样、SAM2 信号 168 及 SAM3 信号 167 对所述共同复位输出信号取样且 SAM4 信号 169 对所述第一感测节点复位输出信号取样以形成所述噪声信号。图 17A 还展示 SAM1 信号 166 对所述第二参考输出信号取样、SAM2 信号 168 及 SAM3 信号 167 对所述光响应输出信号取样且 SAM4 信号 169 对所述第二感测节点复位输出信号取样以在所述曝光后形成所述经正规化的光响应信号。所述光读取器 16 形成所述第一噪声及正规化差。光读取器 16' 形成所述第三噪声及正规化差。模拟减法器 17 在所述第一噪声差与第三噪声差（其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放）之间进行减法运算，以根据所述第二噪声方法形成所述噪声信号。模拟减法器 17 在所述第一正规化差与第三正规化差（其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放）之间进行减法运算，以根据所述第二正规化方法形成所述经正规化的光响应信号。

[0124] 所描述的过程是跨像素阵列 12 中的多行像素按一序列来执行。如图 16 中所展示，噪声信号可产生自所述像素阵列中的第 n 行，而经正规化的光响应信号产生自第 n-1 行，其中 1 为多倍线周期的曝光持续时间。

[0125] 如上文所提到，图 15A 中的流程图的步骤 306a 可用图 15B 的步骤 306b 或图 15C 的步骤 306c 来替换。且，图 15A 中的步骤 316a 可用图 15B 的步骤 316b 或图 15C 的步骤 316c 来替换。

[0126] 图 17B 说明依据图 15B 的流程图来使用图 1 的图像传感器的第一实施例。在图 15B 中，图 15A 的步骤 306a、316a 分别用步骤 306b、316b 来替换，其中所述第二噪声差替换所述第三噪声差，且所述第二正规化差替换所述第三正规化差。在光读取器 16' 中形成所述第二噪声及正规化差，所述光读取器 16' 对于图 15B 中的流程图的步骤 300 用 SAM3 信号 167 对所述第一参考输出信号取样，且对于图 15B 中的流程图的步骤 304 用 SAM4 信号 169 对所述第一感测节点复位输出信号取样，且在曝光后，对于所述流程图的步骤 314 用 SAM3 信号 167 对所述第二参考输出信号取样，且对于所述流程图的步骤 310 用 SAM4 信号 169 对所述第二感测节点复位输出信号取样。因此，图 17B 展示 SAM1 信号 166 及 SAM3 信号 167 对所述第一参考输出信号取样、SAM2 信号 168 对所述共同复位输出信号取样，且 SAM4 信号 169 对所述第一感测节点复位输出信号取样以形成所述噪声信号。图 17B 还展示 SAM1 信号 166 及 SAM3 信号 167 对所述第二参考输出信号取样、SAM2 信号 168 对所述光响应输出信号取样，且 SAM4 信号 169 对所述第二感测节点复位输出信号取样以形成所述经正规化的光响应信号。光读取器 16 形成所述第一噪声及正规化差。光读取器 16' 形成所述第二噪声及正规化差。模拟减法器 17 在所述第一噪声差与第二噪声差（其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放）之间进行减法运算，以根据所述第一噪声方法形成所述噪声信号。模拟减法器 17 在所述第一正规化差与第二正规化差（其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放）之间进行减法运算，以根据所述第一正规化方法形成所述经正规化的光响应信号。

[0127] 图 17C 说明依据图 15C 的流程图来使用图 1 的图像传感器的第一实施例。在图 15C 中，图 15A 的步骤 306a、316a 分别用步骤 306c、316c 来替换，其中所述第二噪声差替换所述第一噪声差，且所述第二正规化差替换所述第一正规化差。在光读取器 16 中形成所述第二噪声及正规化差，所述光读取器 16 对于图 15C 中的流程图的步骤 300 用 SAM1 信号 166 对

所述第一参考输出信号取样，且对于图 15C 中的流程图的步骤 304 用 SAM2 信号 168 对所述第一感测节点复位输出信号取样，且在曝光后，对于所述流程图的步骤 314 用 SAM1 信号 166 对所述第二参考输出信号取样，且对于所述流程图的步骤 310 用 SAM2 信号 168 对所述第二感测节点复位输出信号取样。因此，图 17C 展示 SAM1 信号 166 对所述第一参考输出信号取样、SAM3 信号 167 对所述共同复位输出信号取样，且 SAM2 信号 168 及 SAM4 信号 169 对所述第一感测节点复位输出信号取样以形成所述噪声信号。图 17C 还展示 SAM1 信号 166 对所述第二参考输出信号取样、SAM3 信号 167 对所述光响应输出信号取样，且 SAM2 信号 168 及 SAM4 信号 169 对所述第二感测节点复位输出信号取样以形成所述经正规化的光响应信号。光读取器 16 形成所述第二噪声及正规化差。光读取器 16’形成所述第三噪声及正规化差。模拟减法器 17 在所述第二噪声差与第三噪声差(其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放)之间进行减法运算，以根据所述第三噪声方法形成所述噪声信号。模拟减法器 17 在所述第二正规化差与第三正规化差(其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放)之间进行减法运算，以根据所述第三正规化方法来形成所述经正规化的光响应信号，所述缩放因子可与用于所述第三噪声方法的缩放因子相同。

[0128] 图 17D 说明依据混合成对的第三噪声方法与第二正规化方法来使用图 1 的图像传感器的第一实施例。因此，图 17D 展示 SAM1 信号 166 对所述第一参考输出信号取样、SAM3 信号 167 对所述共同复位输出信号取样，且 SAM2 信号 168 及 SAM4 信号 169 对所述第一感测节点复位输出信号取样以形成所述噪声信号。图 17D 还展示 SAM1 信号 166 对所述第二参考输出信号取样、SAM2 信号 168 及 SAM3 信号 167 对所述光响应输出信号取样，且 SAM4 信号 169 对所述第二感测节点复位输出信号取样以形成所述经正规化的光响应信号。光读取器 16 形成所述第二噪声差及所述第一正规化差。光读取器 16’形成所述第三噪声差及所述第三正规化差。模拟减法器 17 在所述第二噪声差与第三噪声差(其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放)之间进行减法运算，以根据所述第三噪声方法形成噪声信号。模拟减法器 17 在所述第一正规化差与第三正规化差(其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放)之间进行减法运算，以根据所述第二正规化方法形成经正规化的光响应信号。

[0129] 图 17E 说明依据混合成对的第三噪声方法与第一正规化方法来使用图 1 的图像传感器的第一实施例。光读取器 16 形成所述第二噪声及所述第一正规化差。光读取器 16’形成所述第三噪声差及所述第二正规化差。模拟减法器 17 在所述第二噪声差与第三噪声差(其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放)之间进行减法运算，以根据第三噪声方法形成噪声信号。模拟减法器 17 在所述第一正规化差与第二正规化差(其各自用相应有正负号的缩放因子来缩放)之间进行减法运算，以根据第一正规化方法形成经正规化的光响应信号。

[0130] 额外的第三参考电平可应用于第一噪声方法。图 17J 展示对所述第一实施例实施第一噪声方法的一个此种实例，可通过以下方式将图 17B 修改成图 17J：添加第三参考电平，以在步骤 304 后立即施加到感测节点 111，且改变 SAM3 以在此第三参考电平期间取样并存储经取样的第三参考输出信号，而非在步骤 300 中在所述第一参考电平期间取样。在此种情况下，所述第二噪声差为所述经取样的第三参考输出信号减去所述经取样的第一感测节点复位信号。

[0131] 同样地，对于在曝光后进行的取样，在步骤 310 中所述第二感测节点复位之前可将第四参考电平施加到感测节点 111，且从步骤 314 移动 SAM3 以对此时产生的第四参考输

出信号取样以存储经取样的第四参考输出信号。在此种情况下，所述第二正规化差为所述经取样的第四参考输出信号减去所述经取样的第二感测节点复位信号。应注意，在此处，所述第四参考电平也充当所述第二跳板电平。然而，如所属领域的技术人员可易于认识到，不同于所述第四参考电平的第二跳板电平可提供于 IN 线 120 上，且在所述第四参考电平与所述第二感测节点复位之间跨越复位开关 112 驱动到感测节点 111 上，以调整所述第二感测节点复位电平且随之调整所述光响应电平。

[0132] 如所属领域的技术人员将易于知道执行的，从所述第一实施例的图 16 的时序图改变对应控制信号，且从图 18A 到图 18D 的示意图改变对应逻辑电路。所述第三及第四参考电平可与所述第一及第二参考电平相同或不相同。在其不同的情况下，如所属领域的技术人员将易于知道执行的，可在模拟电路中或在数字电路中或在外部处理器 72 上减去一直流偏移。

[0133] 依据所述第二噪声及正规化方法来操作且进一步使用如图 17I 中所示的 GND1 电压电平时序（在本描述内容中稍后描述）的第一实施例为最佳模式。

[0134] 第二实施例

[0135] 图 21 说明所述图像传感器的第二实施例。在此替代实施例中，图 1 中的第一实施例的模拟增益电路 21 及模拟减法器 17 分别用位于 ADC 24 后的数字增益电路 21’ 及数字减法器 17’ 来替换。或者，模拟增益电路 21 及模拟减法器 17 的功能可由数字电路或板载可编程处理器来替换且执行，所述数字电路或板载可编程处理器执行计算机指令，所述计算机指令在被执行时使所述板载可编程处理器对来自 ADC 24 的数字数据执行此些功能。第二实施例可如同第一实施例一样操作。

[0136] 第三实施例

[0137] 图 22 说明第三实施例。在所述第三实施例中，图 1 中的第一实施例的光读取器 16、16’、模拟增益电路 21 及模拟减法器 17 用图 14C 中所展示的三重取样光读取器 16″ 来替换。

[0138] 图 14C 展示所述三重取样光读取器 16″ 的示意图。所述三重取样光读取器 16″ 包括多个三重取样电路 150″，其各自包括第一对电容器 152、154 及第二对电容器 153、155。所述第一对电容器 152、154 包括第一电容器 152 及第二电容器 154，其各自具有第一电容。所述第二对电容器 153、155 包括第三电容器 153 及第四电容器 155，其各自具有第二电容。所述第一电容与所述第二电容之间的比率可改变。举例来说，所述比率可依据稍后在本说明书中描述的校准程序中的一者，根据在图像传感器 10″ 上或在外部处理器 72 上执行的校准程序来确定。在每一对内，一个电容器电耦合到放大器 180 的正端子“+”，而另一电容器电耦合到放大器 180 的负端子“-”。每一对电容器、放大器 190 及连接于放大器 180 的输出端子与输入端子之间的一对反馈电容器 190 可一起在取样到所述对电容器内的电容器上的两个电压信号之间执行减法运算。光读取器 150″ 可通过闭合开关 170、171 及 182 到 184 且断开开关 190 来执行第一减法运算以从所述第一电容器上的第一电压减去所述第二电容器上的第二电压，执行第二减法运算以从所述第三电容器上的第三电压减去所述第四电容器上的第四电压，且执行第三减法运算以从得自所述第一减法运算的第一差减去得自所述第二减法运算的第二差，所述第一及第二差中的每一者分别被给予等于第一及第二电容的权重。在开关 170、170 均闭合时，所述三重取样光读取器 16″ 有效地一次全部执行所

述第一减法运算到第三减法运算，而未必形成所述第一或第二差的中间信号。因此，所述三重取样光读取器 16″能够执行所述第一到第三噪声方法中的任一者，而无需依据相应噪声方法来形成所有所述第一到第三噪声差。同样，所述三重取样光读取器 16″能够执行第一到第三正规化方法中的任一者，而无需依据相应正规化方法来形成所有所述第一到第三正规化差。因此，清楚看出，光读取器 16″能够执行 ：第四噪声方法，其要求在所述噪声信号的三个构成分量信号间的减法运算 ；及第四正规化方法，其要求所述经正规化的光响应信号的三个构成分量信号间的减法运算，而不必产生中间噪声 / 正规化差。在组合以形成所述噪声信号的三个构成信号中，第一信号（其由来自所述第一对电容器的仅一电容器取样）具有为所述第一电容的权重，第二信号（其由来自所述第一对电容器的一电容器及来自所述第二对电容器的一电容器取样）具有为所述第一电容与第二电容之间的和或差的权重，且第三信号（其由来自所述第二对电容器的仅一电容器取样）具有为所述第二电容的权重。组合以形成所述经正规化的光响应信号的三个构成信号的情况同样如此。

[0139] 尽管展示并描述单个放大器 180，但应理解在光读取器电路 16″中可使用一个以上的放大器。

[0140] 为俘获像素 14 的噪声信号及经正规化的光响应信号，根据流程图 15D 及时序图 16，所述三重取样电路 150″可对所述第一参考输出信号、所述共同复位输出信号及所述第一感测节点复位输出信号取样以用于形成所述噪声信号，且对所述第二参考输出信号、所述光响应输出信号及所述第二感测节点复位输出信号取样以用于形成所述经正规化的光响应信号。所述三重取样电路 150″可将所述第一参考输出信号取样到所述第一电容器 152 上、将所述第一感测节点复位信号取样到所述第四电容器 155 上且将所述共同复位输出信号取样到所述第二电容器 154 及所述第三电容器 153 上。在开关 170、171 及 182 到 185 闭合且开关 158 到 165 及 190 断开时，来自所述第一到第四电容器的电荷转移到放大器 180 周围的电容器 190。此举有效地执行存储于第一电容器 152 上的经取样输出信号与存储于第二电容器 154 上的经取样输出信号之间的第一减法运算、存储于第三电容器 153 上的经取样输出信号与存储于第四电容器 155 上的经取样输出信号之间的第二减法运算，及所述第一减法与所述第二减法的结果之间的第三减法运算，所述第一减法运算及第二减法运算的结果被给予分别为所述第一电容及第二电容的无正负号的缩放因子（或权重），其如同图 15A 的流程图，除了无需形成中间第一及第三噪声及正规化差外。因此，图 15D 展示一流程图，其适当地描述所述第三实施例的操作。

[0141] 图 17A 展示一实例，其说明可如何给 SAM1 到 SAM4 取样信号排序以依据图 15A 的流程图来操作所述第三实施例（除了形成所述噪声及正规化差外）。

[0142] 或者，所述三重取样电路 150″可将所述第一参考输出信号取样到第一电容器 152 及第三电容器 153 上、将所述共同复位输出信号取样到第二电容器 154 上及将所述第一感测节点复位信号取样到第四电容器 155 上。在开关 170、171 及 182 到 185 闭合且开关 158 到 165 及 190 断开时，来自所述第一到第四电容器的电荷转移到放大器 180 周围的电容器 190。此举有效地执行存储于第一电容器 152 上的经取样输出信号与存储于第二电容器 154 上的经取样输出信号之间的第一减法运算、存储于第三电容器 153 上的经取样输出信号与存储于第四电容器 155 上的经取样输出信号之间的第二减法运算，及所述第一减法与所述第二减法的结果之间的第三减法运算，所述第一减法运算及所述第二减法运算的结果被给

予分别为所述第一电容及第二电容的无正负号的缩放因子(或权重),其如同图 15B 的流程图,除了无需形成中间第一及第二噪声及正规化差外。图 17B 展示一实例,其说明可如何对 SAM1 到 SAM4 信号排序。

[0143] 如图 17J 中已展示,额外第三参考电平可应用于所述第一噪声方法,如同在所述第一噪声方法应用于所述第一实施例时。如在所述第一实施例中,为实施所述第一噪声方法,可通过以下方式将图 17B 修改成图 17J :添加第三参考电平,以在步骤 304 后立即施加到感测节点 111,且改变 SAM3 取样以在此第三参考电平期间取样并存储经取样的第三参考输出信号,而非在步骤 300 中在所述第一参考电平期间取样。在此种情况下,所述第二噪声差为所述经取样的第三参考输出信号减去所述经取样的第一感测节点复位信号。

[0144] 同样,对于在曝光后进行的取样,在步骤 310 中所述第二感测节点复位之前可将第四参考电平施加到感测节点 111,且从步骤 314 移动 SAM3 取样以对此时产生的第四参考输出信号取样以存储经取样的第四参考输出信号。在此种情况下,所述第二正规化差为所述经取样的第四参考输出信号减去所述经取样的第二感测节点复位信号。

[0145] 如所属领域的技术人员将易于知道执行的,从所述第一实施例的图 16 的时序图改变控制信号的时序,且从图 18A 到图 18D 的示意图改变逻辑电路。所述第三及第四参考电平可与所述第一及第二参考电平相同或不相同。在其不同的情况下,如所属领域的技术人员将易于知道执行的,可在模拟电路中或在数字电路中或在外部处理器 72 上减去一直流偏移。

[0146] 对于光读取器 16″,尽管所述第一及第二电容给出无正负号的缩放因子,但可经由若干种方式中的一者来应用正负号反转。以一种方式,从第一电容器 152 及第二电容器 154 到所述放大器的“+”及“-”输入的连接可交换以对所述第一电容进行正负号反转,且同样从第三电容器 153 及第四电容器 155 到所述放大器的“+”及“-”输入的连接可交换以对所述第二电容应用正负号反转。以另一种方式,第一电容器 152 及第二电容器 154 的 SAM1 取样信号 166 及 SAM2 取样信号 168 可交换以对所述第一电容应用正负号反转,且同样第三电容器 153 及第四电容器 155 的 SAM3 取样信号 167 及 SAM4 取样信号 169 可交换以对所述第二电容应用正负号反转。

[0147] 通过所述第一及第二电容供应的无正负号的缩放因子可与在电路中应用正负号反转的一种或一种以上方式组合以提供有正负号的缩放因子。所属领域的技术人员清楚,本申请案中的发明不限于示意图中所展示或本说明书中所描述的连接,而是涵盖通过此些方式而变得可能的各种修改、组合及排列。

[0148] 所属领域的技术人员还清楚,类似正负号反转可应用于光读取器 16、16’中。所属领域的技术人员清楚,本申请案中使用光读取器 16、16’的发明不限于示意图中所展示或本说明书中所描述的连接,而是涵盖通过此些方式而变得可能的各种修改、组合及排列。

[0149] 或者,所述三重取样电路 150″可将所述第一参考输出信号取样到第一电容器 152 上、将所述第一感测节点复位信号取样到第二电容器 154 及第四电容器 155 上且将所述共同复位输出信号取样到第三电容器 153 上。在开关 170、171 及 182 到 185 闭合且开关 158 到 165 及 190 断开时,来自所述第一到第四电容器的电荷转移到放大器 180 周围的电容器 190。此举有效地执行存储于第一电容器 152 上的经取样输出信号与存储于第二电容器 154 上的经取样输出信号之间的第一减法运算、存储于第三电容器 153 上的经取样输出信号与

存储于第四电容器 155 上的经取样输出信号之间的第二减法运算，及所述第一减法与所述第二减法的结果之间的第三减法运算，所述第一减法运算及所述第二减法运算的结果被给予分别为所述第一电容及第二电容的无正负号的缩放因子(或权重)，其如同图 15C 的流程图，除了无需形成中间第二及第三噪声及正规化差外。图 17C 展示一实例，其说明可如何对 SAM1 到 SAM4 取样信号排序。

[0150] 第三电容器 153 及第四电容器 155 可为可变电容器，其第二电容由控制信号 CVAL (未图示)选择。图 5 到图 7 说明此可变电容器的三个可能实施例。尽管图 5 到图 7 中所展示的实例仅支持两个电容值，但如所属领域的技术人员所易于理解，通过对所展示的电路进行修改使更多电容值为可能的。此外，第一电容器 152 及第二电容器 154 也可为可变电容器，以为所述第一电容与第二电容之间的比率提供更多选择。

[0151] 图 5 说明可变电容器的一个实施例。三个电容器 CS、C0 及 C1 并联地连接于端子 PIX 与 AMP 之间。电容器 C0 及 C1 分别与开关 S0 及 S1 串联以控制连接性。在 CVAL=0 时，开关 S0 闭合，而开关 S1 断开，从而使电容器 C0 连接，而电容器 C1 断开连接，从而给出端子 PIX 与 AMP 之间的总电容 $C0 + CS$。在 CVAL=1 时，开关 S1 闭合，而开关 S0 断开，从而使电容器 C1 连接，而电容器 C0 断开连接，从而给出端子 PIX 与 AMP 之间的总电容 $C1 + CS$。

[0152] 图 6 说明可变电容器的另一实施例。两个电容器 C0 及 C1 并联地连接于端子 PIX 与 AMP 之间。电容器 C0 及 C1 进一步分别与开关 S0 及 S1 串联以控制连接性。在 CVAL=0 时，开关 S0 闭合，而开关 S1 断开，从而使电容器 C0 连接，而电容器 C1 断开连接，从而给出端子 PIX 与 AMP 之间的总电容 C0。在 CVAL=1 时，开关 S1 闭合，而开关 S0 断开，从而使电容器 C1 连接，而电容器 C0 断开连接，从而给出端子 PIX 与 AMP 之间的总电容 C1。

[0153] 图 7 说明可变电容器的又一实施例。两个电容器 CS 及 C1 并联地连接于端子 PIX 与 AMP 之间。电容器 C1 与开关 S1 串联以控制连接性。在 CVAL=0 时，开关 S1 断开，从而使电容器 C1 断开连接，从而给出端子 PIX 与 AMP 之间的总电容 CS。在 CVAL=1 时，开关 S1 闭合，从而使电容器 C1 连接，从而给出端子 PIX 与 AMP 之间的总电容 C1 + CS。

[0154] 第四实施例

[0155] 图 23 说明图像传感器的第四实施例。举例来说，下文描述根据第二噪声及正规化方法的第四实施例的操作。光读取器 16 可将所述第一参考输出信号取样到第一电容器 152 上且将所述共同复位输出信号取样到第二电容器 154 上，将来自放大器 180 的第一噪声差输出到 ADC 24，将所述共同复位输出信号取样到第一电容器 152 上且将所述第一感测节点复位输出信号取样到第二电容器 154 上，且将所述第三噪声差输出到 ADC 24。ADC 24 数字化所述第一噪声差及第三噪声差。经数字化噪声差可接着传输到外部处理器 72，所述外部处理器 72 根据所述第二噪声方法形成所述噪声信号。或者，所述噪声信号可通过计算电路(未图示)形成于图像传感器 11 上。以类似方式，光读取器 16 可将所述第二感测节点复位输出信号取样到第一电容器 152 上且将所述光响应输出信号取样到第二电容器 154 上，将来自放大器 180 的负的第三正规化差输出到 ADC 24，将所述第二参考输出信号取样到第一电容器 152 上且将所述光响应输出信号取样到第二电容器 154 上，且将所述第一正规化差输出到 ADC 24。数字化所述第三及第一正规化差。可将经数字化正规化差传输到外部处理器 72 以供组合以根据所述第一正规化方法来形成所述经正规化的光响应信号。或者，所述经正规化的光响应信号可通过计算电路(未图示)形成于图像传感器 11 上。

[0156] 应注意，如所属领域的技术人员所熟知，通过交换由第一电容器 152 及第二电容器 154 取样的信号，可将所述负的第三正规化差而非所述非负的第三正规化差提供到 ADC 24（或反之亦然），以提供更佳地适于 ADC 24 的输入范围的信号极性。

[0157] 在第四实施例中，光读取器 16 可形成在所述第一到第三噪声差中的任何两个噪声差及所述第一到第三正规化差中的任何两个正规化差，且将所述差传输到 ADC 24 以供数字化，接着传输到外部处理器 72 或供在图像传感器 11 上处理以分别根据对应的噪声及正规化方法来形成所述噪声信号及正规化光响应信号，接着从所述经正规化的光响应信号减去所述噪声信号以形成经去噪声的信号或直接用所述两对噪声及正规化差来形成经去噪声的信号。

[0158] 如所属领域的技术人员将易于认识到，图 17A 到图 17E 中的 SAM1 到 SAM4 信号间的序列可通过用 SAM1 信号替换 SAM3 信号且用 SAM2 信号替换 SAM4 信号来加以修改以适合所述第四实施例。举例来说，为如上文所描述对所述第四实施例实施所述第二噪声及正规化方法，如图 17L 中所展示，可通过用 SAM1 及 SAM2 取样替换 SAM3 及 SAM4 取样来将图 17B 修改成图 17L。在每一对连续的 SAM1 及 SAM2 取样后，光读取器 16 输出对应噪声或正规化差，接着前进到下一对。

[0159] 作为另一实例，为对所述第四实施例实施所述第一噪声及正规化方法，可通过以下方式将图 17B 修改成图 17J：添加第三参考电平，以在步骤 304 后立即施加到感测节点 111，且改变 SAM3 以在此第三参考电平期间取样并存储经取样的第三参考输出信号而非在步骤 300 中在所述第一参考电平期间取样，接着通过用另一对 SAM1 及 SAM2 取样替换 SAM3 及 SAM4 取样来进一步修改成图 17K。同样，对于在曝光后进行的取样，在步骤 310 中所述第二感测节点复位之前可将第四参考电平施加到感测节点 111，且从步骤 314 移动 SAM3 取样以对此时的第四参考输出信号取样以存储经取样的第四参考输出信号。同样，从图 17J 到图 17K 的进一步改变用另一对 SAM1 及 SAM2 取样替换 SAM3 及 SAM4 取样。如所属领域的技术人员将易于知道执行的，从所述第一实施例的图 16 的时序图改变控制信号的时序，且从图 18A 到图 18D 的示意图改变逻辑电路。

[0160] 作为又一实例，为对所述第四实施例实施所述第三噪声及正规化方法，可通过以下方式将图 17C 修改成图 17M：引入所述第一参考电平以在所述第一感测节点复位后立即施加到感测节点 111，保持 SAM1 以在此第一参考电平期间取样，接着用另一对 SAM1 及 SAM2 取样来替换 SAM3 及 SAM4 取样。同样，对于在曝光后进行的取样，可引入所述第二参考电平以在所述第二感测节点复位之前施加到感测节点 111，保持 SAM1 以对此第二参考电平取样，接着用另一对 SAM1 及 SAM2 取样替换 SAM3 及 SAM4 取样。应注意，SAM4 取样可用 SAM1 取样替换，而 SAM3 取样可用 SAM2 取样替换。如所属领域的技术人员将易于知道执行的，可从所述第一实施例的图 16 的时序图改变控制信号的时序，且可从图 18A 到图 18D 的示意图改变逻辑电路。应注意，在此处，所述第二参考电平还充当所述第二跳板电平。然而，如所属领域的技术人员可易于认识到，不同于所述第二参考电平的第二跳板电平可提供于 IN 线 120 上且在所述第二参考电平与所述第二感测节点复位之间跨越复位开关 112 驱动到感测节点 111 上，以调整所述第二感测节点复位电平且随之调整光响应电平。

[0161] 可修改第四实施例以存储由放大器 180 在电容器上作为模拟信号输出的噪声 / 正规化差信号，随后在此模拟信号与由放大器 180 输出的下一噪声 / 正规化差信号之间进行

相减，ADC 24 将来自所述相减的结果数字化。

[0162] 第五实施例

[0163] 图 24 说明第五实施例。在所述第五实施例中，图 1 中的第一实施例的模拟增益电路 21 及模拟减法器 17 是用模拟多路复用器 23 替换，所述模拟多路复用器 23 具有耦合到 ADC 24 的输出。光读取器输出信号 19a、19b 各自传输噪声或正规化差，其由模拟多路复用器 23 多路复用以由 ADC 24 数字化。可根据所述第一到第四噪声及正规化方法中的任一者在图像传感器 11' 上通过计算电路（未图示）或在外部处理器 72 上组合所述经数字化的噪声及正规化差。

[0164] 或者，可使用两个（或两个以上）ADC，每一 ADC 分别数字化光读取器 16、16' 的输出。

[0165] 第六实施例

[0166] 在第六实施例（图中未展示）中，可对所述第一参考输出信号、所述第一感测节点复位输出信号、所述共同复位输出信号、所述第二参考输出信号、所述第二感测节点复位输出信号及所述光响应输出信号中的每一者取样且直接由一个或一个以上 ADC 依序或同时地数字化，接着随后根据所述噪声方法及 / 或正规化方法中的任一者在图像传感器上通过计算电路（未图示）或在外部在处理器 72 上在数字域中以算术方式组合，或甚至形成减去所述噪声信号的正规化差的结果（其各自在相应增益下），而未形成所述噪声及正规化差中的一者或两者。

[0167] 其它替代实施例及操作

[0168] 所述图像传感器的其它替代实施例为可能的。举例来说，所述第一到第六实施例中的每一者中的 ADC 可位于图像传感器外部，例如，在与支撑图像传感器的半导体衬底不同的半导体衬底上。光读取器 16、16'、16"、模拟增益电路 17 及模拟减法器 21 可同样位于图像传感器外。

[0169] 其它替代操作模式为可能的。第一变化为，所述第二参考电平可具有偏移（下文称作“参考偏移”），所述偏移是从紧接于复位开关 112 从三极管区切换到所述共同复位的关断状态之前在 IN 线上传输的电压电平（下文称作“第一跳板电平”）（例如，在图 17A 中，所述第一跳板电平也是所述第一参考电平）向下偏移。举例来说，如图 17F 中所展示，第二参考电平可处于 VPH2 电平，通过将 DIN(1:0) 切换到“01”来选择，而所述第一参考电平采用 VPH0 电平，通过将 DIN(1:0) 切换到“11”来选择。所述参考偏移的方向可与所述共同复位电平从所述第一跳板电平（也是第一参考电平）偏移的方向相同且偏移类似量，例如，偏差在所述共同复位电平的 50 mV 内。具有非零参考偏移具有益处，即，最小化所述光响应输出信号的直流偏移，因为在高增益下的此直流偏移可使所述光读取器中的放大器 180 饱和。所述参考偏移可经选择为在 50 mV 到 300 mV 之间，优选为 150 mV。随后可在数字域中在组合器 50 内或在外部处理器 72 中减少所述噪声信号的单独直流偏移，所述直流偏移是归因于所述第一参考电平与第二参考电平之间的差。或者，在通过此项技术中所知的模拟直流信号减法方法及电路中的任一者由 ADC 24 数字化之前，可在模拟域中移除所述噪声信号的单独直流偏移。

[0170] 如下文所描述，又一些其它变化是可能的。

[0171] 在第二变化中，将 IN 线 120 驱动到比所述第一参考电平高的第一跳板电平。举例

来说，图 17H 展示在步骤 300 中对所述第一参考输出信号取样后且在步骤 302 之前的较高的第一跳板电平。举例来说，可通过将 DIN(1:0) 切换到“11”来提供所述第一跳板电平以选择 VPH0 电平，而可通过将 DIN(1:0) 切换到“10”来提供所述第一参考电平以选择 VPH1 电平。所述第一跳板电平偏移到所述第一参考电平以上（下文称作“第一跳板偏移”）可在步骤 302 中的共同复位期间部分地消除存储节点及感测节点电压降，以致减少所述第一参考电平与共同复位电平之间的偏移（下文称作“复位偏移”）且随之减少所述噪声信号的直流偏移。所述第一跳板偏移可在 50 mV 到 300 mV 之间，优选为 150 mV。以此方法，所述第二参考电平可与所述第一参考电平相同，因为使存储节点复位电平基本上接近于所述第一参考电平（例如，偏差在 100 mV 内），以致在将所述第二参考电平选择为等于所述第一参考电平时，同样减少所述经正规化的光响应信号的直流偏移。

[0172] 在第三变化中，光读取器中连接到电容器 152 到 154 的虚拟接地 GND1 信号 156 具有一电压，其在对所述第一参考输出信号取样时的第一 GND1 电平与在对所述共同复位输出信号取样时的第二 GND1 电平之间变化，其差（下文称作“GND1 阶”）在 50 mV 与 300 mV 之间，优选为 150 mV。举例来说，图 17I 展示所述存储节点及 GND1 信号 156 上的电压电平改变。所述第二 GND1 电平的偏移方向与所述共同复位电平从所述第一参考电平偏移的方向相同，所述第一参考电平在此实例中也是第一跳板电平。GND1 信号 156 在所述共同复位输出信号、所述第一及第二感测节点复位输出信号及所述光响应输出信号的取样期间采用所述第二 GND1 电平，而在所述第一及第二参考输出信号的取样期间，GND1 信号 156 采用所述第一 GND1 电平。所述 GND1 阶因此部分地消除所述共同复位电平与所述第一参考电平之间的直流偏移，且随之也消除所述光响应电平与所述第二参考电平之间的直流偏移。所述第二参考电平可与所述第一参考电平相同，例如通过 DIN(1:0)=“10”选择的 VPH1 电平。用于 GND1 信号 156 的模拟信号驱动器可具有两个或两个以上输出电平，其可通过数字输入来选择（类似于 IN 线驱动器 17 的输出电平），且可通过逻辑电路来控制，所述逻辑电路是根据与用于产生所述 DIN(1:0) 信号的逻辑电路类似的构造技术来构造。

[0173] 所述第三变化基本上在光读取器中使用模拟偏移消除或直流减法的技术。如此项技术中所知，此技术的不同替代为可能的。在一个替代例中，替代于改变 GND1 信号 156，可将一对偏移消除电容器（未图示）连接到放大器 180 的“+”及“-”输入以执行偏移消除。可将这些偏移消除电容器充电到给定电压，其电容可与取样电容器 152、154 相同或不同。当所述光读取器的取样电路 150、150’ 或 150″ 连接到放大器 180 以转移电荷时，也将所述偏移消除电容器充电到所述给定电压，接着加以连接以将电荷转移到反馈电容器 190 以实现偏移消除。

[0174] 此技术的另一替代为在电荷从取样电路 150、150’ 或 150″ 的每一次转移之前将反馈电容器 190 预充电到合适的差分电压（下文称作“预充电电压”）。在所述预充电电压部分地消除放大器 180 的归因于所述复位偏移而出现的输出改变的意义上，所述预充电电压具有与所述复位偏移相反的方向。在反馈电容器 190 采用较小的电容值时，所述预充电电压的量值可随放大器 270（即，放大器 180 以及反馈电容器 190）的增益增加而增加。

[0175] 在第四变化中，在 IN 线 120 上提供所述第二参考电平，且并非在对所述光响应输出信号取样之后而是在步骤 310 中复位开关 112 的切断之前对对应的第二参考输出信号取样，所述第二参考输出信号先于所述第二感测节点复位输出信号。举例来说，图 17G 展示对

应感测节点及存储节点电压电平。将步骤 309 插入于紧接所述流程图的步骤 310 之前。在步骤 309 中，复位开关 112 处于三极管区中，转接开关 117 处于关断状态，且 IN 线 120 被驱动到所述第二参考电平。通过 SAM1 信号对 OUT 线 124 上的对应第二参考输出信号取样且将其作为经取样的第二参考输出信号而存储。尽管图 17G 展示单独的第二跳板电平在所述第二参考电平与感测节点复位之间驱动到感测节点 111 上，但所属领域的技术人员可认识到，所述第二跳板电平可采用与所述第二参考电平相同或不同的电压电平。

[0176] 如使所属领域的技术人员能够易于执行的，上述实施例的各种组合及排列、变化及技术为可能的。如所属领域的技术人员将能够易于执行的，每一组合及排列具有用于全局控制信号的对应时序图及逻辑电路，所述全局控制信号可通过从图 16 的时序图及图 18A 到图 18D 的逻辑电路示意图的修改来构造（下文所描述）。

[0177] 产生控制信号

[0178] 可在通称为行解码器 20 的电路中产生各种全局控制信号 RST、SEL、TF、DIN(1)、DIN(0)、SAM1、SAM2、SAM3、SAM4 及 SUB。图 18A 及图 18B 展示根据图 16 的时序图产生 DIN(1)、DIN(0)、SEL、TF、SAM1、SAM2、SAM3、SAM4 及 RST 信号的逻辑的实施例。所述逻辑可包括多个比较器 350，其一个输入连接到计数器 352 且另一输入连接到硬连线式信号，所述硬连线式信号包含计数值下限及计数值上限。计数器 352 依序产生计数。比较器 350 将当前计数与计数值下限及计数值上限进行比较。如果所述当前计数在所述计数值下限与计数值上限之间，那么比较器 350 输出逻辑 1。如所属领域的技术人员将易于认识到的，所述控制信号中的每一者的计数值下限及计数值上限可经修改以支持与图 16 中所展示的时序不同的时序。举例来说，为支持图 17B 中所展示的 SAM1、SAM2、SAM3 及 SAM4 信号的时序序列（其与图 17A 不同之处在于 SAM3 信号与 SAM1 信号一起取样，而非与 SAM2 信号一起取样），可修改图 18C 中的逻辑电路，以使得驱动 SAM3 信号的缓冲器从 SAM1 信号而非 SAM2 信号进行输入。

[0179] 比较器 350 连接到多个或（OR）门 358。或门 358 连接到锁存器 360。锁存器 360 提供对应的 DIN(1)、DIN(0)、SEL、TF、SAM1、SAM2、SAM3、SAM4 及 RST 信号。

[0180] 锁存器 360 根据由或门 358、比较器 350 及计数器 352 的当前计数建立的逻辑而在逻辑 0 与逻辑 1 之间切换。举例来说，耦合到 DIN(1) 锁存器的比较器的硬连线式信号可含有计数值 1 及计数值 22。如果来自计数器的计数大于或等于 1 但小于 22，那么比较器 350 将提供逻辑 1，此将使 DIN(1) 锁存器 360 输出逻辑 1。计数值下限及计数值上限确立图 16 中所展示的脉冲的序列及持续时间。

[0181] 传感器 10、10’、10″、11、11’ 可具有多个复位 RST(n) 及转接 TF(n) 驱动器 374，每一驱动器 374 连接到一行像素且连接到与（AND）门 375 的输出。图 19 展示一行像素与图 18A 到图 18D 中所展示的电路之间的行解码器单元的输出电路。图 20 说明图 19 的电路的操作。信号 RSTEN(n)、SELEN(n)、TFEN(n) 由行解码器 20 产生且各自每次可采用逻辑值‘1’或‘0’。‘1’使对应 RST(n)、SEL(n)、TF(n) 信号能够传输分别从全局控制信号 RST、SEL 及 TF 接收到的脉冲信号。另外，如图 20 中所展示，在三态缓冲器 374 分别将 RST(n) 及 TF(n) 驱动到高电平且接着进入三态后，在 IN 信号的上升沿处，RST(n) 及 TF(n) 信号各自电容性耦合到较高电压电平。

[0182] 操作理论

[0183] 在下文，参考图 17A 中所展示的取样序列来阐释由依据第一噪声方法和第一正规

化方法操作的图像传感器 10、10'、10"、11、11' 提供的噪声消除效应。第二到第四噪声及正规化方法随后展示为分别等效于第一噪声及正规化方法。

[0184] 令 $\Delta_n Q_B$ 表示步骤 302 处在存储节点 115、感测节点 111 与转接开关 117 的沟道之间的共同节点上的临时噪声电荷，$\Delta_n Q_{C2}$ 表示步骤 304 处所述感测节点上的临时噪声电荷，且 $\Delta_n Q_{C1}$ 表示步骤 304 处所述存储节点上的临时噪声电荷。这些临时噪声电荷为影响所述第一图像(即，噪声信号)的临时噪声电荷。

[0185] 令 $\Delta_n Q_{D1}$ 表示步骤 310 处存储节点 115 上的临时噪声电荷，$\Delta_n Q_{D2}$ 表示步骤 310 处感测节点 111 上的临时噪声电荷，且 $\Delta_n Q_E$ 表示步骤 312 处存储节点 115、感测节点 111 与转接开关 117 的沟道之间的共同节点上的临时噪声电荷。这些临时噪声电荷为影响所述第二图像(即，经正规化的光响应信号)的临时噪声电荷。

[0186] 在所述第一图像中，临时噪声电荷如下所述般相关：$\Delta_n Q_B - \Delta_n Q_{C2} = \Delta_n Q_{C1}$，这是归因于电荷的守恒。在所述第二图像中，临时噪声电荷如下所述相关：$\Delta_n Q_{C1} + \Delta_n Q_{D2} = \Delta_n Q_E$，这是归因于电荷的守恒。根据所述两个关系式替换 $\Delta_n Q_{C1}$，

[0187] $\Delta_n Q_E - \Delta_n Q_{D2} - \Delta_n Q_B + \Delta_n Q_{C2} = 0$。

[0188] 临时噪声电荷 $\Delta_n Q_E$、$\Delta_n Q_{D2}$、$\Delta_n Q_B$ 及 $\Delta_n Q_{C2}$ 分别导致临时噪声电压 $\Delta_n V_{GE}$，$\Delta_n V_{GD2}$、$\Delta_n V_{AB}$ 及 $\Delta_n V_{AC2}$，其分别通过 $-\Delta_n Q_E = C_{Total}.\ \Delta_n V_{GE}$、$-\Delta_n Q_{D2} = C_{Sense}.\ \Delta_n V_{GD2}$、$-\Delta_n Q_B = C_{Total}.\ \Delta_n V_{AB}$ 及 $-\Delta_n Q_{C2} = C_{Sense}.\ \Delta_n V_{AC2}$ 来与所述临时噪声电荷相关。C_{Sense} 为感测节点 111 上的电容。C_{Total} 为存储节点 115、感测节点 111 及转接开关 117 的沟道到栅极、漏极到栅极及源极到栅极电容的总电容。此处，$V_{GE} = V_G - V_E$，$V_{GD2} = V_G - V_{D2}$，$V_{AB} = V_A - V_B$ 且 $V_{AC2} = V_A - V_{C2}$。

[0189] 依据所述第一噪声及正规化方法，形成 V_{AB} & V_{AC2}，其分别为所述第一噪声差及第二噪声差，且形成 V_{GE} & V_{GD2}，其分别为所述第一正规化差及第二正规化差。所述第三图像(即，经去噪声的信号)，$I_3 = I_2 - I_1 = [C_{Total}.V_{GE} - C_{Sense}.V_{GD2}] - [C_{Total}.V_{AB} - C_{Sense}.V_{AC2}]$，其中 $I_1 = C_{Total}.V_{AB} - C_{Sense}.V_{AC2}$ 且 $I_2 = C_{Total}.V_{GE} - C_{Sense}.V_{GD2}$。临时噪声 $\Delta_n I_3 = [C_{Total}.\Delta_n V_{GE} - C_{Sense}.\Delta_n V_{GD2}] - [C_{Total}.\Delta_n V_{AB} - C_{Sense}.\Delta_n V_{AC2}] = -(\Delta_n Q_E - \Delta_n Q_{D2} - \Delta_n Q_B + \Delta_n Q_{C2}) = 0$。在 I_3 中，$C_{Total}.V_{GE}$ 为仅有的随曝光量变化的项。因此，I_3 取决于 V_{GE} 且不包含临时开关噪声，所述开关噪声是归因于复位晶体管及转接晶体管的切换而出现。

[0190] 等效地，依据所述第二噪声及正规化方法，形成 V_{AB} & V_{BC2}，其分别为所述第一噪声差及第三噪声差，且形成 V_{GE} & V_{ED2}，其分别为所述第一正规化差及第三正规化差。此处，$V_{BC2} = V_B - V_{C2}$ 且 $V_{ED2} = V_E - V_{D2}$。第三图像，

[0191] $I_3 = [C_{Total}.V_{GE} - C_{Sense}.V_{GE} - C_{Sense}.V_{GD2} + C_{Sense}.V_{GE}]$

[0192] $- [C_{Total}.V_{AB} - C_{Sense}.V_{AB} - C_{Sense}.V_{AC2} + C_{Sense}.V_{AB}]$

[0193] $= [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{GE} - C_{Sense}.(V_{GD2} - V_{GE})]$

[0194] $- [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{AB} - C_{Sense}.(V_{AC2} - V_{AB})]$

[0195] $= [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{GE} - C_{Sense}.V_{ED2}]$

[0196] $- [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{AB} - C_{Sense}.V_{BC2}]$

[0197] $= I_2 - I_1$。

[0198] 此处，

[0199] $I_1 = [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{AB} - C_{Sense}.V_{BC2}]$

[0200] 且

[0201] $I_2 = [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{GE} - C_{Sense}.V_{ED2}]$。

[0202] 等效地，依据所述第三噪声及正规化方法，形成 V_{BC2} & V_{AC2}，其分别为所述第三噪声差及第二噪声差，且形成 V_{ED2} & V_{GD2}，其分别为所述第三正规化差及第二正规化差。替换 $V_{GE} = V_{GD2} - V_{ED2}$，

[0203] $I_2 = C_{Total}.V_{GE} - C_{Sense}.V_{GD2} = (C_{Total} - C_{Sense}).V_{GD2} - C_{Total}.V_{ED2}$。

[0204] 仅 I_2 中的第二项取决于曝光量。替换 $V_{AB} = V_{AC2} - V_{BC2}$，

[0205] $I_1 = (C_{Total} - C_{Sense}).V_{AC2} - C_{Total}.V_{BC2}$。

[0206] 所述第三图像，$I_3 = I_2 - I_1 = [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{GD2} - C_{Total}.V_{ED2}] - [(C_{Total} - C_{Sense}).V_{AC2} - C_{Total}.V_{BC2}]$。

[0207] 校准

[0208] 可执行校准以为所选择的噪声及正规化方法找到一组合适的有正负号的缩放因子，例如图 1 或图 21 中有正负号的缩放因子 COEF1、COEF2，或为图 22 的图像传感器 10″ 的三重取样光读取器 16″ 找到三重取样电路 150″ 的第一及第二电容，或为其它实施例找到其等效物。下文描述找到一组合适的有正负号的缩放因子的校准程序。

[0209] 对于共享一布局及定向的多个像素中的每一像素，形成一对经去噪声的信号之间的差，每一经去噪声的信号产生自：形成噪声信号、接着形成经正规化的光响应信号，接着从所述经正规化的光响应信号减去所述噪声信号。所述差具有残余临时噪声，但不具有所述经去噪声的信号的平均值。形成所述多个像素间的差的平方及所述平方的和。由于不同像素的残余临时噪声为独立的，因此所述平方的和为每一像素的残余噪声的方差的多倍的良好近似值，即，$2N\sigma^2$，其中 N 为像素数目且 σ^2 为方差。

[0210] 对于所述多个像素，为两组不同的有正负号的缩放因子中的每一者找到所述平方的和。通过将每一和除以一数值的平方来将每一和正规化，所述数值与经去噪声的信号成正比，所述经去噪声的信号将依据一组对应的有正负号的缩放因子而得到，假定一预定曝光持续时间及对所述像素的照明。给出所述平方的较小经正规化的和的所述组有正负号的缩放因子为优选的。可对两组以上的有正负号的缩放因子执行此程序以识别一组合适的有正负号的缩放因子以用于形成所述多个像素的经去噪声的信号。

[0211] 举例来说，图 10 展示一阵列中具有两个不同布局定向的像素的布局布置。在奇数列中，光电二极管及转接开关采取一个定向，而在偶数列中，其采取不同定向。归因于这两群不同的像素之间的不对称性，系统性的失配倾向于存在于电容中和所述群组之间的其它电特性中。另一方面，在每一群组内，像素间的相似性有助于最小化失配。因此，应当执行校准以产生适合于每一群组的一组有正负号的缩放因子，且每一群组可使用在所述噪声及正规化方法中适合其自身的所述组有正负号的缩放因子。

[0212] 图 11 展示一阵列中具有两个不同布局定向的像素的布局布置的另一实例。图 11 对应于与图 12 的示意图相对应的光电二极管 100a、100b 及转接开关 117a、117b 的三乘二阵列，其中两个光电二极管 100a、100b 分别经由转接开关 117a、117b 共享一感测节点 111。每一像素包括一光电二极管 100a 或 100b 及一转接开关 117a 或 117b，且两个像素共享一复位开关 112、一输出晶体管 116 及一选择开关 114。在奇数行中，所述光电二极管及转接开关采取一个定向，而在偶数行中，其采取不同定向。由于与上述原因相同的原因，可执行校

准以产生适合于每一群组的一组有正负号的缩放因子，且每一群组可使用在所述噪声及正规化方法中适合其自身的所述组有正负号的缩放因子。

[0213] 或者，从同一像素可形成两个以上的经去噪声的信号，对所述经去噪声的信号中的多对经去噪声的信号求差并进行平方，将所述平方加总在一起以形成平方和。多个类似像素间的此些平方和可进一步加总在一起以形成最终平方和。此程序说明于图 25 及图 26 中。参看图 26，每一 q 表示一组不同的有正负号的缩放因子，每一 p 表示一群不同的类似像素，存在 Z 组不同的有正负号的缩放因子及 P 个不同的像素布局。对于 p 与 q 的每一组合，执行图 25 的流程图所说明的过程。在图 25 的流程图中，为像素群组 p 中的每一像素形成 $N+1$ 个经去噪声的信号。对来自所述群组中的每一像素的每一对相继的经去噪声的信号求差及求平方。将所述 N 个平方加总，且可在所述群组内的像素间进一步加总。

[0214] 下文描述替代程序。

[0215] 为比较两组不同的有正负号的缩放因子，重复俘获第一及第二图像，其中图像传感器保持在黑暗中或在足够黯淡的采光下，以使得曝光产生与来自像素阵列 12 中的像素 14 的复位噪声相比为可忽略的光响应输出信号，或产生与所述复位噪声相比为可忽略的所述光响应输出信号的改变(例如，归因于散粒噪声)。对于一个或一个以上像素中的每一者，从许多对第一及第二图像(优选 9 对或 9 对以上)中的每一对形成经去噪声的信号。通过将每一经去噪声的信号除以一数值来将每一经去噪声的信号正规化，所述数值与经去噪声的信号成正比，所述经去噪声的信号无直流偏移，所述直流偏移将在假定一预定的不可忽视的像素照明的情况下在同一组有正负号的缩放因子下产生。找到所述经正规化的经去噪声的信号间的方差。给出较小方差的所述组有正负号的缩放因子为优选的。可对两组以上的有正负号的缩放因子重复此程序以找到适合用于形成经去噪声的信号的一组有正负号的缩放因子。

[0216] 所述图像传感器可具有一电路以控制第一及第二图像的重复俘获及应用于所述噪声及正规化方法的有正负号的缩放因子的调整。或者，可在来自外部控制器(未图示)或计算机(未图示)的控制下调整所述有正负号的缩放因子。

[0217] 这些校准程序中的任一者可完全在图像传感器上执行，或部分地在图像传感器上且部分地在外部处理器上执行。或者，此程序的一部分可在单独的计算机上执行及 / 或在所述单独计算机的控制下执行。

[0218] 对应于一组增益因子的数据可写入到一非易失性存储器中或作为图像传感器或一单独装置中的熔丝或反熔丝的配置，所述单独装置包括或将包括于图像俘获系统中，例如为外部处理器 72 或存储器卡(例如，普遍已知的快闪存储器卡)。

[0219] 结尾

[0220] 虽然已在附图中描述并展示某些示范性实施例，但应理解，此些实施例仅说明而非限制广义的本发明，且本发明不限于所展示并描述的具体构造及布置，因为一般所属领域的技术人员可进行各种其它修改。

[0221] 举例来说，尽管展示并描述涉及一图像的全体行的交错技术，但应理解，可以涉及小于一整行或多于一行的方式来交错数据。举例来说，可转移图像 A 的第一行的一半，接着转移图像 B 的第一行的一半，接着转移图像 A 的第一行的另一半等等。同样，可转移图像 A 开头的两行，接着转移图像 B 开头的两行，接着转移图像 A 的第三行及第四行，等等。

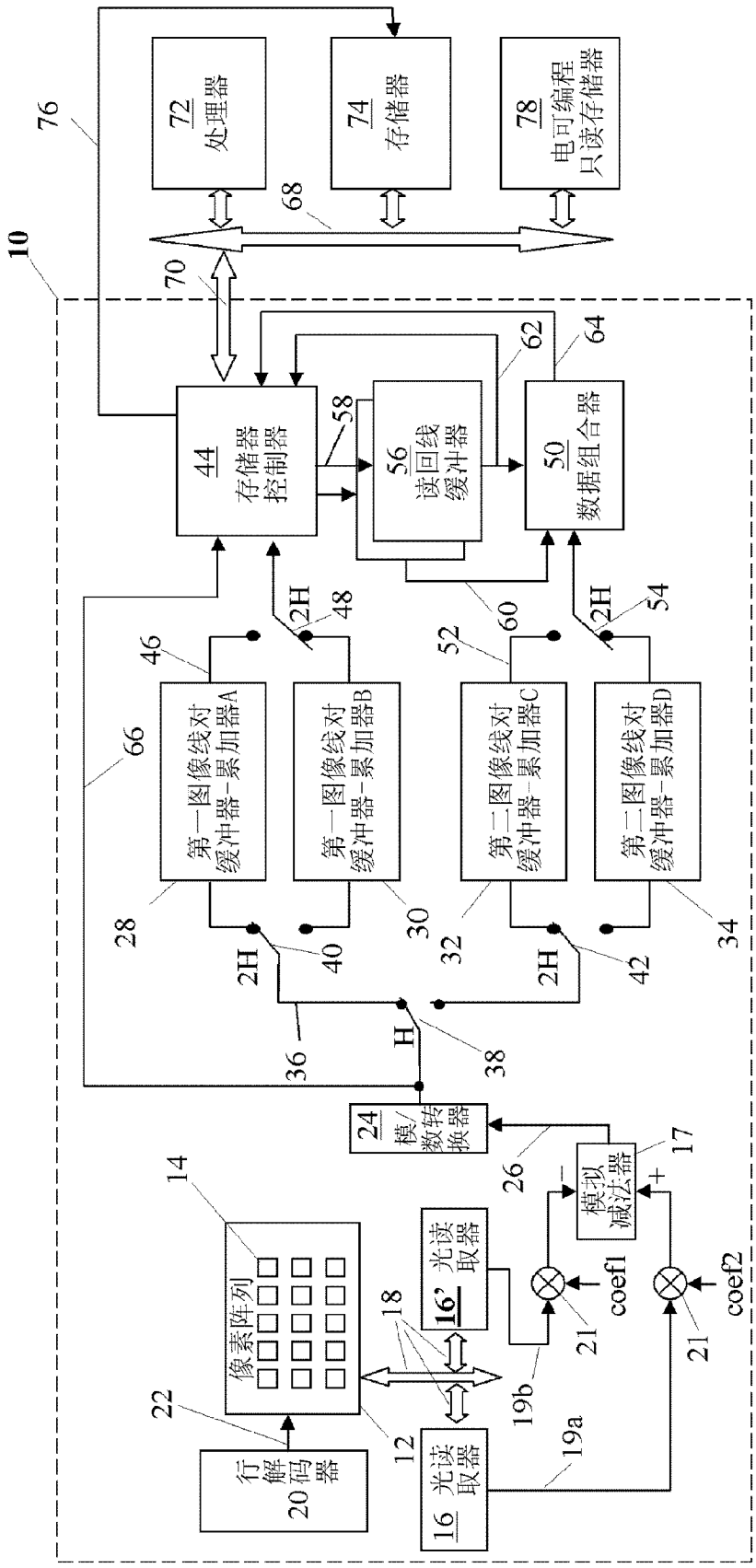

10
76
72 处理器
74 存储器
78 电可编程只读存储器
68
70
62
64
44 存储器控制器
58
56 读回线缓冲器
50 数据组合器
2H
48
60
52
54
46
66
第一图像线对缓冲器-累加器A
第一图像线对缓冲器-累加器B
第二图像线对缓冲器-累加器C
第二图像线对缓冲器-累加器D
28
30
32
34
40
42
36
H
38
24 模/数转换器
26
17
模拟减法器
14
像素阵列
18
16' 光读取器
coef1
coef2
21
22
19b
19a
12
行解码器 20
16 光读取器

图 1

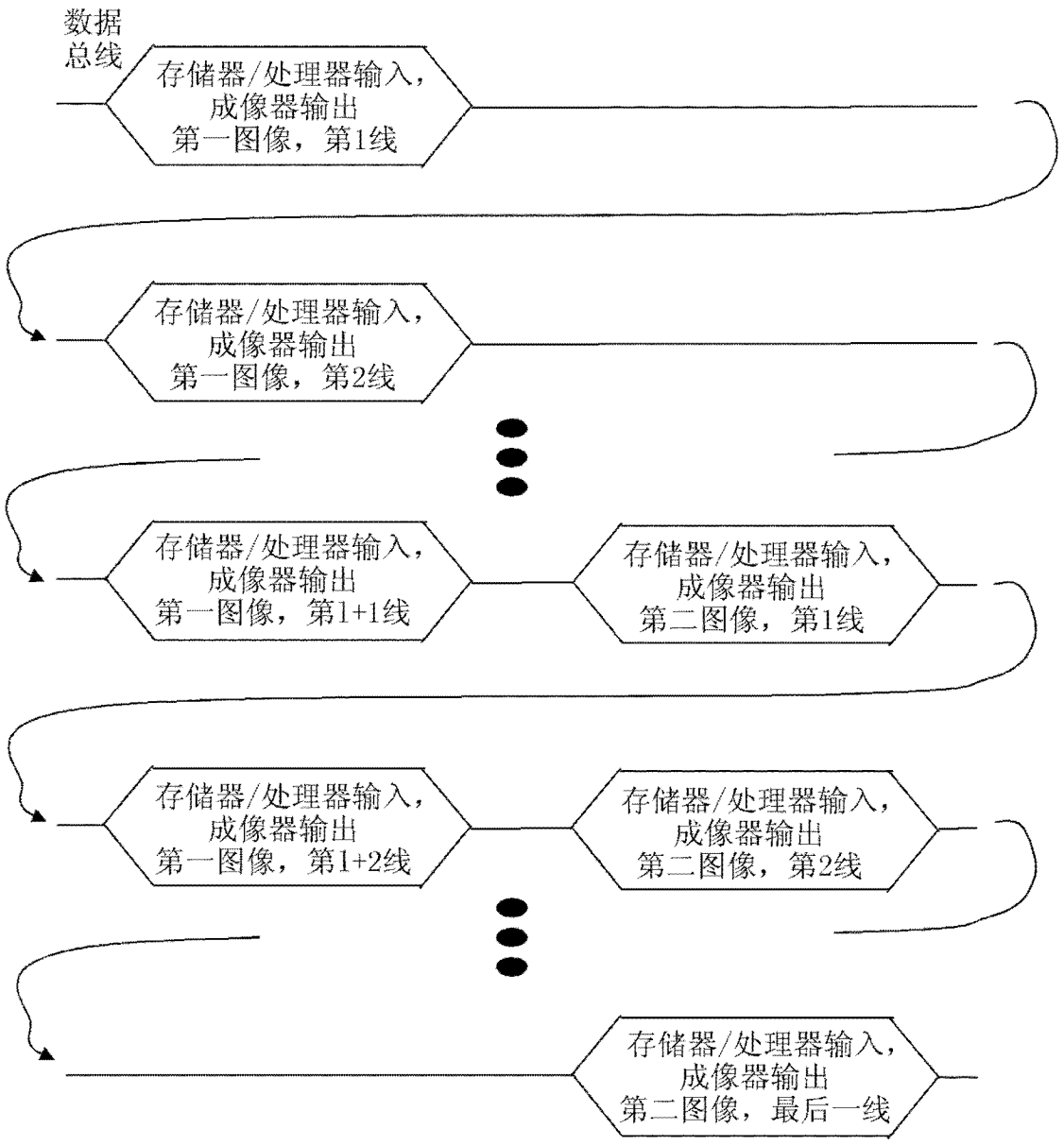

数据
总线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第一图像，第1线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第一图像，第2线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第一图像，第1+1线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第二图像，第1线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第一图像，第1+2线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第二图像，第2线
存储器/处理器输入，
成像器输出
第二图像，最后一线

图 2

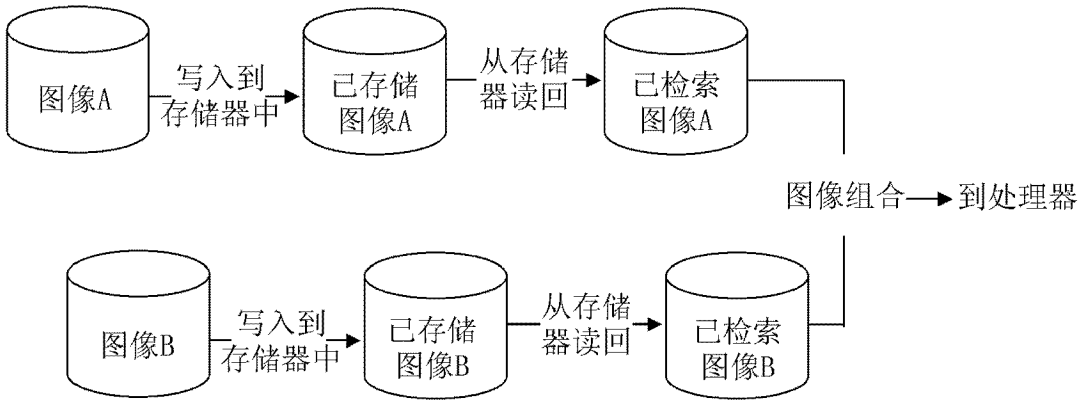

图像A
写入到
存储器中
已存储
图像A
从存储
器读回
已检索
图像A
图像组合
到处理器
图像B
写入到
存储器中
已存储
图像B
从存储
器读回
已检索
图像B

图 3

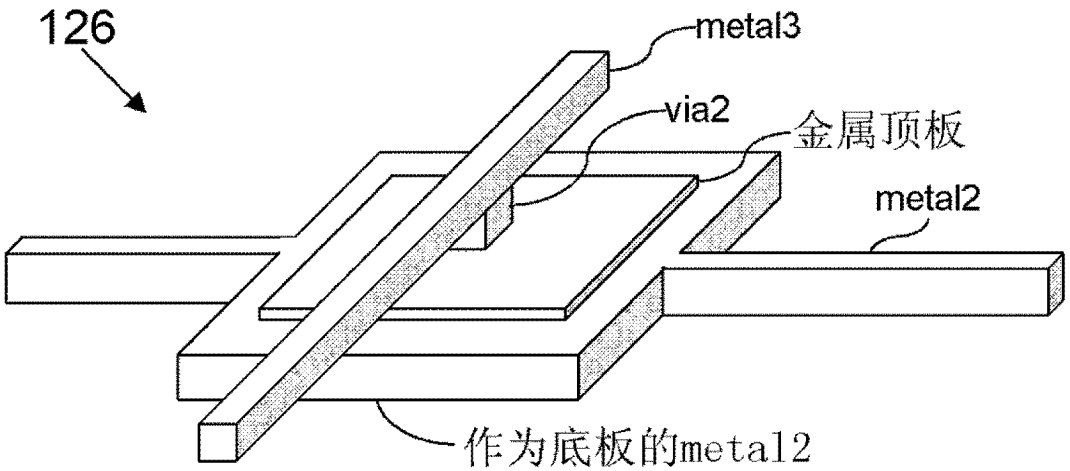

126
metal3
via2
金属顶板
metal2
作为底板的metal2

图 4

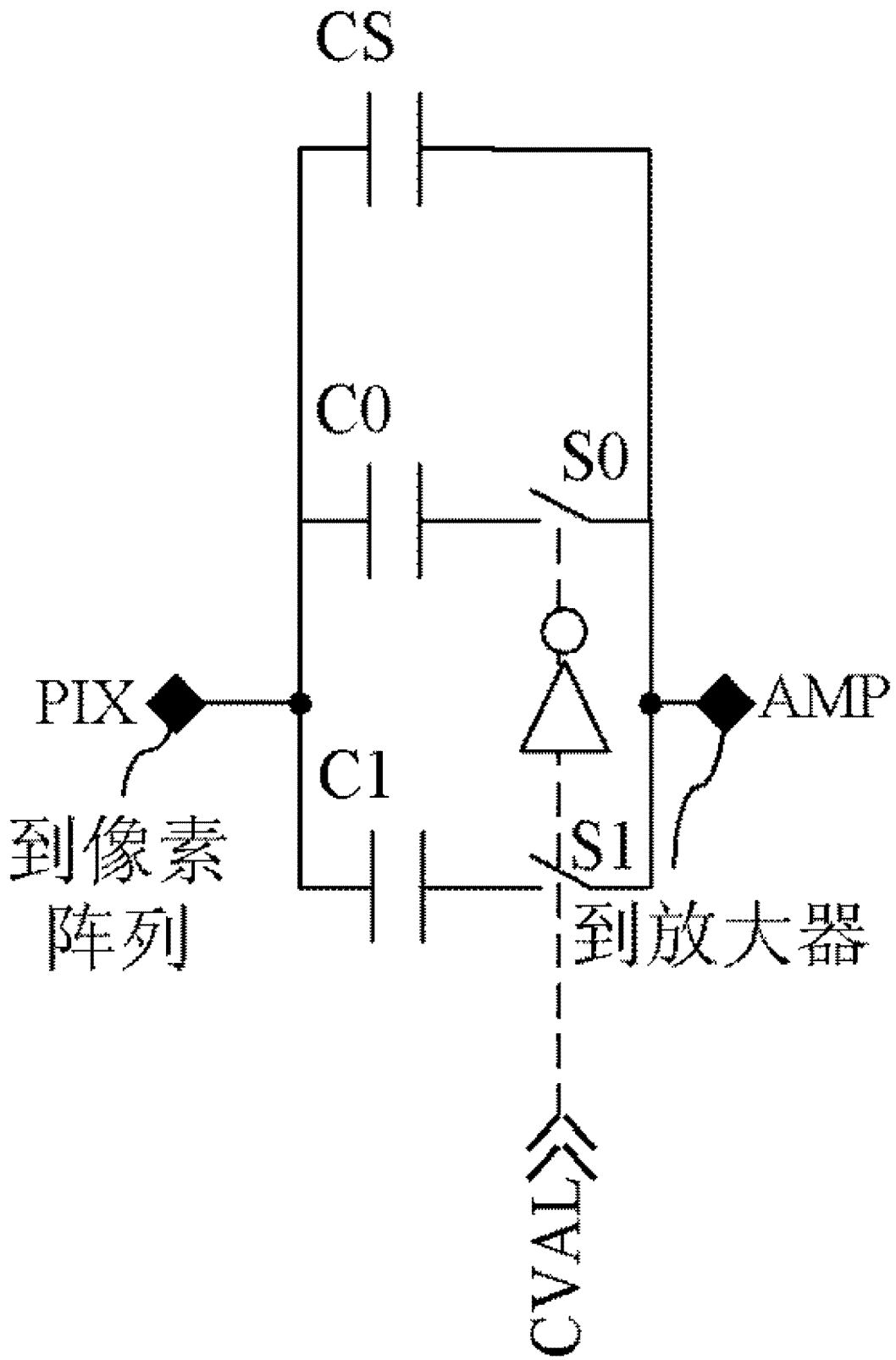


图 5

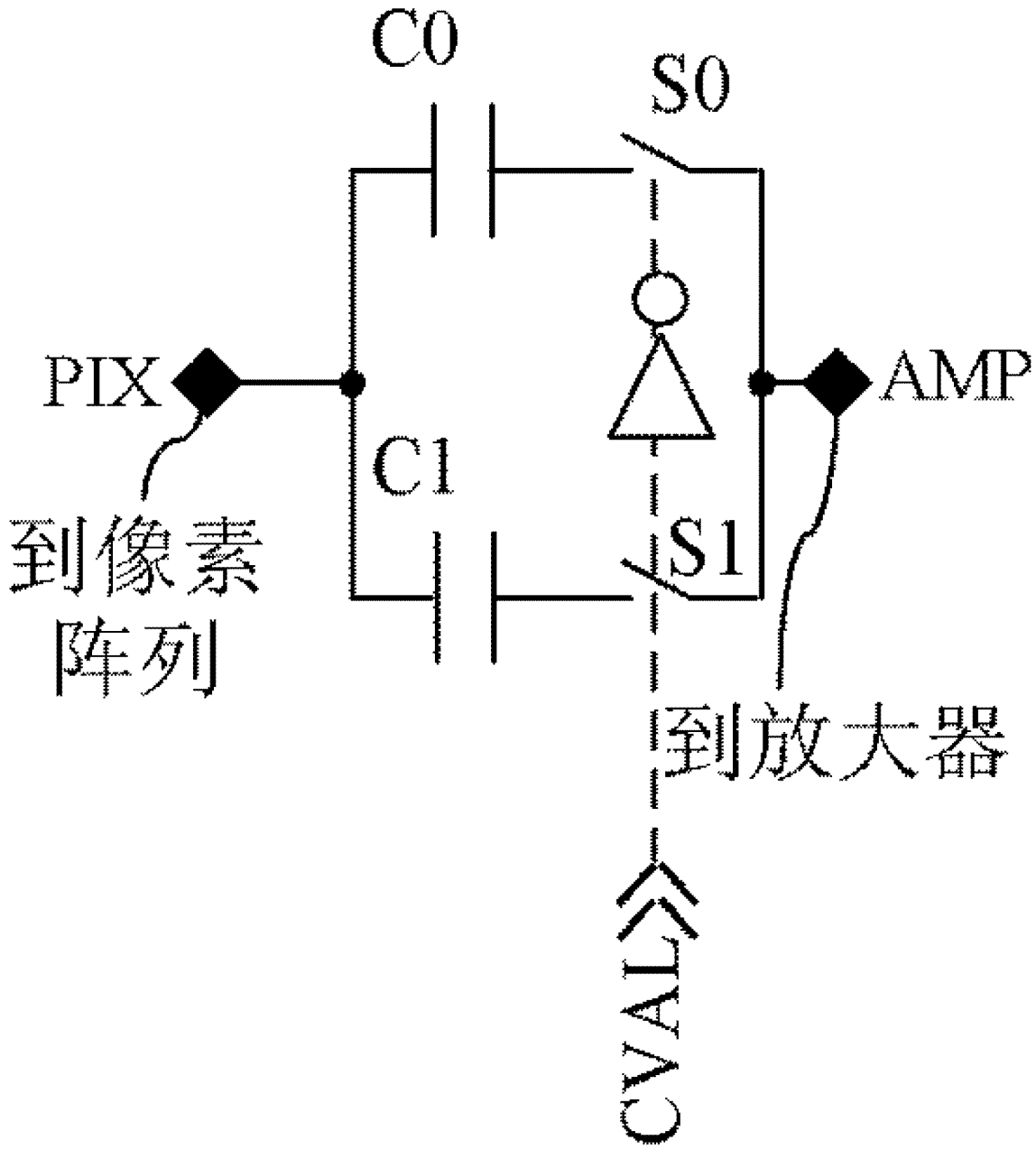


图 6

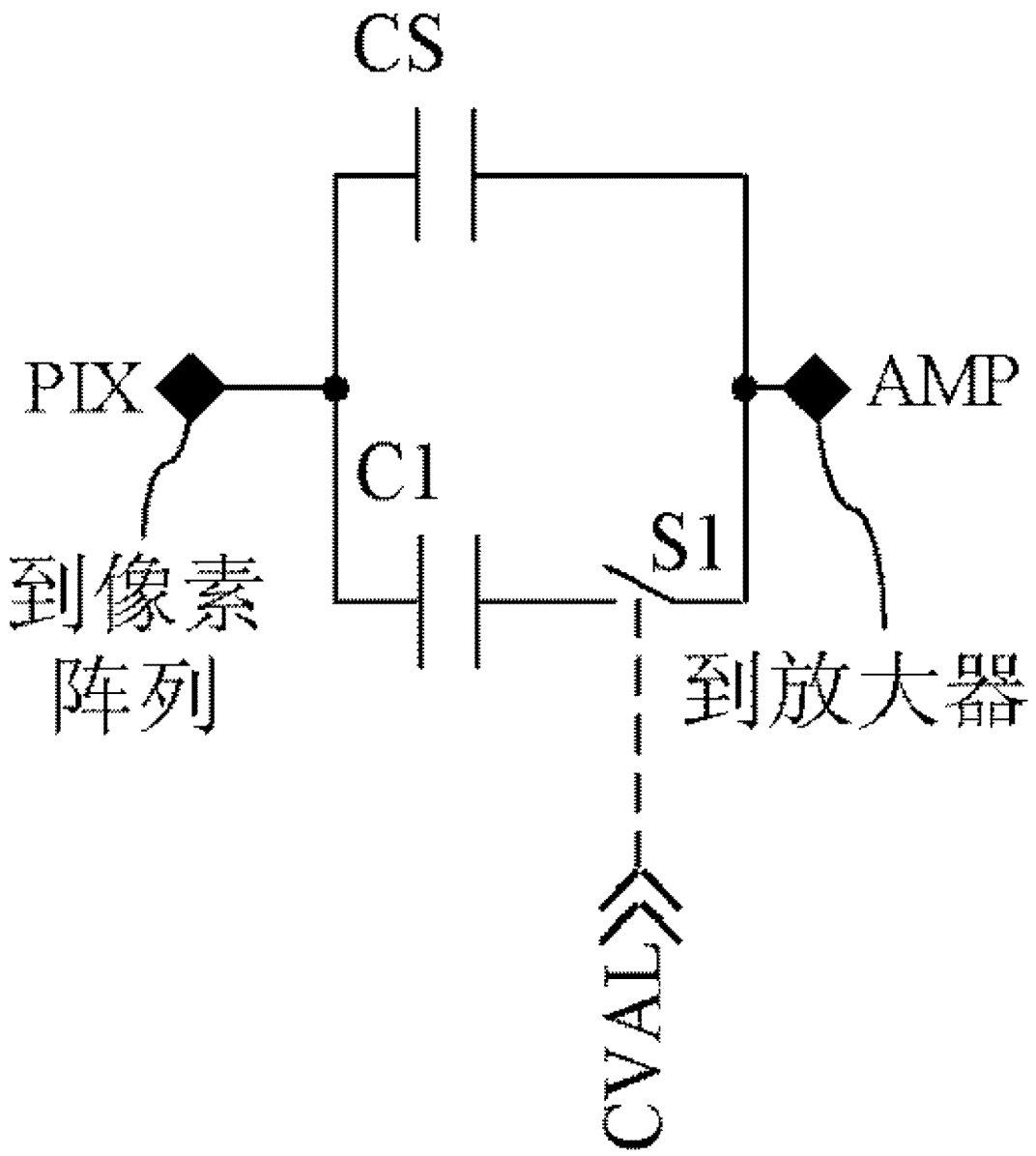


图 7

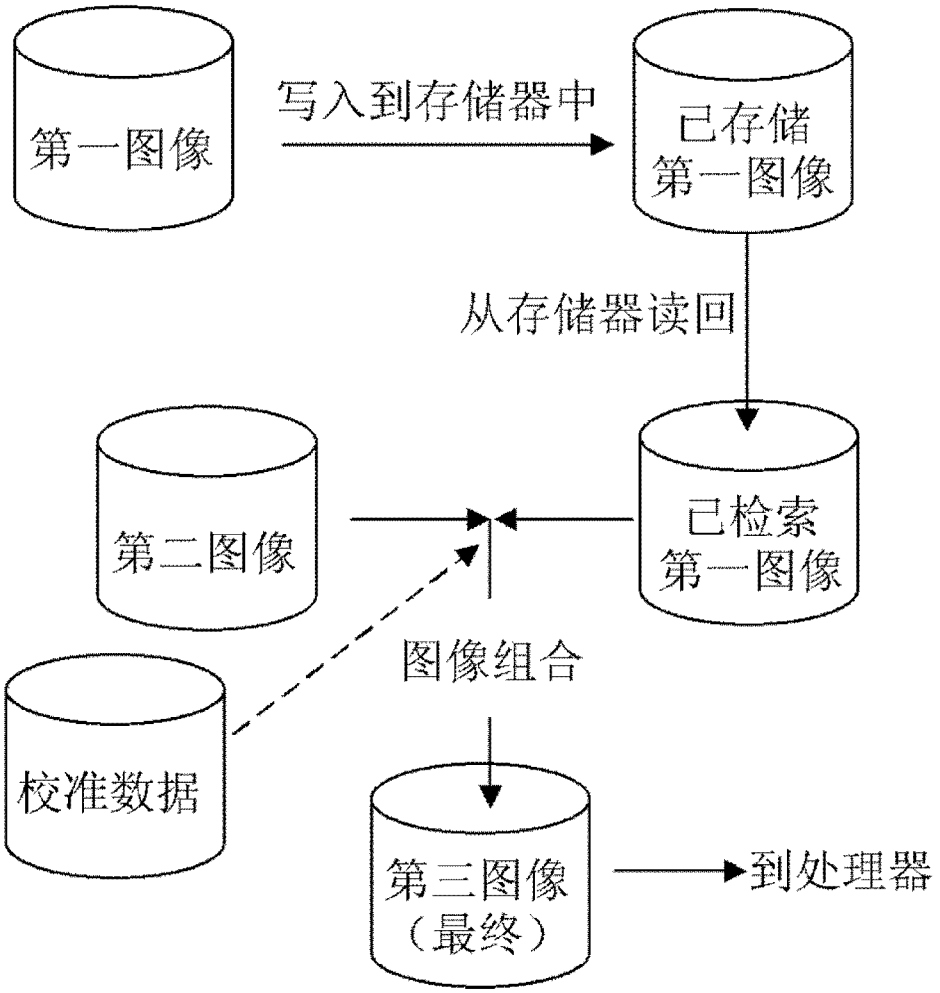

第一图像
写入到存储器中
已存储
第一图像
从存储器读回
第二图像
已检索
第一图像
图像组合
校准数据
第三图像
（最终）
到处理器

图 8

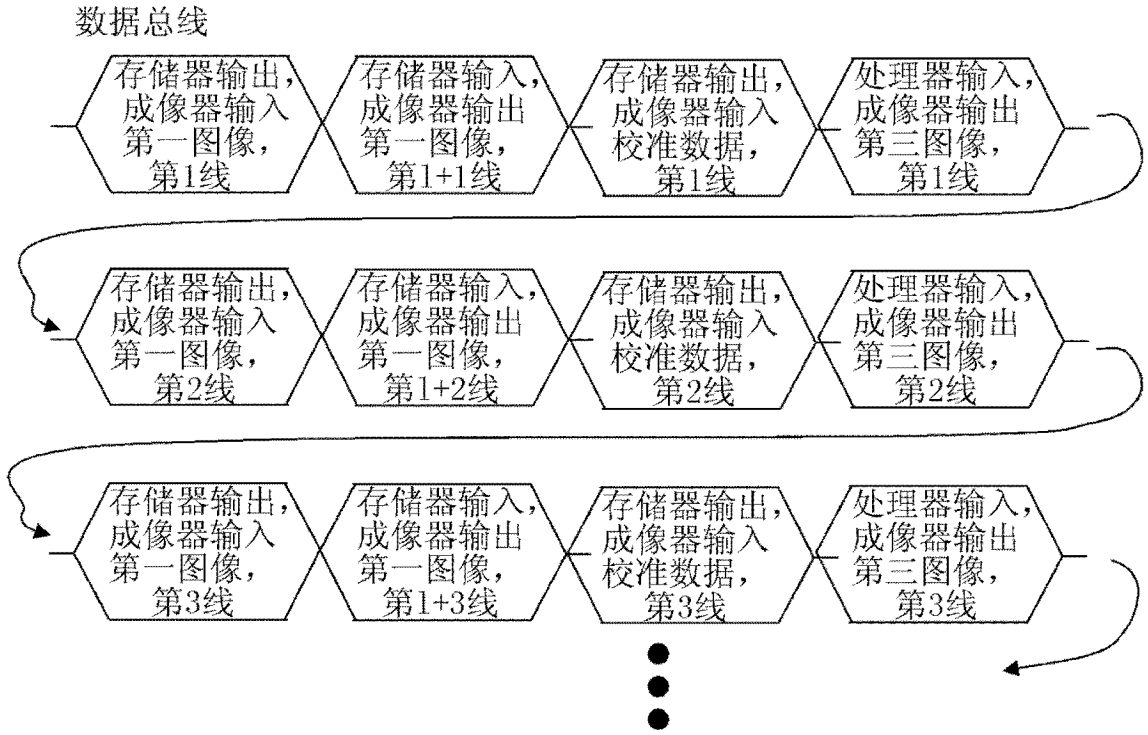

数据总线
存储器输出，成像器输入第一图像，第1线
存储器输入，成像器输出第一图像，第1+1线
存储器输出，成像器输入校准数据，第1线
处理器输入，成像器输出第三图像，第1线
存储器输出，成像器输入第一图像，第2线
存储器输入，成像器输出第一图像，第1+2线
存储器输出，成像器输入校准数据，第2线
处理器输入，成像器输出第三图像，第2线
存储器输出，成像器输入第一图像，第3线
存储器输入，成像器输出第一图像，第1+3线
存储器输出，成像器输入校准数据，第3线
处理器输入，成像器输出第三图像，第3线

图 9

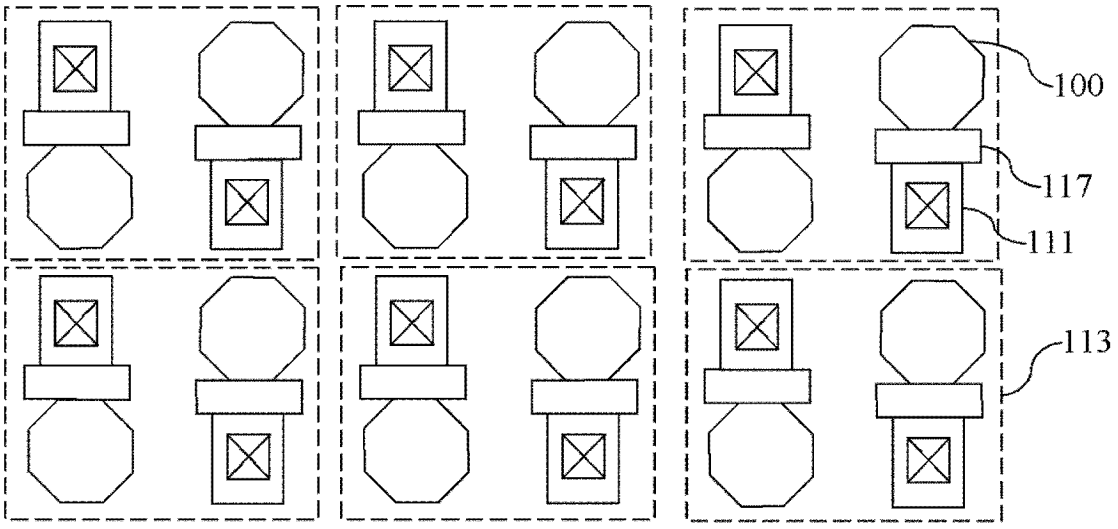

100
117
111
113

图 10

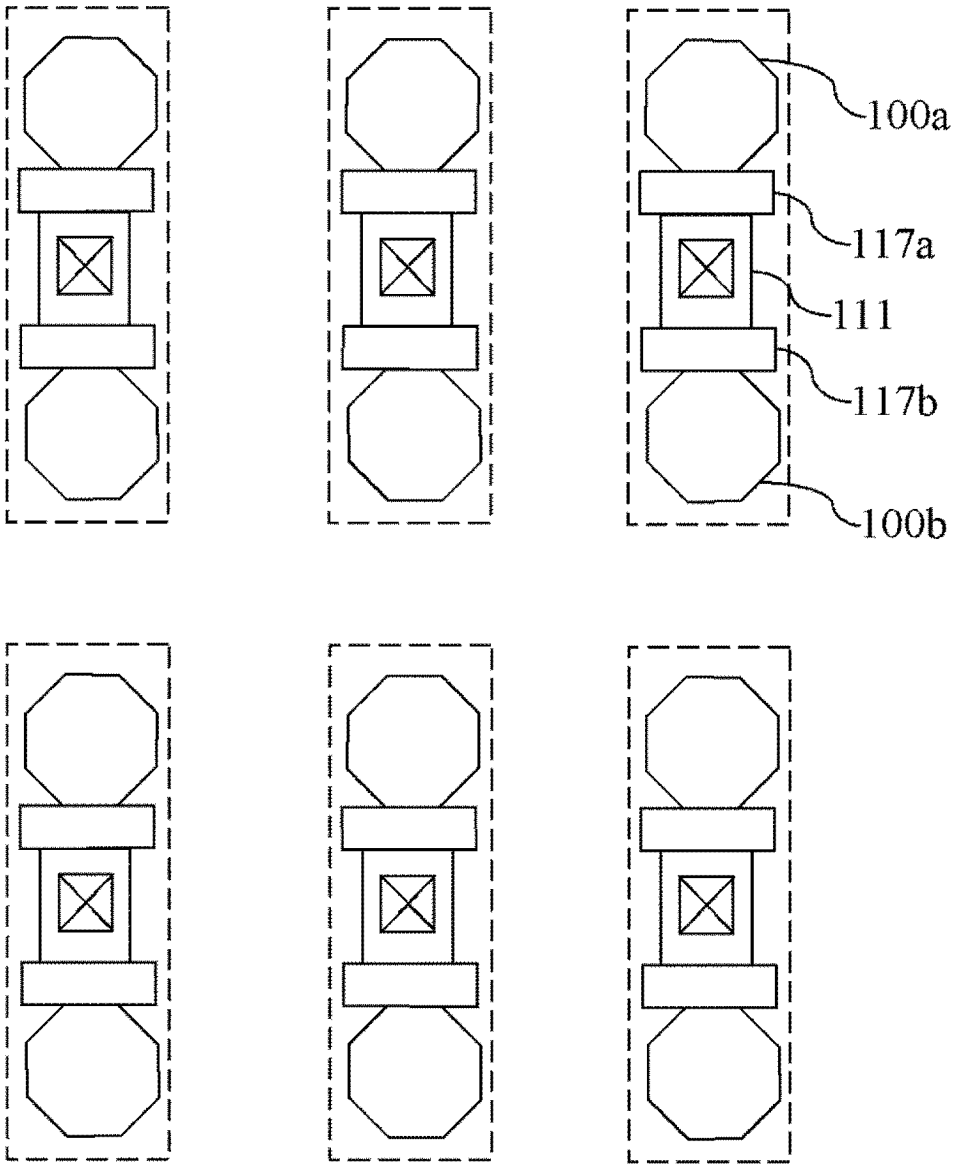


图 11

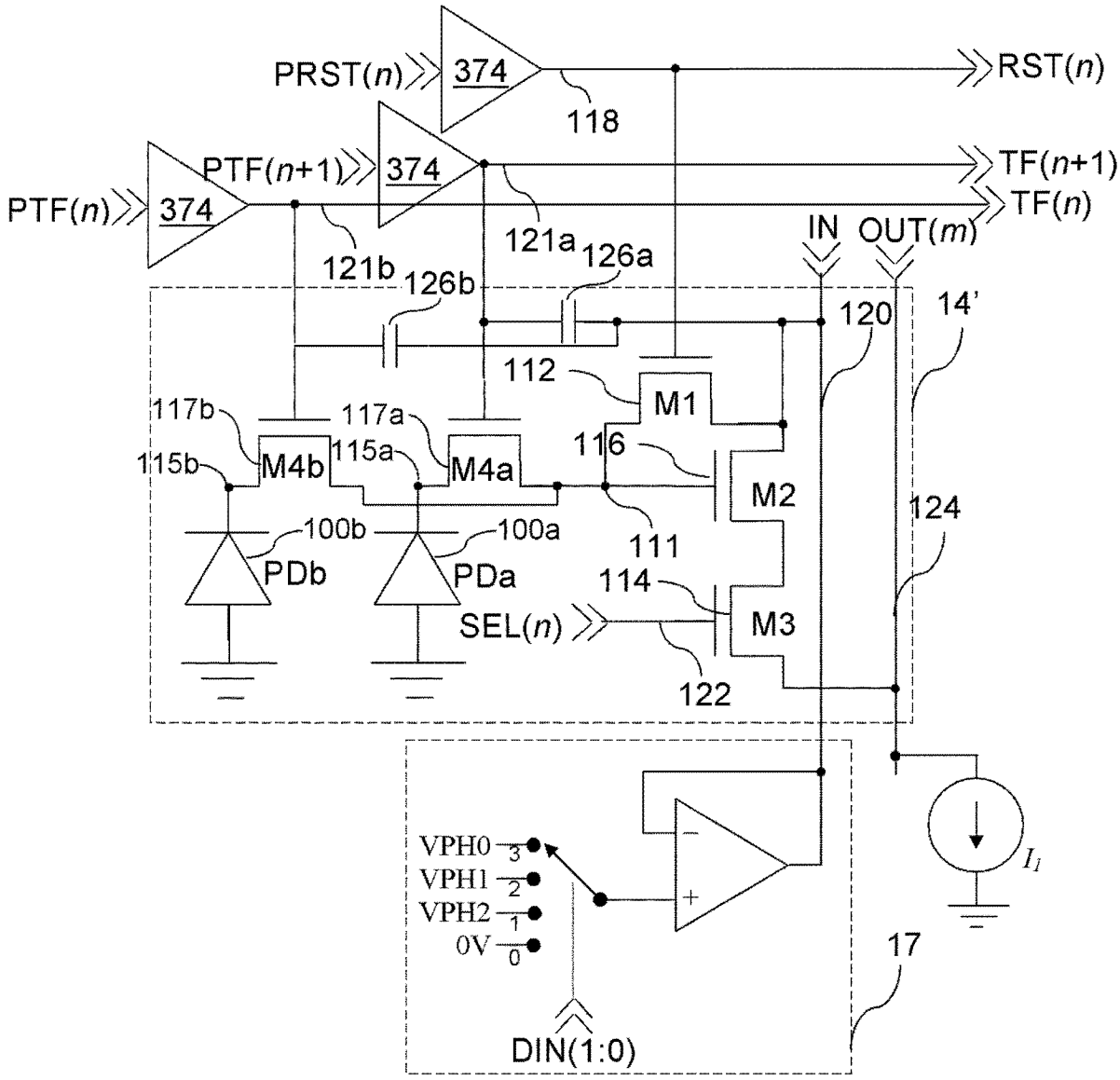

PRST(n)
374
118
RST(n)
PTF(n+1)
374
TF(n+1)
PTF(n)
374
TF(n)
121a
126a
IN
OUT(m)
121b
126b
120
14'
112
M1
117b
117a
116
115b
M4b
115a
M4a
M2
124
100b
100a
111
PDb
PDa
114
SEL(n)
M3
122
VPH0 3
VPH1 2
VPH2 1
0V 0
17
DIN(1:0)
I_1

图 12

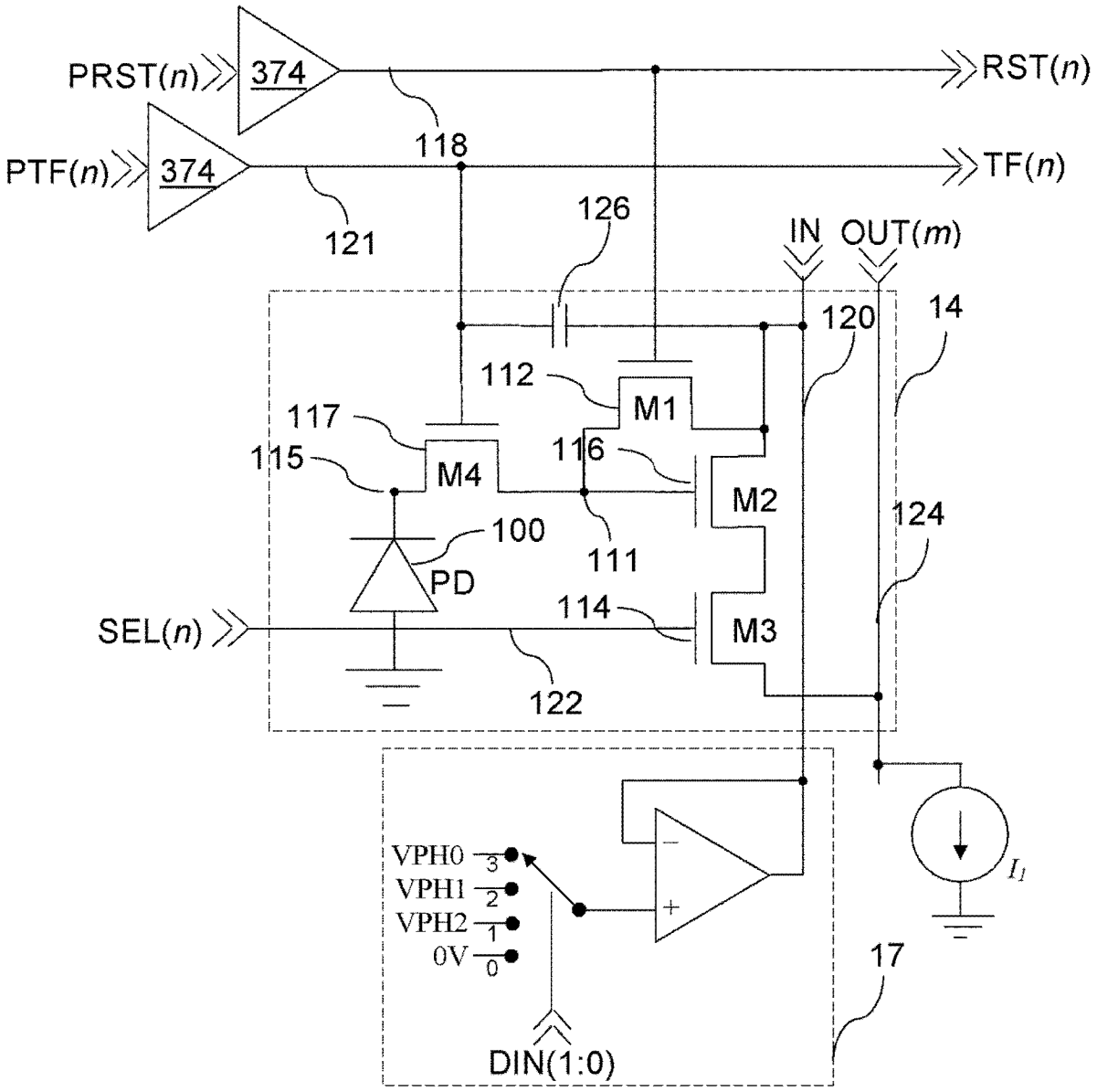

PRST(n)
374
RST(n)
118
PTF(n)
374
TF(n)
121
126
IN
OUT(m)
120
14
112
M1
117
115
M4
116
M2
124
100
111
PD
114
M3
SEL(n)
122
VPH0
VPH1
VPH2
0V
3
2
1
0
17
DIN(1:0)
I_1

图 13

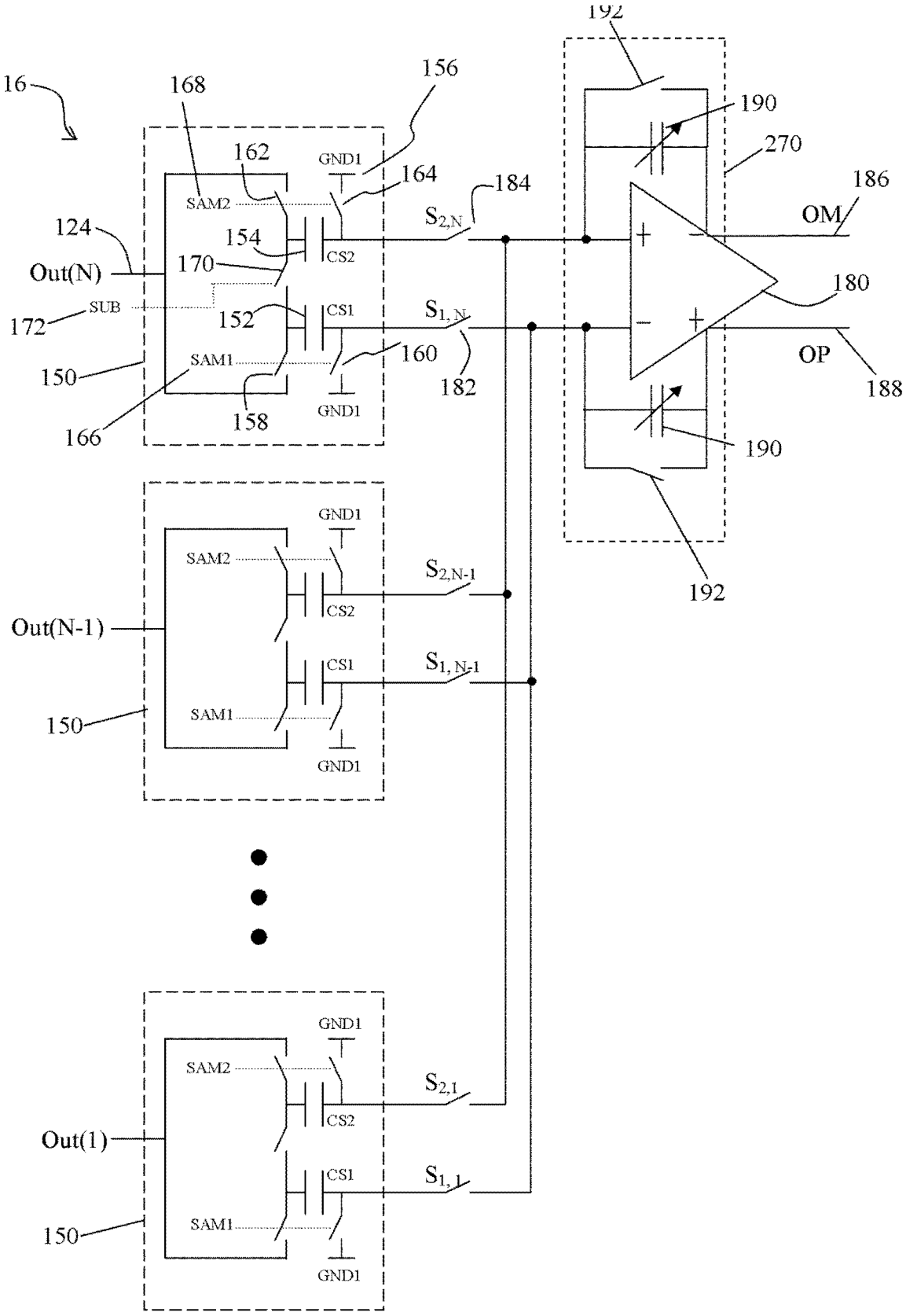

16
168
156
162
GND1
164
184
SAM2
$S_{2,N}$
124
154
CS2
Out(N)
170
SUB
172
152
CS1
$S_{1,N}$
150
SAM1
160
182
166
158
GND1
192
190
270
186
OM
180
OP
188
190
192
GND1
SAM2
$S_{2,N-1}$
CS2
Out(N-1)
CS1
$S_{1,N-1}$
150
SAM1
GND1
GND1
SAM2
$S_{2,1}$
CS2
Out(1)
CS1
$S_{1,1}$
150
SAM1
GND1

图 14A

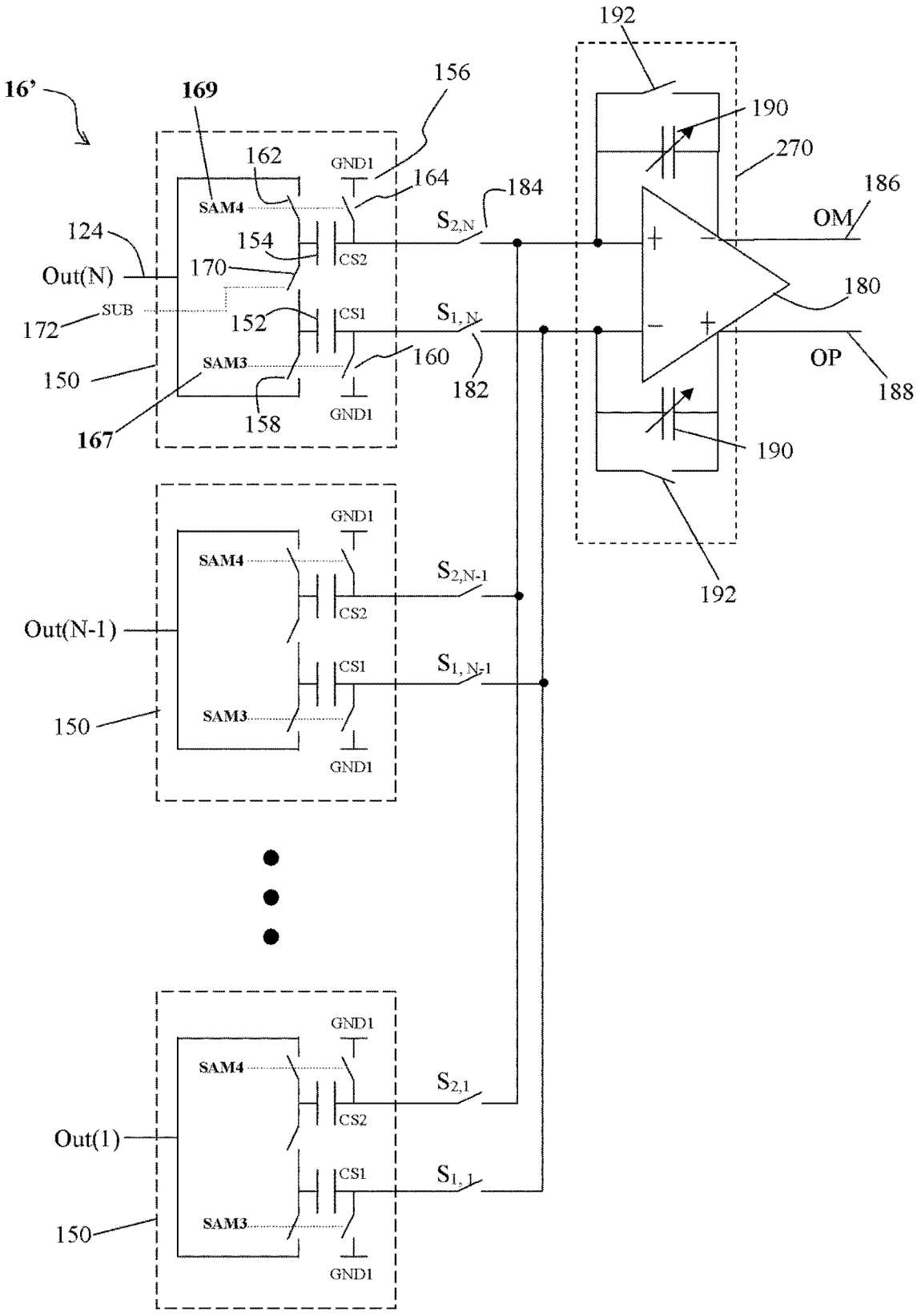

16'
169
156
162
GND1
164
184
SAM4
124
154
CS2
Out(N)
170
SUB
172
152
CS1
150
SAM3
160
182
158
GND1
167
192
190
270
186
OM
180
OP
188
190
192
GND1
SAM4
$S_{2,N-1}$
CS2
Out(N-1)
CS1
$S_{1,N-1}$
150
SAM3
GND1
GND1
SAM4
$S_{2,1}$
CS2
Out(1)
CS1
$S_{1,1}$
150
SAM3
GND1

图 14B

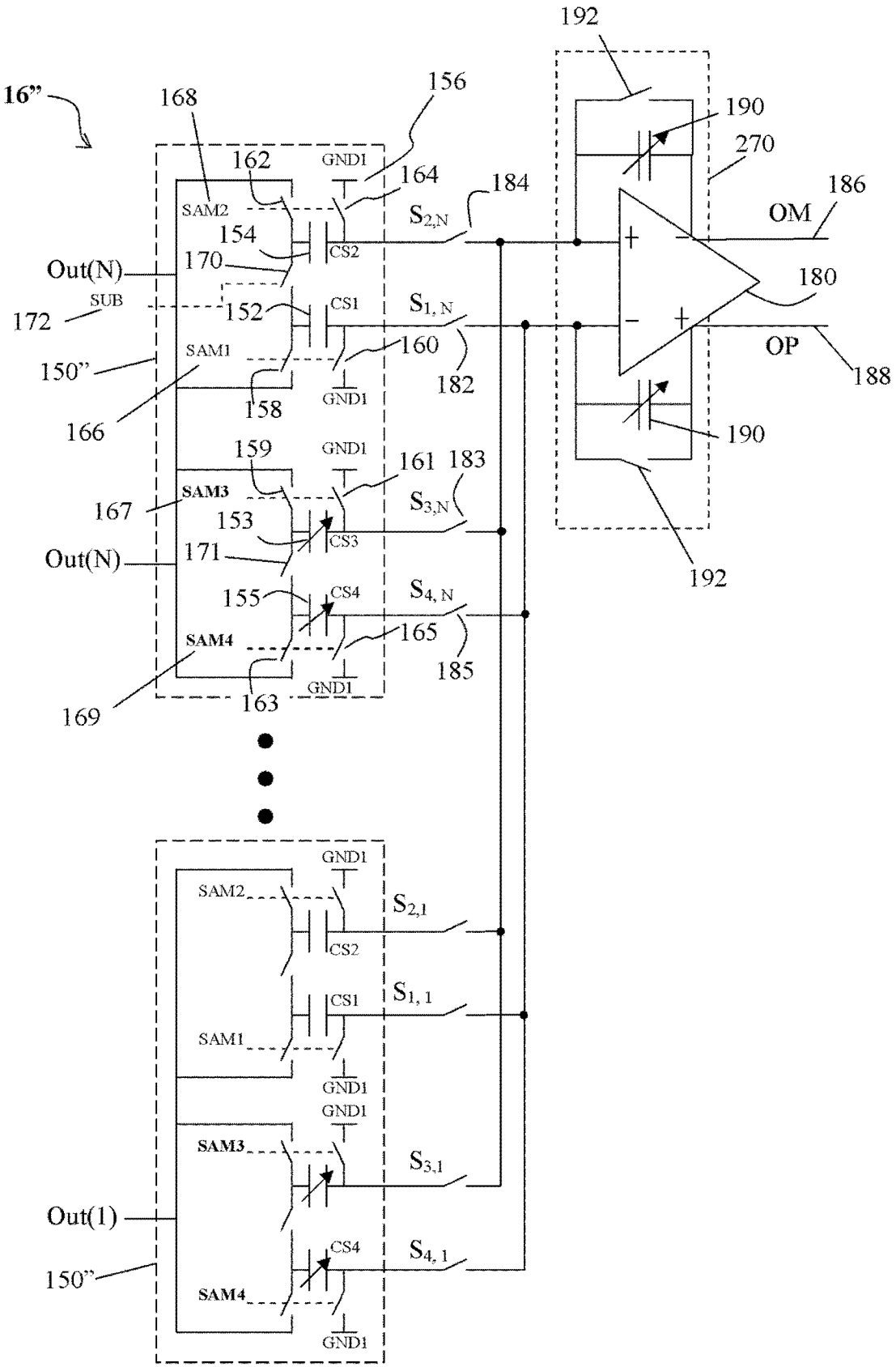

16"
168
156
162
GND1
164
184
SAM2
$S_{2,N}$
154
CS2
Out(N)
170
SUB
172
152
CS1
$S_{1,N}$
150"
SAM1
160
182
158
GND1
166
159
GND1
161
183
SAM3
167
$S_{3,N}$
153
CS3
Out(N)
171
155
CS4
$S_{4,N}$
SAM4
165
185
GND1
169
163
GND1
SAM2
$S_{2,1}$
CS2
CS1
$S_{1,1}$
SAM1
GND1
GND1
SAM3
$S_{3,1}$
Out(1)
CS4
$S_{4,1}$
150"
SAM4
GND1
192
190
270
186
OM
180
OP
188
190
192

图 14C

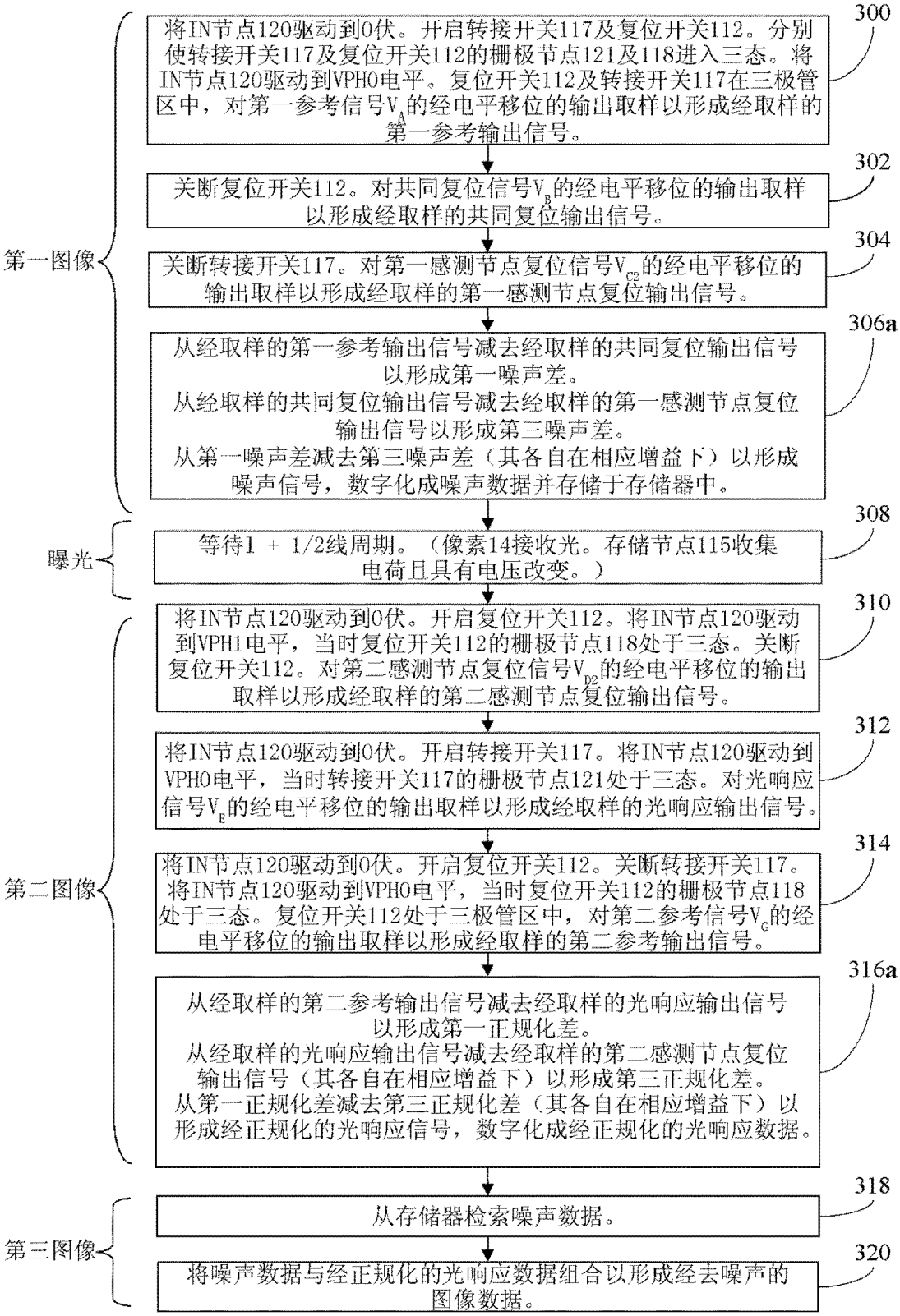

第一图像
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117及复位开关112。分别使转接开关117及复位开关112的栅极节点121及118进入三态。将IN节点120驱动到VPH0电平。复位开关112及转接开关117在三极管区中，对第一参考信号V_A的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一参考输出信号。
300
关断复位开关112。对共同复位信号V_B的经电平移位的输出取样以形成经取样的共同复位输出信号。
302
关断转接开关117。对第一感测节点复位信号V_{C2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一感测节点复位输出信号。
304
从经取样的第一参考输出信号减去经取样的共同复位输出信号以形成第一噪声差。
从经取样的共同复位输出信号减去经取样的第一感测节点复位输出信号以形成第三噪声差。
从第一噪声差减去第三噪声差（其各自在相应增益下）以形成噪声信号，数字化成噪声数据并存储于存储器中。
306a
曝光
等待1 + 1/2线周期。（像素14接收光。存储节点115收集电荷且具有电压改变。）
308
第二图像
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。将IN节点120驱动到VPH1电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。关断复位开关112。对第二感测节点复位信号V_{D2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二感测节点复位输出信号。
310
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时转接开关117的栅极节点121处于三态。对光响应信号V_E的经电平移位的输出取样以形成经取样的光响应输出信号。
312
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。关断转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。复位开关112处于三极管区中，对第二参考信号V_G的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二参考输出信号。
314
从经取样的第二参考输出信号减去经取样的光响应输出信号以形成第一正规化差。
从经取样的光响应输出信号减去经取样的第二感测节点复位输出信号（其各自在相应增益下）以形成第三正规化差。
从第一正规化差减去第三正规化差（其各自在相应增益下）以形成经正规化的光响应信号，数字化成经正规化的光响应数据。
316a
第三图像
从存储器检索噪声数据。
318
将噪声数据与经正规化的光响应数据组合以形成经去噪声的图像数据。
320

图 15A

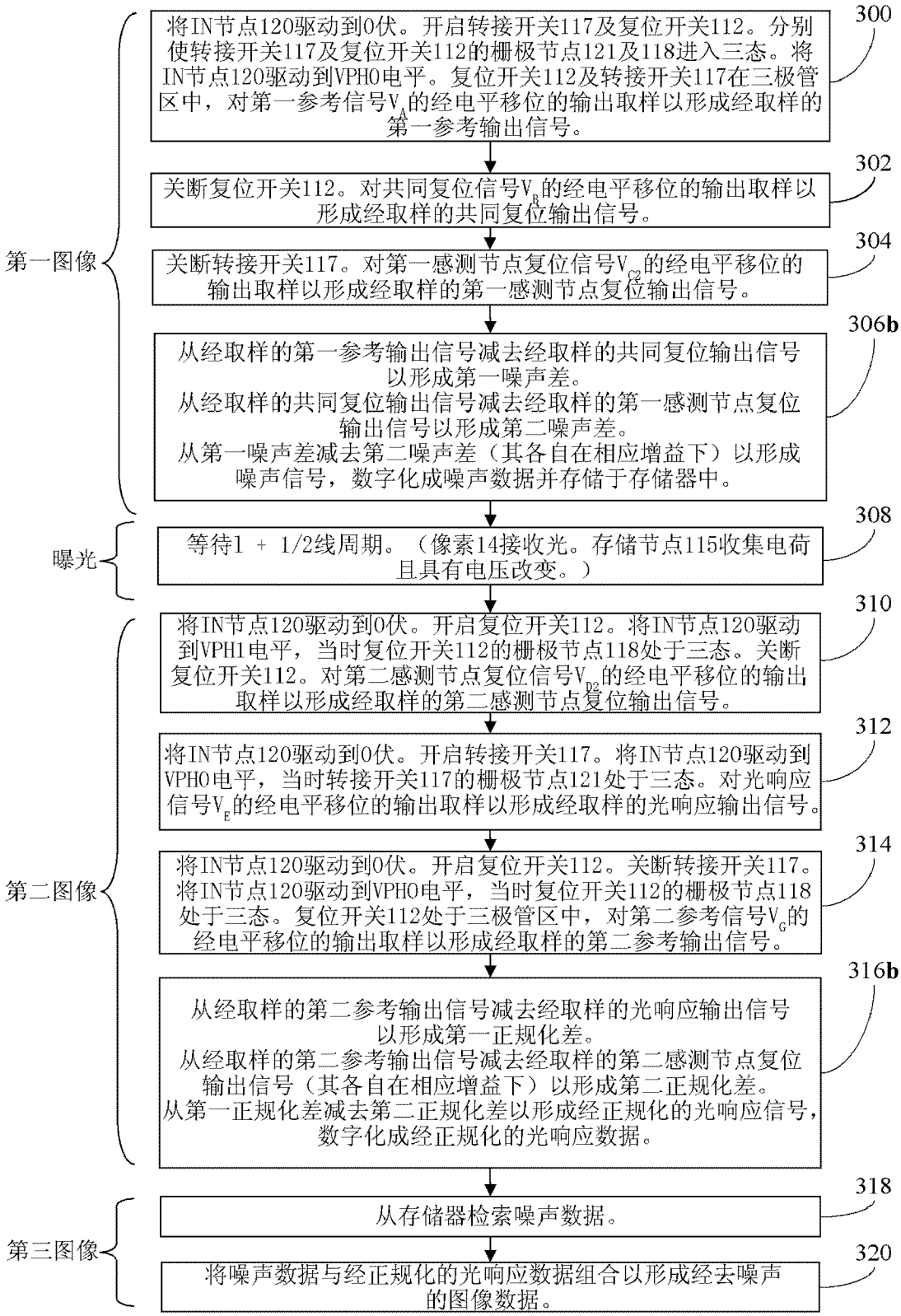

第一图像
曝光
第二图像
第三图像
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117及复位开关112。分别使转接开关117及复位开关112的栅极节点121及118进入三态。将IN节点120驱动到VPH0电平。复位开关112及转接开关117在三极管区中，对第一参考信号V_A的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一参考输出信号。
300
关断复位开关112。对共同复位信号V_B的经电平移位的输出取样以形成经取样的共同复位输出信号。
302
关断转接开关117。对第一感测节点复位信号V_{D2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一感测节点复位输出信号。
304
从经取样的第一参考输出信号减去经取样的共同复位输出信号以形成第一噪声差。
从经取样的共同复位输出信号减去经取样的第一感测节点复位输出信号以形成第二噪声差。
从第一噪声差减去第二噪声差（其各自在相应增益下）以形成噪声信号，数字化成噪声数据并存储于存储器中。
306b
等待1 + 1/2线周期。（像素14接收光。存储节点115收集电荷且具有电压改变。）
308
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。将IN节点120驱动到VPH1电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。关断复位开关112。对第二感测节点复位信号V_{D2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二感测节点复位输出信号。
310
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时转接开关117的栅极节点121处于三态。对光响应信号V_E的经电平移位的输出取样以形成经取样的光响应输出信号。
312
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。关断转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。复位开关112处于三极管区中，对第二参考信号V_G的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二参考输出信号。
314
从经取样的第二参考输出信号减去经取样的光响应输出信号以形成第一正规化差。
从经取样的第二参考输出信号减去经取样的第二感测节点复位输出信号（其各自在相应增益下）以形成第二正规化差。
从第一正规化差减去第二正规化差以形成经正规化的光响应信号，数字化成经正规化的光响应数据。
316b
从存储器检索噪声数据。
318
将噪声数据与经正规化的光响应数据组合以形成经去噪声的图像数据。
320

图 15B

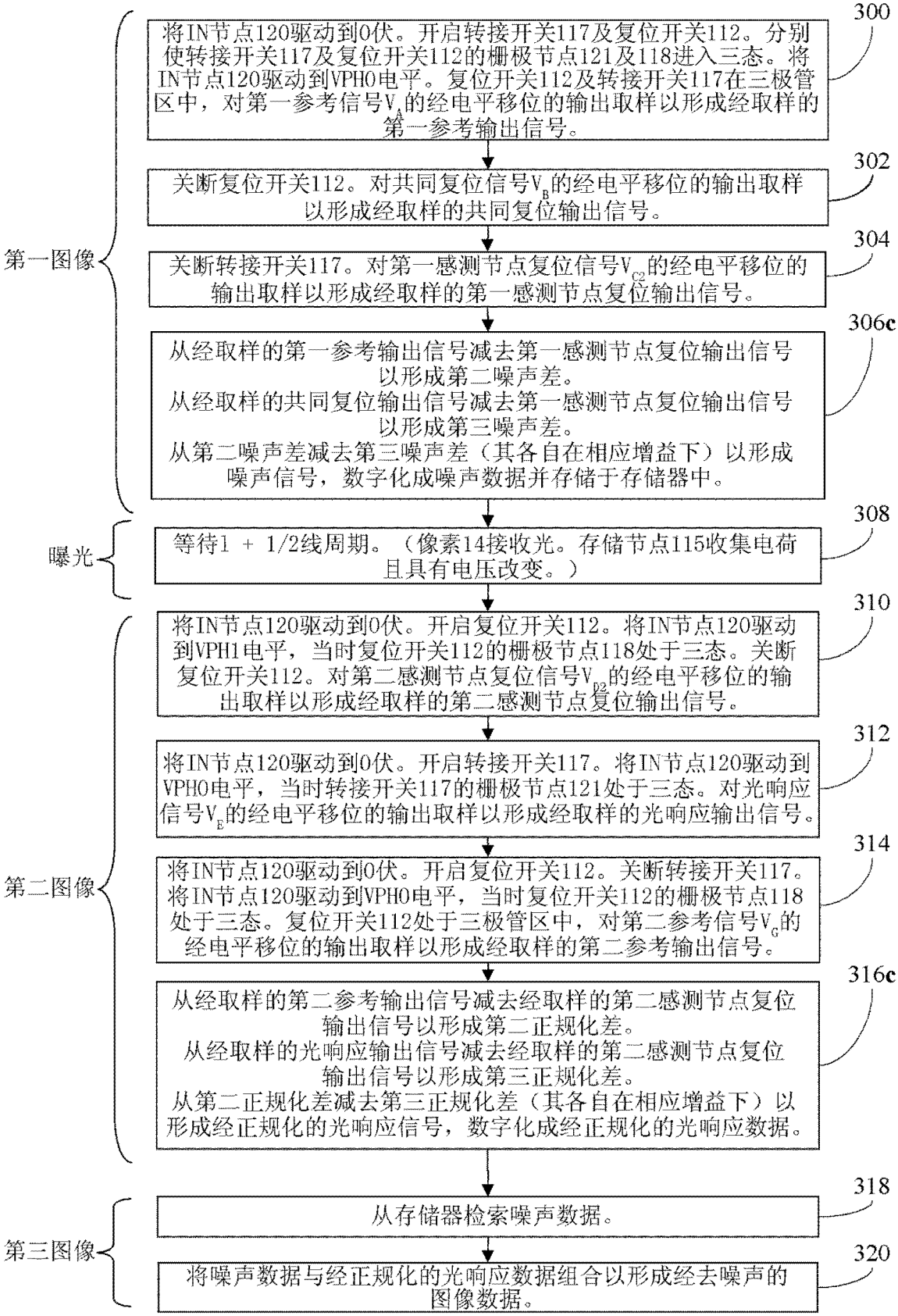

第一图像
曝光
第二图像
第三图像
300
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117及复位开关112。分别使转接开关117及复位开关112的栅极节点121及118进入三态。将IN节点120驱动到VPH0电平。复位开关112及转接开关117在三极管区中，对第一参考信号V_A的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一参考输出信号。
302
关断复位开关112。对共同复位信号V_B的经电平移位的输出取样以形成经取样的共同复位输出信号。
304
关断转接开关117。对第一感测节点复位信号V_{C2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一感测节点复位输出信号。
306c
从经取样的第一参考输出信号减去第一感测节点复位输出信号以形成第二噪声差。
从经取样的共同复位输出信号减去第一感测节点复位输出信号以形成第三噪声差。
从第二噪声差减去第三噪声差（其各自在相应增益下）以形成噪声信号，数字化成噪声数据并存储于存储器中。
308
等待1 + 1/2线周期。（像素14接收光。存储节点115收集电荷且具有电压改变。）
310
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。将IN节点120驱动到VPH1电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。关断复位开关112。对第二感测节点复位信号V_{P2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二感测节点复位输出信号。
312
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时转接开关117的栅极节点121处于三态。对光响应信号V_E的经电平移位的输出取样以形成经取样的光响应输出信号。
314
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。关断转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。复位开关112处于三极管区中，对第二参考信号V_G的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二参考输出信号。
316c
从经取样的第二参考输出信号减去经取样的第二感测节点复位输出信号以形成第二正规化差。
从经取样的光响应输出信号减去经取样的第二感测节点复位输出信号以形成第三正规化差。
从第二正规化差减去第三正规化差（其各自在相应增益下）以形成经正规化的光响应信号，数字化成经正规化的光响应数据。
318
从存储器检索噪声数据。
320
将噪声数据与经正规化的光响应数据组合以形成经去噪声的图像数据。

图 15C

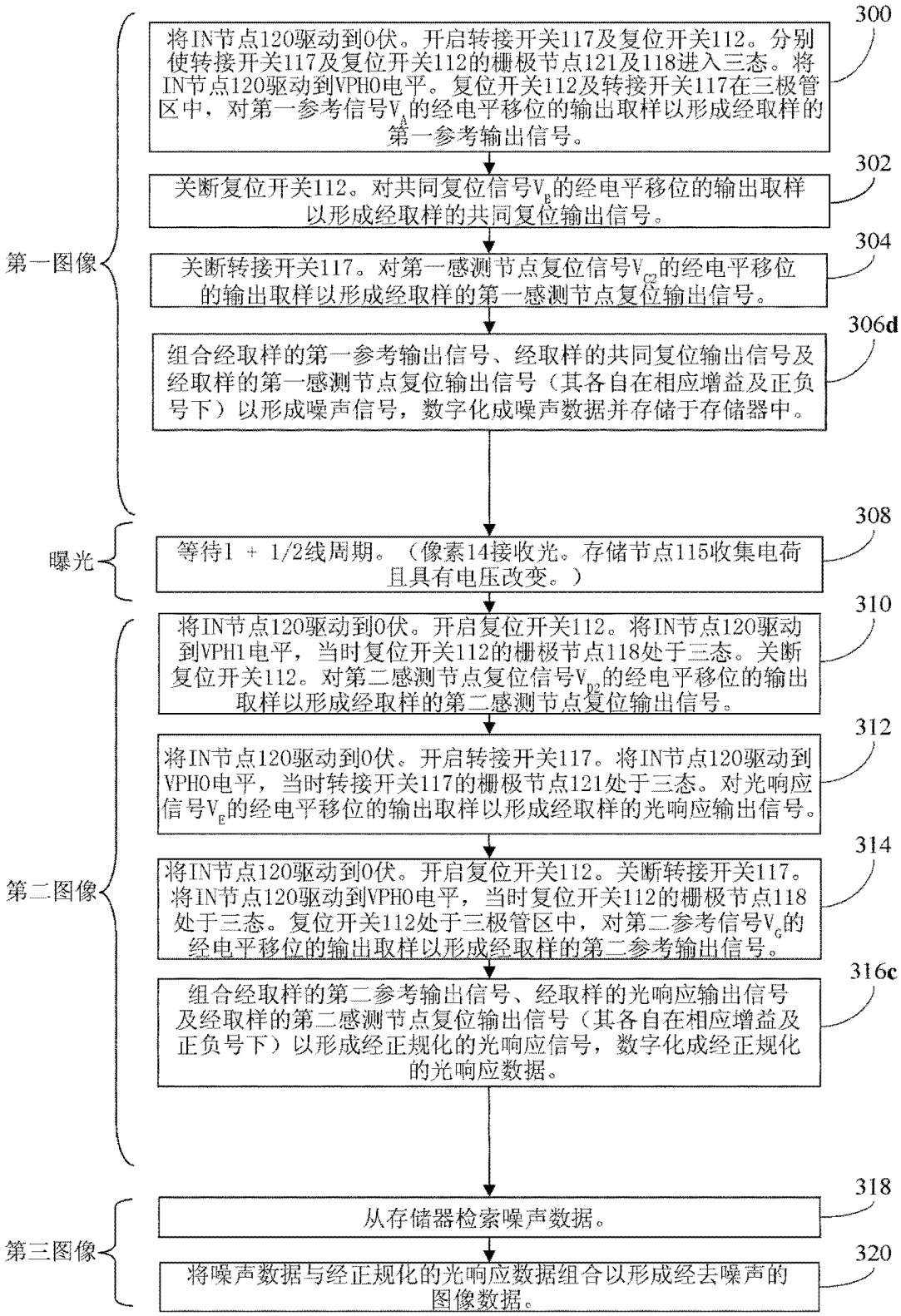

第一图像
曝光
第二图像
第三图像
300
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117及复位开关112。分别使转接开关117及复位开关112的栅极节点121及118进入三态。将IN节点120驱动到VPH0电平。复位开关112及转接开关117在三极管区中，对第一参考信号V_A的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一参考输出信号。
302
关断复位开关112。对共同复位信号V_B的经电平移位的输出取样以形成经取样的共同复位输出信号。
304
关断转接开关117。对第一感测节点复位信号V_{C2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第一感测节点复位输出信号。
306d
组合经取样的第一参考输出信号、经取样的共同复位输出信号及经取样的第一感测节点复位输出信号（其各自在相应增益及正负号下）以形成噪声信号，数字化成噪声数据并存储于存储器中。
308
等待1 + 1/2线周期。（像素14接收光。存储节点115收集电荷且具有电压改变。）
310
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。将IN节点120驱动到VPH1电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。关断复位开关112。对第二感测节点复位信号V_{D2}的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二感测节点复位输出信号。
312
将IN节点120驱动到0伏。开启转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时转接开关117的栅极节点121处于三态。对光响应信号V_E的经电平移位的输出取样以形成经取样的光响应输出信号。
314
将IN节点120驱动到0伏。开启复位开关112。关断转接开关117。将IN节点120驱动到VPH0电平，当时复位开关112的栅极节点118处于三态。复位开关112处于三极管区中，对第二参考信号V_C的经电平移位的输出取样以形成经取样的第二参考输出信号。
316c
组合经取样的第二参考输出信号、经取样的光响应输出信号及经取样的第二感测节点复位输出信号（其各自在相应增益及正负号下）以形成经正规化的光响应信号，数字化成经正规化的光响应数据。
318
从存储器检索噪声数据。
320
将噪声数据与经正规化的光响应数据组合以形成经去噪声的图像数据。

图 15D

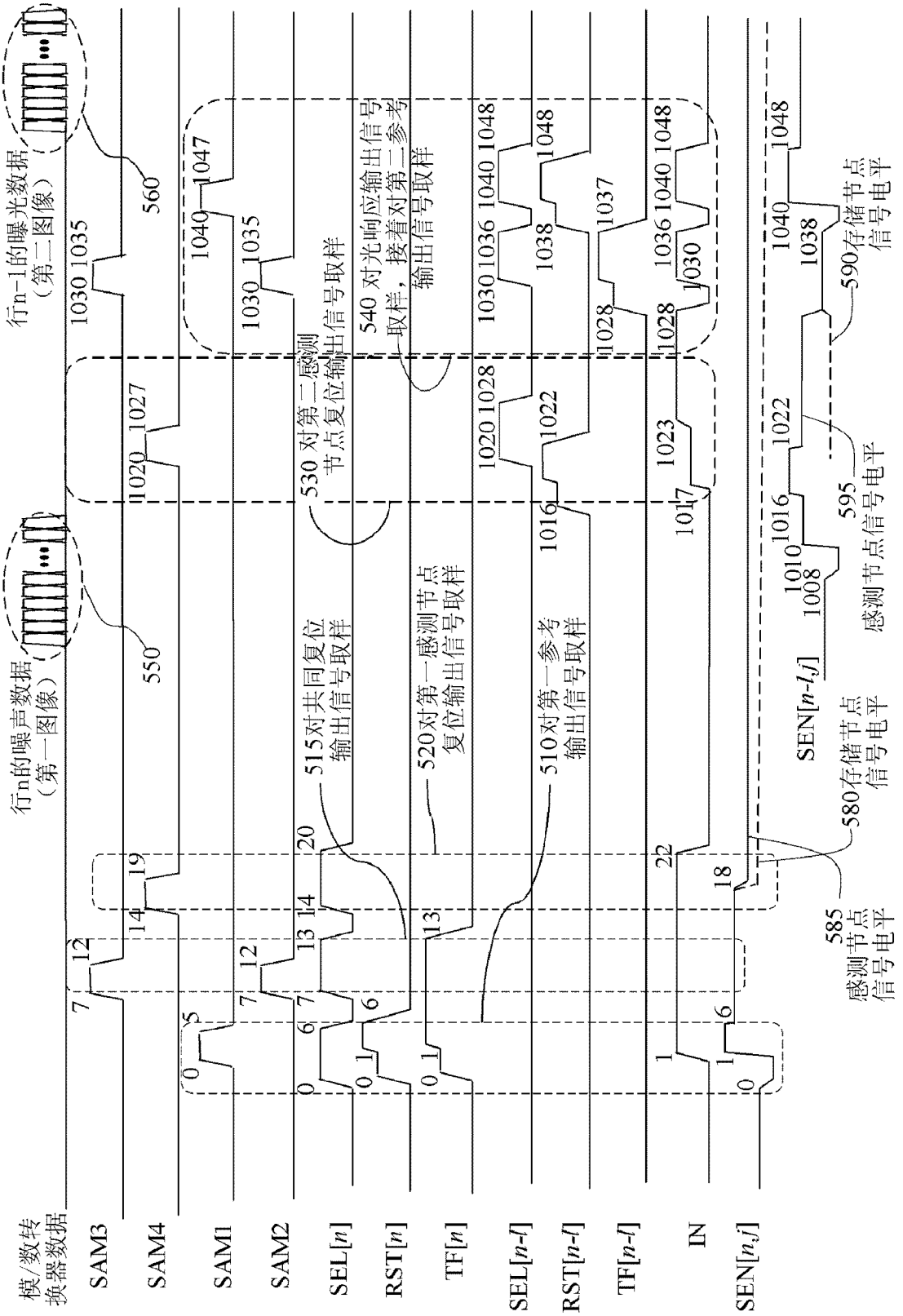

模/数转换器数据
SAM3
SAM4
SAM1
SAM2
SEL[n]
RST[n]
TF[n]
SEL[n-l]
RST[n-l]
TF[n-l]
IN
SEN[n,j]
行n的噪声数据（第一图像）
行n-1的曝光数据（第二图像）
515对共同复位输出信号取样
520对第一感测节点复位输出信号取样
530 对第二感测节点复位输出信号取样
540 对光响应输出信号取样，接着对第二参考输出信号取样
510对第一参考输出信号取样
550
560
580存储节点信号电平
585 感测节点信号电平
590存储节点信号电平
595 感测节点信号电平
SEN[n-l,j]

图 16

第二噪声及正规化方法：

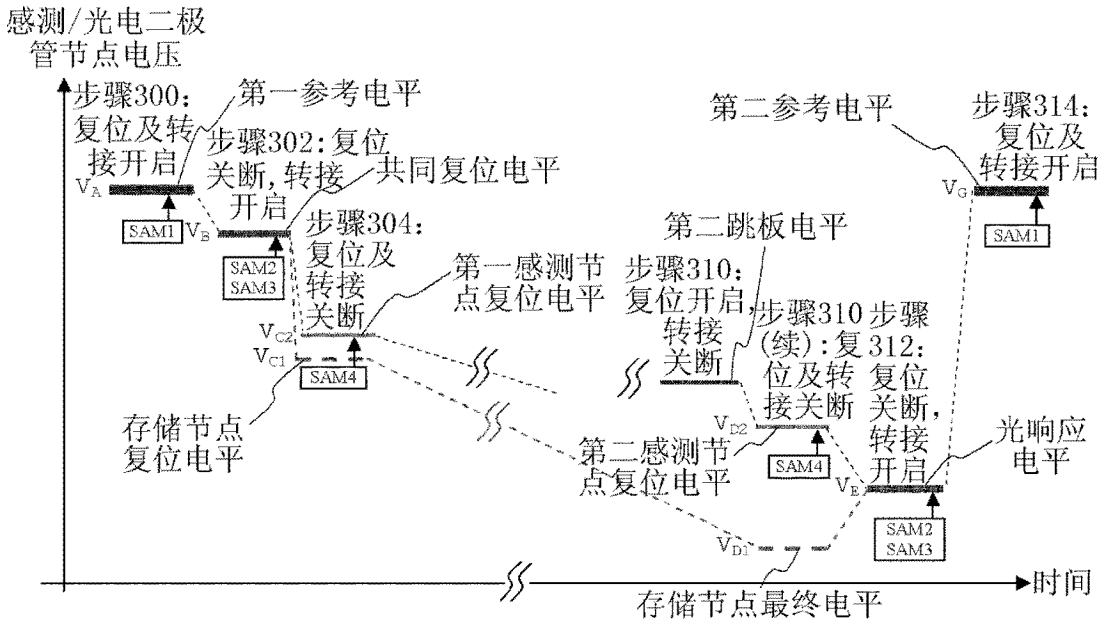


图 17A

第一噪声及正规化方法：

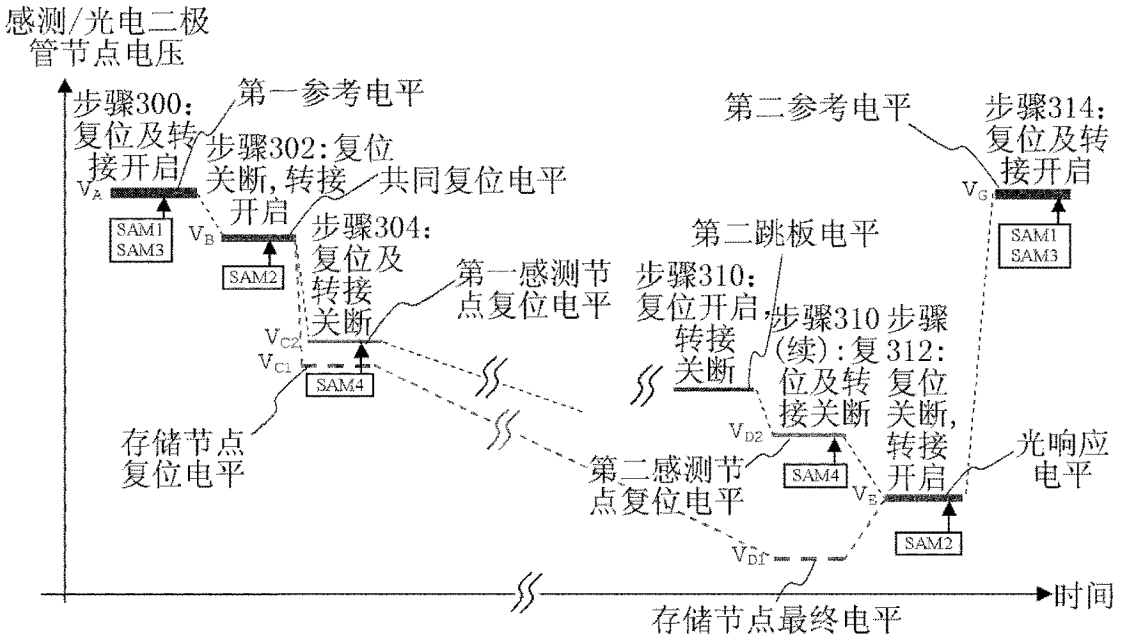


图 17B

第三噪声及正规化方法:

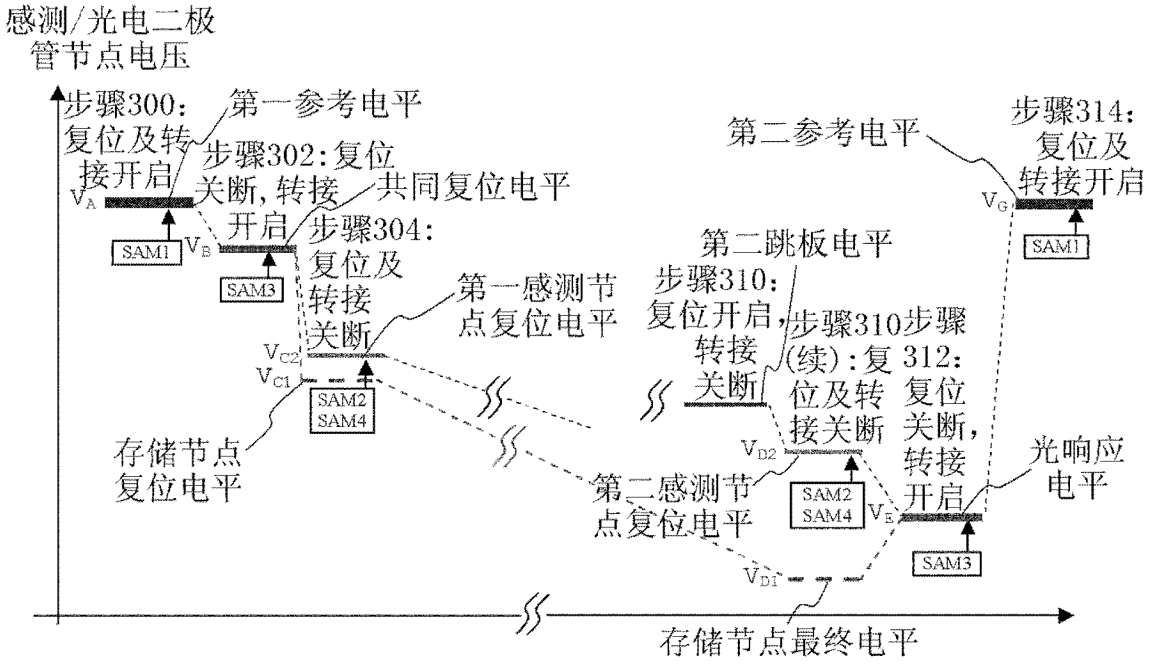


图 17C

混合的第三噪声方法,第二正规化方法:

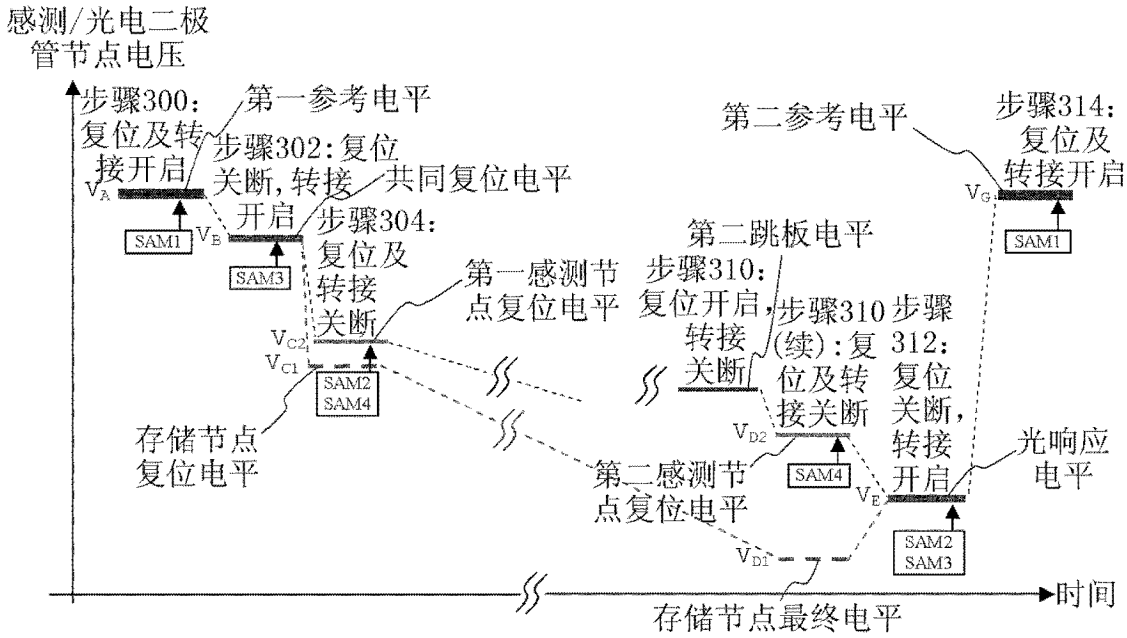


图 17D

混合的第三噪声方法与第一正规化方法：

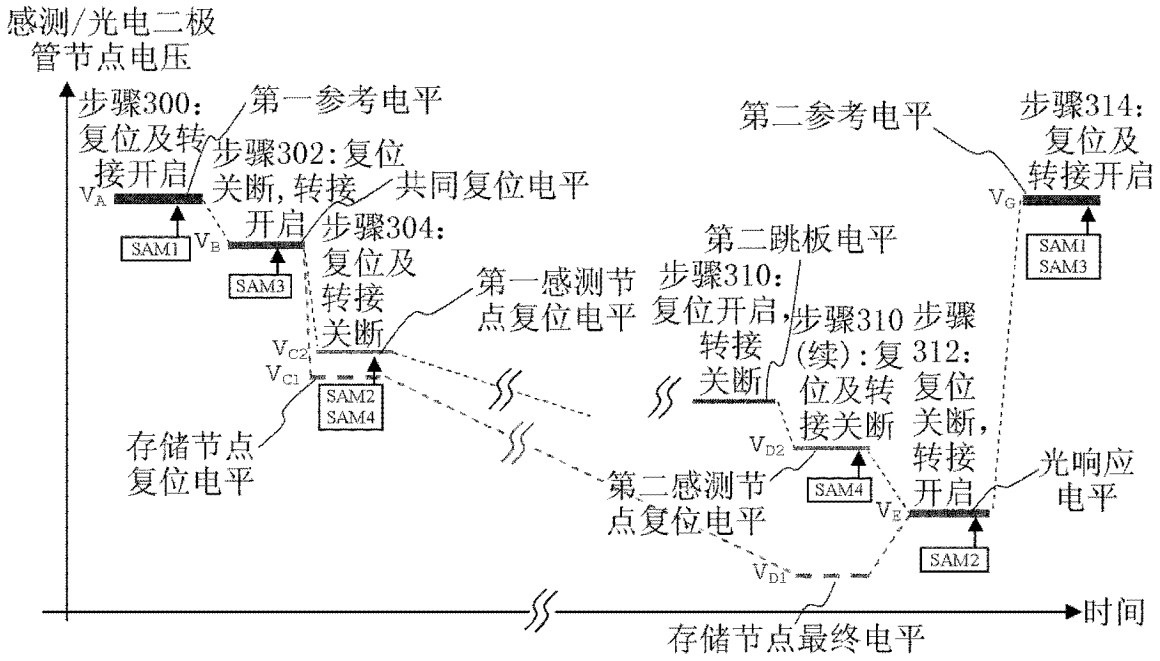


图 17E

第二噪声及正规化方法，第二参考不同于第一参考。

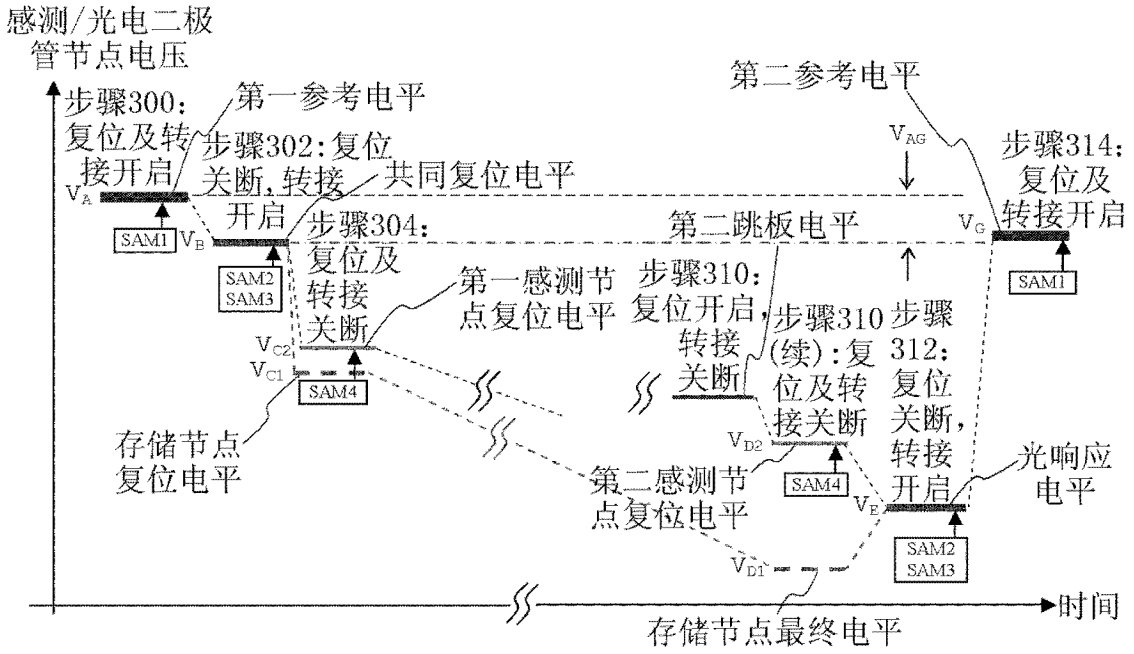


图 17F

第二噪声及正规化方法。

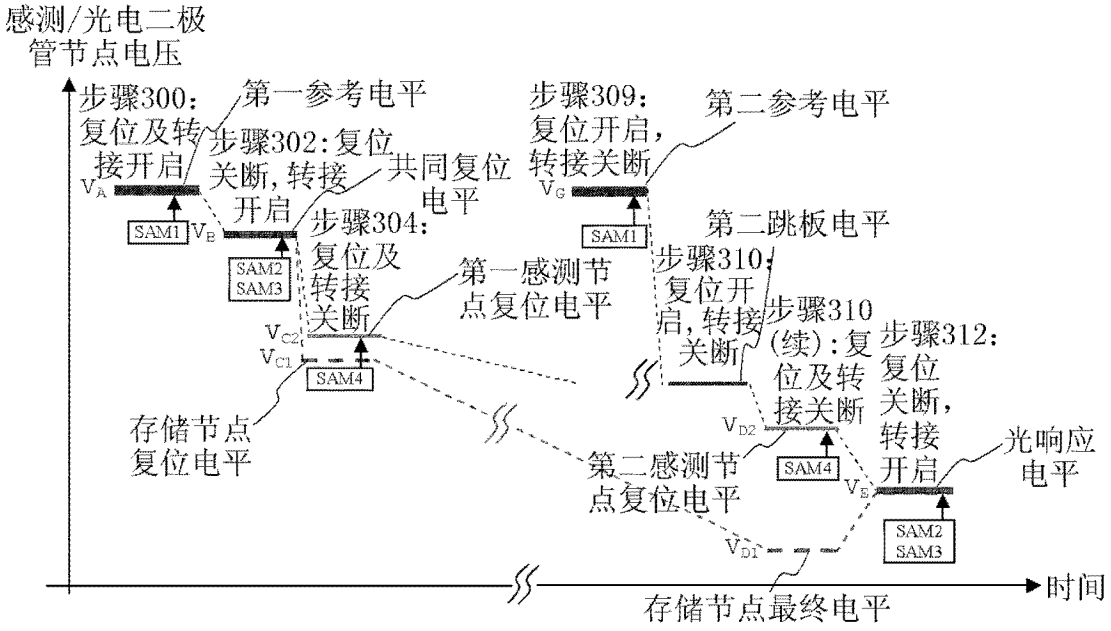


图 17G

第二噪声及正规化方法。

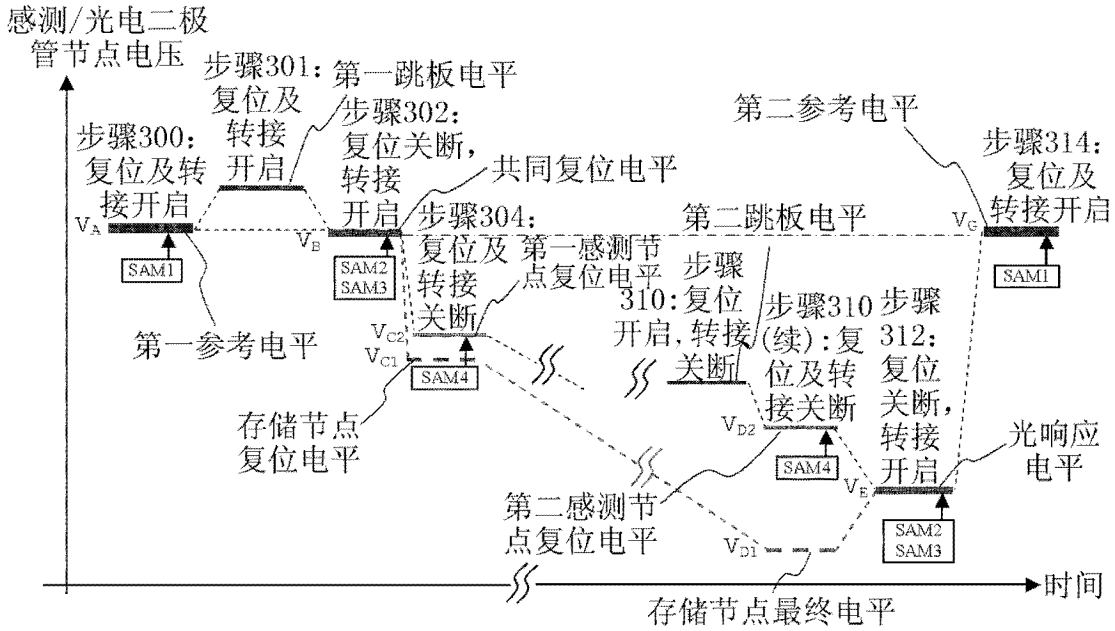


图 17H

第二噪声及正规化方法。

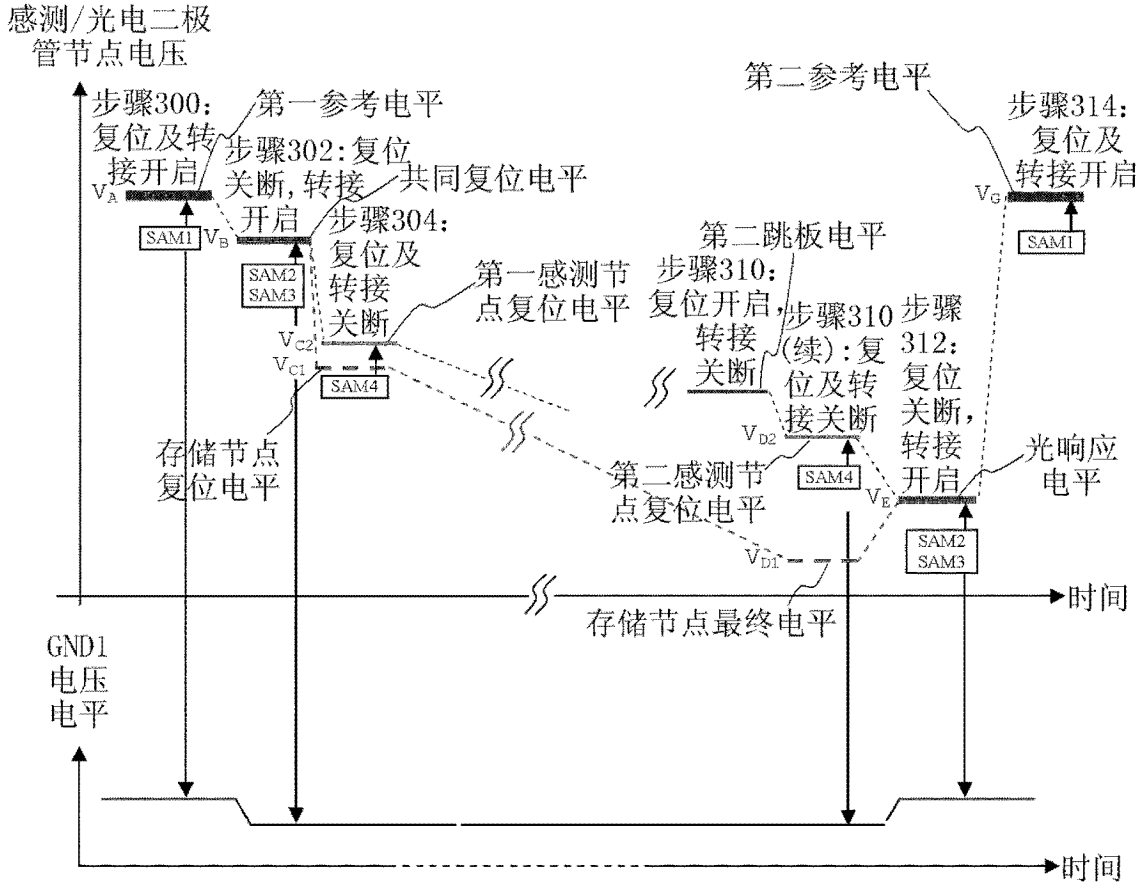


图 17I

使用额外第三和第四参考的第一噪声及正规化方法。

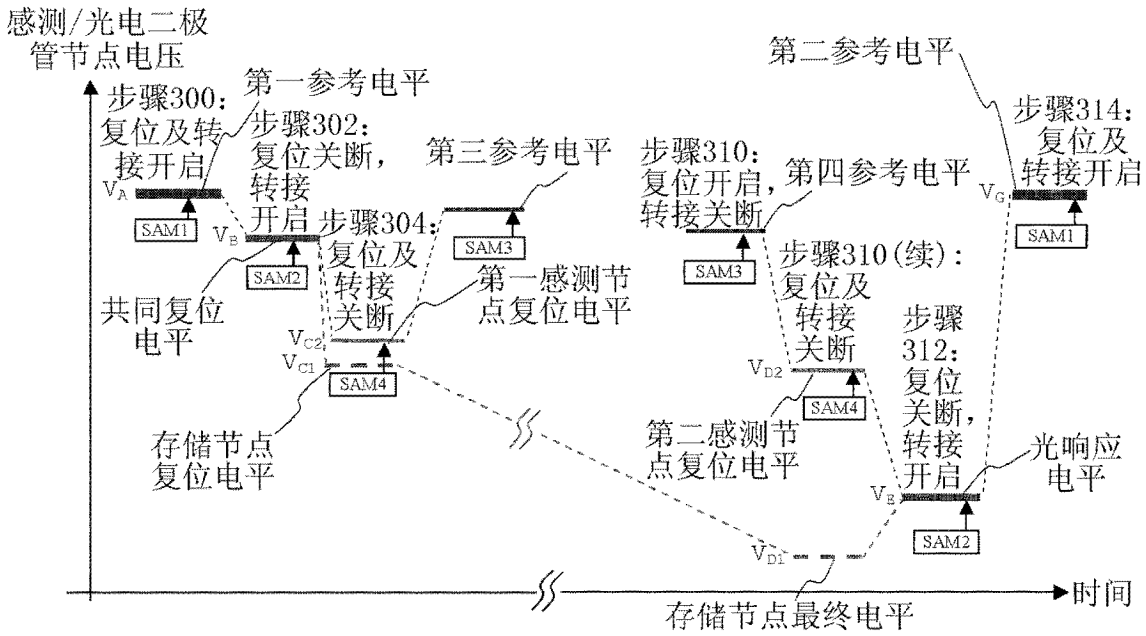


图 17J

第一噪声及正规化方法，第四实施例。

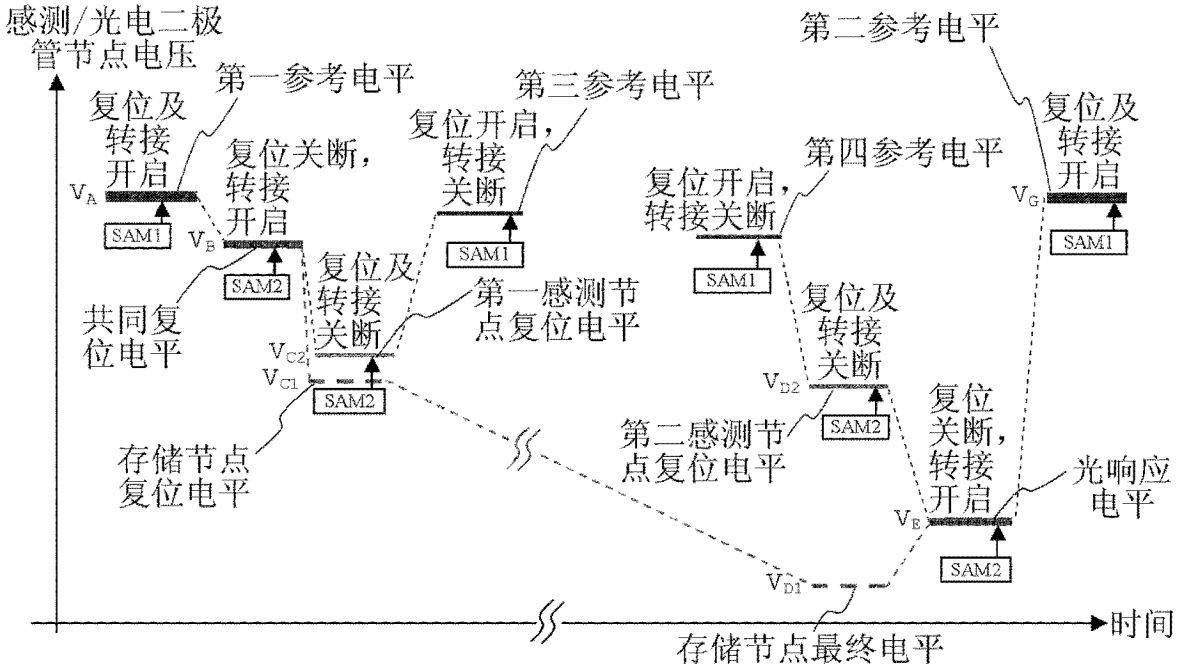


图 17K

第二噪声及正规化方法，第四实施例。

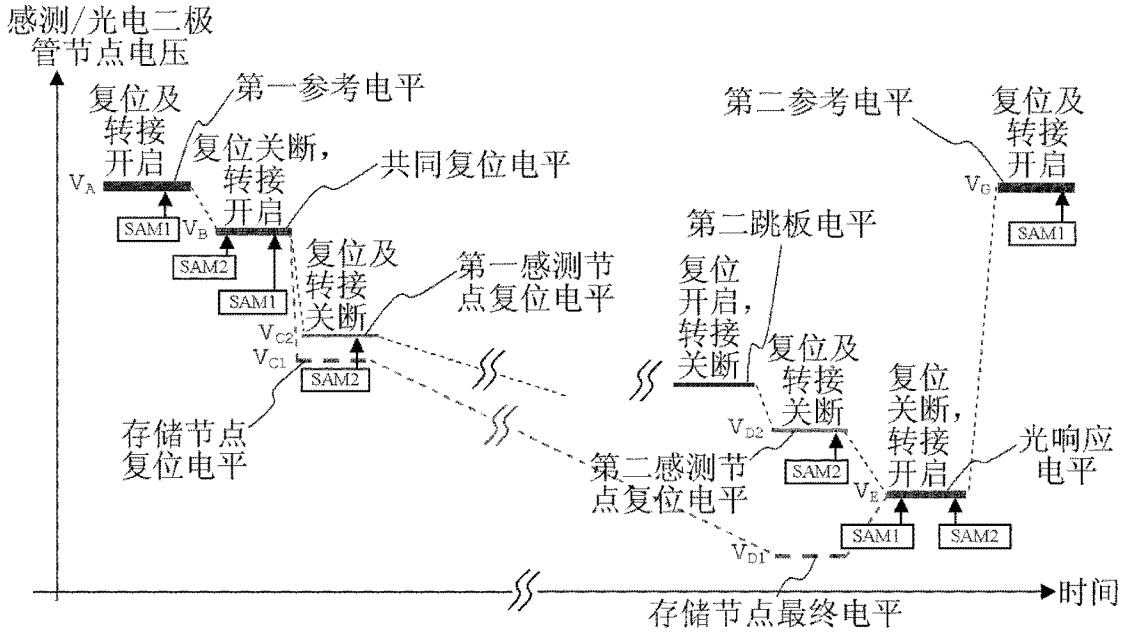


图 17L

第三噪声及正规化方法，第四实施例。

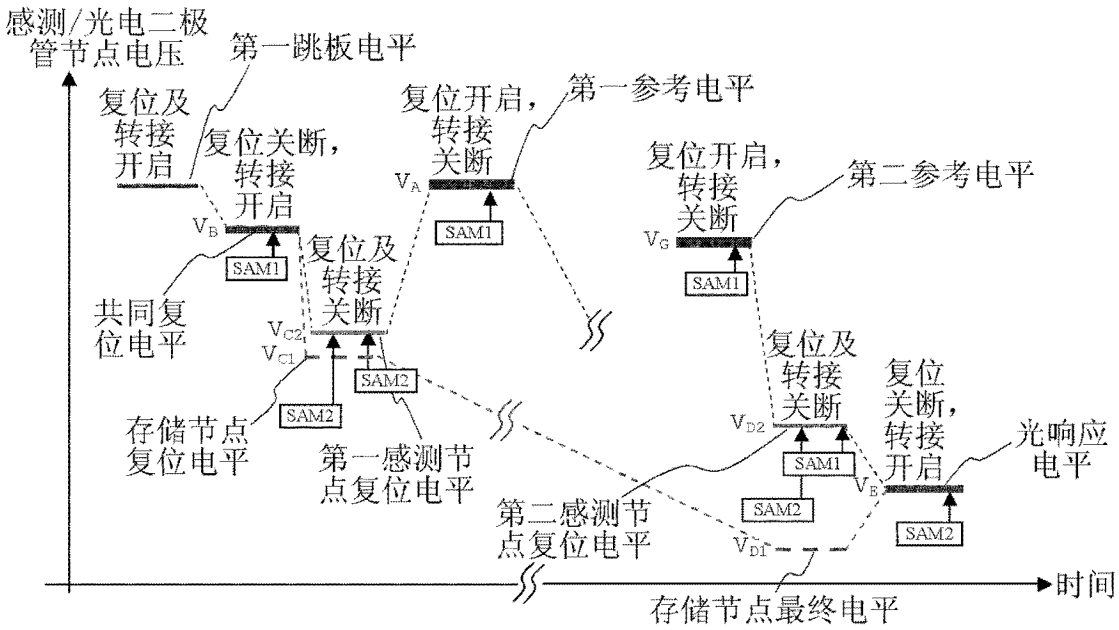


图 17M

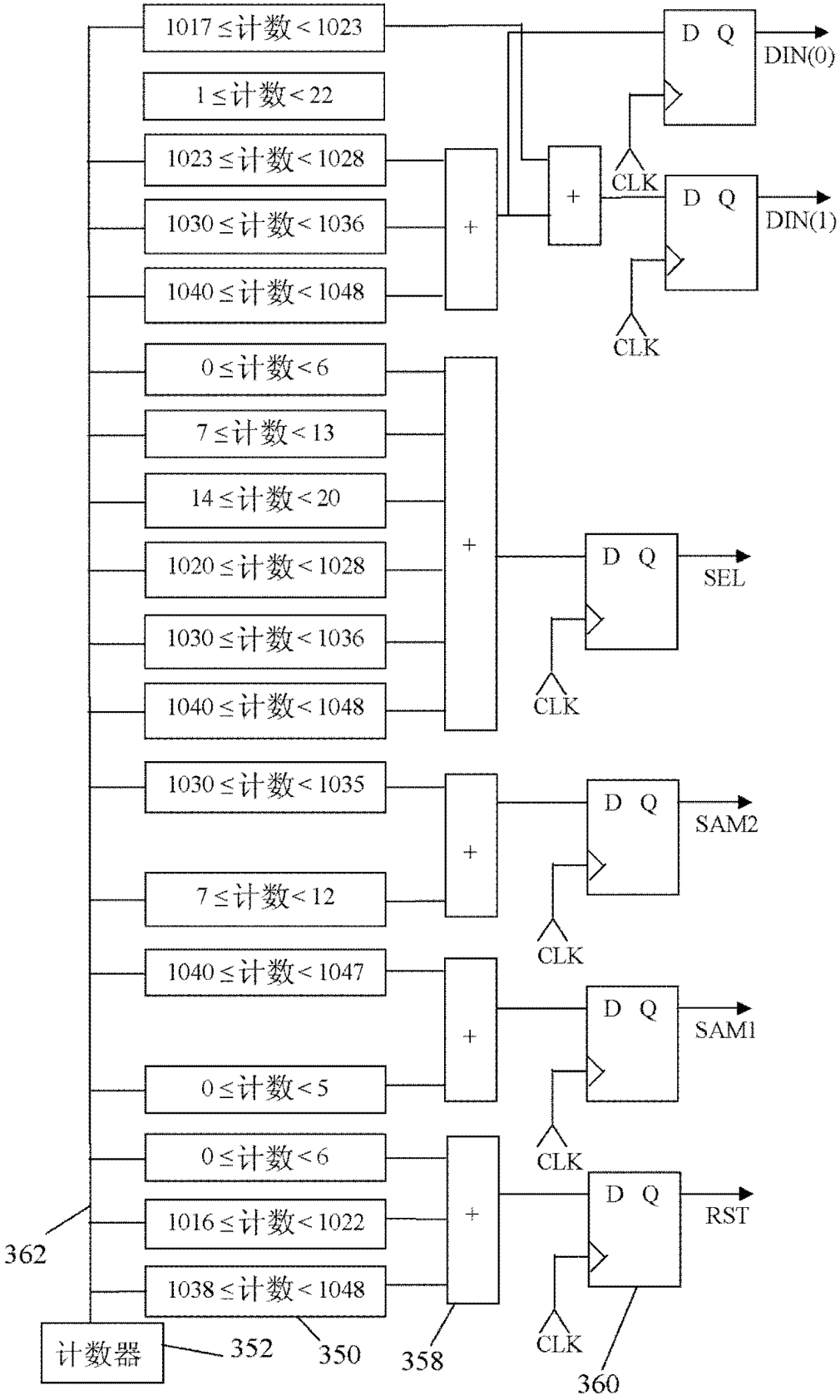

1017≤计数<1023
1≤计数<22
1023≤计数<1028
1030≤计数<1036
1040≤计数<1048
0≤计数<6
7≤计数<13
14≤计数<20
1020≤计数<1028
1030≤计数<1036
1040≤计数<1048
1030≤计数<1035
7≤计数<12
1040≤计数<1047
0≤计数<5
0≤计数<6
1016≤计数<1022
1038≤计数<1048
计数器
362
352
350
358
360
+
D Q
CLK
DIN(0)
DIN(1)
SEL
SAM2
SAM1
RST

图 18A

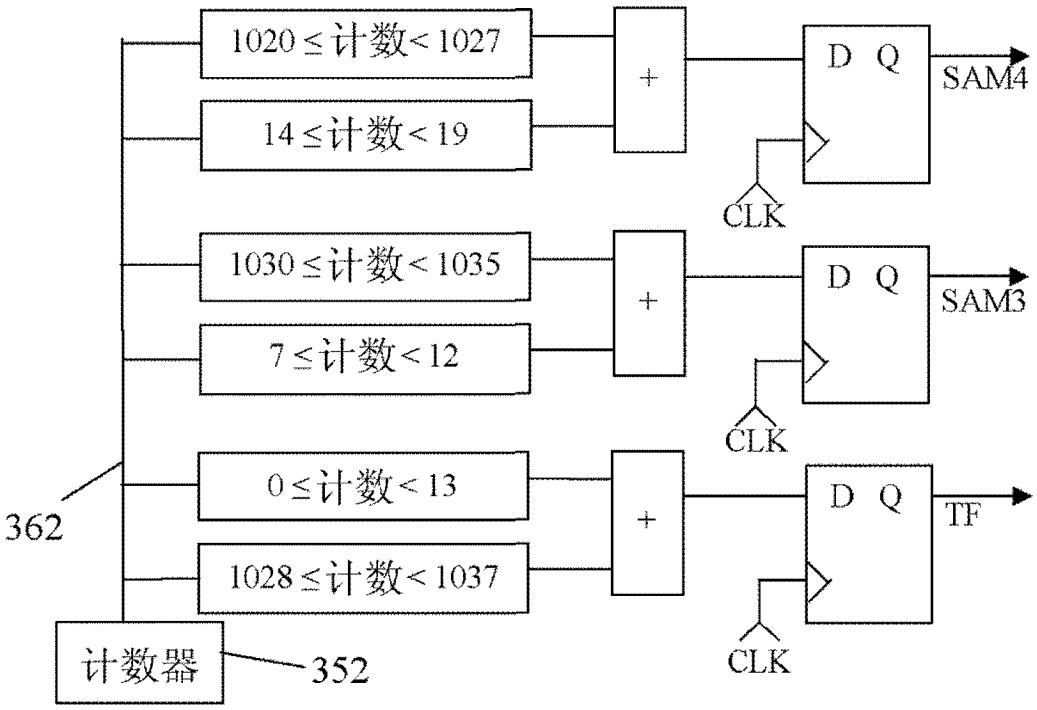

1020≤计数<1027
14≤计数<19
+
D Q
SAM4
CLK
1030≤计数<1035
7≤计数<12
+
D Q
SAM3
CLK
0≤计数<13
1028≤计数<1037
+
D Q
TF
CLK
362
计数器
352

图 18B

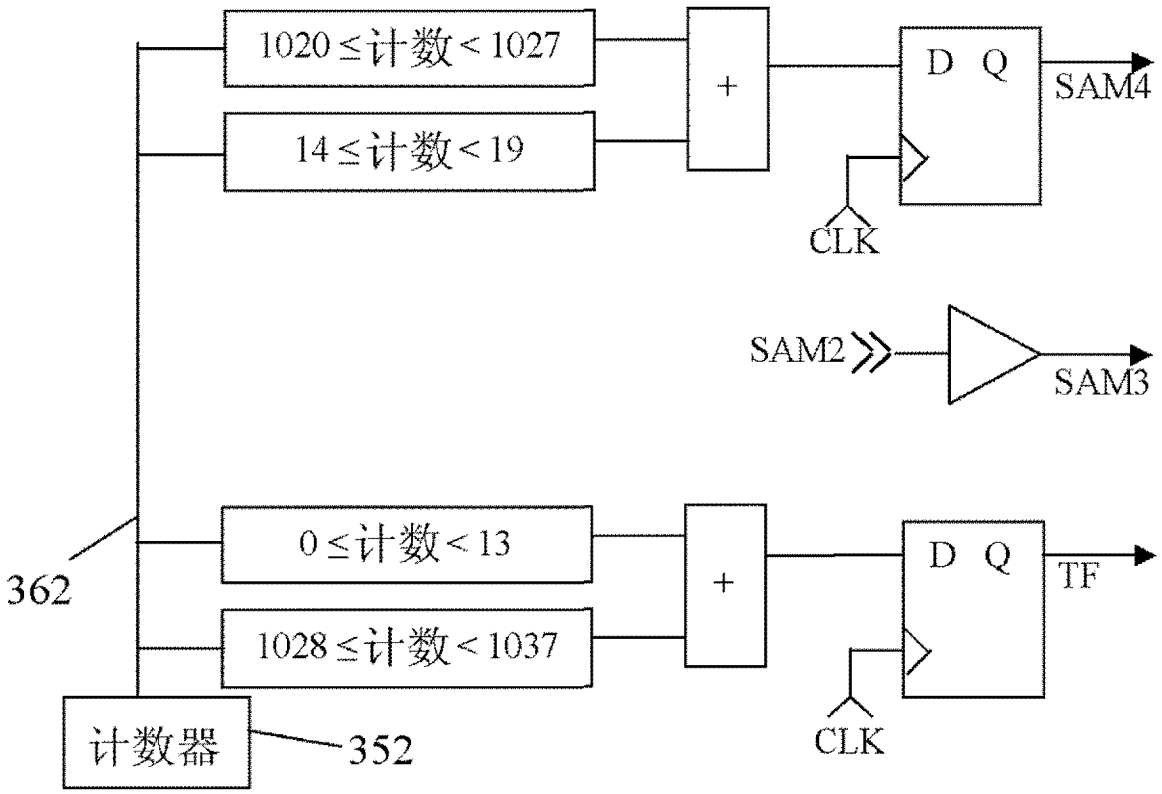

1020≤计数<1027
14≤计数<19
+
D Q
SAM4
CLK
SAM2
SAM3
0≤计数<13
1028≤计数<1037
+
D Q
TF
CLK
362
计数器
352

图 18C

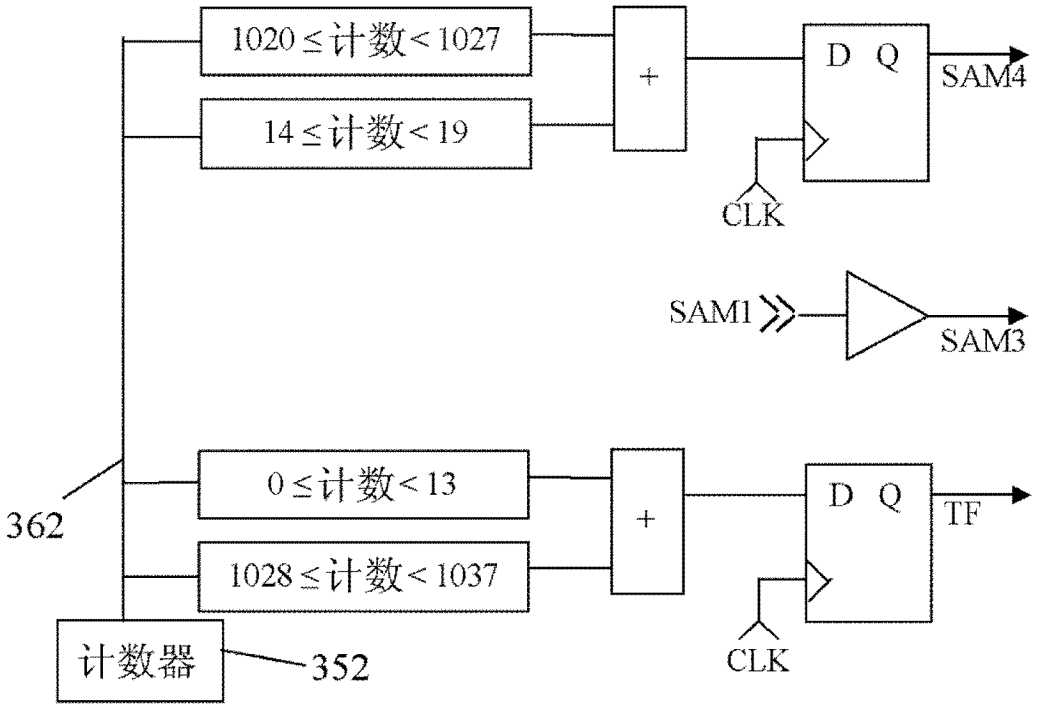

1020≤计数<1027
14≤计数<19
+
D Q
SAM4
CLK
SAM1
SAM3
362
0≤计数<13
1028≤计数<1037
+
D Q
TF
CLK
计数器
352

图 18D

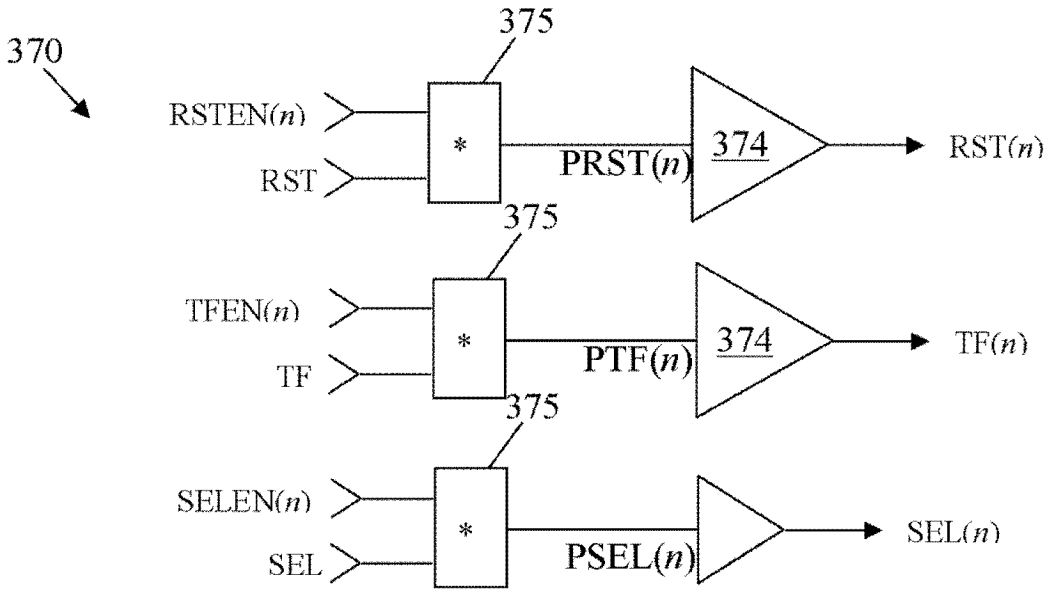

370
375
RSTEN(n)
RST
*
PRST(n)
374
RST(n)
375
TFEN(n)
TF
*
PTF(n)
374
TF(n)
375
SELEN(n)
SEL
*
PSEL(n)
SEL(n)

图 19

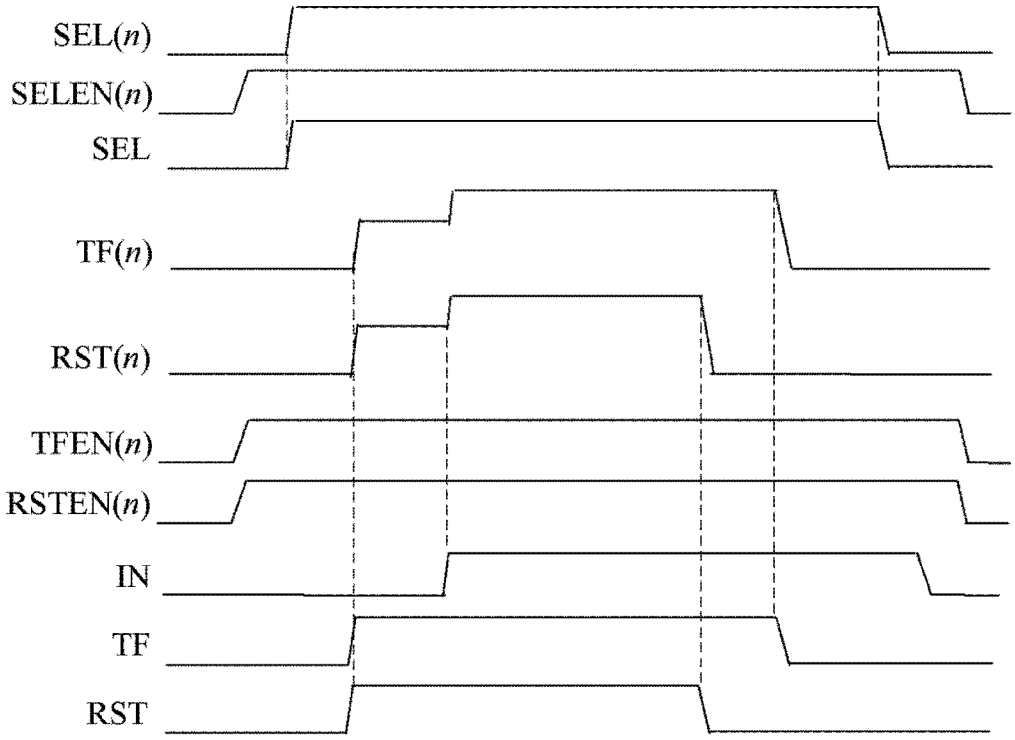


图 20

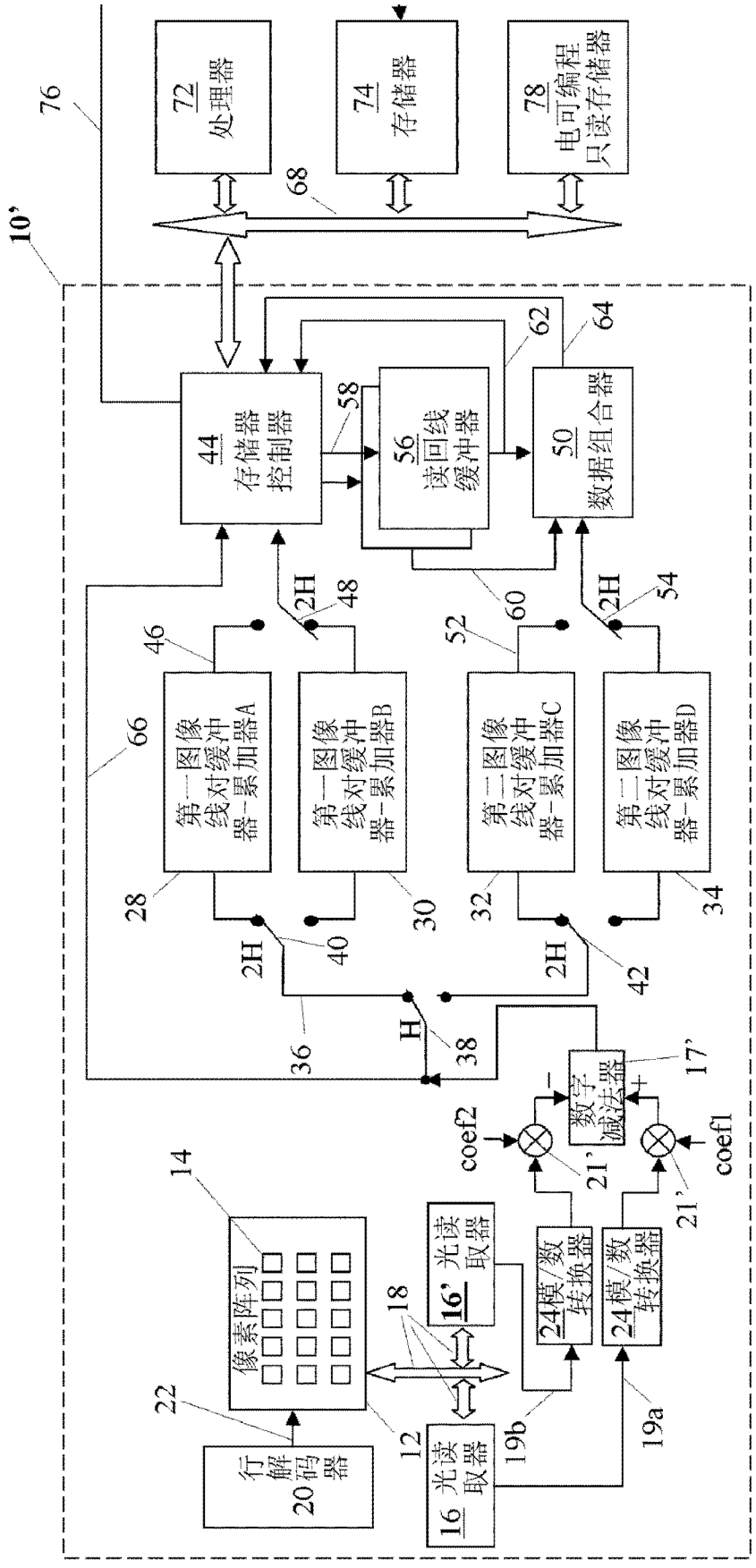

10'
76
72 处理器
74 存储器
78 电可编程只读存储器
68
62
64
44 存储器控制器
58
56 读回线缓冲器
50 数据组合器
2H
48
60
54
46
52
66
第一图像线对缓冲器-累加器A
第一图像线对缓冲器-累加器B
第二图像线对缓冲器-累加器C
第二图像线对缓冲器-累加器D
28
30
32
34
40
42
36
H
38
17'
数字减法器
coef2
coef1
21'
21'
14
像素阵列
16' 光读取器
18
24 模/数转换器
24 模/数转换器
22
12
19b
19a
行解码器 20
16 光读取器

图 21

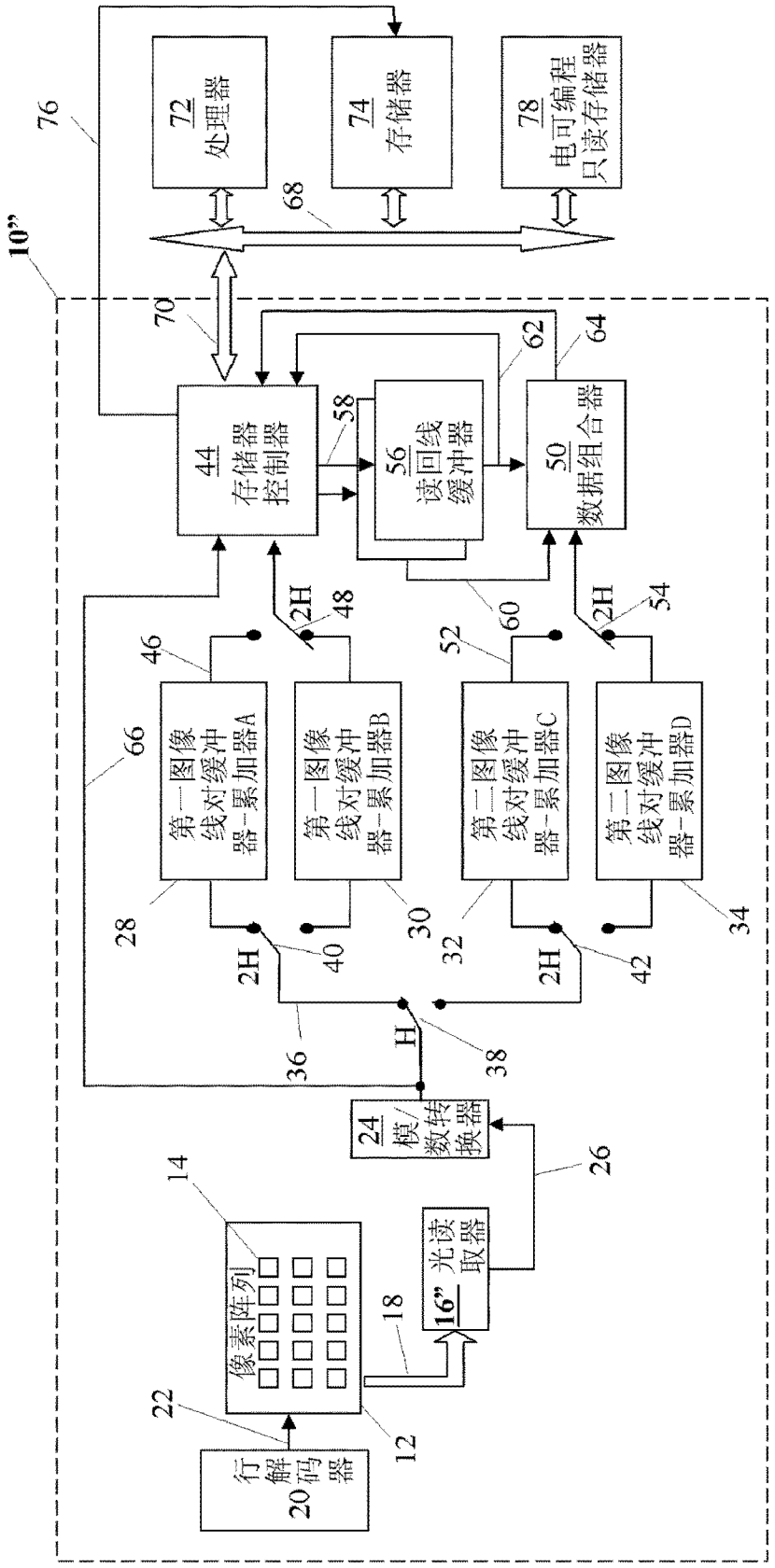

10”
76
72 处理器
74 存储器
78 电可编程只读存储器
68
70
62
64
44 存储器控制器
58
56 读回线缓冲器
50 数据组合器
2H
48
60
54
46
52
66
第一图像线对缓冲器-累加器A
第一图像线对缓冲器-累加器B
第二图像线对缓冲器-累加器C
第二图像线对缓冲器-累加器D
28
30
32
34
40
42
36
H
38
24 模/数转换器
26
14
像素阵列
16” 光读取器
18
22
12
行解码器 20

图 22

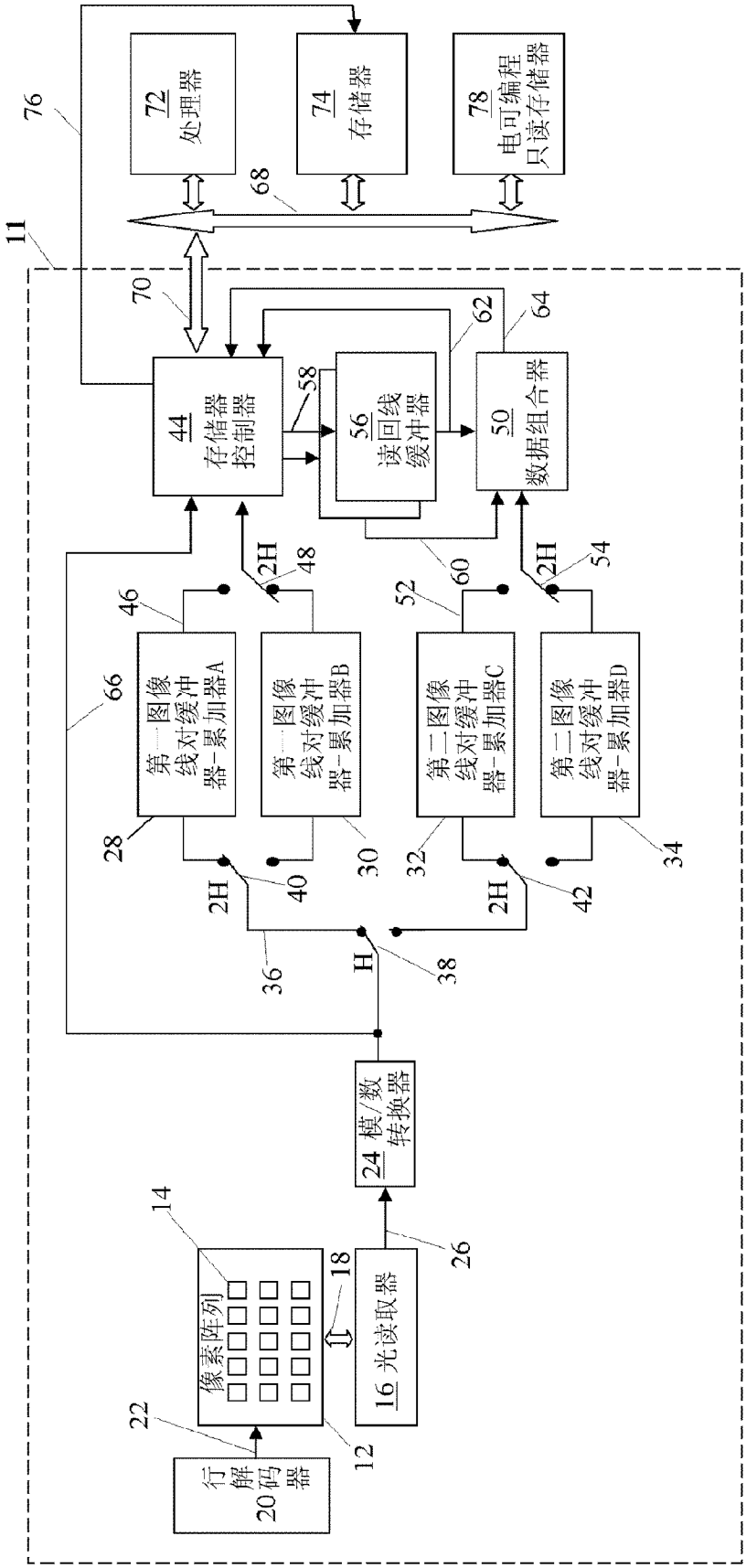

72 处理器
74 存储器
78 电可编程只读存储器
76
68
11
70
62
64
44 存储器控制器
58
56 读回线缓冲器
50 数据组合器
2H
48
46
52
60
2H
54
66
第一图像线对缓冲器-累加器A
第一图像线对缓冲器-累加器B
第二图像线对缓冲器-累加器C
第二图像线对缓冲器-累加器D
28
30
32
34
2H
40
2H
42
36
H
38
24 模/数转换器
14
像素阵列
18
16 光读取器
26
22
行解码器 20
12

图 23

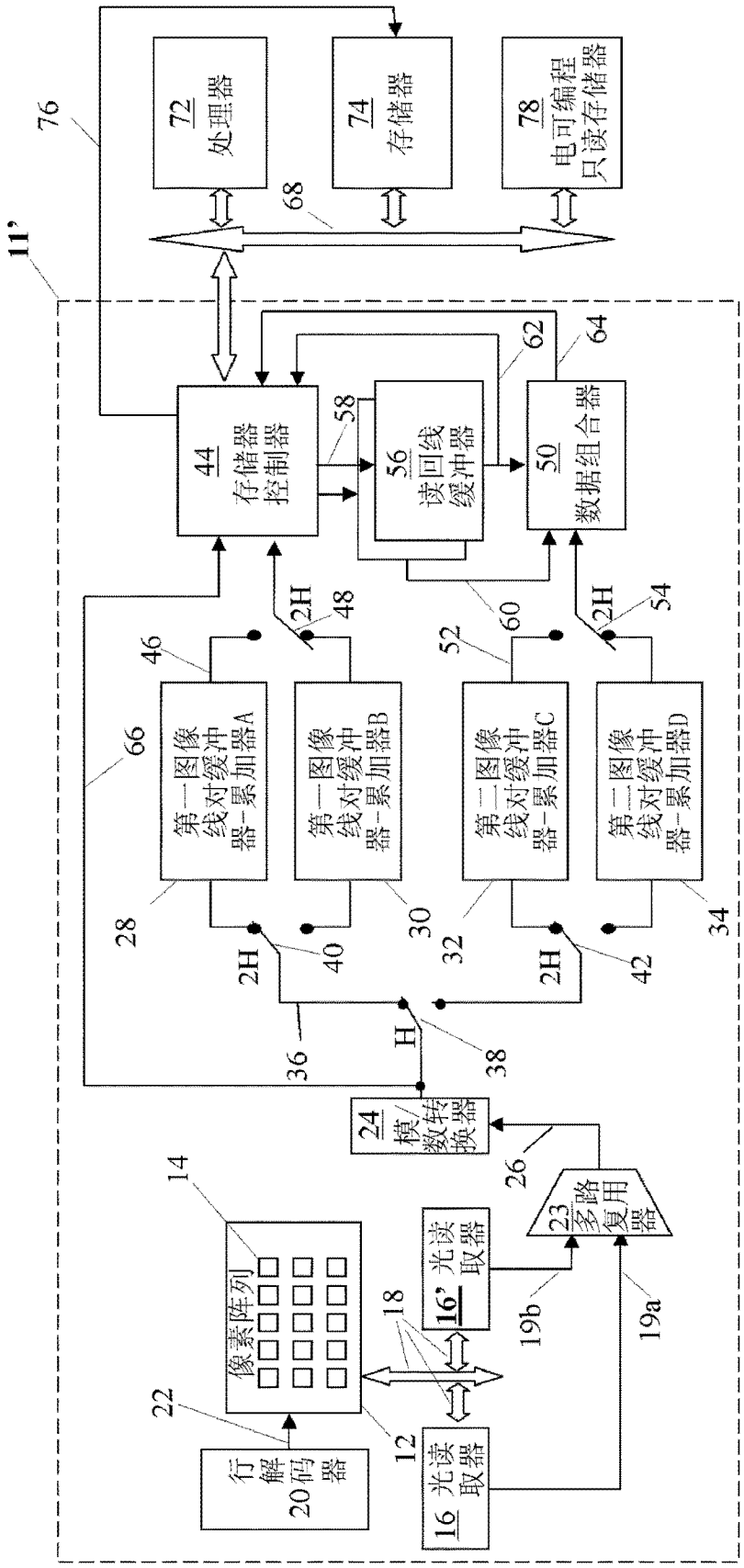

11'
76
72 处理器
74 存储器
78 电可编程只读存储器
68
44 存储器控制器
58
56 读回线缓冲器
62
64
50 数据组合器
60
2H
48
54
46
52
66
第一图像线对缓冲器-累加器A
第一图像线对缓冲器-累加器B
第二图像线对缓冲器-累加器C
第二图像线对缓冲器-累加器D
28
30
32
34
40
42
36
H
38
24 模/数转换器
26
23 多路复用器
14
像素阵列
16' 光读取器
18
19b
19a
22
行解码器 20
12
16 光读取器

图 24

针对像素p的特定增益比R_q来校准残余噪声：

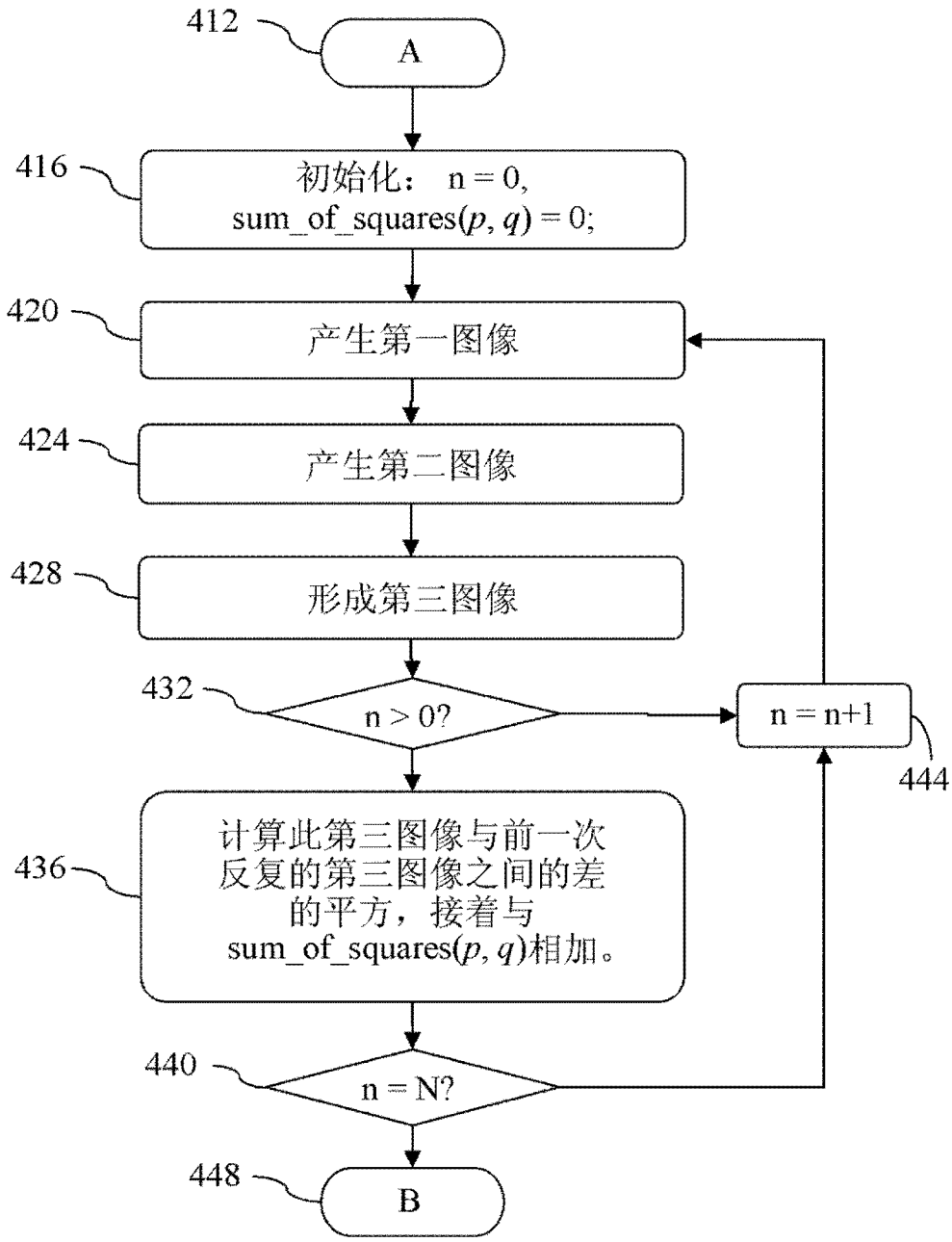


图 25

针对像素p的特定增益比R_q来校准残余噪声，针对宏群组中的P个不同像素及Z个不同增益比来进行。

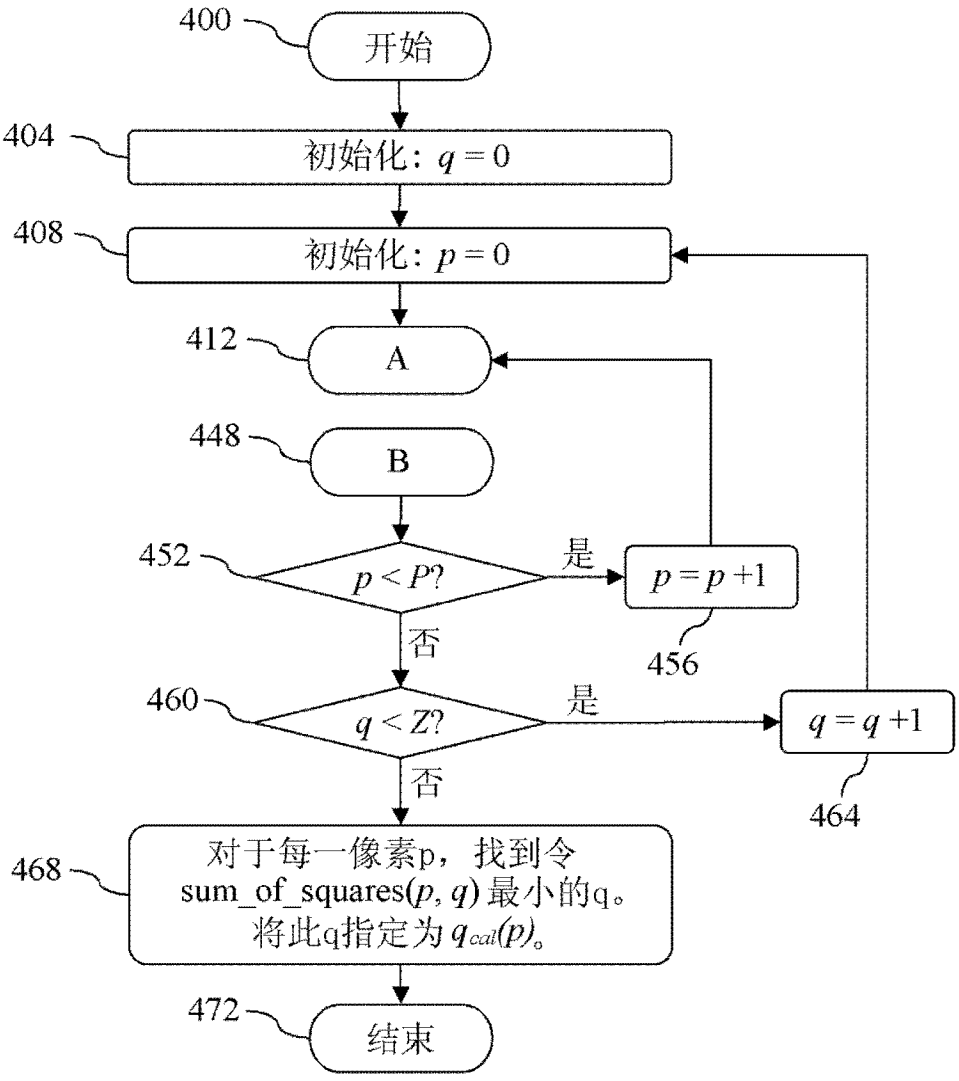


图 26

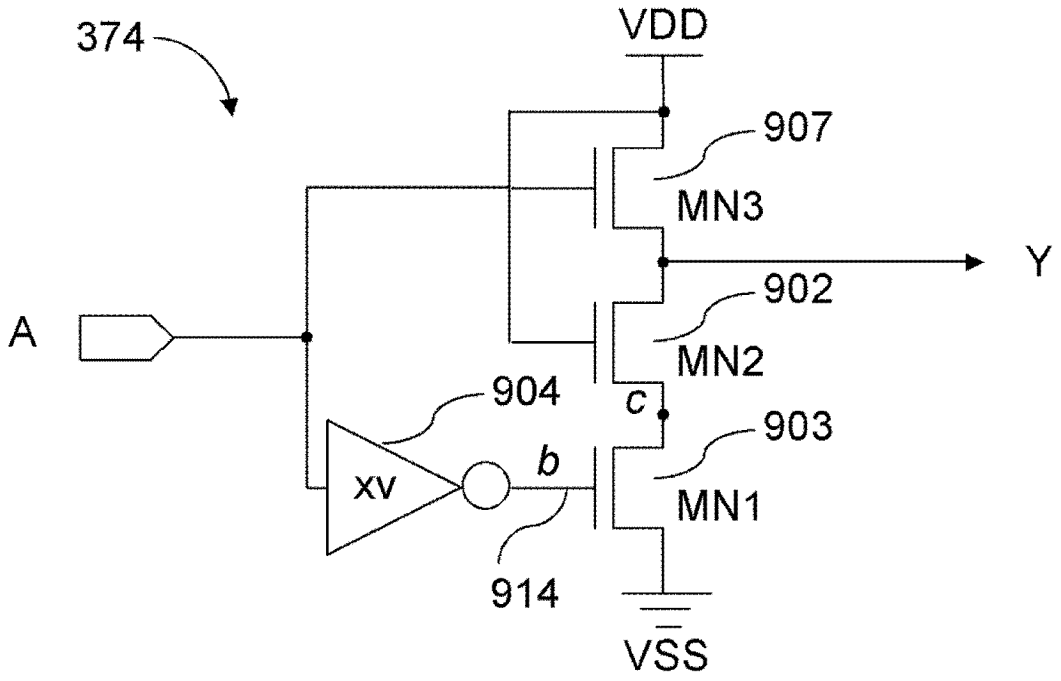


图 27