(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 105706361 B
(45)授权公告日 2017.07.04

(21)申请号 201480061257.6

(22)申请日 2014.08.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105706361 A

(43)申请公布日 2016.06.22

(30)优先权数据
14/026,855 2013.09.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.05.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/052865 2014.08.27

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/038336 EN 2015.03.19

(73)专利权人 BAE系统成像解决方案有限公司
地址 美国新罕布什尔州

(72)发明人 B·福勒 H·T·杜 X·刘

(74)专利代理机构 北京三幸商标专利事务所（普通合伙）11216
代理人 刘淼

(51)Int.Cl.
H03F 3/213(2006.01)

(56)对比文件
CN 102656880 A,2012.09.05,
CN 101902583 A,2010.12.01,
CN 101796810 A,2010.08.04,
CN 101523273 A,2009.09.02,
US 2001012070 A1,2001.08.09,
US 2002066848 A1,2002.06.06,
陈剑.CMOS图像传感器研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2007,

审查员 杨蕊

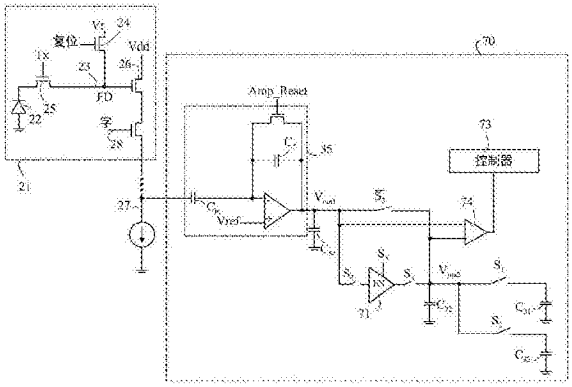
权利要求书2页 说明书3页 附图5页

(54)发明名称

适用于CMOS成像传感器的放大器

(57)摘要

本发明公开了列读出放大器和使用该方法的成像阵列。列读出放大器包括具有放大器信号输出的信号放大器、第一滤波电容器、具有缓冲放大器输入和缓冲放大器输出的缓冲放大器、和开关网络。在第一时间阶段，开关网络将放大器信号输出连接到缓冲放大器输入，并将缓冲放大器输出连接到第一滤波电容器，并且在第二时间阶段，开关网络将放大器信号输出直接连接到第一滤波电容器。时间阶段可以是固定的持续时间或通过缓冲放大器的输入与输出之间的电位差而确定。列读出放大器能够用在成像阵列中，来读出像素列。



CN 105706361 B

1.一种用于成像传感器的列放大器，其包括：

信号放大器，其具有放大器信号输出；

第一滤波电容器；

缓冲放大器，其具有缓冲放大器输入和缓冲放大器输出；

开关网络；

其特征在于，在第一时间阶段，所述开关网络将所述放大器信号输出连接到所述缓冲放大器输入，并将所述缓冲放大器输出连接到所述第一滤波电容器，在第二时间阶段，所述开关网络将所述放大器信号输出直接连接到所述第一滤波电容器。

2.如权利要求1所述的列放大器，其中当所述信号放大器被直接连接到所述第一滤波电容器时，所述信号放大器以第一时间常数对所述第一滤波电容器进行充电，并且其中，所述第一时间阶段小于所述第一时间常数的五倍。

3.如权利要求1所述的列放大器，其中所述缓冲放大器具有基本等于1的增益。

4.如权利要求1所述的列放大器，其中所述列放大器还包括控制器，该控制器检测所述缓冲放大器输入与缓冲放大器输出之间的差，当所述差小于预定的阈值时，所述控制器使所述列放大器从所述第一时间阶段转换到所述第二时间阶段。

5.如权利要求1所述的列放大器，其中所述第一时间阶段和所述第二时间阶段是固定的。

6.如权利要求1所述的列放大器，其中在所述第二时间阶段期间，所述缓冲放大器输出与所述第一滤波电容器断开连接。

7.如权利要求1所述的列放大器，其中所述信号放大器包括电容跨阻放大器，该电容跨阻放大器的增益大于1。

8.如权利要求1所述的列放大器，其中所述第一滤波电容器由第一滤波电容表征，并且所述信号放大器包括第二滤波电容器，所述第二滤波电容器由第二滤波电容表征，所述第二滤波电容器与所述放大器信号输出连接，所述第二滤波电容小于所述第一滤波电容的五倍。

9.一种成像阵列，其包括：

位线导体；

多个像素传感器，每个像素传感器响应于字选择信号而被连接到所述位线导体；

列放大器，其被连接到所述位线导体，所述列放大器包括：

信号放大器，其具有放大器信号输出；

第一滤波电容器；

缓冲放大器，其具有缓冲放大器输入和缓冲放大器输出；和

开关网络，

其特征在于，在第一时间阶段，所述开关网络将所述放大器信号输出连接到所述缓冲放大器输入，并将所述缓冲放大器输出连接到所述第一滤波电容器，在第二时间阶段，所述开关网络将所述放大器信号输出直接连接到所述第一滤波电容器。

10.如权利要求9所述的成像阵列，其中当所述信号放大器被直接连接到所述第一滤波电容器时，所述信号放大器以第一时间常数对所述第一滤波电容器进行充电，并且其中所述第一时间阶段小于所述第一时间常数的五倍。

11.如权利要求9所述的成像阵列，其中在所述第二时间阶段，所述缓冲放大器输出与所述第一滤波电容器断开连接。

12.如权利要求9所述的成像阵列，其中所述信号放大器包括电容跨阻放大器，该电容跨阻放大器的增益大于1。

13.如权利要求9所述的成像阵列，其中所述第一滤波电容器由第一滤波电容表征，并且所述信号放大器包括第二滤波电容器，所述第二滤波电容器由第二滤波电容表征，所述第二滤波电容器与所述信号放大器输出连接，所述第二滤波电容小于所述第一滤波电容的五倍。

14.如权利要求9所述的成像阵列，其中所述第一滤波电容器由第一滤波电容表征，并且其中所述成像阵列还包括采样保持电路，该采样保持电路包括样本开关和保持电容，所述样本开关响应于控制信号将所述第一滤波电容器连接至所述保持电容，所述保持电容的特点为电容小于所述第一滤波电容的五倍。

适用于CMOS成像传感器的放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于成像传感器的放大器，更具体地，本发明涉及用于CMOS成像传感器的列读出放大器。

背景技术

[0002] 被设计用于在低照度水平下进行操作的CMOS成像传感器需要很低的噪音读出电路。CMOS成像传感器通常由排列成多行多列的像素传感器的二维阵列构成。每个像素传感器包括一个光电二极管和一个读出电路，其能将在图像曝光期间通过光电二极管积累的电荷转换成电压，该电压通过读出放大器读出，所述读出放大器通常被列中的所有像素传感器共享。每行中的像素传感器通过使用列读出放大器并排读出。为了维持低噪音，光电荷向像素传感器中的读出电路的转移与读出该电荷之间的时间必须尽可能小，这是由于在这个阶段噪音会在像素传感器中积累。

[0003] 为了限制列读出放大器中的噪音，通常会使用低带宽放大器。放大器的带宽越低，放大器的读出噪音就越低。然而，降低读出放大器的带宽导致了读出当前连接到读出放大器的像素所需时间的增加，这是因为降低了带宽的放大器需要更长时间来稳定。因此，在读出时间与读出噪音之间就需要一个折中。因此，减少在列读出放大器中的噪音对于弱光传感器来说仍然是一种挑战。

发明内容

[0004] 本发明包括一种列读出放大器和使用该列读出放大器的方法。列读出放大器包括具有放大器信号输出的信号放大器、第一滤波电容器、具有缓冲放大器输入和缓冲放大器输出的缓冲放大器、和开关网络。在第一时间阶段，该开关网络将放大器信号输出连接到缓冲放大器输入，并将缓冲放大器输出连接到第一滤波电容器，并且在第二时间阶段，该开关网络将放大器信号输出直接连接到第一滤波电容器。

[0005] 在本发明的一方面，当直接连接到第一滤波电容器时，信号放大器以第一时间常数对第一滤波电容器进行充电。第一时间阶段小于第一时间常数的五倍。

[0006] 在本发明的另一方面，当缓冲放大器输入和缓冲放大器输出相差小于预定的阈值时，列读出放大器从第一时间阶段转变到第二时间阶段。在本发明的另一方面，第一和第二时间阶段的持续时间是固定的。

[0007] 列读出放大器适于在成像阵列中使用，该成像阵列包括位线导体、多个像素传感器和本发明的列读出放大器，每个像素传感器响应于字选择信号而连接到该位线导体。

附图说明

[0008] 图1示出了现有技术的读出放大器，该读出放大器连接到一列像素传感器中的一个像素传感器。

[0009] 图2示出了通过传统读出放大器读出图1所示的像素的计时图。

[0010] 图3为根据本发明的列读出放大器的示意图。

[0011] 图4为图3所示的各种信号的计时图。

[0012] 图5示出了本发明的一个实施例，该实施例使用更高增益的放大器来加速滤波电容器的充电。

具体实施方式

[0013] 参考图1能够更加容易地理解本发明提供其优点的方式，图1示出了现有技术的读出放大器30，该读出放大器连接到一列像素传感器中的一个像素传感器。连接到位线27的特定像素传感器通过相应字线28上的信号来确定。像素传感器21通常包括光电二极管22，该光电二极管在图像曝光期间积累电荷。在图像曝光结束时，通过使用复位线上的信号关闭栅极24而使浮动扩散节点23复位至Vr。在复位操作之后，浮动扩散节点23上的电压通过源跟随器26和列读出放大器30来检测，并且存储在列读出放大器30中的电容器C_{31}的采样保持电路中上。

[0014] 在该电压检测之后，响应于Tx上的信号，栅极25被置于导通状态。浮动扩散节点23上的正电位导致光电二极管22上的全部电荷转移到浮动扩散节点23。转移的电荷导致浮动扩散节点23的电位相对于复位电位降低。然后，浮动扩散节点23上的电位被列读出放大器30检测并存储在电容器32上的采样保持电路中。然后利用电容器31和32的电压差来确定在曝光期间由光电二极管22产生的电荷。

[0015] 现在参考图2，图2是通过传统读出放大器读出图1所示的像素的计时图。列读出放大器30通常包括从C_{in}和反馈电容器C_f构建的电容跨阻放大器35。在检测位线27上的电压之前，通过关闭开关34将电容跨阻放大器35的输入和输出短路。电容跨阻放大器35的增益是电容器C_{in}和C_f的电容的比率，其通常大约为30。电容器37设置电容跨阻放大器35的带宽。增加电容器37就减小了电压测量中的噪音，这是因为电容器37设置低通滤波器的时间常数。然而，电容跨阻放大器35的输出稳定的时间也由电容器37来确定，这是因为电容跨阻放大器35必须对电容器37充电。这个慢慢增加的时间限制了像素能够被读出的速度。

[0016] 本发明通过在滤波电容器的充电周期的早期部分期间提供更高的电容器充电电流，从而在使用大滤波电容器时减少列放大器的读出时间。一旦电容器上的电位接近其最终值，额外的充电电流被移除并且允许列读出放大器完成充电操作。由于当额外的放大被移除时，滤波电容器上的电位接近其最终值，因此，稳定为其最终值的时间减少，并且因此，可以不用增加读出时间而使用更大的电容器。

[0017] 现在参考图3和图4。图3为根据本发明的列读出放大器50的示意图，图4为图3所示的各种信号的计时图。为了简化下面的讨论，与图2所示的用于列读出放大器30的那些部件执行相似功能的列读出放大器50的部件使用相同的附图标记并且不再讨论。在列读出放大器50中，电容器C_{52}执行图1中的滤波电容器37的功能；然而，电容器C_{52}的电容比电容器37的电容大几倍。使用列读出放大器50的读出操作可以在两个阶段观察到。在第一阶段，待检测的电压被传送到C_{in}，并且由S_3操作的开关被关闭。为了简化附图，省略了产生S_3信号的控制器以及其与各个开关的连接。结果，电容跨阻放大器35的输出V_{out1}被路由到对电容器C_{52}充电的缓冲放大器51。缓冲放大器51具有的增益为1，因此，电容器C_{52}上的电压跟随V_{out1}。然而，由于高电流增益，V_{out2}的噪音水平远高于V_{out1}的噪音水平。还应该注意的是，V_{out1}在列读

出放大器50中达到平衡的时间显著减小，因为电容器C_{54}比列读出放大器30中的电容器37更小。

[0018] 在第一阶段末尾，C_{52}上的电压V_{out2}将会接近V_{out1}。来自缓冲放大器51的增加的噪音以及缓冲放大器的增益相对于值为1的理想增益的任何小差别将会导致电压差。通常，缓冲放大器51的增益被设置为基本等于1。增益能够与1产生的差别的量取决于电容器C_{52}上电位的可接受错配程度。任何错配都会导致在S_3打开之后增加的电容器C_{52}达到V_{out1}所需的时间。达到平衡所需的额外时间量通常取决于具体应用。如果平衡时间小于缺少缓冲放大器51时所需要的时间，那么将获得对现有技术的改进。

[0019] 在第二阶段，由S_3操作的开关被打开，并且缓冲放大器51被断开连接。电容跨阻放大器35的输出因此直接连接到电容器C_{52}。V_{out1}与V_{out2}之间任何的电压差将会被电容跨阻放大器35消除。此外，电容器C_{52}的噪音水平将会是特点为电容器C_{52}和C_{54}的电容之和。

[0020] 在上面描述的实施例中，在读出的第一时间阶段使用单元增益缓冲放大器来加速滤波电容器的充电率。然而，还能够构造出使用高增益系数同时使用比较器来加速滤波电容器的充电的实施例。现在参考图5，图5示出了本发明的一个实施例，该实施例使用更高增益的放大器来加速滤波电容器的充电。为了简化下面的讨论，列读出放大器70的那些与图3相比执行上面讨论的相似功能的部件使用相同的附图标记并且不再详细讨论。在列读出放大器70中，放大器71在读出操作的第一阶段对滤波电容器C_{72}进行充电。放大器71的增益大于1，以进一步加速滤波电容器C_{72}的初始充电。比较器74监视电容跨阻放大器35与滤波电容器C_{72}的输出之间的电压差。当监视到的电压差小于预定的阈值时，开关控制器73改变S_3信号的状态，以使放大器71不再连接滤波电容器C_{72}。然后通过电容跨阻放大器35来提供滤波电容器C_{72}的最终充电，以在一个时间提供更低的噪音，该时间显著小于不通过放大器71预充电而将滤波电容器C_{72}充电至电容跨阻放大器35的最终输出电压所需的时间。当电容器C_{72}上的电压稳定后，控制器73关闭采样开关中的一个，以俘获采样保持电容器C_{31}或者C_{32}中相应一个上的电容器C_{72}上的电压。

[0021] 还需要注意的是，如图5中的比较器设置也能够使用在具有单元增益缓冲放大器的实施例中。在上面讨论的使用单元增益放大器的实施例中，阶段持续时间由预定的时间值设置。然而，与图5中相似的比较器设置也能够伴随单元增益放大器而使用，以确定列读出放大器在第一与第二阶段之间转换的时间。这样的设置能够通过使用更大的滤波电容器而提供减少的读出时间，或者更低的噪音。然而，这些实施例要求额外的晶体管来实现比较器，因此如果列读出放大器的可用空间有限制的话，则会造成挑战。对此，应该注意的是，成像阵列可能具有上千的这种列读出放大器，因此即使每个列读出放大器只有几个晶体管也会带来成像阵列成本的显著增加。

[0022] 上面描述的本发明的实施例已经用来阐述本发明的各个方面。然而，需要理解的是，在不同特定的实施例中所示的本发明的不同方面能够组合起来，以提供本发明其他的实施例。此外，从前面的描述和所附的附图对本发明做出各种修改是显而易见的。因此，本发明仅仅被后面的权利要求的范围所限定。

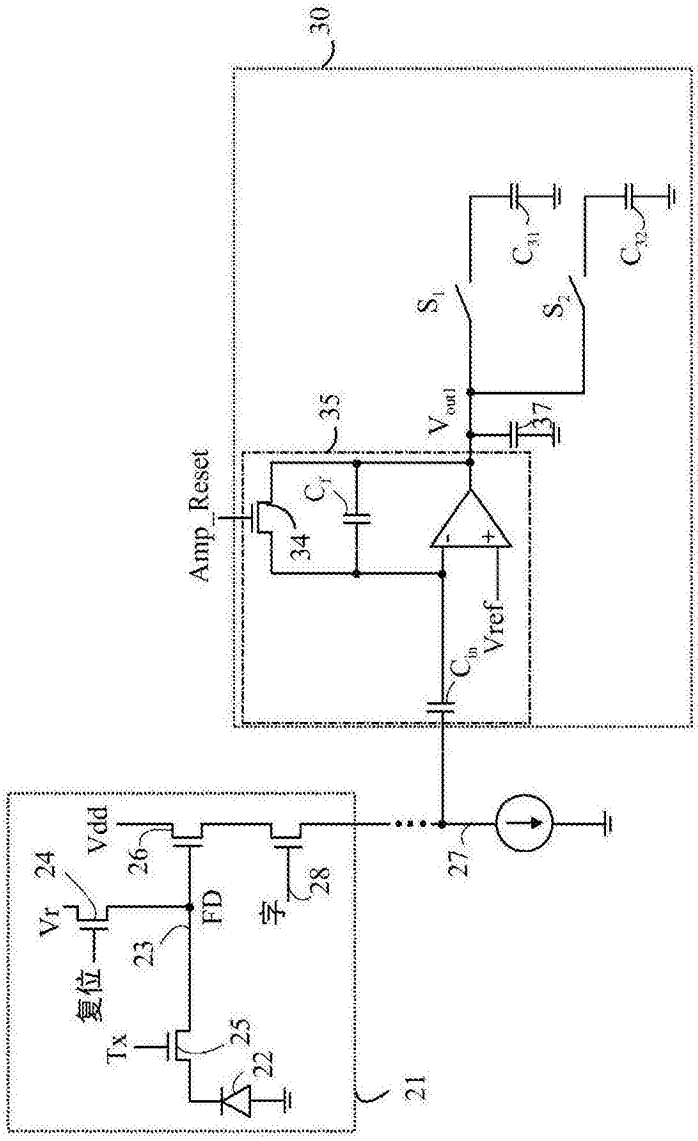

30
35
Amp_Reset
34
Cf
Vout1
S1
S2
Cin1
Cin2
37
Cin
Vref
27
Vdd
26
24
Vr
复位
23
FD
字
28
Tx
25
22
21

图1

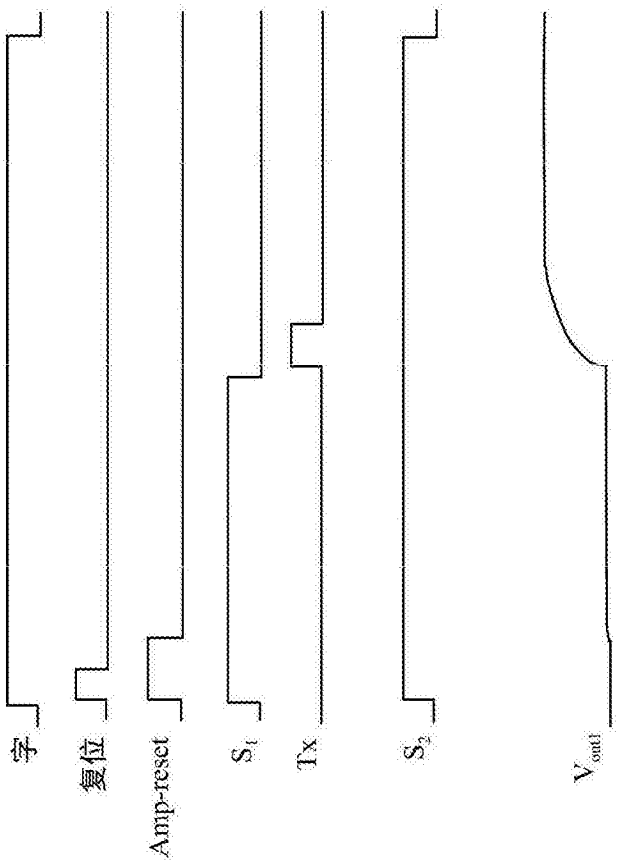


图2

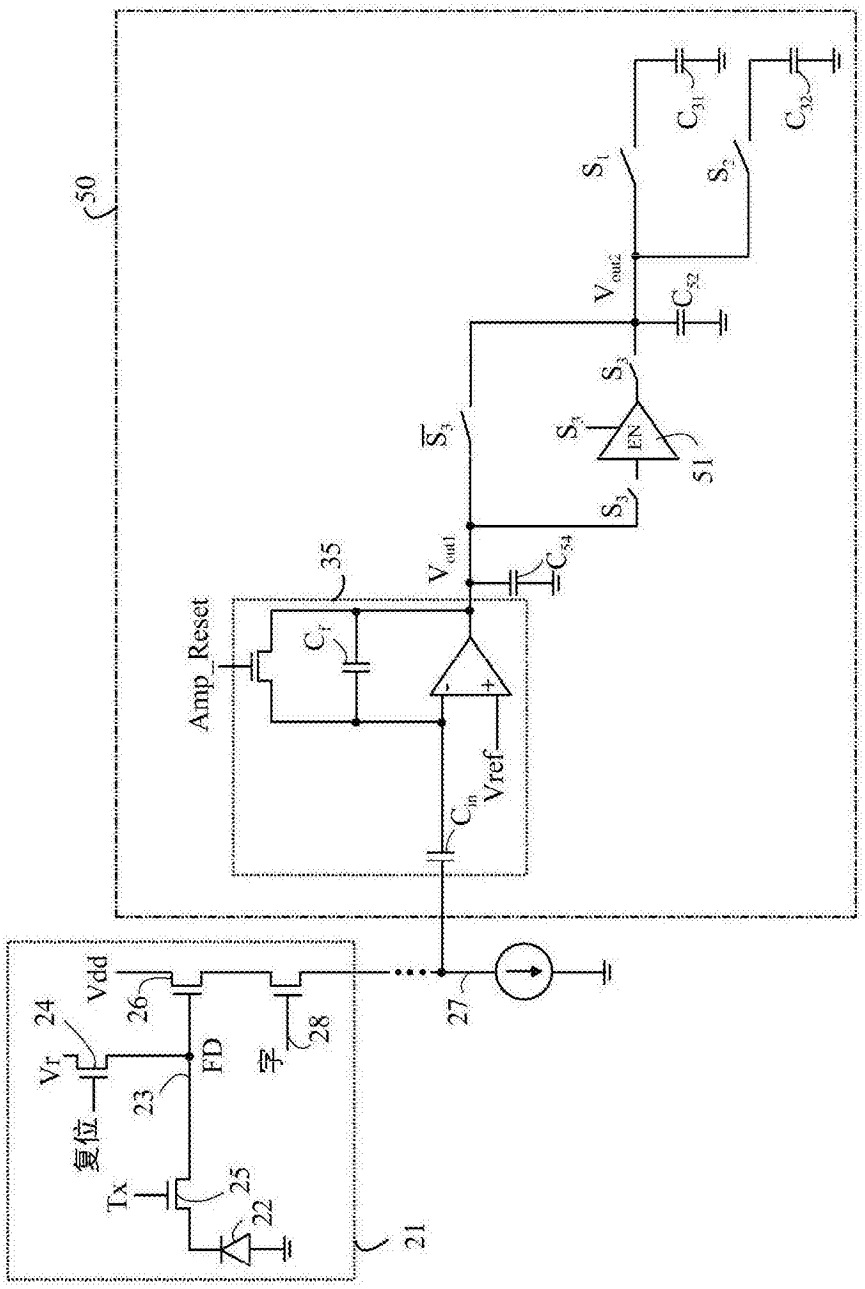

50
C_{31}
C_{32}
S_1
S_2
V_{out2}
C_{S2}
S_3
$\overline{S_3}$
S_4
EN
S1
S_3
V_{out1}
C_{S4}
35
Amp_Reset
C_f
Vref
C_{in}
Vdd
24
26
28
27
Vf
FD
字
复位
23
Tx
25
22
21

图3

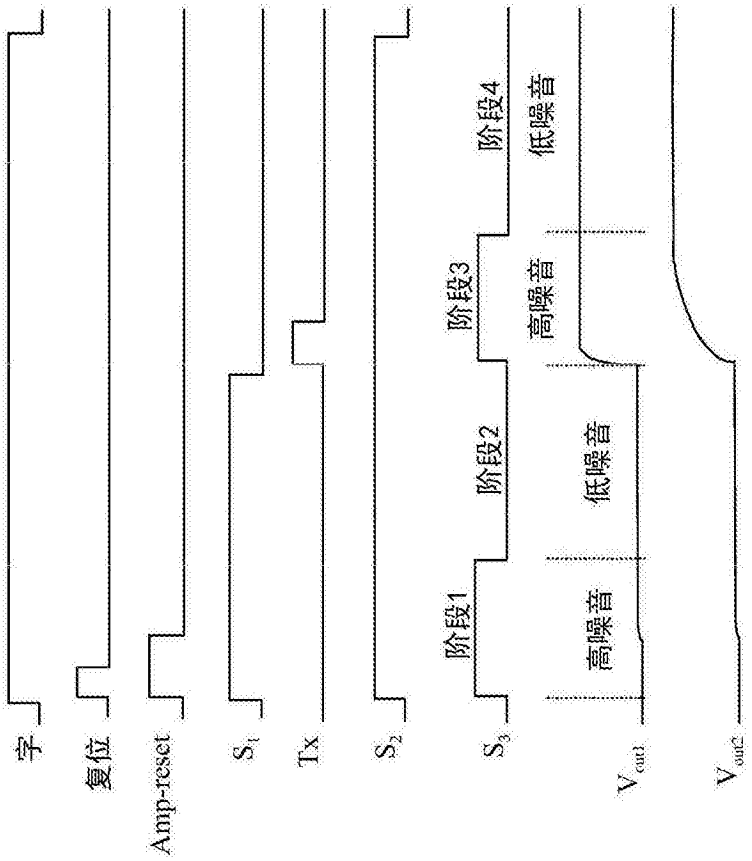

字
复位
Amp-reset
S_1
Tx
S_2
S_3
阶段1
阶段2
阶段3
阶段4
高噪音
低噪音
高噪音
低噪音
V_{out1}
V_{out2}

图4

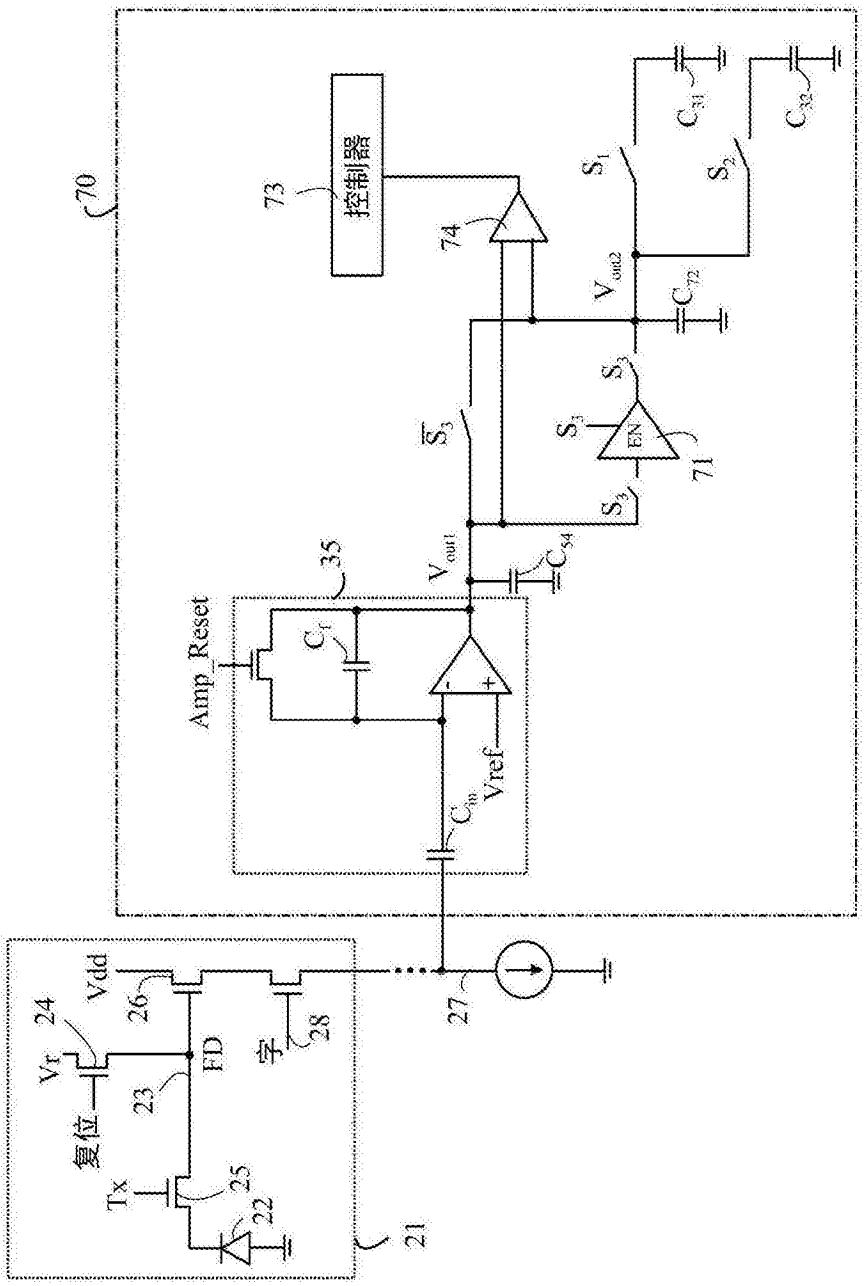

70
73
控制器
74
S1
S2
Cf1
Cf2
Vout2
Cf2
S3
S3
EN
71
S3
S5
Vout1
C54
35
Amp_Reset
Cf
Vref
Cfb
Vdd
26
24
Vr
复位
23
ED
字
28
Tx
25
22
21
27

图5