



(45) 授权公告日 2015.12.02

H04N 5/378(2011.01)

1. 一种 A/D 转换器,包括:

输入端子,用于输入模拟信号;

基准信号线,用于与产生随时间改变的基准信号的信号源连接;

比较器,包含非反相输入端子、反相输入端子和输出端子,并且从输出端子输出根据供给到非反相输入端子的电压与供给到反相输入端子的电压之间的比较结果的输出信号;

开关,连接所述比较器的反相输入端子和输出端子,

校正电容器,与所述比较器的反相输入端子连接;和

输出电路,输出与输入到所述输入端子的模拟信号对应的数字数据,

其中,在第一模拟信号和所述比较器的偏移电压的总电压保持在所述校正电容器中的第一状态中,被供给到所述比较器的非反相输入端子的第一模拟信号或保持于所述校正电容器中的总电压通过使用基准信号改变,由此从所述输出电路输出依赖于从改变开始到所述比较器的输出信号改变的时间的数字数据作为与第一模拟信号对应的数字数据,

其中,在所述第一状态中,被输入到所述输入端子的第二模拟信号被供给到所述比较器的非反相输入端子,并且供给到所述比较器的非反相输入端子的第二模拟信号或保持于所述校正电容器中的总电压通过使用基准信号被改变,由此从所述输出电路输出依赖于从改变开始到所述比较器的输出信号改变的时间的数字数据作为与第二模拟信号对应的数字数据,并且

其中,第一模拟信号在所述开关为接通的状态中被供给到所述比较器的非反相输入端子,并且所述开关在总电压保持于所述校正电容器中之后被关断,由此设定所述第一状态。

2. 根据权利要求 1 所述的 A/D 转换器,其中,基准信号是斜坡信号。

3. 根据权利要求 1 所述的 A/D 转换器,其中,所述校正电容器包含第一电极和第二电极,

所述校正电容器的第一电极与所述比较器的反相输入端子连接,并且,

在所述第一状态中基准信号被供给到所述校正电容器的第二电极,由此改变保持于所述校正电容器中的总电压。

4. 根据权利要求 1 所述的 A/D 转换器,还包括:

采样电容器,包含第一电极和第二电极,所述第一电极与所述比较器的非反相输入端子连接,

其中,在第二模拟信号进一步保持于所述采样电容器中的所述第一状态中,基准信号被供给到所述采样电容器的第二电极,由此改变供给到所述比较器的非反相输入端子的第二模拟信号。

5. 根据权利要求 4 所述的 A/D 转换器,其中,所述 A/D 转换器包含与所述采样电容器等同的两个采样电容器,并且,

一个采样电容器保持第一模拟信号,而另一采样电容器保持第二模拟信号。

6. 一种固态成像装置,包括:

如权利要求 1 所述的 A/D 转换器;

模拟信号产生器,具有多个像素并且对于各像素产生依赖于通过光电转换获得的电荷的像素信号;和

控制器,向所述 A/D 转换器供给像素信号作为第二模拟信号,并且控制所述 A/D 转换器

以输出与像素信号对应的数字数据。

7. 根据权利要求6所述的固态成像装置,其中,多个像素中的每一个进一步在像素复位之时产生噪声信号,并且

所述控制器向所述A/D转换器供给噪声信号作为第一模拟信号。

8. 根据权利要求6所述的固态成像装置,其中,所述模拟信号产生器还包含放大来自像素的信号的放大器电路,并且

所述放大器电路基于从多个像素供给的像素的复位电平信号产生噪声信号,并且基于通过在复位电平信号上叠加根据通过光电转换产生的电荷的信号而获得的信号产生像素信号。

9. 根据权利要求6所述的固态成像装置,其中,所述A/D转换器被布置为用于像素阵列的各像素列。

A/D 转换器和固态成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及 A/D 转换器和固态成像装置。

背景技术

[0002] 在固态成像装置中与布置成阵列的像素的列对应地布置 A/D 转换器并且将来自各像素的信号转换成数字数据的技术是已知的。但是,由于包含于各 A/D 转换器中的比较器的偏移电压不同,因此必须考虑偏移电压的最大值来设定 A/D 转换时段。美国专利 No. 7671908 提出了用于通过将包含于各 A/D 转换器中的比较器的输出反馈到该比较器的输入来校正偏移电压的技术。

发明内容

[0003] 美国专利 No. 7671908 的技术使用控制器以将比较器的输出反馈到其输入。出于这种原因,A/D 转换器的电路布置复杂化,并且由控制器导致的噪声不利地影响各比较器的输出。由此,本发明的一个方面提供用于通过简单的布置校正各 A/D 转换器的比较器的偏移电压的技术。

[0004] 本发明的一个方面提供一种 A/D 转换器,该 A/D 转换器包括:用于输入模拟信号的输入端子;用于与产生随时间改变的基准信号的信号源连接的基准信号线;比较器,包含非反相输入端子、反相输入端子和输出端子,并且根据被供给到非反相输入端子的电压与被供给到反相输入端子的电压之间的比较结果从输出端子输出输出信号;与比较器的反相输入端子连接的校正电容器;和输出与输入到输入端子的模拟信号对应的数字数据的输出电路,其中,在第一模拟信号和比较器的偏移电压的总电压被保持在校正电容器中的第一状态中,被输入到输入端子的第二模拟信号被供给到比较器的非反相输入端子,并且被供给到比较器的非反相输入端子的第二模拟信号或保持于校正电容器中的总电压通过使用基准信号被改变,由此从输出电路输出依赖于从改变开始到比较器的输出信号改变的时间的数字数据作为与第二模拟信号对应的数字数据。

[0005] (参照附图)从示例性实施例的以下说明,本发明的其它特征将变得显而易见。

附图说明

[0006] 包含于说明书中并构成其一部分的附图示出本发明的实施例,并与具体实施方式一起用于解释本发明的原理。

[0007] 图 1 是用于解释根据本发明的实施例的固态成像装置 100 的布置的例子的框图;

[0008] 图 2 是用于解释根据本发明的实施例的像素 111 和放大器电路 120 的布置的例子的电路;

[0009] 图 3 是用于解释根据本发明的实施例的 A/D 转换器 300 的布置的例子的电路图;

[0010] 图 4 是用于解释根据本发明的实施例的固态成像装置 100 的操作的例子的时序图;

- [0011] 图 5 是用于解释根据本发明的实施例的 A/D 转换器 500 的布置的例子电路图；
- [0012] 图 6 是用于解释根据本发明的实施例的固态成像装置 100 的操作的另一例子的时序图；
- [0013] 图 7 是用于解释根据本发明的实施例的 A/D 转换器 700 的布置的例子电路图；以及
- [0014] 图 8 是用于解释根据本发明的实施例的固态成像装置 100 的操作的又一例子的时序图。

具体实施方式

[0015] 以下参照附图描述本发明的实施例。相同的附图标记在所有的附图中表示相同的部件，并且将避免它们的重复的描述。

[0016] 以下参照图 1 描述根据本发明的一个实施例的固态成像装置 100 的示意性布置的例子。固态成像装置 100 是例如光电转换表示被照体图像的入射光并且向外面输出通过光电转换获得的电信号作为数字数据的 CMOS 图像传感器。固态成像装置 100 可包括包含通过按矩阵布置多个像素 111 而形成的像素阵列的模拟信号产生器 110。出于简化的原因，图 1 示出四个像素 111，但是像素 111 的数量不限于此。各像素 111 将对于固态成像装置 100 的入射光光电转换成模拟信号。

[0017] 固态成像装置 100 可进一步包括垂直扫描电路 140。垂直扫描电路 140 再向与各像素行对应地布置的行选择线 112 供给驱动脉冲信号。当向各行选择线 112 供给驱动脉冲信号时，模拟信号从包含于相应的像素行中的各像素 111 被读出到列信号线 113 上。本实施例将处理从像素 111 读出像素 111 的复位电平信号和通过在复位电平信号上重叠根据通过光电转换产生的电荷的信号获得的信号的情况。这些信号之间的差值代表有效像素值。模拟信号产生器 110 基于这些信号对于各像素 111 输出复位之时的噪声信号和依赖于通过光电转换获得的电荷的像素信号。

[0018] 模拟信号产生器 110 还可包括用于各列信号线 113 的放大器电路 120。各放大器电路 120 放大通过列信号线 113 从相应的像素 111 输入的模拟信号，并且将放大的模拟信号供给到相应的 A/D 转换器 130。固态成像装置 100 还可与各列信号线 113 对应地包括 A/D 转换器 130。各 A/D 转换器将输入的模拟信号转换成数字数据，并且输出数字数据。

[0019] 固态成像装置 100 还可包括斜坡信号产生器 170 和计数器 180。斜坡信号产生器 170 产生随时间的经过按倾斜方式改变的斜坡信号 Vramp，并且通过斜坡信号线 171 将产生的斜坡信号 Vramp 供给到各 A/D 转换器 130。作为另一实施例，可以使用用于产生随时间变化的另一基准信号来代替斜坡信号的信号源作为斜坡信号产生器 170。在这种情况下，该基准信号通过基准信号供给线被供给到各 A/D 转换器 130。只要基准信号单调地随时间的经过改变，它就可使用任意的信号。除了上述的斜坡信号以外，基准信号的例子包含随着时间的经过逐步改变的信号。在这种情况下，“单调改变”意味着在例如单调减小的情况下，电势以没有增加的方式变化。计数器 180 通过计数数据线 181 向各 A/D 转换器 130 供给计数值 Cnt。作为计数器 180，例如，可以使用灰度计数器或二进制计数器，并且计数器 180 可具有上下(up-down)功能。本实施例将处理多个 A/D 转换器 130 共享斜坡信号产生器 170 和计数器 180 的例子。作为替代方案，A/D 转换器 130 可分别具有这些部件。

[0020] 固态成像装置 100 还可包括水平扫描电路 150 和信号处理器 190。水平扫描电路 150 对于各列将从 A/D 转换器 130 输出的数字数据传送到数字信号线 191。传送到数字信号线 191 的数字数据被供给到信号处理器 190。在本实施例中,在数字信号线 191 上依次读出与噪声信号对应的数字数据和与像素信号对应的数字数据。信号处理器 190 从与像素信号对应的数字数据减去与噪声信号对应的数字数据,并且向外面输出有效像素值。

[0021] 固态成像装置 100 还可包括向上述的部件供给脉冲信号以控制固态成像装置 100 的操作的定时控制器 195。图 1 没有示出用于从定时控制器 195 向各部件传送脉冲信号的任何信号线。将在后面通过使用要稍后将描述的时序图详细描述从定时控制器 195 供给的脉冲信号。

[0022] 在本实施例中,由于固态成像装置 100 包括放大器电路 120,因此可以减少由 A/D 转换器 130 产生的噪声成分的影响。但是,固态成像装置 100 的变更例可以不包括任何放大器电路 120,并且来自像素 111 的模拟信号可通过列信号线 113 被直接供给到 A/D 转换器 130。作为放大器电路 120 的替代,固态成像装置 100 的另一变更例可包括 CDS 电路,并且各 CDS 电路可将通过从根据由像素产生的电荷的信号减去复位电平信号获得的模拟信号供给到 A/D 转换器 130。各 A/D 转换器将该模拟信号转换成数字数据,并且水平扫描电路 150 将与各像素 111 的像素值对应的数字数据传送到信号处理器 190。在图 1 所示的例子中,放大器电路 120、A/D 转换器 130 和水平扫描电路 150 被布置于像素阵列的一边。作为替代方案,这些部件可被布置于像素阵列的两边,并且数据可被分配给各像素列的任一边的部件。

[0023] 以下参照图 2 的等效电路图描述包含于固态成像装置 100 中的像素 111 和放大器电路 120 的示意性布置的例子。像素 111 和放大器电路 120 可以是任意的布置,只要可以向 A/D 转换器 130 供给计算该像素 111 的像素值所需要的模拟信号就可以。像素 111 包含执行光电转换所需要的光电二极管 PD 和多个晶体管。光电二极管 PD 通过传送晶体管 Ttx 与浮动扩散 FD 连接。浮动扩散 FD 还通过复位晶体管 Tres 与电压源 VDD 连接,并且与放大器晶体管 Tamp 的栅电极连接。放大器晶体管 Tamp 的第一主电极与电压源 VDD 连接,并且放大器晶体管 Tamp 的第二主电极通过选择晶体管 Tsel 与列信号线 113 连接。选择晶体管 Tsel 的栅电极与行选择线 112 连接。当选择晶体管 Tsel 被接通时,放大器晶体管 Tamp 与插入列信号线 113 中的恒流源 Icnst 一起作为源跟随器电路来操作。

[0024] 放大器电路 120 包含示出的电路元件,并且配置有反相放大器。放大器 AMP 的非反相输入端子通过箝位电容器 Co 与列信号线 113 连接,并且 Vcor 被供给到放大器 AMP 的反相输入端子。放大器 AMP 的输出端子与 A/D 转换器 130 连接。反馈电容器 Cf 和开关 Scor 的并联电路连接于放大器 AMP 的非反相输入端子与输出端子之间。通过以这种方式配置箝位电路,放大器电路 120 不仅以箝位电容器 Co 和反馈电容器 Cf 之间的比放大和输出通过列信号线 113 输入的信号,而且还操作 CDS 电路。作为结果,作为像素复位之时的噪声信号,从模拟信号产生器 110 输出放大器电路 120 的偏移。并且,作为依赖于通过光电转换获得的电荷的像素信号,从模拟信号产生器 110 输出去除了复位电平信号的信号。在省略放大器电路 120 的实施例中,模拟信号产生器 110 输出像素的复位电平信号作为噪声信号,并输出通过在复位电平信号上叠加根据像素产生的电荷的信号获得的信号作为像素信号。在本实施例中,可以减少作为浮动扩散 FD 的复位的结果产生的噪声成分。

[0025] 以下参照图 3 所示的等效电路图,描述作为图 1 所示的 A/D 转换器 130 的例子的

A/D 转换器 300 的示意性布置。A/D 转换器 300 可包含输入端子 IN、输出端子 OUTn 和 OUTs、比较电路 320 和输出电路 330。对于输入端子 IN,作为模拟信号依次输入各像素的噪声信号和像素信号。比较电路 320 基于输入到输入端子 IN 的模拟信号和从斜坡信号线 171 供给的斜坡信号 V_{ramp} 执行比较,并且输出根据该比较结果的电平的输出信号 V_{out}。输出电路 330 从输出端子 OUTn 或 OUTs 输出基于来自比较电路 320 的输出信号 V_{out} 和从计数器 180 供给的计数值 Cnt 的数字数据。

[0026] 比较电路 320 可包括比较器 CMP、电容器 Coff 和开关 Sfb。电容器 Coff 可用作校正比较器 CMP 的偏移的校正电容器。比较器 CMP 可以是具有非反相输入端子和反相输入端子的差分输入比较器。比较器 CMP 的非反相输入端子(图 3 中的“+”端子)与输入端子 IN 连接,并且比较器 CMP 的反相输入端子(图 3 中的“-”端子)与电容器 Coff 的第一电极(图 3 中的上电极)连接。电容器 Coff 的第二电极(图 3 中的下电极)与斜坡信号线 171 连接。开关 Sfb 连接比较器 CMP 的输出端子与反相输入端子。

[0027] 输出电路 330 可包含存储数字数据的四个锁存电路 Ln1、Ln2、Ls1 和 Ls2。锁存电路 Ln1 的 D 端子和锁存电路 Ls1 的 D 端子均与计数数据线 181 连接。锁存电路 Ln1 的 G 端子通过开关 Sn1 与比较电路 320 的输出线连接,并且锁存电路 Ls1 的 G 端子通过开关 Ss1 与比较电路 320 的输出线连接。锁存电路 Ln1 的 Q 端子与锁存电路 Ln2 的 D 端子连接,并且锁存电路 Ls1 的 Q 端子与锁存电路 Ls2 的 D 端子连接。锁存电路 Ln2 的 G 端子和锁存电路 Ls2 的 G 端子均与信号线 331 连接。锁存电路 Ln2 的 Q 端子与输出端子 OUTn 连接,并且锁存电路 Ls2 的 Q 端子与输出端子 OUTs 连接。由于反相电路与锁存电路 Ln1 和 Ls1 的 G 端子连接,因此当来自比较电路 320 的输出处于 L 电平时,从 Q 端子输出 D 端子上的数据。

[0028] 以下参照图 4 所示的时序图描述具有 A/D 转换器 300 的固态成像装置 100 的操作的例子。图 4 所示的各脉冲信号由定时控制器 195 产生,并且被供给到固态成像装置 100 中的各电路元件。即,定时控制器 195 可控制固态成像装置 100 的各部件的操作。在图 4 中,将解释一行的像素 111 的操作,但这同样适用于另一行的像素 111。在图 4 中,附图标记 V_{pin} 表示比较器 CMP 的非反相输入端子的电压;V_{nin} 表示比较器 CMP 的反相输入端子的电压。简要解释各时段的操作。来自像素 111 的噪声信号 V_n 在时段 T1 期间被供给到 A/D 转换器 300,比较器 CMP 的偏移电压 V_{off} 在时段 T2 期间保持于电容器 Coff 中,并且噪声信号 V_n 在时段 T3 期间被 A/D 转换。随后,来自像素 111 的像素信号 V_s 在时段 T4 期间被供给到 A/D 转换器 300,并且在时段 T5 期间被 A/D 转换。以下详细描述各时段的操作。

[0029] 在时段 T1 的开始,脉冲信号 Pres、Psel 和 Pcor 分别变为 H(高电平),由此接通复位晶体管 Tres、选择晶体管 Tsel 和开关 Scor。由此,浮动扩散 FD 被复位。在这种状态下,放大器晶体管 Tamp 作为源跟随器操作,并且浮动扩散 FD 的复位电平信号被读出到列信号线 113。当脉冲信号 Pcor 变为 L(低电平)时,箝位电容器 Co 保持 V_{cor} 与像素输出之间的电势差。此时的放大器电路 120 的输出作为噪声信号 V_n (第一模拟信号)被供给到 A/D 转换器 300 的输入端子 IN。出于这种原因,比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 也变得等于 V_n。噪声信号 V_n 包含放大器电路 120 的偏移。连续地供给噪声信号 V_n 直到脉冲信号 Ptx 变为 H。

[0030] 在时段 T2 的开始,脉冲信号 Pfb 变为 H,并且开关 Sfb 被接通。作为结果,比较器 CMP 的反相输入端子和输出端子被短路,并且比较器 CMP 作为电压跟随器操作。由于比较

器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 为 V_n , 因此输出端子的电压 V_{out} 为 $V_n + V_{off}$, 并且反相输入端子的电压 V_{nin} 也为 $V_n + V_{off}$ 。并且, 电容器 C_{off} 的第一电极的电势为 $V_n + V_{off}$ 。在时段 T2 中, 由于斜坡信号线 171 的电压为 V_{ref} , 因此电容器 C_{off} 的第二电极的电势为 V_{ref} 。在时段 T2 的结束处, 脉冲信号 P_{fb} 变为 L, 开关 S_{fb} 被关断, 并且电容器 C_{off} 保持 $V_n + V_{off} - V_{ref}$ 作为跨其两个电极的电压。然后, 在就绪状态(可与第一状态对应)中设定 A/D 转换器 130。

[0031] 在时段 T2 与 T3 之间的间隔期间, 斜坡信号产生器 170 根据来自定时控制器 195 的脉冲信号(未示出)将要被供给到斜坡信号线 171 的电压变为 V_{stn} 。作为结果, 电容器 C_{off} 的第二电极的电势变为 V_{stn} , 并且电容器 C_{off} 的第一电极的电势相应地变为 $V_n + V_{off} - V_{ref} + V_{stn}$ 。由于 V_{stn} 被设为足够小的值, 因此比较器 CMP 的反相输入端子的电压 V_{nin} 在时段 T3 的开始处比非反相输入端子的电压 V_{pin} 小。更具体而言, V_{stn} 被设为满足 $V_{nin} - V_{pin} < V_{off}$ 。作为结果, 在时段 T3 的开始, 比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 变为 V_H 。在时段 T3 的开始, 脉冲信号 P_{en} 变为 H, 斜坡信号产生器 170 开始改变要被供给到斜坡信号线 171 上的斜坡信号 V_{ramp} , 并且计数器 180 开始计数计数值 Cnt 并将其供给到计数数据线 181。在本实施例中, 当脉冲信号 P_{en} 变为 H 时, 斜坡信号产生器 170 将从 V_{stn} 开始并且随着时间的经过线性增加的斜坡信号 V_{ramp} 供给到斜坡信号线 171。此外, 当脉冲信号 P_{n1} 变为 H 时, 开关 S_{n1} 被接通。作为结果, 比较器 CMP 的输出端子和锁存电路 $Ln1$ 的 G 端子被连接。

[0032] 当斜坡信号 V_{ramp} 开始增加时, 电容器 C_{off} 的第二电极的电势增加, 并且电容器 C_{off} 的第一电极的电势因此增加。然后, 当比较器 CMP 的反相输入端子的电压 V_{nin} 变得等于 $V_n + V_{off}$ 时, 来自比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 从 V_H 变为 V_L 。作为结果, L 电平信号被供给到锁存电路 $Ln1$ 的 G 端子, 并且此时供给到 D 端子的计数值 Cnt 被存储于锁存电路 $Ln1$ 中并且从 Q 端子被输出。当比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{nin} 变得等于 $V_n + V_{off}$ 时, 比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 反转。出于这种原因, 锁存电路 $Ln1$ 存储与比较器 CMP 的非反相输入端子的电压从 $V_n + V_{off} - V_{ref} + V_{stn}$ 变为 $V_n + V_{off}$ 所需要的时间对应的计数值, 即, 与 $V_{ref} - V_{stn}$ 对应的计数值。存储于锁存电路 $Ln1$ 中的计数值是转换作为模拟信号的噪声信号 V_n 时的数字数据。

[0033] 在时段 T4 的开始, 脉冲信号 P_{tx} 变为 H, 并且传送晶体管 T_{tx} 被接通。然后, 蓄积于光电二极管 PD 上的电荷被传送到浮动扩散 FD。在这种状态下, 放大器晶体管 T_{amp} 作为源跟随器操作, 并且通过在浮动扩散 FD 的复位电平信号上叠加根据蓄积于光电二极管 PD 上的电荷的信号获得的信号被读出到列信号线 113 上。读出信号通过放大器电路 120 被放大, 并且作为像素信号 V_s (第二模拟信号) 被供给到 A/D 转换器 300 的输入端子 IN。出于这种原因, 比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 也变为 V_s 。由于箝位电容器 C_o 保持在时段 T1 期间的像素输出与 V_{cor} 之间的电势差, 因此从放大器电路 120 输出的信号理想地不包含在浮动扩散 FD 复位时产生的任何噪声成分。

[0034] 在时段 T4 与 T5 之间的间隔中, 斜坡信号产生器 170 根据来自定时控制器 195 的脉冲信号(未示出)将要被供给到斜坡信号线 171 的电压变为 V_{sts} 。作为结果, 电容器 C_{off} 的第二电极的电势变为 V_{sts} , 并且电容器 C_{off} 的第一电极的电势相应地变为 $V_n + V_{off} - V_{ref} + V_{sts}$ 。由于 V_{sts} 被设为足够小的值, 因此比较器 CMP 的反相输入端子的电

压 V_{nin} 在时段 T5 的开始比非反相输入端子的电压 V_{pin} 低。更具体而言, V_{sts} 被设为满足 $V_{nin}-V_{pin}<V_{off}$ 。作为结果,在时段 T5 的开始,比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 变为 V_H 。在时段 T5 的开始,脉冲信号 Pen 变为 H,斜坡信号产生器 170 开始改变要被供给到斜坡信号线 171 上的斜坡信号 V_{ramp} ,并且计数器 180 开始计数计数值 Cnt 并将其供给到计数数据线 181。在本实施例中,当脉冲信号 Pen 变为 H 时,斜坡信号产生器 170 将从 V_{sts} 开始并且随着时间的经过线性增加的斜坡信号 V_{ramp} 供给到斜坡信号线 171。此外,当脉冲信号 $Ps1$ 变为 H 时,开关 $Ss1$ 被接通。作为结果,比较器 CMP 的输出端子和锁存电路 $Ls1$ 的 G 端子被连接。

[0035] 当斜坡信号 V_{ramp} 开始增加时,电容器 C_{off} 的第二电极的电势增加,并且电容器 C_{off} 的第一电极的电势相应地增加。然后,当比较器 CMP 的反相输入端子的电压 V_{nin} 变得等于 V_s+V_{off} 时,来自比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 从 V_H 变为 V_L 。作为结果,L 电平信号被供给到锁存电路 $Ls1$ 的 G 端子,并且此时供给到 D 端子的计数值 Cnt 被存储于锁存电路 $Ls1$ 中并且从 Q 端子被输出。当比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{nin} 变得等于 V_s+V_{off} 时,比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 反转。出于这种原因,锁存电路 $Ls1$ 存储与比较器 CMP 的非反相输入端子的电压从 $V_n+V_{off}-V_{ref}+V_{sts}$ 变为 V_s+V_{off} 所需要的时间对应的计数值,即,与 $V_s-V_n+V_{ref}-V_{sts}$ 对应的计数值。存储于锁存电路 $Ls1$ 中的计数值是转换作为模拟信号的像素信号 V_s 时的数字数据。

[0036] 在时段 T5 之后,脉冲信号 mtx (图 4 中未示出)被供给到锁存电路 $Ln2$ 和 $Ls2$ 的 G 端子。然后,锁存电路 $Ln2$ 存储锁存电路 $Ln1$ 的输出并且从输出端子 $OUTn$ 输出它。并且,锁存电路 $Ls2$ 存储锁存电路 $Ls1$ 的输出并且从输出端子 $OUTs$ 输出它。然后,水平扫描电路 150 将从输出端子 $OUTn$ 和 $OUTs$ 输出的数字数据依次读出到数字信号线 191 上。信号处理器 190 计算代表 $V_s-V_n+V_{ref}-V_{sts}$ 的数字数据与代表 $V_{ref}-V_{stn}$ 的数字数据之间的差值。通过该计算,获得代表 $V_s-V_n+V_{stn}-V_{sts}$ 的数字数据。通过设定 $V_{stn}=V_{sts}$,信号处理器 190 可获取与 V_s-V_n 对应的数字数据。作为替代方案,通过调整 V_{stn} 和 V_{sts} ,可给予要由信号处理器 190 获取的数字数据偏移。

[0037] 根据上述的实施例,由于噪声信号 V_n 和比较器 CMP 的偏移电压 V_{off} 的总电压保持于电容器 C_{off} 中以校正偏移电压,因此可以简化电路布置。由于在噪声信号 V_n 的 A/D 转换时段 T3 和像素信号 V_s 的 A/D 转换时段 T5 中不存在偏移电压 V_{off} 的影响,因此不需要考虑与各像素列对应地布置的 A/D 转换器 130 之间的偏移电压的不同。出于这种原因,噪声信号 V_n 和像素信号 V_s 的 A/D 转换时段 T3 和 T5 可被缩短,由此提高固态成像装置 100 的帧速率和 A/D 转换精度。此外,由于也可在噪声信号 V_n 的 A/D 转换时段期间消除噪声信号 V_n 的影响,因此可进一步缩短噪声信号 V_n 的 A/D 转换时段 T3。

[0038] 以下参照图 5 的等效电路图描述作为图 1 所示的 A/D 转换器 130 的另一例子的 A/D 转换器 500 的示意性布置。图 5 中的相同的附图标记表示与图 3 所示的 A/D 转换器 300 共同的部件,并且避免它们的重复的描述。A/D 转换器 500 可包含输入端子 IN、输出端子 $OUTn$ 和 $OUTs$ 、保持电路 510、比较电路 320 和输出电路 330。保持电路 510 采样和保持输入到输入端子 IN 的模拟信号 V_{in} 。比较电路 320 基于保持于保持电路 510 中的模拟信号和从斜坡信号线 171 供给的斜坡信号 V_{ramp} 执行比较,并且输出根据该比较结果的电平的输出信号 V_{out} 。

[0039] 保持电路 510 可包含电容器 C_{sp} 和开关 S_{sp} 。电容器 C_{sp} 可用作将噪声信号 V_n 和像素信号 V_s 采样的采样电容器。开关 S_{sp} 连接输入端子 IN 与比较电路 320。电容器 C_{sp} 的第一电极(图 5 中的上电极)与比较电路 320 连接,并且电容器 C_{sp} 的第二电极(图 5 中的下电极)与斜坡信号线 171 连接。

[0040] 与图 3 所示的 A/D 转换器 300 不同,在 A/D 转换器 500 中,比较电路 320 的比较器 CMP 的非反相输入端子与保持电路 510 连接,并且电容器 C_{off} 的第二电极(图 5 中的下电极)与电压源 V_{cm1} 连接。

[0041] 以下参照图 6 所示的时序图描述具有 A/D 转换器 500 的固态成像装置 100 的操作的例子。图 6 所示的各脉冲信号由定时控制器 195 产生,并且被供给到固态成像装置 100 中的各电路元件。在图 6 中,解释一行的像素 111 的操作,但这同样适用于另一行的像素 111。在图 6 中,附图标记 V_{pin} 表示比较器 CMP 的非反相输入端子的电压; V_{nin} 表示比较器 CMP 的反相输入端子的电压。图 6 的时序图中的时段 $T1 \sim T5$ 与图 4 的时序图中的时段 $T1 \sim T5$ 对应。以下详细描述各时段的操作。

[0042] 在时段 $T1$ 中,与图 4 的时序图中的时段 $T1$ 一样,噪声信号 V_n 被供给到 A/D 转换器 500 的输入端子 IN。连续地供给噪声信号 V_n 直到脉冲信号 P_{tx} 变为 H。在时段 $T1$ 的开始,脉冲信号 P_{sp} 变为 H,并且开关 S_{sp} 被接通。作为结果,输入端子 IN 与比较器 CMP 的非反相输入端子连接,并且非反相端子的电压 V_{pin} 变为 V_n 。并且,电容器 C_{sp} 的第一电极的电势变为 V_n 。由于斜坡信号线 171 的电压在时段 $T1$ 期间为 V_{ref} ,电容器 C_{sp} 的第二电极的电势变为 V_{ref} 。在时段 $T1$ 结束时,脉冲信号 P_{sp} 变为 L 以关断开关 S_{sp} ,并且电容器 C_{sp} 保持 $V_n - V_{ref}$ 作为跨其两个电极的电压。

[0043] 在时段 $T2$ 的开始,脉冲信号 P_{fb} 变为 H,并且开关 S_{fb} 被接通。作为结果,比较器 CMP 的反相输入端子和输出端子被短路,并且比较器 CMP 作为电压跟随器操作。由于比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 为 V_n ,因此输出端子的电压 V_{out} 为 $V_n + V_{off}$,并且反相输入端子的电压 V_{nin} 也为 $V_n + V_{off}$ 。并且,电容器 C_{off} 的第一电极的电势为 $V_n + V_{off}$ 。电容器 C_{off} 的第二电极的电势固定于 V_{cm1} 。在时段 $T2$ 结束时,脉冲信号 P_{fb} 变为 L 以关断开关 S_{fb} ,并且电容器 C_{off} 保持 $V_n + V_{off} - V_{cm1}$ 作为跨其两个电极的电压。比较器 CMP 的反相输入端子的电压 V_{nin} 保持在 $V_n + V_{off}$ 上,直到时段 $T5$ 结束。

[0044] 在时段 $T2$ 与 $T3$ 之间的间隔期间,斜坡信号产生器 170 根据来自定时控制器 195 的脉冲信号(未示出)将要被供给到斜坡信号线 171 的电压变为 V_{stn} 。作为结果,电容器 C_{sp} 的第二电极的电势变为 V_{stn} ,并且电容器 C_{sp} 的第一电极的电势相应地变为 $V_n - V_{ref} + V_{stn}$ 。由于 V_{stn} 被设为足够大的值,因此比较器的反相输入端子的电压 V_{nin} 在时段 $T3$ 的开始比非反相输入端子的电压 V_{pin} 小。更具体而言, V_{stn} 被设为满足 $V_{nin} - V_{pin} < V_{off}$ 。作为结果,在时段 $T3$ 的开始,比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 变为 V_H 。在时段 $T3$ 的开始,脉冲信号 P_{en} 变为 H,斜坡信号产生器 170 开始改变要被供给到斜坡信号线 171 上的斜坡信号 V_{ramp} ,并且计数器 180 开始计数计数值 Cnt 并将其供给到计数数据线 181。在本实施例中,当脉冲信号 P_{en} 变为 H 时,斜坡信号产生器 170 将从 V_{stn} 开始并且随着时间的经过线性减小的斜坡信号 V_{ramp} 供给到斜坡信号线 171。此外,当脉冲信号 P_{n1} 变为 H 时,开关 S_{n1} 也被接通。作为结果,比较器 CMP 的输出端子和锁存电路 $Ln1$ 的 G 端子被连接。

[0045] 当斜坡信号 V_{ramp} 开始减小时,电容器 C_{sp} 的第二电极的电势减小,并且电容器

Csp 的第一电极的电势相应地减小。当比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 变得等于 V_n 时,来自比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 从 V_H 变为 V_L 。作为结果, L 电平信号被供给到锁存电路 Ln1 的 G 端子,并且此时供给到 D 端子的计数值 Cnt 被存储于锁存电路 Ln1 中并且从 Q 端子被输出。当比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 变得等于 V_n 时,比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 反转。出于该原因,锁存电路 Ln1 存储与比较器 CMP 的非反相输入端子的电压从 $V_n - V_{ref} + V_{stn}$ 变为 V_n 所需要的时间对应的计数值,即,与 $V_{ref} - V_{stn}$ 对应的计数值。存储于锁存电路 Ln1 中的计数值是作为模拟信号的噪声信号 V_n 被转换时的数字数据。在时段 T3 结束时,斜坡信号产生器 170 使斜坡信号线 171 的电压返回至 V_{ref} 。

[0046] 在时段 T4 的开始,脉冲信号 P_{tx} 变为 H,并且像素信号 V_s 以与图 4 所示的时序图的描述相同的方式被供给到 A/D 转换器 500 的输入端子 IN。在时段 T4 的中间,脉冲信号 P_{sp} 变为 H,并且开关 S_{sp} 被接通。作为结果,输入端子 IN 和比较器 CMP 的非反相输入端子被连接,并且非反相输入端子的电压 V_{pin} 变为 V_s 。并且,电容器 Csp 的第一电极的电势变为 V_s 。由于斜坡信号线 171 的电压在时段 T4 期间为 V_{ref} ,因此电容器 Csp 的第二电极的电势变为 V_{ref} 。在时段 T4 的中间,脉冲信号 P_{sp} 变为 L 以关断开关 S_{sp} ,并且电容器 Csp 作为跨其两个电极的电压保持 $V_s - V_{ref}$ 。

[0047] 在时段 T4 与 T5 之间的间隔期间,斜坡信号产生器 170 根据来自定时控制器 195 的脉冲信号(未示出)将要被供给到斜坡信号线 171 的电压变为 V_{sts} 。作为结果,电容器 Csp 的第二电极的电势变为 V_{sts} ,并且电容器 Csp 的第一电极的电势相应地变为 $V_s - V_{ref} + V_{sts}$ 。由于 V_{sts} 被设为足够大的值,因此比较器 CMP 的反相输入端子的电压 V_{nin} 在时段 T5 的开始比非反相输入端子的电压 V_{pin} 低。更具体而言, V_{sts} 被设为满足 $V_{nin} - V_{pin} < V_{off}$ 。作为结果,在时段 T5 的开始,比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 变为 V_H 。在时段 T5 的开始,脉冲信号 P_{en} 变为 H,斜坡信号产生器 170 开始改变要被供给到斜坡信号线 171 上的斜坡信号 V_{ramp} ,并且计数器 180 开始计数计数值 Cnt 并将其供给到计数数据线 181。在本实施例中,当脉冲信号 P_{en} 变为 H 时,斜坡信号产生器 170 将从 V_{sts} 开始并且随着时间的经过线性减小的斜坡信号 V_{ramp} 供给到斜坡信号线 171。此外,当脉冲信号 P_{s1} 变为 H 时,开关 S_{s1} 被接通。作为结果,比较器 CMP 的输出端子和锁存电路 Ls1 的 G 端子被连接。

[0048] 当斜坡信号 V_{ramp} 开始减小时,电容器 Csp 的第二电极的电势减小,并且电容器 Csp 的第一电极的电势相应地减小。然后,当比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 变得等于 V_n 时,来自比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 从 V_H 变为 V_L 。作为结果, L 电平信号被供给到锁存电路 Ls1 的 G 端子,并且此时供给到 D 端子的计数值 Cnt 被存储于锁存电路 Ls1 中并且从 Q 端子被输出。当比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 变得等于 V_n 时,比较器 CMP 的输出信号 V_{out} 被反相。出于这种原因,锁存电路 Ls1 存储与比较器 CMP 的非反相输入端子的电压从 $V_s - V_{ref} + V_{sts}$ 变为 V_n 所需要的时间对应的计数值,即,与 $V_n - V_s + V_{ref} - V_{sts}$ 对应的计数值。存储于锁存电路 Ls1 中的计数值是作为模拟信号的像素信号 V_s 被转换时的数字数据。

[0049] 在时段 T5 之后,与图 4 的时序图的描述同样,信号处理器 190 计算代表 $V_n - V_s + V_{ref} - V_{sts}$ 的数字数据与代表 $V_{ref} - V_{stn}$ 的数字数据之间的差值。通过该计算,获得代表 $V_n - V_s + V_{stn} - V_{sts}$ 的数字数据。通过设定 $V_{stn} = V_{sts}$,信号处理器 190 可获取与 $V_s - V_n$ 对应的数字数据。作为替代方案,通过调整 V_{stn} 和 V_{sts} ,可给予要由信号处理器 190 获取

的数字数据偏移。当固态成像装置 100 包含图 5 所示的 A/D 转换器 500 时,可以获得与当固态成像装置 100 包含图 3 所示的 A/D 转换器 300 时获得的效果相同的效果。

[0050] 以下参照图 7 的等效电路图描述作为图 1 所示的 A/D 转换器 130 的又一例子的 A/D 转换器 700 的示意性布置。图 7 中的相同的附图标记表示与图 5 所示的 A/D 转换器 500 共同的部件,并且避免它们的重复的描述。A/D 转换器 700 可包含输入端子 IN、输出端子 OUTn 和 OUTs、保持电路 710、比较电路 320 和输出电路 330。保持电路 710 采样和保持输入到输入端子 IN 的模拟信号 V_{in} 。比较电路 320 基于保持于保持电路 710 中的模拟信号和从斜坡信号线 171 供给的斜坡信号 V_{ramp} 执行比较,并且输出根据该比较结果的电平的输出信号 V_{out} 。比较电路 320 的连接关系与图 5 所示的 A/D 转换器 500 的连接关系相同。

[0051] 与图 5 所示的保持电路 510 不同,保持电路 710 可包含两个电容器,即,电容器 C_n 和 C_s 和用于切换这些电容器 C_n 和 C_s 的连接目的地的一个或多个开关。一个电容器 C_n 的第一电极(图 7 中的上电极)通过开关 S_{np1} 与输入端子 IN 连接并通过开关 S_{nt2} 与比较电路 320 连接。电容器 C_n 的第二电极(图 7 中的下电极)通过开关 S_{np2} 与电压源 V_{cm2} 连接并通过开关 S_{nt1} 与斜坡信号线 171 连接。类似地,另一电容器 C_s 的第一电极(图 7 中的上电极)通过开关 S_{sp1} 与输入端子 IN 连接并通过开关 S_{st2} 与比较电路 320 连接。电容器 C_s 的第二电极(图 7 中的下电极)通过开关 S_{sp2} 与电压源 V_{cm2} 连接并通过开关 S_{st1} 与斜坡信号线 171 连接。要从电压源 V_{cm2} 供给的电压可以等于或者不等于 V_{ref} 或 V_{cm1} 。

[0052] 以下参照图 8 所示的时序图描述具有 A/D 转换器 700 的固态成像装置 100 的操作的例子。图 8 所示的各脉冲信号由定时控制器 195 产生,并且被供给到固态成像装置 100 中的各电路元件。图 8 解释从中连续读出数据的第 n 行的像素 111 (第一像素)和第 $(n+1)$ 行的像素 111 (第二像素)的操作。第 n 行的像素 111 的数字数据在时段 T 期间被读出到信号处理器 190,并且第 $(n+1)$ 行的像素 111 的数字数据在时段 T' 期间被读出到信号处理器 190。由于时段 T 和 T' 中的操作相同,因此只示出时段 T' 的前半部分。由于时段 T 和 T' 相互部分重叠,因此可以缩短 A/D 转换所需要的时间。在图 8 中,附图标记 V_{pin} 表示比较器 CMP 的非反相输入端子的电压; V_{nin} 表示比较器 CMP 的反相输入端子的电压。图 8 的时序图中的时段 $T1 \sim T5$ 与图 6 的时序图中的时段 $T1 \sim T5$ 对应。以下详细描述各时段的操作。由于第 $(n+1)$ 行的像素 111 的时段 $T1' \sim T3'$ 与第 n 行的像素的时段 $T1 \sim T3$ 相同,因此不重复其描述。

[0053] 在时段 $T1$ 中,与图 6 所示的时序图同样,噪声信号 V_n 被输入到 A/D 转换器 700 的输入端子 IN。并且,在时段 $T1$ 的开始,脉冲信号 P_{np1} 和 P_{np2} 变为 H,并且开关 S_{np1} 和 S_{np2} 被接通。作为结果,输入端子 IN 和电压源 V_{cm2} 通过电容器 C_n 被连接,并且电容器 C_n 保持 V_{cm2} 与噪声信号 V_n 之间的差值。更具体而言,电容器 C_n 的第一电极的电势变得等于 V_n ,并且电容器 C_n 的第二电极的电势变得等于 V_{cm2} 。在时段 $T1$ 结束之后,脉冲信号 P_{np1} 和 P_{np2} 变为 L,并且开关 S_{np1} 和 S_{np2} 被关断。

[0054] 在时段 $T2$ 的开始,脉冲信号 P_{fb} 和 P_{nt2} 变为 H,并且开关 S_{fb} 和 P_{nt2} 被接通。作为结果,电容器 C_n 的第一电极与比较器的非反相输入端子连接。并且,比较器 CMP 的反相输入端子和输出端子被短路,并且比较器 CMP 作为电压跟随器操作。由于比较器 CMP 的非反相输入端子的电压 V_{pin} 为 V_n ,因此输出端子的电压 V_{out} 变为 $V_n + V_{off}$,并且反相输入端子的电压 V_{nin} 也变为 $V_n + V_{off}$ 。电容器 C_{off} 的第一电极的电势变为 $V_n + V_{off}$ 。电容器 C_{off}

的第二电极的电势被固定于 V_{cm1} 。在时段 T2 的结束, 脉冲信号 Pfb 变为 L 以关断开关 Sfb, 并且电容器 Coff 保持 $V_n + V_{off} - V_{cm1}$ 作为跨其两个电极的电压。比较器 CMP 的反相输入端子的电压 V_{nin} 保持在 $V_n + V_{off}$ 直到时段 T5 结束。

[0055] 接着, 在时段 T3 期间, 噪声信号 V_n 被 A/D 转换。在时段 T3 期间, 脉冲信号 Pnt1 和 Pnt2 变为 H, 并且开关 Snt1 和 Snt2 被接通。作为结果, 比较器 CMP 的非反相输入端子与斜坡信号线 171 通过电容器 Cn 被连接。以与图 6 的时序图相同的方式, 噪声信号 V_n 被 A/D 转换。

[0056] 接着, 在时段 T4 的开始, 脉冲信号 Ptx 变为 H, 并且与图 6 的时序图同样, 像素信号 V_s 被供给到 A/D 转换器 700 的输入端子 IN。然后, 在时段 T4 的中间, 脉冲信号 Psp1 和 Psp2 变为 H, 并且开关 Ssp1 和 Ssp2 被接通。作为结果, 输入端子 IN 和电压源 V_{cm2} 通过电容器 Cs 被连接, 并且电容器 Cs 保持 V_{cm2} 与像素信号 V_s 之间的差值。更具体而言, 电容器 Cs 的第一电极的电势变得等于像素信号 V_s , 并且电容器 Cs 的第二电极的电势变得等于 V_{cm2} 。在时段 T4 结束之后, 脉冲信号 Psp1 和 Psp2 变为 L, 并且开关 Ssp1 和 Ssp2 被关断。

[0057] 接着, 在时段 T5 期间, 像素信号 V_s 被 A/D 转换。在时段 T5 期间, 脉冲信号 Pst1 和 Pst2 变为 H, 并且开关 Pst1 和 Pst2 被接通。作为结果, 比较器 CMP 的非反相输入端子和斜坡信号线 171 通过电容器 Cs 被连接, 并且像素信号被与图 6 所示的时序图同样地 A/D 转换。

[0058] 当固态成像装置 100 具有图 7 所示的 A/D 转换器 700 时, 可以获得与当固态成像装置 100 具有图 3 所示的 A/D 转换器 300 时获得的效果相同的效果。如图 8 的时序图所示, 在本实施例中, 第 n 行的像素 111 的像素信号 V_s 的 A/D 转换时段 T5 与第 (n+1) 行的像素 111 的噪声信号 V_n' 的保持时段 T1' 重叠。因此, 固态成像装置 100 的像素 111 所需要的整体 A/D 转换时段可被缩短。并且, 通过控制 A/D 转换器 700 以不同时连接电容器 Cn 和 Cs 到共同的电路配置, 可以减少通过共同阻抗的串扰。由于 V_{cm2} 被供给到电容器 Cs 而斜坡信号 V_{ramp} 被供给到电容器 Cn, 因此可以减少由于电容耦合导致的串扰。因此, 具有 A/D 转换器 700 的固态成像装置 100 可获得可以消除行间串扰的高帧率下的成像操作。

[0059] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明, 但应理解, 本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的变更方式和等同的结构和功能。

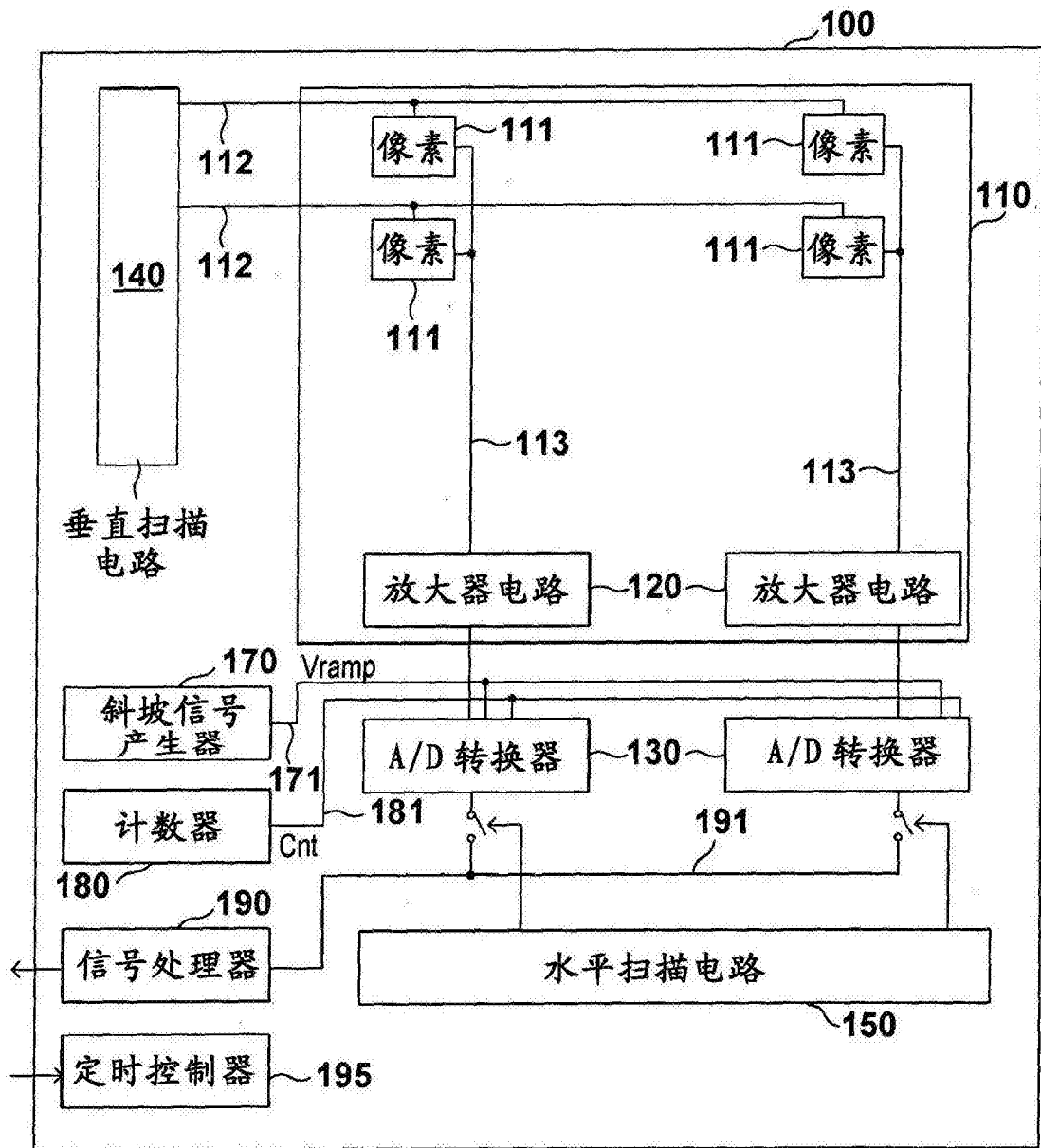


图 1

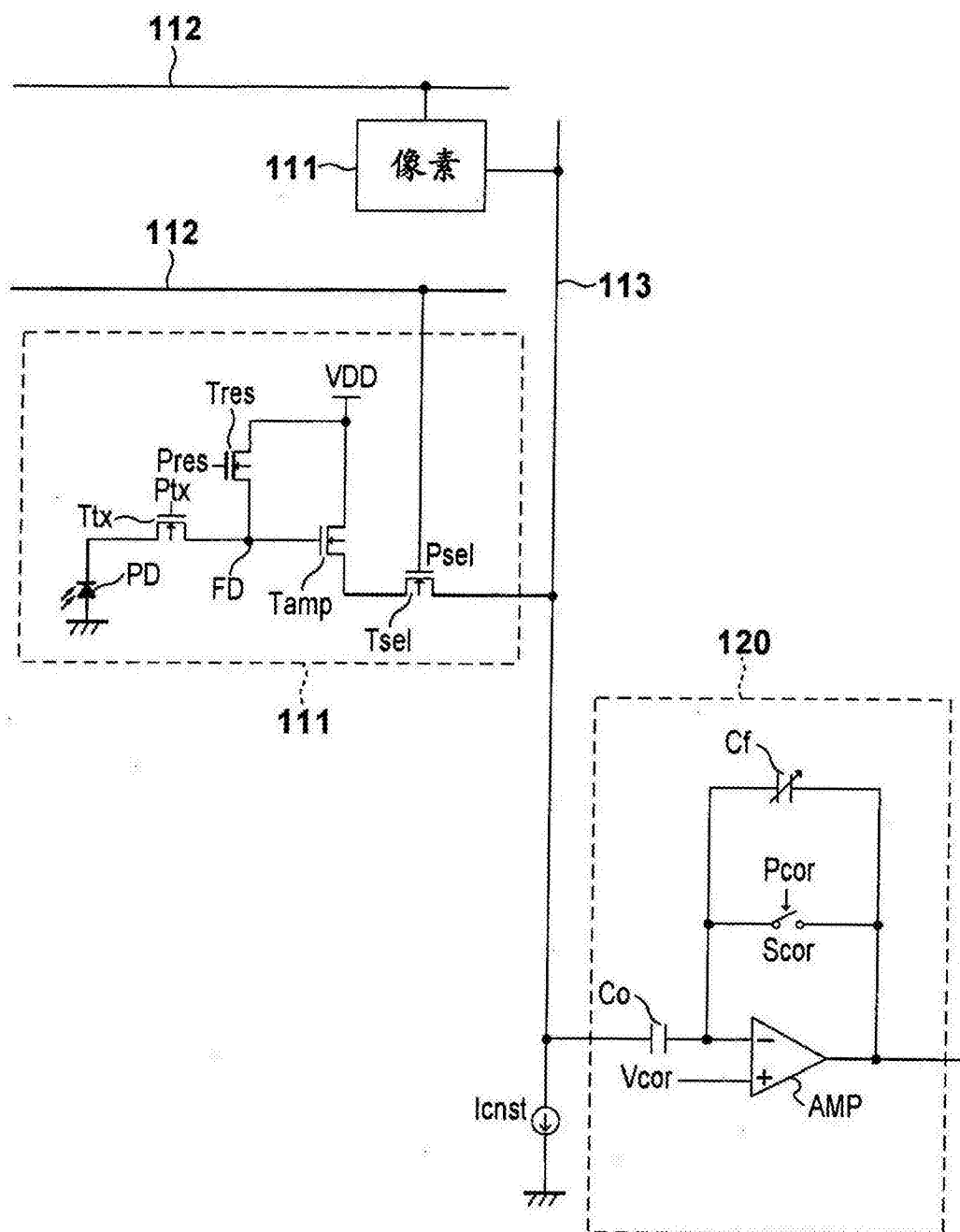


图 2

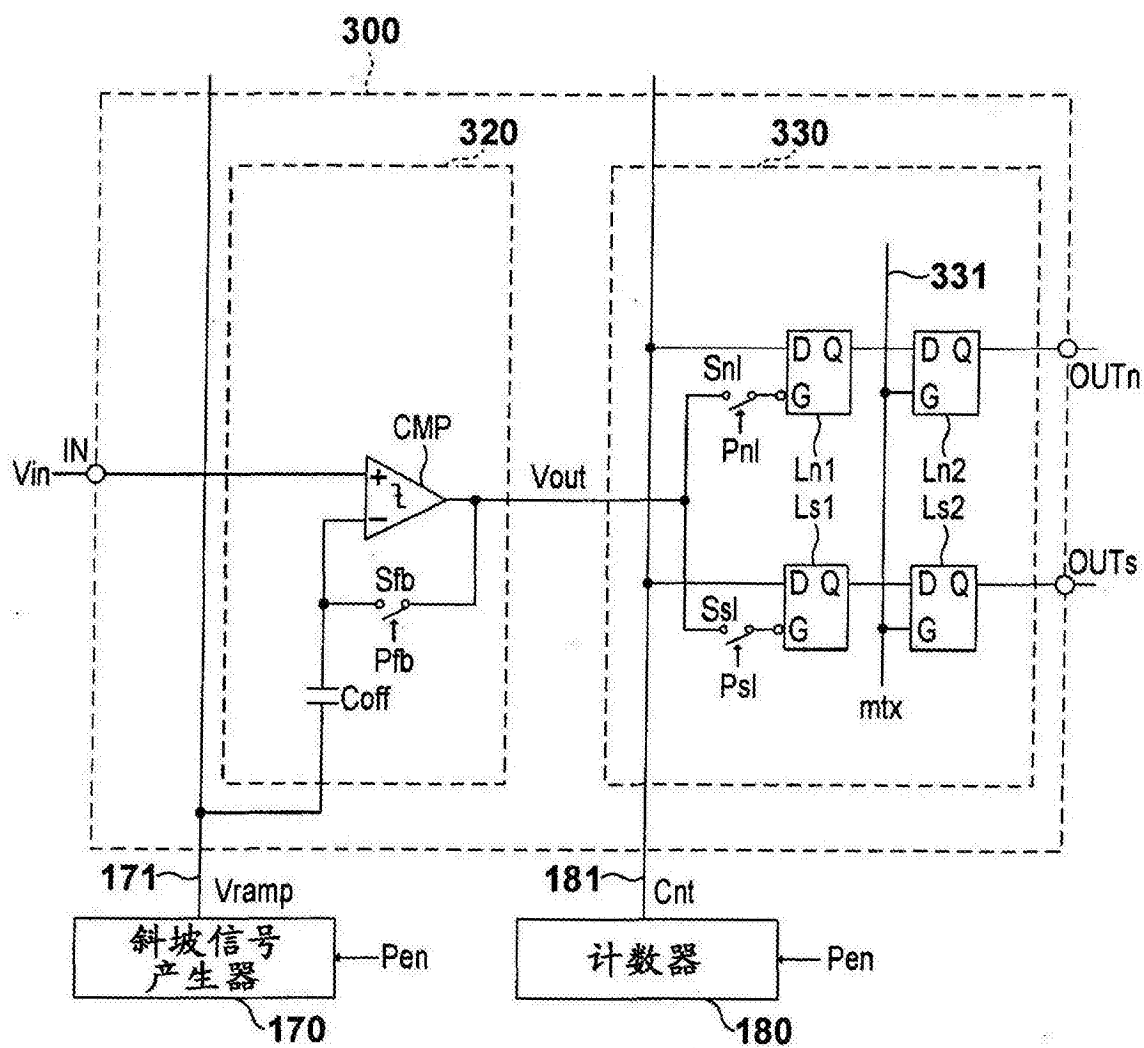


图 3

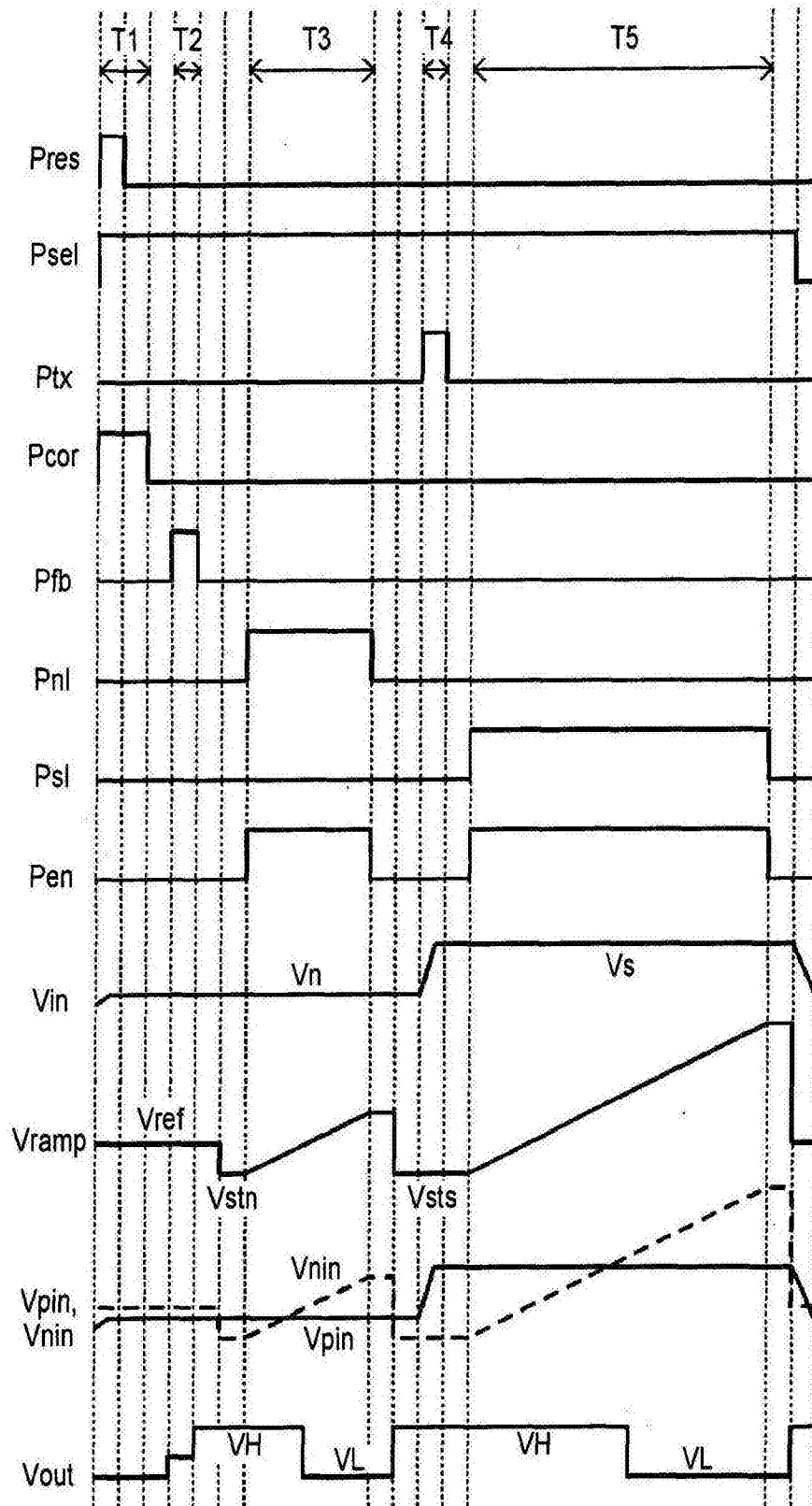


图 4

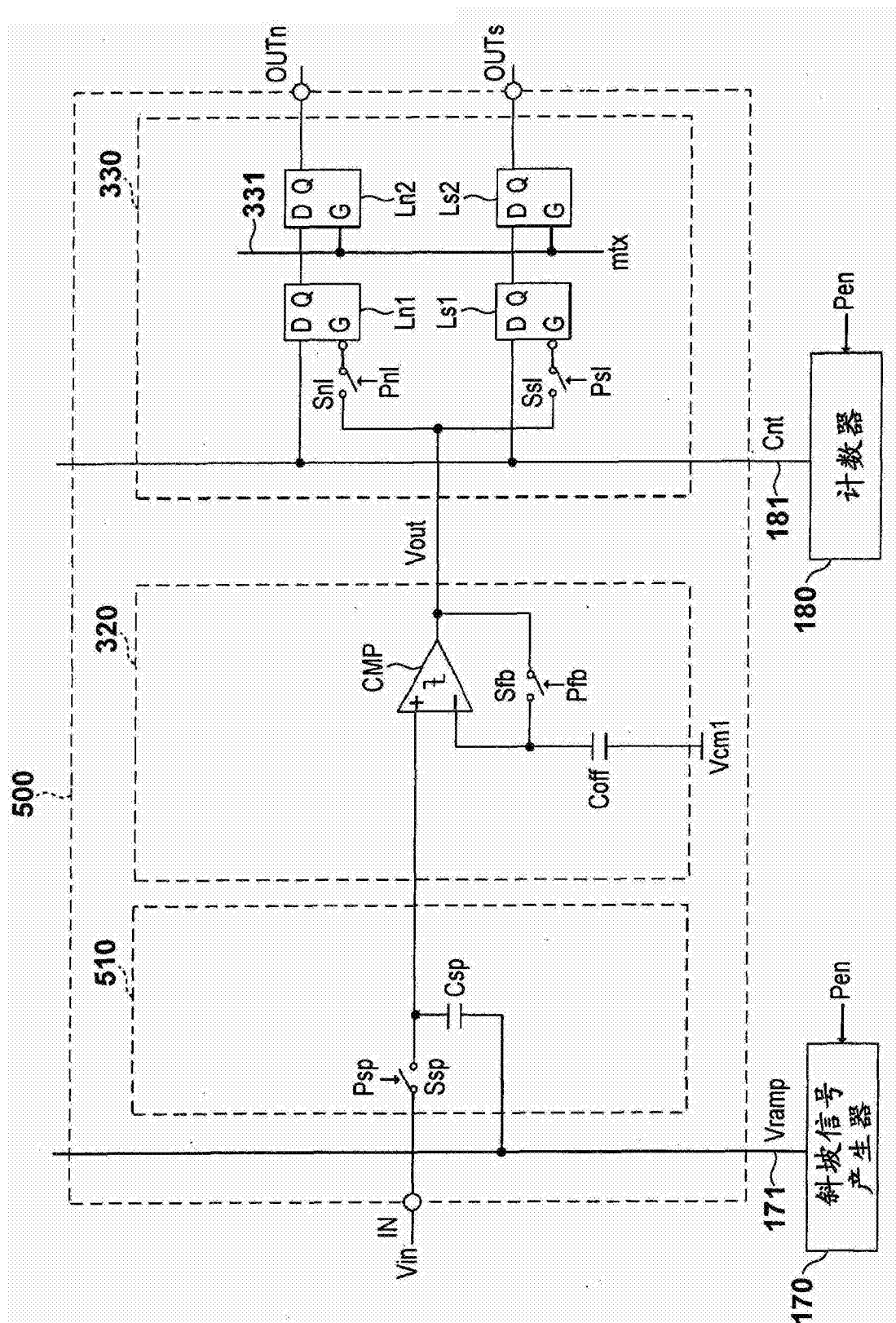


图 5

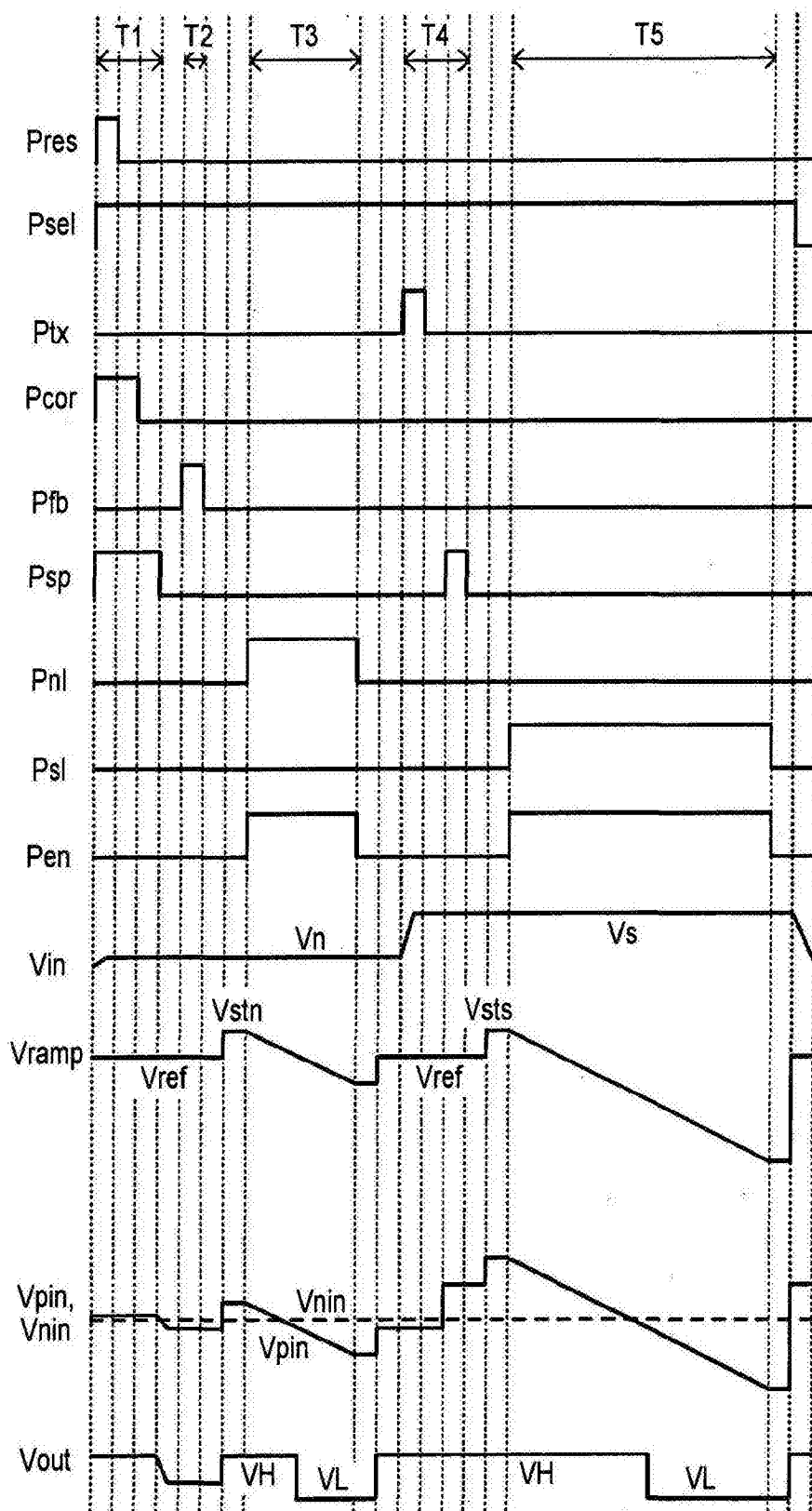


图 6

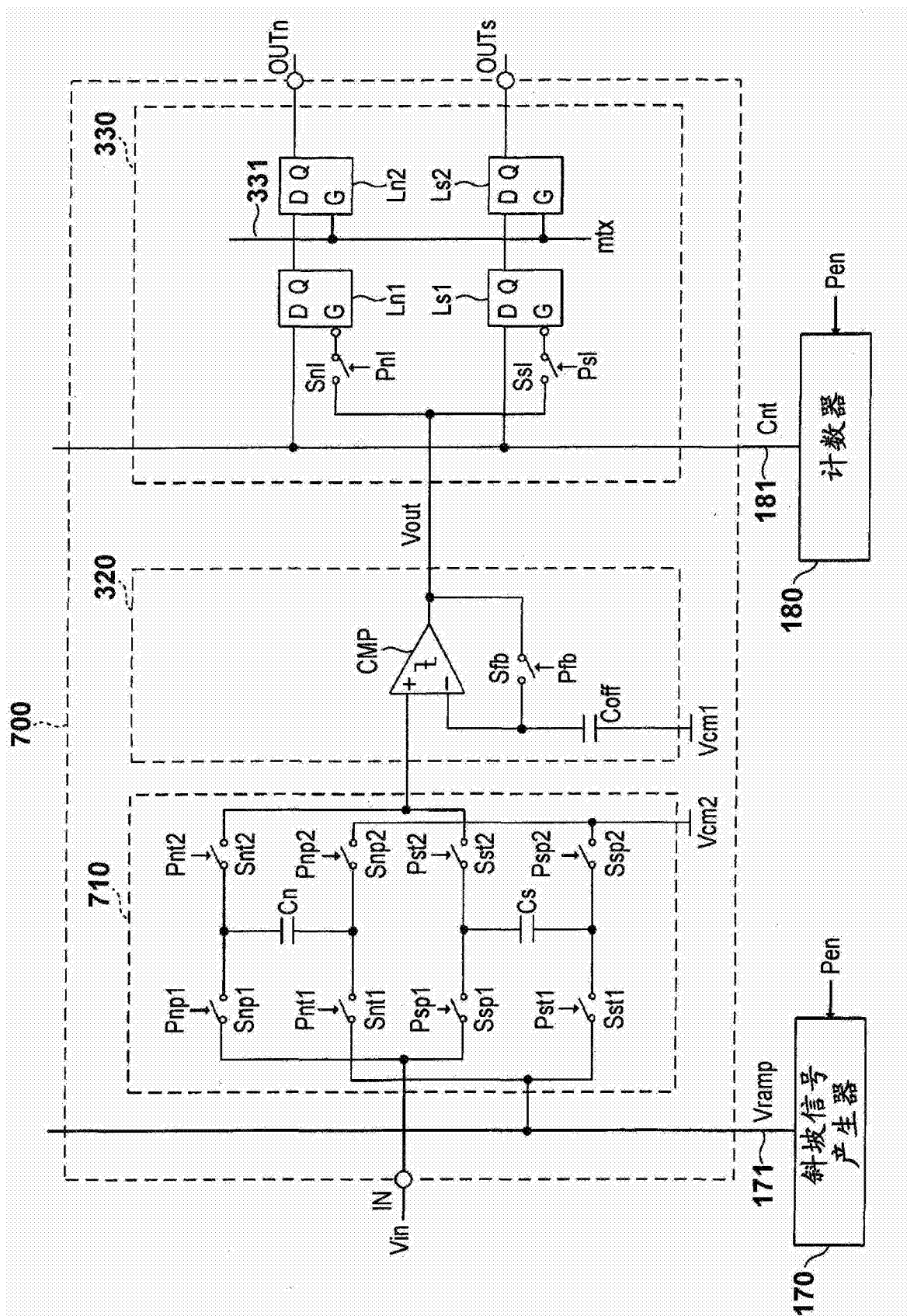


图 7

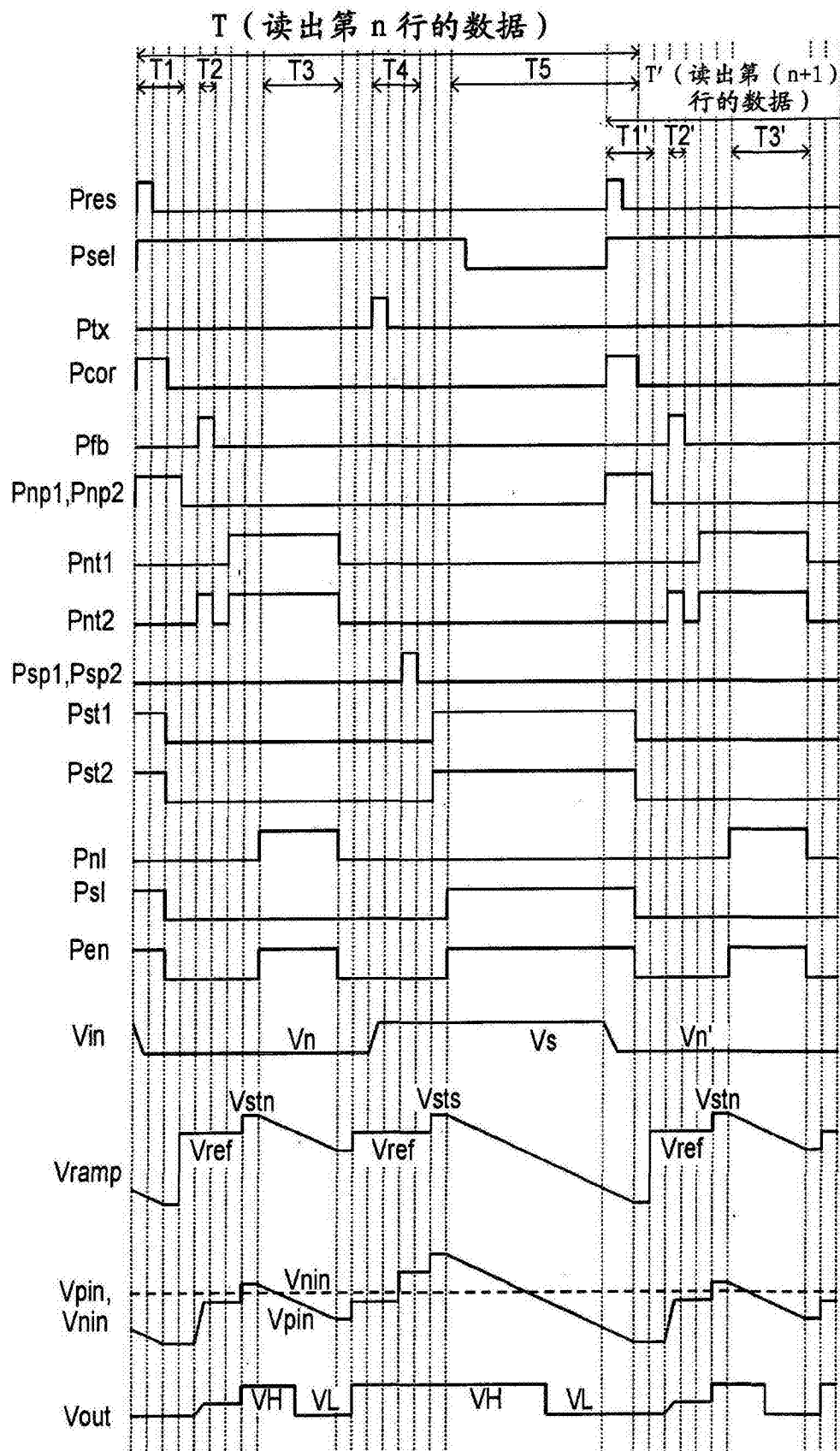


图 8