



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106059288 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201510555222.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.09.01

H02M 3/07(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106059288 A

(56)对比文件

JP 特开平10-312695 A,1998.11.24,

JP 特开2000-331489 A,2000.11.30,

US 2002/0033725 A1,2002.03.21,

CN 102801304 A,2012.11.28,

US 2008/0191786 A1,2008.08.14,

CN 103094285 A,2013.05.08,

(43)申请公布日 2016.10.26

(30)优先权数据

62/141,282 2015.04.01 US

(73)专利权人 力旺电子股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

审查员 姜婷婷

(72)发明人 何信良

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 王珊珊

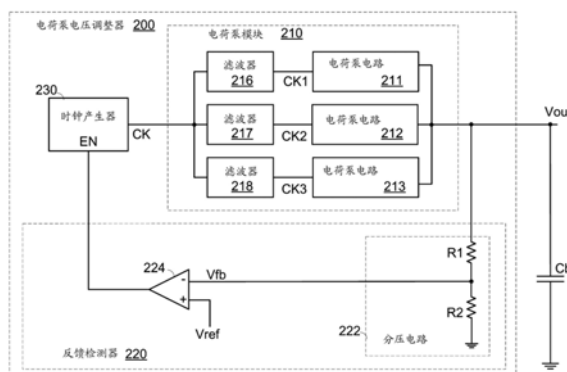
权利要求书2页 说明书7页 附图15页

(54)发明名称

电荷泵电压调整器与相关控制方法

(57)摘要

电荷泵电压调整器与相关控制方法。该电荷泵电压调整器至少具有一第一电荷泵电路与一第二电荷泵电路。在一致能区间,提供一第一时钟信号至一第一电荷泵电路,使得该第一电荷泵电路产生一输出电压至该电荷泵电压调整器的一输出端;以及在该致能区间,提供一第二时钟信号至一第二电荷泵电路,使得该第二电荷泵电路产生该输出电压至该输出端;其中,在该致能区间的一第一时间区间,该第一时钟信号具有一第一频率,该第二时钟信号维持在一固定电平;以及,在该致能区间的一第二时间区间,该第一时钟信号与该第二时钟信号具有一第二频率。



1. 一种电荷泵电压调整器,包括:

电荷泵模块,具有时钟输入端接收来源时钟并在输出端产生输出信号;

反馈检测器,连接至该输出端并接收该输出信号,并产生致能信号;以及

时钟产生器,接收该致能信号,并根据该致能信号产生固定电平的该来源时钟或者高电平与一低电平之间变化的该来源时钟;

其中,该电荷泵模块包括:第一滤波器,接收该时钟输入端上的该来源时钟并产生第一过滤时钟;第一电荷泵电路,接收该第一过滤时钟并据以在该输出端上产生该输出信号;第二滤波器,接收该时钟输入端上的该来源时钟并产生第二过滤时钟;以及,第二电荷泵电路,接收该第二过滤时钟并据以在该输出端上产生该输出信号;

其中,当时钟产生器产生该高电平与该低电平之间变化的该来源时钟时,该来源时钟于第一时间区间具有第一频率,该来源时钟于第二时间区间具有第二频率,且该第一频率异于该第二频率;

其中,在该第一时间区间时,该第一过滤时钟具有该第一频率且该第二过滤时钟为该固定电平;在该第二时间区间时,该第一过滤时钟与该第二过滤时钟皆具有该第二频率;并且该第一时间区间先于该第二时间区间;

其中,当该第一频率大于该第二频率时,该第一滤波器与该第二滤波器为低通滤波器,且该第一滤波器的带宽大于该第二滤波器的带宽;以及

其中,当该第一频率小于该第二频率时,该第一滤波器与该第二滤波器为高通滤波器,且该第一滤波器的带宽大于该第二滤波器的带宽。

2. 如权利要求1所述的电荷泵电压调整器,其中该反馈检测器包括:

分压电路,接收该输出信号并产生反馈信号;以及

比较器,具有第一输入端接收该反馈信号,具有第二输入端接收参考电压,以及具有输出端产生该致能信号至该时钟产生器。

3. 如权利要求2所述的电荷泵电压调整器,其中该分压电路包括第一电阻与第二电阻串接于该电荷泵模块的该输出端与接地电压之间,且当该第一电阻与该第二电阻的比例为比例值时,该输出信号约为1加上该比例值的结果乘上该参考电压。

4. 一种电荷泵电压调整器,包括:

电荷泵模块,具有至少二时钟输入端接收第一来源时钟与第二来源时钟,并在输出端产生输出信号,其中,该电荷泵模块至少包括:第一电荷泵电路,接收该第一来源时钟并据以在该输出端上产生该输出信号,以及第二电荷泵电路,接收该第二来源时钟并据以在该输出端上产生该输出信号;

反馈检测器,连接至该输出端并接收该输出信号,并产生致能信号;以及

时钟产生器,接收该致能信号,并在致能区间产生该第一来源时钟与该第二来源时钟;

其中,在该致能区间时,该时钟产生器在第一时间区间产生的该第一来源时钟具有第一频率且产生的该第二来源时钟维持在一固定电平;以及在该致能区间时,该时钟产生器在第二时间区间产生的该第一来源时钟具有该第一频率且产生的该第二来源时钟具有第二频率,且该第一频率异于该第二频率。

5. 如权利要求4所述的电荷泵电压调整器,其中该时钟产生器至少包括第一环振荡器与第二环振荡器;其中该第一环振荡器在该第一时间区间与该第二时间区间产生该第一频

率的该第一来源时钟;以及,该第二环振荡器在该第二时间区间产生该第二频率的该第二来源时钟。

6. 如权利要求5所述的电荷泵电压调整器,其中该反馈检测器包括:

分压电路,接收该输出信号并产生反馈信号;以及

比较器,具有第一输入端接收该反馈信号,具有第二输入端接收参考电压,以及具有输出端产生该致能信号至该时钟产生器。

7. 如权利要求6所述的电荷泵电压调整器,其中该分压电路包括第一电阻与第二电阻串接在该电荷泵模块的该输出端与接地电压之间,且当该第一电阻与该第二电阻的比例为比例值时,该输出信号约为1加上该比例值的结果乘上该参考电压。

8. 一种控制电荷泵电压调整器的方法,该电荷泵电压调整器中至少包括第一电荷泵电路与第二电荷泵电路,该方法包括下列步骤:

在致能区间,提供第一时钟信号至该第一电荷泵电路,使得该第一电荷泵电路产生输出电压至该电荷泵电压调整器的输出端;以及

在该致能区间,提供第二时钟信号至该第二电荷泵电路,使得该第二电荷泵电路产生该输出电压至该电荷泵电压调整器的该输出端;

其中,在该致能区间的第一时间区间,该第一时钟信号具有第一频率,且该第二时钟信号维持在固定电平;在该致能区间的第二时间区间,该第一时钟信号具有该第一频率且该第二时钟信号具有第二频率,且该第一频率异于该第二频率;以及,该第一时间区间先于该第二时间区间。

9. 如权利要求8所述的控制电荷泵电压调整器的方法,其中在禁能区间,该第一时钟信号与该第二时钟信号维持在该固定电平。

10. 如权利要求8所述的控制电荷泵电压调整器的方法,还包括下列步骤:

接收来源时钟,且该来源时钟在该第一时间区间具有该第一频率,该来源时钟在第二时间区间具有该第二频率;

将该来源时钟输入第一滤波器,用以产生该第一时钟信号;以及

将该来源时钟输入第二滤波器,用以产生该第二时钟信号。

11. 如权利要求8所述的控制电荷泵电压调整器的方法,还包括下列步骤:

利用第一环振荡器在该第一时间区间与该第二时间区间产生该第一频率的该第一时钟信号;以及

利用第二环振荡器在该第一时间区间产生维持在该固定电平的该第二时钟信号以及在该第二时间区间产生该第二频率的该第二时钟信号。

## 电荷泵电压调整器与相关控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电压调整器 (voltage regulator), 且特别涉及一种电荷泵电压调整器 (charge pump regulator) 与相关控制方法。

### 背景技术

[0002] 请参照图1, 其所绘示为已知电荷泵电压调整器。电荷泵电压调整器100包括: 电荷泵电路110、反馈检测器 (feedback detector) 120与时钟产生器 (clock generator) 130。其中, 电荷泵电压调整器100可产生输出信号Vout至稳压电容器 (bulk capacitor) Cb。

[0003] 电荷泵电路110接收一来源时钟 (source clock, CK) 并产生一输出信号Vout。当来源时钟CK维持在固定的电平没有变化时, 输出信号Vout会逐渐下降; 反之, 当来源时钟CK持续在高低电平变化时, 根据来源时钟CK的信号边沿 (signal edge), 例如上升沿 (rising edge) 或下降沿 (falling edge), 即可使输出信号Vout逐渐上升。

[0004] 反馈检测器120包括由电阻R1与电阻R2所组成的分压电路 (voltage dividing circuit) 122与比较器 (comparator) 124。分压电路122接收输出信号Vout, 并产生反馈信号Vfb; 比较器124的负输入端接收反馈信号Vfb, 正输入端接收参考电压Vref, 输出端产生致能信号EN。基本上, 由分压电路122可知,  $Vfb = (R2 \times Vout) / (R1 + R2)$ 。因此, 输出信号Vout上升时, 反馈信号Vfb也会上升; 输出信号Vout下降时, 反馈信号Vfb也会下降。

[0005] 再者, 时钟产生器130接收致能信号EN, 并根据致能信号EN产生来源时钟CK。因此, 当反馈信号Vfb大于参考电压Vref时, 致能信号EN为低电平用以禁能 (disable) 时钟产生器130, 使得来源时钟CK维持在固定的电平, 造成输出电压Vout逐渐下降。反之, 当反馈信号Vfb小于参考电压Vref时, 致能信号EN为高电平用以致能 (enable) 时钟产生器130, 使得来源时钟CK在高低电平之间变化, 且来源时钟CK的信号边沿将使得输出电压Vout逐渐上升。

[0006] 再者, 当电荷泵电压调整器100到达稳态时, 输出信号Vout会维持在一目标电压 (target voltage) 附近上下变化并形成纹波 (ripple), 而此目标电压为  $Vref \times (1 + R1/R2)$ 。

### 发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于提出一种全新架构的电荷泵电压调整器及其相关控制方法, 利用多个电荷泵电路在不同时间点根据接收到的过滤时钟来动作, 用以有效地降低输出信号Vout的纹波 (ripple)。

[0008] 本发明涉及一种电荷泵电压调整器, 包括: 一电荷泵模块, 具有一时钟输入端接收一来源时钟并在一输出端产生一输出信号; 一反馈检测器, 连接至该输出端并接收该输出信号, 并产生一致能信号; 以及一时钟产生器, 接收该致能信号, 并根据该致能信号产生一固定电平的该来源时钟或者一高电平与一低电平之间变化的该来源时钟; 其中, 该电荷泵模块至少包括: 一第一滤波器, 接收该时钟输入端上的该来源时钟并产生一第一过滤时钟; 一第一电荷泵电路, 接收该第一过滤时钟并据以在该输出端上产生该输出信号; 一第二滤波器, 接收该时钟输入端上的该来源时钟并产生一第二过滤时钟; 以及, 一第二电荷泵电

路,接收该第二过滤时钟并据以在该输出端上产生该输出信号;以及,当时钟产生器产生该高电平与该低电平之间变化的该来源时钟时,该来源时钟于一第一时间区间具有一第一频率,该来源时钟于一第二时间区间具有一第二频率,且该第一频率异于该第二频率。

[0009] 本发明涉及一种电荷泵电压调整器,包括:一电荷泵模块,具有至少二时钟输入端接收一第一来源时钟与一第二来源时钟,并在一输出端产生一输出信号,其中,该电荷泵模块至少包括:一第一电荷泵电路,接收该第一来源时钟并据以在该输出端上产生该输出信号,以及一第二电荷泵电路,接收该第二来源时钟并据以在该输出端上产生该输出信号;一反馈检测器,连接至该输出端并接收该输出信号,并产生一致能信号;以及一时钟产生器,接收该致能信号,并于一致能区间产生该第一来源时钟与该第二来源时钟;其中,在该致能区间时,该时钟产生器于一第一时间区间产生的该第一来源时钟具有一第一频率且产生的该第二来源时钟维持在一固定电平;以及在该致能区间时,该时钟产生器于一第二时间区间产生的该第一来源时钟具有该第一频率且产生的该第二来源时钟具有一第二频率,且该第一频率异于该第二频率。

[0010] 本发明涉及一种控制电荷泵电压调整器的方法,该电荷泵电压调整器中至少包括一第一电荷泵电路与一第二电荷泵电路,该方法包括下列步骤:在一致能区间,提供一第一时钟信号至该第一电荷泵电路,使得该第一电荷泵电路产生一输出电压至该电荷泵电压调整器的一输出端;以及在该致能区间,提供一第二时钟信号至该第二电荷泵电路,使得该第二电荷泵电路产生该输出电压至该电荷泵电压调整器的该输出端;其中,在该致能区间的一第一时间区间,该第一时钟信号具有一第一频率,该第二时钟信号维持在一固定电平;以及,在该致能区间的一第二时间区间,该第一时钟信号与该第二时钟信号具有一第二频率,且该第一频率异于该第二频率;或者,在该致能区间的该第一时间区间,该第一时钟信号具有该第一频率,且该第二时钟信号维持在该固定电平;以及,在该致能区间的该第二时间区间,该第一时钟信号具有该第一频率且该第二时钟信号具有该第二频率,且该第一频率异于该第二频率。

[0011] 为了对本发明的上述及其他方面有更佳的了解,下文特举优选实施例,并配合附图,作详细说明如下:

## 附图说明

[0012] 图1所绘示为已知电荷泵电压调整器。

[0013] 图2所绘示为本发明电荷泵电压调整器的第一实施例。

[0014] 请参照图3A至图3C所绘示为时钟产生器及其来源时钟CK示意图。

[0015] 图4A至图4C所绘示为本发明第一实施例中的电荷泵模块及其相关信号示意图。

[0016] 图5A至图5C所绘示为本发明第一实施例中的另一电荷泵模块及其相关信号示意图。

[0017] 图6所绘示为本发明电荷泵电压调整器的第二实施例。

[0018] 图7A与图7B所绘示为时钟产生器及其来源时钟CK示意图。

[0019] 图8所示为第二实施例的电荷泵电压调整器的相关信号示意图。

[0020] **【符号说明】**

[0021] 100、200、600:电荷泵电压调整器

- [0022] 210:电荷泵模块
- [0023] 110、211、212、213、611、612、613:电荷泵电路
- [0024] 216、217、218:滤波器
- [0025] 120、220、620:反馈检测器
- [0026] 122、222、622:分压电路
- [0027] 124、224、624:比较器
- [0028] 130、230、630:时钟产生器
- [0029] 235、640:控制电路
- [0030] 231~233、631~639:反相电路
- [0031] 642、644、646:环振荡器

### 具体实施方式

[0032] 请参照图2,其所绘示为本发明电荷泵电压调整器的第一实施例。电荷泵电压调整器200包括:电荷泵模块(charge pump module)210、反馈检测器220与时钟产生器230。其中,电荷泵电压调整器200可产生输出信号Vout至稳压电容器Cb。

[0033] 电荷泵模块210接收一来源时钟CK并产生一输出信号Vout。当来源时钟CK维持在固定的电平没有变化时,输出信号Vout会逐渐下降;反之,当来源时钟CK持续在高低电平变化时,根据来源时钟CK的信号边沿,例如上升沿或下降沿,即可使输出信号Vout逐渐上升。

[0034] 反馈检测器220包括由电阻R1与电阻R2所组成的分压电路222与比较器224。分压电路222接收输出信号Vout,并产生反馈信号Vfb;比较器224的负输入端接收反馈信号Vfb,正输入端接收参考电压Vref,输出端产生致能信号EN。基本上,由分压电路222可知, $Vfb = (R2 \times Vout) / (R1 + R2)$ 。因此,输出信号Vout上升时,反馈信号Vfb也会上升;输出信号Vout下降时,反馈信号Vfb也会下降。

[0035] 再者,时钟产生器230接收致能信号EN,并根据致能信号EN产生来源时钟CK。因此,当反馈信号Vfb大于参考电压Vref时,致能信号EN为低电平用以禁能时钟产生器230,使得来源时钟CK维持在固定的电平,造成输出电压Vout逐渐下降。反之,当反馈信号Vfb小于参考电压Vref时,致能信号EN为高电平用以致能时钟产生器230,使得来源时钟CK在高低电平之间变化,且来源时钟CK的信号边沿将使得输出电压Vout逐渐上升。

[0036] 因此,当电荷泵电压调整器200到达稳态时,输出信号Vout会维持在一目标电压Vtarget附近上下变化并形成纹波,而此目标电压为 $Vref \times (1 + R1/R2)$ 。

[0037] 根据本发明的第一实施例,时钟产生器230产生的来源时钟CK,其频率会随着时间变化(frequency varies with time)。请参照图3A至图3C,其所绘示为时钟产生器及其来源时钟CK示意图。

[0038] 时钟产生器230为一环振荡器(ring oscillator)。其中,反相电路231、232、233中具有多个并联的非门(NOT gate),并且控制信号Ctrl可控制每个反相电路231、232、233中运作的非门数目。基本上,当非门运作的数目越多,反相电路231、232、233的驱动能力(driving strength)越强(strong),来源时钟CK的频率越高;反之,当非门运作的数目越少,反相电路231、232、233的驱动能力弱(weak),来源时钟CK的频率越低。

[0039] 当时钟产生器230接收到低电平的致能信号EN时,为禁能区间(disabled

period)。此时,开关SW打开(open),使得环振荡器无法形成回路(loop),而来源时钟CK维持在固定电平。

[0040] 反之,当时钟产生器230接收到高电平的致能信号EN时,为致能区间(enabled period)。此时,开关SW关闭(close),使得环振荡器形成回路,而来源时钟CK开始在高低电平之间变化。

[0041] 再者,当控制电路235接收低电平的致能信号EN时,不动作。当控制电路235接收高电平的致能信号EN时,会利用控制信号Ctrl改变反相电路231、232、233中运作的非门数目。基本上,在控制电路235中,可以设定控制信号Ctrl在特定的时间点来改变反相电路231、232、233中运作的非门数目。

[0042] 举例来说,如图3B所示,在设定的时间点t1至t2区间,利用控制信号Ctrl让最多数目的非门运作,使得t1至t2区间的来源时钟CK具有最高的频率f1。在设定的时间点t2至t3区间,利用控制信号Ctrl让少数目的非门运作,使得t2至t3区间的来源时钟CK具有较低的频率f2。在设定的时间点t3至t4区间,利用控制信号Ctrl让最少数目的非门运作,使得t3至t4区间的来源时钟CK具有最低的频率f3。换句话说,控制电路235在设定的时间点逐渐减少反相电路231、232、233中运作的非门数目,可使得来源时钟CK的频率逐渐降低。

[0043] 再者,如图3C所示,在设定的时间点ta至tb区间,利用控制信号Ctrl让最少数目的非门运作,使得ta至tb区间的来源时钟CK具有最低的频率fa。在设定的时间点tb至tc区间,利用控制信号Ctrl让多数目的非门运作,使得tb至tc区间的来源时钟CK具有较高的频率fb。在设定的时间点tc至td区间,利用控制信号Ctrl让最多数目的非门运作,使得tc至td区间的来源时钟CK具有最高的频率fc。换句话说,控制电路235在设定的时间点逐渐增加反相电路231、232、233中运作的非门数目,可使得来源时钟CK的频率逐渐升高。

[0044] 再者,本发明的时钟产生器230并不限于上述环振荡器,其他具备类似功能的时钟产生器也可以运用于本发明。再者,上述架构的时钟产生器230也可以利用控制电路235来改变电阻r或者电容c的数值,进而使得来源时钟CK的频率对应地改变。

[0045] 请参照图4A至图4C,其所绘示为本发明第一实施例中的电荷泵模块及其相关信号示意图。电荷泵模块210包括多个滤波器与多个电荷泵电路。基本上,第一实施例中以时钟产生器230产生具有三个变换频率的来源时钟CK并搭配电荷泵模块210中的三个滤波器216、217、218以及三个电荷泵电路211、212、213为例来进行说明。实际上,本发明并不限于此,只要时钟产生器230产生具有N个变换频率的来源时钟并搭配电荷泵模块210中的N个滤波器以及N个电荷泵电路也可实现本发明,其中N大于等于二。

[0046] 如图4A所示,滤波器216、217、218为低通滤波器(low pass filter),其中滤波器216具最大带宽(bandwidth),频率f1、f2、f3皆位于该最大带宽内;滤波器217具中间带宽,频率f2、f3位于该中间带宽内;滤波器218具最小带宽,频率f3位于该最小带宽内。

[0047] 再者,来源时钟CK输入滤波器216后产生第一过滤时钟(first filtered clock, CK1)输入电荷泵电路211;来源时钟CK输入滤波器217后产生第二过滤时钟CK2输入电荷泵电路212;来源时钟CK输入滤波器218后产生第三过滤时钟CK3输入电荷泵电路213。再者,电荷泵电路211、212、213的输出端相互连接,并产生输出信号Vout。

[0048] 如图4B所示,时间点t1至t4之间,致能信号EN为高电平,使得致能时钟产生器230被致能并产生来源时钟CK。其中,来源时钟CK在时间点t1至t2之间的频率为f1,在时间点t2

至 $t_3$ 之间的频率为 $f_2$ ;在时间点 $t_3$ 至 $t_4$ 之间的频率为 $f_3$ ;且 $f_1$ 大于 $f_2$ , $f_2$ 大于 $f_3$ 。

[0049] 因此,在时间点 $t_1$ 至 $t_2$ 之间,仅有滤波器216输出的第一过滤时钟CK1会以 $f_1$ 的频率在高低电平之间变化,而滤波器217、218输出的第二过滤时钟CK2与第三过滤时钟CK3会维持在固定的电平。换句话说,在时间点 $t_1$ 至 $t_2$ 之间,仅有电荷泵电路211产生输出电压 $V_{out}$ 。而此时的电荷泵模块210的驱动能力最弱。

[0050] 再者,在时间点 $t_2$ 至 $t_3$ 之间,滤波器216、217输出的第一过滤时钟CK1与第二过滤时钟CK2会以 $f_2$ 的频率在高低电平之间变化,而滤波器218输出的第三过滤时钟CK3会维持在固定的电平。换句话说,在时间点 $t_2$ 至 $t_3$ 之间,电荷泵电路211、212产生输出电压 $V_{out}$ 。而此时的电荷泵模块210的驱动较强。

[0051] 再者,在时间点 $t_3$ 至 $t_4$ 之间,滤波器216、217、218输出的第一过滤时钟CK1、第二过滤时钟CK2、第三过滤时钟CK3皆会以 $f_3$ 的频率在高低电平之间变化。换句话说,在时间点 $t_3$ 至 $t_4$ 之间,电荷泵电路211、212、213皆产生输出电压 $V_{out}$ 。而此时的电荷泵模块210的驱动最强。

[0052] 如图4C所示,第一实施例的电荷泵电压调整器在时间点 $t_m$ 与 $t_n$ 之间、时间点 $t_o$ 与 $t_p$ 之间、时间点 $t_q$ 与 $t_r$ 之间,致能信号EN为高电平,所以来源时钟CK会产生高低电平变化,使得输出信号 $V_{out}$ 上升。再者,在致能信号EN为高电平的区间,由于滤波器216、217、218具有不同带宽,将使得三个电荷泵电路211、212、213在不同的时间点开始运作,并且由于来源时钟CK的频率会随着时间变化,所以滤波器216、217、218的输出根据来源时钟CK当时的频率来决定。

[0053] 请参照图5A至图5C,其所绘示为本发明第一实施例中的另一电荷泵模块及其相关信号示意图。电荷泵模块210包括多个滤波器与多个电荷泵电路。

[0054] 如图5A所示,滤波器216、217、218为高通滤波器(high pass filter),其中滤波器216具最大带宽,频率 $f_a$ 、 $f_b$ 、 $f_c$ 皆位于该最大带宽内;滤波器217具中间带宽,频率 $f_b$ 、 $f_c$ 位于该中间带宽内;滤波器218具最小带宽,频率 $f_c$ 位于该最小带宽内。

[0055] 再者,来源时钟CK输入滤波器216后产生第一过滤时钟(first filtered clock, CK1)输入电荷泵电路211;来源时钟CK输入滤波器217后产生第二过滤时钟CK2输入电荷泵电路212;来源时钟CK输入滤波器218后产生第三过滤时钟CK3输入电荷泵电路213。再者,电荷泵电路211、212、213的输出端相互连接,并产生输出信号 $V_{out}$ 。

[0056] 如图5B所示,时间点 $t_a$ 至 $t_d$ 之间,致能信号EN为高电平,使得致能时钟产生器230被致能并产生来源时钟CK。其中,来源时钟CK在时间点 $t_a$ 至 $t_b$ 之间的频率为 $f_a$ ,在时间点 $t_b$ 至 $t_c$ 之间的频率为 $f_b$ ;在时间点 $t_c$ 至 $t_d$ 之间的频率为 $f_c$ ;且 $f_c$ 大于 $f_b$ , $f_b$ 大于 $f_a$ 。

[0057] 因此,在时间点 $t_a$ 至 $t_b$ 之间,仅有滤波器216输出的第一过滤时钟CK1会以 $f_a$ 的频率在高低电平之间变化,而滤波器217、218输出的第二过滤时钟CK2与第三过滤时钟CK3会维持在固定的电平。换句话说,在时间点 $t_a$ 至 $t_b$ 之间,仅有电荷泵电路211产生输出电压 $V_{out}$ 。而此时的电荷泵模块210的驱动能力最弱。

[0058] 再者,在时间点 $t_b$ 至 $t_c$ 之间,滤波器216、217输出的第一过滤时钟CK1与第二过滤时钟CK2会以 $f_b$ 的频率在高低电平之间变化,而滤波器218输出的第三过滤时钟CK3会维持在固定的电平。换句话说,在时间点 $t_b$ 至 $t_c$ 之间,电荷泵电路211、212产生输出电压 $V_{out}$ 。而此时的电荷泵模块210的驱动较强。



[0059] 再者,在时间点 $t_c$ 至 $t_d$ 之间,滤波器216、217、218输出的第一过滤时钟CK1、第二过滤时钟CK2、第三过滤时钟CK3皆会以 $f_c$ 的频率在高低电平之间变化。换句话说,在时间点 $t_c$ 至 $t_d$ 之间,电荷泵电路211、212、213皆产生输出电压 $V_{out}$ 。而此时的电荷泵模块210的驱动最强。

[0060] 如图5C所示,第一实施例的电荷泵电压调整器在时间点 $t_s$ 与 $t_t$ 之间、时间点 $t_u$ 与 $t_v$ 之间、时间点 $t_w$ 与 $t_x$ 之间,致能信号EN为高电平,所以来源时钟CK会产生高低电平变化,使得输出信号 $V_{out}$ 上升。再者,在致能信号EN为高电平的区间,由于滤波器216、217、218具有不同的带宽,将使得三个电荷泵电路211、212、213在不同的时间点开始运作,并且由于来源时钟CK的频率会随着时间变化,所以滤波器216、217、218的输出根据来源时钟CK2当时的频率来决定。

[0061] 请参照图6,其所绘示为本发明电荷泵电压调整器的第二实施例。电荷泵电压调整器600包括:电荷泵模块610、反馈检测器620与时钟产生器630。其中,电荷泵电压调整器600可产生输出信号 $V_{out}$ 至稳压电容器 $C_b$ 。

[0062] 电荷泵模块610包括三个电荷泵电路611、612、613,对应地接收三个来源时钟CK1、CK2、CK3并产生一输出信号 $V_{out}$ 。再者,反馈检测器620包括由电阻R1与电阻R2所组成的分压电路622与比较器624,其运作方式不再赘述。基本上,第二实施例中以三个电荷泵电路611、612、613为例来进行说明。实际上,本发明并不限于此,只要时钟产生器630产生不同频率的N个来源时钟并搭配电荷泵模块610中的N个电荷泵电路也可实现本发明,其中N大于等于二。

[0063] 根据本发明的第二实施例,当时钟产生器630接收到致能信号EN时,会在不同的时间点产生三个来源时钟CK1、CK2、CK3,且三个来源时钟CK1、CK2、CK3的频率相异。举例来说,当致能信号EN为低电平时,时钟产生器630被禁能,使得三个来源时钟CK维持在固定的电平,造成输出电压 $V_{out}$ 逐渐下降。反之,当致能信号EN为高电平时,时钟产生器630被致能,并在不同的时间点产生频率相异的三个来源时钟CK1、CK2、CK3,并使得输出电压 $V_{out}$ 逐渐上升。

[0064] 请参照图7A与图7B,其所绘示为时钟产生器及其来源时钟CK示意图。时钟产生器630中包括三个环振荡器642、644、646与一控制电路640。基本上,每个环振荡器642、644、646的结构类似图3A,此处不再赘述。

[0065] 再者,环振荡器642中的反相电路631、632、633具有最强的驱动能力;环振荡器644中的反相电路634、635、636具有次强的驱动能力;环振荡器646中的反相电路637、638、639具有最弱的驱动能力。因此,第一来源时钟CK1的频率最高、第二来源时钟CK2的频率次的、第三来源时钟CK3的频率最低。

[0066] 再者,当控制电路640接收低电平的致能信号EN时,为禁能区间。此时,控制电路640的控制信号Ctrl会控制三个开关SW1、SW2、SW3打开(open),使得三个环振荡器无法形成回路(loop)。

[0067] 反之,当控制电路640接收高电平的致能信号EN时,为致能区间。此时,控制电路640会利用控制信号Ctrl在不同时间点关闭(close)三个开关SW1、SW2、SW3,使得三个环振荡器形成回路(loop),并产生对应的来源时钟CK1、CK2、CK3。

[0068] 举例来说,如图7B所示,在设定的时间点 $t_1$ 至 $t_4$ 区间,利用控制信号Ctrl关闭开关

SW1,使得t1至t4区间的第一来源时钟CK1具有最高的频率。在设定的时间点t2至t4区间,利用控制信号Ctrl关闭开关SW2,使得t2至t4区间的第二来源时钟CK2具有次高的频率。在设定的时间点t3至t4区间,利用控制信号Ctrl关闭开关SW3,使得t3至t4区间的第三来源时钟CK3具有最低的频率。

[0069] 再者,由于电荷泵模块610中的三个电荷泵电路611、612、613根据对应的来源时钟CK1、CK2、CK3来运作,并产生输出信号Vout。因此,电荷泵电路611在时间点t1时,根据来源时钟CK1来产生输出电压Vout;电荷泵电路612在时间点t2时,根据来源时钟CK2来产生输出电压Vout;电荷泵电路613在时间点t3时,根据来源时钟CK3来产生输出电压Vout。最后,在时间点t4时,来源时钟CK1、CK2、CK3维持在固定电平,三个电荷泵电路611、612、613停止运作。

[0070] 再者,本发明并未限定时钟产生器630产生的三个来源时钟CK1、CK2、CK3动作的先后顺序。在此领域的技术人员也可以先让频率最低的来源时钟CK3动作,接着让频率次的来源时钟CK2动作,接着让最高频率的来源时钟CK1动作。再者,本发明的时钟产生器630并不限于利用环振荡器来实现,其他具备类似功能的时钟产生器也可以运用于本发明。再者,环振荡器组成的时钟产生器630中也可以利用改变电阻r或者电容c的数值,进而决定来源时钟CK1、CK2、CK3的频率。

[0071] 如图8所示,其为第二实施例的电荷泵电压调整器的相关信号示意图。于时间点ta与tb之间、时间点tc与td之间、时间点te与tf之间,致能信号EN为高电平,所以三个来源时钟CK1、CK2、CK3会在不同的时间点产生高低电平变化,使得三个电荷泵电路611、612、613产生的输出信号Vout上升。再者,三个来源时钟CK1、CK2、CK3的频率相异。

[0072] 综上所述,本发明的优点在于提出一种电荷泵电压调整器与相关控制方法,且电荷泵电压调整器中至少包括一第一电荷泵电路与一第二电荷泵电路。在控制方法中,在致能区间,提供第一时钟信号至第一电荷泵电路,使得第一电荷泵电路产生输出电压至电荷泵电压调整器的输出端;以及在致能区间,提供第二时钟信号至第二电荷泵电路,使得第二电荷泵电路产生输出电压至电荷泵电压调整器的输出端。

[0073] 在上述的控制方法中,在致能区间的第一时间区间,第一时钟信号具有第一频率,第二时钟信号维持在固定电平;以及,于致能区间的第二时间区间,第一时钟信号与第二时钟信号具有第二频率,且第一频率异于第二频率。

[0074] 或者,在上述的控制方法中,在致能区间的第一时间区间,第一时钟信号具有第一频率,且第二时钟信号维持在固定电平;以及,在致能区间的第二时间区间,第一时钟信号具有第一频率且第二时钟信号具有第二频率,且第一频率异于第二频率。

[0075] 综上所述,虽然本发明已以优选实施例公开如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视所附权利要求书界定范围为准。

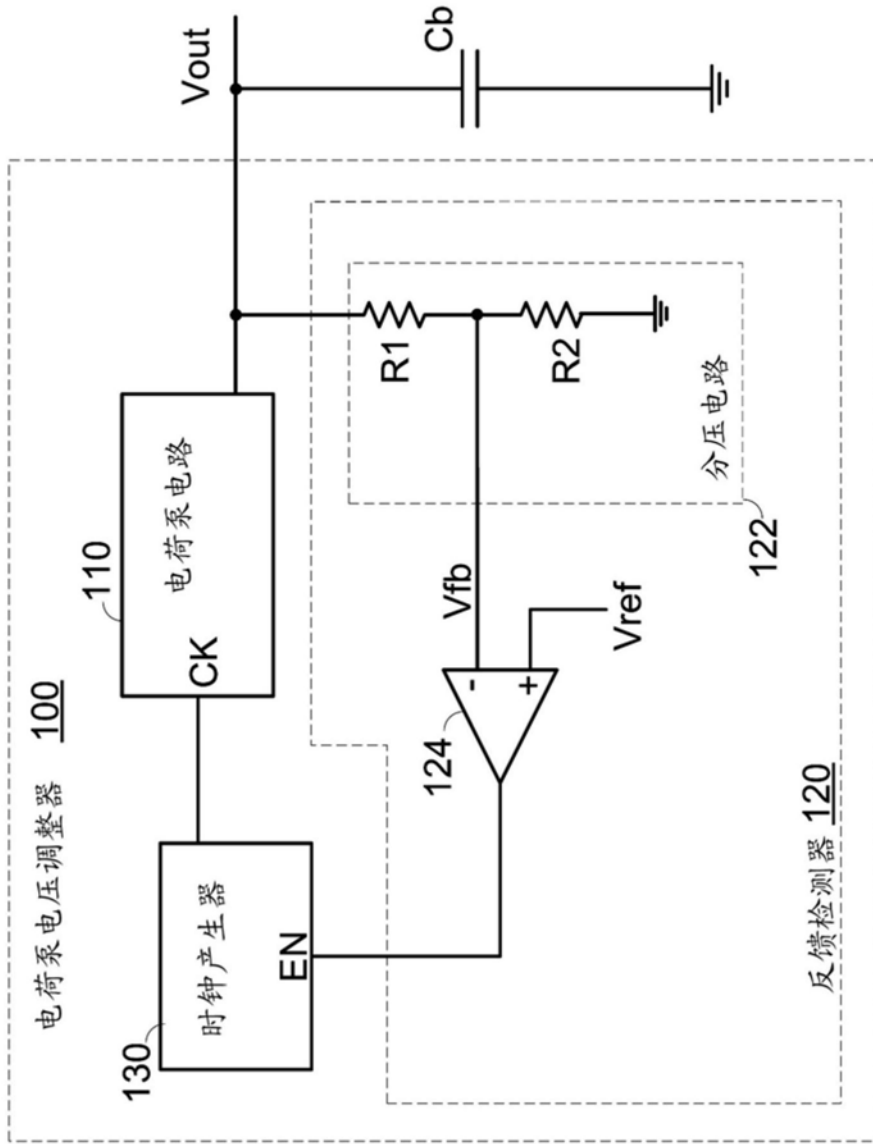


图1

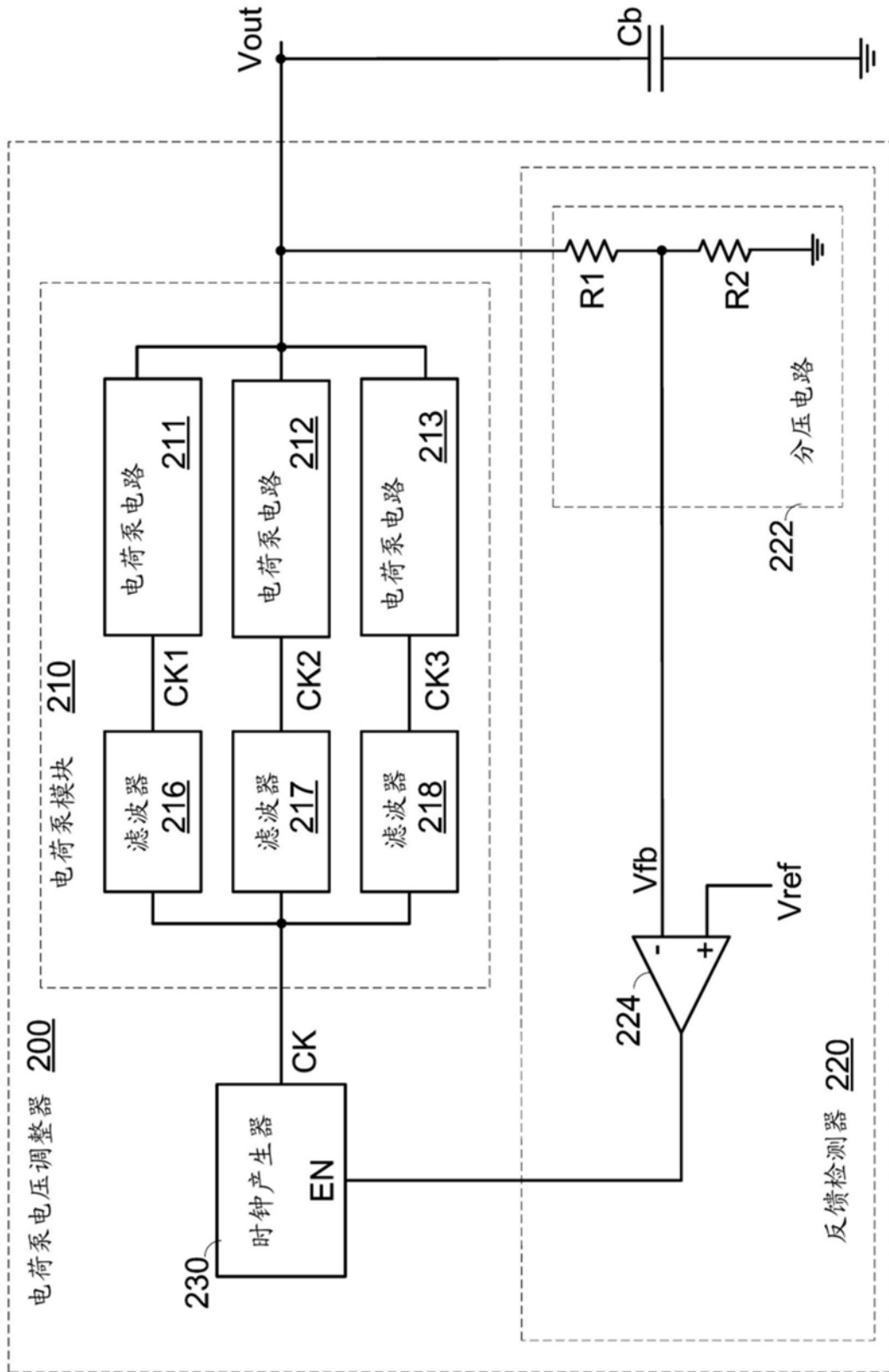


图2

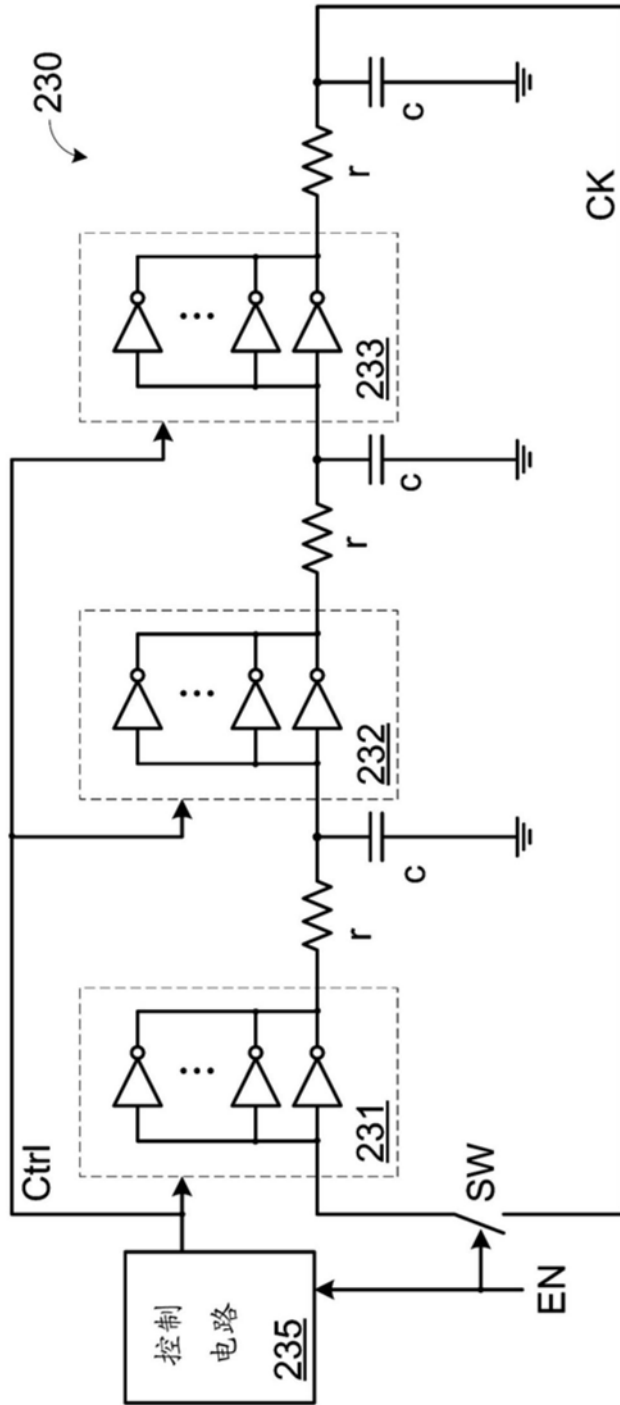


图3A

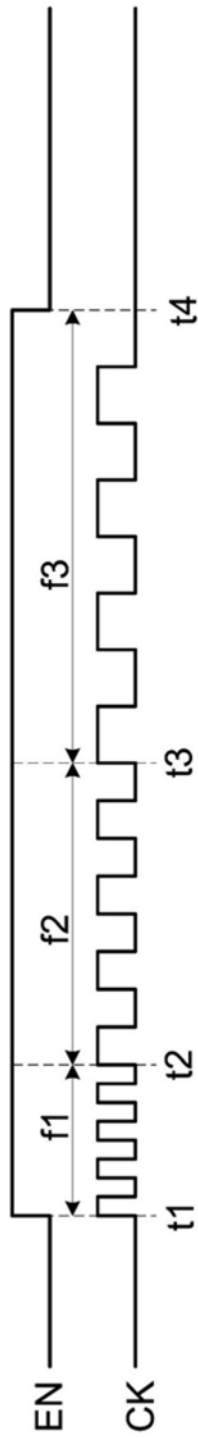


图3B

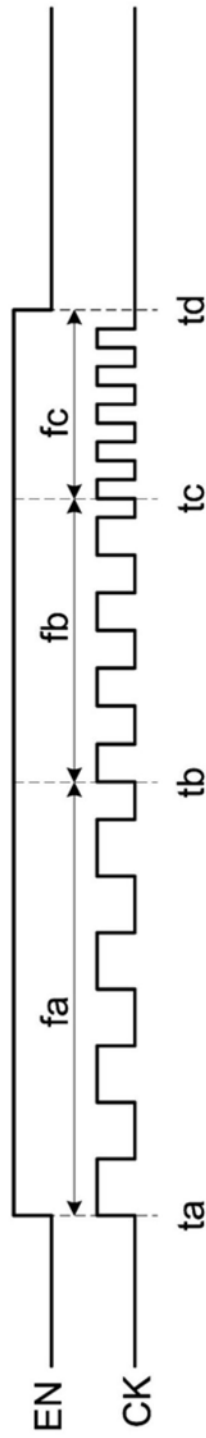


图3C

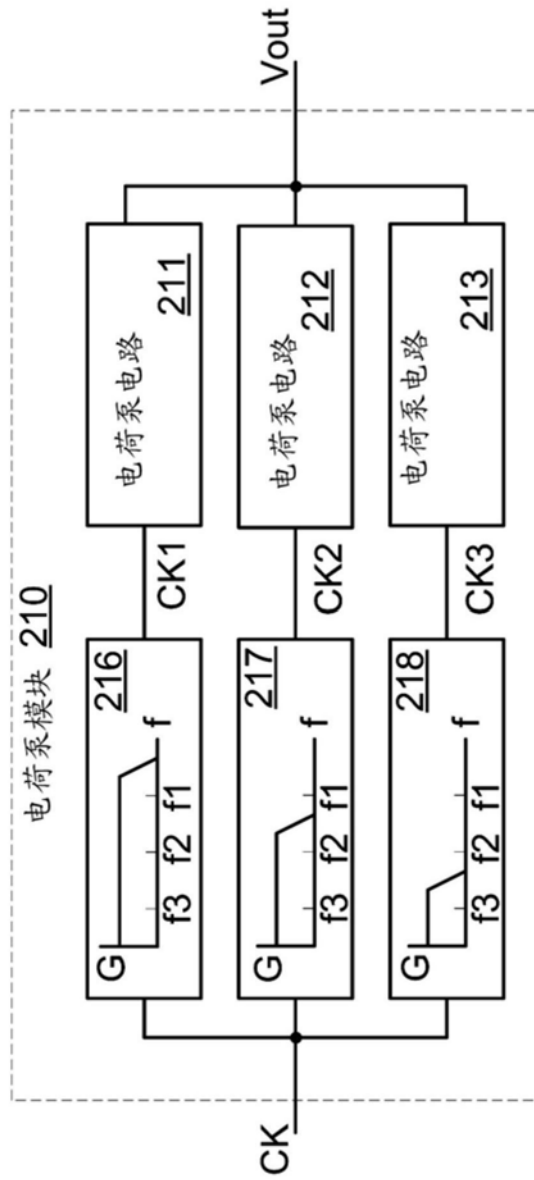


图4A



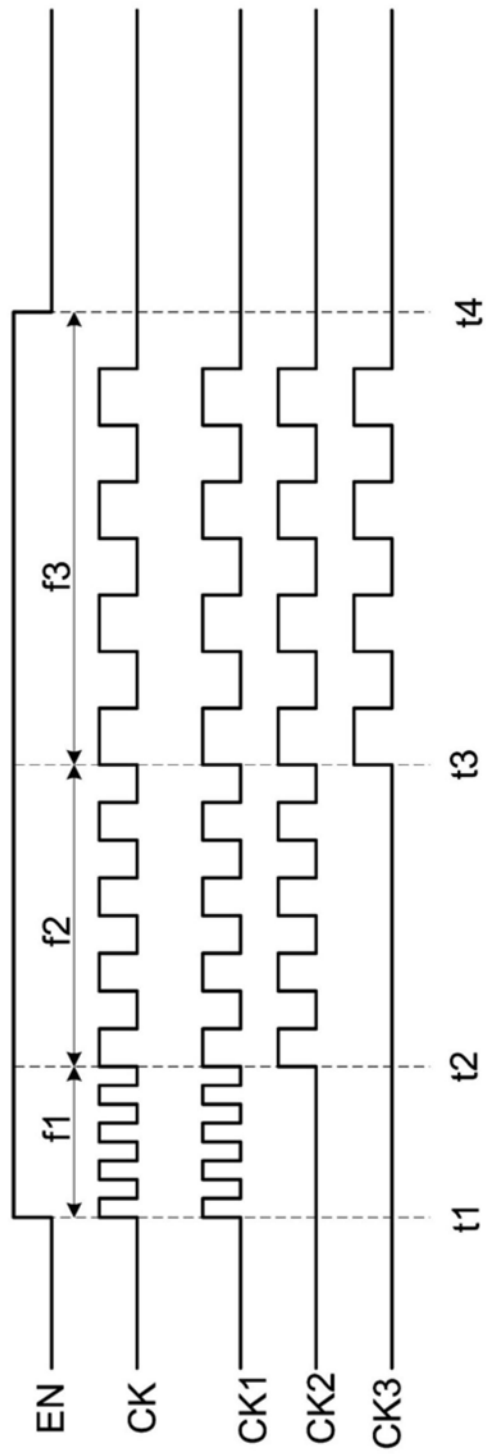


图4B

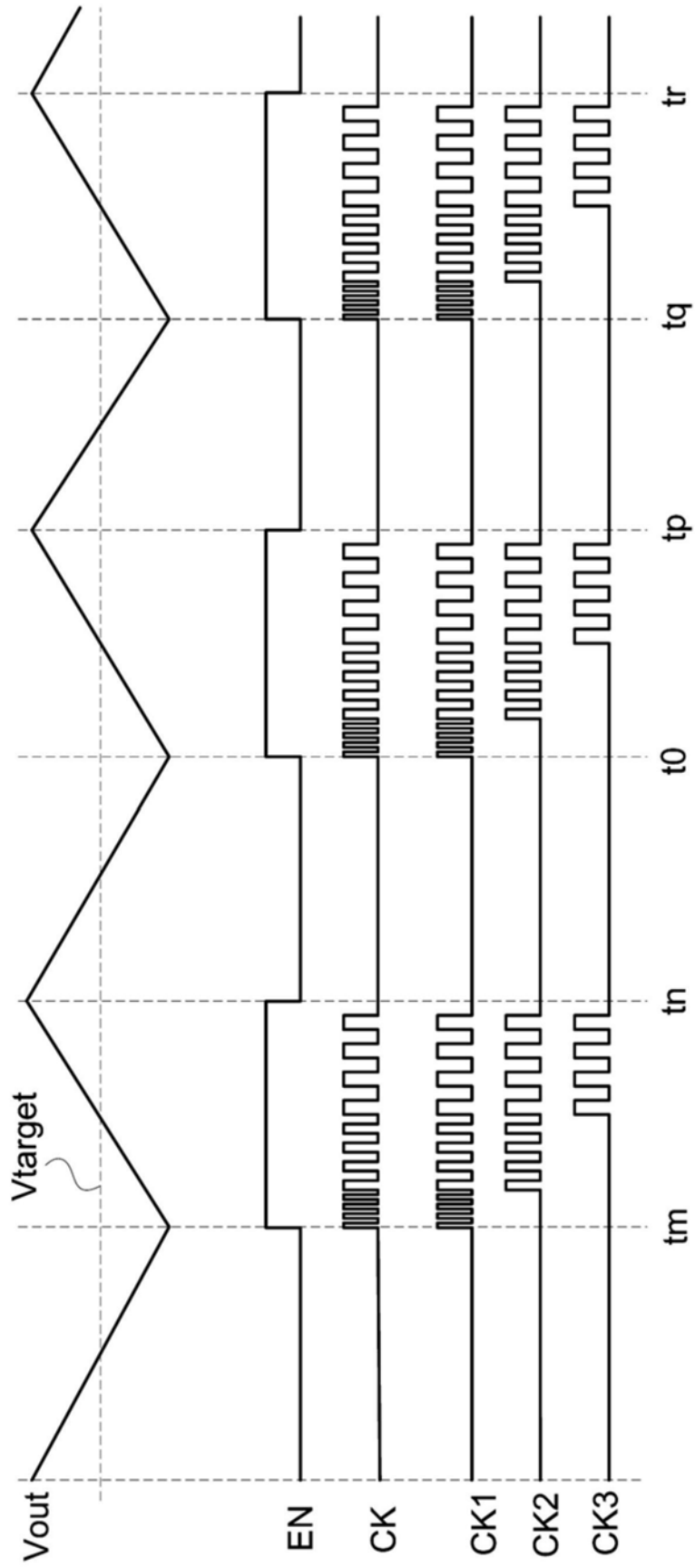


图4C

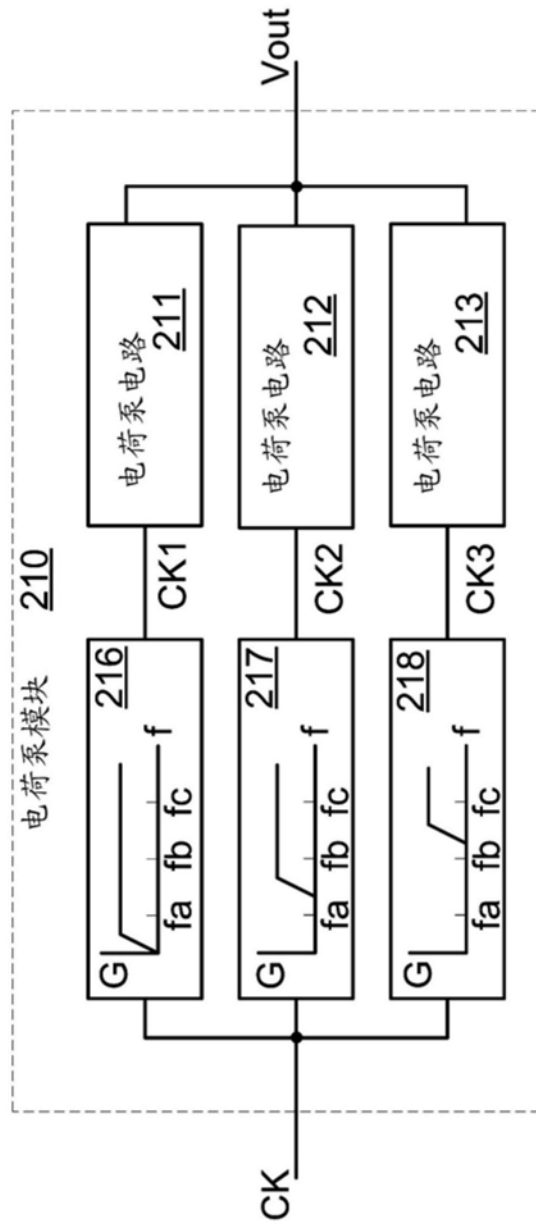


图5A

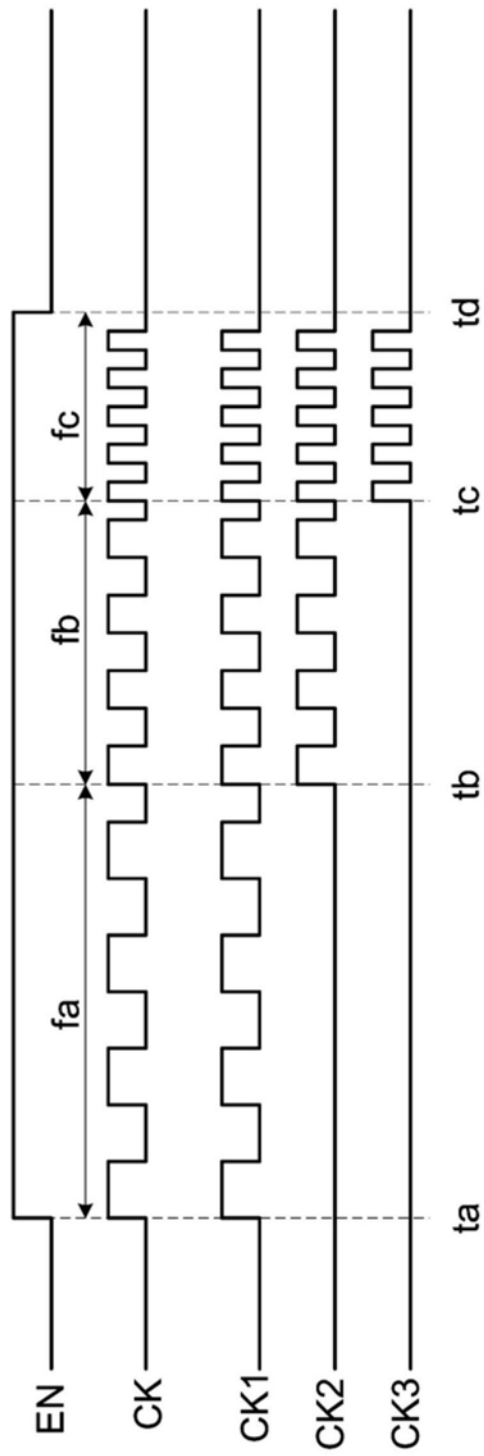


图5B

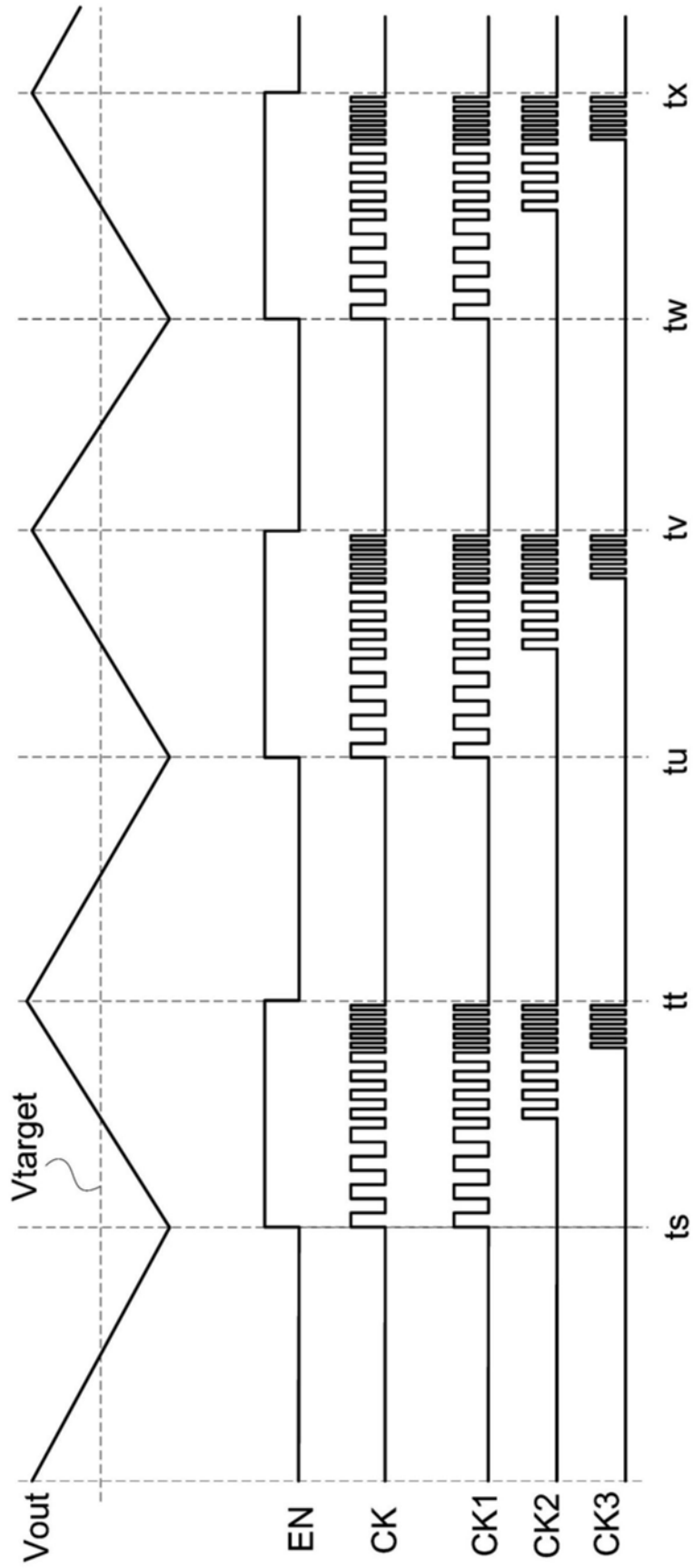


图5C

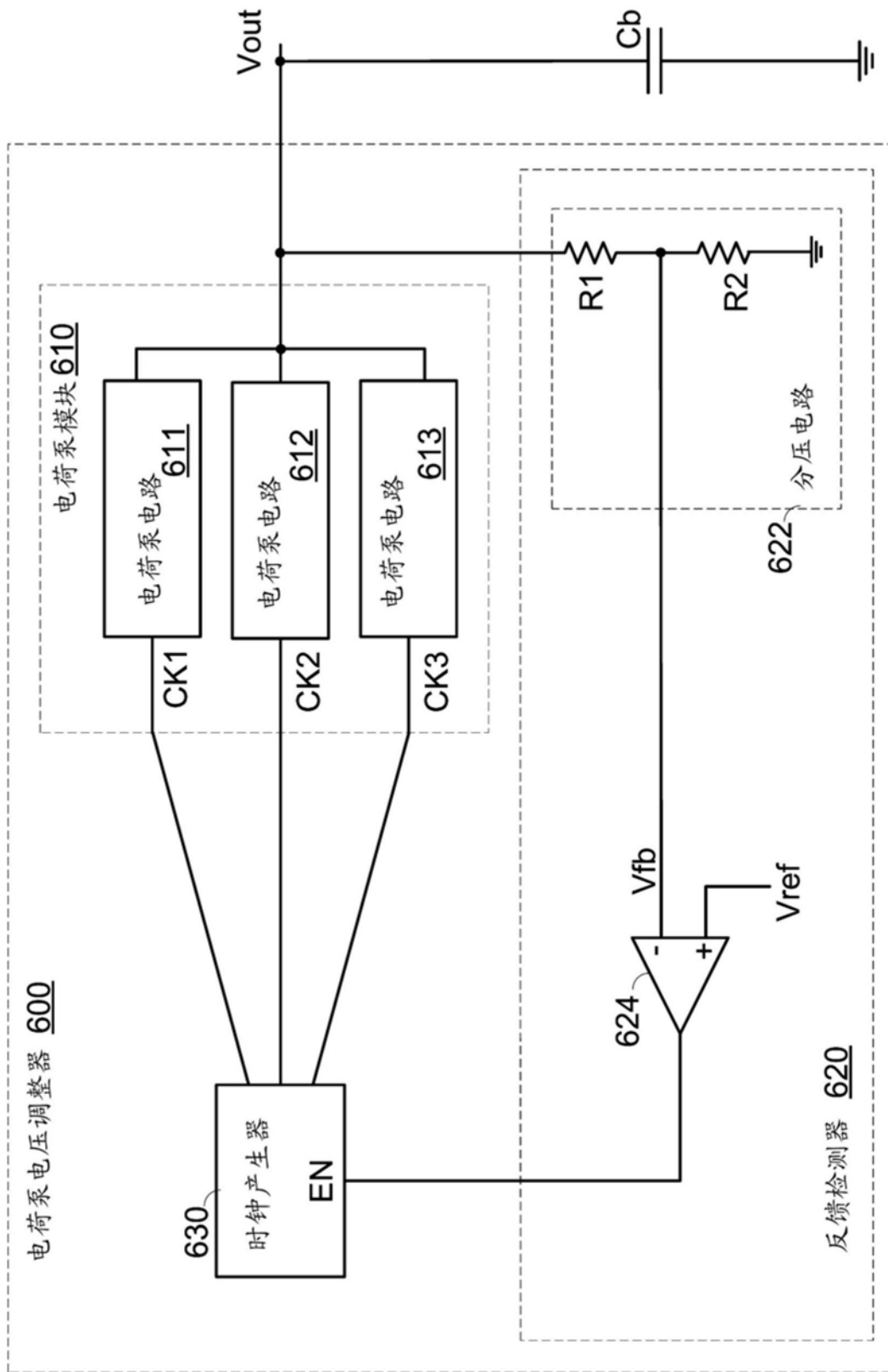


图6

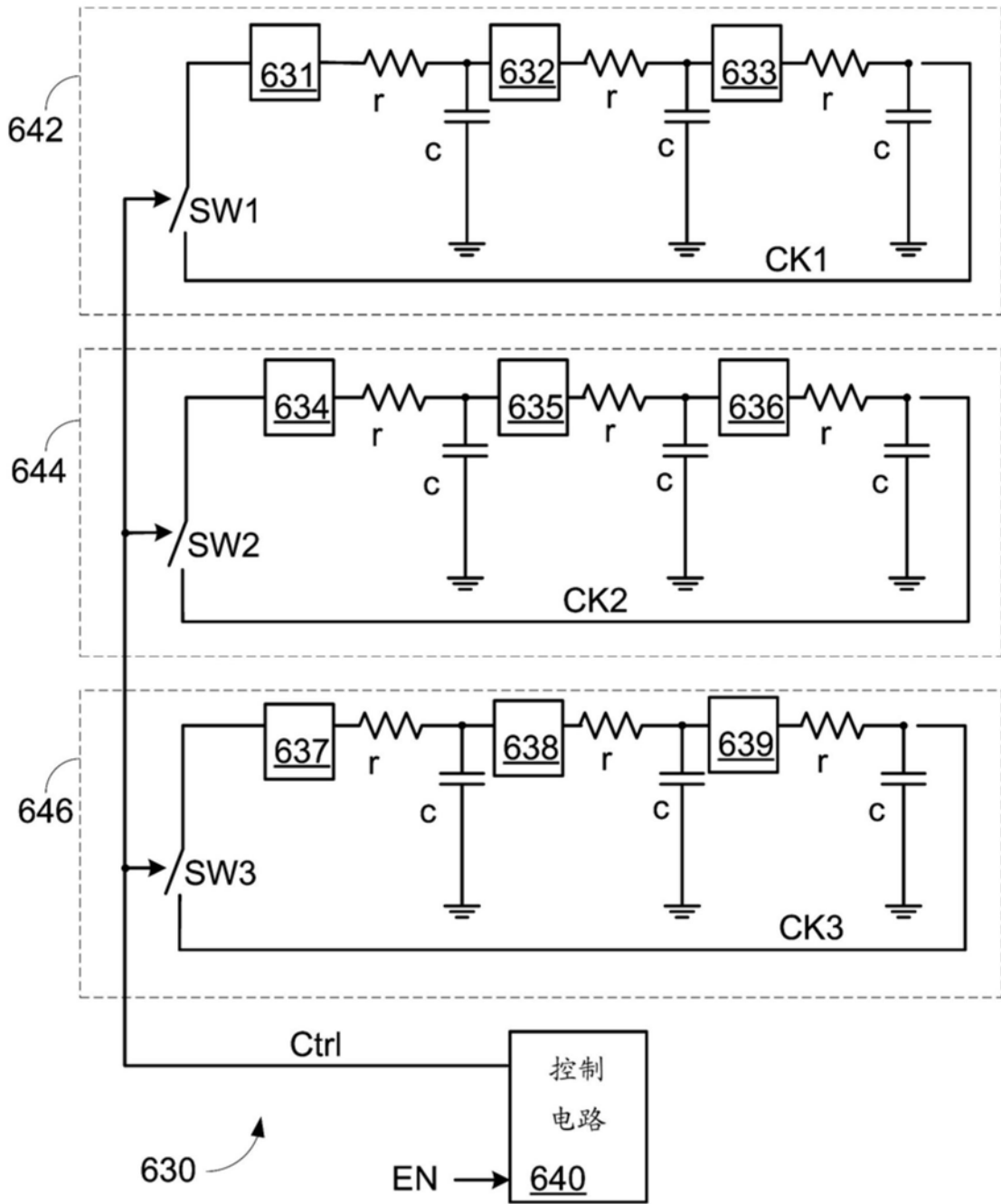


图7A

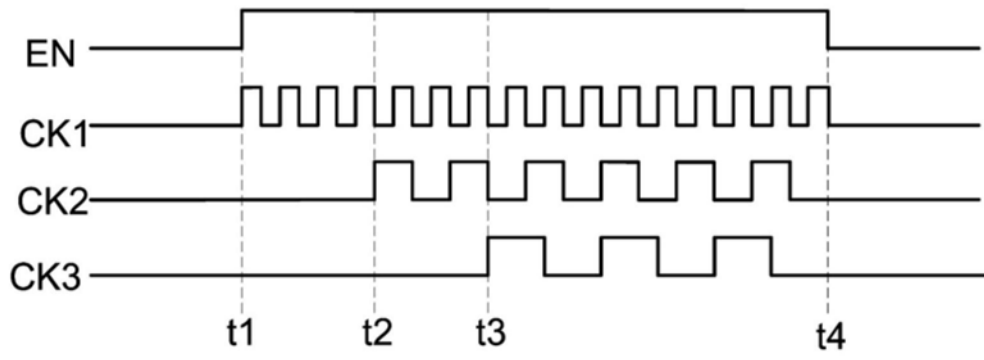


图7B



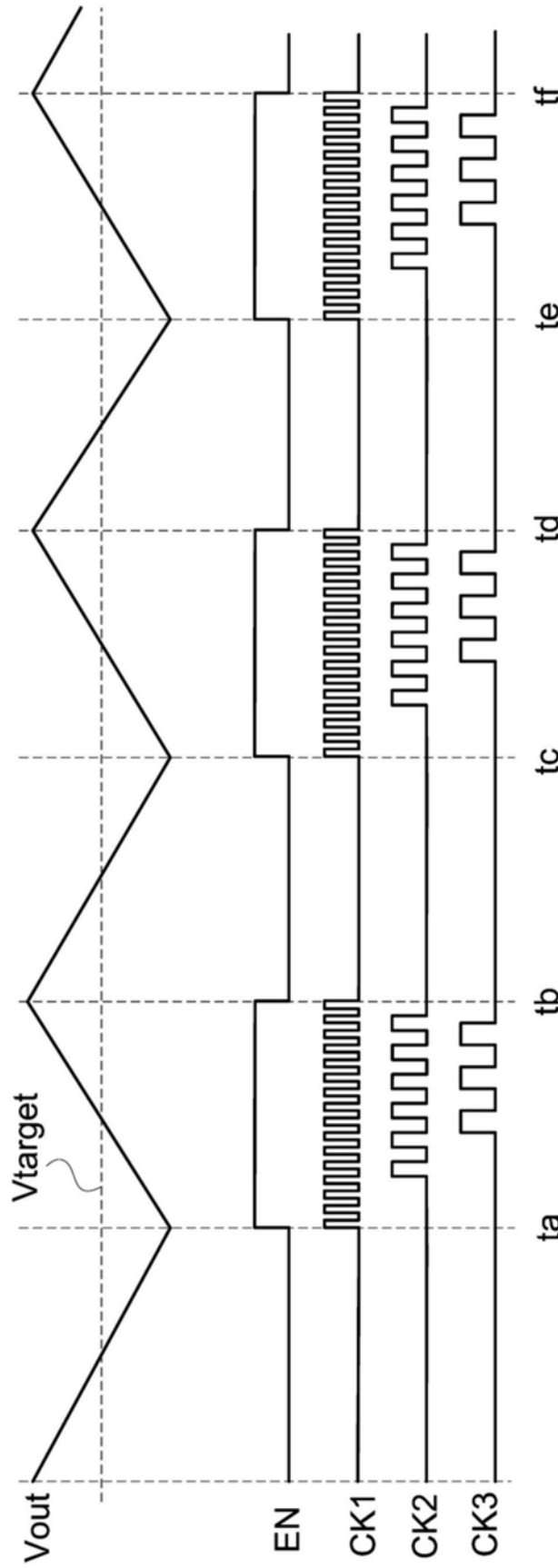


图8