



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106603056 B

(45)授权公告日 2020.02.28

(21)申请号 201610965176.X

(22)申请日 2011.12.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106603056 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(62)分案原申请数据
201110461895.5 2011.12.31

(73)专利权人 意法半导体研发(深圳)有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区科技园
高新区南区南一道创维大厦B座4/5层

(72)发明人 陈敏 刘文 李红霞 代小伍

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华 董典红

(51)Int.Cl.

H03K 17/785(2006.01)

(56)对比文件

CN 1553619 A,2004.12.08,
CN 202535324 U,2012.11.14,
CN 1813408 A,2006.08.02,

审查员 易玉斌

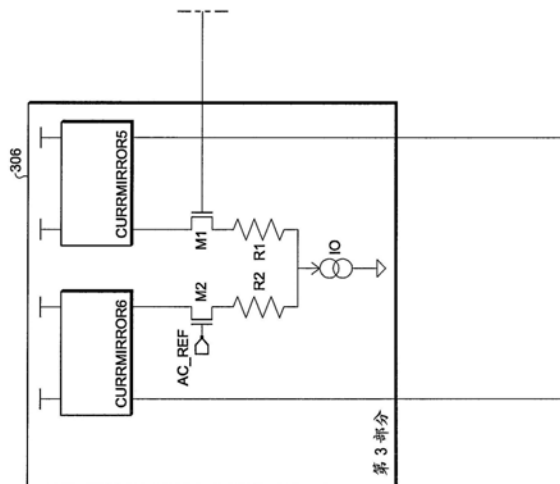
权利要求书3页 说明书4页 附图9页

(54)发明名称

具有精确电流导引发生器的模拟信号软开关控制电路

(57)摘要

本发明涉及具有精确电流导引发生器的模拟信号软开关控制电路。公开了一种开关电路,包括具有用于接收第一输入信号的输入端、输出端、和用于接收增加的模拟电流的电源端子的第一输入级,具有用于接收第二输入信号的输入端、输出端、和用于接收减小的模拟电流的电源端子的第二输入级,以及耦合到第一输入级和第二输入级的输出端以便提供开关输出信号的输出节点。输出级耦合在第一和第二输入级与输出节点之间。第一和第二输入级是运算放大器。



1. 一种开关电路,包括:

电流发生器,其用于接收时钟信号,并且用于生成充电电流和放电电流,其中所述电流发生器包括第一积分器和第二积分器;

电压发生器,其用于接收所述充电和放电电流,并且用于提供控制电压;

电压电流发生器,其用于接收所述控制电压,并且用于提供第一模拟电流和第二模拟电流;以及

放大器级,其用于将所述第一模拟电流和所述第二模拟电流组合,并且用于提供开关输出信号。

2. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述第一积分器和所述第二积分器包括由所述时钟信号进行开关的输入端。

3. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电流发生器包括两个附加的电压电流发生器。

4. 根据权利要求3所述的开关电路,其中,所述附加的电压电流发生器包括由所述时钟信号进行开关的输出端。

5. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

6. 根据权利要求5所述的开关电路,其中,所述第一电流镜和所述第二电流镜包括由所述时钟信号进行开关的输入端。

7. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

8. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电压发生器接收两个附加的时钟信号。

9. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括负载电容器。

10. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括用于接收所述控制电压、基准电压、以及用于提供所述第一模拟电流和所述第二模拟电流的差分放大器。

11. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

12. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述放大器级包括第一输入级和第二输入级、以及耦合到所述第一输入级和所述第二输入级的输出端的输出级。

13. 根据权利要求1所述的开关电路,其中,所述第一模拟电流包括从第一值增加至第二值的模拟电流,并且所述第二模拟电流包括从所述第二值减小至所述第一值的模拟电流。

14. 一种开关电路,包括:

电流发生器,其被配置为接收时钟信号,并且生成充电电流和放电电流,所述电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜;

电压发生器,其被配置为接收所述充电和放电电流,并且提供控制电压;

电压电流发生器,其被配置为接收所述控制电压,并且提供第一模拟电流和第二模拟电流;以及

放大器级,其被配置为将所述第一模拟电流和所述第二模拟电流组合,并且提供开关输出信号。

15. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述第一电流镜和所述第二电流镜包括由所述时钟信号进行开关的输入端。

16. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

17. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述电压发生器接收两个附加的时钟信号。

18. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括负载电容器。

19. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括被配置为接收所述控制电压、基准电压、以及提供所述第一模拟电流和所述第二模拟电流的差分放大器。

20. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

21. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述放大器级包括第一输入级和第二输入级、以及耦合到所述第一输入级和所述第二输入级的输出端的输出级。

22. 根据权利要求14所述的开关电路,其中,所述第一模拟电流包括从第一值增加至第二值的模拟电流,并且所述第二模拟电流包括从所述第二值减小至所述第一值的模拟电流。

23. 一种开关电路,包括:

电流发生器,其被配置为接收时钟信号,并且生成充电电流和放电电流;

电压发生器,其被配置为接收所述充电和放电电流,并且提供控制电压,所述电压发生器包括第一电流镜和第二电流镜;

电压电流发生器,其被配置为接收所述控制电压,并且提供第一模拟电流和第二模拟电流;以及

放大器级,其被配置为将所述第一模拟电流和所述第二模拟电流组合,并且提供开关输出信号。

24. 根据权利要求23所述的开关电路,其中,所述电压发生器接收两个附加的时钟信号。

25. 根据权利要求23所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括负载电容器。

26. 根据权利要求23所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括被配置为接收所述控制电压、基准电压、以及提供所述第一模拟电流和所述第二模拟电流的差分放大器。

27. 根据权利要求23所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

28. 根据权利要求23所述的开关电路,其中,所述放大器级包括第一输入级和第二输入级、以及耦合到所述第一输入级和所述第二输入级的输出端的输出级。

29. 根据权利要求23所述的开关电路,其中,所述第一模拟电流包括从第一值增加至第二值的模拟电流,并且所述第二模拟电流包括从所述第二值减小至所述第一值的模拟电流。

30. 一种开关电路,包括:

电流发生器,其被配置为接收时钟信号,并且生成充电电流和放电电流;

电压发生器,其被配置为接收所述充电和放电电流,并且提供控制电压,所述电压发生

器被配置为接收两个附加的时钟信号；

电压电流发生器,其被配置为接收所述控制电压,并且提供第一模拟电流和第二模拟电流;以及

放大器级,其被配置为将所述第一和第二模拟电流组合,并且提供开关输出信号。

31. 根据权利要求30所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括负载电容器。

32. 根据权利要求30所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括被配置为接收所述控制电压、基准电压、以及提供所述第一模拟电流和所述第二模拟电流的差分放大器。

33. 根据权利要求30所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜。

34. 根据权利要求30所述的开关电路,其中,所述放大器级包括第一输入级和第二输入级、以及耦合到所述第一输入级和所述第二输入级的输出端的输出级。

35. 根据权利要求30所述的开关电路,其中,所述第一模拟电流包括从第一值增加至第二值的模拟电流,并且所述第二模拟电流包括从所述第二值减小至所述第一值的模拟电流。

36. 一种开关电路,包括:

电流发生器,其被配置为接收时钟信号,并且生成充电电流和放电电流;

电压发生器,其被配置为接收所述充电和放电电流,并且提供控制电压;

电压电流发生器,其被配置为接收所述控制电压,并且提供第一模拟电流和第二模拟电流,所述电压电流发生器包括第一电流镜和第二电流镜;以及

放大器级,其被配置为将所述第一模拟电流和所述第二模拟电流组合,并且提供开关输出信号。

37. 根据权利要求36所述的开关电路,其中,所述电压发生器包括负载电容器。

38. 根据权利要求36所述的开关电路,其中,所述电压电流发生器包括被配置为接收所述控制电压、基准电压、以及提供所述第一模拟电流和所述第二模拟电流的差分放大器。

39. 根据权利要求36所述的开关电路,其中,所述放大器级包括第一输入级和第二输入级、以及耦合到所述第一输入级和所述第二输入级的输出端的输出级。

40. 根据权利要求36所述的开关电路,其中,所述第一模拟电流包括从第一值增加至第二值的模拟电流,并且所述第二模拟电流包括从所述第二值减小至所述第一值的模拟电流。

具有精确电流导引发生器的模拟信号软开关控制电路

[0001] 本申请是申请日为2011年12月31日、申请号为201110461895.5的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及模拟开关电路,并且更特别地涉及具有精确电流导引发生器的模拟软开关控制电路。

背景技术

[0003] 两个信号V1和V2之间的开关的经典实施方式可以是如图1的电路100所示的具有逻辑控制的直接开关。使用两个CMOS开关S1和S2,并且由反向逻辑控制信号(CTRL和通过反相器102的反相CTRL)来对其进行控制。使信号V1或V2通过运算放大器104,以提供VOUT输出信号。如果两个信号具有不同的信号电压,则在输出点106处将存在跳跃(jump)或阶跃(step)。在某些应用中,输出信号的此跳跃或阶跃可能产生问题。例如,在音频应用中,如果输出信号进入扬声器,则跳跃将在扬声器处产生不期望的气爆噪声(pop-noise)。在这种情况下,两个输入信号之间的平稳过渡很明显是优选的。

[0004] 开关输入信号之间的平稳过渡的传统数字解决方案200使用电阻器网络212和214以及相应的开关网络216和218,将大的阶跃划分成小的阶跃,如图2所示。电路200包括用于接收第一输入信号V1的输入端,和用于接收第二输入信号V2的第二输入端。电路200还包括输出运算放大器或缓冲器204、软开关时钟发生器206、开关计数器208和逻辑控制器210。电路200通常还包括最终后处理低通滤波器220。通过增加小阶跃的数目和软开关时间,减少了气爆噪声。在图2所示的解决方案中,电阻器和寄生组件将由于增加的噪声的和总谐波失真(THD)而使性能劣化。对于阶跃数目和软开关时间的某些配置而言,生成了非期望的音频音调。需要低通滤波器以去除与电路200相关联的高频数字尖峰。图2所示的数字电路200展示了在气爆噪声与其它性能考虑之间难以权衡。

[0005] 因此,所期望的是用于提供两个输入信号之间的平稳过渡的简单模拟开关电路,并且不需要任何后处理或滤波,或者不使用复杂的数字电路。

发明内容

[0006] 根据本发明,展示了基于模拟电流过渡的信号开关电路和方法,其可以在许多应用(例如音频应用)中用来以平稳的过渡从一个信号切换至另一个信号。

[0007] 开关电路包括具有用于接收第一输入信号的输入端、输出端和用于接收增加的模拟电流的电源端子的第一输入级,具有用于接收第二输入信号的输入端、输出端和用于接收减小的模拟电流的电源端子的第二输入级,以及耦合到第一输入级和第二输入级的输出端以便提供开关输出信号的输出节点。输出级介于第一和第二输入级与输出节点之间。第一和第二输入级中的每一个包括运算放大器。

[0008] 相应的开关方法包括向第一输入级施加第一输入信号、向第一输入级的电源端子

施加增加的模拟电流、向第二输入级施加第二输入信号、向第二输入级的电源端子施加减小的模拟电流、以及将来自第一输入级和第二输入级的输出信号组合以提供开关输出信号。可以将开关输出信号缓冲,并且第一和第二输入级可以包括运算放大器。

[0009] 根据本发明的实施例,开关电路可以包括用于接收时钟信号并且用于生成充电电流和放电电流的电流发生器、用于接收充电和放电电流并且用于提供控制电压的电压发生器、用于接收控制电压并且用于提供第一模拟电流和第二模拟电流的电压电流发生器、以及用于将第一和第二模拟信号组合并且用于提供开关输出信号的放大器级。

[0010] 电流发生器包括具有由时钟信号进行开关的输入端的第一和第二积分器、具有由时钟信号进行开关的输出端的两个附加电压电流发生器、以及具有由时钟信号进行开关的输入端的第一和第二电流镜。

[0011] 电压发生器包括第一和第二电流镜、接收两个附加的时钟信号、并包括负载电容器。

[0012] 电压电流发生器包括用于接收控制电压、基准电压且用于提供第一和第二模拟电流的差分放大器以及第一和第二电流镜。

[0013] 放大器级包括第一和第二输入级、以及耦合到第一和第二输入级的输出端的输出级。级中的每一个可以包括运算放大器或缓冲器。

[0014] 根据本发明,第一模拟电流包括从第一值增加至第二值的模拟电流,并且第二模拟电流包括从第二值减小至第一值的模拟电流。

附图说明

[0015] 图1是现有技术开关电路和相应开关波形的示意图;

[0016] 图2是现有技术数字开关电路和相应开关波形的示意图;

[0017] 图3包括图3A至图3D,是根据本发明的开关电路的示意图;

[0018] 图4是根据本发明的DC输入的信号跳跃过渡的仿真结果;

[0019] 图5是根据本发明的DC输入的信号下降(drop)过渡的仿真结果;以及

[0020] 图6是根据本发明的正弦波输入的信号过渡的仿真结果。

具体实施方式

[0021] 根据本发明的开关电路和方法提供了实现在输入信号之间的开关中的平稳过渡、但没有传统现有技术解决方案的所提到的缺点的新颖方式。根据本发明,过渡曲线是非常平稳的、且能够精确地进行控制。在图3中示出了根据本发明的电路的相关方框图。

[0022] 电路300的方框图包括四个部分:

[0023] 第1部分是充电/放电电流基准发生器302;

[0024] 第2部分是具有可配置充电/放电定时304的电压发生器;

[0025] 第3部分是电压电流转换器306;以及

[0026] 第4部分是用于实现信号开关的平稳过渡的放大器级308。

[0027] 在第4部分中,由运算放大器输入级电流过渡来控制从VIN1至VIN2的信号开关。一个输入级电流I_N从I₀变成零,并且另一输入级电流I_P从零变成I₀。因此,输出信号平稳地从VIN1变成VIN2。I_N输入级的正输入端接收VIN1输入电压,并且I_P输入级的正输入端接

收VIN2输入电压。如所示出的,负输入端被耦合在一起,并且耦合至输出级的输出端。输出级缓冲开关信号,以提供OUTPUT开关电压。

[0028] 第1部分、第2部分和第3部分生成具有选择性过渡定时的两个电流I_P和I_N。

[0029] 在第1部分中,使用具有可配置频率和占空比的时钟信号CLK以控制两个积分器,并提供电流I1和I2的电流生成。OPAMP1、开关S1和电容器C1和C2包括第一开关电容器积分器。OPAMP2、开关S3以及电容器C3和C4包括第二开关电容器积分器。当开关S1在右侧位置并且开关S2在左侧位置时,将用充电电流I1通过电容器C1和C_{int}将电压V_{int}从第一电压V_{TL}充电至第二电压V_{TH}。当开关S1被转到左侧位置并且开关S2被转到右侧位置时,电容器C1被耦合到OPAMP1的负输入端。存储在电容器C1上的V_{int}电压的之前值将被与V_{TH}电压进行比较,并且第一开关电容器积分器将针对下一充电电流I1进行调整,直至V_{int}电压被准确地充电至V_{TH}。

[0030] 当开关S3被转到右侧位置并且开关S4被转到左侧位置时,将用放电电流I2通过电容器C3和C_{int}将电压V_{int}从V_{TH}放电至V_{TL}。当开关S3被转到左侧位置并且开关S4被转到右侧位置时,电容器C3被耦合到OPAMP2的负输入端,存储在电容器C3上的之前的V_{int}电压将与V_{TL}进行比较。第二开关电容器积分器将针对下一放电电流I2进行调整,直至V_{int}被准确地放电至V_{TL}。

[0031] 第1部分的电流发生器302因此包括如所示出的两个积分器、两个电压电流转换器、以及两个电流镜CURRMIRROR1和CURRMIRROR2。

[0032] 在两个开关电容器积分器和来自CLK的两相非重叠时钟的控制下,V_{int}将生成三角形电压,其在V_{TH}与V_{TL}之间波动,其充电/放电时间将由CLK频率来判定,并且由CLK占空比D(D=0至1)来定义其充电/放电时间比。这里,将调整充电电流I1和放电电流I2直至其为恒定。

[0033] 在第2部分中,第1部分的固定电流基准I1和I2将由可配置的为1/M的比率而镜像成电流I3和I4。电流镜CURRMIRROR3和CURRMIRROR4用于此目的。将由电流I3和I4来对电压V_{con}进行充电或放电。负载电容器N*C_{int}是可配置的。

[0034] 可以如下选择PCLK和NCLK:

[0035] $I_3 = I_1/M$; 如果PCLK脉冲宽度 = $N * M * D / f_{CLK}$, 则V_{con}将在PCLK脉冲控制下准确地从V_{TL}充电至V_{TH}。

[0036] $I_4 = I_2/M$; 如果NCLK脉冲宽度 = $N * M * (1-D) / f_{CLK}$, 则V_{con}将在NCLK脉冲控制下准确地从V_{TH}放电至V_{TL}。

[0037] 当用M和N的选择性比率来施加PCLK和NCLK时,将在PCLK和NCLK所请求定时内从V_{TH}放电至V_{TL}、或从V_{TL}充电至V_{TH}而获得V_{con}电压过渡。

[0038] 在第3部分中,晶体管M1和M2包括具有源极退化的源极耦合晶体管对(电阻器R1和R2,接收偏置电流I_o)。V_{con}电压将被施加于M1栅极输入端,并且其将生成差分电流对I_P和I_N。通过电流镜CURRMIRROR5和CURRMIRROR6对电流进行镜像。

[0039] 由PCLK和NCLK脉冲宽度来判定电流过渡时间。由N(电容器C_{int}的数目)、M(电流镜CURRMIRROR3和CURRMIRROR4的电流镜因子)、CLK信号的占空比、以及CLK信号的频率来定义该宽度。可以由所有这些设置的存在来实现宽的定时范围。因此,过渡定时是与技术无关的,其将不受电阻器和电容器变化的影响。

[0040] 图4和图5是示出两个DC输入信号之间的平稳过渡的定时图。

[0041] 在图4中,图的上部示出PCLK信号,图的中部示出在第一电压VTL和第二电压VTH之间的Vcon电压的平稳过渡,并且图的底部示出在第一输入电压VIN1和第二输入电压VIN2之间的输出信号的平稳过渡。图4因此示出其中在DC输入电压信号之间存在逐渐增加(step up)的开关。

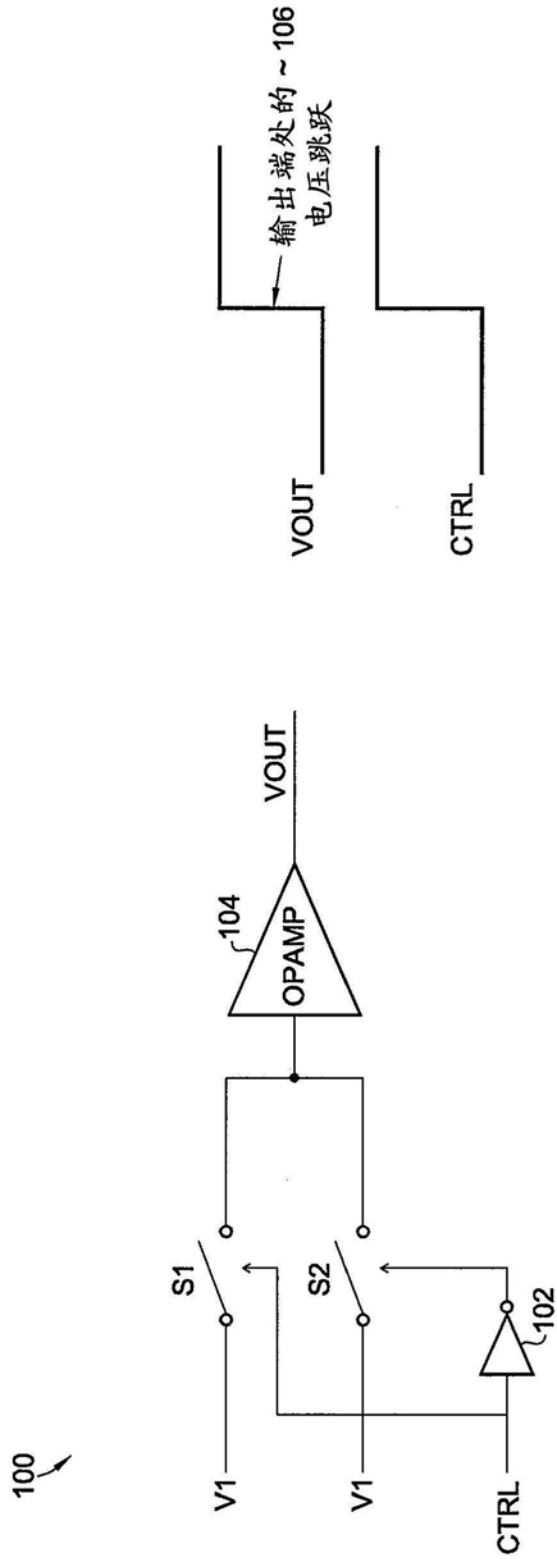
[0042] 在图5中,图的上部示出NCLK信号,图的中部示出在第一电压VTH和第二电压VTL之间的Vcon电压的平稳过渡,并且图的底部示出在第一输入电压VIN2和第二输入电压VIN1之间的输出信号的平稳过渡。图5因此示出其中在DC输入电压信号之间存在逐渐减小(step down)的开关。

[0043] 图6示出在两个正弦波输入之间的平稳过渡。

[0044] 在图6中,图的第一和顶部部分示出NCLK和PCLK信号。图的第二部分示出在第一电压VTL与第二电压VTH之间的并且返回到VTL电压的Vcon电压的平稳过渡。图的第三部分示出正弦波输入电压VIN1和VIN2。图的第四和底部部分示出在第一输入正弦波电压VIN1与第二输入正弦波电压VIN2之间的并且随后返回下降到VIN1正弦波电压的输出信号的平稳过渡。图6因此示出从一个正弦波电压输入到另一个正弦波电压输入、以及返回到第一正弦波电压输入的平稳开关。

[0045] 因此,根据本发明,提供了由运算放大器模拟电流过渡控制的平稳信号开关。由时钟频率和占空比来精确地控制基准电流过渡定时。可以通过设置N(电容器数目)和M(电流镜因子)来实现大范围的过渡时间。本发明的电路基本上不受高频数字噪声的影响,并且不需要对输出级电压进行滤波。开关过渡时间与于技术(电阻器和电容器)变化无关。本发明的电路容易实现且具有经济效益。

[0046] 因此,在不脱离本发明的精神或范围的情况下可以对本发明进行各种修改和变更对于本领域的技术人员而言是明显的。因此,如果本发明的修改和变更在所附权利要求的范围内,则意图在于本发明覆盖该修改和变更。



现有技术

图1

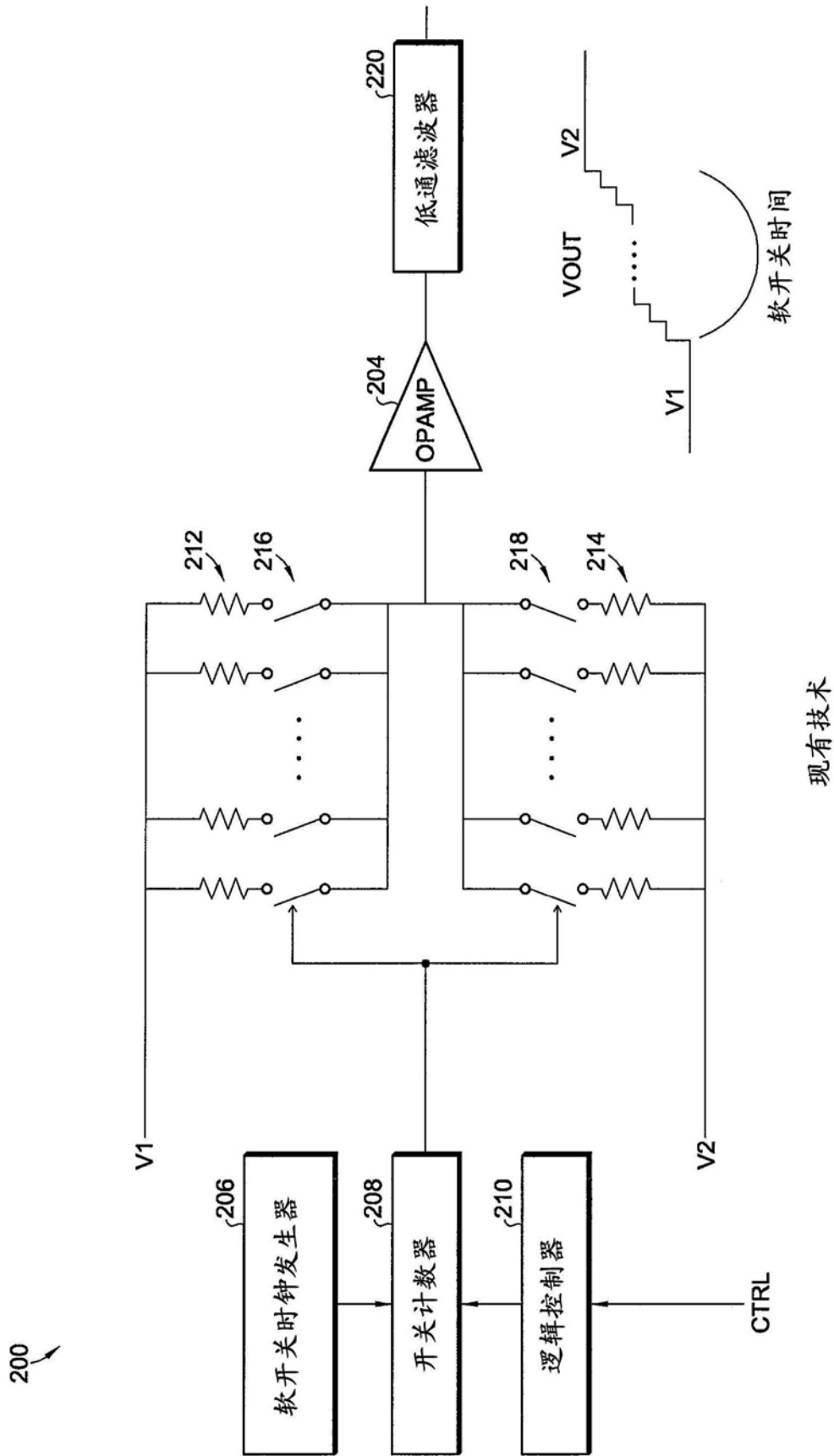


图2

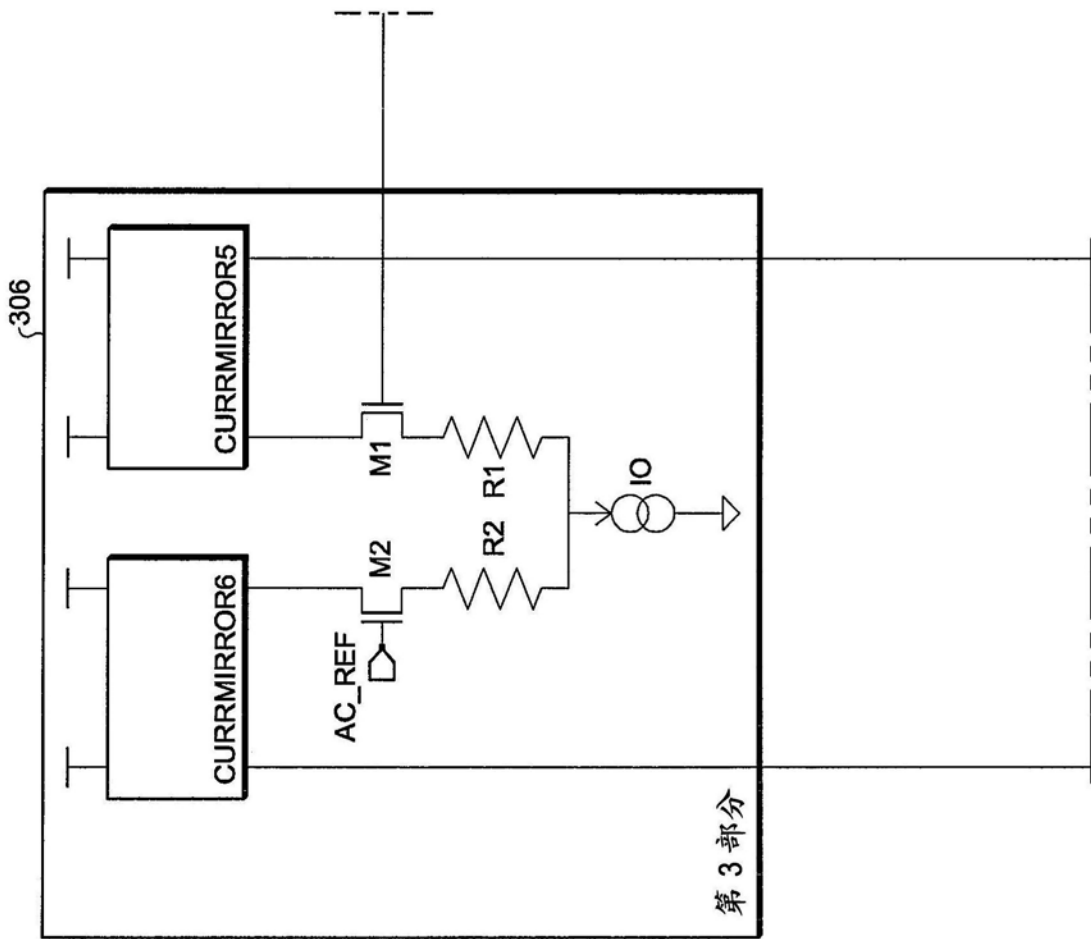


图3A

300

图 3A	图 3B
图 3C	图 3D

图3

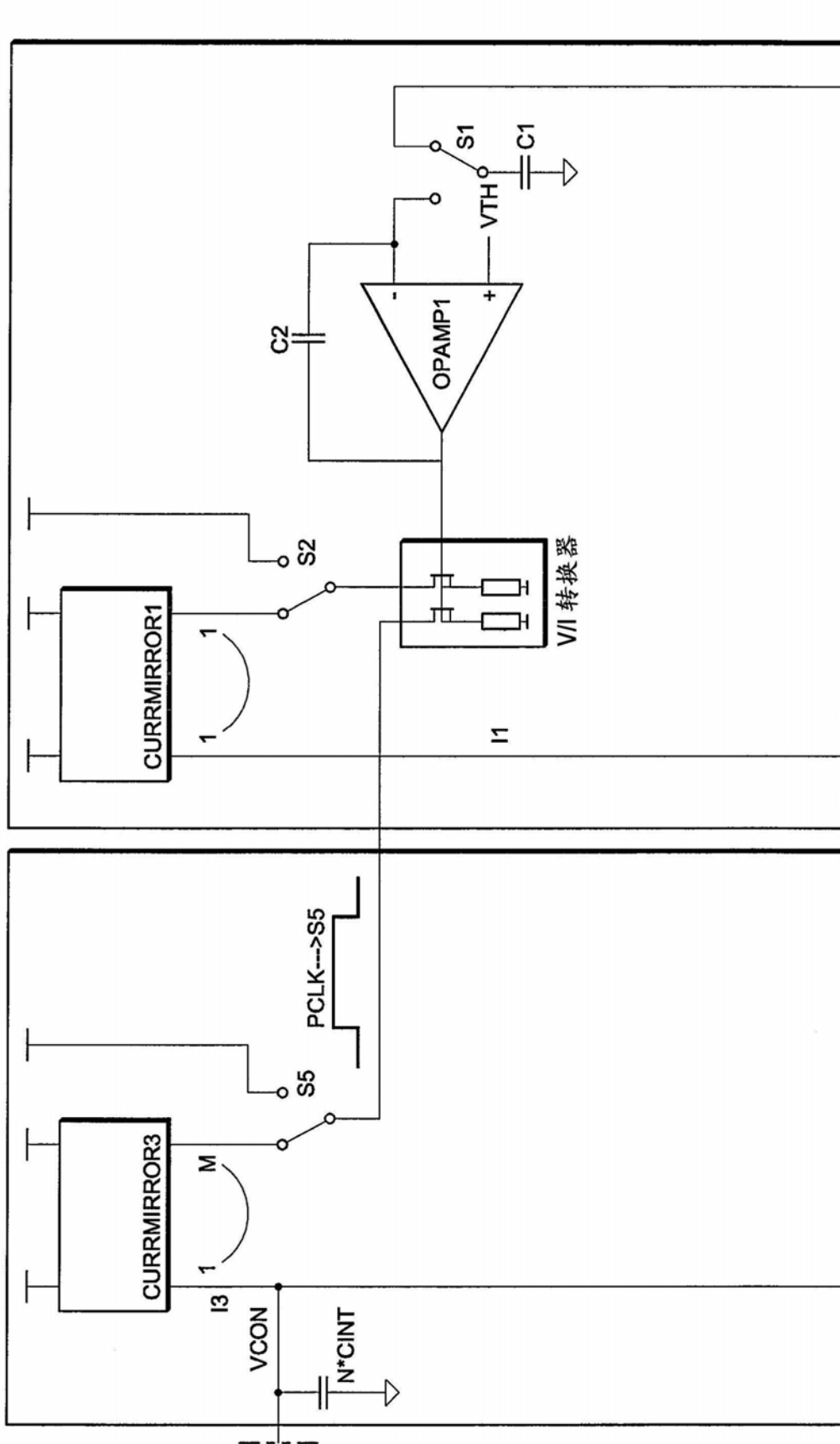


图3B

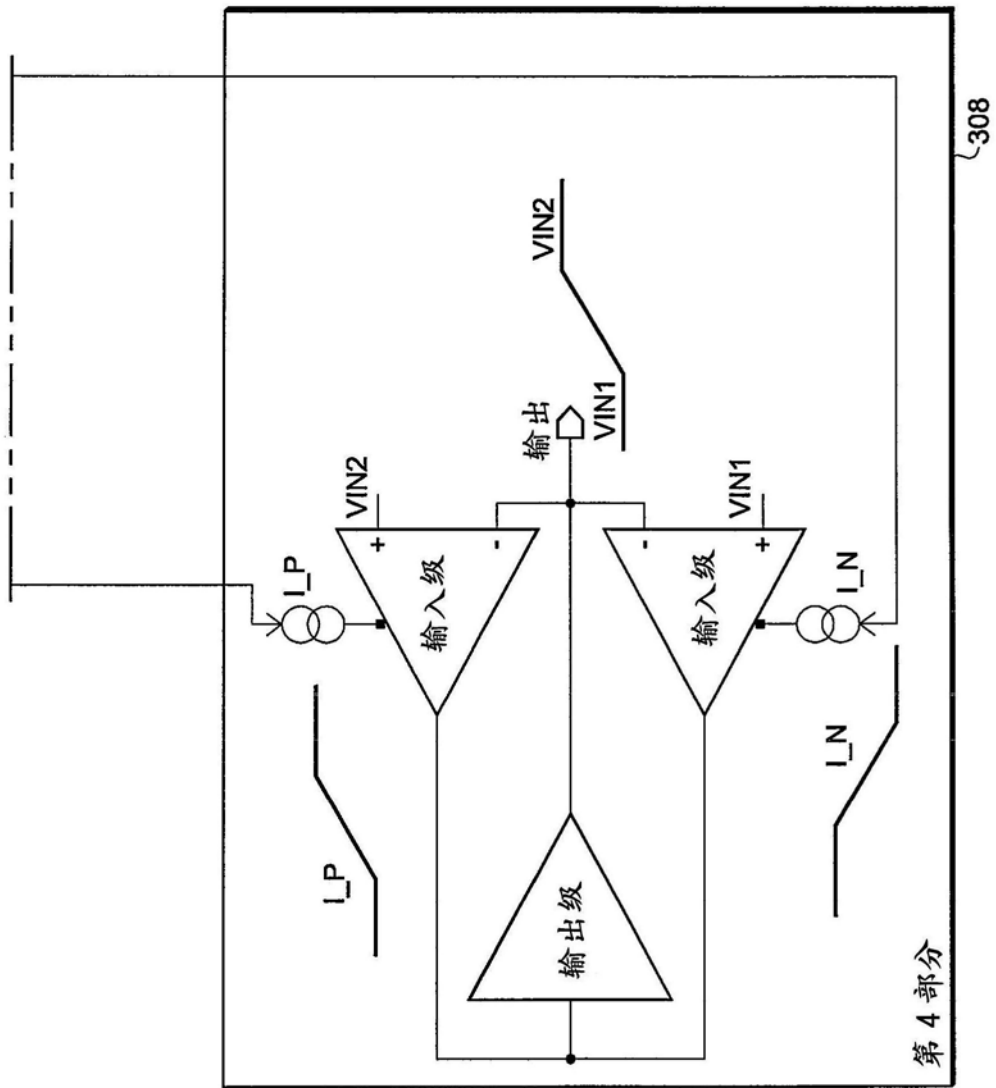


图3C

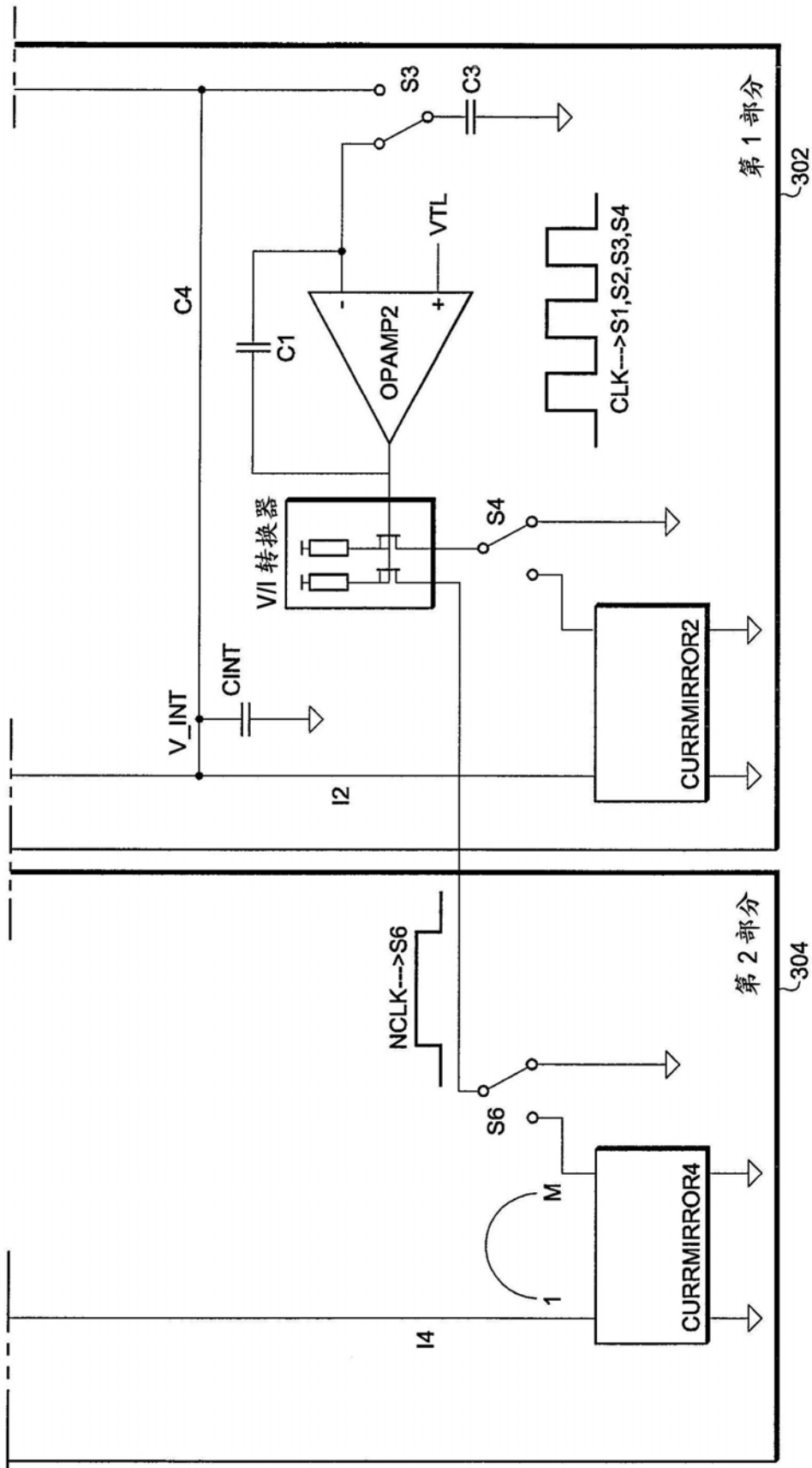


图3D

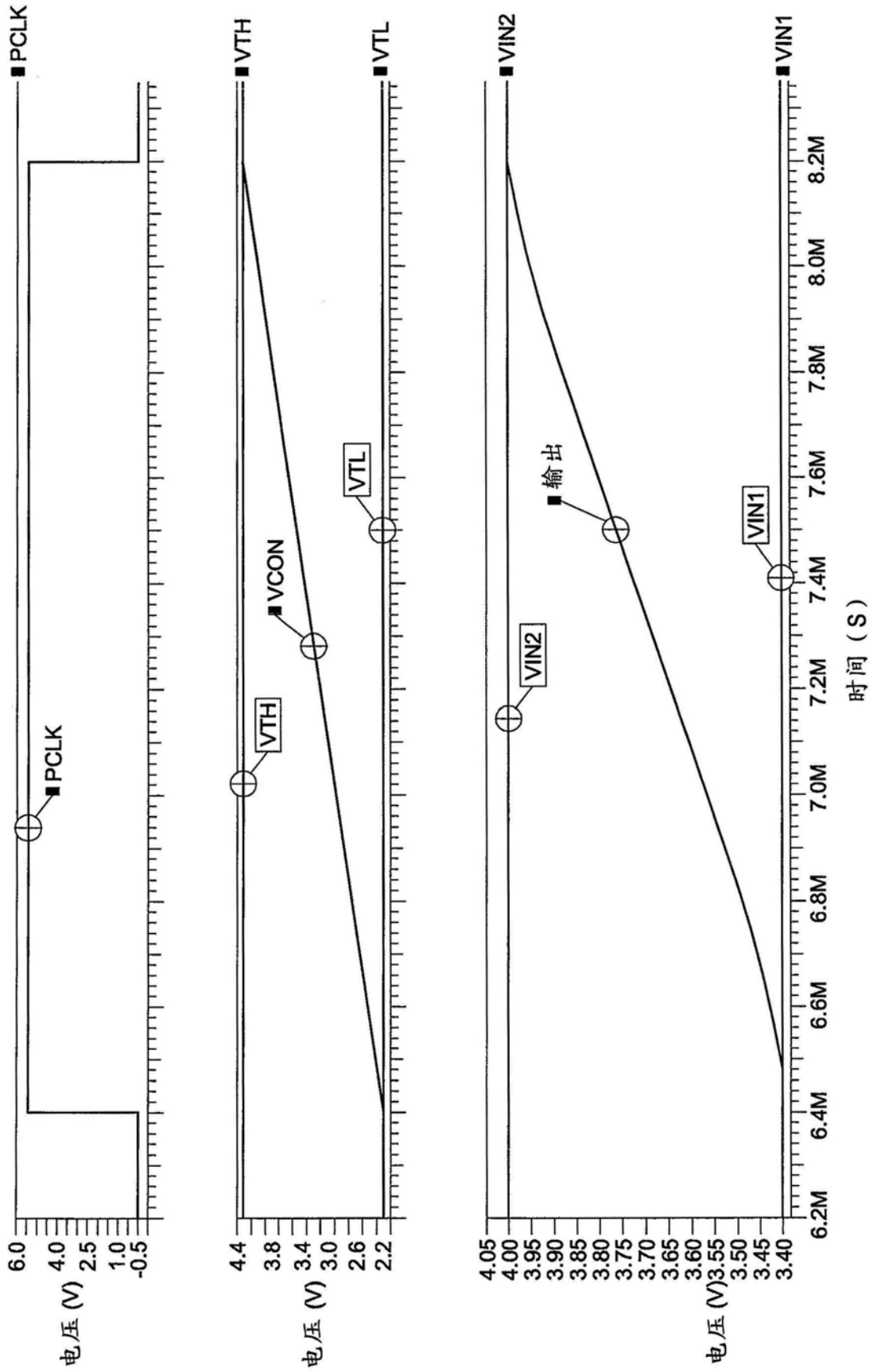


图4

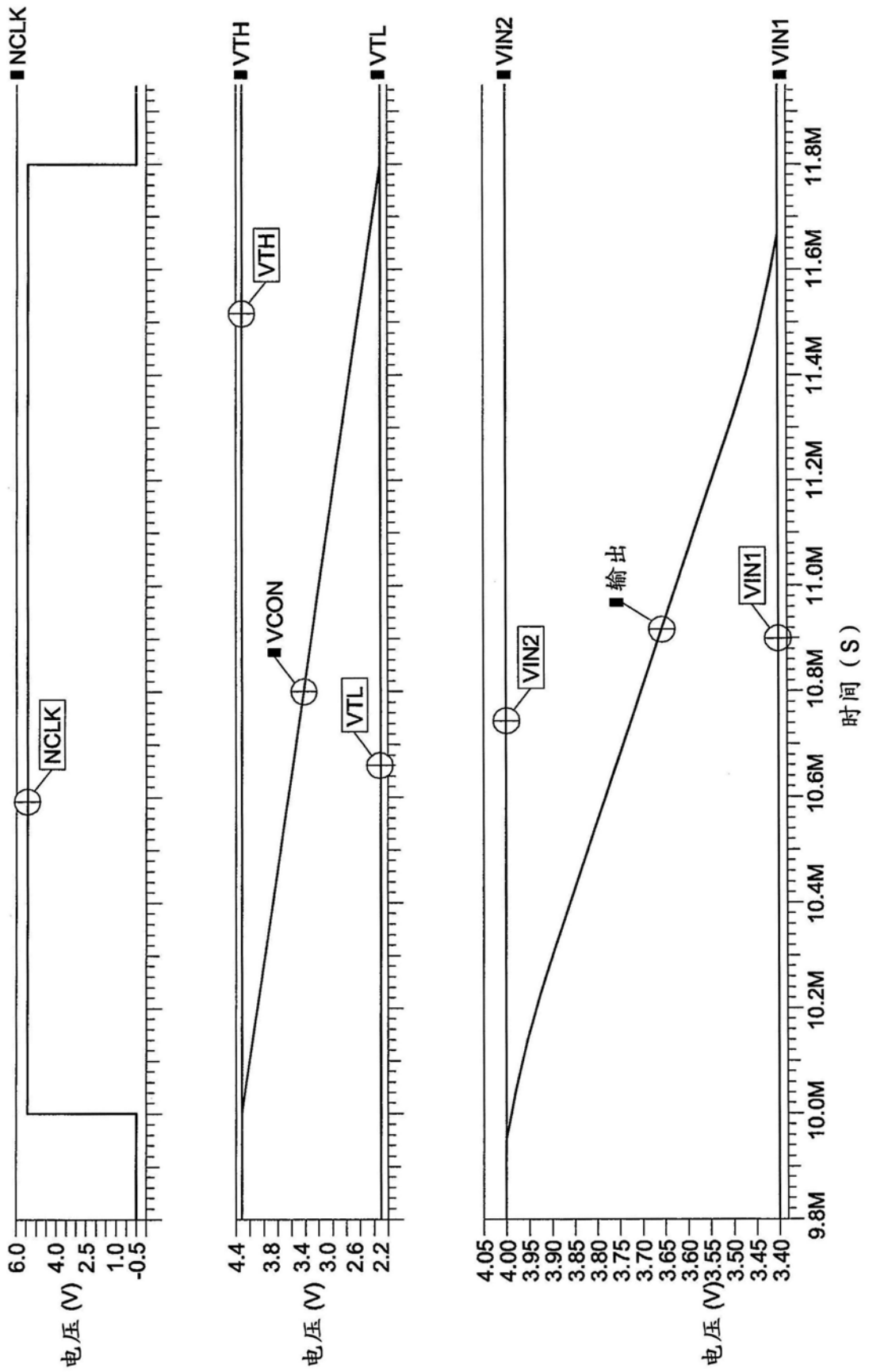


图5

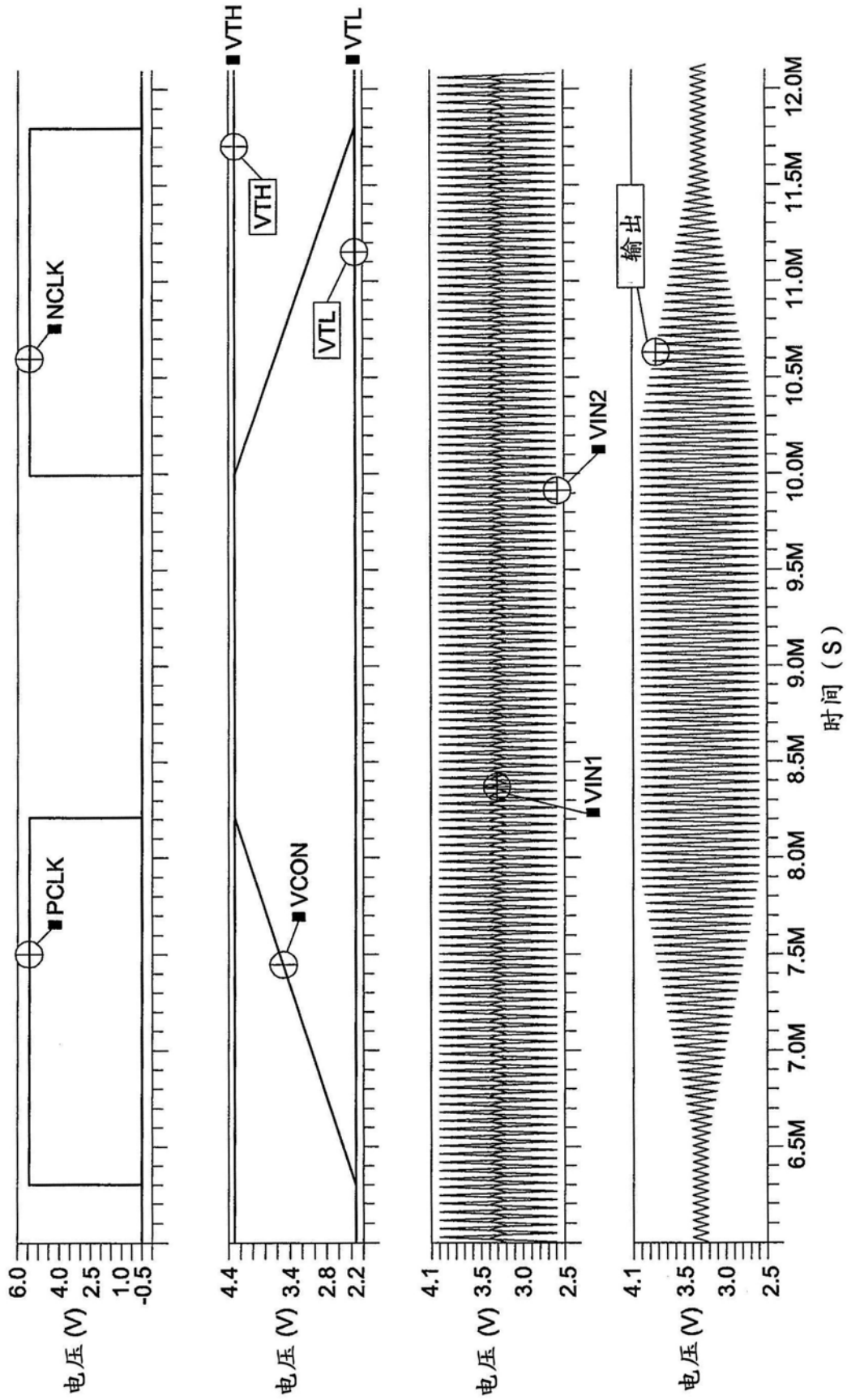


图6