



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104200221 B

(45)授权公告日 2017. 11. 24

(21)申请号 201410424675.9

(22)申请日 2014.08.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104200221 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(73)专利权人 上海思立微电子科技有限公司

地址 201210 上海市浦东新区张江高科技
园区盛夏路560号2幢10层1003室

(72)发明人 东尚清

(74)专利代理机构 上海晨皓知识产权代理事务

所(普通合伙) 31260

代理人 成丽杰

(51)Int. Cl.

G06K 9/62(2006.01)

(56)对比文件

CN 103956981 A, 2014.07.30,

US 2010/0264988 A1, 2010.10.21,

刘磊等. 一种增益自举运算放大器的分析与
优化设计.《集成电路应用》.2012,第38卷(第6
期),第47-50页.

审查员 王满一

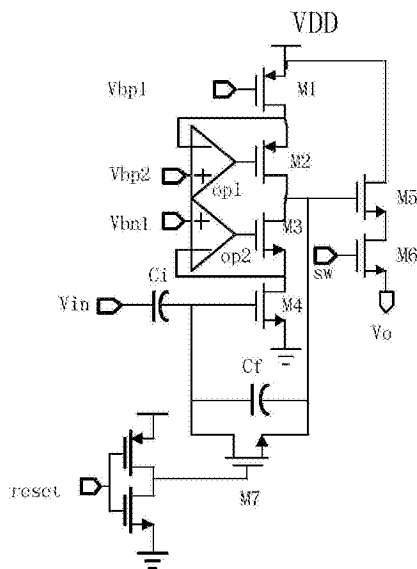
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种指纹识别传感器

(57)摘要

本发明涉及指纹识别领域,公开了一种指纹识别传感器。本发明中,通过在共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器,可以在共源共栅结构MOS管的源漏电压减小时,利用辅助运算放大器的增益放大作用,使整个指纹识别传感器的增益仍然保持很高,避免了由于共源共栅结构MOS管的增益降落导致的整个指纹识别传感器的增益快速降落,从而提高了闭环输入输出范围,也就是提高了线性度;当指纹识别传感器的感应阵列线性度比较高时,就可以提高指纹识别传感器有效信号幅度,从而降低了噪声对信号的影响,提高了信噪比,最终达到很高的灵敏度。



1. 一种指纹识别传感器,包含:由四个MOS管构成的反相器结构运算放大器OP,其中两个是共源共栅结构MOS管,其特征在于,所述共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器。

2. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,共源共栅结构MOS管中的PMOS管和NMOS管的栅极分别连接第一辅助运算放大器和第二辅助运算放大器;

其中,所述PMOS管的栅极连接所述第一辅助运算放大器的输出端,所述PMOS管的源极连接到所述第一辅助运算放大器的反相输入端,所述第一辅助运算放大器的同相输入端连接PMOS管的输入偏置电压 V_{bp2} ;

所述NMOS管的栅极连接所述第二辅助运算放大器的输出端,所述NMOS管的源极连接到所述第二辅助运算放大器的反相输入端,所述第二辅助运算放大器的同相输入端连接NMOS管的输入偏置电压 V_{bn1} 。

3. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,共源共栅结构MOS管中PMOS管的栅极连接第一辅助运算放大器;

其中,所述PMOS管的栅极连接所述第一辅助运算放大器的输出端,所述PMOS管的源极连接到所述第一辅助运算放大器的反相输入端,所述第一辅助运算放大器的同相输入端连接PMOS管的输入偏置电压 V_{bp2} 。

4. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,共源共栅结构MOS管中NMOS管的栅极连接第二辅助运算放大器;

其中,所述NMOS管的栅极连接所述第二辅助运算放大器的输出端,所述NMOS管的源极连接到所述第二辅助运算放大器的反相输入端,所述第二辅助运算放大器的同相输入端连接NMOS管的输入偏置电压 V_{bn1} 。

5. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,所述辅助运算放大器的增益在40~70分贝dB之间。

6. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,还包含:反馈电容 C_f ,所述 C_f 连接在所述反相器结构OP的输入端与输出端之间。

7. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,还包含:第一开关管M7,所述M7的源极连接所述OP的输入端,所述M7的漏极连接所述OP的输出端,复位信号Reset通过反相器 $inv1$ 连接到M7的栅极。

8. 根据权利要求7所述的指纹识别传感器,其特征在于,所述反相器 $inv1$ 包含一个PMOS管M8和一个NMOS管M9;

所述M8和M9的栅极连接在一起作为反相器的输入端,连接复位信号Reset;M8的漏极与M9的漏极连接在一起作为反相器的输出端,连接M7的栅极;M8的源极连接电源,M9的源极接地。

9. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,还包含:输入电容 C_i ;所述 C_i 连接在所述指纹识别传感器的输入端 V_i 与所述OP的输入端之间。

10. 根据权利要求1所述的指纹识别传感器,其特征在于,还包含:跟随器M5和第二开关管M6;

所述M5的栅极连接所述OP的输出端,M5的源极连接M6的漏极,M5的漏极连接电源,M6的源极作为所述指纹识别传感器的输出端 V_o 。

一种指纹识别传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及指纹识别领域,特别涉及一种指纹识别传感器。

背景技术

[0002] 现有的指纹识别传感器的结构示意图如图1所示,其中,M1、M2、M3、M4四个金属-氧化物-半导体(MOS)管构成一个反相器结构OP(Operational Amplifier,运算放大器),M2的漏极与M3的漏极连接在一起作为OP输出端,OP输出端接跟随器M5的栅极,M5输出端(漏极)连接开关管M6的漏极,M6的源极作为指纹识别传感器的输出端Vo。OP首尾接开关管M7,也就是,M4的栅极为OP的输入端,M7的漏极连接M4的栅极,M7的源极连接OP的输出端。复位信号Reset通过反相器inv1连接到M7的栅极,输入电容Ci连接在输入端Vi与OP输入端(即M4的栅极)之间,反馈电容Cf连在OP输入端与输出端之间。

[0003] 请参阅图2所示,是OP的电压传输特性(输入输出)曲线示意图,横轴是输入电压,纵轴是输出电压,斜率是增益。在201至202区间,M2截止,M3导通;在202至203区间,M2和M3均导通;在203至204区间,M2导通,M3截止。

[0004] OP的总增益可通过下式计算:

$$[0005] \quad A_v = (g_{m1} // g_{m2} + g_{m3} // g_{m4}) \times (g_{m2} R_{op2} * R_{op1} // g_{m3} R_{on3} * R_{on4})$$

[0006] 其中, g_{m1} 、 g_{m2} 、 g_{m3} 、 g_{m4} 分别为M1、M2、M3、M4的跨导, R_{op1} 、 R_{op2} 、 R_{on3} 、 R_{on4} 分别为M1、M2、M3、M4的阻抗,//表示并联。当OP输出端信号电压比较高时,M2会先进入线性区(也就是,从201至202区间进入202至203区间),M2构成的共源共栅(cascode)级增益会很快降下去,因此OP的总增益很快降落,最终导致OP不再线性放大。同样,当OP输出端信号电压比较低时,M3会先进入线性区(也就是,从204至203区间进入203至202区间),M3构成的共源共栅(cascode)级增益会很快降下去,最终OP不再线性放大;从而导致整个OP结构的线性区间较窄。因此,指纹识别传感器的输入、输出范围受限,进而导致整个指纹识别电路系统的线性度受限,影响系统的噪声、线性度之间的折中,最终表现为系统的灵敏度低。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种指纹识别传感器,使得指纹识别传感器的线性度得以提高。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明的实施方式提供了一种指纹识别传感器,包含:由四个MOS管构成的反相器结构运算放大器OP,其中两个是共源共栅结构MOS管,所述共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器。

[0009] 本发明实施方式相对于现有技术而言,通过在共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器,可以在共源共栅结构MOS管的源漏电压减小时,由于辅助运算放大器的增益放大作用,使整个指纹识别传感器的增益仍然保持很高,避免了由于共源共栅MOS管的增益降落导致的整个指纹识别传感器的增益快速降落,从而提高了闭环输入输出范围,也就是提高了线性度;当指纹识别传感器的感应阵列线性度比较高时,就可以提高指纹识别传感

器有效信号幅度,从而降低了噪声对信号的影响,提高了信噪比,最终达到很高的灵敏度。

[0010] 可选地,共源共栅结构MOS管中的PMOS管和NMOS管的栅极分别连接第一辅助运算放大器和第二辅助运算放大器;

[0011] 其中,所述PMOS管的栅极连接所述第一辅助运算放大器的输出端,所述PMOS管的源极连接到所述第一辅助运算放大器的反相输入端,所述第一辅助运算放大器的同相输入端连接PMOS管的输入偏置电压 V_{bp2} ;

[0012] 所述NMOS管的栅极连接所述第二辅助运算放大器的输出端,所述NMOS管的源极连接到所述第二辅助运算放大器的反相输入端,所述第二辅助运算放大器的同相输入端连接NMOS管的输入偏置电压 V_{bn1} 。

[0013] 可选地,共源共栅结构MOS管中PMOS管的栅极连接第一辅助运算放大器;

[0014] 其中,所述PMOS管的栅极连接所述第一辅助运算放大器的输出端,所述PMOS管的源极连接到所述第一辅助运算放大器的反相输入端,所述第一辅助运算放大器的同相输入端连接 V_{bp2} 。

[0015] 当OP输出端信号电压比较高时,M2会先进入线性区,M2构成的共源共栅(cascode)级增益会很快降下去,但是,由于op1的增益放大作用,OP的总增益增加了,使OP的总增益不会很快降落,最终使OP仍然线性放大,可以很大程度上提高感应单元OP的输入输出范围,进而提高感应单元的线性区间。

[0016] 可选地,共源共栅结构MOS管中NMOS管的栅极连接第二辅助运算放大器;

[0017] 其中,所述NMOS管的栅极连接所述第二辅助运算放大器的输出端,所述NMOS管的源极连接到所述第二辅助运算放大器的反相输入端,所述第二辅助运算放大器的同相输入端连接 V_{bn1} 。

[0018] 当OP输出端信号电压比较低时,M3会先进入线性区,M3构成的共源共栅(cascode)级增益会很快降下去,但是,由于op1的增益放大作用,OP的总增益增加了,使OP的总增益不会很快降落,最终使OP仍然线性放大,可以很大程度上提高感应单元OP的输入输出范围,进而提高感应单元的线性区间。

[0019] 另外,所述辅助运算放大器的增益在40~70分贝dB之间,可解决指纹识别传感器的输入、输出范围受限的问题,进而避免整个指纹识别电路系统的线性度受限。

附图说明

[0020] 图1是根据现有技术的指纹识别传感器的结构示意图;

[0021] 图2是根据现有技术的OP的输入输出曲线示意图;

[0022] 图3是根据本发明第一实施方式的指纹识别传感器的结构示意图;

[0023] 图4是根据本发明第一实施方式的指纹识别传感器的第一辅助运算放大器的结构示意图;

[0024] 图5是根据本发明第一实施方式的指纹识别传感器的第二辅助运算放大器的结构示意图;

[0025] 图6是根据本发明第二实施方式的指纹识别传感器的结构示意图;

[0026] 图7是根据本发明第二实施方式的指纹识别传感器的另一种结构示意图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的各实施方式进行详细的阐述。然而,本领域的普通技术人员可以理解,在本发明各实施方式中,为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是,即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改,也可以实现本申请各权利要求所要求保护的技术方案。

[0028] 本发明的第一实施方式涉及一种指纹识别传感器,如图3所示,包含由四个MOS管(M1、M2、M3、M4)构成的反相器结构运算放大器OP,其中两个是共源共栅结构MOS管,即PMOS管M2和NMOS管M3,共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器,具体地说,PMOS管M2连接第一辅助运算放大器op1,NMOS管M3连接第二辅助运算放大器op2,op1和op2的具体结构如图4和图5所示,与现有的运算放大器结构类似,在此不再赘述。

[0029] 如图3所示,M2的栅极连接op1的输出端,M2的源极连接到op1的反相输入端,op1的同相输入端连接M2的输入偏置电压Vbp2。M3的栅极连接op2的输出端,M3的源极连接到op2的反相输入端,op2的同相输入端连接M3的输入偏置电压Vbn1。

[0030] 在共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器之前(也就是图1所示的结构中),从M2、M3源向上、向下的电阻分别是:

$$[0031] \quad R_{outp} = g_{m2}R_{op2} * R_{op1}$$

$$[0032] \quad R_{outn} = g_{m3}R_{on3} * R_{on4}$$

[0033] 在共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器之后,从M2、M3源向上、向下的电阻分别变成:

$$[0034] \quad R_{outp} = A_{v_{op1}} * g_{m2}R_{op2} * R_{op1}$$

$$[0035] \quad R_{outn} = A_{v_{op2}} * g_{m3}R_{on3} * R_{on4}$$

[0036] 其中, $A_{v_{op1}}$ 和 $A_{v_{op2}}$ 分别为op1和op2的增益,可以达到40-70dB(可通过事先选择合适的运算放大器约定)。op1和op2的增益可以根据M2和M3的特性选择,一般指纹检测电路中,40-70dB已能解决指纹识别传感器的输入、输出范围受限的问题,进而避免整个指纹识别电路系统的线性度受限,达到系统的噪声、线性度之间的良好折中,最终表现为提高系统的灵敏度。

[0037] 因此,本实施方式的OP的总增益为:

$$[0038] \quad A_v = (g_{m1} // g_{m2} + g_{m3} // g_{m4}) \times (A_{v_{op1}} * g_{m2}R_{op2} * R_{op1} // A_{v_{op2}} * g_{m3}R_{on3} * R_{on4})$$

[0039] 由上述OP的总增益计算式可知,当M2、M3的源漏电压减小时,由于 R_{outp} 增加了 $A_{v_{op1}}$ 倍(也就是40~70倍),或者 R_{outn} 增加了 $A_{v_{op2}}$ 倍,所以整个op仍然保持很高增益,提高了闭环输入输出范围,也就是提高了线性度。当感应阵列线性度比较高时就可以提高有效信号幅度,从而降低了噪声对信号的影响,提高了信噪比,最终达到很高的灵敏度。

[0040] 与现有技术相比,本实施方式通过在共源共栅结构MOS管的栅极连接辅助运算放大器,可以在共源共栅结构MOS管的源漏电压减小时,由于辅助运算放大器的增益放大作用,使整个指纹识别传感器的增益仍然保持很高,避免了由于共源共栅MOS管的增益降落导致的整个指纹识别传感器的增益快速降落,从而提高了闭环输入输出范围,也就是提高了线性度;当指纹识别传感器的感应阵列线性度比较高时,就可以提高指纹识别传感器有效

信号幅度,从而降低了噪声对信号的影响,提高了信噪比,最终达到很高的灵敏度。

[0041] 此外,需要说明的是,图3中其他元器件及其连接关系与现有技术类似,比如,反馈电容 C_f 连接在OP的输入端与输出端之间;第一开关管M7的源极连接OP的输入端,M7的漏极连接OP的输出端,复位信号Reset通过反相器inv1连接到M7的栅极;反相器inv1包含一个PMOS管M8和一个NMOS管M9;M8和M9的栅极连接在一起作为反相器的输入端,连接复位信号Reset;M8的漏极与M9的漏极连接在一起作为反相器的输出端,连接M7的栅极;M8的源极连接电源,M9的源极接地;输入电容 C_i 连接在指纹识别传感器的输入端 V_i 与OP的输入端之间;跟随器M5的栅极连接OP的输出端,M5的源极连接第二开关管M6的漏极,M5的漏极连接电源,M6的源极作为指纹识别传感器的输出端 V_o 。其功能与现有技术也类似,在此不再一一赘述。

[0042] 本发明的第二实施方式涉及一种指纹识别传感器,本实施方式与第一实施方式大致相同,主要区别在于:在第一实施方式中,共源共栅的两个MOS管的栅极均设有辅助运算放大器;而在第二实施方式中,仅在共源共栅的两个MOS管中的一个栅极设有辅助运算放大器,如图6或图7所示。

[0043] 请参阅图6所示,共源共栅结构MOS管中PMOS管M2的栅极连接第一辅助运算放大器op1;其中,M2的栅极连接op1的输出端,M2的源极连接到op1的反相输入端,op1的同相输入端连接 V_{bp2} 。当OP输出端信号电压比较高时,M2会先进入线性区,M2构成的共源共栅(cascode)级增益会很快降下去,但是,由于op1的增益放大作用,OP的总增益增加了,使OP的总增益不会很快降落,最终使OP仍然线性放大,可以很大程度上提高感应单元OP的输入输出范围,进而提高感应单元的线性区间,最终提高了系统的线性度,使系统在线性度、噪声之间折中更加灵活;最终很大程度上提高了芯片的灵敏度。

[0044] 请参阅图7所示,共源共栅结构MOS管中NMOS管M3的栅极连接第二辅助运算放大器op2;其中,M3的栅极连接op2的输出端,M3的源极连接到op2的反相输入端,op2的同相输入端连接 V_{bn1} 。同理,当OP输出端信号电压比较低时,M3会先进入线性区,M3构成的共源共栅(cascode)级增益会很快降下去,但是,由于op1的增益放大作用,OP的总增益增加了,使OP的总增益不会很快降落,最终使OP仍然线性放大,可以很大程度上提高感应单元OP的输入输出范围,进而提高感应单元的线性区间,最终提高了系统的线性度,使系统在线性度、噪声之间折中更加灵活;最终很大程度上提高了芯片的灵敏度。

[0045] 本领域的普通技术人员可以理解,上述各实施方式是实现本发明的具体实施例,而在实际应用中,可以在形式上和细节上对其作各种改变,而不偏离本发明的精神和范围。

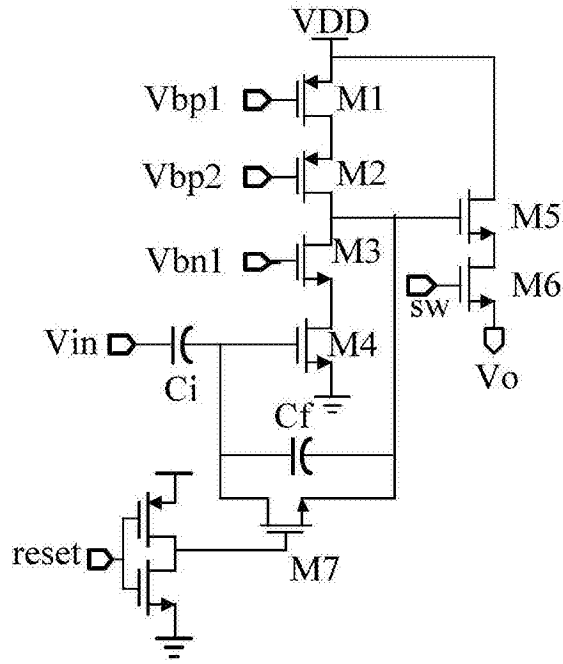


图1

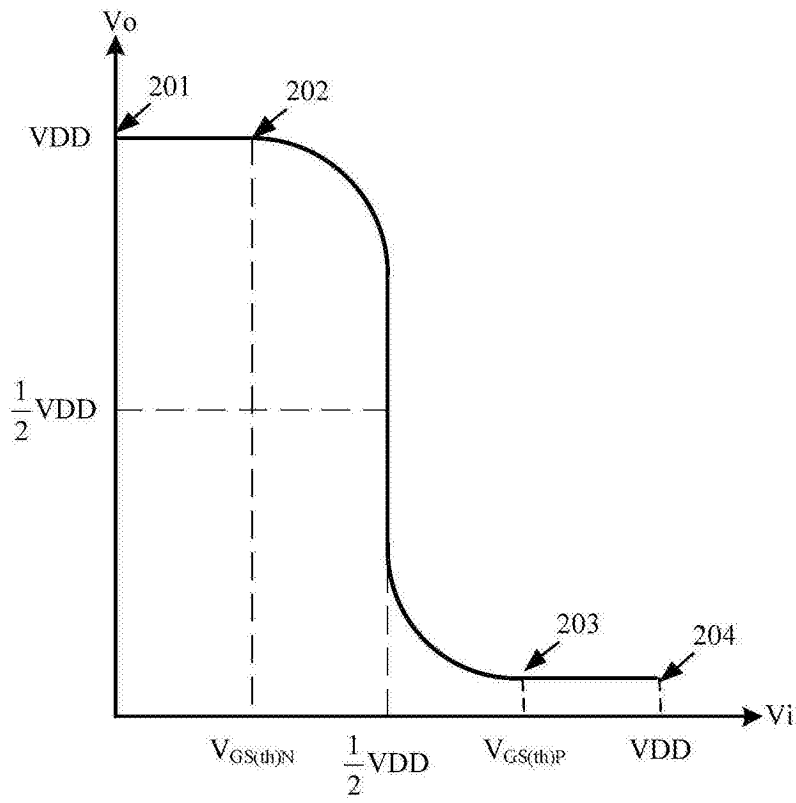


图2

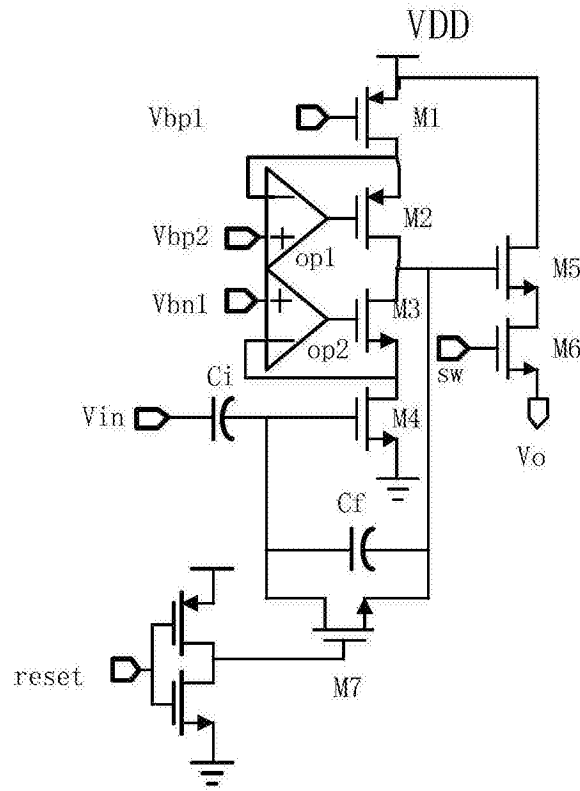


图3

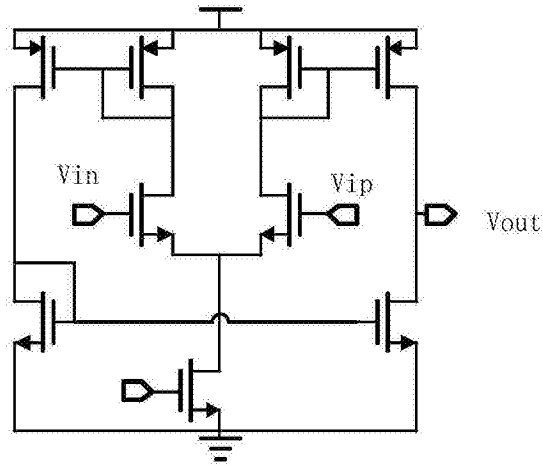


图4

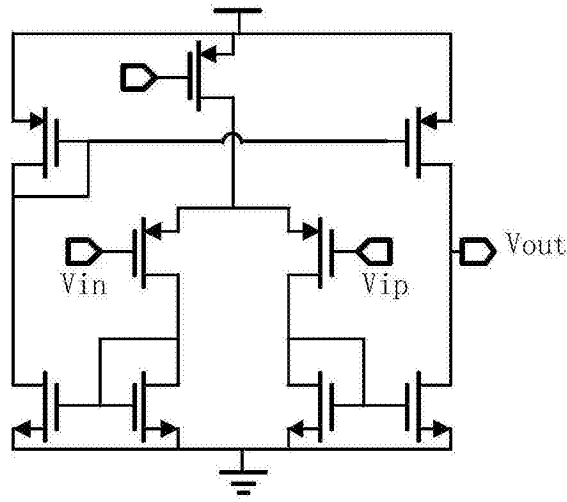


图5

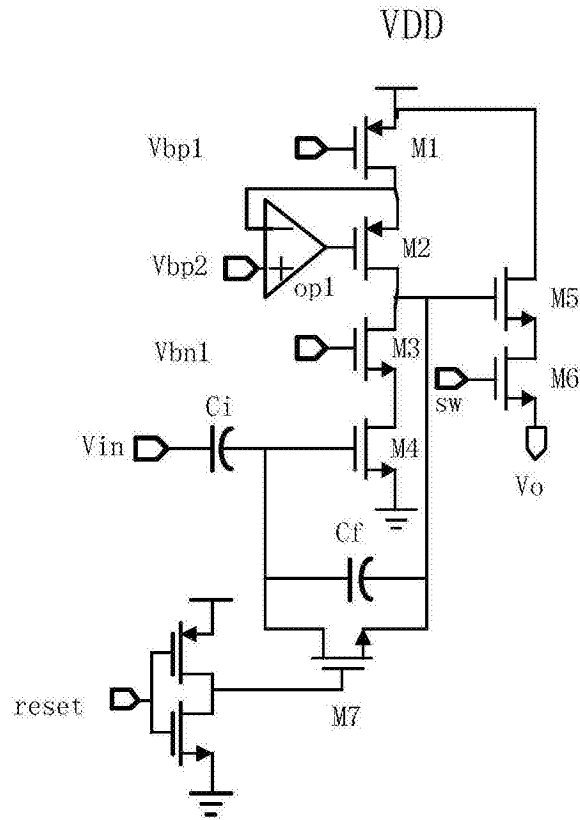


图6

