



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113419594 B

(45) 授权公告日 2022.02.11

(21) 申请号 202110751393.X

(22) 申请日 2021.07.02

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113419594 A

(43) 申请公布日 2021.09.21

(73) 专利权人 合肥睿普康集成电路有限公司
地址 230601 安徽省合肥市经济技术开发区宿松路3963号智能装备科技园E栋1001室

(72) 发明人 吴齐发 方敏

(74) 专利代理机构 北京博观达知识产权代理事务所(普通合伙) 11977
代理人 徐晶石

(51) Int. Cl.
G05F 3/26 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 112821875 A, 2021.05.18
- CN 104253590 A, 2014.12.31
- CN 108599731 A, 2018.09.28
- CN 104253589 A, 2014.12.31
- CN 110212866 A, 2019.09.06
- CN 102035484 A, 2011.04.27
- WO 0221682 A1, 2002.03.14

审查员 刘敬坤

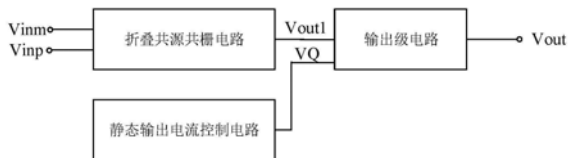
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路

(57) 摘要

本发明公开了一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路,包括折叠共源共栅电路、输出级电路、静态输出电流控制电路,所述输出级电路的输入端接折叠共源共栅电路,所述静态输出电流控制电路与所述输出级电路连接。本发明用一个比较简单的静态电路产生的电流稳定控制输出级的输出,使电路在输出大电流或者流入大电流时,输出级的静态电流都是确定的数值,可以控制电路的功耗。



1. 一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路,包括折叠共源共栅电路,其特征在于:还包括静态输出电流控制电路、输出级电路,所述输出级电路的输入端接折叠共源共栅电路,所述静态输出电流控制电路与所述输出级电路连接,所述输出级电路包括第一MOS管(M01)、第二MOS管(M02)、第三MOS管(M03)、第四MOS管(M04),所述第一MOS管(M01)的栅极与第三MOS管(M03)的栅极接折叠共源共栅电路的输出端,所述第一MOS管(M01)的漏极接第二MOS管(M02)的漏极,所述第一MOS管(M01)的源极与第三MOS管(M03)的漏极接电源电压,所述第三MOS管(M03)的源极接第四MOS管(M04)的漏极、第二MOS管(M02)的栅极,所述第四MOS管(M04)的源极接第二MOS管(M02)的源极接电源地,所述第四MOS管(M04)的栅极接静态输出电流控制电路的输出端,所述静态输出电流控制电路包括第五MOS管(MI1)、第六MOS管(MI2)、第七MOS管(MQ1)、第八MOS管(MQ2)、第九MOS管(MQ3)、第十MOS管(MQ4)、电流源(IQ),所述第五MOS管(MI1)的栅极接第七MOS管(MQ1)的漏极、第八MOS管(MQ2)的漏极,所述第五MOS管(MI1)的漏极接第六MOS管(MI2)的漏极和栅极、第十MOS管(MQ4)的栅极,所述第八MOS管(MQ2)的栅极接第十MOS管(MQ4)的漏极、第九MOS管(MQ3)的源极,所述第九MOS管(MQ3)的栅极接第七MOS管(MQ1)的栅极、第十一MOS管(MQ)的栅极和漏极、电流源(IQ)的一端,所述第十一MOS管(MQ)的源极与第九MOS管(MQ3)的漏极、第七MOS管(MQ1)的源极、第五MOS管(MI1)的源极接电源电压,所述电流源(IQ)的另一端与第十MOS管(MQ4)的源极、第八MOS管(MQ2)的源极、第六MOS管(MI2)的源极接电源地。

2. 根据权利要求1所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述折叠共源共栅电路包括第二一MOS管(M1)至第三一MOS管(M11),所述第二一MOS管(M1)的漏极接第二二MOS管(M2)的源极、第二三MOS管(M3)的源极,所述第二二MOS管(M2)的漏极接第三一MOS管(M11)的漏极、第二九MOS管(M9)的源极,所述第二三MOS管(M3)的漏极接第二八MOS管(M8)的源极、第三十MOS管(M10)的漏极,所述第三十MOS管(M10)的栅极接第三一MOS管(M11)的栅极,所述第二八MOS管(M8)的栅极接第二九MOS管(M9)的栅极,所述第二八MOS管(M8)的漏极接第二六MOS管(M6)的漏极、第二四MOS管(M4)的栅极、第二五MOS管(M5)的栅极,所述第二六MOS管(M6)的源极接第二四MOS管(M4)的漏极,所述第二九MOS管(M9)的漏极接第二七MOS管(M7)的漏极,所述第二七MOS管(M7)的源极接第二五MOS管(M5)的漏极。

3. 根据权利要求2所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述第三十MOS管(M10)的源极与第三十一MOS管的源极接电源电压,所述第二四MOS管(M4)的源极与第二五MOS管(M5)的源极、第二一MOS管(M1)的源极接电源地。

4. 根据权利要求2所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述第二九MOS管(M9)的漏极与第二七MOS管(M7)的漏极的连接点为折叠共源共栅电路的输出端。

5. 根据权利要求2所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述第一MOS管(M01)、第五MOS管(MI1)、第七MOS管(MQ1)、第十一MOS管(MQ)、第二八MOS管(M8)、第二九MOS管(M9)、第三十MOS管(M10)、第三十一MOS管为PMOS管。

6. 根据权利要求2所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述第二MOS管(M02)、第三MOS管(M03)、第四MOS管(M04)、第六MOS管(MI2)、第八MOS管(MQ2)、第九MOS管(MQ3)、第十MOS管(MQ4)、第二一MOS管(M1)至第二七MOS管(M7)为NMOS管。

7. 根据权利要求1所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述

第七MOS管 (MQ1)、第八MOS管 (MQ2)、第九MOS管 (MQ3)、第十MOS管 (MQ4) 是第一MOS管 (M01)、第二MOS管 (M02)、第三MOS管 (M03)、第四MOS管 (M04) 的镜像,尺寸等比例缩小。

8. 根据权利要求1所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述第四MOS管 (M04) 的栅极电压由静态输出电流控制电路输出。

9. 根据权利要求1所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述折叠共源共栅电路的输出端与输出级电路的输出端之间连接RC电路。

10. 根据权利要求9所述的可以用于运算放大器的静态电流控制电路,其特征在于:所述RC电路用来补偿折叠共源共栅电路的相位裕度,所述RC电路包括串联的一个电阻、一个电容。

一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路

技术领域

[0001] 本发明涉及运算放大器技术领域,具体为一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路。

背景技术

[0002] 运算放大器是集成电路中的一个常见的模块,大部分电路设计中运算放大器需要驱动各种各样的负载,在低电压集成电路设计中,驱动各种大的负载和大摆幅的输出成为低电压电路的关键,而设计控制驱动输出电路成为关键。

[0003] 现有驱动小电阻和大电容的输出电路静态电流不太确定,会造成输出电路消耗过大的电流,而利用辅助电路可以使输出电路的静态电流小,在动态需要大电流时,输出电路可以提供大电流。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路,使电路在输出大电流或者流入大电流时,输出级的静态电流都是确定的数值,可以控制电路的功耗,且电路成本低,应用范围广。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路,包括折叠共源共栅电路、输出级电路、静态输出电流控制电路,所述输出级电路的输入端接折叠共源共栅电路,所述静态输出电流控制电路与所述输出级电路连接,所述输出级电路包括第一MOS管、第二MOS管、第三MOS管、第四MOS管,所述第一MOS管的栅极与第三MOS管的栅极接折叠共源共栅电路的输出端,所述第一MOS管的漏极接第二MOS管的漏极,所述第一MOS管的源极与第三MOS管的漏极接电源电压,所述第三MOS管的源极接第四MOS管的漏极、第二MOS管的栅极,所述第四MOS管的源极接第二MOS管的源极接电源地,所述第四MOS管的栅极接静态输出电流控制电路的输出端,所述静态输出电流控制电路包括第五MOS管、第六MOS管、第七MOS管、第八MOS管、第九MOS管、第十MOS管、电流源,所述第五MOS管的栅极接第七MOS管的漏极、第八MOS管的漏极,所述第五MOS管的漏极接第六MOS管的漏极和栅极、第十MOS管的栅极,所述第八MOS管的栅极接第十MOS管的漏极、第九MOS管的源极,所述第九MOS管的栅极接第七MOS管的栅极、第十一MOS管的栅极和漏极、电流源的一端,所述第十一MOS管的源极与第九MOS管的漏极、第七MOS管的源极、第五MOS管的源极接电源电压,所述电流源的另一端与第十MOS管的源极、第八MOS管的源极、第六MOS管的源极接电源地。

[0006] 优选的,所述折叠共源共栅电路包括第二一MOS管至第三一MOS管,所述第二一MOS管的漏极接第二二MOS管的源极、第二三MOS管的源极,所述第二二MOS管的漏极接第三一MOS管的漏极、第二九MOS管的源极,所述第二三MOS管的漏极接第二八MOS管的源极、第三十MOS管的漏极,所述第三十MOS管的栅极接第三一MOS管的栅极,所述第二八MOS管的栅极接第二九MOS管的栅极,所述第二八MOS管的漏极接第二六MOS管的漏极、第二四MOS管的

栅极、第二五MOS管的栅极,所述第二六MOS管的源极接第二四MOS管的漏极,所述第二九MOS管的漏极接第二七MOS管的漏极,所述第二七MOS管的源极接第二五MOS管的漏极。

[0007] 优选的,所述第三十MOS管的源极与第三十一MOS管的源极接电源电压,所述第二四MOS管的源极与第二五MOS管的源极、第二一MOS管的源极接电源地。

[0008] 优选的,所述第二九MOS管的漏极与第二七MOS管的漏极的连接点为折叠共源共栅电路的输出端。

[0009] 优选的,所述第一MOS管、第五MOS管、第七MOS管、第十一MOS管、第二八MOS管、第二九MOS管、第三十MOS管、第三十一MOS管为PMOS管。

[0010] 优选的,所述第二MOS管、第三MOS管、第四MOS管、第六MOS管、第八MOS管、第九MOS管、第十MOS管、第二一MOS管至第二七MOS管为NMOS管。

[0011] 优选的,所述第七MOS管、第八MOS管、第九MOS管、第十MOS管是第一MOS管、第二MOS管、第三MOS管、第四MOS管的镜像,尺寸等比例缩小。

[0012] 优选的,所述第四MOS管的栅极电压由静态输出电流控制电路输出。

[0013] 优选的,所述折叠共源共栅电路的输出端与输出级电路的输出端之间连接RC电路。

[0014] 优选的,所述RC电路用来补偿折叠共源共栅电路的相位裕度,所述RC电路包括串联的一个电阻、一个电容。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0016] 1. 本发明用一个比较简单的静态电路产生的电流稳定控制输出级的输出,使电路在输出大电流或者流入大电流时,输出级的静态电流都是确定的数值,可以控制电路的功耗。

[0017] 2. 本发明中第七MOS管MQ1、第八MOS管MQ2、第九MOS管MQ3、第十MOS管MQ4是第一MOS管M01、第二MOS管M02、第三MOS管M03、第四MOS管M04的镜像,尺寸等比例缩小,根据镜像特性,电流源IQ产生的电流经过二极管连接的MQ复制给MQ3和MQ1的漏电流时,可以在输出级得到一个IQ的漏电流,这个电流就是输出级的静态控制电流,由此可以稳定的控制输出级的静态控制电流。

[0018] 3. 本发明的结构简单,各元器件数量少,价格便宜,成本低,应用范围也非常广。

[0019] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0020] 图1为本发明的结构连接框图;

[0021] 图2为本发明的折叠共源共栅电路与输出级电路连接的电路原理图;

[0022] 图3为本发明的静态输出电流控制电路与输出级电路连接的电路原理图。

[0023] 图中:M01、第一MOS管;M02、第二MOS管;M03、第三MOS管;M04、第四MOS管;MI1、第五MOS管;MI2、第六MOS管;MQ1、第七MOS管;MQ2、第八MOS管;MQ3、第九MOS管;MQ4、第十MOS管;MQ、第十一MOS管;IQ、电流源;M1、第二一MOS管;M2、第二二MOS管;M3、第二三MOS管;M4、第二四MOS管;M5、第二五MOS管;M6、第二六MOS管;M7、第二七MOS管;M8、第二八MOS管;M9、第二九MOS管;M10、第三十MOS管;M11、第三一MOS管;

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0026] 本发明提供一种技术方案:如图1-3所示,一种可以用于运算放大器的静态电流控制电路,包括折叠共源共栅电路、输出级电路、静态输出电流控制电路,输出级电路的输入端接折叠共源共栅电路,折叠共源共栅电路和输出级电路构成折叠共源共栅运算放大器,如图2所示,折叠共源共栅电路包括第二一MOS管M1至第三一MOS管M11,第二一MOS管M1的漏极接第二二MOS管M2的源极、第二三MOS管M3的源极,第二二MOS管M2的漏极接第三一MOS管M11的漏极、第二九MOS管M9的源极,第二三MOS管M3的漏极接第二八MOS管M8的源极、第三十MOS管M10的漏极,第三十MOS管M10的栅极接第三一MOS管M11的栅极,第二八MOS管M8的栅极接第二九MOS管M9的栅极,第二八MOS管M8的漏极接第二六MOS管M6的漏极、第二四MOS管M4的栅极、第二五MOS管M5的栅极,第二六MOS管M6的源极接第二四MOS管M4的漏极,第二九MOS管M9的漏极接第二七MOS管M7的漏极,第二七MOS管M7的源极接第二五MOS管M5的漏极。第三十MOS管M10的源极与第三十一MOS管的源极接电源电压,第二四MOS管M4的源极与第二五MOS管M5的源极、第二一MOS管M1的源极接电源地。第二九MOS管M9的漏极与第二七MOS管M7的漏极的连接点为折叠共源共栅电路的输出端。

[0027] 其中,第二二MOS管M2和第二三MOS管M3是输入MOS管,它将输入电压转换为电流,这个电流在结点E与增益级的电流满足这样的条件: $I_{11} = I_2 + I_9$,同理,在结点F有: $I_{10} = I_3 + I_8$ 。这种运算放大器可以提供较大的增益,由于在做缓冲器时需要输入和输出短接,使这种折叠结构的运算放大器应用范围更广。折叠共源共栅电路由于它的输出阻抗较大,而且输出电压的幅度比较小,当需要驱动小的负载阻抗时需要增加输出级电路。

[0028] 图2中的输出级电路就是其中的一种,它可以驱动小阻抗和大电容负载,同时大大增加电路的输出摆幅。

[0029] 输出级电路包括第一MOS管M01、第二MOS管M02、第三MOS管M03、第四MOS管M04,第一MOS管M01的栅极与第三MOS管M03的栅极接折叠共源共栅电路的输出端,第一MOS管M01的漏极接第二MOS管M02的漏极,其连接点作为输出结点,输出的电压为 V_{out} 。第一MOS管M01的源极与第三MOS管M03的漏极接电源电压,第三MOS管M03的源极接第四MOS管M04的漏极、第二MOS管M02的栅极,第四MOS管M04的源极接第二MOS管M02的源极接电源地,第四MOS管M04的栅极接静态输出电流控制电路的输出端,且第四MOS管M04的栅极电压由静态输出电流控制电路输出。

[0030] 折叠共源共栅电路的输出端与输出级电路的输出端之间还连接RC电路。通过RC电路来补偿折叠共源共栅电路的相位裕度,RC电路包括串联的一个电阻、一个电容。

[0031] 如图3所示,静态输出电流控制电路与输出级电路连接,静态输出电流控制电路包括第五MOS管MI1、第六MOS管MI2、第七MOS管MQ1、第八MOS管MQ2、第九MOS管MQ3、第十MOS管MQ4、电流源IQ,第五MOS管MI1的栅极接第七MOS管MQ1的漏极、第八MOS管MQ2的漏极,第五MOS管MI1的漏极接第六MOS管MI2的漏极和栅极、第十MOS管MQ4的栅极,第八MOS管MQ2的栅极接第十MOS管MQ4的漏极、第九MOS管MQ3的源极,第九MOS管MQ3的栅极接第七MOS管MQ1的栅极、第十一MOS管MQ的栅极和漏极、电流源IQ的一端,第十一MOS管MQ的源极与第九MOS管MQ3的漏极、第七MOS管MQ1的源极、第五MOS管MI1的源极接电源电压,电流源IQ的另一端与第十MOS管MQ4的源极、第八MOS管MQ2的源极、第六MOS管MI2的源极接电源地,第七MOS管MQ1、第八MOS管MQ2、第九MOS管MQ3、第十MOS管MQ4是第一MOS管M01、第二MOS管M02、第三MOS管M03、第四MOS管M04的镜像,尺寸等比例缩小。

[0032] 其中,第一MOS管M01、第五MOS管MI1、第七MOS管MQ1、第十一MOS管MQ、第二八MOS管M8、第二九MOS管M9、第三十MOS管M10、第三十一MOS管为PMOS管。第二MOS管M02、第三MOS管M03、第四MOS管M04、第六MOS管MI2、第八MOS管MQ2、第九MOS管MQ3、第十MOS管MQ4、第二一MOS管M1至第二七MOS管M7为NMOS管。

[0033] 输出级电路的第一MOS管M01和第三MOS管M03由运算放大器的输出VOUT1直接连接,第二MOS管M02的栅极电压和VOUT1电压相差一个第三MOS管M03的VGS电压,VGS电压是指第三MOS管M03的栅极和源极之间的电压差,这个VGS电压由流过第三MOS管M03和第四MOS管M04的电流决定,并确定输出管第一MOS管M01和第二MOS管M02的静态电流,这样精确地调节第四MOS管M04的栅极偏置电压VQ就可以确定输出级电路的静态电流。静态输出电流控制电路就是为合理偏置第四MOS管M04的栅极电压而引入的一个电路。电流源IQ产生的电流经过二极管连接的第十一MOS管MQ复制给第九MOS管MQ3和第七MOS管MQ1的漏电流,这样第八MOS管MQ2可以得到一个IQ的漏电流,由于第一MOS管M01、第二MOS管M02、第三MOS管M03、第四MOS管M04与第七MOS管MQ1、第八MOS管MQ2、第九MOS管MQ3、第十MOS管MQ4的相似特性,可以在输出级得到一个IQ的漏电流,这个电流就是输出级的静态控制电流。

[0034] 在整个静态输出电流控制电路里,在VA(点A处的电压)、VB(点B处的电压)、VC(点C处的电压)环路路径中,由于MOS管的连接关系,VA上升时,VB会下降,VC会上升,VC=VQ,最终控制了M04和MQ4的栅极电压,由于M04和MQ4的源极接地,是共源放大器的连接,VQ上升最终使VA下降,同理D点的电压也受环路的控制,使输出级的静态电流稳定在IQ,这样不管第一MOS管M01和第二MOS管M02对外是灌电流还是吸电流,IQ电流始终是输出级电路的静态电流。

[0035] 本发明用一个比较简单的静态电路产生的电流稳定控制输出级的输出,使电路在输出大电流或者流入大电流时,输出级的静态电流都是确定的数值,可以控制电路的功耗。

[0036] 在本发明的描述中,需要理解的是,指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0037] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何

的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0038] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

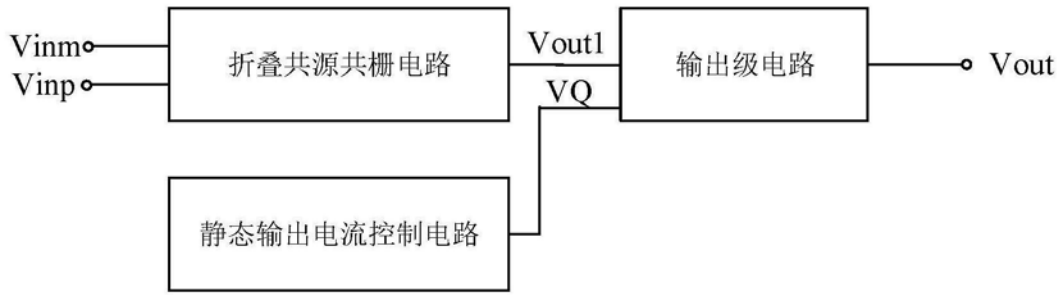


图1

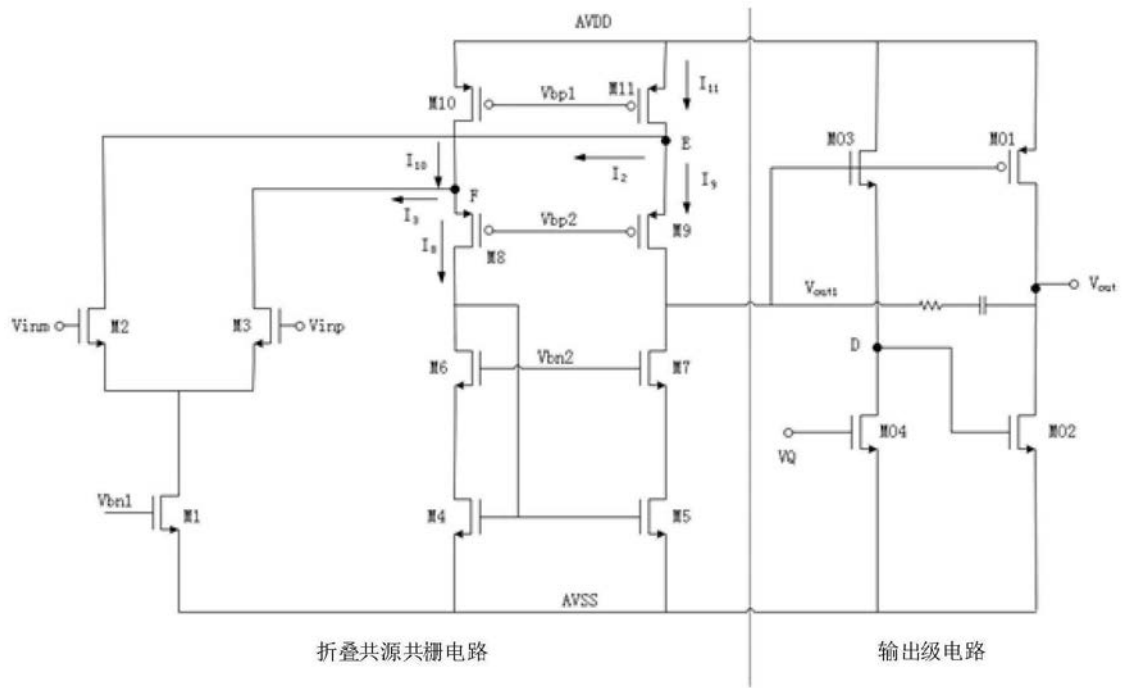


图2

