



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208351364 U

(45)授权公告日 2019.01.08

(21)申请号 201821107465.7

(22)申请日 2018.07.12

(73)专利权人 上海艾为电子技术股份有限公司
地址 200233 上海市徐汇区桂平路680号33
幢303-39室

(72)发明人 董渊 王云松 黄建刚 吴传奎
程剑涛

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227
代理人 李婷婷 王宝筠

(51)Int.Cl.
G05F 1/56(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

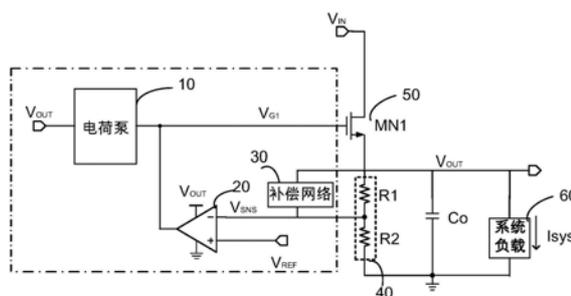
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)实用新型名称

一种线性稳压电路

(57)摘要

本申请公开一种线性稳压电路,包括:电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载;通过增加电荷泵,电荷泵的输出端连接功率管的控制端,从而能够增加功率管控制端的电压范围;而所述误差放大单元能够对增加后的功率管控制端电压进行高压调制,从而扩展了线性稳压电路的输出范围;所述误差放大单元的加入使得本实用新型中的线性稳压电路具有两级增益,通过补偿网络产生中频零点补偿次极点,来保证控制环路的稳定性,而且由于功率管的栅极电压范围增加,可以在增大线性稳压电路的输出电压范围时,也能保证功率管工作在饱和区,从而使得线性稳压器具有高精度的输出特点。



1. 一种线性稳压电路,其特征在于,包括:
 - 电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载;
 - 所述分压单元包括依次串接的第一电阻和第二电阻,所述第一电阻和第二电阻的公共端与所述误差放大单元的反相输入端相连,所述第一电阻远离所述第二电阻的一端与所述功率管的第一端相连,所述第二电阻远离所述第一电阻的一端接地;
 - 所述功率管的控制端与所述电荷泵的输出端以及所述误差放大单元的输出端相连;
 - 所述功率管的第二端用于接收电源电压的输入;
 - 所述功率管的第一端作为所述线性稳压电路的输出端,并连接所述输出调节电容一端以及所述系统负载的一端,所述输出调节电容的另一端以及所述系统负载的另一端均接地;
 - 所述电荷泵的输入端用于接收所述线性稳压电路的输出电压;
 - 所述误差放大单元的同相输入端接收参考电压的输入;
 - 所述误差放大单元的反相输入端通过补偿网络与所述功率管的第一端相连,所述补偿网络用于产生中频零点;
 - 所述误差放大单元电源输入端接收所述线性稳压电路的输出电压。
2. 根据权利要求1所述的线性稳压电路,其特征在于,所述功率管为NMOS管。
3. 根据权利要求1所述的线性稳压电路,其特征在于,所述误差放大单元包括:
 - 电流转高压调制模块和运算放大器。
4. 根据权利要求3所述的线性稳压电路,其特征在于,所述运算放大器包括:
 - 第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管、第五开关管、第六开关管和电流源;
 - 所述第一开关管的控制端接收参考电压的输入;
 - 所述第一开关管的第一端与所述第二开关管的第一端相连,并连接至所述第三开关管的第二端;
 - 所述第一开关管的第二端与所述第五开关管的第二端连接,并与所述电流转高压调制模块的输入端相连;
 - 所述第二开关管的控制端连接所述第一电阻和所述第二电阻的公共端;
 - 所述第二开关管的第二端连接所述第六开关管的第二端和控制端;
 - 所述第六开关管的第一端和所述第五开关管的第一端均接地;
 - 所述第三开关管的控制端与所述第四开关管的控制端和第二端相连;
 - 所述第三开关管的第一端与所述第四开关管的第一端相连,并接收所述线性稳压电路的输出端电压的输入;
 - 所述第四开关管的第二端通过所述电流源接地。
5. 根据权利要求4所述的线性稳压电路,其特征在于,所述电流转高压调制模块包括:
 - 第七开关管和第八开关管;
 - 所述第七开关管的控制端与所述第四开关管的控制端相连;
 - 所述第七开关管的第一端与所述第八开关管的第一端相连;
 - 所述第七开关管的第二端与所述电荷泵的输出端相连;
 - 所述第八开关管的控制端与所述第五开关管的第二端相连;

所述第八开关管的第二端接地。

6. 根据权利要求5所述的线性稳压电路,其特征在于,所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管、所述第四开关管和所述第八开关管均为PMOS管;

所述第五开关管、所述第六开关管和所述第七开关管均为NMOS管。

7. 根据权利要求6所述的线性稳压电路,其特征在于,所述第一端为源极,所述第二端为漏极,所述控制端为栅极。

8. 根据权利要求1所述的线性稳压电路,其特征在于,所述补偿网络包括前馈电容,所述前馈电容的一端连接所述功率管的第一端;所述前馈电容的另一端连接所述误差放大单元的反相输入端。

一种线性稳压电路

技术领域

[0001] 本实用新型涉及模拟电路技术领域,尤其涉及一种线性稳压电路。

背景技术

[0002] LDO (Low Dropout Regulator, 低压差线性稳压器) 具有电路结构简单、占用芯片面积小和噪声低等优点,已成为电源管理芯片中的重要组成部分。线性稳压器能够为模数转换电路和射频电路等噪声敏感电路提供高精度、低噪声的电源,而且由于结构相对简单,外围元器件少,因而被广泛应用于片上系统芯片中。

[0003] 图1为传统的N型功率MOS管的线性稳压电路。其中, V_{REF} 为参考电压, V_{FB} 为 V_{OUT} 的分压采样电压,该线性稳压电路通过运算放大器OP01和功率管MN01的负反馈调节作用,使得 $V_{FB}=V_{REF}$,因此 $V_{OUT}=V_{FB}*(R01+R02)/R02=V_{REF}*(R01+R02)/R02$,即可得到不随负载电流变化的稳定输出电压 V_{OUT} 。

[0004] 但是现有技术中的线性稳压电路的缺陷是输出端电压 V_{OUT} 的输出范围会受到极大限制,而且精度较低。

实用新型内容

[0005] 有鉴于此,本实用新型提供一种线性稳压电路,以解决现有技术中限定稳压电路的输出电压的输出范围受限且精度较低的问题。

[0006] 为实现上述目的,本实用新型提供如下技术方案:

[0007] 一种线性稳压电路,包括:

[0008] 电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载;

[0009] 所述分压单元包括依次串接的第一电阻和第二电阻,所述第一电阻和第二电阻的公共端与所述误差放大单元的反相输入端相连,所述第一电阻远离所述第二电阻的一端与所述功率管的第一端相连,所述第二电阻远离所述第一电阻的一端接地;

[0010] 所述功率管的控制端与所述电荷泵的输出端以及所述误差放大单元的输出端相连;

[0011] 所述功率管的第二端用于接收电源电压的输入;

[0012] 所述功率管的第一端作为所述线性稳压电路的输出端,并连接所述输出调节电容一端以及所述系统负载的一端,所述输出调节电容的另一端以及所述系统负载的另一端均接地;

[0013] 所述电荷泵的输入端用于接收所述线性稳压电路的输出电压;

[0014] 所述误差放大单元的同相输入端接收参考电压的输入;

[0015] 所述误差放大单元的反相输入端通过补偿网络与所述功率管的第一端相连,所述补偿网络用于产生中频零点;

[0016] 所述误差放大单元电源输入端接收所述线性稳压电路的输出电压。

[0017] 优选地,所述功率管为NMOS管。

- [0018] 优选地,所述误差放大单元包括:
- [0019] 电流转高压调制模块和运算放大器。
- [0020] 优选地,所述运算放大器包括:
- [0021] 第一开关管、第二开关管、第三开关管、第四开关管、第五开关管、第六开关管和电流源;
- [0022] 所述第一开关管的控制端接收参考电压的输入;
- [0023] 所述第一开关管的第一端与所述第二开关管的第一端相连,并连接至所述第三开关管的第二端;
- [0024] 所述第一开关管的第二端与所述第五开关管的第二端连接,并与所述电流转高压调制模块的输入端相连;
- [0025] 所述第二开关管的控制端连接所述第一电阻和所述第二电阻的公共端;
- [0026] 所述第二开关管的第二端连接所述第六开关管的第二端和控制端;
- [0027] 所述第六开关管的第一端和所述第五开关管的第一端均接地;
- [0028] 所述第三开关管的控制端与所述第四开关管的控制端和第二端相连;
- [0029] 所述第三开关管的第一端与所述第四开关管的第一端相连,并接收所述线性稳压电路的输出端电压的输入;
- [0030] 所述第四开关管的第二端通过所述电流源接地。
- [0031] 优选地,所述电流转高压调制模块包括:第七开关管和第八开关管;
- [0032] 所述第七开关管的控制端与所述第四开关管的控制端相连;
- [0033] 所述第七开关管的第一端与所述第八开关管的第一端相连;
- [0034] 所述第七开关管的第二端与所述电荷泵的输出端相连;
- [0035] 所述第八开关管的控制端与所述第五开关管的第二端相连;
- [0036] 所述第八开关管的第二端接地。
- [0037] 优选地,所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管、所述第四开关管和所述第八开关管均为PMOS管;
- [0038] 所述第五开关管、所述第六开关管和所述第七开关管均为NMOS管。
- [0039] 优选地,所述第一端为源极,所述第二端为漏极,所述控制端为栅极。
- [0040] 优选地,所述补偿网络包括前馈电容,所述前馈电容的一端连接所述功率管的第一端;所述前馈电容的另一端连接所述误差放大单元的反相输入端。
- [0041] 经由上述的技术方案可知,本实用新型提供的线性稳压电路,包括:电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载;通过增加电荷泵,电荷泵的输出端连接功率管的控制端,从而能够增加功率管控制端的电压范围;而所述误差放大单元能够对功率管控制端电压进行高压调制,从而扩展了线性稳压电路的输出范围;所述误差放大单元的加入使得本实用新型中的线性稳压电路具有两级增益,通过补偿网络产生中频零点补偿次极点,来保证控制环路的稳定性,而且由于功率管的栅极电压范围增加,可以在增大线性稳压电路的输出电压范围时,也能保证功率管工作在饱和区,从而使得线性稳压器具有高精度的输出特点。

附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0043] 图1为现有技术中传统的N型功率MOS管的线性稳压电路示意图;

[0044] 图2为本实用新型实施例提供的一种线性稳压电路结构示意图;

[0045] 图3为本实用新型另一实施例提供的一种线性稳压电路结构示意图;

[0046] 图4为本实用新型又一实施例提供的一种线性稳压电路结构示意图。

具体实施方式

[0047] 正如背景技术部分所述,现有技术中的输出端电压 V_{OUT} 的输出范围会受到极大限制,且线性稳压电路的输出精度较低。

[0048] 发明人发现,出现上述现象的原因是,现有技术中,运算放大器OP01的电源供电方式为单电源供电方式,也即如图1中所示,由电源电压 V_{IN} 供电,因此,运算放大器OP01的最大输出电压为 V_{IN} ,若要使功率管MN01工作在饱和区,则线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} 的上限为:

[0049]

$$V_{OUT_MAX} = V_{G01_MAX} - V_{GSN01} = V_{G01_MAX} - \left(\sqrt{\frac{2L_{N01}I_{LOAD}}{W_{N01} * u_n * C_{ox}}} + V_{thn} \right) = V_{IN} - \left(\sqrt{\frac{2L_{N01}I_{LOAD}}{W_{N01} * u_n * C_{ox}}} + V_{thn} \right) \dots\dots (1)$$

[0050] 其中, V_{G01} 为MN01的栅极电压, V_{GSN01} 为MN01管的栅源电压, W_{N01} 为MN01管的沟道宽度, L_{N01} 为MN01管的沟道长度, u_n 为MN01管中的N型掺杂载流子漂移率, C_{ox} 为栅氧电容, V_{thn} 为MN01管的阈值电压, I_{LOAD} 为负载电流。

[0051] 由式(1)可得,当负载电流 I_{LOAD} 比较大时, V_{OUT} 输出的上限值 V_{OUT_MAX} 会比较小,因此对于传统的线性稳压电路来说,负载电流 I_{LOAD} 越大,最大可输出稳定电压 V_{OUT_MAX} 越小。

[0052] 由于当MN01管的工作在饱和区时,增益最大,使得输出精度较高,其工作在饱和区,而现有技术中 $V_{OUT} = V_{G01} - V_{GSN01}$,由于运算放大器OP1的最大输出为 V_{IN} ,也即 V_{G01} 最大为 V_{IN} 时,当需要增大 V_{OUT} 的输出范围时,MN01管的栅源电压 V_{GSN01} 需要减小,从而使得MN01管工作在非饱和区,其增益将减小,从而使得输出精度较低。

[0053] 基于此,本实用新型提供一种线性稳压电路,包括:

[0054] 电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载;

[0055] 所述分压单元包括依次串接的第一电阻和第二电阻,所述第一电阻和第二电阻的公共端与所述误差放大单元的反相输入端相连,所述第一电阻远离所述第二电阻的一端与所述功率管的第一端相连,所述第二电阻远离所述第一电阻的一端接地;

[0056] 所述功率管的控制端与所述电荷泵的输出端以及所述误差放大单元的输出端相连;

[0057] 所述功率管的第二端用于接收电源电压的输入;

[0058] 所述功率管的第一端作为所述线性稳压电路的输出端,并连接所述输出调节电容

一端以及所述系统负载的一端,所述输出调节电容的另一端以及所述系统负载的另一端均接地;

[0059] 所述电荷泵的输入端用于接收所述线性稳压电路的输出电压;

[0060] 所述误差放大单元的同相输入端接收参考电压的输入;

[0061] 所述误差放大单元的反相输入端通过补偿网络与所述功率管的第一端相连,所述补偿网络用于产生中频零点;

[0062] 所述误差放大单元电源输入端接收所述线性稳压电路的输出电压。

[0063] 本实用新型提供的线性稳压电路,包括:电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载;通过增加电荷泵,电荷泵的输出端连接功率管的控制端,从而能够增加功率管控制端的电压范围;而所述误差放大单元能够对功率管控制端电压进行高压调制,从而扩展了线性稳压电路的输出范围;所述误差放大单元的加入使得本实用新型中的线性稳压电路具有两级增益,通过补偿网络产生中频零点补偿次极点,来保证控制环路的稳定性,而且由于功率管的栅极电压范围增加,可以在增大线性稳压电路的输出电压范围时,也能保证功率管工作在饱和区,从而使得线性稳压器具有高精度的输出特点。

[0064] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型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实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

[0065] 请参见图2,图2为本实用新型实施例提供的一种线性稳压电路结构示意图;本实用新型实施例提供的线性稳压电路包括:

[0066] 电荷泵10、误差放大单元20、补偿网络30、分压单元40、功率管50、输出调节电容 C_o 和系统负载60。

[0067] 其中,本实施例中电荷泵10的作用是产生 $2V_{OUT}$ 的倍压电压,提高 V_{G1} 的电压范围;误差放大单元20提高环路增益,通过负反馈调节使得 $V_{SNS} = V_{REF}$;补偿网络30的作用是增加零极点对,使得负反馈的环路响应特性满足稳定性要求;分压单元40的作用是对输出电压进行分压,使得 $V_{SNS} = R1 * V_{OUT} / (R1 + R2)$;功率管50的作用是使 V_{OUT} 能够输出更大的电流;输出调节电容 C_o 的作用是稳定输出电压和系统负载60。

[0068] 需要说明的是,本实施例中不限定功率管50的具体类型,在本实用新型的一个实施例中,功率管50可以是PMOS管,在本实用新型的其他实施例中,功率管60还可以是NMOS管,本实施例中对此不做限定,本实施例中可选地,功率管50为NMOS管,如图2中所示,功率管50为MN1管。

[0069] 本实施例中,分压单元40包括依次串接的第一电阻R1和第二电阻R2,第一电阻R1和第二电阻R2的公共端与误差放大单元20的反相输入端相连,第一电阻R1远离第二电阻R2的一端与功率管MN1的第一端相连,第二电阻R2远离第一电阻R1的一端接地;

[0070] 功率管MN1的控制端与电荷泵10的输出端以及误差放大单元20的输出端相连;

[0071] 功率管MN1的第二端用于接收电源电压 V_{IN} 的输入;

[0072] 功率管MN1的第一端作为线性稳压电路的输出端 V_{OUT} ,并连接输出调节电容 C_o 一端以及系统负载60的一端,输出调节电容 C_o 的另一端以及系统负载60的另一端均接地;

[0073] 电荷泵10的输入端用于接收线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} ;

[0074] 误差放大单元20的同相输入端接收参考电压 V_{REF} 的输入;

[0075] 误差放大单元20的反相输入端通过补偿网络30与功率管MN1的第一端相连,补偿网络30用于产生中频零点;

[0076] 误差放大单元20的电源输入端接收线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} 。

[0077] 如图2中所示,电荷泵10的作用是将电荷泵10的输入端电压 V_{OUT} ,也即线性稳压电路的输出端电压倍压后作为功率管MN1的控制端的驱动电压 V_{G1} 。误差放大单元20的作用是调节功率管MN1的控制端的电压 V_{G1} ,从而使得误差放大单元20的反相输入端电压与同相输入端电压相等,也即,分压单元40的采样电压 V_{SNS} 与参考电压 V_{REF} 相同。两者相互后结合,在电荷泵10提高功率管MN1的控制端的驱动电压 V_{G1} 后,通过误差放大单元20的调制,使得功率管MN1的控制端的驱动电压 V_{G1} 后的最大输出电压 V_{G1_MAX} 为 $2V_{OUT}$ 。此时,线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} 的最大输出为:

$$[0078] \quad V_{OUT_MAX} = V_{G1_MAX} - V_{GSN1} = 2V_{OUT} - \left(\sqrt{\frac{2L_{N1}I_{LOAD}}{W_{N1} * u_n * C_{ox}}} + V_{THN} \right) \dots\dots (2)$$

[0079] 其中, V_{G1} 为MN1的栅极电压, V_{GSN1} 为MN1管的栅源电压, W_{N1} 为MN1管的沟道宽度, L_{N1} 为MN1管的沟道长度, u_n 为MN1管中的N型掺杂载流子漂移率, C_{ox} 为栅氧电容, V_{THN} 为MN1管的阈值电压, I_{LOAD} 为负载电流。

[0080] 请继续参见图2,本实施例中线性稳压电路的具体工作原理包括:当 $V_{OUT} < V_{REF} * (R1 + R2) / R2$ 时, $V_{SNS} < V_{REF}$,此时误差放大单元20会调制功率管MN1的控制端的驱动电压 V_{G1} 使其升高,从而使线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} 升高,并逐渐调整至 $V_{SNS} = V_{REF}$,此时有 $V_{OUT} = V_{REF} * (R1 + R2) / R2$ 。反之,当 $V_{OUT} > V_{REF} * (R1 + R2) / R2$ 时, $V_{SNS} > V_{REF}$,此时误差放大单元20会调制功率管MN1的控制端的驱动电压 V_{G1} 使其降低,从而使线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} 降低,并逐渐调整至 $V_{SNS} = V_{REF}$,此时有 $V_{OUT} = V_{REF} * (R1 + R2) / R2$ 。

[0081] 需要说明的是,本实施例中不限定误差放大单元的具体结构,只要能够起到对电荷泵的输出电压进行高压调制的误差放大单元均可,例如可以是宽范围运算放大器。还可以是,如图3所示的结构,图3为本实用新型另一实施例提供的一种线性稳压电路结构示意图;本实施例中误差放大单元包括:电流转高压调制模块201和运算放大器OP。

[0082] 本实施例中,运算放大器OP包括:

[0083] 第一开关管MP1、第二开关管MP2、第三开关管、第四开关管MP4、第五开关管MN2、第六开关管MN3和电流源IB;

[0084] 第一开关管MP1的控制端接收参考电压的输入;

[0085] 第一开关管MP1的第一端与第二开关管MP2的第一端相连,并连接至第三开关管MP3的第二端;

[0086] 第一开关管MP1的第二端与第五开关管MN2的第二端连接,并与电流转高压调制模块201的输入端相连;

[0087] 第二开关管MP2的控制端连接第一电阻R1和第二电阻R2的公共端;

[0088] 第二开关管MP2的第二端连接第六开关管MN3的第二端和控制端;

[0089] 第六开关管MN3的第一端和第五开关管MN2的第一端均接地;

[0090] 第三开关管MP3的控制端与第四开关管MP4的控制端和第二端相连；

[0091] 第三开关管MP3的第一端与第四开关管MP4的第一端相连，并接收线性稳压电路的输出端电压 V_{OUT} 的输入；

[0092] 第四开关管MP4的第二端通过电流源IB接地。

[0093] 本实施例中不限定电流转高压调制模块的具体结构，可选的，如图4所示，图4为本实用新型又一实施例提供的一种线性稳压电路结构示意图；其中，电流转高压调制模块201包括：第七开关管MN4和第八开关管MP5；

[0094] 第七开关管MN4的控制端与第四开关管MP4的控制端相连；

[0095] 第七开关管MN4的第一端与第八开关管MP5的第一端相连；

[0096] 第七开关管MN4的第二端与电荷泵10的输出端相连；

[0097] 第八开关管MP5的控制端与第五开关管MN2的第二端相连；

[0098] 第八开关管MP5的第二端接地。

[0099] 需要说明的是，如图3和图4所示，本实施例中补偿网络30可选的为前馈电容Cfb，前馈电容用于产生中频零点，补偿次极点。

[0100] 需要说明的是，本实用新型实施例中不限定各个开关管的具体类型，可选的，所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管、所述第四开关管和所述第八开关管均为PMOS管；也即图3和图4中的，第一开关管MP1、第二开关管MP2、第三开关管MP3、第四开关管MP4和第八开关管MP5均为PMOS管，其中，第一端均为PMOS管的源极、第二端均为PMOS管的漏极，控制端均为PMOS管的栅极。

[0101] 所述第五开关管、所述第六开关管和所述第七开关管均为NMOS管，也即如图3和图4中，第五开关管MN2、第六开关管MN3和第七开关管MN4均为NMOS管，其中，第一端均为NMOS管的源极、第二端均为NMOS管的漏极，控制端均为NMOS管的栅极。

[0102] 需要说明的是，本实施例中第七开关管MN4可以根据功率管MN1的栅极电压 V_{G1} 的最大电压替换为高压MOS管，以便于保护第八开关管MP5不被击穿。

[0103] 根据前馈电容的补偿，本实施例中线性稳压电路的增益为：

$$A_{loop_gain} = g_{mP1} * (r_{oP1} // r_{oN2}) * g_{mP3} * (r_{oCHG} // g_{mN4} * r_{oN4} * \frac{1}{g_{mP3}})$$

[0104]

$$\approx g_{mP1} * (r_{oP1} // r_{oN2}) * g_{mN4} * (r_{oCHG} // r_{oN4})$$

..... (3)

[0105] 其中， A_{loop_gain} 为本实用新型提供的线性稳压电路的环路增益， g_{mP1} ， g_{mP3} ， g_{mN4} 分别为第一开关管MP1，第三开关管MP3，第四开关管MN4管的跨导， r_{oP1} ， r_{oN2} ， r_{oN4} 分别为第一开关管MP1，第五开关管MN2，第七开关管MN4的等效输出阻抗， r_{oCHG} 为电荷泵10的等效输出阻抗。由上式可得本实用新型的线性稳压电路具有两级增益，因此具有高精度的输出特点。

[0106] 而根据公式(2)可以得到，相比于图1所示的现有技术线性稳压电路的结构，本实用新型实施例中提供的线性稳压电路的输出电压 V_{OUT} 的最大输出电压有了很大提升，即使在负载电流 I_{LOAD} 比较大时， V_{OUT} 的输出也可以达到 V_{IN} 。

[0107] 本实用新型实施例中提供的线性稳压电路，包括：电荷泵、误差放大单元、补偿网络、分压单元、功率管、输出调节电容和系统负载；通过增加电荷泵，电荷泵的输出端连接功

率管的控制端,从而能够增加功率管控制端的电压范围;而所述误差放大单元能够对增加后的功率管控制端电压进行高压调制,从而扩展了线性稳压电路的输出范围;所述误差放大单元的加入使得本实用新型中的线性稳压电路具有两级增益,通过补偿网络产生中频零点补偿次极点,来保证控制环路的稳定性,而且由于功率管的栅极电压范围增加,可以在增大线性稳压电路的输出电压范围时,也能保证功率管工作在饱和区,从而使得线性稳压器具有高精度的输出特点。

[0108] 需要说明的是,本实用新型实施例是将电荷泵提高功率管栅极电压范围的功能,以及误差放大单元对高压能够进行调制的功能结合,从而得到了高精度宽范围输出的线性稳压电路。

[0109] 而若在现有技术结构中增加设置电荷泵,能够提高功率管栅极电压范围,但是由于技术中的运算放大器为普通运算放大器,并不能调制高压,因此,无法得到高精度宽范围输出的线性稳压电路。

[0110] 本实用新型提供的线性稳压电路具有高精度宽范围的输出,从而能够应用到过压保护、线性调整器、充电芯片、电源管理芯片和功率传输电路中,具体应用本实用新型中对此不做限定。

[0111] 需要说明的是,本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0112] 还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括上述要素的物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0113] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本实用新型。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本实用新型的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本实用新型将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

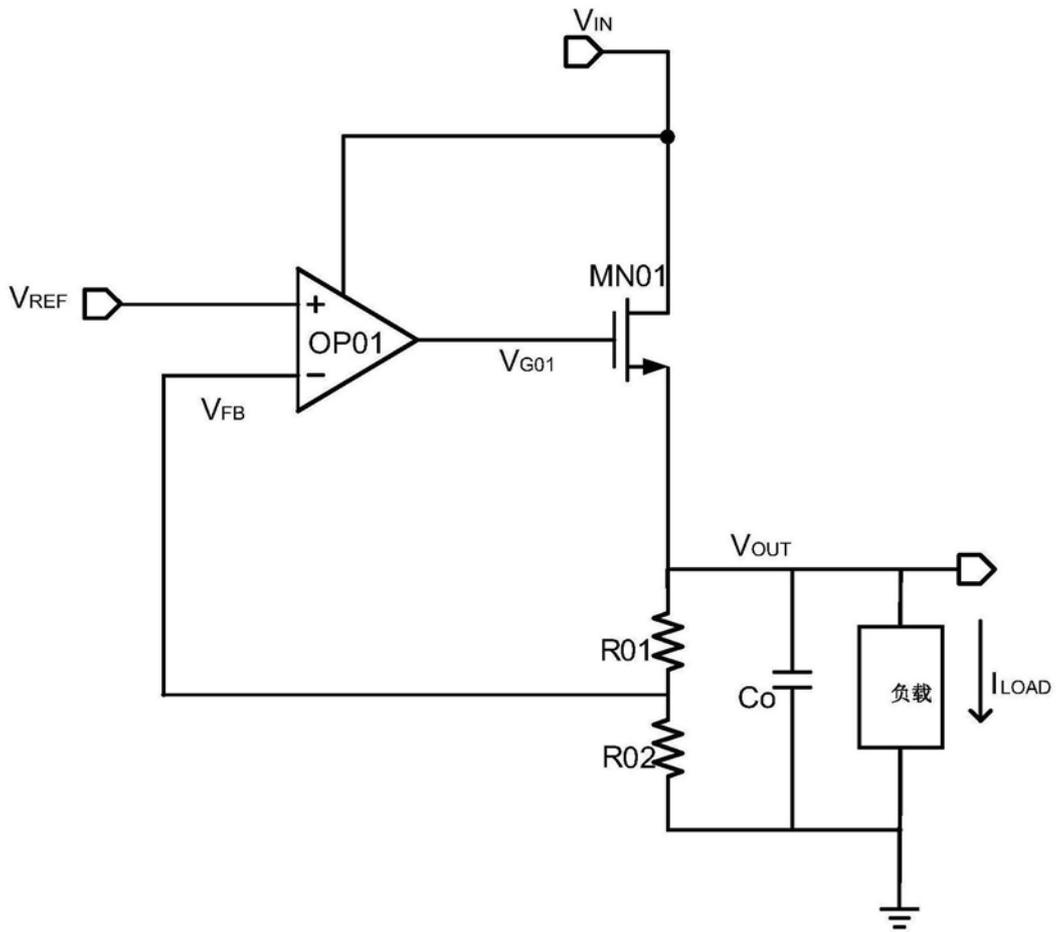


图1

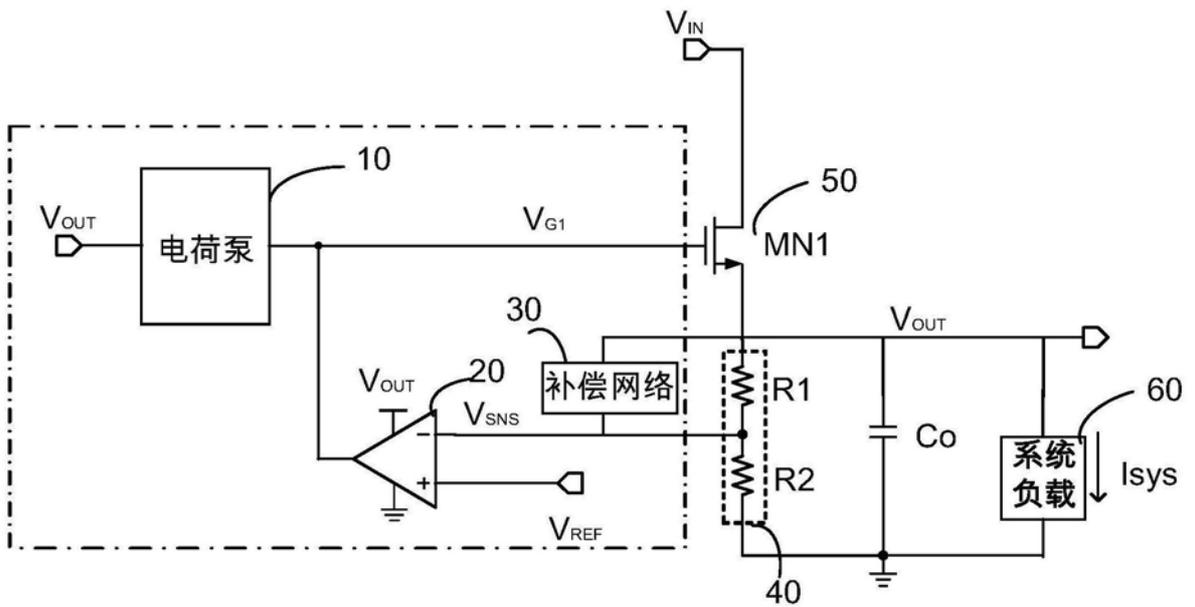


图2

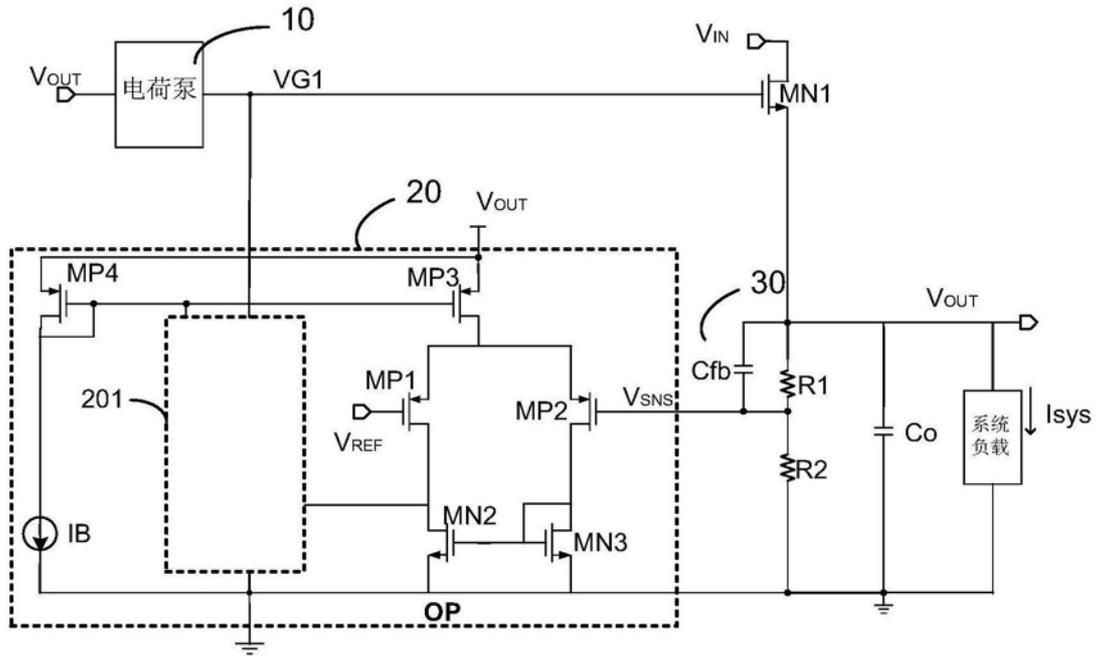


图3

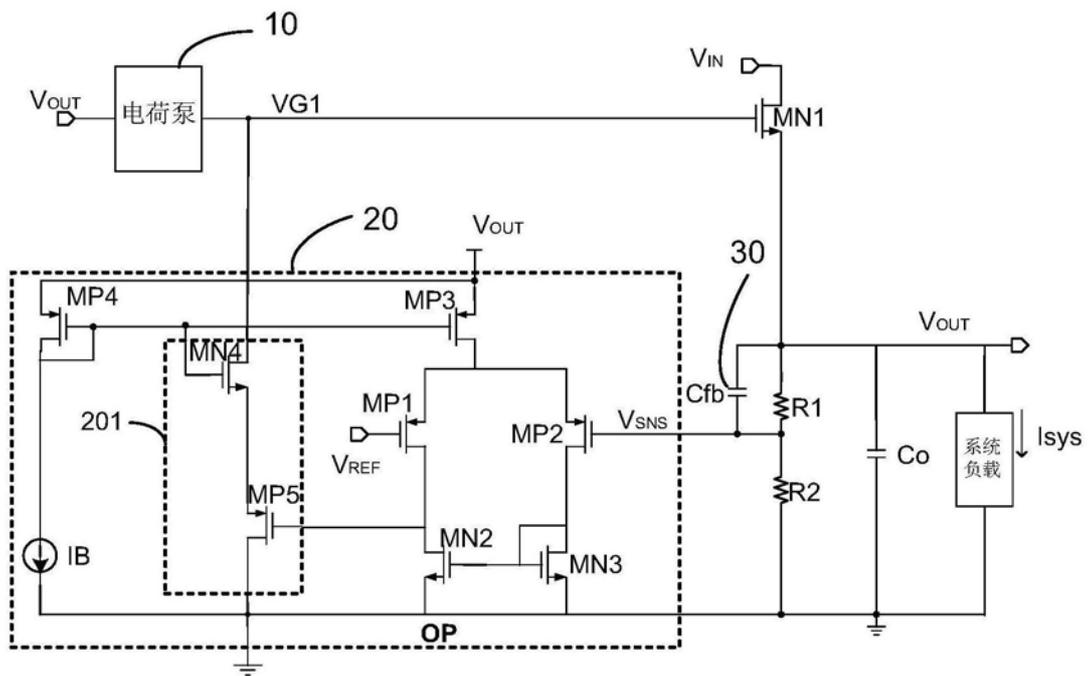


图4