



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114650019 B

(45) 授权公告日 2022.09.20

(21) 申请号 202210546448.8

(22) 申请日 2022.05.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114650019 A

(43) 申请公布日 2022.06.21

(73) 专利权人 成都信息工程大学
地址 610225 四川省成都市西南航空港经
济开发区学府路1段24号
专利权人 成都铨通科技有限公司

(72) 发明人 丁川 姜丹丹 叶松 陶健
马文英

(74) 专利代理机构 西安正华恒远知识产权代理
事务所(普通合伙) 61271
专利代理师 傅晓

(51) Int.Cl.

H03F 1/30 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112039444 A, 2020.12.04

CN 109116904 A, 2019.01.01

审查员 曹焯

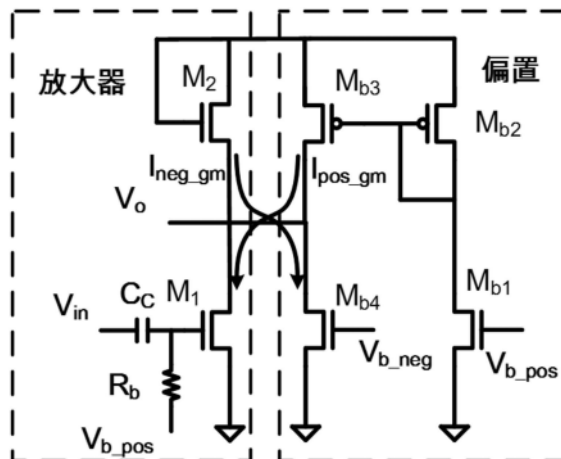
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种任意增益温度系数放大器电路

(57) 摘要

本发明公开了一种任意增益温度系数放大器电路,包括跨导产生电路、信号放大器电路、偏置电路,其中,所述跨导产生电路分别与所述信号放大器电路和所述偏置电路连接,用于分别为所述信号放大器电路和所述偏置电路提供偏置电压;所述偏置电路用于为所述放大器电路提供偏置电压。通过上述方式,本发明的可通过调节正温度系数电流温度系数 TC_p 、 TC_n ,恒定偏置电流 I_{0p} 、 I_{0n} ,比例系数 k_1 、 k_2 来实现放大器增益温度系数的任意调整。



1. 一种任意增益温度系数放大器电路,其特征在于,包括跨导产生电路、信号放大器电路、偏置电路,其中,

所述偏置电路用于为所述信号放大器电路提供偏置电压,其中,所述偏置电路包括晶体管 M_{b1} 、晶体管 M_{b2} 、晶体管 M_{b3} 、晶体管 M_{b4} ,其中,所述晶体管 M_{b1} 和晶体管 M_{b4} 的栅极连接所述跨导产生电路,所述晶体管 M_{b4} 的源极接地,漏极连接所述晶体管 M_{b3} 的源极;所述晶体管 M_{b1} 的源极接地,漏极连接所述晶体管 M_{b2} 的源极;所述晶体管 M_{b1} 和晶体管 M_{b2} 的栅极互联,漏极均连接至所述信号放大器电路,且晶体管 M_{b2} 的栅极和源极互联;

所述跨导产生电路分别与所述信号放大器电路和所述偏置电路连接,用于分别为所述信号放大器电路和所述偏置电路提供偏置电压,其中,所述跨导产生电路包括正温度系数跨导产生电路和负温度系数跨导产生电路,当所述负温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b4} 、正温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b1} 时,所述任意增益温度系数放大器电路产生正温度系数放大输出;当所述正温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b1} 、负温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b4} 时,所述任意增益温度系数放大器电路产生负温度系数放大输出。

2. 根据权利要求1所述的一种任意增益温度系数放大器电路,其特征在于,所述信号放大器电路包括耦合电容 C_c 、偏置电阻 R_b 、信号放大晶体管M1和负载晶体管M2,其中,所述耦合电容 C_c 的一端连接放大晶体管M1的栅极,另一端连接输入电压信号;所述偏置电阻 R_b 的一端连接放大晶体管M1的栅极,另一端连接所述跨导产生电路的输出端;所述放大晶体管M1的源极接地,漏极连接所述负载晶体管M2的漏极;所述负载晶体管M2的栅极和源极连接所述偏置电路。

3. 根据权利要求1所述的一种任意增益温度系数放大器电路,其特征在于,所述负温度系数跨导产生电路包括晶体管M3、晶体管M4、晶体管M5、晶体管M6、第一误差放大器EA1、第一漏极电压电阻 R_{1n} 、第一正温度系数电流源 I_{PTATn} 、第一恒流源 I_{0n} ,其中,所述晶体管M4和晶体管M5的栅极和漏极均互联,并在其源极连接系统电压VCC;晶体管M4和晶体管M5的栅极连接第一误差放大器EA1的输出端;晶体管M5的源极连接第一误差放大器EA1的一个比较端,并通过晶体管M3接地;晶体管M3的漏极与栅极互联,且漏极连接所述晶体管M5的源极;晶体管M3的源极接地;晶体管M6的源极连接第一误差放大器EA1的另一个比较端,并连接通过晶体管M4接地;晶体管M4的源极接地,漏极连接晶体管M6的源极,栅极为负温度系数跨导产生电路的输出 V_{b_neg} ;所述晶体管M6的源极还依次通过漏极电压电阻 R_{1n} 和正温度系数电流源 I_{PTATn} 的串联电路接地;所述晶体管M6的源极还通过第一恒流源接地;所述晶体管M3和晶体管M4尺寸相同,所述晶体管M5和M6尺寸相同。

4. 根据权利要求3所述的一种任意增益温度系数放大器电路,其特征在于,所述正温度系数跨导产生电路包括晶体管M7、晶体管M8、晶体管M9、晶体管M10、第二误差放大器EA2、第二漏极电压电阻 R_{1p} 、第二恒流源 I_{0p} 、第二正温度系数电流源 I_{PTATp} ,其中,所述晶体管M9和晶体管M10的栅极和漏极均互联,并在其源极连接系统电压VCC;晶体管M9和晶体管M10的栅极连接第二误差放大器EA2的输出端;晶体管M9的源极连接第二误差放大器EA2的一个比较端,并通过晶体管M7接地;晶体管M7的漏极与栅极互联,且漏极连接所述晶体管M9的源极;晶体管M7的源极接地;晶体管M10的源极连接第二误差放大器EA2的另一个比较端,并连接通过晶体管M8接地;晶体管M8的源极接地,漏极连接晶体管M10的源极,栅极为负温度系数

跨导产生电路的输出 V_{b_pos} ;所述晶体管M10的源极还依次通过第二漏极电压电阻 R_{1p} 和第二恒流源 I_{0p} 的串联电路接地;所述晶体管M10的源极还通过第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 接地;所述晶体管M7和晶体管M8尺寸相同,所述晶体管M9和晶体管M10尺寸相同。

5. 根据权利要求4所述的一种任意增益温度系数放大器电路,其特征在于,当所述任意增益温度系数放大器电路产生正温度系数放大输出时,其输出增益为:

$$A_{vp} = - \frac{k_1 I_{PTATp} I_{PTATn} * R_{1n}}{k_2 I_{0p} * R_{1p} I_{0n}}$$

其中, k_1 为晶体管M1与晶体管M8的尺寸比例; k_2 为晶体管 M_{b4} 与晶体管M8的尺寸比例, I_{PTATn} 为正温度系数电流源 I_{PTATn} 产生的电流大小, I_{PTATp} 为第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 产生的电流大小, R_{1n} 为第一漏极电压电阻 R_{1n} 的阻值; R_{1p} 为第二漏极电压电阻 R_{1p} 阻值; I_{0p} 为正温度系数恒流源的电流值; I_{0n} 为负温度系数恒流源的电流值。

6. 根据权利要求5所述的一种任意增益温度系数放大器电路,其特征在于,当所述任意增益温度系数放大器电路产生负温度系数放大输出时,其输出增益为:

$$A_{vn} = - \frac{k_1 I_{0p} * R_{1p} I_{0n}}{k_2 I_{PTATp} I_{PTATn} * R_{1n}}$$

其中,其中, k_1 为晶体管M1与晶体管M8的尺寸比例; k_2 为晶体管 M_{b4} 与晶体管M8的尺寸比例, I_{PTATn} 为正温度系数电流源 I_{PTATn} 产生的电流大小, I_{PTATp} 为第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 产生的电流大小, R_{1n} 为第一漏极电压电阻 R_{1n} 的阻值; R_{1p} 为第二漏极电压电阻 R_{1p} 阻值; I_{0p} 为正温度系数恒流源的电流值; I_{0n} 为负温度系数恒流源的电流值。

一种任意增益温度系数放大器电路

技术领域

[0001] 本发明涉及放大器电路领域,具体涉及一种任意增益温度系数放大器电路。

背景技术

[0002] 传统放大器电路结构如图5所示,包含耦合电容CC,偏置电阻Rb,放大晶体管M1,以及负载电阻RL。信号由Vin端输入,Vo端输出,Vb为放大晶体管提供偏置电压。

[0003] 传统放大器增益为:

$$[0004] \quad A_v = -g_m R_L$$

$$[0005] \quad g_m = \sqrt{2\mu_n C_{ox}(W/L)I_D}$$

[0006] 其中gm为放大晶体管跨导,un为电子迁移率,Cox为晶体管栅极氧化层厚度,W为晶体管沟道宽度,L为晶体管沟道长度,ID为晶体管漏极电流,RL为负载电阻值。

[0007] 由于电子迁移率以及晶体管漏极电流随温度变化较大。且不同工艺,不同偏置电压下,电子迁移率和漏极电流随温度变化关系不同,导致传统放大器电路增益随温度变化大,且增益温度系数不定,导致电路性能不确定。

[0008] 另一方面,电路系统中通常需要温度增益补偿电路弥补其他电路由于温度变化产生的增益波动。且不同系统增益随温度波动状态不同,因此,具有增益温度系数任意可调的放大器具有广泛、重要的应用价值。

发明内容

[0009] 针对现有技术中的上述不足,本发明提供了一种任意增益温度系数放大器电路。

[0010] 为了达到上述发明目的,本发明采用的技术方案为:

[0011] 一种任意增益温度系数放大器电路,包括跨导产生电路、信号放大器电路、偏置电路,其中,

[0012] 所述跨导产生电路分别与所述信号放大器电路和所述偏置电路连接,用于分别为所述信号放大器电路和所述偏置电路提供偏置电压;所述偏置电路用于为所述放大器电路提供偏置电压。

[0013] 进一步的,所述信号放大器电路包括耦合电容Cc、偏置电阻R_b,信号放大晶体管M1和负载晶体管M2,其中,所述耦合电容Cc的一端连接放大晶体管M1的栅极,另一端连接输入电压信号;所述偏置电阻R_b的一端连接放大晶体管M1的栅极,另一端连接所述跨导产生电路的输出端;所述放大晶体管M1的源极接地,漏极连接所述负载晶体管M2的漏极;所述负载晶体管M2的栅极和源极连接所述偏置电路。

[0014] 进一步的,所述偏置电路包括晶体管M_{b1}、晶体管M_{b2}、晶体管M_{b3}、晶体管M_{b4},其中,所述晶体管M_{b1}和晶体管M_{b4}的栅极连接所述跨导产生电路,所述晶体管M_{b4}的源极接地,漏极连接所述晶体管M_{b3}的源极;所述晶体管M_{b1}的源极接地,漏极连接所述晶体管M_{b2}的源极;所述晶体管M_{b1}和晶体管M_{b2}的栅极互联,漏极均连接至所述负载晶体管M2的栅极,且晶体管M_{b2}的

栅极和源极互联。

[0015] 进一步的,所述跨导产生电路包括正温度系数跨导产生电路和负温度系数跨导产生电路,其中,当所述负温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b4} 、正温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b1} 时,所述任意增益温度系数放大器电路产生正温度系数放大输出;当所述正温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b1} 、负温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b4} 时,所述任意增益温度系数放大器电路产生负温度系数放大输出。

[0016] 进一步的,所述负温度系数跨导产生电路包括晶体管M3、晶体管M4、晶体管M5、晶体管M6、第一误差放大器EA1、第一漏极电压电阻 R_{1n} 、第一正温度系数电流源 I_{PTATn} ,第一恒流源 I_{0n} ,其中,所述晶体管M4和晶体管M5的栅极和漏极均互联,并在其源极连接系统电压VCC;晶体管M4和晶体管M5的栅极连接第一误差放大器EA1的输出端;晶体管M5的源极连接第一误差放大器EA1的一个比较端,并通过晶体管M3接地;晶体管M3的漏极与栅极互联,且漏极连接所述晶体管M5的源极;晶体管M3的源极接地;晶体管M6的源极连接第一误差放大器EA1的另一个比较端,并连接通过晶体管M4接地;晶体管M4的源极接地,漏极连接晶体管M6的源极,栅极为负温度系数跨导产生电路的输出 V_{b_neg} ;所述晶体管M6的源极还依次通过漏极电压电阻 R_{1n} 和第一正温度系数电流源 I_{PTATn} 的串联电路接地;所述晶体管M6的源极还通过第一恒流源 I_{0n} 接地;所述晶体管M3和晶体管M4尺寸相同,所述晶体管M5和M6尺寸相同。

[0017] 进一步的,所述正温度系数跨导产生电路包括晶体管M7、晶体管M8、晶体管M9、晶体管M10、第二误差放大器EA2、第二漏极电压电阻 R_{1p} 、第二恒流源 I_{0p} ,第二正温度系数电流源 I_{PTATp} ,其中,所述晶体管M9和晶体管M10的栅极和漏极均互联,并在其源极连接系统电压VCC;晶体管M9和晶体管M10的栅极连接第二误差放大器EA2的输出端;晶体管M9的源极连接第二误差放大器EA2的一个比较端,并通过晶体管M7接地;晶体管M7的漏极与栅极互联,且漏极连接所述晶体管M9的源极;晶体管M7的源极接地;晶体管M10的源极连接第二误差放大器EA2的另一个比较端,并连接通过晶体管M8接地;晶体管M8的源极接地,漏极连接晶体管M10的源极,栅极为负温度系数跨导产生电路的输出 V_{b_pos} ;所述晶体管M10的源极还依次通过第二漏极电压电阻 R_{1p} 和第二恒流源 I_{0p} 的串联电路接地;所述晶体管M10的源极还通过第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 接地;所述晶体管M7和晶体管M8尺寸相同,所述晶体管M9和晶体管M10尺寸相同。

[0018] 进一步的,当所述任意增益温度系数放大器电路产生正温度系数放大输出时,其输出增益为:

$$[0019] \quad A_{vp} = -\frac{k_1 I_{PTATp} I_{PTATn} * R_{1n}}{k_2 I_{0p} * R_{1p} I_{0n}}$$

[0020] 其中, k_1 为晶体管M1与晶体管M8的尺寸比例; k_2 为晶体管 M_{b4} 与晶体管M8的尺寸比例, I_{PTATn} 为第一正温度系数电流源 I_{PTATn} 产生的电流大小, I_{PTATp} 为第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 产生的电流大小, R_{1n} 为第一漏极电压电阻 R_{1n} 的阻值; R_{1p} 为第二漏极电压电阻 R_{1p} 阻值; I_{0p} 为第二恒流源的电流值; I_{0n} 为第一恒流源的电流值。

[0021] 进一步的,当所述任意增益温度系数放大器电路产生负温度系数放大输出时,其输出增益为:

$$[0022] \quad A_{vn} = -\frac{k_1 I_{0p} * R_{1p}}{k_2 I_{PTATp} I_{PTATn} * R_{1n}} \frac{I_{0n}}{I_{PTATp}}$$

[0023] 其中,其中, k_1 为晶体管M1与晶体管M8的尺寸比例; k_2 为晶体管M_{b4}与晶体管M8的尺寸比例, I_{PTATn} 为正温度系数电流源 I_{PTATn} 产生的电流大小, I_{PTATp} 为第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 产生的电流大小, R_{1n} 为第一漏极电压电阻 R_{1n} 的阻值; R_{1p} 为第二漏极电压电阻 R_{1p} 阻值; I_{0p} 为第二恒流源的电流值; I_{0n} 为第一恒流源的电流值。

[0024] 本发明具有以下有益效果:

[0025] 本发明的任意增益温度系数放大器电路具有增益温度系数任意、准确的调节功能,能够弥补传统放大器增益随温度波动不确定的缺陷,同时可用于补偿系统中其他电路增益随温度波动的负面影响,提升整体系统可靠性。

附图说明

[0026] 图1为本发明实施例负温度系数跨导产生电路示意图。

[0027] 图2为本发明实施例正温度系数跨导产生电路示意图。

[0028] 图3为本发明实施例正温度系数放大器电路示意图。

[0029] 图4为本发明实施例负温度系数放大器电路示意图。

[0030] 图5为现有技术中的传统放大器电路结构示意图。

具体实施方式

[0031] 下面对本发明的具体实施方式进行描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

[0032] 一种任意增益温度系数放大器电路,包括跨导产生电路、信号放大器电路、偏置电路,其中,

[0033] 所述跨导产生电路分别与所述信号放大器电路和所述偏置电路连接,用于分别为所述信号放大器电路和所述偏置电路提供偏置电压;所述偏置电路用于为所述放大器电路提供偏置电压。

[0034] 具体而言,如图1所示,所述负温度系数跨导产生电路包括晶体管M3、晶体管M4、晶体管M5、晶体管M6、第一误差放大器EA1、第一漏极电压电阻 R_{1n} 、第一正温度系数电流源 I_{PTATn} 、第一恒流源 I_{0n} ,其中,所述晶体管M4和晶体管M5的栅极和漏极均互联,并在其源极连接系统电压VCC;晶体管M4和晶体管M5的栅极连接第一误差放大器EA1的输出端;晶体管M5的源极连接第一误差放大器EA1的一个比较端,并通过晶体管M3接地;晶体管M3的漏极与栅极互联,且漏极连接所述晶体管M5的源极;晶体管M3的源极接地;晶体管M6的源极连接第一误差放大器EA1的另一个比较端,并连接通过晶体管M4接地;晶体管M4的源极接地,漏极连接晶体管M6的源极,栅极为负温度系数跨导产生电路的输出 V_{b_neg} ;所述晶体管M6的源极还依次通过漏极电压电阻 R_{1n} 和第一正温度系数电流源 I_{PTATn} 的串联电路接地;所述晶体管M6的源极还通过第一恒流源 I_{0n} 接地;所述晶体管M3和晶体管M4尺寸相同,所述晶体管M5和M6

尺寸相同。

[0035] 图1中晶体管 M_3/M_4 具有相同尺寸, M_5/M_6 具有相同尺寸。负反馈环路通过误差放大器EA将 M_3 漏极电压与 M_4 漏极电压钳位至相等。因为 M_3 栅极与漏极电压相同, M_4 栅极比漏极电压低电阻 R_{1n} 上的电压差,即 $I_{PTATn} * R_{1n}$;另一方面, M_5 与 M_6 具有相同漏极电流, M_3 漏极电流与 M_5 相同, M_4 漏极电流、偏置电流 I_{PTATn} 、偏置电流 $I_{on} - I_{PTATn}$ 之和等于 M_6 漏极电流,因此 M_3 与 M_4 的漏极电流差为 $I_{PTATn} + I_{on} - I_{PTATn}$,即 I_{on} 。其中 I_{PTATn} 为正温度系数电流, I_{on} 为恒定电流。因此, M_4 的跨导可近似为 M_3 与 M_4 漏极电流差与栅极电压差的比值,即 $I_{on} / (I_{PTATn} * R_{1n})$ 。因 I_{PTATn} 具有正温度系数,因此其跨导为负温度系数。

[0036] 所述正温度系数跨导产生电路包括晶体管M7、晶体管M8、晶体管M9、晶体管M10、第二误差放大器EA2、第二漏极电压电阻 R_{1p} 、第二恒流源 I_{op} 、第二正温度系数电流源 I_{PTATp} ,其中,所述晶体管M9和晶体管M10的栅极和漏极均互联,并在其源极连接系统电压VCC;晶体管M9和晶体管M10的栅极连接第二误差放大器EA2的输出端;晶体管M9的源极连接第二误差放大器EA2的一个比较端,并通过晶体管M7接地;晶体管M7的漏极与栅极互联,且漏极连接所述晶体管M9的源极;晶体管M7的源极接地;晶体管M10的源极连接第二误差放大器EA2的另一个比较端,并连接通过晶体管M8接地;晶体管M8的源极接地,漏极连接晶体管M10的源极,栅极为负温度系数跨导产生电路的输出 V_{b_pos} ;所述晶体管M10的源极还依次通过第二漏极电压电阻 R_{1p} 和第二恒流源 I_{op} 的串联电路接地;所述晶体管M10的源极还通过第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 接地;所述晶体管M7和晶体管M8尺寸相同,所述晶体管M9和晶体管M10尺寸相同。

[0037] 如图2所示,图中晶体管 M_7/M_8 具有相同尺寸, M_9/M_{10} 具有相同尺寸。负反馈环路通过误差放大器EA将 M_1 漏极电压与 M_2 漏极电压钳位至相等。因为 M_7 栅极与漏极电压相同, M_8 栅极比漏极电压低电阻 R_{1p} 上的电压差,即 $I_{op} * R_{1p}$;另一方面, M_9 与 M_{10} 具有相同漏极电流, M_7 漏极电流与 M_9 相同, M_8 漏极电流、偏置电流 I_{op} 、偏置电流 $I_{PTATp} - I_{op}$ 之和等于 M_{10} 漏极电流,因此 M_7 与 M_8 的漏极电流差为 $I_{op} + I_{PTATp} - I_{op}$,即 I_{PTATp} 。其中 I_{PTATp} 为正温度系数电流, I_{op} 为恒定电流。因此, M_2 的跨导可近似为 M_7 与 M_8 漏极电流差与栅极电压差的比值,即 $I_{PTATp} / (I_{op} * R_{1p})$ 。因 I_{PTATp} 具有正温度系数,因此其跨导为负温度系数。

[0038] 所述信号放大器电路如图3或图4所示,包括耦合电容 C_c 、偏置电阻 R_b ,信号放大晶体管M1和负载晶体管M2,其中,所述耦合电容 C_c 的一端连接放大晶体管M1的栅极,另一端连接输入电压信号;所述偏置电阻 R_b 的一端连接放大晶体管M1的栅极,另一端连接所述跨导产生电路的输出端;所述放大晶体管M1的源极接地,漏极连接所述负载晶体管M2的漏极;所述负载晶体管M2的栅极和源极连接所述偏置电路。

[0039] 所述偏置电路包括晶体管 M_{b1} 、晶体管 M_{b2} 、晶体管 M_{b3} 、晶体管 M_{b4} ,其中,所述晶体管 M_{b1} 和晶体管 M_{b4} 的栅极连接所述跨导产生电路,所述晶体管 M_{b4} 的源极接地,漏极连接所述晶体管 M_{b3} 的源极;所述晶体管 M_{b1} 的源极接地,漏极连接所述晶体管 M_{b2} 的源极;所述晶体管 M_{b1} 和晶体管 M_{b2} 的栅极互联,漏极均连接至所述负载晶体管M2的栅极,且晶体管 M_{b2} 的栅极和源极互联。

[0040] 所述跨导产生电路包括正温度系数跨导产生电路和负温度系数跨导产生电路,其中,当所述负温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b4} 、正温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b1} 时,所述任意增益温度系数放大器电路产生正温度系数放大输出;当所述正温

度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b1} ,负温度系数跨导产生电路连接所述晶体管 M_{b4} 时,所述任意增益温度系数放大器电路产生负温度系数放大输出。

[0041] 如图3所示,其信号放大器部分由信号耦合电容 C_c ,偏置电阻 R_b ,信号放大作用晶体管 M_1 ,负载晶体管 M_2 组成,其偏置电路部分由 M_{b1} 、 M_{b2} 、 M_{b3} 、 M_{b4} 组成。其中 M_1 偏置电压由正温度系数跨导产生电路产生,放大器电路中 M_1 与正温度系数跨导产生电路中 M_2 尺寸比为 k_1 ;偏置电路中 M_{b1} 的偏置电压由正温度系数跨导产生电路提供, M_{b1} 尺寸与正温度系数跨导产生电路中 M_2 的尺寸比也为 k_1 ;偏置电路中 M_{b4} 的偏置电压由负温度系数跨导产生电路提供, M_{b4} 尺寸与正温度系数跨导产生电路中 M_2 的尺寸比也为 k_2 。此外 M_{b2} 与 M_{b3} 具有相同尺寸,负载晶体管 M_2 与负温度系数产生电路中 M_2 尺寸比同样为 k_2 。则图3所示放大电路中,放大晶体管 M_1 电流由偏置电压 V_{b_pos} 决定,与正温度系数跨导产生电路中 M_2 电流比为 k_1 ,则放大晶体管 M_1 跨导为正温度系数跨导产生电路中 M_2 跨导的 k_1 倍;负载晶体管 M_2 电流由偏置电压 V_{b_neg} 决定,与负温度系数跨导产生电路中 M_2 电流比为 k_2 ,则负载晶体管 M_2 跨导为负温度系数跨导产生电路中 M_2 跨导的 k_2 倍。因此,当所述任意增益温度系数放大器电路产生正温度系数放大输出时,其输出增益为:

$$[0042] \quad A_{vp} = -\frac{k_1 I_{PTATp} I_{PTATn} * R_{1n}}{k_2 I_{Op} * R_{1p} I_{On}}$$

[0043] 其中, k_1 为晶体管 M_1 与晶体管 M_8 的尺寸比例; k_2 为晶体管 M_{b4} 与晶体管 M_8 的尺寸比例, I_{PTATn} 为第一正温度系数电流源 I_{PTATn} 产生的电流大小, I_{PTATp} 为第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 产生的电流大小, R_{1n} 为第一漏极电压电阻 R_{1n} 的阻值; R_{1p} 为第二漏极电压电阻 R_{1p} 阻值; I_{Op} 为第二恒流源的电流值; I_{On} 为第一恒流源的电流值。

[0044] 若 I_{PTATp} 的温度系数为 TC_p , I_{PTATn} 的温度系数为 TC_n ,则放大器增益的温度系数为

$$[0045] \quad TC_{Ap} = \frac{k_1 R_{1n} * TC_p * TC_n}{k_2 I_{Op} * I_{On} * R_{1p}}$$

[0046] 因此,可通过调整正温度系数电流温度系数 TC_p 、 TC_n ,恒定偏置电流 I_{Op} 、 I_{On} ,比例系数 k_1 、 k_2 调整放大器温度系数。

[0047] 若交换图3中 V_{b_pos} 与 V_{b_neg} 的连接关系,则可得到负温度系数增益,如图4所示,当所述任意增益温度系数放大器电路产生负温度系数放大输出时,其输出增益为:

$$[0048] \quad A_{vn} = -\frac{k_1 I_{Op} * R_{1p} I_{On}}{k_2 I_{PTATp} I_{PTATn} * R_{1n}}$$

[0049] 其中,其中, k_1 为晶体管 M_1 与晶体管 M_8 的尺寸比例; k_2 为晶体管 M_{b4} 与晶体管 M_8 的尺寸比例, I_{PTATn} 为正温度系数电流源 I_{PTATn} 产生的电流大小, I_{PTATp} 为第二正温度系数电流源 I_{PTATp} 产生的电流大小, R_{1n} 为第一漏极电压电阻 R_{1n} 的阻值; R_{1p} 为第二漏极电压电阻 R_{1p} 阻值; I_{Op} 为第二恒流源的电流值; I_{On} 为第一恒流源的电流值。

[0050] 其温度系数为负,且同样可通过调整正温度系数电流温度系数 TC_p 、 TC_n ,恒定偏置电流 I_{Op} 、 I_{On} ,比例系数 k_1 、 k_2 调整放大器温度系数。

[0051] 本发明中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例

的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

[0052] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里所述的实施例是为了帮助读者理解本发明的原理,应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

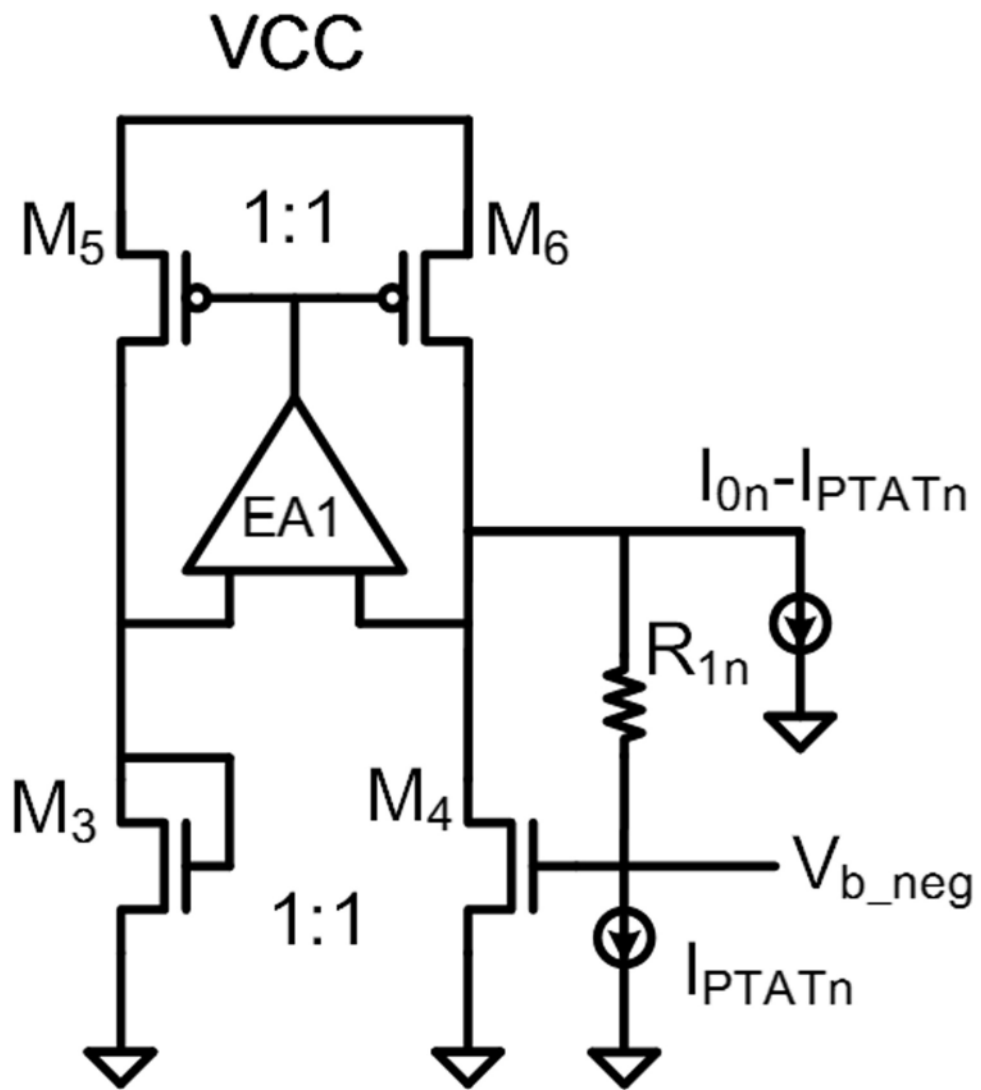


图1

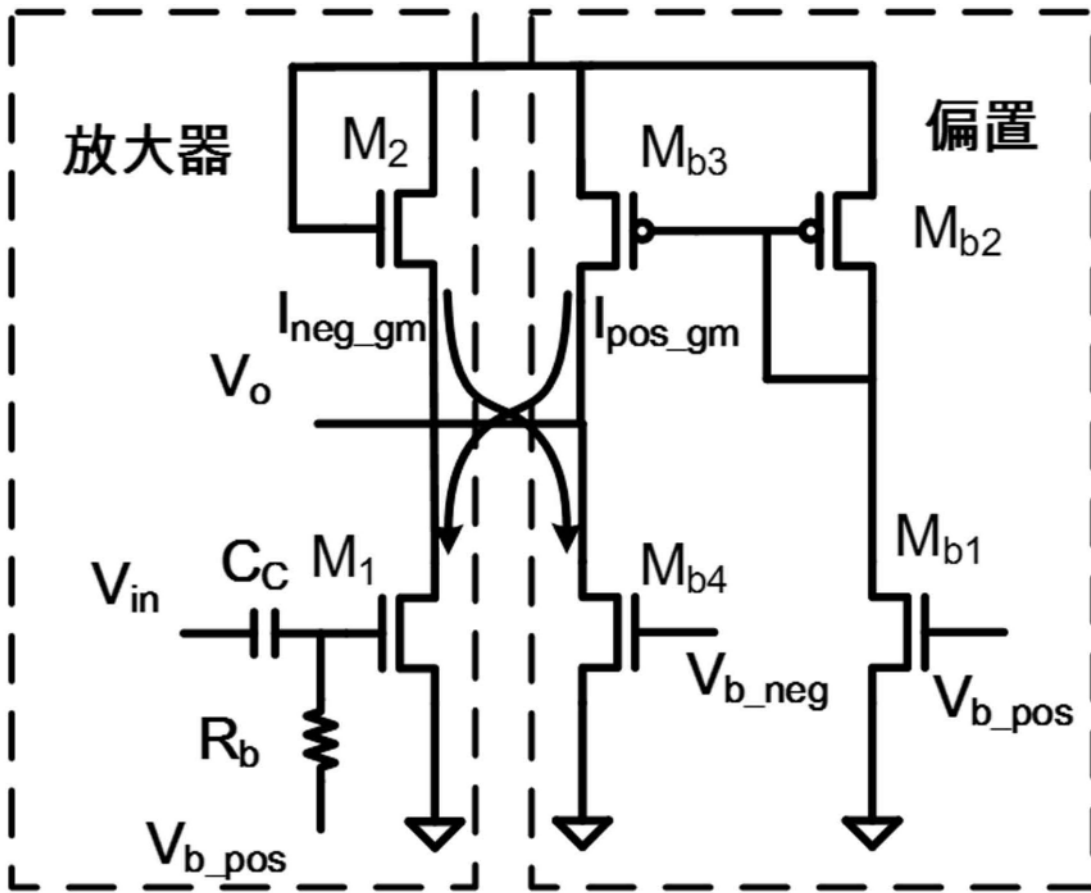


图3

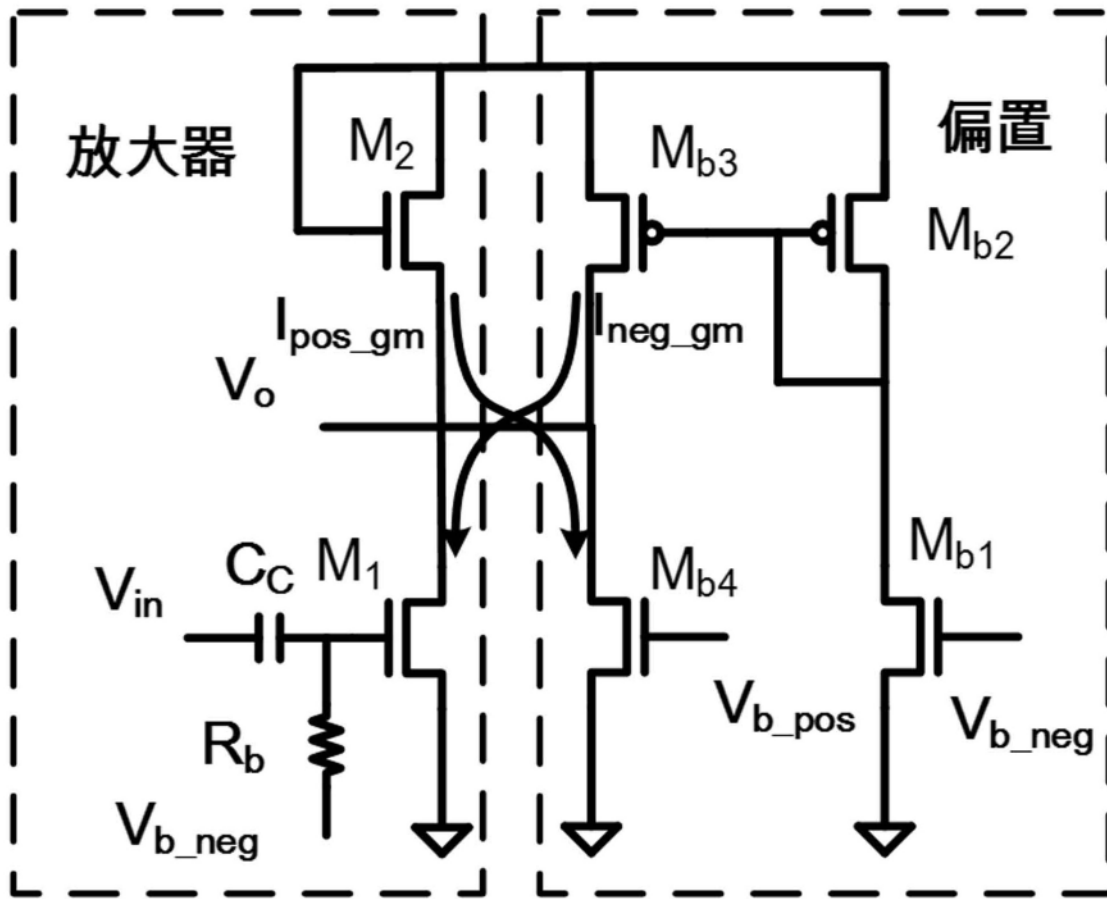


图4

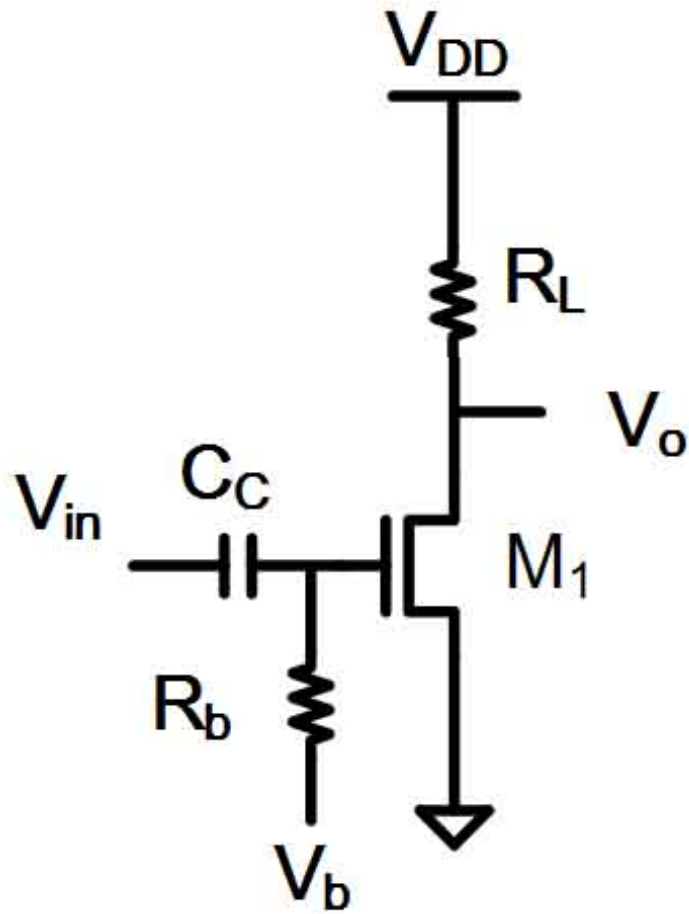


图5