



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102783016 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201080064868. 8

(22) 申请日 2010. 12. 21

(30) 优先权数据

12/718, 134 2010. 03. 05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 08. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/061514 2010. 12. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/109056 EN 2011. 09. 09

(73) 专利权人 德州仪器公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 亚当·L·舒克

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司

责任公司 11287

代理人 章蕾

(51) Int. Cl.

H03F 1/26(2006. 01)

H03F 1/22(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101079598 A , 2007. 11. 28,

CN 1926759 A , 2007. 03. 07,

US 6504429 B2 , 2003. 01. 07,

US 6507241 B1 , 2003. 01. 14,

Mohsen AYACHI 等. A current mode CMOS IC for biological signals measurement in noisy enviroment. 《2007 IEEE International Conference on signal processing and communications》. 2007, 297-300.

审查员 张琳

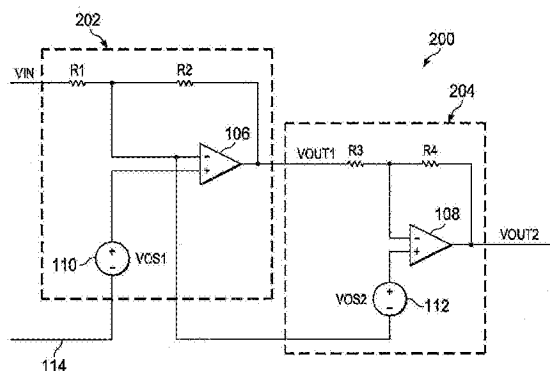
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

多级系统中的放大器偏移及噪声减少

(57) 摘要

本发明涉及一种多级放大器系统 (200), 其在较少需要较好的匹配组件及 / 或配平电路的情况下提供噪声及偏移贡献。第一放大器级 (202) 具有用以接收输入 (VIN) 且提供输出 (VOUT1) 的第一放大器 (106), 所述第一放大器级 (202) 包括第一偏移电压源 (110), 所述第一偏移电压源 (110) 将第一偏移电压 (VOS1) 提供到所述第一放大器级且所述第一偏移电压源 (110) 耦合到供电轨 (114)。具有用以接收所述输出 (VOUT1) 作为输入且提供输出 (VOUT2) 的第二放大器 (108) 的第二放大器级 (204) 包括第二偏移电压源 (112), 所述第二偏移电压源 (112) 将第二偏移电压 (VOS2) 提供到所述第二放大器级。所述第二偏移电压源耦合到所述第一放大器级以减少来自所述第一偏移电压的噪声贡献。



1. 一种多级放大器设备,其包含:

第一放大器级,其具有:

运算放大器,其具有第一输入端子、第二输入端子,及输出端子,其中所述运算放大器的第一输入端子接收输入信号;及

第一偏移电压源,其耦合至所述运算放大器的第二输入端子以将第一偏移电压提供到所述第一放大器级且所述第一偏移电压源耦合到供电轨;及

第二放大器级,其具有输入端子及输出端子,其中所述第二放大器级的所述输入端子耦合到所述运算放大器的所述输出端子,且其中所述第二放大器级包括第二偏移电压源,所述第二偏移电压源将第二偏移电压提供到所述第二放大器级,且其中所述第二偏移电压源耦合到所述运算放大器的第一输入端子以便大体上减少来自所述第一偏移电压的噪声贡献。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一放大器级包含具有所述运算放大器的第一反相放大器,所述第二放大器级包含第二反相放大器。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述第一反相放大器进一步包含:

电阻器网络,其耦合到所述运算放大器的第一输入端子及所述运算放大器的所述输出端子。

4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述电阻器网络进一步包含彼此串联耦合的多个电阻器。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中所述运算放大器的所述第一输入端子为负输入端子,且其中所述运算放大器的所述第二输入端子为正输入端子。

6. 根据权利要求2所述的设备,其中所述运算放大器为第一运算放大器,且其中所述第二反相放大器进一步包含:

第二运算放大器,其具有第一输入端子、第二输入端子及输出端子,其中所述第二偏移电压源耦合到所述第二运算放大器的所述第二输入端子;及

电阻器网络,其耦合到所述第一运算放大器的输出端子、所述第二运算放大器的所述第一输入端子及所述第二运算放大器的所述输出端子。

7. 根据权利要求6所述的设备,其中所述电阻器网络进一步包含彼此串联耦合的多个电阻器。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述第二运算放大器的所述第一输入端子为负输入端子,且其中所述第二运算放大器的所述第二输入端子为正输入端子。

9. 一种多级放大器设备,其包含:

第一反相放大器,其具有:

第一电阻器,其接收输入信号;

第一运算放大器,其具有正输入端子、负输入端子及输出端子,其中所述负输入端子耦合到所述第一电阻器;

第二电阻器,其耦合在所述第一运算放大器的所述输出端子与所述第一运算放大器的所述负输入端子之间;及

第一偏移电压源,其耦合在所述第一运算放大器的所述正输入端子与接地之间;及

第二反相放大器,其具有:

第三电阻器,其耦合到所述第一运算放大器的所述输出端子;

第二运算放大器,其具有负输入端子、正输入端子及输出端子,其中所述第二运算放大器的所述负输入端子耦合到所述第三电阻器;

第四电阻器,其耦合在所述第二运算放大器的所述输出端子与第二运算放大器的所述负输入端子之间;及

第二偏移电压源,其耦合在所述第二运算放大器的所述正输入端子与所述第一运算放大器的所述负输入端子之间。

多级系统中的放大器偏移及噪声减少

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及多级放大器系统,且更特定来说,涉及具有减少的噪声及偏移的多级放大器系统。

背景技术

[0002] 图 1 展示常规二级放大器系统 100。系统 100 大体上包含第一级 102 及第二级 104(其各自一般为反相放大器)。如可见,电阻器网络(电阻器 R1/R2 及电阻器 R3/R4)分别耦合在运算放大器 106 及 108 的负输入端子与输出端子之间,使得级 102 可接收输入信号 VIN 且使得级 104 可接收输出信号 VOUT1。此外,偏移电压源 110 及 112 分别将偏移电压 VOS1 及 VOS2 提供到运算放大器 106 及 108。电压源 110 及 112(其包括放大器 106 及 108 的内部偏移)中的每一者还耦合到供电轨 114(其一般位于接地处)。

[0003] 因为系统 100 的配置,来自电压源 110 的偏移及噪声贡献可显著地影响输出信号 VOUT2。对于放大器级 102,输出信号 VOUT1 可如下表示:

$$[0004] \quad (1) \quad VOUT1 = \frac{-R2}{R1}(VIN - VOS1) + VOS1$$

[0005] 此外,对于放大器级 104,输出信号 VOUT2 可如下表示:

$$[0006] \quad (2) \quad VOUT2 = \frac{-R4}{R3}(VOUT1 - VOS2) + VOS2$$

[0007] 现在,将等式 (1) 代入到等式 (2) 中,输出信号 VOUT2 变为:

$$[0008] \quad (3) \quad VOUT2 = \frac{-R4}{R3} \left(\frac{-R2}{R1}(VIN - VOS1) + VOS1 - VOS2 \right) + VOS2$$

$$[0009] \quad = \frac{R4 \cdot R2}{R3 \cdot R1} VIN + \frac{-R4}{R3} \left(\left(\frac{R2}{R1} + 1 \right) VOS1 - VOS2 \right) + VOS2$$

[0010] 等式 (3) 还可表达为偏移电压 VOS1 的函数(其中偏移电压 VOS2 约为 0):

$$[0011] \quad (4) \quad VOUT2 = \frac{R4 \cdot R2}{R3 \cdot R1} VIN + \frac{-R4}{R3} \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right) VOS1$$

[0012] 当电阻器 R1 耦合到阻塞电容器(AC 耦合)时,输入信号 VIN 等于偏移电压 VOS1,从而将等式 (3) 简化为如下:

$$[0013] \quad (5) \quad VOUT2 = \frac{-R4}{R3}(VOS1 - VOS2) + VOS2$$

$$[0014] \quad = \left(1 + \frac{R4}{R3} \right) VOS2 - \frac{R4}{R3} VOS1$$

[0015] 所以,可分别从等式 (3) 到 (5) 的 DC 耦合及 AC 耦合情形清楚地看出,输出电压 VOUT2 中的来自偏移电压 VOS1 的噪声及偏移贡献可为显著的。因此,系统 100 可能需要使用配平电路或更好的装置匹配来减少来自偏移电压 VOS1 的噪声及偏移贡献。

[0016] 一些其它常规设计描述于以下文件中:第 3,899,743 号美国专利;第 5,257,285 号美国专利;第 6,642,783 号美国专利;第 7,132,882 号美国专利;及第 2006/0279344 号美国专利公开案。

发明内容

[0017] 本发明的实例实施例提供一种设备,其包含:第一放大器级,其具有输入端子及输出端子,其中所述第一放大器在其输入端子处接收输入信号,且其中所述第一放大器级包括第一偏移电压源,所述第一偏移电压源将第一偏移电压提供到所述第一放大器级且所述第一偏移电压源耦合到供电轨;及第二放大器级,其具有输入端子及输出端子,其中所述第二放大器级的所述输入端子耦合到所述第一放大器级的所述输出端子,且其中所述第二放大器级包括第二偏移电压源,所述第二偏移电压源将第二偏移电压提供到所述第二放大器级,且其中所述第二偏移电压源耦合到所述第一放大器级,以便大体上减少来自所述第一偏移电压的噪声贡献。

[0018] 根据本发明的实例实施例,所述第一及第二放大器级分别进一步包含第一反相放大器及第二反相放大器。

[0019] 根据本发明的实例实施例,所述第一反相放大器进一步包含:运算放大器,其具有第一输入端子、第二输入端子及输出端子,其中所述第二偏移电压源耦合到所述运算放大器的第一输入端子,且其中所述第一电压偏移源耦合到所述运算放大器的第二输入端子;及电阻器网络,其耦合到所述第一反相放大器的输入端子、所述运算放大器的第一输入端子及所述运算放大器的输出端子。

[0020] 根据本发明的实例实施例,所述电阻器网络进一步包含彼此串联耦合的多个电阻器。

[0021] 根据本发明的实例实施例,所述运算放大器的第一输入端子为负输入端子,且其中所述运算放大器的第二输入端子为正输入端子。

[0022] 根据本发明的实例实施例,所述第二反相放大器进一步包含:运算放大器,其具有第一输入端子、第二输入端子及输出端子,其中所述第二电压偏移源耦合到所述运算放大器的第二输入端子;及电阻器网络,其耦合到所述第一反相放大器的输出端子、所述运算放大器的第一输入端子及所述运算放大器的输出端子。

[0023] 根据本发明的实例实施例,所述运算放大器的第一输入端子为负输入端子,且其中所述运算放大器的第二输入端子为正输入端子。

[0024] 根据本发明的实例实施例,提供一种设备。所述设备包含第一反相放大器,其具有:第一电阻器,其接收输入信号;第一运算放大器,其具有正输入端子、负输入端子及输出端子,其中所述负输入端子耦合到所述第一电阻器;第二电阻器,其耦合在所述第一运算放大器的输出端子与所述第一运算放大器的负输入端子之间;及第一偏移电压源,其耦合在所述第一运算放大器的正输入端子与接地之间;及第二反相放大器,其具有:第三电阻器,其耦合到所述第一运算放大器的输出端子;第二运算放大器,其具有负输入端子、正输入端子及输出端子,其中所述第二运算放大器的负输入端子耦合到所述第三电阻器;第四电阻器,其耦合在所述第二运算放大器的输出端子与第二运算放大器的负输入端子之间;及第二偏移电压源,其耦合在所述第二运算放大器的正输入端子与所述第一运算放大器的负输入端子之间。

附图说明

[0025] 参考附图描述实例实施例,其中:

[0026] 图 1 为常规多级系统的实例;以及

[0027] 图 2 为根据本发明的实例实施例的多级系统的实例。

具体实施方式

[0028] 图 2 说明根据本发明的实例实施例的多级系统 200。系统 200 大体上包含放大器级 202 及 204(其一般均为反相放大器)。当与系统 100 比较时,系统 200 具有相同的一般组件。然而,一个差别是,电压源 112 耦合到运算放大器 106 的负输入端子而不是供电轨 114。通过做出这个改变,将输出电压 V_{OUT1} 表示如下:

$$[0029] \quad (6) \quad V_{OUT2} = \frac{-R4}{R3}(V_{OUT1} - (V_{OS1} + V_{OS2})) + (V_{OS1} + V_{OS2})$$

[0030] 如果将等式 (1) 代入到等式 (6) 中,那么其变为:

$$[0031] \quad V_{OUT2} =$$

$$[0032] \quad \frac{-R4}{R3} \left(\frac{-R2}{R1} (V_{IN} - V_{OS1}) + V_{OS1} - (V_{OS1} + V_{OS2}) \right) + (V_{OS1} + V_{OS2})$$

$$[0033] \quad (7) \quad = \frac{-R4}{R3} \left(\frac{-R2}{R1} (V_{IN} - V_{OS1}) - V_{OS2} \right) + (V_{OS1} + V_{OS2})$$

$$[0034] \quad = \frac{R4 \cdot R2}{R3 \cdot R1} V_{IN} + \frac{-R4}{R3} \left(\frac{R2}{R1} V_{OS1} - V_{OS2} \right) + (V_{OS1} + V_{OS2})$$

[0035] 等式 (7) 还可表达为偏移电压 V_{OS1} 的函数(其中偏移电压 V_{OS2} 约为 0):

$$[0036] \quad (8) \quad \begin{aligned} V_{OUT2} &= \frac{R4 \cdot R2}{R3 \cdot R1} V_{IN} + \frac{-R4}{R3} \left(\frac{R2}{R1} V_{OS1} \right) + V_{OS1} \\ &= \frac{R4 \cdot R2}{R3 \cdot R1} V_{IN} + \left(1 - \frac{R4 \cdot R2}{R3 \cdot R1} \right) V_{OS1} \end{aligned}$$

[0037] 此外,当电阻器 $R1$ 耦合到阻塞电容器(AC 耦合)时,输入信号 V_{IN} 等于偏移电压 V_{OS1} ,从而将等式 (7) 简化为如下:

$$[0038] \quad (9) \quad V_{OUT2} = \frac{R4}{R3} V_{OS2} + (V_{OS1} + V_{OS2}) = \left(\frac{R4}{R3} + 1 \right) V_{OS2} + V_{OS1}$$

[0039] 如通过比较等式 (5) 与等式 (9) 及等式 (4) 与等式 (8) 可清楚地看出,可显著地减少输出信号 V_{OUT2} 中的来自偏移电压 V_{OS1} 的偏移贡献。此外,对于噪声贡献来说,相同的分析将适用于噪声分析,从而导致系统 200 中的噪声与系统 100 相比而减少。

[0040] 作为实例,这些类型的级联布置通常用于单端/差动转换,其中差动输出电压 $V_{OUTDiff}$ 为:

$$[0041] \quad (10) \quad V_{OUTDiff} = V_{OUT1} - V_{OUT2}$$

[0042] 可将等式 (1) 及 (2) (对于常规系统 100) 代入到等式 (10) 中以得出差动输出电压 $V_{OUTDiff}$,其变为:

$$[0043] \quad (11) \quad \begin{aligned} V_{OUTDiff} &= V_{OUT1} - V_{OUT2} = V_{OUT1} + \frac{R4}{R3} (V_{OUT1} - V_{OS2}) - V_{OS2} \\ &= \left(1 + \frac{R4}{R3} \right) V_{OUT1} - \left(1 + \frac{R4}{R3} \right) V_{OS2} \end{aligned}$$

$$[0044] \quad = (1 + \frac{R4}{R3}) (\frac{-R2}{R1} (VIN - VOS1) + VOS1) - (1 + \frac{R4}{R3}) VOS2$$

$$[0045] \quad = \frac{-R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VIN + \frac{R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 + (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 - (1 + \frac{R4}{R3}) VOS2$$

$$[0046] \quad = \frac{-R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VIN + (1 + \frac{R2}{R1}) (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 - (1 + \frac{R4}{R3}) VOS2$$

[0047] 或者, 可将等式 (1) 及 (6) (对于系统 200) 代入到等式 (10) 中以得出差动输出电压 $V_{OUTDiff}$, 其变为:

$$[0048] \quad V_{OUTDiff} = VOUT1 - VOUT2 = VOUT1 + \frac{R4}{R3} (VOUT1 - (VOS1 + VOS2)) - (VOS1 + VOS2)$$

$$[0049] \quad = (1 + \frac{R4}{R3}) VOUT1 - (1 + \frac{R4}{R3}) (VOS1 + VOS2)$$

$$[0050] \quad = (1 + \frac{R4}{R3}) (\frac{-R2}{R1} (VIN - VOS1) + VOS1) - (1 + \frac{R4}{R3}) (VOS1 + VOS2)$$

$$[0050] \quad (12) \quad = \frac{-R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VIN + (1 + \frac{R4}{R3}) (1 + \frac{R2}{R1}) VOS1 - (1 + \frac{R4}{R3}) (VOS1 + VOS2)$$

$$[0051] \quad = \frac{-R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VIN + \frac{R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 + (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 - (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 - (1 + \frac{R4}{R3}) VOS2$$

$$[0052] \quad = \frac{-R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VIN + \frac{R2}{R1} (1 + \frac{R4}{R3}) VOS1 - (1 + \frac{R4}{R3}) VOS2$$

[0053] 比较等式 (11) 与 (12), 输入信号 VIN 及偏移电压 $VOS2$ 贡献对于两者是明显相同的, 而偏移电压 $VOS1$ 贡献被显著地减少。此外, 因为 (在差动 / 单端转换中) 电阻器 $R4/R3$ 的比率大体上为 1。可将等式 (11) 及 (12) 重写为如下 (其中输入信号 VIN 及偏移电压 $VOS2$ 贡献已被丢弃):

$$[0054] \quad (13) \quad V_{OUTDiff} = (2 + 2 \cdot \frac{R2}{R1}) VOS1$$

$$[0055] \quad (14) \quad V_{OUTDiff} = 2 \cdot \frac{R2}{R1} VOS1$$

[0056] 清楚的是, 系统 200 具有比系统 100 更优异的性能。

[0057] 本文希望涵盖具有在实例实施例的上下文中描述的特征或步骤中的一者或一者以上的不同组合的实施例, 所述实例实施例具有所有此类特征或步骤或仅具有一些此类特征或步骤。所属领域的技术人员将了解, 许多其它实施例及变型在所主张的发明的范围内也是可能的。

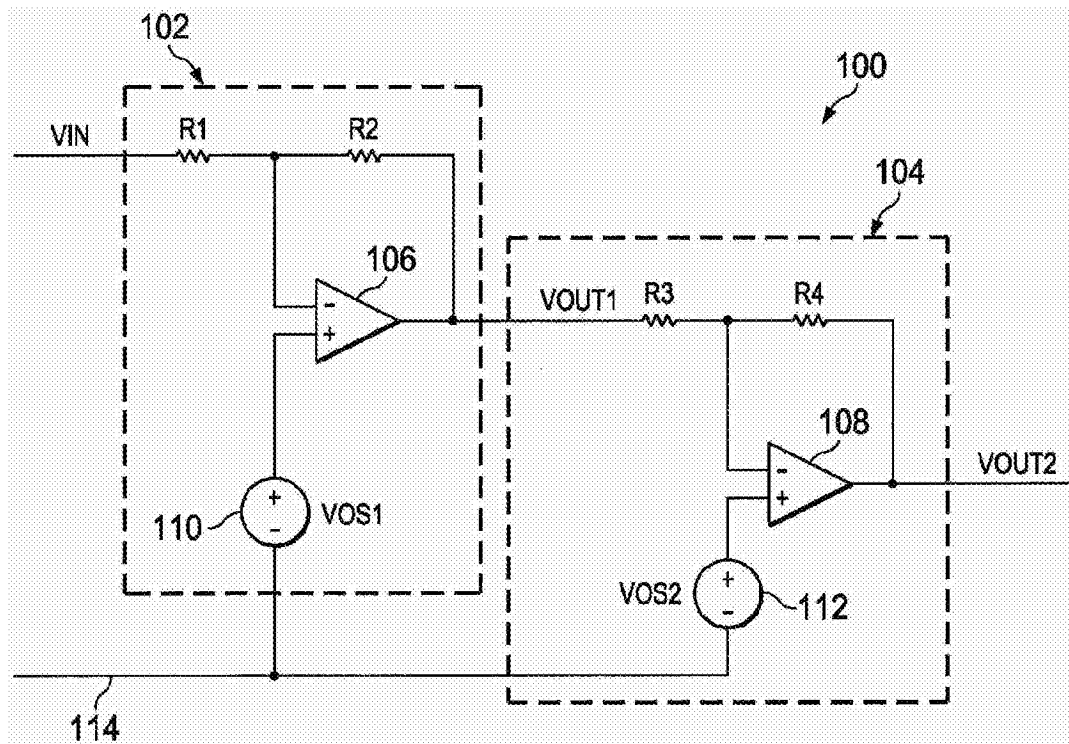


图 1(现有技术)

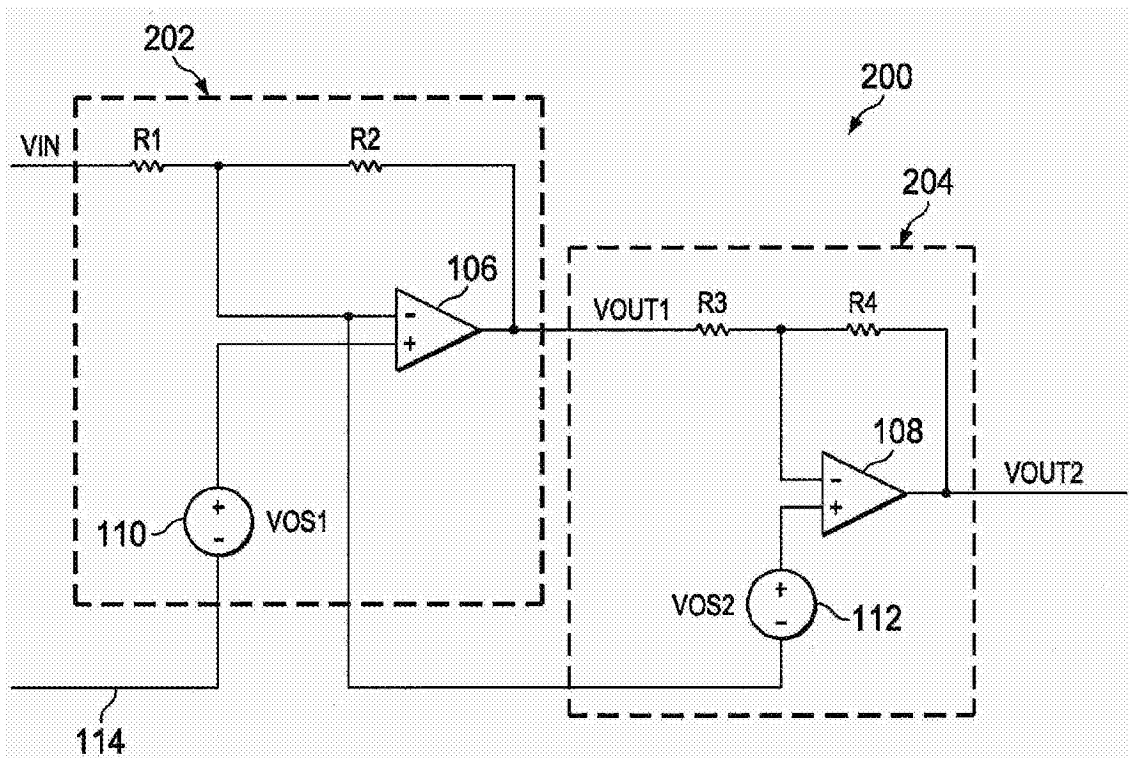


图 2