



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104883134 B

(45)授权公告日 2018.11.27

(21)申请号 201410069311.3

(22)申请日 2014.02.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104883134 A

(43)申请公布日 2015.09.02

(73)专利权人 无锡华润上华科技有限公司
地址 214028 江苏省无锡市国家高新技术
产业开发区新洲路8号

(72)发明人 李有慧 张威彦

(74)专利代理机构 北京市磐华律师事务所
11336

代理人 汪洋 高伟

(51)Int.Cl.

H03F 1/26(2006.01)

H03F 3/45(2006.01)

(56)对比文件

CN 103424570 A,2013.12.04,

CN 103368503 A,2013.10.23,

US 2004010389 A1,2004.01.15,

US 6714070 B1,2004.03.30,

审查员 郭瑞

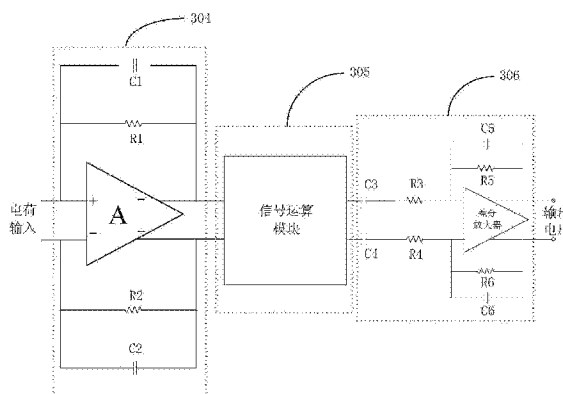
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种陀螺仪前置放大电路和电子装置

(57)摘要

本发明提供一种陀螺仪前置放大电路,所述陀螺仪前置放大电路包括实现电荷信号到电压信号的转换的第一电路和实现对低频噪声的有效滤除的第三电路,所述第一电路的输出端与所述第三电路的输入端相连。本发明还提供一种包含所述陀螺仪前置放大电路的电子装置。根据本发明,使得陀螺仪的前置放大电路在没有采用低噪声前置放大器的情况下,仍然可以满足系统噪声的要求,极大地降低了陀螺仪前置放大电路的设计难度。



1. 一种陀螺仪前置放大电路,其特征在于,包括实现电荷信号到电压信号的转换的第一电路和实现对低频噪声的有效滤除的第三电路,所述第一电路的输出端与所述第三电路的输入端相连,其中,所述第一电路包括前置放大器,所述前置放大器为全差分放大器,所述第三电路由高通滤波器构成,根据所述陀螺仪的共振频率来设置所述高通滤波器的截止频率,以实现所述对低频噪声的有效滤除;所述全差分放大器的输入端和输出端之间形成有两个由第一RC网络构成的反馈回路,所述第一RC网络在为所述全差分放大器的输入端提供直流工作点的同时,实现所述电荷信号到电压信号的转换的功能;所述高通滤波器包括差分放大器,所述差分放大器的输入端和输出端之间形成有两个由第二RC网络构成的反馈回路,所述差分放大器的第一输入端和第二输入端分别连接有第一串联结构和第二串联结构,所述第一串联结构由电阻R3和电容C3串联而成,所述第二串联结构由电阻R4和电容C4串联而成。

2. 根据权利要求1所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,所述两个第一RC网络由并联而成的电阻R1和电容C1以及并联而成的电阻R2和电容C2分别构成。

3. 根据权利要求1所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,所述高通滤波器为一阶模拟高通滤波器。

4. 根据权利要求1所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,所述两个由第二RC网络构成的反馈回路由并联而成的电阻R5和补偿电容C5以及并联而成的电阻R6和补偿电容C6分别构成。

5. 根据权利要求1所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,通过设置连接于所述差分放大器的输出端的电阻R5和R6与连接于所述差分放大器的输入端的电阻R3和R4的比例来实现期望的所述高通滤波器的增益。

6. 根据权利要求1所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,所述第一电路和所述第三电路之间还连接有实现对所述第一电路输出的电压信号进行运算的第二电路,所述第二电路由信号运算模块构成。

7. 根据权利要求6所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,所述运算包括对所述电压信号的放大、加减或平衡。

8. 根据权利要求6所述的陀螺仪前置放大电路,其特征在于,所述低频噪声来自所述第一电路、所述第二电路或者周围环境。

9. 一种电子装置,其特征在于,包括如权利要求1至8中的任一项所述的陀螺仪前置放大电路。

一种陀螺仪前置放大电路和电子装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造工艺,具体而言涉及一种陀螺仪前置放大电路和电子装置。

背景技术

[0002] 陀螺仪又称为角速度传感器,其测量的物理量是偏转及倾斜时的转动角速度。在手机上,仅使用加速度传感器无法测量或重构出完整的3D动作,只是因为加速度传感器只能检测轴向的线性动作,测不到转动的动作。陀螺仪则可以对转动以及偏转的动作做很好的测量,这样就可以精确分析判断出使用者的实际动作,进而根据这些动作对手机做相应的操作。目前,陀螺仪在消费类产品上,最成功的应用当属体感游戏手柄。游戏者只要手持该手柄,就可以通过自己的动作控制显示屏上的游戏视频,进行乒乓球、网球等运动类游戏,或者转动手柄,就可以玩驾车类的视频游戏。

[0003] 在如图1所示的陀螺仪的现有前置放大电路中,微电子机械系统(MEMS)100产生的电荷信号分别输入到由第一前置放大器101a和第一模数转换器102a构成的驱动回路以及由第二前置放大器101b和第二模数转换器102b构成的检测回路(通常为科里奥利检测回路),其中,第一前置放大器101a和第二前置放大器101b将接收到的电荷信号转换为电压信号,第一模数转换器102a和第二模数转换器102b将接收自上述前置放大器输出的电压模拟信号转换为数字信号加以输出。由于陀螺仪的微电子机械系统100产生的角速度信号比较微弱,即电荷信号为fC级别的,因而,通过上述前置放大器 $Q=C*V$ 转换得到的电压信号是微伏级别的。如果不对上述前置放大器的输出信号(即电压信号)进行任何处理就直接传送至上述模数转换器,则要求上述前置放大器具有很低的噪声,进而造成上述前置放大器的设计难度显著增加。

[0004] 在现有技术中,采用低噪声放大器作为上述前置放大器,以满足低噪声的要求。低噪声放大器的设计难度比较高,通常需要采用复杂的结构或者通过增大输入器件的尺寸来减小某些噪声对系统的影响。所述复杂的结构例如常规的双采样(CDS)自动归零电路结构和斩波稳定(CHS)自动归零电路结构:在如图2A所示的双采样自动归零电路结构中,包括一个差分放大器A,两个电容,两组开关 $\Phi 1$ 和 $\Phi 2$;在如图2B所示的斩波稳定自动归零电路结构中,包括一个全差分放大器A,分别设置在全差分放大器A的输入端和输出端的斩波电路201a和201b。前置放大器采用上述自动归零电路结构可以减小闪烁噪声的影响,但是需要提供系统时钟,会增加数字电路干扰模拟电路的风险,同时,电路结构复杂,也增加了版图的设计难度。而增大输入器件的尺寸,面积会增大,寄生电容也会增加;对于陀螺仪而言,角速度信号对应的电荷本身就比较微弱,通过上述前置放大器 $Q=C*V$ 进行转换时,寄生电容太大会导致转换成的电压信号误差比较大,而且版图处理不好的话,会有数字大信号干扰模拟小信号的问题。

[0005] 因此,需要设计一种全新的陀螺仪前置放大电路,以解决上述问题。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明提供一种陀螺仪前置放大电路,其特征在于,包括实现电荷信号到电压信号的转换的第一电路和实现对低频噪声的有效滤除的第三电路,所述第一电路的输出端与所述第三电路的输入端相连。

[0007] 进一步,所述第一电路包括前置放大器,所述前置放大器为全差分放大器。

[0008] 进一步,所述全差分放大器的输入端和输出端之间形成有两个由第一RC网络构成的反馈回路,所述第一RC网络在为所述全差分放大器的输入端提供直流工作点的同时,实现所述电荷信号到电压信号的转换的功能。

[0009] 进一步,所述两个第一RC网络由并联而成的电阻R1和电容C1以及并联而成的电阻R2和电容C2分别构成。

[0010] 进一步,所述第三电路由高通滤波器构成。

[0011] 进一步,所述高通滤波器为一阶模拟高通滤波器。

[0012] 进一步,所述高通滤波器包括差分放大器,所述差分放大器的输入端和输出端之间形成有两个由第二RC网络构成的反馈回路,所述差分放大器的第一输入端和第二输入端分别连接有第一串联结构和第二串联结构,所述第一串联结构由电阻R3和电容C3串联而成,所述第二串联结构由电阻R4和电容C4串联而成。

[0013] 进一步,所述两个第二RC网络由并联而成的电阻R5和补偿电容C5以及并联而成的电阻R6和补偿电容C6分别构成。

[0014] 进一步,通过设置连接于所述差分放大器的输出端的电阻R5和R6与连接于所述差分放大器的输入端的电阻R3和R4的比例来实现期望的所述高通滤波器的增益。

[0015] 进一步,根据所述陀螺仪的共振频率来设置所述高通滤波器的截止频率,以实现所述对低频噪声的有效滤除。

[0016] 进一步,所述第一电路和所述第三电路之间还连接有实现对所述第一电路输出的电压信号进行运算的第二电路,所述第二电路由信号运算模块构成。

[0017] 进一步,所述运算包括对所述电压信号的放大、加减或平衡。

[0018] 进一步,所述低频噪声来自所述第一电路、所述第二电路或者周围环境。

[0019] 本发明还提供一种电子装置,所述电子装置包括如上所述的陀螺仪前置放大电路。

[0020] 根据本发明,使得陀螺仪的前置放大电路在没有采用低噪声前置放大器的情况下,仍然可以满足系统噪声的要求,极大地降低了陀螺仪前置放大电路的设计难度。

附图说明

[0021] 本发明的下列附图在此作为本发明的一部分用于理解本发明。附图中示出了本发明的实施例及其描述,用来解释本发明的原理。

[0022] 附图中:

[0023] 图1为现有的陀螺仪前置放大电路的示意性框图;

[0024] 图2A为现有的双采样自动归零电路结构的电路图;

[0025] 图2B为现有的斩波稳定自动归零电路结构的电路图;

- [0026] 图3A为本发明提出的陀螺仪前置放大电路的示意性框图；
[0027] 图3B为本发明提出的陀螺仪前置放大电路的电路图；
[0028] 图3C为本发明提出的陀螺仪前置放大电路中的前置放大器的电路图；
[0029] 图3D为本发明提出的陀螺仪前置放大电路中的高通滤波器的电路图。

具体实施方式

[0030] 在下文的描述中,给出了大量具体的细节以便提供对本发明更为彻底的理解。然而,对于本领域技术人员而言显而易见的是,本发明可以无需一个或多个这些细节而得以实施。在其他的例子中,为了避免与本发明发生混淆,对于本领域公知的一些技术特征未进行描述。

[0031] 为了彻底理解本发明,将在下列的描述中提出详细的步骤,以便阐释本发明提出的陀螺仪前置放大电路和电子装置。显然,本发明的施行并不限于半导体领域的技术人员所熟习的特殊细节。本发明的较佳实施例详细描述如下,然而除了这些详细描述外,本发明还可以具有其他实施方式。

[0032] 应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在所述特征、整体、步骤、操作、元件和/或组件,但不排除存在或附加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组合。

[0033] [示例性实施例]

[0034] 为了解决现有的陀螺仪前置放大电路中采用的低噪声前置放大器的电路结构复杂,版图设计难度大的问题,本发明提出一种新型陀螺仪前置放大电路。

[0035] 如图3A所示,本发明提出的新型陀螺仪前置放大电路包括三级电路:第一级电路301实现电荷信号到电压信号的转换;第二级电路302实现对第一级电路301输出的电压信号的运算,例如信号的放大、信号的加減和信号的平衡等;第三级电路303为高通滤波器,对低频噪声(低于7KHz的噪声)进行有效地滤除。

[0036] 如图3B和3C所示,第一级电路301中的前置放大器304不需要采用借助时钟信号的特殊结构,在常规的全差分放大器A的输入端和输出端之间形成有两个由RC网络构成的反馈回路,所述RC网络在为全差分放大器A的输入端提供直流工作点的同时,实现 $Q=C*V$ (即电荷信号到电压信号的转换)的功能,其中,并联而成的电阻R1和电容C1以及并联而成的电阻R2和电容C2分别构成两个RC网络。由于电容C1和C2通常具有几十pF的量级,因而,全差分放大器A输入寄生电容的影响基本可以忽略不计。

[0037] 电容型陀螺仪的角速度信号虽然非常微弱,但其共振频率和角速度频率通常在30KHz附近。在第一级电路301之后增加作为第三级电路303的高通滤波器306,通过根据陀螺仪的共振频率来合理设置高通滤波器306的截止频率,在不损失信号能量的同时,可以有效滤除低频噪声。无论这些低频噪声是来自环境,还是来自第一级电路301,或是来自作为第二级电路302的信号运算模块305,都可以被高通滤波器306有效滤除。因此,尽管第一级电路301中的前置放大器304的噪声性能并不卓越,在增加了高通滤波器306之后,整个前置放大电路的噪声性能可以比较容易地满足系统要求。

[0038] 如图3D所示,高通滤波器306为常规一阶模拟高通滤波器,在差分放大器的输入端和输出端之间形成两个由RC网络构成的反馈回路,其中,并联而成的电阻R5和补偿电容C5

以及并联而成的电阻R6和补偿电容C6分别构成两个RC网络;差分放大器的第一输入端和第二输入端分别连接有第一串联结构和第二串联结构,第一串联结构由电阻R3和电容C3串联而成,第二串联结构由电阻R4和电容C4串联而成。

[0039] 当R3、R4、R5和R6的电阻值相同时,高通滤波器306的增益为0dB。需要说明的是,高通滤波器306的增益可以不为0dB,可以根据信号的强弱以及系统要求进行合理的设定。只要改变连接在差分放大器输出端的电阻与连接在差分放大器输入端的电阻的比例,就可以实现其它的增益数值。由于我们期望的信号的频率在30KHz左右,这里将高通滤波器的-3dB截止频率设定在7KHz,即时间常数RC要满足以下公式: $1/2\pi * R * C = 7 * 10^3$ 。

[0040] 补偿电容C5和C6可以使高通滤波器306在高频时的频率响应更符合系统要求,是高通滤波器306的一个极其重要的组成部分。

[0041] 作为第二级电路302的信号运算模块305可以实现对前置放大器304输出的电压信号的放大、加减和平衡等功能,可以根据实际需要选用本领域技术人员所熟习的电路实现上述功能。如果不需要对前置放大器304输出的电压信号做出上述运算,可以将信号运算模块305如图3C所示的陀螺仪前置放大电路中删除,此时,从前置放大器304输出的电压信号直接输入高通滤波器306的输入端。

[0042] 通过本发明,在陀螺仪前置放大电路中的前置放大器304之后增加高通滤波器306,通过合理设置高通滤波器306的截止频率,可对来自前置放大器304以及来自其它地方的低频噪声进行有效的滤除。通过这样的结构使得陀螺仪的前置放大电路在没有采用低噪声前置放大器的情况下,仍然可以满足系统噪声的要求,极大地降低了陀螺仪前置放大电路的设计难度。同时,高通滤波器306的结构为普通的一阶高通滤波器,设计难度不高。

[0043] 本发明还提供一种电子装置,其中包含的陀螺仪采用了根据上述示例性实施例示出的陀螺仪前置放大电路。上述陀螺仪前置放大电路相对于现有技术降低了版图设计难度,可以降低制造成本,提高处理信号的精度。因此,该电子装置可以具有更好的性能。

[0044] 该电子装置,可以是手机、平板电脑、笔记本电脑、上网本、游戏机、电视机、VCD、DVD、导航仪、照相机、摄像机、录音笔、MP3、MP4、PSP等任何电子产品或设备。

[0045] 本发明已经通过上述实施例进行了说明,但应当理解的是,上述实施例只是用于举例和说明的目的,而非意在将本发明限制于所描述的实施例范围内。此外本领域技术人员可以理解的是,本发明并不局限于上述实施例,根据本发明的教导还可以做出更多种的变型和修改,这些变型和修改均落在本发明所要求保护的范围内。本发明的保护范围由附属的权利要求书及其等效范围所界定。

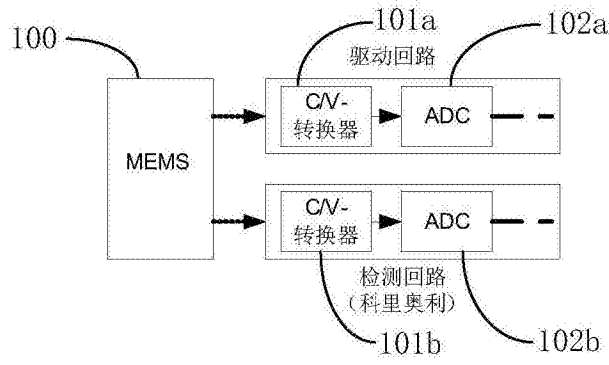


图1

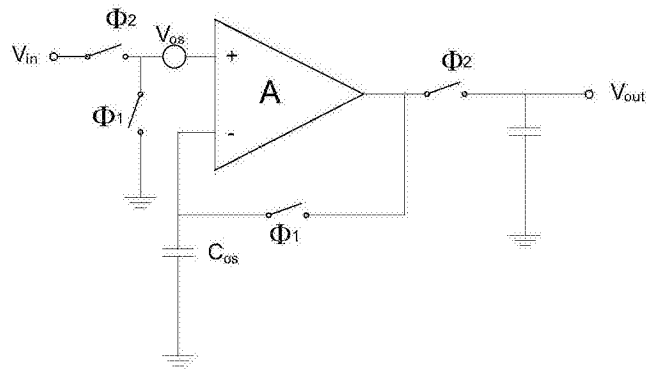


图2A

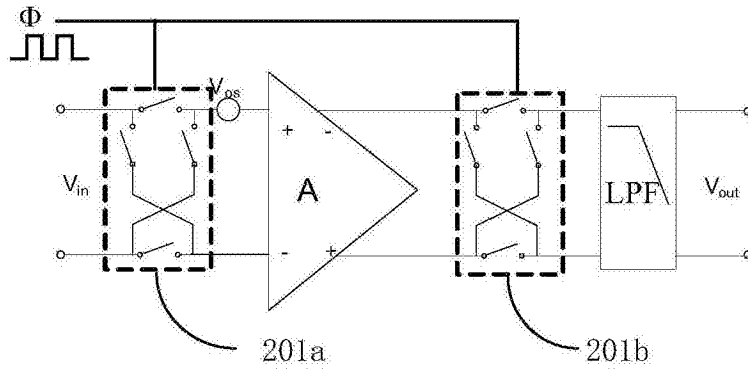


图2B

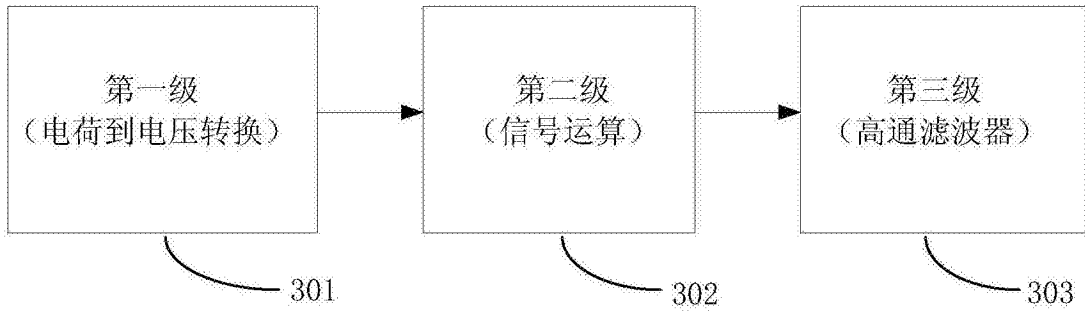


图3A

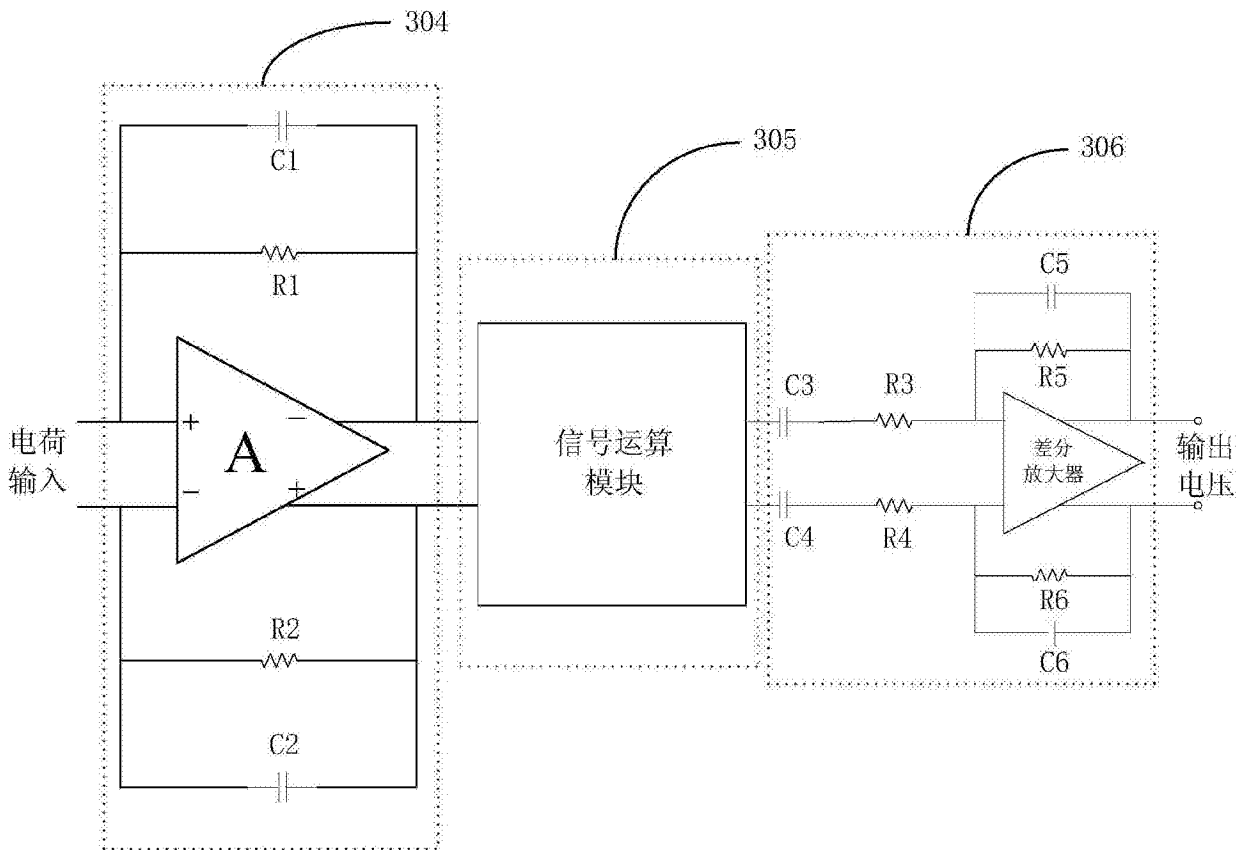


图3B

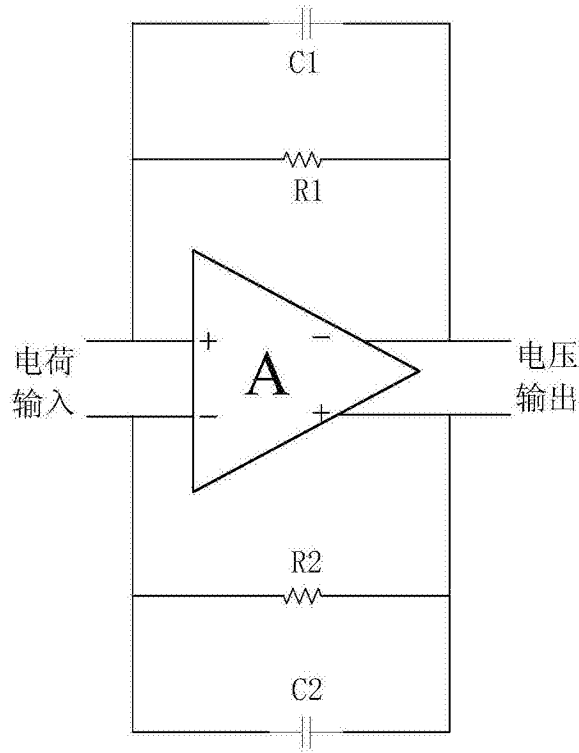


图3C

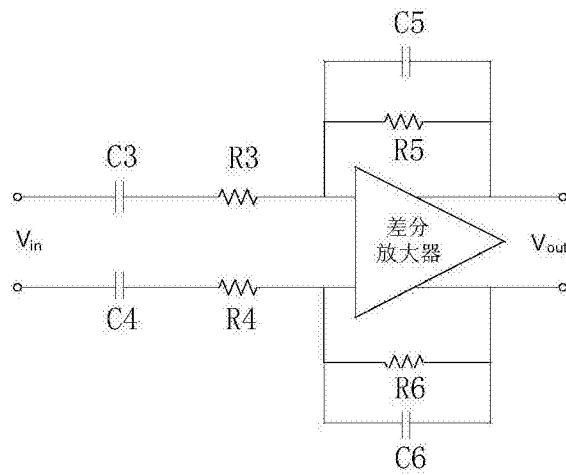


图3D