



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105450191 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201410384007. 8

(22) 申请日 2014. 08. 06

(71) 申请人 北京卓锐微技术有限公司
地址 100191 北京市海淀区知春路 23 号量子银座 1002 室

(72) 发明人 孙丽娜 杨少军

(74) 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理有限公司 11139
代理人 孙皓晨 陈士骞

(51) Int. Cl.
H03F 3/45(2006. 01)

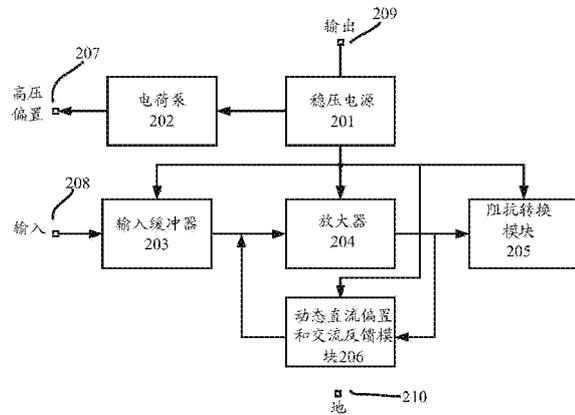
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种两线硅麦克风放大器

(57) 摘要

本发明公开一种两线硅麦克风放大器,其具有四个端口,输入端和高压偏置端与硅麦克风器件接口相连,输出端和地端提供电流信号输出;电源稳压器隔绝输出端的电压信号并给其它内部模块包括电荷泵、输入缓冲器、放大器、阻抗转换模块以及动态直流偏置和交流反馈模块提供稳压电源;电荷泵产生高压偏置电压;输入缓冲器将硅麦克风的电容信号转换为电压信号;放大器对输入缓冲器产生的电压信号进行放大;动态直流偏置和交流反馈模块根据输入信号的幅度动态调整放大器的直流偏置电压,并且提供交流反馈回路调整放大器的放大增益;阻抗转换模块将放大器放大的电压信号转换为输出端和地之间的电流信号,此电流信号流经麦克风外部的偏置电阻产生电压信号。



1. 一种两线硅麦克风放大器,其特征在于,所述硅麦克风放大器具有四个端口,分别为输入端、高压偏置端、输出端和地端,其中所述输入端和所述高压偏置端与硅麦克风器件接口相连,所述输出端和所述地端用于信号输出;所述硅麦克风放大器的输出信号为所述输出端和所述地端两个端口之间的电流信号。

2. 根据权利要求1所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于,所述两线硅麦克风放大器包括:电源稳压器,电荷泵,输入缓冲器,放大器,动态直流偏置和交流反馈模块以及阻抗转换模块,其中:

所述电源稳压器用于隔绝所述输出端的电压信号并给所述电荷泵、所述输入缓冲器、所述放大器、所述阻抗转换模块以及所述动态直流偏置和交流反馈模块提供稳压电源;

所述电荷泵用于产生高压偏置电压,将硅麦克风器件偏置于合适的工作状态;

所述输入缓冲器与所述输入端相连,用于将硅麦克风器件的电容信号转换为电压信号;所述放大器用于对所述输入缓冲器产生的电压信号进行放大;

所述动态直流偏置和交流反馈模块用于根据输入信号的幅度动态调整所述放大器的直流偏置电压,并提供交流反馈回路调整所述放大器的放大增益;

所述阻抗转换模块用于将所述放大器放大的电压信号转换为电流信号,该电流信号中的交流成分流经外部的偏置电阻形成交流输出电压信号。

3. 根据权利要求2所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于:

所述动态直流偏置和交流反馈模块包括动态直流偏置单元和交流反馈回路,所述动态直流偏置单元根据输入信号幅度调整所述放大器的直流输出电压;所述交流反馈回路用于利用电容调整所述放大器的放大增益。

4. 根据权利要求2所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于所述阻抗转换模块为一电阻。

5. 根据权利要求2所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于:

所述阻抗转换模块包括相连接的源跟随器和负载电阻,所述源跟随器用于降低负载电阻上的电压,提高动态直流偏置的效率。

6. 根据权利要求5所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于,所述源跟随器为N型场效应晶体管。

7. 根据权利要求2所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于:

所述输入缓冲器可以为两个,分别为第一输入缓冲器和第二输入缓冲器,所述第一输入缓冲器用于将硅麦克风的电容信号转换为电压信号;所述第二输入缓冲器用于将高压偏置中的噪声信号进行缓冲,以与所述第一输入缓冲器形成差分连接,以抵消高压偏置的噪声;

所述放大器用于对所述第一输入缓冲器产生的电压信号进行放大,同时对高压偏置的噪声进行消除。

8. 根据权利要求2所述的两线硅麦克风放大器,其特征在于:

所述阻抗转换模块包括电平移动电路和可配置负载电阻阵列,所述电平移动电路包括N型场效应晶体管、P型场效应晶体管和第一电阻,所述N型场效应晶体管用于将所述放大器的输出直流电压降低 V_{gs} ;所述P型场效应晶体管和所述第一电阻用于保证所述N型场效应晶体管的 V_{gs} 不随流经它的电流而变化;

所述可配置负载电阻阵列包括第二电阻、第三电阻、第四电阻、第一选择开关和第二选择开关,所述第二电阻、所述第三电阻和所述第四电阻依次串联,所述第一选择开关和所述第二电阻并联,所述第二选择开关和所述第三电阻并联。

一种两线硅麦克风放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及硅麦克风领域,具体而言,涉及一种两线硅麦克风放大器。

背景技术

[0002] 硅麦克风具有体积小,可回流焊表面贴装等优点而被广泛应用于手机、笔记本电脑、平板电脑等消费电子领域。硅麦克风系统的核心由硅麦克风器件和放大器芯片两部分组成。硅麦克风器件完成声音信号到电容变化信号的转换,放大器芯片完成电容变化信号到电压信号的转换和放大。目前常用的硅麦克风系统有三线系统和两线系统。所谓三线麦克风系统是因为麦克风有电源,地和输出三个端口,常用于手机,笔记本和平板电脑等电子产品;所谓两线麦克风系统是因为麦克风只有地和输出两个端口,使用时上位机的电源端通过一个偏置电阻,一般为 2.2k,接到麦克风的输出端,既为麦克风提供电源又能将芯片内部的电流信号转换为电压信号输出。两线硅麦克风系统沿袭传统的两线驻极体麦克风系统,一般用于带有麦克风的耳机。虽然两线硅麦克风系统相比于三线硅麦克风系统信噪比较低,但是受限于 3.5mm 耳机接口标准,两线麦克风仍然有不可取代的地位。

[0003] 由于硅麦克风和驻极体麦克风都是将声音信号转换为电容信号,区别仅在于硅麦克风的高压偏置需要放大器芯片产生而驻极体麦克风的高压偏置由驻极体提供。所以驻极体麦克风的放大器结构同样适用于硅麦克风。一般地,驻极体麦克风使用 JFET 放大器或者 PMOS 源极跟随器,可以直接实现电压信号到电流信号的转换。然而无论是 JFET 放大器还是 PMOS 源极跟随器都只能提供负增益,这对于高灵敏度的驻极体麦克风不成问题。但对于灵敏度较低的硅麦克风,负增益的放大器会使得灵敏度达不到一般的 -42dB 或者 -38dB 的标准,信噪比也不能满足要求。

[0004] 为了解决上述问题,具有正增益的三线硅麦克风系统会被改造一下,变成具有正增益的两线硅麦克风系统。如附图 1 所示,这是一种公知的两线麦克风系统原理图。这个系统由三线硅麦克风系统进行电压电流转换而得到。该系统由三线麦克风系统 101 和电压电流转换模块 102 组成。三线麦克风系统 101 由硅麦克风器件 102 和放大器芯片 104 组成。电压电流转换模块 102 由电阻 R1107,电容 C105 和电阻 R2106 组成。三线麦克风系统有三个端口,电源 108,地 109 和输出 110。输出端口 110 输出的电压信号中的直流成分在电阻 R1107 上产生电流的直流成分,输出端口 110 输出电压信号的交流成分即表征声音信号的部分通过电容 C105 和电阻 R2106 转换为交流电流。这样,通过麦克风封装之外的三个阻容器件实现了电压到电流的转换,这个交流电流再通过上层系统的偏置电阻,一般为 2.2k,实现电流信号到电压信号的转换。

[0005] 以上这种方案可以通过三线麦克风系统来对信号进行放大,从而使得麦克风的灵敏度达到 -42dB 或者 -38dB 的标准。但是也有一些问题。首先麦克风封装之外的三个阻容元件不仅增加了系统的体积,难以适应小型化的趋势,而且增加了麦克风的物料成本。其次为了得到合乎要求的动态范围,电阻 R1 上的偏置直流电流一般有 100uA,再加上三线放大器自身的静态工作电流,系统的静态工作电流有接近 200uA,这在系统外部的 2.2k 偏置电

阻上产生 440mV 的静态电压降。这就对该麦克风系统的最低工作电压提出了更高的要求，而无法应用在一些低电源电压的应用。再次电阻 R1 上的直流偏置电流在小声音输入或者无声音输入时仍然消耗，是对电能的巨大浪费。最后，在输出的电流信号中，麦克风静态电流远大于音频信号电流，因此整体麦克风的噪声水平较高，限制了系统的信噪比。

发明内容

[0006] 本发明提供一种两线硅麦克风放大器，用以克服现有技术中存在的至少一个问题。

[0007] 为达到上述目的，本发明提供了一种两线硅麦克风放大器，所述硅麦克风放大器具有四个端口，分别为输入端、高压偏置端、输出端和地端，其中所述输入端和所述高压偏置端与硅麦克风器件接口相连，所述输出端和所述地端用于信号输出；所述硅麦克风放大器的输出信号为所述输出端和所述地端两个端口之间的电流信号。

[0008] 进一步地，所述两线硅麦克风放大器包括：电源稳压器，电荷泵，输入缓冲器，放大器，动态直流偏置和交流反馈模块以及阻抗转换模块，其中：

[0009] 所述电源稳压器用于隔绝所述输出端的电压信号并给所述电荷泵、所述输入缓冲器、所述放大器、所述阻抗转换模块以及所述动态直流偏置和交流反馈模块提供稳压电源；

[0010] 所述电荷泵用于产生高压偏置电压，将硅麦克风器件偏置于合适的工作状态；

[0011] 所述输入缓冲器与所述输入端相连，用于将硅麦克风器件的电容信号转换为电压信号；所述放大器用于对所述输入缓冲器产生的电压信号进行放大；

[0012] 所述动态直流偏置和交流反馈模块用于根据输入信号的幅度动态调整所述放大器的直流偏置电压，并提供交流反馈回路调整所述放大器的放大增益；

[0013] 所述阻抗转换模块用于将所述放大器放大的电压信号转换为电流信号，该电流信号中的交流成分流经外部的偏置电阻形成交流输出电压信号。

[0014] 进一步地，所述动态直流偏置和交流反馈模块包括动态直流偏置单元和交流反馈回路，所述动态直流偏置单元根据输入信号幅度调整所述放大器的直流输出电压；所述交流反馈回路用于利用电容调整所述放大器的放大增益。

[0015] 进一步地，所述阻抗转换模块为一电阻。

[0016] 进一步地，所述阻抗转换模块包括相连接的源跟随器和负载电阻，所述源跟随器用于降低负载电阻上的电压，提高动态直流偏置的效率。

[0017] 进一步地，所述源跟随器为 N 型场效应晶体管。

[0018] 进一步地，所述输入缓冲器可以为两个，分别为第一输入缓冲器和第二输入缓冲器，所述第一输入缓冲器用于将硅麦克风的电容信号转换为电压信号；所述第二输入缓冲器用于将高压偏置中的噪声信号进行缓冲，以与所述第一输入缓冲器形成差分连接，以抵消高压偏置的噪声；

[0019] 所述放大器用于对所述第一输入缓冲器产生的电压信号进行放大，同时对高压偏置的噪声进行消除。

[0020] 进一步地，所述阻抗转换模块包括电平移动电路和可配置负载电阻阵列，所述电平移动电路包括 N 型场效应晶体管、P 型场效应晶体管和第一电阻，所述 N 型场效应晶体管

用于将所述放大器的输出直流电压降低 V_{gs} ;所述 P 型场效应晶体管和所述第一电阻用于保证所述 N 型场效应晶体管的 V_{gs} 不随流经它的电流而变化 ;

[0021] 所述可配置负载电阻阵列包括第二电阻、第三电阻、第四电阻、第一选择开关和第二选择开关,所述第二电阻、所述第三电阻和所述第四电阻依次串联,所述第一选择开关和所述第二电阻并联,所述第二选择开关和所述第三电阻并联。

[0022] 本发明运用动态直流偏置技术,在输入信号幅度小时,放大器的直流输出电压较低,则进行电压电流转换后直流偏置电流小,可以降低功耗 ;输入信号幅度大时,放大器的直流输出电压高,则进行电压电流转换后直流偏置电流大,可以提高动态范围。本发明的两线硅麦克风放大器具有低噪声,低功耗的优点,而且相对于普通两线硅麦克风具有体积小,成本低的优点。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明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发明的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图 1 为一种公知的两线麦克风系统示意图 ;

[0025] 图 2 为本发明一个实施例的两线硅麦克风放大器模块框图 ;

[0026] 图 3 为本发明一个较佳实施例的两线硅麦克风放大器示意图 ;

[0027] 图 4 为本发明一个较佳实施例的两线硅麦克风放大器示意图 ;

[0028] 图 5 为本发明一个较佳实施例的两线硅麦克风放大器示意图。

具体实施方式

[0029] 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付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。

[0030] 图 2 为本发明一个实施例的两线硅麦克风放大器模块框图 ;如图 2 所示。该硅麦克风放大器有四个端口,其中输入 208 和高压偏置 207 两个端口用于与硅麦克风器件接口相连,输出 209 和地 210 两个端口用于信号输出。该麦克风放大器可以将硅麦克风器件的电容信号转换为输出 209 和地 210 两个端口之间电流信号。该两线硅麦克风放大器包括电源稳压器 201,电荷泵 202,输入缓冲器 203,放大器 204,动态直流偏置和交流反馈模块 206 和阻抗转换模块 205。电源稳压器 201 用于隔绝输出 209 的电压信号给芯片内部模块 (202, 203, 204, 205, 206) 提供稳压电源 ;电荷泵 202 用于产生高压的偏置电压,其中,这里的高压是指电压高于电源电压,一般为 $5 \sim 15V$;输入缓冲器 203 放大器 204 构成电容电压转换模块,输入缓冲器 203 用于将硅麦克风的电容信号转换为电压信号,实现阻抗变换 ;放大器 204 用于对输入缓冲器 203 产生的电压信号进行放大 ;动态直流偏置和交流反馈模块 206 一方面根据输入信号的幅度动态设定放大器 204 的直流偏置电压。在输入信号幅度小时,放大器 204 的直流输出电压低,则进行电压电流转换后直流偏置电流小,可以降低功耗

和噪声；在输入信号幅度大时，放大器 204 的直流输出电压高，则进行电压电流转换后直流偏置电流大，可以提高动态范围。另一方面动态直流偏置和交流反馈模块 206 提供交流反馈回路调整放大器 203 的放大增益；阻抗转换模块 206 用于将前级放大的电压信号转换为电流信号，此电流信号中的交流成分流经外部的 2.2k 偏置电阻形成交流输出电压信号。

[0031] 附图 3、4、5 给出了本发明的三个较佳的实施例。

[0032] 在图 3 的实施例中，该两线硅麦克风放大器总共有 4 个端口：输入 208 和高压偏置 207 两个端口用于与硅麦克风器件接口相连，输出 209 和地 210 两个端口用于信号输出。该麦克风放大器可以将硅麦克风的电容信号转换为输出 209 和地 210 两个端口之间电流信号。该两线硅麦克风放大器由电源稳压器 201，电荷泵 202，输入缓冲器 203a，放大器 204，动态直流偏置和交流反馈模块 206 和电压电流转换模块 205 组成。电源稳压器 201 用于隔绝输出端 209 的电压信号给芯片内部模块（202，203a，204，205，206）提供稳压电源；电荷泵 202 用于产生高压的偏置电压；输入缓冲器 203a 用于将硅麦克风的电容信号转换为电压信号；放大器 204 用于对输入缓冲器 203a 产生电压信号进行放大；动态直流偏置和交流反馈模块 206 一方面根据输入信号的幅度动态调整放大器 204 的直流偏置电压（输入信号幅度小时，放大器 204 的直流输出电压低，可以降低功耗，输入信号幅度大时，放大器 204 的直流输出电压高，可以提高动态范围），另一方面利用电容反馈提供交流反馈回路，调整放大器 204 的放大增益；电压电流转换模块 205 只包含一个电阻 RL1214，将前级放大的电压信号转换为电流信号，此电流信号流经外部的偏置电阻形成电压信号。

[0033] 对于图 3 实施例，设 Again 代表前级缓冲器 203a 和放大器 204 的总增益，RL 代表阻抗转换模块 205 的阻抗大小，H 代表表征声音的交流电流信号流经外部 2.2k 偏置电阻后得到的输出电压到输入端的输入电压的增益。则有以下表达式： $H = \text{Again} / \text{RL} * 2.2\text{k}$ 。由于工作电源电压的限制和输入 / 输出信号幅度大小标准的限制，前级增益 Again 一般在 0 ~ 20dB，再大就会导致信号饱和。若要达到灵敏度为 -38dB 或 -42dB 的标准，H 一般为 0dB ~ 10dB。这就要求 RL 不能太大，否则电压电流转换就会带来过多的增益损失。与此同时直流偏置电流也由 RL 决定。直流偏置电流 $I_{od} = V_{odc} / \text{RL}$ ，其中 V_{odc} 为放大器 204 的输出偏置电压，一般为 0.5V ~ 0.8V。RL 取值一般要满足直流偏置电流最大为 100uA，这样才能够得到最大幅度为 220mV 的输出信号，达到一般的动态范围标准，考虑到本发明中动态直流偏置的可变电压范围也就 150mV 左右，由此推算 RL 的取值大约为 6.5K ~ 9.5k（分别对应 0.5V 和 0.8V 直流输出）。因此运用动态直流偏置技术可节约电流 16uA ~ 23uA。

[0034] 在图 4 实施例中，该两线硅麦克风放大器总共有 4 个端口：输入 208 和高压偏置 207 两个端口用于与硅麦克风器件接口相连，输出 209 和地 210 两个端口用于信号输出。该麦克风放大器可以将硅麦克风的电容信号转换为输出 209 和地 210 两个端口之间电流信号。该两线硅麦克风放大器由电源稳压器 201，电荷泵 202，输入缓冲器 203a，放大器 204，动态直流偏置和交流反馈模块 206 和阻抗转换模块 205 组成。电源稳压器 201 用于隔绝输出端 209 的电压信号给芯片内部模块（202，203a，204，205，206）提供稳压电源；电荷泵 202 用于产生高压的偏置电压；输入缓冲器 203a 用于将硅麦克风的电容信号转换为电压信号；放大器 204 用于对输入缓冲器 203a 产生电压信号进行放大；动态直流偏置和交流反馈模块 206 一方面根据输入信号的幅度动态设定放大器 204 的直流偏置电压（输入信号幅度小时，放大器 204 的直流输出电压低，可以降低功耗，输入信号幅度大时，放大器 204 的直流

输出电压高,可以提高动态范围),另一方面利用电容反馈提供交流反馈回路,调整放大器 204 的放大增益;阻抗转换模块 205 用于将前级放大的电压信号转换为电流信号,此电流信号流经外部的偏置电阻形成电压信号。阻抗转换模块 205 由 N 型场效应晶体管 MN1211 和负载电阻 RL1214 组成,N 型场效应晶体管 MN1211 用作源跟随器,可以将放大器 204 的输出直流电压降低 V_{gs} ,大约 0.4V。使用源跟随器的目的是减小负载电阻,避免这部分电压电流转换再通过上层 2.2K 偏置电阻进行电压转换的过程中产生增益损失。

[0035] 对于图 4 实施例,阻抗转换模块 205 由 N 型场效应晶体管 MN1211 和负载电阻 RL1214 组成,N 型场效应晶体管 MN1211 用作源跟随器,可以将放大器 204 的输出直流电压降低 V_{gs} , V_{gs} 大约 0.45V。同时交流反馈回路的起点为 N 型场效应晶体管 MN1211 的源端,保证了 A_{gain} 不变。假设输出直流偏置电压为 0.5V,考虑到动态直流偏置的可变电压范围,N 型场效应晶体管 MN1211 的源端的电压范围为 50mV ~ 200mV。RL 取值为 2K,可以满足动态范围的要求,最小偏置电流为 25 μ A。相比于实例一,动态直流偏置模块发挥了更大的作用,有效降低了功耗。但是 N 型场效应晶体管 MN1211 的 V_{gs} 随电流变化,电流越大 V_{gs} 越大,抵消了一部分动态直流偏置模块的作用,大信号时的 THD 也会变差。

[0036] 在图 5 实施例中,该两线硅麦克风放大器总共有 4 个端口:输入 208 和高压偏置 207 两个端口用于与硅麦克风器件接口相连,输出 209 和地 210 两个端口用于信号输出。该麦克风放大器可以将硅麦克风的电容信号转换为输出 209 和地 210 两个端口之间电流信号。该两线硅麦克风放大器由电源稳压器 201,电荷泵 202,输入缓冲器 203a 和 203b,放大器 204,动态直流偏置和交流反馈模块 206 和电压电流转换模块 205 组成。电源稳压器 201 用于隔绝输出端 209 的电压信号给芯片内部模块(202,203a,203b,204,205,206)提供稳压电源;电荷泵 202 用于产生高压的偏置电压;输入缓冲器 203a 用于将硅麦克风的电容信号转换为电压信号;输入缓冲器 203b 用于将高压偏置中的噪声信号进行缓冲,与输入缓冲器 203a 形成差分,目的是抵消高压偏置的噪声;放大器 204 用于对输入缓冲器 203a 产生电压信号进行放大,同时对高压偏置的噪声进行消除;动态直流偏置和交流反馈模块 206 一方面根据输入信号的幅度动态设定放大器 204 的直流偏置电压(输入信号幅度小时,放大器 204 的直流输出电压低,可以降低功耗,输入信号幅度大时,放大器 204 的直流输出电压高,可以提高动态范围),另一方面利用电容反馈提供交流反馈回路,调整放大器 203 的放大增益;电压电流转换模块 206 用于将前级放大的电压信号转换为电流信号,此电流信号流经外部的偏置电阻形成电压信号。电压电流转换模块 205 由电平移动电路 223 和可配置负载电阻阵列(由 RL1214,RL2215,RL3216 和选择开关 SW1217,SW2218)组成。电平移动电路 223 包括三个器件,N 型场效应晶体管 MN1211 用作源跟随器,可以将放大器 204 的输出直流电压降低 V_{gs} ,大约 0.4V;P 型场效应晶体管 MP1213 和 R1212 用于保证 MN1211 的 V_{gs} 不随流经它的电流而变化。使用源跟随器的目的是减小负载电阻,避免这部分电压电流转换再通过上层 2.2K 偏置电阻进行电压转换的过程中产生增益损失。

[0037] 对于图 5 实施例,电压电流转换模块 205 由电平移动电路 223 和可配置负载电阻阵列(由 RL1214,RL2215,RL3216 和选择开关 SW1217,SW2218)组成。电平移动电路 223 包括三个器件,N 型场效应晶体管 MN1211 用作源跟随器,可以将放大器 204 的输出直流电压降低 V_{gs} ,大约 0.45V;P 型场效应晶体管 MP1213 和 R1212 用于保证 MN1211 的 V_{gs} 不随流经它的电流而变化。保证了动态直流偏置模块的作用不被抵消和电路良好的线性度。另外

可配置的负载电阻阵列也可以调整负载电阻的大小,在功耗和动态范围之间寻求更好的平衡。

[0038] 综上,本发明的创新点在于:

[0039] (1) 全新设计的电压电流转换模块。对于公知的三线麦克风转两线麦克风系统,电压电流转换模块是在麦克风的封装之外,直流和交流通路分开,且交流通路的电容 C 非常大,在大约 μF 的量级,才能够得到合适的高通截止频率点。由于大电容的限制,这种电压电流转换模块是不适合于芯片内部集成的。而本发明中的电压电流转换模块的直流跟交流通路合并,并利用电平移动技术降低放大器的输出直流电压(见图 4、图 5 实施例)。这样同一个负载电阻既能设定合适的偏置直流电流,又不影响交流转换的增益。

[0040] (2) 先进的动态直流偏置和交流反馈模块。如前所述,为了得到合乎要求的动态范围,偏置直流电流一般有 $100\mu\text{A}$ 。本发明中的偏置直流电流在小声音信号输入时只有 $20\mu\text{A}$ 左右,而在大声压输入时,偏置直流电流则可以达到 $150\mu\text{A}$ (见图 5 实施例)。随着输入信号大小动态调整直流偏置的好处有以下几点:(1) 静态功耗低,直流电流大概减小一半;(2) 动态范围大;(3) 偏置电流产生更少的噪声,信噪比较高。

[0041] 本领域普通技术人员可以理解:附图只是一个实施例的示意图,附图中的模块或流程并不一定是实施本发明所必须的。

[0042] 本领域普通技术人员可以理解:实施例中的装置中的模块可以按照实施例描述分布于实施例的装置中,也可以进行相应变化位于不同于本实施例的一个或多个装置中。上述实施例的模块可以合并为一个模块,也可以进一步拆分成多个子模块。

[0043] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。

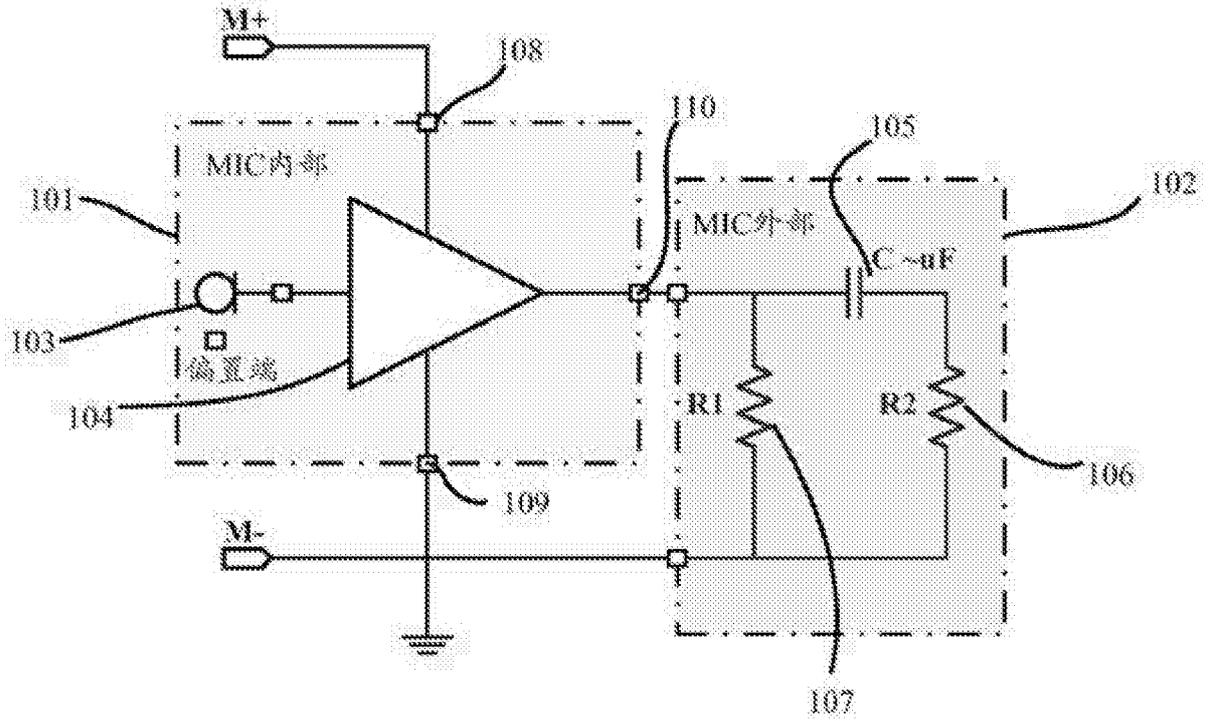


图 1

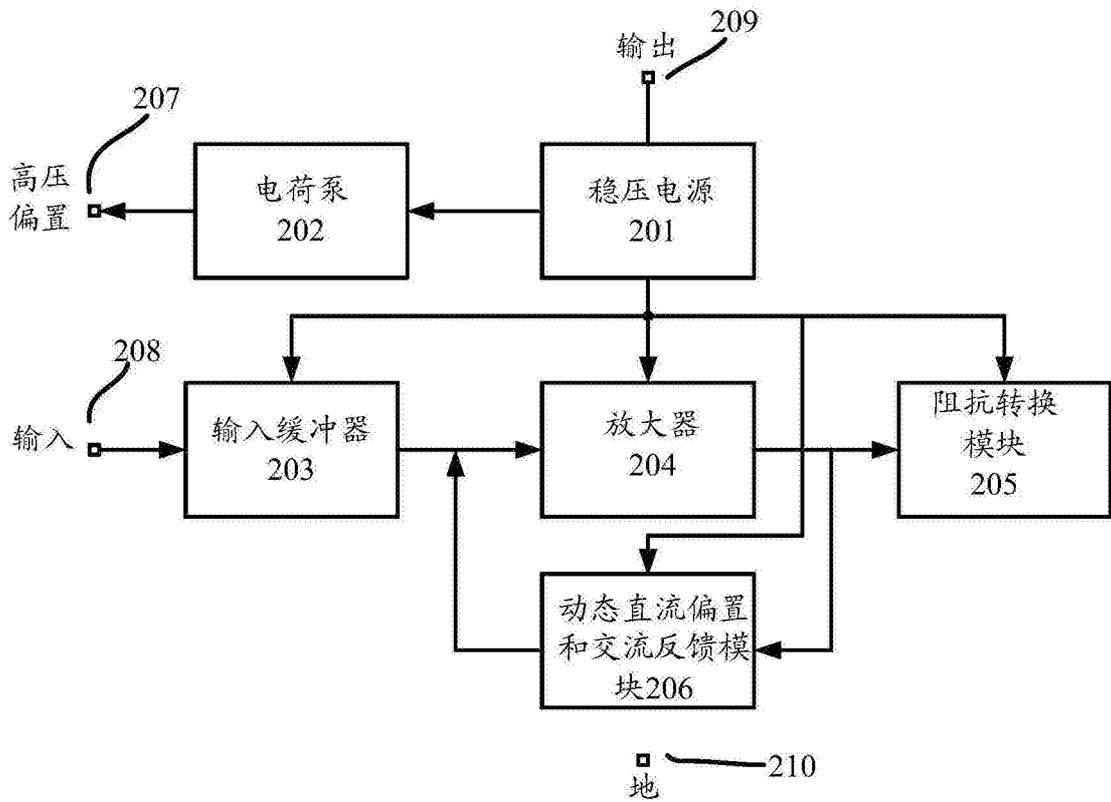


图 2

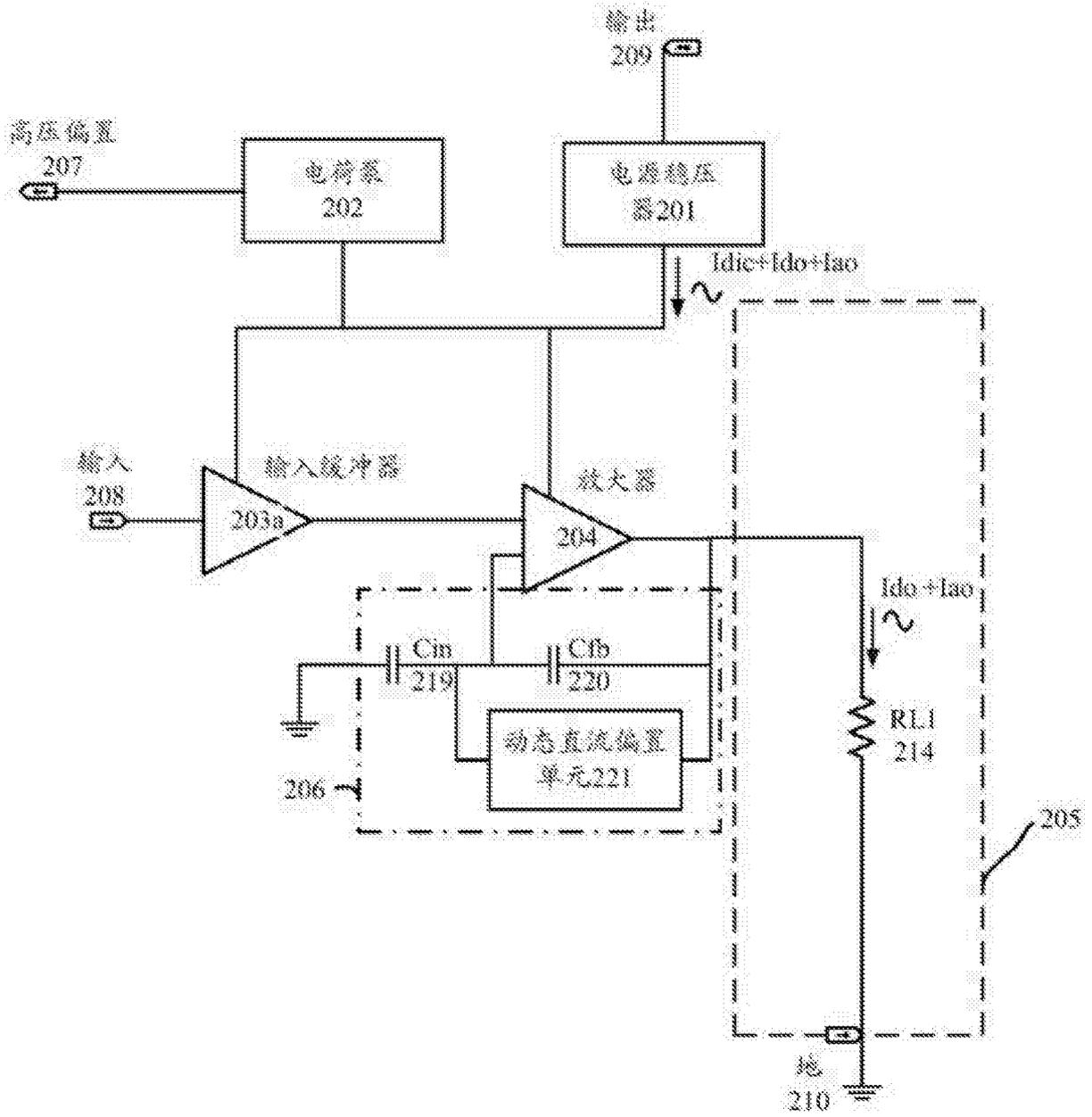


图 3

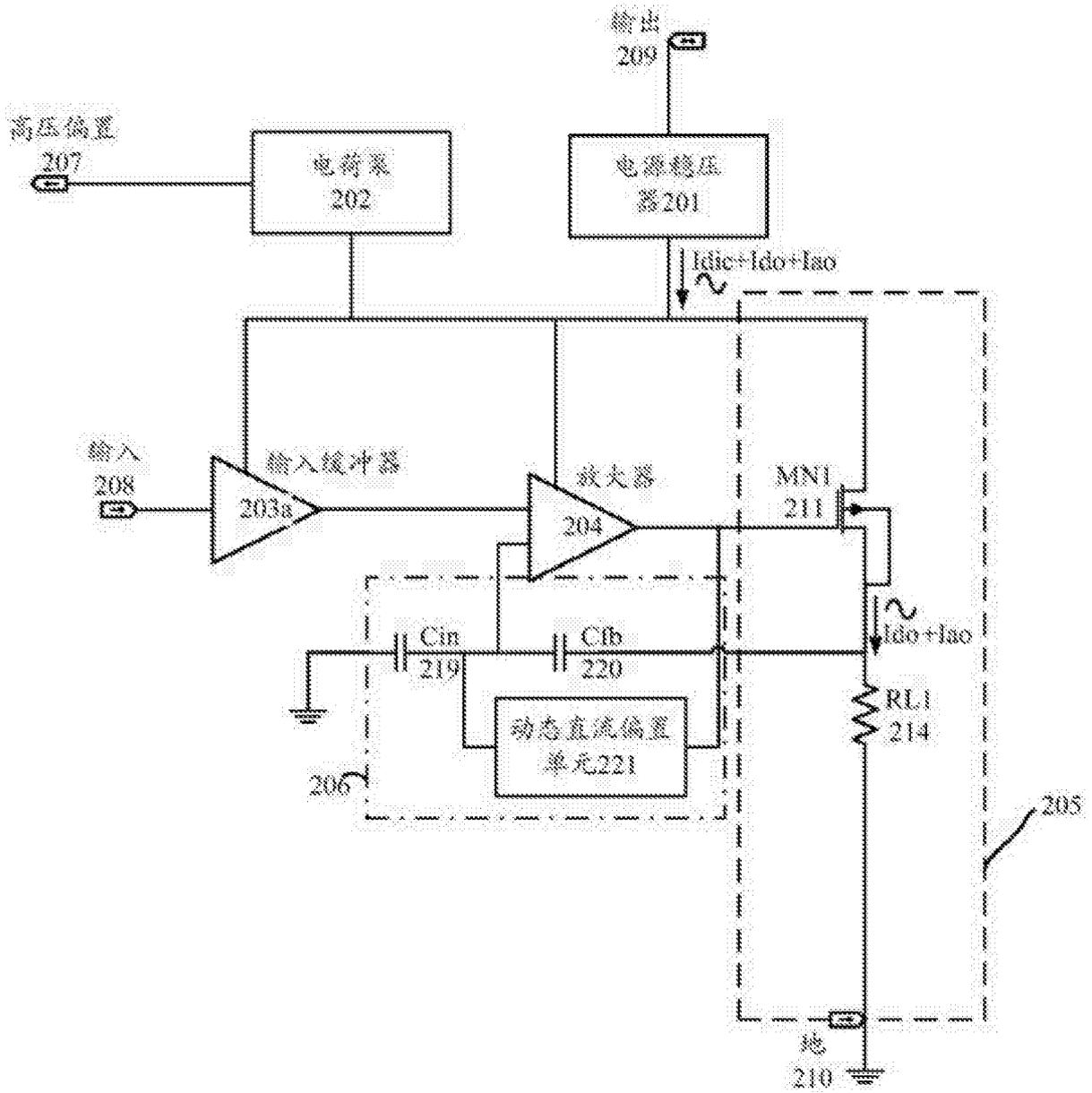


图 4

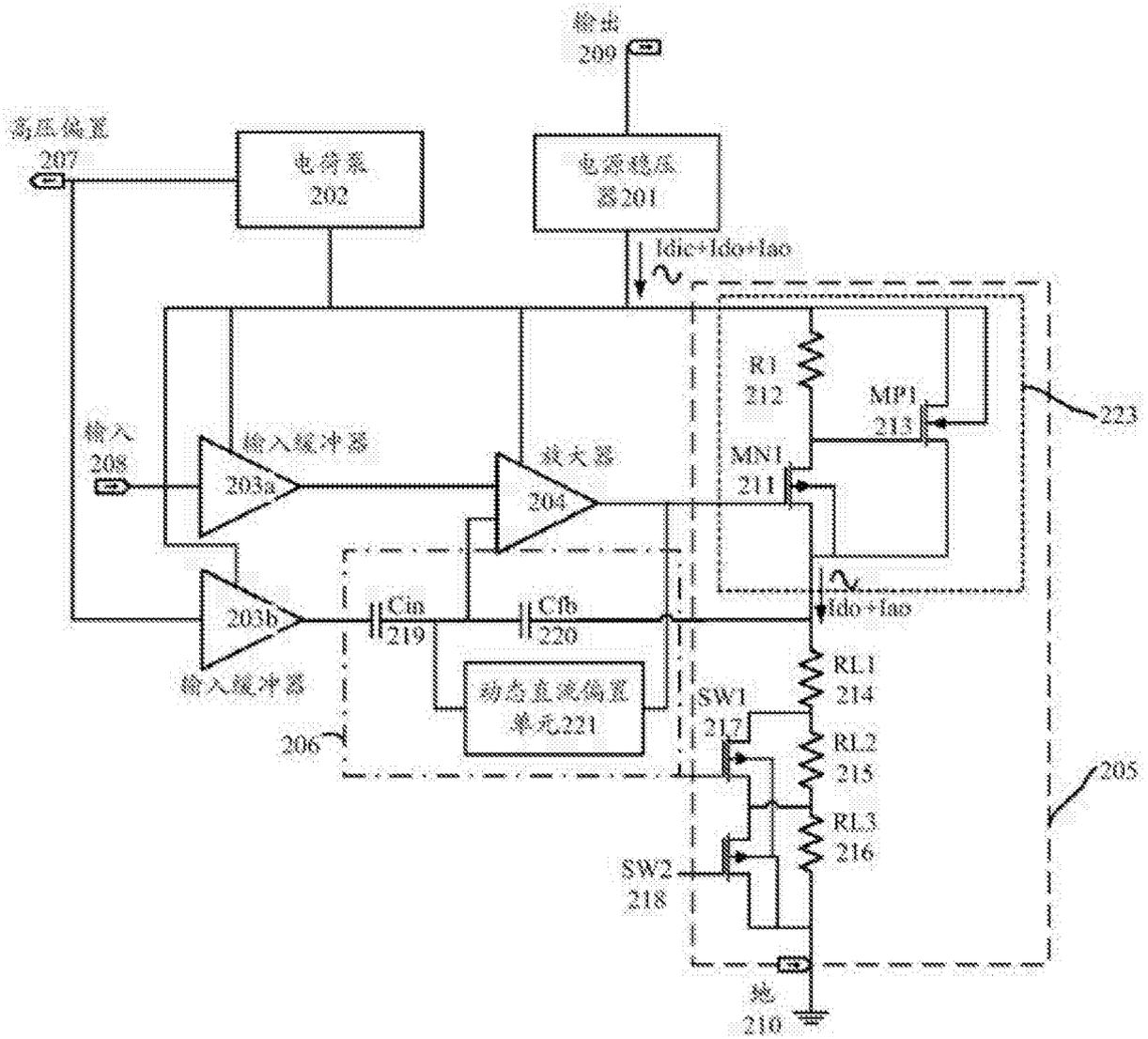


图 5