



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112764447 A

(43) 申请公布日 2021.05.07

(21) 申请号 202110370105.6

(22) 申请日 2021.04.07

(71) 申请人 上海艾为微电子有限公司

地址 200131 上海市浦东新区中国(上海)  
自由贸易试验区临港新片区环湖西二  
路888号C楼

(72) 发明人 朱志鹏 张聪 程剑涛

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通  
合伙) 31219

代理人 施婷婷

(51) Int. Cl.

G05F 1/56 (2006.01)

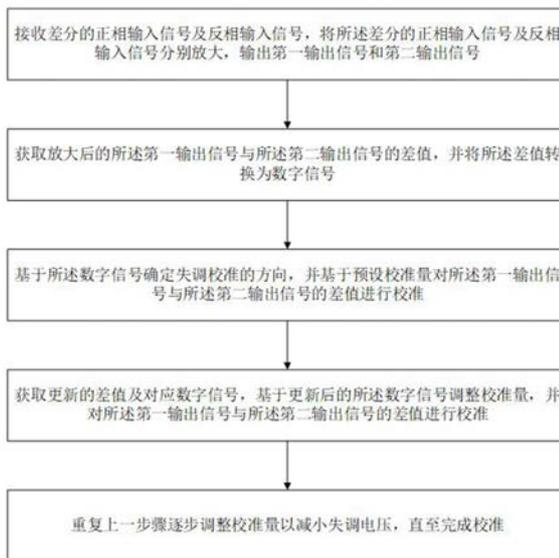
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备

(57) 摘要

本发明提供一种动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备,包括:增益放大模块,接收压力传感器提供的差分输入信号,放大后输出第一、第二输出信号;差分模数转换模块,依次获取校准前及逐步校准过程中对应的第一、第二输出信号的差值,并转换为相应的数字信号;开关控制信号产生模块,基于各数字信号依次确定控制信号;失调校准模块,基于控制信号确定失调校准方向并逐步调整校准量,并将校准量施加至增益放大模块以调整第一、第二输出信号,实现失调校准。本发明的动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备对失调电压进行校准,精度高,逻辑简单,能有效抑制失调,减小给后续运算电路带来的误差,避免影响输出结果的准确性。



1. 一种动态失调校准电路,其特征在于,所述动态失调校准电路至少包括:

增益放大模块、差分模数转换模块、开关控制信号产生模块及失调校准模块;

所述增益放大模块接收压力传感器提供的差分的正相输入信号及反相输入信号,并将所述正相输入信号及所述反相输入信号分别放大,输出第一输出信号及第二输出信号;

所述差分模数转换模块连接于所述增益放大模块的输出端,依次获取校准前及逐步校准过程中对应的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将各差值转换为相应的数字信号;

所述开关控制信号产生模块连接于所述差分模数转换模块的输出端,基于各数字信号依次确定所述失调校准模块的控制信号;

所述失调校准模块连接于所述开关控制信号产生模块的输出端,基于所述控制信号确定失调校准方向并逐步调整校准量,并将所述校准量施加至所述增益放大模块;所述失调校准模块包括第一数模转换单元、第二数模转换单元、第一切换开关、第二切换开关、第三切换开关及第四切换开关;所述第一数模转换单元及所述第二数模转换单元均包括并联的多条电流支路,各电流支路均包括串联的开关及电流源;所述第一数模转换单元的一端连接电源电压,另一端连接所述第一切换开关与所述第四切换开关的第一端;所述第二数模转换单元的一端连接所述第二切换开关及所述第三切换开关的第一端,另一端接地;各开关的控制端连接所述开关控制信号产生模块输出的对应开关信号;所述第一切换开关及所述第三切换开关的第二端相连,用于输出第一校准方向的校准量;所述第二切换开关及所述第四切换开关的第二端相连,用于输出第二校准方向的校准量;所述第一数模转换单元与所述第二数模转换单元中电流支路的数量相等,且对应电流支路的电流源提供的电流大小相等,其中,高位电流支路的电流大小为与其相邻的低位电流支路电流大小的2倍;

所述增益放大模块还用于响应所述失调校准模块施加的所述校准量,调整所述第一输出信号和所述第二输出信号,以实现失调校准。

2. 根据权利要求1所述的动态失调校准电路,其特征在于:所述增益放大模块包括第一放大器、第二放大器、第一电阻、第二电阻及第三电阻;

所述第一放大器的正相输入端接收所述正相输入信号,反相输入端连接所述第一电阻的第二端,输出端连接所述第一电阻的第一端;

所述第二放大器的正相输入端连接所述反相输入信号,反相输入端连接所述第二电阻的第一端,输出端连接所述第二电阻的第二端;

所述第三电阻的第一端连接所述第一电阻的第二端,第二端连接所述第二电阻的第一端,所述第三电阻的第一端或第二端还用于接收所述失调校准模块施加的所述校准量。

3. 根据权利要求2所述的动态失调校准电路,其特征在于:所述第一电阻与所述第二电阻的阻值相等。

4. 根据权利要求1所述的动态失调校准电路,其特征在于:所述开关控制信号产生模块基于各数字信号的最高位依次确定所述第一数模转换单元与所述第二数模转换单元中各开关的控制信号。

5. 根据权利要求4所述的动态失调校准电路,其特征在于:初始状态下所述控制信号用于控制各电流源的开关均处于关断状态;当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为正时,所述数字信号的最高位为第一预设值,所述控制信号用于根据所述第一预设值将

对应电流源的开关设置为导通状态,以及将对应电流源下一位的电流源的开关预设为导通状态;和/或,当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为负时,所述数字信号的最高位为第二预设值,所述控制信号用于根据所述第二预设值将对应电流源的开关设置为关断状态,以及将对应电流源下一位的电流源的开关预设为导通状态。

6. 根据权利要求1所述的动态失调校准电路,其特征在于:所述动态失调校准电路还包括数据存储模块,所述数据存储模块连接于所述开关控制信号产生模块的输出端,用于储存所述控制信号。

7. 根据权利要求1所述的动态失调校准电路,其特征在于:所述动态失调校准电路还包括多路选择模块,所述多路选择模块接收一个或多个压力传感器输出的至少一组差分信号,并选通其中一组差分信号输入所述增益放大模块。

8. 根据权利要求7所述的动态失调校准电路,其特征在于:所述差分信号为压力传感器受到外力之前的输出信号。

9. 一种动态失调校准方法,其特征在于,所述动态失调校准方法至少包括:

1) 接收差分的正相输入信号及反相输入信号,将所述差分的正相输入信号及反相输入信号分别放大,输出第一输出信号和第二输出信号;

2) 获取放大后的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将所述差值转换为数字信号;

3) 基于所述数字信号确定失调校准的方向,并将最高位电流源预设为导通状态以产生预设校准量,基于所述预设校准量对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;

4) 获取更新的差值及对应数字信号,当所述差值为正时,基于更新后的所述数字信号将最高位电流源确定为导通状态,以及将最高位电流源下一位的电流源预设为导通状态;和/或,当所述差值为负时,基于更新后的所述数字信号将对应电流源确定为关断状态,以及将对应电流源下一位的电流源预设为导通状态;基于处于导通状态的电流源调整校准量,并对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;

5) 重复步骤4) 依次确定各位电流源的状态,并预设下一位电流源的状态,以此调整校准量以减小失调电压,直至确定最低位电流源的状态完成校准;

其中,高位电流源的电流大小为与其相邻的低位电流源电流大小的2倍。

10. 根据权利要求9所述的动态失调校准方法,其特征在于:在步骤1)之前,接收至少一组差分信号,选择其中的一组差分信号进行动态失调校准。

11. 根据权利要求9所述的动态失调校准方法,其特征在于:步骤3)包括:当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为正时,所述数字信号的最高位为第一预设值,根据所述第一预设值对反相输入信号进行补偿,并产生预设校准量;和/或,当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为负时,所述数字信号的最高位为第二预设值,根据所述第二预设值对正相输入信号进行补偿,并产生预设校准量。

12. 根据权利要求9所述的动态失调校准方法,其特征在于:还包括步骤6),保存所述校准方向及校准量对应的控制信号,以在重新上电或复位后直接读取所述控制信号以实现失调校准。

13. 一种芯片,其特征在于,所述芯片至少包括:

存储器,用于存储计算机执行指令;

处理器,用于运行所述计算机执行指令,执行如权利要求9-12任意一项所述的动态失调校准方法。

14.根据权利要求13所述的芯片,其特征在于:所述存储器还用于存储所述处理器的输出信号。

15.一种电子设备,其特征在于,所述电子设备至少包括:

压力传感器及如权利要求1-8任意一项所述的动态失调校准电路;

所述动态失调校准电路接收所述压力传感器输出的差分信号,并对所述压力传感器的失调电压进行校准。

16.根据权利要求15所述的电子设备,其特征在于:所述压力传感器为多个,所述动态失调校准电路接收或选择其中一个压力传感器输出的差分信号。

## 动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路设计领域,特别是涉及一种动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备。

### 背景技术

[0002] 压力传感器(Pressure Transducer)是工业实践中最为常用的一种传感器,其广泛应用于各种工业自控环境,涉及水利水电、铁路交通、智能建筑、生产自控、航空航天、军工、石化、油井、电力、船舶、机床、管道等众多行业。压力传感器能感受压力信号,并能按照一定的规律将压力信号转换成可用的电信号。

[0003] 压力传感器通常由压力敏感元件组成,由于不同元件存在工艺误差,压力传感器输出的差分信号之间会存在失调,失调会给后续运算电路带来误差,影响输出结果的准确性。因此,如何消除失调电压已成为本领域技术人员亟待解决的问题之一。

### 发明内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备,用于解决现有技术中失调电压影响输出结果的问题。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种动态失调校准电路,所述动态失调校准电路至少包括:

增益放大模块、差分模数转换模块、开关控制信号产生模块及失调校准模块;

所述增益放大模块接收压力传感器提供的差分的正相输入信号及反相输入信号,并将所述正相输入信号及所述反相输入信号分别放大,输出第一输出信号及第二输出信号;

所述差分模数转换模块连接于所述增益放大模块的输出端,依次获取校准前及逐步校准过程中对应的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将各差值转换为相应的数字信号;

所述开关控制信号产生模块连接于所述差分模数转换模块的输出端,基于各数字信号依次确定所述失调校准模块的控制信号;

所述失调校准模块连接于所述开关控制信号产生模块的输出端,基于所述控制信号确定失调校准方向并逐步调整校准量,并将所述校准量施加至所述增益放大模块;

所述增益放大模块还用于响应所述失调校准模块施加的所述校准量,调整所述第一输出信号和所述第二输出信号,以实现失调校准。

[0006] 可选地,所述增益放大模块包括第一放大器、第二放大器、第一电阻、第二电阻及第三电阻;

所述第一放大器的正相输入端接收所述正相输入信号,反相输入端连接所述第一电阻的第二端,输出端连接所述第一电阻的第一端;

所述第二放大器的正相输入端连接所述反相输入信号,反相输入端连接所述第二

电阻的第一端,输出端连接所述第二电阻的第二端;

所述第三电阻的第一端连接所述第一电阻的第二端,第二端连接所述第二电阻的第一端,所述第三电阻的第一端或第二端还用于接收所述失调校准模块施加的所述校准量。

[0007] 更可选地,所述第一电阻与所述第二电阻的阻值相等。

[0008] 可选地,所述失调校准模块包括第一数模转换单元、第二数模转换单元、第一切换开关、第二切换开关、第三切换开关及第四切换开关;

所述第一数模转换单元及所述第二数模转换单元均包括并联的多条电流支路,各电流支路均包括串联的开关及电流源;所述第一数模转换单元的一端连接电源电压,另一端连接所述第一切换开关与所述第四切换开关的第一端;所述第二数模转换单元的一端连接所述第二切换开关及所述第三切换开关的第一端,另一端接地;各开关的控制端连接所述开关控制信号产生模块输出的对应开关信号;

所述第一切换开关及所述第三切换开关的第二端相连,用于输出第一校准方向的校准量;所述第二切换开关及所述第四切换开关的第二端相连,用于输出第二校准方向的校准量。

[0009] 更可选地,所述第一数模转换单元与所述第二数模转换单元中电流支路的数量相等,且对应电流支路的电流源提供的电流大小相等,其中,高位电流支路的电流大小为与其相邻的低位电流支路电流大小的2倍。

[0010] 更可选地,所述开关控制信号产生模块基于各数字信号的最高位依次确定所述第一数模转换单元与所述第二数模转换单元中各开关的控制信号。

[0011] 更可选地,初始状态下所述控制信号用于控制各电流源的开关均处于关断状态;当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为正时,所述数字信号的最高位为第一预设值,所述控制信号用于根据所述第一预设值将对应电流源的开关设置为导通状态,以及将对应电流源下一位的电流源的开关预设为导通状态;和/或,当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为负时,所述数字信号的最高位为第二预设值,所述控制信号用于根据所述第二预设值将对应电流源的开关设置为关断状态,以及将对应电流源下一位的电流源的开关预设为导通状态。

[0012] 可选地,所述动态失调校准电路还包括数据存储模块,所述数据存储模块连接于所述开关控制信号产生模块的输出端,用于储存所述控制信号。

[0013] 更可选地,所述动态失调校准电路还包括多路选择模块,所述多路选择模块接收一个或多个压力传感器输出的至少一组差分信号,并选通其中一组差分信号输入所述增益放大模块。

[0014] 更可选地,所述差分信号为压力传感器受到外力之前的输出信号。

[0015] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种动态失调校准方法,所述动态失调校准方法至少包括:

1)接收差分的正相输入信号及反相输入信号,将所述差分的正相输入信号及反相输入信号分别放大,输出第一输出信号和第二输出信号;

2)获取放大后的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将所述差值转换为数字信号;

3) 基于所述数字信号确定失调校准的方向,并基于预设校准量对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;

4) 获取更新的差值及对应数字信号,基于更新后的所述数字信号调整校准量,并对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;

5) 重复步骤4) 逐步调整校准量以减小失调电压,直至完成校准。

[0016] 可选地,在步骤1)之前,接收至少一组差分信号,选择其中的一组差分信号进行动态失调校准。

[0017] 可选地,步骤3)包括:当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为正时,所述数字信号的最高位为第一预设值,根据所述第一预设值对反相输入信号进行补偿,并产生预设校准量;和/或,当所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值为负时,所述数字信号的最高位为第二预设值,根据所述第二预设值对正相输入信号进行补偿,并产生预设校准量。

[0018] 更可选地,采用逐次逼近数模转换方法依次调整校准量的大小,进而完成校准。

[0019] 可选地,还包括步骤6),保存所述校准方向及校准量对应的控制信号,以在重新上电或复位后直接读取所述控制信号以实现失调校准。

[0020] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种芯片,所述芯片至少包括:

存储器,用于存储计算机执行指令;

处理器,用于运行所述计算机执行指令,执行上述动态失调校准方法。

[0021] 可选地,所述芯片还包括存储器,所述存储器还用于存储所述处理器的输出信号。

[0022] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种电子设备,所述电子设备至少包括:

压力传感器及上述动态失调校准电路;

所述动态失调校准电路接收所述压力传感器输出的差分信号,并对所述压力传感器的失调电压进行校准。

[0023] 可选地,所述压力传感器为多个,所述动态失调校准电路接收或选择其中一个压力传感器输出的差分信号。

[0024] 如上所述,本发明的动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备,具有以下有益效果:

本发明的动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备对失调电压进行校准,精度高,逻辑简单,能有效抑制失调,减小给后续运算电路带来的误差,避免影响输出结果的准确性;适用于压感芯片、手机及TWS耳机等领域。

## 附图说明

[0025] 图1显示为本发明的动态失调校准电路的结构示意图。

[0026] 图2显示为本发明的动态失调校准方法的流程示意图。

[0027] 图3显示为本发明的电子设备的结构示意图。

[0028] 图4显示为本发明的芯片的结构示意图。

[0029] 元件标号说明

1-动态失调校准电路;11-增益放大模块;111-第一放大器;112-第二放大器;12-

差分模数转换模块;13-开关控制信号产生模块;14-失调校准模块;141-第一数模转换单元;142-第二数模转换单元;15-多路选择模块;2-压力传感器;3-处理器;4-存储器。

### 具体实施方式

[0030] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0031] 请参阅图1~图4。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

#### [0032] 实施例一

如图1所示,本实施例提供一种动态失调校准电路1,所述动态失调校准电路1包括:

增益放大模块11,差分模数转换模块12,开关控制信号产生模块13及失调校准模块14。

[0033] 如图1所示,所述增益放大模块11接收压力传感器提供的差分的正相输入信号AINP及反相输入信号AINN,并将所述正相输入信号AINP及所述反相输入信号AINN分别放大,输出第一输出信号VOP及第二输出信号VON;还用于响应所述失调校准模块14施加的校准量,调整所述第一输出信号VOP和所述第二输出信号VON,以实现失调校准。

[0034] 具体地,在本实施例中,所述增益放大模块11包括第一放大器111、第二放大器112、第一电阻R1、第二电阻R2及第三电阻R3。所述第一放大器111的正相输入端接收所述正相输入信号AINP,反相输入端连接所述第一电阻R1的第二端,输出端连接所述第一电阻R1的第一端;所述第一放大器111的输出端作为所述增益放大模块11的第一输出端,输出第一输出信号VOP。所述第二放大器112的正相输入端连接所述反相输入信号AINN,反相输入端连接所述第二电阻R2的第一端,输出端连接所述第二电阻R2的第二端;所述第二放大器112的输出端作为所述增益放大模块11的第二输出端,输出第二输出信号VON。所述第三电阻R3的第一端连接所述第一电阻R1的第二端,第二端连接所述第二电阻R2的第一端,所述第三电阻R3的第一端或第二端还用于接收所述失调校准模块12施加的校准量。

[0035] 具体地,在本实施例中,所述第一电阻R1与所述第二电阻R2的阻值相等,并设定所述第一电阻R1与所述第二电阻R2的阻值为 $R_a$ ,所述第三电阻R3的阻值为 $R_b$ ,则满足如下关系式: $(VOP-VON)=V_{os}*(2R_a+R_b)/R_b$ ,其中, $V_{os}$ 为所述正相输入信号AINP与所述反相输入信号AINN的失调电压。在实际使用中可基于需要设置各电阻的阻值以获得相应的关系式。

[0036] 需要说明的是,任意可通过外部控制信号调整增益实现失调校准的电路结构均适用于本发明,不限于本实施例;相应地,不同电路结构的增益放大模块11可获得输出信号(第一输出信号VOP及第二输出信号VON)与失调电压不同的关系式,在此不一一赘述。

[0037] 如图1所示,所述差分模数转换模块12连接于所述增益放大模块11的输出端,依次获取校准前及逐步校准过程中对应的所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差

值,并将各差值转换为相应的数字信号。

[0038] 具体地,作为示例,当所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值为正(即所述失调电压 $V_{os}$ 为正)时,所述差分模数转换模块12输出的数字信号的最高位为第一预设值(作为示例,所述第一预设值设定为“1”);当所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值为负(即所述失调电压 $V_{os}$ 为负)时,所述差分模数转换模块12输出的数字信号的最高位为第二预设值(作为示例,所述第二预设值设定为“0”);所述数字信号的最高位作为符号位。所述数字信号的次高位至末位用于表示所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值的绝对值大小,在此不一一赘述。

[0039] 具体地,所述差分模数转换模块12包括但不限于为8比特、12比特、14比特,所述差分模数转换模块12的位数与所述失调校准模块14中开关的数量无关,可基于实际需要进行设定,不以本实施例为限。

[0040] 如图1所示,所述开关控制信号产生模块13连接于所述差分模数转换模块12的输出端,基于各数字信号依次确定所述失调校准模块14的控制信号。

[0041] 具体地,在本实施例中,所述开关控制信号产生模块13获取所述数字信号的最高位,并基于最高位的数据来确定对应控制信号,在本实施例中,所述控制信号为 $n+1$ 位总线形式信号,表示为 $Ct1[n:0]$ ,用于控制所述失调校准模块14中 $n+1$ 组开关, $n$ 为大于1的自然数。所述开关控制信号产生模块13基于初始状态的所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值转换得到的数字信号的最高位确定所述控制信号的最高位(所述控制信号的最高位即第 $n+1$ 位),所述数字信号的最高位为第一预设值,则所述控制信号的最高位为第三预设值(对应于所述失调校准模块14中开关的导通状态,作为示例,所述第三预设值为“1”),并将次高位(即第 $n$ 位)预设为第三预设值,其余位(即第 $n-1$ 位至第1位)信号均为第四预设值(对应于所述失调校准模块14中开关的关断状态,作为示例,所述第四预设值为“0”);经过校准后所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值发生变化,所述开关控制信号产生模块13基于更新的数字信号的最高位确定所述控制信号的次高位(此时所述控制信号的最高位保持上一状态),并将次高位的下一位(即第 $n-1$ 位)预设为第三预设值,其余位(即第 $n-2$ 位至第1位)信号均为第四预设值;以此类推,直至所述控制信号的最低位(即第1位)确定下来。

[0042] 需要说明的是,在实际使用中,所述开关控制信号产生模块13可基于所述数字信号的任意一位数据或任意多位数据产生相应的控制信号,不以本实施例为限。

[0043] 如图1所示,所述失调校准模块14连接于所述开关控制信号产生模块13的输出端,基于所述控制信号确定失调校准方向并逐步调整校准量,并将所述校准量施加至所述增益放大模块11以实现失调校准。

[0044] 具体地,在本实施例中,所述失调校准模块14包括第一数模转换单元141、第二数模转换单元142、第一切换开关SW1、第二切换开关SW2、第三切换开关SW3及第四切换开关SW4;其中,所述第一切换开关SW1、所述第二切换开关SW2、所述第三切换开关SW3及所述第四切换开关SW4用于控制所述失调校准模块14输出的电流经过所述第三电阻R3的流向。所述第一数模转换单元141包括并联的 $n$ 条电流支路,各电流支路均包括串联的开关及电流源,各电流源的一端连接电源电压VDD,另一端经由对应开关连接所述第一切换开关SW1与所述第四切换开关SW4的第一端。作为示例,所述第二数模转换单元142包括并联的 $n$ 条电流

支路,各电流支路均包括串联的开关及电流源,各电流源的一端接地GND,另一端经由对应开关连接所述第二切换开关SW2与所述第三切换开关SW3的第一端。所述第一切换开关SW1及所述第三切换开关SW3的第二端相连,用于输出第一校准方向的校准量,所述第二切换开关SW2及所述第四切换开关SW4的第二端相连用于输出第二校准方向的校准量。其中,所述第一切换开关SW1与所述第二切换开关SW2的控制信号保持一致,所述第三切换开关SW3与所述第四切换开关SW4的控制信号保持一致,所述第一切换开关SW1与所述第二切换开关SW2的控制信号为所述第三切换开关SW3与所述第四切换开关SW4的控制信号的反信号。所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中对应电流支路的电流源提供的电流大小相等,且高位电流支路的电流大小为与其相邻的低位电流支路电流大小的2倍,假设最高位对应的电流源提供的电流为 $I$ ,则流过各电流源的电流依次为 $I$ 、 $I/2$ 、 $I/2^2$ 、…… $I/2^{n-1}$ ,所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中权重相同的电流支路的控制信号保持一致。作为示例, $n$ 设定为13。

[0045] 具体地,作为示例,初始状态下所述控制信号用于控制各电流源的开关均处于关断状态;在校准过程中,当所述数字信号的最高位为第一预设值时,所述控制信号用于根据所述第一预设值将对应电流源的开关设置为导通状态,以及将对应电流源下一位的电流源的开关预设为导通状态。和/或,当所述数字信号的最高位为第二预设值时,所述控制信号用于根据所述第二预设值将对应电流源的开关设置为关断状态,以及将对应电流源下一位的电流源的开关预设为导通状态。

[0046] 需要说明的是,在实际使用中,所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中电流支路的数量可以不等,均大于1即可,任意能基于所述控制信号实现电流形式数模转换的电路结构均适用于本发明,不以本实施例为限。

[0047] 如图1所示,作为本发明的一种实现方式,所述动态失调校准电路1还包括数据存储模块(图中未显示),所述数据存储模块连接于所述开关控制信号产生模块的输出端,用于储存所述控制信号。

[0048] 如图1所示,作为本发明的一种实现方式,所述动态失调校准电路1还包括多路选择模块15,所述多路选择模块15接收至少一组差分信号,并选通其中一组差分信号输入所述增益放大模块11。若所述多路选择模块15接收两组或两组以上差分信号,则同一工作时间仅选通其中一组差分信号输入所述增益放大模块11进行失调校准,不工作时各组差分信号与所述增益放大模块11的输入端之间断开;若所述多路选择模块15接收一组差分信号,工作时差分信号输入所述增益放大模块11,不工作时差分信号与所述增益放大模块11的输入端之间断开。作为示例,所述差分信号为压力传感器受到外力之前的输出信号,所述多路选择模块15连接两组压力传感器的输出信号(AINP1与AINN1为一组,AINP2与AINN2为另一组),即,所述动态失调校准电路1可为2个压力传感器共用,但同时只能处理一个压力传感器的输出信号,适用于压感芯片、手机及TWS耳机。

[0049] 需要说明的,任意输出信号存在失调电压的器件或装置均可基于本发明的动态失调校准电路进行校准,不以本实施例为限。

[0050] 本发明的动态失调校准电路可消除失调范围为 $-V_{OS} \sim +V_{OS}$ 的任一失调,精度高,逻辑简单,能有效抑制失调,减小给后续运算电路带来的误差,避免影响输出结果的准确性。

[0051] 实施例二

如图2所示,本实施例提供一种动态失调校准方法,所述动态失调校准方法至少包括:

1)接收差分的正相输入信号及反相输入信号,将所述差分的正相输入信号及反相输入信号分别放大,输出第一输出信号和第二输出信号;

2)获取放大后的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将所述差值转换为数字信号;

3)基于所述数字信号确定失调校准的方向,并将最高位电流源预设为导通状态以产生预设校准量,基于所述预设校准量对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;

4)获取更新的差值及对应数字信号,当所述差值为正时,基于更新后的所述数字信号将最高位电流源确定为导通状态,以及将最高位电流源下一位的电流源预设为导通状态;和/或,当所述差值为负时,基于更新后的所述数字信号将对应电流源确定为关断状态,以及将对应电流源下一位的电流源预设为导通状态;基于处于导通状态的电流源调整校准量,并对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;

5)重复步骤4)依次确定各位电流源的状态,并预设下一位电流源的状态,以此调整校准量以减小失调电压,直至完成校准。

[0052] 如图1及图2所示,作为示例,所述动态失调校准方法基于实施例一的动态失调校准电路1实现,具体包括以下步骤:

1)所述增益放大模块11接收差分的正相输入信号AINP及反相输入信号AINN,并分别放大输出第一输出信号VOP及第二输出信号VON,满足如下关系式: $(VOP-VON)=Vos*(2Ra+Rb)/Rb$ ,其中, $Vos$ 为所述正相输入信号AINP与所述反相输入信号AINN的失调电压, $Ra$ 为第一电阻R1与所述第二电阻R2的阻值, $Rb$ 为所述第三电阻R3的阻值。

[0053] 需要说明的是,所述第一输出信号VOP、所述第二输出信号VON与所述失调电压 $Vos$ 之间的关系可基于实际需要进行调整,不以本实施例为限。

[0054] 具体地,还包括在步骤1)之前,接收至少一组差分信号,选择其中的一组差分信号进行动态失调校准。若接收两组或两组以上差分信号,则同一工作时间仅选通其中一组差分信号进行失调校准(多组差分信号共用同一动态失调校准电路1进行失调校准,但同时只能处理一组差分信号),不工作时各组差分信号与所述增益放大模块11的输入端之间断开;若接收一组差分信号,工作时差分信号输入所述增益放大模块11,不工作时差分信号与所述增益放大模块11的输入端之间断开。

[0055] 2)初始阶段, $Ct1[13:0]=14'h0000$ ,所述差分模数转换模块12获取所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值,并转换为数字信号D1[13:0],其中,最高位D1[13]为符号位。

[0056] 3)所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值为正(即所述失调电压 $Vos$ 为正),则D1[13]为“1”(第一预设值),所述开关控制信号产生模块13输出控制信号 $Ct1[13:0]=14'b11\_0000\_0000\_0000$ (“1”对应第三预设值,“0”对应第四预设值),其中, $Ct1[13]$ 用于控制所述第一切换开关SW1、所述第二切换开关SW2、所述第三切换开关SW3及所述第四切换开关SW4, $Ct1[12:0]$ 依次控制所述第一数模转换单元141及所述第二数模转换单元142中各开关; $Ct1[13]$ 为“1”则所述第一切换开关SW1与所述第二切换开关SW2导通,所述

第三切换开关SW3与所述第四切换开关SW4关断;Ct1[12]为“1”则所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中最高位的开关导通;其余开关关断;所述第一数模转换单元141中产生的电流注入所述第三电阻R3的第一端,所述第三电阻R3的第二端被所述第二数模转换单元142中产生的电流分流,对反相输入信号进行补偿,以此调整所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值,实现校准。和/或,所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值为负(即所述失调电压Vos为负),则D1[13]为“0”(第二预设值),所述开关控制信号产生模块13输出控制信号Ct1[13:0]=14'b01\_0000\_0000\_0000;Ct1[13]为“0”则所述第一切换开关SW1与所述第二切换开关SW2关断,所述第三切换开关SW3与所述第四切换开关SW4导通;Ct1[12]为“1”则所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中最高位的开关导通;其余开关关断;所述第一数模转换单元141中产生的电流注入所述第三电阻R3的第二端,所述第三电阻R3的第一端被所述第二数模转换单元142中产生的电流分流,对正相输入信号进行补偿,以此调整所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值,实现校准。在此步骤中,基于D1[13]确定Ct1[13],并将Ct1[12]预设为“1”以导通对应开关。

[0057] 需要说明的是,所述数字信号的位数可根据需要进行设定,不以本实施例的14位为限。

[0058] 4) 基于所述失调校准模块14输出的校准量调整所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值后,所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值更新,相应地更新得到数字信号D2[13:0],同样的,最高位D2[13]为符号位。更新后所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值为正(即所述失调电压Vos为正),则D2[13]为“1”,所述开关控制信号产生模块13输出控制信号Ct1[13:0]=14'bx1\_1000\_0000\_0000,其中,Ct1[13]为“x”表示保持前一状态,Ct1[12]为“1”则所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中第n-1位的开关导通,Ct1[11]为“1”则所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中第n-2位的开关导通;其余开关关断。更新后所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值为负(即所述失调电压Vos为负),则D2[13]为“0”,所述开关控制信号产生模块13输出控制信号Ct1[13:0]=14'bx0\_1000\_0000\_0000,其中,Ct1[12]为“0”则所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中第n-1位的开关关断,Ct1[11]为“1”则所述第一数模转换单元141与所述第二数模转换单元142中第n-2位的开关导通;其余开关关断;以此产生相应的校准量。在此步骤中,基于D2[13]确定Ct1[12],并将Ct1[11]预设为“1”以导通对应开关。

[0059] 5) 重复步骤4),基于逐次逼近原理,依次产生相应的校准量,并根据于校准后的所述第一输出信号VOP与所述第二输出信号VON的差值逐步确定各开关的控制信号,D3[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_1100\_0000\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bx1\_0100\_0000\_0000;D4[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_x110\_0000\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bx1\_x010\_0000\_0000;D5[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_xx11\_0000\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bx1\_xx01\_0000\_0000;D6[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxx1\_1000\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxx0\_1000\_0000;D7[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxxx\_1100\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxxx\_0100\_0000;D8[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxxx\_x110\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxxx\_x010\_0000;D9[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bx1\_xxxx\_

xx11\_0000,否则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xx01\_0000;D10[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxx1\_1000,否则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxx0\_1000;D11[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_1100,否则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_0100;D12[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_x110,否则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_x010;D13[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_xx11,否则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_xx01;D14[13]为“1”,则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_xxx1,否则Ct1[13:0]=14'bxx\_xxxx\_xxxx\_xxx0。依次确定所述控制信号Ct1[13:0]的各位信号,并将下一位信号预设为“1”,直至所述Ct1[0]确定校准完成(此时,没有对应的下一位信号预设为“1”)。

[0060] 需要说明的是,所述控制信号Ct1[12:0]中各位信号分别对应一电流源的开关状态,在本实施例中,高位电流源的电流大小为与其相邻的低位电流源电流大小的2倍。

[0061] 作为本发明的一种实现方式,还包括6)保存当前校准方向及校准量对应的控制信号Ct1[13:0],对于同一校准对象(包括但不限于电阻桥结构压力传感器)重新上电或复位后直接读取所述控制信号Ct1[13:0],可直接消除失调电压,无需从初始状态开始逐步调节,有效节约时间,提高效率。

[0062] 读取校准完成后的D[13:0]的值(D14[13:0]的下一状态)即为残留的失调,其中D[13]为符号位。当校准对象工作一段时间后失调发生漂移,或者更换了另一校准对象,此时只需要重新进行上述步骤,更新Ct1[13:0]的数据,即可实现失调电压的动态校准。

#### [0063] 实施例三

如图3所示,本实施例提供一种电子设备,所述电子设备包括:压力传感器2及动态失调校准电路1。

[0064] 如图3所示,所述压力传感器2为电阻桥结构的压力传感器,所述电阻桥结构的压力传感器2包括四个电阻,由于工艺误差,四个电阻的阻值不等,因此输出的差分信号之间会存在失调电压。在实际使用中任意输出信号存在失调电压的压力传感器均适用于本发明,在此不一一赘述。

[0065] 如图3所示,所述动态失调校准电路1接收所述压力传感器2输出的差分信号,并对所述压力传感器2的失调电压进行校准。所述动态失调校准电路1的电路结构及工作原理参见实施例一,在此不一一赘述。

[0066] 如图3所示,作为本发明的另一实现方式,所述压力传感器2为多个(2个及以上),所述动态失调校准电路2接收或选择其中一个压力传感器2输出的差分信号并进行校准。

#### [0067] 实施例四

如图4所示,本实施例提供一种芯片,所述芯片包括:处理器3及存储器4。

[0068] 如图4所示,所述存储器4用于存储计算机执行指令。

[0069] 如图4所示,所述处理器3用于运行所述计算机执行指令,以执行实施例二的动态失调校准方法。

[0070] 如图4所示,作为本发明的另一种实现方式,所述存储器4还用于存储所述处理器3的输出信号,所述处理器3的输出信号包括所述数字信号D[n:0]及所述控制信号Ct1[n:0]中至少一个;在本实施例中,所述数字信号D[n:0]及所述控制信号Ct1[n:0]均存储于所述存储器4中。

[0071] 综上所述,本发明提供一种动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备,包括:增益

放大模块,接收压力传感器提供的差分的正相输入信号及反相输入信号,并将所述正相输入信号及所述反相输入信号分别放大,输出第一输出信号及第二输出信号;差分模数转换模块,连接于所述增益放大模块的输出端,依次获取校准前及逐步校准过程中对应的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将各差值转换为相应的数字信号;开关控制信号产生模块,连接于所述差分模数转换模块的输出端,基于各数字信号依次确定所述失调校准模块的控制信号;失调校准模块,连接于所述开关控制信号产生模块的输出端,基于所述控制信号确定失调校准方向并逐步调整校准量,并将所述校准量施加至所述增益放大模块;所述增益放大模块还用于响应所述失调校准模块施加的所述校准量,调整所述第一输出信号和所述第二输出信号,以实现失调校准。1)接收差分的正相输入信号及反相输入信号,将所述差分的正相输入信号及反相输入信号分别放大,输出第一输出信号和第二输出信号;2)获取放大后的所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值,并将所述差值转换为数字信号;3)基于所述数字信号确定失调校准的方向,并基于预设校准量对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;4)获取更新的差值及对应数字信号,基于更新后的所述数字信号调整校准量,并对所述第一输出信号与所述第二输出信号的差值进行校准;5)重复步骤4)逐步调整校准量以减小失调电压,直至完成校准。本发明的动态失调校准电路、方法、芯片及电子设备对失调电压进行校准,精度高,逻辑简单,能有效抑制失调,减小给后续运算电路带来的误差,避免影响输出结果的准确性。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0072] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

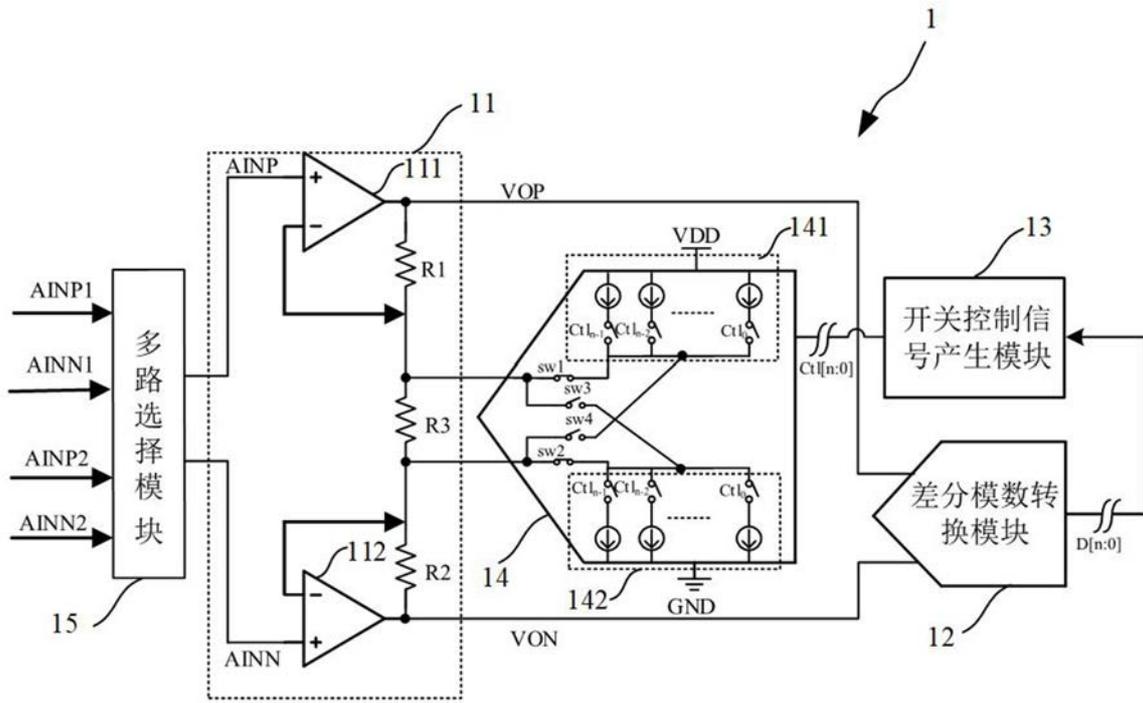


图1

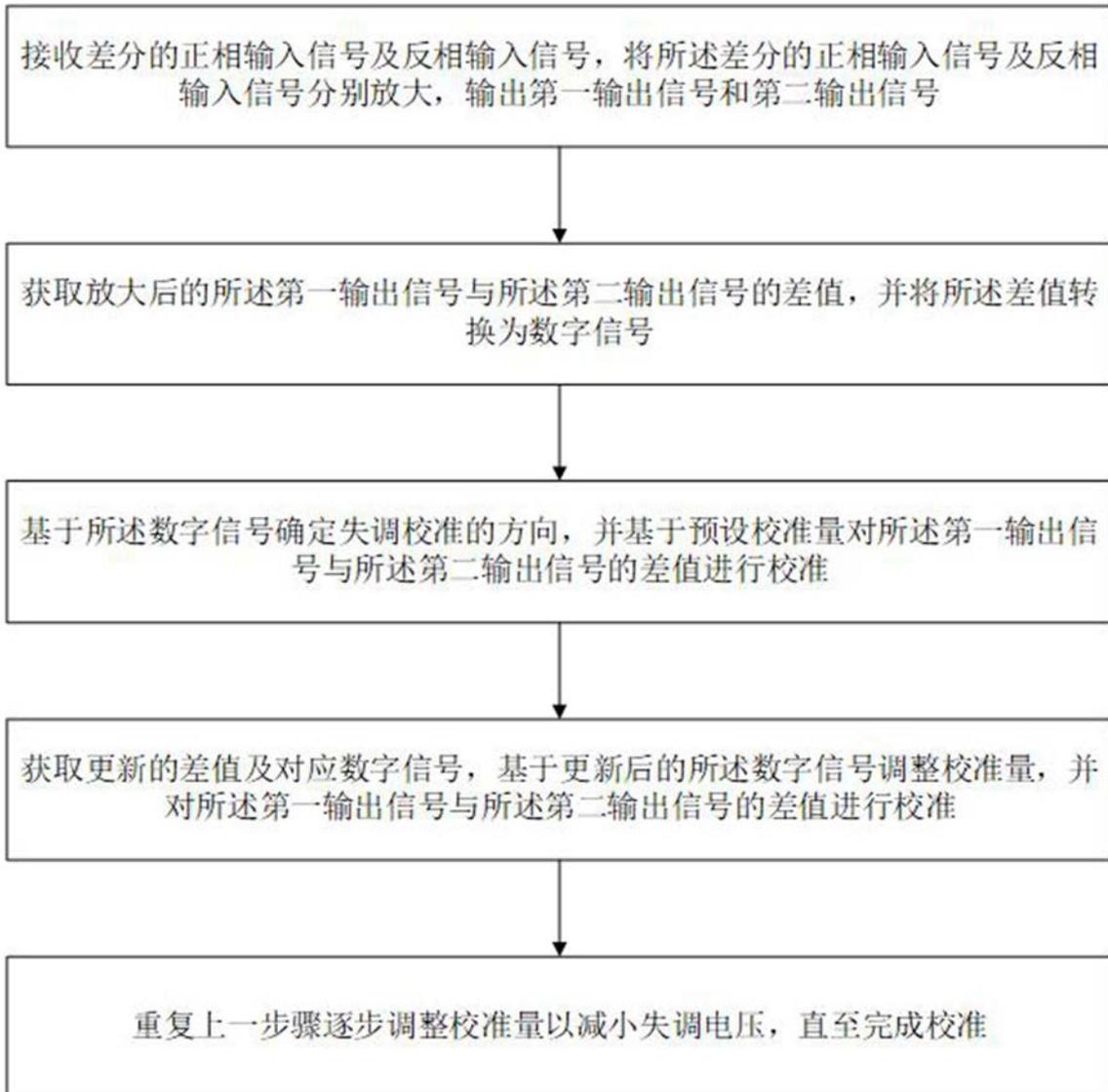


图2

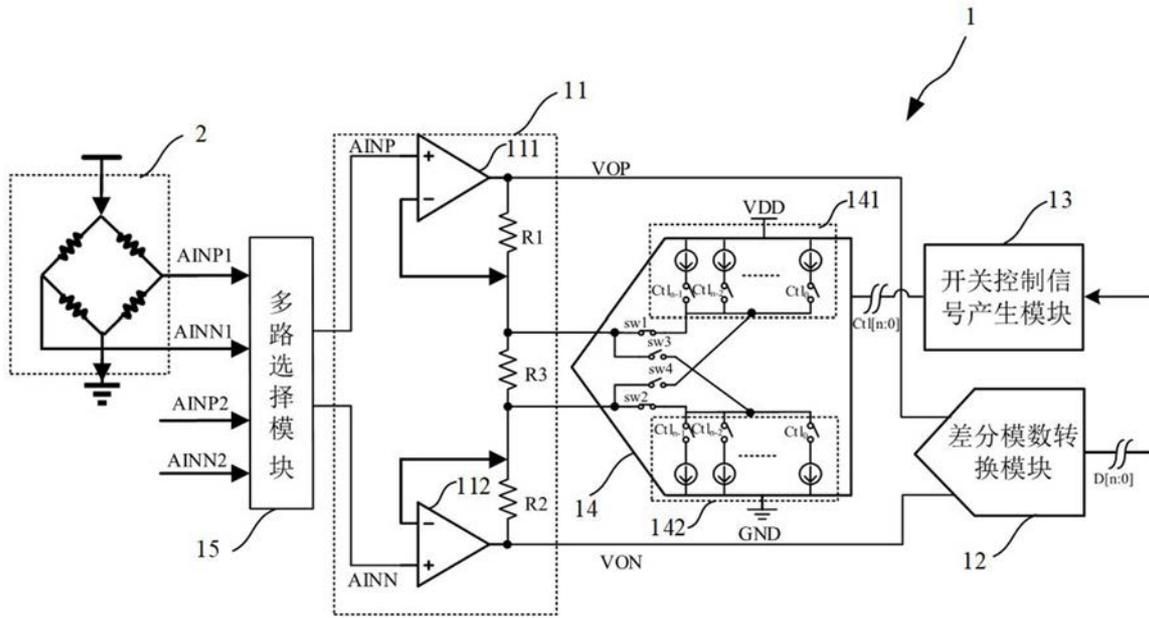


图3

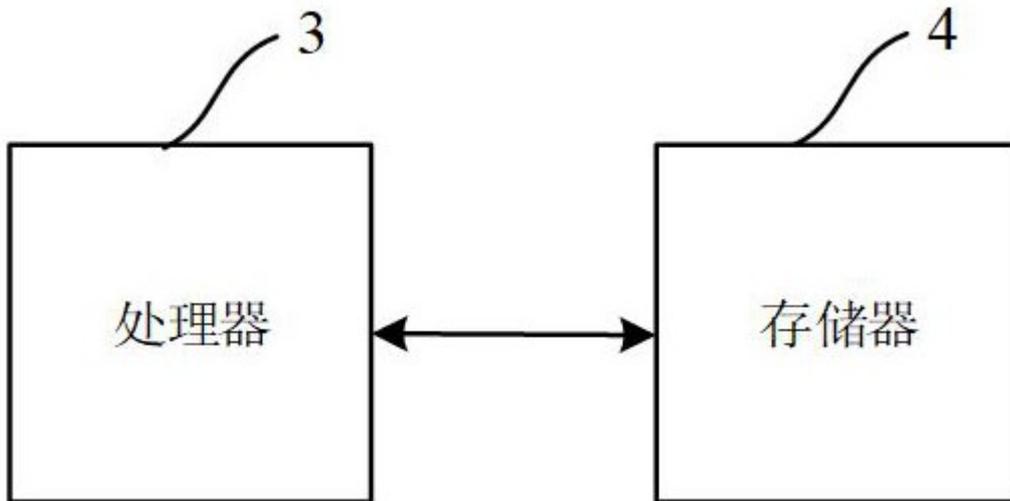


图4