



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115615586 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 17

(21) 申请号 202211297617.5

(22) 申请日 2022.10.22

(71) 申请人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县福州大学城乌龙江北大道2号福州大学

(72) 发明人 吴海彬 郑冰莹

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

专利代理师 郭东亮 蔡学俊

(51) Int. Cl.

G01L 1/20 (2006.01)

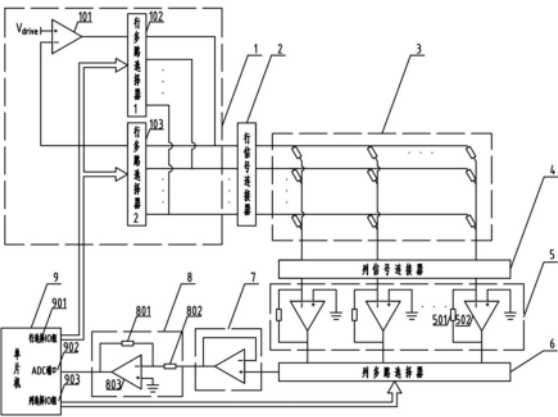
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路

(57) 摘要

本发明提出高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,包括电阻型柔性阵列传感器(3)和单片机(9);电阻型柔性阵列传感器包括由大量阻性传感单元通过共用行线与列线进行连接而组成的二维柔性平面传感器结构,其行线通过行信号连接器(2)、行驱动电路(1)与单片机的行选择IO组(901)相连,其列线通过列信号连接器(4)、阻性传感单元检测电路(5)、列多路选择器(6)与单片机的列选择IO组(903)相连;所述列多路选择器还通过电压跟随器(7)、反相器(8)与单片机的ADC端口(902)相连;本发明可以抑制共用行列线的二维阵列设计带来的串扰,解决行、列多路选择器内阻对检测结果的影响,实现电阻型阵列传感器的高精度采集。



1. 高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:包括电阻型柔性阵列传感器(3)和单片机(9);电阻型柔性阵列传感器包括由大量阻性传感单元通过共用行线与列线进行连接而组成的二维柔性平面传感器结构,其行线通过行信号连接器(2)、行驱动电路(1)与单片机的行选择IO组(901)相连,其列线通过列信号连接器(4)、阻性传感单元检测电路(5)、列多路选择器(6)与单片机的列选择IO组(903)相连;所述列多路选择器还通过电压跟随器(7)、反相器(8)与单片机的ADC端口(902)相连;

所述行驱动电路包括行驱动运算放大器(101)和与之相连的两个行多路选择器;所述阻性传感单元检测电路包括多列由检测单元运算放大器(502)、检测单元反馈电阻(501)组成的检测单元;所述电压跟随器包括一运算放大器;所述反相器由反相器运算放大器(803)和两个与之相连的阻值相等的反相器反馈电阻(801)、反相器输入电阻(802)构成。

2. 根据权利要求1所述的高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:所述行驱动电路中,两个行多路选择器分别是输出行多路选择器(102)、反相输入行多路选择器(103),反相输入行多路选择器的通用输入/输出端与行驱动运算放大器的反相输入端相连,输出行多路选择器的通用输入/输出端与行驱动运算放大器的输出端相连,两个行多路选择器的各个独立输入/输出端互连后与行信号连接器相连。

3. 根据权利要求2所述的高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:所述阻性传感单元检测电路中,每列检测单元的检测单元运算放大器的同相输入端接地,每列检测单元的检测单元运算放大器的反相输入端通过反馈电阻接进该列检测单元的检测单元运算放大器的输出端。

4. 根据权利要求3所述的高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:所述列多路选择器的通用输入/输出端与电压跟随器的运算放大器的同相输入端相连,该运算放大器的反相输入端与该运算放大器的输出端相连,以解决列多路选择器的内阻对检测结果的影响。

5. 根据权利要求4所述的高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:所述电压跟随器的输出端通过反相器的反相器输入电阻接进反相器运算放大器的反相输入端,该反相输入端通过反相器反馈电阻接进运算放大器的输出端,使输出端输出正的检测电压。

6. 根据权利要求5所述的高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:所述单片机的一组IO口与行驱动电路的两个行多路选择器的二进制控制端相连,控制行多路选择器选中一行接通驱动电压;单片机的另一组IO口与列多路选择器的二进制控制端相连,控制列多路选择器选通所述的阻性传感单元检测电路的一列检测单元,使该列的检测单元运算放大器的输出端输出其电压;单片机的ADC端口与反相器的运算放大器的输出端相连,将接入的模拟电压信号转化为数字信号,以检测得单个阻性传感单元的阻值,从而获知电阻型柔性阵列的二维柔性平面传感器结构受到压力的情况。

7. 根据权利要求6所述的高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,其特征在于:当行多路选择器选通一行时,两个行多路选择器的内阻等效于两个电阻 $R_{onA}$ 、 $R_{onB}$ ,行驱动运算放大器的输入阻抗近似无穷大,可视为没有电流流过反相输入行多路选择器,通过运算放大器的“虚短”特性将输入行信号连接器的电压调节到与行驱动电压相等,以解决行多路选择器的内阻对检测结果的影响,并提高行多路选择器的带负载的能力;

所述阻性传感单元检测电路的运算放大器处于“深度负反馈”状态,利用运算放大器的“虚短”特性使该运算放大器的同相输入端的电压等于反相输入端电压,即电阻型柔性阵列传感器的每根列线上的电压都等于零,以抑制串扰问题。

## 高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微电子技术领域,尤其是高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路。

### 背景技术

[0002] 触觉信息的获取是机器人与环境互动必不可少的方式,电阻型传感器由于其高稳定性,低成本,后续信号处理电路简单和易于实现的优点而被广泛应用于触觉传感领域的压力检测。因阻性传感单元的阻值会随着所受压力大小的改变而改变,故可以通过检测单个阻性传感单元的阻值从而获知施加力的大小,在触觉传感器或人工电子皮肤中,为了提高分辨率,独立的阻性传感单元数量往往很大。要对所有的阻性传感单元进行信号采集,每个传感单元的两个端口使用独立的连接线会使线路连接复杂,一种广泛使用的解决方案是将大量阻性传感单元通过共用行线和列线的方式连接在一起组成二维平面结构,可以对表面多个点的受力进行检测。常规的行列扫描方法是通过行多路选择器和列多路选择器选定单个阻性传感单元接入采集电路,但多路选择器不可避免的存在内阻,将对检测结果产生影响。并且共用行线和列线的设计虽然可以极大的减小电路复杂性,但是同时也引入了串扰问题,若使用常规的行列扫描方法来检测选通的阻性传感单元,因其它未选通的阻性传感单元会对选通的阻性传感单元产生干扰,且串扰会随着阵列规模的增大而急剧增大,将对最终的检测结果产生极大的影响。

[0003] 目前的技术方案的缺点如下:

专利CN201921952994将每一个阻性传感单元与一个二极管串联,阻断了串扰电流的回路,该方法虽能隔离串扰信号,但不适用于行列数目大的柔性阵列传感器,因为附加的二极管会使系统的复杂性大大增加,同时会使阵列传感器丧失其柔软易拉伸弯曲、轻便、简洁等优点。

[0004] 专利CN201410183065以增强电压反馈为关键技术,在反馈电路与特定的连接方式的作用下,可以使位于待测电阻所在行的相邻列电阻两端电压保持等电位,将其中的电流限制到基本为零,屏蔽掉了被测电阻所在行线上相邻列电阻与列多路选择器的内阻的干扰,但是并没有屏蔽被测电阻所在列线上其它电阻以及行多路选择器的内阻对测量结果的干扰。专利CN201921700586在电阻型阵列传感器的输入端进行低电平隔离,输出端并未进行等电势处理,仍存在串扰电流。

[0005] 专利CN202110762479将行与列的多路模拟开关的输出连接着运算放大器的同相输入端,输出反馈至反相输入端使其成为跟随器,起到缓冲隔离、避免多路选择器内阻对检测结果产生影响的作用,但其需要与阵列传感器的行数加列数之和数量相等的运算放大器,对于行列数目大的柔性阵列传感器,会使电路复杂、功率消耗显著增加、电路成本增加。

### 发明内容

[0006] 本发明提出高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,可以抑制共用行列

线的二维阵列设计带来的串扰,解决行、列多路选择器内阻对检测结果的影响,实现电阻型阵列传感器的高精度采集。

[0007] 本发明采用以下技术方案。

[0008] 高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路,包括电阻型柔性阵列传感器(3)和单片机(9);电阻型柔性阵列传感器包括由大量阻性传感单元通过共用行线与列线进行连接而组成的二维柔性平面传感器结构,其行线通过行信号连接器(2)、行驱动电路(1)与单片机的行选择IO组(901)相连,其列线通过列信号连接器(4)、阻性传感单元检测电路(5)、列多路选择器(6)与单片机的列选择IO组(903)相连;所述列多路选择器还通过电压跟随器(7)、反相器(8)与单片机的ADC端口(902)相连;

所述行驱动电路包括行驱动运算放大器(101)和与之相连的两个行多路选择器;所述阻性传感单元检测电路包括多列由检测单元运算放大器(502)、检测单元反馈电阻(501)组成的检测单元;所述电压跟随器包括一运算放大器;所述反相器由反相器运算放大器(803)和两个与之相连的阻值相等的反相器反馈电阻(801)、反相器输入电阻(802)构成。

[0009] 所述行驱动电路中,两个行多路选择器分别是输出行多路选择器(102)、反相输入行多路选择器(103),反相输入行多路选择器的通用输入/输出端与行驱动运算放大器的反相输入端相连,输出行多路选择器的通用输入/输出端与行驱动运算放大器的输出端相连,两个行多路选择器的各个独立输入/输出端互连后与行信号连接器相连。

[0010] 所述阻性传感单元检测电路中,每列检测单元的检测单元运算放大器的同相输入端接地,每列检测单元的检测单元运算放大器的反相输入端通过反馈电阻接进该列检测单元的检测单元运算放大器的输出端。

[0011] 所述列多路选择器的通用输入/输出端与电压跟随器的运算放大器的同相输入端相连,该运算放大器的反相输入端与该运算放大器的输出端相连,以解决列多路选择器的内阻对检测结果的影响。

[0012] 所述电压跟随器的输出端通过反相器的反相器输入电阻接进反相器运算放大器的反相输入端,该反相输入端通过反相器反馈电阻接进运算放大器的输出端,使输出端输出正的检测电压。

[0013] 所述单片机的一组IO口与行驱动电路的两个行多路选择器的二进制控制端相连,控制行多路选择器选中一行接通驱动电压;单片机的另一组IO口与列多路选择器的二进制控制端相连,控制列多路选择器选通所述的阻性传感单元检测电路的一列检测单元,使该列的检测单元运算放大器的输出端输出其电压;单片机的ADC端口与反相器的运算放大器的输出端相连,将接入的模拟电压信号转化为数字信号,以检测得单个阻性传感单元的阻值,从而获知电阻型柔性阵列的二维柔性平面传感器结构受到压力的情况。

[0014] 当行多路选择器选通一行时,两个行多路选择器的内阻等效于两个电阻 $R_{onA}$ 、 $R_{onB}$ ,行驱动运算放大器的输入阻抗近似无穷大,可视为没有电流流过反相输入行多路选择器,通过运算放大器的“虚短”特性将输入行信号连接器的电压调节到与行驱动电压相等,以解决行多路选择器的内阻对检测结果的影响,并提高行多路选择器的带负载的能力;

所述阻性传感单元检测电路的运算放大器处于“深度负反馈”状态,利用运算放大器的“虚短”特性使该运算放大器的同相输入端的电压等于反相输入端电压,即电阻型柔性阵列传感器的每根列线上的电压都等于零,以抑制串扰问题。

[0015] 本发明的有益之处在于：

本发明采用共用行线与列线的电阻型柔性阵列传感器，保证了阵列中的每一个阻性传感单元都有唯一的行与列组合的访问方式，避免了为电阻型柔性阵列传感器的每一个阻性传感单元都引出信号线，减少了线路连接复杂性。

[0016] 本发明针对电阻型柔性阵列传感器的检测需要，不仅可以实现对待测阻性传感单元的单个选定，而且仅增加一个运算放大器和一个行多路选择器就有效避免待测阻性传感单元所在行线上多路选择器的内阻的干扰，同时提高行多路选择器的带负载的能力，仅通过运算放大器就有效避免待测阻性传感单元所在列线上多路选择器的内阻的干扰，不仅大大提高了其检测精度，且电路规模小，降低了功耗，在保证检测精度的前提下，可以采用价格较低、内阻较大的行、列多路选择器，降低了电路的成本。

[0017] 本发明在保持电阻型柔性阵列传感器柔软易拉伸弯曲的优点的前提下仅通过增加运算放大器构成了列等电势电路解决了电阻型柔性阵列传感器各个阻性传感单元间普遍存在的信号串扰问题，提高了阻性传感单元的检测精度。

## 附图说明

[0018] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进一步详细的说明：

附图1是本发明的电路原理示意图；

附图2是电阻型阵列传感器的串扰示意图；

附图3是在行选择时的电路工作示意图；

附图4是检测单个阻性传感单元的等效电路示意图；

图中：1-行驱动电路，2、行信号连接器，3、电阻型柔性阵列传感器，4、列信号连接器，5、阻性传感单元检测电路，6、列多路选择器，7、电压跟随器，8、反相器，9、单片机，

101、行驱动运算放大器，102、输出行多路选择器，103、反相输入行多路选择器，

501、检测单元反馈电阻，502、检测单元运算放大器，

801、反相器反馈电阻，802、反相器输入电阻，803、反相器运算放大器，

901、行选择IO组，902、ADC端口，903、列选择IO组。

## 具体实施方式

[0019] 如图所示，高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路，包括电阻型柔性阵列传感器3和单片机9；电阻型柔性阵列传感器包括由大量阻性传感单元通过共用行线与列线进行连接而组成的二维柔性平面传感器结构，其行线通过行信号连接器2、行驱动电路1与单片机的行选择IO组901相连，其列线通过列信号连接器4、阻性传感单元检测电路5、列多路选择器6与单片机的列选择IO组903相连；所述列多路选择器还通过电压跟随器7、反相器8与单片机的ADC端口902相连；

所述行驱动电路包括行驱动运算放大器101和与之相连的两个行多路选择器；所述阻性传感单元检测电路包括多列由检测单元运算放大器502、检测单元反馈电阻501组成的检测单元；所述电压跟随器包括一运算放大器；所述反相器由反相器运算放大器803和两个与之相连的阻值相等的反相器反馈电阻801、反相器输入电阻802构成。

[0020] 所述行驱动电路中，两个行多路选择器分别是输出行多路选择器102、反相输入行

多路选择器103,反相输入行多路选择器的通用输入/输出端与行驱动运算放大器的反相输入端相连,输出行多路选择器的通用输入/输出端与行驱动运算放大器的输出端相连,两个行多路选择器的各个独立输入/输出端互连后与行信号连接器相连。

[0021] 所述阻性传感单元检测电路中,每列检测单元的检测单元运算放大器的同相输入端接地,每列检测单元的检测单元运算放大器的反相输入端通过反馈电阻接进该列检测单元的检测单元运算放大器的输出端。

[0022] 所述列多路选择器的通用输入/输出端与电压跟随器的运算放大器的同相输入端相连,该运算放大器的反相输入端与该运算放大器的输出端相连,以解决列多路选择器的内阻对检测结果的影响。

[0023] 所述电压跟随器的输出端通过反相器的反相器输入电阻接进反相器运算放大器的反相输入端,该反相输入端通过反相器反馈电阻接进运算放大器的输出端,使输出端输出正的检测电压。

[0024] 所述单片机的一组I/O口与行驱动电路的两个行多路选择器的二进制控制端相连,控制行多路选择器选中一行接通驱动电压;单片机的另一组I/O口与列多路选择器的二进制控制端相连,控制列多路选择器选通所述的阻性传感单元检测电路的一列检测单元,使该列的检测单元运算放大器的输出端输出其电压;单片机的ADC端口与反相器的运算放大器的输出端相连,将接入的模拟电压信号转化为数字信号,以检测得单个阻性传感单元的阻值,从而获知电阻型柔性阵列的二维柔性平面传感器结构受到压力的情况。

[0025] 当行多路选择器选通一行时,两个行多路选择器的内阻等效于两个电阻 $R_{onA}$ 、 $R_{onB}$ ,行驱动运算放大器的输入阻抗近似无穷大,可视为没有电流流过反相输入行多路选择器,通过运算放大器的“虚短”特性将输入行信号连接器的电压调节到与行驱动电压相等,以解决行多路选择器的内阻对检测结果的影响,并提高行多路选择器的带负载的能力;

所述阻性传感单元检测电路的运算放大器处于“深度负反馈”状态,利用运算放大器的“虚短”特性使该运算放大器的同相输入端的电压等于反相输入端电压,即电阻型柔性阵列传感器的每根列线上的电压都等于零,以抑制串扰问题。

[0026] 实施例:

本例用于触觉传感器或人工电子皮肤,为了提高分辨率,采用的独立的阻性传感单元数量很大,因此使用高精度电阻型柔性阵列传感器。

[0027] 本例中,高精度电阻型柔性阵列传感器串扰抑制采集电路是由行驱动电路1、行信号连接器2、电阻型柔性阵列传感器3、列信号连接器4、阻性传感单元检测电路5、列多路选择器6、电压跟随器7、反相器8与单片机9组成的:

所述的行驱动电路1由行驱动运算放大器101、输出行多路选择器102和反相输入行多路选择器103构成,其中反相输入行多路选择器103的通用输入/输出端与运算放大器101的反相输入端相连,输出行多路选择器102的通用输入/输出端与运算放大器101的输出端相连,两个行多路选择器的各个独立输入/输出端互连后与行信号连接器2相连。单片机9的行选择I/O组901与两个行多路选择器的二进制控制端相连,控制行多路选择器选通一行。

[0028] 如图3所示,本例中,当行多路选择器选通一行时,两个行多路选择器的内阻等效于2个电阻,如图3所示 $R_{onA}$ 、 $R_{onB}$ 。因为运算放大器的输入阻抗近似无穷大,所以没有电流流过反相输入行多路选择器103,此处的行驱动电压没有压降,尽管行驱动电流流经输出行多

路选择器102在该处造成压降,但通过运算放大器的“虚短”特性将输入行信号连接器2的电压调节到与行驱动电压相等,解决了行多路选择器的内阻对检测结果的影响,且提高了行多路选择器的带负载的能力。

[0029] 所述的行信号连接器2将电阻型柔性阵列传感器3的行线接进电路。

[0030] 所述的电阻型柔性阵列传感器3是将大量的阻性传感单元通过共用行线和列线的方式连接在一起组成的具有二维平面结构的传感器。

[0031] 所述的列信号连接器4将电阻型柔性阵列传感器的列线接进电路。

[0032] 如图2所示为电阻型阵列传感器的串扰示意图,通过施加驱动电压 $V_{drive}$ 到选通行并测量阻性传感单元 $R_{test}$ 所在列的电压来获取 $R_{test}$ 的电阻,图中实线路径为预期的电流,然而当选中一行后,该行上其它列阻性传感单元均有电流流过,若不对每列的电势进行处理则非预期的电流会经过阵列中其它阻性传感单元通过图中虚线路径添加到 $R_{test}$ 所在列,因此,无法通过测量阻性传感单元 $R_{test}$ 所在列端口的电压来获得 $R_{test}$ 的真实值。

[0033] 所述的阻性传感单元检测电路5由检测单元运算放大器502和检测单元反馈电阻501构成,每列运算放大器502的同相输入端接地,每列运算放大器502的反相输入端通过反馈电阻501接进每列运算放大器502的输出端,运算放大器502处于“深度负反馈”状态,利用运算放大器的“虚短”特性,运算放大器502的同相输入端的电压等于反相输入端电压,即电阻型柔性阵列传感器的每根列线上的电压都等于零,因此被选通行的各列之间互不干扰,可以抑制串扰问题。图2中箭头代表了当选中电阻型柔性阵列传感器的第一行时,阵列中的电流走向,从图中可以看出电流串扰问题可以有效被抑制,同时被选通行的每列阻性传感单元与其组成反相比拟放大器,可以通过运算放大器输出端的电压和已知的驱动电压和反馈电阻获得阻性传感单元的真实电阻。

[0034] 所述的列多路选择器6的各个独立输入/输出端与每列运算放大器502的输出端相连,单片机的列选择IO组903与列多路选择器6的二进制控制端相连,控制列多路选择器6选通一列运算放大器502的输出其输出端的电压,列多路选择器6的通用输入/输出端接进电压跟随器7。

[0035] 所述的电压跟随器7由一个运算放大器构成,列多路选择器6的通用输入/输出端与运算放大器的同相输入端相连,运算放大器的反相输入端与运算放大器的输出端相连。图3所示的 $R_{onC}$ 为列多路选择器6的内阻,由于运算放大器的输入阻抗近似无穷大,所以没有电流流过与运算放大器的同相输入端相连的列多路选择器6,没有造成压降,解决了列多路选择器6的内阻对检测结果的影响。

[0036] 所述的反相器8由一个运算放大器803和两个阻值相等的输入电阻802和反馈电阻801构成,电压跟随器7的输出通过输入电阻802接进运算放大器803的反相输入端,反相输入端通过反馈电阻801接进运算放大器的输出端,得到正的检测电压,接进单片机的ADC端口902将采集到的模拟电压信号转化为数字信号,可以检测得单个阻性传感单元的阻值从而获知电阻型柔性阵列传感器受到压力的情况。

[0037] 对于本领域的普通技术人员而言,根据本发明的教导,在不脱离本发明的原理与精神的情况下,对实施方式所进行的改变、修改、替换和变型仍落入本发明的保护范围之内。





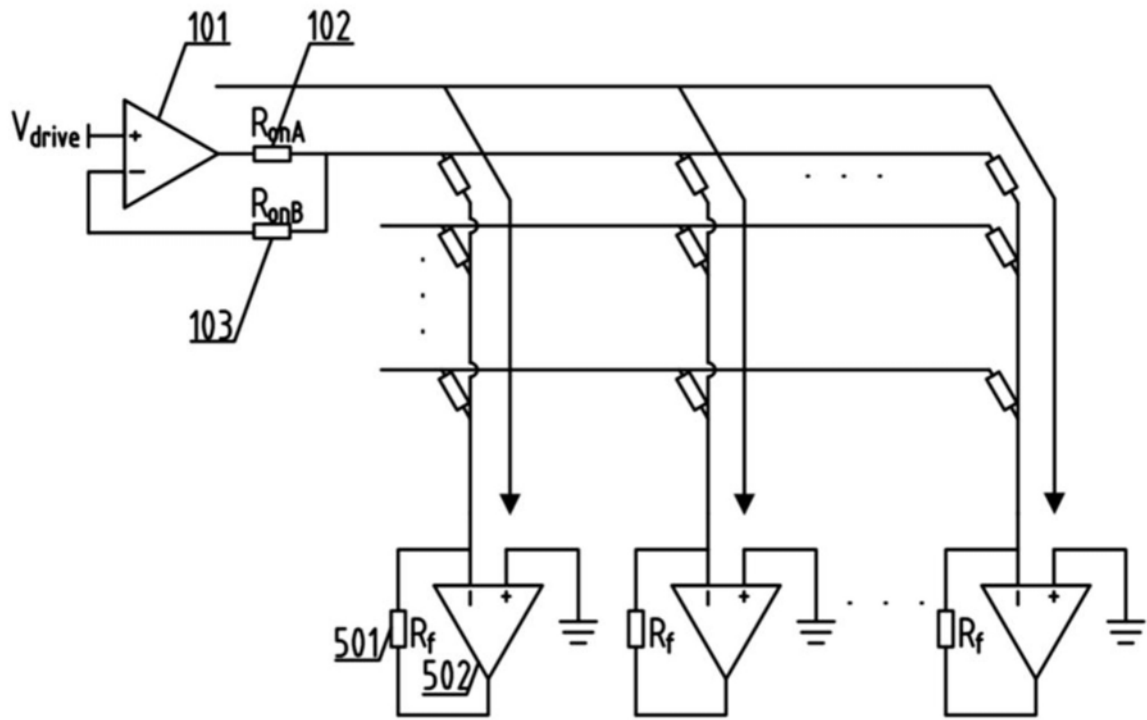


图3

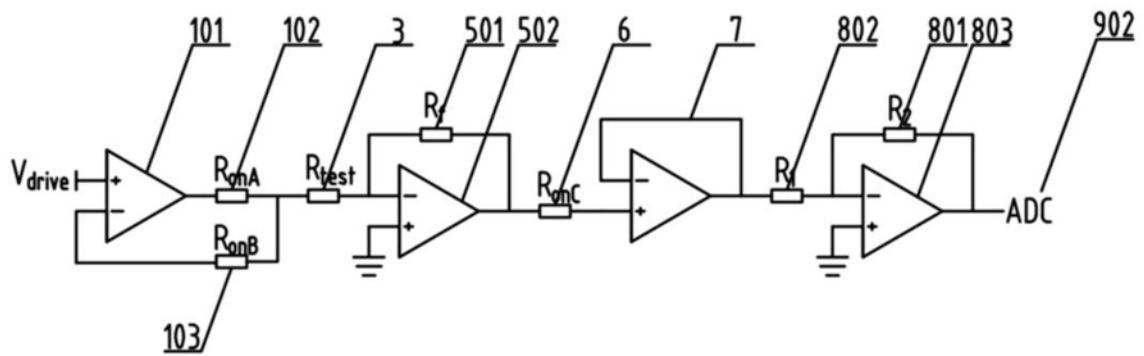


图4