



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205826179 U

(45)授权公告日 2016.12.21

(21)申请号 201620762440.5

(22)申请日 2016.07.19

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 刘连庆 贺凯 赵亮 于鹏 杨洋

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 王倩

(51)Int. Cl.

G01L 1/18(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

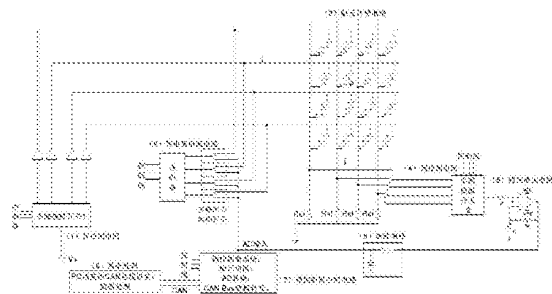
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器

(57)摘要

本实用新型涉及基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,包括顺序连接的行控制电路、触元传感单元、列控制电路、同向放大电路、滤波电路、微控制电路和数据通信端口,以及与触元传感单元连接的等电势屏蔽电路;所述行控制电路、等电势屏蔽电路、列控制电路与微控制电路连接。本实用新型以敏感单元行列分布方案为基础,实现了密度22点/cm²二维平面分布力的测量,解决了当前国内外压力测量传感器密度较低、检测速度过慢等问题。



1. 基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于:包括顺序连接的行控制电路(1)、触元传感单元(3)、列控制电路(4)、同向放大电路(5)、滤波电路(6)、微控制器控制电路(7)和数据通信端口(8),以及与触元传感单元(3)连接的等电势屏蔽电路(2);所述行控制电路(1)、等电势屏蔽电路(2)、列控制电路(4)与微控制器控制电路(7)连接。

2. 根据权利要求1所述的基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于所述行控制电路(1)为多路模拟开关芯片。

3. 根据权利要求1所述的基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于所述列控制电路(4)为多路模拟开关芯片。

4. 根据权利要求1所述的基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于所述触元传感单元(3)包括压阻触元(14)、列电极、行电极和PET薄膜(13);列电极、行电极之间设置多个压阻触元(14),列电极、行电极的外层为PET薄膜(13);压阻触元(14)在同一平面上分布构成方形阵列;在行或列上的任意两个相邻压阻触元的间距相等。

5. 根据权利要求4所述的基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于所述列电极、行电极为条状金属板,均为多个;行电极呈横向排列,且一行压阻触元分别连接于一个行电极上;列电极呈纵向排列,且一列压阻触元分别连接于一个列电极上;所述列电极通过采样电阻接地。

6. 根据权利要求4或5所述的基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于所述压阻触元(14)为压敏电阻。

7. 根据权利要求1所述的基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,其特征在于所述等电势屏蔽电路(2)包括译码器和多路单刀单掷开关;多路单刀单掷开关的每个开关一端与触元传感单元(3)的一个行电极连接、每个开关另一端与微控制器控制电路(7)的AD输入端连接,译码器发出控制信号至单刀单掷开关的控制端,译码器的控制线与微控制器控制电路(7)连接。

基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于机器人电子皮肤的基于压阻效应的阵列压力测量技术。具体地说是用于测量平面力分布的测量系统,主要用于机器人仿生电子皮肤、人机交互等领域。

背景技术

[0002] 人类皮肤是一种非常强大的传感器,它不仅能进行多种物理量的测量,例如压力,温度,纹理等,也能同时实现同一种刺激物理量强度和刺激位置的检测。因此,从仿生学出发,对于同一种物理量检测的类皮肤测量传感器也应既能进行刺激物理量强度探测也能实现刺激位置探测,但受制于加工工艺和检测点间传感器干扰,长期以来,该类型传感器密度和精度都受到极大限制。当前此类仿皮肤测量传感器主要有两大类,一类各个测量敏感单元相互独立,测量效果好,各敏感单元间干扰较小,但主要缺点是敏感单元分布密度较小,一般分布密度最高4-7敏感单元每平方厘米;另一类是敏感单元间阵列式分布,分别引出行导线和列导线,该类型传感器密度相比较独立式可以提高约2倍,但由于引入目标敏感单元外的其他并联回来,给类型传感器目标敏感单元易受到其他敏感单元干扰,因此必须通过外部电路进行干扰抑制和滤除。由于该类型传感器性能直接影响机器人或其他设备与环境交互的效果,因此当前国内外对于仿皮肤物理量测量传感器的研究非常重视。例如美国Barrett公司针对与三指机械手研发的微力阵列式测量传感器可以辅助机械手实现对于多数物体的柔性抓取。

实用新型内容

[0003] 针对上述技术不足,本实用新型的目的在于提供一种高密度(每平方厘米敏感单元数量 ≥ 16)且敏感单元间相互干扰小并能同时实现刺激强度和刺激位置测量的阵列式压力测量系统,能够提高仿生电子皮肤类传感器的分布密度和测量精度。

[0004] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:基于压阻效应的柔性阵列压力测量传感器,包括顺序连接的行控制电路、触元传感单元、列控制电路、同向放大电路、滤波电路、微控制器控制电路和数据通信端口,以及与触元传感单元连接的等电势屏蔽电路;所述行控制电路、等电势屏蔽电路、列控制电路与微控制器控制电路连接。

[0005] 所述行控制电路为多路模拟开关芯片。所述列控制电路为多路模拟开关芯片。

[0006] 所述触元传感单元包括压阻触元、列电极、行电极和PET薄膜;列电极、行电极之间设置多个压阻触元,列电极、行电极的外层为PET薄膜;压阻触元在同一平面上分布构成方形阵列;在行或列上的任意两个相邻压阻触元的间距相等。

[0007] 所述列电极、行电极为条状金属板,均为多个;行电极呈横向排列,且一行压阻触元分别连接于一个行电极上;列电极呈纵向排列,且一列压阻触元分别连接于一个列电极上;所述列电极通过采样电阻接地。

[0008] 所述压阻触元为压敏电阻。

[0009] 所述等电势屏蔽电路包括译码器和多路单刀单掷开关;多路单刀单掷开关的每个开关一端与触元传感单元的一个行电极连接、每个开关另一端与微控制器控制电路的AD输入端连接,译码器发出控制信号至单刀单掷开关的控制端,译码器的控制线与微控制器控制电路连接。

[0010] 本实用新型具有以下有益效果及优点:

[0011] 1.本实用新型以敏感单元行列分布方案为基础,基于行列控制电路、等电势屏蔽电路、信号处理电路和微控制器控制电路,以及嵌入式实时操作系统实现了密度 $22\text{点}/\text{cm}^2$ 二维平面分布力的测量,解决了当前国内外压力测量传感器密度较低、检测速度过慢等问题。

[0012] 2.此外该传感器基于PET薄膜基底,是一种具有较高可弯折性的传感器,可贴装于具有一定曲面特征被检测面,因此有更广泛的使用环境。

[0013] 3.另外该阵列压力测量方案不依赖于单一某种力敏材料,具有所有压阻式力敏材料通用特点,用户可以选择不同力敏材料实现不同范围不同精度的二维力测量。

附图说明

[0014] 图1为本实用新型的结构示意图;

[0015] 其中,1行控制电路,2等电势屏蔽电路,3触元传感电路,4列控制电路,5同向放大电路,6滤波电路,7微控制器控制电路,8数据通信端口;

[0016] 图2为图1中阵列压力测量传感器结构示意图。

[0017] 其中,9力敏层,10胶水,11银导线,12PET薄膜

[0018] 图3为触元传感单元位置分布示意图。

[0019] 其中,13压阻触元,14行列电极。

[0020] 图4为阵列压力测量软件流程图。

具体实施方式

[0021] 下面结合实施例对本实用新型做进一步的详细说明。

[0022] 一种用于机器人电子皮肤的阵列压力测量系统,具体包括阵列式柔性薄膜压力测量传感器、传感器触元切换电路及其采集控制软件系统,其中施加在阵列式柔性薄膜压力测量传感器上不同位置的力体现为不同敏感单元的电阻值的变化,测量点切换电路通过行列模拟开关可以选择将阵列中不同的敏感单元接入信号调理电路,信号调理电路将敏感单元电阻值变化转换为采集系统可检测的电压变化,经过拉压力试验机进行输出电压和压力对应关系的标定,即可实现阵列式柔性薄膜压力测量传感器上不同位置压力的测量。采用本实用新型可以实现设备表面不同位置所受压力的测量,建立设备表面的二维力分布。

[0023] 所述测量点切换电路由行控制电路1,列控制电路4和等电势屏蔽电路2构成,信号处理电路由同相电压放大电路5和滤波电路6组成。微控制器控制电路包括微控制器主芯片,晶振电路,复位电路,调试接口,CAN总线通信电路。

[0024] 阵列柔性薄膜压力测量传感器敏感单元由具有单位面积施加压力越大阻值越小的压力-电阻负相关特性力敏浆料制作而成,分为7层结构,分别是顶层PET薄膜层,顶层银导线层,顶层力敏层,胶水层,底层力敏层(图3中顶层力敏层、胶水层、底层力敏层是构成压

阻触元的基本结构),底层银导线层,底层PET薄膜层,行列引线分别从底层和顶层银导线层引出。行、列电极分别构成底层银导线层、顶层银导线层。

[0025] 所述系统软件设计基于嵌入式实时操作系统,采用微控制器内部定时器进行触元传感单元切换延时,定时时间截至时通过信号量实现下一步程序同步,ADC采集也通过信号量实现同步,在需要读取ADC转换数据时,使能ADC中断,在ADC转换完成触发的中断中发送同步信号量,主采集任务等待到信号量后进行数据存储和发送处理。

[0026] 一种用于机器人电子皮肤的阵列压力测量系统,由按行列分布的触元传感单元将不同位置的电压变化转换为相应敏感单元的电阻值变化,然后通过信号处理电路将其转换为电压信号,通过采集电压信号可实现压力大小的感知,采集过程由软件系统控制。

[0027] 行控制电路选定需要采集的目标行 i ,等电势屏蔽电路通过译码器选通除 i 行外其他行,列控制电路选通目标列 j ,触元传感单元电阻 $R_{i,j}$ 被选中,与采样电阻 R_{ref} 串联,采样电阻 R_{ref} 上电压信号经过模拟开关2送入同向放大电路,经过滤波电路后,送入ADC转换设备进行数据转换。

[0028] 其压力测量传感器敏感单元具有压阻效应,每个敏感单元同时与顶层、底层行列引线连通,其电阻值随施加压力的增大而减小。

[0029] 采集控制硬件和软件分别基于微控制器和嵌入式实时操作系统实现,并通过使用信号量和邮箱实现采集任务同步。所述微控制器中集成有ADC数据转换模块、CAN总线通信模块及定时器模块,分别用于电压信号采集、传感器数据通信和定时。

[0030] 操作系统启动后,微控制器中的ADC一直处于转换状态,但只有在触元传感单元切换程序运行有效后在使能ADC中断,并在ADC中断中清除ADC中断使能,因此可以保证较高的ADC转换速度。

[0031] 在(1)(4)行列切换电路完成触元切换后,微控制器启动内部定时器实现一定时间精确延时,采集任务阻塞等待定时到信号量,然后在定时器中断内进行信号量发送,采集任务得到定时到信号量后开始使能ADC中断,并阻塞等待当前ADC采集完信号量,ADC转换完成后触发ADC中断,在ADC中断中发送转换完信号量,采集任务得到转换为信号量后进行当前敏感单元输出电压值读取和存储。

[0032] 通过CAN总线进行数据发送,系统采集完一个触元传感单元的输出电压信号后按触元传感单元位置 (i,j) 将电压数据存入单片机内已声明的RAM区,阵列中所有敏感单元信号采集完成后,采集任务调用CAN发送数据帧头,各敏感单元电压数据和数据帧尾。

[0033] 本实用新型阵列压力检测基本原理:具有力敏特性的材料在外部作用力发生改变时,其内部电导率发生改变,因此该材料制成的敏感单元电阻值会在一定力作用范围内与施加力大小成近似线性相关。将敏感单元分布于平面上不同位置即可通过采集不同敏感单元电阻值大小获得平面分布位置的施力大小。将敏感单元按行列分布后,通过行列切换电路和其他电路的配合即可实现某一平面上二维力分布的测量。

[0034] 如图1-图3,一种用于机器人电子皮肤的阵列压力测量传感器,包括具有 $8*8$ 阵列式分布触元传感单元的柔性薄膜压力测量传感器、测量点切换与信号调理电路和ADC采集系统及基于uCOS-III的软件系统构成。其中 $8*8$ 柔性薄膜压力测量传感器接受来自外界的作用力,将施加在薄膜上的力信号转换为阻值变化信号,信号调理电路将阻值变化信号转换为ADC可采集的电压信号,ADC采集系统控制测量点切换电路实现不同位置敏感单元的选择

和ADC转换,实现交互面的二维力测量。

[0035] 所述8*8柔性薄膜压力测量传感器可等效为行列分布的电阻阵列即触元传感单元,每个触元传感单元阻值随当前触元传感单元位置上施加力的大小变化而变化,其结构如图2所示,为简化传感器内部电路,传感器采用顶层、底层分别引线设计,两层引线有一定长度差,顶层为下接FPC接口,底层为上接FPC接口,传感器可以插入并列的PCB上的FPC接插件中,简化了传感器连接电路。传感器实际触元传感单元分布方案如图3所示,触元传感单元按行列分布,行或列的引线共用,因此简化了传感器内部电路,提高了传感器的敏感单元分布密度,其中(12)为传感器外部封装的PET薄膜,(13)为按行列排布的触元,(14)为顶层或底层行列电极,所用材质为银浆。

[0036] 测量点切换与信号调理电路如图1所述的(1)-(7)部分,STM32控制电路7通过控制线GPIO控制行控制电路1选定需要采集的目标行*i*,控制等电势屏蔽电路2通过译码器选通除*i*行外其他行,控制列控制电路4选通目标列*j*,则触元传感电路*R_{i,j}*被选中,此时*R_{i,j}*同采样电阻*R_{ref}*构成分压电路,采样电阻*R_{ref}*上电压信号经过模拟开关2送入同向放大电路5,经过滤波电路6后,送入STM32控制电路进行ADC转换和数据存储、转发。

[0037] 由图1知,*R_{i,j}*和*R_{ref}*构成分压电路,产生的电压经模拟开关送入同相放大电路5,因此可求得*V_{out}*和*R_{i,j}*的关系:

$$[0038] \quad V_{out} = V^+ \times \frac{R_{i,j}}{R_{ref} + R_{i,j}} \times \left(1 + \frac{R_s}{R}\right)$$

[0039] 其中,*V_{out}*为触元收到压力后输出的电压值,*R_{i,j}*代表与施加压力大小呈线性关系的触元阻值,*R_{ref}*为采样电阻,*R_s*、*R*为同相放大电路中的放大倍数控制电阻,*V⁺*为参考电压,即多路模拟开关1的输入端电压。

[0040] 所述STM32控制电路部分硬件上包括STM32F103C8T6主芯片,晶振电路,复位电路,LED驱动电路,Jlink调试接口,CAN通信电路,并采用STM32芯片自带ADC实现电压信号的采集。该部分硬件控制电路技术成熟,可采用相应芯片的推荐实现方案。为了提高传感器的采集速度,在软件设计上采用了基于uCOS-III嵌入式实时操作系统的程序设计,通过信号量实现多个任务的同步。

[0041] 软件系统程序流程如图4所示,由于端口电平建立需要一定时间,因此在系统进行端口切换后启动STM32定时器进行us级延时并阻塞等待延时到信号量,延时时间到达时触发定时器中断,在定时器中断服务中触发定时器延时信号量,ADC采集任务收到定时器延时信号量后进行ADC中断使能,使能并阻塞等待当前ADC转换完成信号量,当前ADC转换完成后触发中断服务程序,在ADC中断服务程序中触发ADC转换完成信号量,ADC采集任务收到ADC转换完信号量后读取转换结果并进行进一步的处理,如发送,滤波等。该策略避免了反复软件启动、关闭ADC带来的时间开销,主要时间开销为中断切换的时间,实时性非常高。

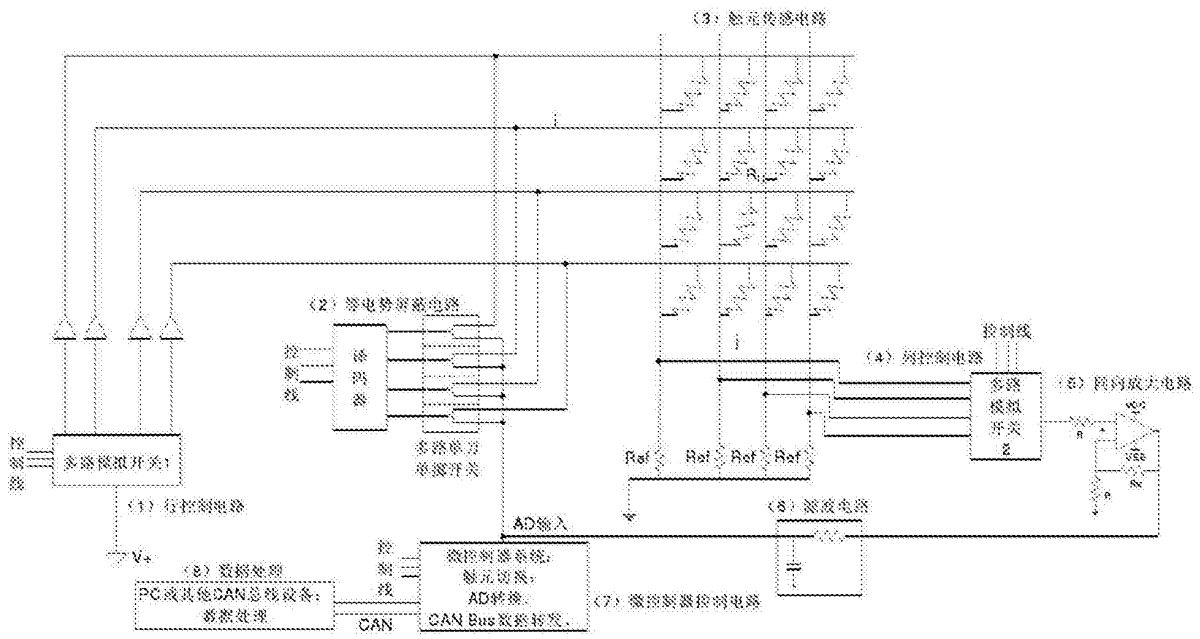


图1

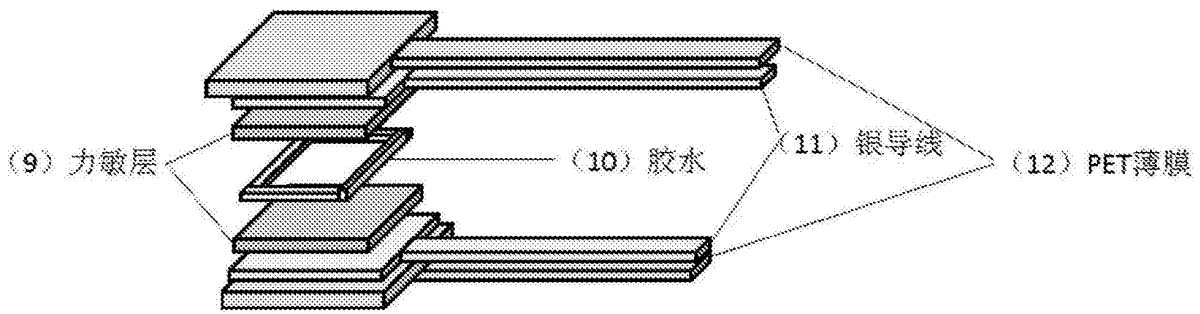


图2

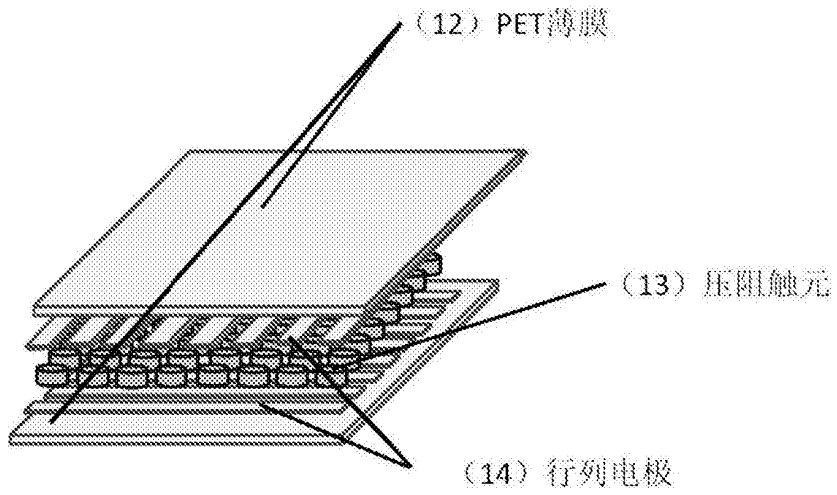


图3

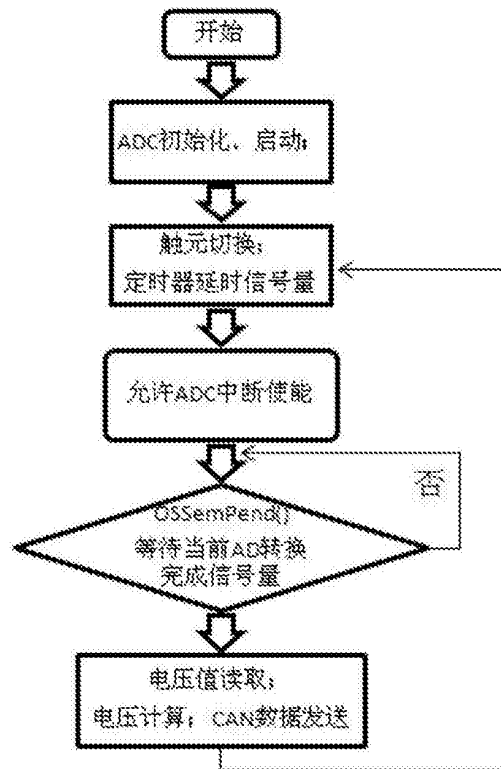


图4