



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109029230 B

(45) 授权公告日 2021.02.26

(21) 申请号 201810643747.7

(22) 申请日 2018.06.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109029230 A

(43) 申请公布日 2018.12.18

(73) 专利权人 清华大学
地址 100084 北京市海淀区100084信箱82
分箱清华大学专利办公室

(72) 发明人 王丰 朱宏伟

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 曹素云 董永辉

(51) Int. Cl.
G01B 7/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106778509 A, 2017.05.31

CN 104949609 A, 2015.09.30

Li, Xiao等. Stretchable and highly sensitive graphene-on-polymer strain sensors. 《SCIENTIFIC REPORTS》. 2012, 第2卷

审查员 张文英

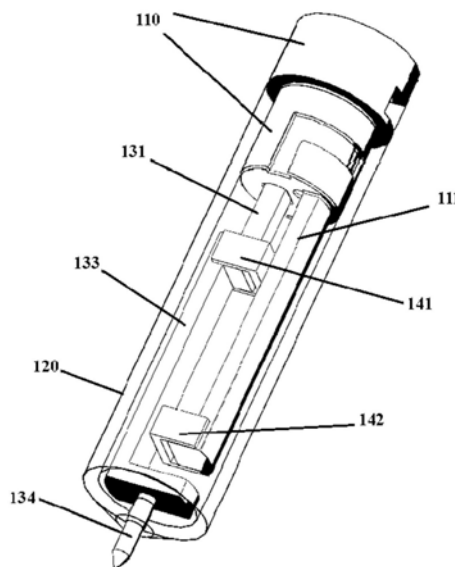
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

接触式位移传感器测量装置及测量电路

(57) 摘要

本发明公开了一种接触式位移传感器测量装置。包括：测量部和数据转换部，测量部包括壳体，壳体顶部的连接部与数据转换部可拆卸连接；连接部上设置有支撑臂，向壳体底部延伸；壳体内传感器与数据转换部电连接；传感器第一端固定在测量笔上，低于第一端的第二端固定在支撑臂上；壳体内上下可移动的测量笔末端设置从壳体底端面伸出的探针，与被测体发生相对运动，推动测量笔向上移，第一端远离第二端，产生应变，数据转换部完成测量。本发明还公开了一种接触式位移传感器测量电路。本发明基于柔性应变传感器采用与其相适配的可拆卸结构进行测量，提高系统灵活度、原始信号灵敏度及测量准确度；降低电路复杂度；具有结构简单，测量快的优点。



1. 一种接触式位移传感器测量装置,其特征在于,包括:测量部和数据转换部,所述测量部包括:壳体,可拆卸地安装在所述壳体顶部的连接部,以及位于壳体内部的传感器和测量笔,其中,

所述测量部通过连接部与数据转换部可拆卸连接,所述传感器与所述数据转换部电连接;

所述测量笔在壳体内上下可移动,所述测量笔的末端设置有探针,所述探针从壳体的底端面伸出壳体;

所述连接部上还设置有支撑臂,且所述支撑臂向壳体内部的底部延伸;所述连接部内还设置有下接触板,传感器与所述下接触板电连接,所述下接触板与数据转换部电连接;

所述传感器为柔性应变传感器,第一端固定连接在所述测量笔上,第二端固定连接在所述支撑臂上,且所述第一端高于所述第二端,所述传感器包括:基底和传感材料,所述基底采用聚二甲基硅氧烷制成,所述传感材料采用具有网格结构的石墨烯材料制成;

所述探针接触被测体表面并与其发生相对运动时,推动测量笔向上移动,带动传感器的第一端向上移动,传感器第一端远离第二端,所述传感器被拉伸,产生应变,通过所述数据转换部完成测量;

所述数据转换部,包括:与所述下接触板连接的上接触板,与所述上接触板连接的模数转换电路板,与模数转换电路板连接的主控、电源板,所述主控、电源板通过电源接口与上位机连接;所述传感器将拉伸应变转化为模拟信号,通过下接触板和上接触板传输至模数转换电路板,模数转换电路板中的电流数模转换器对传感器两端的电压进行测量,并传输至主控、电源板,经电源接口输出。

2. 如权利要求1所述的接触式位移传感器测量装置,其特征在于,所述连接部的下端面上设置有孔,测量笔的顶端从所述孔伸入到连接部内。

3. 如权利要求2所述的接触式位移传感器测量装置,其特征在于,

所述测量笔上套装有弹性元件,

所述弹性元件位于传感器的第一端和连接部的下端面之间,

所述测量笔向上移动,所述弹性元件向连接部的下端面压缩,传感器被拉伸,测量后,弹性元件向下回弹,将测量笔复位。

4. 如权利要求1-3任一项所述的接触式位移传感器测量装置,其特征在于,所述测量笔上卡扣连接有第一固定件,所述支撑臂上卡扣连接有第二固定件,所述传感器的第一端和第二端分别固定在第一固定件和第二固定件的端面上。

5. 如权利要求1所述的接触式位移传感器测量装置,其特征在于,所述传感器引出导线通过排母插头与所述下接触板连接,所述下接触板通过弹簧针与所述数据转换部连接。

6. 如权利要求5所述的接触式位移传感器测量装置,其特征在于,所述连接部的一端通过第一旋扣结构安装在所述壳体的顶部,另一端通过第二旋扣结构与所述数据转换部连接。

7. 如权利要求6所述的接触式位移传感器测量装置,其特征在于,所述接触式位移传感器测量装置的形状为笔形,笔尖为探针,笔头是测量部,笔尾是数据转换部。

8. 如权利要求1所述的一种接触式位移传感器测量装置的测量电路,其特征在于,包括:测量单元,以及与测量单元连接的采样电路单元,其中,

所述测量单元,包括:柔性应变传感器,以及与柔性应变传感器连接的下接触板;

所述采样电路单元,包括:与所述下接触板连接的上接触板,与所述上接触板连接的模数转换电路板,与模数转换电路板连接的主控、电源板,所述主控、电源板通过电源接口与上位机连接;

所述柔性应变传感器将拉伸应变转化为模拟信号,通过下接触板和上接触板传输至模数转换电路板,模数转换电路板中的电流数模转换器对传感器两端的电压进行测量,并传输至主控、电源板,经电源接口输出。

接触式位移传感器测量装置及测量电路

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器技术领域,特别是涉及一种接触式位移传感器测量装置及测量电路。

背景技术

[0002] 接触式位移传感器测量装置是工业中一种常用的尺寸测量传感器,常与三坐标测量仪等设备联合使用,是现代化产中必不可少的测量设备。传统接触式位移传感器测量装置通常用机械式、差动变压器式、光栅尺等技术方案来测量。

[0003] 如中国专利文献 CN1108384A 公开了“轮廓测量用接触式位移传感器测量装置”,中国专利文献 CN107003118A 公开了“位移传感器、位移检测装置及位移检测方法”,两篇专利文献使用光栅尺对位移进行测量,将位移转化为光强信号,并进一步转换为电信号读出。以上专利存在的问题是:结构复杂,内部有复杂的光路;信号采集难度高,后处理电路复杂。

[0004] 如中国专利文献 CN107255439A 公开了“一种线位移传感器激磁及信号解调方法”,具体公开了使用差动变压器进行测量,将位移转化为电感信号,并进一步使用交流激励源将电感读出。该专利存在的问题是:信号处理难度高、系统复杂度高。

发明内容

[0005] 基于上述问题,本发明的目的在于提供一种接触式位移传感器测量装置,该测量装置基于柔性应变传感器,采用与其相适配的可拆卸安装结构,进行测量,提高了系统灵活性、原始信号的灵敏度以及测量准确度;降低了电路复杂度;且该测量装置具有结构简单,方便更换,测量速度快的优点。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种上述接触式位移传感器测量装置的测量电路。

[0007] 上述目的是通过以下技术方案实现的:

[0008] 根据本发明的一个方面,本发明提供的接触式位移传感器测量装置,包括:测量部和数据转换部,所述测量部包括:壳体,可拆卸地安装在所述壳体顶部的连接部,以及位于壳体内的传感器和测量笔,其中,所述测量部通过连接部与数据转换部可拆卸连接,所述传感器与所述数据转换部电连接,所述测量笔在壳体内上下可移动,所述测量笔的末端设置有探针,所述探针从壳体的底端面伸出壳体;所述连接部上还设置有支撑臂,且所述支撑臂向壳体内的底部延伸;所述传感器为柔性应变传感器,第一端固定连接在所述测量笔上,第二端固定连接在所述支撑臂上,且所述第一端高于所述第二端;所述探针接触被测体表面并与其发生相对运动时,探针被顶起,推动测量笔向上移动,带动传感器的第一端向上移动,传感器的第一端远离第二端,所述传感器拉伸产生应变,转化为信号传给数据转换部,通过所述数据转换部完成测量。

[0009] 优选地,所述连接部的端面上设置有孔,测量笔的顶端从所述孔伸入到连接部内。孔的设置限制了测量笔的位置使得测量笔只能在孔内竖向地上下移动,避免了测量笔在壳

体内部水平方向晃动影响测量结果。

[0010] 更优选地,所述壳体内还包括弹性元件,用于限制所述测量笔的移动行程,并用于回弹所述测量笔。进一步地,所述弹性元件套装在测量笔上,所述弹性元件位于传感器的第一端和连接部的下端之间,所述测量笔向上移动,所述弹性元件向连接部的下端面压缩,传感器被拉伸,测量后,弹性元件向下回弹,将测量笔复位。弹性元件的设置限制了测量笔的最大移动范围,且当测量后可将测量笔回弹至原位,更大程度地实现了测量装置的自动化。

[0011] 更优选地,所述测量笔上卡扣连接有第一固定件,所述支撑臂上卡扣连接有第二固定件,所述传感器的第一端和第二端分别固定在第一固定件和第二固定件的端面上。采用第一固定件、第二固定件以及卡扣连接的方式,使得传感器更换更加便捷,更加快速;而且第一固定件还可以充当弹性元件的止位件。

[0012] 优选地,所述传感器为石墨烯柔性应变传感器,所述传感器包括:基底和传感材料,所述基底采用聚二甲基硅氧烷制成,所述传感材料采用具有网格结构的石墨烯材料制成。更优选地,采用导电胶和导线与下接触板连接。

[0013] 优选地,所述连接部内还设置有下接触板,所述传感器与所述下接触板电连接,所述下接触板与所述数据转换部电连接。其中,电连接的方式为可拆卸连接方式,方便了传感器、数据转换部等的更换,提高了系统的灵活性。更优选地,所述传感器引出导线通过排母插头与所述下接触板连接,所述下接触板通过弹簧针与所述数据转换部连接。

[0014] 更优选地,所述连接部的一端通过第一旋扣结构安装在所述壳体的顶部,另一端通过第二旋扣结构与所述数据转换部连接。

[0015] 更优选地,所述接触式位移传感器测量装置的形状为笔形,笔尖为探针,笔头是测量部,笔尾是数据转换部。笔形测量装置使得本发明结构更简单,操作更方便。

[0016] 根据本发明的另一方面,本发明提供一种接触式位移传感器测量电路,包括:测量单元,以及与测量单元连接的采样电路单元,其中,所述测量单元,包括:柔性应变传感器,以及与柔性应变传感器连接的下接触板;所述采样电路单元,包括:与所述下接触板连接的上接触板,与所述上接触板连接的模数转换电路板,与模数转换电路板连接的主控、电源板,所述主控、电源板通过电源接口与上位机连接;所述柔性应变传感器将拉伸应变转化为模拟信号,通过下接触板和上接触板传输至模数转换电路板,模数转换电路板中的电流数模转换器对传感器两端的电压进行测量,并传输至主控、电源板,经电源接口输出。本发明中测量单元采用柔性应变传感器对位移进行测量,提高了原始信号的灵敏度,降低了对采样电路单元的要求,所述采样电路单元结构简单,电路复杂度地,测量速度快、准确度高。

[0017] 有益效果:

[0018] 本发明基于柔性应变传感器采用与其相适配的可快速拆卸安装结构进行测量,提高了系统灵活性、原始信号的灵敏度以及测量准确度;降低了电路复杂度;且该测量装置具有结构简单,方便更换,测量速度快的优点。

[0019] 本发明采用了测量部和数据转换部独立的多段式可拆卸安装结构,可以快速更换传感器和采样电路,同时使得采样电路在其他设备中复用,提高了系统的灵活性;采用高精度模数转换电路板等技术对位移进行测量、提高了原始信号的灵敏度,降低了采样电路的复杂度,且测量准确度高。

附图说明

- [0020] 图1是本发明接触式位移传感器测量装置的整体结构示意图；
[0021] 图2是本发明测量装置优选实施例中测量部的结构示意图；
[0022] 图3是本发明测量装置优选实施例中数据转换部的结构示意图；
[0023] 图4是本发明接触式位移传感器测量电路的电路设计示意图；
[0024] 图5是本发明接触式位移传感器测量电路的程序运行示意图。

具体实施方式

[0025] 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:

[0026] 图1示意性地示出了接触式位移传感器测量装置的外部整体结构;图2示意性地示出了测量装置优选实施例中测量部的内部结构;图3示意性地示出了测量装置优选实施例中数据转换部的结构;图4示意性地示出了接触式位移传感器测量电路的电路设计框图;图5示意性地示出了接触式位移传感器测量电路的程序运行框图。

[0027] 如图1、2所示,本发明提供一种接触式位移传感器测量装置,该装置包括:测量部100和数据转换部200,所述测量部100包括:壳体120、可拆卸地安装在所述壳体120顶部的连接部110、以及位于壳体120内的测量笔133和传感器,其中,所述测量部100通过连接部110与数据转换部200可拆卸连接,所述传感器与所述数据转换部200电连接,所述测量笔133在壳体120内上下可移动,所述测量笔133的末端设置有探针134,所述探针134从壳体120的底端面伸出壳体120;所述连接部110上还设置有支撑臂111,且所述支撑臂111向壳体120内的底部延伸;所述传感器为柔性应变传感器,第一端固定连接在所述测量笔133上,第二端固定连接在所述支撑臂111上,且所述第一端高于所述第二端;所述探针134接触被测体表面并与其发生相对运动时,探针134被顶起,推动测量笔133向上移动,带动传感器的第一端向上移动,传感器的第一端远离第二端,所述传感器拉伸产生应变,转化为信号传给数据转换部200,通过所述数据转换部200完成测量并输出。如图1所示,本发明所述接触式位移传感器测量装置的形状为笔形,笔尖为探针134,笔头是测量部100,笔尾是数据转换部200。

[0028] 在一个可选实施例中,所述连接部110的端面上设置有孔,测量笔133的顶端从所述孔伸入到连接部110内,孔的设置限制了测量笔133的位置使得测量笔133只能在孔内竖向地移动,避免了测量笔133在壳体120内部水平方向晃动影响测量结果。

[0029] 在一个可选实施例中,所述壳体120内还包括弹性元件,用于限制所述测量笔133的移动行程,并用于回弹所述测量笔133。进一步地,所述弹性元件套装在测量笔133上,所述弹性元件位于传感器的第一端和连接部110的下端面之间,所述测量笔133向上移动,所述弹性元件向连接部110的下端面压缩,传感器被拉伸,测量后,弹性元件向下回弹,将测量笔133复位。本实施例中,弹性元件为弹簧,所述弹性元件的直径大于所述孔的孔径。弹性元件的设置限制了测量笔133的最大移动范围,且当测量后可将测量笔133回弹至原位,更大程度地实现了测量装置的自动化。

[0030] 本发明中,将所述传感器的第二端固定连接在所述支撑臂111上,更加方便了传感器第二端的固定,更加便于传感器的更换,即只要打开连接部110即可完成传感器的拆卸与

安装,无需深入壳体120下部进行操作;同时,支撑臂111末端还可以通过阻止测量笔133末端向上移动来限制测量笔133的移动行程。但本发明的传感器第二端不限于固定在所述支撑臂111上。

[0031] 在一个可选实施例中,如图2所示,连接部110的端面上设置有孔;测量笔133为正向的L型,底端位于壳体120底部用于限制测量笔133移出壳体120,测量笔133的顶端固定连接轴承131;所述轴承131从所述孔伸入到所述连接部110内,轴承131在孔内上下移动,使得测量笔133只能在孔径内的竖向方向移动,避免在孔径外的水平方向上晃动。所述轴承131上套装有弹簧,弹簧的直径大于孔的直径,弹簧位于第一固定件141与连接部110孔所在端面之间,通过第一固定件141来控制弹簧下移。所述测量笔133上卡扣连接有第一固定件141,所述支撑臂111上卡扣连接有第二固定件142,所述传感器的第一端和第二端分别固定在第一固定件141和第二固定件142的端面上。采用第一固定件141、第二固定件142以及卡扣连接的方式,使得传感器更换更加便捷,更加快速;而且第一固定件141还可以充当弹性元件的止位件。采用第一固定件141、第二固定件142以及卡扣连接的方式,使得传感器更换更加便捷,更加快速;而且第一固定件141还可以充当弹性元件的止位件。所述第一固定件141和第二固定件142可以为夹具,也可以使用胶合等固定方式。当采用本发明测量装置进行测量时,首先对0级块规进行测量,将测量装置置于测量台上,并用固定架夹持固定整个测量装置,使探针134与测量台接触,标定零点。然后将1.5mm 0级块规至于测量台的台面与探针134之间,进行测量。最后,测得块规厚度,测量标准差37 μm 。

[0032] 本发明中,所述传感器为石墨烯柔性应变传感器,包括:基底和传感材料,所述基底采用聚二甲基硅氧烷(PDMS)制成,所述传感材料采用具有网格结构的石墨烯材料制成。更优选地,所述传感器引出导线通过导电胶连接至所述下接触板。

[0033] 在一个可选实施例中,所述连接部110内还设置有下接触板,所述传感器与所述下接触板电连接,所述下接触板与所述数据转换部200电连接,所述数据转换部200通过模数转换电路(ADC)板采集模拟信号完成测量并输出。其中,电连接的连接方式为可拆卸连接方式,方便了传感器、数据转换部200等的更换,提高了系统的灵活性。更优选地,所述传感器引出导线通过排母插头与所述下接触板连接,所述下接触板通过弹簧针与所述数据转换部200连接。该可拆卸的电连接方式,使得测量装置内部的电路可拆卸连接,方便了传感器、数据转换部200等的更换,提高了系统的灵活性。采用模数转换电路板采集模拟信号,实现对位移的简单、快速、精确测量。

[0034] 进一步地,所述连接部110的一端通过第一旋扣结构安装在所述壳体120的顶部,另一端通过第二旋扣结构与所述数据转换部200连接。进一步地,所述第一旋扣结构和第二旋扣结构均为上下双旋扣结构。优选地,所述壳体是由至少两部分构成的可拆装结构。本发明测量装置外部采用旋扣结构进行可拆卸安装连接,内部采用可拆卸地电连接方式进行连接,使得该装置结构简单,拆装方便。

[0035] 本发明数据转化部包括与测量部100内的下接触板连接的上接触板,与上接触板连接的ADC板,与ADC板连接的主控、电源板,与主控、电源板连接的接口。如图3所示,数据转化部的一端为端盖,另一端设置有连接扣210,用于与测量部100进行旋扣连接;数据转化部内部设置有用于固定主控、电源板和ADC板的固定槽220,以及用于固定上接触板的固定卡具230。

[0036] 如图4所示,本发明提供的接触式位移传感器测量装置的测量电路,包括:测量单元,以及与测量单元连接的采样电路单元,其中,所述测量单元,包括:柔性应变传感器,以及与其连接的下接触板;所述采样电路单元,包括:与所述下接触板连接的上接触板,与所述上接触板连接的ADC板(模数转换电路板),与ADC板连接的主控、电源板,所述主控、电源板通过电源接口与上位机连接并输出;所述柔性应变传感器将拉伸应变转化为模拟信号,通过下接触板和上接触板传输至ADC板,ADC板中的电流数模转换器(IDAC)对传感器两端的电压进行测量,并传输至主控、电源板,再通过电源接口与上位机连接并输出。本发明测量电路和原理简单,传感器原始信号强度大,采样电路的复杂度相较目前方案低很多,且不需要复杂的前端处理。此外,分离式的电路设计是快拆设计的条件之一。

[0037] 本发明中,所述主控、电源板上包括stm32f1主控芯片、tps61252升压芯片、mic5219-3.3线性稳压芯片、mic5219-5.0线性稳压芯片、USB-C母座。其中,主控芯片实现了USB CDC虚拟串口协议、对ADC芯片的配置与控制、数据传输等功能;升压芯片与两片线性稳压芯片共同提供了系统工作所需要的低噪声3.3V与5V电源;USB-C母座提供了USB-C接口连接,用于数据传输及系统供电。主控、电源板通过FPC排线与ADC板进行连接。

[0038] ADC板上为ADS1262模数转换芯片,这一芯片内包含了激励传感器所需的电流源的电流数模转换器IDAC,并且能够以38.4kHz、32位的分辨率对传感器两端电压进行测量。ADC板通过FPC排线与主控、电源板与上接触板进行连接。采用模数转换电路ADC板采集模拟信号,可实现对位移的简单、快速、精确测量。

[0039] 上接触板包含FPC排线接口与弹簧针。FPC排线接口用于与ADC板连接,弹簧针用于实现与下接触板的快速拆装电气连接。

[0040] 下接触板包含触点及排母接口。触点用于与上接触板的弹簧针连接;排母接口用于连接传感器引线。

[0041] 本发明测量装置测量时运行的部分程序如下:

[0042] 如图5所示,系统上电后,首先初始化主控芯片和ADC芯片,并设置ADC芯片的初始IDAC(激励电流)与DR(采样率)值,随后主程序进入空循环。当ADC数据转换完成产生采样中断时,主控芯片读取ADC转换的数据,进行校验和通过后,通过USB接口传输数据。当USB接收指令时,将根据不同的指令进行包括开始采样、结束采样、设置新的IDAC、设置新的DR的操作。

[0043] 本发明基于柔性应变传感器采用新的测量电路对位移进行测量,并为了适应测量方案将测量装置内部结构进行改进,采用了测量部100和数据转换部200独立的两段式快速拆装结构,从而提高了原始信号的灵敏度,降低了采样电路的复杂度,而且具有结构简单,测量速度快,准确度高的优点。其中,本发明快速拆装结构可以快速更换其中的传感器、采样电路,且方便采样电路在其它设备中复用,提高了系统的灵活性。通常传感器在科研任务中对传感器测试时需要更换,实际使用中传感器发生损坏时需要更换。不同的采样电路可以提供不同的精度(不同采样芯片)、适配不同电阻值的传感器(不同的前端电路)、使用不同的方式进行数据传输与供电(有线/无线)。根据具体使用需求可以对采样电路进行更换。

[0044] 以上结合附图对本发明优选实施例进行了描述,但本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以做出很

多形式,这些均属于本发明保护范围之内。

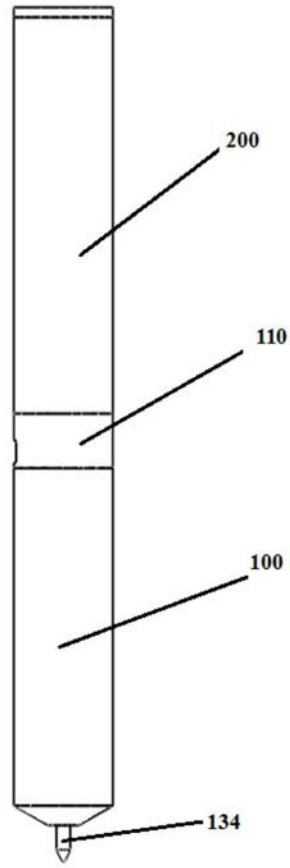


图1

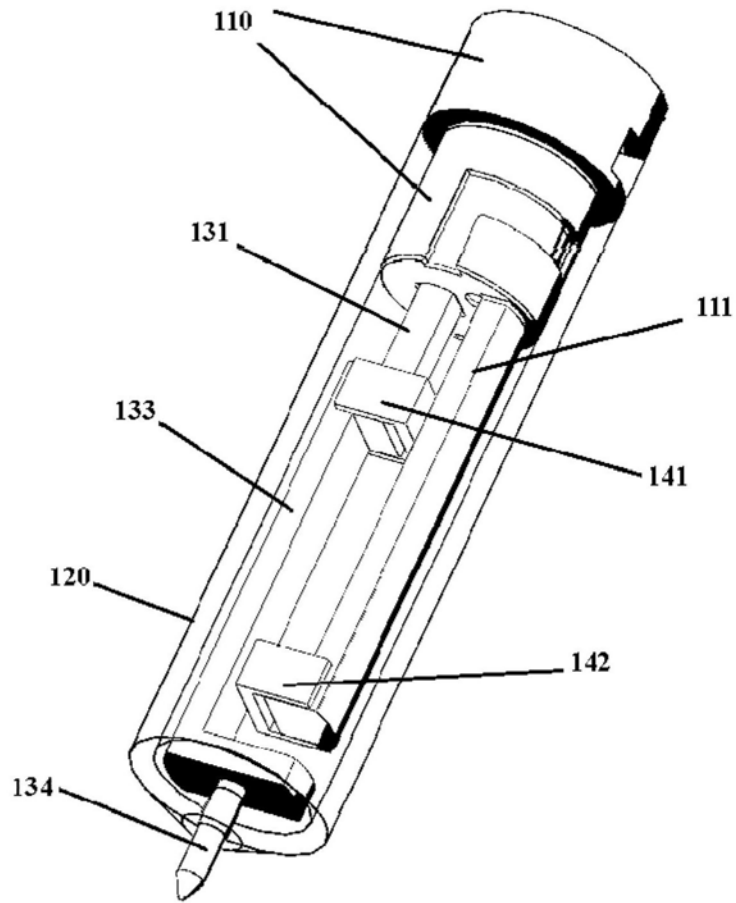


图2

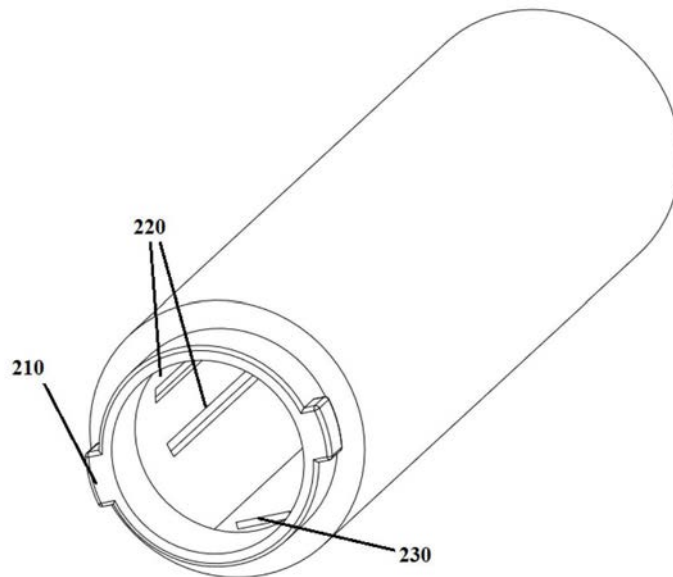


图3

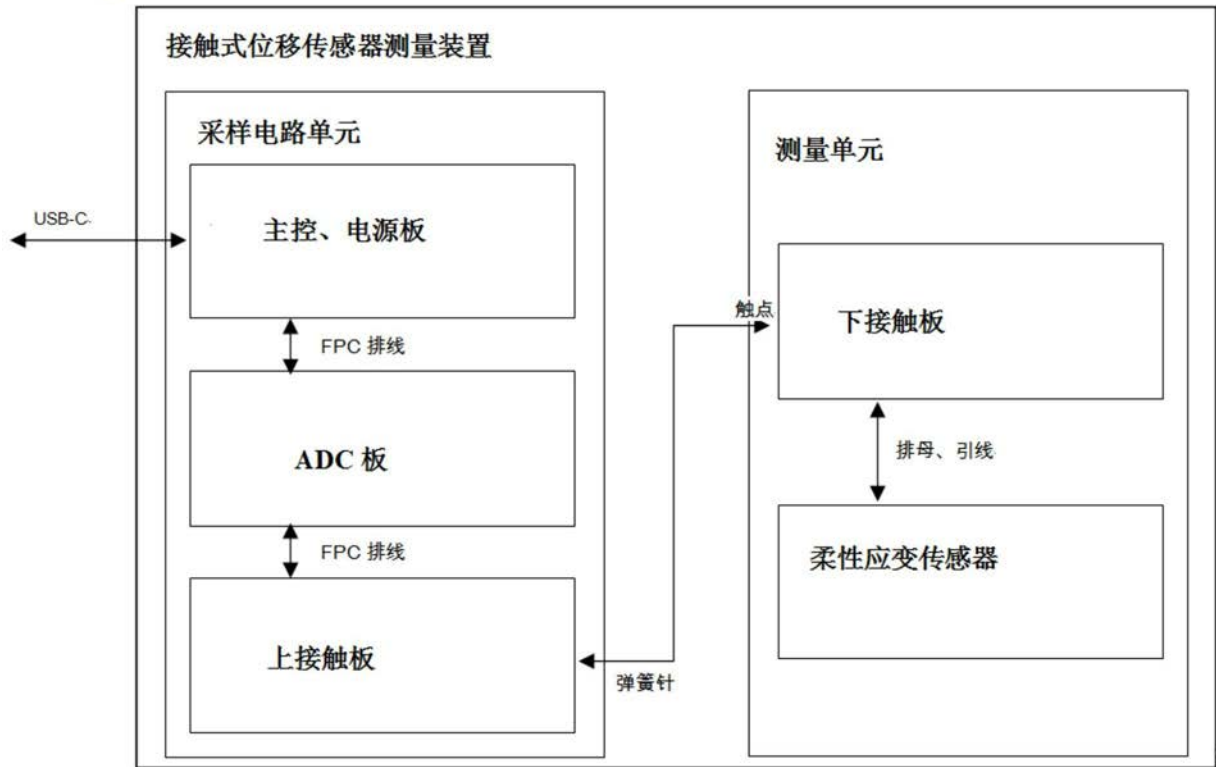


图4

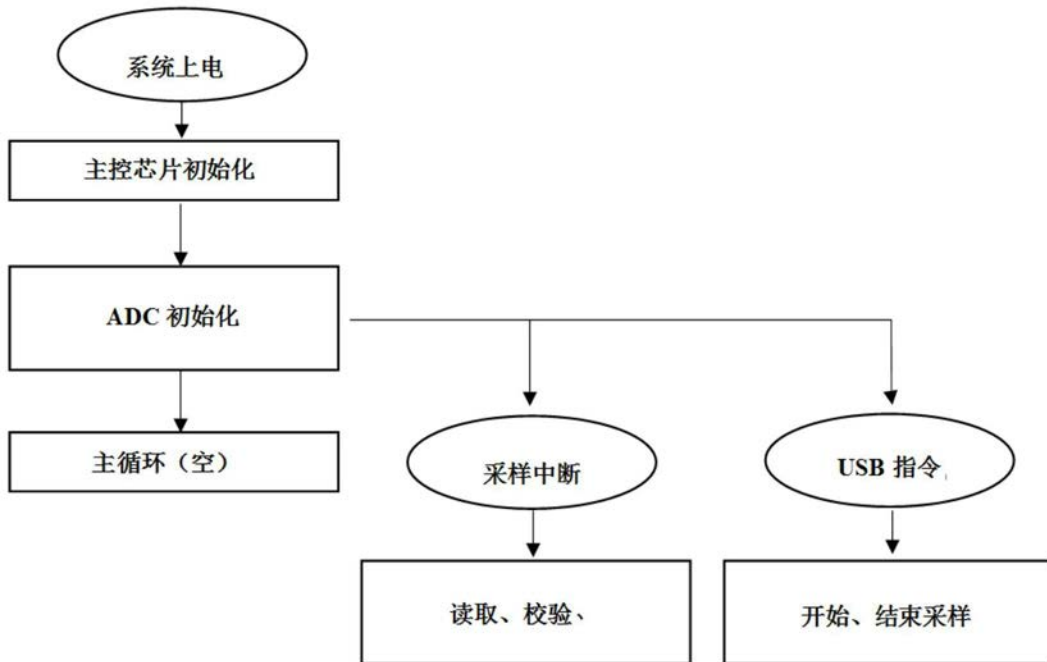


图5