



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109542277 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 15

(21) 申请号 201811106778.5

(22) 申请日 2018.09.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109542277 A

(43) 申请公布日 2019.03.29

(30) 优先权数据
62/561945 2017.09.22 US
16/036018 2018.07.16 US

(73) 专利权人 辛纳普蒂克斯公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 E.S. 柏汉农 S.C. 卢 P. 舍佩列夫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 王星 郑冀之

(51) Int.Cl.
G06F 3/044 (2006.01)

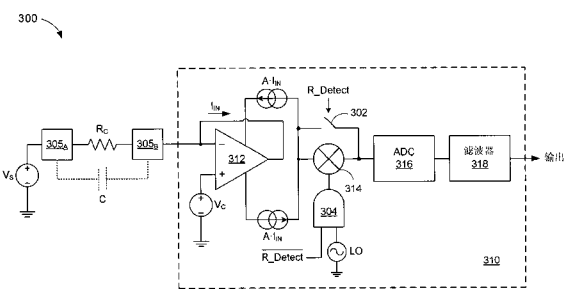
(56) 对比文件
CN 102713811 A, 2012.10.03
CN 105593799 A, 2016.05.18
US 2013009905 A1, 2013.01.10
US 2015009171 A1, 2015.01.08

审查员 冷超莹

权利要求书3页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称
用于传感器电极的欧姆计

(57) 摘要
输入设备包括多个传感器电极和处理系统, 处理系统可操作在至少第一模式或第二模式。处理系统配置成接收来自一对传感器电极的输入电流。当操作第一模式时, 处理系统配置成基于所接收的输入电流来测量跨传感器电极对的电容。当操作第二模式时, 处理系统配置成基于所接收的输入电流来测量传感器电极对之间的电阻。



1. 一种输入设备, 包括:
多个传感器电极, 设置在所述输入设备的感测区内; 以及
处理系统, 耦合到至少一对所述传感器电极, 并且配置成操作在至少第一模式或者第二模式, 其中所述处理系统包括:
放大器, 配置成接收和放大来自传感器电极对的输入电流;
模数转换器ADC, 配置成将放大的输入电流转换成数字比特流, 其中所述比特流是所述输入电流的量化表示; 以及
混合器, 至少部分基于所述处理系统的操作模式来可切换地耦合在所述放大器与所述ADC之间, 其中:
当操作在所述第一模式时, 所述处理系统配置成:
测量跨所述传感器电极对的第一电流; 以及
基于所测量的第一电流确定所述传感器电极对的电容; 以及
当操作在所述第二模式时, 所述处理系统配置成:
测量跨所述传感器电极对的第二电流; 以及
基于所测量的第二电流确定所述传感器电极对的电阻。
2. 如权利要求1所述的输入设备, 其中, 当操作在所述第一模式时, 所述处理系统还配置成:
至少部分基于所确定的电容来检测所述感测区中的用户输入。
3. 如权利要求1所述的输入设备, 其中, 当操作在所述第二模式时, 所述处理系统还配置成:
至少部分基于所确定的电阻来检测所述传感器电极对之间的电短接。
4. 如权利要求1所述的输入设备, 其中, 当操作在所述第二模式时, 所述处理系统还配置成:
至少部分基于所确定的电阻来确定所述输入设备上的应变变量。
5. 如权利要求1所述的输入设备, 其中所述处理系统还配置成:
跨所述传感器电极对驱动时变电压, 以产生所述第一电流; 以及
跨所述传感器电极对驱动恒定电压, 以产生所述第二电流。
6. 如权利要求1所述的输入设备, 其中所述混合器配置成当所述处理系统操作在所述第一模式时解调所述放大的输入电流。
7. 如权利要求1所述的输入设备, 其中当所述处理系统操作在所述第二模式时, 绕过所述混合器来将所述放大的输入电流直接提供给所述ADC。
8. 一种操作输入设备的方法, 包括:
接收指示所述输入设备的操作模式的控制信号, 其中所述输入设备在至少第一模式或者第二模式中是可配置的;
接收来自设置在所述输入设备的感测区内的传感器电极对的输入电流;
放大所接收的输入电流;
将放大的输入电流转换成数字比特流, 其中所述比特流是所述输入电流的量化表示;
以及
在将所述放大的输入电流转换成所述数字比特流之前, 至少部分基于所述控制信号来

选择性地解调所述放大的输入电流；

当所述控制信号指示操作的所述第一模式时，确定所述传感器电极对的电容，其中，所述电容通过下列步骤来确定：

测量跨所述传感器电极对的第一电流；以及

基于所测量的第一电流确定所述传感器电极对的所述电容；以及

当所述控制信号指示操作的所述第二模式时，确定所述传感器电极对的电阻，其中所述电阻通过下列步骤来确定：

测量跨所述传感器电极对的第二电流；以及

基于所测量的第二电流确定所述传感器电极对的所述电阻。

9. 如权利要求8所述的方法，还包括：

当所述控制信号指示操作的所述第一模式时，至少部分基于所确定的电容来检测所述感测区中的用户输入。

10. 如权利要求8所述的方法，还包括：

当所述控制信号指示操作的所述第二模式时，至少部分基于所确定的电阻来检测所述传感器电极对之间的电短接。

11. 如权利要求8所述的方法，还包括：

当所述控制信号指示操作的所述第二模式时，至少部分基于所确定的电阻来确定所述输入设备上的应变量。

12. 如权利要求8所述的方法，还包括：

跨所述传感器电极对驱动时变电压，以产生所述第一电流；以及

跨所述传感器电极对驱动恒定电压，以产生所述第二电流。

13. 如权利要求8所述的方法，其中所述选择性地解调包括：

当所述控制信号指示操作的所述第一模式时，解调所述放大的输入电流。

14. 如权利要求8所述的方法，其中所述选择性地解调包括：

当所述控制信号指示操作的所述第二模式时，将所述放大的输入电流直接转换成所述数字比特流，而没有解调所述放大的输入电流。

15. 一种用于可操作在至少第一模式或者第二模式的输入设备的模拟前端AFE，所述AFE包括：

放大器，配置成放大从传感器电极对所接收的输入电流；

解调器，配置成至少部分基于所述输入设备的操作模式来选择性地解调放大的输入电流；以及

模数转换器ADC，配置成：

当所述输入设备配置成操作在所述第一模式时，将所述放大的输入电流转换成指示所述传感器电极对的电容的交流AC值；以及

当所述输入设备配置成操作在所述第二模式时，将所述放大的输入电流转换成指示所述传感器电极对的电阻的直流DC值；

其中所述解调器包括一混合器，所述混合器至少部分基于所述输入设备的所述操作模式来可切换地耦合在所述放大器与所述ADC之间。

16. 如权利要求15所述的AFE，其中所述混合器配置成当所述输入设备配置成操作在所

述第一模式时解调所述放大的输入电流。

17. 如权利要求15所述的AFE, 其中当所述输入设备配置成操作在所述第二模式时, 绕过所述混合器将所述放大的输入电流直接提供给所述ADC。

用于传感器电极的欧姆计

技术领域

[0001] 本实施例一般涉及电容性感测,以及具体地涉及测量传感器电极之间的电阻。

背景技术

[0002] 包括接近传感器设备的输入设备广泛用于多种电子系统中。接近传感器设备可以包括常常通过输入表面来区分的感测区,在其中接近传感器设备确定一个或多个输入对象的存在、位置、力和/或运动。接近传感器设备可以用来提供用于电子系统的界面。例如,接近传感器设备可以用作用于较大计算系统的输入设备(诸如笔记本电脑或台式计算机中集成的或者作为其外设的不透明触摸板)。接近传感器设备还可以用于较小计算系统中(诸如蜂窝电话中集成的触摸屏)。

[0003] 接近传感器可以通过检测感测区中的电场和/或电容的改变进行操作。例如,感测区可以包括多个导体,其能够配置成发射和/或接收电信号。信号然后能够用来测量各个导体对之间的电容性耦合。“基线”表示当感测区中不存在外部对象时的导体对的预期电容。与感测区相接触(或紧密接近)的对象可以更改(例如,从基线)导体的有效电容。因此,跨一个或多个导体对的电容的所检测改变可以发信号通知感测区中的对象的存在和/或位置。

[0004] 为了检测导体对之间的电容(的改变),感测区中的导体应当彼此电隔离。然而,制造缺陷可能使导体中的两个或更多变得短接在一起。因此,这样的导体作为接近传感器可能是无效和/或不可操作的。

发明内容

[0005] 提供本概述来以简化形式介绍概念的选择,其在下面在具体实施方式中进一步描述。本概述并非意在确定要求保护的主题的关键特征或必要特征,也不意在限制要求保护的主题的范围。

[0006] 公开一种测量输入设备的传感器电极之间的电阻的方法。该方法可以由输入设备来执行,输入设备包括设置在感测区内的多个传感器电极,和耦合到传感器电极中的至少一对并且配置成操作在至少第一模式或第二模式的处理系统。当操作在第一模式时,处理系统配置成测量跨传感器电极对的第一电流,并且基于所测量的第一电流来确定传感器电极对的电容。当操作在第二模式时,处理系统配置成测量跨传感器电极对的第二电流,并且基于所测量的第二电流来确定传感器电极对的电阻。

[0007] 在一些实施例中,当操作在第一模式时,处理系统还可以配置成至少部分基于所确定的电容来检测感测区中的用户输入。在一些实施例中,当操作在第二模式时,处理系统还可以配置成至少部分基于所确定的电阻来检测传感器电极对之间的电短接。在一些其他实施例中,当操作在第二模式时,处理系统还可以配置成至少部分基于所确定的电阻来确定输入设备上的应变量。

[0008] 在一些实施例中,处理系统可以配置成跨传感器电极对驱动时变电压,以产生第一电流。例如,时变电压可以用来产生跨传感器电极对的交流(AC)。在一些其他实施例中,

处理系统可以配置成跨传感器电极对驱动恒定电压,以产生第二电流。例如,恒定电压可以用来产生跨传感器电极对的直流(DC)。

[0009] 在一些实施例中,处理系统可以包括放大器、模数转换器(ADC)和混合器。放大器可以配置成接收和放大来自传感器电极对的输入电流。ADC可以配置成将放大的输入电流转换成数字比特流。例如,数字比特流可以是输入电流的量化表示。混合器可以至少部分基于处理系统的操作模式可切换地耦合在放大器与ADC之间。

[0010] 在一些方面中,混合器可以配置成当处理系统操作在第一模式时解调放大的输入电流。在一些其他方面中,当处理系统操作在第二模式时,可以绕过混合器将放大的输入电流直接提供给ADC。

附图说明

[0011] 这些实施例作为举例示出,而不是意在受到附图的各图所限制。

[0012] 图1示出在其内可以实现这些实施例的示例输入设备。

[0013] 图2示出根据一些实施例的具有欧姆计电路的输入设备的框图。

[0014] 图3示出根据一些实施例的描绘用于输入设备的至少一部分的模拟前端(AFE)的电路图。

[0015] 图4示出根据一些实施例的具有电容性感测和电阻测量能力的输入设备的框图。

[0016] 图5示出根据一些实施例的描绘用于操作具有电容性感测和电阻测量能力的输入设备的示例操作的说明性流程图。

具体实施方式

[0017] 在以下描述中,阐述诸如特定部件、电路和过程的示例之类的许多特定细节,以提供对本公开的透彻理解。如本文中所使用的术语“耦合”意味着直接连接或者经过一个或多个中间部件或电路来连接。同样地,在以下描述中并且为了解释的目的,阐述特定术语,以提供对本公开各方面的透彻理解。然而,对于本领域的技术人员将显而易见的是,可以不要这些特定细节来实践示例实施例。在其他情况下,众所周知的电路和设备以框图形式示出,以免使本公开难以理解。以下具体实施方式的一些部分按照对计算机存储器内数据位的操作的过程、逻辑块、处理和其他符号表示来呈现。电路元件或软件块之间的互连可以示出为总线或者单信号线。总线中的每一个备选地可以是单信号线,并且单信号线中的每一个备选地可以是总线,以及单线或总线可以表示用于部件之间的通信的许多物理或逻辑机构中的任何一个或多个。

[0018] 除非另加具体说明如从以下论述中显而易见,应理解的是,贯穿本申请,利用诸如“访问”、“接收”、“发送”、“使用”、“选择”、“确定”、“归一化”、“相乘”、“求平均”、“监测”、“比较”、“应用”、“更新”、“测量”、“推导”等之类的术语的论述表示计算机系统或类似电子计算设备的动作和过程,计算机系统或类似电子计算设备操纵被表示为计算机系统的寄存器和存储器内的物理(电子)量的数据并将其变换成类似地被表示为计算机系统存储器或寄存器或其他这种信息存储、传输或显示设备内的物理量的其他数据。

[0019] 本文中所描述的技术可以通过硬件、软件、固件或者它们的任何组合来实现,除非具体描述为按照特定方式所实现。描述为模块或部件的任何特征还可以在集成逻辑设备中

一起实现或者作为分立但能共同操作的多个逻辑设备单独地实现。如果通过软件实现,则技术可以至少部分通过包括指令的非瞬态计算机可读存储介质来实现,所述指令在被执行时执行上述方法中的一个或多个。非瞬态计算机可读存储介质可以形成计算机程序产品的部分,其可以包括封装材料。

[0020] 非瞬态处理器可读存储介质可以包括诸如同步动态随机存取存储器 (SDRAM) 之类的随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、非易失性随机存取存储器 (NVRAM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、FLASH存储器、其他已知存储介质等。技术附加地或备选地可以至少部分通过处理器可读通信介质来实现,所述处理器可读通信介质承载或传递采取指令或数据结构形式的代码,并且能够由计算机或其他处理器来访问、读取和/或执行。

[0021] 结合本文中所公开的实施例所描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和指令可以由一个或多个处理器来执行。如本文中所使用的术语“处理器”可以表示任何通用处理器、常规处理器、控制器、微控制器和/或能够执行存储器中存储的一个或多个软件程序的脚本或指令的状态机。

[0022] 图1示出在其内可以实现这些实施例的示例输入设备100。输入设备100包括处理系统110和感测区120。输入设备100可以配置成向电子系统150提供输入。电子系统的示例可以包括个人计算设备(例如,台式计算机、膝上型计算机、上网本计算机、平板、万维网浏览器、电子书阅读器和个人数字助理(PDA))、复合输入设备(例如,物理键盘、操纵杆和按键开关)、数据输入设备(例如,遥控器和鼠标)、数据输出设备(例如,显示屏幕和打印机)、远程终端、信息站、视频游戏机(例如,视频游戏控制台、便携式游戏设备等)、通信设备(例如,诸如智能电话的蜂窝电话)和媒体设备(例如,记录器、编辑器和播放器,诸如电视机、机顶盒、音乐播放器、数码相框和数码相机)。

[0023] 在一些方面中,输入设备100可以实现为对应电子系统的物理部分。备选地,输入设备100可以在物理上与电子系统分离。输入设备100可以使用诸如总线和网络之类的各种有线和/或无线互连和通信技术来耦合到电子系统的部件(并且与其通信)。示例技术可以包括集成电路间(I²C)、串行外围接口(SPI)、PS/2、通用串行总线(USB)、**Bluetooth®**、红外数据协会(IrDA)以及由IEEE 802.11标准所定义的各种射频(RF)通信协议。

[0024] 在图1的示例中,输入设备100可以对应于接近传感器设备,其配置成感测由一个或多个输入对象140在感测区120中提供的输入。示例接近传感器设备可以包括触摸板、触摸屏、触摸传感器设备等。示例输入对象140可以包括手指、触控笔等。感测区120可以包含输入设备100之上、周围、之中和/或附近的任何空间,在其中输入设备100能够检测诸如由一个或多个输入对象140所提供的用户输入。感测区120相对于电子系统的大小、形状和/或位置可以取决于实际实现方式而变化。

[0025] 在一些实施例中,感测区120可以沿空间中一个或多个方向从输入设备100的表面延伸,例如,直到传感器的信噪比(SNR)下降到低于适于对象检测的阈值。例如,感测区120沿特定方向延伸到的距离可以是大约小于一毫米、数毫米、数厘米或更多,并且可以随所使用的感测技术的类型和/或期望的精度而变化。在一些实施例中,感测区120可以检测输入,这些输入涉及与输入设备100的任何表面没有物理接触、与输入设备100的输入表面(例如触摸表面和/或屏幕)相接触、与耦合以某个量的外加力或压力的输入设备100的输入表面相接触和/或它们的任何组合。

[0026] 在一些实施例中,输入表面可以由输入设备100的壳体的一个或多个表面来提供和/或投影到其上(例如,作为图像)。例如,感测区120在投影到输入设备100的输入表面上时可以具有矩形形状。在一些方面中,输入可以通过横跨感测区120中的一维、二维、三维或更高维空间的图像来提供。在一些其他方面中,输入可以通过沿着感测区120中的特定轴或平面的投影来提供。更进一步,在一些方面,输入可以通过感测区120中的图像和投影的组合来提供。

[0027] 输入设备100可以利用各种感测技术来检测用户输入。示例感测技术可以包括电容性、倒介电性、电阻性、电感性、磁性、声学、超声和光学感测技术。在一些实施例中,输入设备100可以利用电容性感测技术来检测用户输入。例如,感测区120可以包括一个或多个电容性感测元件121(例如,传感器电极),以创建电场。输入设备100可以基于感测元件121的电容的改变来检测输入。例如,与电场相接触(或者紧密接近)的对象可以引起感测元件121中的电压和/或电流的改变。电压和/或电流的这样的改变可以作为指示用户输入的“信号”来检测。感测元件121可按照阵列或其他配置来排列,以检测感测区120内的多个点处的输入。在一些方面中,一些感测元件121可以欧姆地短接在一起,以形成更大的传感器电极。一些电容性感测技术可以利用电阻片,其提供均匀电阻层。

[0028] 示例电容性感测技术可以基于“自电容”(又称作“绝对电容”)和/或“互电容”(又称作“跨电容”)。绝对电容感测方法检测感测元件121中的一个或多个与输入对象之间的电容性耦合的改变。例如,感测元件121中的一个或多个附近的输入对象可以更改感测元件121附近的电场,因而改变感测元件121中的两个或更多传感器电极之间的所测量的电容性耦合。在一些实施例中,输入设备100可以通过相对于参考电压调制传感器电极以及检测传感器电极与输入对象之间的电容性耦合来实现绝对电容感测。参考电压可以是基本上恒定的或者可以变化。在一些方面中,参考电压可以对应于地电位。

[0029] 跨电容感测方法检测传感器电极之间的电容性耦合的改变。电容性耦合的改变可以在两个不同感测元件121中的传感器电极之间或者在同一感测元件121中的两个不同传感器电极之间。例如,传感器电极附近的输入对象可以更改传感器电极之间的电场,因而改变传感器电极的所测量的电容性耦合。在一些实施例中,输入设备100可以通过检测一个或多个“发射器”传感器电极与一个或多个“接收器”传感器电极之间的电容性耦合来实现跨电容感测。发射器传感器电极可以相对于接收器传感器电极来调制。例如,发射器传感器电极可以相对于参考电压来调制以发射信号,而接收器传感器电极可以保持在相对恒定的电压以“接收”所发射的信号。由接收器传感器电极所接收的信号可以受到环境干扰(例如来自其他电磁信号和/或与传感器电极相接触或紧密接近的对象)影响。在一些方面中,每一个传感器电极可以是专用发射器或者专用接收器。在其他方面中,每一个传感器电极可以配置成进行发射和接收。

[0030] 在一些实施例中,输入设备100还可以检测施加在与感测区120重合的输入表面上的力。例如,输入设备100可以包括一个或多个力传感器,其配置成生成表示由输入对象140在与感测区120进行接触时所施加的力的力信息。在一些方面中,力信息可采取表示施加到输入表面的力的幅度(或者幅度的改变)的电信号的形式。例如,力传感器可以至少部分地由在输入表面的底侧以及输入表面下面的结构(诸如中间框架)上提供的导体来形成。更具体地,输入表面可以配置成当由输入对象140施加力时相对于下面的结构移动(例如,偏转

和/或压缩)。力传感器可基于,当输入表面相对于下面的结构移动时,导体之间的电容的改变来产生电信号。

[0031] 处理系统110可以配置成操作输入设备100的硬件,以检测感测区120中的输入。在一些实施例中,处理系统110可以控制一个或多个传感器电极和/或力传感器来检测感测区120中的对象。例如,处理系统110可以配置成经由一个或多个发射器传感器电极来发射信号,并且经由一个或多个接收器传感器电极来接收信号。处理系统110还可以配置成经由一个或多个力传感器来接收力信息。在一些方面中,处理系统110的一个或多个部件可共同位于,例如紧密接近输入设备100的感测元件。在其他方面中,处理系统110的一个或多个部件可在物理上与输入设备100的感测元件分离。例如,输入设备100可以是耦合到计算设备的外设,以及处理系统110可以实现为由计算设备的中央处理单元(CPU)所执行的软件。在另一个示例中,输入设备100可以在物理上集成在移动设备中,以及处理系统110可以至少部分对应于移动设备的CPU。

[0032] 在一些实施例中,处理系统110可以实现为模块的集合,其以固件、软件或者其组合来实现。示例模块包括:硬件操作模块,用于操作诸如传感器电极和显示屏幕之类的硬件;数据处理模块,用于处理诸如传感器信号和位置信息之类的数据;以及报告模块,用于报告信息。在一些实施例中,处理系统110可以包括:传感器操作模块,配置成操作感测元件以检测感测区120中的用户输入;识别模块,配置成识别诸如模式改变手势之类的手势;以及模式改变模块,用于改变输入设备100和/或电子系统的操作模式。

[0033] 处理系统110可以通过触发一个或多个动作来响应感测区120中的用户输入。示例动作包括改变输入设备100的操作模式和/或诸如光标移动、选择、菜单导航等的图形用户界面(GUI)动作。在一些实施例中,处理系统110可以向电子系统(例如,向电子系统的CPU)提供与所检测的输入有关的信息。电子系统然后可以处理从处理系统110所接收的信息,以执行附加动作(例如,改变电子系统的模式和/或GUI动作)。

[0034] 处理系统110可以操作输入设备100的感测元件,以产生指示感测区120中的输入(或者没有输入)的电信号。处理系统110可以对电信号执行任何适当量的处理,以转化或生成提供给电子系统的信息。例如,处理系统110可以数字化经由传感器电极接收的模拟信号和/或对所接收的信号执行滤波或调节。在一些方面中,处理系统110可以减去或者以其他方式计及与传感器电极关联的“基线”。例如,基线可以表示当没有检测到用户输入时的传感器电极的状态。在一些实施例中,处理系统110还可确定所检测输入的位置信息和/或力信息。如本文所使用的术语“位置信息”表示描述或以其他方式指示所检测输入(例如在感测区120中)的位置或定位的任何信息。示例位置信息可包括绝对位置、相对位置、速度、加速度和/或其他类型的空间信息。

[0035] 在一些实施例中,输入设备100可以包括触摸屏界面(例如,显示屏幕),其至少部分重叠感测区120。例如,输入设备100的传感器电极可以形成显示屏幕上基本上透明的覆盖,由此提供用于关联电子系统的触摸屏界面。显示屏幕可以是能够向用户显示视觉界面的任何类型的动态显示器。适当的显示屏幕技术的示例可以包括发光二极管(LED)、有机LED(OLED)、阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子体、电致发光(EL)或者其他显示技术。

[0036] 在一些实施例中,输入设备100可以与显示屏幕共享物理元件。例如,传感器电极

中的一个或多个可以用于显示界面和感测输入中。更具体地,用于感测输入的传感器电极也可以作为用于显示界面的至少一部分的显示电极进行操作。在一些实施例中,输入设备100可以包括配置用于显示界面的至少一部分和感测输入的第一传感器电极,以及可以配置仅用于输入感测的第二传感器电极。例如,第二传感器电极可以设置在显示设备的基板之间,或者可以在显示设备的外部。

[0037] 在一些方面中,显示屏幕可以至少部分由处理系统110来控制或操作。处理系统110可以配置成执行与感测输入和显示界面相关的指令。例如,处理系统110可以驱动显示电极,以同时地显示界面的至少一部分和感测用户输入。在另一个示例中,处理系统110可以驱动第一显示电极以显示界面的至少一部分,而同时地驱动第二显示电极以感测用户输入。

[0038] 如上所述,制造缺陷可以使感测元件121中的一个或多个中的传感器电极被短接。由于电容是在导体之间存储电荷的能力的量度,所以可能难以(如果不是不可能)测量短接的传感器电极之间的电容(电容的小得多的改变)。因此,短接的电极对于在许多电容性感测应用中使用而言可能是低效和/或无效的。本公开的方面可以使输入设备100能够检测和报告感测元件121的传感器电极之间的电短接。

[0039] 在一些实施例中,输入设备100可以配置成测量感测区120中的传感器电极对之间的电阻。例如,本公开的方面可以对输入设备100的现有电路施加影响,以检测传感器电极阵列中的制造缺陷。在一些方面中,处理系统110当操作在第一模式时可以测量跨感测区120中的传感器电极对的电容,而当操作在第二模式时可以测量传感器电极对之间的电阻。因此,处理系统110可以配置成作为用于输入设备100的欧姆计和/或输入检测器进行操作。在一些方面,处理系统110可以基于所测量的电阻来确定传感器电极中的任一个是否短接。在一些其他方面,处理系统110可使用所测量的电阻来检测输入设备100的其他属性和/或输入(诸如输入设备100上的应变量)。

[0040] 图2示出根据一些实施例的具有欧姆计电路的输入设备200的框图。输入设备200包括感测区210,其耦合到处理系统220。感测区210可以涵盖输入设备200之上、周围、之中和/或附近的任何空间,在其中输入设备200能够检测诸如由一个或多个输入对象(为了简洁起见而未示出)所提供的用户输入。感测区210的大小、形状和/或位置可以取决于实际实现方式而变化。

[0041] 感测区210包括传感器电极 $205_{x,y}$ (统称为传感器电极205)的阵列,其按照多(X)列和多(Y)行来排列。传感器电极205耦合到处理系统220,并且用来基于传感器电极对205之间的电容性耦合来检测感测区210中的输入。在一些实施例中,传感器电极205可以配置成实现绝对电容感测技术。例如,处理系统110可以采用经调制的信号来驱动每一个传感器电极205,并且基于经调制的信号来测量电极205与输入对象之间的电容。在其他实施例中,传感器电极205可以配置成实现跨电容性感测技术。例如,处理系统110可以采用发射器信号来驱动第一组传感器电极205,并且经由第二组传感器电极205来接收所产生信号。在一些其他实施例中,传感器电极205中的一个或多个可以包括用于更新输入设备200的显示的一个或多个显示电极。例如,显示电极可以包括Vcom电极(公共电极)的一段或多段、源极线、栅极线、阳极电极、阴极电极或者显示器的任何其他元件。

[0042] “电容性像素”可以表示传感器电极205的阵列中的局部化电容性耦合的区域。在

一些方面中,电容性像素可以在单独传感器电极205与电气地之间形成(例如,当操作在绝对电容感测模式时)。在一些其他方面,电容性像素可以在传感器电极对205之间形成(例如,当操作在跨电容性感测模式时,在发射器传感器电极与接收器传感器电极之间)。电容性耦合可以随着感测区210中的输入对象的接近和/或运动而改变,并且因而可以用来确定感测区210中输入对象的存在和/或位置。来自电容性像素的测量结果的集合形成“电容性图像”(又称作“电容性帧”),其表示跨感测区210中的多个传感器电极205中的每一个的电容性耦合。

[0043] 在一些实施例中,传感器电极205可以彼此电(或欧姆)隔离。例如,一个或多个绝缘体可以物理地分离传感器电极205,并且提供传感器电极205之间的相对高(理想地为无限)的阻抗。然而,由于制造缺陷,实际阻抗对于单独的传感器电极对205而言可能变化。在一些情况下,传感器电极205中的两个或更多之间的电阻可能相对小(例如, $<10\text{k}\Omega$),从而使这样的传感器电极205有效地彼此短接。因此,测量传感器电极205之间的阻抗以检测任何制造缺陷和/或确定传感器电极205是否适合用于输入设备200中可能是合意的。

[0044] 在一些实施例中,处理系统220可以包括电容性感测模块222、电阻(R)测量模块224和显示模块226。电容性感测模块222可以配置成将发射器信号驱动到传感器电极205中的一个或多个上并且从其中接收所产生信号。发射器信号可以被调制,并且可以在分配用于输入感测的时间段(例如,感测周期)作为一个或多个突发来发送。电容性感测模块222可以更改每一个发射器信号的幅度、频率和/或电压,以获得与接触(或紧密接近)感测区210的输入对象有关的更加鲁棒的传感器信息。在一些方面,电容性感测模块222可以耦合到传感器电极205的所选部分,并且配置成操作在绝对电容感测模式或者跨电容性感测模式。在其他方面,与操作在跨电容性感测模式时相比,当操作在绝对电容感测模式时电容性感测模块222可以耦合到不同的传感器电极205。

[0045] 在一些实施例中,电容性感测模块222可以确定感测区210中所检测的输入对象的位置。在其他实施例中,电容性感测模块222可以向另一个模块或处理器输出信号,包括指示经由传感器电极205中的一个或多个所接收的信号的信息。例如,输出信号可以提供给电子设备的确定模块或处理器(例如,具有积分器传感器处理器的主处理器或定时控制器),其然后可确定感测区210中的输入对象的位置。在一些方面,电容性感测模块222可以包括多个接收器,其各自作为用于处理系统220的相应模拟前端(AFE)来进行操作。

[0046] 电阻测量模块224可以配置成测量传感器电极205中的两个或更多之间的阻抗。在一些实施例中,电阻测量模块224可以跨传感器电极对205驱动电压,并且基于所产生电流来测量电极之间的电阻。在一些方面中,电阻测量模块224可以基于所测量的电阻来确定对应的传感器电极对205是否短接在一起。例如,如果所测量的电阻低于阈值水平(例如, $<10\text{k}\Omega$),则可以检测到电短接。在一些其他方面中,电阻测量224可以使用所测量的电阻来检测输入设备200的其他属性和/或输入(诸如输入设备200上的应变变量)。更进一步,在一些方面中,电阻测量模块224可以对电容性感测模块222的一个或多个部件(诸如AFE)施加影响,以测量对应的传感器电极205之间的电阻。因此,AFE可以在测量跨感测区210中的传感器电极对的电容时由电容性感测模块222来控制,并且可以在测量感测区210中的传感器电极对之间的电阻时由电阻测量模块224来控制。

[0047] 显示模块226可配置成将显示数据驱动到传感器电极205中的一个或多个上(例如

当作为显示电极进行操作时)。在一些实施例中,电容性感测(或阻抗检测)和显示更新可以在至少部分重叠的周期期间发生。例如,当驱动组合电极以用于显示更新时,还可以驱动组合电极以用于电容性感测。备选地,和/或作为附加,电阻测量模块224可以测量两个或更多组合电极之间的电阻,同时组合电极被驱动以用于显示更新。在其他实施例中,电容性感测(或阻抗检测)和显示更新可以在非重叠周期(例如,又称作“非显示更新”周期)期间发生。例如,非显示更新周期可以在显示帧的两个显示线的显示线更新周期之间发生。在一些方面,电容性感测模块222可配置成在一个或多个非显示更新周期期间驱动传感器电极205中的一个或多个以用于电容性感测。在其他方面中,电阻测量模块224可以配置成在一个或多个非显示更新周期期间测量传感器电极205中的两个或更多之间的电阻。

[0048] 图3示出根据一些实施例描绘用于输入设备300的至少一部分的模拟前端(AFE) 310的电路图。AFE 310耦合到一对传感器电极305_A和305_B。例如,传感器电极305_A和305_B可以对应于感测区210的任何一对相邻传感器电极205。在一些实施例中,AFE 310是多模态AFE,其能够配置成操作在电容性感测模式或者电阻测量模式。例如,当操作在电容性感测模式时,AFE 310可以用来至少部分基于传感器电极305_A和305_B的电容性耦合来检测输入设备300的感测区中的用户输入。当操作在电阻测量模式时,AFE 310可以测量传感器电极305_A与305_B之间的电阻(R_C)。

[0049] AFE 310包括电流传送器312、混合器314、模数转换器(ADC) 316和滤波器318。在一些实施例中,电流传送器312可以是运算放大器(op amp),其具有耦合到传感器电极305_B的反相输入(-)端子以及耦合到电压源 V_C 的同相输入(+)端子。op amp的输出端子耦合到(例如,按照负反馈配置的)反相输入端子。因此,电流传送器312的“输出”可以是跨op amp的电压供应端子所提供的放大的(或减弱的)信号($A \cdot I_{IN}$)。ADC 316可以配置成从电流传送器312接收模拟输出信号,并且将模拟输出信号转换成数字比特流。在一些实施例中,ADC 316可以是德尔塔-西格玛($\Delta \Sigma$)调制器,其以其内部时钟的采样频率(例如,20MHz)生成单比特流。滤波器318可以配置成将数字比特流的位宽滤波或转换成预期长度。在一些实施例中,滤波器318可以是抽选滤波器,其滤除来自 $\Delta \Sigma$ 调制器的整形量化噪声,以便在AFE 310的输出处产生更高分辨率比特流。

[0050] 在一些实施例中,混合器314可以用作解调器,以选择性地解调来自电流传送器312的输出信号($A \cdot I_{IN}$)。例如,在一些方面中,混合器314可以经由开关302可切换地耦合在电流传送器312与ADC 316之间。当开关302断开时,混合器314可以被耦合以接收来自电流传送器312的输出信号,并且可配置成通过将所接收的信号与较低频率参考信号进行混合来将所接收的信号下变频或解调到较低频率。在一些方面,较低频率参考信号可以由本地振荡器(L0)来提供。当开关302闭合时,来自电流传送器312的输出信号绕过混合器314,并且直接流入ADC 316。在一些实施例中,开关302可以由电阻检测(R_Detect)信号来控制(例如,闭合或断开),所述电阻检测(R_Detect)信号可以基于AFE 310的操作模式而变成有效或失效。在一些方面中,本地振荡器的输出(例如提供给混合器314)还可以经由AND逻辑门304由 R_Detect 信号来选通。

[0051] 在一些实施例中,耦合到AFE 310的一个或多个处理器(例如,图2的处理系统220)可以在按照电阻测量模式操作AFE 310时使 R_Detect 信号有效,以及可以在按照电容性感测模式操作AFE 310时使 R_Detect 信号失效。因此,混合器314可以至少部分基于AFE 310的

操作模式来选择性地耦合到电流传送器312(或者被绕过)。更具体地,混合器314可以在AFE 310配置成操作在电容性感测模式(例如, $R_Detect=0$)时耦合到电流传送器312,而可以在AFE 310配置成操作在电阻测量模式(例如, $R_Detect=1$)时被绕过。类似地,逻辑门304可以在AFE配置成操作在电容性感测模式时向混合器314提供本地振荡器信号,而可以在AFE配置成操作在电阻测量模式时阻止来自混合器314的本地振荡器信号。

[0052] AFE 310可以配置成通过对经由传感器电极305_A和305_B所接收的输入电流(I_{IN})进行采样来生成电容性感测信息和/或电阻测量信息。更具体地,输入电流 I_{IN} 可以基于跨传感器电极305_A和305_B所施加的电压偏置来生成。例如,第一传感器电极305_A处的电压可以由电压供应(V_S)来提供,而第二传感器电极305_B处的电压可以由电流传送器312的反相端子来提供。由于电流传送器312的同相端子处的电压由电压源 V_C 来提供,所以电流传送器312的反相端子处的电压也将等于 V_C (例如,因为op amp设法均衡其输入端子处的电压)。因此,传感器电极305_A与305_B之间的电压差(V_{AB})可以对应于电压供应 V_S 与电压源 V_C 之间的电压的差(例如, $V_{AB}=V_S-V_C$)。

[0053] 要注意的是,电压 V_S 和 V_C 的偏置可以直接影响“发射”给传感器电极305_A和305_B的电压(例如,其结果由AFE 310作为输入电流 I_{IN} 来接收)。因此,在一些实施例中,电压 V_S 和/或 V_C 中的至少一个可以是“可编程的”(例如,由AFE 310的控制器或处理器所控制或调整)。例如,电压供应 V_S 可以提供固定供应电压,而电压源 V_C 可以提供可变控制电压,其可由AFE 310的控制器或处理器来控制或调整。在一些方面中,电压 V_S 或 V_C 中的一个可以是地电位。在其他方面中,电压 V_S 和 V_C 中的每一个可以由AFE 310的控制器或处理器来控制或调整。因为电流传送器312具有受限动态范围,所以可以选择电压 V_C 和/或 V_S 来确保输入电流 I_{IN} 不超过电流传送器312的动态范围。

[0054] 当操作在电容性感测模式时,(诸如由交流(AC)电压源所提供的)时变电压可以被施加到传感器电极305_A和305_B。例如,时变电压可以通过相对于源电压 V_S 改变控制电压 V_C 的幅度来生成。时变电压产生对应的时变输入电流 I_{IN} ,其具有与电压改变的速率对应的频率。输入电流 I_{IN} 由电流传送器312基于电流传送器312的增益(A)来放大(或减弱)。由于AFE 310操作在电容性感测模式,所以 R_Detect 信号失效(例如, $R_Detect=0$),以及因此开关302断开并且本地振荡器信号可以由逻辑门304提供给混合器314。

[0055] 混合器314接收放大的输入电流 $A \cdot I_{IN}$,并且使用本地振荡器信号解调所接收的输入电流 $A \cdot I_{IN}$ 。ADC 316将解调的信号转换为数字比特流(例如,AC输入电流 $A \cdot I_{IN}$ 的离散样本),以及滤波器318对这些比特进行滤波,以改进AFE 310的输出处的数字比特流的分辨率。相应地,(例如,在AFE 310的输出处的)输入电流 I_{IN} 的量化表示可以用来导出传感器电极305_A和305_B的电容C(例如, $i_{IN}(t) = C \frac{dv_{AB}(t)}{dt}$,其中 i_{IN} 是AC值)。

[0056] 当操作在电阻测量模式时,可以施加(诸如由直流(DC)电压源所提供的)恒定电压到传感器电极305_A和305_B。例如,恒定电压可以通过将控制电压 V_C 维持在相对于源电压 V_S 的恒定幅度来生成。恒定电压产生恒定输入电流 I_{IN} ,其由电流传送器312基于电流传送器312的增益A来放大(或减弱)。由于AFE 310操作在电阻测量模式,所以 R_Detect 信号变成有效(例如, $R_Detect=1$),以及因此开关302闭合并且本地振荡器信号可以由逻辑门304来抑制。

[0057] 开关302的闭合使放大的输入电流 $A \cdot I_{IN}$ 绕过混合器314(例如,这由于电流 I_{IN} 具有恒定幅度而可以是合意的),并且直接提供给ADC 316。ADC 316将放大的输入电流转换为数字比特流(例如,DC输入电流 $A \cdot I_{IN}$ 的离散样本),以及滤波器318对这些比特进行滤波以改进AFE 310的输出处的数字比特流的分辨率。因而,(例如,在AFE 310的输出处的)输入电流 I_{IN} 的量化表示可以用来导出传感器电极305_A与305_B之间的电阻 R_C (例如, $I_{IN} = \frac{V_{AB}}{R_C}$,其中 I_{IN} 是DC值)。

[0058] 在一些实施例中,AFE 310的输出可以提供给输入设备300的一个或多个处理器(诸如图1的处理系统110或者图2的处理系统220)以供进一步处理。例如,当操作在电容性感测模式时,处理系统可以基于传感器电极305_A和305_B的电容 C 来检测感测区中的输入对象的存在和/或位置。另一方面,当操作在电阻测量模式时,处理系统可以基于传感器电极305_A与305_B之间的电阻 R_C 来确定传感器电极305_A和305_B是否有效地彼此短接(例如,并且因此不适合于电容性感测实现方式)。

[0059] 在一些实现方式中,与所测量的电阻 R_C (和/或所检测的电短接)有关的信息可以提供给传感器阵列的制造商(例如,以用于质量控制目的)。在其他实现方式中,输入设备300可以使用与所测量的电阻 R_C (和/或所检测的电短接)有关的信息来动态地调整其感测电路的一个或多个部件。例如,输入设备300可以基于所测量的电阻 R_C 来调整电压 V_C 和/或 V_S ,使得输入电流 I_{IN} 不超过电流传送器312的动态范围。如果输入设备300确定传感器电极305_A和305_B彼此短接(例如, $R_C < 10k\Omega$),则输入设备300可以(例如,通过禁用AFE 310)避免将传感器电极305_A和305_B用于电容性感测操作。

[0060] 要注意的是,在AFE 310中可能存在影响所测量的电阻 R_C 的精度电压和/或电流偏移。因此,在一些方面中,AFE 310可以(例如,经由开关或多路转接器,为了简洁起见而未示出)与传感器电极305_A和305_B去耦合,以获取“基线”电阻测量结果。然后可以从 R_C 的全部后续测量结果中减去这个基线电阻(例如,当AFE 310耦合到传感器电极305_A和305_B时),以确定传感器电极305_A与305_B之间的实际电阻的更精确的测量结果。在一些实现方式中,所测量的电阻 R_C 还可以包括寄生的输入设备300的芯片上电阻的量度。因此,在一些方面,输入设备300可以从所测量的电阻 R_C 中滤除这个寄生电阻。

[0061] 还要注意的,由AFE 310可检测的电阻 R_C 的范围可以通过电流传送器312的配置(诸如op amp的增益 A)和/或ADC 316的配置(诸如用来对放大的输入电流 $A \cdot I_{IN}$ 进行采样的参考电流)来限制。因此,在一些实施例中,输入设备300可以通过调整电流传送器312的增益 A 和/或ADC 316的参考电流来增加由AFE 310可检测的电阻 R_C 的范围。

[0062] 本公开的方面可以用来测量输入设备的任何导电元件之间的电阻,而并不局限于电容性传感器电极。例如,在一些实施例中,传感器电极305_A和305_B可以用来测量施加在输入设备300(例如,应变仪、压阻传感器、压电传感器等)上的应变或其他力。更具体地,传感器电极305_A和305_B的电阻可以在任何给定时刻与输入设备300上的应变变量相关连。在一些方面,输入设备300上的过量应变可能是不合意的(例如,由于其可能使输入设备300的性能和/或可靠性降级)。在一些其他方面,输入设备300上的应变可以与用户输入相一致(例如,指示与输入设备300的感测区相接触的对象所施加的力或压力的量)。因此,在一些实施例中,由AFE 310所测量的电阻可以用来检测输入设备300的其他属性和/或输入。

[0063] 图4示出根据一些实施例的具有电容性感测和电阻测量能力的输入设备400的框图。输入设备400可以是图1-图3的输入设备100、200或300中的任一个的示例实施例。在一些实施例中,输入设备400可以包括传感器接口410、处理器420和存储器430。

[0064] 传感器接口410可以耦合到多个传感器电极(诸如图1的感测元件121、图2的传感器电极205或者图3的传感器电极305)。更具体地,传感器接口410可以当操作在电容性感测模式或者电阻测量模式时用来与传感器电极进行通信。例如,传感器接口410可以向(例如,传感器电极对的)第一传感器电极发射信号,并且从(例如,传感器电极对的)第二传感器电极接收所产生信号。当操作在电容性感测模式时,第一传感器电极可以是发射器电极,而第二传感器电极可以是接收器电极。

[0065] 存储器430可以包括非瞬态计算机可读介质(例如,一个或多个非易失性存储器元件,诸如EPROM、EEPROM、闪速存储器、硬盘驱动器等),其可以至少存储下列软件(SW)模块:

[0066] • 电极测量SW模块432,至少部分基于输入设备400的操作模式来产生跨传感器电极对的输入电流,电极测量SW模块432包括:

[0067] -电容性感测子模块433,当操作在电容性感测模式时基于输入电流来测量跨传感器电极对的电容;以及

[0068] -电阻测量子模块434,当操作在电阻测量模式时基于输入电流来测量传感器电极对之间的电阻;以及

[0069] • 信号分析SW模块436,至少部分基于输入设备400的操作模式来确定与输入电流关联的信息,信号分析SW模块436包括:

[0070] -输入检测子模块437,(例如,当操作在电容性感测模式时)至少部分基于所测量的电容来检测输入设备400的感测区中的用户输入;

[0071] -短接检测子模块438,(例如,当操作在电阻测量模式时)至少部分基于所测量的电阻来检测传感器电极对之间的电短接;以及

[0072] -应变测量子模块439,(例如,当操作在电阻测量模式时)至少部分基于所测量的电阻来确定输入设备上的应变变量。

[0073] 每一个软件模块包括指令,其在由处理器420执行时使输入设备400执行对应功能。因此,存储器430的非瞬态计算机可读介质包括用于执行以下关于图5所描述的操作的全部或者一部分的指令。

[0074] 处理器420可以是能够执行输入设备400中(例如,存储器430内)存储的一个或多个软件程序的脚本或指令的任何适当的一个或多个处理器。例如,处理器420可以至少部分基于输入设备400的操作模式来执行电极测量SW模块432,以产生跨传感器电极对的输入电流。在执行电极测量SW模块432中,处理器420还可以执行电容性感测子模块433或电阻测量子模块434。例如,处理器420可以当操作在电容性感测模式时执行电容性感测子模块433以基于输入电流来测量跨传感器电极对的电容。此外,处理器420可以当操作在电阻测量模式时执行电阻测量子模块434以基于输入电流来测量传感器电极对之间的电阻。

[0075] 处理器420还可以执行信号分析SW模块436,以至少部分基于输入设备400的操作模式来确定与输入电流关联的信息。在执行信号分析SW模块436中,处理器420还可以执行输入检测子模块437、短接检测子模块438或者应变测量子模块439。例如,处理器420可以执行输入检测子模块437以至少部分基于所测量的电容来检测输入设备400的感测区中的用

户输入(例如,当操作在电容性感测模式时)。处理器420还可以执行短接检测子模块438以至少部分基于所测量的电阻来检测传感器电极对之间的电短接(例如,当操作在电阻测量模式时)。更进一步,处理器420可以执行应变测量子模块439,以至少部分基于所测量的电阻来确定输入设备上的应变变量(例如,当操作在电阻测量模式时)。

[0076] 图5示出根据一些实施例的描绘用于操作具有电容性感测和电阻测量能力的输入设备的示例操作500的说明性流程图。例如参照图2,操作500可以由处理系统220执行以选择性地测量跨两个或更多传感器电极的电容和/或电阻。

[0077] 处理系统220可以接收指示对应输入设备的操作模式的控制信号(510)。在一些实施例中,输入设备在电容性感测模式或电阻测量模式可以是可配置的。因此,控制信号可以指示电容性感测模式或者电阻测量模式的选择。在一些方面中,输入设备的操作模式可以是用户可选择的。在一些其他方面中,输入设备的操作模式可以由一个或多个处理器和/或执行于输入设备上(或在其外部)的应用来选择。

[0078] 处理系统可以基于所接收的控制信号来确定输入设备是否配置成操作在电阻测量模式(520)。例如,在一些方面中,控制信号可以对应于图3的R_Detect信号。因此,当变成失效时,控制信号可以指示输入设备是要操作在电容性感测模式。另一方面,当变成有效时,控制信号可以指示输入设备是要操作在电阻测量模式。

[0079] 当控制信号指示输入设备不是配置成操作在电阻测量模式(如在520所测试的那样)时,处理系统220可以测量跨输入设备的一对传感器电极的第一电流(530)。在一些实施例中,当处理系统220(或输入设备200)操作在电容性感测模式时,电容性感测模块222可以跨传感器电极对驱动时变电压,以产生交流(AC)。例如参照图3的AFE 310,时变电压可以通过相对于源电压 V_S 改变控制电压 V_C 的幅度来生成。

[0080] 处理系统220然后可以基于所测量的第一电流来确定传感器电极对的电容(540)。例如参照AFE 310,当操作在电容性感测模式时,输入信号由电流传送器312来放大(或减弱),并且后续由混合器314来解调。ADC 316将解调的信号转换为数字比特流,以及滤波器318对这些比特进行滤波,以改进AFE 310的输出处的数字比特流的分辨率。电容性感测模块222然后可以基于输入信号的量化表示来确定传感器电极对的电容(C)(例如, $i_{IN}(t) = C \frac{dv_{AF}(t)}{dt}$)。在一些方面中,电容性感测模块222还可以至少部分基于所测量的电容来检测输入设备200的感测区中的用户输入。

[0081] 当控制信号指示输入设备配置成操作在电阻测量模式(如在520所测试的那样)时,处理系统220可以测量跨传感器电极对的第二电流(550)。在一些实施例中,当处理系统220(或输入设备200)操作在电阻测量模式时,电阻测量模块224可以跨传感器电极对驱动恒定电压,以产生直流(DC)。例如参照AFE 310,恒定电压可以通过将控制电压 V_C 相对于源电压 V_S 维持在恒定幅度来生成。

[0082] 处理系统220然后可以基于所测量的第二电流来确定传感器电极对的电阻(560)。例如参照AFE 310,当操作在电阻测量模式时,输入信号由电流传送器312来放大(或减弱),并且后续地(例如,绕过混合器314)直接提供给ADC 316。ADC 316将放大的输入电流转换为数字比特流,以及滤波器318对这些比特进行滤波,以改进AFE 310的输出处的数字比特流的分辨率。电阻测量模块224然后可以基于输入信号的量化表示来确定传感器电极对之间的电阻(R_C)(例如,

[0083] $I_{IN} = \frac{V_{AB}}{R_C}$)。在一些方面中,电阻测量模块224还可以至少部分基于所测量的电阻来检测传感器电极对之间的电短接。在一些其他方面中,电阻测量模块224还可以基于所测量的电阻来检测输入设备200的其他属性和/或输入(诸如输入设备200上的应变量)。

[0084] 本领域的技术人员将会理解,信息和信号可以使用多种不同技术中的任一种来表示。例如,贯穿以上描述可能提到的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和碎片可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者它们的任何组合来表示。

[0085] 此外,本领域的技术人员将会理解,结合本文中所公开的方面所描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可以实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地图示硬件和软件的这种可互换性,各种说明性部件、块、模块、电路和步骤已经在上文根据其功能性总体地进行了描述。这样的功能性是实现为硬件还是软件将取决于特定应用以及对总体系统所施加的设计限制。技术人员可以针对每一个特定应用按照变化的方式来实现所描述的功能性,但是这样的实现方式决策不应当被理解为引起与本公开的范围的背离。

[0086] 结合本文中所公开的方面的方法、序列或算法可以通过硬件、通过由处理器所执行的软件模块或者通过两者的组合直接体现。软件模块可以位于RAM存储器、闪速存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可拆卸磁盘、CD-ROM或者本领域已知的任何其他形式的存储介质中。示例性存储介质耦合到处理器,使得处理器能够从/向存储介质读取/写入信息。在备选的方案中,存储介质可以是处理器的组成部分。

[0087] 在前面的说明书中,已经针对其特定示例描述了实施例。然而,将显而易见的是,可以对其进行各种修改和改变,而没有背离如所附权利要求书中所阐述的本公开的更广泛的范围。说明书和附图相应地应被以说明性意义而不是限制性意义来审视。

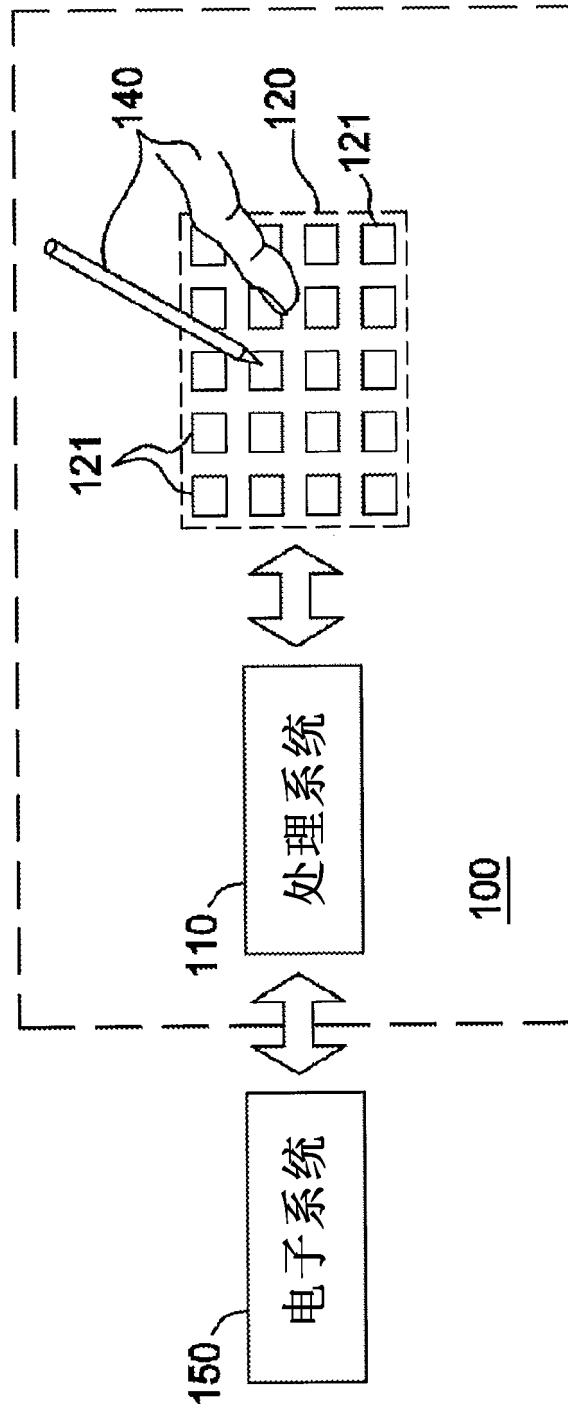


图 1

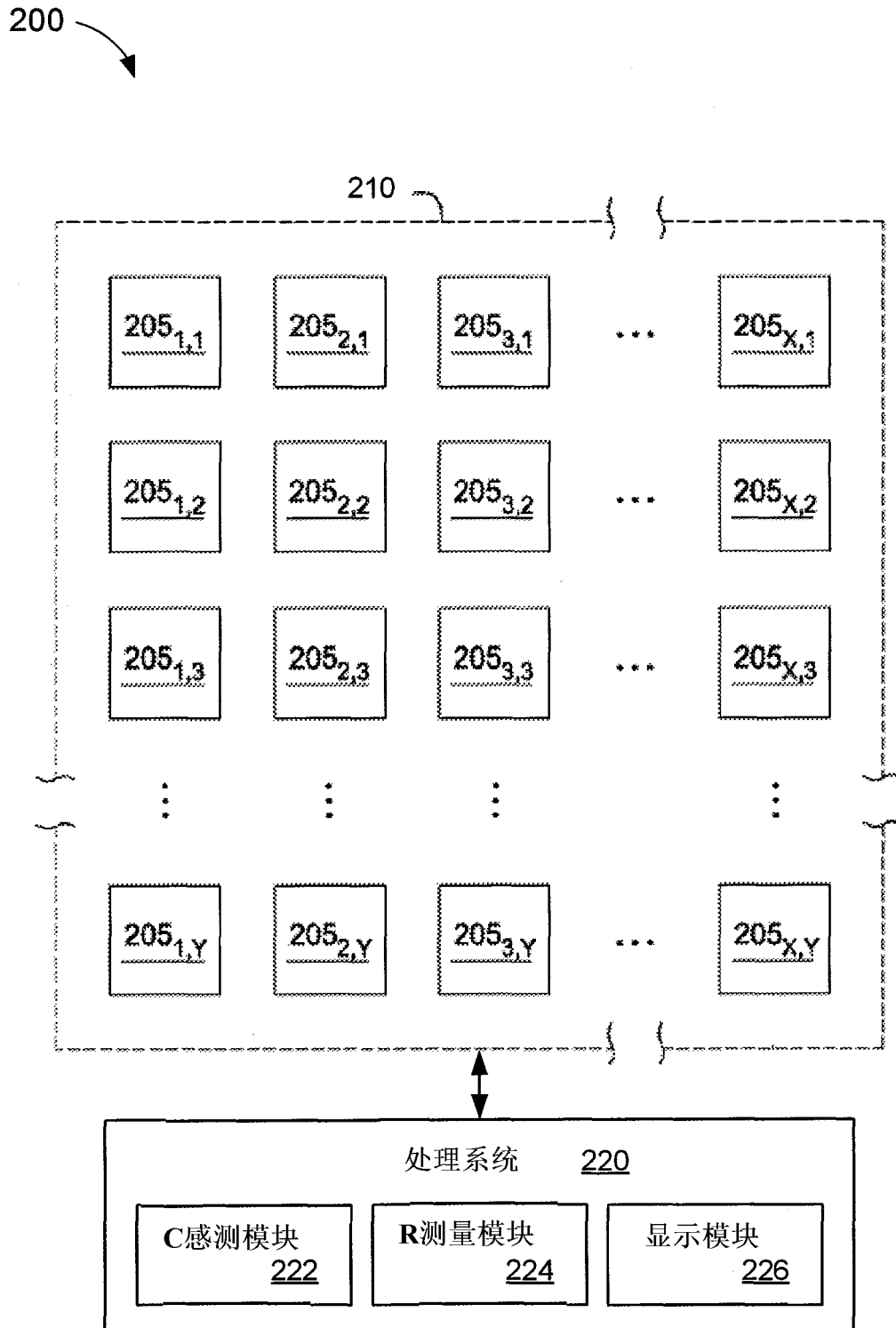


图 2

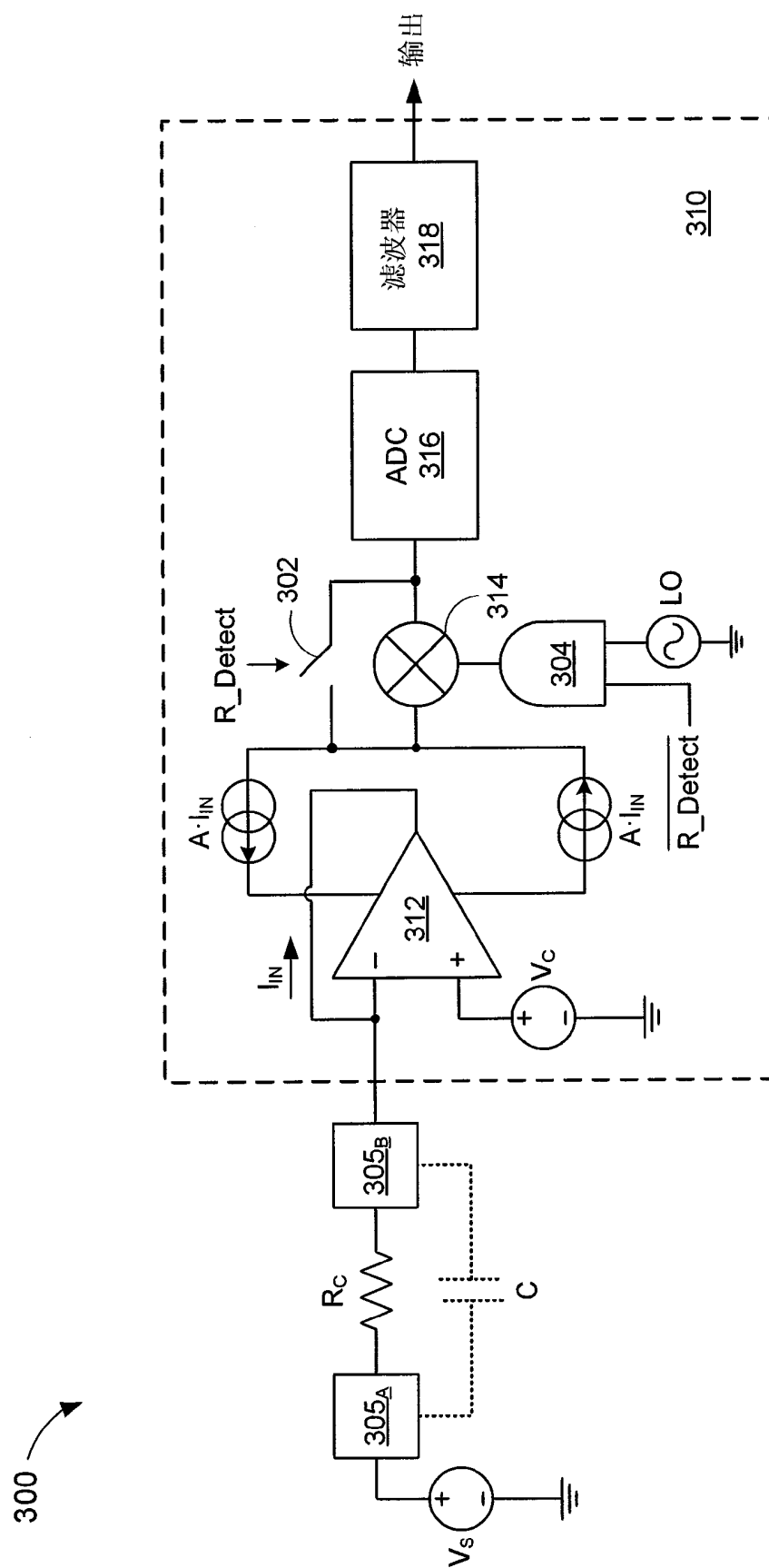


图 3

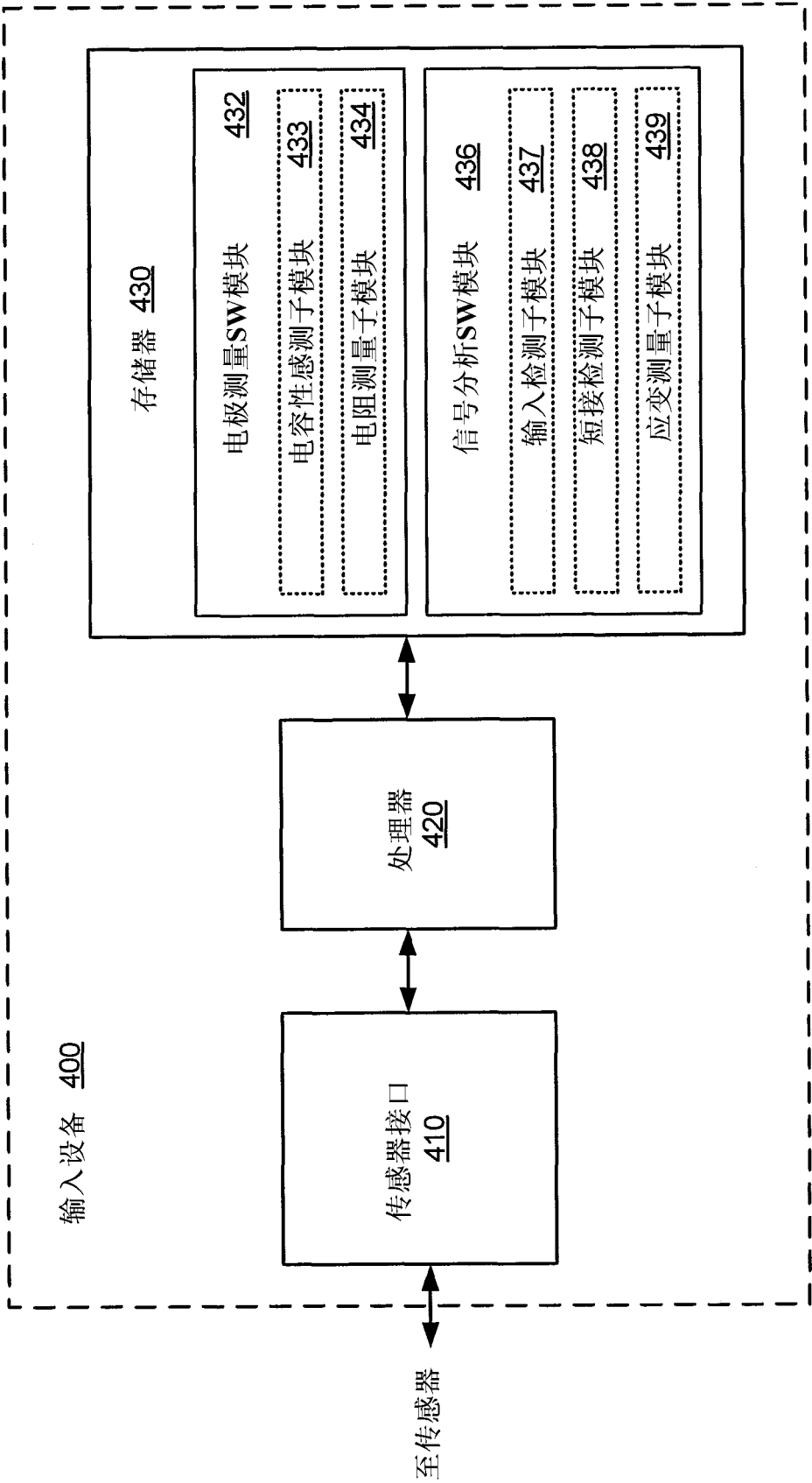


图 4

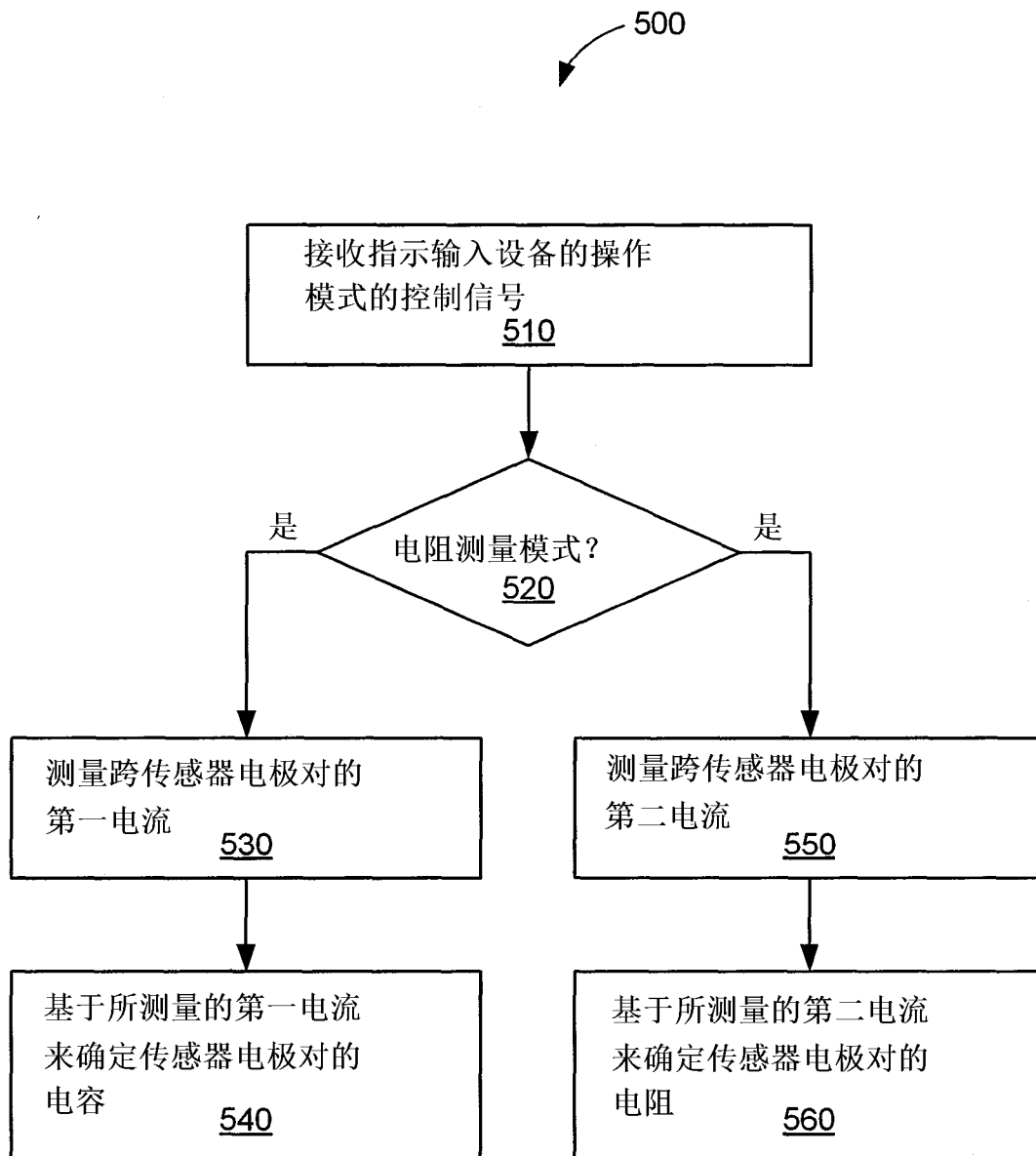


图 5