



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106716839 B

(45) 授权公告日 2021.03.23

(21) 申请号 201580052185.3

(73) 专利权人 密克罗奇普技术公司

(22) 申请日 2015.01.27

地址 美国亚利桑那州

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 布尔克·戴维森 高翔

申请公布号 CN 106716839 A

雅恩·勒法尔

(43) 申请公布日 2017.05.24

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(30) 优先权数据

代理人 沈锦华

62/068,450 2014.10.24 US

14/566,183 2014.12.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.CI.

2017.03.27

H03K 17/96 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2015/013057 2015.01.27

CN 103918183 A, 2014.07.09

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 102273076 A, 2011.12.07

W02016/064438 EN 2016.04.28

审查员 陈飞

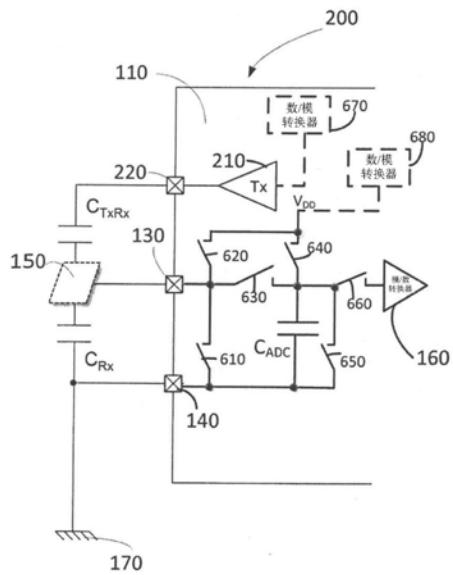
权利要求书2页 说明书9页 附图17页

(54) 发明名称

在电容感测中未接地导电物体的模拟消除

(57) 摘要

本发明涉及一种用于通过起始电容传感器(150)的自电容测量来用电容传感器执行触摸确定的方法，其中同时执行包含所述电容传感器的互电容测量。可执行此方法使得所述自电容测量及所述互电容测量随着未接地导电物体接近或触摸所述电容传感器而差分抵消及针对接地物体接近或触摸所述电容传感器而相加性组合。



1. 一种用于用电容传感器执行触摸确定的方法；

启动电容传感器电极的自电容测量，所述电容传感器电极与测量电路的输入耦合，其中同时执行包含所述电容传感器电极以及邻近所述电容传感器电极的第二电极的互电容测量，其中在所述输入已在所述自电容测量期间设置到高阻抗状态后，通过所述测量电路的输出端口产生独立的脉冲以及经由所述第二电极电容式耦合所述脉冲到所述电容传感器电极中从而执行所述互电容测量。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中所述自电容测量是电容式分压器测量。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中所述自电容测量是充电时间测量。

4. 根据权利要求1所述的方法，其进一步包括校准方法，其中在执行触摸确定前执行所述校准方法，所述校准方法包括：

执行个别自电容测量且存储第一测量值；

执行个别互电容测量且存储第二测量值；及

从所述第一及所述第二测量值计算比例因子；

其中用于执行触摸确定的所述方法包含将所述比例因子应用到所述自电容或所述互电容测量。

5. 一种根据以上权利要求中任一权利要求所述的方法，

其中通过以下步骤执行第一自电容以及互电容测量：

将所述测量电路的第一电容器充电到第一电平且将由所述电容传感器电极形成的第二电容器充电到第二电平；

并联耦合第一电容器及第二电容器，同时将所述输入设置到高阻抗且馈送由I/O端口产生的并具有所述第一电平的脉冲到与所述第二电容器电容式耦合的保护电极；

在安定相位后，确定所述并联耦合的电容的第一安定电压电平；

此后通过以下步骤执行第二自电容以及互电容测量：

将所述第一电容器充电到所述第二电平且将所述第二电容器充电到所述第一电平；

并联耦合所述第一电容器及第二电容器，同时将所述输入设置到高阻抗，其中在所述第一及所述第二电容器的耦合后终止所述脉冲；

在安定相位后，确定所述并联耦合的电容的第二安定电压电平。

6. 根据权利要求5所述的方法，其中所述第一电压电平是预定电压V_{DD}且所述第二电压电平是接地电平V_{SS}。

7. 根据权利要求5所述的方法，其中所述第二电压电平是预定电压V_{DD}且所述第一电压电平是接地电平V_{SS}。

8. 根据权利要求5所述的方法，其中所述脉冲具有电压电平V_{DD}且在当并联耦合所述第一及所述第二电容器时开始的预定时段到期后开始。

9. 一种用于用电容传感器执行触摸确定的微控制器，其包括：

电容测量单元，其可经配置以执行与互电容测量组合的自电容测量且包括控制单元，其可操作以：

启动电容传感器电极的自电容测量，所述电容传感器电极与所述电容测量单元的输入耦合，其中同时执行包含所述电容传感器电极以及邻近所述电容传感器电极的第二电极的互电容测量，其中所述电容测量单元经配置以在所述自电容测量期间切换所述输入到高阻

抗状态且通过所述电容测量单元的输出端口产生独立的脉冲以及经由所述第二电极将所述脉冲电容式耦合到所述电容传感器电极中从而执行所述互电容测量。

10. 根据权利要求9所述的微控制器，其中所述电容测量单元包括电容式分压器测量单元。

11. 根据权利要求10所述的微控制器，其中所述电容式分压器测量单元包括：

第一开关单元，其耦合在第一外部引脚与形成第一电容器的取样及保持电容器之间且可操作以将第二电容器充电到第一或第二电压电平或将外部连接的电容器切换而与所述取样及保持电容器并联；

第二开关单元，其与所述取样及保持电容器耦合且可操作以将所述取样及保持电容器充电到所述第一或所述第二电压电平；

模/数转换器，其可操作以与所述并联切换的电容器耦合；且

其中所述控制单元经配置以控制所述第一及所述第二开关单元。

12. 根据权利要求11所述的微控制器，其进一步包括与输入/输出端口耦合的第二外部引脚，所述输入/输出端口可经配置以作为输出端口操作，其中所述控制单元经配置以控制用于产生所述独立的脉冲的所述输出端口。

13. 根据权利要求9所述的微控制器，其中所述电容测量单元包括充电时间测量，其中所述控制单元经配置以用所述充电时间测量单元控制自电容测量，其中所述充电时间测量单元与第一外部引脚连接，所述第一外部引脚适合于与电容传感器电极连接。

14. 根据权利要求13所述的微控制器，其进一步包括与输入/输出端口耦合的第二外部引脚，所述输入/输出端口可经配置以作为输出端口操作，其中所述控制单元经配置以控制用于产生所述独立的脉冲的所述输出端口。

15. 根据权利要求9所述的微控制器，其中所述控制单元经配置以在执行触摸确定前执行校准，所述控制单元控制：

个别自电容测量且存储第一测量值；

个别互电容测量且存储第二测量值；且

其中所述控制单元或所述微控制器的处理器经配置以从所述第一及所述第二测量值计算比例因子；

其中针对执行触摸确定，所述控制单元经配置以将所述比例因子应用到所述自电容或所述互电容测量。

16. 根据权利要求15所述的微控制器，其中所述比例因子在所述自电容测量期间改变充电电平或在所述互电容测量期间改变电压电平。

17. 一种包括根据权利要求12所述的微控制器的系统，其包括通过所述第一外部引脚与所述微控制器连接的所述电容传感器电极及经布置成靠近与所述第二外部引脚连接的所述电容传感器电极的屏蔽或保护电极。

18. 一种包括根据权利要求14所述的微控制器的系统，其包括通过所述第一外部引脚与所述微控制器连接的所述电容传感器及经布置成靠近与所述第二外部引脚连接的所述电容传感器的屏蔽或保护电极。

在电容感测中未接地导电物体的模拟消除

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张2014年10月24日申请的第62/068,450号美国临时专利申请案的权益,所述申请案的全文以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及电容感测,特定来说,涉及在电容感测中未接地导电物体(例如高电容率物体)的模拟消除。

背景技术

[0004] 电容触摸表面需要避免污染以正常工作。然而,在特定实施例中的电容触摸感测将触摸表面暴露到污染表面且对感测特性具有不利影响的液体或其它材料。因此,需要不受对触摸表面的污染(特定来说触摸表面上的水)影响的电容触摸感测。

[0005] 用于电容感测中的防水的现有解决方案仅使用互电容,且当水引入系统时造成信号上的负移位且当手指引入时造成正移位。当水从系统移除时,如果移除负移位使正移位过大,那么可出现误触发。

[0006] 此问题的其它解决方案使用软件模式匹配算法来检测水与手指之间的行为差异。这导致大量额外开销及并未考虑所有行为模式。

发明内容

[0007] 根据实施例,在用于用电容传感器执行触摸确定的方法中,起始电容传感器的自电容测量,其中同时执行包含电容传感器的互电容测量。

[0008] 根据另一实施例,在所述传感器已在所述自电容测量期间设置到高阻抗状态后,脉冲可经电容式耦合到所述电容传感器中以用于执行所述互电容测量。根据另一实施例,屏蔽或保护电极可布置成靠近所述电容传感器以提供电容式耦合。根据另一实施例,所述自电容测量可为电容式分压器测量。根据另一实施例,所述自电容测量是充电时间测量。根据另一实施例,所述方法可进一步包括校准方法,其中在执行触摸确定前执行所述校准方法。所述校准方法可包括下列步骤:执行个别自电容测量且存储第一测量值;执行个别互电容测量且存储第二测量值;及从所述第一及所述第二测量值计算比例因子;其中用于执行触摸确定的方法包含将所述比例因子应用到所述自电容或所述互电容测量。

[0009] 根据另一实施例,一种用于用电容传感器执行触摸确定的方法可包括下列步骤:将第一电容器充电到第一电平且将传感器的第二电容器充电到第二电平;并联耦合第一及第二电容器,同时所述传感器设置到高阻抗且将脉冲馈送到与所述传感器电容式耦合的保护传感器;在安定相位后,确定所述并联耦合的电容的第一安定电压电平;此后,将所述第一电容器充电到所述第二电平且将所述传感器的所述第二电容器充电到所述第一电平;并联耦合第一及第二电容器,同时将所述传感器设置到高阻抗,其中在所述第一及所述第二电容器耦合后终止所述脉冲;及在安定相位后,确定所述并联耦合的电容的第二安定电压

电平。

[0010] 根据另一实施例，所述第一电平可为预定电压V_{DD}且所述第二电压电平是接地电平V_{SS}。根据另一实施例，所述第二电平可为预定电压V_{DD}且所述第一电压电平是接地电平V_{SS}。根据另一实施例，所述脉冲可具有电压电平V_{DD}且在当并联耦合所述第一及所述第二电容器时开始的预定时段到期后开始。

[0011] 根据又一实施例，用于用电容传感器执行触摸确定的微控制器可包括：电容测量单元，其可经配置以执行自电容测量及互电容测量，且包括控制单元，所述控制单元可操作以：起始与所述电容测量单元耦合的电容传感器的自电容测量，其中同时执行包含所述电容传感器的互电容测量。

[0012] 根据所述微控制器的另一实施例，所述电容测量单元可经配置以在所述自电容测量期间切换到高阻抗状态且将脉冲电容式耦合到所述电容传感器中以用于所述互电容测量。根据所述微控制器的另一实施例，所述电容测量单元包括电容式分压器测量单元。根据所述微控制器的另一实施例，所述电容式分压器测量单元可包括：第一开关单元，其耦合在外部引脚与取样及保持电容器之间且可操作以将外部连接的电容器充电到第一或第二电压电平，或将所述外部连接的电容器切换到与所述取样及保持电容器并联；第二开关单元，其与所述取样及保持电容器耦合且可操作以将所述取样及保持电容器充电到所述第一或所述第二电压电平；模/数转换器，其可操作以与所述并联切换的电容器耦合；且其中所述控制单元经配置以控制所述第一及所述第二开关单元。根据所述微控制器的另一实施例，所述微控制器可进一步包括与输入/输出端口耦合的第二外部引脚，所述输入/输出端口可经配置以作为输出端口操作，其中所述控制单元经配置以控制用于执行互电容测量的所述输出端口。根据所述微控制器的另一实施例，所述电容测量单元可包括充电时间测量，其中所述控制单元经配置以用所述充电时间测量单元控制自电容测量，其中所述充电时间测量单元与第一外部引脚连接，所述第一外部引脚可与电容传感器连接。根据所述微控制器的另一实施例，所述微控制器可进一步包括与输入/输出端口耦合的第二外部引脚，所述输入/输出端口可经配置以作为输出端口操作，其中所述控制单元经配置以控制用于执行互电容测量的所述输出端口。根据所述微控制器的另一实施例，所述控制单元可经配置以在执行触摸确定前执行校准，所述控制单元控制：个别自电容测量且存储第一测量值；个别互电容测量且存储第二测量值；且其中所述微控制器的所述控制单元或处理器经配置以从所述第一及所述第二测量值计算比例因子；其中为执行触摸确定，所述控制单元经配置以将所述比例因子应用到所述自电容或所述互电容测量。根据所述微控制器的另一实施例，所述比例因子可在所述自电容测量期间改变充电电平或在所述互电容测量期间改变电压电平。

[0013] 根据另一实施例，一种系统可包括此微控制器，且进一步包括通过所述第一外部引脚与所述微控制器连接的所述电容传感器及经布置成靠近与所述第二外部引脚连接的所述电容传感器的屏蔽或保护电极。

[0014] 根据又一实施例，一种用于用电容传感器执行触摸确定的方法可包括下列步骤：起始电容传感器的自电容测量，起始包含所述电容传感器的互电容测量；执行所述自电容测量或所述互电容测量的任一输出值的按比例调整；及组合所述自电容测量及所述互电容测量的所述输出值。

[0015] 根据所述上述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括组合所述输出值(包括将所述输出值相加)。根据所述上述方法的另一实施例,屏蔽或保护电极可经布置成靠近所述电容传感器以提供电容式耦合。根据所述上述方法的另一实施例,所述自电容测量可为电容式分压器测量。根据所述上述方法的另一实施例,所述自电容测量可为充电时间测量。根据所述上述方法的另一实施例,所述方法可进一步包括校准方法来确定比例因子,其中在执行触摸确定前执行所述校准方法,所述校准方法包括:执行个别自电容测量且存储第一测量值;执行个别互电容测量且存储第二测量值;及从所述第一及所述第二测量值计算比例因子。

[0016] 根据又一实施例,一种用于用电容传感器执行触摸确定的方法可包括起始电容传感器的自电容测量的所述步骤,其中同时执行包含所述电容传感器的互电容测量,使得所述自电容测量及所述互电容测量随着未接地导电物体靠近或触摸所述电容传感器而差分抵消及针对接地物体靠近或触摸所述电容传感器而相加性组合。

附图说明

- [0017] 图1及2展示具有用于测量自电容的电容触摸传感器的常规布置;
- [0018] 图3展示自电容测量的相关时序图;
- [0019] 图4及5分别展示传感器污染及用户触摸的效应;
- [0020] 图6展示根据各种实施例的电容触摸传感器的布置;
- [0021] 图7a、b、c展示保护或屏蔽电极的实施例;
- [0022] 图8解释使用根据图6的布置的测量原理;
- [0023] 图9展示相关时序图;
- [0024] 图10到13分别展示传感器污染及用户触摸的效应;
- [0025] 图14及15展示具有污染及无污染的自电容、互电容及其组合相应第一及第二测量的时序图;
- [0026] 图16展示具有污染及无污染的传感器的用户触摸事件的经处理的输出值的时序图;
- [0027] 图17展示根据其它实施例使用不同电容测量系统的布置的实例;及
- [0028] 图18展示按比例调整测量的效应。

具体实施方式

[0029] 根据各种实施例,自电容及互电容经组合以消除高电容率物体(例如,未接地导电物体(例如水、清洁剂及汽油))的模拟信号移位。

[0030] 自电容及互电容是电容触摸系统的本身已知的组件。图1展示常规电容触摸传感器150的布置100,所述传感器与微控制器110或前端装置耦合以用于评估触摸状态。微控制器110具有内部取样及保持电容器CADC及相关模/数转换器(ADC)160。取样及保持电容器CADC与外部引脚130及140耦合,其中引脚140可为连接到接地170的接地引脚。图1并不展示可用于将取样及保持电容器CADC与引脚130、ADC 160的输入、参考电压及接地连接的各种内部开关,因为这些可变化且取决于实施方案。传感器垫150经外部连接到引脚130且如在图1中展示用参考符号CRX提供与接地170的电容式耦合。这表示用于许多应用中来确定用

户接口中触摸的标准电流模型。传感器耦合到板的接地170中。微控制器经由引脚140连接到板的接地170。

[0031] 此电容系统由已知、固定内部电容(CADC)及未知、变化外部电容(CRX)构成。外部传感器150是连接到微控制器的模拟输入130的导电物体，且其耦合到板的接地170中。取决于应用，传感器150可具有任何适当形状。举例来说，其可在印刷电路板的任何层内或在任何类型的适当衬底内形成。在其形成于顶层上且因此暴露的情况下，如果需要其可通过非导电层密封。

[0032] 图2展示“自电容”的定义，其为在传感器与微控制器的接地参考之间测量的电容。在传感器与板的接地之间由线120指示的耦合量是传感器150的“自电容”。其取决于环境参数(例如在其附近的物体)且因此可用于检测用户触摸。

[0033] 在图3中的波形展示如何(例如)使用在许多微控制器(例如，由申请者制造的微控制器)中可用的电容式分压器(CVD)扫描来执行自电容测量。CVD外围及其应用是(例如)从微芯公司(Microchip)的应用批注AN1478已知，所述批注以引用的方式并入本文中。也可能使用许多其它技术，例如从(例如)微芯公司的应用批注AN1375已知的微芯片的充电时间测量单元(CTMU)，所述批注以引用的方式并入本文中。CVD获取方法通过将内部电容充电到VDD、将外部电容放电到VSS且接着连接两个电容以允许其电压安定到中间点而实现。接着凭借将内部电容放电到VSS、将外部电容充电到VDD且接着连接两个电容以允许其电压安定到中间点而重复此过程。

[0034] 图3展示跨外部电容CRX(实线)及内部电容CADC(虚线)的电压的时序图。可通过首先在时间t1将内部电容充电到VDD且将外部电容放电到VSS而完成测量。如上文提及，在微控制器110内提供内部开关以允许在外部电容CRX及内部电容CADC上的单独充电。在时间t2，停止电容充电且将两个电容CRX及CADC连接在一起。基于内部电容CADC相较于外部电容CRX的大小，两个电容CRX及CADC安定到电压，且在时间t3通过ADC 160执行电压测量。接着在时间t4，开始反向充电过程。现将外部电容CRX充电到VDD且将内部电容CADC放电到VSS。在时间t5，两个电容CRX及CADC再次并联连接，且在时间t6电压安定后，通过ADC 160执行第二电压测量。

[0035] 外部电容CRX是在传感器引脚130与微控制器的接地170(或在电路模型中的 C_{RX})之间可见的电容。随着外部电容 C_{RX} 增大(即，随着自电容增大)，时间t3的第一安定点将减小且时间t6的第二安定点将增大。因此，安定点将差分移位。在CVD波形的第一部分期间，在时间t3，传感器的自电容中的增大将降低最终安定电压。在CVD波形的第二部分期间，在时间t6，传感器的自电容中的增大将增大最终安定电压。两个测量之间的差异可用于与阈值比较以确定是否发生触摸。

[0036] 图4展示污染物(例如水400)如何经由电容式耦合CFRx耦合到传感器中且经由电容式耦合CFGnd耦合到板的接地中。这产生两者都并联到CRX的两个串联的电容器。CFRx是与CFGnd串联。CFRx及CFGnd都与CRx并联。将并联电容添加到CRx将增大传感器150与微控制器的接地170之间可见的电容量。因此，自电容随着水的增多而增大。

[0037] 图5展示具有放置于传感器150处的手指500的自电容测量。手指具有两个耦合路径：与水行为相同的局部耦合路径：CFRx及CFGnd串联且产生跨CRx的并联电容。“长距离”耦合路径从CFRx行进到CHBM到CGndGnd。这三个电容串联且也产生跨CRx的并联电容。CHBM

(“人体模型”)倾向于是非常大的。然而,CGndGnd将基于系统变化。

[0038] 用户与板的接地完全隔离吗?C_{GndGnd}是断路且消除C_{FRx}到C_{HBM}到C_{GndGnd}路径的效应。

[0039] 实例:

[0040] *电池供电的蜂窝式电话位于沙发,其中用户仅使用其手指的尖端触摸屏幕。

[0041] *具有非导电前面板的隔离式电力供应器接近面板。

[0042] 用户与板共享接地吗?C_{GndGnd}是短路且最大化C_{FRx}到C_{HBM}到C_{GndGnd}路径的效应。

[0043] 实例:

[0044] *用户持有的电池供电蜂窝式电话。(此是电话的接地的情况且现短接到用户的身体。)

[0045] *非隔离式电力供应器接近面板。

[0046] 系统在“灰区”中工作吗?C_{GndGnd}是将使C_{FRx}到C_{HBM}到C_{GndGnd}耦合路径的影响变化的某个电容量。

[0047] 实例:

[0048] *板连接到接地,但用户正穿着高跟鞋。

[0049] *板被隔离,但金属前面板随着用户靠近而耦合到用户。

[0050] 因此,正如水,当手指500添加到电路时自电容将增大。然而,新的第二耦合路径可使所添加的电容量显著变化。事实上,此效应可使系统的敏感度改变达2倍。

[0051] 当人手指500添加到电路时,其耦合到传感器150及板的接地170中,但现也存在通过用户的人手指模型到接地510中的耦合路径及接着在接地510与板的接地170之间的由C_{GndGnd}表示的某个耦合量。

[0052] 根据各种实施例,如(例如)在图6中展示,(例如)由微控制器110的I/O端口210产生的Tx驱动信号经由外部连接220添加到电路。为此目的,可如在图7a到c中展示提供第二电极250、260、270。举例来说,如在图7c中展示,第二电极270可(例如)围绕传感器电极150作为屏蔽或保护。然而,第二电极的放置并非关键,且其仅需要确保在保护或屏蔽电极250、260、270与传感器电极150之间的电容耦合多于在保护或屏蔽电极250、260、270与板的接地170之间的电容耦合。因此,根据一个实施例,屏蔽电极260及传感器电极150可形成于不同层中,例如,如在图7b中展示的印刷电路板的层。电极的任何其它布置是可能的。举例来说,图7a展示具有仅部分围绕传感器电极150的屏蔽电极250的实施例。用于由端口210产生的信号的电容式耦合的许多其它方式是可能的。图6展示来自称为“Tx”的微控制器的输出信号现经由电容式耦合添加到电路。

[0053] 另外,图6也展示实例,各种开关610到660允许具有VDD或接地的外部及内部电容器的单独充电。如果ADC 160具有高阻抗输入,开关660可不是必要的。下文参考图18将解释元件670及680及其功能。可通过与CVD单元相关联的状态机自动控制开关。为更好概述,图8及10到13并不展示开关。

[0054] 图8展示具有参考标记125的“互电容”的定义。图8展示传感器150与端口210经由外部连接220提供的“Tx”(称为“保护”或“屏蔽”)驱动信号之间的AC耦合。CT_{xRx}表示在低阻抗TX信号与高阻抗传感器150之间的AC耦合。换句话说,引脚220是输出引脚且引脚130是输入引脚。随着Tx信号移动,电荷将渗入Rx传感器150中。在TX驱动与传感器150之间的AC耦合量称为互电容,且由CT_{xRx}或参考标记125表示。

[0055] 图9以与图3类似的方式展示根据各种实施例的测量及驱动信号的时序图。特定来说,图9展示如何用CVD波形驱动TX信号900。测量周期在时间t1以与在图3中展示相同的方式开始。在第一安定相位已在时间t2开始后,TX信号在时间t2'经驱动为高。TX节点220将电荷耦合到RX传感器150中而使最终安定点高于之前。在时间t4,第二测量又开始与图3中类似的反向充电。在第二安定相位已在时间t5开始后,TX信号900在时间t5'经驱动为低。TX节点220将电荷耦合到RX传感器150中而使最终安定点低于之前。如果互电容减小,那么由TX信号900造成的偏移将减小。效应将是在与TX驱动相反方向上的最终安定电压中的移位。此将处于与当自电容减少时相同的方向上。如果互电容增大,那么由TX信号造成的偏移将增大。此将处于与当自电容增大时相反的方向上。

[0056] 与CVD波形同相驱动驱动信号900,但在传感器已设置到高阻抗输入且安定在内部电容与外部电容之间的电压后。时序(例如在t2与t2'或在t5与t5'之间的差异)并非关键,且脉冲的上升缘可在高阻抗可用后的任何时间开始。因此,脉冲可早在高阻抗可用时(例如,t2=t2'及t5=t5')出现,或甚至在达到安定时间(t3及t6)后,取决于进程的时间差,这将需要用于脉冲充电的额外安定时间。如在图9中展示,根据各种实施例可使用短时间差t2' > t2及t5' > t5。如指示,相同时序需要可应用到脉冲900的上升缘及下降缘。然而,由于时序并非关键,因此根据一些实施例可应用在t2与t2'之间及在t5与t5'之间的不同时间差。

[0057] 在CVD波形t1到t3的第一部分期间,TX驱动900将耦合到传感器中,且使最终安定电压高于其不具有TX耦合的情况。在CVD波形t4到t6的第二部分期间,TX驱动900将耦合到传感器中,且使最终安定电压低于其不具有TX耦合的情况。在TX与传感器150之间的互耦合125的增大将使此效应增大。

[0058] 根据各种实施例添加互电容电荷的原理不限于所展示的电容式分压器测量方法。其也可应用于其它电容测量,只要存在高阻抗测量允许经由在屏蔽/保护电极250、260、270与传感器电极150之间的电容式耦合125充电传感器150。如上文提及,根据各种实施例的原理也可(例如)应用到在由申请者制造的许多微控制器中可用的充电时间测量单元(CTMU)。

[0059] 图10展示根据各种实施例污染物(例如水1000)如何耦合到Tx驱动(CTxF)、传感器(CFRx)及板的接地(CFGnd)中。水1000的存在稍微减少CTxRx,因为其再引导一些电荷远离传感器150且到水1000中。板可经设计使得CFRx远大于CFGnd。此可(例如)通过仅使接地远离传感器150而实现。当水1000经添加到电路时,其耦合到TX驱动引脚220、传感器150及板的接地170。

[0060] 图11展示由于CFRx>CFGnd,行进通过CTxF的电荷被再引导通过CFRx到传感器150。水1000将减少CTxRx且再引导电荷通过CTxF。根据实施例,板已经设计以使CFRx大于CFGnd。故水1000中的电荷现经再引导到CFRx中。故水1000减小CTxRx,但通过另一路径将电荷再引导返回到传感器150中。总效应是TX与传感器150之间的互电容的增大。

[0061] 尽管CTxRx因水1000而减小,但CTxF到CFRx路径造成Tx与Rx之间的耦合的总体增大。因此,在屏蔽/保护电极250、260、270与传感器150之间的互电容在水1000被添加到电路时增大。

[0062] 如果CFRx<CFGnd,行进通过CTxF的电荷将经再引导通过CFGnd到板的接地170中。这将导致Tx与Rx之间的耦合的减小。因此,互电容将减小。这是与先前描述相反的行为,且

将对于此方法区分未接地导电物体及接地导电物体的能力是灾难性的。在互耦合信号的移位方向中的差异对此方法的正确应用是必要的。

[0063] 同样地,必须记住自电容因为并联CFRx到CFGnd耦合路径而增大。因此,水1000使自电容增大且使互电容增大。

[0064] 图12再次展示手指1200以与水1000相同的方式耦合到电路,惟现存在CHBM到CGndGnd耦合路径除外。手指1200的存在稍微减少CTxRx,因为其再引导一些电荷远离传感器150且到手指1200中。

[0065] 当用户手指1200添加到电路时,其耦合到Tx驱动、传感器150及板的接地170中,但现也存在通过用户的人手指模型到接地中的耦合路径及接着在接地与板的接地之间的某个耦合量。

[0066] 如在图13中展示,如果CGndGnd并非断路,那么Tx电荷将被再引导到板的接地170中。CTXRX随着一些TX电荷再引导到传感器中而减小。然而,与水不同,归因于CHBM路径大于CFRX,电荷现向下行进通过CHBM路径且到板的接地170中。结果是手指将减小保护/屏蔽250、260、270与传感器150之间的互电容,这可被视为等同于这是水的相反行为。如果CGndGnd是断路,那么TX电荷将以与水相同的方式表现。CHBM路径无作用。结果是手指1200将增大互电容,这被视为是不利的,因为这与水的行为相同。

[0067] 同样地,根据各种实施例的一般原理,必须记住自电容因CFRx到CFGnd路径及CFRx到CHBM到CGndGnd路径而增大。因此,水或任何其它未接地污染物使自电容增大且使互电容增大,且任何其它接地污染物使自电容增大且使互电容减小。

[0068] 图14展示同时以三个方式扫描的相同传感器的信号输出的时序图:仅自电容120经展示具有信号1410。此处,不驱动TX线,因此不存在AC耦合。仅互电容125经展示具有信号1420。此处,并不执行CVD波形的‘电荷共享’,但驱动TX线。这导致仅AC耦合。最后,信号1430展示同时执行在图9中展示的两个自电容测量及互电容测量时的结果。换句话说,执行CVD且驱动TX线。

[0069] 图14展示第一测量(换句话说,在图9中时间t3实现的测量)的ADC的输出信号。沿时间线展示两个用户按压事件,其中第一半是“清洁”传感器的测量且约在图中间添加水且发生第二按压事件。因此,在图14中的时序图的左半展示不具有未接地污染物的测量,其中右半展示具有未接地污染物(例如水)的类似测量。一般来说,当添加水时,针对CVD波形的第一测量,如在右半用信号1410展示,自电容中的增大使信号减小。当添加水时,如在右半展示,互电容中的增大使信号1420增大。

[0070] 当手指按压于清洁系统上时:自电容120增大,使最终安定电压t3下降。互电容125减小,使最终安定电压下降。组合效应是安定电压中的大负移位。

[0071] 当如在图14的中心所展示将水添加到系统时,自电容120增大且互电容125减小。由于如何驱动信号900中的设计,其在相反方向上移位。两个效应的组合将因此抵消输出信号,且基本上不产生移位或仅产生少量移位。根据各种实施例这导致模拟电平处的水阻。

[0072] 当如在图14的右侧上展示,手指在有水的情况下按压于传感器上时:自电容120因人体模型的额外并联电容增大,使最终安定电压1410稍微下降。水现通过手指充电,且由于TX电荷经引导到接地,因此互电容125减小。这使最终安定电压1420显著下降。组合效应1430是类似于在干燥环境中的按压的大负移位。

[0073] 图15展示与图14完全相同,但现针对CVD测量的第二测量,换句话说,图9中时间t6执行的测量。因此,信号形式基本上与图14中展示的信号颠倒,且信号1510对应于信号1410,信号1520对应于1420且信号1530对应于信号1430。针对在CVD测量中的第二测量,自电容的增大使信号增大,且互电容的增大使信号减小。因此,方向不同,但行为是与在图14中的信号相同。

[0074] 因此,一般来说,根据各种实施例,只要自电容及互电容相对于未接地物体为差分且相对于接地物体为非差分,那么其精确变化行为无关紧要。

[0075] 图16展示通过从第二测量信号1530减去第一测量信号1430处理的最终输出信号。在信号/模拟电平处确保水阻。不需要软件解码,且不需要模式辨识及额外过滤。信号移位因手指或接地导电物体出现,但当水或导电物体未接地时被消除。

[0076] 如上文提及,可使用其它测量单元。图17展示(例如)经集成于可用于测量电容的微控制器1700中的充电时间测量单元。举例来说,在如在图17中展示具有包含寄生元件(如30pF的开关(CSW)及电路(CCIR))的总电容的触摸应用中,当用(例如)5.5 μ A的恒定电流充电外部电路达10 μ s时,这产生电压1.83V。当添加手指的触摸时,添加高达10pF的额外电容(CF)。电容的准确量取决于触摸垫为手指及垫上方任何覆盖材料所覆盖的多寡。针对10pF的改变,其中电流及充电时间相同,电压为1.38V。通过微控制器的A/D转换器以频率间隔测量电压。接着,改变(尤其为减小)可解释为触摸事件。在外部电容器的充电期间,建立高阻抗输入且可执行互电容测量。

[0077] 当电路的自电容与互电容相等时,其行为可如上文所述组合以消除电容传感器上未接地导电物体的效应。如果电路的自电容与互电容不相等,那么此解决方案的有效性显著减小。因此,如在图18中展示,根据另一实施例,如上文描述的类似结果可用通过软件组合的个别测量实现。接着,可在软件中执行按比例调整以进一步改进测量。为等化的目的,根据一些实施例,“互电容”测量的相对改变可与“自电容”测量的相对改变成比例。如果互电容与自电容不相等,那么可单独取得其信号(正如其已完成那样)以针对组合的测量说明数据且加重其行为以使其相等。因此,可在软件中执行简单函数以将‘互电容’测量的效应按比例调整到‘自电容’测量的效应。然而,这将需要些许处理及更长的测量,因为两个单独测量是必要的,且一个测量的按比例调整及两个自电容及互电容测量结果的组合也是必要的。

[0078] 替代地,根据其它实施例,可执行校准例程,其中确定个别测量的结果且调整测量参数以按比例调整结果。一旦此已完成,那么可执行如上文描述的组合测量,其中现根据校准例程调适电压电平。因此,在校准期间,个别执行每一电容测量。举例来说,首先测量自电容,且接着在相同条件下,执行互电容测量。根据一些实施例,可处理每一测量的平均值,且接着可计算等化因子。根据一个实施例,在回路中调整电压或其它相应参数直到按比例调整达到正确输出值,换句话说,直到自电容测量的输出数据约等于互电容测量的输出数据。接着,取决于如何确定因子,此因子可应用到互电容测量或自电容测量。换句话说,通过比例因子调整充电信号或脉冲信号振幅以优化组合的自电容及互电容测量。一旦此已执行,那么可使用组合技术来执行触摸检测。

[0079] 为此目的,可使用(例如)如在图6中的替代实施例中用虚线展示的数/模转换器(DAC)670以及I/O端口210来产生用于互电容测量的脉冲。根据一些实施例,可根据比例因

子改变DAC 670的输出电压。替代地，可通过可对参考电压产生器或DAC 680进行编程而不使用VDD而提供自电容测量的充电电压。这也在图6中使用虚线展示为替代实施例。因此，根据一些实施例，可根据经计算的比例因子改变用于充电的参考电压及/或脉冲输出电压。

[0080] 这可再次应用于使用高阻抗输入的任何类型的电容测量。然而，相对于特定测量技术，可改变其它因子。举例来说，相对于充电时间测量单元，可调整时间或恒定电流值或其两者。因此，改变哪个参数取决于相应测量技术。总的来说，可在软件中按比例调整相应自电容及互电容信号以等化其量值，接着根据一些实施例组合相应自电容及互电容信号以产生一个传感器输出信号。

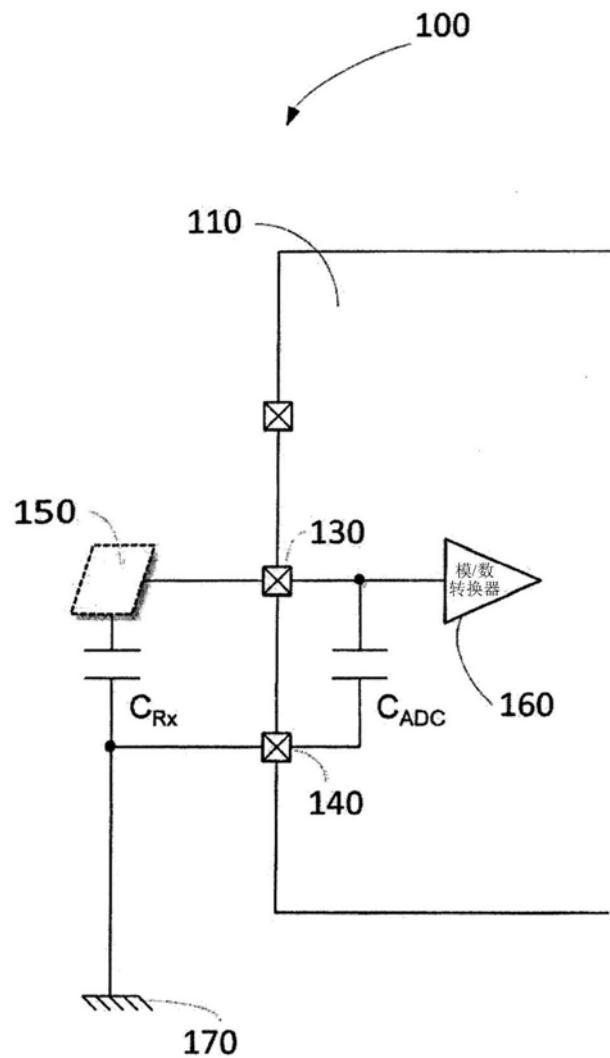


图1

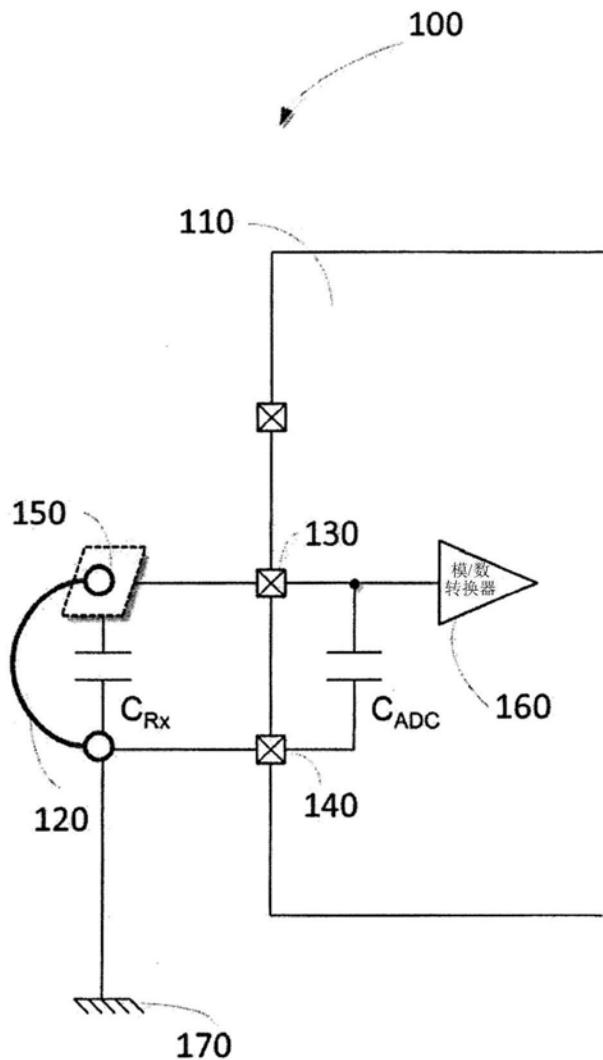


图2

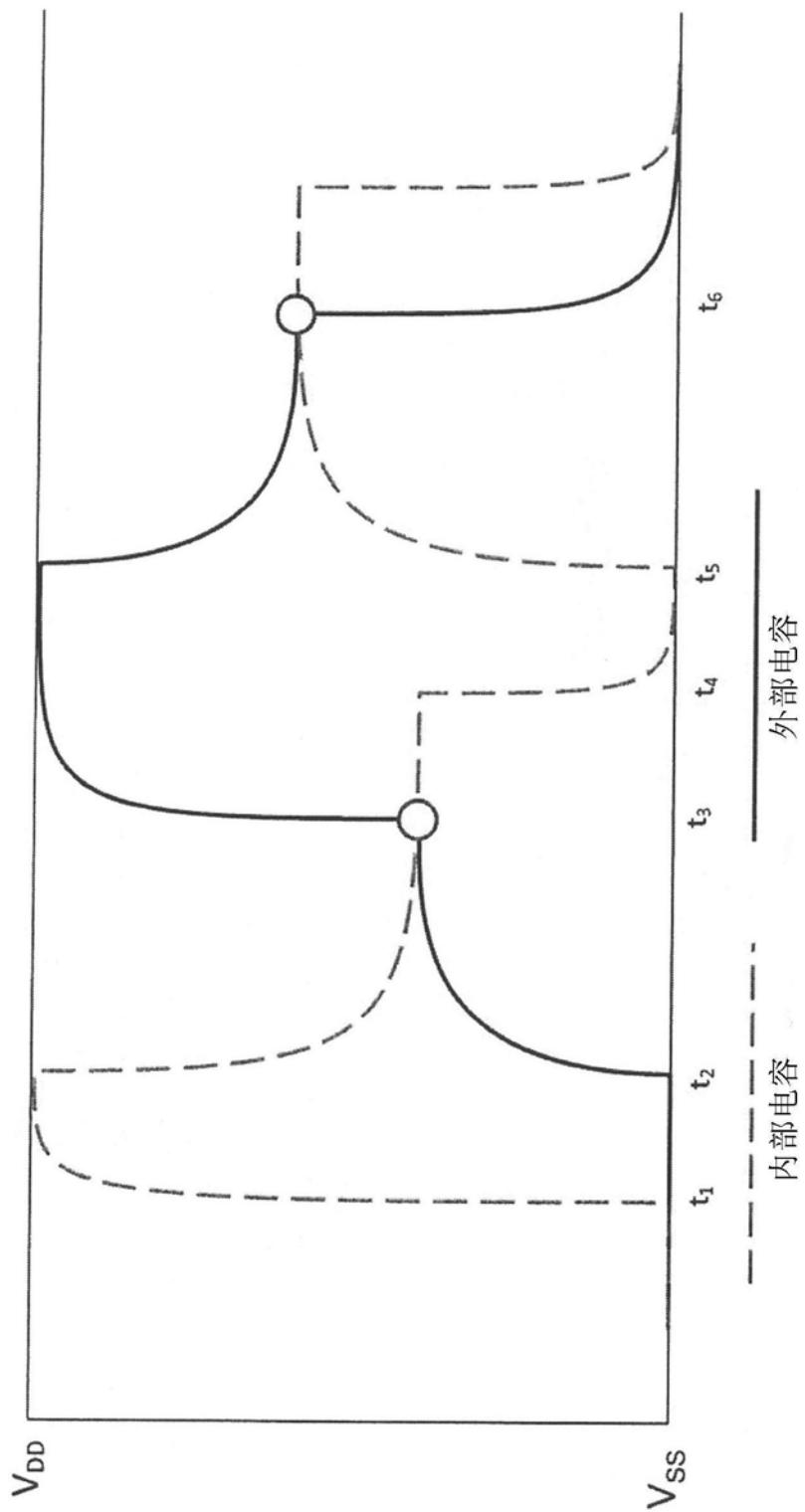


图3

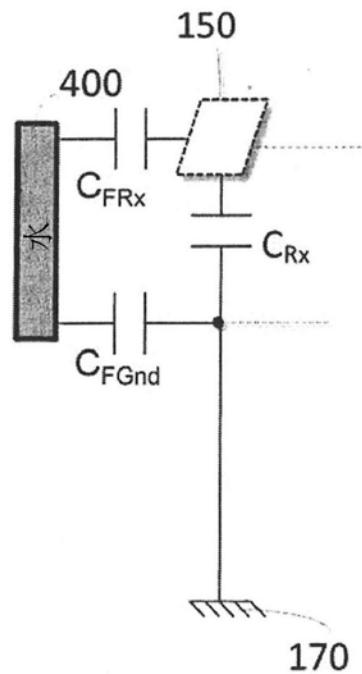


图4

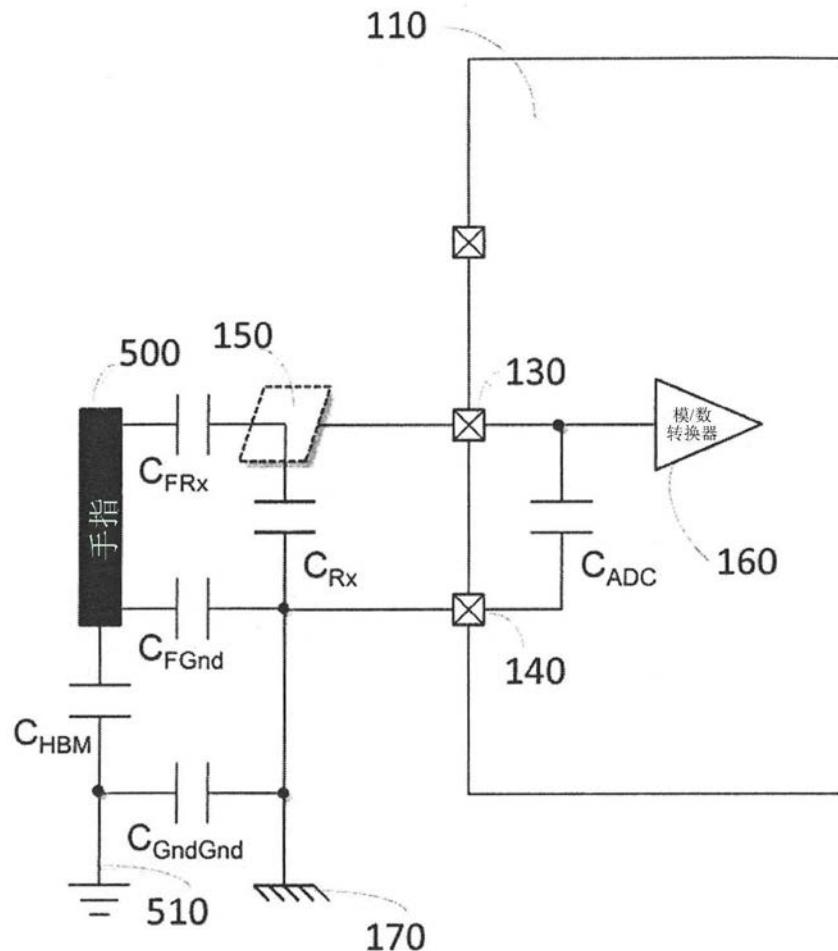


图5

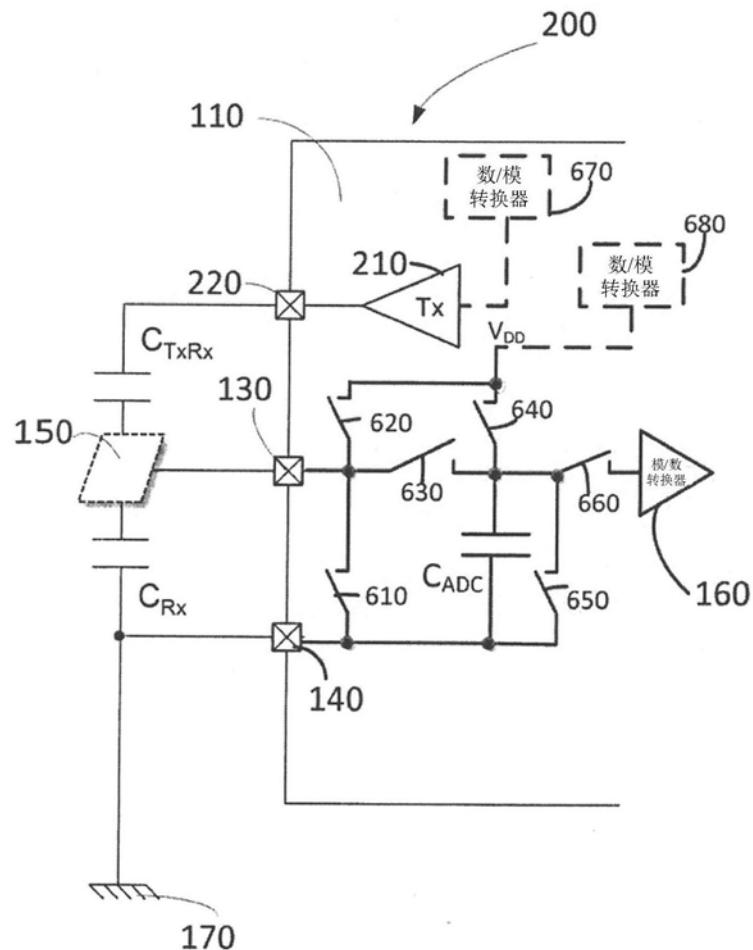


图6

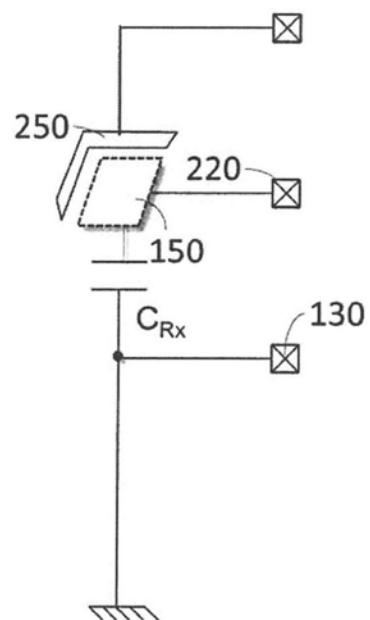


图7a

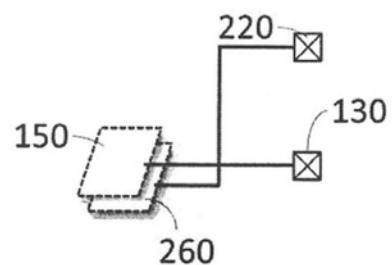


图7b

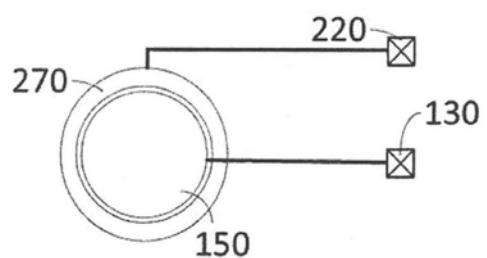


图7c

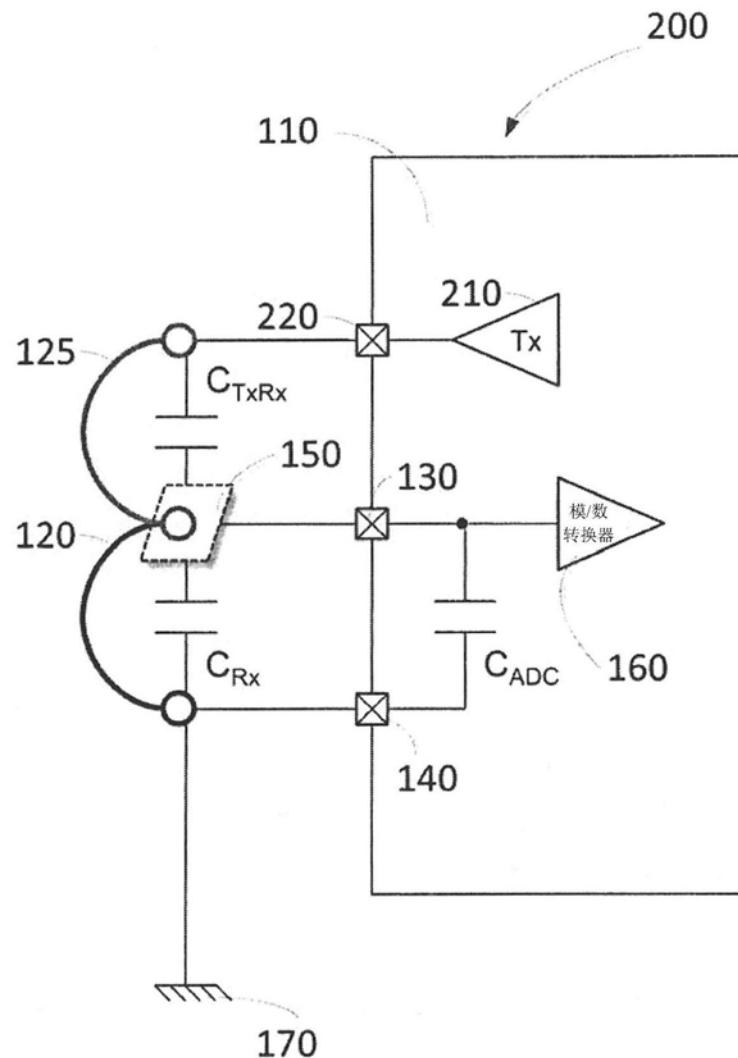


图8

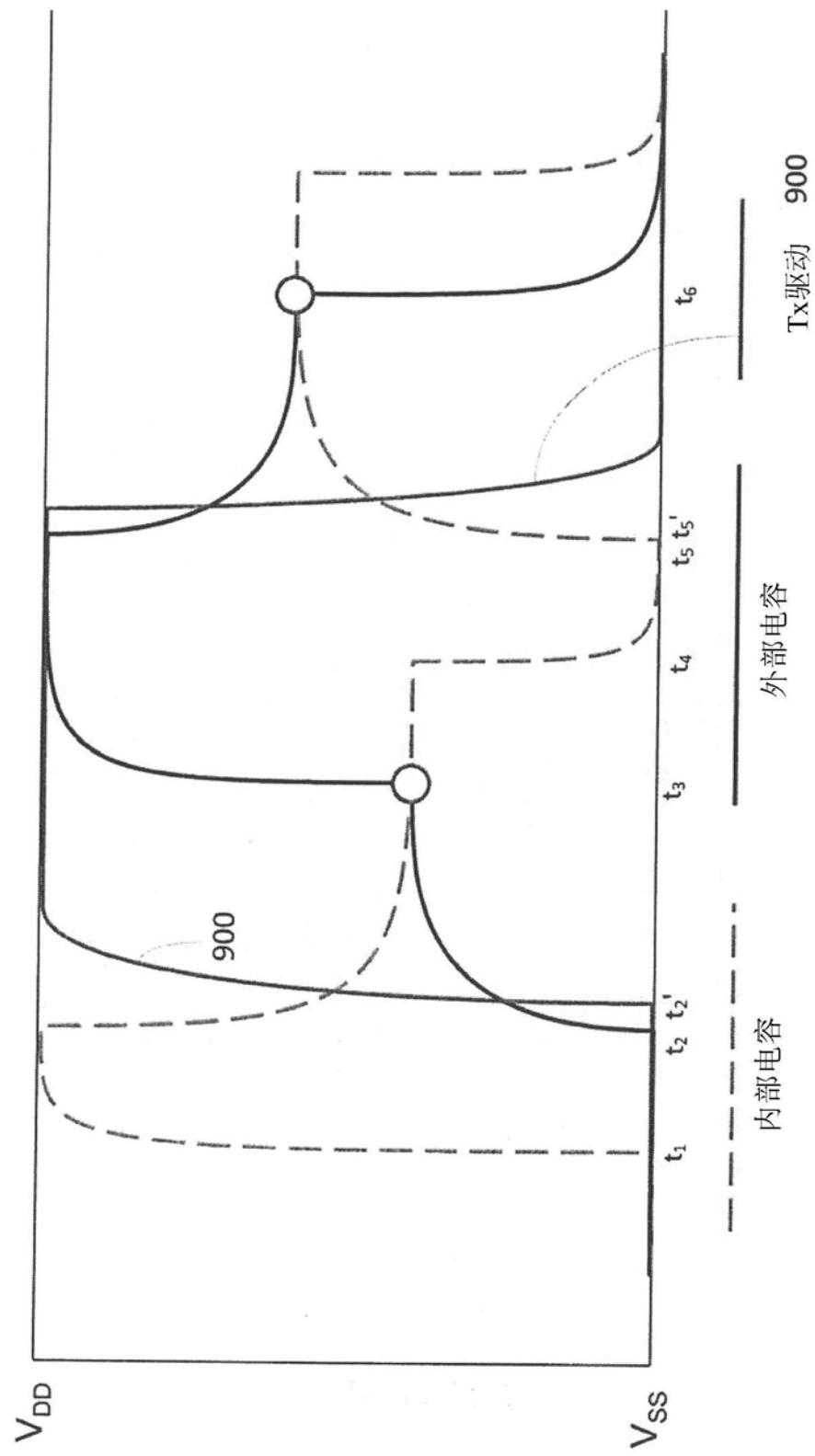


图9

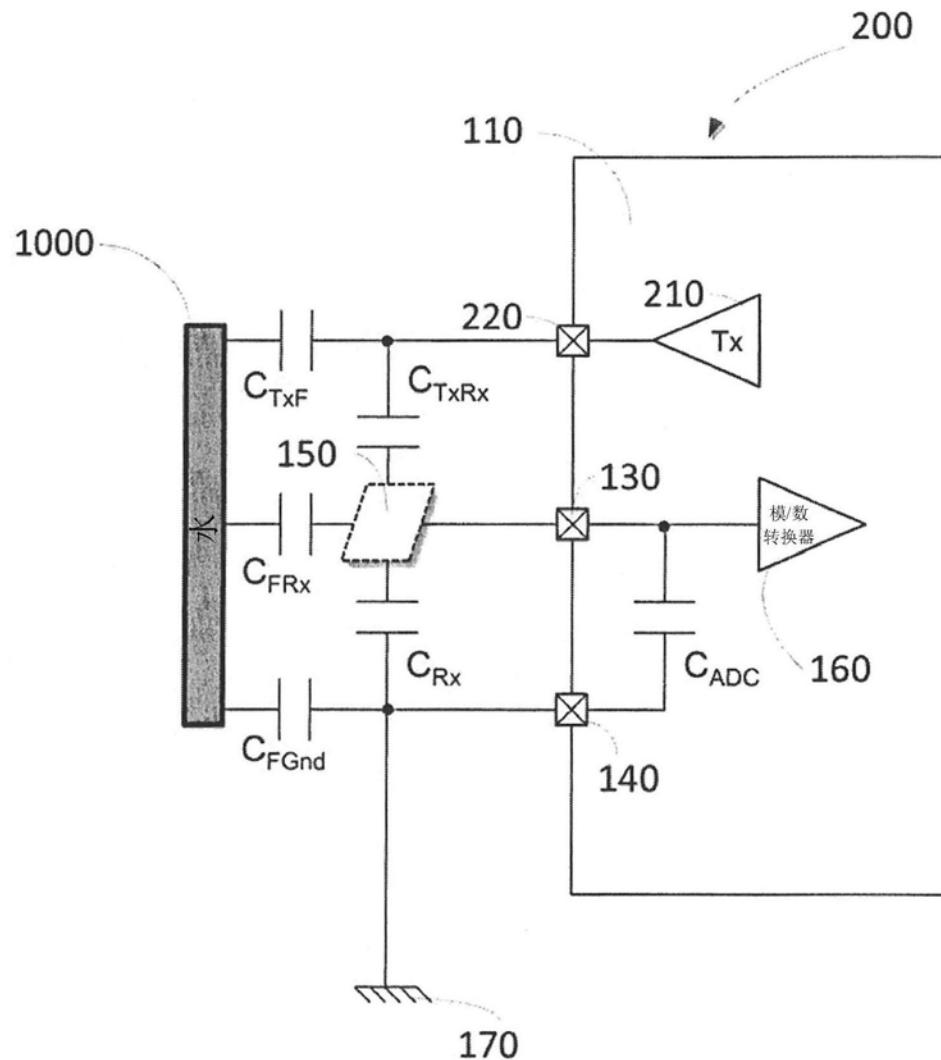


图10

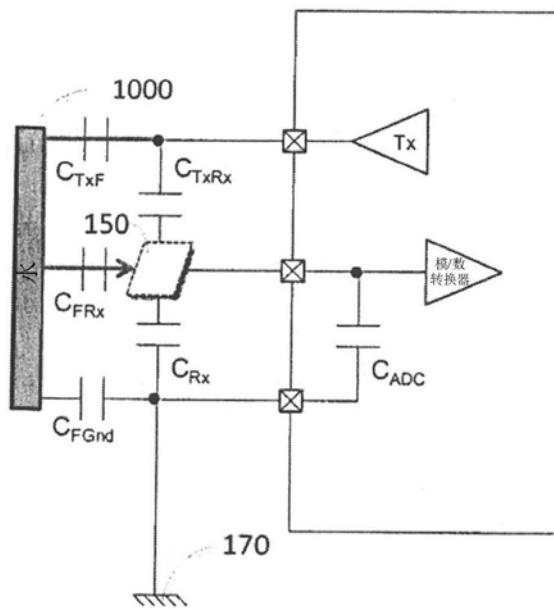


图11

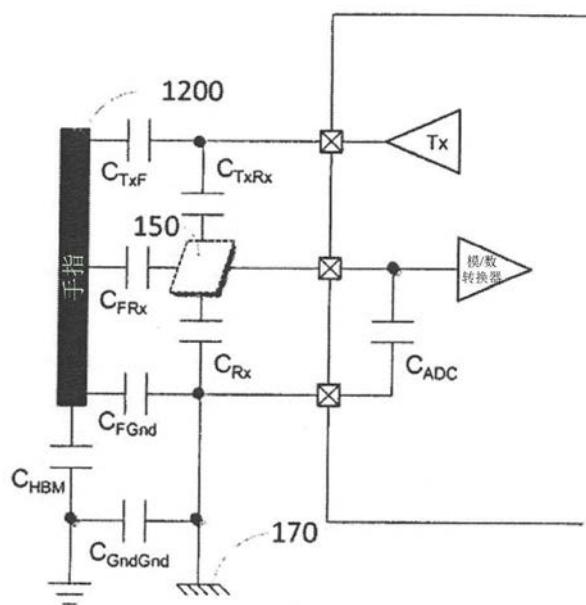


图12

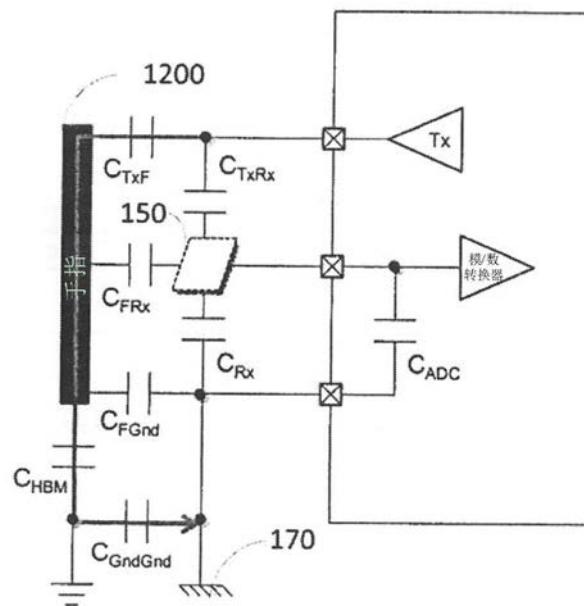


图13

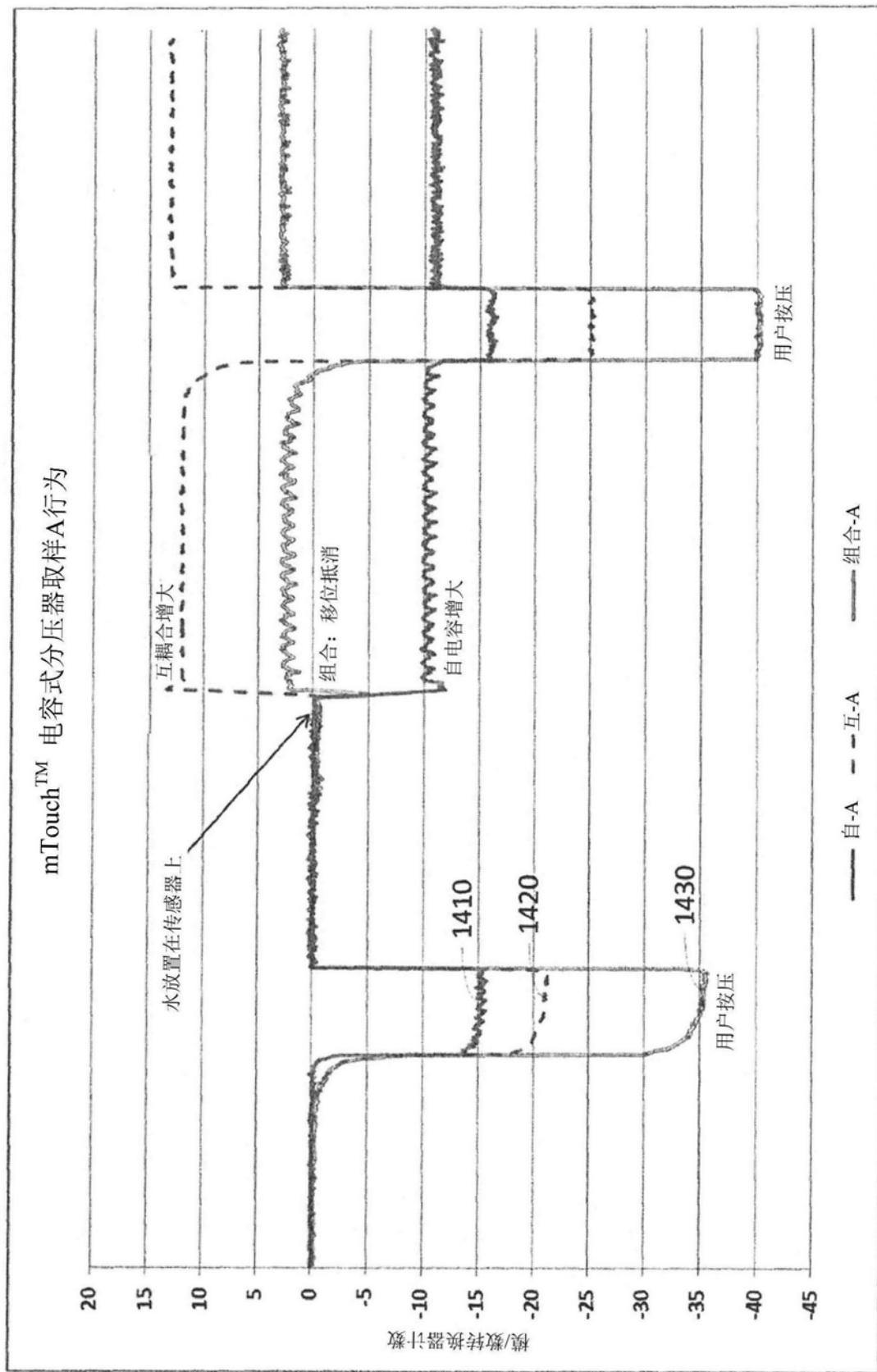


图14

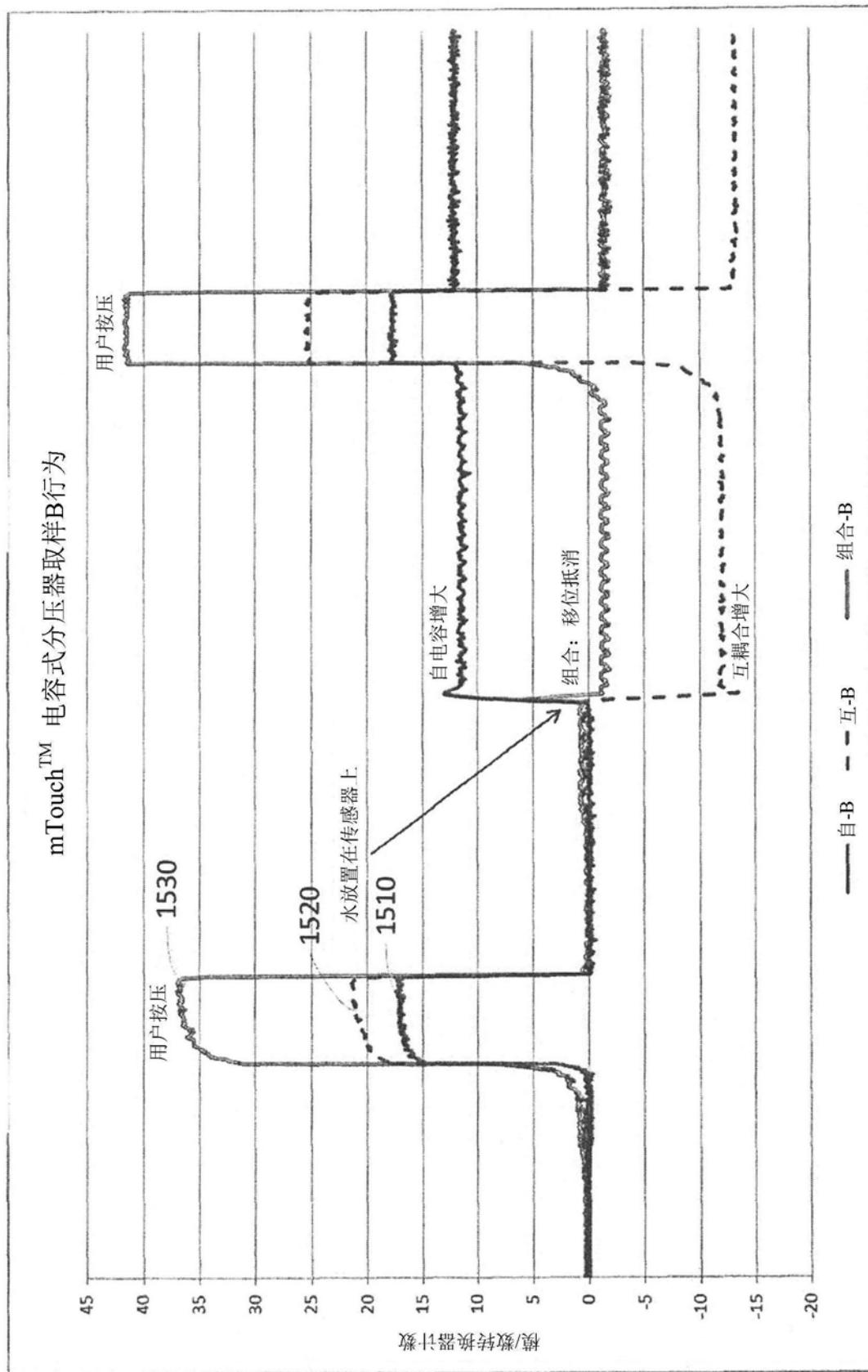


图15

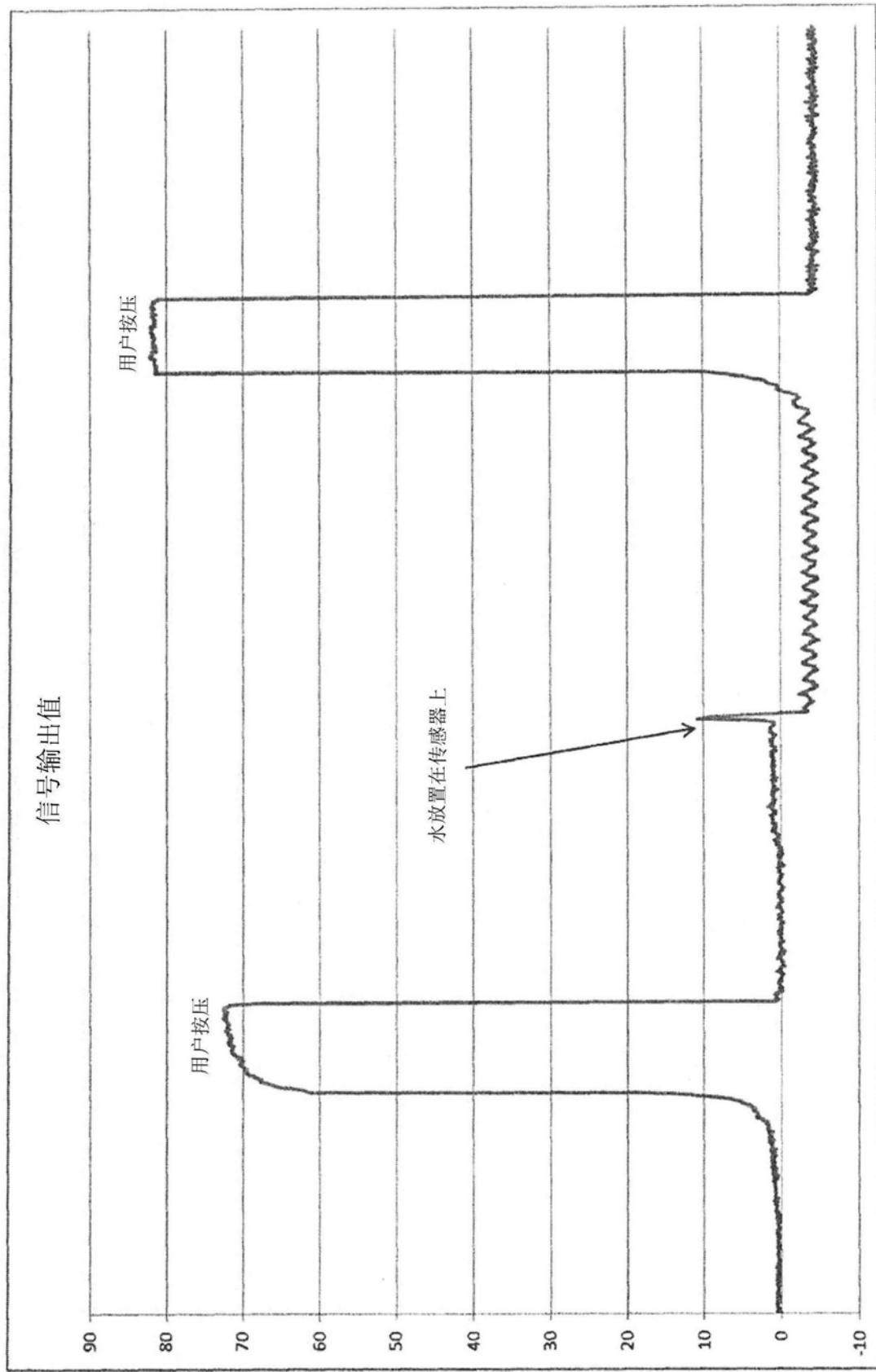


图16

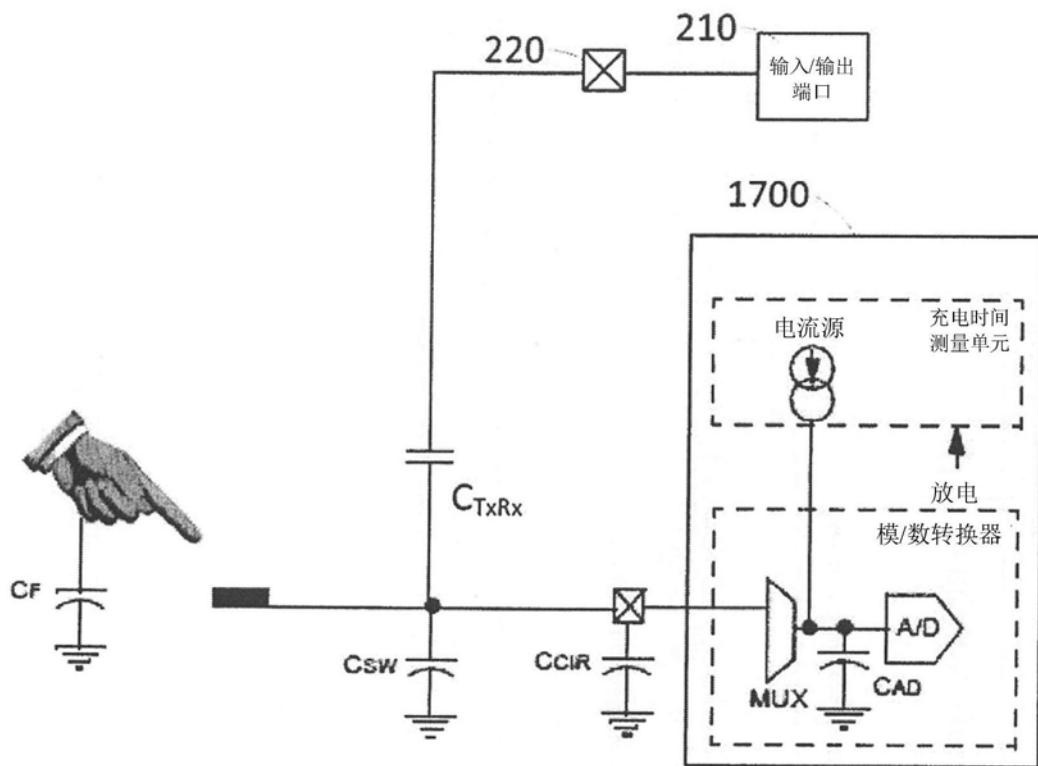


图17

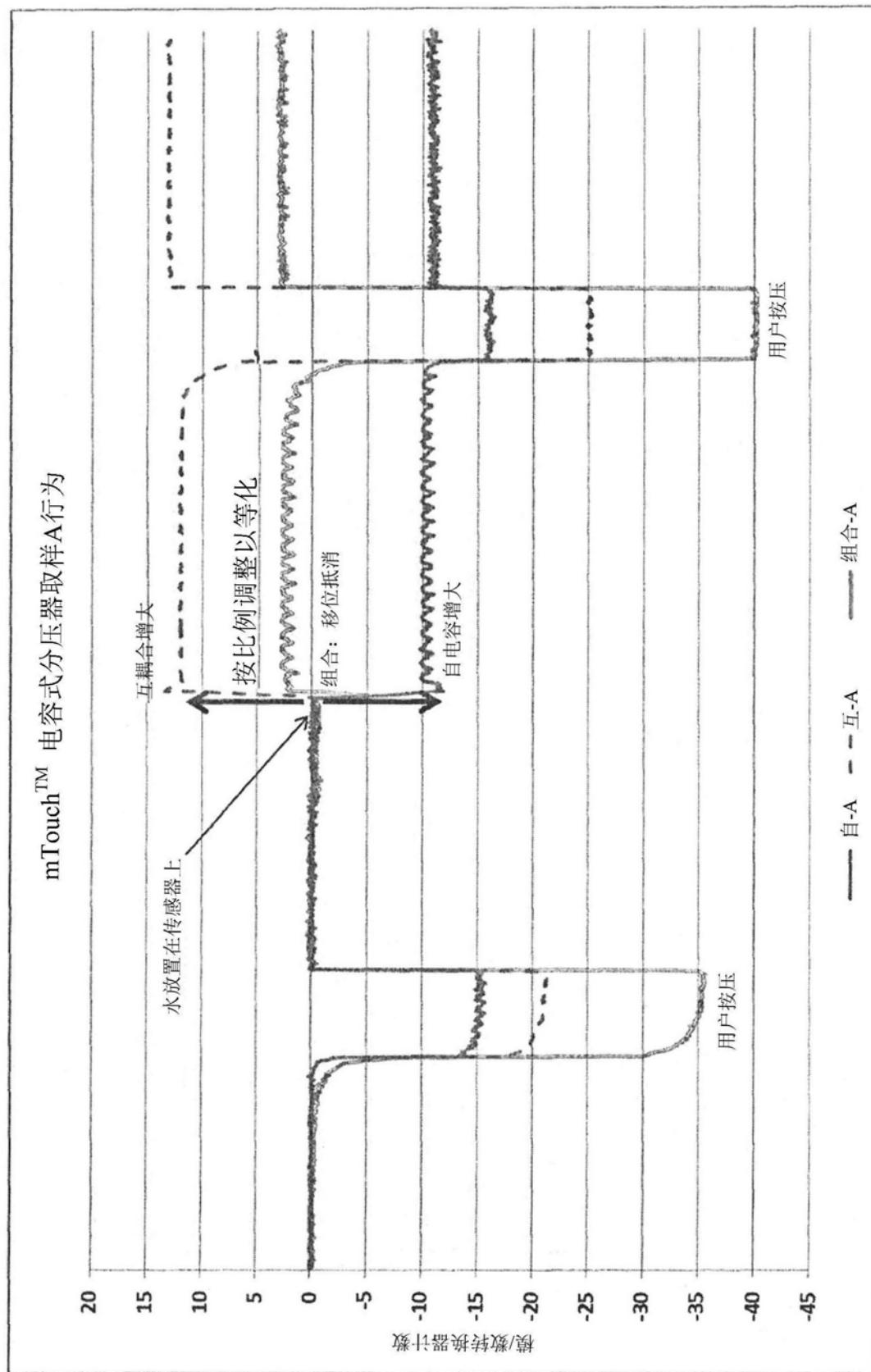


图18