



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102576269 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201080043119. 7

(22) 申请日 2010. 08. 16

(30) 优先权数据

12/570, 829 2009. 09. 30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/045583 2010. 08. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/041031 EN 2011. 04. 07

(73) 专利权人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 B·T·奥索伊纳克 甫子良

伊藤俊昭 森下克明 四方英司

田中启司 C·R·蒂加登

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 申发振

(51) Int. Cl.

G06F 3/044(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2009038308 A1, 2009. 03. 26, 说明书第
[2]–[10], [47]–[56], [77]–[83] 段、图 5–6, 12.

US 2005104862 A1, 2005. 05. 19, 全文.

CN 101388180 A, 2009. 03. 18, 全文.

审查员 李婉怡

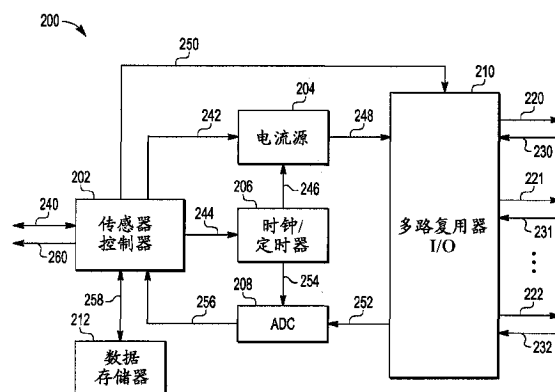
权利要求书4页 说明书21页 附图5页

(54) 发明名称

电容式触摸传感装置配置系统及方法

(57) 摘要

本发明的实施例包括电容式触摸传感器以及用于配置电容式触摸传感器的方法。电容式触摸传感器的实施例包括模数转换器 (208) (ADC) 和控制器 (202)。ADC 接收来自电极 (106) 的模拟电压信号 (252), 并且采样该模拟电压信号以产生多个数字值 (256)。控制器通过在第一充电间隔内给电极供应第一充电电流来执行第一充电过程 (504), 以及控制器基于数字值来确定 (508) 第一电极电压值是否达到了标准。如果没有, 则控制器执行产生电极的第二充电电流和第二充电间隔的配置过程 (524), 该配置过程响应于执行第二充电过程而产生达到标准的第二电极电压值。



1. 一种电容式触摸传感器,包括:

控制器,适用于:

通过在第一充电间隔内给电极供应第一充电电流来执行第一充电过程,其中所述第一充电电流和所述第一充电间隔是预定义的,并且所述第一充电过程在所述第一充电间隔结束时完成,

基于多个数字值中的至少一个来确定在所述第一充电过程完成时测量的第一电极电压值是否达到了标准,以及

当所述第一电极电压值没有达到所述标准时,执行引起为所述电极设置第二充电电流和第二充电间隔的配置过程,所述第二充电电流和第二充电间隔要在后续执行的第二充电过程期间被用作不同的预定义值,其中在所述第二充电过程期间在所述第二充电间隔内给所述电极供应所述第二充电电流而产生更可能达到所述标准的第二电极电压值,所述第二电极电压值是在所述第二充电过程完成时测量的。

2. 根据权利要求 1 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于通过执行反复的过程来执行配置过程,在所述反复的过程中,在多个充电间隔内以多个充电电流来给所述电极充电以确定所述第二充电间隔和所述第二充电电流,并且其中所述控制器还适用于通过为所述电极存储在一个或更多个后续的充电过程内使用的充电电流和充电间隔来配置所述电极。

3. 根据权利要求 2 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于通过使用多个候选的充电电流/间隔对给所述电极充电以便确定所述第二充电电流和所述第二充电间隔而执行所述反复的过程。

4. 根据权利要求 3 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于通过从预定义的表格中反复地选择要在给所述电极充电时使用的不同的充电电流/间隔对来确定所述多个候选的充电电流/间隔对。

5. 根据权利要求 4 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于使用二分查找过程从所述预定义的表格中选择所述不同的充电电流/间隔对。

6. 根据权利要求 1 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于通过确定所述第一电极电压值是落在预定义的电压值范围之内还是之外来确定所述第一电极电压值是否达到所述标准。

7. 根据权利要求 1 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于通过确定所述第一电极电压值是在阈值之上还是之下来确定所述第一电极电压值是否达到所述标准。

8. 根据权利要求 1 所述的电容式触摸传感器,还包括:

电流源,可操作地耦接至所述控制器,并且适用于在充电间隔内给所述电极供应充电电流;以及

定时器,可操作地耦接至所述控制器和所述电流源,并且适用于给所述电流源提供定时信号,所述定时信号使所述电流源能够在所述充电间隔开始时启动供应所述充电电流以及在所述充电间隔结束时终止供应所述充电电流。

9. 根据权利要求 1 所述的电容式触摸传感器,还包括:

数据存储器,可操作地耦接至所述控制器,并且被配置用于存储代表所述第一充电电流、所述第一充电间隔、所述第二充电电流及所述第二充电间隔的值。

10. 根据权利要求 1 所述的电容式触摸传感器,还包括:

模数转换器,可操作地耦接至所述控制器,并且适用于接收来自所述电极的模拟电压信号,以及采样所述模拟电压信号以便产生所述多个数字值。

11. 一种电容式触摸传感器,包括:

控制器,适用于:

通过在第一充电间隔内给电极供应第一充电电流来执行第一充电过程,

基于多个数字值中的至少一个来确定第一电极电压值是否达到了标准,以及

当所述第一电极电压值没有达到所述标准时,执行引起为所述电极设置第二充电电流和第二充电间隔的配置过程,所述配置过程响应于执行第二充电过程而产生更可能达到所述标准的第二电极电压值;

其中所述控制器适用于通过执行反复的过程来执行配置过程,在所述反复的过程中,在多个充电间隔内以多个充电电流来给所述电极充电以确定所述第二充电间隔和所述第二充电电流,并且其中所述控制器还适用于通过为所述电极存储在一个或更多个后续的充电过程内使用的充电电流和充电间隔来配置所述电极,并且

其中所述控制器适用于通过以下处理来执行所述反复的过程:在多个充电间隔内给所述电极供应固定的充电电流以便确定所述第二充电间隔,以及在所述第二充电间隔内供应多个充电电流以确定所述第二充电电流。

12. 根据权利要求 11 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于

通过从第一预定义的表格中反复地选择要在其内供应所述充电电流的不同的充电间隔来在所述多个充电间隔内给所述电极供应所述固定的充电电流,以及

通过从第二预定义的表格中反复地选择要在所述第二充电间隔内给所述电极供应的不同的充电电流来在所述第二充电间隔内给所述电极供应所述多个充电电流。

13. 根据权利要求 12 所述的电容式触摸传感器,其中所述控制器适用于使用二分查找过程从所述第一预定义的表格中选择所述不同的充电间隔以及从所述第二预定义的表格中选择所述不同的充电电流。

14. 一种电容式触摸传感装置,包括:

电极;以及

电容式触摸传感器,可操作地耦接至所述电极,并且适用于

通过在第一充电间隔内给所述电极供应第一充电电流来执行第一充电过程,其中所述第一充电电流和所述第一充电间隔是预定义的,并且所述第一充电过程在所述第一充电间隔结束时完成,

在所述第一充电过程完成时,测量由所述第一充电过程产生的第一电压,

基于所述第一电压来确定第一电极电压值是否达到了标准,以及

当所述第一电极电压值没有达到所述标准时,执行引起为所述电极设置第二充电电流和第二充电间隔的配置过程,所述第二充电电流和第二充电间隔要在后续执行的第二充电过程期间被用作不同的预定义值,其中在所述第二充电过程期间在所述第二充电间隔内给所述电极供应所述第二充电电流而产生更可能达到所述标准的第二电极电压值,所述第二电极电压值是在所述第二充电过程完成时测量的。

15. 根据权利要求 14 所述的电容式触摸传感装置,还包括:

一个或更多个另外的电极，

其中所述电容式触摸传感器也可操作地耦接至所述一个或更多个另外的电极，并且适用于为所述电极以及所述一个或更多个另外的电极中的每个电极执行所述配置过程，从而能够为所述电极和所述一个或更多个另外的电极中的每个电极设置不同的充电电流和不同的充电间隔。

16. 根据权利要求 15 所述的电容式触摸传感装置，其中所述电容式触摸传感器包括：
控制器，适用于确定电极电压值是否达到所述标准，以及执行所述配置过程；
电流源，可操作地耦接至所述控制器，并且适用于在充电间隔内供应充电电流；以及
多路复用器，可操作地耦接至所述电流源和所述控制器，并且适用于给所述电极或者所述一个或更多个另外的电极中的一个电极提供所述充电电流，以及访问用于所述电极或者所述一个或更多个另外的电极中的一个电极的模拟电压信号。

17. 一种用于配置电容式触摸传感装置的方法，所述方法包括以下步骤：

由所述电容式触摸传感装置的电路通过在第一充电间隔内给第一电极供应第一充电电流而执行第一电极的充电过程，其中所述第一充电电流和所述第一充电间隔是预定义的，并且所述第一电极的充电过程在所述第一充电间隔结束时完成；

在所述第一电极的充电过程完成时，由所述电路测量由所述第一电极的充电过程产生的所述第一电极的第一电压；

由所述电路基于所述第一电压来确定第一电极电压值是否达到了标准；

当所述第一电极电压值没有达到所述标准时，由所述电路为所述第一电极确定第二充电电流和第二充电间隔；以及

由所述电路存储所述第二充电电流和所述第二充电间隔，以便在所述第一电极的后续电极充电过程期间用作不同的预定义值，其中在所述后续电极充电过程期间在所述第二充电间隔内给所述电极供应所述第二充电电流而产生更可能达到所述标准的第二电极电压值，所述第二电极电压值是在所述后续电极充电过程完成时测量的。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中所述执行、测量、确定和存储步骤在两个不同的检测到的触摸状态之间执行。

19. 根据权利要求 17 所述的方法，其中确定所述第二充电电流以及确定所述第二充电间隔包括：

从预定义的表格中反复地选择不同的充电电流 / 间隔对；以及

使用所述不同的充电电流 / 间隔对中的每一对来给所述第一电极充电。

20. 一种用于配置电容式触摸传感装置的方法，所述方法包括以下步骤：

由所述电容式触摸传感装置的电路通过在第一充电间隔内给第一电极供应第一充电电流而执行第一电极的充电过程；

由所述电路测量由所述第一充电过程产生的所述第一电极的第一电压；

由所述电路基于所述第一电压来确定第一电极电压值是否达到了标准；

当所述第一电极电压值没有达到所述标准时，由所述电路为所述第一电极确定第二充电电流和第二充电间隔，所述第二充电电流和第二充电间隔产生更可能达到所述标准的第二电极电压值；以及

由所述电路存储所述第二充电电流和所述第二充电间隔，以便在所述第一电极的后续

电极充电过程期间使用，

其中：

确定所述第二充电间隔包括：通过从第一预定义的表格中反复地选择要在其内给所述第一电极供应固定的充电电流的不同充电间隔，而在多个充电间隔内给所述第一电极供应所述固定的充电电流；以及

确定所述第二充电电流包括：通过从第二预定义的表格中反复地选择要在固定的充电间隔内给所述第一电极供应的不同的充电电流，而在所述固定的充电间隔内给所述第一电极供应多个充电电流。

电容式触摸传感装置配置系统及方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及电容式触摸传感装置,并且更特别地涉及用于配置电容式触摸传感装置的方法和装置。

背景技术

[0002] 电容式触摸传感装置已经被并入各种消费电子产品中,包括移动电话、计算机、便携式娱乐设备、电器及触摸屏,在此仅举数例。最低限度地,电容式触摸传感装置包括一个或更多个传感器(或“电极”)、充电电路及触摸检测电路。每个传感器都可以与可能的用户输入关联。例如,为了使用户能够进行电话呼叫,移动电话可以包括至少 12 个传感器的阵列,这些传感器中的 10 个与数字 0 到 9 中的每一个关联,第十一个传感器与“发送 (SEND)”键关联,以及第十二个传感器与“结束 (END)”键关联。

[0003] 典型的传感器包括电介质触摸板(例如,玻璃板)和电极,它们分别起着电容器的电介质和电极的作用。当用户在传感器位置处触摸触摸板时,电极内的电位变化由于形成于地、用户和传感器之间的电容电路而产生。电容式触摸传感装置周期性地和频繁地测量电极的电位以便确定是否已经发生触摸。在测量电位之前,充电电路通过在预定的时间内给电极提供预定的电流来给电极充电。在充电过程的顶点,触摸确定电路测量在电极与地线(或者一些其他固定的电位)之间的电压。当所测得的电压充分下降到与非触摸条件关联的基线值之下(例如,在触摸检测阈值之下)时,触摸确定电路可以指示触摸已经被检测到。充电和测量过程继续重复,并且当所测得的电压在后面朝着基线值上升足够大的量(例如,在释放检测阈值之上)时,触摸确定电路则可以指示释放已经被检测到。

[0004] 能够施加于电极的电荷的理论范围被限定为对应于在 0 伏(或地线)与对器件的电源电压之间可测量的电压。但是,精确的充电和测量通常仅能够在属于理论范围的中央范围之内的电压下获得。例如,对于具有 1.7 伏的电源电压的器件,确实精确的电压测量可能对于在下 0.7 伏的范围内的电压是不可能的,并且确实精确的充电可能无法获得在上 0.7 伏的范围内的电压。因此,精确的充电和测量可能仅对于在理论范围的中央 0.3 伏内的可测量电压才可实现。

[0005] 因此,希望将此类电容式触摸传感装置并入产品之内的系统设计者应当设置充电参数(例如,供电电流和充电间隔),使得充电过程产生落在中央范围内的电压。但是,因外部因素(例如,温度或湿度改变、传输频率改变等)所致的系统内的电容变化可以促使触摸检测阈值或触摸释放阈值移到中央的可精确测量的电压范围的外部。当阈值移入电压范围的下部(例如,下 0.7 伏)内时,精确的测量会是不可能的。当阈值移入电压范围的上部(例如,上 0.7 伏)内时,精确的充电会是不可能的。在这两种情况下,可能发生虚假的触摸检测或释放,和/或系统可能无法检测实际的触摸或释放。

[0006] 由于常规的电容式触摸传感装置的这些特性,系统设计者通常设置充电参数以产生在中央范围的中央之内的电压(例如,对于 1.7 伏的系统,在 0.85 伏处)。虽然这种实施可以提高器件的可靠性,但是器件的灵敏度并没有得到优化。另外,半导体器件变化可以显

著地影响与充电过程关联的电流源及定时器的操作。因而,电容式触摸传感装置的产量应当低到足以保证供电器件能够执行如下的充电过程:导致基本上在范围的中央的可测量的电压。

附图说明

[0007] 图 1 示出了根据一个示例实施例的其内并入了电容式触摸传感器系统的电子系统的一部分的简化框图;

[0008] 图 2 示出了根据一个示例实施例的电容式触摸传感器的简化框图;

[0009] 图 3 是根据一个实施例的示出用于所选电极的多个充电和测量循环的电极充电/放电分布的实例的图表;

[0010] 图 4 是根据一个示例实施例的示出结合基线和触摸/释放检测阈值标绘的示例电极电压测量的图表;

[0011] 图 5 是根据一个示例实施例的用于执行触摸/释放检测以及配置电容式触摸传感器的方法的流程图;

[0012] 图 6 是根据一个示例实施例的用于配置或重配置电极的充电参数的方法的流程图;以及

[0013] 图 7 是根据另一个示例实施例的用于配置或重配置电极的充电参数的方法的流程图。

具体实施方式

[0014] 在面对因外部因素所致的显著的电容变化的情况下可以可靠地实现精确的触摸检测的电容式触摸传感装置是所需要的。还需要允许系统设计者在仍然实现高可靠性的同时为了提高了的灵敏度而设置充电参数(如果他们这样选择的话)的电容式触摸传感装置。还需要用于配置电容式触摸传感装置的方法和装置,该方法和装置可以使系统制造商能够拥有与常规器件的器件产量相比更高的器件产量。

[0015] 在此所描述的实施例包括电容式触摸传感装置以及用于配置电容式触摸传感装置的方法。实施例包括在面对因外部因素所致的显著的电容改变的情况下可以可靠地实现精确的触摸检测的电容式触摸传感装置。实施例还可以允许系统设计者在仍然实现高可靠性同时为了提高了的灵敏度而设置充电参数(如果他们这样选择的话)。另外,实施例可以使系统制造商能够拥有与常规器件的器件产量相比更高的器件产量。现在将结合图 1-7 描述各个实施例的更多细节。

[0016] 图 1 示出了根据一个示例实施例的其内并入了电容式触摸传感器系统的电子系统 100 的一部分的简化框图。系统 100 的这部分可以被并入移动电话、收音机、计算机、便携式娱乐设备、电器、触摸屏或者任意各种其他类型的电子器件。根据一个实施例,系统 100 包括控制器 102、电容式触摸传感器 104 以及 1 到 N 个触摸板电极 106、107、108,其中 N 是整数(例如,1 到 100 的整数)。

[0017] 每个触摸板电极 106-108 被布置成物理接近于电介质触摸板(或其一部分)。每个电极 106-108 及其关联的电介质触摸板分别起着电容器的一个电极和电介质的作用。如同常规的器件一样,当用户触摸电介质触摸板中与传感器位置关联的部分(例如,位于电

极 106-108 正上方的) 时, 电极 106-108 内的电位变化由于形成于地电位 (例如, 地)、用户及电极 106-108 之间的电容电路而产生。通过电极充电和电压测量过程, 电容式触摸传感器 104 能够确定与电极 106-108 关联的电容是否已经充分改变, 以指示“触摸事件”或“释放事件”已经发生。但是, 与常规的器件不同并且将在下面更详细地描述, 实施例包括用于执行自动的充电配置过程的方法和装置, 该方法和装置可以保证每个电极 106-108 在各种各样的环境和器件变化之下被充电至落入中央电压区之内的电压。

[0018] 电容式触摸传感器 104 可操作地通过充电线路 120、121、122 及测量线路 130、131、132 与每个电极 106-108 耦接。虽然在图 1 中将充电线路 120-122 及测量线路 130-132 示为不同的线路, 但是应当理解, 对电极的充电和测量过程可以在单条线路 (例如, 充电线路 120 和测量线路 130 是同一线路) 之上执行。换言之, 根据各个实施例, 对电极的充电和测量过程可以使用电容式触摸传感器 104 的两个引脚或单个引脚来执行。

[0019] 根据一个实施例, 电容式触摸传感器 104 被配置用于存储以及动态地保持每个电极 106-108 的充电配置信息, 其中该充电配置信息至少包括每个电极 106-108 的基线电压、充电电流及充电间隔。将电极 106 用作实例, 为了给电极 106 充电, 电容式触摸传感器 104 将电流供应于充电线 120 之上, 其中所供应的电流具有等于所存储的用于电极 106 的充电电流的大小。在所存储的用于电极 106 的充电间隔内供应充电电流, 并且然后终止该充电过程。电容式传感器 104 然后通过测量线 130 来测量电极 106 的电压, 并且将所测得的电压与所存储的用于电极 106 的基线电压比较。当所测得的电压与所存储的基线电压之间的差没有超过触摸检测增量 (δ) 时, 电容式触摸传感器 104 可以作出电极 106 处于“非触摸状态”的判定。相反地, 当所测得的电压与基线电压之间的差超过触摸检测增量时, 电容式触摸传感器 104 可以作出触摸事件已经发生, 并且电极 106 因而处于“触摸状态”的判定。当处于触摸状态时, 电容式触摸传感器 104 可以继续重复充电和测量过程, 直到在所测得的电压与基线电压之间的比较得到小于释放检测增量的差。在那时, 电容式触摸传感器 104 可以确定释放事件已经发生, 并且电极 106 因而再次处于非触摸状态。

[0020] 电容式触摸传感器 104 可操作地与系统控制器 102 耦接。系统控制器 102 可以包括专用的或通用的微处理器、数字信号处理器、专用集成电路 (ASIC) 或者一些其他类型的处理元件。系统控制器 102 和电容式触摸传感器 104 可以通过通信接口 110 来通信。根据一个实施例, 通信接口 110 可以包括一条或更多条中断线路以及一条或更多条通信线路。例如, 在一个实施例中, 通信接口 110 可以包括用于支持 I2C (内置集成电路) 通信协议的传输装置。在其他实施例中, 通信接口 110 可以包括用于支持 SPI (串行外设接口) 协议、UART (通用异步接收器/发送器) 协议或者一些其他类型的处理器间通信协议的通信装置。

[0021] 各种类型的中断、控制信息及数据可以通过通信接口 110 来传输。例如, 系统控制器 102 可以通过通信接口 110 来提供控制信息, 该控制信息适用于激活或停用 (deactivate) 电容式触摸传感器 104。另外, 当电容式触摸传感器 104 检测到触摸事件或释放事件时, 电容式触摸传感器 104 可以通过通信接口 110 来提供中断。响应于该中断, 系统控制器 102 可以提供对关于该中断的信息的请求 (例如, 读取用于描述该中断的触发事件的电容式触摸传感器 104 的寄存器的请求)。然后, 电容式触摸传感器 104 可以返回用于指示例如电极标识以及触摸事件或释放事件的指示符的数据。然后, 系统控制器 102 可以在给定的环境下采取任何适当的动作。

[0022] 现在将描述关于电容式触摸传感器和自动配置方法及装置的各个实施例的更多细节。图 2 示出了根据一个示例实施例的电容式触摸传感器 200 (例如, 电容式触摸传感器 104, 图 1) 的简化框图。根据一个实施例, 电容式触摸传感器 200 包括传感器控制器 202、电流源 204、时钟 / 定时器 206、模数转换器 (ADC) 208、多路复用器输入 / 输出 (I/O) 210 及数据存储器 212。这些元件可以并入单个集成电路之内, 或者这些元件中的一些或全部可以实现为单独的器件。

[0023] 传感器控制器 202 被配置用于通过一条或更多条通信线路 240 以及一条或更多条中断线路 260 与外部控制器 (例如, 系统控制器 102, 图 1) 通信。根据一个实施例, 以及响应于通过通信线路 240 接收到控制信息, 传感器控制器 202 可以启动监控一个或更多个外部电极 (例如, 电极 106-108, 图 1) 的过程, 以确定存在于电极上的电压是否展现出指示非触摸状态、触摸状态、触摸事件或释放事件的性质。另外, 在检测到触摸事件或释放事件时, 传感器控制器 202 可以经由线路 258 将描述该事件的信息存储于数据存储器 212 中, 并且可以将中断发送到中断线路 260 之上。描述事件的信息可以包括例如电极标识以及事件的类型 (例如, 触摸或释放)。作为选择, 该信息可以包括电极标识以及电极的电流状态 (例如, 触摸状态或非触摸状态)。另外, 传感器控制器 202 可以将新进入的状态的指示存储于数据存储器 212 中。例如, 传感器控制器 202 可以在触摸事件发生时存储电极处于触摸状态的指示, 以及传感器控制器 202 可以在释放事件发生时存储电极处于非触摸状态的指示。一旦通过信息线路 240 接收到关于中断的信息的请求, 传感器控制器 202 可以从数据存储器 212 中检索信息, 并且可以通过通信线路 240 发送包括事件描述响应。传感器控制器 202 还可以通过通信线路 240 来接收指示传感器控制器 202 应当停止电极监控 (例如, 当器件断电时) 的控制信息, 并且传感器控制器 202 可以因此而停止电极监控。

[0024] 数据存储器 212 可以包括一个或更多个寄存器或者其他适用于存储触摸及释放事件信息和电极专用参数的易失性存储装置, 这将在下面更详细地讨论。另外, 数据存储器 212 可以包括适用于存储传感器初始化信息的一个或更多个非易失性存储装置。例如, 传感器初始化信息可以包括由电容式触摸传感器 200 监控的每个电极的缺省充电参数。缺省充电参数可以包括例如缺省充电电流、缺省充电间隔以及与非触摸条件关联的缺省基线值。另外, 数据存储器 212 可以包括触摸检测增量值和释放检测增量值。作为选择, 数据存储器 212 可以包括缺省触摸检测阈值 (例如, 缺省基线值减去触摸检测增量) 以及缺省释放检测阈值 (例如, 缺省基线值减去释放检测增量)。这些参数各自的使用将在下面更详细地讨论。

[0025] 一旦电极监控过程启动 (例如, 响应于通过通信线路 240 接收到的控制信号), 传感器控制器 202 可以通过经由多路复用器控制线路 250 给多路复用器 I/O 210 提供选择信号以选择用于监控的第一电极 (例如, 电极 106, 图 1)。传感器控制器 202 可以从数据存储器 212 中检索所选电极的缺省充电参数, 并且可以通过控制线路 242 给电流源 204 提供指示缺省充电电流的控制信号。另外, 传感器控制器 202 可以通过控制线路 244 给时钟 / 定时器 206 提供时钟 / 定时器的控制信号, 该控制信号指示所选电极的缺省充电间隔。其后, 时钟 / 定时器 206 可以通过控制线路 246 给电流源 204 提供启用信号, 该启用信号促使电流源 204 在电流输出线路 248 上产生大小为缺省充电电流的电流。一旦缺省充电间隔到期, 时钟 / 定时器 206 可以通过控制线路 246 给电流源 204 提供禁用信号, 该禁用信号促使电

流源 204 停止在电流输出线路 248 上提供电流。提供于电流输出线路 248 上的电流被提供给在充电线路 220、221、222 之一上的选择的电极。

[0026] 图 3 是根据一个实施例的示出用于所选电极的多个充电和测量循环的电极充电 / 放电分布 300 的实例的图表。根据一个实施例, 电流 (例如, 大小为缺省的或存储的充电电流的电流) 被提供给电极 (例如, 由电流源 204, 图 2), 使得电极的电压以线性的方式提高。例如, 电压段 32 示出了在充电间隔 306 内从 0 伏 (例如, 对于适当接地的电极) 线性地增加到目标电压 304 的电极电压。目标电压 304 理想地落在下电压阈值 308 与上电压阈值 310 之间, 该下电压阈值 308 和上电压阈值 310 共同地将目标电压范围 312 限定于理论的电压范围之内。

[0027] 目标电压范围 312 可以与器件的理论操作范围的中央范围对应, 其中理论操作范围可以为例如 0 伏到电源电压 V_{DD} 。更特别地, 下电压阈值 308 可以对应于在其之下不可以可靠地实现精确测量的电压, 以及上电压阈值 310 可以对应于在其之上不可以可靠地实现精确充电的电压。例如, 对于具有 1.7 伏的电源电压 V_{DD} 的器件, 确实精确的电压测量可能对于在下 0.7 伏的范围内的电压是不可能的, 以及确实精确的充电可能无法获得在上 0.7 伏的范围内的电压。因此, 下电压阈值 308 可以是大约 0.7 伏, 上电压阈值可以是大约 1.0 伏, 以及目标电压范围 312 可以包括在 0.7 和 1.0 伏之间的大约 0.3 伏的范围。

[0028] 根据另一个实施例, 可以将目标电压范围 312 界定为在中央范围之内的子范围。例如, 当希望增加的器件灵敏度时, 可以将目标电压范围 312 界定为中央范围的上部 (例如, 中央范围的上 90% 到 100%)。相反地, 当希望增加的可靠性时, 可以将目标电压范围 312 界定为中央范围的中央部分 (例如, 中央范围的中央 45% 到 55%)。目标电压范围 312 可以通过在工厂中存储 (例如, 在数据存储单元 212 中, 图 2) 代表目标范围下限 (“LTRL”) 和目标范围上限 (“UTRL”) 的值来确立, 尽管 LTRL 和 / 或 UTRL 同样或作为代替可以在将电容式触摸传感器并入系统 (例如, 系统 100, 图 1) 之内时由器件设计者来确定和存储。

[0029] 当终止电流供应时 (例如, 在充电间隔 312 结束时或者在时间 314 处, 图 3), 电容式触摸传感器可以测量电极的电压。再次参照图 2, 传感器控制器 202 可以通过经由多路复用器控制线路 250 给多路复用器 I/O 210 提供另一控制信号而对所选电极执行电压测量, 该控制信号使多路复用器 I/O 210 能够通过测量线路 230、231、232 之一来访问所选电极的模拟电压信号。如同前面所讨论的, 虽然在图 2 中将充电线路 220-222 和测量线路 230-232 示为不同的线路, 但是应当理解, 对电极的充电和测量过程可以通过单条线路来执行 (例如, 充电线路 220 和测量线路 230 可以是同一线路)。

[0030] 多路复用器 I/O 210 通过模拟电压线路 252 给 ADC 208 提供模拟电压信号。根据一个实施例, 响应于由时钟定时器 206 通过控制线路 254 提供的时钟信号, ADC 208 将所接收到的模拟电压信号转换为数字值, 该数字值可以表示为 ADC 计数。换言之, ADC 208 对模拟电压信号采样以便产生多个数字值。ADC 208 然后通过数字电压线路 256 将所采样的数字值提供给传感器控制器 256。也参照图 3, 电极然后可以在放电间隔 316 内放电至 0 伏, 并且该过程可以重复一次或更多次以便获得同一选择电极的一个或更多个另外的电压测量值。更特别地, 传感器控制器 202 可以促使对所选电极的充电和电压测量过程重复一次或更多次, 并且然后可以评价所测得的电压以确定例如是否已经发生触摸事件或释放事件。虽然在图 3 中示出了 4 次充电 / 放电循环 (iteration), 但是可以执行更多或更少的循环。

如同以下将更详细地描述的,确定触摸事件或释放事件是否已经发生可以包括使用多个电压测量值来确定“短期”电极电压值 (“STEVV”),以及使用多个 STEVV 来确定“长期”电极电压值 (“LTEVV”)。然后可以评价 LTEVV 以确定该值与触摸检测和触摸释放阈值比较如何。如同在此所使用的,所测得的“电极电压”或“电极电压值”一般地可以指的是单个测得的电极电压值或者基于多个电极电压值测量值在数学上得出的电极电压值 (例如, STEVV、LTEVV 或者由多个测量值得出的另一个电极电压值)。

[0031] 传感器控制器 202 然后可以通过到多路复用器 I/O 210 的控制信号来选择另一个电极 (例如,电极 107,图 1),并且可以重复下一个选择电极的充电和测量过程。该过程可以对全部剩余的电极 (例如,直到电极 108,图 1) 执行,从而完成监控电极电压的第一个循环。其后可以执行充电和监控系统的电极的另外循环,再次从第一选择电极 (例如,电极 106,图 1) 开始。

[0032] 一个或更多个初始的充电和测量循环可以如同以上所描述的那样使用缺省值 (例如,缺省充电电流和缺省充电间隔)。缺省值可以在电容式触摸传感器 200 的制造期间于工厂中存储于数据存储器 212 内,或者可以由将电容式触摸传感器 200 并入系统 (例如,电子系统 100,图 1) 之内的系统设计者初始化。根据各个实施例,传感器控制器 202 可以通过在操作期间于现场更新 (例如,确定和存储于数据存储器 212 中的) 一个或更多个电极的不同充电参数而自动地重配置系统。这可以包括更新一个或更多个电极的充电电流和 / 或充电间隔。另外,传感器控制器 202 可以为每个电极自动地更新与非触摸条件关联的基线值、触摸检测阈值 (和 / 或触摸检测增量值) 以及释放检测阈值 (和 / 或释放检测增量值)。用于配置和自动重配置系统以及更新各种参数的方法和装置将结合图 5-7 更详细地讨论。

[0033] 根据一个实施例,如同前面所提及的,电容式触摸传感器 200 适用于执行自动配置和 / 或重配置过程。自动配置过程包括初始确定和存储每个电极的基线值、充电电流及充电间隔 (在此也分别称为“存储的基线值”、“存储的充电电流”及“存储的充电间隔”)。自动重配置过程包括更新 (例如,确定和存储) 每个电极的存储的基线值、存储的充电电流及存储的充电间隔。在此,自动配置过程或自动重配置过程可以简单地称为“配置过程”。自动配置过程可以结合为每个电极执行的充电和测量过程来执行。

[0034] 如同以上简要讨论的,电容式触摸传感器 200 可以评价所测得的电压以确定触摸事件或释放事件是否已经发生。根据一个实施例,当电极处于非触摸状态时,确定触摸事件是否已经发生包括确定所测得的电压是在触摸检测阈值之上还是之下。相反地,当电极处于触摸状态时,确定释放事件是否已经发生包括确定所测得的电压是在释放检测阈值之上还是之下。

[0035] 图 4 结合描述基线值、触摸检测阈值及释放检测阈值来提供。更特别地,图 4 是根据一个示例实施例的示出结合单个电极的基线 402 及触摸 / 释放检测阈值 406、412 标绘的示例电压测量值 420、421、422 的图表 400。虽然在图 4 中仅示出三个离散的电极电压测量值 420-422,但是电压测量信号 404 代表多个测量点,这些测量点为了描述清晰被示出为连接在一起作为连续的电压测量信号 404。类似地,虽然基线 402 为了描述清晰被示出为连续的信号,但是基线在系统中实际上可以由所存储的基线值来表示。在各个实施例中,每个电压测量值 420-422 可以代表电极的单个充电和测量循环的单个测量结果,或者每个电压测

量值 420-422 可以代表电极的多个充电和测量循环的多个测量值（例如，STEVV 或 LTEVV）。不管怎样，电压测量值 420-422 可以根据不同的测量而不同，如图 4 所示。

[0036] 从图表 400 的左侧开始，在电极处于非触摸状态的时间间隔 410 内获得了多个电压测量值（包括电压测量值 420）。当电极的电压测量值具有在触摸检测阈值 406 之上的值时，则可以认为该电极处于非触摸状态。根据一个实施例，在任何给定的时间，触摸检测阈值 406 等于所存储的基线值减去触摸检测增量 430。在一个实施例中，测量检测增量 430 是固定值，尽管触摸检测增量 430 在另一个实施例中可以是可调整的值。图 4 示出了在触摸检测阈值 406 之上的电压测量值 420，并且因此电压测量值 420 与触摸检测阈值 406 的比较将指示该电极处于非触摸状态。

[0037] 根据一个实施例，基线 402 可以在电极处于非触摸状态时动态地调整，这将在后面更详细地讨论。基线 402 的动态调整通过在时间间隔 410 内提高和降低基线 402 的性质而示出于图 4 中。当基线 402 被动态调整时，触摸检测阈值 406 和触摸释放阈值 412 也被动态调整，如图 4 所示。

[0038] 继续向右横过图表 400，电压测量信号 404 在时间 408 下降到触摸检测阈值 406 之下。因此，电压测量 421 与触摸检测阈值 406 的比较将指示电极现在处于触摸状态。如同将在下面更详细地描述的，系统在检测到从非触摸状态转变成触摸状态时可以生成中断（例如，在中断线路 260 上，图 2）。当电极的电压测量值具有在触摸释放阈值 412 之下的值时，可以认为该电极保持于触摸状态。根据一个实施例，在任何给定的时间，触摸释放阈值 412 等于所存储的基线值减去触摸释放增量 432。

[0039] 如图 4 所示，在时间间隔 416 内，电极保持于触摸状态。再次继续向右横过图表 400，电压测量信号 404 在时间 414 上升到释放检测阈值 412 之上。因此，电压测量值 422 与释放检测阈值 412 的比较将指示电极再次处于非触摸状态。当电极的电压测量值具有在触摸检测阈值 406 之上值时，可以认为该电极保持于非触摸状态。

[0040] 在所示出的实施例中，触摸释放阈值 412 是与触摸检测阈值 406 不同的电压，这在系统中提供了滞后。更特别地，触摸释放阈值 412 是比触摸检测阈值 406 高的电压。在一个可替换的实施例中，触摸释放阈值 412 可以是比触摸检测阈值 406 低的电压。在又一个可替换的实施例中，触摸释放阈值 412 和触摸检测阈值 406 可以是相等的，在这种情况下，系统可以仅维持一个阈值用于比较用途即可。这些不同的实施例意指包含于本发明主题的范围之内。

[0041] 图 5 是根据一个示例实施例的用于执行触摸 / 释放检测以及配置电容式触摸传感器的方法的流程图。根据一个实施例，整个方法可以由电容式触摸传感器（例如，电容式触摸传感器 200，图 2）在没有外部处理实体（例如，电容式触摸传感器 102，图 1）的帮助下执行。在一个可替换的实施例中，方法的一些部分可以由外部处理实体执行。

[0042] 该方法可以首先在块 500 中开始执行电极配置过程，在该电极配置过程中，每个电极（例如，电极 106-108，图 1）的初始充电参数（例如，初始充电电流，初始充电间隔以及与非触摸条件关联的初始基线值）被确定（例如，由电容式触摸传感器）并且被存储于系统中（例如，在数据存储单元 212 中，图 2）。根据一个实施例，电极配置过程可以是能够被启用或被禁用的系统特征。在禁用时，可以绕过块 500，并且方法可以代替地使用已经预存储于系统中（例如，在数据存储单元 212 中，图 2，在工厂校准期间）的缺省充电参数（例如，缺

省充电电流、缺省充电间隔以及与非触摸条件关联的缺省基线值)来初始化。在又一个实施例中,可以完全排除初始配置过程(即,块 500)。用于执行配置过程的各个实施例将在后面结合图 6 和 7 更详细地讨论。

[0043] 在配置过程完成时(或者如果该过程被绕过或被排除),电容式触摸传感器可以进入电极监控状态,在该电极监控状态中,电容式触摸传感器对于系统的电极反复确定触摸或释放事件是否正发生。以下将描述的块 502-528 与电极监控状态关联。虽然可能需要块 502-528 的几个循环来使电容式触摸传感器达到稳定状态操作,但是下面的描述假定已经执行了足够多个的电极电压测量来确定电容式触摸传感器进入了稳定状态操作。

[0044] 为了启动电极监控过程,在块 502 中,电极(例如,电极 106-108 之一,图 1)被选择用于评价。如前面所讨论的,电极的选择可以包括控制器(例如,传感器控制器 202,图 2)将选择信号提供给电极选择电路(例如,通过多路复用器控制线路 250 将选择信号提供给多路复用器 I/O 210,图 2)。

[0045] 在块 504 中,执行充电/测量过程以确定短期电极电压值(“STEVV”)。根据一个实施例,充电/测量过程包括执行预定数量的充电和测量循环,如同前面在图 3 中示出的。预定数量的充电和测量循环可以是例如 2 到 10 个循环,尽管在其他实施例中,充电和测量循环的预定数量可以少至 1 个或者多于 10 个(例如,当预定数量为 1 时,STEVV 等于单个电压测量值)。STEVV 由该测量过程的结果来确定。例如,可以将 STEVV 确定为预定数量的测量电压的平均值,尽管在其他实施例中可以使用其他数学关系来确定 STEVV。

[0046] 在块 506 中,由预定数量的 STEVV 来确定长期电极电压值(“LTEVV”)。预定数量的 STEVV 可以是例如 2 到 5 个 STEVV,尽管在其他实施例中,预定数量的 STEVV 可以是少至 1 个或大于 10 个(例如,当预定数量是 1 时,LTEVV 等于单个 STEVV)。根据一个实施例,可以将 LTEVV 确定为预定数量的 STEVV 的平均值,尽管在其他实施例中可以使用其他数学关系来确定 LTEVV。

[0047] 在块 508 中,作出 LTEVV 是否达到标准的判定。根据一个实施例,这包括确定 LTEVV 是具有落在预定义的电压值范围之内的值还是之外的值。更特别地,作出 LTEVV 是否具有落在目标范围(例如,目标电压范围 312,图 3)之外的值的判定。如前面所讨论的,目标范围可以由目标范围下限(“LTRL”)和目标范围上限(“UTRL”)来界定,以及可以对应于器件的理论电压值的中央范围,或者中央范围的子集(例如,对于提高的器件灵敏度的中央范围的上 90%到 100%)。根据其他实施例,确定 LTEVV 是否达到标准可以包括确定 LTEVV 是在阈值(例如,下或上电压阈值 308、310,图 3)之上还是在阈值之下。

[0048] 当作出了 LTEVV 具有落在目标范围之外的值的判定时,则在块 524 中执行自动重配置过程。重配置过程被认为是“自动的”,因为该过程的启动基于由电容式触摸传感器进行的测量值(例如,测得电压值,例如,LTEVV)的评价,并且因此不需要系统控制器(例如,系统控制器 102,图 1)或任何其他外部实体来启动该过程。如同是图 5 的方法流程所固有的,重配置过程可以在当电容式触摸传感器处于两个不同的所检测到的触摸状态之间时出现的时间间隔内执行。实际上,自动重配置过程包括电容式触摸传感器为所选电极确定并存储新的充电参数(例如,新的充电电流、新的充电间隔,或两者)。根据一个实施例,电极重配置过程可以是能够被启用或被禁用的系统特征。在禁用时,可以绕过块 524,并且方法可以改为直接进入块 526,该块 526 将在后面描述。用于执行自动重配置过程的各个实施例

将在后面结合图 6 和 7 更详细地讨论。

[0049] 再次参照块 508, 当 LTEVV 没有落在目标范围之外 (即, LTEVV 处于目标范围之内) 时, 则在块 512 中进一步作出电极是处于触摸状态还是处于非触摸状态的判定。如前面所提及的, 电容式触摸传感器可以维持关于每个电极当前是处于触摸状态还是处于非触摸状态的指示 (例如, 在数据存储器 212 中, 图 2)。一旦确定电极处于非触摸状态, 则可以在块 514 中进一步作出 LTEVV 是在触摸检测阈值 (例如, 触摸检测阈值 406, 图 4) 之上还是在触摸检测阈值之下的判定。例如, 当 LTEVV 具有大于触摸检测阈值的值时, 则可以认为该 LTEVV 在触摸检测阈值之上。相反地, 当 LTEVV 具有小于触摸检测阈值的值时, 则可以认为该 LTEVV 在触摸检测阈值之下。关于 LTEVV 是在触摸检测阈值之上还是在触摸检测阈值之下的判定可以另选地通过确定 LTEVV 与所存储的基线值之间的差 (例如, 电压测量值 421 与基线 404 之间的差, 图 4), 以及进一步确定该差是否大于 (或者大于或等于) 触摸检测增量 (例如, 触摸检测增量 430, 图 4) 而作出。

[0050] 当确定 LTEVV 在触摸检测阈值之下时, 则在块 516 中, 电极转变为触摸状态。根据一个实施例, 这可以包括电容式触摸传感器存储 (例如, 在数据存储器 212 中, 图 2) 关于电极现在处于触摸状态的指示。另外, 根据一个实施例, 电容式触摸传感器可以指出状态转变 (即, 从非触摸状态到触摸状态) 已经发生。例如, 电容式触摸传感器可以生成中断 (例如, 在中断线路 260 上, 图 2), 该中断指示电极已经改变了状态。如前面所讨论的, 该中断可以促使系统控制器 (例如, 系统控制器 102, 图 1) 请求关于中断的信息, 以及电容式触摸传感器可以返回指示例如电极的标识以及触摸事件的指示符的数据。然后, 系统控制器可以在给定的环境下适当地采取任何动作。

[0051] 再次参照块 514, 当确定 LTEVV 在触摸检测阈值之上时, 则可以在块 518 中更新所存储的基线值。根据一个实施例, 这可以包括以 LTEVV 重写之前所存储的基线值。另外, 还可以确定并存储新的触摸检测和释放检测阈值。这使得基线能够在存在缓慢改变的状况的情况下动态地调整并精确地维持。虽然另一个实施例可以排除基线的动态调整, 但是这会提高虚假的触摸和 / 或释放事件的可能性。根据一个实施例, 如同前面结合图 4 所讨论的, 基线的动态调整可以在电极处于非触摸状态的时间间隔内执行, 并且可以在电极处于触摸状态的时间间隔内被绕过。

[0052] 再次参照块 512, 当作出了电极处于触摸状态的判定时, 则可以在块 520 中进一步作出 LTEVV 是在释放检测阈值 (例如, 释放检测阈值 412, 图 4) 之上还是在释放检测阈值之下的判定。例如, 当 LTEVV 具有大于释放检测阈值的值时, 可以认为 LTEVV 在释放检测阈值之上。相反地, 当 LTEVV 具有小于释放检测阈值的值时, 可以认为 LTEVV 在释放检测阈值之下。关于 LTEVV 是在释放检测阈值之上还是在释放检测阈值之下的判定可以另选地通过确定 LTEVV 与所存储的基线值之间的差, 并且进一步确定该差是否大于 (或者大于或等于) 释放检测增量 (例如, 释放检测增量 432, 图 4) 而作出。

[0053] 当确定 LTEVV 在释放检测阈值之上时, 则在块 522 中, 电极转变为非触摸状态。根据一个实施例, 这可以包括电容式触摸传感器存储关于电极现在处于非触摸状态的指示 (例如, 在数据存储器 212 中, 图 2)。另外, 根据一个实施例, 电容式触摸传感器可以指出状态转变 (即, 从触摸状态到非触摸状态) 已经发生。例如, 电容式触摸传感器可以生成指示电极已经改变状态的中断 (例如, 在中断线路 260 上, 图 2)。如前面所讨论的, 该中断可以

促使系统控制器（例如，系统控制器 102，图 1）请求关于中断的信息，以及电容式触摸传感器可以返回指示例如电极的标识以及释放事件的指示符的数据。

[0054] 当确定 LTEVV 在释放检测阈值之下（块 520）时或者一旦块 516、518、522 或 524 完成，则完成了该电极的充电和测量循环，并且可以执行另一电极的充电和测量循环。因此，在块 526 中，可以作出是否全部电极都已经被评估（例如，是否已经执行了每个电极 106-108 的充电和测量循环，图 1）的判定。如果是这样，则在块 528 中，电容式触摸传感器可以进入空闲状态，在该空闲状态中，电容式触摸传感器在空闲时间段（例如，1-100 毫秒或一些其他时间段）内暂时停止电极评价。当确定并非全部电极都已被评价（块 526）时或者在空闲时间段结束时，则可以如同图 5 所示出的那样通过再次选择电极（块 502）以及重复全部电极的充电和测量过程来重复该方法。

[0055] 如同以上结合图 5 的块 524 所讨论的，电容式触摸传感器可以基于电极电压值（例如，LTEVV）的评价自动地重配置电极。根据一个实施例，自动重配置过程可以基本上以硬件来执行，或者根据另一个实施例，基本上以软件来执行。在例如由于成本或其他原因而没有设计为包含显著的处理能力的系统（例如，简单的传感器，例如，车库门开启器）中，硬件实现方式是所希望的。在例如显著的处理能力可在电容式触摸传感器内获得或者可以由电容式触摸传感器访问的方式获得的系统中，软件实现方式是所希望的。基本上硬件实现的实施例将结合图 6 来讨论，而基本上软件实现的实施例将结合图 7 来讨论。

[0056] 图 6 是根据一个示例实施例的用于配置或重配置电极的充电参数的方法的流程图。例如，图 6 的方法可以结合图 5 的块 502 和 / 或 524 来执行。在电极配置和 / 或电极重配置是可以被启用或被禁用的特征的实施例中，方法可以首先在模块 600 中开始于确定该配置或重配置过程是启用的还是禁用的。当该过程被禁用时，则方法可以结束。

[0057] 当该过程被启用时，则方法可以进入块 602，在块 602 中，目标充电电压被确定。根据一个实施例，目标充电电压可以是在与器件的理论操作范围的预定义的中央范围对应的目标范围内的电压，或者是在在工厂中或由器件设计者界定的目标范围（例如，由下和上电压阈值 308、310 界定的目标电压范围 312，图 3）内的电压。目标充电电压可以被选择为在中央范围或目标范围之内内的任何电压。根据一种特定的实施例，目标充电电压可以被选择为处于中央范围或目标范围的中间，尽管这并不是必需的。例如，在目标范围被界定于 0.7 伏和 1.0 伏之间的示例系统中，可以将目标充电电压选定为 0.85 伏。根据一个实施例，为了计算方便，目标充电电压可以根据 ADC 计数来界定。例如，在将 ADC 计数 540（例如，0x87，十六进制）界定为下电压阈值，以及将 ADC 计数 604（例如，0x97，十六进制）界定为上电压阈值的实施例中，可以将目标充电电压界定为对应于 ADC 计数 572（例如，0x8F，十六进制）。

[0058] 然后，在块 604、606、607 和 608 中执行充电间隔查找。根据一个实施例，充电间隔查找是反复的过程，在该过程中，在每个循环期间，以固定的充电电流以及多个预定义的可选择的充电间隔中的不同间隔来给电极充电。例如，一组预定义的充电间隔可以由电容式触摸传感器访问（例如，在数据存储器 212 中，图 2）。该组预定义的充电间隔可以包括例如 2 到 N 个值。仅出于说明起见，下面提供了预定义的充电间隔表的实例，表 1，其中该表格包括 7 个不同的充电间隔值（即，N = 7）：

[0059]

条目编号	充电间隔值（微秒）
1	0.5
2	1.0
3	2.0
4	4.0
5	8.0
6	16.0
7	32.0

[0060] 表 1：充电间隔表

[0061] 应当理解，充电间隔表可以另选地包括多于或少于 7 个的值，以及充电间隔值可以不同于表 1 所示出的那些值。

[0062] 根据一个实施例，充电间隔查找作为二分查找 (binary search) 来执行，在二分查找中，在第一查找间隔期间从表格中选出中心充电间隔值（例如，对应于条目编号 4 的为 4.0 微秒的充电间隔值），并且基于第一循环的结果，在第二循环内选择下一个充电间隔值，其中该下一个选择的充电间隔值对应于在从中心充电间隔值到表格的底部或顶部的半程处的条目（例如，分别对应于条目编号 2 和 6 的充电间隔值 1.0 或 16.0 微秒之一）。后续的循环继续执行，直到二分查找会聚于最终的值上。例如，使用以上实例，二分查找将在三个循环后会聚于特定的充电间隔值（或表格条目编号）。以下关于块 604、606、607 和 608 的描述将根据使用二分查找来确定充电间隔值的实施例来描述。但是，应当理解，在其他实施例中可以另选地使用其他查找方法。例如，在预定义的充电间隔值的表格中的条目可以线性地（例如，从条目编号 1 开始）选择，或者可以按照某种其他顺序来选择。

[0063] 充电间隔查找过程首先在块 604 中开始于选择候选的充电间隔。例如，在二分查找的实施例中，第一选择的候选充电间隔可以对应于中心充电间隔值（例如，对应于以上的表 1 的条目编号 4 的为 4.0 微秒的充电间隔值）。然后可以在块 606 中通过在等于候选充电间隔的持续时间内将固定的且预定义的电流施加于电极来执行电极充电过程。根据一个实施例，固定的且预定义的电流可以是一系列可选择的电流内的电流，这将在下面结合块 610、612、613 和 614 来讨论。

[0064] 在电极充电过程完成之后，可以执行在其间测量电极电压的电极测量过程。然后，在块 607 中，可以评价单个电极电压测量值，或者可以一次或更多次重复充电和测量过程并且可以根据多个电极电压测量值确定电极电压的数学确定（例如，多个测量值的平均值）。不管怎样，在块 607 中，都将电极电压测量值与目标充电电压（在块 602 中确定的）比较以确定电极电压测量是高于还是低于目标充电电压。根据一个实施例，电极电压测量值也可以表示为 ADC 计数，以及在块 607 中执行的比较可以包括将对应于目标充电电压的 ADC 计数与对应于电极电压测量值的 ADC 计数比较。

[0065] 然后,在块 608 中,作出充电间隔查找过程是否已完成的判定。例如,当连同二分查找一起已经执行了限定数量的循环(例如,在包括 7 个条目的充电间隔表的情形中为 3 个循环)时,则可以认为充电间隔查找过程已完成。在一个可替换的实施例中(例如,在对充电间隔表执行线性查找时),当查找过程的最后两个循环产生在目标充电电压的两侧的电极电压测量值时,则可以认为充电间隔查找过程已完成。

[0066] 当确定充电间隔查找过程没有完成时,则通过在块 604 中再次选择候选的充电间隔来启动下一个查找循环。在二分查找的实施例中,下一个候选充电间隔基于在块 607 中作出的比较来选择。更特别地,在候选的充电间隔按升序排列的表格(例如,以上的表 1)中,当所测得的电极电压高于目标充电电压时,则选择值较低的、在到表格的始端的半程处的条目(例如,条目编号 2)的候选充电间隔;或者当所测得的电极电压低于目标充电电压时,选择值较高的、在到表格的末端的半程处的条目(例如,条目编号 6)的候选充电间隔。在线性查找的实施例中,可以将下一个候选充电间隔中为表格中的下一个连续的条目(例如,如果条目编号 1 被选择用于第一个循环,则可以选择条目编号 2 用于下一个循环)。其后,可以为该下一个选择的候选充电间隔执行块 606、607 和 608。

[0067] 当在块 608 中作出了充电间隔查找过程已完成的判定时,则在块 609 中设置电极的最终充电间隔值。在二分查找或线性查找的实施例中,最终的充电间隔值可以是所评价的最后两个候选充电间隔之一(例如,在最后两个查找循环期间),无论哪个候选充电间隔都会得到最接近于目标充电电压的电极电压测量值。作为选择,最终的充电间隔值可以是在所评价的最后两个候选的充电间隔之间的值(例如,最后测得的电极电压与目标充电电压之间的中值,或者与最后测得的电极电压和目标充电电压的接近程度有关的一些其他距离)。最终的充电间隔值可以通过例如将最终的充电间隔值存储于可由电容式触摸传感器访问的存储器位置内(例如,在数据存储器 212 中,图 2)来设置。

[0068] 根据一个实施例,然后在块 610、612、613 和 614 中执行充电电流查找。根据一个实施例,充电电流查找是反复的过程,在该过程中,在每个循环期间,以固定的充电间隔(例如,在块 609 中设置的最终充电间隔)以及多个预定义的可选择的充电电流的不同充电电流来给电极充电。例如,一组预定义的充电电流可以由电容式触摸传感器访问(例如,在数据存储器 212 中,图 2)。该组预定义的充电电流可以包括例如 2 到 M 个值。仅出于说明起见,在下面提供了预定义的充电电流表的实例,表 2,其中该表格包括 15 个不同的充电电流值(即, $M = 15$) :

[0069]

条目编号	充电电流值(微安)
1	1
2	2
3	3
4	5

5	7
6	9
7	11
8	16
9	22
10	27
11	31
12	38
13	44
14	54
15	63

[0070] 表 2 : 充电电流表

[0071] 应当理解, 充电电流表可以另选地包括多于或少于 15 个的值, 以及充电电流值可以不同于表 2 所示出的那些值。

[0072] 根据一个实施例, 充电电流查找作为二分查找来执行, 在二分查找中, 在第一查找间隔期间从表格中选出中心充电电流值 (例如, 对应于条目编号 8 的为 16 微安的充电电流值), 并且基于第一个循环的结果, 在第二个循环期间选择下一个充电电流值, 其中该下一个选择的充电电流值对应于在从中心充电电流值到表格的底部或顶部的半程处的条目 (例如, 分别对应于条目编号 4 和 12 的充电电流值 5 或 38 微安之一)。后续的循环继续执行, 直到二分查找会聚于最终的值。例如, 使用以上实例, 二分查找将在 4 个循环后会聚于特定的充电电流值 (或者表格的条目编号)。以下关于块 610、612、613 和 614 的描述将根据使用二分查找来确定充电电流值的实施例来描述。但是, 应当理解, 在其他实施例中, 可以另选地使用其他查找方法。例如, 在预定义的充电电流值的表格中的条目可以线性地 (例如, 从条目编号 1 开始) 选择, 或者可以按照某种其他顺序来选择。

[0073] 充电电流查找过程首先在块 610 中开始选择候选的充电电流。例如, 在二分查找的实施例中, 第一选择的候选充电电流可以对应于中心充电电流值 (例如, 对应于以上的表 2 的条目编号 8 的为 16 微安的充电电流值)。然后, 可以在块 612 中通过在固定的持续时间 (例如, 在块 609 中设置的最终充电间隔) 内将候选充电电流施加于电极来执行电极充电过程。

[0074] 在电极充电过程完成之后, 可以执行在其间测量电极电压的电极测量过程。然后, 在块 613 中, 可以评价单个电极电压测量值, 或者可以一次或更多次重复充电和测量过程并且可以由多个电极电压测量值确定电极电压的数学确定 (例如, 多个测量值的平均值)。

不管怎样,在块 613 中,都将电极电压测量值与目标充电电压(在块 602 中确定的)比较以确定电极电压测量值是高于还是低于目标充电电压。

[0075] 然后,在块 614 中,作出充电电流查找过程是否已完成的判定。例如,当连同二分查找一起执行了限定数量的循环(例如,在包括 15 个条目的充电电流表的情形中为 4 个循环)时,则可以认为充电电流查找过程已完成。在一个可替换的实施例中(例如,当对充电电流表执行线性查找时),当查找过程的最后两个循环产生了在目标充电电压的两侧的电极电压测量值时,则可以认为该充电电流查找过程已完成。

[0076] 当确定充电电流查找过程没有完成时,则通过在块 610 中再次选择候选的充电电流来启动下一个查找循环。在二分查找的实施例,下一个候选充电电流基于在块 613 中作出的比较来选择。更特别地,在候选充电电流按升序排列的表格(例如,上面的表 2)中,当所测得的电极电压高于目标充电电压时,则选择值较低的、在到表格的始端的半程处的条目(例如,条目编号 4)的候选充电电流;或者当所测得的电极电压低于目标充电电压时,则选择值较高的、在到表格的末端的半程处的条目(例如,条目编号 12)的候选充电电流。在线性查找的实施例中,可以将下一个候选充电电流选择为表格中的下一个连续的条目(例如,如果条目编号 1 被选择用于第一个循环,则可以选择条目编号 2 用于下一个循环)。其后,可以对下一个选择的候选充电电流执行块 612、613 和 614。

[0077] 当在块 614 中作出了充电电流查找过程已完成的判定时,则在块 616 中设置电极的最终充电电流值。在二分查找或线性查找的实施例中,最终的充电电流值可以是所评价的最后两个候选充电电流之一(例如,在最后两个查找循环期间),无论哪个候选充电电流都会得到最接近于目标充电电压的电极电压测量值。作为选择,最终的充电电流值可以是在所评价的最后两个候选充电电流之间的值(例如,最后测得的电极电压与目标充电电压之间的中值,或者与最后测得的电极电压和目标充电电压的接近程度有关的一些其他距离)。最终的充电电流值可以通过例如将最终的充电电流值存储于可由电容式触摸传感器访问的存储器位置内(例如,在数据存储器 212 中,图 2)来设置。

[0078] 在为电极确定了新的充电间隔和充电电流之后,可以执行确认过程(没有示出),在该确认过程中,在等于最终的充电间隔值的持续时间内再次给电极供应具有最终的充电电流值的电流。当确认过程得到了在目标范围(例如,目标电压范围 312,图 3)之内的测量电极电压和/或充分接近于目标充电电压的测量电压时,则可以结束该方法。作为选择,当确认过程得到了落在目标范围(例如,目标电压范围 312,图 3)之外的测量电极电压和/或没有充分接近于目标充电电压的测量电压时,则可以一次或更多次重复充电电压和/或充电电流查找过程(例如,以之前确定的最终充电间隔值和/或由该查找排除的最终充电电流值)。如果,在预定数量的重复之后,确认过程未能得到用于得出可接受的电极电压测量值的充电间隔值和充电电流值,则可以声明误差(例如,可以给系统控制器 102 发送中断,图 1)。

[0079] 图 7 是根据另一个示例实施例的用于为电极配置或重配置充电参数的方法的流程图。例如,图 7 的方法可以结合图 5 的块 502 和 / 或 524 来执行。在电极配置和 / 或电极重配置是可以被启用和被禁用的特征的实施例中,该方法可以首先在块 700 中开始于确定配置或重配置过程是启用的还是禁用的。当该过程被禁用时,则可以结束该方法。

[0080] 当该过程被启用时,方法可以进入块 702,确定在块 702 中目标充电电压。确定目

标充电电压的过程可以如同前面所描述的那样结合图 6 的块 602 来执行,在此为了简洁起见不再重复该过程。

[0081] 然后,在块 704、706、708 和 710 中执行充电电流 / 充电间隔对 (在此称为“电流 / 间隔对”) 查找。根据一个实施例,电流 / 间隔对查找是反复的过程,在该过程中,在每个循环期间,以不同的电流 / 间隔对来给电极充电,该电流 / 间隔对包括预定义的可选择的充电电流以及预定义的可选择的充电间隔。例如,一组预定义的电流 / 间隔对可以由电容式触摸传感器访问 (例如,在数据存储器 212 中,图 2)。该组预定义的电流 / 间隔对可以包括例如 2 到 X 个值。仅出于说明起见,下面提供了预定义的电流 / 间隔对表的实例,表 3,其中该表格包括 25 个不同的电流 / 间隔对 (即, $X = 25$) :

[0082]

条目编号	充电电流值 (微安)	充电间隔值 (微秒)	C _低 (皮法)	C _中 (皮法)	C _高 (皮法)
1	1	0.5	0.495721	0.584795	0.712893
2	2	0.5	0.991441	1.169591	1.425787
3	3	0.5	1.487162	1.754386	2.13868
4	1	2	1.982882	2.339181	2.851573
5	5	0.5	2.478603	2.923977	3.564467
6	7	0.5	3.470044	4.093567	4.990253
7	9	0.5	4.461485	5.263158	6.41604
8	3	2	5.948646	7.017544	8.55472
9	1	8	7.931529	9.356725	11.40629
10	11	1	10.90585	12.8655	15.68365
11	31	0.5	15.36734	18.12865	22.09969
12	11	2	21.8117	25.73099	31.36731
13	31	1	30.73467	36.25731	44.19939
14	11	4	43.62341	51.46199	62.73461
15	31	2	61.46935	75.51462	88.39877
16	11	8	87.24681	102.924	125.4692
17	31	4	122.9387	145.0292	176.7975
18	11	16	174.4936	205.848	250.9385
19	31	8	245.8774	290.0585	353.5951
20	11	32	348.9873	411.6959	501.8769
21	31	16	491.7548	580.117	707.1902
22	22	32	697.9745	823.3918	1003.754
23	31	32	983.5095	1160.234	1414.38
24	44	32	1395.949	1646.784	2007.508
25	63	32	1998.745	2357.895	2874.386

[0083] 表 3 : 电流 / 间隔对表

[0084] 在以上的表 3 中, 每个电流 / 间隔对与电容的范围匹配 (即, 低电容值 C_低、高电容

值 $C_{\text{高}}$, 以及在 $C_{\text{低}}$ 与 $C_{\text{高}}$ 之间的中间电容值 $C_{\text{中}}$)。每个电流 / 间隔对的电容值范围 (即, 从 $C_{\text{低}}$ 到 $C_{\text{高}}$) 指示在给定的充电电流和充电间隔下可以测量的电容的范围。在表 3 中的值通过以下处理根据经验确定: 测试充电电流和充电间隔的各种可能组合, 确定所测试的电流 / 间隔对的电容范围, 以及排除电流 / 间隔对以生成其中可以检测在 0.495721 与 2874.386 皮法之间的任何电容的不包括冗余的或完全重叠的电容子范围的表格。换言之, 每个电流 / 间隔对的电容范围可以与相邻的电流 / 间隔对的电容范围稍微重叠, 从而产生其中在期望的范围内的任何电容都是可检测的没有显著冗余的表格。通过消减电流 / 间隔对的数量, 查找过程得以减少。应当理解, 电流 / 间隔对表可以另选地包括多于或少于 25 个的值, 充电电流和充电间隔值可以不同于表 3 所示出的那些值, 和 / 或由表格所覆盖的电容范围可以不同于表 3 所覆盖的范围。

[0085] 根据一个实施例, 电流 / 间隔对查找作为二分查找来执行, 在二分查找中, 在第一查找间隔内从表格中选出中心电流 / 间隔对 (例如, 对应于条目编号 13 的 31 微安的充电电流以及 1 微秒的充电间隔), 并且基于第一个循环的结果, 在第二个循环内选择下一个电流 / 间隔对, 其中下一个选择的电流 / 间隔对对应于在从中心电流 / 间隔对到表格的底部或顶部的半程处的条目 (例如, 分别对应于条目编号 6 或 7 以及 19 或 20 的电流 / 间隔对之一)。后续的循环继续执行, 直到二分查找会聚于最终的值。例如, 使用以上实例, 二分查找将在 5 个循环后会聚于特定的电流 / 间隔对 (或表格的条目编号)。以下关于块 704、706、708 和 710 的描述将根据使用二分查找来确定电流 / 间隔对的实施例来描述。但是, 应当理解, 在其他实施例中, 可以另选地使用其他查找方法。例如, 在预定义的电流 / 间隔对的表格中的条目可以线性地选择 (例如, 从条目编号 1 开始), 或者可以按照某种其他顺序来选择。

[0086] 电流 / 间隔对查找过程首先在块 704 中开始于选择候选的电流 / 间隔对。例如, 在二分查找的实施例中, 第一选择的候选电流 / 间隔对可以对应于中心电流 / 间隔对 (例如, 对应于以上的表 3 的条目编号 13 的 31 微安的充电电流以及 1 微秒的充电间隔)。然后, 在块 706 中, 可以通过在等于候选充电间隔的持续时间内对电极施加等于候选充电电流的充电电流来执行电极充电过程。

[0087] 在电极充电过程完成之后, 可以执行在其间测量电极电压的电极测量过程。然后, 在块 708 中, 可以评价单个电极电压测量值, 或者可以一次或更多次重复充电和测量过程并且可以由多个电极电压测量值来确定电极电压的数学确定 (例如, 多个测量值的平均值)。不管怎样, 在块 708 中, 都将电极电压测量值与目标充电电压 (在块 702 中确定的) 比较以确定电极电压测量值是高于还是低于目标充电电压。根据一个实施例, 电极电压测量值同样可以表示为 ADC 计数, 以及在块 708 中执行的比较可以包括将对应于目标充电电压的 ADC 计数与对应于电极电压测量值的 ADC 计数比较。

[0088] 然后, 在块 710 中, 作出电流 / 间隔对查找过程是否已完成的判定。例如, 当连同二分查找一起执行了限定数量的循环 (例如, 在包括 25 个条目的电流 / 间隔对表的情形中为 5 个循环) 时, 则可以认为电流 / 间隔对查找过程已完成。在一个可替换的实施例中 (例如, 当对电流 / 间隔对表执行线性查找时), 当查找过程的最后两个循环产生了在目标充电电压的两侧的电极电压测量值时, 则可以认为电流 / 间隔对查找过程已完成。

[0089] 当确定电流 / 间隔对查找过程没有完成时, 则通过在块 704 中再次选择候选的电

流 / 间隔对来启动下一个查找循环。在二分查找实施例中,下一个候选的电流 / 间隔对基于在块 708 中作出的比较来选择。更特别地,在候选的电流 / 间隔对按照电容递增的顺序排列的表格(例如,上面的表 3)中,当所测得的电极电压高于目标充电电压时,则选择次序较低的、在到表格的始端的半程处的条目(例如,条目编号 6 或 7)的候选电流 / 间隔对;或者当所测得的电极电压低于目标充电电压时,则选择次序较高的、在表格的末端的半程处的条目(例如,条目编号 19 或 20)的候选电流 / 间隔对。在线性查找的实施例中,可以将下一个候选的电流 / 间隔对选择为在表格中的下一个连续的条目(例如,如果条目编号 1 被选择用于第一个循环,则可以选择条目编号 2 用于下一个循环)。其后,可以对下一个选择的候选电流 / 间隔对执行块 706、708、710。

[0090] 当在块 710 中作出电流 / 间隔对查找过程已完成的判定时,则将中间的充电电流 I_0 及中间的充电间隔 T_0 分别确定为最后选择的电流 / 间隔对的充电电流和充电间隔。仅出于举例起见,假定电流 / 间隔对查找引起从以上的表 3 中选择条目编号 8,该条目编号 8 对应于 3 微安的 I_0 以及 2 微秒的 T_0 。另外,所测得的电极电压将被确定为对应于最后选择的电流 / 间隔对。所测得的电极电压可以由例如 ADC 计数 ADC_0 来表示。例如,再次,假定在系统中的最大的 ADC 计数是 1024,以及所测得的电极电压对应于为 572 的 ADC 计数 ADC_0 。基于 I_0 、 T_0 、 ADC_0 的值,期望的充电电流和期望的充电间隔的乘积(在此为“期望的 $I * T$ ”)可以在块 712 中以数学方式来确定。根据一个实施例,期望的 $I * T$ 可以根据以下公式来确定:

$$[0091] \quad I * T = \frac{I_0 \times T_0 \times ADC_{NUM}}{ADC_0} \left[\frac{V_{DD} - V_{DROP}}{V_{DD}} \right],$$

[0092] 其中 ADC_{NUM} 是可能的 ADC 计数的数量,以及 V_{DROP} 是电源电压 V_{DD} 与上电压阈值(例如,上电压阈值 310,图 3)之间的电压差。在前面段落给出的示例值(即, $I_0 = 3$ 微安; $T_0 = 2$ 微秒,以及 $ADC_0 = 572$)以及 $V_{DROP} = 0.7$ 伏和 $V_{DD} = 1.7$ 伏的情况下,以上公式得出下列结果(去除了单位):

$$[0093] \quad I * T = \frac{3 \times 2 \times 1024}{572} \left[\frac{1.7 - 0.7}{1.7} \right] = 6.32,$$

[0094] 一旦确定了期望的 $I * T$,则在块 714 中将期望的充电电流和期望的充电间隔从期望的 $I * T$ 值中分离出。根据一个实施例,分离期望的充电电流和期望的充电间隔包括将期望的 $I * T$ 与 $I * T$ 范围及关联的充电间隔的表格关联起来,以及将期望的充电间隔选择作为与期望的 $I * T$ 相关的 $I * T$ 范围关联的充电间隔。仅出于说明起见,下面提供了预定义的 $I * T$ 范围 / 充电间隔表的实例,表 4:

[0095]

条目 编号	$I \cdot T$ 范围 (最小)	$I \cdot T$ 范围 (最大)	充电 间隔	有效充电电 流 (最小)	有效充电电 流 (最大)
1	0.5	31.5	0.5	0.5	31.5
2	1	63	1	31.5	63
3	2	126	2	63	126
4	4	252	4	126	252
5	8	504	8	252	504
6	16	1008	16	504	1008
7	32	2016	32	1008	2016

[0096] 表 4: $I \cdot T$ 范围 / 充电间隔表

[0097] 虽然具有指定值的 7 个条目的表格被给出作为实例,但是 $I \cdot T$ 范围 / 充电间隔表可以包括更多或更少的条目,和 / 或可以另选地使用具有不同值的 $I \cdot T$ 范围 / 充电间隔表。在表 4 中, $I \cdot T$ 范围 (最小) 值等于关联的充电间隔 (例如,乘方为 2 的从 0.5 到 32 微秒的值之一) 乘以最小可获得的充电电流 (例如,1 微安)。 $I \cdot T$ 范围 (最大) 值等于关联的充电间隔 (例如,乘方为 2 的从 0.5 到 32 微秒的值之一) 乘以最大可获得的充电电流 (例如,63 微安)。如表 4 所示,一些有效的 $I \cdot T$ 范围重叠,这意味着一些期望的 $I \cdot T$ 值可以得出相同的电容范围。例如,根据以上给出的其中期望的 $I \cdot T$ 被确定为 6.32 的实例,表 4 的期望的 $I \cdot T$ 与 $I \cdot T$ 范围的关系指出期望的 $I \cdot T$ 值落入前四个 $I \cdot T$ 范围 (即条目 1-4) 中的任何一个 $I \cdot T$ 范围内,该前四个 $I \cdot T$ 范围分别对应于 0.5、1、2 和 4 微秒的充电间隔值。根据一个实施例,对有效的 $I \cdot T$ 区 (即,与期望的 $I \cdot T$ 关联的 $I \cdot T$ 区) 的查找按升序方式 (即,从条目 1 开始) 来执行。因此,可以首先选择匹配最短的期望的充电间隔值的条目。例如,6.32 的期望 $I \cdot T$ 落在第一条目的 $I \cdot T$ 范围 (即,0.5 到 31.5 的 $I \cdot T$ 范围) 之内,并且因此可以将第一条目的充电间隔 (即,0.5 微秒) 确定为期望的充电间隔值 (即,与期望的 $I \cdot T$ 分离的充电间隔值)。在一个可替换的实施例中,可以选择与对应于最短充电间隔的 $I \cdot T$ 范围不同的 $I \cdot T$ 范围 (例如,与对应于最长充电间隔的期望的 $I \cdot T$ 相关的 $I \cdot T$ 范围,或者在以上给出的实例中的具有 4 微秒的充电间隔的条目 4)。

[0098] 一旦确定了期望的充电间隔值,就可以确定期望的充电电流。根据一个实施例,这包括将期望的 $I \cdot T$ 除以期望的充电间隔值。在以上给出的实例中,在 6.32 的期望 $I \cdot T$ 以及 0.5 的期望充电间隔的情况下,这会得出 $6.32/0.5 = 12.64$ 微安的期望充电电流。根据一个实施例,当期望的充电电流不是整数值时,可以将期望的充电电流向上或向下舍入最近的整数。

[0099] 在块 716 中,设置电极的最终充电电流值和最终的充电间隔值。可以例如通过将期望的充电电流值和期望的充电间隔值存储于可由电容式触摸传感器访问的存储器位置内 (例如,在数据存储器 212 中,图 2) 来设置最终的充电电流值和最终的充电间隔值。然

后可以结束该方法。

[0100] 因而,以上已经描述了用于配置电容式传感器件的方法和装置的各个实施例。各个实施例使得能够在初始自动配置过程期间,和/或在可以对系统的任何一个或更多个电极执行的自动重配置过程期间为多个电极(例如,电极106-108,图1)中的每个电极建立个体充电电流和充电间隔设置。

[0101] 一个实施例包括包含模数转换器(ADC)以及可操作地耦接至ADC的控制器的电容式触摸传感器。ADC适用于接收来自电极的模拟电压信号,以及采样模拟电压信号以便产生多个数字值。控制器适用于通过在第一充电间隔内给电极供应第一充电电流执行第一充电过程,以及基于多个数字值中的至少一个来确定第一电极电压值是否达到了标准。当第一电极电压值没有达到标准时,控制器适用于执行引起为电极设置第二充电电流和第二充电间隔的配置过程,该配置过程响应于执行第二充电过程而产生更可能达到标准的第二电极电压值。

[0102] 根据另一个实施例,控制器适用于通过执行反复的过程来执行配置过程,在该反复的过程中,在多个充电间隔内以多个充电电流来给电极充电,以确定第二充电间隔和第二充电电流。根据另一个实施例,控制器还适用于通过为电极存储在一个或更多个后续的充电过程内使用的第二充电电流和第二充电间隔来配置电极。根据另一个实施例,控制器适用于通过以下处理来执行反复的过程:在多个充电间隔内给电极供应固定的充电电流以便确定第二充电间隔,以及在第二充电间隔内供应多个充电电流以确定第二充电电流。根据另一个实施例,控制器适用于通过从第一预定义的表格中反复地选择要在其内供应充电电流的不同的充电间隔来在多个充电间隔内给电极供应固定的充电电流,以及通过从第二预定义的表格中反复地选择要在第二充电间隔内给电极供应的不同的充电电流来在第二充电间隔内给电极供应多个充电电流。根据另一个实施例,控制器适用于使用二分查找过程从第一预定义的表格中选择不同的充电间隔以及从第二预定义的表格中选择不同的充电电流。根据另一个实施例,控制器适用于通过使用多个候选的充电电流/间隔对给电极充电以便确定第二充电电流和第二充电间隔而执行反复的过程。根据另一个实施例,控制器适用于通过从预定义的表格中反复地选择要在给电极充电时使用的不同的充电电流/间隔对来确定多个候选的充电电流/间隔对。根据另一个实施例,控制器适用于使用二分查找过程从预定义的表格中选择不同的充电电流/间隔对。

[0103] 根据另一个实施例,电容式触摸传感器还包括电流源,可操作地耦接至控制器并且适用于在第一充电间隔内给电极供应第一充电电流,以及定时器,可操作地耦接至控制器和电流源并且适用于给电流源提供定时信号,该定时信号使电流源能够在第一充电间隔开始时开始供应第一充电电流以及在第一充电间隔结束时终止供应第一充电电流。根据另一个实施例,电容式触摸传感器还包括:数据存储器,可操作地耦接至控制器并且被配置用于存储代表第一充电电流、第一充电间隔、第二充电电流及第二充电间隔的值。

[0104] 另一个实施例包括电容式触摸传感装置,该电容式触摸传感装置包括电极以及可操作地耦接至电极的电容式触摸传感器。电容式触摸传感器适用于通过在第一充电间隔内给电极供应第一充电电流来执行第一充电过程,测量由第一充电过程产生的第一电压,以及基于第一电压来确定第一电极电压值是否达到了标准。当第一电极电压值没有达到标准时,电容式触摸传感装置适用于执行引起为电极设置第二充电电流和第二充电间隔的配置

过程,该配置过程响应于执行第二充电过程而产生更可能达到标准的第二电极电压值。

[0105] 根据另一个实施例,电容式触摸传感器还包括一个或更多个另外的电极,其中电容式触摸传感器也可操作地耦接至该一个或更多个另外的电极,并且适用于为该电极以及该一个或更多个另外的电极中的每个电极执行配置过程,从而可以为该电极以及该一个或更多个另外的电极中的每个电极设置不同的充电电流和不同的充电间隔。

[0106] 又一个实施例包括一种用于配置电容式触摸传感装置的方法。该方法包括以下步骤:通过在第一充电间隔内给第一电极供应第一充电电流来执行第一电极的充电过程,测量由第一充电过程产生的第一电极的第一电压,以及基于第一电压来确定第一电极电压值是否达到了标准。当第一电极电压值没有达到标准时,该方法包括为第一电极确定第二充电电流和第二充电间隔,该第一电极产生了更可能达到标准的第二电极电压值。该方法还包括存储第二充电电流和第二充电间隔,以便在第一电极的后续电极充电过程期间使用。

[0107] 根据另一个实施例,确定第一电极电压值是否达到标准包括确定第一电极电压值是否落在目标电压范围之内。根据另一个实施例,确定第二充电电流包括通过从第一预定义的表格中反复地选择要在其内给第一电极供应固定的充电电流的不同充电间隔而在多个充电间隔内给第一电极供应固定的充电电流,以及确定第二充电电流包括通过从第二预定义的表格中反复地选择要在固定的充电间隔内给第一电极供应的不同的充电电流而在固定的充电间隔内给第一电极供应多个充电电流。根据另一个实施例,从第一预定义的表格中反复地选择不同的充电间隔以及从第二预定义的表格中反复地选择不同的充电电流的步骤使用二分查找过程来执行。根据另一个实施例,确定第二充电电流以及确定第二充电间隔包括从预定义的表格中反复地选择不同的充电电流/间隔对,以及使用每个不同的充电电流/间隔对来给第一电极充电。根据另一个实施例,对一个或更多个另外的电极重复步骤执行、测量、确定和存储,从而可以为该电极以及该一个或更多个另外的电极中的每个电极设置不同的充电电流和不同的充电间隔。

[0108] 应当理解,在不脱离本发明主题的范围的情况下可以对以上所描述的实施例进行各种修改。虽然以上已经结合特定的系统、装置和方法描述了本发明主题的原理,但是应当清楚地理解,该描述仅以示例的方式来进行,而并没有对本发明主题的范围进行限定。在此所讨论的以及附图所示出的各种功能或处理块可以用硬件、固件、软件或它们的任意组合来实现。此外,在此所使用的语词或术语是为了描述的目的,而不是为了限定的目的。

[0109] 前面关于特定实施例的描述充分地揭示了本发明主题的一般性质,从而本领域技术人员能够在不脱离一般概念的情况下通过应用当前的知识而容易地修改它和/或使其适用于各种应用。因此,此类适应和修改属于所公开的实施例的等同物的含意及范围之内。本发明主题包括属于所附权利要求的精神和广泛的范围之内的全部此类替换、修改、等同物及改动。

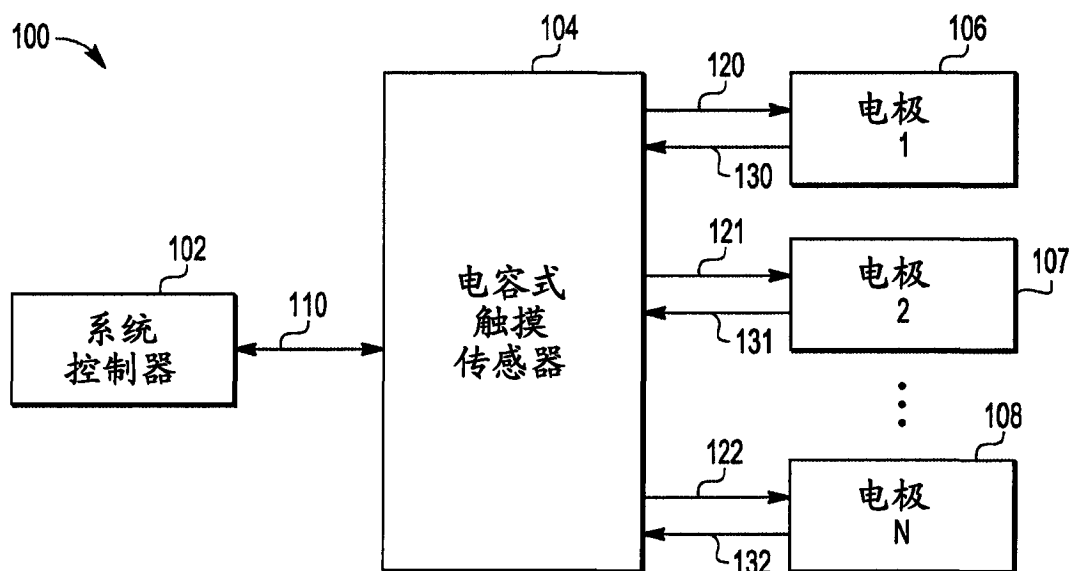


图 1

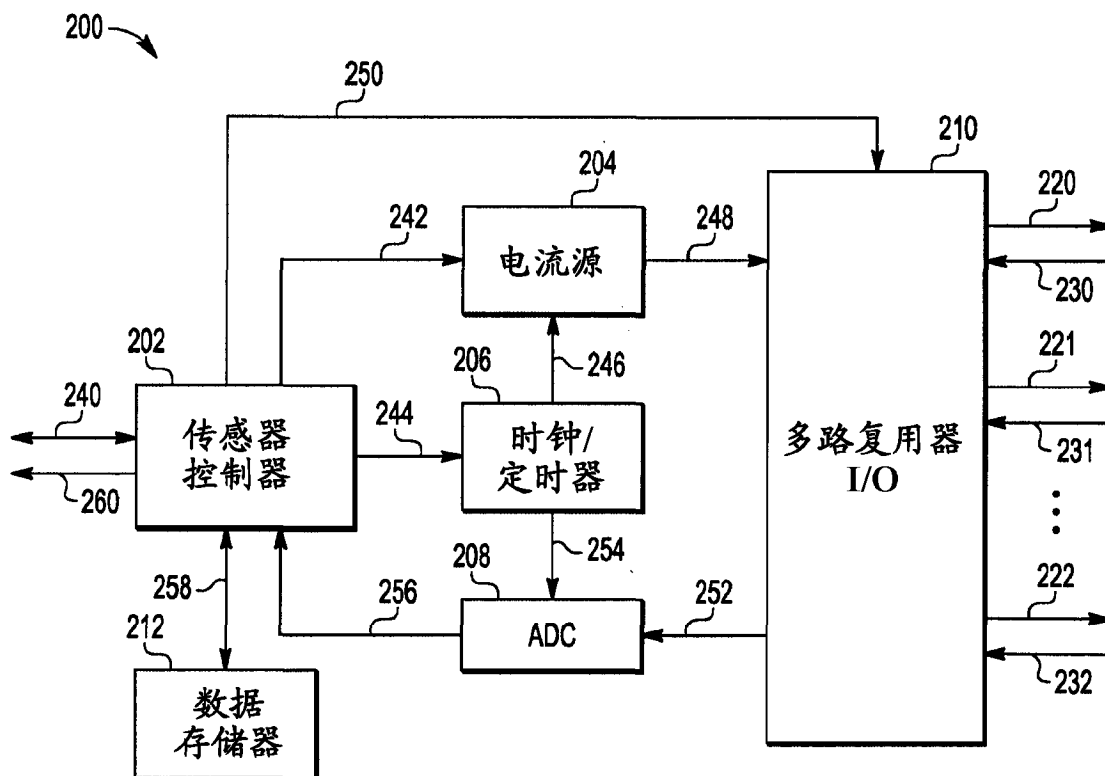


图 2

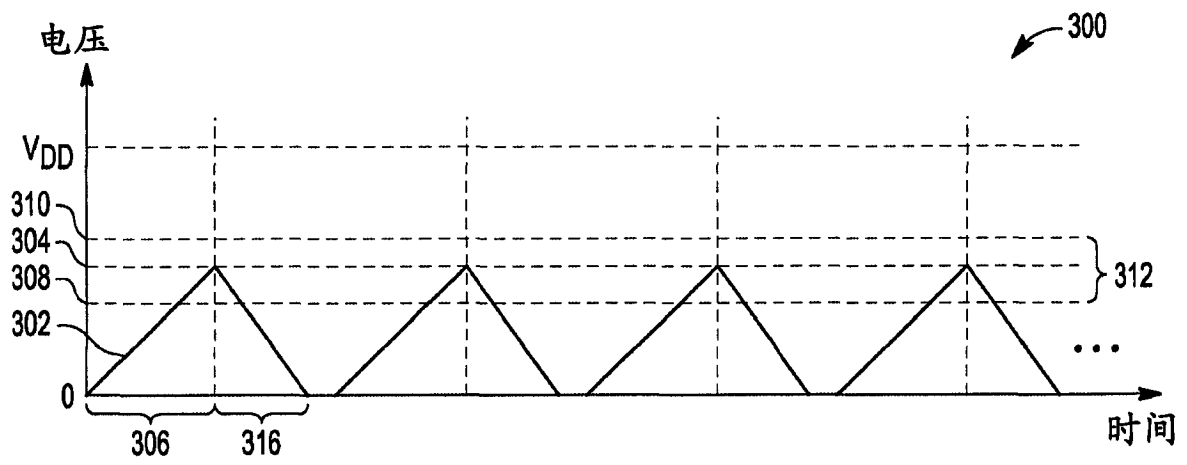


图 3

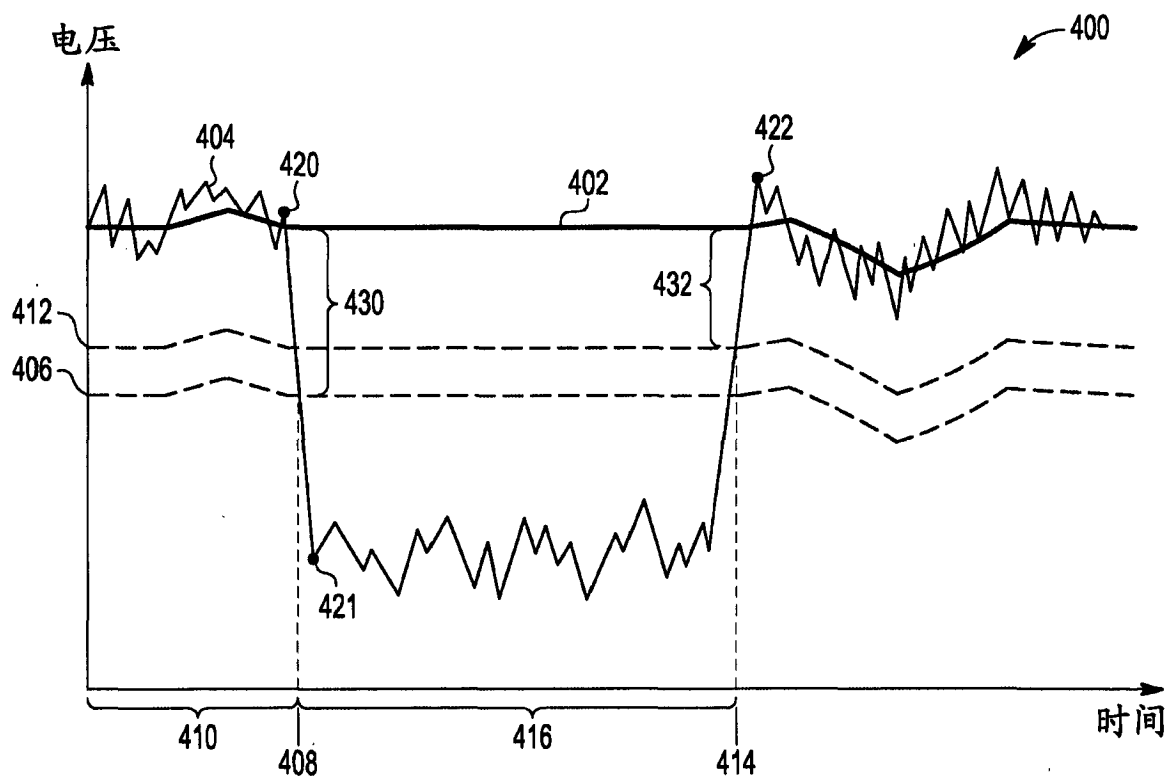


图 4

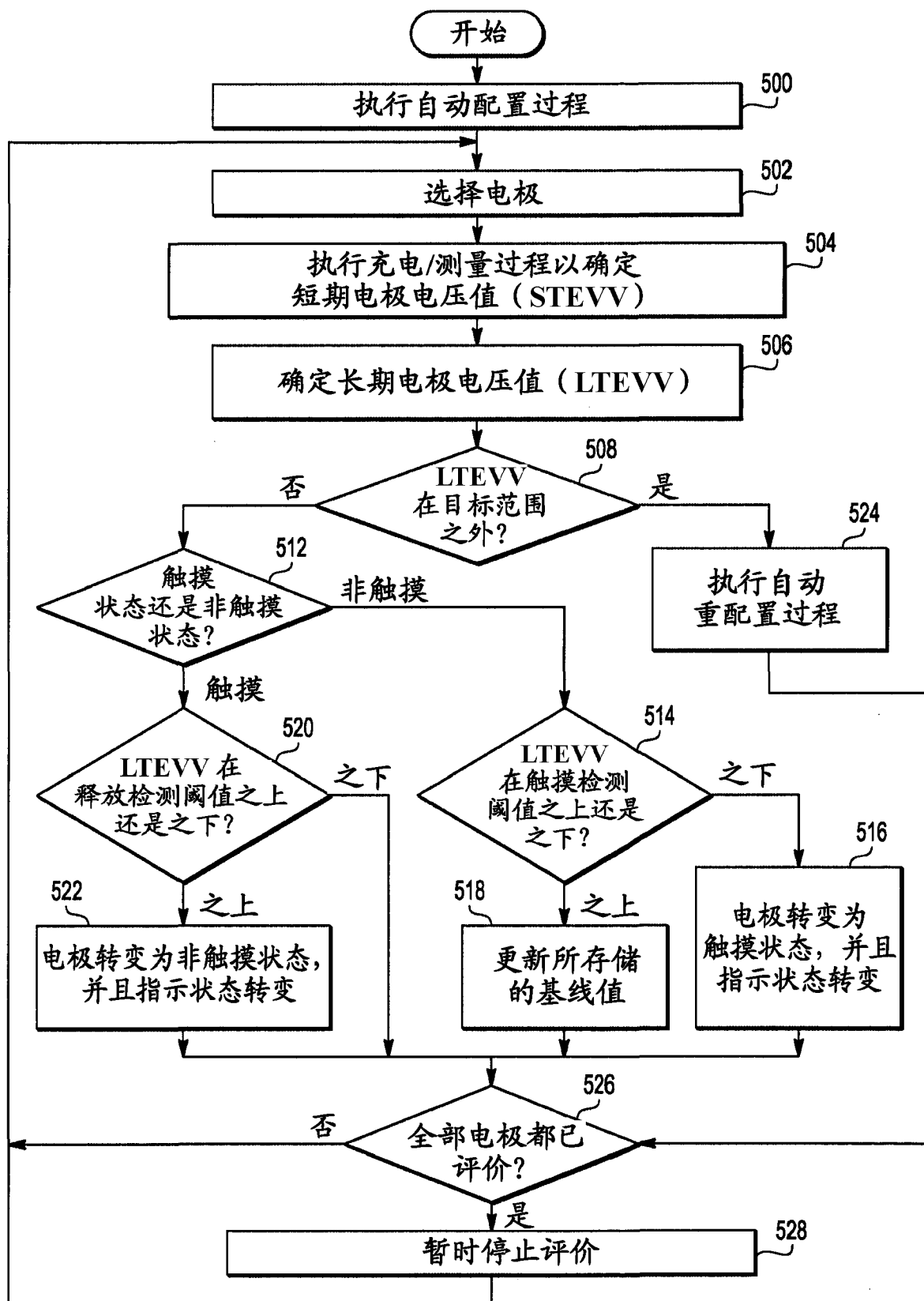


图 5

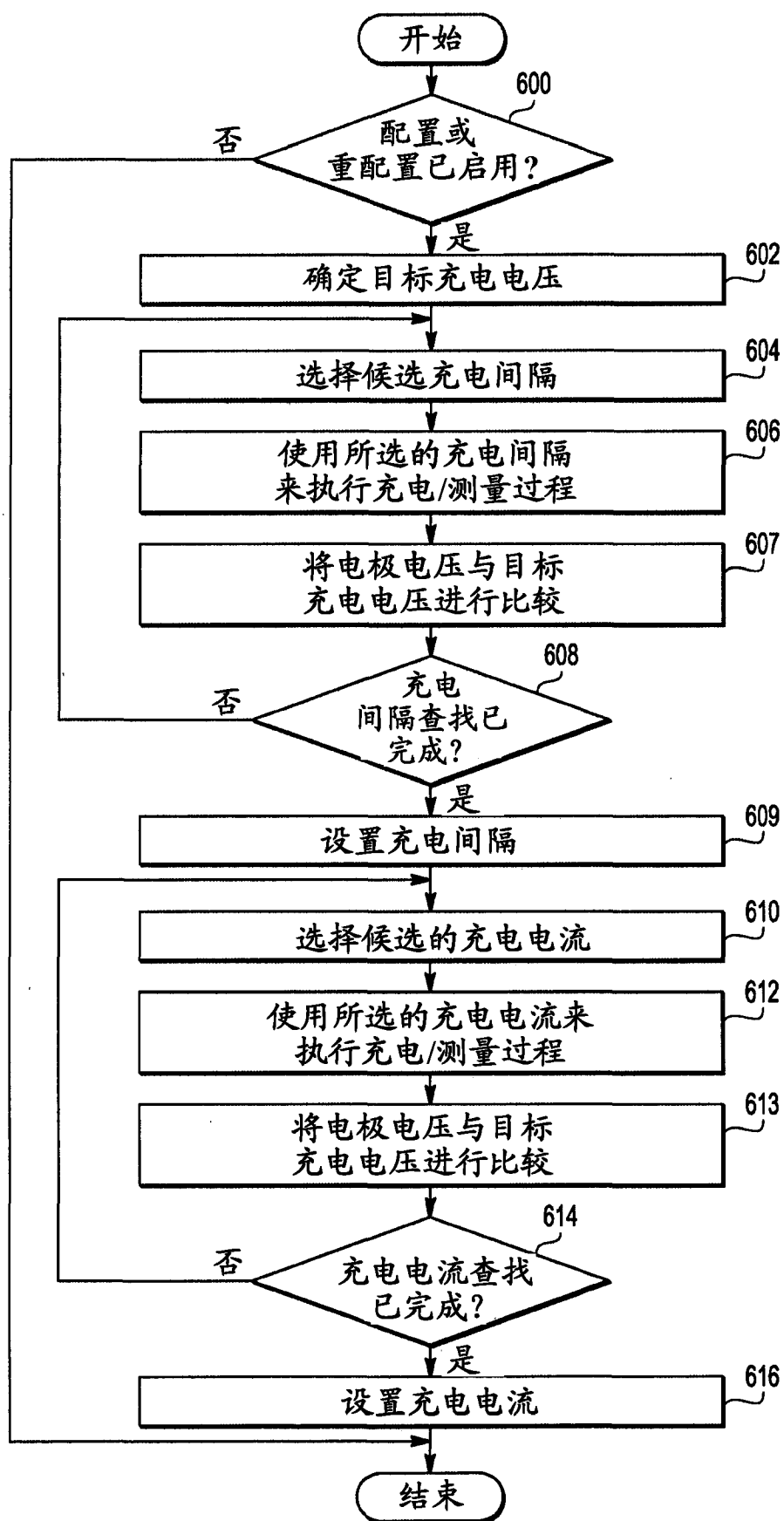


图 6

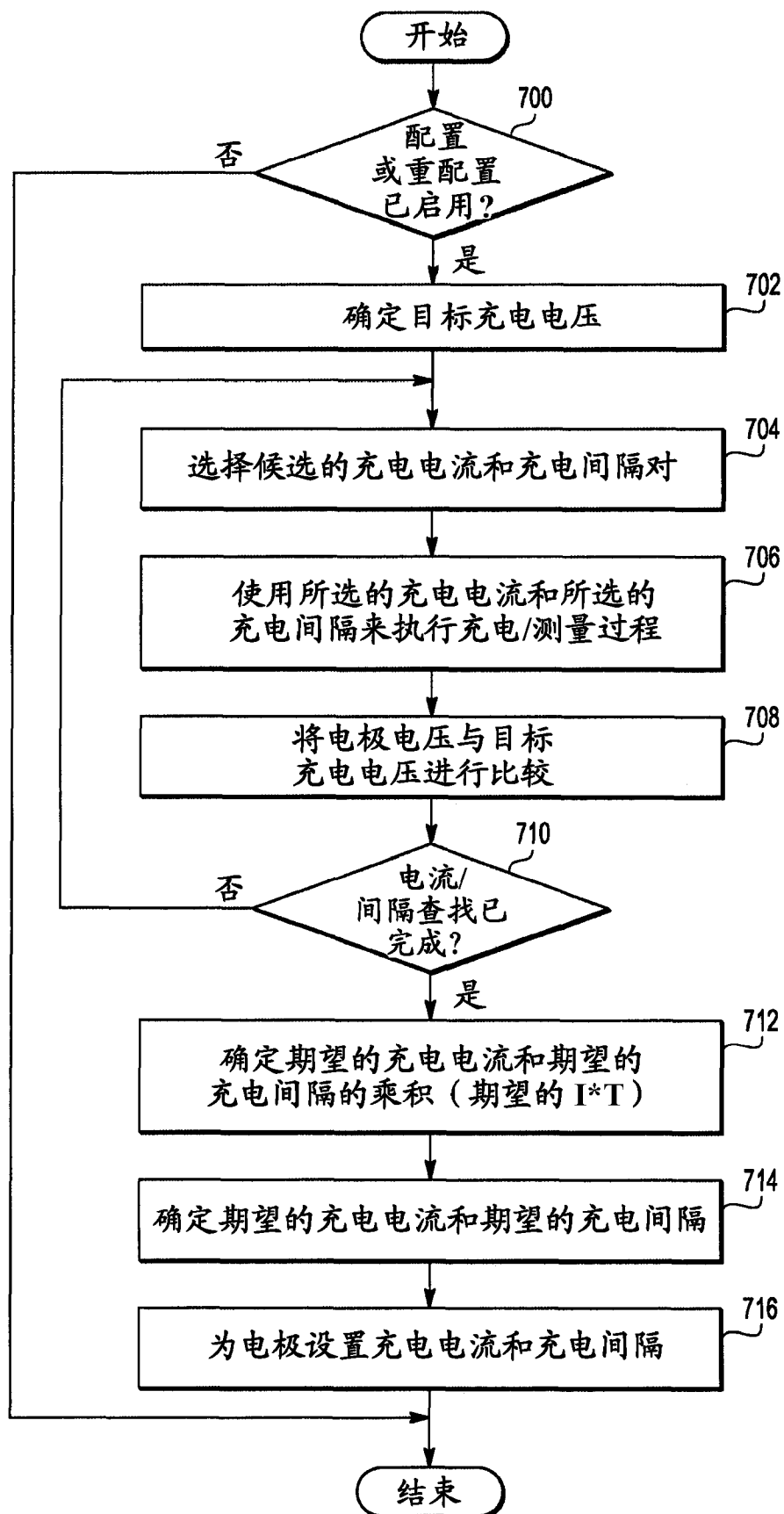


图 7