



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103339859 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201280006620. 5

代理人 杨靖 车文

(22) 申请日 2012. 02. 02

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H03K 17/955 (2006. 01)

102011010620. 0 2011. 02. 08 DE

E05F 15/20 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 07. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2012/000463 2012. 02. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02012/107183 DE 2012. 08. 16

(71) 申请人 博泽哈尔施塔特汽车零件两合公司

地址 德国哈尔施塔特

(72) 发明人 托马斯·魏因格特纳

霍尔格·维斯特莱恩

弗洛里安·波尔

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

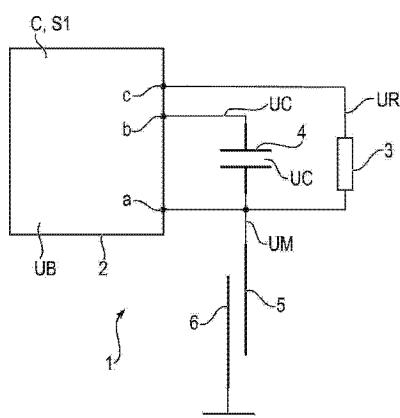
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

用于测量电容的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于测量电容的方法。根据该方法，在一个第一测量阶段过程中，通过一种第一测量方法检测有待测量的电容的一个第一检测测量值(UM)。在这种情况下，当该第一检测测量值(UM)满足一种转换标准时开始一个第二测量阶段。在该第二测量阶段过程中，通过一种与该第一测量方法不同的第二测量方法检测有待测量的电容的一个第二检测测量值。该第二测量方法具有比该第一测量方法更高的测量精度，但也具有更大的能量消耗。



1. 一种用于测量电容的方法，

- 其中，在一个第一测量阶段过程中，通过一种第一测量方法检测有待测量的电容的一个第一检测测量值(UM)，

- 其中，当该第一检测测量值(UM)满足一种转换标准时开始一个第二测量阶段，以及

- 其中，在该第二测量阶段过程中，通过一种与该第一测量方法不同的第二测量方法检测有待测量的电容的一个第二检测测量值(UC)，

其中，与该第一测量方法相比，该第二测量方法具有一个更高水平的测量精度，并且其中，与该第二测量方法相比，该第一测量方法具有更低的能量消耗。

2. 如权利要求1所述的方法，

- 其中，在该第一测量阶段过程中，一个传感器电极(5)的充电速度的测量值(UM)被检测作为一个第一检测测量值，以及

- 其中，在该第二测量阶段过程中，该传感器电极(5)上的电荷量的测量值(UC)被检测作为一个第二检测测量值。

3. 如权利要求2所述的方法，

- 其中，该转换标准包括该第一检测测量值(UM)与一个第一阈值(S1)的阈值比较，

- 其中，跨该传感器电极(5)或连接在上游的一个充电电阻器(3)降低的电气电压(UM)被检测作为该第一检测测量值，并且其中，当该第一检测测量值(UM)在一个预定义的时间帧(Δt)内没有达到此阈值(S1)时，满足该转换标准。

4. 如权利要求2或3所述的方法，

其中，在该第二测量阶段中，由于从该传感器电极(5)到一个基准电容器(4)的电荷转移，检测在所述基准电容器(4)处存在的一个电容器电压(UC)，其中，该基准电容器(4)处的电荷量递增地增加直到该电容器电压(UC)达到一个预定义的极限值，并且其中，电荷增加增量的数量被检测作为一个第二检测测量值。

5. 如权利要求2或3所述的方法，

其中，在该第二测量阶段中，递增地从该传感器电极(5)向一个基准电容器(4)转移电荷，并且电荷积累在该基准电容器(4)上，其中多个电荷增加增量后，检测该基准电容器(4)处存在的该电容器电压(UC)，并且其中，此电容器电压(UC)被检测作为一个第二检测测量值。

6. 如权利要求1至5之一所述的方法，

其中，为了确定电容的一个基础测量值，在一种定时模式下，在该第一测量阶段和该第二测量阶段之间进行交替切换。

7. 如权利要求1至6所述的方法用于通过电容性传感器装置(1)检测机动车辆内机动车辆使用者(6)的开门请求。

8. 一种电容性传感器装置(1)，具有通过信令技术耦联到或可以耦联到其上的一个传感器电极(5)和一个评估单元(2)以及一个充电电阻器(3)和一个基准电容器(4)，其中，该评估单元(2)被配置成实施如权利要求1至7之一所述的方法。

用于测量电容的方法

[0001] 本发明涉及一种用于测量电容的方法并且涉及一种相关联的传感器装置。

[0002] 电容的检测或电容变化的检测对很多应用领域而言有重要意义。在机动车辆工程中,电容性传感器具体地经常用作接近开关,具体用于非接触式地启动车门或用于以一种非接触方式操作的防卡夹(anti-trapping)装置。

[0003] 提供了一种用于测量电容的方法,具体用于上述用途,如所希望的,尽可能精确和故障安全地测量有待测量的电容。另一方面,具体地,为了允许对电容的快速变化作出足够快的反应,例如,由于快速靠近身体部分或对象,这种方法允许快速测量电容。最后,能够以一种节能的方式并且用简单的手段自动执行这种方法。基于这种情况,具体地,其应在数字上不复杂。

[0004] 本发明基于如下目的:说明一种用于测量特别满足这些要求的电容的方法。本发明还基于说明一种特别适用于实施该方法的电容性传感器装置的目的。

[0005] 关于该方法,根据本发明通过权利要求1的特征实现此目标。关于该传感器装置,根据本发明通过权利要求8的特征实现该目标。本发明的有利改进和发展是从属权利要求的主题。

[0006] 根据该方法,在测量过程中,其中,将检测电容和/或电容的变化,第一和第二测量阶段不同。

[0007] 在该第一测量阶段过程中,有待测量的电容的一个第一检测测量值通过一种比较不精确的第一测量方法确定作为一种粗略估计,然而,该第一测量方法以比较低能耗而著称。在该第二测量阶段过程中,一种更加精确但涉及更大能量消耗的第二测量方法用于确定该电容的精细估计的一个第二检测测量值。根据本发明,在此背景下,当该第一检测测量值满足一种预定义的转换标准时发生从该第一测量阶段到该第二测量阶段的切换。

[0008] 在本方法的一个优选实施例中,在该第一测量阶段过程中,检测一个传感器电极的充电速度的测量值作为一个第一检测测量值,作为有待测量的电容的粗略估计。作为对此的替代方案,在该第一测量阶段过程中,可以向包含该传感器电极的一个分压器施加一个交流电压。在这种情况下,可以从该电压的取决于电容的振幅上和/或从此电压与由此电压引起的电流的强度之间的相位角获取该第一检测测量值。

[0009] 相比之下,在该第二测量阶段过程中,优选地检测该传感器电极处收集的电荷量的测量值作为一个第二检测测量值。作为对此的替代方案,也可以通过确定包含该传感器电极的一个RC振荡器生成的电压的频率来获取该第二检测测量值。

[0010] 根据本发明的电容性传感器装置包括至少一个传感器电极,但可以可选地包括多个传感器电极。而且,该传感器装置包括一个评估单元。在此背景下,一个充电电阻器和一个基准电容器可以选择性地中间地连接在一方面该传感器电极(或各传感器电极)和另一方面该评估单元之间。就电路和/或编程而言,该评估单元被配置成实施根据本发明的方法。

[0011] 在本发明的一个有利实施例中,至少实质性地通过一个微控制器形成该评估单元,在该微控制器中,执行自动实施该方法的控制程序。然而,还可以替代性地例如通过一

个特定用途集成电路(ASIC)形成该控制单元。

[0012] 如已经认识到的,在两个测量阶段中分别应用的测量方法各自仅符合上述要求的若干条。例如,具体地,尽管充电速度的确定有利地是数字上不复杂并且因此可以容易地和以一种节能的方式执行,但其不利地是只允许比较不精确地确定电容。此外,比较容易出现误差和错误。另一方面,电荷量的确定允许以一种更不容易出现错误的方式实质性地更精确地确定电容。然而,就工艺技术而言,该确定数字上实质性地更加复杂。因此,对于实施该方法的自动装置的给定功率而言,所述确定更慢并且涉及更大的能量消耗。

[0013] 在根据本发明的方法中,在没有有待检测的身体部分的情况下,因此,通常在大部分操作时间期间,在节能和节约资源的粗略估计的基础上进行电容的测量。具体地,若具有一个临界变量(转换标准)的电容通过粗略估计确定,则只根据需要进行切换到相对精确的精细估计。由于在这些测量阶段之间的动态切换,因此协同利用了这两种测量方法的对应的优点,同时大大抑制了这两种测量方法的缺点。具体地,根据本发明的方法提供了一种高分辨率电容测量值、当需要时对错误和鲁棒性的高水平不敏感性以及短测量周期、对计算功率的低要求和在大部分操作时间期间的低能耗。

[0014] 根据本方法,该转换标准优选地包括该第一检测测量值与一个第一阈值的阈值比较。方便地检测跨该传感器电极降低的电压作为一个第一检测测量值。作为对此的替代方案,也可以检测跨该充电电阻器降低的电压。当该第一检测测量值在一个预定义的时间帧内没有达到相关联的阈值时,在两种情况下满足该转换标准。在本方法步骤中,优选地定期在该传感器装置的范围内对该传感器电极进行充电和放电。在此背景下的有利实施例中,一个预定义等待时间到期后,该评估单元测量跨该传感器电极或该充电电阻器降低的电压,并且将此电压与一个预定电压阈值进行比较。可替代地,该评估单元检测充电过程的时间直到达到该阈值,并且将此时间与相对应的时间阈值进行比较。

[0015] 在本方法的一个合适实施例中,为了确定该传感器电极的电荷量,将电荷从该传感器电极转移到该基准电容器上并基于在此电荷转移过程中积累的电容器电压在该基准电容器上测量该电荷。此处为了提高测量精度,优选地通过反复转移电荷来递增地增加该基准电容器的电荷。

[0016] 在一个有利的方法变体中,增加一定量的电荷后,因此该电容器电压反过来用作该传感器电极的电容的测量值。在本方法的一个优选变体中,出于此目的,递增累积该基准电容器处的电荷直到该基准电容器的电压超过一个预定义的极限值。此处,此情况下的可变的电荷增加步数直到达到该极限值时用作电容的测量值。在本方法的一个同样优选的替代性实施例中,在该第二测量阶段过程中,电荷增加了严格预定义的次数后确定电容器电压,并将该电容器电压评估作为电容的测量值。

[0017] 在本方法的一个合适发展中,为了确定有待测量的电容的更精确地规定的基值,在定时模式下在测量过程中可选地进行该第一测量阶段和该第二测量阶段之间的可替代性变化。因此,通过定期应用的第二测量阶段来校准在该第一测量阶段实施的粗略估计。然而,整个第一测量阶段优选地占据总测量时间的很大一部分。

[0018] 在一个优选实施例中,根据本发明的方法或相关联的传感器装置用于检测用于机动车辆的车门的机动车辆使用者的开门请求。在本发明的一个合适实施例,当所述评估单元基于所评估的传感器信号检测车辆使用者的开门请求时,该传感器装置的评估单元输出

引起车门致动的触发信号。此处,通过引起该传感器所测量的电容的特征变化的车辆使用者的某一身体动作旨在用信号发出开门请求。

[0019] 有待启动的门优选地为车辆后挡板。在这种情况下,在此传感器装置适当地是安排在车辆后保险杠中其旨在安装的位置中。如果车辆使用者的腿具体地以踢腿运动的形式靠近该保险杠,则该传感器装置在电容测量的某一值下发射启动后挡板的触发信号。

[0020] 然而,这种传感器装置的使用也是可以用于启动其他车门或用于非接触式保护防止电动操纵关闭元件的卡夹,例如,在车窗或车辆天窗的情况下。根据本发明的方法和相关联的传感器装置另外还可以用于机动车辆工程以外的应用,例如,用作接近传感器或工业制造中的填料水平计。

[0021] 以下将基于附图更详细地解释本发明的示例性实施例,其中:

[0022] 图1示出了一种用于非接触式地启动车门的电容性传感器装置的示意性图解,该电容性传感器装置具有一个传感器电极、一个评估单元、一个充电电阻器和一个基准电容器,

[0023] 图2示出了机动车辆保险杠的示意性侧视图,该传感器电极安排在机动车辆保险杠内并且该评估单元耦联到该机动车辆保险杠上,以及在该传感器电极上形成的漏电场,

[0024] 图3示出了评估单元的第一测量阶段过程中跨该传感器电极降低的电压的时间特征曲线的图表,

[0025] 图4示出了在没有用信号发送开门请求的测量信号的情况下在该第二测量阶段过程中跨基准电容器和传感器电极降低的电压的示意简化时间特征曲线的图表,以及

[0026] 图5示出了在用信号发送开门请求的测量信号的情况下根据跨基准电容器和传感器电极降低的电压的图4的图示。

[0027] 在所有的图中对应的部分和变量总是配备有相同的参考符号。

[0028] 图1中所示的电容性传感器装置1包括一个评估单元2、一个充电电阻器3、一个参考电容器4和一个传感器电极5。该评估单元2具有三个可切换的输入端/输出端(引脚a、b和c),经这些输入端/输出端,该电阻器3、该基准电容器4和该传感器电极5通过信令技术耦联到该评估单元2上。在本实施例中,该评估单元2至少实质性地由在其上执行控制和评估软件的一个微控制器形成。

[0029] 评估单元2的引脚a在每种情况下连接到基准电容器4、充电电阻器3和传感器电极5的连接触点上。引脚b和c连接到基准电容器4的另一个连接触点上或连接到充电电阻器3的另一个连接触点上。

[0030] 为了在测量过程中实施不同的工作方法,在操作过程中通过评估单元2将引脚a、b和c切换至各种状态。每个引脚a、b和c可以用一种可逆的方式呈现三种状态之一,其中,这些状态无源地特征在于一个可切换的输入阻抗(“高阻抗”/“低阻抗”),并且在低阻抗状态下特征在于一个可切换的输出电势(“高”/“低”)。

[0031] 传感器装置1用于非接触式地检测车辆使用者6(图2)的开门请求并且用于该传感器装置1—检测到这种开门请求就自动打开相对应的车门,此处例如后挡板7。此处由该车辆使用者6旨在通过如下事实用信号发送有待检测的开门请求:根据图2,该车辆使用者6具体以踢腿运动的形式短暂地向在其内或其上安装处于其想要的安装状态下的传感器电极5的车辆的后保险杠9移动其腿8。相比之下,评估单元2优选地被安排成受保护防止车

身的干燥空间内的风化。

[0032] 在传感器装置 1 的操作过程中,通过评估单元 2 向传感器电极 5 施加一个电气电压,在该电压的作用下,在围绕该传感器电极 5 的空间区域(检测空间)内生成一个漏电场 10。

[0033] 为了由传感器装置 1 自动检测开门请求,利用该物理效应,根据该物理效应,由于人体组织的导电性和身体组织通过支撑腿 11 的接地,位于该检测空间内的车辆使用者 6 的腿 8 充当与传感器电极 5 相对应的相反电极。因此,该传感器电极 5 与该腿 8 一起形成一个电容器(图 1 中示意性所示),该电容器的电容以一种特有的方式随着该腿 8 与该传感器电极 5 的距离而变化。出于简化的原因,由传感器电极 5 和地面(具体地,如果适当位于检测区域内的车辆使用者 6 的腿 8)形成的电容以下称为“传感器电极 5 的电容”。

[0034] 在连续测量过程中的操作过程中,传感器装置 1 检测(电容)测量值 C,也就是说,为传感器电极 5 的电容的特征的一个变量。此测量过程分成两个阶段,具体地,一种具有比较低测量精度的节能“低功率”模式(以下称为 LP 模式)和一种具有相对高测量精度的高分辨率“高性能”模式(HP 模式)。

[0035] 在此背景下,传感器装置 1 根据所检测到的电容测量值 C 在这两种测量模式之间自动和可逆地变化。在正常操作过程中,所以在没有用信号发送开门请求的车辆使用者 6 的腿 8 的情况下和因此在比较低的电容下,传感器装置 1 在 LP 模式下操作。一旦电容测量值和 / 或电容测量值的时序变化呈现一个预定义的临界值范围时,该传感器装置就从此 LP 模式切换成 HP 模式。当随后以相对高精度确定的电容测量值 C 与一种触发标准相对应(其被存储用于检测开门请求)的程度时,评估单元 2 通过致动伺服驱动 12 引起启动,也就是说,打开或关闭后挡板 7。否则,评估单元 2 切换回 LP 模式。

[0036] 在一个替代性实施例中,可以假设评估单元 2 保持在 HP 模式下直到传感器电极 5 的电容已经降低到一个切回值。

[0037] 在 LP 模式下,评估单元 2 通过检测并评估传感器电极 5 的充电速度来确定电容测量值 C。出于此目的,评估单元 2 将引脚 b 切换成高阻抗状态,其结果是基准电容器 4 不通电。

[0038] 在 LP 测量周期的开始,为了引起用于测量的预定义的初始状态和清除传感器电极 5 处的任何剩余电荷,传感器电极 5 被评估单元 2 通过切换引脚而被放电成低状态。随后,引脚 a 被切换成高阻抗状态并且引脚 c 被切换成高状态。因此,通过充电电阻器 3 对传感器电极 5 进行充电,其结果是,传感器电极 5 处存在的(电极)电压 UM 逐渐上升(图 3)。给出充电电阻器 3 的一个预定义的常变量,该电压的上升速度取决于传感器电极 5 的电容,其中,该电压 UM 的值更缓慢增长作为电容增长的函数。

[0039] 预定义的等待时间 Δt 到期后,评估单元 2 在引脚 a 和接地连接之间分接该电压 UM 并从该电压上得出电容测量值 C。在以下所描述的示例性实施例中,评估单元 2 以一种未修改的形式采用所测量的电压 UM 作为电容测量值 C。在此背景下,电容测量值 C 以一种与传感器电极 5 的实际电容相反的方式表现,也就是说,随着电容的增加而减小。然而,可替代地,还可以假设,为了形成电容测量值 C,评估单元 2 使电压 UM 乘以一个预定义的因数、求反、求对数或修改。通过评估单元 2 将以此方式形成的电容测量值 C 与所存储的(电压)阈值 S1 进行比较,其中,此比较用作一种转换标准,在该转换标准的基础上,评估单元 2 作

出关于切换成 HP 模式的决定。

[0040] 假如直接采用电压 U_M 作为电容测量值 C , 如果由于传感器电极 5 的比较高的电容和相应的慢速充电, 在等待时间 Δt 结束时电压 U_M 未达到该阈值 S_1 (图 3 中虚线), 则满足该转换标准。在这种情况下, 评估单元 2 切换成 HP 模式。

[0041] 否则, 如果由于传感器电极 5 的比较小的电容和相应的快速充电, 在该等待时间 Δt 结束时, 该电压 U_M 达到该阈值 S_1 或超过该阈值 S_1 (图 3 中的实线), 则评估单元 2 保持在 LP 模式下并通过传感器电极 5 的重新放电来开始上述类型的新的 LP 测量周期。

[0042] 在 HP 模式下, 评估单元 2 通过电荷转移过程检测传感器电极 5 的电容。出于此目的, 通过评估单元 2 将引脚 c 切换成高阻抗状态, 其结果是电阻器 3 不通电。

[0043] 再次, 为了产生某些初始条件用于测量, 通过将引脚 a 和 b 都切换成低状态, 由评估单元 2 首先对传感器电极 5 和基准电容器 4 进行放电。

[0044] 引脚 a 和 b 在 HP 测量周期的第一转移步骤中通过评估单元 2 被顺序地切换成高状态或高阻抗状态, 其结果是, 通过引脚 a 对传感器电极 5 进行充电。在充电状态下, 传感器电极 5 处存在的电极电压 U_M 与评估单元 2 的工作电压 U_B 相对应。

[0045] 此充电过程结束后, 评估单元 2 将引脚 a 和 b 切换成高阻抗状态或切换成低状态, 其结果是, 电荷流入基准电容器 4 变得可能。因此, 进行电极电压 U_M 与跨基准电容器 4 降低的(电容器)电压 U_C 之间的电压补偿, 直到达一个共同的均衡电势 U_1 (图 4 和图 5)。

[0046] 然后通过评估单元 2 跨引脚 a 和 b 分接电容器电压 U_C , 并将该电容器电压 U_C 与(电压)阈值 S_2 进行比较(作为中止条件)。如果与均衡电势 U_1 相对应的电容器电压 U_C 未达到阈值 S_2 , 则评估单元 2 通过将引脚 a 和 b 切换成高状态或高抗阻状态开始进一步的转移步骤, 在该转移步骤过程中, 电容器电压 U_C 达到与电势 U_1 相比相对高的均衡电势 U_2 (图 4 和图 5)。

[0047] 评估单元 2 此处重复该转移步骤直到符合该中止条件, 也就是说, 直到电压均衡后电容器电压 U_C 达到或超过阈值 S_2 。与根据图 4 和图 5 的示意性简化的电压特征曲线所示的相比, 在传感器装置 1 的实际操作过程中, 只有少量的电荷量随每个转移步骤转移, 其结果是, 每个转移步骤实现的电容器电压 U_C 的变化证明是非常小的。因此, 实际上需要几百个至上千个转移步骤以满足该中止条件。然而, 传感器电极 5 的电容越大, 所需的转移步骤(电荷增加步骤)的数量此处更小。

[0048] 在 HP 模式下, 评估单元 2 因此检测 HP 测量周期内进行的直到满足该中止条件时的转移步骤的数量并从其上确定电容测量值 C 。在以下所描述的示例性实施例中, 评估单元 2 以一种未修改的形式采用所检测到的转移步骤的数量作为电容测量值 C 。因此, 此处电容测量值 C 也以一种与传感器电极 5 的实际电容相反的方式表现。可替代地, 然而, 此处还可以假设, 为了形成电容测量值 C , 评估单元 2 使所检测到的转移步骤的数量乘以预定义的因素、以某种其他方式对其进行求反或修改。

[0049] 评估单元 2 将电容测量值 C 与一个预定义的触发阈值进行比较, 作为一种触发标准。当 HP 测量周期的转移步骤的数量直接用作电容测量值 C 时, 此触发阈值规定每个测量周期的转移步骤的最小数量。此处如果电容测量值 C 未达到该触发阈值, 则满足该触发标准。

[0050] 在根据图 4 和图 5 的简化示例中, 通过示例将该触发阈值设置到值 3。此处在图 5

的情况下满足该触发标准,而在图 4 的情况下满足该触发标准。实际上,该触发阈值设置到例如值 1000。

[0051] 当满足该触发标准时,评估单元 2 向后挡板 7 的伺服驱动 12 输出一个触发信号 A,该伺服驱动随后自动打开或关闭该后挡板 7。

[0052] 如果不满足该触发标准,则在一个第一实施例变体中,评估单元 2 切换回 LP 模式。在替代性实施例变体中,当不满足该触发标准时,评估单元 2 首先开始新的 HP 测量周期,并且然后直到电容测量值 C 超过一个预定义的切回值时才切换回 LP 模式,也就是说,直到通过电容测量值 C 间接测量的传感器电极 5 的电容已经再次充分降低。

[0053] 在评估单元 2 中被执行的控制软件的进一步的变体中,评估单元 2 始终实施每个 HP 测量周期的所定义的数量转移步骤,并在最后转移步骤结束后从电容器电压 UC 所设置到的均衡电势上确定电容测量值 C。在这种情况下,当电容测量值 C 超过一个预定义的触发阈值时,评估单元 2 触发后挡板 7 的开启或关闭。

[0054] 为了防止未授权的人员或例如动物错误地触发传感器装置 1,该传感器装置 1 优先地耦联到一个全自动开门锁定系统(“无钥匙启动(Keyless go)”)上,该全自动开门锁定系统使得只有该门锁定系统例如通过车辆使用者 6 的钥匙内的无线发送器而解锁的情况下才能够打开后挡板 7。

[0055] 代替简单的阈值比较,还可以提供相对复杂的模式用于该第一测量阶段的转换标准或用于该第二测量阶段的触发标准。例如,可以规定以下内容作为一种转换标准:电极电压 UM 不得在直接连续的 LP 测量周期内重复达到电压阈值 S1。还可以另外通过神经网络或通过模糊逻辑测试是否满足该转换标准或触发标准。

[0056] 总而言之,说明了一种用于测量电容的方法。在该方法中,在一个第一测量阶段过程中,通过一种第一测量方法检测有待测量的电容的一个第一检测测量值。此处当该第一检测测量值满足一种转换标准时开始一个第二测量阶段。在该第二测量阶段过程中,通过一种与第一测量方法不同的第二测量方法检测有待测量的电容的一个第二检测测量值。与该第一测量方法相比,该第二测量方法具有更高的测量精度,但也涉及更大的能量消耗。

[0057] 参考符号列表

[0058] 1 传感器装置

[0059] 2 评估单元

[0060] 3 充电电阻器

[0061] 4 基准电容器

[0062] 5 传感器电极

[0063] 6 车辆使用者

[0064] 7 后挡板

[0065] 8 腿

[0066] 9 保险杠

[0067] 10 漏泄场

[0068] 11 支撑腿

[0069] 12 伺服驱动

[0070] C 电容测量值

- [0071] a 引脚
- [0072] b 引脚
- [0073] c 引脚
- [0074] Δt 等待时间
- [0075] UB 工作电压
- [0076] UM (电极) 电压
- [0077] UC 电容器电压
- [0078] U1 均衡电势
- [0079] U2 均衡电势
- [0080] S1 (电压) 阈值
- [0081] S2 (电压) 阈值

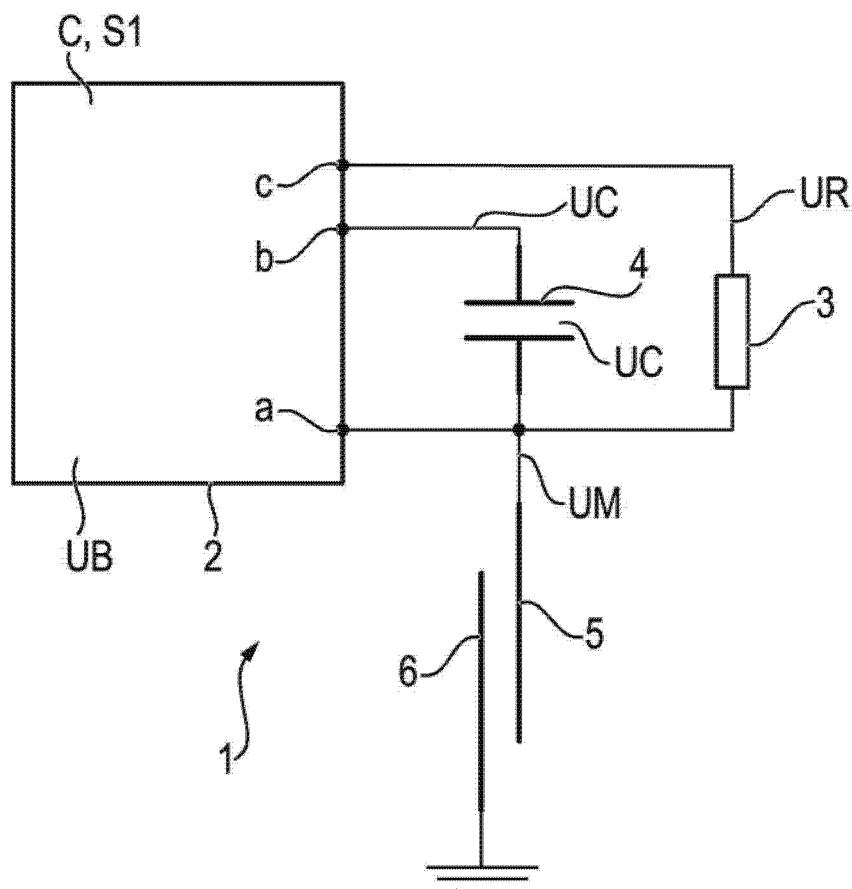


图 1

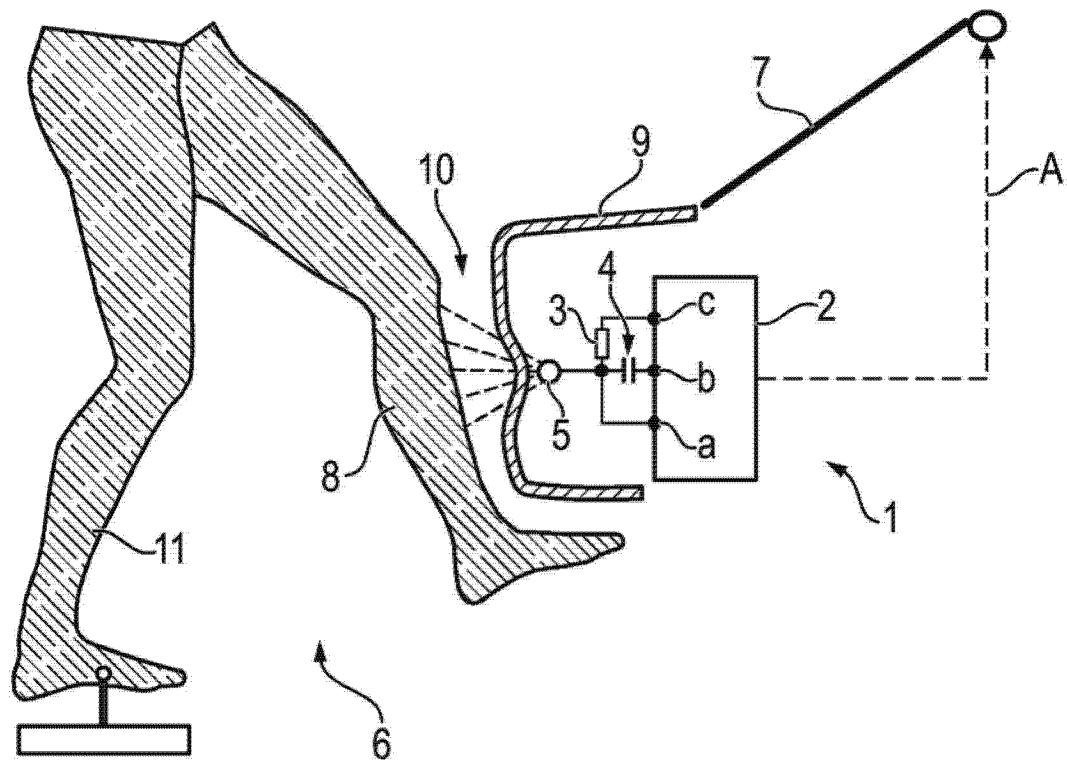


图 2

