

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101836175 B

(45) 授权公告日 2013.04.24

(21) 申请号 200880107664.0
 (22) 申请日 2008.09.17
 (30) 优先权数据
 20075651 2007.09.18 FI
 20080213 2008.03.14 FI
 20085472 2008.05.19 FI
 20085475 2008.05.19 FI
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2010.03.18
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/FI2008/050514 2008.09.17
 (87) PCT申请的公布数据
 W02009/037379 EN 2009.03.26
 (73) 专利权人 森赛格公司
 地址 芬兰赫尔辛基
 (72) 发明人 怀勒·玛基宁 佩特鲁·赛文图
 汝卡·琳加玛
 (74) 专利代理机构 北京市浩天知识产权代理事
 务所 11276
 代理人 刘云贵
 (51) Int. Cl.
 G06F 3/01 (2006.01)
 G09B 21/00 (2006.01)
 A61N 1/40 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 1343920 A, 2002.04.10, 说明书第2页.
 US 2004192423 A1, 2004.09.30, 说明书
 1-3, 图 1-13.
 David J. Beebe 等.A
 Polyimide-on-silicon Electrostatic
 Fingertip Tactile Display. 《
 Engineering in Medicine and Biology
 Society》. 1995, 1545-1546.
 Kurt A. Kaczmarek 等.Polarity
 Effect in Electrovibration for Tactile
 Display. 《IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL
 ENGINEERING》. 2006, 2047-2054.
 Abhishek K. Agarwal 等.A HYBRID
 NATURAL/ARTIFICIAL ELECTROSTATIC ACTUATOR
 FOR TACTILE STIMULATION. 《2nd Annual
 International IEEE-EMBS Special Topic
 Conference on Microtechnologies in Medicine
 & Biology》. 2002, 341-345.
 Akio Yamamoto 等.Electrostatic tactile
 display with thin film slider and its
 application to tactile telepresentation
 systems. 《IEEE Visualization and Computer
 Graphics》. 2006, 168-177.

审查员 张晓芳

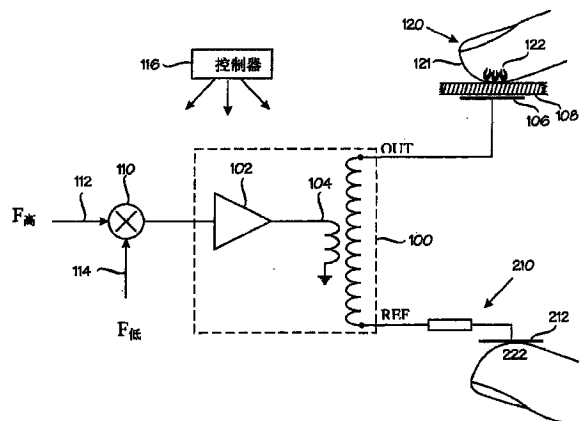
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称
 用于感觉刺激的方法和设备

(57) 摘要

一种用来对身体部位 (120) 产生电感觉的设备。该设备包括一个或多个导电电极 (106), 其中每一个提供有绝缘体 (108)。当该身体部位 (120) 逼近该导电电极时, 该绝缘体阻止直流电从该导电电极流向该身体部位。该绝缘体 (108) 之上的电容耦合在该导电电极 (106) 和该身体部位 (120) 之间形成。这些导电电极由电输入驱动, 该电输入包括频率范围介于 10Hz 和 500Hz 之间的低频分量 (114)。该电容耦合和电输入形成的规格得以产生电感觉。该设备能够独立于该一个或多个

导电电极 (106) 或绝缘体 (108) 的任何机械振动而产生该电感觉。



1. 一种用来对要被刺激的至少一个身体部分产生电感觉的设备,该设备包括:
 - 一个或多个导电电极,每个导电电极提供有绝缘体,其中,当要被刺激的该至少一个身体部分迫近该导电电极时,该绝缘体阻止直流电从该导电电极流到要被刺激的该身体部分,而且该绝缘体之上的电容耦合在该导电电极和要被刺激的该至少一个身体部分之间形成;
 - 用来向该一个或多个导电电极供应电输入的高压电源,其中该电输入具有频率范围介于 10Hz 和 1000Hz 之间的其能量含量的至少一部分;
 - 排布成得以被要被刺激的身体部分触摸或接近的表面,其中该表面有至少一个触控区域,每个触控区域具有预定位置;
 - 其中该设备包括或可操作地连接到用来给该至少一个触控区域分配至少一个功能的装置;
 - 其中该电容耦合和电输入形成的规格得以产生电感觉;以及
 - 其中该设备还包括基于与要被刺激的该身体部分所在位置有关的信息而在空间和/或时间上改变该电感觉刺激的装置;
 - 由此该电感觉独立于该一个或多个导电电极或绝缘体的任何机械振动而产生,而且由此该表面能够产生经由要被刺激的该身体部分到用户的反馈。
2. 根据权利要求 1 所述的设备,进一步包括如下两者之间的接地连接:
 - 除了到该一个或多个导电电极上的电输入之外的高压电源的参考电压;以及
 - 与该一个或多个导电电极分开的至少一个接地电极,其中该接地电极定位成要被不同于该要被刺激的至少一个身体部分中每一个的第二身体部分触摸。
3. 根据前面权利要求中任一项所述的设备,其中该设备包括用于要被刺激的每个空间上不同的身体部分的一个导电电极。
4. 根据权利要求 1 所述的设备,其中该设备包括用于要被刺激的几个空间上不同的身体部分中的每一个的一个导电电极。
5. 根据权利要求 1 所述的设备,其中该设备包括用来通过根据信息调制该电输入经由电感觉传送所述信息的装置。
6. 根据权利要求 1 所述的设备,还包括外壳,该外壳包含所有这几个导电电极共用的高压电源,其中该外壳还包含用来在公共控制器的控制下向这几个导电电极中零个或多个以上的电极同时传送电输入的装置。
7. 根据权利要求 6 所述的设备,其中该设备是可连接到数据处理设备上的输入/输出外围器件的一部分。
8. 根据权利要求 1 所述的设备,其中:
 - 用来分配至少一个功能的所述装置可操作地动态改变给该至少一个触控区域分配的该至少一个功能;而且
 - 该设备基于分配给该至少一个触控区域的功能可操作地改变该反馈。
9. 根据权利要求 1 所述的设备,其中该电输入包括频率范围介于 10Hz 和 1000Hz 之间的低频分量和具有高于该低频分量频率并且低于 500kHz 的频率的高频分量。
10. 根据权利要求 9 所述的设备,包括用来由该低频分量调制该高频分量的装置。
11. 根据权利要求 1 所述的设备,其中向该一个或多个导电电极的电输入具有 750 至

100,000 伏特的峰间电压。

12. 根据权利要求 1 所述的设备,其中该绝缘体厚度介于 0.1mm 和 50mm 之间。

13. 根据权利要求 1 所述的设备,其中该至少一个绝缘体包括第一层和第二层以使该第一层比该第二层更靠近该导电电极,而且其中该第二层有比该第一层更低的表面电导率。

14. 一种用来对要被刺激的至少一个身体部分引致电感觉的方法,该方法包括:

- 提供一个或多个导电电极,每个导电电极提供有绝缘体,其中,当要被刺激的该至少一个身体部分迫近该导电电极时,该绝缘体阻止直流电从该导电电极流到要被刺激的该身体部分而且该绝缘体之上的电容耦合在该导电电极和要被刺激的该至少一个身体部分之间形成;

- 提供用来向该一个或多个导电电极供应电输入的高压电源,其中该电输入具有频率范围介于 10Hz 和 1000Hz 之间的其能量含量的至少一部分;

- 提供排布成得以被要被刺激的身体部分触摸或接近的表面,其中该表面有至少一个触控区域,每个触控区域具有预定位置;

- 提供用来给该至少一个触控区域分配至少一个功能的装置;

- 其中该电容耦合和电输入形成的规格得以产生电感觉;以及

基于与要被刺激的该身体部分所在位置有关的信息而在空间和 / 或时间上改变该电感觉刺激

- 由此该电感觉独立于该一个或多个导电电极或绝缘体的任何机械振动而产生,而且由此该表面能够产生经由要被刺激的该身体部分到用户的反馈。

用于感觉刺激的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于感觉刺激的设备和方法。该发明尤其适用于刺激触摸感。

背景技术

[0002] 人工输入器件,比如操纵杆和鼠标,频频由提供触觉感的装置来补充以使这些人工输入器件向它们的用户提供触觉反馈。有几百个触觉反馈器件的美国专利。在大多数或所有现有技术的器件中,触觉刺激通过移动或振动机械零件而产生。多数这样的器件共有的问题是这样移动机械零件往往笨重、不可靠而且 / 或者难以控制。

发明内容

[0003] 本发明一个目的是提供一种用来缓解上述问题中至少一个问题的方法和设备。

[0004] 该发明的该目的通过所附的独立权利要求中所公开的特征而取得。从属权利要求和本发明说明书公开了该发明附加的具体实施例和非必要特征。

[0005] 该发明基于令人惊讶的发现,皮下环层小体可以用电容电耦合和适当规格的控制电压来刺激,而无需任何对这些环层小体的机械刺激,或者是作为与这样的机械刺激分立的附加刺激。适当规格的高电压用作该控制电压。在这种情况下,高电压意味着这种由于安全和 / 或用户舒适的原因必须防止直接接触的电压。这导致环层小体和引致该刺激的设备之间的电容耦合,其中该电容耦合的一侧由连接到该刺激设备上的至少一个触电绝缘电极形成,而紧挨着该电极的另一侧,由该刺激目标比如该设备的用户的身体部位优选为手指形成,而且更具体的是皮下环层小体。

[0006] 无需任一特定理论,发明人发现该发明有可能基于在该设备的活性表面和接近或触摸它的身体部位比如手指之间控制形成的电场。该电场往往引起该迫近的手指上的异性电荷。本地电场和电容耦合可以在这些电荷之间形成。该电场将力导向该手指组织的电荷上。通过适当改动该电场能够移动该组织的力会出现,由此引起感觉感受器感觉比如振动这样的运动。

[0007] 该发明的好处是独立于机械振动以及现有技术中与其相关联的问题。

[0008] 该发明一方面是用来对至少一个身体部位产生电感觉刺激的设备。该设备包括一个或多个导电电极,其中每一个都提供有绝缘体。当该身体部位迫近该导电电极时,该绝缘体阻止直流电从该导电电极流到该身体部位。该绝缘体之上的电容耦合在该导电电极和该身体部位之间形成。该设备还包括用来将电输入施加到该一个或多个导电电极上的高压电源,其中该电输入包括频率范围在 10Hz 和 1000Hz 之间的低频分量。该电容耦合和电输入形成的规格得以产生电感觉,其独立于该一个或多个导电电极或绝缘体的任何机械振动而产生。

[0009] 该发明另一方面是一种用来对身体部位引致电感觉的方法。该方法包括提供一个或多个导电电极。每个导电电极都提供有绝缘体,其中当该身体部位迫近该导电电极时,该绝缘体阻止直流电从该导电电极流到该身体部位。该绝缘体之上的电容耦合在该导电电极

和该身体部位之间形成。提供高压电源将电输入施加到该一个或多个导电电极上。该电输入包括频率范围在 10Hz 和 1000Hz 之间的低频分量,而该电容耦合和电输入形成的规格得以产生电感觉。该电感觉独立于该一个或多个导电电极或绝缘体的任何机械振动而产生。

[0010] 有好处的是改变该电容耦合以使该变化范围包括在环层小体呈现它们最高敏感度的范围中的一个或多个频率分量。这个频率范围大略为 10 至 1000Hz 而且在大多数人类中为 100 至 500Hz。该电容耦合可以通过改变该控制电压和 / 或该电容耦合各参数而改变。

[0011] 作为例子,施加到该电极上的高压电荷可以有至少 750V、1000V、1500V 或 2000V 并且至多 20kV、50kV 或 100kV 的电压(空载测量)。在这种情况下,电压值可以指直流电压或交流有效(RMS)电压。所施加的高压电流可以是直流或交流。在使用交流时,该电流的频率可以较高,比如至少 1kHz、10kHz、20kHz 或 30kHz 并且至多 100kHz、500kHz 或 1MHz,假设该信号还呈现低频分量,例如以使高频信号具有其频率刺激所要求的感觉细胞的包络。该高频交流电可以用例如具有低频分量的控制信号来调制。

[0012] 当高压直流电正在使用时,该电极可以实施为 MEMS 分量(微机电系统),其包括一套旋转、优选为可个体控制的微电极。由该电极形成的该电容耦合的强度可以通过调节这些微电极来调节。在这种情况下最强耦合是在这些微电极取向成它们集体形成平面时取得。在该创造性技术中,通过测量该电容耦合的特性,例如其变化范围的电容,例如有可能测量该身体部位与该设备表面的距离。另外,有可能分立检测该表面被该身体部位触摸。该创造性技术可以由例如所形成的电场的功率控制功能性进一步增强。利用该发明的一些实施例实现接近感应器会需要比引致该创造性感觉刺激所需的更弱的电场。因此有好处的是能够取决于当前所需的功能性而改变该电场的强度。这种变化可以例如涉及加强该电场以便身体部位足够靠近该电极或绝缘体时在该身体部位引致触摸或振动的感觉。

[0013] 作为例子,在该创造性技术中使用的控制信号的低频分量可以通过调制高频交流电而生成。该调制信号可以是例如连续或脉冲的。各个脉冲持续时间可以是 0.01ms、0.5ms 或 4ms 而且脉冲间歇可以是至少 1ms、10ms 或 100ms。

[0014] 该控制信号的低频分量可以有至少 10Hz、50Hz 或 100Hz 并且至多 300Hz、500Hz 或 1000Hz 的频率。在一个具体实施例中该控制信号有 120Hz 的示例频率。在该创造性技术中,引致要提供的刺激的交流电场可以呈现至少 100V/mm、200V/mm 或 500V/mm 并且至多 10kV/mm、30kV/mm 或 100kV/mm 的强度峰值。该场强可以例如用定位在距离该绝缘电极表面 0.05 至 5mm 优选为大约 1mm 处的表面积为比如 1cm² 的接地电极来测量。

[0015] 作为例子,由该电极生成的电场可以根据计算机或其他电子数据处理设备中执行的处理逻辑来控制。例如,该控制逻辑可以用来控制由个体电极生成的该电场的变化频率和 / 或强度。进一步来说,该控制逻辑可以用来例如使变化的电场产生脉动。该控制逻辑还可以经由数据网络从另一设备比如另一个计算机或数据处理设备接收控制信息。

[0016] 一种用于感觉刺激的创造性设备包括至少一个绝缘电极,其中该设备可操作地向该电极施加电荷以使该电荷引致这些环层小体的刺激。对于人类这通常需要至少 750V 的电压。该设备还包括通过利用具有频率为至少 10Hz 至多 1000Hz 的分量的信号来改变该电荷生成的、电容耦合的电场的强度的装置。

[0017] 该创造性设备的一些实施例可以在需要时实施,无需机械移动各部分,而且这些实施例不像传动器那样基于该表面的机械运动对这些材料的机械特性造成限制。因此,该

发明的一些实施例适用于各种各样不同形状的表面。例如,该电极以及 / 或者附着其上的绝缘体的表面形状可以是平面的、圆的、球形或凹面体。同样,该绝缘体材料可以从具有特别适合所选应用的特性的各种材料中选择。对于机械特性,该表面材料可以是硬的、软的、坚挺的、弯曲的、透明的或有弹性的。该表面、以及用作导电体的材料还可以是透明的。

[0018] 该设备的个体电极和 / 或附着到该电极上的绝缘体可以有 0.1cm^2 、 1cm^2 、 10cm^2 或 100cm^2 或更大的表面积。该设备可以包括多个绝缘的电极,这些电极可以在形成 X-Y 坐标系的阵列中排布。这种坐标系的每个电极可以,例如在需要时,根据该发明一些实施例由控制逻辑控制。这些电极可以固定安装或可移动。

[0019] 该设备可以包括用来改变该电场变化频率的装置,这种改变是例如通过调制高压交流电或通过根据控制信号来移动 MEMS 器件各电极。

[0020] 要排布在该设备的电极和该身体部位之间的绝缘体可以有至少 0.01mm 、 0.05mm 、 0.1mm 或 0.5mm 并且至多 10mm 、 20mm 或 50mm 的厚度。该绝缘体材料可以例如根据预期用途和 / 或要使用的电压来选择。

[0021] 在一些实施例中该绝缘体包括多层。例如,该发明人已发现电极和接近或者触摸它的人体部分之间的大块绝缘体层可以包括玻璃,但玻璃作为绝缘体表面材料不是最佳的。在这种情况下,最佳意味着最好地支持该电感觉的创建的绝缘体材料。如果覆盖着塑料膜则玻璃绝缘体工作好多。

[0022] 该创造性设备可以实现得使其功耗低。例如,引致感觉刺激所需的功率可以为 1mW 、 5mW 或 10mW 或更高。功耗可以基于当人类触摸该设备表面或当电容接地的 50pF 电容器连接到该设备表面上时施加到该电极上的电功率来测量。

[0023] 该设备可以包括用来测量所形成的电容耦合的电容的装置。该设备可以进一步包括用来基于所获得的测量信息调节电场特性比如强度或变化频率的装置。

[0024] 该用于感觉刺激的创造性设备可以集成为别的什么设备或系统的一部分。例如,现有技术的触摸显示屏可以由根据本发明一些实施例所述的设备补充。这样,有可能提供一种即使屏幕未被物理上触摸也产生触摸感的触摸显示屏。该反馈系统各控制元件可以组合起来,或者它们可以排布成彼此交换信息。目前公开的方法和设备一个有优势的实施例是基于触摸或靠近的控制器件,比如产生可以经由触感所感受的反馈的触摸显示屏。

[0025] 在该发明一些实施例中,本地电荷 / 电场可以用电容接地来控制。在该发明各种实施例中,有可能考虑到电耦合对绝缘电极即电容的依赖取决于几个因素。如果该设备或对象(比如人类)不接地则该电容值影响手指和电极之间的电位差,而且它们的大地电位经由杂散电容来确定。各现有技术实现不顾电容和电压分布控制和处理,而且该发明一些实施例针对的是缓解这个分立问题。

[0026] 例如,该发明与现有技术的方案不同,不需要触摸或机械运动或振动来生成刺激。因此,与基于比如说以手指在电极之上击打并且基于本地改变由电场引致的摩擦力的各方案相比该发明提供若干优点。进一步来说,该发明各种实施例支持不仅基于交流电而且基于直流电的方案。更进一步,该创造性方案可以提供有检测靠近和触摸的功能性,由此对于输入和输出功能可以使用相同的元件。另外,该发明各种实施例可以利用例如厚绝缘体,比薄绝缘体机械上更强。而且,结合该发明几个实施例发现了将特定的变化频率用于电场是有好处的,因为这些变化频率将使刺激生成过程中的能耗得以更低。

[0027] 在一个实施例中电输入还包括具有比低频分量的频率更高并且低于 500kHz 的频率的高频分量。这个实施例还可以包括调制器或用来由该低频分量调制该高频分量的其他装置。

[0028] 到一个或多个导电电极上的电输入具有 750 到 100,000 伏特的峰间电压而且绝缘体应当相应地形成规格。用现有材料实际实现时绝缘体厚度典型地介于 0.1mm 和 50mm 之间。

[0029] 与稳态感觉相反,为了传送时变信息,该设备可以包括用来根据该时变信息调制电输入的装置

[0030] 该发明一种简单却有效的实现包括用于身体部位的每个不同空间区域的正好一个导电电极。可以有不只一个导电电极以使每个导电电极刺激一个或多个身体部位的不同空间区域。该设备可以包括包含高压电源的外壳,该高压电源是所有这几个导电电极所共用而且其中该外壳还包含用来向这几个导电电极中零个或零个以上电极同时传送电输入的装置。该创造性设备和 / 或该一个或多个导电电极可以定位成最有可能受影响的人体部位是人类手的一部分。例如,受公共控制器控制的五个导电电极可以在不同时间并行刺激零至五个指尖。从而该五个导电电极并行传送五比特信息。该设备可以实现为可连接到数据处理设备上的输入 / 输出外围器件的一部分。

附图说明

[0031] 在下文中,将用参照所附图形的具体实施例更详细地描述该发明,其中

[0032] 图 1 图示说明电容电感觉接口 (“CEI”) 的运作原理;

[0033] 图 2 图示说明该 CEI 的一个实施例;

[0034] 图 3 示出一个有多个可独立控制的电极的增强型实施例;

[0035] 图 4 示出图 3 中所示的实施例一个具体实现;

[0036] 图 5 是示意性图示说明试验对象对于由该创造性电容电感觉接口在各种频率处产生的感觉的敏感度的曲线图。

[0037] 图 6 是进一步澄清该 CEI 的操作原理的曲线图;

[0038] 图 7A 和 7B 示出该 CEI 的一种实现,其中该电容耦合的强度由电极运动来调节;

[0039] 图 8 示出该 CEI 的一种实现,其中不同电极的电荷符号相反;

[0040] 图 9 示出该 CEI 的一种实现,其中一组电极组织成矩阵形式;

[0041] 图 10 图示说明当该设备接地时电容耦合中电场生成电位的分布;

[0042] 图 11 图示说明当该设备浮置 (未接地) 时电容耦合中电场生成电位的分布;

[0043] 图 12 图示说明当该设备浮置而且用户足够接近该设备并电容接地到该设备的大地 (参考) 电位时电容耦合中电场生成电位的分布;

[0044] 图 13 示出一种利用电容耦合检测触摸的排布;以及

[0045] 图 14 和 15 图示说明各实施例,其中单个电极和电感觉刺激强度上的时变可以用来创建有纹理的触摸屏表面的错觉。

具体实施方式

[0046] 图 1 到 15 涉及电容电感觉接口 (“CEI”) 的操作和实现,可以在该创造性触摸屏

接口中采用该电容电感觉接口。

[0047] 图 1 图示说明该 CEI 的运作原理。附图标记 100 表示高电压放大器。高电压放大器 100 的输出被表示成 OUT, 其耦合到由绝缘体 108 抗触电绝缘的电极 106 上, 绝缘体 108 包括至少一个绝缘层或零件。附图标记 120 一般表示要被刺激的身体部位, 比如人类手指。人类皮肤, 由附图标记 121 表示, 在干燥时是较好的绝缘体, 但是该 CEI 提供电极 106 和身体部位 120 之间较好的电容耦合。该电容耦合实际上不依赖皮肤条件, 比如潮湿。该发明人的前提是电极 106 和身体部位 120 之间的电容耦合生成脉动库伦力。该脉动库伦力刺激振动感受器, 主要是表皮 121 中皮肤最外层下面存在的称为环层小体的那些感受器。这些环层小体由附图标记 122 表示。它们被示意性示出并极度扩大。

[0048] 高电压放大器 100 由输入信号 IN 驱动, 其导致得到的库伦力实际存在的能量含量的大部分存在于环层小体 122 敏感的频率范围中。对于人类这个频率范围介于 10Hz 和 1000Hz 之间, 优选为 50Hz 和 500Hz 之间并且最佳的是 100Hz 和 300Hz 之间, 比如大约 240Hz。这些环层小体的频率响应结合图 5 和 6 来进一步论述。

[0049] 虽然频频将“触觉”定义为与触摸或按压的感觉有关, 但应当理解的是按照本 CEI1 所述的电感觉接口在形成正确规格时, 能够对身体部位创建振动感, 即使在身体部位 120 事实上未触摸覆盖电极 106 的绝缘体 108 时。这意味着除非电极 106 和 / 或绝缘体 108 非常刚硬, 在电极 106 和身体部位 120 (尤其是环层小体 122) 之间脉动的库伦力可以引致电极 106 和 / 或绝缘体 108 轻微的机械振动, 但是按照该 CEI 所述的方法和设备能够独立于这种机械振动而产生电感觉。

[0050] 该高电压放大器和绝缘体 108 之上的电容耦合形成的规格使这些环层小体或其他机械性刺激感受器被刺激而且产生电感觉 (明显振动的感觉)。为此, 高压放大器 100 必须能够生成几百伏特或者甚至几千伏特的输出。实际上, 驱动到身体部位 120 中的交流电有极小的量值而且可能通过使用低频交流电而进一步减小。

[0051] 图 2 图示说明一种设备, 其实现本 CEI 一个图示说明的实施例。在这个实施例中高压放大器 100 实现为后面跟着高压变压器 104 的电流放大器 102。在图 2 所示的实施例中, 高压变压器 104 的次级绕组与该设备余下部分相比有更多或更少的浮动构造。放大器 100、102 用调制后的信号驱动, 该调制后的信号的各分量由 112 和 114 表示。高压放大器 100 的输出耦合到电极 106 上, 电极 106 由绝缘体 108 抗触电绝缘。附图标记 120 一般表示要被刺激的部位, 比如人类手指。人类皮肤, 由附图标记 121 表示, 在干燥时是较好的绝缘体, 但是该 CEI 提供电极 106 和皮肤表面 121 下面的导电组织之间较好的电容耦合。机械性刺激感受器, 比如环层小体 122, 存在于这个导电组织中。在图 1 和 2 中, 环层小体 122 被示意性示出并极度扩大。

[0052] 在电极 106 和皮肤表面下面的导电组织之间电容耦合的好处是该电容耦合消除了流向手指组织的较高的本地电流密度, 该导电组织已知为角质层并且包含环层小体 122, 较高的本地电流密度会由在直流电上导电的接触引起。

[0053] 虽然不是绝对必要, 但好处是提供有助于给对象比如该设备的用户带来刺激的接地连接, 与该设备的高压段相比更接近明确定义的 (非浮置) 电位。在图 2 所示的实施例中, 该接地连接, 由附图标记 210 表示, 将高压段的参考点 REF 连接到身体部位 222 上, 其不同于要被刺激的一个或多个身体部分 120。在图 2 所示的实施例中, 参考点 REF 在变压器

104 次级绕组的一端,而电极 206A、206B、206C 的驱动电压从该次级绕组的相对端获得。

[0054] 在一种图示说明的实现中,该设备是手持器件,包括由一个或多个手指 120 激活的触摸显示屏。接地连接 210 终止于接地电极 212 处。接地电极 212 图示说明的实现是一个或多个接地板,这些接地板排布成它们方便用户一只手 222 触摸而该设备由另一只手操纵。例如,该一个或多个接地板可以与该触摸显示屏一起定位在该设备同一侧上而且挨着该触摸显示屏,或者它 / 它们可以定位在包括触摸显示屏这侧的一个或多个相邻或相对侧上,取决于人类工程学上的考虑。

[0055] 在现实世界各设备中,参考点 REF 和无刺激身体部分 222 之间的耦合 210 可以是电气上复杂的。另外,手持设备典型地缺乏相对周围环境的实体参考电位。因此,术语“接地连接”不需要到实体地球大地上的连接。相反,该接地连接意味着有助于降低该设备的参考电位和第二身体部位之间的电位差的任何连接,该第二身体部位区别于要被刺激的一个或多个身体部位。这个定义不排除任何电容并行或杂散构件,只要接地连接 210 有助于将该设备的用户连同未被刺激的身体部分 222 一起带到与该设备高压段相比明确定义的电位。电容接地连接将结合图 12 来论述。在这种情况下,从驱动电极 206A、206B、206C 的电压 OUT 来看应当理解该合理明确定义的电位。如果电极驱动电压 OUT 假如说是 1000V,那么在用户身体和参考点 REF 之间假如说是 100V 的电位差可以为不明显。

[0056] 高压段的参考点 REF 和未被刺激的身体部分 222 之间的非电容耦合 210 极大地增强了被刺激的身体部分 120 所经受的电感觉刺激。相反地,在使用非电容耦合 210 时等效的电感觉刺激可以用低得多的电压以及 / 或者在更厚的绝缘体之上取得。

[0057] 放大器 100、102 用高频信号 112 驱动,高频信号 112 在调制器 110 中由低频信号 114 调制。低频信号 114 的频率使存在于皮肤表层下面的导电组织中的环层小体对这个频率响应。高频信号 112 的频率优选为稍高于人类听力,比如 18 至 25kHz,更优选的是在大约 19kHz 和 22kHz 之间。如果信号 112 的频率在人类听得见的范围内,该设备以及 / 或者其驱动电路可以产生嘈杂的声音。另一方面。如果信号 112 的频率比人类听得见的范围高得多,则该设备驱动更多电流进入部位 120。大约 20kHz 的频率在感觉上有优势,设计用于音频电路的元件一般可以使用,而 20kHz 的频率大多数人听不见。由该发明人进行的试验让人想到这种调制对于 CEI 来说不是必须的。使用低频调制高频信号,比如图 2 中示意性示出的,与单单依靠低频信号的系统相反,提供的好处是较高的交流电压(几百伏特或几千伏特)可以用较小的变压器 104 生成。

[0058] 像频率或 kHz 这样的术语不应该理解为使高或低频信号 112、114 局限于正弦信号,而且许多其他波形可以使用,包括方波。各电气元件,比如调制器 110、放大器 102 以及 / 或者变压器 104 可以形成的规格使和谐陪音被抑制。该发明人已发现持续时间 4ms 或更长的脉冲(近似为该低频信号一个周期的一半)可以容易地检测到,有实际绝缘体厚度的话电极 106 中的峰间电压需要是至少大约 750V。在电极 106 中测量的空载的峰间电压应当介于近似 750V-100kV 的范围中。在这个电压范围的下限附近,绝缘体厚度可以为例如 0.05-1mm。随着材料技术和纳米技术的发展,薄得多的耐用的绝缘表面会越来越普及。这还会使所用的电压得以减小。

[0059] 目前为止所述的图 1 和 2 的构件只要身体部位比如手指 120 在电极 106 附近就产生稳态电感觉。为了传送有用信息,该电感觉必须被调制。在一些简单的实施例中,这种调

制可以通过定位电极 106 来实现以使用有用信息通过手指 120 可以感觉电极 106 的存在而传送。例如,电极 106 可以定位在开关之上,或其附近,以使该开关可以不必看见它就被检测到。

[0060] 在其他实施例中,这种载有信息的调制可以通过电子控制该创造性设备的一个或多个操作参数来提供。该载有信息的调制不应当与高频信号 112 被低频信号 114 调制相混淆,其目的是减小变压器 104 的尺寸。在图 2 示出的示意图中,这种载有信息的调制由控制器 116 提供,其控制该创造性设备的一个或多个操作参数。例如,控制器 116 可以启用、禁用或更改高频或低频信号 112、114 的频率或振幅、放大器 102 的增益,放大器 102 的增益,或者是它可以可控制地启用或禁用电源(未分立示出)或可控制地在任一点断开该电路。

[0061] 图 3 示出有多个可独立控制的电极的该创造性设备的一个增强型实施例。在图 3 中,有小于 200 的附图标记的构件已经结合图 1 和 2 来描述,而且省略重复描述。这个实施例包括多个可独立控制的电极 206A、206B 和 206C,示出其中三个但这个数量只是随意的。附图标记 216 表示控制开关矩阵 217 的控制器 216 的实现,开关矩阵 217 受控制器 216 的控制向电极 206A、206B 和 206C 提供高压信号 OUT。控制器 216 可以对来自外部器件比如数据处理设备(未分立示出)的命令反应。

[0062] 图 3 中所示的实施例的好处是实际上所有的驱动电路系统,包括高压放大器 100、控制器 216、以及开关矩阵 217,都可以集成到由附图标记 200 表示的公共外壳中。在这个实施例中只有电极 206A、206B 和 206C 以及每个电极的单个连接导线在外壳 200 的外边。如上所述,这些电极需要只是由合适的绝缘体覆盖的简单导电或半导电板。因此外壳 200 可以定位在实际上任何方便的位置,因为其外部这些仅有的构件是非常简单的电极和连线(而且,在一些实现中是电源,未分立示出)。

[0063] 一些现有技术经由向皮肤最外层的电偶电流传导而提供对神经的直接刺激。因为该电偶电流传导,这些系统需要两个电极来刺激一块皮肤区域。对照这些现有技术的系统,结合图 3 所述的实施例涉及多个电极 206A、206B 和 206C,但是每个电极单独刺激一块不同的皮肤区域,或者更精确地,这些机械性刺激感受器,包括皮肤最外层下面这些环层小体。因此 n 个电极的构造并行传送 n 比特的信息。

[0064] 图 4 示出图 3 中所示的实施例的一个具体实现。在这个实现中开关矩阵 217 包括一组三端双向可控硅开关 207A、207B 和 207C,但可以使用其他类型的半导体开关,包括半导体继电器。常规的机电式继电器也可以使用。在这个实施例中开关(三端双向可控硅开关)207A、207B 和 207C 即在高压电路系统中逻辑定位在变压器 104 之后。这个实现需要多个高压开关(几百伏特或几千伏特),但它提供的好处是该电路系统余下部分包括构件 100 至 114,可以为所有的电极 206A、206B 和 206C 工作。如图 4 中所示,控制器 216 可以连接到数据处理设备上,它的一个例子在此示出为个人计算机 PC。

[0065] 图 5 是示意性图示说明随机选择的试验对象对受到与图 2 中所示基本相似的设备产生的感觉的敏感度。曲线图的 x 轴示出低频信号的频率(图 2 中 114 项)乘以 2,而 y 轴示出检测电感觉刺激所需的振幅。该振幅的刻度是相对的。在 75Hz 处小的下降可以是测量偏差。将大一倍的低频信号放在 x 轴上的原因是电极 106 和身体部位 120 之间的库伦力每个正弦低频信号的循环都有两个强度峰值,如将结合图 6 来示意性图示说明的。

[0066] 各种频率处的相对强度与参考文件 1 的 2.3.1 节(图 2.2)中公开的特别相似。参

考文件 1 涉及皮肤的振动触觉（机械）刺激，但图 5 中所示的频率响应与参考文件 1 中公开的频率响应的相似性让人想到本 CEI 运作成使电极 106 和感觉部位 120（见图 1）形成绝缘体 108 之上的电容器，而且在这个电容器中将振荡库伦力变换成由机械性刺激感受器所感觉的机械振动，机械性刺激感受器包括环层小体。该发明人还研究了另一前提，其中这些环层小体被流过它们的电流刺激，但这个前提没有解释这些观测以及基于作用在这些环层小体上的库伦力的观测。然而，这里所述的技术 CEI 不依赖于试图解释为何该 CEI 运作在其所运作的方式上的任何特定前提的正确性。

[0067] 图 6 是进一步澄清该 CEI 的运作原理的曲线图和与本 CEI 有关的频率的图释。附图标记 61 表示到调制器 110 上的低频输入信号（如图 2 中 114 项所示）。附图标记 62 表示该调制器的输出，即被该低频输入信号调制的高频输入信号。

[0068] 附图标记 63 和 64 表示在绝缘体之上在电极 106 和身体部位 120 之间的电容耦合中得到的库伦力。因为该电容耦合两侧有相反的电荷，这两侧之间的库伦力一直吸引而且与电压的平方成比例。附图标记 63 表示实际的库伦力而附图标记 64 表示它的包络。包络 64 在环层小体敏感的频率范围内，但是因为库伦力一直吸引，包络 64 对于调制器输出信号 62 的每个循环都有两个峰值，由此产生频率加倍效应。因为库伦力与电压的平方成比例，这里所公开的任何示例电压都应当解释为有效（RMS）值以防电压不是正弦曲线。

[0069] 该电容耦合的两侧有相反电荷从而库伦力一直吸引的声明对于该设备和要被刺激的身体部位处于或接近同一电位的情况成立。较高的静电荷可以导致偏离物体这个理想状态，这是高压电源的参考电位和除要被刺激的一个或多个构件之外的人体构件之间的接地连接的一些形式被推荐的原因，因为该接地连接有助于降低该设备和其用户之间的电位差。

[0070] 该 CEI 可以实现为可连接到数据处理设备上的输入 / 输出外围器件的一部分。在这样的构造中数据处理设备可以经由可电气控制的电感觉提供提示和 / 或反馈。

[0071] 图 7A 和 7B 示出该 CEI 的实现，其中该电容耦合的强度通过电极移动来调节。电场的生成，及其在需要时的变化，经由电极组 704 而实现，电极组 704 包括各个电极 703。各个电极 703 优选为可个体控制，其中对电极的控制影响其取向和 / 或伸出。图 7A 示出一种实现，其中一组电极 703 经由来自控制器 216 的输出信号而取向，以使电极 703 集体形成绝缘体 702 下面的平面。在这种情形下从高压放大器 100 到电极 703 的高压电流（DC 或 AC）生成到紧挨该设备的身体部位（比如手指 120）上的有足够强度的符号相反的电荷。身体部位和该设备之间的电容耦合在绝缘体 702 之上形成，这会引引起感觉刺激。

[0072] 图 7B 示出与图 7A 中所示相同的设备，但在这种情况下用来自高压放大器 100 的电流生成的电容耦合的强度通过将电极（现在由附图标记 714 示出）取向成它们不形成绝缘体 702 下面的平面而最小化。在本发明一些实现中，低频交替着的电场可以通过将该设备的状态在图 7A 和 7B 中所示的两个状态之间交替而生成。该状态交替的频率可以在几百数量级上，比如每秒 200 至 300 个完整周期。

[0073] 图 8 示出该 CEI 的一种实现，其中电极组 804 中的各个电极 803 可以有符号相反的电荷。各个电极 803 的电荷可以经由控制器 216 来调节和控制。各个电极 803 可以被绝缘体构件 806 分开，以防电极之间打火花或短路。该 CEI 和逼近它的身体部位之间的电容耦合可以使具有相反符号的电荷 801 的区域出现。这些相反的电荷互相吸引。因此刺激这

些环层小体的库仑力有可能不仅在该 CEI 和该身体部位之间而且在该身体部位本身内的无穷小邻域之间生成。

[0074] 图 9 示出该 CEI 的一个实施例,其中一组可个体控制的电极 910a 至 910i 组织成矩阵形式。这种矩阵可以集成到例如触摸屏器件中。既然上述 CEI 不需要在该 CEI 和其用户的身体部位之间直接连接(触摸),该 CEI 设备的各电极可以定位在该触摸屏后面,其中“后面”意味着该触摸屏与正常操作期间朝着用户的一侧相反的一侧。作为选择,各电极可以很薄并且/或者透明,由此各电极可以在通常朝着用户的这一侧上覆盖该触摸屏。经由开关矩阵 217 从高压放大器 100 向电极 910a 至 910i 传导的电荷可以都有相同的符号或者向不同电极传导的电荷可以有不同的符号,如结合图 8 图示说明的。例如,控制器 216 可以个体控制开关矩阵中这些开关,或者某些组可以形成可共同控制的组。个体电极的表面和/或其相关联的绝缘体可以根据各操作或各应用的预期范围来指定。最小的实际面积大约 0.01cm^2 ,而最大的实际面积大略等于人类手的尺寸。可以料想到的是介于 0.1cm^2 和 1cm^2 之间的表面积将被发现是实际上最有用的。

[0075] 电极 910a 至 910i 的矩阵和开关矩阵 217 提供该电感觉刺激的空间变化。换句话说,向用户提供的电感觉刺激取决于用户身体部位比如手指,迫近集成到该创造性触摸屏上的该 CEI 设备的位置。空间变化的感觉刺激给用户提供了触摸屏接口的触控区域的布局指示。

[0076] 除了该空间变化的感觉刺激,控制器 216 可以指示开关矩阵 217 产生时变(随时间而变)的电感觉刺激,其可以用于各种各样有用的效果。例如,时变电感觉刺激可以用于指示检测到触控区域激活(“键按下”)。这个实施例解决了与现有技术触摸屏器件相关联的共同问题,即检测到键按下没有产生触觉反馈。经由触摸屏器件使用的现有技术应用程序可以提供视觉或听觉反馈,但这种类型的反馈呈现上述各种问题。另外,从该应用程序产生视觉或听觉反馈导致编程和执行这些程序的负担。在该发明一些实现中,接口级或驱动器级程序通过使用时间和空间上变化的电感觉刺激从检测到的触控区域激活提供触觉反馈,而且这些接口级或驱动器级程序可以由任何应用程序使用。例如,这些应用程序可以经由应用编程接口(“API”)耦合到该创造性触摸屏接口上,其这套可用的功能包括上述反馈生成。

[0077] 该时间和空间上变化的电感觉刺激还可以用于“动态”改变这些触控区域的布局。事后看来,这种操作可以被认为大略类似于随着当前执行的应用程序或用户接口屏幕而改变键盘或小键盘布局。然而,当现有技术触摸屏器件动态改变键盘或小键盘布局时,新的布局必须设法表示给用户,而且这通常需要用户看见该触摸屏器件。

[0078] 该创造性触摸屏器件的一些实施例去除了看见该触摸屏器件的需要,假定该触控区域的布局足够简单。例如,多达大约两打的不同“键图例”可以通过提供用于时间上或空间上变化的电感觉刺激的不同图样来表示给用户。如其中所用的,表述“键图例”指的是不产生触感反馈的现有技术触摸屏器件,通常产生视觉提示,而且这些共同称为“图例”。在本发明一些实施例中,这些键图例的功能可以经由不同图样提供。例如,如下图样可以用一个指尖识别:重复率低、中或高的脉冲;向左、右、上或下扫描,每次扫描都有几个不同的重复率;正时针方向或逆时针方向旋转,每次旋转都有几个不同的重复率。

[0079] 从上文可见,显然该创造性电感觉接口可以产生大量不同的触控区域,每个都有

不同的“感觉”（技术上：不同图样用于该时间和空间变化的电感觉刺激）。因此常规触摸屏的屏幕块结合本发明来说不是绝对需要的，而且该术语触摸器件接口应当解释为接口器件，除了常规应用还适合于与各触摸屏器件共同关联的应用，尽管该屏幕的存在不是强制性的。

[0080] 而且，该创造性 CEI 和其用户的身体部位之间的电容耦合（或者个体电极或电极组和用户身体部位之间的电容耦合）的强度可以通过直接或间接测量来确定。这个测量信息可以各种方式利用。例如，该电容耦合的强度可以指示该身体部位靠近该电极，或者它可以指示该电极被该身体部位触摸。这种测量功能性可以由专用测量单元（未示出）提供或者它可以集成到上述这些块之一中，比如开关矩阵 217 中。开关矩阵 217（或者可选的专用测量单元）可以向控制器 216 发送测量信息，控制器 216 可以利用该测量信息通过改变电压或频率来改变由这些电极生成的电场。另外或作为选择，控制器 216 可以将该测量信息，或者从它收到的一些处理后的信息，转送到数据处理设备，比如图 4 中所示的个人计算机 PC。

[0081] 更进一步地，两个或两个以上的创造性触摸器件接口可以经由一些通信网络和数据处理设备而互联。在这种排布中，向这些触摸屏器件的用户提供的电感觉刺激可以基于所有用户对向他们各自的器件靠近做出的贡献的某个函数。在一个图示说明的例子中，这种两个（或两个以上）触摸屏器件的互联可以给他们的用户提供触觉反馈，该触觉反馈的强度取决于触摸这些触控区域的手的面积的和。这个技术刺激握手，其强度反映由所有用户使出的手压的和。在另一个图示说明的例子中，音乐老师可能会“感受”远处学生是如何按下模拟钢琴键盘的各键的。

[0082] 图 10 至 13 是在形成该电容耦合各参数的规格时会有用的等效电路（理论模型）。图 10 图示说明在该设备接地时电容耦合中电场生成的电位的分布。基本理论在此省略，而且只要说在图 10 所示的排布中电极的驱动电压基于电容 C1 和 C2 之比来划分即可，其中 C1 是该手指和该电极之间的电容，C2 是该用户的杂散电容。该手指经手的电场由电压 U1 引致：

$$[0083] \quad U_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} e$$

[0084] 这个电压低于来自电压源的驱动电压 e。在一般情况下该设备的参考电位可以浮置，如图 11 中将要示出的。这个排布进一步降低导向该身体部位比如手指的电场。

[0085] 因为这些原因该发明一些实施例目标是保持电容 C1 与 C2 相比较低。至少电容 C1 不应当大大高于 C2。一些实施例目标是例如通过将该设备的参考电位耦合回到该用户来调节或控制 C2，如图 12 中所示。

[0086] 对电容 C1 的实际数值进一步分析显示可以将它视为由如下三个串联耦合的部分电容组成的电容：绝缘体材料 C_i、绝缘体和手指之间的空气间隙 C_a、以及由皮肤最外层形成的 C_s，皮肤最外层将内部导电组织与环境电绝缘。每个电容由如下公式给出：

$$[0087] \quad C = \epsilon \frac{S}{d}$$

[0088] 其中，ε 是绝缘材料的电容率（介电常数），S 是（有效）表面积以及 d 是电容器两表面之间的距离。在各电容串联排布中，各电容中最小的一个支配总电容 C1 的总值。当

该身体部位没有触摸该绝缘电极表面而只是接近它时,该电容耦合微弱。因而 C1 的数值小而且主要由该空气间隙 C_a 确定。当该身体部位触摸该表面时,有效空气间隙是小的(近似为皮肤表面上指纹轮廓各高度隆起)。因为电容与形成电容器的两导电表面的距离成反比,对应的 C_a 获得较高数值,而且 C1 的数值由 C_i 和 C_s 确定。从而该电感觉刺激生成的有效性可以通过适当选择绝缘体材料来增强,尤其是就厚度和介电性能来说。例如,为绝缘体选择介电常数较高的材料减少该材料中的电场但增加该空气间隙和皮肤中的电场强度。

[0089] 进一步来说,在表面可能被触摸时给出电感觉刺激或响应的各应用中,该电感觉刺激生成的有效性可以通过对将被该身体部位触摸的材料进行最佳选择来增强。这在结合各绝缘体时尤其显著,这些绝缘体是好体积的绝缘体(在该表面的法线方向上的各绝缘体)但在沿着该表面的方向上要差些。

[0090] 绝缘体沿着该表面的绝缘能力会受到表面杂质或湿度的负面影响,表面杂质或湿度具有对由要被刺激的身体部位感受到的感觉的表现强度有反作用。例如,玻璃一般被认为是好的绝缘体,但他的表面往往从空气中收集薄薄一层水汽。如果该 CEI 的电极用玻璃绝缘,则该电感觉作用在紧挨着时被感觉(在身体部位和玻璃表面之间仍然有空气间隙时)。然而,当玻璃表面被触摸时,即使轻微的触摸,该电感觉往往一起减弱或消失。用表面电导低的材料给外层绝缘表面涂层补救了这样的问题。该发明人思考如果具有某个表面电导率的表面被触摸,则该表面上的导电层经受库伦力而不是触摸该表面的身体部位经受。相反,进行触摸的身体部位例如经由身体的杂散电容用作该导电表面层的一种接地。

[0091] 与结合图 10 至 12 所述的测量相反,或者说除了这些测量以为,杂散电容可以由其中几个电极用于生成该触摸屏表面的不同区域之间的电位差的排布来控制。作为例子,这个技术可以通过将手持器件的触控表面(比如该器件的上表面)排布成第一电位来实现,而相反一侧被排布成第二电位,其中这两个不同的电位可以是该器件的正或负极。作为选择,第一表面区域可以是电接地(参考电位),而第二表面区域被充电至高电位。

[0092] 而且,在由一个或多个绝缘体表面所加的约束内,有可能形成不同电位的微小区域,比如符号相反或量值差很大的电位,其中这些区域小得足以使用户的身体部位比如手指同时受到来自几个有不同电位的区域的电场。

[0093] 图 13 示出一个利用该电容耦合检测被用户的身体部位比如手指触摸或接近的实施例。检测到被用户的身体部位触摸或接近可以作为向数据处理器件的输入而传递。在图 13 所示的实施例中,电压源是浮置的。浮置的电压源可以经由感应或电容耦合以及/或者用先断后通的开关来实现。变压器的次级绕组是简单却有效的浮置电压源的一个例子。通过测量电压 U_4 ,有可能检测电容 C1 和/或 C2 数值上的改变。假定该浮置电压源是变压器的次级绕组,则电容改变也可以在初级上检测,例如作为负载阻抗上的改变。这种电容改变用作触摸或接近身体部位的指示。

[0094] 在一个实现中,该设备被排布成利用这种对进行触摸或接近的身体部位的指示使该设备使用第一(较低)电压检测被该身体部位触摸或接近并且使用第二(较高)电压向该用户提供反馈。例如,这种反馈可以指示如下中任何一个:该/每个触控区域的轮廓、由该设备检测进行触摸或接近的身体部位、触控区域(发起的行动)的显著性、或者由该应用程序处理的对用户今后可能有用的其他任何信息。

[0095] 图 14 示意性图示说明其中单个电极和电感觉刺激强度上的时变可以用来创建有

纹理的触摸屏表面的错觉。附图标记 1400 表示触控屏,出于描述本实施例的目的,该触控屏包括三个触控区域 A_1 、 A_2 和 A_3 。用户手指 120 被触控区域 A_1 、 A_2 和 A_3 接近或触摸由控制器 1406 所检测。

[0096] 根据该发明一个实施例,常规触控屏 1400 可以由根据该发明所述的接口器件补充。附图标记 1404 表示电极,该电极是结合上述实施例所述的电极的一个实现,比如结合图 1 和 2 所述的电极 106。补充绝缘体 1402 可以定位在触控屏 1400 和创造性电极 1404 之间,以防触控屏 1400 本身无法提供充分绝缘。

[0097] 除常规的触摸屏功能性之外,即检测这些触控区域被用户手指接近或触摸,控制器 1406 还使用手指 120 的位置信息来时间上改变被手指 120 上的电极 1404 引起的电感觉刺激的强度。虽然该电感觉刺激的强度随时间而变,但是在本实施例中时间不是自变量。相反,该时变的定时是手指 120 相对于这些触控区域(在此: A_1 、 A_2 和 A_3)的位置的函数。因而更准确说来本实施例可操作地导致手指 120 上电极 1404 所引起的电感觉刺激的强度的变化,其中这些变化基于手指 120 相对于这些触控区域的位置。

[0098] 图 14 的底侧图示说明这个功能性。三个触控区域 A_1 、 A_2 和 A_3 由各自的 x 坐标对 $\{x_1, x_2\}$ 、 $\{x_3, x_4\}$ 和 $\{x_5, x_7\}$ 来区分。在 y 方向上的处理相似并省略详细描述。只要该手指在这些触控区域 A_1 、 A_2 和 A_3 中任何一个的左边,控制器 1406 就感觉不到手指存在,或者感觉该手指不动。在这个例子中控制器 1406 通过向电极 1404 施加低强度信号来响应。一旦手指 120 越过 x 坐标值 x_1 ,控制器 1406 就在第一触控区域 A_1 之上检测到手指而且开始向电极 1404 施加中强度信号。在区域 A_1 和 A_2 之间(在 x 坐标 x_2 和 x_3 之间),该控制器再次向电极 1404 施加低强度信号。与第一个触控区域 A_1 类似地处理第二个触控区域 A_2 ,但是有点不同地处理第三个触控区域 A_3 。一旦控制器 1406 在区域 A_3 之上或紧挨着区域 A_3 检测到手指 120,它就开始向电极 1404 施加中强度信号,与区域 A_1 和 A_2 类似。但是用户决定在第三区域 A_3 内的点 x_6 处按压触摸屏 1400。控制器 1406 检测到该手指按压(激活分配给区域 A_3 的功能)并且通过向电极 1404 施加高强度信号来响应。

[0099] 因而图 14 中所示的实施例可以给用户提供触感反馈,该触感反馈创建有纹理的表面的错觉,尽管只有一个单电极 1404 用于创建电感觉刺激。然而,余留的问题是用户不得不记住这几个触控区域的显著性或者获得关于它们显著性的视觉或听觉信息。

[0100] 图 15 示出从结合图 14 所述的实施例上进一步增强型实施例。图 15 中所示的实施例使用对电感觉刺激强度的不同时变,其中这些不同的时变给用户指示各触控区域的显著性的触觉反馈。

[0101] 图 14 中所示实施例的运作与结合图 14 所述的实施例不同之处在于,在此由附图标记 1506 表示的控制器向电极 1404 施加对信号强度的不同时变。在这个例子中,与上述实施例类似地处理第一触控区域 A_1 ,或者换句话说,该电感觉刺激的强度只取决于手指 120 紧挨着区域 A_1 而出现。但是紧挨着区域 A_2 和 A_3 ,控制器 1506 还施加对该电感觉刺激强度的时变。例如区域 A_2 的显著性(与所显示的图例略为相似)由第一(低的)重复率的脉动电感觉刺激所指示,而区域 A_3 的显著性由第二(较高)重复率的脉动电感觉刺激所指示。在图示说明的例子中,三个触控区域 A_1 、 A_2 以及 A_3 可以在是/否/取消类型的用户接口中引起三个功能,其中该用户可以感觉到这些用户接口键的位置(在此:这三个触控区域)并且只经由触觉反馈对所接受的输入进行指示。换句话说,用户不需要关于这些触控区域的

位置或关于该被选功能的视觉或听觉信息。结合图 15 所述的实施例在汽车导航仪等装置上极富吸引力,这应当不需要它们的用户的视觉注意力。

[0102] 在图 14 和 15 所示的实施例中,当用户手指 120 已选择分配给区域 A3 的功能而且控制器 CTRL1406、1506 经由电极 1404 生成高强度电感觉刺激时,该高强度刺激经由区域 A₁、A₂ 和 A₃ 中任何一个而感觉到。换句话说,如果用户一个手指按压区域 A₃,紧挨着其他区域 A₂ 和 / 或 A₃ 的另一个或多个手指也会感觉到该高强度刺激。在这不可取的情况下,图 14 和 15 中所示的实施例可以与结合图 9 所公开的多电极实施例组合,以使到几个电极(在图 9 中示出为 910a 至 910i 项)中每一个上的信号被个体控制。

[0103] 对本领域技术人员来说显而易见的是随着技术进步,该创造性概念可以各种方式实现。该发明及其实施例不限于上述这些例子而可以在权利要求书范围内变化。

[0104] 参考

[0105] Gunther, Eric: "Skinscape: A Tool for Composition in the Tactile Modality(皮肤之景:一种用来合成触觉形态的工具)" Master's thesis, Massachusetts Institute of Technology 2001,在如下网址上可得到:

[0106] <http://mf.media.mit.edu/pubs/thesis/guntherMS.pdf>

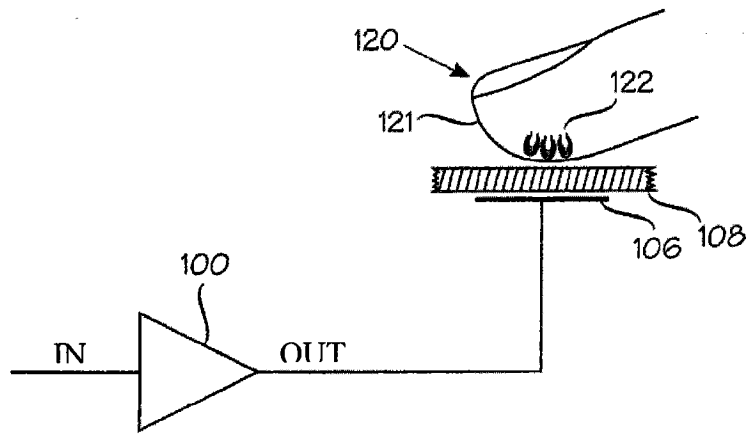


图 1

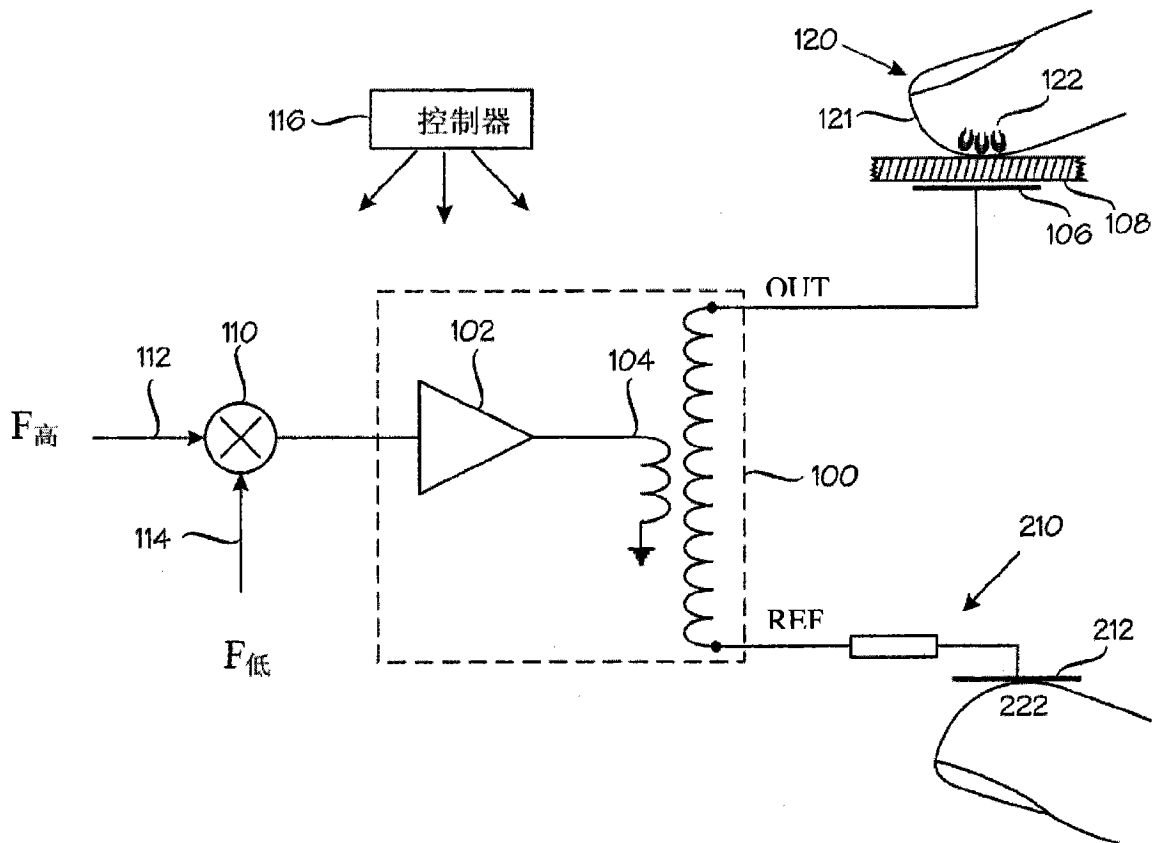


图 2

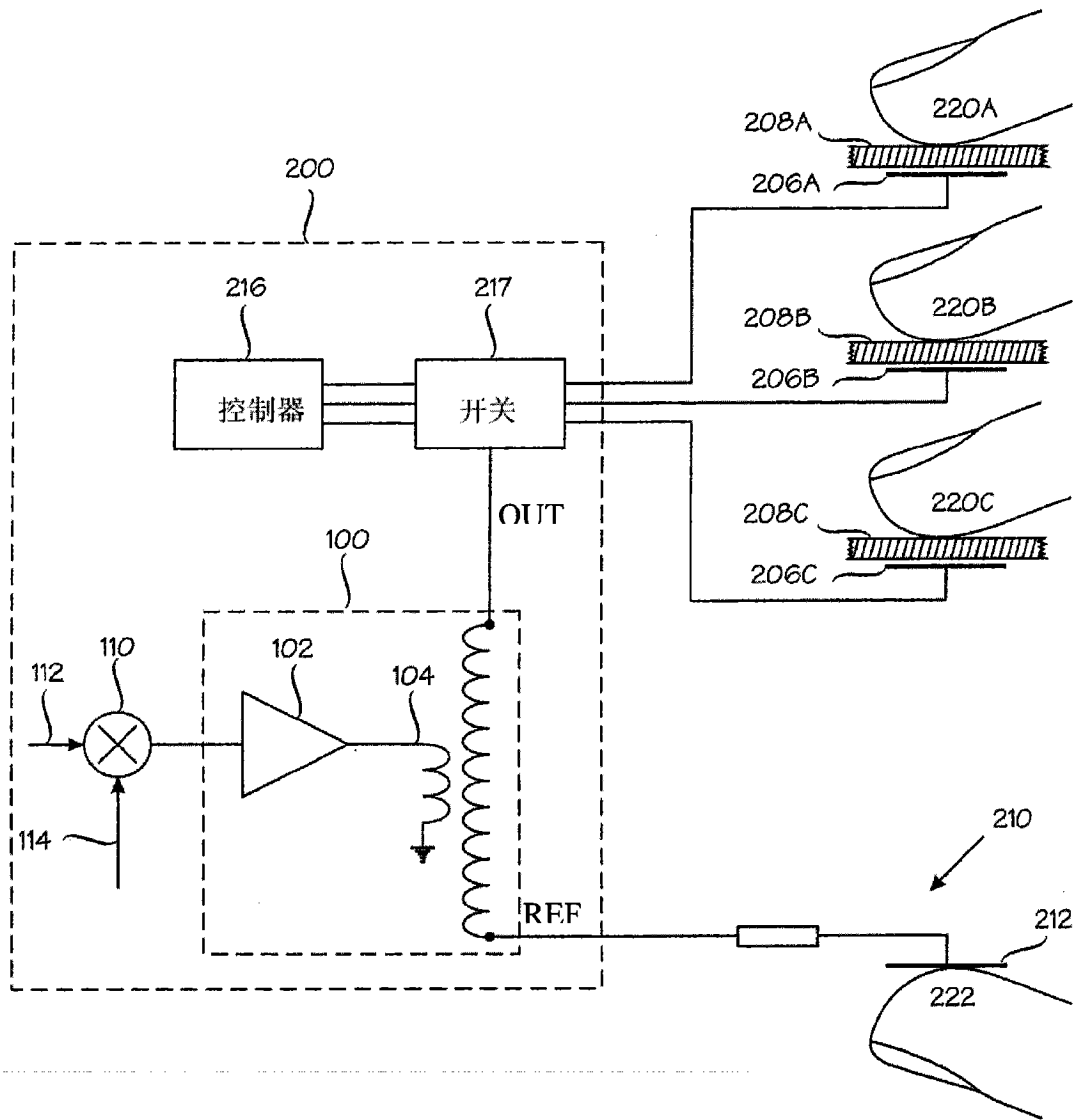


图 3

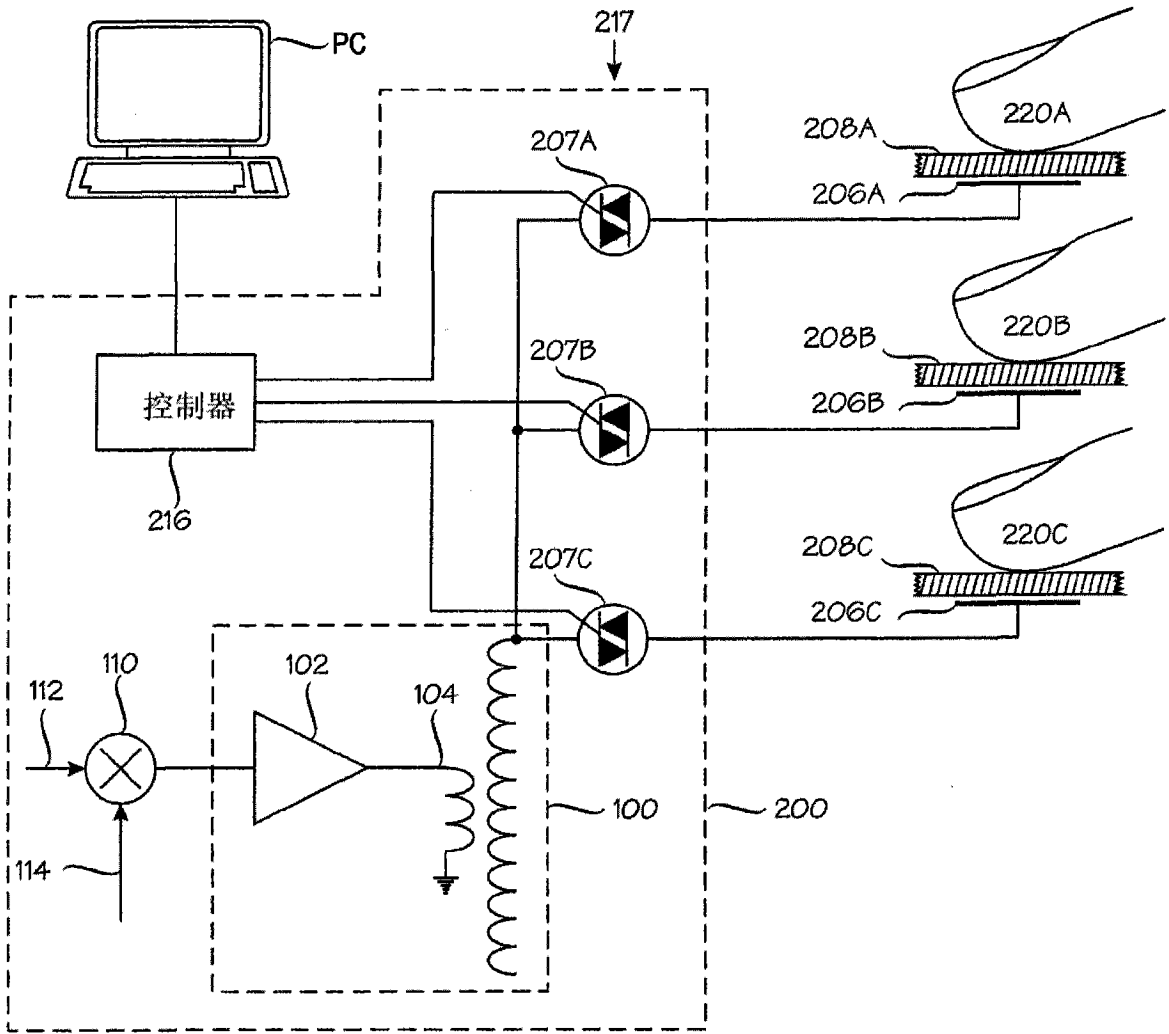


图 4

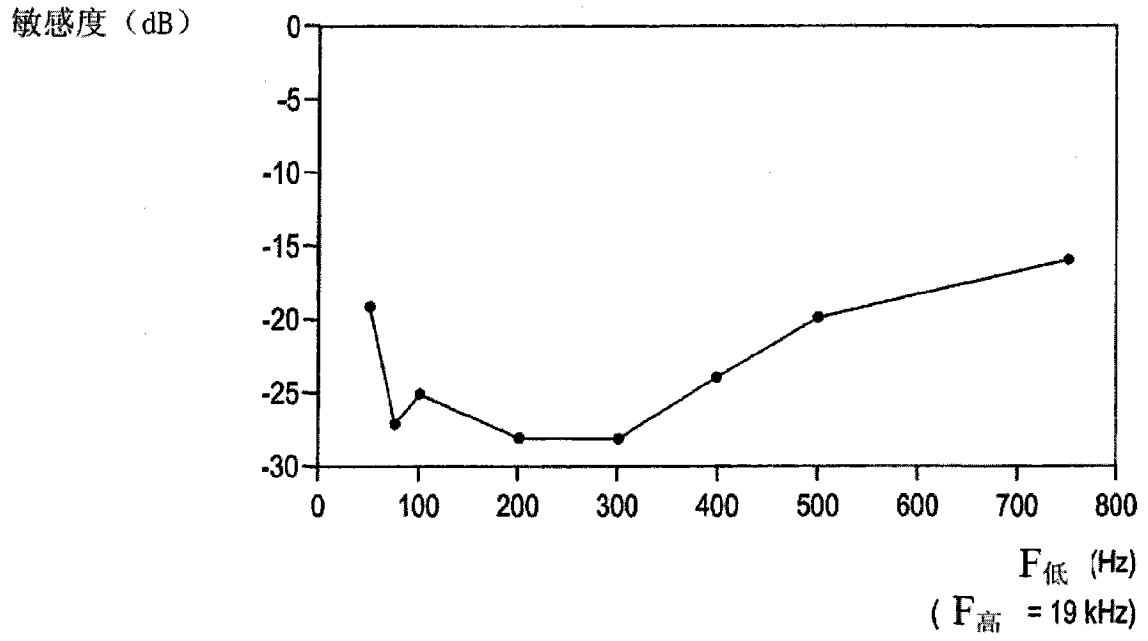


图 5

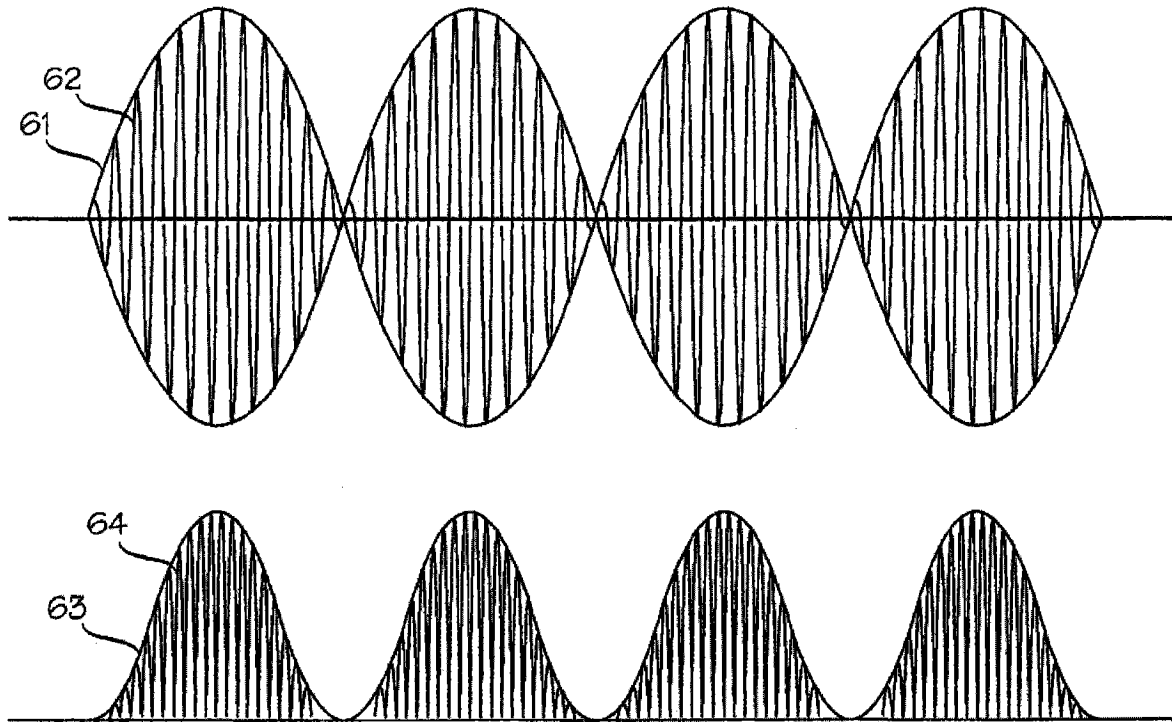


图 6

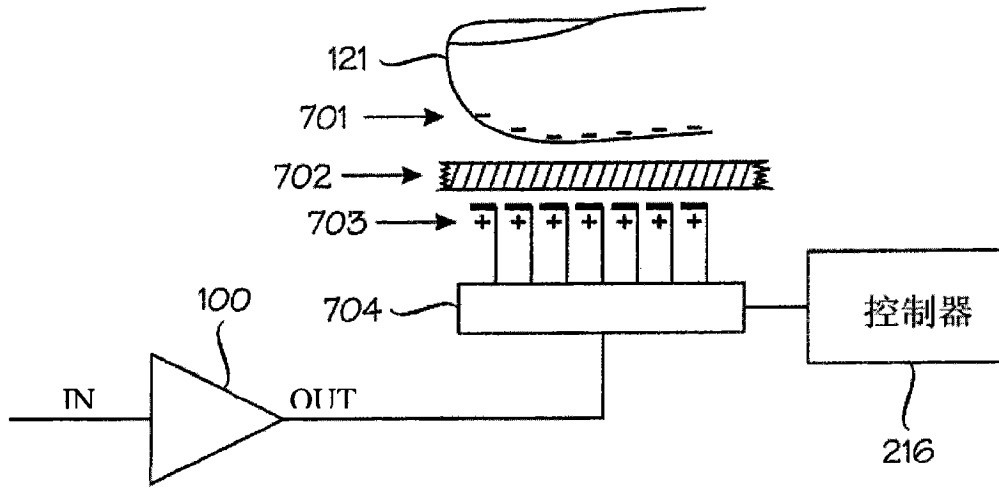


图 7A

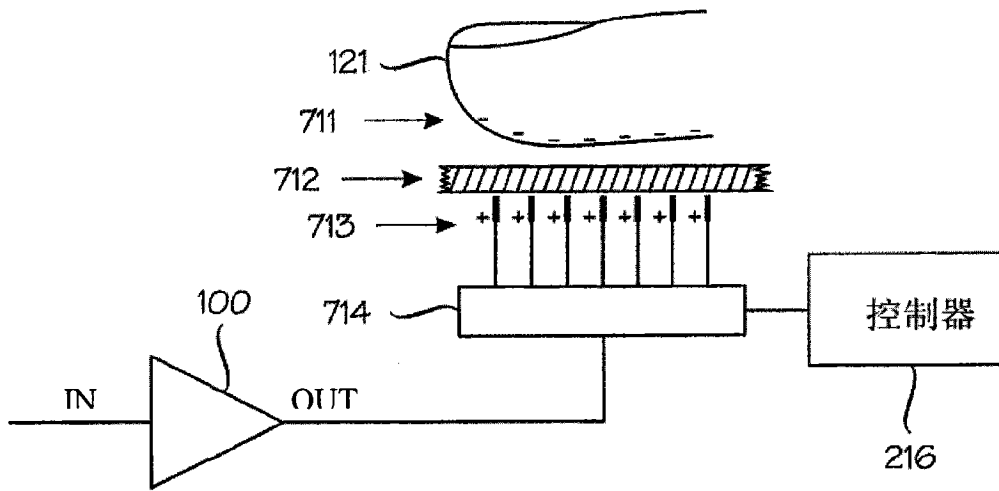


图 7B

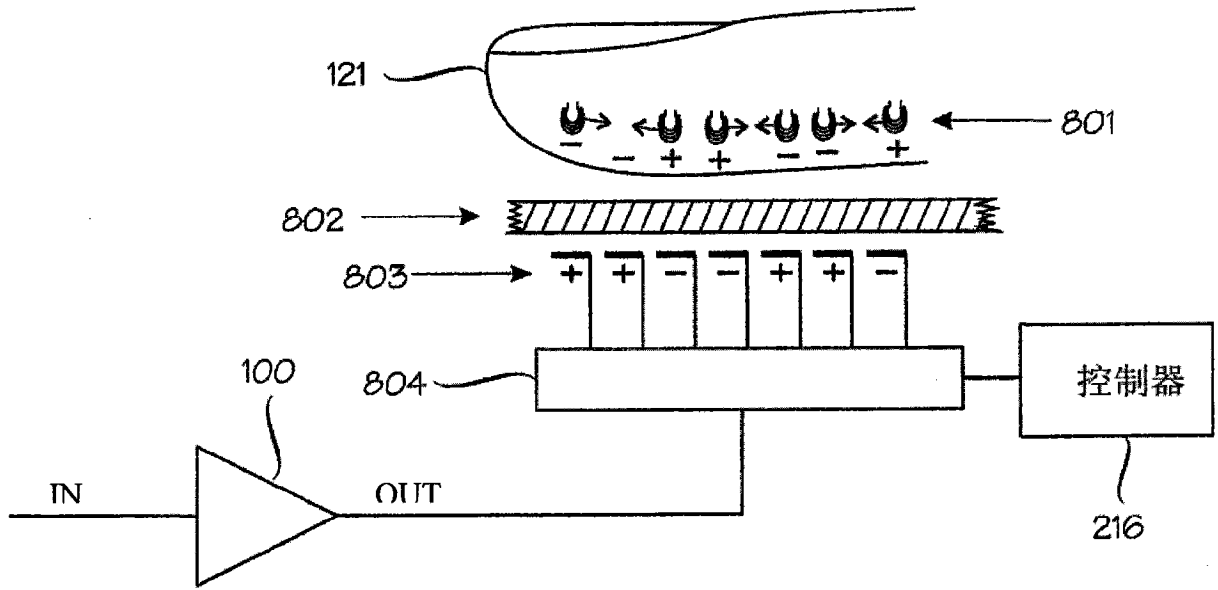


图 8

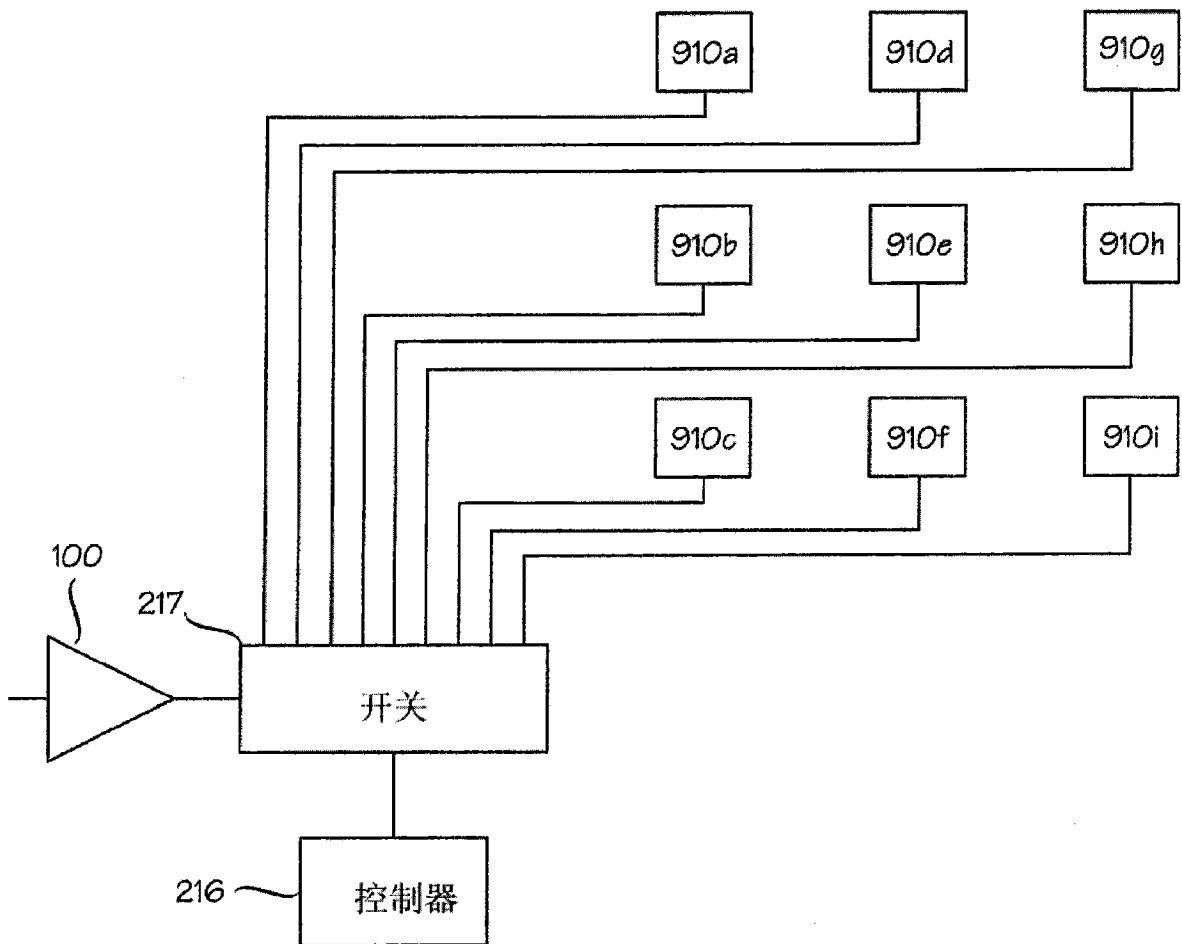


图 9

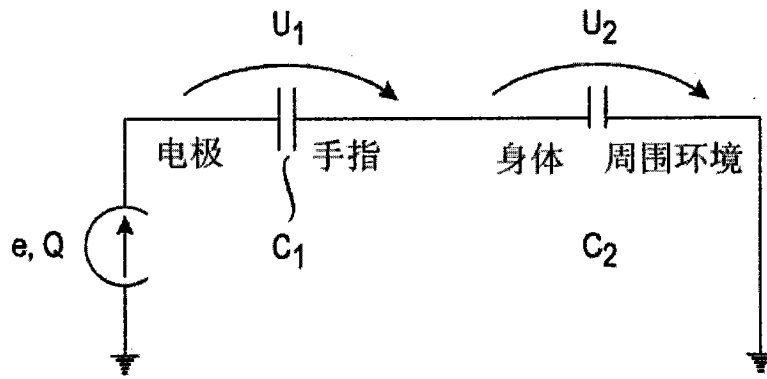


图 10

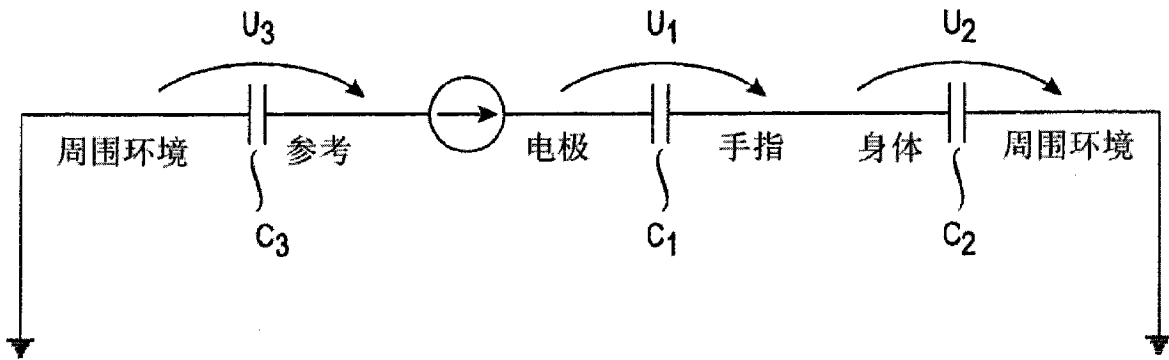


图 11

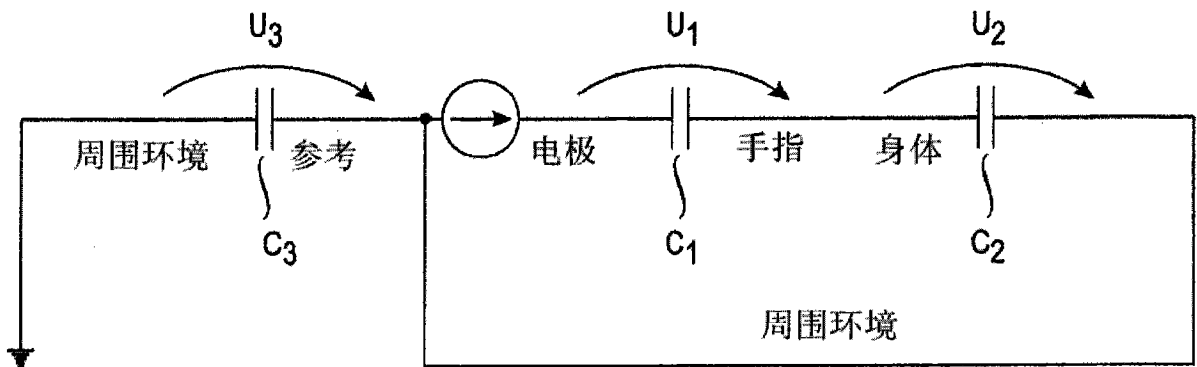


图 12

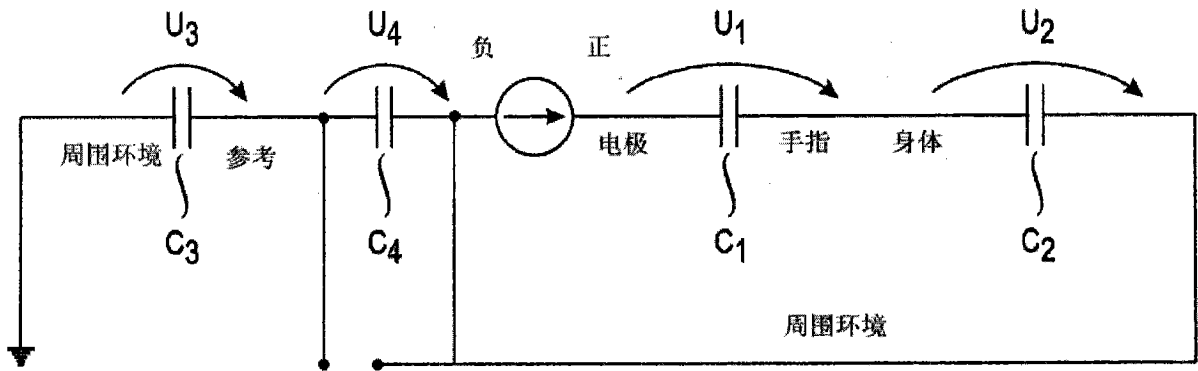


图 13

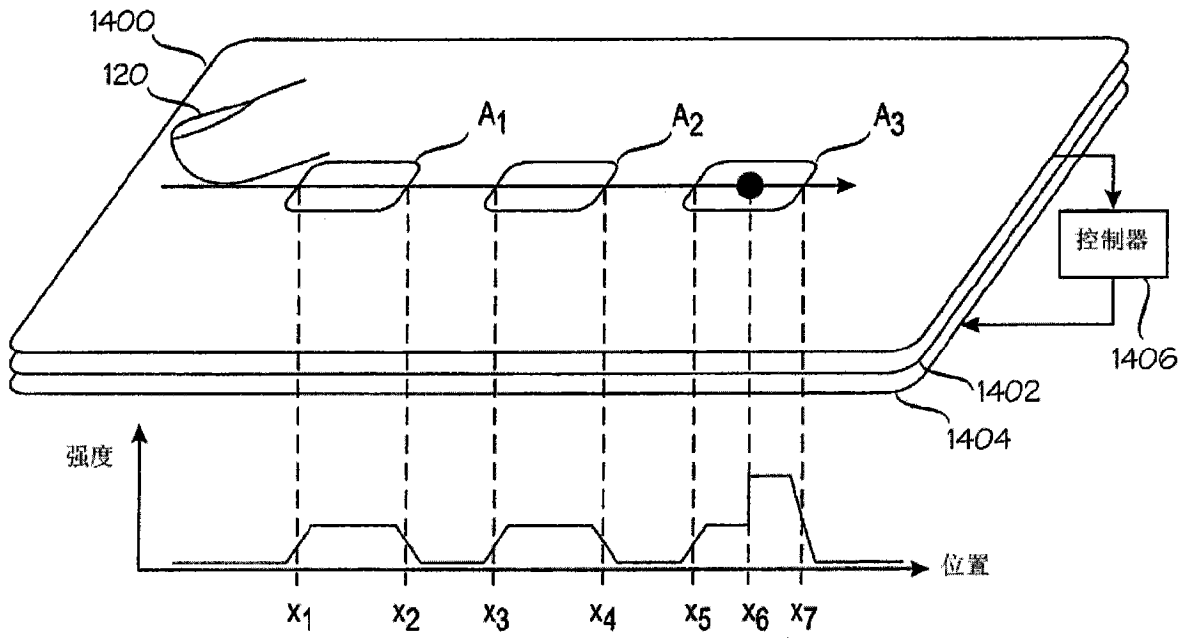


图 14

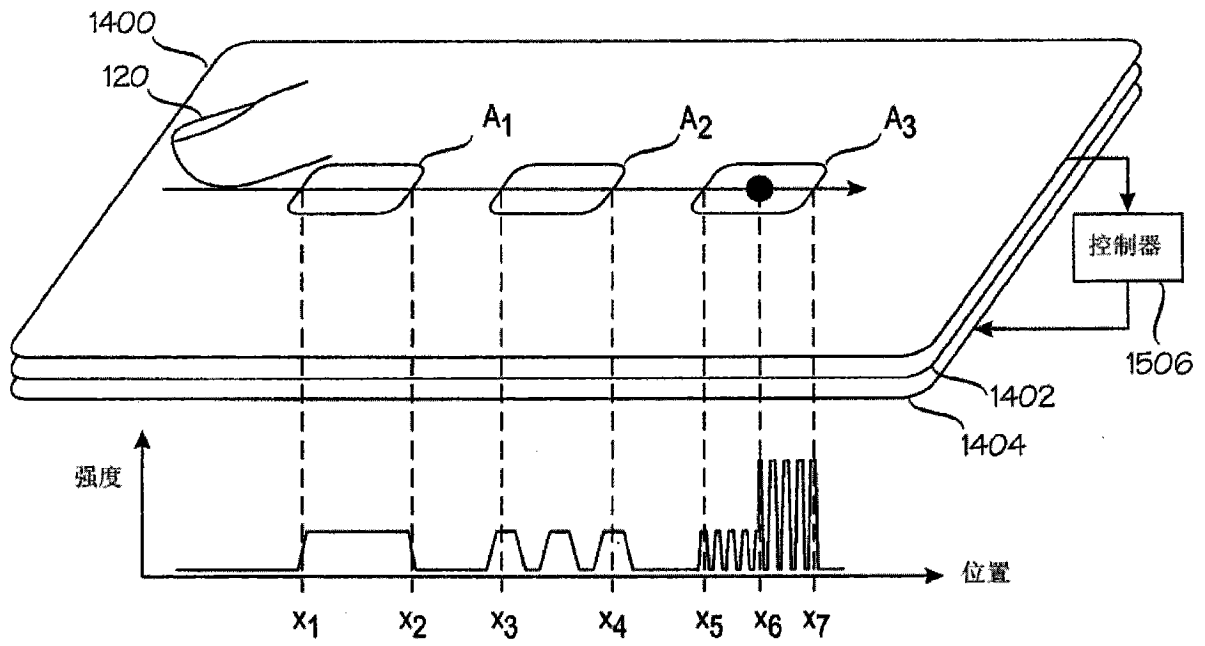


图 15