



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101980115 A

(43) 申请公布日 2011.02.23

(21) 申请号 201010242592.X

(22) 申请日 2010.06.08

(30) 优先权数据

12/481,024 2009.06.09 US

(71) 申请人 英默森公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J·M·克鲁兹-埃尔南德斯

D·A·格兰特 R·W·休贝尔

(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 张阳

(51) Int. Cl.

G06F 3/041 (2006.01)

G06F 3/01 (2006.01)

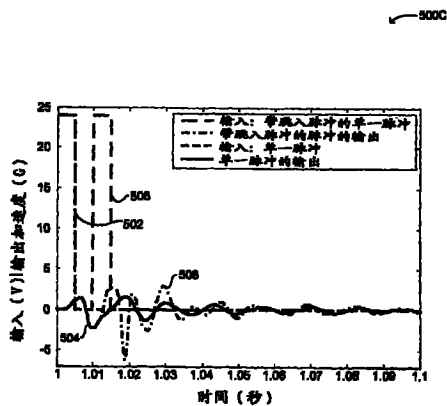
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 13 页

(54) 发明名称

利用执行器产生触觉效果的方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于触觉效果的执行器控制机制的方法和装置。该装置包括执行器以及用于控制触觉单元的控制单元。取块于期望的触觉效果的类型以及系统的阻尼特性,控制单元可产生其后跟着主脉冲的跳入脉冲以产生加强的加速度响应,和/或者制动脉冲以提供短触觉效果的机械式阻尼效果。



1. 一种产生触觉反馈的方法,包括:
监视根据接触的输入脉冲;
响应于该输入脉冲启动执行器;
根据该输入脉冲产生输出脉冲以驱动触觉反馈;以及
产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈感觉。
2. 如权利要求1所述的方法,还包括检测触知触摸表面上的按压以及响应于该按压产生输入脉冲。
3. 如权利要求1所述的方法,其中根据接触监视输入脉冲包括检测手指和触觉触摸表面之间的接触。
4. 如权利要求1所述的方法,其中响应于该输入脉冲启动执行器包括断定由该执行器产生的脉冲频率是否与预定脉冲频率相类似。
5. 如权利要求1所述的方法,其中根据该输入脉冲产生输出脉冲以驱动触觉反馈还包括根据该输入脉冲激活执行器。
6. 如权利要求1所述的方法,其中产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的感觉还包括增加触觉加速度的动量。
7. 如权利要求6所述的方法,其中产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的感觉包括响应于前面有跳入脉冲的输入脉冲而提供波状触知感觉。
8. 如权利要求6所述的方法,其中产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的感觉包括响应于后面跟随有跳入脉冲的输入脉冲而提供波状触觉感觉。
9. 一种触觉界面设备,包括:
耦合至触觉单元的执行器;以及
被配置为发出用于该执行器的控制信号以使触觉单元产生触觉效果的控制器,其中该控制器被配置成:
产生用于移动执行器一部分的控制信号的第一脉冲;以及
在中心物体返回到静止位置之前,产生用于移动执行器一部分的控制信号的第二脉冲,其中第一脉冲和第二脉冲基本位于共振频率上。
10. 如权利要求9所述的设备,其中第一脉冲和第二脉冲各自具有范围在0伏至30伏之间的电压。
11. 如权利要求9所述的设备,其中第一脉冲和第二脉冲各自具有范围从40%至60%的占空比。
12. 如权利要求11所述的设备,其中第一脉冲和第二脉冲各自具有在5ms至20ms之间的周期。
13. 如权利要求9所述的设备,其中执行器改善输出加速度,由此响应于第一脉冲和第二脉冲促进触觉反馈的产生。
14. 如权利要求9所述的设备,其中该触觉效果产生模拟机械点击的触觉感觉。
15. 如权利要求9所述的设备,其中控制器还被配置为产生制动脉冲。
16. 一种用于产生触觉反馈的设备,包括:
用于监视根据接触的输入脉冲的装置;
用于响应于该输入脉冲启动执行器的装置;

用于根据该输入脉冲产生输出脉冲以驱动触觉反馈的装置；以及
用于产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的装置。

17. 如权利要求 16 所述的设备,还包括用于检测触知触摸表面垫的按压以及响应于该按压产生输入脉冲的装置。

18. 如权利要求 16 所述的设备,其中用于监视根据接触的输入脉冲的装置包括用于检测手指和触觉触摸屏之间的接触的装置。

19. 如权利要求 16 所述的设备,其中用于响应于该输入脉冲启动执行器的装置包括用于确定由执行器产生的脉冲频率是否与预定脉冲频率相类似的装置。

20. 如权利要求 16 所述的设备,其中用于根据输入脉冲产生输出脉冲以驱动触觉反馈的装置还包括用于根据输入脉冲激活执行器的装置。

21. 如权利要求 16 所述的设备,其中用于产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的装置还包括用于增加触觉加速度的动量的装置。

22. 如权利要求 21 所述的设备,其中用于产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的装置包括用于响应于前面有跳入脉冲的输入脉冲而提供波状触觉感觉的装置。

23. 如权利要求 21 所述的设备,其中用于产生能增加峰-峰加速度值的跳入脉冲以增强触觉反馈的装置包括用于响应于后面跟随有跳入脉冲的输入脉冲而提供波状触觉感觉的装置。

利用执行器产生触觉效果的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电子接口设备领域,更具体地,本发明涉及触觉接口设备。

背景技术

[0002] 随着基于计算机的系统、装置、自动取款机(ATM)、销售点终端等变得愈发普遍,使用方便的人机接口变得越来越重要。这样的接口应该操作直观并且需要很少或者不需要训练就能使得几乎任何人可以操作该接口。市场上存在多种传统的用户接口设备,比如键盘、鼠标、操纵杆以及触摸屏。其中已知最直观和最具有交互性的接口设备是触摸面板,触摸面板可以是触摸屏或触摸板。

[0003] 触摸屏包括通常是夹层结构的触摸感应输入面板和显示设备,并且通过触摸对用户触摸敏感的面板并显示用户“触摸”的内容向用户提供机器接口。传统的触摸板是小平面矩形板,该平面矩形板可被安装到显示器附近、电脑上、汽车上、ATM机上等。传统触摸面板的触敏元件采用各种类型的触摸感测技术,诸如电容传感器、压力传感器以及本领域中熟知用于检测面板按压位置的类似装置。例如,用户一般根据在面板后面的显示设备上显示的图形用指尖接触触摸屏的某一区域以模拟按钮按压和/或在面板上移动他或她的手指。

[0004] 与传统触摸敏感输入面板相关联的问题是延迟的触知效果(tactile effect)。例如,典型的执行器一般需要一些时间才达到完全振动触知效果。同样地,传统的执行器一般也需要一些时间来停止振动效果。

发明内容

[0005] 本发明公开了一种适合多点触摸的触知触摸面板的执行器控制方法和装置。该装置包括执行器以及用于控制触觉单元的控制单元。根据所需的触觉效果的特定类型以及系统的阻尼特性,控制单元可产生其后跟着主脉冲的跳入(kick-in)脉冲以产生加强的加速度响应,和/或制动脉冲以提供短机械式触觉效果的阻尼效果。

[0006] 本发明的其他特征和益处将在以下阐述的详细说明,附图以及权利要求中变得显而易见。

附图说明

[0007] 从以下给出的详细说明以及本发明各实施例的相应附图中将更充分地理解本发明,然而详细说明以及附图不应该将本发明限制到具体的实施例,而是仅用于解释和理解本发明。

[0008] 图1例示了根据本发明一个示例性实施例的能够利用执行器提供波状(crisp)触知反馈的触觉接口或系统的例子;

[0009] 图2例示了根据本发明一个示例性实施例的能够利用中继机构产生波状触觉反馈的执行器;

[0010] 图3-5例示了根据本发明一个示例性实施例的用于执行器的跳入脉冲的图示;

[0011] 图 6(A-C) 例示了根据本发明一个示例性实施例阐述了用于执行器的包括制动操作的脉冲的图示；

[0012] 图 7 例示了根据本发明一个示例性实施例的振荡执行器响应的图示；

[0013] 图 8 示出了根据本发明一个示例性实施例的持续振动操作实例的图示；

[0014] 图 9 示出了根据本发明一个示例性实施例的执行器操作方法实例的流程图。

[0015] 图 10 示出了根据本发明一个示例性实施例的利用执行器操作跳入脉冲的方法的流程图。

[0016] 图 11 示出了根据本发明一个示例性实施例的利用执行器操作制动脉冲的方法的流程图。

具体实施方式

[0017] 此处在于用于多点触摸的触知触摸面板的执行器控制方法、系统和装置的上下文中描述了本发明的实施例。本领域的普通技术人员将认识到如下关于本发明的细节描述仅仅是用于说明本发明而不是要对本发明做任何限制。本发明的其他实施例将很容易地给受益于此公开的技术人员提供启示。

[0018] 将对如附图例示地本发明示例性实施例中的具体实施方式进行引用。贯穿各附图以及下面的详细描述使用相同的参考标记指代相同或类似部件。

[0019] 为了清楚，在此并没有示出和描述的各实施方式的所有标准硬件和常规特征。当然能够理解在任何实际的实现过程中，需要做出许多特定于实施方式的决定以实现开发者的特定目标，诸如应用和商用相关的限制，并且这些特定的目标会根据实施方式以及开发者的不同而改变。另外，可以理解这样一种开发努力将会是复杂和耗时的，但是对于那些受益于本公开的本领域普通技术人员来说不过是例行的常规工程。

[0020] 本发明的示例性实施例公开了适合多点触摸执行器触摸面板的执行器以产生宽范围 (wide range) 的触觉反馈效果。在这些效果中，可产生波状 (crisp) 触觉反馈，该波状触觉反馈是一种增强的独特触觉反馈，它例如能够更快地达到完全触觉能力或者更突然地停止触觉效果。例如，当启用了触觉效果时，具有传感器的接口设备（例如，触敏表面，触摸面板等）能同时响应于多个接触来提供多个触觉反馈。这些经由触敏表面的触觉反馈也可称为触知效果、触知反馈，触觉效果 (haptic effect)，力反馈或者振动触知反馈。触知触摸面板也可称为触觉触摸板，振动触知触摸面板，力反馈触摸面板，触觉触摸面板等等。

[0021] 在一个实施例中，执行器可由线圈、中心物体（例如，金属）和弹簧组成。线圈环绕在金属上（线圈和金属部分可一并称为“螺线管”），并且当线圈产生磁场时（例如，当电流穿过线圈终端时）金属发生移动。当移除线圈上的电流时，弹簧可用于将移动的金属或其他中心物体带回静止位置。

[0022] 例如，当执行器由单向电流和 / 或电压供电或控制时，弹簧能够在移除供电（例如，单向电压）时使得金属移动部分返回到静止位置。响应时间、带宽及其他执行器特征可以取决于螺线管和弹簧常数产生的力。例如，产生触觉提示的中继系统可以具有产生相对较高的力连同相对较小位移（例如，中心物体位移小于约 0.5mm）的特性。此外，固有谐振频率可以与执行器和物理特性（例如，中心物体质量，弹簧特性等）相关联。

[0023] 对于触觉应用，可以利用各种不同类型的执行器，诸如像“关闭 (closing)”执行器

和“释放”执行器。在关闭执行器中，螺线管产生的力高于弹簧完全压缩时储存的力。当这种执行器达到其完全能力并产生碰撞时产生部分的触觉效果，这种碰撞通常在执行器中产生最大的加速度值。在释放执行器中，螺线管产生的力小于或等于弹簧完全压缩时积累的力。在此，螺线管可用于压缩弹簧，当释放弹簧时可产生所需的触觉效果。

[0024] 在一个实施例中，配置执行器用于产生波状 (crisp) 触觉反馈的触觉过程被配置为监视与接触相关的输入脉冲。例如，所述接触在用户手指按压触知触摸板时产生。在检测到输入脉冲后，所述过程响应于输入脉冲启动执行器。在根据输入脉冲产生用于生成触觉反馈的输出脉冲后，触觉过程产生跳入脉冲，该跳入脉冲能够提高峰-峰加速度值以增强触觉反馈的感觉。可选择地，触觉过程可进一步产生制动脉冲以助于停止执行器的振动。

[0025] 图 1 例示了根据本发明一个示例性实施例的利用一个或多个执行器提供波状触知反馈的触觉接口或系统 100 的例子。系统 100 包括触敏面板或触摸面板 102、显示面板 104 以及壳体 106。在一例中，触敏面板 102 由基本透明的材料制成，并且能够透过光线，因此可以透过触敏面板 102 看见显示在显示器 104 中的物体或图像。触敏面板 102 包括绝缘层以及可独立控制的触觉单元 120 的阵列或格栅，其中触觉单元 120 被边界 124 分隔开。显示器 104 可以是任何类型的显示面板，诸如阴极射线管 (CRT)、液晶显示器 (LCD)、等离子显示器、平板显示器、柔性显示器等。触敏面板 102 和显示器 104 二者都可一起安装在壳体 106 中和 / 或集成到同一单元或设备中。在某些应用中，当没有必要显示图像时，可以将显示器 104 从系统 100 中移除。例如，由于不需要显示图像，用于笔记本电脑或汽车仪表板上的触摸板可以是不透明的。应该进一步的注意到如果一个或多个模块 (电路或层) 加入到系统 100 或从系统 100 中移除，本发明示例性实施例的基本概念不会改变。

[0026] 图 2 例示了根据本发明一个或多个示例性实施例的能够使用执行器产生波状触觉反馈的执行器 300 的例子。执行器 300 包括两个 L 型极片 310, 312、第一和第二结构元件 302, 304，以及第一和第二偏置元件 306, 308。极片 310, 312 可由具有高磁导率的标准磁性钢或其他合适的铁磁材料构成，诸如具有高磁导率的软磁材料 (例如铁，镍，磁性合金)。极片 310, 312 不需要由相同材料构成，它们被进一步耦合到线圈 314a, 314b 形成电磁器件 (“磁性器件”)。在另一个实施例中，只要其中一个极片由铁磁材料构成，则该极片不需要包括线圈。

[0027] 执行器 300 包括结构元件 302, 304 连同第一和第二偏置元件 306, 308 以形成执行器 300 的框架。图 2 所示的第一结构元件 302 包括孔 320, 322，这些孔用于耦合或固定到外壳、显示器或触敏面板。类似地，结构元件 304 也包括孔 324, 326 用于类似的耦合。偏置元件 306, 308 由弹性或能在预定范围内压缩和 / 或延伸的相对柔性材料构成，并且可以是弹簧、弯曲弹簧、柔性叶片、柔性构件、弹性组件、泡沫组件等。

[0028] 再次参考图 2，极片 310 和 312 分别耦合到结构元件 302 和 304。极片 310 邻近于极片 312 放置，带有极片 310 和 312 之间的三个电磁间隙 340, 342 和 344。在一个实施例中，间隙 340, 342 的宽度在约 0.25 至约 0.75mm 之间的范围。气袋 330, 332 可以是任何形状用于为极片 310, 312 提供移动的空间。因为间隙 340, 342 远小于间隙 344，所以在间隙 340, 342 的磁吸力强于穿越间隙 344 的任何吸力。

[0029] 在操作时，如果没有电流流经线圈 314，偏置元件 306, 308 提供最小的力，执行器 (因此) 处于放松状态。在这种无供电的情况下，执行器处于如同图 2 所示的第一平衡位

置。当对一个或多个线圈 314a, 314b 施加电力时, 输入电流流经一个或多个线圈, 以在极片 310, 312 和间隙 340, 342 中形成磁通线 350。在线圈缠绕使得电磁效应不彼此抵消情况下, 这一过程在极片 310, 312 之间产生吸力或磁吸力。术语“吸力”和“磁吸力”在此可以互换使用。磁吸力作用于偏置单元 306, 308 并将极片 310, 312 在间隙 340, 342 处拉近。根据图 2 所示的实施例, 在磁吸力的作用下, 由于结构元件 302 固定, 极片 312 从右向左 (如箭头 338 所示) 移向极片 310。在该实施例中, 极片 310 被扣住或固定于结构单元 302, 结构元件 302 则进一步固定于外壳、触敏面板或显示设备。当其中一个极片 310, 312 在间隙 340, 342 之间移动足够距离时, 随着偏置元件 306, 308 提供反方向弹力的增加, 执行器达到第二平衡位置。当电力随后被减小或移除时, 偏置元件 306, 308 驱使极片 310, 312 恢复到初始的无电力位置, 就是已知的在前描述的第一平衡位置。在此描述的技术可用于控制执行器产生触觉效果, 以及结合其他技术来产生其他触觉效果。

[0030] 在特定的示例性实施例中, “跳入”脉冲是在主脉冲之前提供的脉冲, 并且能够增强所得的峰-峰加速度值。可选择地, 根据应用, 也可在输入脉冲之后施加该跳入脉冲。参考附图 3-5, 示出了根据本发明示例性实施例的用于执行器的跳入脉冲例子的图示。此外, 当采用周执行器例子描述特定实施例时, 在某些情况下也可使用其他类型的执行器 (例如, 压电执行器)。

[0031] 在图 3, 示出了单一控制信号脉冲 502 以及关联输出加速度 504。例如, 信号脉冲 502 可从约 0V 的低电平上升到约 24V 的高电平 (例如, 驱动电压), 并且在高电平维持约 5ms 后放电。此外, 信号脉冲 502 的占空比大约为 50%, 其后跟随着扩展的低电位。由此从执行器关闭 (当信号 502 是高电位时) 以及释放 (当信号 502 是低电位时) 得到输出 504 中的特定量值的力或加速度。

[0032] 如图 4 所示, 从两个连续脉冲可以得到更强的效果。在此, 执行器控制信号 506 连续脉冲两次 (跳入脉冲后跟主脉冲) 以给出所示的输出信号加速度 508。例如, 控制信号 506 中的每一个脉冲可从约 0V 的低电位上升到约 24V 的高电位, 并且在高电平维持大约 5ms 后放电。此外, 每一个脉冲周期的占空比大约为 50% 并且周期大约为 10ms, 其后跟随着扩展的低电位。然而, 在特定实施例中可以调整具有任何合适的低电位, 高电位和 / 或占空比。图 5 示出了输出 508 的峰-峰加速度的比较 (由跳入脉冲加上主脉冲得到), 其大于输出 504 的相应峰-峰加速度 (由单一脉冲产生)。

[0033] 根据所需的特定触觉效果, 执行器可以使用一个, 两个或两个以上的控制信号脉冲。相对于短的或波状机械型的感受, 使用两个以上的脉冲能够实现更清楚、更持续、更长的触觉感受或多种不同的感受。在特定实施例中, 如图 4 所示, 通过两个控制信号脉冲, 能获得实质上复制机械按钮触感的相对清晰 (sharp) 的触觉效果。同样如所讨论的, 执行器控制信号可使用不同的占空比, 电压电平, 和 / 或波形以提供不同的触觉效果。

[0034] 在操作时, 控制信号脉冲可使得执行器关闭和释放, 并由此提供力。特定实施例可以驱动两个具有实质上相同谐振频率的脉冲 (例如, 图 4 中的控制脉冲 506)。在关联执行器中谐振频率与弹簧质量有关。相对于不在共振频率下操作的较大量值的脉冲, 在此谐振频率上的控制信号脉冲能够产生更强的加速度。本质上, 控制信号的第一脉冲使金属质量在执行器中移动, 并且随后该质量开始返回至静止位置。可以在该质量完全恢复到静止位置之前激活第二脉冲以增加该质量的加速度。

[0035] 在特定实施例中,在某些情况下执行器控制信号可利用多个电压源。例如,第一(跳入)脉冲可具有 24V 的幅度,而第二(主)脉冲在相对短的时间周期里(例如,从大概 1ms 至 3ms)可以具有在约 30V 至约 50V 的范围之间的最大幅度,或者更具体的具有约 40V 的最大幅度,然后从约第 5ms 到第 10ms 电压减少到约 24V。在这个特定示例中,没有必要使用系统共振用以产生相关联的更清晰触觉效果。

[0036] 图 6(A-C) 示出了根据本发明示例性实施例的用于执行器中制动操作的脉冲例子的图示。执行器并且由此某些欠阻尼系统可能具有,用相对较小的阻尼来阻止振荡输出的共振响应。结果,当控制信号输入已从执行器移除后(例如,使控制信号 602 降低),系统加速度响应(例如,图 6A 中的输出 604)可以继续振荡一段时间(例如,约 100ms)。为了使得这种类型的执行器产生清晰的单一机械点击效果,应恰当地衰减或阻止持续振荡响应。

[0037] 如图 6B 所示,正如控制信号 606 所示,控制信号脉冲后跟随着“制动”脉冲部分。因此如所示加速度响应 608 在初始振荡之后没有包括振荡(例如,持续时间少于 20ms)。附图 6C 示出第一脉冲压缩执行器弹簧并且在不采用制动效果(例如控制信号 602)的情况下,弹簧可在脉冲移除时(信号 602 放电)释放,从而产生振荡(例如,输出加速度 604),当释放弹簧时自然发现该振荡。然而,当执行器控制信号输入利用制动脉冲部分时(例如,控制信号 606),弹簧就能够在其被允许返回到原始或静止位置之前释放。以这种方式,制动脉冲可实质上保持弹簧,由此吸收振荡。

[0038] 控制信号 606 的最后倾斜向下的信号部分可使执行器弹簧相对缓慢地返回至静止位置。例如,控制信号 606 在倾斜向下(例如,转换速率以约 0.2V/ms 到约 0.3V/ms,诸如约 0.24V/ms)之前在约 12V 电位保持约 50ms。结果,可以生成相对短(例如,约 20ms)且清晰的触觉效果的单一振荡(例如,输出加速度 608)。此外,当使用执行器例子描述特定实施例时,在某些情况下也可使用其他类型的执行器(例如,LRA)。同样其他的形式和/或转换速率,以及电压电平和其持续时间可用于控制信号 606。在特定实施例中,这样的制动效果可用来移除由其他触觉效果产生的任何合适的无阻尼或欠阻尼响应。例如,该制动效果可结合上述如图 3-5 描述的跳入方法产生具有相对较高峰-峰加速度的相对较短、清晰且有阻尼的输出。

[0039] 执行器设备应被关闭以获得相对清晰的加速度,并且使用该制动方法,该装置于是被相对慢地释放以提供清晰的触觉效果。完全的触觉效果(例如,来自于输出加速度 608)生成相对短(例如,持续时间约 20ms)的机械脉冲或点击以提供机械感的效果,而不是长时间的“蜂鸣”感觉(例如,输出加速度 604 约 100ms)。例如,输入控制信号脉冲 606 在约 24V 的高量值持续约 5ms 后关闭执行器,然后执行器慢慢地释放(例如,通过减小电位至约 12V,然后是倾斜向下部分)以充分避免长时间的蜂鸣触觉效果。

[0040] 图 7 示出了根据本发明实施例的振荡执行器响应示例的图示。在该例中,在共振系统中输出加速度 704 随着具有不止一个振荡的输入控制信号 702 而增大。因此,该系统随时间不断增加动量以将加速度信号增大到预定限度(例如,约 $\pm 1G$)。因此在图 7 中,随着越来越多的振荡(脉冲)输入至该系统,振动控制信号输入(702)的系统响应(704)随时间不断增大。同样如所示,从控制信号 702 的第一个脉冲到第二个脉冲,输出加速度 704 增大,这与上述参考图 4 中讨论的响应相类似(主脉冲之前为一跳入脉冲),。

[0041] 图 8 示出了根据本发明实施例的持续振动操作示例的图示。一般来说,在“最大”

电压（例如，约 24V）和 50% 周期信号占空比时，执行器的固有单向驱动特征不易产生持续振动。这是因为执行器达到一个弹簧不能足够快速恢复的状态，于是保存执行器基本处于关闭位置，并且弹簧处于负载状态。如图 8 所示的例子，减小输入 802 驱动高电位电压（例如，至约 12V）直到系统达到平衡使得弹簧来（螺线管压缩弹簧）回（卸载）移动以产生所需的振动和频率（例如，相应的输出信号 804）。在另一个产生持续振动的例子中，减小控制信号（例如，输入信号 806）的占空比（例如，至约为 33%）以及驱动电压（例如，减小到约 18V）以给出相应的输出加速度 808。占空比可以适当变化以给出不同的触觉效果。

[0042] 特定实施例包括各种处理步骤，如下将描述这些步骤的示例。这些步骤可以具体化为机器或计算机可执行指令。这些指令可用于产生通用或专用系统，该系统用指令编程以执行特定实施例的各个步骤。作为替换，特定实施例的步骤可由包括用来执行步骤的硬布线逻辑的具体硬件组件完成，或由编程计算机组件和定制硬件组件的任何结合完成。

[0043] 图 9 示出了根据本发明实施例的执行器操作方法示例的流程图 900。流程开始 (902)，并且确定触觉单元产生的所需触觉效果的类型 (904)。例如，可能需要相对短的机械按钮或点击效果类型。当所需的触觉效果与加速响应有关时，为执行器产生控制信号的第一脉冲和第二脉冲 (906)。例如，第一脉冲和第二脉冲可以处于基本上相同的谐振频率，以及当金属物体返回到静止位置时，第二脉冲可以在执行器中的金属物体返回之前发出 (assert)。当所需的触觉效果为清晰的机械响应时（或者当需要阻尼时），可以产生控制信号的上升沿，紧跟着控制信号的制动脉冲用于在金属物体自然返回静止位置之前停止执行器中的金属物体 (908)，于是流程结束 (910)。

[0044] 图 10 示出了根据本发明实施例的利用执行器操作跳入脉冲的方法示例的流程图 1000。在框 1004，能操作跳入脉冲的过程监视与接触相关的输入脉冲。该接触是由用户进行的输入。例如，当用户的手指按压触觉触摸屏时，该过程能检测到接触。

[0045] 在框 1006，该过程响应于输入脉冲启动执行器。在一例中，该过程能断定由执行器产生的脉冲频率是否与预定脉冲频率（例如，由另一执行器产生）相匹配。

[0046] 在框 1008，该过程根据输入脉冲产生输出脉冲以驱动触觉反馈。例如，该过程能根据输入脉冲激活执行器。

[0047] 在框 1010，该过程产生能够增加峰 - 峰加速度值的跳入脉冲以产生波状触觉反馈。例如，一旦检测到触知触模板上的按压，就响应于按压产生输入脉冲。该过程还能增加触觉加速度的动量。应该注意到该过程可以响应于前面有跳入脉冲的输入脉冲而提供波状触知感觉。作为替换，该过程可以响应于后面跟随有跳入脉冲的输入脉冲提供波状触知感觉。

[0048] 图 11 示出了根据本发明实施例的利用执行器操作制动脉冲的方法示例的流程图 1100。在框 1104 中，能提供制动脉冲的过程监视用来驱动执行器的输入脉冲。

[0049] 在框 1106，该过程根据输入脉冲产生触觉反馈。例如，该过程能根据输入脉冲激活执行器以产生预定触觉反馈。

[0050] 在框 1108，该过程能检测输入脉冲从执行器移除。例如，去激活输入脉冲。

[0051] 在框 1110，该过程响应于移除输入脉冲启动执行器。在一个实施例中，该过程断定由该执行器产生的脉冲频率与由一执行器产生的脉冲频率相类似。

[0052] 在框 1112，该过程产生制动脉冲用以减少由执行器产生的触觉反馈的阻尼效果。

该过程还能检测触觉触摸板上的按压并产生响应于该按压的输入脉冲。例如,一旦检测到的触觉触摸板上的按压,该过程还包括检测手指和触觉触摸屏之间的接触。在一个实施例中,该过程也可缓慢释放执行器以减少阴尼感觉。

[0053] 虽然已经示出并描述了本发明的特定实施例,然而对于本领域技术人员来说显而易见的是,可以基于本文教导做出改变或修改而不背离本发明及其更宽方面。因此,所附权利要求旨在涵盖在本发明真正精神和范围内的所有改变和修改。

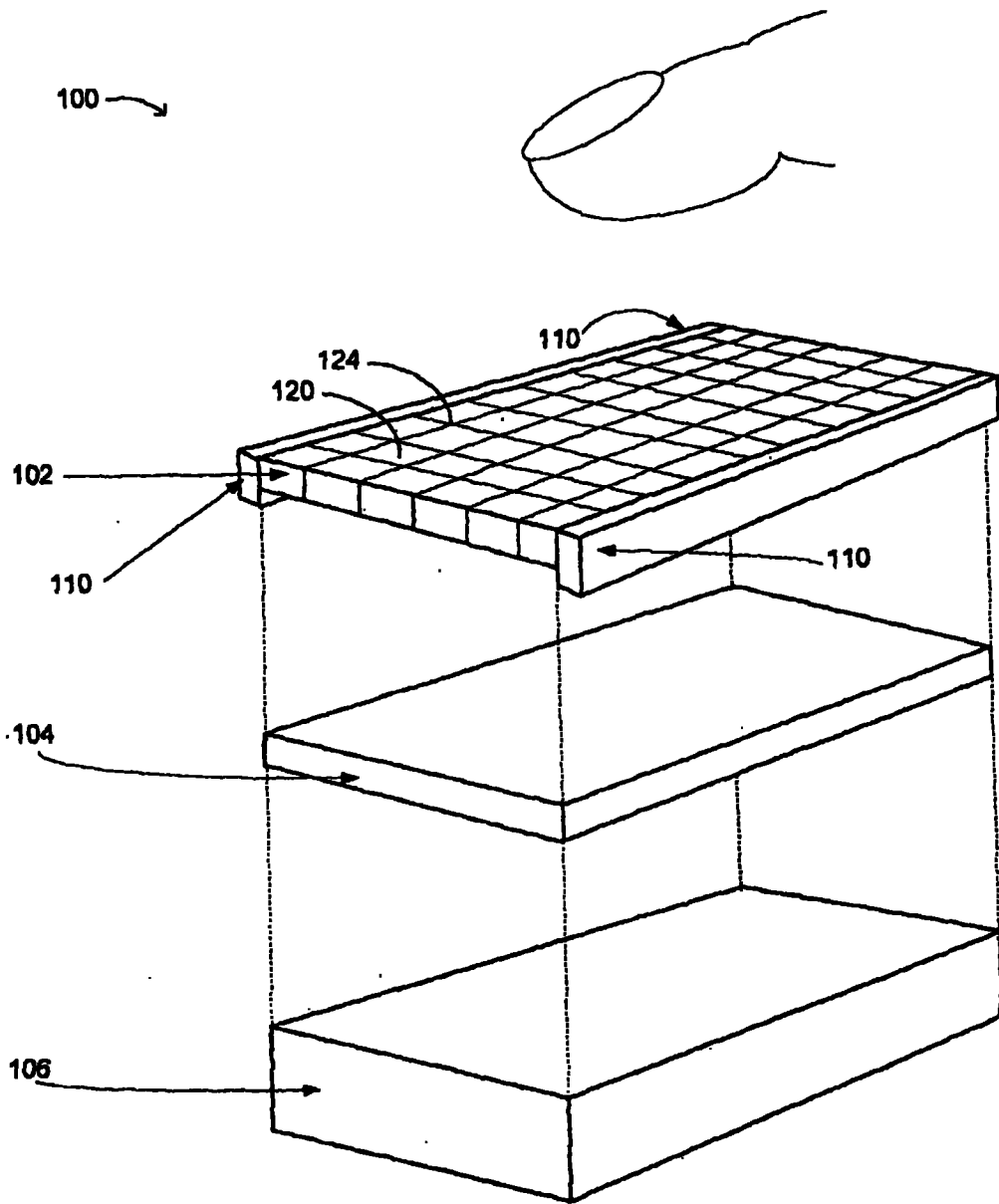


图 1

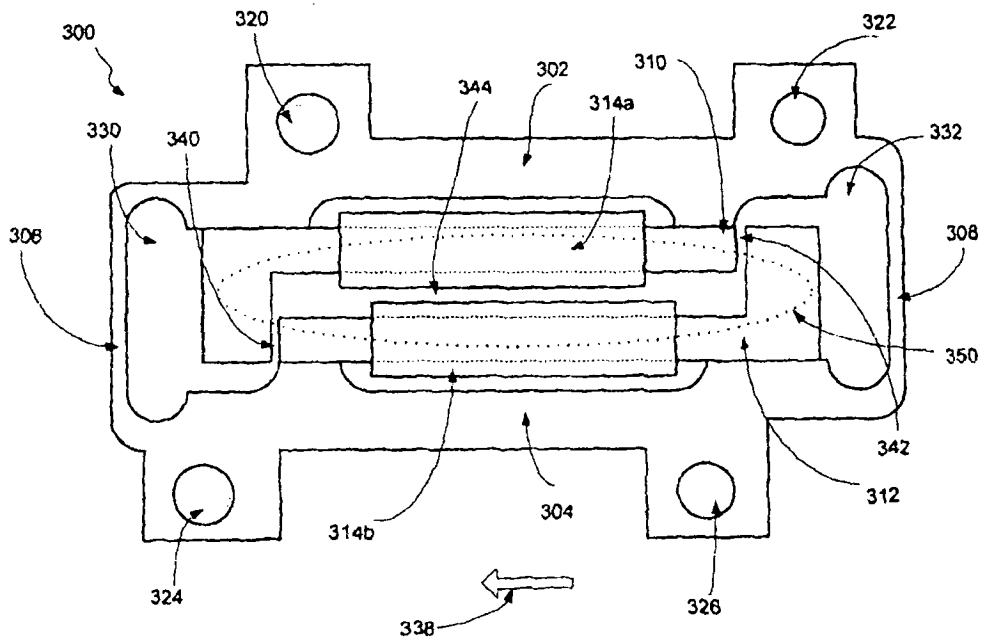


图 2

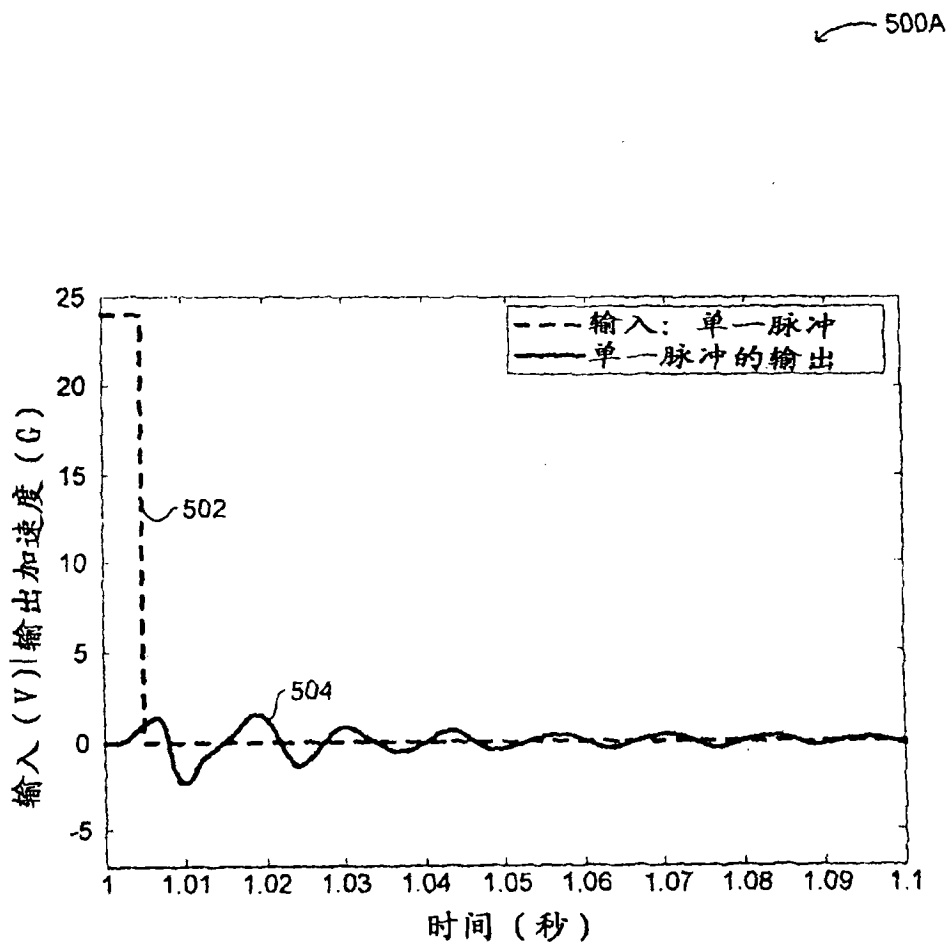


图 3

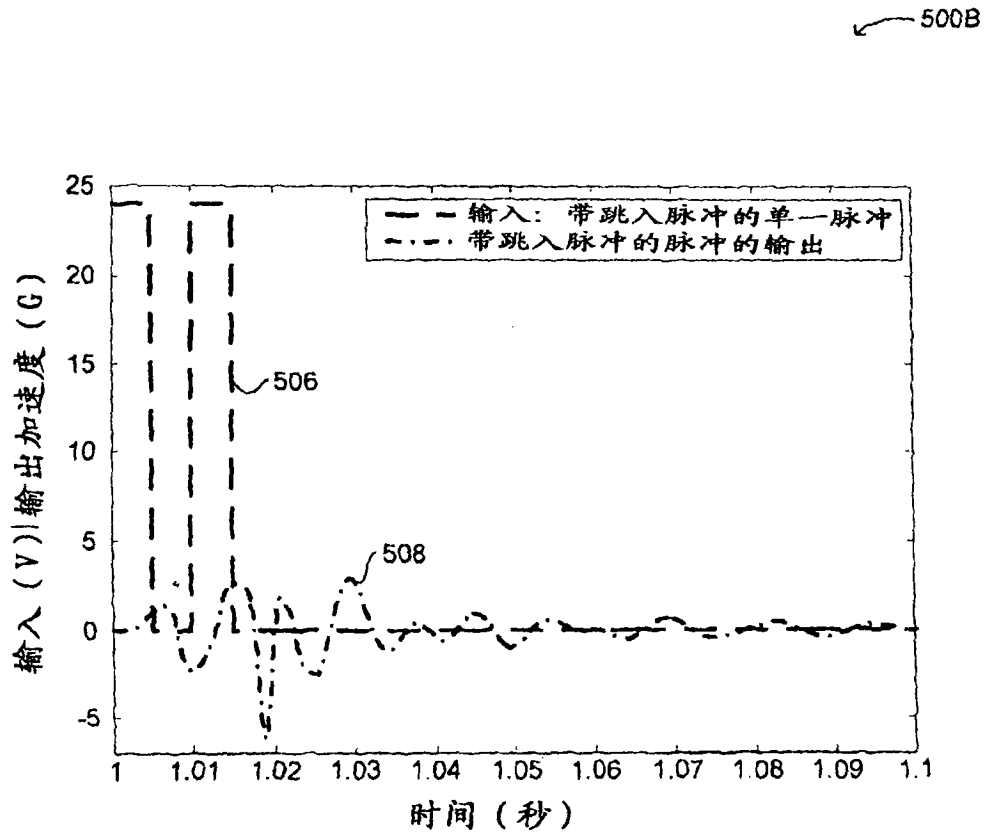


图 4

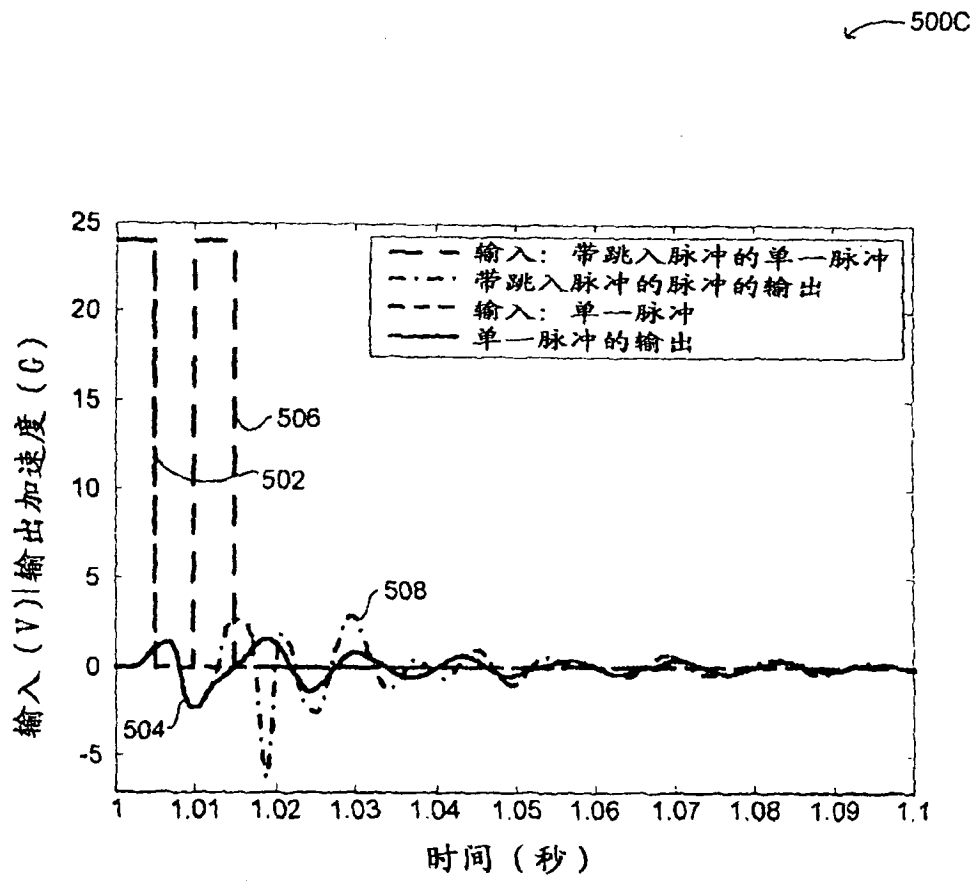


图 5

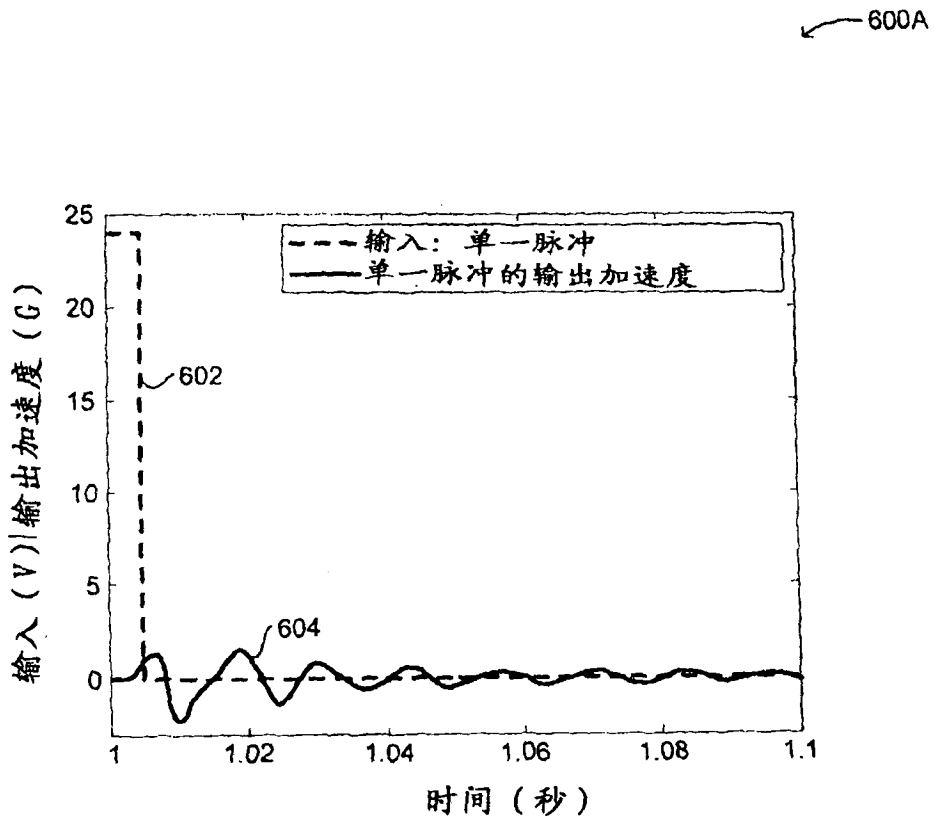


图 6A

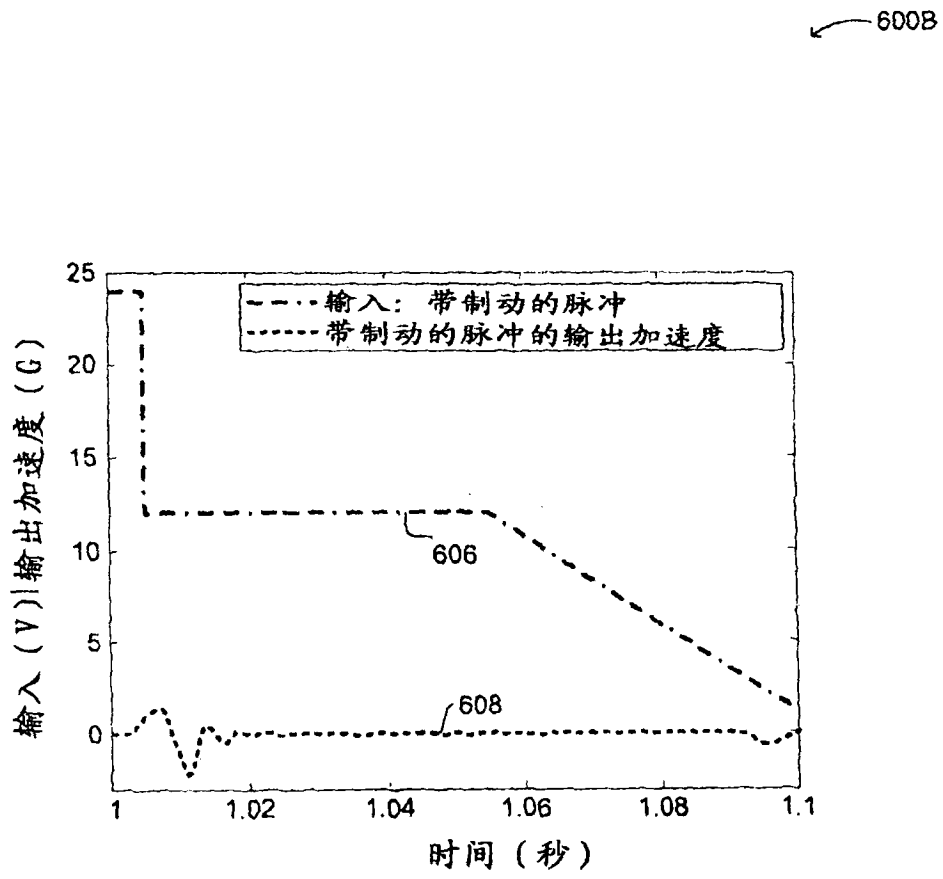


图 6B

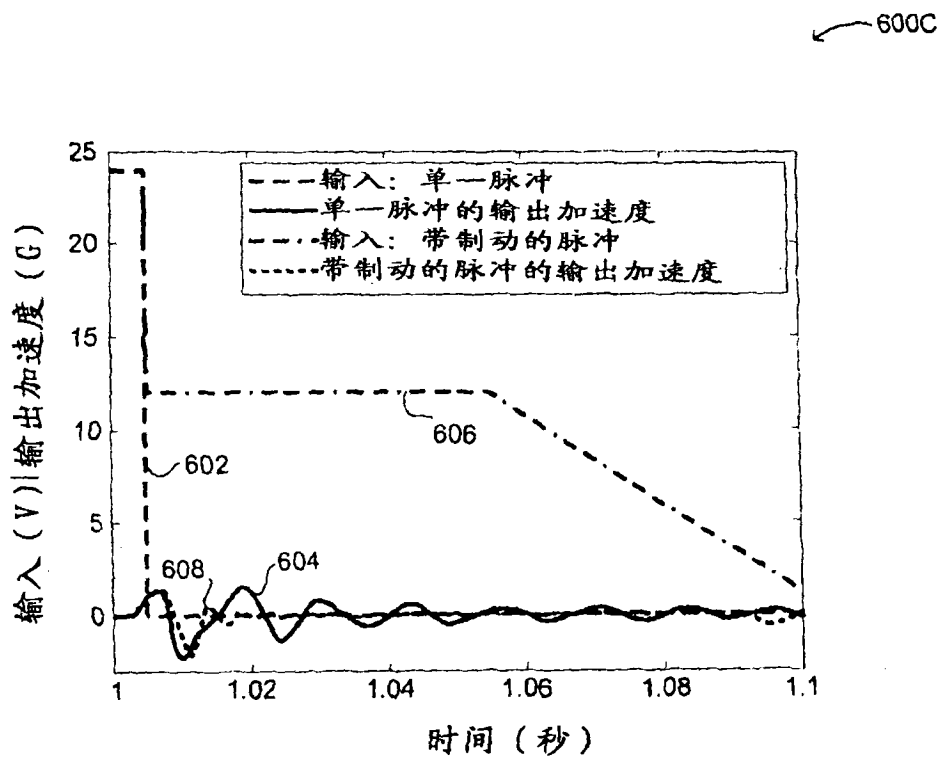


图 6C

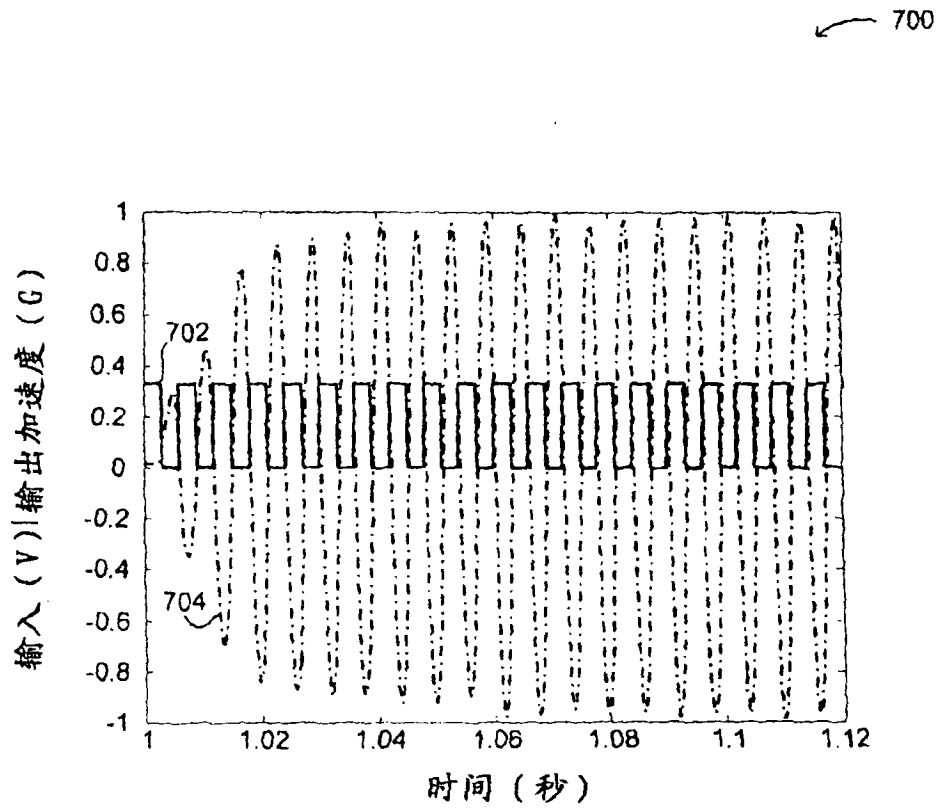


图 7

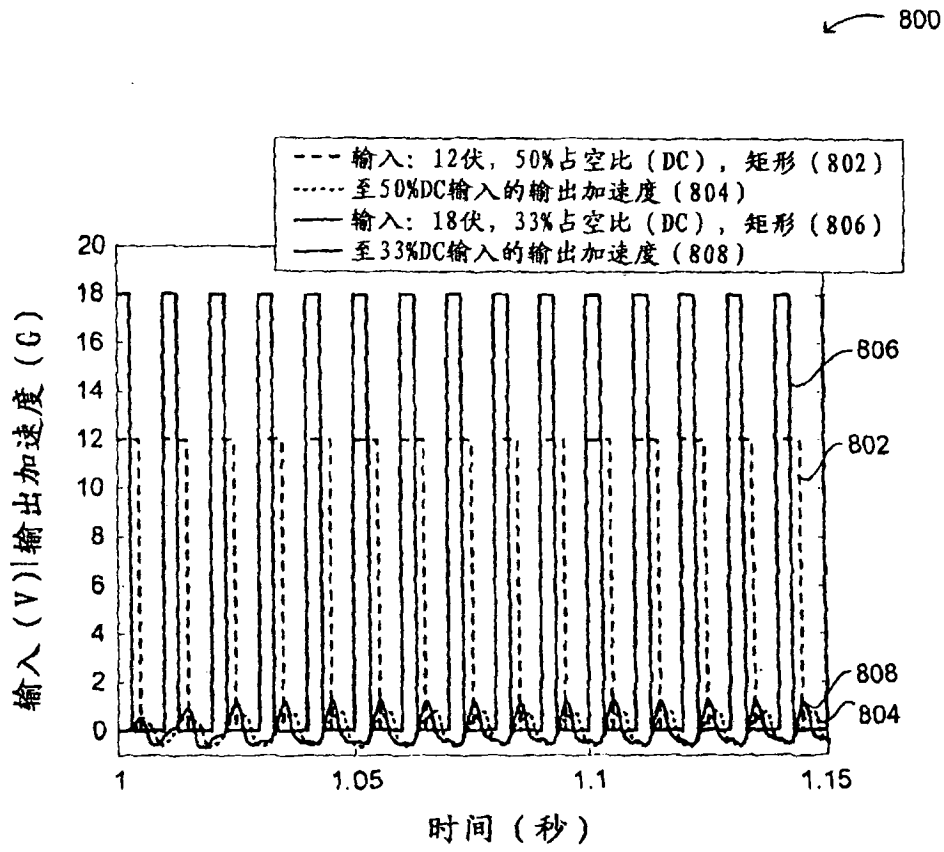


图 8

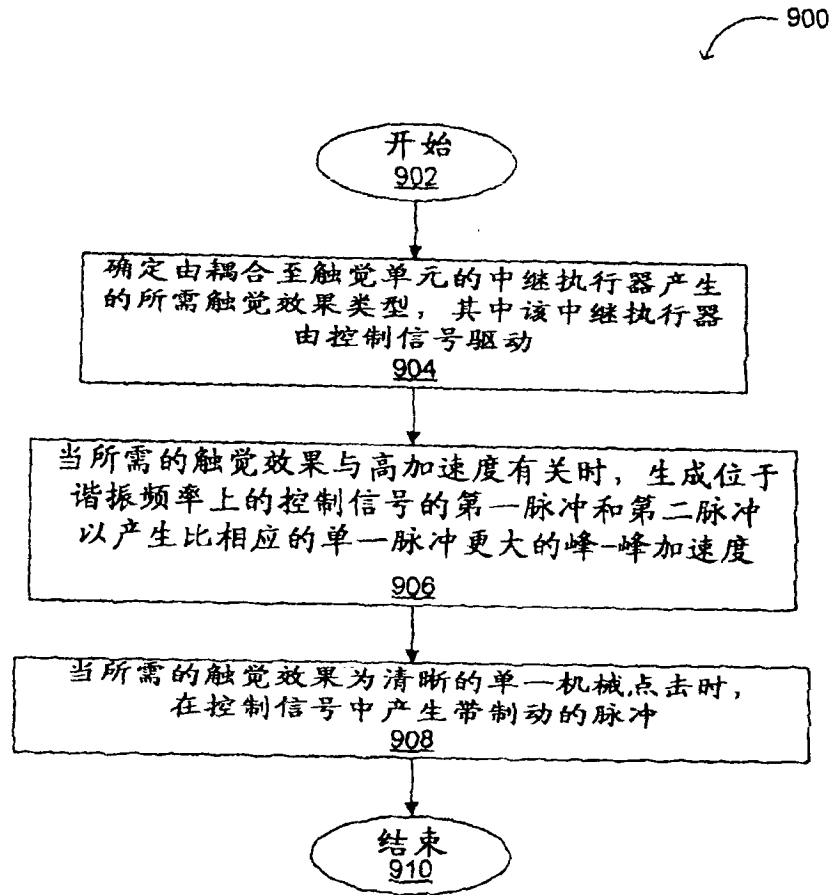


图 9

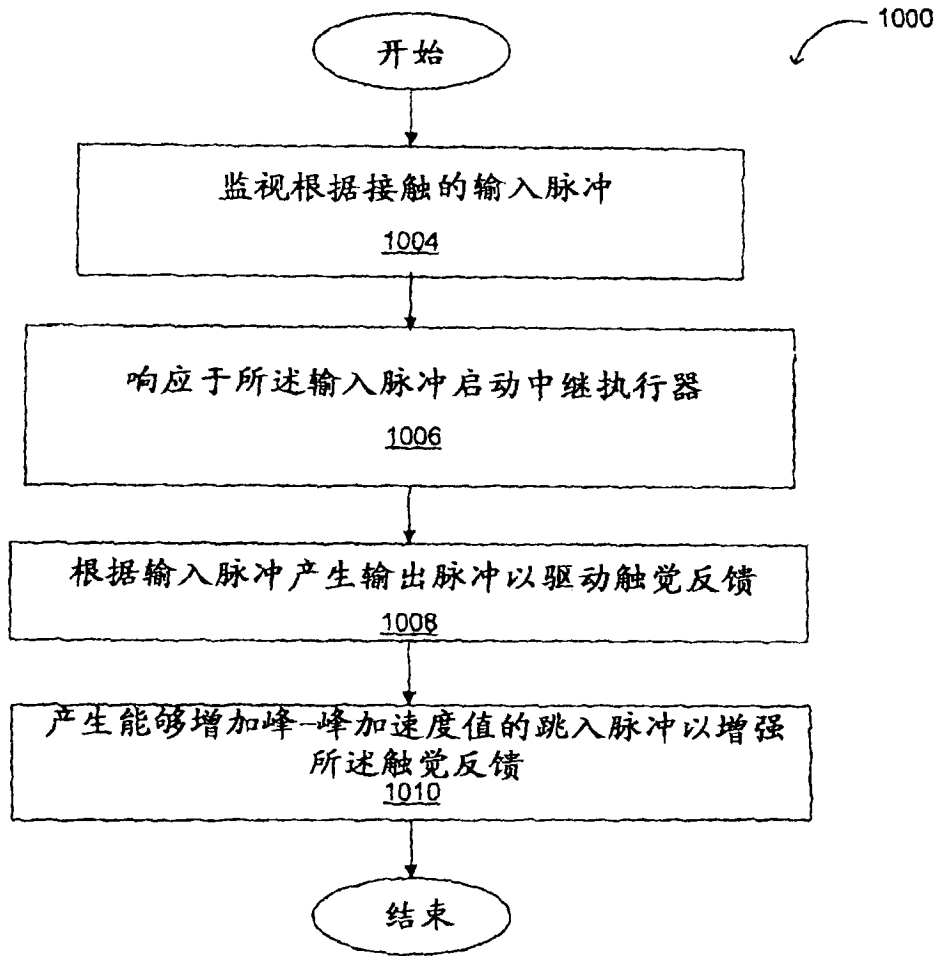


图 10

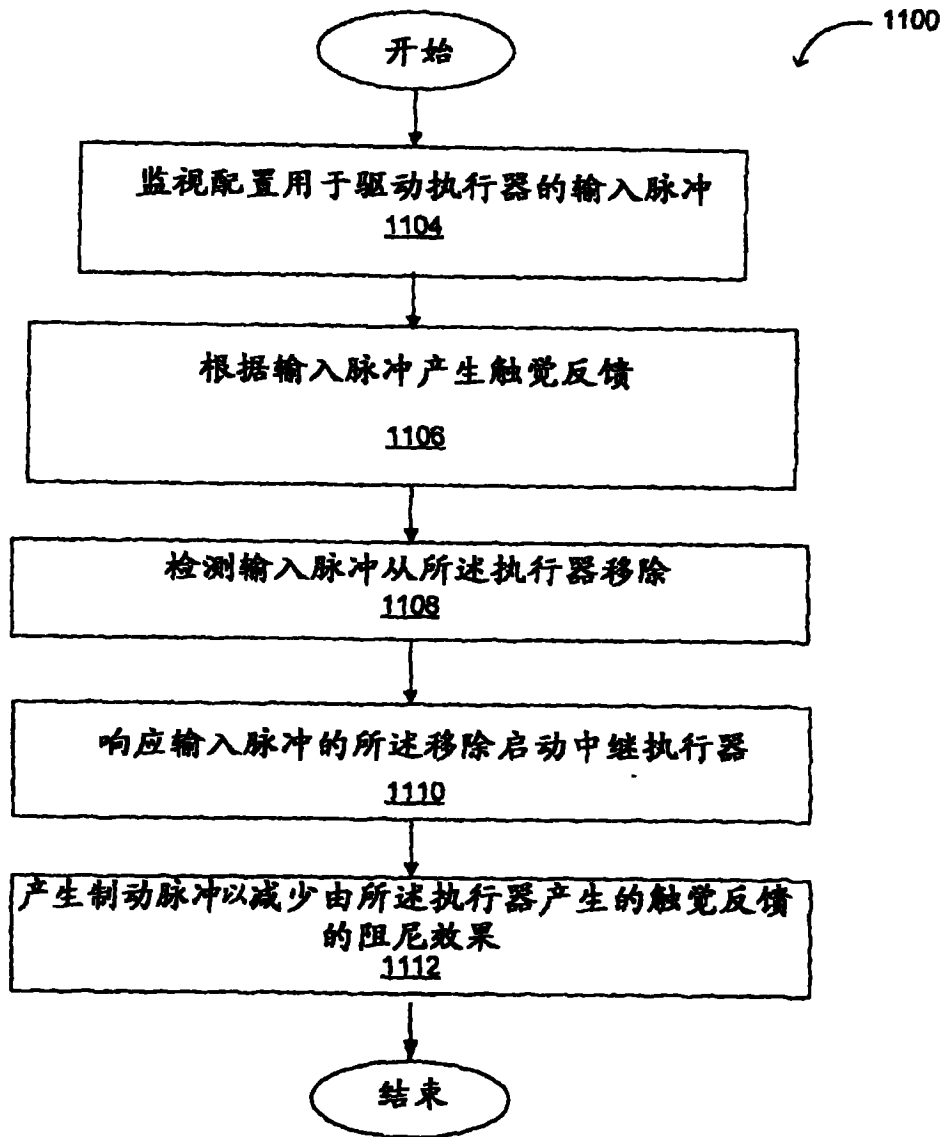


图 11