



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109814706 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201811483286.8

(22)申请日 2014.02.28

(30)优先权数据

13/782,684 2013.03.01 US

(62)分案原申请数据

201410069530.1 2014.02.28

(71)申请人 意美森公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 J·M·克鲁兹-埃尔南德斯 蒋力

(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 刘玉洁

(51)Int.Cl.

G06F 3/01(2006.01)

H01L 41/09(2006.01)

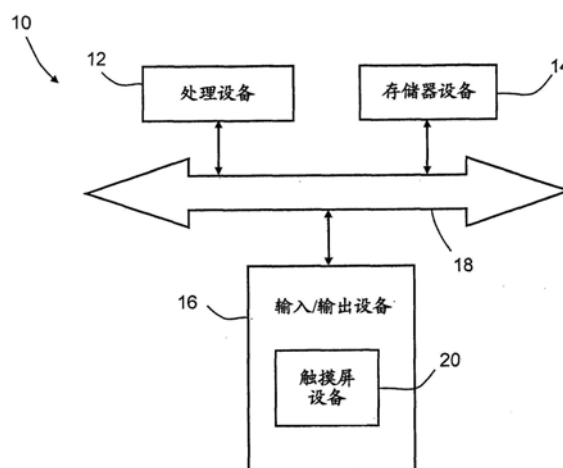
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

具有线性共振致动器的触觉设备

(57)摘要

本公开涉及具有线性共振致动器的触觉设备。一种触觉输出设备,包括配置为生成触觉效果的致动器,以及配置为把驱动信号传送到致动器并且在驱动信号被终止生成触觉效果之前或同时把制动信号传送到致动器的处理器。该制动信号具有基本与致动器的共振频率相同的频率并且与驱动信号反相。



1. 一种触觉输出设备,包括:

致动器,配置为生成触觉效果;以及

处理器,配置为把驱动信号传送到致动器并且把制动信号传送到致动器,该驱动信号具有小于致动器的共振频率的频率,该制动信号具有与致动器的共振频率基本相同的频率并且与驱动信号处于反相,

其中该驱动信号是具有定义数量的周期的周期性信号,并且其中该制动信号在该驱动信号的最后周期的结束时间之前传送到致动器。

具有线性共振致动器的触觉设备

[0001] 本申请是申请日为2014年2月28日、申请号为201410069530.1、名称为“具有线性共振致动器的触觉设备”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于触觉设备的线性共振致动器。

背景技术

[0003] 电子设备制造商努力为用户生产丰富的接口(interface)。常规的设备使用视觉与听觉线索来向用户提供反馈。在有些接口设备中,动觉反馈(诸如主动式和抵抗式力反馈)和/或触感反馈(诸如振动、纹理和热)也向用户提供,更一般性地统称为“触觉反馈”或“触觉效果”。触觉反馈可以提供增强并简化用户接口的线索。具体而言,振动效果,或者振动触感触觉效果,在向电子设备的用户提供提醒用户特殊事件的线索或者在模拟或虚拟环境中提供产生更大感观沉浸的现实反馈时可以有用的。

[0004] 为了生成振动效果,许多设备利用某种类型的致动器或触觉输出设备。用于这种目的的已知的触觉输出设备包括电磁致动器,诸如其中偏心质量块被电动机移动的偏心旋转质量块(“ERM”)、其中附连到弹簧的质量块被前后驱动的线性共振致动器(“LRA”)、或者诸如压电、电活性聚合物或形状记忆合金的“智能材料”。触觉输出设备还广泛地包括非机械或非振动设备,诸如使用静电摩擦(“ESF”)、超声表面摩擦(“USF”)的设备,或者利用超声触觉换能器感应出声学辐射压力的设备,或者使用触觉衬底及弹性或可变性表面的设备,或者提供投射的(projected)触觉输出的设备,诸如利用空气喷嘴的一股空气,等等。

[0005] 触觉反馈结构的发展已经导致更小更紧凑的设备。当具有高清晰度的显示屏增加时,也需要有高清晰度(“HD”)的触觉反馈。基于压电的线性共振致动器可以是用于触摸屏表面和其它应用的下一代HD触觉致动器。由于其是共振致动器的本质,基于压电的线性共振致动器会产生有点“嗡嗡声”的触觉反馈,这是由致动器的低阻尼比率造成的,使得在致动信号结束之后,压电线性共振致动器将继续振动一段时间。期望尽可能快地终止这种振动残余。虽然闭环控制策略已经用于减小“嗡嗡声”,但是闭环控制策略需要实时的感测与一些计算能力,这给致动器增加了成本。

发明内容

[0006] 期望在不增加系统成本的情况下改进线性共振致动器的性能,尤其是基于压电的线性共振致动器。根据本发明的实施例,提供了利用不使用外部传感器的开环制动策略的设备与方法。

[0007] 根据本发明的一方面,提供了一种触觉输出设备,该设备包括配置为生成触觉效果的致动器;以及配置为把驱动信号传送到致动器并且在驱动信号被终止生成触觉效果之前或同时把制动信号传送到致动器的处理器。制动信号具有与致动器共振频率基本相同的频率并且与驱动信号处于反相。

[0008] 根据本发明的一方面,提供了利用包括处理器和致动器的触觉输出设备产生触觉效果的方法。该方法包括利用处理器生成驱动信号、把驱动信号传送到致动器以驱动致动器,并且利用处理器生成制动信号。制动信号具有与致动器共振频率基本相同的频率并且与驱动信号处于反相。该方法还包括在驱动信号的传送终止之前或同时把制动信号传送到致动器,以制动致动器。

[0009] 根据本发明的一方面,提供了一种电子设备,该设备包括配置为从用户接收输入的触摸屏设备以及配置为响应于来自用户的输入而生成触觉效果的触觉设备。触觉设备包括致动器,以及配置为把驱动信号传送到致动器并且在驱动信号被终止生成触觉效果之前或同时把制动信号传送到致动器的处理器。制动信号具有与致动器共振频率基本相同的频率并且与驱动信号处于反相。

附图说明

[0010] 以下附图的组件被说明(例示)以强调本公开内容的一般性原理而不一定按比例绘制。为了一致性与清晰,指示对应组件的标号贯穿附图根据需要地重复。

[0011] 图1说明了根据本发明实施例的电子设备的示意图;

[0012] 图2说明了根据本发明实施例、可以在图1电子设备中使用的触觉设备的示意图;

[0013] 图3说明了根据本发明一个实施例、图2触觉设备的致动器的示意图;

[0014] 图4说明了根据本发明一个实施例、图2触觉设备的致动器的示意图;

[0015] 图5说明了根据本发明一个实施例、可以用于驱动图2触觉设备中致动器的驱动信号;

[0016] 图6说明了图5的驱动信号以及,响应于该驱动信号,图2触觉设备中致动器随时间的加速度;

[0017] 图7说明了根据本发明一个实施例、可以用于制动图2触觉设备中致动器的制动信号;

[0018] 图8说明了根据本发明一个实施例、图5的驱动信号结合图7的制动信号,其中制动信号在驱动信号终止的同时开始;

[0019] 图9说明了图5的驱动信号结合图7的制动信号,其中制动信号在驱动信号终止之前开始;

[0020] 图10说明了图9的驱动信号与制动信号,以及,响应于该驱动信号与制动信号,图2触觉设备中致动器随时间的加速度;

[0021] 图11说明了,响应于图9的同一驱动信号但没有图9的制动信号,图2触觉设备中致动器随时间的加速度;以及

[0022] 图12说明了根据本发明实施例、用于生成触觉效果的方法。

具体实施方式

[0023] 本公开内容描述了包括经用户接口(界面,interface)、人机接口或者致动器在其上或其中驻留的用户设备的其它部分对用户强加触觉效果的触觉反馈致动器的触觉设备。特别地,这里所描述的触觉设备的实施例可以配置为对用户设备的触摸敏感表面施加触觉效果。在有些实施例中,触摸敏感表面可以是显示设备的一部分,其中显示设备可以既包括

可视输出机制又包括触摸敏感输入机制。因而,触觉反馈可以在用户设备,诸如电子手持式设备,中施加,用于为用户提供丰富的感官体验。

[0024] 虽然这里所描述的许多例子涉及触摸屏设备,但是应当理解,本公开内容也涵盖涉及触摸敏感结构的其它类型的人机接口。此外,在阅读和理解本公开内容的一般性原理后,其它特征与优点将对本领域普通技术人员清楚。这些其它特征与优点也要包括在本公开内容之中。

[0025] 图1是根据本发明一个实施例的电子设备10的框图。如所说明的,电子设备10包括处理设备(例如,处理器)12、存储器设备14,以及输入/输出设备16,这些组件经总线18互连。在一个实施例中,输入/输出设备16可以包括触摸屏设备20或者其它人机接口设备。

[0026] 触摸屏设备20可以配置为任何合适的人机接口或者触摸/接触表面部件。触摸屏设备20可以是任何触摸屏、触控板、触摸敏感结构、计算机监视器、笔记本电脑显示设备、工作簿显示设备、信息亭屏幕、便携式电子设备屏幕,或者其它合适的触摸敏感设备。触摸屏设备20可以配置为用于与用户控制的设备,诸如触控笔、手指等,进行物理交互。在有些实施例中,触摸屏设备20可以包括至少一个输出设备和至少一个输入设备。例如,触摸屏设备20可以包括可视显示器及叠加到其上以便从用户的手指接收输入的触摸敏感屏幕。可视显示器可以包括高清晰度显示屏。

[0027] 在各种实施例中,触摸屏设备20提供了对电子设备10的至少一部分的触觉反馈,这种反馈可以传送至与电子设备10接触的用户。特别地,触摸屏设备20可以向触摸屏自身提供触觉反馈,以便在用户与屏幕接触的时候强加触觉效果。触觉效果可用于增强用户体验,并且尤其是可以向用户提供用户已经与屏幕进行了被触摸屏设备20检测的充分接触的认可。

[0028] 电子设备10可以是任何设备,诸如台式计算机、膝上型计算机、电子工作簿、电子手持式设备(诸如移动电话、游戏设备、个人数字助理(“PDA”)、便携式电子邮件设备、便携式互联网接入设备、计数器,等等)、信息亭(诸如自动取款机、滴答购物机(ticking purchasing machine),等等)、打印机、销售点设备、游戏控制器,或者其它电子设备。

[0029] 处理设备12可以是用于管理或控制电子设备10的操作与功能的通用或专用处理器或微控制器。例如,处理设备12可以具体地设计成作为专用集成电路(“ASIC”),以控制到输入/输出设备16的驱动器的提供触觉效果的输出信号。处理设备12可以配置为基于预定义的因素决定要播放什么触觉效果、以什么次序播放触觉效果,以及触觉效果的量级、频率、持续时间和/或其它参数。处理设备12还可以配置为提供可以用于驱动触觉致动器提供特定触觉效果的流化电动机命令。在有些实施例中,处理设备12实际上可以包括多个处理器,每个处理器配置为在电子设备10中执行某些功能。

[0030] 存储器设备14可以包括一个或多个内部的固定存储单元、可拆卸存储单元,和/或可远程访问的存储单元。各种存储单元可以包括易失性存储器与非易失性存储器的任意组合。存储单元可以配置为存储信息、数据、指令、软件代码等的任意组合。更具体而言,存储设备可以包括触觉效果简档、输入/输出设备16的触觉致动设备如何被驱动的指令,或者用于生成触觉效果的其它信息。

[0031] 除了触摸屏设备20之外,输入/输出设备16还可以包括特殊的输入机制和输出机制。例如,输入机制可以包括诸如键盘、键区、光标控制设备(例如,计算机鼠标)的设备或者

其它数据输入设备。输出机制可以包括计算机监视器、虚拟现实显示设备、音频输出设备、打印机,或者其它外围设备。输入/输出设备16可以包括设计成不仅从用户接收输入并且还向用户提供反馈的机制,诸如触摸屏设备的许多例子。触摸屏设备20和其它输入/输出设备16可以包括按钮、键区、光标控制设备、触摸屏组件、触控笔接收组件或者其它数据输入组件的任意合适组合与配置。触摸屏设备20还可以包括计算机监视器、显示屏、触摸屏显示器、触觉或触感致动器、触觉效果设备或者用于向用户提供输出的其它通知设备的任意合适组合。

[0032] 图2说明了可以用作图1输入/输出设备16的一部分的触觉设备100的一个实施例。如所说明的,触觉设备100包括处理器102和与处理器102信号通信的致动器104。处理器102包括配置为生成要传送到致动器104的驱动信号和制动信号的信号发生器106,如以下更具体讨论的。致动器104可以是共振致动器,诸如线性共振致动器。可以在触觉设备100中使用的致动器的非限制性实施例在以下更具体地讨论。

[0033] 图3说明了由104'表示的图2致动器104的一个实施例。如所说明的,致动器104'是包括第一电极层107、压电层108和第二电极层109的层压结构。压电层可以由合成的压电材料制成。第一电极层107和第二电极层109可以在压电层108的相对侧上形成并且可以连接到图2的信号发生器106,该信号发生器可以包括致动器驱动电路110。致动器驱动电路110配置为刺激压电层108,使其扩张或收缩,由此生成可以被用户感觉到的触觉效果。第一电极层107和第二电极层109是导电层,用于允许来自致动器驱动电路110的信号跨压电层40分布。在有些实施例中,第一和第二电极层107、109同等地跨压电层108分布信号。

[0034] 图4说明了由104''表示的图2致动器104的一个实施例。如所说明的,致动器104''包括具有细拉长主体的压电弯曲物(bender)112,该弯曲物在一端或者其附近被固定器114支撑,该固定器114配置为以抑制所保持压电弯曲物112的部分的运动的方式保持压电弯曲物112。压电弯曲物在本领域中是已知的并且通常包括至少一层压电陶瓷质量块和至少一层金属衬底。质量块116附连到压电弯曲物112与固定器114相对的一端。质量块116可以通过任何合适的方式连接到压电弯曲物112,诸如利用粘合剂。如图4中所说明的,压电弯曲物112可以连接到配置为基于来自处理器102的输入信号生成电驱动信号的驱动电路110。当电驱动信号跨压电弯曲物112的两个表面施加到压电弯曲物112时,压电弯曲物112将开始偏转。通过改变信号的振幅,诸如提供正弦驱动信号120,如图5中所说明的,压电弯曲物112将振动。

[0035] 由驱动电路110提供的驱动信号的频率与振幅、压电弯曲物112的原始机械共振频率、压电弯曲物的长度以及质量块116的尺寸将控制压电弯曲物112的振动的频率和振幅以及由触觉设备100提供的触觉效果。当合适的电压施加到压电弯曲物112时,压电弯曲物112将从固定端弯曲,从而前后移动质量块116。质量块116的运动对附连的系统提供加速度。虽然驱动信号120在图5中说明为正弦信号,但是本发明的实施例没有这样的限制。例如,驱动信号120可以具有三角形、矩形等形状,如本领域中已知的。所说明的实施例不是要以任何方式限制。

[0036] 共振致动器,诸如图3和4中所说明的压电线性共振致动器104'、104'',通常用在便携式电子设备上,诸如手机和平板计算机。当致动器104被致动时,用户通过电子设备10上的振动加速度感觉到触觉反馈。图6说明了驱动信号120的一个示例图,该信号是正弦电压

信号,以及,响应于驱动信号120,由122表示的在电子设备10上测量到的加速度。如所说明的,驱动信号120施加三个周期。如以上所指出的,由于其是共振致动器的本质,基于压电的线性共振致动器,诸如上述致动器104的实施例,会产生有点“嗡嗡声”的触觉反馈,这是由于致动器104的低阻尼比率造成的,使得在驱动信号120结束之后,压电线性共振致动器将继续振动一段时间,如图6中所说明的。如由图6中加速度信号122的尾部124所说明的,在驱动信号120结束之后,电子设备10保持振动多于40ms,这被用户察觉到像嗡嗡声或振铃。这个尾部124在电子设备10上产生嗡嗡声或振铃感觉,这种感觉通常是用户不喜欢的。

[0037] 根据本发明的实施例,在致动器104的共振频率或者其附近异相的制动信号130,如图7中所说明的,用于在驱动信号120终止之后使致动器104停止共振。如本领域中已知的,制动信号可以是任何预先设计的信号,具有一个或多个正弦周期、持续或者不持续、三角形信号或者矩形信号,等等。所说明的实施例不是要以任何方式限制。在本发明的实施例中,制动信号130可以大约与致动器104的共振频率相同,但是具有相反的相位。依赖于致动器104的驱动信号120的频率(例如,100Hz、150Hz、200Hz),这个频率不是总处于共振(例如,在200Hz共振),相移不一定是 180° ,即,反相,而是可以是某个其它值。

[0038] 实验显示,对于获得良好的制动结果,制动脉冲130的频率对于致动器104的共振频率不是非常敏感。例如,在有些实施例中,制动信号130的频率可以偏离某个百分比值($\sim 10\%$)并且仍然产生可以接受的制动结果。根据本发明的实施例,处于致动器共振频率的一个周期或半个周期的正弦制动信号130用于制动致动器。制动信号130应当在正确的时刻施加,因为,如果制动信号在错误的时刻施加,则制动信号实际上可能会更多地激励系统,而不是为系统提供制动。

[0039] 根据本发明的一个实施例,制动信号130相对于驱动信号120终止的施加时刻可以从电子设备10和致动器104的数学模型来计算。当驱动信号120被生成时,系统处于受迫振动模式。一旦驱动信号120终止或结束,系统的振动频率将变成系统的共振频率。已经确定,为了制动致动器104,处于系统共振频率并且处于相反加速度相位的正弦制动信号130可以被生成并传送到致动器104,使得“嗡嗡声”将减小。虽然制动信号130可以是一个正弦信号的多个周期,但是已经发现一个周期通常就足以获得良好的制动效果。

[0040] 在一个实施例中,制动信号130的施加定时可以通过实验确定。例如,通过实验已经发现,处于共振频率的正弦信号的一个周期就足以获得良好的制动效果。除了制动信号频率与周期个数之外,制动信号130的起点和制动信号130的振幅也可以通过实验确定。已经发现,制动信号130的最优起点和振幅一般依赖于驱动信号120的频率。

[0041] 对于大多数压电线性共振致动器来说,共振频率是从大约15Hz到大约250Hz。利用200Hz的共振频率作为一个例子,制动信号130可以包括200Hz信号的一个周期,该正弦信号与驱动信号120反相,如图8中所示出的。如果驱动信号120处于共振频率(即,在这个例子中是200Hz),则对于第一次测试,制动信号130应当在驱动信号120终止之后马上施加,如图8中所示。在后续测试中,制动信号130的启点应当在时间线上逐步前后移动,以便找出把制动信号130传送到致动器104的最优时刻。通过这种实验已经发现,在许多系统中,制动信号130应当与驱动信号120重叠,以获得最佳结果。这意味着制动信号130应当在驱动信号120结束,即,终止,之前施加。

[0042] 如果驱动信号120的频率小于共振频率,则已经通过实验发现,为了获得最优结

果,制动信号130的起点应当进入驱动信号120更深,如图9中所说明的。一般来说,已经发现,驱动信号120的频率越低,需要驱动信号120与制动信号130之间越大的重叠来获得最优结果。类似地,已经发现,驱动信号120的频率越高,需要驱动信号120与制动信号130之间越小的重叠来获得最优结果。当驱动信号120的频率高于某个频率时,其通常是大约共振频率,在驱动信号120与制动信号130之间没有重叠是最优的。

[0043] 至于制动信号130的振幅,期望在共振频率或者其附近具有最高振幅。随着驱动信号的频率增加或减小,制动信号的最优振幅减小。

[0044] 在对相同的系统进行一系列实验之后,可以生成一个数据表,该数据表包括用于处于不同频率的驱动信号120的最优制动参数。在一个实施例中,该数据表可以作为查找表存储在处理器102中。制动信号130的最优开始时刻和最优制动振幅依赖于压电线性共振致动器的阻尼系数。结合该数据表与阻尼系数,可以生成基于实验数据的公式,这种公式可以提供最优开环制动策略。在一个实施例中,公式可以存储在处理器102中。已经通过实验发现,如果目标共振频率与制动频率是200Hz而且系统的实际共振在220Hz与190Hz的范围内,则可以获得良好的制动结果。

[0045] 图10和图11说明了,当使用相同的驱动信号120时,根据本发明实施例具有开环制动(图10)和没有制动(图11)的加速度的区别。如所说明的,图10的加速度曲线132比图11的加速度曲线122减幅快得多,如通过图10中所说明尾部134相对图11中所说明尾部124的周期的振幅证明的。这种减幅导致电子设备的用户感到更小的“嗡嗡声”或“振铃”。

[0046] 图12说明了根据本发明一个实施例、利用上述触觉设备100产生触觉效果的方法200。如所说明的,方法200在202开始。在204,由处理器生成用于致动器的驱动信号。在一个实施例中,驱动信号可以是上述驱动信号120,致动器可以是上述致动器104、104'、104”中任意一个,而处理器可以是上述处理器102。在一个实施例中,驱动信号可以由信号发生器,诸如上述处理器102的信号发生器106,生成。在206,驱动信号传送到致动器,以驱动致动器。在208,用于致动器的制动信号由处理器/信号发生器生成。制动信号可以是上述制动信号130而且可以具有基本与致动器的共振频率相同并且与驱动信号处于反相的频率。在210,在驱动信号被终止生成触觉效果之前或者同时,制动信号传送到致动器。方法200在212结束。

[0047] 本发明实施例的各方面可以在其它共振致动器中使用,而不仅仅是用于这里公开的具有压电材料的触觉设备的共振致动器实施例。此外,与本领域已知的可能适合高清晰度设备的触觉设备相比,本发明实施例的各方面可以提供改进的兼容性与性能等级。

[0048] 本发明的实施例可以用作在各种电子设备中启动触觉反馈的致动单元,其中电子设备诸如触摸屏手持式设备(移动设备、PDA和导航系统)、汽车应用、游戏控制台等。

[0049] 这里所述的实施例代表多种可能的实现与例子,而不是要把本公开内容限定到任何具体的实施例。相反,如本领域普通技术人员将理解的,可以对这些实施例进行各种修改。任何此类修改都要包括在本公开内容的主旨与范围内并且受以下权利要求的保护。

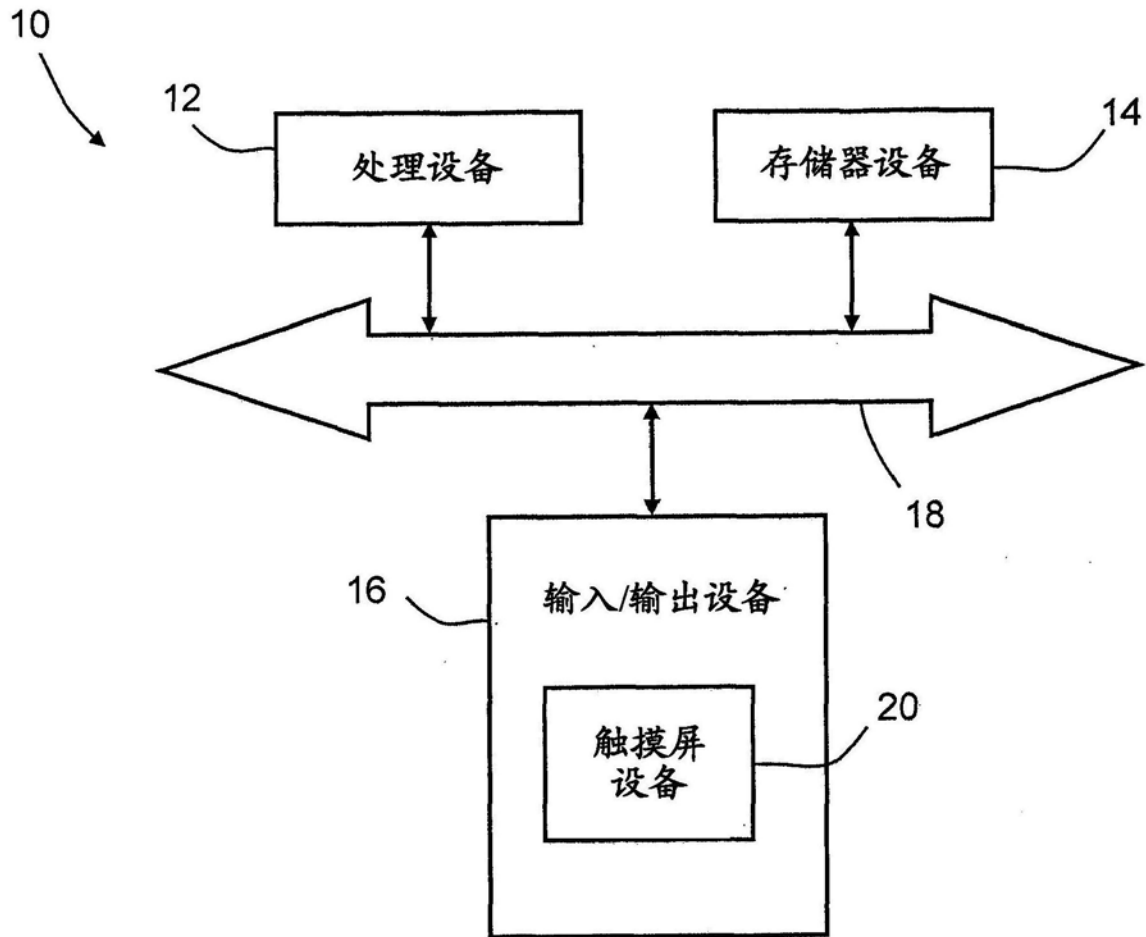


图1

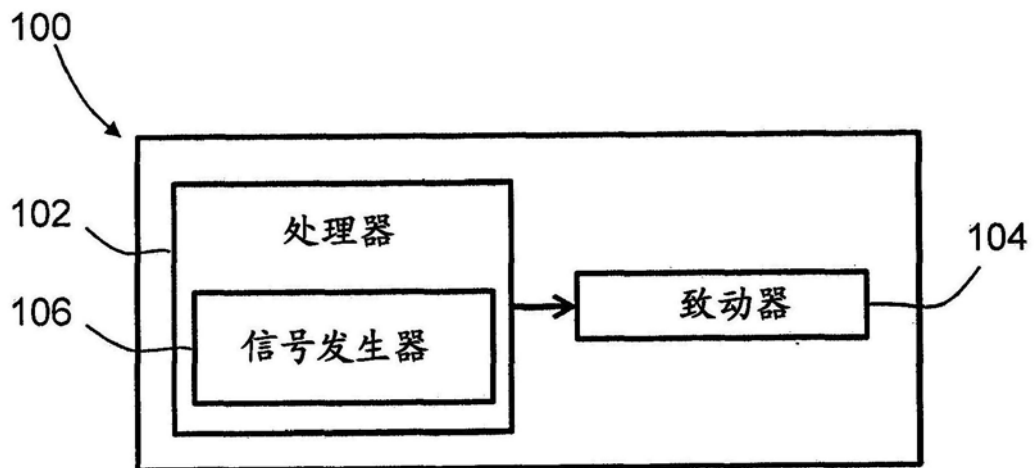


图2

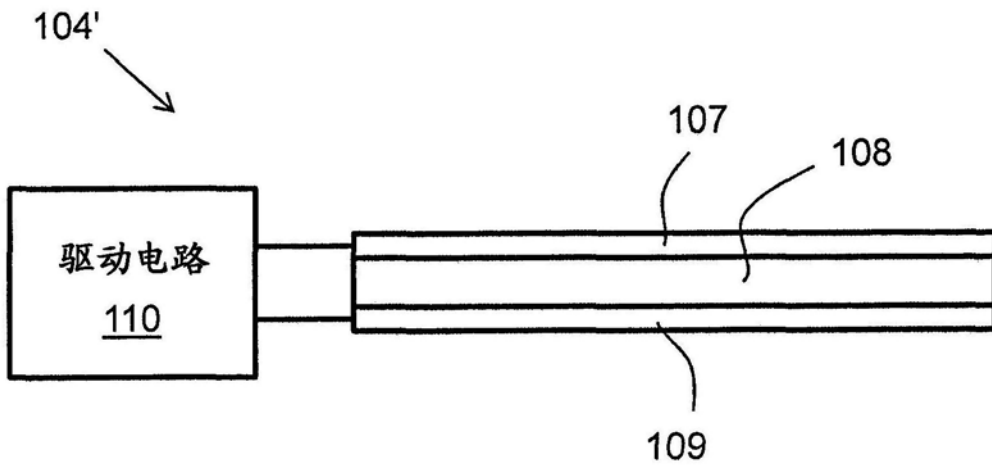


图3

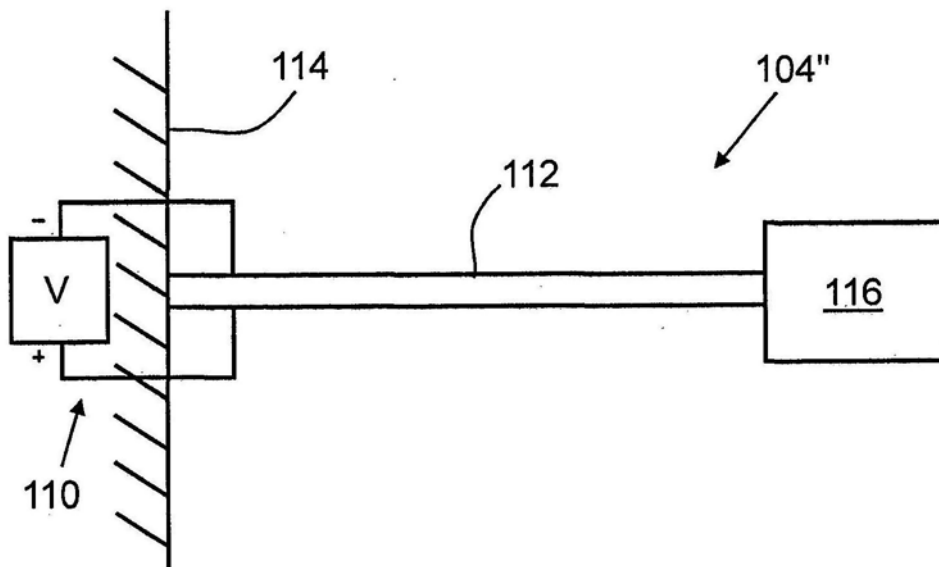


图4

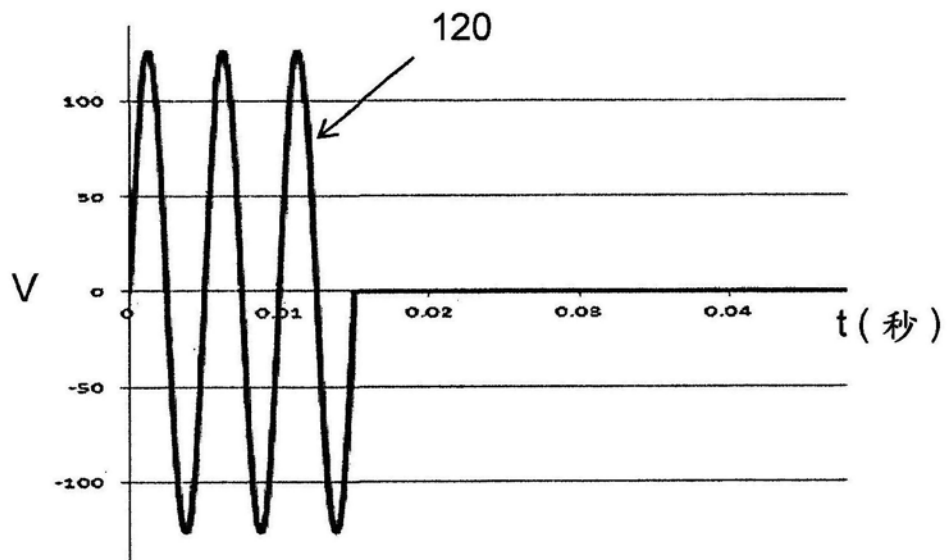


图5

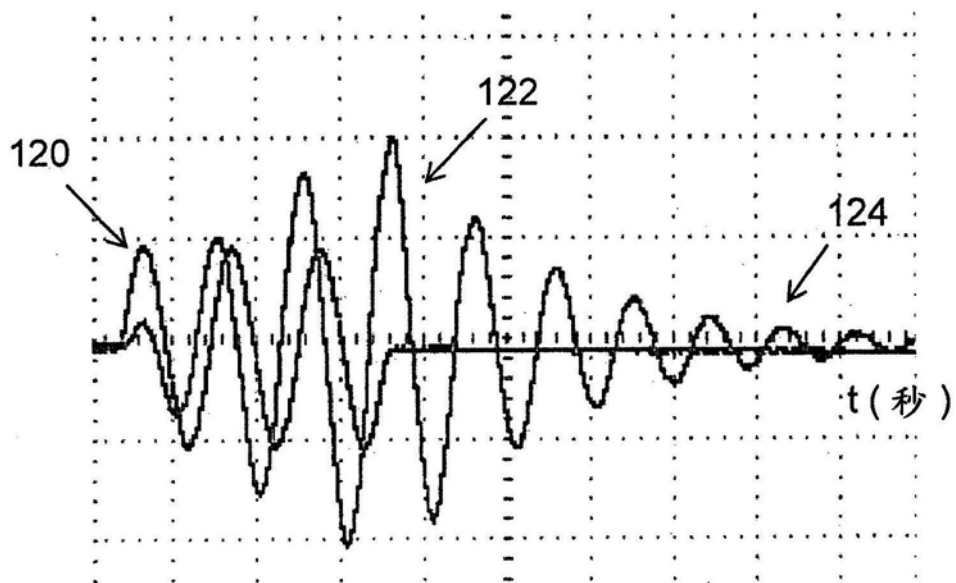


图6

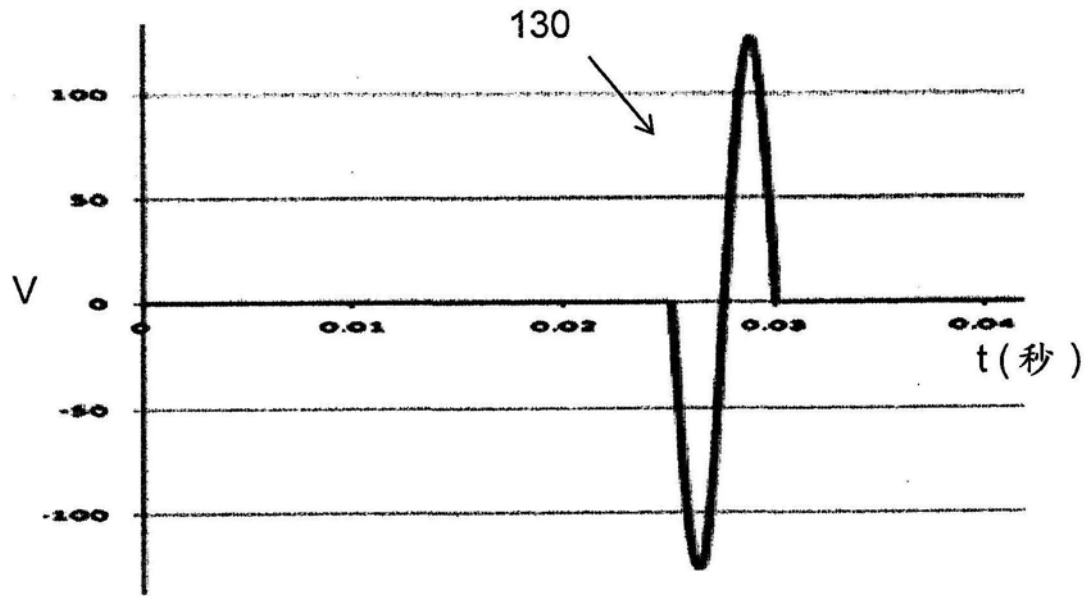


图7

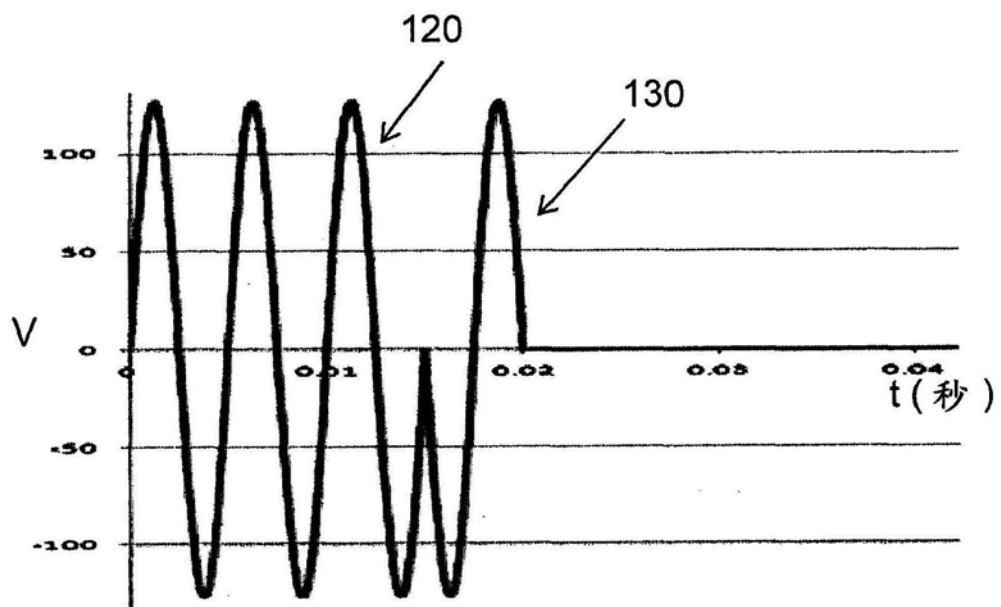


图8

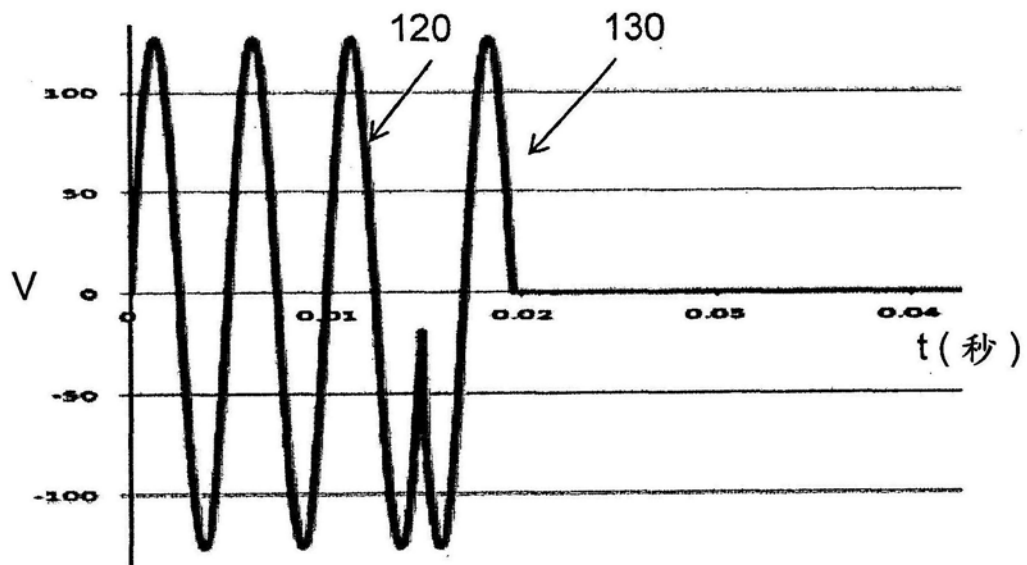


图9

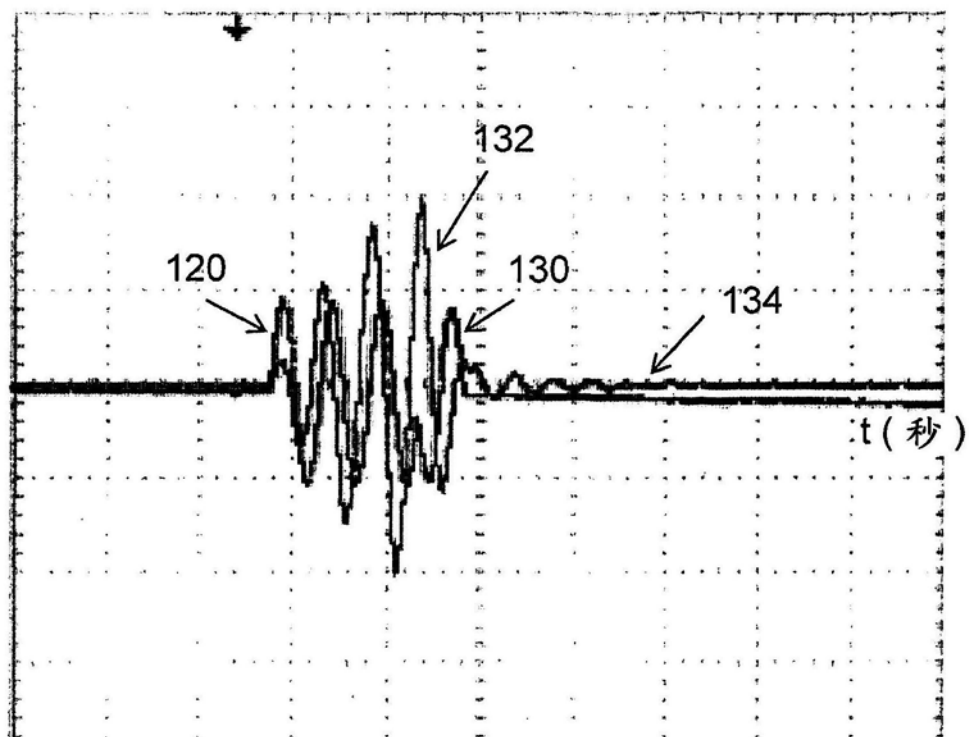


图10

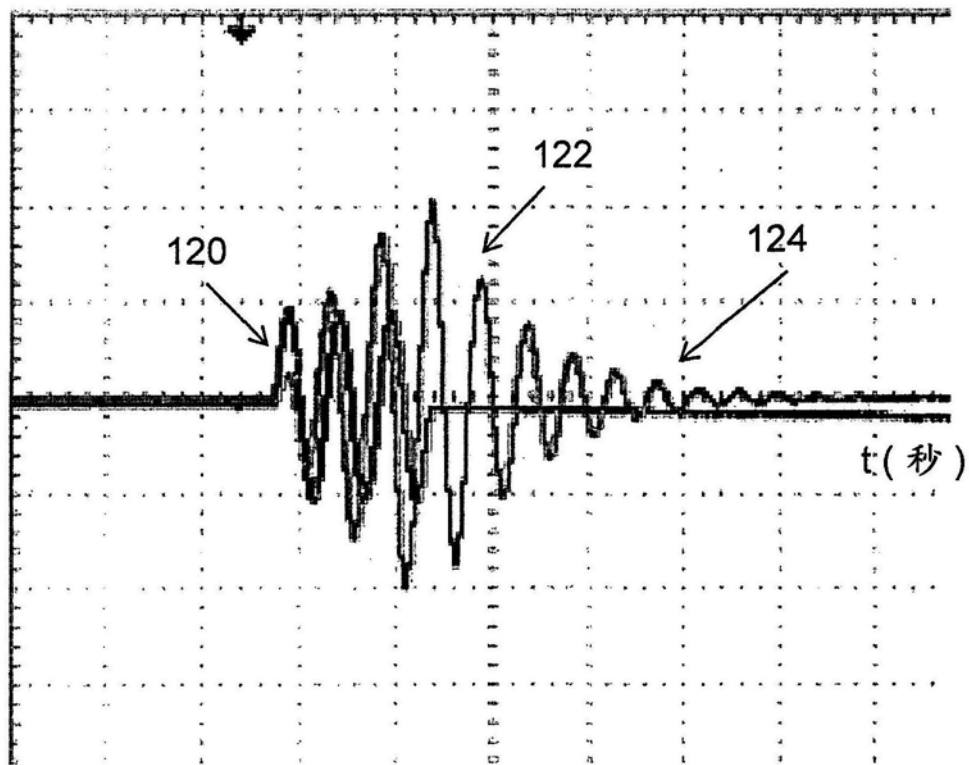


图11

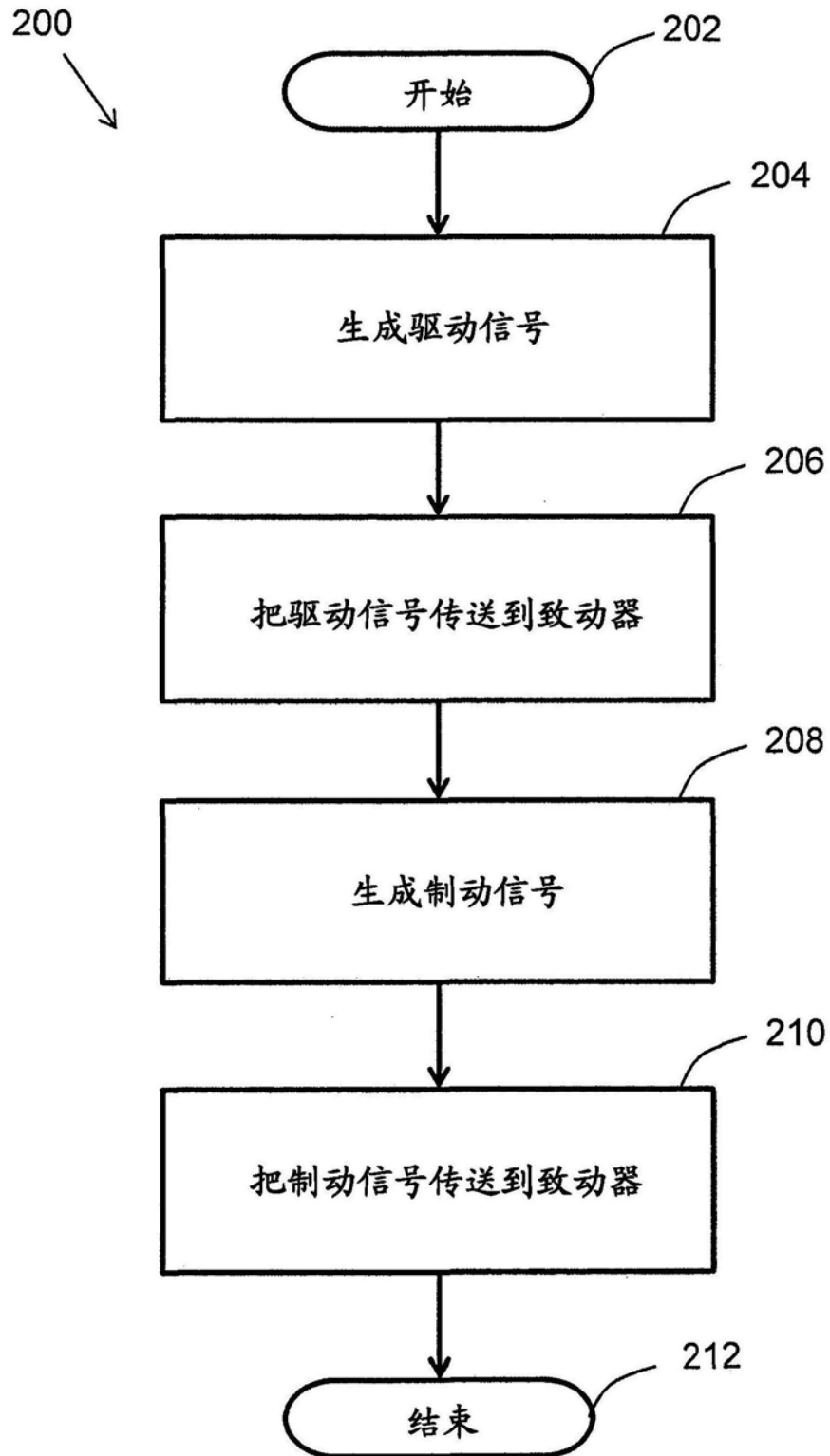


图12