



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101947508 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 19

(21) 申请号 201010227577. 8

(22) 申请日 2010. 07. 12

(30) 优先权数据

63221/09 2009. 07. 10 KR

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 裴有东 李垠花 尹仁国 金仁

金波拉

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张波

(51) Int. Cl.

B06B 1/10(2006. 01)

H04M 1/725(2006. 01)

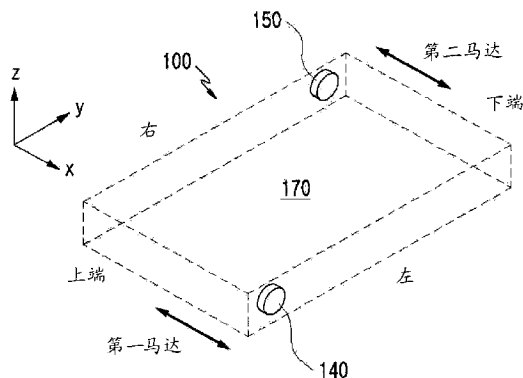
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 9 页

(54) 发明名称

用于在便携式终端中产生振动的方法和装置

(57) 摘要

本发明提供了用于在便携式终端中产生振动的方法和装置。用于在便携式终端中产生振动的装置包括：多个振动器，安装在便携式终端上以预定距离彼此分离开的位置处以产生单一方向的振动，并被驱动为产生单一振动方向上的振动；以及控制器，用于根据便携式终端的控制操作确定多个振动器的各自的振动图样，并根据该振动图样驱动多个振动器。



1. 一种用于在便携式终端中产生振动的装置,包括:
多个振动器,安装在所述便携式终端上以预定距离彼此分离开的位置处以产生单一方向上的振动,并被驱动为产生单一振动方向上的振动;和
控制器,用于根据所述便携式终端的控制操作确定所述多个振动器的各自的振动图样,并根据所述振动图样驱动所述多个振动器。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述单一振动方向是基于所述便携式终端的前表面的上下方向。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述多个振动器安装在基于所述便携式终端的前表面的左端和右端处。
4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述单一振动方向是基于所述便携式终端的前表面的左右方向。
5. 根据权利要求4所述的装置,其中所述多个振动器安装在基于所述便携式终端的前表面的上端和下端处。
6. 根据权利要求1所述的装置,其中所述单一振动方向是基于所述便携式终端的前表面的与上下方向的长度和左右方向的长度中更短的长度相对应的方向。
7. 根据权利要求1所述的装置,其中所述控制器根据所述振动图样通过控制所述多个振动器中每个的驱动起始时间、振动强度和驱动维持时间来实现运动感。
8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述振动器是线性马达。
9. 根据权利要求8所述的装置,其中所述线性马达具有不同的共振频率。
10. 一种用于在便携式终端中产生振动的方法,包括:
根据所述便携式终端的控制操作由控制器来确定多个振动器的各自的振动图样;和
根据所述振动图样驱动所述多个振动器;
其中所述多个振动器安装在所述便携式终端上以预定距离彼此分离开的位置处以产生单一振动方向上的振动,并被驱动为产生单一振动方向上的振动。
11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述单一振动方向是基于所述便携式终端的前表面的上下方向,所述多个振动器安装在基于所述便携式终端的前表面的左端和右端处。
12. 根据权利要求10所述的方法,其中所述单一振动方向是基于所述便携式终端的前表面的左右方向,所述多个振动器安装在基于所述便携式终端的前表面的上端和下端处。
13. 根据权利要求10所述的方法,其中所述单一振动方向是基于所述便携式终端的前表面的与上下方向的长度和左右方向的长度中更短的长度相对应的方向。
14. 根据权利要求10所述的方法,其中所述控制器根据所述振动图样通过控制所述多个振动器中每个的驱动起始时间、振动强度和驱动维持时间来实现运动感。
15. 根据权利要求10所述的方法,其中所述振动器是线性马达,所述线性马达具有不同的共振频率。

用于在便携式终端中产生振动的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明总地涉及控制便携式终端中产生的振动,更具体地,涉及产生振动以使使用者感觉到便携式终端上的方向感 (sense of direction) 的方法和装置。

背景技术

[0002] 便携式终端例如包括诸如手机的移动通信终端、个人数字助理 (PDA)、便携数字多媒体广播 (DMB) 终端、MP3 (MPEG layer-3) 播放器、便携多媒体播放器 (PMP) 以及诸如便携式游戏站 (PSP) 系统的便携式游戏机。起初,在发展的早期便携式终端提供唯一的功能,但是逐渐地它们已经开发为提供多个功能。也就是,单个便携式终端可以提供移动通信功能、游戏功能、多媒体播放功能等。

[0003] 通常,便携式终端装配有振动器,该振动器根据终端的操作控制提供振动从而传递信息给使用者。例如,振动可以用于通知使用者来电话或来消息,或者可以用于通知使用者与在该终端上正在进行的游戏有关的特定事件。当在公共场所使用便携式终端时,振动可以取代声音被频繁使用,作为防止因噪音的出现导致的干扰的一种手段。

[0004] 使用振动取代特定声音效果在防止出现噪音方面是有效的,另一方面,在进行游戏期间,由于游戏者能直接感觉到物理振动,所以游戏者经历了真实的感受。因此,不仅便携式终端而且游戏手柄或游戏控制器也能装配振动器,从而根据游戏的进程而产生适当的振动。

[0005] 游戏手柄或游戏控制器趋向于主要提供触觉反馈,从而增加游戏者的真实感。在此情况下,已经提出了一种控制振动的方法,使得使用者能够在感觉简单振动之外还感觉到方向感。

[0006] 通常,两个或多个振动器用于实现振动的方向感和运动感。特别地,由于现有的游戏手柄或游戏控制器被使用者双手握持使用,所以振动器被布置在以足够的距离分隔开的位置上而不考虑振动器的类型,并且控制振动的驱动时间和强度,从而实现方向感和运动感。

[0007] 例如,当偏心旋转马达 (ERM) 用作振动器时,已经提出了几种方法,包括通过在马达旋转时改变两个马达的相位 (phase) 来实现不同的二维方向的方法,通过改变两个马达的占空比 (duty cycle) 并采用不同强度驱动马达来产生方向感的方法,以及通过控制 x 轴振动器和 y 轴振动器的振动强度来实现二维方向感的方法。

[0008] 已经尝试了将上述振动产生方法应用到便携式终端。这是因为,由于便携式终端已经包括多媒体功能和个人计算机功能,所以触觉反馈应用到诸如触摸屏的结构以实现点击感 (sense of click),并且已经尝试了各种方法来增加游戏和服务中的真实感和愉悦感。

[0009] 然而,由于便携式终端通常是小尺寸且是手持的,并且由于简单且纤薄的设计中对相对大的屏幕尺寸的需求增长,所以便携式终端通常具有比游戏手柄或游戏控制器更小的尺寸。因此,难于在便携式终端中安装两个振动器,因为通常不能确保两个振动器之间的

足够距离以产生振动的方向感和运动感。

[0010] 此外,便携式终端经常构造得像一个刚体(rigid body),因为外壳由硬塑料或金属材料制成而内部由于纤薄设计而具有紧凑的结构没有间隙。因此,振动器使整个便携式终端振动,从而使用者难以感觉到振动的方向感。

发明内容

[0011] 本发明的方面处理至少上述问题和/或缺点,并提供至少下述的优点。因此,本发明的方面提供了振动产生方法和装置,其能在便携式终端中提供给使用者方向感和运动感的感觉,同时保持便携式终端的小尺寸。

[0012] 根据本发明的方面,一种用于在便携式终端中产生振动的装置包括:多个振动器,安装在便携式终端上以预定距离彼此分离开的位置处以产生单一方向上的振动,并被驱动为产生单一振动方向上的振动;以及控制器,用于根据便携式终端的控制操作确定多个振动器的各自的振动图样(vibrationpattern),并根据该振动图样驱动多个振动器。

附图说明

[0013] 从以下结合附图的描述,本发明的实施例的上述和其它的方面、特征以及优点将变得更加明显,附图中:

[0014] 图 1A 是示出常规便携式终端的图形;

[0015] 图 1B 是示出常规便携式终端的振动力分布的图形;

[0016] 图 2 是示出常规便携式终端的不同位置上的振动力的图形;

[0017] 图 3 是示出根据本发明实施例的移动通信终端的构造的方框图;

[0018] 图 4A 是示出根据本发明实施例的包括多个振动器的移动通信终端的图形;

[0019] 图 4B 和图 4C 是示出根据本发明实施例的移动通信终端的振动力的分布的图形;

[0020] 图 5A 是示出根据本发明另一实施例的包括多个振动器的移动通信终端的图形;

[0021] 图 5B 和图 5C 是示出根据本发明另一实施例的移动通信终端的振动力分布的图形;

[0022] 图 6A 和图 6B 为示出当多个振动器安装在移动通信终端中以实现上下方向感时振动力分布的实际测量数据的图形;

[0023] 图 7 是示出根据本发明实施例的移动通信终端的操作的流程图;

[0024] 图 8A 是示出根据本发明另一实施例的移动通信终端的图形;以及

[0025] 图 8B 是示出根据本发明实施例的振动移动方向和振动图样的图形。

[0026] 在整个附图中,相同的附图标记将理解为指代相同的元件、特征和结构。

具体实施方式

[0027] 现在将参照附图详细地参考本发明的实施例。以下详细的描述包括特定细节以提供对本发明的透彻理解。然而,本领域技术人员将清楚,本发明可以在没有这些特定细节的情况下实施。

[0028] 常规地,已经提出了在诸如游戏控制器的器件中使用两个或多个马达来实现振动的方向感的方法。然而,这些方法在应用到便携式终端时存在很多问题。振动的方向感指

的是当振动局部产生时使用者的感受,因为当使用者握持终端时相对强的振动在终端的特定位置发生。例如,当使用者双手握持游戏控制器时,如果在游戏控制器的右侧的任意点处强烈地产生振动,使用者将感觉到振动仅在右手上。

[0029] 由于使用者经常主要通过一只手来使用诸如便携式终端的小尺寸器件并且终端像一个刚体一样活动,所以如果振动器布置在终端的内部中,则振动通过整个终端产生而不是局部地产生。因此,使用者不能清楚地感觉到方向感。这是因为多个振动器被简单地布置而没有考虑到它们的振动特性。

[0030] 在便携式终端中,由于对纤薄设计和大屏幕的需求,所以振动器主要位于显示屏的上端或下端。由于便携式终端的扬声器和听筒安装在上端或下端的中间从而传输高质量的声音,所以振动器实际布置在终端的上端或下端的一个拐角处。

[0031] 作为在这样的条件下模拟得到的振动力的实际测量结果,振动力的分布显示了在对角线方向上的对称形状,如图 1B 所示。图 1A 是当振动器 20 安装在长方体的便携式终端 10 的左上侧时便携式终端 10 的透视图。图 1B 示出图 1A 的便携式终端的振动力的分布。在此情况下,振动器 20 在 z 轴方向上振动。

[0032] 图 1B 示出了在振动器 20 如图 1A 所示布置在便携式终端 10 的左上侧的情况下,当振动器 20 产生 175Hz 频率的 1N 的力时由便携式终端 10 产生的振动位移。振动位移与振动力成比例。尽管振动位移根据刚体(也就是,便携式终端 10)的重量、尺寸、材料、振动频率和产生的力而变化,但是位移的分布几乎与图 1B 相同。在图 1B 中,振动位移部分①示出小位移,振动位移部分⑨示出大位移。也就是,附图示出了位移朝着振动位移部分⑨而变大。图 1B 能够被理解为振动力在基于便携式终端的前表面的对角线方向上分布。因此,使用者难于察觉振动方向,也就是难于察觉振动从便携式终端的上侧、下侧、左侧和右侧中的哪个部分产生。

[0033] 这是因为便携式终端的内部具有用于多种功能的紧凑结构,其外壳由具有高硬度的塑料或金属材料制成,振动以几 km/s 的速度很快地传播。因此,振动不是局部的。

[0034] 图 2 示出了当线性振动器用作图 1A 的便携式终端 10 中的振动器 20 时在振动产生时在不同位置测量的振动力。测量位置 UL、UR、DL 和 DR 表示前表面 30 的上端和下端的位置,测量位置 R1、R2、R3、L1、L2 和 L3 表示前表面 30 的右侧和左侧的位置。对应于各个测量位置的振动波形从顶部依次表示 x 轴、y 轴和 z 轴方向的振动力。振动器 20 的振动方向是 z 轴方向,也就是基于便携式终端 10 的显示屏的垂直方向。

[0035] 通常,当使用者握持便携式终端 10 时,使用者的手掌不接触便携式终端 10 的底表面,使用者的手指紧密接触便携式终端 10 的侧表面。如图 2 所示,由于振动力的分布趋于如图 1B 所示在对角线的方向上变化,所以便携式终端 10 在对角线方向的相对侧强烈地振动,而在对角线方向的中心附近微弱地振动。因此,使用者不能清楚地察觉振动产生的位置。

[0036] 提供本发明以解决这些现有技术的问题,并且本发明通过控制多个振动器的驱动时间和强度来提供方向感和运动感。为此,多个振动器布置在便携式终端的内部,使得振动力的分布在一个方向上强而在另一方向上弱。运动感指的是由使用者感觉到的好像振动从便携式终端的特定部分连续移动到其它部分而不是在便携式终端的特定部分固定地产生。

[0037] 应用本发明的便携式终端的示例在图 3 中示出。便携式终端是指能够将其握持在一只手中而携带并能在使用者移动时进行输入操作的小尺寸终端器件。例如,便携式终端

包括诸如手机的移动通信终端、PDA、便携式 DMB 终端、MP3 播放器、PMP 以及诸如 PSP 系统的便携式游戏机。

[0038] 图 3 示出了移动通信终端的示例,并包括马达作为振动器。尽管图 3 示出了移动通信终端,但是本发明的构造可以应用到其它类型的便携式终端。

[0039] 移动通信终端 100 包括存储器 110、控制器 120、移动通信部分 130、多个马达 140 和 150 以及显示器 160。

[0040] 控制器 120 控制移动通信终端 100 的整个操作。

[0041] 显示器 160 在控制器 120 的控制下将从移动通信基站接收或储存在存储器 110 中的视频信息、数据和图像显示在屏幕上。

[0042] 移动通信部分 130 在控制器 120 的控制下处理对于移动通信所需的操作和信号。移动通信部分 130 通过天线将无线信号发送到基站以及从基站接收无线信号。移动通信部分 130 通过基带处理器调制从控制器 120 输入的发送信号,并将调制的无线信号通过天线发送。移动通信部分 130 解调通过天线接收的无线信号,并通过基带处理器将解调的信号传输到控制器 120。基带处理器处理被控制器 120 发送和接收的基带信号。

[0043] 第一马达 140 和第二马达 150 是线性马达 (linear motor)。由于线性马达产生在一个轴的方向上的振动,所以它们的振动特性是简单的。由于线性马达的这种特性,如果线性马达安装为平行于基于便携式终端的前表面的垂直方向 (即, z 轴方向),则振动力如图 1B 所示分布在对角线方向上。

[0044] 因此,在本发明中,多个振动器安装在以预定距离彼此分离的位置上,使得由终端中的多个振动器产生的振动能够在基于便携式终端的前表面的左右方向 (a left and right direction) 或上下方向 (an up and down direction) 中的任一方向上相同;也就是,在 x 轴方向或 y 轴方向上。例如,第一马达 140 和第二马达 150 可以安装在移动通信终端 100 中,使得它们的振动方向在左右方向上 (即,如图 2 所示的 x 轴方向) 上相同。

[0045] 此示例在图 4A 中显示,示出了根据本发明实施例第一马达 140 和第二马达 150 安装在使得振动在基于移动通信终端 100 的前表面 170 的左右方向 (即 x 轴方向) 上产生的位置的情况。在图 4A 中,第一马达 140 和第二马达 150 在移动通信终端 100 的平行表面上对角地定位。因此,第一马达 140 和第二马达 150 以预定距离彼此分离,并且它们的振动方向与 x 轴方向相同。

[0046] 图 4B 和图 4C 是示出当马达 140 和 150 如图 4A 所示安装时由马达 140 和 150 产生的振动位移的分布的图形。图 4B 示出了当仅第一马达 140 处于打开状态时的振动位移,图 4C 示出了当仅第二马达 150 处于打开状态时的振动位移。图 4B 和图 4C 中,振动位移部分⑨表示具有大位移的区域,振动位移部分①表示具有小位移的区域。

[0047] 参考图 4B 和图 4C,能够理解的是,前表面 170 的上端和下端的任一方向具有强振动,而相反方向具有弱振动。因此,振动力均匀地分布在上下方向上。

[0048] 图 5A 是示出根据本发明另一实施例第一马达 140 和第二马达 150 安装在使得振动在基于移动通信终端 100 的前表面 170 的上下方向 (即 y 轴方向) 上产生的位置的情况。在图 5A 中,第一马达 140 和第二马达 150 位于移动通信终端 100 的同一表面上,但彼此分隔开预定距离。第一马达 140 和第二马达 150 的振动方向与 y 轴方向相同。

[0049] 图 5B 和图 5C 是示出当马达 140 和 150 如图 5A 所示安装时由马达 140 和 150 产

生的振动位移的分布的图形。图 5B 示出当仅第一马达 140 被驱动时的振动位移,图 5C 示出当仅第二马达 150 被驱动时的振动位移。在图 5B 和图 5C 中,振动位移部分⑨表示具有大位移的区域,振动位移部分①表示具有小位移的区域。

[0050] 参照图 5B 和图 5C,能够理解的是,前表面 170 的左侧和右侧的任一方向具有强振动,而相反方向具有弱振动。因此,振动力在左右方向上均匀分布。

[0051] 换句话说,如果安装线性马达 140 和 150 使得振动如常规方法地在前表面 170 的垂直方向(即 z 轴方向)上产生,那么振动力的分布在基于前表面 170 的对角线方向上变弱并在相反方向上变强,使用者不能感觉到方向感。然而,如果安装线性马达 140 和 150 使得振动在关于前表面 170 的水平方向上产生,那么振动的分布在一个方向上强而在另一方向上弱,能够获得左右方向感或者上下方向感。

[0052] 这种方法不仅可以应用于线性马达还可以应用于能够在单一方向产生振动的所有振动器。即,如果振动器构造为使得振动在关于前表面 170 的水平方向上产生,则振动器可以与上述示例相同地操作。

[0053] 由模拟结果能够理解的是,如果具有与长度相比相对小的宽度的刚体振动,则最大的振动力在振动产生在短轴方向上(关于宽度的水平方向上)时产生。因此,如果振动在短轴方向上产生,则能够以低功耗实现方向感。

[0054] 图 6A 和图 6B 是示出当第一马达 140 和第二马达 150 安装为实现上下方向感时振动力分布的实际测量数据的图形。在图 6A 和图 6B 所示的移动通信终端 100 中,第一马达 140 和第二马达 150 分别安装在基于前表面 170 的右上侧和右下侧,振动在基于前表面 170 的左右方向上(即 x 轴方向上)产生。

[0055] 图 6A 示出当仅第一马达 140 在 175Hz 频率和 3 周期输入(3-cycle input)驱动时振动力分布的实际测量数据(电压:6Vpp,单位:m/s²)。图 6B 示出当仅第二马达 150 在 320Hz 频率和 5 周期输入驱动时振动力分布的实际测量数据。

[0056] 图 6A 和图 6B 中的各个数字表示移动通信终端 100 与图 2 的便携式终端的位置 UL、UR、L1、L2、L3、R1、R2、R3、DL 和 DR 相对应的各个位置的总加速度。总加速度由三个轴的加速度的平方和的开方计算得到。与每个总加速度相对应的三个波形图样依次表示当实际由正弦波驱动时 y 轴、z 轴和 x 轴的振动图样。总加速度与振动力成正比。参照图 6A 和图 6B,随着振动在左右方向(即 x 轴方向)上产生,在上端和下端的振动力之间的差值不变地保持在约 3dB,使用者能够识别振动在上端。如果振动器布置在上端和下端并被驱动,能够实现方向感或运动感。

[0057] 如果振动器以此方式布置,则振动在一个方向强而在另一方向弱,从而在振动发生时使用者能够感受到左右方向感或者上下方向感。换句话说,在本发明中,能够表示振动在上侧、下侧、左侧和右侧中的哪一侧产生。如果多个振动器在具有时间差的不同时间点被驱动,甚至能够实现左右运动感或者上下运动感。如果控制各个振动器的强度和驱动时间,则能够实现各种运动感,诸如连续移动的感觉或者步进移动的感觉。

[0058] 为了实现运动感,控制器 120 在图 7 的步骤 201 中根据终端的控制来确定振动的移动方向和强度。在步骤 203 中,控制器 120 根据振动的移动方向和强度来确定各个马达的振动图样。控制器 120 根据确定的振动图样来驱动马达 140 和 150。

[0059] 实现运动感的示例在图 8A 和图 8B 中示出。图 8A 示出当第一马达 140 和第二马

达 150 安装为使得能够实现上下方向感时的另一示例。第一马达 140 和第二马达 150 安装在基于移动通信终端 100 的前表面 170 的右上侧和右下侧,振动在基于前表面 170 的左右方向(即,x 轴方向)上产生。

[0060] 在如上所述构造的移动通信终端 100 中,如果控制器 120 根据图 8B 示出的振动图样 315、325、335、345 和 355 来驱动第一马达 140 和第二马达 150,在移动通信终端 100 中在相应于各个移动图样 315、325、335、345 和 355 的移动方向 310、320、330、340 和 350 上实现由于振动产生的运动感。

[0061] 控制器 120 首先根据第一振动图样 315 驱动第一马达 140,并控制振动强度使得强度逐渐变弱。控制器 120 在振动的强度变弱的时间点上驱动第二马达 150,并控制第二马达 150 的振动强度使得强度逐渐变强。在第一移动方向 310 上,强振动首先产生在移动通信终端 100 的上端,强振动接着产生在移动通信终端 100 的下端。因此,能够实现好像振动从上端移动到下端一样的运动感。

[0062] 接着,如果控制器 120 以与上述示例相反的方法接连驱动第一马达 140 和第二马达 150,也就是如果控制器 120 根据第三振动图样 335 驱动马达 140 和 150,能够实现类似于第三移动方向 330 的运动感,好像振动从上端移动到下端,再从下端移动到上端一样。也就是,由于振动产生的位置根据时间而依次变为上端、下端和上端,所以使用者感觉像是振动从上端移动到下端,再从下端移动到上端一样。在此情况下,一个马达的振动强度逐渐减小,而另一马达的振动强度逐渐增大。

[0063] 作为另一示例,控制器 120 首先根据第二振动图样 325 驱动第二马达 150 并偶尔停止驱动第二马达 150 同时控制第二马达 150 的振动强度使得强度逐渐变弱。如果控制器 120 通过在第二马达 150 的振动强度变弱的时间点上驱动第一马达 140 来控制第一马达 140 的振动强度使得强度逐渐变强并偶然停止驱动第一马达 140,能够实现类似于第二移动方向 320 的运动感,好像强振动首先在移动通信终端 100 的下端产生然后该振动步进地移动一样。

[0064] 接着,如果控制器 120 以与上述示例相反的方法接连驱动第一马达 140 和第二马达 150,也就是如果控制器 120 根据第四振动图样 345 驱动马达 140 和 150 时,能够实现类似于第四移动方向 340 的运动感,好像振动从下端步进地移动到上端,再从上端步进地移动到下端一样。

[0065] 如果控制器 120 根据第五振动图样 355 交替驱动第一马达 140 和第二马达 150,能够实现类似于第五移动方向 350 的方向感,好像振动交替产生在移动通信终端 100 的上端和下端一样。

[0066] 根据本发明,通过适当地布置两个振动器并控制振动的发生,使用者能够感受到振动的方向感和运动感。

[0067] 尽管为了说明的目的而描述了本发明的示范性实施例,但是可以有各种修改、添加和替换,而不脱离本发明的由权利要求书所公开的精神和范围。例如,除了移动通信终端 100 之外,上述实施例可以类似地应用于其它类型的便携式终端。可以使用压电马达或电致动马达(electroactive motor)来代替线性马达作为振动器。多个马达的频率可以相同或不同,多个振动器的共振频率可以不同。在相对高频(250 至 500Hz)下驱动的线性振动器可以用于使使用者识别硬感、粗糙感和节奏感。因此,本发明的范围不应限于以上实施例的

描述,而是由权利要求书及其等同物限定。

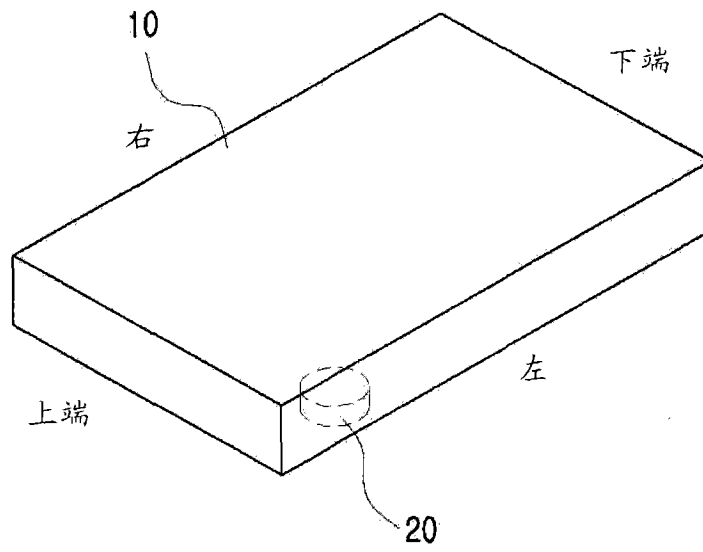


图 1A

总变形
类型: 总变形
频率: 175Hz
相位角: 0°
单位: mm

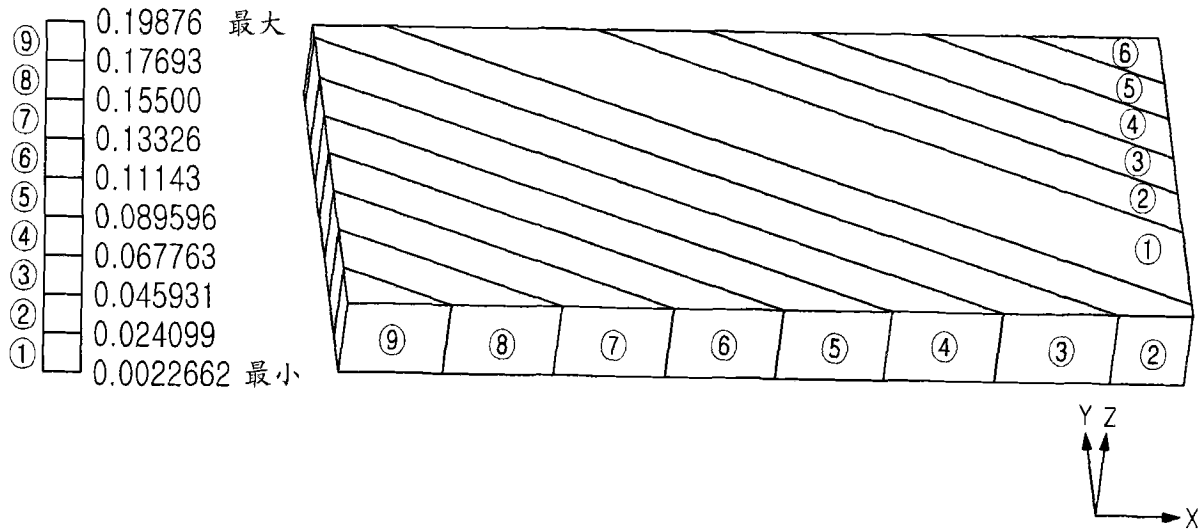


图 1B

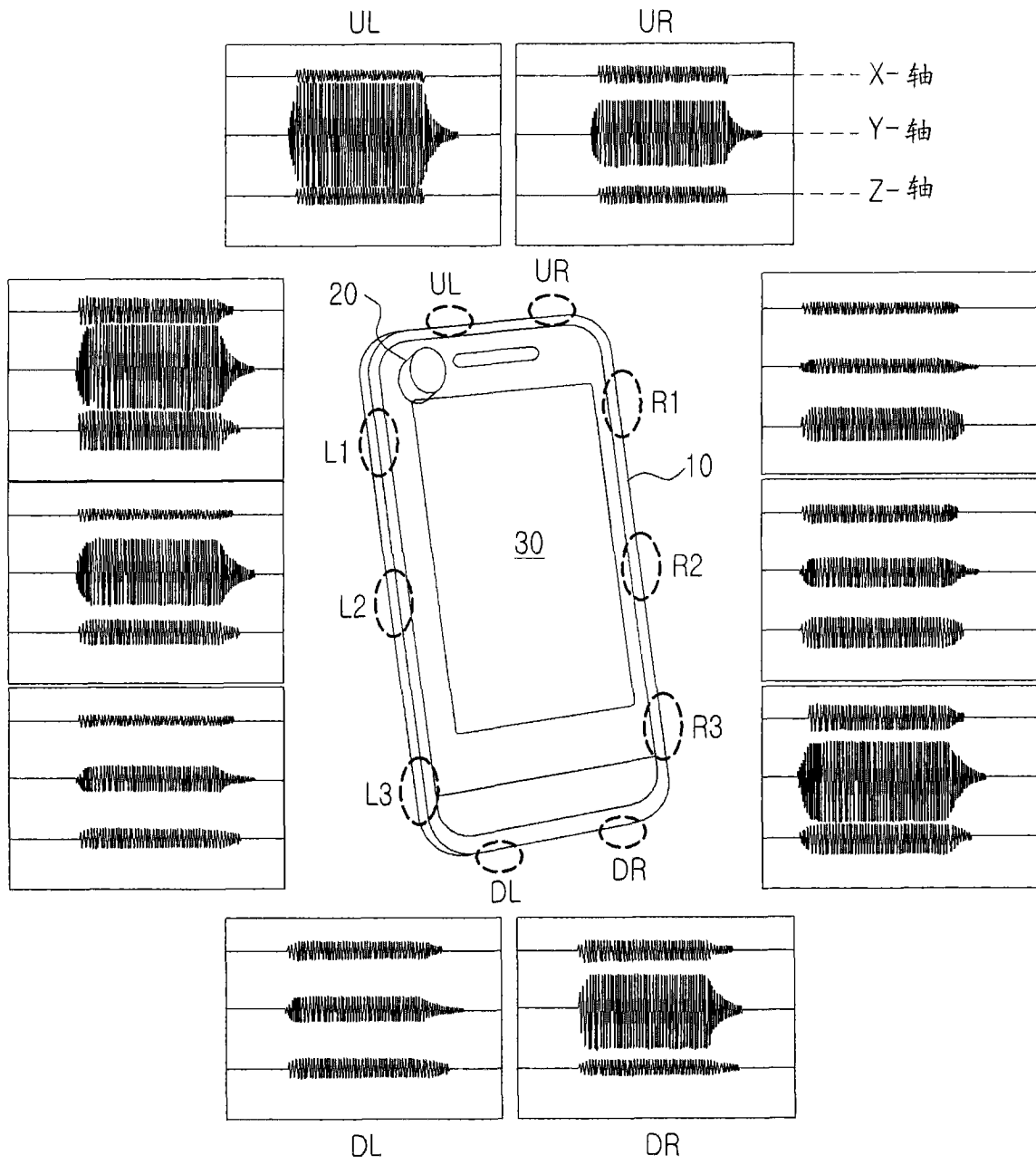


图 2

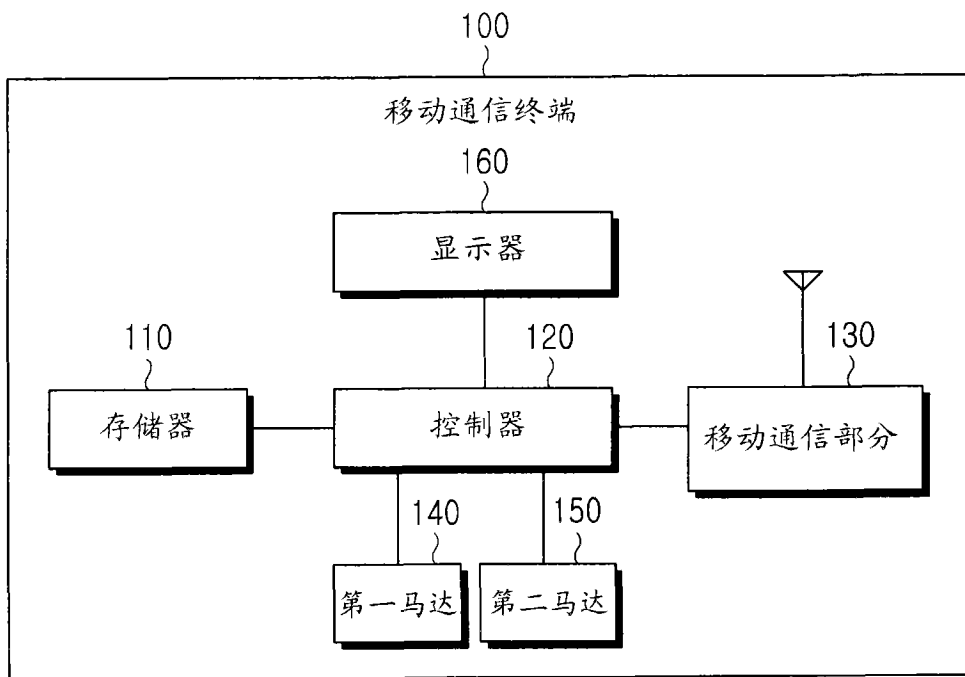


图 3

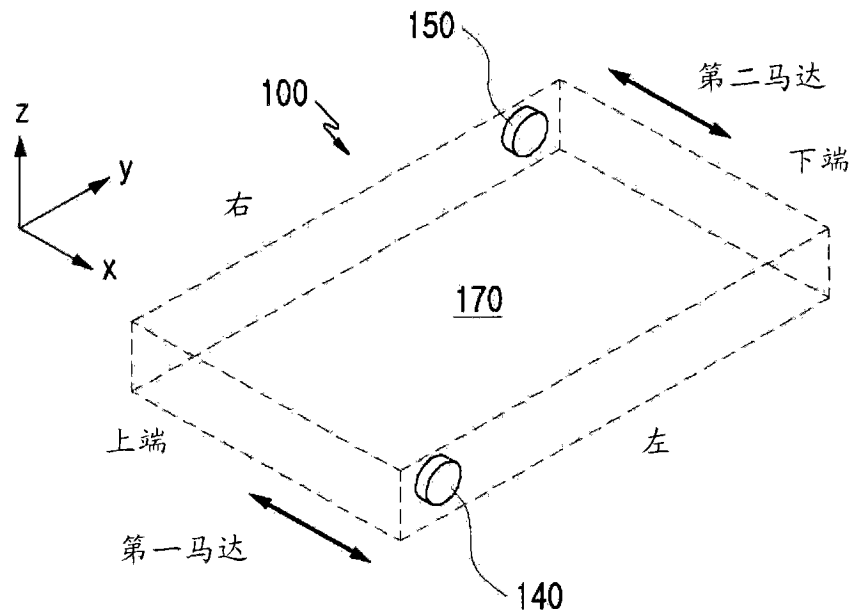


图 4A

第一马达开启 / 第二马达关闭

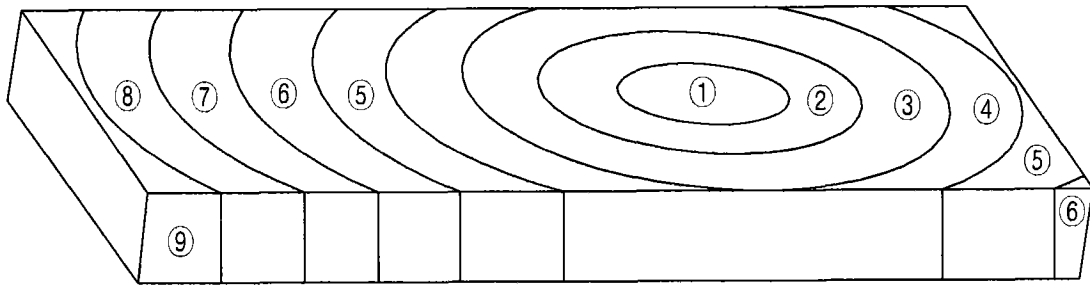


图 4B

第一马达关闭 / 第二马达开启

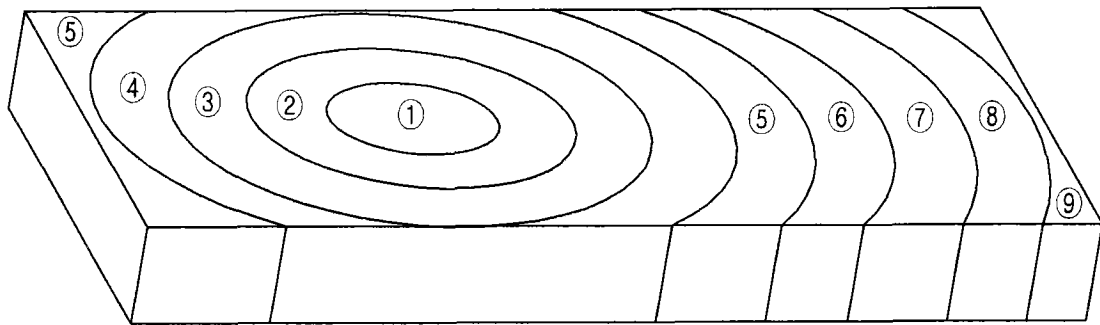


图 4C

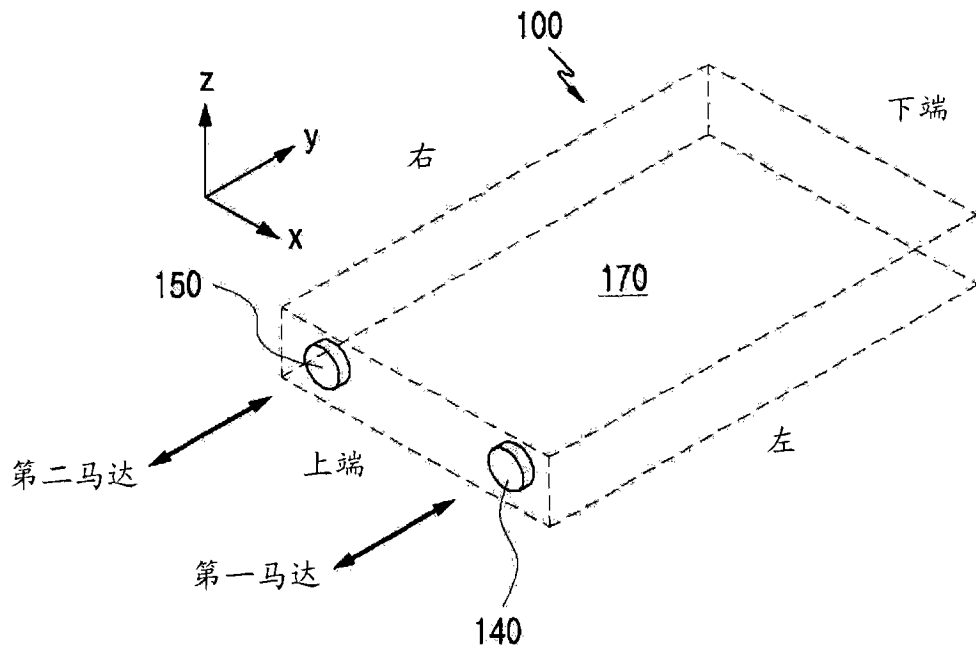


图 5A

第一马达开启 / 第二马达关闭

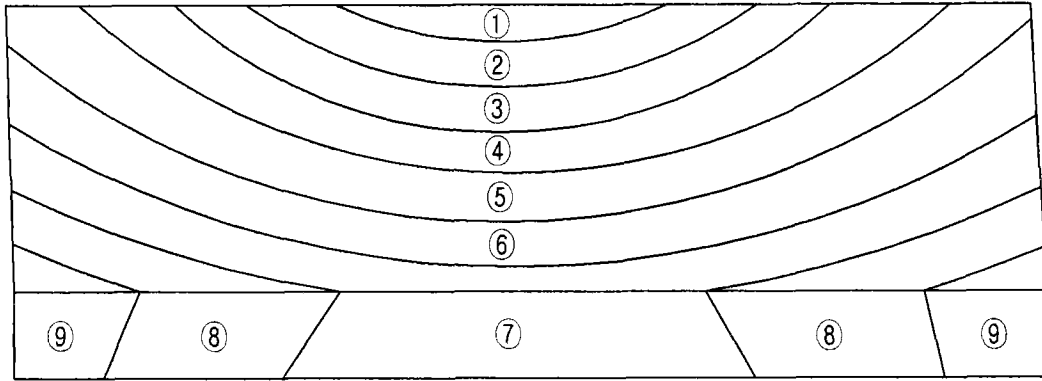


图 5B

第一马达关闭 / 第二马达开启

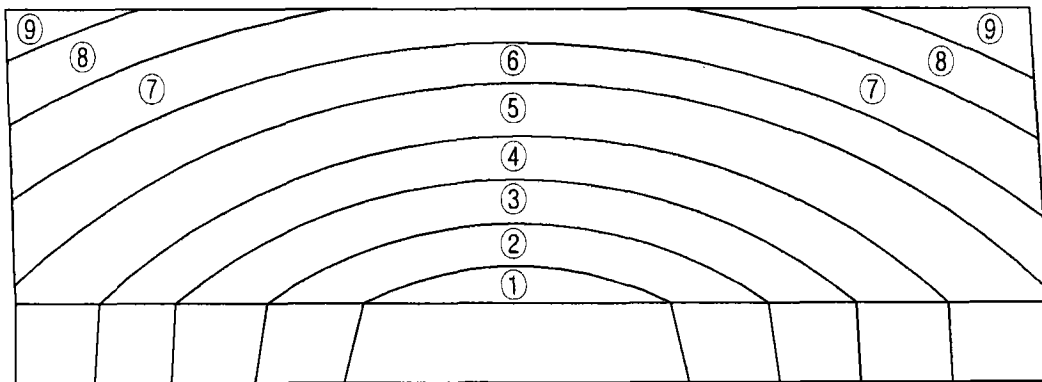


图 5C

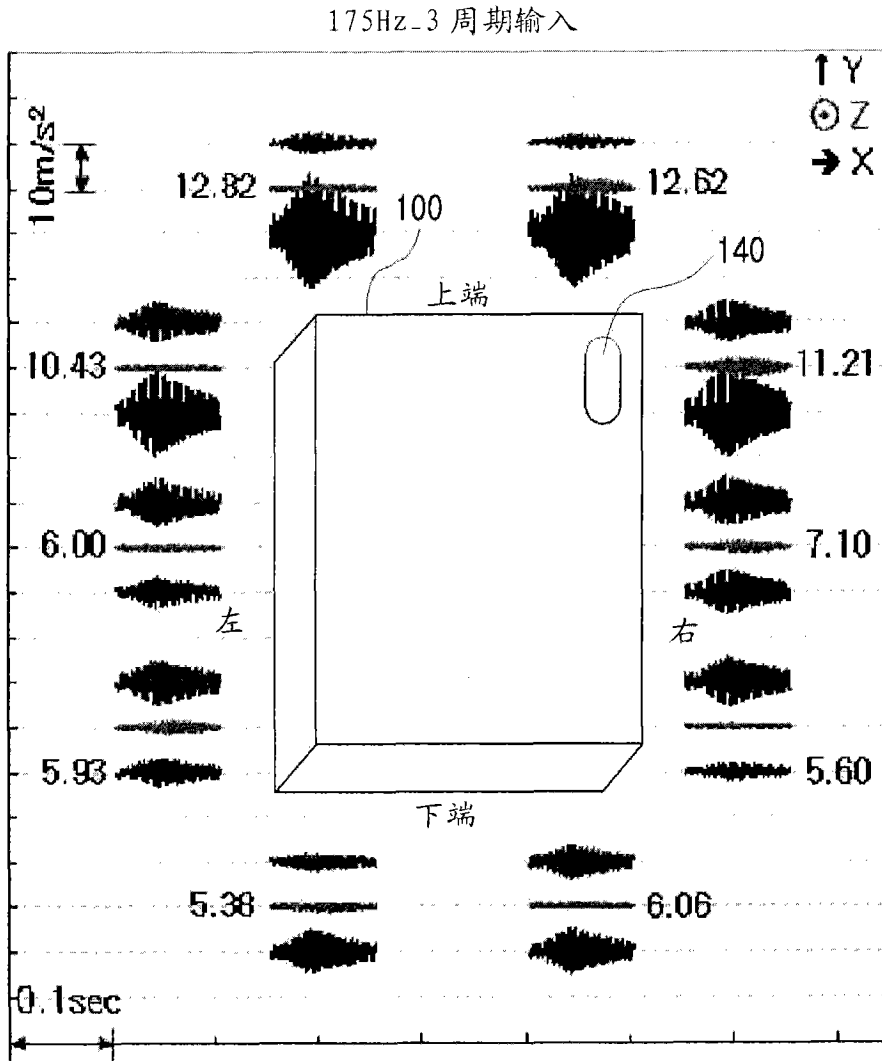


图 6A

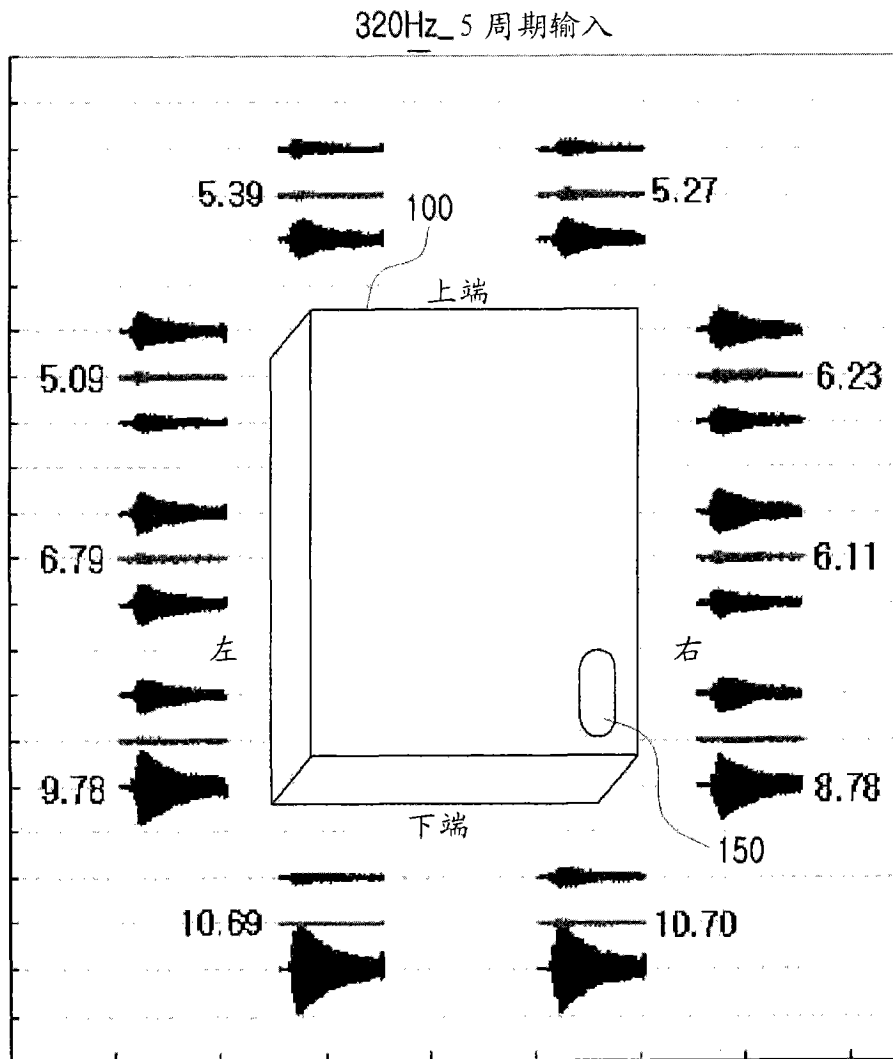


图 6B

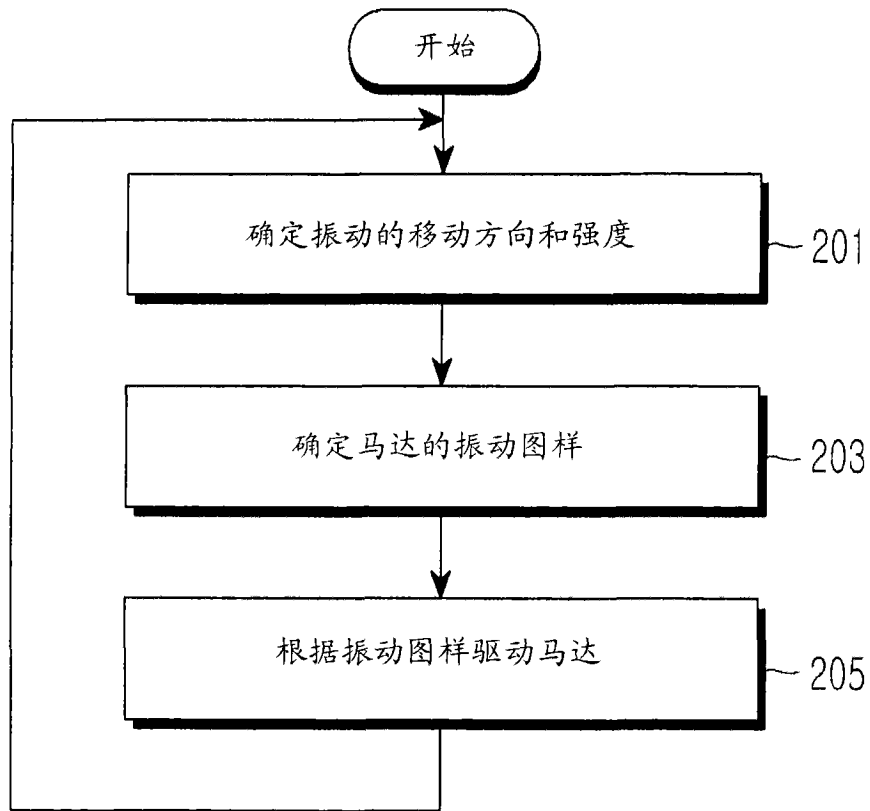


图 7

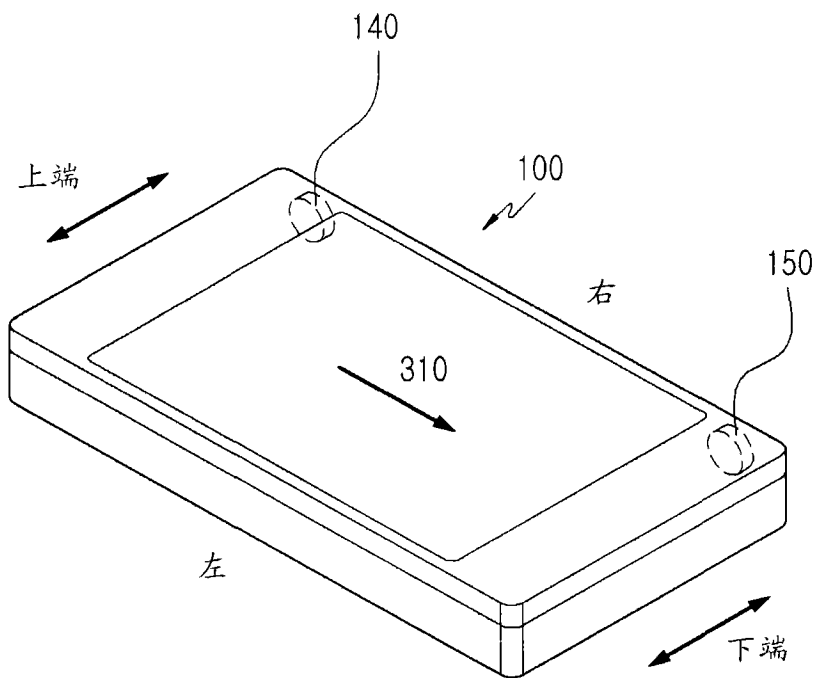


图 8A

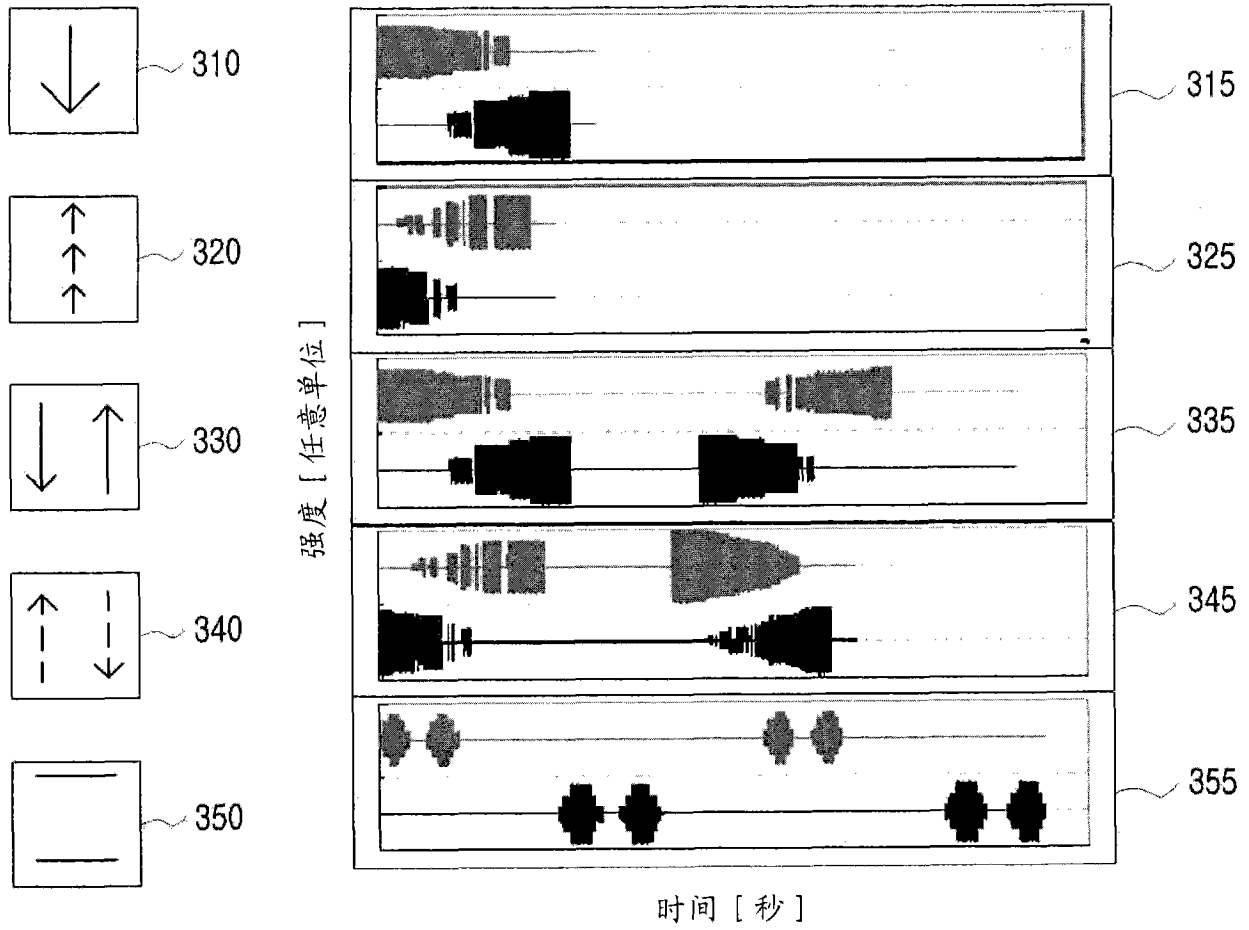


图 8B