



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106257818 B

(45)授权公告日 2019.07.23

(21)申请号 201610430523.9

(22)申请日 2016.06.17

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106257818 A

(43)申请公布日 2016.12.28

(30)优先权数据  
2015-123829 2015.06.19 JP

(73)专利权人 佳能株式会社  
地址 日本东京

(72)发明人 小沼和文

(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 张劲松

(51)Int.Cl.

H02N 2/00(2006.01)

H02N 2/10(2006.01)

H02N 2/14(2006.01)

H02N 2/16(2006.01)

G02B 7/00(2006.01)

H04N 5/225(2006.01)

(56)对比文件

US 2010271340 A1,2010.10.28,

US 2008055241 A1,2008.03.06,

US 2009066187 A1,2009.03.12,

US 2015138387 A1,2015.05.21,

CN 1898855 A,2007.01.17,

CN 1617366 A,2005.05.18,

审查员 陈小玲

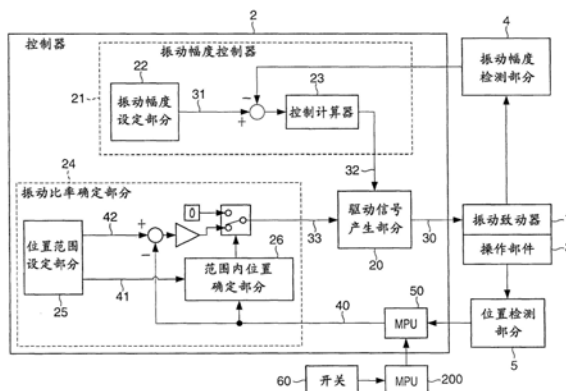
权利要求书3页 说明书15页 附图14页

(54)发明名称

能够产生咔哒感觉的振动驱动设备和图像拾取装置

(57)摘要

本发明公开了能够产生咔哒感觉的振动驱动设备和图像拾取装置。提供当手动操作由振动致动器驱动的操作部件时给予适当的咔哒感觉的振动驱动设备。控制器向压电元件施加驱动信号,该驱动信号用于在与压电元件接合的弹性体中仅激励与弹性体和被驱动元件之间的接触表面垂直的第一振动,或者激励第一振动和与接触表面平行的第二振动。当操作部件的位置处于驱动区间外时,仅第一振动被激励,而当处于驱动区间内时,第一振动和第二振动被激励以便使得位置更接近设定在驱动区间内的目标位置。当位置处于驱动区间中的区间中达预定的时间段时,停止驱动信号的施加。



1. 一种振动驱动设备,其特征在于,包括:

振动致动器,该振动致动器包含:

振动元件,该振动元件包含机电能量转换元件和与所述机电能量转换元件接合的弹性体,和

被驱动元件,该被驱动元件与所述弹性体压力接触;

位置检测单元,该位置检测单元被配置为检测所述振动元件与所述被驱动元件之间的相对位置;以及

控制器,该控制器向所述机电能量转换元件施加用于在所述弹性体中激励振动的驱动信号以控制所述振动致动器的所述弹性体的驱动,

其中,在所述相对位置处于第一区间内的情况下,所述控制器执行控制以激励所述弹性体以便使得所述相对位置更接近设定在所述第一区间内的目标位置,而在所述相对位置处于所述第一区间外的情况下,所述控制器执行控制以在所述弹性体中激励与所述弹性体和所述被驱动元件之间的接触表面垂直的方向上的第一振动。

2. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,第一区间包含第二区间,该第二区间包含目标位置,并且

其中,在相对位置处于第二区间内的情况下,所述控制器通过施加驱动信号在所述弹性体中激励第一振动。

3. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,还包括目标位置设定单元,该目标位置设定单元被配置为设定目标位置。

4. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,还包括区间设定单元,该区间设定单元被配置为在多个第一区间中的两个相邻的区间中的每一个之间设定所述控制器通过驱动信号在所述弹性体中激励第一振动的区间。

5. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,振动包含所述弹性体中的第一振动和与接触表面平行的第二振动,并且

所述控制器改变第一振动的幅度值或第二振动的幅度值。

6. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,还包括确定单元,该确定单元被配置为确定相对位置是否处于第一区间内。

7. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,振动包含所述弹性体中的第一振动和与接触表面平行的第二振动,

振动驱动设备还包括幅度检测单元,该幅度检测单元被配置为检测在所述弹性体中激励的第一振动的幅度或第二振动的幅度,并且

所述控制器基于由所述幅度检测单元检测的幅度来控制驱动信号的幅度。

8. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,所述控制器通过施加频率、电压和相位差中的一个被控制的驱动信号来改变用于使所述振动元件和所述被驱动元件相对于彼此移动的驱动力的大小。

9. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,第一区间包含第二区间,该第二区间包含目标位置,并且

其中,当相对位置处于第二区间内达包含零时间的预定时间段时,所述控制器停止向所述机电能量转换元件施加驱动信号。

10. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,在相对位置处于第一区间内的情况下,所述控制器控制振动致动器使得由振动致动器产生的摩擦驱动力的方向取决于目标位置的相对位置所位于的那一侧。

11. 根据权利要求9所述的振动驱动设备,其中,第二区间包含第三区间,该第三区间包含目标位置,并且

其中,在相对位置处于第三区间内的情况下,所述控制器通过驱动信号在所述弹性体中激励第一振动。

12. 根据权利要求9所述的振动驱动设备,还包括确定单元,该确定单元被配置为确定相对位置是否处于第二区间内,并且

其中,当所述确定单元确定相对位置处于第二区间内时,所述控制器停止向所述机电能量转换元件施加驱动信号。

13. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,振动包含第一振动和第二振动,其中,所述控制器执行控制以随着相对位置远离目标位置移动而增大第二振动,并且其中,第二振动是与接触表面平行的方向上的振动。

14. 根据权利要求1所述的振动驱动设备,其中,振动包含第一振动和第二振动,其中,所述控制器执行控制以随着相对位置远离目标位置移动而增大第二振动与第一振动的比率,并且

其中,第二振动是与接触表面平行的方向上的振动。

15. 一种图像拾取装置,其特征在于,包括:

振动驱动设备,该振动驱动设备包含振动致动器,

所述振动致动器包含:

振动元件,该振动元件包含机电能量转换元件和与所述机电能量转换元件接合的弹性体,和

被驱动元件,该被驱动元件与所述弹性体压力接触;以及

操作部件,该操作部件与包含在所述振动驱动设备中的所述振动致动器直接或间接地接合,并且由所述振动致动器驱动,

所述振动驱动设备还包含:

位置检测单元,该位置检测单元被配置为检测所述振动元件与所述被驱动元件之间的相对位置,和

控制器,该控制器向所述机电能量转换元件施加用于在所述弹性体中激励振动的驱动信号以控制所述振动致动器的所述弹性体的驱动,

其中,在所述相对位置处于第一区间内的情况下,所述控制器执行控制以激励所述弹性体以便使得所述相对位置更接近设定在所述第一区间内的目标位置,而在所述相对位置处于所述第一区间外的情况下,所述控制器执行控制以在所述弹性体中激励与所述弹性体和所述被驱动元件之间的接触表面垂直的方向上的第一振动。

16. 根据权利要求15所述的图像拾取装置,还包括开关,该开关产生用于允许通过减小摩擦保持力来手动操作所述操作部件的信号,该摩擦保持力作用于形成所述振动致动器的所述弹性体和所述被驱动元件之间,并且

其中,当所述开关被接通时,所述控制器向所述机电能量转换元件施加用于在所述弹

性体中激励第一振动的驱动信号。

17. 根据权利要求15所述的图像拾取装置, 其中, 所述操作部件具有圆环形状, 并且以绕光轴环绕包含在图像拾取装置中的拍摄光学系统的方式被布置, 并且

其中, 通过用于绕光轴旋转所述操作部件的手动操作, 拍摄模式或拍摄参数被设定。

18. 根据权利要求15所述的图像拾取装置, 其中, 振动包含第一振动和第二振动, 其中, 所述控制器执行控制以随着相对位置远离目标位置移动而增大第二振动, 并且其中, 第二振动是与接触表面平行的方向上的振动。

19. 根据权利要求15所述的图像拾取装置, 其中, 振动包含第一振动和第二振动, 其中, 所述控制器执行控制以随着相对位置远离目标位置移动而增大第二振动与第一振动的比率,

其中, 第二振动是与接触表面平行的方向上的振动。

## 能够产生咔哒感觉的振动驱动设备和图像拾取装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及包含振动致动器和用于该振动致动器的控制器的振动驱动设备、以及图像拾取装置,并且更特别地涉及用于在手动操作振动致动器时产生咔哒(click)感觉的控制技术。

### 背景技术

[0002] 近年来,诸如数字照相机的图像拾取装置包括具有设置在透镜镜筒周围以便使得能够改变拍摄条件等的设定的手动操作环部件的图像拾取装置。该环部件具有用于产生咔哒感觉的机构。这使得手动操作环部件的操作者(用户)能够基于操作者的手指的触感识别操作者为了改变设定已经过的步数。

[0003] 作为用于为环部件提供咔哒感觉的机构,例如,已知存在通过使咔哒板与咔哒球彼此接触产生咔哒感觉的机构。然而,一般地,该机构使得咔哒感觉以固定的间隔产生,因此根据要被设定的参数的类型或者操作模式,操作者有时需要使环部件旋转多圈,这不是用户友好的。

[0004] 为了解决该问题,已提出了能够根据希望被设定的操作模式或参数改变是否产生咔哒感觉和/或产生间隔的设定的操作环(参见例如日本专利公开No.2013-101306)。并且,对于电子装置(数字照相机),已提出了具有用于通过使用致动器为用户接口提供咔哒感觉的配置的操作单元(参见例如日本专利公开No.2012-155674)。

[0005] 在日本专利公开No.2013-101306中描述的技术中,通过使用压电元件的负荷控制器改变操作环上的负荷,以由此产生咔哒感觉。因此,不能使操作者感到如同操作环被引入到产生咔哒的位置中的感觉。并且,存在这样的问题:即操作环在操作者使操作者的手从操作环脱离的位置处停止,因此操作环不一定在预设的位置处停止。

[0006] 另一方面,在日本专利公开No.2012-155674中描述的技术中,通过使用角度检测器和扭矩检测器控制DC马达来产生咔哒感觉,因此能够适当地产生咔哒感觉。然而,需要使用扭矩检测器,这增加了组件的数量,使得图像拾取装置的重量增加,并且进一步地,成本也增加。

[0007] 并且,日本专利公开No.2010-257052描述了包含振动致动器(超声马达)的振动驱动设备(旋转输入设备)。然而,该振动驱动设备遭受以下问题:

[0008] 在操作者手动操作通过振动致动器驱动的旋转操作元件的情况下,当振动致动器处于非驱动状态时,振动致动器仅在手动操作力超过由彼此压力接触的定子和转子之间的摩擦产生的静摩擦扭矩之后开始旋转。因此,需要大的操作力,并且更重要的是,不能获得平滑的操作感觉。并且,在其旋转操作期间还需要超过运动摩擦扭矩的操作力,因此不容易操作旋转操作元件。另一方面,如果定子与转子之间的摩擦力被设定为小的值,那么引起如同旋转操作元件被引入到希望的位置中的感觉的力如此小以至于不能感觉到足够的反作用力。

[0009] 并且,存在这样的问题:即当旋转力的方向在正常方向与反方向之间切换时,在希

望的位置周围出现振荡行为,这妨碍旋转操作元件的位置被精确设定为希望的位置。

### 发明内容

[0010] 本发明提供使得能够通过振动致动器驱动并且通过操作者手动操作的操作部件能够在操作者手动操作该操作部件时以简单的配置产生适当的咔哒感觉并且被精确地定位的技术。

[0011] 在本发明的第一方面中,提供一种振动驱动设备,该振动驱动设备包括:振动致动器,该振动致动器包含:振动元件,该振动元件包含机电能量转换元件和与所述机电能量转换元件接合的弹性体,和被驱动元件,该被驱动元件与所述弹性体压力接触;位置检测单元,该位置检测单元被配置为检测所述振动元件与所述被驱动元件之间的相对位置;以及控制器,该控制器向所述机电能量转换元件施加驱动信号,该驱动信号用于在所述弹性体中仅激励与所述弹性体和所述被驱动元件之间的接触表面垂直的方向上的第一振动,或者激励第一振动和与接触表面平行的第二振动,其中,在相对位置处于第一区间(section)外的情况下,所述控制器通过驱动信号在所述弹性体中仅激励第一振动,而在相对位置处于第一区间内的情况下,所述控制器通过驱动信号在所述弹性体中激励第一振动和第二振动,以便使得相对位置更接近设定在第一区间内的目标位置,其中,第一区间包含第二区间,该第二区间包含目标位置,并且其中,当相对位置处于第二区间内达包含零的预定时间段时,所述控制器停止向所述机电能量转换元件施加驱动信号。

[0012] 在本发明的第二方面中,提供一种图像拾取装置,该图像拾取装置包括:振动驱动设备,该振动驱动设备包含振动致动器,所述振动致动器包含:振动元件,该振动元件包含机电能量转换元件和与所述机电能量转换元件接合的弹性体,和被驱动元件,该被驱动元件与所述弹性体压力接触,以及操作部件,该操作部件与包含在所述振动驱动设备中的所述振动致动器直接或间接地接合,并且由所述振动致动器驱动,所述振动驱动设备还包含:位置检测单元,该位置检测单元被配置为检测所述振动元件与所述被驱动元件之间的相对位置,和控制器,该控制器向所述机电能量转换元件施加驱动信号,该驱动信号用于在所述弹性体中仅激励与所述弹性体和所述被驱动元件之间的接触表面垂直的方向上的第一振动,或者激励第一振动和与接触表面平行的第二振动,其中,在相对位置处于第一区间外的情况下,所述控制器通过驱动信号在所述弹性体中仅激励第一振动,而在相对位置处于第一区间内的情况下,所述控制器通过驱动信号在所述弹性体中激励第一振动和第二振动,以便使得相对位置更接近设定在第一区间内的目标位置,其中,第一区间包含第二区间,该第二区间包含目标位置,并且其中,当相对位置处于第二区间内达包含零的预定时间段时,所述控制器停止向所述机电能量转换元件施加驱动信号。

[0013] 根据本发明,当操作者手动操作能够通过振动致动器驱动并且通过操作者手动操作的操作部件时,操作部件可以简单的配置产生适当的咔哒感觉并且精确地定位该操作部件。

[0014] 从以下的示例性实施例的描述(参照附图),本发明的进一步特征将变得清楚。

### 附图说明

[0015] 图1A是应用根据本发明的实施例的振动驱动设备的图像拾取装置的外观的透视

图。

[0016] 图1B是包含在图像拾取装置中的操作部件及其周边组件的示意性截面图。

[0017] 图1C是作为包含在图像拾取装置中的振动致动器的组件的弹性体的透视图。

[0018] 图2是包含在图1所示的图像拾取装置中的根据第一实施例的振动驱动设备的控制器的示意性框图。

[0019] 图3A是示出通过包含在图2所示的控制器中的振动比率确定部分设定的驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间的关系的第一示例的示图。

[0020] 图3B是示出在驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间设定的关系的第二示例的示图。

[0021] 图4A是示出在出现在图3A或图3B中的目标位置的附近设置具有设定为0的振动比率命令值的允许范围的情况的一个设定示例的示图。

[0022] 图4B是示出设置允许范围的情况的另一设定示例的示图。

[0023] 图5A是示出在驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间设定的关系的第三示例的示图。

[0024] 图5B是示出在驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间设定的关系的第四示例的示图。

[0025] 图5C是示出在驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间设定的关系的第五示例的示图。

[0026] 图6A是示出在驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间设定的关系的第六示例的示图。

[0027] 图6B是示出在驱动区间和目标位置与振动比率命令值之间设定的关系的第七示例的示图。

[0028] 图7A是作为根据第一实施例的振动驱动设备的振动致动器的第一变型的组件的振动元件的示意性透视图。

[0029] 图7B是在解释在作为振动致动器的第一变型的组件的振动元件中激励的振动模式时可使用的示图。

[0030] 图7C是在解释在振动元件中激励的另一振动模式时可使用的示图。

[0031] 图8A是根据第一实施例的振动驱动设备的振动致动器的第二变型的示意图。

[0032] 图8B是在解释在作为振动致动器的第二变型的组件的振动元件中激励的振动模式时可使用的示图。

[0033] 图8C是在解释在振动元件中激励的另一振动模式时可使用的示图。

[0034] 图9是包含在图1所示的图像拾取装置中的根据第二实施例的振动驱动设备的振动致动器的控制器的示意性框图。

[0035] 图10是示出通过图9所示的控制器设定的驱动区间、目标位置和停止检测区间与振动比率命令值之间的关系的关系的示图。

[0036] 图11是由控制器执行的用于控制振动致动器的驱动的驱动控制处理的流程图。

[0037] 图12是示出图10所示的驱动区间、目标位置和停止检测区间与振动比率命令值之间的关系的关系的变型的示图。

## 具体实施方式

[0038] 现在,以下将参照示出本发明的实施例的附图详细描述本发明。

[0039] 图1A是应用根据本发明的实施例的振动驱动设备的图像拾取装置100的外观的透视图。图1B是包含在图像拾取装置100中的操作部件3及其周边组件的示意性截面图。图1C是作为包含在图像拾取装置100中的振动致动器1的组件的弹性体13的透视图。

[0040] 如图1A所示,图像拾取装置100具有透镜镜筒101被设置在照相机体102的前侧并且具有环形状的操作部件3以环绕透镜镜筒101的方式被设置的结构。操作部件3是应用改变拍摄模式和诸如变焦、聚焦、ISO值的各种拍摄参数的功能的用户接口。在图像拾取装置100中,已通过透镜镜筒101的光在设置在照相机体102中的未示出的图像拾取设备(例如,CMOS图像传感器)或胶片上形成图像,由此物体图像被拍摄。

[0041] 如图1B所示,操作部件3并入具有环形状的振动致动器1,并且振动致动器1包含加压部件11、压电元件12、弹性体13和被驱动元件15。压电元件12和弹性体13形成振动元件。

[0042] 作为机电能量转换元件的示例的压电元件12具有一个表面,压电元件12的所述一个表面与弹性体13接合。压电元件12的表面(经由该表面压电元件12与弹性体13接合)形成有与GND电位连接的共用电极(全表面电极),并且压电元件12的另一表面形成有驱动电极(驱动信号被施加到该驱动电极中的每一个)。通过向压电元件12的驱动电极施加具有时间相位差的二相驱动信号,在弹性体13中激励沿圆周方向行进的弯曲振动(行波)。注意,存在使得能够在弹性体13中激励这种行波的压电元件12的各种配置,并且可以使用众所周知的配置。因此,省略其详细描述。

[0043] 尽管没有示出,但是诸如柔性电路板的用于向压电元件12施加驱动信号的布线单元被设置在压电元件12的驱动电极侧与加压部件11之间。作为加压部件11,例如可以使用环形片簧。

[0044] 弹性体13例如由诸如不锈钢的金属形成,并且如图1C所示,弹性体13的与被驱动元件15接触的表面沿圆周方向以预定间隔形成有突起14(换句话说,通过以预定间隔形成沟槽来形成突起14)。突起14的数量比在弹性体13中激励的弯曲振动的阶数大,并且由通过压电元件12激励的弯曲振动而引起的位移在每个突起14的先端(extremity)处被放大。

[0045] 尽管在弹性体13中激励行进的弯曲振动,但是当仅关注突起14中的一个时,垂直于与被驱动元件15的接触表面的方向上的上推(thrust-up)振动和平行于与被驱动元件15的接触表面的方向上的馈送(feed)振动被合成,由此使得突起14执行椭圆振动。这里,通过由加压部件11施加的加压力,使弹性体13的每个突起14和被驱动元件15彼此压力接触。因此,通过在每个突起14处激励的椭圆运动,在弹性体13与被驱动元件15之间的接触表面上产生圆周方向上的摩擦驱动力(推力),由此能够通过该摩擦驱动力使弹性体13和被驱动元件15相对于彼此移动(旋转)。

[0046] 注意,在本实施例中,加压部件11被固定到照相机体102并且还和压电元件12接合,由此被驱动元件15被驱动以相对于固定振动元件(压电元件12和弹性体13)旋转。

[0047] 通过施加到压电元件12的二相驱动信号之间的相位差 $\Delta$ ,被驱动元件15的驱动的方向(旋转的方向)和摩擦驱动力改变。例如,假定相位差 $\Delta$ 处于 $0^\circ < \Delta < 180^\circ$ 的范围中的情况下的驱动方向是顺方向(forward direction),那么在相位差 $\Delta$ 处于 $0^\circ > \Delta > -180^\circ$ 的范围中的情况下,在每个突起14处产生的椭圆运动的方向反转,由此驱动方向反转。在通过

具有0度和 $\pm 180$ 度以外的预定相位差 $\Delta$ 的驱动信号在弹性体13中激励振动的状态下,随着在弹性体13中激励的振动的幅度越大,馈送振动的分量(component)变得越大,并且因此施加到被驱动元件15的摩擦驱动力也变得越大。当驱动信号之间的相位差 $\Delta$ 基本上等于 $\pm 90$ 度时,摩擦驱动力变为最大。

[0048] 另一方面,在相位差 $\Delta$ 等于0度或者 $\pm 180$ 度的情况下,在每个突起14处不产生馈送振动,并且作为上推振动的驻波在弹性体13中产生弯曲振动,并因此不产生用于驱动被驱动元件15以沿圆周方向旋转的推力。当产生这种驻波时,多个突起14中的一些被重复地与被驱动元件15接触,并且一些不与被驱动元件15接触。并且,在驱动信号之间的相位差 $\Delta$ 等于0度的情况与该相位差 $\Delta$ 等于 $\pm 180$ 度的情况之间,驻波在产生它的位置相位上不同。

[0049] 给出通过具有 $-90$ 度 $\leq \Delta \leq 0$ 度的范围和 $0$ 度 $\leq \Delta \leq +90$ 度的范围的相位差 $\Delta$ 的驱动信号驱动振动致动器1的示例的以下描述。然而,驱动信号之间的相位差 $\Delta$ 不限于此,而是只要相位差可使得被驱动元件15被驱动旋转,该相位差就可以被设定为任何希望的相位差。

[0050] 被驱动元件15与操作部件3接合。因此,通过驱动被驱动元件15旋转,能够驱动操作部件3旋转。由于弹性体13和被驱动元件15通过由加压部件11施加的加压力彼此压力接触,因此在弹性体13中不激励振动的状态下通过静摩擦力产生高的保持扭矩。因此,不容易手动旋转与被驱动元件15接合的操作部件3(通过向其外部施加力)。

[0051] 然而,在从弹性体13作用于被驱动元件15上的上推振动分量增加的状态下,弹性体13和被驱动元件15彼此接触的面积减少,并且接触时间也减少,因此弹性体13与被驱动元件15之间的摩擦保持力变得比静摩擦力小。因此,通过调整上推振动的幅度值,能够在某一范围内如希望的那样调整弹性体13与被驱动元件15之间的摩擦保持力,这使得能够手动旋转操作部件3。

[0052] 下面,将给出控制根据第一实施例的振动驱动设备的振动致动器1的驱动的控制器的描述。图2是控制振动致动器1的驱动的控制器的示意性框图,该控制器由附图标记2表示。振动致动器1和控制振动致动器1的驱动的控制器的形成根据第一实施例的振动驱动设备。控制器2被安装在例如照相机体102的预定位置处。因此,图像拾取装置100包含振动驱动设备。

[0053] 控制器2包含尽管在图2中以简化方式示出、但执行控制器2的总体操作的集中控制的MPU 50、振动幅度控制器21、振动比率确定部分24和驱动信号产生部分20。振动幅度控制器21包含振动幅度设定部分22和控制计算器23。并且,振动比率确定部分24包含位置范围设定部分25和范围内位置(position-in-range)确定部分26。包含在控制器2中的部分可通过以下配置实现:例如,由振动幅度控制器21和振动比率确定部分24执行的运算可以由专用MPU实现,或者可以通过由控制器2的MPU 50或者包含在图像拾取装置100中的CPU执行预定程序来实现。可替代地,也可通过FPGA或逻辑电路实现处理运算。驱动信号产生部分20包括用于产生周期信号的电路和用于升压(boost)周期信号的电路。用于产生周期信号的电路可以由MPU实现,或者可以由CPU、FPGA、振荡电路、VCO(电压控制传送器)、脉冲产生电路等中的任何一个实现。作为用于升压周期信号的电路,在使用数字脉冲状信号的形式周期信号的情况下,该电路可通过以下电路配置实现:在该电路配置中,周期信号通过使用开关电路和变换器的电路被升压,并且作为驱动信号30被输出。并且,在例如通过VCO

使用模拟正弦波的形式周期信号的情况下,驱动信号产生部分20也可通过以下电路配置实现:在该电路配置中,周期信号通过使用放大器和变换器的电路被升压,并且作为驱动信号30被输出。

[0054] 振动致动器1具有振动幅度检测部分4,并且从振动幅度检测部分4输出的检测结果被传递到振动幅度控制器21。振动幅度检测部分4例如是除了压电元件12以外与弹性体13的后表面接合的压电元件,并且检测通过接收与振动幅度对应的应力而产生的电压作为指示在弹性体13中激励的振动幅度的大小的信号。注意,包含在压电元件12中的多个驱动电极中的一个可被用作振动幅度检测部分4的用于振动幅度检测的电极。在用于振动幅度检测的电极处产生的电压是AC电压,因此通过使AD转换器将经受全波整流和平滑的电压转换成数值,能够使用该AC电压以用于由控制器2的MPU 50执行的处理运算。可替代地,通过使用RMS-DC转换电路确定AC电压的有效值,AC电压可被用于处理运算。

[0055] 尽管在图1B中没有示出,但是检测操作部件3的旋转相位的位置检测部分5(参见图2)被设置在由透镜镜筒101和照相机体102形成的空间(参见图1B)中。位置检测部分5例如是旋转编码器,并且向控制器2的MPU 50传送旋转相位检测信号。控制器2的MPU 50处理从位置检测部分5传递的旋转相位检测信号以确定当前位置40,并且将当前位置40供给到振动比率确定部分24。注意,振动幅度检测部分4和位置检测部分5在图2中以不包含在控制器2中的方式被示出,但是当考虑它们的功能时,可包含在控制器2的组成元件中。另一方面,振动幅度检测部分4和位置检测部分5在考虑它们被设置的位置时也可不包含在控制器2的组成元件中,而是包含在振动致动器1的组成元件中。

[0056] 在振动幅度控制器21中,来自振动幅度检测部分4的输出与由振动幅度设定部分22设定的目标振动幅度31之间的差被输入到控制计算器23。该控制计算器23例如是执行PID控制的计算器,并且基于所述输入的差产生驱动信号30的幅度命令值32,并且将幅度命令值32输出到驱动信号产生部分20。

[0057] 振动比率确定部分24的范围内位置确定部分26确定基于从位置检测部分5输出的旋转相位检测信号而确定的当前位置40是否处于驱动区间41(参见图3A和图3B)内,该驱动区间41是由位置范围设定部分25设定的预定位置。注意,当前位置40是指示被驱动元件15(操作部件3)与振动元件之间的相对位置(被驱动元件15关于振动元件的相对位置)的信息。

[0058] 然后,振动比率确定部分24基于由范围内位置确定部分26执行的确定的结果确定馈送振动分量的比率,并且将确定的比率作为振动比率命令值33输出到驱动信号产生部分20。更具体而言,在当前位置40处于驱动区间41外的情况下,振动比率确定部分24将要被输出的振动比率命令值33设定为0。另一方面,在当前位置40处于驱动区间41内的情况下,振动比率确定部分24输出与由位置范围设定部分25设定的目标位置42与当前位置40之间的差成比例的振动比率命令值33。将在下文中参照图3A和图3B描述驱动区间41和目标位置42与振动比率命令值33之间的关系。

[0059] 驱动信号产生部分20基于幅度命令值32和振动比率命令值33产生二相驱动信号30使得二相驱动信号30之间的时间相位差改变,并且将驱动信号30输出到振动致动器1的压电元件12。通过施加由此产生的驱动信号30,在振动致动器1的弹性体13中激励上述振动。例如,当振动比率命令值33等于0时,驱动信号产生部分20将相位差设定为0,以由此使

得在弹性体13中仅激励上推振动,而不使得在其中激励馈送振动。并且,驱动信号产生部分20在振动比率命令值33为正值时将二相驱动信号之间的相位差 $\Delta$ 设定为0到90度的范围中的度数,并且在振动比率命令值33为负值时将该相位差 $\Delta$ 设定为-90到0度的范围中的度数。此时,相位差 $\Delta$ 的大小(绝对值)与振动比率命令值33的大小成比例。并且,驱动信号产生部分20根据幅度命令值32改变驱动信号30的驱动电压和驱动频率中的一个或两个。在这样做时,基本上基于随着驱动电压变得越高振动幅度变得越大且随着驱动频率变得越高振动幅度变得越小的特性控制驱动信号30。

[0060] 可例如通过接通设置在图像拾取装置100中的预定开关60开始驱动信号30的输出。例如,该配置可以使得当控制图像拾取装置100的总体操作的MPU 200检测到预定开关60的接通时,从MPU 200向控制器2的MPU 50发送控制信号,这使得控制器2输出驱动信号30。利用该配置,在紧靠操作者手动操作操作部件3之前开始驱动信号30的输出,这使得能够实现电力节省,并且进一步地,能够抑制弹性体13和被驱动元件15的接触表面的磨损。

[0061] 也可通过在驱动信号30的输出期间基于从位置检测部分5输出的旋转相位检测信号停止驱动信号30的输出的配置获得该效果。并且,也可通过在确定没有操作被执行达预定的时间段的情况下、或者在预定开关60被关断的情况下停止驱动信号30的输出的配置获得该效果。注意,可以不响应于开关60等的操作而是基于从检测操作部件3被手保持的压力传感器输出的检测结果、或者来自检测旋转方向上的外力被施加到操作部件3的传感器的输出开始驱动信号30的输出。

[0062] 图3A是示出在振动比率确定部分24中设定的驱动区间41和目标位置42与振动比率命令值33之间的关系的第一示例的示图。在图3A所示的示图中,水平轴代表操作部件3的旋转位置,垂直轴代表振动比率命令值33。垂直轴上的“Max”的值代表用于产生顺方向上的摩擦驱动力的振动比率命令值33的最大值。而“-Max”的值代表用于产生逆方向(backward direction)上的摩擦驱动力的振动比率命令值33的最大值。当振动比率命令值33为正值时,产生顺方向上的摩擦驱动力,而当振动比率命令值33为负值时,产生逆方向上的摩擦驱动力。注意,尽管在本示例中“Max”和“-Max”代表振动比率命令值33的最大值,但是当操作者希望减小要被产生的哒哒感觉时,可以使这些“Max”和“-Max”比最大值小。

[0063] 位置范围设定部分25保持多个驱动区间41和目标位置42。每个驱动区间41和与其相关联的每个目标位置42形成一对,并且在由下限和上限所限定的一个驱动区间41中设定一个目标位置42。图3A通过示例示出在驱动区间41a中设定的目标位置42a、在驱动区间41b中设定的目标位置42b和在驱动区间41c中设定的目标位置42c,但是也在从图3A中的示图省略的驱动区间中的每一个中设定目标位置。通过这样设定驱动区间和目标位置,例如在当前位置40处于驱动区间41b内时,从振动比率确定部分24输出与当前位置40和目标位置42b之间的差成比例的振动比率命令值33。

[0064] 下面,将给出当操作者沿顺方向手动旋转操作部件3时由控制器2执行的控制和操作者的手指(手)所感觉到的操作感的描述。

[0065] 在当前位置40处于驱动区间41外的情况下,振动比率命令值33被设定为0。在该状态下,馈送振动分量为0,使得不产生用于驱动被驱动元件15旋转的摩擦驱动力,因此操作部件3不被驱动旋转。另一方面,上推振动被产生,因此作用于弹性体13与被驱动元件15之间的摩擦保持力减小。因此,当操作者手动旋转操作部件3时,操作者可容易地执行旋转操

作。

[0066] 接着,在操作部件3沿顺方向(第一方向)被旋转由此使得当前位置40进入一个驱动区间41并且朝目标位置42移动但还没有到达目标位置42的情况下,振动比率确定部分24对驱动信号产生部分20设定正的振动比率命令值33。作为结果,在操作部件3上产生用于沿顺方向(与通过手动操作移动操作部件3的方向相同的方向)驱动操作部件3的摩擦驱动力,由此手动操作操作部件3的操作者的手感觉到操作部件3被引向目标位置42的操作感。

[0067] 在操作者沿顺方向进一步手动操作操作部件3由此使得当前位置40在驱动区间41内经过目标位置42并且进一步移动远离目标位置42的情况下,振动比率确定部分24设定负的振动比率命令值33。这使得在操作部件3上产生用于沿与作为手动旋转操作部件3的方向的顺方向(第一方向)相反的相反方向(第二方向)驱动操作部件3的摩擦驱动力,由此手动操作操作部件3的操作者的手可感觉到排斥(repulsion)力。随着当前位置40移动更远离目标位置42,该排斥力被更强烈地感觉到。

[0068] 如上所述,产生施加到被驱动元件15的使得操作部件3与被驱动元件15一致旋转的摩擦驱动力的方向基于驱动区间41中的当前位置40与目标位置42之间的关系而切换,由此使得当前位置40与目标位置42重合。这样,施加到操作部件3的扭矩的变化给予操作者的手咔哒感觉。并且,当操作者在驱动区间41内使操作者的手从操作部件3脱离时,通过控制振动致动器1的驱动的控制单元2,操作部件3被自动地定位在目标位置42处。这防止了操作部件3在中途位置处停止的问题。并且,如图3A所示,通过以预定间隔布置分别用于提供咔哒感觉的驱动区间41,能够与操作者对操作部件3所执行的操作的量成比例地顺次给予操作者咔哒感觉。

[0069] 注意,位置范围设定部分25和振动幅度设定部分22的主控制器可经由位置范围设定部分25设定和改变驱动区间41和目标位置42,并且经由振动幅度设定部分22设定和改变目标振动幅度31。主控制器的示例是控制图像拾取装置100的总体操作的MPU 200。这使得能够根据要通过操作部件3设定的拍摄参数和拍摄模式等中的每一个调整咔哒感觉的产生间隔和强度以及振动比率命令值33等于0的状态下摩擦保持力的减小量,由此能够获得大的便利和良好的操作感觉。

[0070] 并且,尽管在图3A中在驱动区间41中的每相邻的驱动区间之间设置振动比率命令值33等于0的区间,但是该区间不一定需要被设置。图3B是示出在振动比率确定部分24中设定的驱动区间41和目标位置42与振动比率命令值33之间的关系的第二示例的示图。如图3B所示,多个驱动区间41可以以连续的方式被设置,在其间没有任何插入的区间。

[0071] 尽管在以上的描述中振动比率命令值33与目标位置42和当前位置40之间的距离成比例地改变,但是也希望在目标位置42的附近设置其中振动比率命令值33被设定为0的允许范围。这是由于以下原因:在振动致动器1中,在通过振动元件(弹性体13)施加到被驱动元件15的摩擦驱动力大的这样的情况下以及在惯性负荷大的这样的情况下,存在操作部件3在目标位置42处不停止而是重复地向目标位置42的前后移动的可能性。在该情况下,出现操作部件3的振动往复运动,使得操作者有时通过他/她的手指感觉不到咔哒感觉,而是感觉到振动。

[0072] 图4A和图4B是分别示出在目标位置42的附近设置具有设定为0的振动比率命令值33的允许范围43的一个设定示例的示图。通过如图4A所示的那样设定允许范围,在当前位

置40处于允许范围43中时,不产生通过振动元件(弹性体13)施加到被驱动元件15的摩擦驱动力,这防止产生操作部件3的振动运动。并且,如图4B所示,即使当采用振动比率命令值33从允许范围43的相对边界中的每一个(当前位置离开允许范围43的点)成比例地改变的形式时,类似地,也不引起操作部件3的振动运动。这使得能够防止在操作部件3中产生振动往复运动。注意,允许范围43例如通过位置范围设定部分25设定。

[0073] 尽管在以上的描述中如图3A和图3B、以及图4A和图4B所示的那样在驱动区间41的中央设定目标位置42并且与离目标位置42的距离成比例地对照设定振动比率命令值33,但是设定目标位置42的方法不限于此。图5A、图5B和图5C是示出在振动比率确定部分24中设定的驱动区间41和目标位置42与振动比率命令值33之间的关系的第三示例、第四示例和第五示例的示意图。

[0074] 如图5A中的第三示例所示,目标位置42(目标位置42a、42b、42c、...)可以分别被设定为在驱动区间41(驱动区间41a、41b、41c、...)的范围内从驱动区间41s中的相关联的一个的中央偏移的位置。并且,如图5B中的第四示例所示,振动比率命令值33的梯度可以在目标位置42之前和之后改变。该设定可给予操作者这样的操作感:操作部件3沿顺方向的手动旋转容易执行,但是该操作部件3沿逆方向的手动旋转产生如棘轮所产生的那样强的排斥力。

[0075] 如图5C中的第五示例所示,可以分别紧靠宽的操作范围45的相对端部的外侧设定驱动区间41(驱动区间41a和41b),并且可以在操作范围45与驱动区间41之间的各边界处设定目标位置42(目标位置42a和42b)。在该情况下,在当前位置40从目标位置42a或42b移动到与其相关联的驱动区间41中时,能够仅产生将操作部件3从驱动区间41压回去的力。因此,操作者可感觉到排斥感,如同使操作部件3与虚拟障碍物紧邻(abutment)。因此,第五示例优选被应用于用于在通过旋转操作部件3改变拍摄参数时使用的拍摄参数的上限值和下限值。即,当操作者试图通过手动旋转操作部件3进行的拍摄参数的设定达到其上限值或下限值时仅产生排斥力,由此操作者可知道操作部件3已到达应当在其中进行设定的可操作范围的端部。

[0076] 注意,可通过振动致动器1输出的摩擦驱动力具有限制。因此,该配置例如可以使得,在由操作者用比排斥力大的过量(excessive)的力旋转操作部件3的情况下,通过停止驱动信号来锁定振动致动器1。操作部件3是否被用过量的力操作旋转可容易地基于驱动区间41与当前位置40之间的关系确定。

[0077] 尽管在图3A和图3B以及图5A-5C所示的第一到第五示例中输出与目标位置42和当前位置40之间的差成比例的振动比率命令值33,但是设定振动比率命令值33的方法不限于这些。图6A和图6B是示出在振动比率确定部分24中设定的驱动区间41和目标位置42与振动比率命令值33之间的关系的第六示例和第七示例的示意图。

[0078] 在图6A中的第六示例中,根据当前位置40是处于驱动区间41内还是外以及当前位置40与目标位置42的差是正还是负,输出0、正值和负值的三个值中的一个作为振动比率命令值33。并且,可以基于使摩擦驱动力关于被驱动元件15的位置基本上恒定的这样的指标创建振动比率命令值33的表,并且可以基于目标位置42与当前位置40之间的差和所述表确定振动比率命令值33。并且,如图6B中的第七示例所示,与图3A所示的第一示例相比,振动比率命令值33可以在驱动区间41内部分不连续地改变。例如,在当振动比率命令值33接近0时所产生的摩擦驱动力变得太小的情况下,通过使用第七示例,有望改善摩擦驱动力。

[0079] 尽管在以上的描述中驱动信号产生部分20基于从振动比率确定部分24输入的振动比率命令值33改变二相驱动信号之间的时间相位差 $\Delta$ ，但是产生二相驱动信号的方法不限于此。例如，可以采用二相驱动信号30之间的时间相位差 $\Delta$ 被固定为90度且控制二相驱动信号30中的一个的幅度值的方法。在该情况下，当驱动信号中的所述一个的幅度被设定为0时，在弹性体13中仅产生上推振动分量。并且，当驱动信号中的所述一个的幅度被设定为正值时，可产生顺方向上的馈送振动，而当其幅度的方向反转时，可产生逆方向上的馈送振动。

[0080] 产生上推振动分量的方法不限于将二相驱动信号30之间的相位差 $\Delta$ 设定为0度的方法，而是如上所述，相位差 $\Delta$ 可以被设定为 $\pm 180$ 度。并且，可在相位差 $\Delta$ 被设定为0度的情况与相位差 $\Delta$ 被设定为 $\pm 180$ 度的情况之间选择性地改变弹性体13沿产生上推振动的圆周的部分。因此，通过周期性地改变相位差 $\Delta$ ，能够防止仅在弹性体13和被驱动元件15沿圆周的特定部分处渐增地引起磨损。并且，通过减小二相驱动信号30的幅度或者增大驱动频率，能够减小弹性体13的振动幅度，由此通过组合使用该方法，能够调整施加到被驱动元件15的摩擦驱动力。

[0081] 尽管在上述实施例中通过除了压电元件12以外设置的压电元件或者通过设置在压电元件12上的用于振动检测的另外的电极来实现振动幅度检测部分4，但是可以通过使用其它方法检测在弹性体13中激励的振动的大小。例如，可以通过检测流入到压电元件12中的电流的机械振动分量的方法、使用已知的应变规 (strain gauge) 的方法或者光学检测方法检测振动幅度。

[0082] 并且，尽管在上述实施例中通过使用从振动幅度检测部分4输出的检测结果控制在弹性体13中激励的振动幅度，但是可在不使用振动幅度检测部分4的情况下控制在弹性体13中激励的振动幅度。例如，可以事先准备定义驱动频率和与驱动电压对应的振动幅度之间的关系表，并且可以基于所述表和目标振动幅度31产生二相驱动信号30。

[0083] 然而，通过使用振动幅度检测部分4控制在弹性体13中激励的振动幅度，能够稳定在弹性体13与被驱动元件15之间产生的摩擦保持力的改变程度。例如，在具有圆环形状的振动致动器1的情况下，弹性体13与被驱动元件15之间的接触状态有时随着由于组件的处理精度和组装精度等导致的其间沿圆周方向的相对位置的变化而变化。并且，振动致动器1的驱动特性随着环境温度改变，因此当例如在温度较大地改变的地方使用图像拾取装置100时，弹性体13与被驱动元件15之间的接触状态改变。当弹性体13与被驱动元件15之间的接触状态由此改变时，弹性体13的振动特性改变，从而引起振动幅度的变化。作为结果，摩擦保持力的大小根据操作部件3的位置改变，由此由操作者通过他/她的手感测到的负荷有时改变。为了消除这种不便，通过控制在弹性体13中激励的振动幅度，减少负荷的这种变动。这使得能够在操作者旋转操作部件3时防止即使当前位置40还没有到达目标位置42操作者也错误地识别当前位置40已到达目标位置42。

[0084] 尽管在以上的描述中不执行用于改变目标振动幅度31的控制，但是可以通过将来自范围内位置确定部分26的输出信号输入到振动幅度设定部分22并且仅在当前位置40已进入驱动区间41时改变目标振动幅度31，执行用于改变目标振动幅度31的控制。例如，在希望使操作者在当前位置40处于驱动区间41外时对手动操作感觉到一定的负荷时，希望通过减小目标振动幅度31抑制摩擦保持力的减小。在该情况下，在弹性体13中激励的振动的幅

度小,因此即使当二相驱动信号30之间的相位差 $\Delta$ 被设定为90度时,也仅产生小的驱动力。即,即使在当前位置40进入驱动区间41时,如果振动幅度固定,那么也不产生施加到被驱动元件15的足够的摩擦驱动力,这仅给予弱的咔哒感觉。为了消除这种不便,通过在当前位置40进入驱动区间41时增加目标振动幅度31,施加到被驱动元件15的摩擦驱动力被暂时增加。这使得能够给予操作者清晰(clear)的咔哒感觉。并且,在当前位置40离开驱动区间41时,目标振动幅度31返回到原始值,由此能够使操作感返回到具有负荷的操作感。

[0085] 在以上的描述中,图像拾取装置100具有振动致动器1的压电元件12和弹性体13经由加压部件11被固定到照相机体102并且与被驱动元件15接合的操作部件3以可旋转的方式布置的配置。在该情况下,被驱动元件15和操作部件3可以由相同材料一体化地形成单个单元。并且,压电元件12和弹性体13可以由相同材料即压电陶瓷形成。并且,被驱动元件15和操作部件3不一定需要彼此接合,而是可旋转的压电元件12和弹性体13可以与操作部件3接合,并且被驱动元件15可以固定到照相机体102。在该情况下,被驱动元件15和照相机体102可以由相同材料一体化地形成单个单元。振动致动器1和操作部件3不一定需要如在本实施例中示出的那样彼此直接地接合,而是可以经由另一部件或传送机构彼此间接地连接。

[0086] 在图像拾取装置100中使用的振动致动器不限于包含具有圆环形状的弹性体13的振动致动器。这里,将参照图7A-7C和图8A-8C给出可应用于包含在图像拾取装置100中的操作部件3的振动驱动设备的振动致动器的两个变型的描述。注意,图7A-7C所示的振动元件例如在日本专利公开No.2004-320846中公开,并且图8A-8C所示的振动元件例如在日本专利公开No.H08-237971中公开。

[0087] 图7A是振动元件110的示意性透视图,该振动元件110作为可应用于包含在图像拾取装置100中的操作部件3的振动驱动设备的振动致动器的第一变型的组件。注意,如图7A所示,出于解释的目的,对振动元件110设定三维笛卡尔坐标系。

[0088] 振动元件110包含具有板形状的弹性体111、设置在弹性体111的一个X-Y面上的两个突起112、和与弹性体111的另一个X-Y面接合的压电元件113。在两个突起112的上表面与被驱动元件15(在图7A中没有示出)彼此接触的状态下沿Z方向通过未示出的加压部件对振动元件110和被驱动元件15加压和保持。

[0089] 尽管没有示出,但是压电元件113具有在压电陶瓷的一个X-Y面上形成沿X方向均分的两个驱动电极和在该压电陶瓷的另一个X-Y面上形成全表面电极的结构。通过向每个驱动电极施加AC电压,能够激励图7B和图7C所示的两个弯曲振动模式中的振动。

[0090] 图7B和图7C是在解释作为在弹性体111中激励的两种类型的驱动振动的两个弯曲振动模式时可使用的示图。图7B所示的弯曲振动模式中的一个(以下称为“A模式”)是作为弹性体111的长边方向的X方向上的二阶弯曲振动,并且具有与作为该弹性体111的短边方向的Y方向平行的三个节点。两个突起112分别在在A模式中形成振动的节点的位置附近形成,并且分别通过A模式中的振动沿X方向执行往复运动。A模式中的振动与上述由振动致动器1的压电元件12产生的馈送振动对应。

[0091] 图7C所示的另一个振动模式(以下称为“B模式”)是作为弹性体111的短边方向的Y方向上的一阶弯曲振动,并且具有与作为该弹性体111的长边方向的X方向平行的两个节点。连接A模式中的节点的线和连接B模式中的节点的线在X-Y面中基本上彼此正交。两个突

起112分别被布置在B模式中的振动的腹点的位置附近,并且分别通过B模式中的振动沿Z方向执行往复运动。B模式中的振动与上述由振动致动器1的压电元件12产生的上推振动对应。

[0092] 在振动元件110中,以预定的相位差产生A模式和B模式中的各振动,以由此在每个突起112的先端处产生椭圆运动(或圆运动)。即,上推振动和馈送振动通过两个不同的振动模式激励和合成,由此产生椭圆运动或圆运动。

[0093] 例如,三个振动元件110沿被驱动元件15的圆周方向以等距的间隔被布置,使得三个振动元件110的突起112处于相同的圆周上并且与被驱动元件15接触,并且这三个振动元件110经由加压部件被固定到照相机体102。在每个振动元件110中,当驱动信号之间的相位差被设定为0时,不产生馈送振动(A模式),而是仅在两个突起112处产生上推振动(B模式),并且能够减少在该状态下作用于振动元件110与被驱动元件15之间的摩擦保持力。并且,通过将驱动信号之间的相位差设定为0到180度的范围(不包含0度和180度)中的值以使得在每个突起112处产生椭圆运动,被驱动元件15从突起112接收摩擦驱动力,并且被驱动旋转。假定此时的旋转方向是顺方向,那么当驱动信号之间的相位差被设定为0到-180度的范围(不包含0度和-180度)中的值时,沿逆方向在每个突起112处产生椭圆运动,由此能够驱动被驱动元件15以沿逆方向旋转。

[0094] 在每个振动元件110中,随着驱动信号之间的相位差的绝对值变得越大,馈送振动(A模式)的幅度与上推振动(B模式)的幅度的比率变得越大。并且,通过改变驱动信号的电压值和频率以改变振动幅度,能够改变施加到被驱动元件15的摩擦驱动力以改变旋转速度。

[0095] 因此,同样在使用具有振动元件110的振动致动器的情况下,与使用振动致动器1的情况类似,能够在手动旋转操作部件3时给予咔哒感觉。更具体而言,在该情况下,仅需要基于振动比率命令值33由驱动信号产生部分20控制二相驱动信号之间的相位差。

[0096] 图8A是根据第一实施例的振动驱动设备的振动致动器的第二变型的示意图,该第二变型可被应用于包含在图像拾取装置100中的操作部件3。注意,如图8A所示,出于解释的目的,对本变型的振动元件120设定三维笛卡尔坐标系。

[0097] 振动元件120包含压电元件121和设置在压电元件121的一个X-Y面上的弹性体123,并且通过未示出的加压部件使弹性体123与被驱动元件15压力接触。压电元件121具有压电陶瓷的一个Z-X面形成有分别沿X方向和Z方向在其间等分的四个驱动电极122a、122b、122c和122d且未示出的另一个Z-X面形成有全表面电极(共用电极)的结构。

[0098] 同相驱动信号被输入到对角定位的一对驱动电极122a和122d。并且,分别与输入到驱动电极122a和122d的驱动信号具有预定的相位差(包含0度)的驱动信号被输入到对角定位的另一对驱动电极122b和122c。图8B是在解释当向所述两对驱动电极施加同相AC电压(驱动信号的驱动电压)时在弹性体123中激励的振动(位移)时可使用的示图。在该情况下,在弹性体123中产生Z方向上的上推振动。图8C是在解释当分别向所述两对驱动电极施加反相AC电压时在弹性体123中激励的振动(位移)时可使用的示图。在该情况下,在弹性体123中产生X方向上的馈送振动。因此,同样在振动元件120中,通过向所述两对驱动电极施加具有预定相位差的AC电压以通过两个不同的振动模式产生具有时间相位差的上推振动和馈送振动,能够在弹性体123中产生椭圆运动。因此,能够摩擦驱动被驱动元件15,并且通过在

此时控制施加到所述两对驱动电极的AC电压之间的相位差的方向和振动幅度的大小,能够调整施加到被驱动元件15的摩擦驱动力的驱动方向、驱动速度和大小。

[0099] 如上所述,通过使用图7A-7C所示的振动元件110和图8A-8C所示的振动元件120中的任一个构造振动致动器并且控制驱动信号之间的相位差以驱动被驱动元件15,能够在手动旋转操作部件3时产生咔哒感觉。

[0100] 注意,代替上述振动致动器,可以使用包含产生扭转振动(馈送振动)的第一压电元件和产生用于控制弹性体13与被驱动元件15之间的接触的垂直振动(上推振动)的第二压电元件的振动致动器。例如,在日本专利公开No.H05-083961中公开了该振动致动器。

[0101] 在该振动致动器中,分别通过彼此独立的压电元件激励上推振动和馈送振动,并且分别向压电元件输入其间具有90度的时间相位差的驱动信号,以便在弹性体13在垂直振动期间完全伸展(extend)时产生扭转振动。在该情况下,通过控制输入到激励扭转振动的压电元件的驱动信号的幅度,能够在手动旋转操作部件3时产生咔哒感觉。

[0102] 更具体而言,当振动比率命令值33为正值时,与施加到激励上推振动的压电元件的驱动信号具有90度的相位差且具有与振动比率命令值33成比例的幅度的驱动信号被施加到激励扭转振动的压电元件。并且,当振动比率命令值33为负值时,与施加到激励上推振动的压电元件的驱动信号具有-90度的相位差且具有与振动比率命令值33成比例的幅度的驱动信号被施加到激励扭转振动的压电元件。这使得能够通过基于振动比率命令值33的摩擦驱动力驱动被驱动元件15,并因此能够在手动旋转操作部件3时产生咔哒感觉。注意,将驱动信号之间的相位差设定为-90度具有与在相位差被固定为90度的情况下将幅度的大小从正范围变为负范围相同的效果。

[0103] 下面,将给出根据本发明的第二实施例的控制振动驱动设备的振动致动器1的驱动的控制器的描述。图9是控制振动致动器1的驱动的控制器的示意性框图,该控制器由附图标记2A表示。控制器2A与根据第一实施例的振动驱动设备的控制器2的不同在于停止检测部分27被设置。停止检测部分27可以由专用MPU实现,或者可以通过由CPU执行预定程序实现。

[0104] 在控制器2A中,停止检测部分27基于由位置范围设定部分25设定的停止检测区间44和由MPU 50基于从位置检测部分5输出的旋转相位检测信号而确定的当前位置40来检测被驱动元件15(操作部件3)的停止。然后,停止检测部分27向驱动信号产生部分20输出停止检测信号,并且驱动信号产生部分20基于接收到的停止检测信号停止驱动信号30的产生。

[0105] 图10是示出由控制器2A设定的驱动区间41、目标位置42和停止检测区间44与振动比率命令值33之间的关系的示图。停止检测区间44被设定为包含目标位置42并且处于驱动区间41内的区间。

[0106] 图11是由控制器2A执行的用于控制振动致动器1的驱动的处理的流程图,并且主要示出与停止检测部分27的操作相关联的处理的流程。在步骤S1中,控制器2A的主控制器(例如,控制图像拾取装置100的总体操作的MPU 200)响应于作为触发的预定的用户的操作而控制控制器2A以驱动振动致动器1,以便使得能够手动操作操作部件3。更具体而言,如上文所述,振动比率命令值33被设定为0以由此在弹性体13中仅产生上推振动。作为结果,作用于弹性体13与被驱动元件15之间的摩擦保持力减小,并因此可手动旋转操作部件3。

[0107] 在当前位置40通过操作者的用于旋转操作部件的操作进入驱动区间41时,振动比

率确定部分24输出基于当前位置40和目标位置42之间的距离的振动比率命令值33。作为结果,从驱动信号产生部分20输出用于将操作部件3移动到目标位置42的驱动信号30以由此驱动振动致动器1。

[0108] 在随后的步骤S2中,范围内位置确定部分26确定当前位置40是否处于在驱动区间41中设定的停止检测区间44中。如果当前位置40处于停止检测区间44外(在步骤S2中为否(NO)),那么范围内位置确定部分26重复该确定处理,并且在当前位置40处于停止检测区间44中(在步骤S2中为是(YES))时,处理前进到步骤S3。

[0109] 然后,在步骤S3中,停止检测部分27对当前位置40处于停止检测区间44中的时间计数(count)。然后,在步骤S4中,停止检测部分27确定在当前位置40停留于停止检测区间44中的状态中是否已经过预定的时间段。换句话说,停止检测部分27确定当前位置40是否停留于停止检测区间44内达预定的时间段。

[0110] 用作步骤S4中的确定的基准的预定时间段可由操作者经由图像拾取装置100的用户接口设定和改变,并且被设定例如为0.05秒。如果该预定时间段被设定为太短,那么尽管操作者意图旋转操作部件3使得当前位置40经过驱动区间41中的一个或多个,但是操作部件3的停止被检测,因此操作者需要多次逐步执行旋转操作,这降低了可操作性。另一方面,如果该预定时间段被设定为太长,那么操作者需要有意地在停止检测区间44中保持操作部件3,这降低了可操作性,并且进一步地,当驱动信号30在下文中提到的步骤S7中实际停止时,操作部件3的当前位置40有时越过目标位置42。因此,希望通过考虑图像拾取装置100的配置、操作者的敏感性(sensibility)等将用作步骤S4中的确定的基准的预定时间段设定为适当的时间段。

[0111] 如果在当前位置40处于停止检测区间44内的状态下已经过预定时间段(在步骤S4中为是),那么停止检测部分27前进到步骤S7。另一方面,如果在当前位置40进入停止检测区间44之后经过的时间段没有达到预定时间段(在步骤S4中为否),那么停止检测部分27前进到步骤S5。

[0112] 在步骤S5中,与步骤S2类似,范围内位置确定部分26确定当前位置40是否处于停止检测区间44内。如果当前位置40处于停止检测区间44中(在步骤S5中为是),那么处理前进到步骤S3以继续对时间计数,而如果当前位置40处于停止检测区间44外(在步骤S5中为否),那么处理前进到步骤S6,其中,停止检测部分27将计数时间复位以停止对时间计数,并然后返回到步骤S2。另一方面,在步骤S7中,停止检测部分27判断当前位置40已在目标位置42的附近停止,并且将驱动停止命令输出到驱动信号产生部分20。在从停止检测部分27接收到驱动停止命令时,驱动信号产生部分20停止驱动信号30的输出。作为结果,振动致动器1的驱动停止,由此被驱动元件15和操作部件3以静止状态中的高保持扭矩被保持。步骤S7的执行终止本处理。

[0113] 注意,驱动信号产生部分20可以在在步骤S7中从停止检测部分27接收到驱动停止命令时通过使用停止驱动信号30的输出的方法以外的方法停止振动致动器1的驱动。例如,驱动信号产生部分20可以通过使用扫描驱动信号30的频率到足够高的频率的方法或者减小驱动信号的电压幅度的方法停止振动致动器1的驱动。并且,可以通过在扫描驱动信号30的频率到足够高的频率之后停止驱动信号30的输出来停止振动致动器1的驱动。这些方法也使得能够增加作用于弹性体13与被驱动元件15之间的摩擦保持力以由此保持操作部件

3。并且,为了防止控制计算器23输出异常值,当停止检测部分27向驱动信号产生部分20和振动幅度设定部分22输出驱动停止命令时,希望将从振动幅度设定部分22输出的目标振动幅度31设定为0。

[0114] 通过执行上述控制,当操作者手动旋转操作部件3以使得当前位置40到达作为目的的目标位置42的附近时,操作部件3被引入到目标位置42中。并且,操作部件3以振动致动器1的驱动停止的静止状态中的高保持扭矩被自动保持。这使得操作者能够容易地知道操作部件3的定位完成。并且,通过振动致动器1的位置控制执行操作部件3的定位,因此能够以高的精度定位操作部件3。

[0115] 同样,在通过控制器2A执行的控制中,与通过控制器2执行的控制类似,0、正值和负值的三个值中的一个可以作为振动比率命令值33被输出,并且进一步地,控制器2A可以被配置使得不使用振动幅度检测部分4。并且,用于驱动操作部件3的振动致动器的形状不限于图1所示的圆环形状,而是可以为具有图7A-7C所示的振动元件110和图8A-8C所示的振动元件120中的任一个的振动致动器。

[0116] 图12是示出图10所示的驱动区间41、目标位置42和停止检测区间44与振动比率命令值33之间的关系的变型的示图。振动比率命令值33被设定为0的允许范围43被设置在目标位置42的附近,并且这使得能够防止在目标位置42的附近在操作部件3中产生振动往复运动。在该情况下,希望允许范围43被设置在停止检测区间44内,并且这使得能够控制操作部件3的驱动,使得操作部件3的当前位置40确实被引入到停止检测区间44中。

[0117] 例如,在通过考虑安全性而手动操作诸如机器人的需要定位的装置并且在这样做时需要以高的精度执行定位的情况下,从定位精度和减少操作时间的观点看,由控制器2或2A执行的振动致动器1的驱动控制是有效的。特别地,近年来,机器人技术被用于医疗领域中需要以高的精度定位的医疗设备中,因此必须确保机器人的自动移动的可靠性。为了确保该可靠性,例如,如果对机器人提供安全设备或类似的措施,那么医疗设备的尺寸增加,并且存在不能在需要非常小的驱动力的装置中获得足够的驱动性能的担心。

[0118] 在使用上述振动致动器1或者具有振动元件110或振动元件120的振动致动器的机器人中,可通过由控制器2或2A控制每个振动致动器解决该问题。即,能够提供除非操作者手动操作装置否则不能被移动、并且可通过利用小的输出辅助定位操作来以高的精度执行定位的装置,由此能够确保可靠性和性能两者。

[0119] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。随附权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。并且,本发明的实施例仅通过示例描述,并且能够根据需要组合实施例。例如,尽管在振动致动器1中压电元件12被用作机电能量转换元件,但是可以使用电致伸缩元件、磁致伸缩元件等以代替压电元件12。

[0120] 并且,尽管在实施例中给出了通过由控制器2或2A进行的振动致动器1的驱动控制来辅助操作部件3的手动操作的形式的描述,但是这并非限制性的,而是例如,在通过控制器控制自动定位的机器人中,如果可通过来自控制器或操作者的指令使操作模式转移到可执行手动操作的操作模式,那么上述实施例可被应用于该情况下的手动操作。

[0121] 本申请要求2015年6月19日提交的日本专利申请No. 2015-123829的权益,该专利申请在此通过整体引用而并入本文。

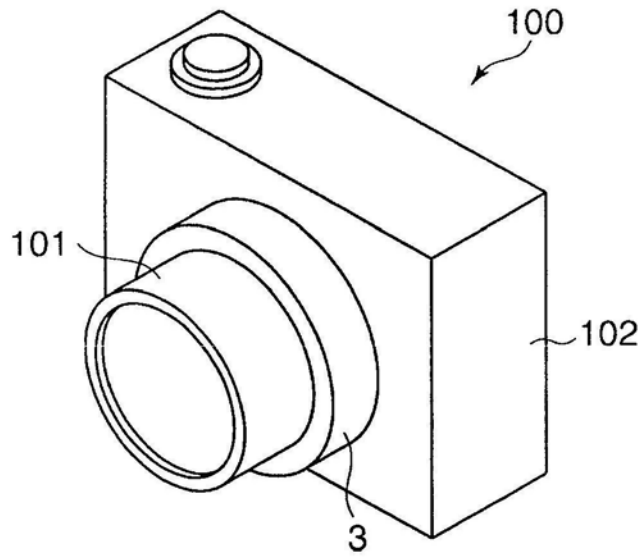


图1A

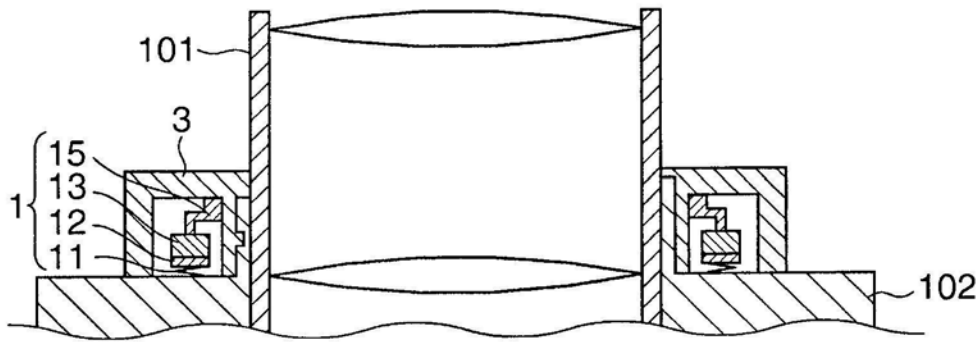


图1B

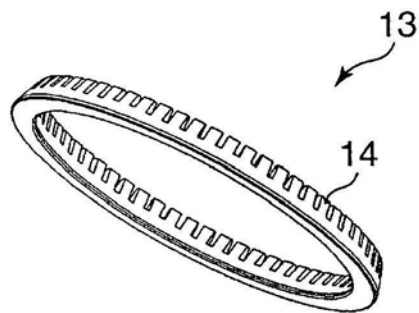


图1C

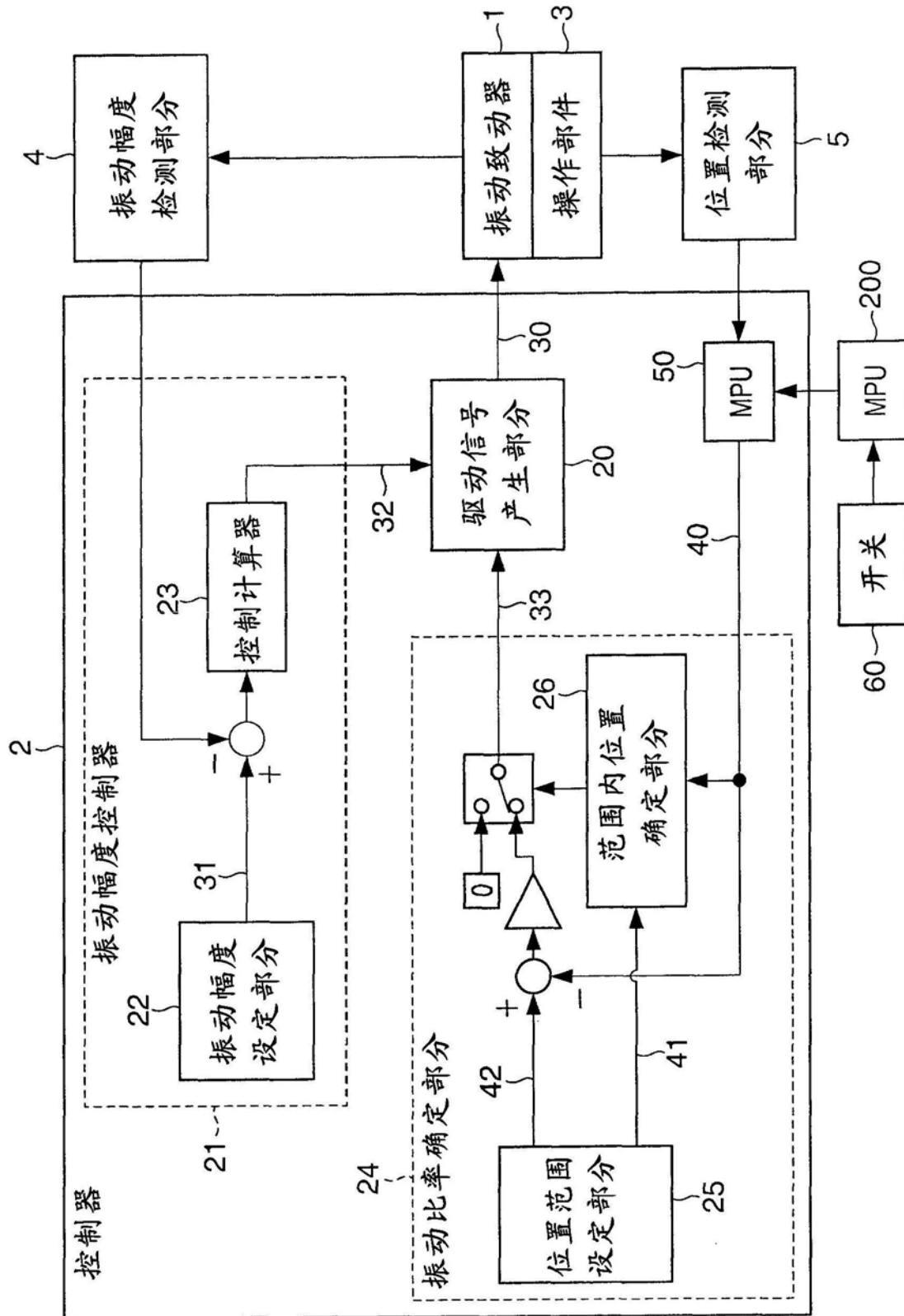


图2

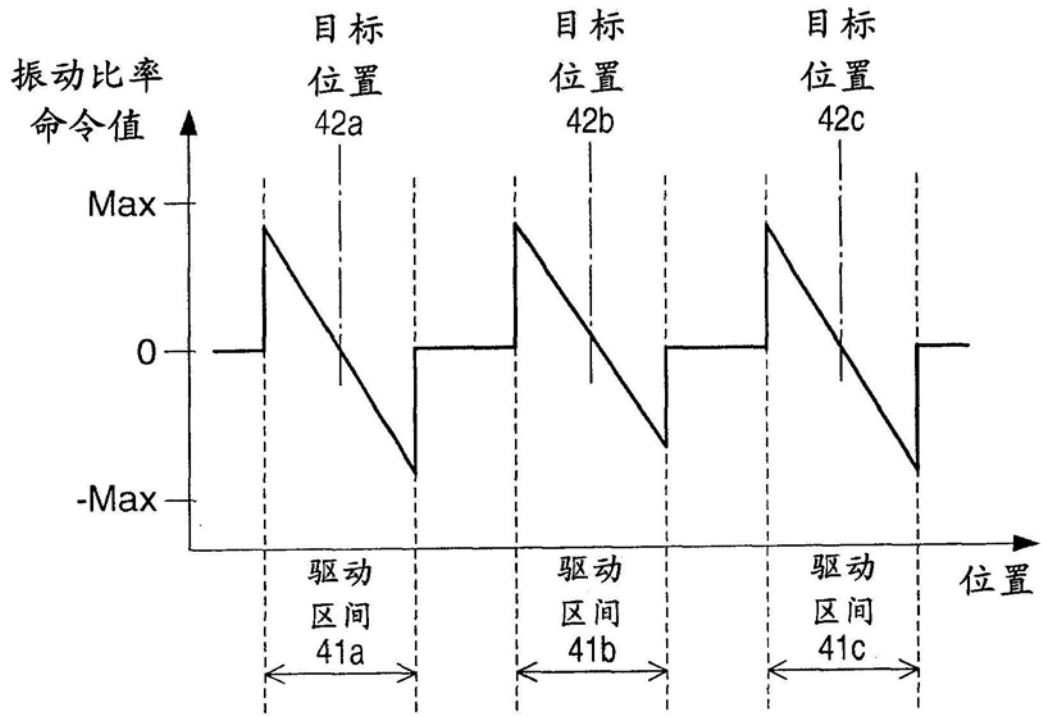


图3A

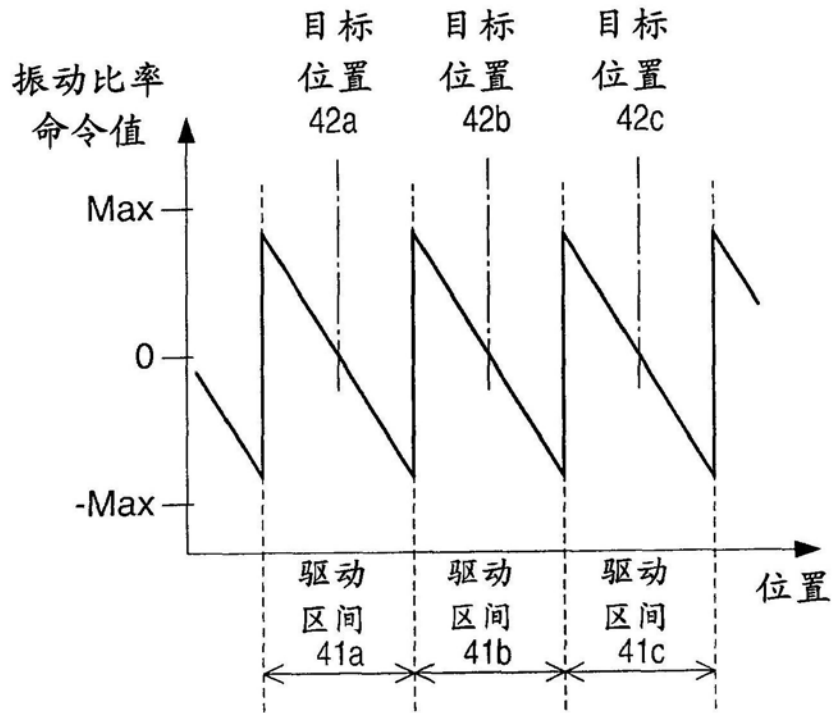


图3B

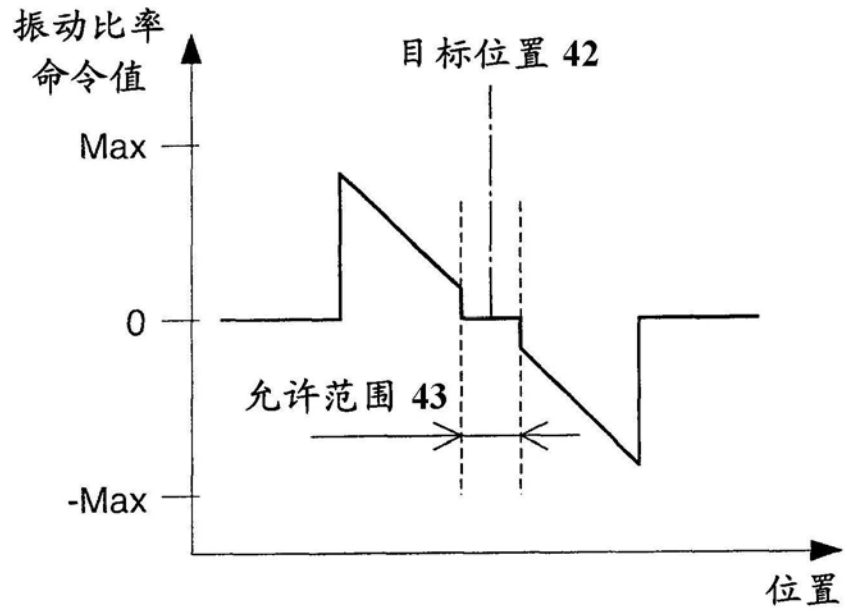


图4A

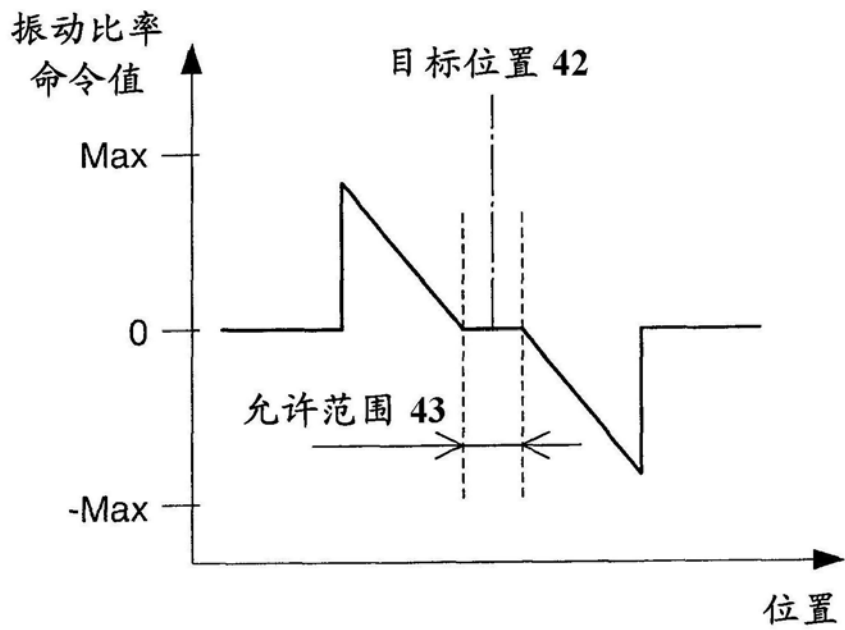


图4B

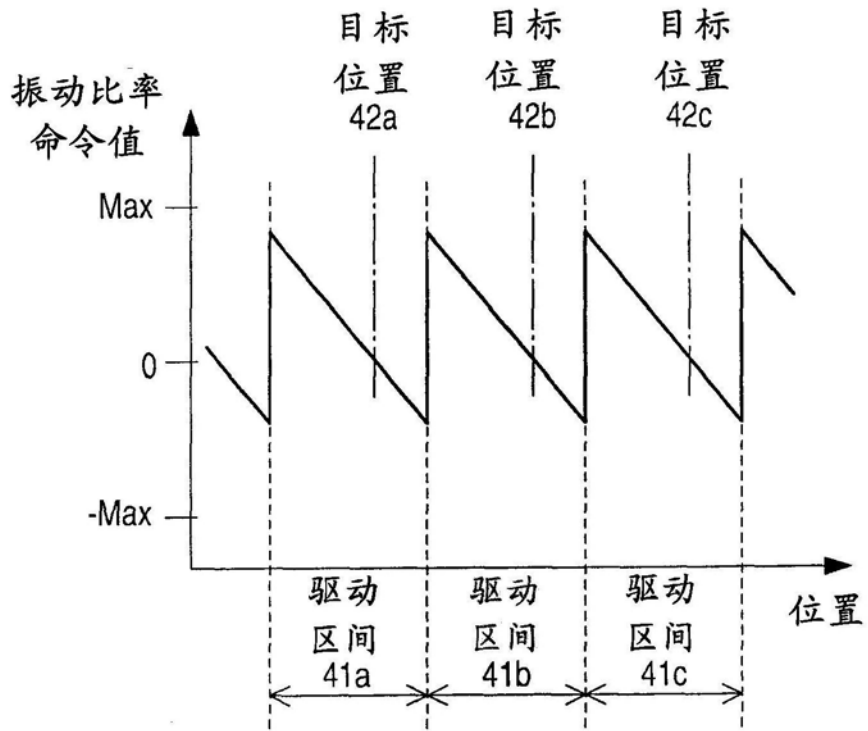


图5A

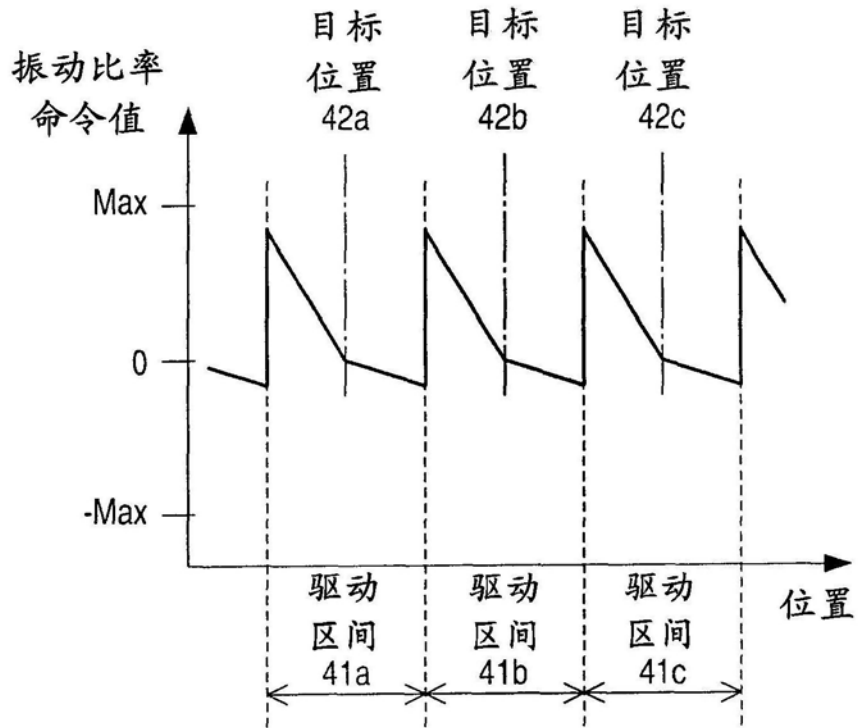


图5B

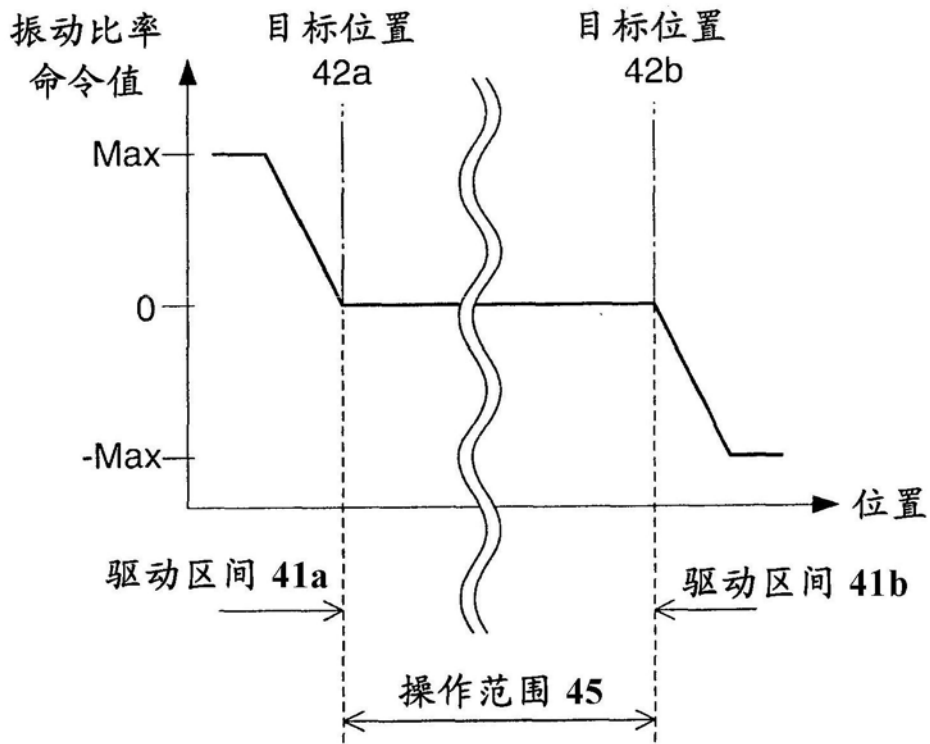


图5C

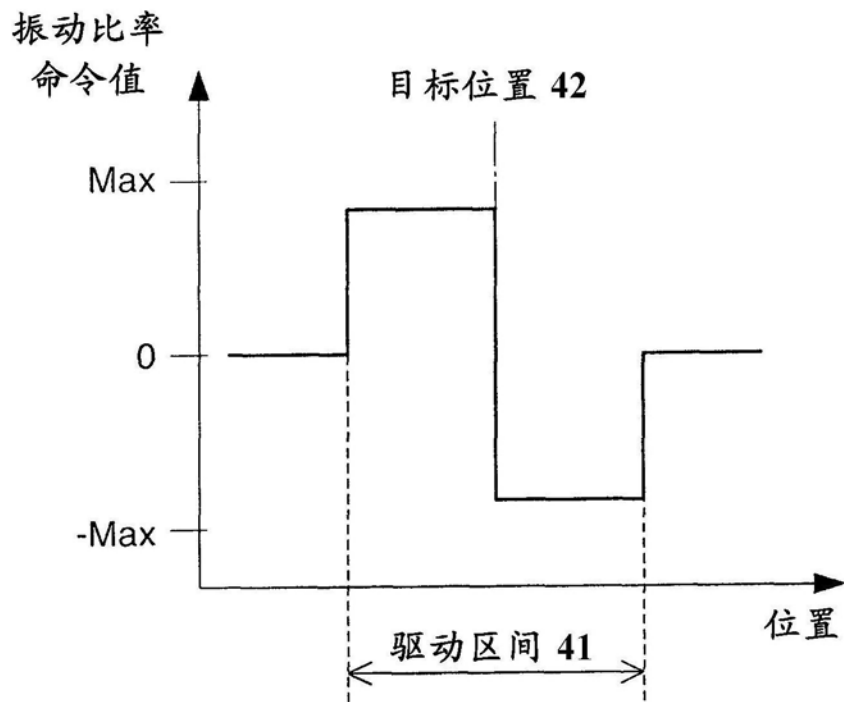


图6A

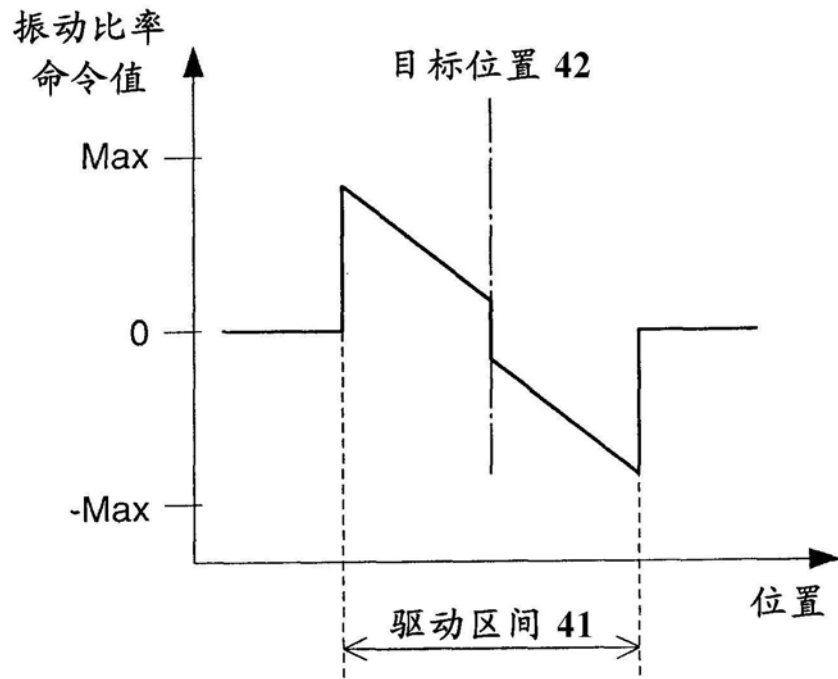


图6B

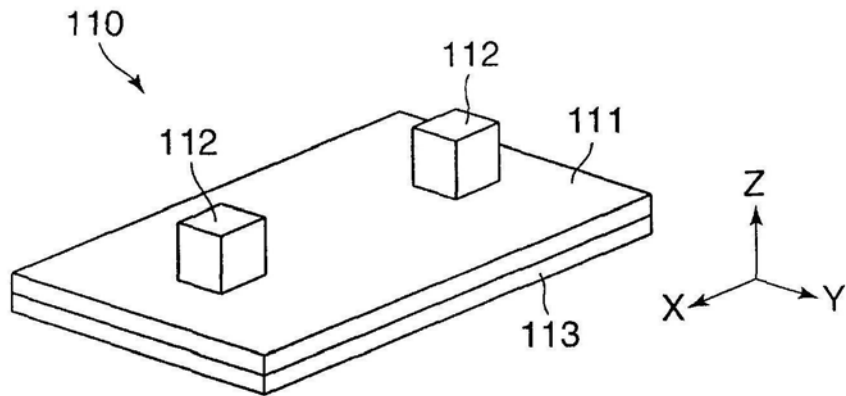


图7A

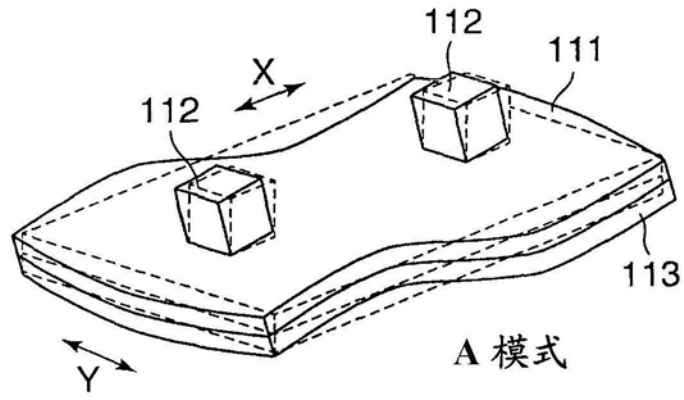


图7B

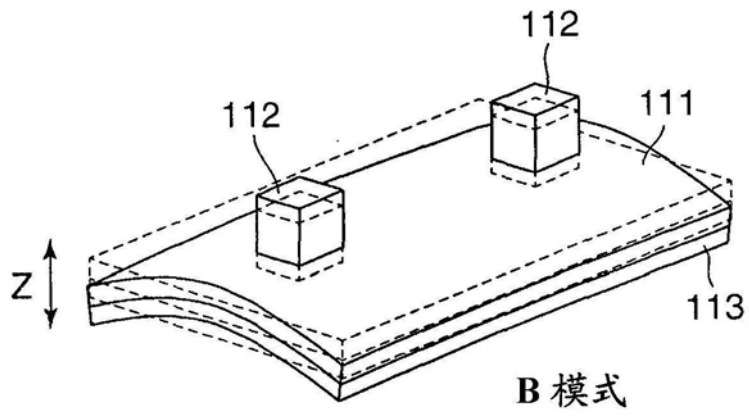


图7C

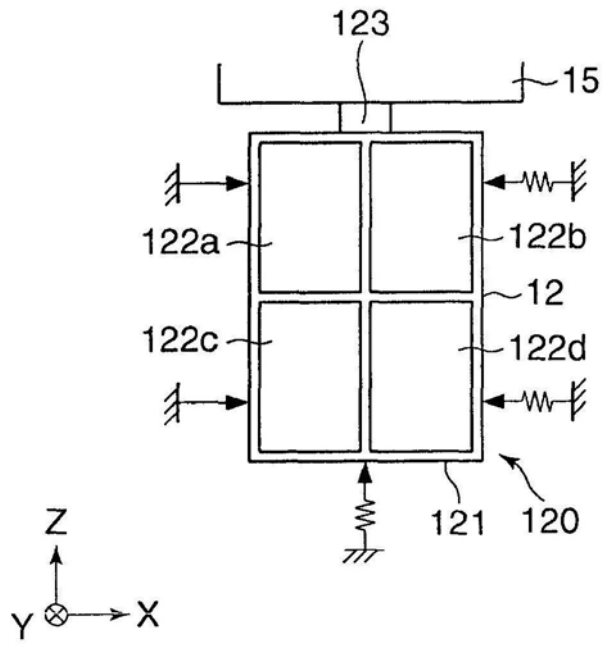


图8A

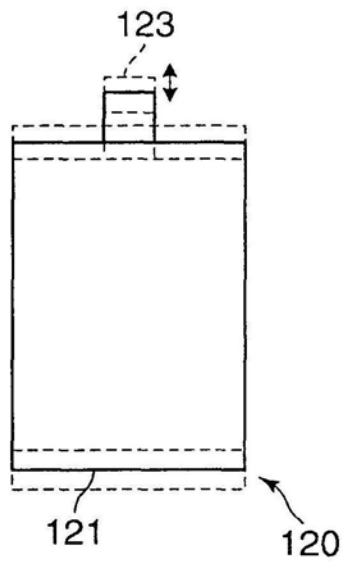


图8B

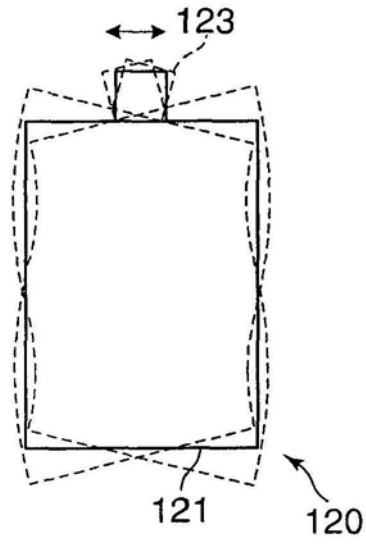


图8C

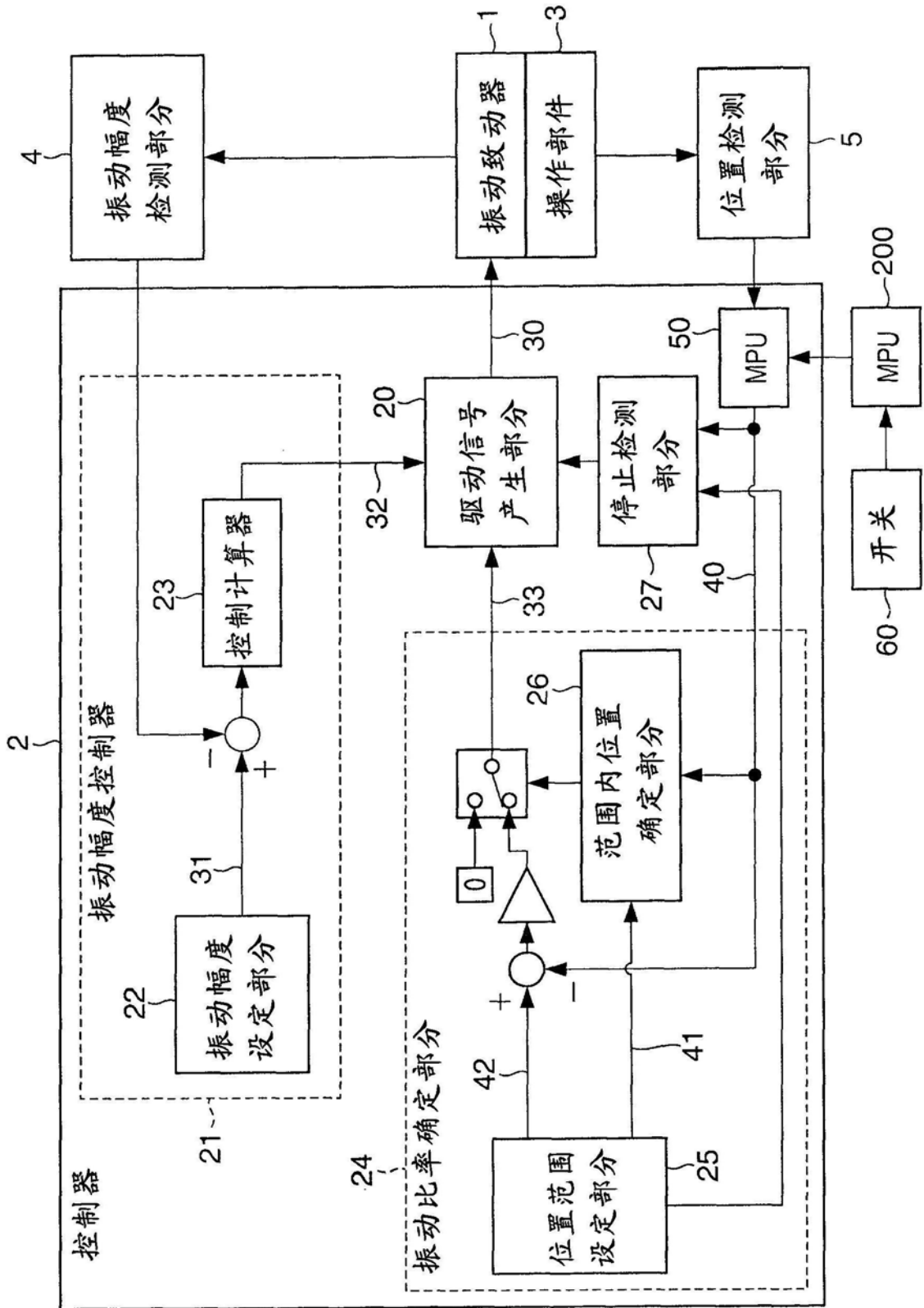


图9

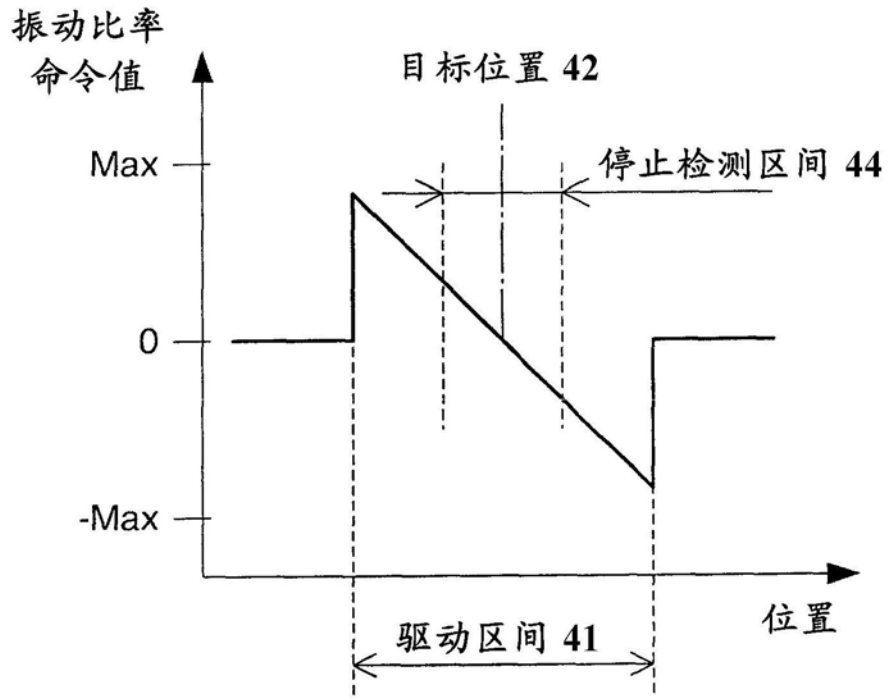


图10

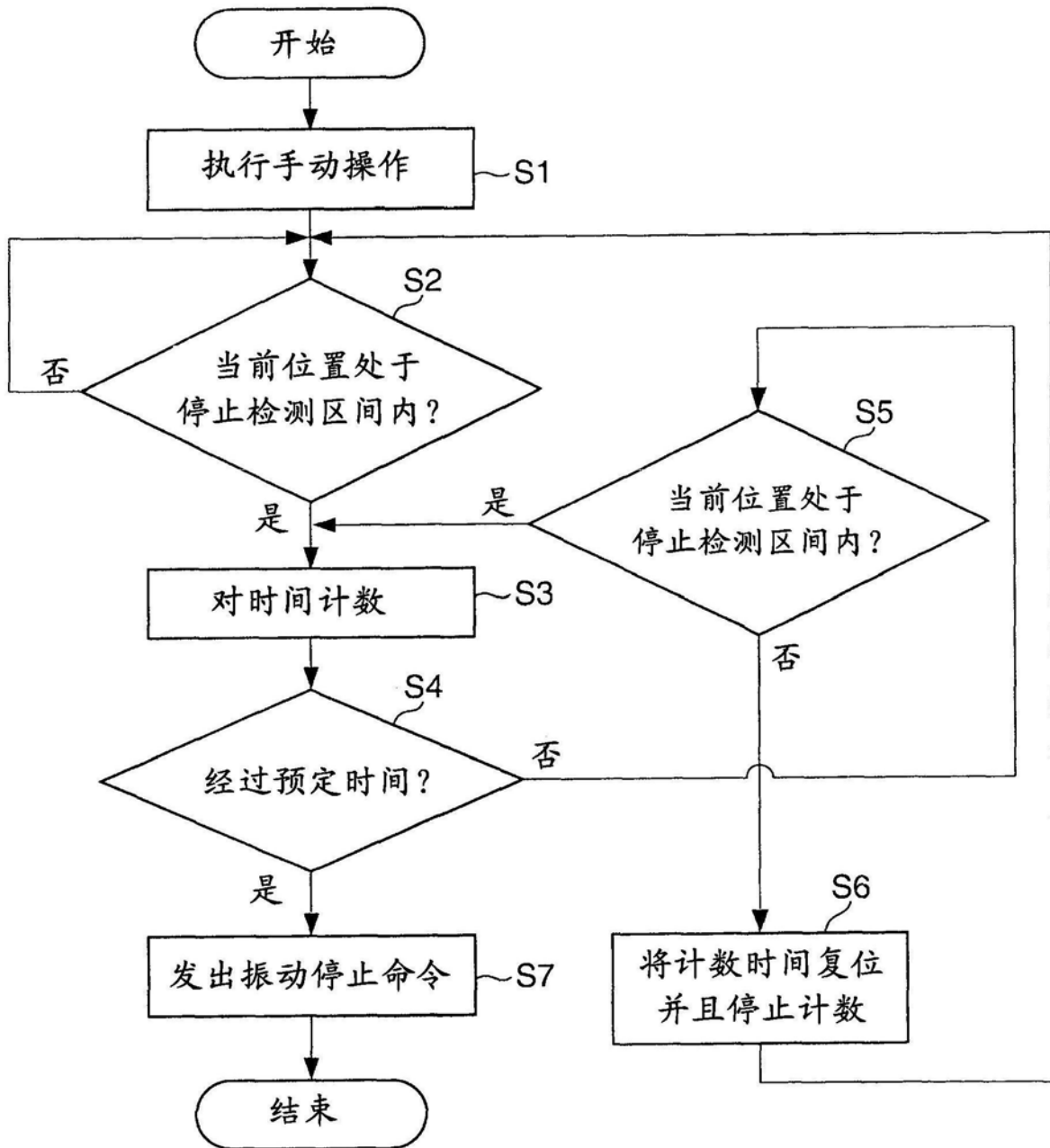


图11

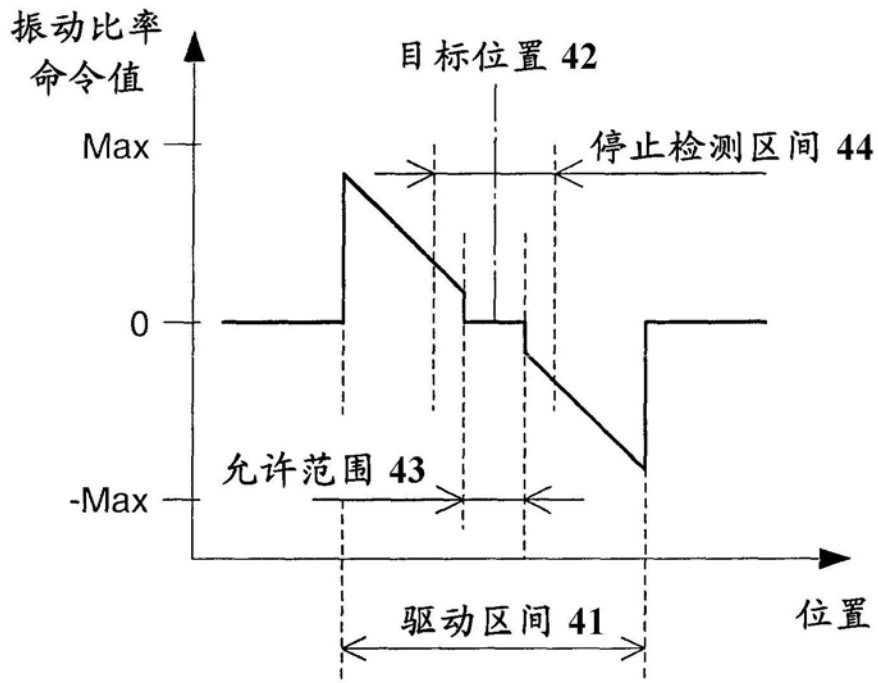


图12