



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112653312 B

(45) 授权公告日 2025.02.11

(21) 申请号 202011074448.X

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2020.10.09

H02K 33/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 112653312 A

CN 105027418 A, 2015.11.04

(43) 申请公布日 2021.04.13

审查员 姚航

(30) 优先权数据

2019-185840 2019.10.09 JP

(73) 专利权人 美蓓亚三美株式会社

地址 日本长野县

(72) 发明人 石谷智也 高桥勇树

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理人 范胜杰 赵子翔

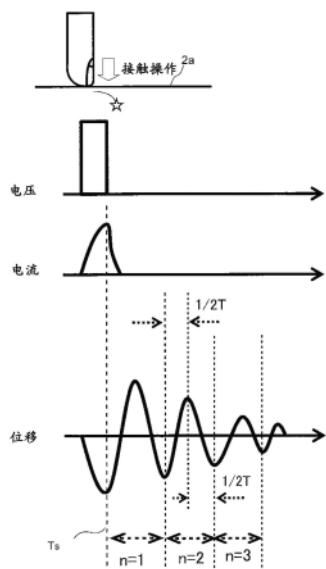
权利要求书1页 说明书19页 附图16页

(54) 发明名称

控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种控制装置,能够不使用衰减材料而以简单的结构适当地赋予各种触感操作感。控制装置控制电磁致动器,该电磁致动器将由弹性支承部可弹性振动地支承的操作设备向该操作设备的振动方向的一个方向驱动而振动,该控制装置具有电流脉冲供给部,根据操作设备的接触操作,将驱动电流脉冲供给至电磁致动器的线圈来作为驱动操作设备的驱动电流,电流脉冲供给部在供给了能够启动弹性振动的驱动电流脉冲作为主驱动电流脉冲之后,供给能够调整弹性振动的衰减期间的驱动电流脉冲作为副驱动电流脉冲。



1. 一种控制装置,其控制电磁致动器,该电磁致动器将由弹性支承部支承的能够弹性振动的操作设备向该操作设备的振动方向的一个方向驱动而使该操作设备振动,其特征在于,

所述控制装置具有电流脉冲供给部,该电流脉冲供给部根据所述操作设备的接触操作,将驱动电流脉冲供给至所述电磁致动器的线圈来作为驱动所述操作设备的驱动电流,

所述电流脉冲供给部在供给了能够启动所述弹性振动的所述驱动电流脉冲作为主驱动电流脉冲之后,供给能够调整所述弹性振动的衰减期间的所述驱动电流脉冲作为副驱动电流脉冲,

所述副驱动电流脉冲具有制动脉冲和衰减追加脉冲中的至少一个,

所述制动脉冲是以缩短由主驱动电流脉冲产生的振动的衰减期间的方式进行供给的驱动电流脉冲,

所述衰减追加脉冲是以延长供给主驱动电流脉冲所产生的振动的衰减期间的方式进行供给的驱动电流脉冲。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述电流脉冲供给部在将所述主驱动电流脉冲变为断开后的所述弹性振动时,供给所述副驱动电流脉冲。

3. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述电流脉冲供给部在从将所述主驱动电流脉冲变为断开起的第n个周期的所述弹性振动时,供给所述副驱动电流脉冲,其中,n为自然数,

在所述弹性振动中,当可动部的质量为m、所述弹性支承部的弹簧常数为Ks、振动周期为 $T=2\pi\sqrt{(m/Ks)}$ 时,所述副驱动电流脉冲的供给定时为:从将所述主驱动电流脉冲变为断开起的 $T(n-1) \sim T(n-1)+1/2T$ 的范围。

4. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述电流脉冲供给部在从将所述主驱动电流脉冲变为断开起的第n个周期的所述弹性振动时,供给所述副驱动电流脉冲,其中,n为自然数,

在所述弹性振动中,当可动部的质量为m、所述弹性支承部的弹簧常数为Ks、振动周期为 $T=2\pi\sqrt{(m/Ks)}$ 时,所述副驱动电流脉冲的供给定时为:从将所述主驱动电流脉冲变为断开起的 $T(n-1)+1/2T \sim T(n-1)+T$ 的范围。

5. 根据权利要求3或4所述的控制装置,其特征在于,

所述副驱动电流脉冲的脉冲宽度为 $1/2T$ 以下。

6. 根据权利要求3所述的控制装置,其特征在于,

所述副驱动电流脉冲的供给定时为:从将所述主驱动电流脉冲变为断开后经过预定的延迟时间起的 $T(n-1) \sim T(n-1)+1/2T$ 的范围。

7. 根据权利要求4所述的控制装置,其特征在于,

所述副驱动电流脉冲的供给定时为:从将所述主驱动电流脉冲变为断开后经过预定的延迟时间起的 $T(n-1)+1/2T \sim T(n-1)+T$ 的范围。

控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种驱动电磁致动器的控制装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有一种如下的结构:在进行作为感知面板的触摸面板的操作时,作为接触操作感(接触并操作的感觉),通过振动致动器对与触摸面板所显示的显示画面接触的操作者的指腹等赋予振动(参照专利文献1和专利文献2)。

[0003] 在专利文献1中公开了一种在触摸面板的背面经由振动传递部安装有振动致动器的便携终端装置。该振动致动器在固定于振动传递部的壳体内配置有可动件,该可动件能够沿着相对于触摸面板垂直配置的引导轴往复移动。在该振动致动器中,与对触摸面板的操作对应地使可动件与壳体碰撞,由此经由振动传递部对与触摸面板接触的指腹赋予振动。

[0004] 另外,在专利文献2中,公开了一种与对触摸面板的操作对应地赋予振动的振动呈现装置。在该振动呈现装置中,在作为呈现振动的振动部的振动面板与支承振动面板的外壳之间并行地夹设有:音圈马达,其产生振动;支承部,其与振动面板配置,并以预定的力被压缩;阻尼器,其对振动部的振动赋予制动作用;以及弹簧,其对支承部和阻尼器赋予压缩力。

[0005] [现有技术文献]

[0006] [专利文献]

[0007] 专利文献1:日本特开2015-070729号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2016-163854号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 然而,在振动呈现装置中,希望根据操作设备的用途、使用状况来表现设为各种接触操作感的振动。

[0011] 本发明鉴于这一点而完成,其目的在于提供一种能够表现各种接触操作感的振动的控制装置。

[0012] 解决方案

[0013] 本发明的控制装置控制电磁致动器,该电磁致动器将由弹性支承部支承为能够弹性振动的操作设备向该操作设备的振动方向的一个方向驱动而使该操作设备振动,控制装置具有电流脉冲供给部,该电流脉冲供给部根据所述操作设备的接触操作,向所述电磁致动器的线圈供给驱动电流脉冲来作为驱动所述操作设备的驱动电流,所述电流脉冲供给部采用如下结构,即,在供给了能够启动所述弹性振动的所述驱动电流脉冲作为主驱动电流脉冲之后,供给能够调整所述弹性振动的衰减期间的所述驱动电流脉冲作为副驱动电流脉冲。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明,能够表现各种接触操作感的振动。

附图说明

[0016] 图1是表示具有本发明的实施方式的控制装置的振动呈现装置的侧视图。

[0017] 图2是作为本发明的实施方式的控制装置所驱动控制的一例的电磁致动器的平面侧外观立体图。

[0018] 图3是该电磁致动器的底面侧外观立体图。

[0019] 图4是该电磁致动器的俯视图。

[0020] 图5是图4的A-A线向视剖视图。

[0021] 图6是该电磁致动器的分解立体图。

[0022] 图7是表示在该电磁致动器上设置有传感器的状态的剖视图。

[0023] 图8是表示该电磁致动器的磁路结构的图。

[0024] 图9是用于说明该电磁致动器的动作的图。

[0025] 图10是用于说明本发明的实施方式的控制装置的图。

[0026] 图11是用于说明向电磁致动器供给主电流脉冲时的可动体的位移的图。

[0027] 图12是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。

[0028] 图13是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。

[0029] 图14是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。

[0030] 图15是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。

[0031] 图16是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。

[0032] 图17是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。

[0033] 图18是用于说明副驱动脉冲的供给定时的图。

[0034] 图19是表示通过本发明的实施方式的控制装置来驱动电磁致动器的动作的一例的流程图。

[0035] 图20是表示通过本发明的实施方式的控制装置来驱动电磁致动器的动作的一例的流程图。

[0036] [附图标记说明]

[0037] 1控制装置、10电磁致动器、20铁芯组装体、20a、20b对置面(对置面部)、22线圈、24铁芯、26绕线管、30固定体、32基座部、32a安装部、32b底面部、33止动孔、36开口部、40可动体、41磁轭、42面部固定孔、44面部固定部、44a固定面、46、47被吸附面部、48开口部、49缺口部、50板状弹性部(弹性支承部)、52固定体侧固定部、54可动体侧固定部、56蛇纹状弹性臂部、70应变检测传感器、82开关元件、84信号产生部、200振动呈现装置、241铁芯主体、242、

244磁极部、321、322固定孔。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图详细说明本发明的实施方式。

[0039] 在本实施方式中,使用正交坐标系(X,Y,Z)进行说明。在后述的图中也用共同的正交坐标系(X,Y,Z)表示。以下,具有控制装置1的振动呈现装置200的宽度、深度、高度分别是X方向、Y方向、Z方向的长度,电磁致动器10的宽度、深度、高度也分别对应地设为X方向、Y方向、Z方向的长度。另外,Z方向正侧是对操作者赋予振动反馈的方向,设为“上侧”,Z方向负侧是操作者操作时按压的方向,设为“下侧”,从而进行说明。

[0040] (使用了控制装置1的振动呈现装置200的基本结构)

[0041] 图1所示的振动呈现装置200具有控制装置1、通过控制装置1进行驱动控制的电磁致动器10、以及操作者进行接触操作的操作设备(触摸面板2)。在振动呈现装置200中,对应于操作者对操作设备的接触操作,对操作设备赋予振动。也就是说,经由操作设备,对接触操作设备来进行操作的操作者赋予接触操作感(也称为“触感”)。在本实施方式中,操作设备是显示画面并通过与画面接触而被操作的触摸面板2。触摸面板2是静电式、电阻膜式、光学式等的触摸面板。触摸面板2检测操作者的接触位置。触摸面板2由控制装置1控制。控制装置1能够经由未图示的触摸面板控制部得到用户的触摸位置的信息。此外,触摸面板2的画面也可以由液晶方式、有机EL方式、电子纸方式、等离子方式等的显示部构成,由控制装置1控制。控制装置1控制未图示的显示信息控制部,在画面上向操作者提示与提示振动的种类对应的图像。

[0042] 振动呈现装置200例如用作电子设备、汽车导航系统的触摸面板装置。振动呈现装置200作为向与触摸面板2的画面2a接触来操作的操作者呈现振动的装置而发挥功能。此时,作为振动呈现装置200,只要是通过对与振动对象接触的操作者提示振动来对操作者赋予触感的电子设备即可,可以是任意设备。例如,振动呈现装置200可以是智能手机、平板电脑、电视等的图像显示装置、带触摸面板的游戏机或带触摸面板的游戏控制器等。

[0043] 在本实施方式中,在振动呈现装置200中,当操作者的指腹等接触触摸面板2的画面2a来进行操作时,与此对应,控制装置1驱动电磁致动器10使其振动。通过该振动,对操作者赋予触感。本实施方式的控制装置1对应于操作者所操作的显示图像赋予各种触感。控制装置1例如赋予触觉开关、交替型开关、瞬时开关、拨动开关、滑动开关、旋转开关、DIP开关、翘板开关等作为机械式开关的触感。另外,在按压式的开关中,还能够赋予按入程度不同的开关的触感。

[0044] 此外,在振动呈现装置200中,代替作为操作设备的触摸面板2,也可以是没有显示功能、仅由操作者触摸而能够操作的操作设备。

[0045] 在图1所示的振动呈现装置200中,电磁致动器10被配置在触摸面板2与配置于触摸面板2的背面侧的作为装置背部的基台3之间。控制装置1既可以设置在电磁致动器10自身上,也可以设置在基台3上。

[0046] 触摸面板2在背面侧固定在电磁致动器10的可动体40(参照图2)的面部固定部44上。另外,基台3与触摸面板2对置配置,电磁致动器10的固定体30经由支柱部3a固定在基台3上。这样,电磁致动器10被配置成在触摸面板2和基台3的中央部各自之间连接双方。

[0047] 触摸面板2自身与电磁致动器10的可动体40一体地驱动。在操作者按压触摸面板2的画面进行操作时,操作者的手指等与画面接触的方向、例如相对于触摸面板2的画面垂直地按压的方向,是与电磁致动器10的可动体40的振动方向即Z方向相同的方向。

[0048] 这样,根据安装了控制装置1、触摸面板2、电磁致动器10的振动呈现装置200,由于使触摸面板2直接动作,即在与手指的接触方向相同的方向上使触摸面板2与可动体40一起驱动,所以能够使触摸面板2直接振动。

[0049] 因此,在与显示在触摸面板2上的机械式开关等的图像接触来进行操作时,能够使可动体40可动,并赋予与图像对应的操作感,例如设为与操作实际的机械式开关时的操作感相同的接触操作感的振动。由此,能够表现使用感舒适的操作。

[0050] <电磁致动器10的整体结构>

[0051] 图2是作为本发明的实施方式的控制装置进行驱动控制的一例的电磁致动器10的平面侧外观立体图,图3是该电磁致动器10的底面侧外观立体图,图4是该电磁致动器的俯视图。另外,图5是图4的A-A线向视剖视图,图6是本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器10的分解立体图。另外,图7是表示在该电磁致动器上设置有传感器的状态的剖视图。

[0052] 图2~图7所示的电磁致动器10在本实施方式中安装在应用了控制装置1的电子设备中,作为操作设备的一例即触摸面板2(参照图1)的振动发生源而发挥功能。

[0053] 电磁致动器10作为振动致动器发挥功能,该振动致动器使可动体40向一个方向驱动,利用产生作用力的构件(板状弹性部50)的作用力使可动体40向与一个方向相反的方向移动,由此使可动体40直线往复移动(振动)。

[0054] 对应于操作者在触摸面板2的画面2a上的接触操作,通过将振动传递给操作者使其身体感觉到,能够使接触了触摸面板2的操作者进行直观的操作。此外,触摸面板2具有接触位置输出部,该接触位置输出部接受操作者在触摸面板2上的接触操作,并输出该接触位置。根据由接触位置输出部输出的接触位置信息以及驱动定时,控制装置1向电磁致动器10输出致动器驱动信号来供给驱动电流,以产生与接触操作对应的振动。接受到从控制装置1供给的驱动电流的电磁致动器10产生与从触摸面板2输出的接触位置对应的振动,并传递到触摸面板2,使触摸面板2直接振动。这样,受理由触摸面板2接受的操作者的操作,与之对应地驱动电磁致动器10。

[0055] 电磁致动器10经由控制装置1而被输入致动器驱动信号,由此使可动体40克服作用力而向一个方向(例如Z方向负侧)移动。另外,通过停止向该电磁致动器10输入致动器驱动信号,释放作用力,利用作用力使可动体40向另一方向侧(Z方向正侧)移动。电磁致动器10根据致动器驱动信号的输入和停止,使可动体40和操作设备振动。电磁致动器10在不使用磁铁的情况下驱动可动体40,使操作设备振动。

[0056] 此外,在本实施方式中,致动器驱动信号相当于作为驱动可动体40和操作设备的驱动电流而供给至线圈22的多个驱动电流脉冲(也称为“电流脉冲”)列。在电磁致动器10中,当电流脉冲被供给至线圈22时,可动体40向一个方向移动。

[0057] 电磁致动器10具有:固定体30,其具有铁芯组装体20和基座部32,铁芯组装体20在铁芯24上卷绕线圈22而成;可动体40,其具有磁性体的磁轭41;以及板状弹性部(弹性支承部)50(50-1、50-2),其将可动体40弹性支承为能够相对于固定体30在振动方向上移动。

[0058] 电磁致动器10驱动由板状弹性部50可移动地支承的可动体40,以使其相对于固定

体30向一个方向移动。另外,可动体40向与一个方向相反的方向的移动通过板状弹性部50的作用力来进行。

[0059] 具体而言,电磁致动器10通过铁芯组装体20使可动体40的磁轭41振动。具体而言,通过被通电的线圈22和由被通电的线圈22励磁的铁芯24的吸附力、以及板状弹性部50(50-1、50-2)的作用力,使可动体40振动。

[0060] 电磁致动器10构成为以Z方向为厚度方向的扁平形状。电磁致动器10使可动体40相对于固定体30以Z方向即厚度方向为振动方向进行振动,使在电磁致动器10自身的厚度方向上分离配置的表面背面中的一个面相对于另一个面在Z方向上接近、分离。

[0061] 在本实施方式中,电磁致动器10利用铁芯24的吸附力使可动体40向作为一个方向的Z方向负侧移动,利用板状弹性部50(50-1、50-2)的作用力使可动体40向Z方向正侧移动。

[0062] 在本实施方式的电磁致动器10中,可动体40在相对于可动体40的可动中心呈点对称的位置上,由沿着与Z方向正交的方向配置的多个板状弹性部50(50-1、50-2)弹性支承,但不限于该结构。

[0063] 板状弹性部50固定在可动体40和固定体30之间,并且只要是具有弹性变形的蛇纹形状部并将可动体40弹性支承为相对于固定体30至少在与铁芯24的两端部(磁极部242、244)中的一个端部相对的方向上移动自如的结构,则可以任意设置。例如,板状弹性部50可以将可动体40弹性支承为相对于固定体30(铁芯组装体20)在与铁芯24的一个端部(磁极部242或磁极部244)相对的方向上移动自如。另外,板状弹性部50-1、50-2可以相对于可动体40的中心以线对称的方式配置,也可以使用两个以上的多个板状弹性部50。各板状弹性部50-1、50-2在一端侧固定在固定体30上,在另一端侧固定在可动体40上,将可动体40支承为能够相对于固定体30在振动方向(Z方向,在此为上下方向)上移动。

[0064] <固定体30>

[0065] 如图5至图9所示,固定体30具有铁芯组装体20和基座部32,该铁芯组装体20具有线圈22和铁芯24。

[0066] 基座部32固定铁芯组装体20,经由板状弹性部50(50-1、50-2)在振动方向上移动自如地支承可动体40。基座部32是扁平形状的构件,形成电磁致动器10的底面。基座部32具有固定板状弹性部50(50-1、50-2)的一端部的安装部32a,从而夹着铁芯组装体20。安装部32a分别与铁芯组装体20隔开相同间隔地配置。此外,该间隔是设为板状弹性部50(50-1、50-2)的变形区域的间隔。

[0067] 安装部32a具有固定板状弹性部50(50-1、50-2)的固定孔321、以及用于将基座部32固定在基台3(参照图1)上的固定孔322。固定孔322以夹着固定孔321的方式设置在安装部32a的两端部。由此,基座部32相对于基台3(参照图1)整面稳定地加以固定。

[0068] 在本实施方式中,基座部32构成为,加工钣金并作为安装部32a的一边部和另一边部夹着底面部32b,在进深方向上位于分离的位置。在安装部32a之间设有凹状部,该凹状部具有高度比安装部32a低的底面部32b。凹状部内、即底面部32b的表面侧的空间确保板状弹性部50(50-1、50-2)的弹性变形区域,是用于确保由板状弹性部50(50-1、50-2)支承的可动体40的可动区域的空间。

[0069] 底面部32b为矩形,在其中央部形成开口部36,在该开口部36内配置有铁芯组装体20。

[0070] 开口部36是与铁芯组装体20的形状对应的形状。在本实施方式中,开口部36形成正方形。由此,使铁芯组装体20和可动体40配置在电磁致动器10的中央部,能够使电磁致动器10整体在俯视下为大致正方形。此外,开口部36也可以是矩形(包括正方形)。

[0071] 在开口部36内插入铁芯组装体20的下侧的绕线管26的分割体26b以及线圈22的下侧部分,以从侧面看铁芯24位于底面部32b上的方式进行固定。由此,与在底面部32b上安装铁芯组装体20的结构相比,Z方向的长度(厚度)变薄。另外,由于铁芯组装体20的一部分,在此为底面侧的一部分以嵌入开口部36内的状态被固定,所以铁芯组装体20以难以从底面部32b脱落的状态被牢固地固定。

[0072] 铁芯组装体20通过在铁芯24的外周经由绕线管26卷绕线圈22而构成。

[0073] 铁芯组装体20在线圈22通电时,通过与板状弹性部50(50-1、50-2)的协同动作,使可动体40的磁轭41振动(在Z方向往复直线移动)。

[0074] 在本实施方式中,铁芯组装体20形成为矩形板状。在矩形板状的长度方向上分离的两边部分配置有磁极部242、244。

[0075] 这些磁极部242、244能够在X方向上空开间隙地与可动体40的被吸附面部46、47对置地配置。在本实施方式中,作为上表面的对置面(对置面部)20a、20b在可动体40的振动方向(Z方向)上与磁轭41的被吸附面部46、47的下表面斜对面地接近。

[0076] 如图2所示,将线圈22的卷绕轴朝向在基座部32中分离的安装部32a彼此的对置方向(与振动方向正交的X方向)地固定在基座部32上。在本实施方式中,铁芯组装体20配置在基座部32的中央部,具体而言,配置在底面部32b的中央部。如图3~图9所示,铁芯组装体20以铁芯24与底面部32b平行且跨越开口部36而位于底面上的方式固定在底面部32b上。铁芯组装体20在使线圈22及卷绕于线圈22的部位(铁芯主体241)位于基座部32的开口部36内的状态下加以固定。具体而言,铁芯组装体20在将线圈22配置于开口部36内的状态下,通过将螺钉68穿过固定孔28和底面部32b的止动孔33(参照图6)进行紧固而固定于底面部32b上。铁芯组装体20和底面部32b在沿Y方向分离的开口部36的两边部和磁极部242、244,通过作为止动构件的螺钉68夹着线圈22,在线圈22的轴心上的两个部位成为接合的状态。

[0077] 线圈22是在驱动电磁致动器10时通电而产生磁场的螺线管。线圈22与铁芯24以及可动体40一起构成吸引可动体40并使其移动的磁路(磁路径)。此外,从外部电源经由控制装置1向线圈22供电。例如,通过从控制装置1向电磁致动器10供给驱动电流,向线圈22供电来驱动电磁致动器10。

[0078] 铁芯24具有:卷绕线圈22的铁芯主体241;以及设置在铁芯主体241的两端部并通过线圈22通电而励磁的磁极部242、244。铁芯24只要是具有通过线圈22的通电使两端部成为磁极部242、244的长度的结构,则可以是任何结构。例如,也可以形成为直线型(I型)平板状,但本实施方式的铁芯24形成为俯视H型的平板状。

[0079] 在设为I型铁芯的情况下,在I型铁芯的两端部(磁极部),空开气隙G而相对的被吸附面部46、47侧的面(气隙侧面)的面积变窄。由此,磁路中的磁阻升高,转换效率有可能降低。另外,当在铁芯上安装绕线管时,由于铁芯的长度方向上的绕线管的定位件消失或变小,所以需要另外设置。与此相对,铁芯24由于为H型,所以能够在铁芯主体241的两端部使气隙侧面在前后方向(Y方向)上扩大为比卷绕有线圈22的铁芯主体241的宽度更长,使磁阻降低,从而能够谋求磁路的效率的改善。另外,在磁极部242、244中,在从铁芯主体241伸出

的部位之间,仅通过嵌入绕线管26就能够进行线圈22的定位,无需另外设置绕线管26相对于铁芯24的定位构件。

[0080] 铁芯24在卷绕线圈22的板状的铁芯主体241的两端部分别在与线圈22的卷绕轴正交的方向上突出地设置有磁极部242、244。

[0081] 铁芯24是由软磁性材料等构成的磁性体,例如由硅钢板、坡莫合金、铁素体等形成。另外,铁芯24也可以由电磁不锈钢、烧结材料、MIM(金属注射成型)材料、层叠钢板、电解镀锌钢板(SECC)等构成。

[0082] 磁极部242、244通过对线圈22的通电而被励磁,吸引在振动方向(Z方向)上分离的可动体40的磁轭41并使其移动。具体而言,磁极部242、244利用产生的磁通来吸附隔着间隙G对置配置的可动体40的被吸附面部46、47。

[0083] 在本实施方式中,是相对于在X方向上延伸的铁芯主体241在垂直方向即Y方向上延伸的板状体。由于磁极部242、244在Y方向上较长,所以与形成在铁芯主体241的两端部的结构相比,与磁轭41相对的对置面20a、20b的面积较大。

[0084] 绕线管26配置为在与振动方向正交的方向上包围铁芯24的铁芯主体241。绕线管26例如由树脂材料形成。由此,能够确保与金属制的其他构件(例如,铁芯24)的电绝缘,因此作为电路的可靠性提高。通过在树脂材料中使用高流动的树脂,成形性变好,能够在确保绕线管26的强度的同时使壁厚变薄。此外,绕线管26以夹着铁芯主体241的方式安装分割体26a、26b,由此形成为覆盖铁芯主体241的周围的筒状体。在绕线管26上,在筒状体的两端部设有凸缘,线圈22规定为位于铁芯主体241的外周上。

[0085] <可动体40>

[0086] 可动体40以与铁芯组装体20在与振动方向(Z方向)正交的方向上空开间隙地对置的方式来配置。可动体40设置为相对于铁芯组装体20在振动方向上往复移动自如。

[0087] 可动体40具有磁轭41,包括固定在磁轭41上的板状弹性部50-1、50-2的可动体侧固定部54。

[0088] 可动体40经由板状弹性部50(50-1、50-2),能够相对于底面部32b在接近分离方向(Z方向)上移动,以大致平行地分离并吊起的状态(基准常态位置)配置。

[0089] 磁轭41是对线圈22通电时产生的磁通的磁路,是由电磁不锈钢、烧结材料、MIM(金属注射成型)材料、层叠钢板、电解镀锌钢板(SECC)等磁性体构成的板状体。在本实施方式中,磁轭41是加工SECC板而形成的。

[0090] 磁轭41通过分别固定于在X方向上分离的被吸附面部46、47上的板状弹性部50(50-1、50-2),以相对于铁芯组装体20在振动方向(Z方向)上空开间隙G(参照图7)地对置的方式吊设。

[0091] 磁轭41具有安装操作设备(参照图1所示的触摸面板2)的面部固定部44以及与磁极部242、244对置配置的被吸附面部46、47。

[0092] 磁轭41形成为在中央部具有开口部48的矩形框状,具有包围开口部48的面部固定部44和被吸附面部46、47。

[0093] 开口部48与线圈22对置。在本实施方式中,开口部48位于线圈22的正上方,开口部48的开口形状形成为在磁轭41向底面部32b侧移动时,铁芯组装体20的线圈22部分能够插入的形状。

[0094] 通过将磁轭41做成具有开口部48的结构,与没有开口部48的情况相比,能够使电磁致动器整体的厚度变薄。

[0095] 另外,由于使铁芯组装体20位于开口部48内,因此,不会在线圈22附近配置磁轭41,能够抑制从线圈22泄漏的漏磁通所引起的转换效率的降低,能够谋求高输出。

[0096] 面部固定部44具有对作为操作设备的一例的触摸面板2进行面接触并固定的固定面44a。固定面44a俯视下呈梯形,通过插入至面部固定孔42的螺钉等止动构件,与固定在面部固定部44上的触摸面板2面接触。

[0097] 板状弹性部50-1、50-2的可动体侧固定部54分别以层叠的状态固定在被吸附面部46、47上。在被吸附面部46、47上设有在向底面部32b侧移动时避开铁芯组装体20的螺钉64的头部的缺口部49。

[0098] 由此,即使可动体40向底面部32b侧移动,被吸附面部46、47接近磁极部242、244,也不会与将磁极部242、244固定在底面部32b上的螺钉68接触,能够确保相应的Z方向的磁轭41的可动区域。

[0099] <板状弹性部50(50-1、50-2)>

[0100] 板状弹性部50(50-1、50-2)将可动体40支承为相对于固定体30移动自如。板状弹性部50(50-1、50-2)将可动体40的上表面支承为与铁芯组装体20的上表面相同的高度,或者支承为在比固定体30的上表面(在本实施方式中为铁芯组装体20的上表面)靠下表面侧相互平行。此外,板状弹性部50-1、50-2具有相对于可动体40的中心对称的形状,在本实施方式中,是同样形成的构件。

[0101] 板状弹性部50大致平行地配置,以使磁轭41相对于铁芯组装体20的铁芯24的磁极部242、244空开间隙G而对置。板状弹性部50在比与铁芯组装体20的上表面的高度水平大致相同的水平更靠底面部32b侧的位置沿振动方向移动自如地支承可动体40的下表面。

[0102] 板状弹性部50是板簧,具有固定体侧固定部52、可动体侧固定部54、连接固定体侧固定部52和可动体侧固定部54的蛇纹状弹性臂部56。

[0103] 板状弹性部50在安装部32a的表面安装固定体侧固定部52,在磁轭41的被吸附面部46、47的表面安装可动体侧固定部54,使蛇纹状弹性臂部56与底面部32b平行地安装可动体40。

[0104] 固定体侧固定部52与安装部32a面接触,并通过螺钉62接合固定,可动体侧固定部54与被吸附面部46、47面接触,并通过螺钉64接合固定。

[0105] 蛇纹状弹性臂部56是具有蛇纹形状部的臂部。在本实施方式中,蛇纹状弹性臂部56具有沿固定体侧固定部52和可动体侧固定部54的对置方向延伸并折回的形状。在蛇纹状弹性臂部56中,分别与固定体侧固定部52和可动体侧固定部54接合的端部形成于在Y方向错开的位置。蛇纹状弹性臂部56配置在相对于可动体40的中心点对称或线对称的位置上。

[0106] 由此,可动体40被具有蛇纹形状的弹簧的蛇纹状弹性臂部56在两侧方支承,因此,能够进行弹性变形时的应力分散。即,板状弹性部50能够使可动体40相对于铁芯组装体20不倾斜地在振动方向(Z方向)上移动,能够谋求振动状态的可靠性的提高。

[0107] 板状弹性部50分别具有至少两个以上的蛇纹状弹性臂部56。由此,与板状弹性部50分别具有一个蛇纹状弹性臂部的情况相比,弹性变形时的应力被分散,能够谋求可靠性的提高,并且,相对于可动体40的支承平衡变好,能够谋求稳定性的改善。

[0108] 在本实施方式中,板状弹性部50由磁性体构成。另外,板状弹性部50的可动体侧固定部54配置在与铁芯的两端部(磁极部242、244)在线圈卷绕轴方向上对置的位置或者其上侧的位置,成为磁路。在本实施方式中,可动体侧固定部54以层叠的状态固定在被吸附面部46、47的上侧。由此,能够使与铁芯组装体的磁极部242、244对置的被吸附面部46、47的厚度(Z方向、振动方向的长度)H(参照图7)增大为磁性体的厚度。板状弹性部50的厚度与磁轭41的厚度相同,因此能够使与磁极部242、244对置的磁性体的部位的横截面积变为2倍。由此,与板簧为非磁性的情况相比,能够扩展磁路的磁路,缓和磁路中的磁饱和所引起的特性的降低,从而谋求输出提高。

[0109] 此外,在本实施方式的电磁致动器10中,也可以设置检测部,该检测部检测对由面部固定部44固定的操作面部进行操作时的可动体40的压入量。在本实施方式中,例如,如图6至图7所示,作为检测部,也可以设置检测板状弹性部50的应变的应变检测传感器70。

[0110] 应变检测传感器70检测在面部固定部44被向底面部32b侧压入时变形的板状弹性部50的应变。检测出的应变被输出到控制装置等,线圈22被通电,吸引磁轭41使其移动,以成为与该变形对应的可动体40的移动量。

[0111] 在本实施方式中,即使控制装置1不判定被操作的操作设备的移动量,只要能够检测出操作者对操作设备的接触,就能够实现对接触的振动反馈。此外,如果能够以与实际的操作设备的移动量对应的移动量来检测对板状弹性部50的压入量,则能够使用该检测结果来实现更自然的触觉的表现。

[0112] 另外,也可以使用应变检测传感器70,基于操作者的接触操作、即检测可动体40的压入量的传感器的检测结果,调整供给控制装置1的电流脉冲供给部所产生的驱动电流脉冲时的可动体40(作为操作设备的触摸面板2)的振动周期。另外,也可以与应变检测传感器70不同,以与在触摸面板2上检测到的操作者的接触位置的显示形态联动,产生与该显示形态对应的振动的方式,向控制装置1输出表示操作状态的操作信号,控制装置1与此相应地进行控制。

[0113] 另外,应变检测传感器70在板状弹性部50的蛇纹状弹性臂部56中,安装在应变大的根部附近,另外,配置在不妨碍其他构件的区域,即所谓的死区(dead space)中。此外,也可以代替应变检测传感器70,在板状弹性部50的下方,在与板状弹性部50的变形部分对置的底面部32b上,配置测定与被压入而位移的板状弹性部50之间的距离的静电电容传感器等用于检测压入的检测部。

[0114] 图8是表示电磁致动器10的磁路的图。此外,图8是沿图4的A-A线切断的电磁致动器10的立体图,磁路的未图示的部分也具有与图示的部分相同的磁通的流动M。另外,图9是示意地表示由磁路引起的可动体的移动的剖视图。详细地说,图9的(a)是通过板状弹性部50将可动体40保持在离开铁芯组装体20的位置的状态的图,图9的(b)表示因磁路所产生的磁动势被向铁芯组装体20侧吸引而移动的可动体40。

[0115] 具体而言,当对线圈22通电时,铁芯24被励磁而产生磁场,铁芯24的两端部成为磁极。例如,在图8中,在铁芯24中,磁极部242为N极,磁极部244为S极。于是,在铁芯组装体20与磁轭41之间形成磁通的流动M所示的磁路。该磁路中的磁通的流动M从磁极部242流至对置的磁轭41的被吸附面部46,通过磁轭41的面部固定部44,从被吸附面部47到达与被吸附面部47对置的磁极部244。在本实施方式中,板状弹性部50也是磁性体。因此,流至被吸附面

部46的磁通(用磁通的流动M表示)通过磁轭41的被吸附面部46及可动体侧固定部54,从被吸附面部46的两端经由面部固定部44到达被吸附面部46及板状弹性部50-2的可动体侧固定部54的两端。

[0116] 由此,根据电磁螺线管的原理,铁芯组装体20的磁极部242、244产生吸附磁轭41的被吸附面部46、47的吸引力F。于是,磁轭41的被吸附面部46、47被铁芯组装体20的磁极部242、244双方吸引。由此,在磁轭41的开口部48内插入线圈22,包含磁轭41的可动体40克服板状弹性部50的作用力向F方向移动(参照图9的(a)及图9的(b))。

[0117] 另外,当解除对线圈22的通电时,磁场消失,铁芯组装体20对可动体40的吸引力F消失,利用板状弹性部50的作用力,移动到原来的位置(向-F方向移动)。

[0118] 通过反复进行这些动作,电磁致动器10能够使可动体40往复直线移动而产生振动方向(Z方向)的振动。

[0119] 通过使可动体40往复直线移动,作为固定可动体40的操作设备的触摸面板2也追随可动体40在Z方向上进行位移。在本实施方式中,驱动产生的可动体40的位移、即触摸面板2的位移量G1(参照图1)为0.03mm~0.3mm的范围。该位移量的范围是能够赋予与操作者在作为操作设备的触摸面板2的画面2a中按压的显示对应的振动的范围。例如,在画面2a中成为操作者的按压对象的显示是机械式按钮或各种开关的情况下,是能够赋予与实际按压这些机械式按钮或各种开关时相同的触感的振幅的范围。该范围被设定为,如果可动体40的振幅的位移小,则触感不充分,另外,如果大,则感觉不舒服。

[0120] 在电磁致动器10中,通过将磁轭41的被吸附面部46、47靠近铁芯组装体20的磁极部242、244来设置,能够提高磁路效率,从而谋求高输出。另外,在电磁致动器10中,由于不使用磁铁,所以成为低成本的结构。通过作为板状弹性部50(50-1、50-2)的蛇纹形状的弹簧,能够分散应力,能够谋求可靠性的提高。特别是,由于利用多个板状弹性部50(50-1、50-2)来支承可动体40,所以能够更有效地分散应力。这样,电磁致动器10能够通过上下方向驱动对在上下方向上与画面2a接触的操作者提供直接的触觉。

[0121] 具有用于卷绕线圈22的铁芯24的铁芯组装体20固定在固定体30上,该铁芯组装体20配置在可动体40的磁轭41的开口部48内,该可动体40通过板状弹性部50被支承为相对于固定体30在Z方向上移动自如。由此,不需要为了产生磁力以使在Z方向上驱动可动体而在Z方向上重叠设置分别设置在固定体和可动体上的构件(例如,在Z方向上相对地配置线圈和磁铁),因此,作为电磁致动器能够使Z方向的厚度变薄。另外,通过不使用磁铁而使可动体40往复直线移动,能够对操作设备赋予作为触觉感的振动。这样,由于支承结构简单,所以设计变得简单,能够谋求空间节省化,能够谋求电磁致动器10的薄型化。另外,由于是未使用磁铁的致动器,所以与使用磁铁的结构相比,能够谋求成本的低廉化。

[0122] 以下,简单说明电磁致动器10的驱动原理。电磁致动器10可以使用下述的运动方程式及电路方程式,使用脉冲产生共振现象来进行驱动。此外,作为动作,不是共振驱动,而是表现作为操作设备的触摸面板上所显示的机械式开关的操作感,在本实施方式中,经由控制装置1输入多个电流脉冲,由此来进行驱动。作为机械式开关,例如可以举出触觉开关、交替型开关、瞬时开关、拨动开关、滑动开关、旋转开关、DIP开关以及翘板开关。

[0123] 此外,电磁致动器10的可动体40根据式(1)、式(2)进行往复运动。

[0124] [数式1]

$$[0125] m \frac{d^2x(t)}{dt^2} = K_f i(t) - K_{sp} x(t) - D \frac{dx(t)}{dt} \quad \dots \quad (1)$$

[0126] m:质量[kg]

[0127] x(t):位移[m]

[0128] K_f:推力常数[N/A]

[0129] i(t):电流[A]

[0130] K_{sp}:弹簧常数[N/m]

[0131] D:衰减系数[N/(m/s)]

[0132] [数式2]

$$[0133] e(t) = R i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + K_e \frac{dx(t)}{dt} \quad \dots \quad (2)$$

[0134] e(t):电压[V]

[0135] R:电阻[Ω]

[0136] L:电感[H]

[0137] K_e:反电动势常数[V/(rad/s)]

[0138] 即,电磁致动器10中的质量m[kg]、位移x(t)[m]、推力常数K_f[N/A]、电流i(t)[A]、弹簧常数K_{sp}[N/m]、衰减系数D[N/(m/s)]等可以在满足式(1)的范围内适当变更。另外,电压e(t)[V]、电阻R[Ω]、电感L[H]、反电动势常数K_e[V/(rad/s)]可以在满足式(2)的范围内适当变更。

[0139] 这样,由电磁致动器10、可动体40的质量m、作为板状弹性部50的金属弹簧(弹性体,在本实施方式中为板簧)的弹簧常数K_{sp}来决定。

[0140] 另外,在电磁致动器10中,在基座部32与板状弹性部50的固定以及板状弹性部50与可动体40的固定中,使用螺钉62、64。由此,可动体40为了进行驱动,能够将需要相对于固定体30及可动体40牢固地固定的板状弹性部50以能够再加工的状态机械地牢固地固定。

[0141] <控制装置1>

[0142] 控制装置1对电磁致动器10进行控制,该电磁致动器10将被支承为能够弹性振动的操作设备(图1中为触摸面板2)向其振动方向的一个方向驱动。

[0143] 控制装置1根据操作设备的接触操作,向电磁致动器10供给驱动电流,产生磁场,使可弹性振动的可动体40相对于固定体30向一个方向、在此为Z方向负侧移动。由此,在操作者与操作设备接触时,控制装置1将振动作为触感赋予。此外,接触操作例如可以是从触摸面板2输入的表示接触状态的信号,也可以是由应变检测传感器70检测到的信号。

[0144] 在本实施方式中,控制装置1将多个电流脉冲列作为驱动电磁致动器10的电磁致动器驱动信号供给至线圈22。

[0145] 控制装置1通过向线圈22供给电流脉冲,可动体40克服板状弹性部50的作用力,因磁吸引力被拉向线圈22侧、即Z方向负侧而位移。追随于此,触摸面板2也相对于固定有固定体30的基台3向Z方向负侧移动。另外,通过停止向线圈22供给驱动电流,作用力被释放,可动体40在相对于基准位置的Z方向负侧的位置的保持状态被解除。由此,可动体40因板状弹性部50的作用力,从Z方向负侧处的最大位移位置向与被拉向的方向(Z方向负侧)相反的方

向(Z方向正侧)被施力而移动,反馈振动。

[0146] 多个电流脉冲列具有:主驱动脉冲,其产生与接触操作对应的主要振动;以及副驱动脉冲,其形成基于主驱动脉冲的振动的衰减期间。

[0147] 在操作者与操作设备(图1中为触摸面板2的画面2a)接触时,主驱动电流脉冲(以下,也称为“主驱动脉冲”)被供给至线圈22,驱动电磁致动器10,产生反馈给操作者的与接触操作对应的主要振动。

[0148] 在供给主驱动脉冲后,副驱动脉冲被供给至线圈22,形成基于主驱动脉冲的主要振动的衰退期间的振动,即所反馈振动的剩余的衰减的振动。

[0149] 主驱动脉冲只要是构成向进行接触操作的操作者反馈的主要振动的驱动脉冲,则可以产生任意大小的振动,或者,也可以由多个电流脉冲形成。

[0150] 另外,副驱动脉冲是在供给主驱动脉冲之后被供给至线圈22的驱动脉冲。在本实施方式中,副驱动脉冲具有:制动脉冲,其用于缩短基于主驱动脉冲的反馈振动后的衰减的振动(振动的衰减期间);以及衰减追加脉冲,其用于使基于主驱动脉冲的振动后的振动衰减期间继续。此外,副驱动脉冲只要具有制动脉冲和衰减追加脉冲中的至少一个即可。

[0151] 根据主驱动脉冲和副驱动脉冲的振幅、各自的波长、各自的供给定时等,生成各种振动形态,并作为致动器驱动信号被供给至电磁致动器10,由此作为体感被赋予给操作者。

[0152] 控制装置1例如具有电流脉冲供给部、电压脉冲施加部。

[0153] 电流脉冲供给部根据操作设备(触摸面板2)的接触操作,将多个驱动电流脉冲作为驱动操作设备的驱动电流供给至电磁致动器10的线圈22。

[0154] 在本实施方式中,多个驱动电流脉冲是将主驱动脉冲和副驱动脉冲组合为一组的、作为致动器驱动信号的驱动电流脉冲列。

[0155] 在操作者与操作设备(图1中为触摸面板2的画面2a)接触时,本实施方式的控制装置1将驱动电流脉冲的列输出到电磁致动器10的线圈22,使电磁致动器振动,作为触感赋予给操作者。

[0156] 此外,关于包含主驱动脉冲和驱动电流脉冲的驱动电流脉冲列的详细内容在后文叙述。

[0157] 电压脉冲施加部将分别产生构成致动器驱动信号的多个驱动电流脉冲(主驱动脉冲和副驱动脉冲(制动脉冲和衰减追加脉冲))的多个控制电压脉冲断续地施加到电流脉冲供给部。

[0158] 具体而言,电压脉冲施加部施加主驱动脉冲来作为主驱动信号,该主驱动信号启动成为操作者接触画面2a时的主要触感的具有预定振幅、波长的振动。此外,电压脉冲施加部在主驱动信号之后向电流脉冲供给部施加作为副驱动脉冲的振动衰减期间调整信号。

[0159] 图10是表示本发明的实施方式的控制装置的结构的一例的电路图。

[0160] 在图10所示的控制装置1中,具有:由MOSFET(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor,金属氧化物半导体场效应管)构成的作为电流脉冲供给部的开关元件82、作为电压脉冲施加部的信号产生部(Signal generation)84、电阻R1、R2、SBD(Schottky Barrier Diodes:肖特基势垒二极管)。

[0161] 在控制装置1中,与电源电压Vcc连接的信号产生部84连接至开关元件82的栅极。开关元件82是放电切换开关,与电磁致动器10、SBD连接,并且与从电源部Vact供给电压的

电磁致动器(在图10中以[Actuator]表示)10连接。

[0162] 此外,虽未图示,但控制装置1也可以具备用于控制振动呈现装置的构成要素的动作的CPU(Central Processing Unit,中央处理器)、ROM(Read Only Memory,只读存储器)、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)等。CPU从ROM读出与处理内容对应的程序,在RAM中加载,以与加载的程序协同动作的方式,控制包括电磁致动器10的振动呈现装置的构成要素的动作。此时,参照存储在存储部(省略图示)中的包含各种振动衰减期间产生模式的各种数据。存储部(省略图示)例如也可以由非易失性的半导体存储器(所谓的闪存)等构成。例如,在存储部、ROM或RAM等中,除了主驱动脉冲波形数据之外,还存储制动脉冲波形数据和各种各样的多种模式的衰减追加脉冲波形数据。在ROM中存储有包括驱动电磁致动器来呈现振动的振动呈现程序在内的控制振动呈现装置的各种程序。作为振动呈现程序,例如是在从操作设备或应变检测传感器70输入了表示接触状态的信息时,为了生成产生与接触信息对应的振动的致动器驱动信号而读出制动脉冲波形数据和衰减追加脉冲波形数据的程序、将读出的数据组合而生成与接触信息对应的致动器驱动信号的程序、将生成的致动器驱动信号供给至线圈的程序等。致动器驱动信号作为多个电流脉冲的组合,经由驱动电磁致动器的致动器而被施加到线圈。CPU可以使用这些程序和数据来控制振动呈现装置的构成要素的动作,也可以控制电流脉冲供给部和电压脉冲施加部。

[0163] <控制装置所产生的振动动作>

[0164] 控制装置1向线圈22供给电流脉冲,向振动方向的一个方向驱动可动体40。通过向线圈22供给电流脉冲,可动体40克服板状弹性部50的作用力,向振动方向的一个方向位移。在供给电流脉冲的过程中,可动体40继续向振动方向的一个方向位移。通过停止供给电流脉冲,即通过断开对线圈22的电流脉冲的输入,使可动体40向振动方向的一个方向(Z方向)位移的力得到释放。电流脉冲的输入的断开意味着生成该电流脉冲的电压变为断开的定时。在电压变为断开的时间点,电流脉冲不是完全断开而是处于衰减的状态。可动体40因在拉入方向(Z方向负侧)的最大可位移位置蓄积的板状弹性部50的作用力,向振动方向中的另一方向(Z方向正侧)移动而位移。经由向作为操作设备侧的另一方向侧移动的可动体40向操作设备传播强振动,对操作者赋予触感。

[0165] 控制装置1根据操作者对画面2a的接触,向线圈22供给包含作为第一个脉冲的主驱动脉冲、作为第二个脉冲以后的脉冲的副驱动脉冲(制动脉冲、衰减追加脉冲)的多个电流脉冲。在可动体40的振动中,控制装置1供给主驱动脉冲,此外,通过在供给主驱动脉冲之后供给的副驱动脉冲,调整在主驱动脉冲的供给停止后仍然继续的振动、即所谓的振动衰减期间。

[0166] <主驱动脉冲的供给>

[0167] 图11是用于说明向电磁致动器供给主驱动脉冲时的可动体的位移的图。响应于操作者对画面2a的接触,控制装置1向线圈22供给主驱动脉冲。由此,可动体40根据主驱动脉冲进行驱动,如图11所示进行位移即振动,产生振动衰减期间。

[0168] 由此,控制装置1通过调整振动衰减期间的强弱、振动衰减期间的长度、或者振动衰减期间的有无等,控制装置1在操作者与操作设备接触时赋予各种触感。

[0169] 这里,电磁致动器10的振动周期T,以设为作为可动部分的可动体40(也包括触摸面板2,但这里为了方便,用可动体40进行说明)的质量m、弹性支承可动体40的板状弹性部

50即板簧的弹簧常数Ks的方式,用下式(3)表示。

[0170] [数式3]

$$[0171] T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{Ks}} \dots (3)$$

[0172] 在本实施方式中,振动周期T是从负侧的最大位移的定时到下一次的最大位移的定时为止的时间的间隔。

[0173] <副驱动脉冲的供给>

[0174] 在供给了主驱动脉冲之后,将供给至线圈22的第二个脉冲以后的电流脉冲作为副驱动脉冲(制动脉冲以及衰减追加脉冲),在预定的定时供给至线圈22。换言之,电流脉冲供给部在供给了能够启动弹性振动的驱动电流脉冲作为主驱动电流脉冲之后,供给能够调整弹性振动的衰减期间的驱动电流脉冲(制动脉冲、衰减追加脉冲)作为副驱动电流脉冲。

[0175] 由此,调整基于主驱动脉冲的振动的衰减期间。即,副驱动脉冲调整基于主驱动脉冲的主振动后接着的自由振动的大小长度。

[0176] 所谓预定的定时,是指从将作为第一个脉冲供给至线圈22的主驱动脉冲变为断开的定时Ts起,在由支承触摸面板2和可动体40的板状弹性部50产生的弹性振动的振动周期T(n)中正侧的最大位移量(峰值)的前后1/2T的范围,也可以说,是去除正侧、负侧的最大位移量(峰值)的定时。由此,使操作设备振动,对操作者赋予各种触感。

[0177] <制动脉冲的供给>

[0178] 制动脉冲能够衰减由电流脉冲产生的振动,在本实施方式中,是以缩短由主驱动脉冲产生的振动的衰减期间的方式进行供给的脉冲。

[0179] 具体而言,控制装置1将多个电流脉冲中向线圈22供给主驱动脉冲后向线圈22供给的第二个脉冲以后的电流脉冲的输入(供给)定时,设为如下范围:从将第一个脉冲的主驱动脉冲变为断开的定时Ts起的振动周期T(n-1)~T(n-1)+1/2T(n为自然数)的范围。n表示在作为电磁致动器驱动信号的多个电流脉冲列中,作为副驱动脉冲(制动脉冲)而被供给的电流脉冲的振动周期的定时。此外,如果n为2以上的自然数,则不会使第一个脉冲的主驱动脉冲所产生的正侧的最大位移量衰减,能够缩短主驱动脉冲所产生的正侧的最大位移量后的振动的衰减期间。

[0180] 例如,在n=2的情况下,在第二个脉冲以后的振动周期时,在第二个振动周期中的从负侧的最大位移量侧(一个方向侧)向正侧的最大位移量侧(另一方向侧)的位移中,使可动体40向负侧的最大位移量侧(一个方向侧)位移,进行制动。由此,在主驱动脉冲的衰减期间,可动体40的振幅(到负侧的最大位移量的长度)变短,抑制衰减期间中的振动,衰减期间变短,能够赋予设为敏锐的触感的振动。

[0181] 图12是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。此外,图12表示在供给了主驱动脉冲时的可动体(包括操作设备)的位移量(参照图11)中,n=2,在电磁致动器的振动周期中在第二个周期供给制动脉冲的模式。

[0182] 在图12中,控制装置1在将主驱动脉冲供给至线圈22之后,将第二个脉冲的电流脉冲的供给定时设为,在主驱动脉冲所产生的振动的衰减期间中从负侧的最大位移量(峰值)向正侧的最大位移量(峰值)位移的期间。具体而言,在振动周期的从第二个周期的负侧的最大位移量(T后)起到正侧的最大位移量(峰值)的期间进行第二个脉冲的供给。即,制动脉

冲对从负侧向正侧运动的可动体40向负方向作用吸引力。此外,电流脉冲在可动体40的位移的峰值处不进行供给。在振动的位移(相当于可动体40的位移)达到正侧的峰值时,将电流脉冲的供给变为断开。在本实施方式中,在振动的位移为正侧和负侧的最大位移量时,不供给电流脉冲。

[0183] 由此,基于主驱动脉冲的位移的峰值后的下一次位移得到抑制,振动衰减期间变短。因此,操作者被赋予敏锐的触感。

[0184] 图13是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图,图13表示供给了主驱动脉冲时的可动体(包括操作设备)的主振动的衰减部分为n=3,即,表示在电磁致动器的振动周期中在第三个周期供给制动脉冲的模式。

[0185] 在将主驱动脉冲供给至线圈22之后,将第二个脉冲的电流脉冲的供给定时设为,在主驱动脉冲所产生的振动的衰减期间中从第三个周期的最大位移的负侧的最大位移量(峰值)起向正侧的最大位移量(峰值)位移的期间。此外,将位移达到正侧的最大位移量(峰值)时的电流脉冲的供给变为断开。

[0186] 即,在第二个脉冲以后的振动周期时,在振动周期的从负侧的最大位移量(一个方向侧)起向正侧的最大位移量(另一方向侧)的位移中,使可动体40向负侧的最大位移量侧(一个方向侧)位移,进行制动。此外,向负侧的最大位移量侧的位移是可动体40向一个方向侧(Z方向负侧)的位移,向正侧的最大位移量侧的位移是可动体40的向另一方向侧(Z方向正侧)的位移。

[0187] 由此,在振动的衰减期间中,可动体40的振幅(到负侧的最大位移量的长度)变短,抑制衰减期间中的振动,缩短衰减期间,在赋予主要振动之后,能够赋予设为敏锐的触感的振动。

[0188] <衰减追加脉冲的供给>

[0189] 衰减追加脉冲使由电流脉冲产生的振动衰减。在本实施方式中,以延长供给主驱动脉冲所产生的振动的衰减期间的方式,来供给衰减追加脉冲。在供给衰减追加脉冲的情况下,在控制装置1中,在多个电流脉冲中向线圈22供给的第二个脉冲以后的电流脉冲的输入(供给)定时设为如下的范围:从将第一个脉冲的主驱动脉冲变为断开的定时Ts起的振动周期T(n-1)+1/2T~T(n-1)+T(n为自然数)的范围。此外,n表示在作为电磁致动器驱动信号的多个电流脉冲列中,作为副驱动脉冲(衰减追加脉冲)而被供给的电流脉冲的振动周期的定时。

[0190] 控制装置1在将主驱动脉冲供给至线圈22之后,将第二个脉冲以后的电流脉冲的供给定时,设为主驱动脉冲所产生的振动的衰减期间中的从正侧的最大位移量(峰值)向负侧的最大位移量位移的期间。即,在第二个脉冲以后的振动周期时,在振动周期中的从正侧的最大位移量起向负侧的最大位移量(从另一方向侧向一方侧)的位移中,对可动体40向负侧的最大位移量侧(一个方向侧)追加作用力,对向负侧的最大位移量侧的位移施力。

[0191] 由此,在振动的衰减期间,可动体40的振幅变大,对操作者赋予振动所产生的触感的时间变长,能够表现具有深度的触感的振动。

[0192] 图14是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。图14表示在供给了主驱动脉冲时的可动体(包括操作设备)的位移量(参照图11)中,n=2,在电磁致动器的振动周期中在第二个周期供给衰减追加脉冲的模式。

[0193] 图14所示的电磁致动器驱动信号在供给主驱动脉冲之后供给衰减追加脉冲。

[0194] 在图14中,控制装置1在供给主驱动脉冲后供给衰减追加脉冲的情况下,对供给至线圈22的第二个脉冲供给作为衰减追加脉冲的电流脉冲。

[0195] 由此,如图14所示,在可动体40从第二个周期的正侧的最大位移量向第三个周期的负侧的最大位移量位移的期间,即,在第二个周期的正侧的最大位移量之后向一个方向(施力的方向,负侧)位移的中途,电流脉冲被供给至线圈22。即,作用力增加,可动体40向负侧的最大位移量侧位移,负侧的最大位移量比衰减期间中的振动周期深,进而振动继续。

[0196] 由此,振动衰减期间比只有主驱动脉冲时的振动的衰减期间长,能够对操作者赋予具有深度的触感。

[0197] 图15是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图。图15表示在供给了主驱动脉冲时的可动体(包括操作设备)的位移量(参照图11)中,n=3,在电磁致动器的振动周期中在第三个周期供给衰减追加脉冲的模式。

[0198] 在将主驱动脉冲供给至线圈22之后,将第二个脉冲的电流脉冲的供给定时,设为在主驱动脉冲所产生的振动的衰减中从第三个周期的正侧的最大位移量(峰值)向第四个周期的负侧的最大位移量(峰值)位移的期间。此外,在位移达到正侧的最大位移量和负侧的最大位移量时,将电流脉冲的供给变为断开。

[0199] 即,在第二个脉冲以后的振动周期时,在从正侧的最大位移量(另一方向侧)向负侧的最大位移量(一个方向侧)的位移中,使可动体40向负侧(一个方向侧)位移,进行制动。由此,在振动的衰减期间中,可动体40的振幅(到负侧的最大位移量的长度)变大,作用力增加,衰减期间变长,在赋予主要振动之后,能够赋予具有深度的触感的振动。

[0200] 这样,在具有包含主驱动脉冲的多个电流脉冲的致动器驱动信号中,在与所供给的主驱动脉冲的列对应的振动周期T(n-1)的定时,通过供给制动脉冲,或者供给衰减追加脉冲,进而供给两者,能够使振动衰减期间变化。因此,能够实现各种接触操作感的振动的表现。

[0201] <制动脉冲+衰减追加脉冲的供给>

[0202] 图16和图17是表示输入到本发明的实施方式的控制装置的电磁致动器的电磁致动器驱动信号的一例的图,表示通过制动脉冲和衰减追加脉冲来调整弹性振动的衰减期间的例子。

[0203] 在使用制动脉冲和衰减追加脉冲这两者来调整振动的衰减的情况下,制动脉冲的供给定时为如下的范围:在弹性振动中,从将主驱动电流脉冲变为断开起的T(n-1)~T(n-1)+1/2T(n为自然数)的范围。另外,衰减追加脉冲的供给定时为如下的范围:在弹性振动中,从将主驱动电流脉冲变为断开起的T(n-1)+1/2T~T(n-1)+T(n为自然数)的范围。

[0204] 图16中将制动脉冲和衰减追加脉冲作为副驱动脉冲供给至线圈22。此外,决定制动脉冲的供给定时的n与决定衰减追加脉冲的供给定时的n可以不同,也可以相同。例如,将制动脉冲的供给定时设为,n1=2,从将主驱动电流脉冲变为断开起的T(n-1)~T(n-1)+1/2T的范围内,并追加到振动的周期的第二个周期。另外,将衰减追加脉冲的供给定时设为,n2=2,从将主驱动脉冲变为断开起的T(n-1)+1/2T~T(n-1)+T的范围内,并追加到振动的周期的第二个周期。

[0205] 这样,在图16中,示出了在振动的周期的第二个周期,基于各自的供给条件追加制

动脉冲和衰减追加脉冲的电流脉冲列的模式、和基于该模式的弹性振动的位移(相当于可动体40的位移)。

[0206] 由此,主驱动脉冲所产生的振动反馈后的振动的衰减能够通过制动脉冲而缩短,并且能够通过衰减追加脉冲而延长。由此,能够对操作者赋予敏锐感好并具有深度的触感。

[0207] 图17中将制动脉冲和衰减追加脉冲作为副驱动脉冲供给至线圈22,示出了将制动脉冲的供给定时设为n1=3,将衰减追加脉冲的供给定时设为n2=3,将制动脉冲和衰减追加脉冲一起追加到振动的周期的第三个周期的模式和此时的弹性振动的位移。

[0208] 图17所示的模式与图16的模式不同,主驱动脉冲所产生的振动反馈后的振动的衰减能够通过制动脉冲而缩短,并且能够通过衰减追加脉冲而延长。由此,除了能够给操作者赋予敏锐感好的触感之外,还能够提供具有深度的触感。

[0209] 这样,控制装置1能够以各种变化赋予基于制动脉冲的敏锐的触感以及具有深度的触感。

[0210] 图18是用于说明副驱动脉冲的供给定时的图。

[0211] 此外,在电磁致动器10中,当电感变大时,有时可动体40的位移成为最大(峰值)的定时(振动周期或半周期)因过渡电流而从电流脉冲变成断开的定时Ts延迟。在这种情况下,与振动周期对应的副驱动脉冲的供给定时与实际的振动周期产生偏差。

[0212] 相对于此,控制装置1在第二个脉冲以后的电流脉冲的输入定时设置延迟时间LT。即,在供给了主驱动脉冲后,在供给作为第二个脉冲的电流脉冲的制动脉冲或衰减追加脉冲时,在从将主驱动脉冲变为断开的定时Ts空出延迟时间LT的时间的定时来进行。

[0213] 即,在供给制动脉冲的情况下,从将主驱动脉冲变为断开(定时Ts)后经过预定的延迟时间LT起,以T(n-1)~T(n-1)+1/2T的范围的定时进行。另外,在供给衰减追加脉冲的情况下,从将主驱动脉冲变为断开(定时Ts)后经过预定的延迟时间LT起,以T(n-1)+1/2T~T(n-1)+T的范围的定时进行。

[0214] 由此,能够使副驱动脉冲的供给定时与实际的振动周期或半周期一致,能够进行适当的振动的衰减调整,提供良好的触感。

[0215] 在振动呈现装置中,当操作者与操作设备接触时,控制装置1根据该接触使接触部位振动,对操作者赋予触感。

[0216] 具体而言,向控制装置1输入触摸位置信息和/或来自应变检测传感器70的表示操作者接触的接触信息。控制装置1接收接触信息,驱动电磁致动器以产生振动。产生振动的致动器驱动信号对应于接触信息而形成。

[0217] 控制装置1使用上述的主驱动脉冲、制动脉冲、衰减追加脉冲来生成致动器驱动信号。该主驱动脉冲、制动脉冲和衰减追加脉冲只要是在主驱动脉冲上组合副驱动脉冲(制动脉冲、衰减追加脉冲)的构成,则可以任意组合来构成电磁致动器驱动信号。另外,主驱动脉冲、制动脉冲和衰减追加脉冲分别预先设定振幅、脉冲宽度不同的多种,可以将主驱动脉冲和副驱动脉冲任意组合。

[0218] 图19和图20是表示通过本发明的实施方式的控制装置1来驱动电磁致动器10的动作的一例的流程图。通过图19和图20所示的动作,控制装置1驱动电磁致动器10,产生反馈振动。

[0219] 此外,在图19和图20中,将主驱动脉冲、制动脉冲和衰减追加脉冲根据它们的功能

表述为主振动信号、振动衰减期间制动信号和振动衰减期间追加信号。

[0220] 在将主驱动脉冲供给至电磁致动器(具体而言为线圈22)的情况下,如图19所示,在操作者接触到操作设备时,控制装置1输出作为主驱动脉冲的主振动信号来作为致动器驱动信号(步骤S10)。输出的主振动信号被供给至线圈22,产生电磁力,可动体40驱动而振动。该振动经由操作设备被作为主要振动反馈给操作者,作为触感赋予操作者。

[0221] 此外,因对线圈22供给主驱动脉冲而产生的可动体40的位移根据主驱动脉冲在正方向上达到最大位移量的峰值,在产生反馈振动后衰减(参照图11)。

[0222] 图20A至图20C表示产生对反馈的振动的衰减期间进行调整而得的振动的控制。如图20A至图20C所示,在输出主振动(步骤S10)之后,调整振动的衰减期间。作为调整振动衰减期间的步骤,可以在输出主驱动信号的步骤S10之后,适当组合供给振动衰减期间制动信号的步骤S20、以及输出振动衰减期间追加信号的步骤S30,来作为振动衰减调整。由此,能够调整振动的衰减而生成各种振动模式,赋予各种触感。

[0223] 这样,根据本实施方式,能够不使用磁铁等而谋求成本的低廉化,能够谋求装置整体的低成本化,同时能够表现各种接触操作感的振动。另外,根据本实施方式,通过有效的驱动,即使是小型的产品也能够谋求输出增加。另外,能够实现低消耗电力。

[0224] 在谋求低成本化的同时,能够有效地产生适合于操作操作设备的操作者的触感的可动体40的推力。

[0225] 这样,在本实施方式中,由于没有利用橡胶等衰减材料来调整设为各种接触操作感的振动,所以没有依赖于衰减材料自身而利用衰减材料成为单一的振动衰减期间,也没有限定缺乏振动衰减期间的变化而表现的操作感的种类。另外,也不会因衰减材料的个体差异而引起共振频率的变化,其特性也不会因产品而异。

[0226] 此外,板状弹性部50优选在相对于可动体40的中心对称的位置上固定有多个,但如上所述,也可以利用一个板状弹性部50将可动体40支承为能够相对于固定体30振动。板状弹性部50也可以具备至少两个以上的臂部,该臂部连结可动体40和固定体30,并且具有蛇纹状弹性臂部56。板状弹性部50也可以由磁性体构成。在这种情况下,板状弹性部50的可动体侧固定部54相对于铁芯24的两端部分别配置在线圈22的卷绕轴方向或与卷绕轴方向正交的方向上,在对线圈22通电时与铁芯24一起构成磁路。

[0227] 另外,在电磁致动器10的结构中,也可以使用铆钉来代替用于基座部32与板状弹性部50的固定以及板状弹性部50与可动体40的固定的螺钉62、64、68。铆钉分别由头部和没有螺纹部的主体部构成,通过插入开了孔的构件,铆接相反侧的端部使其塑性变形,将开了孔的构件彼此接合。铆接例如也可以使用冲压加工机或专用的工具等进行。

[0228] 也可根据应变检测传感器70所取得的应变的数据,根据电磁致动器10的各构成要素的个体差异等,进行输入脉冲的周期的修正。

[0229] 以上说明了本发明的实施方式。此外,以上的说明是本发明的优选实施方式的示例,本发明的范围不限定于此。也就是说,关于上述装置的结构和各部分的形状的说明只是一个例子,在本发明的范围内可以对这些例子进行各种变更和追加。

[0230] 在本实施方式中,由控制装置1驱动控制的电磁致动器的驱动方向为Z方向,但不限定于此,在与操作者的接触面平行的方向,具体而言,在X方向或Y方向,也能够得到上述的有效的驱动和振动的强化等效果。

[0231] [工业实用性]

[0232] 本发明的电磁致动器具有能够表现各种接触操作感的振动的效果,例如,对于在车载产品、产业设备中,通过使手指等接触画面上的图像来输入操作的操作设备,例如搭载有能够反馈与接触显示在图像上的机械式开关等各种图像时的操作感相同的操作感的触摸面板装置的触摸显示装置等操作设备是有用的。

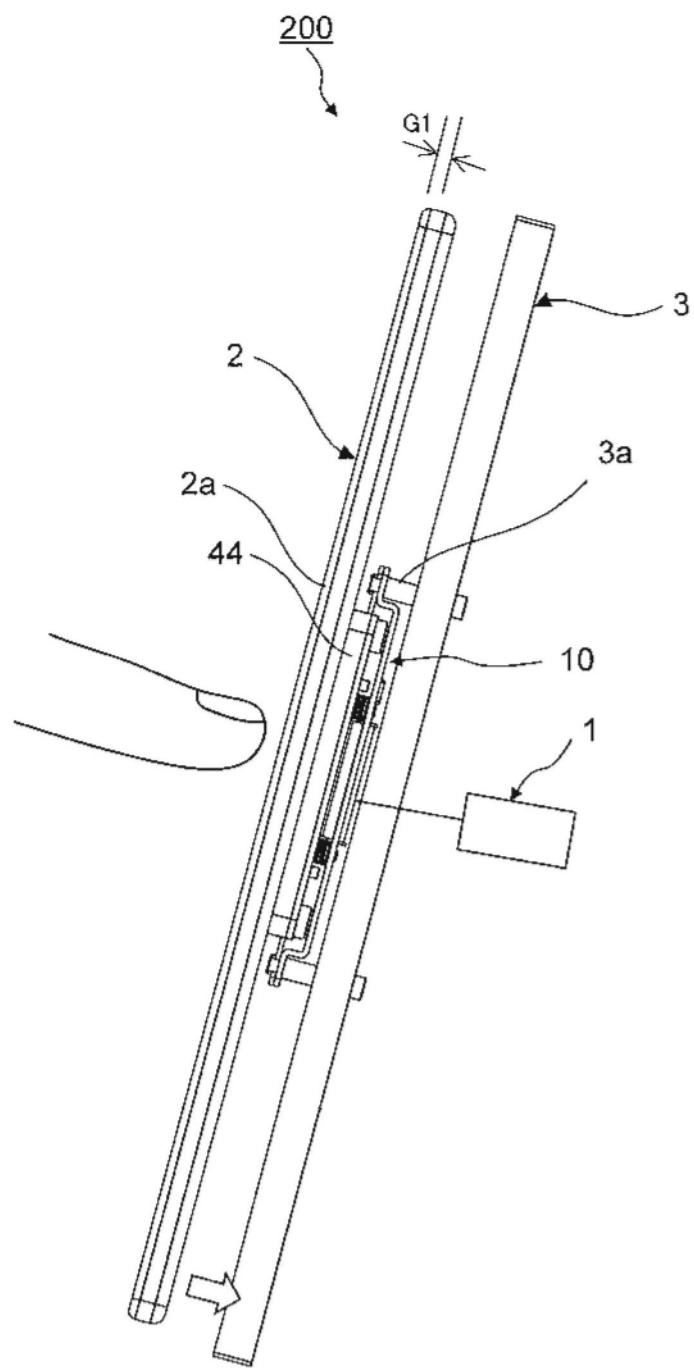
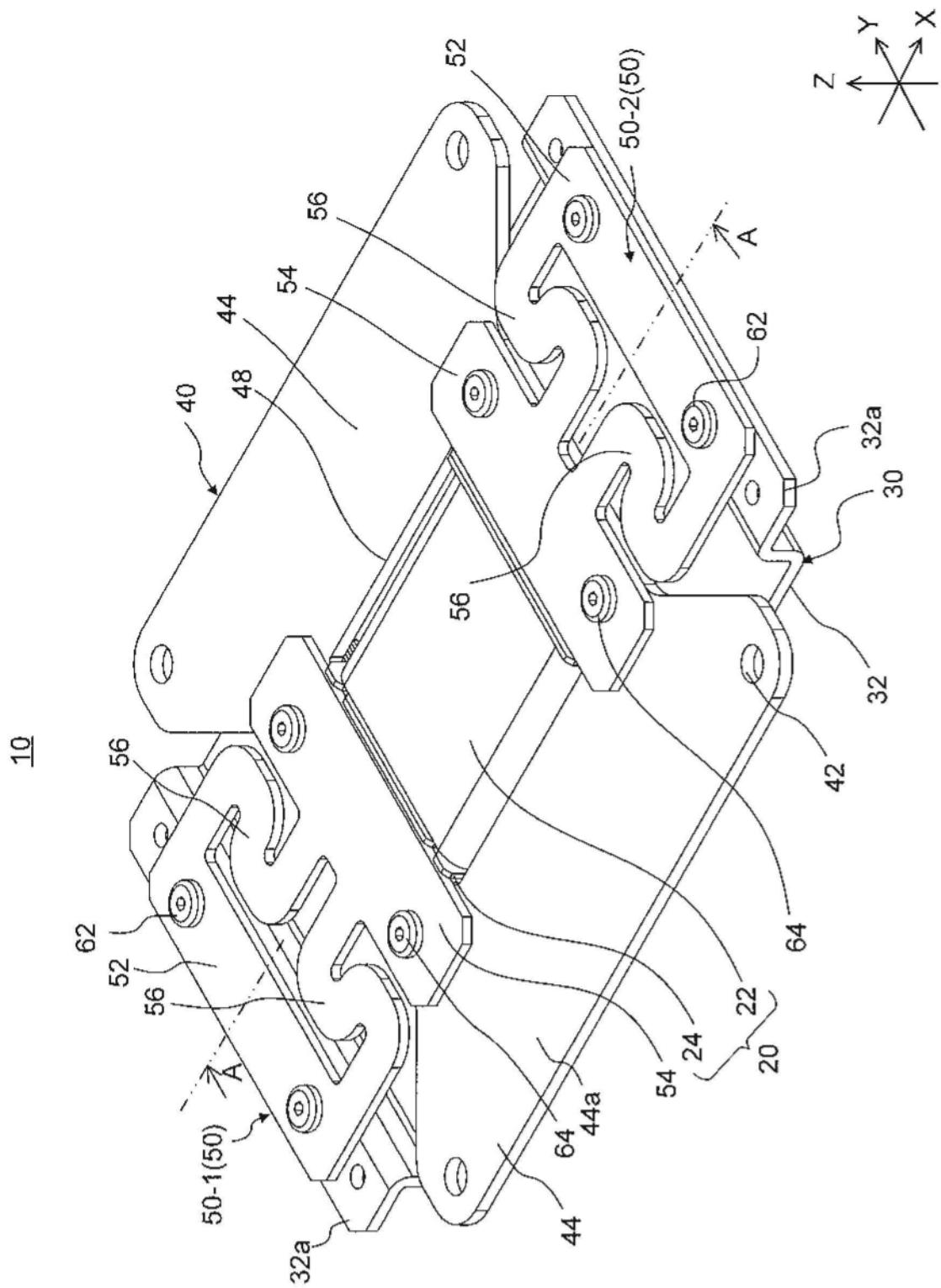


图1



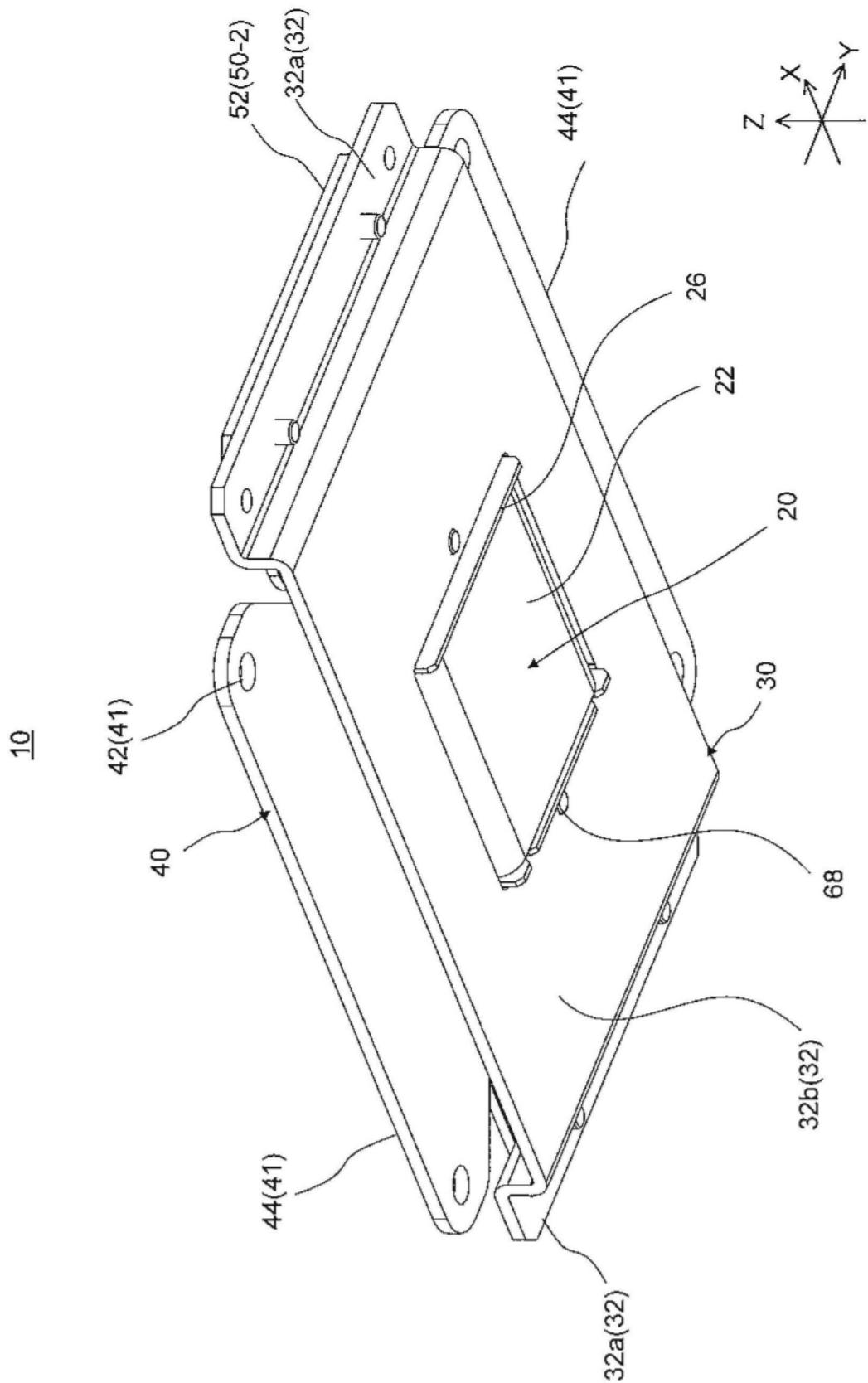


图3

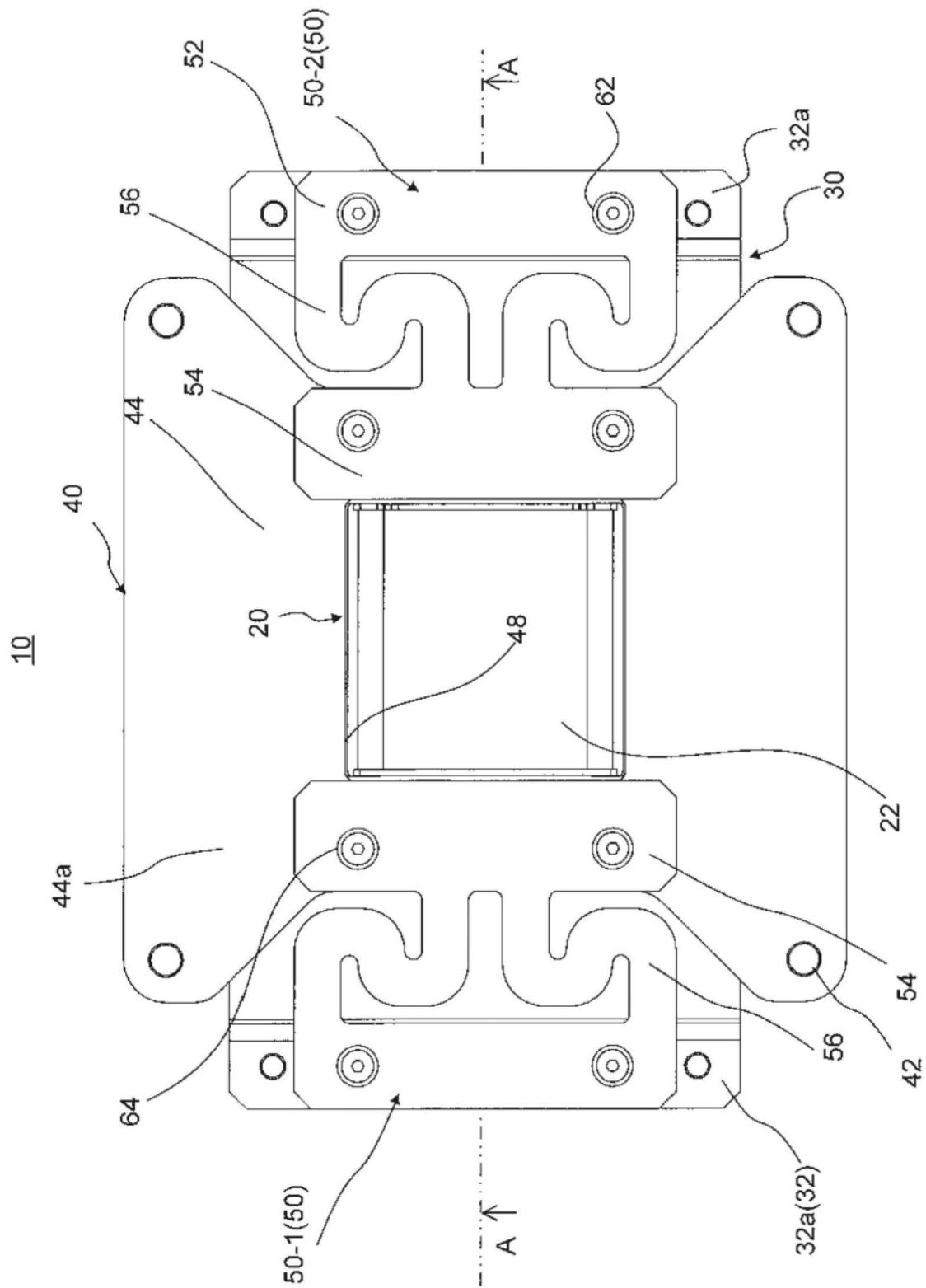


图4

10

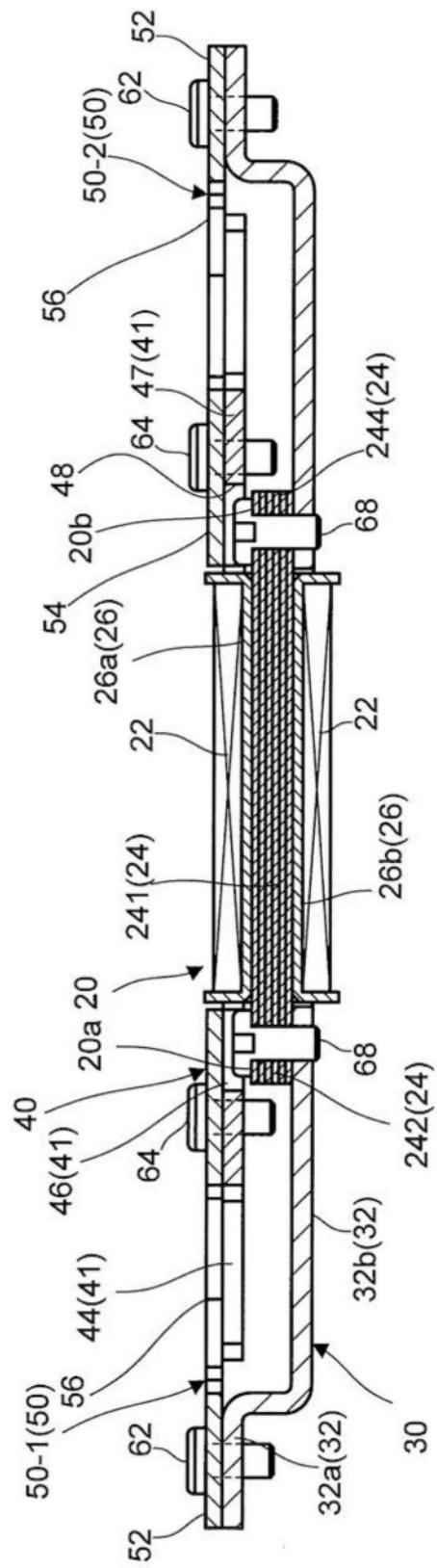


图5

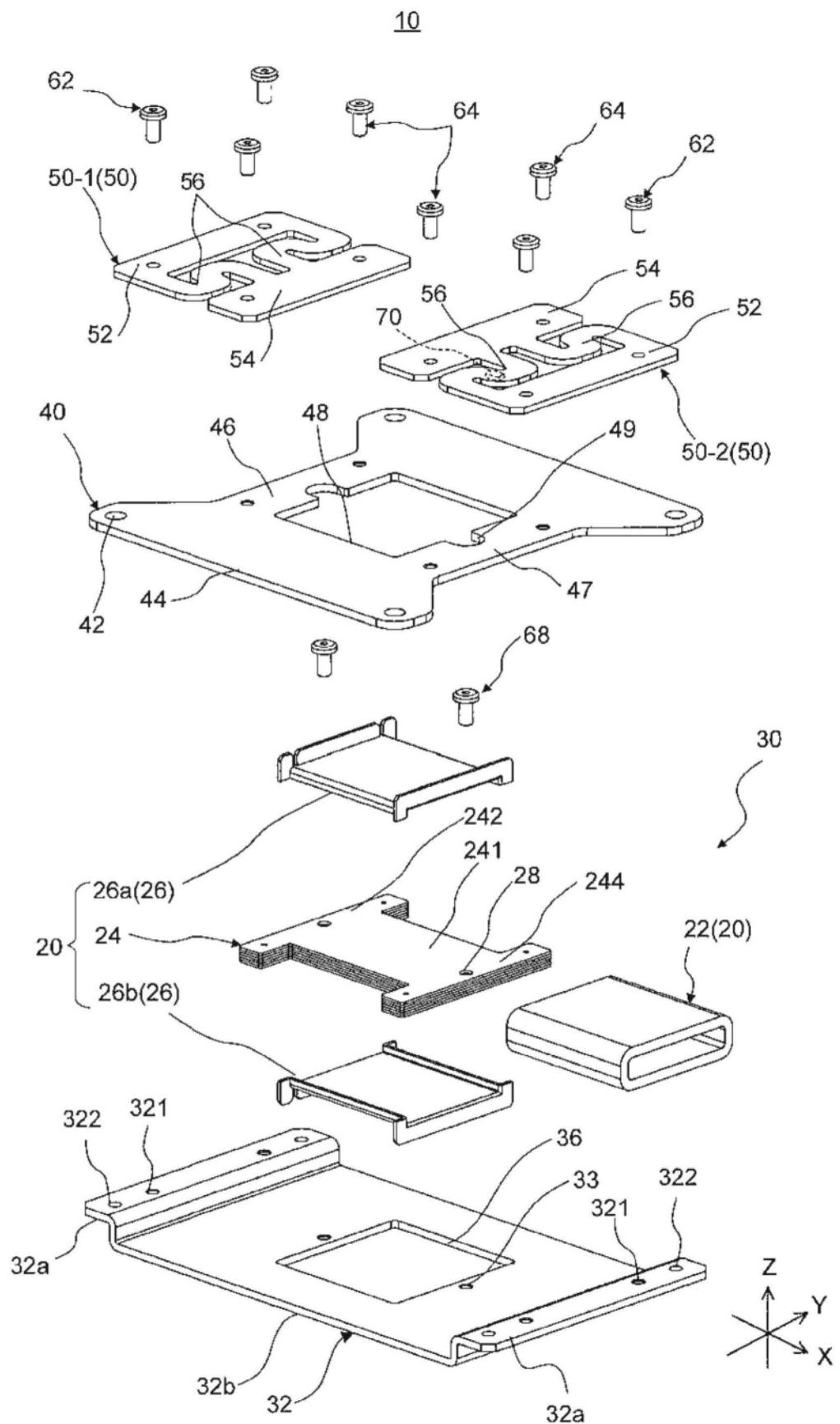


图6

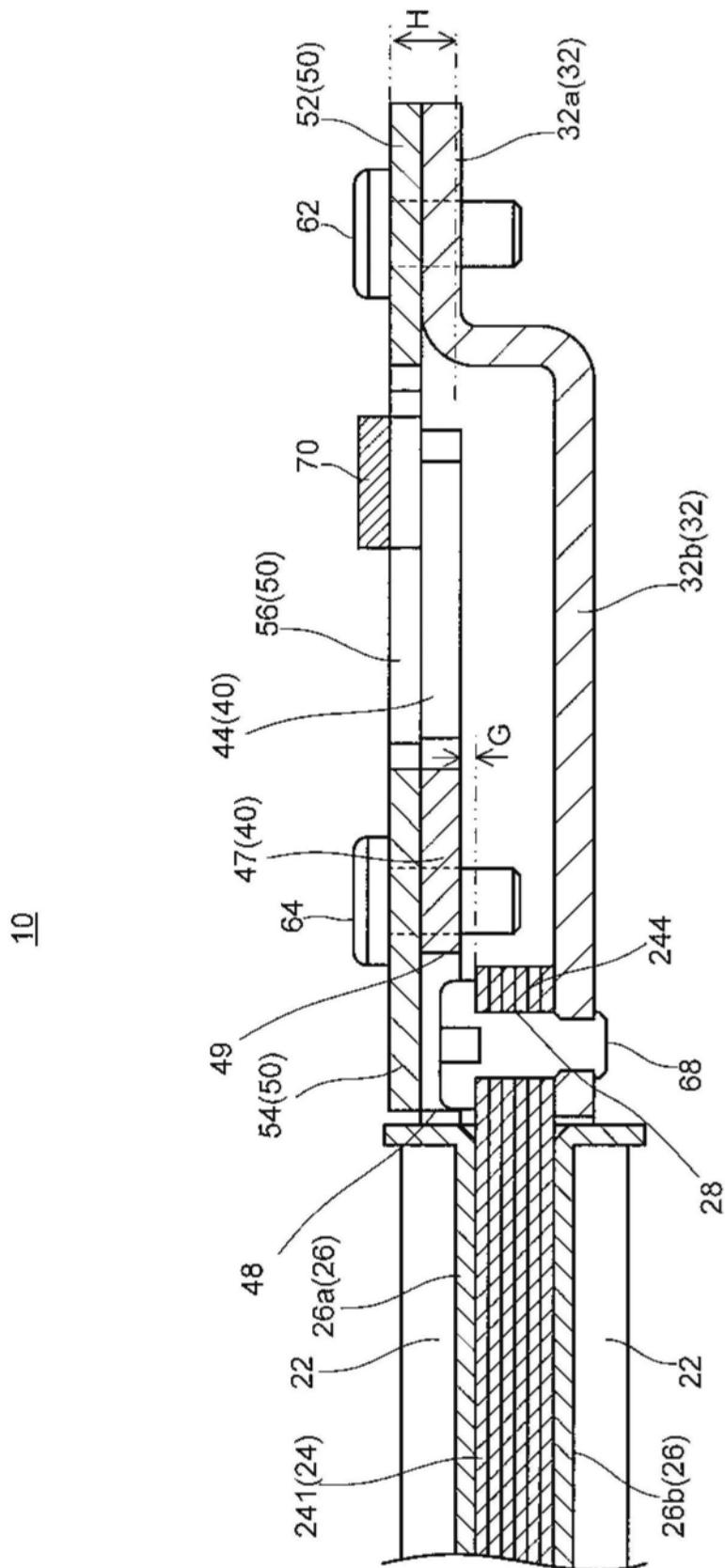


图7

10

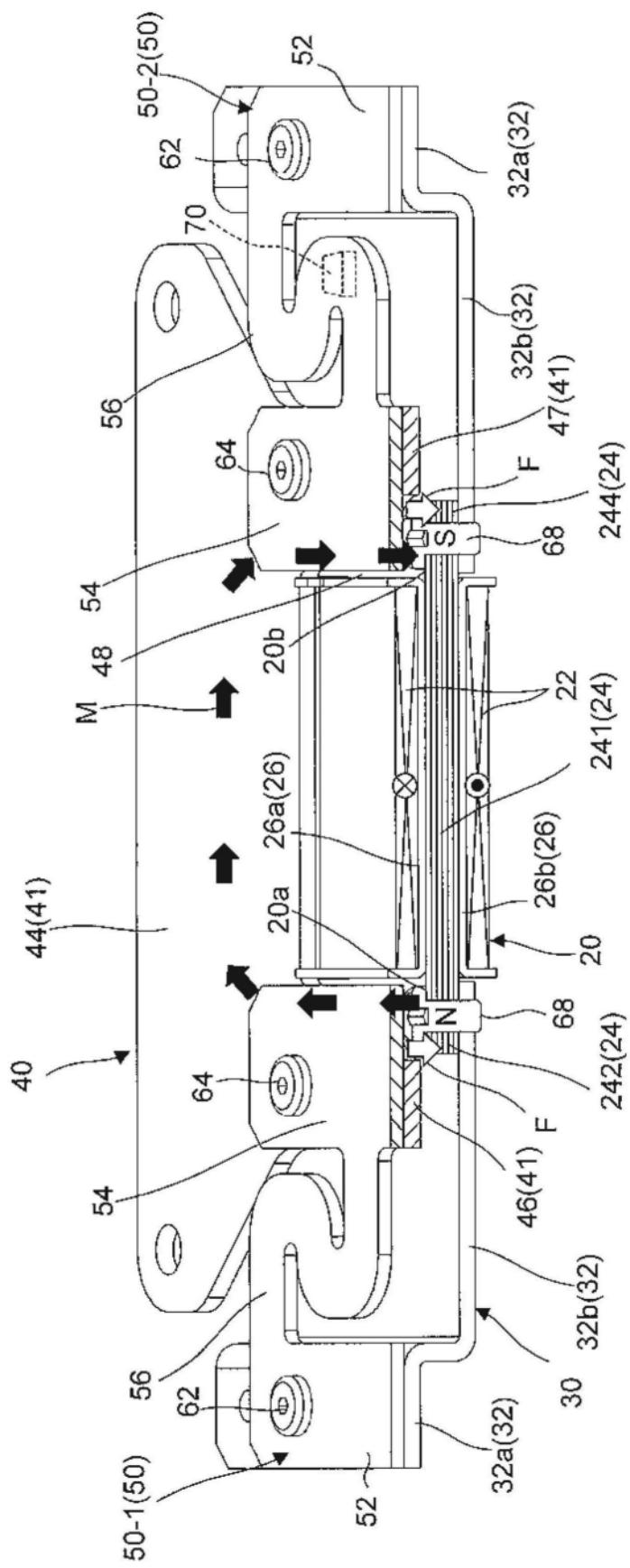


图8

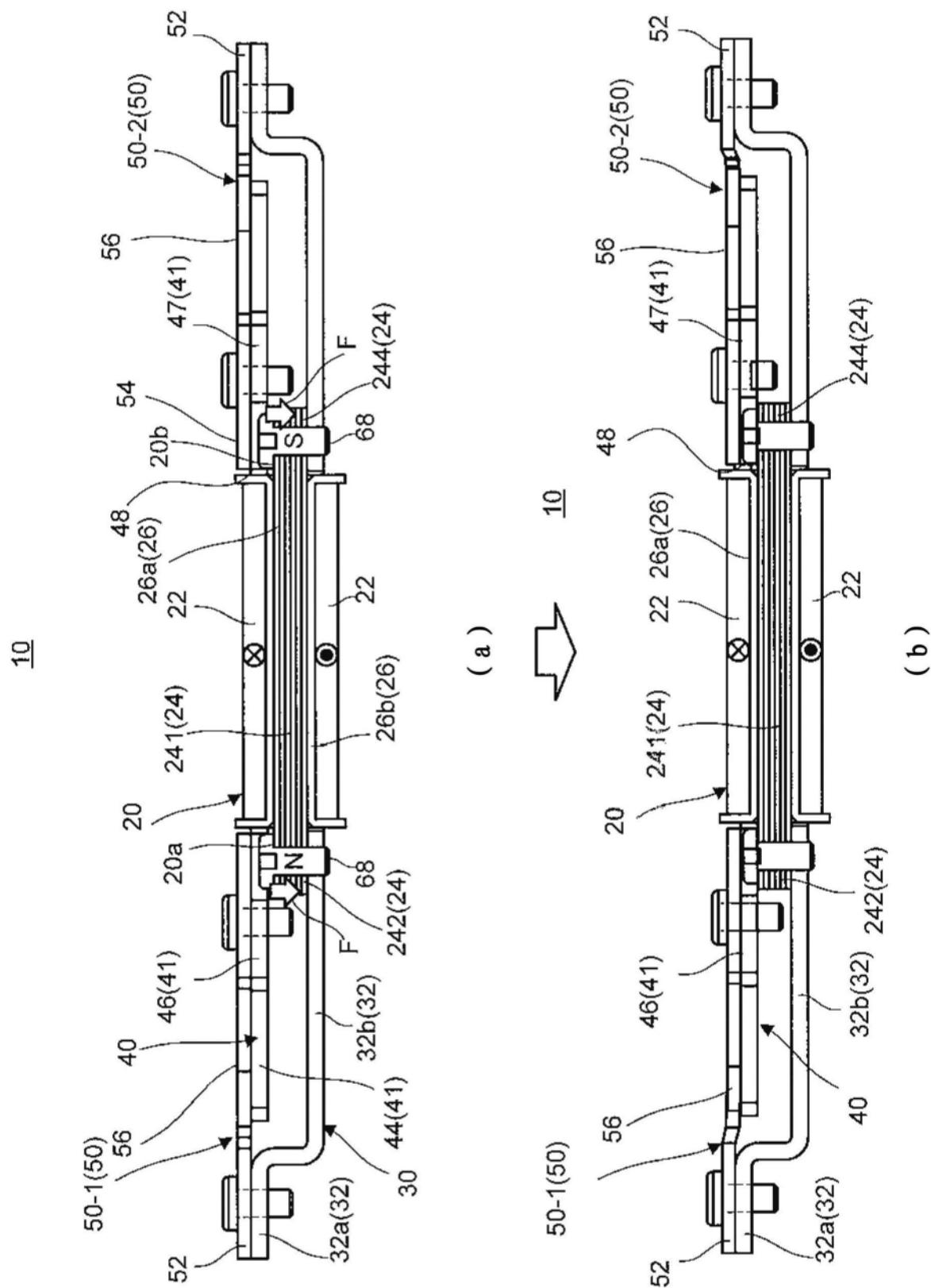


图9

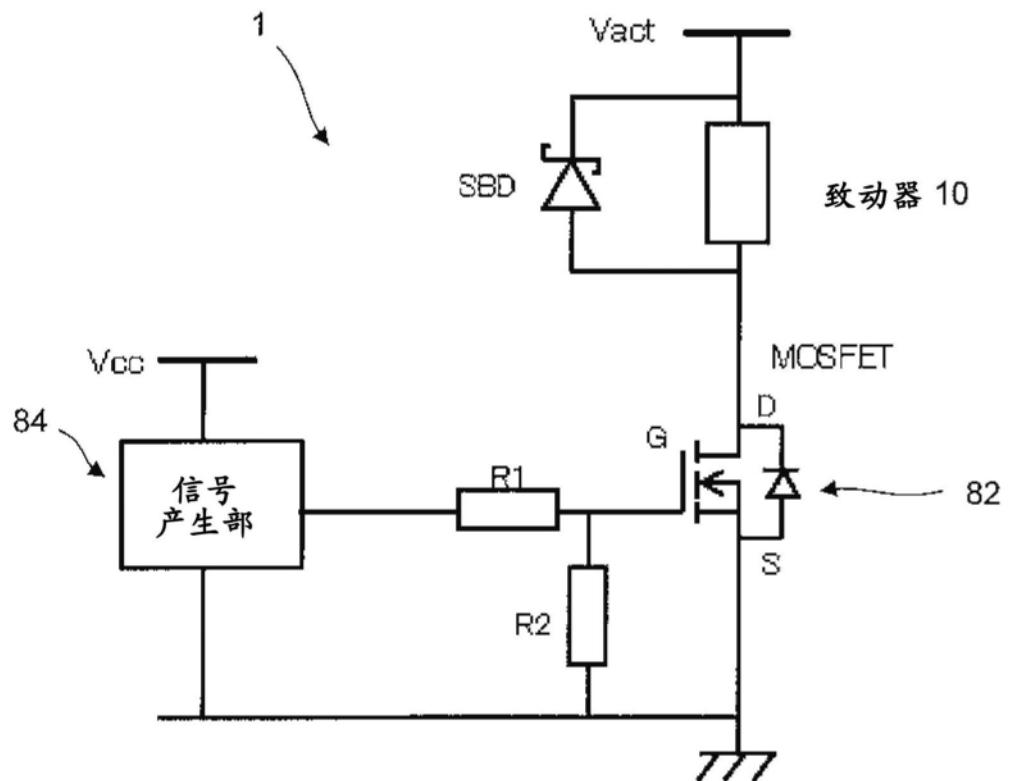


图10

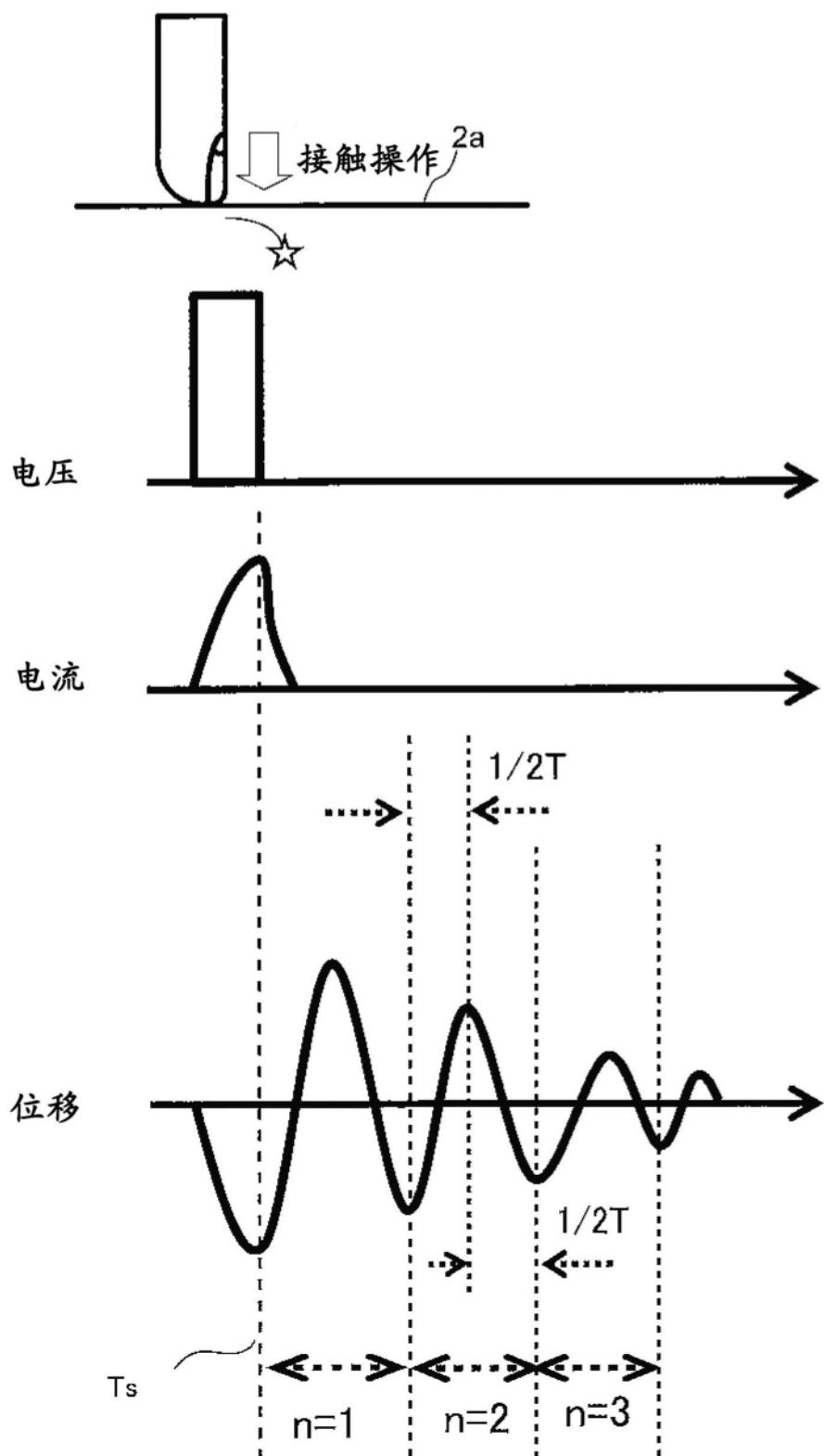


图11

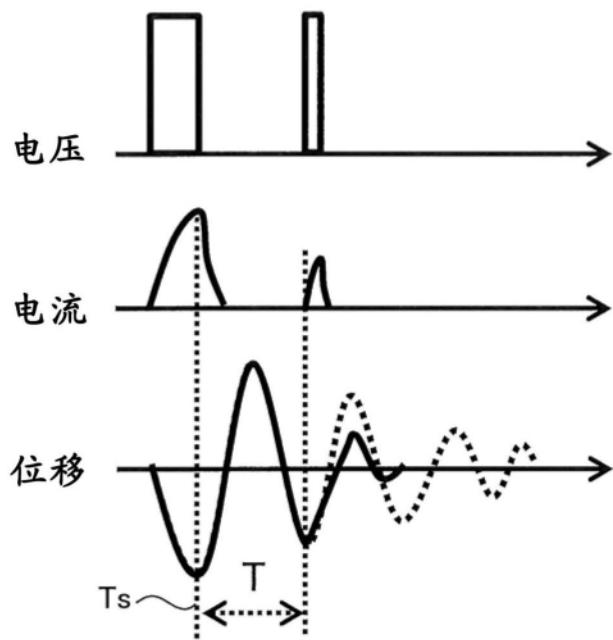


图12

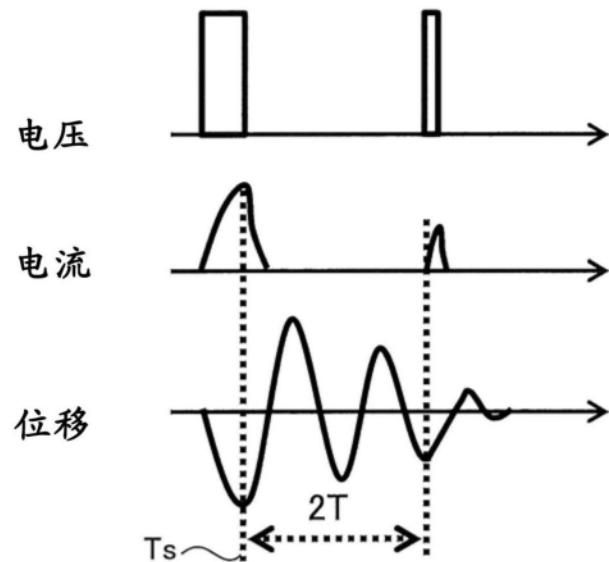


图13

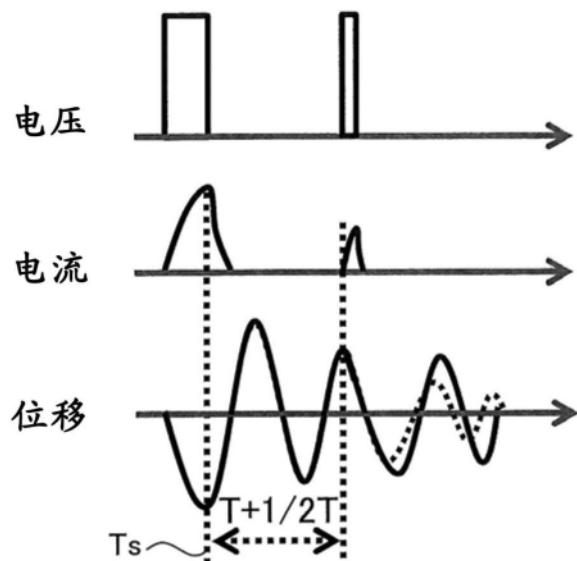


图14

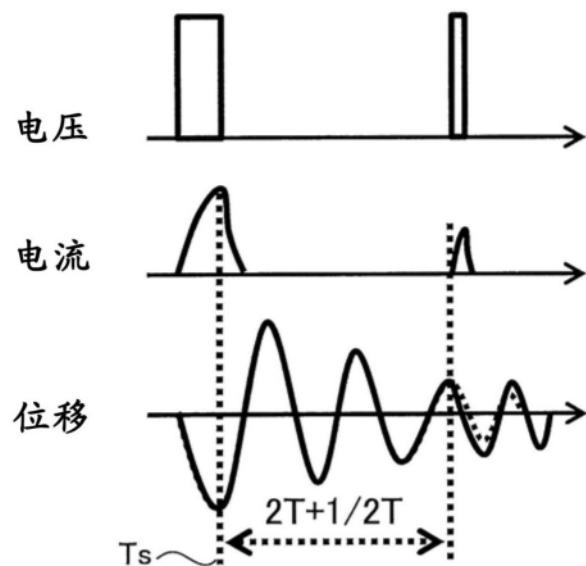


图15

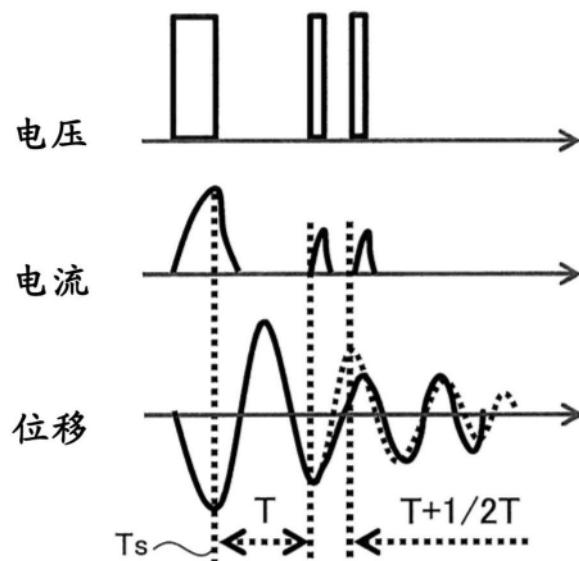


图16

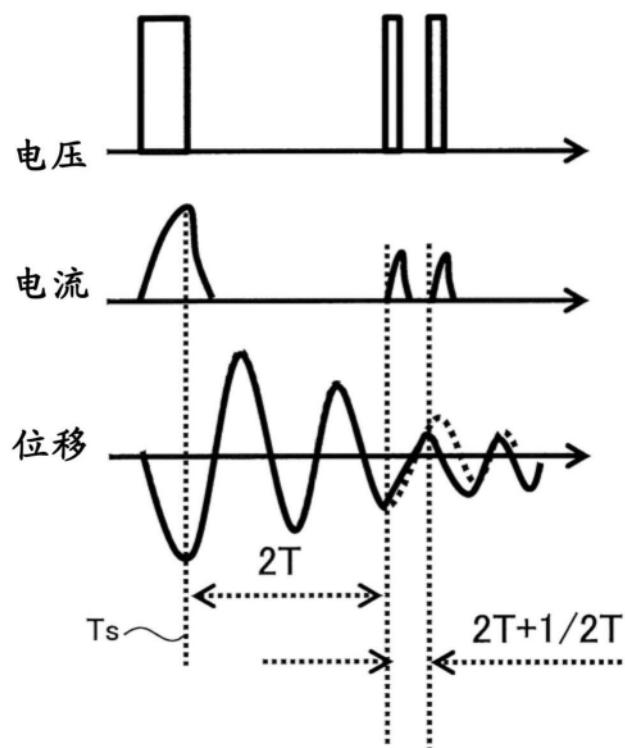


图17

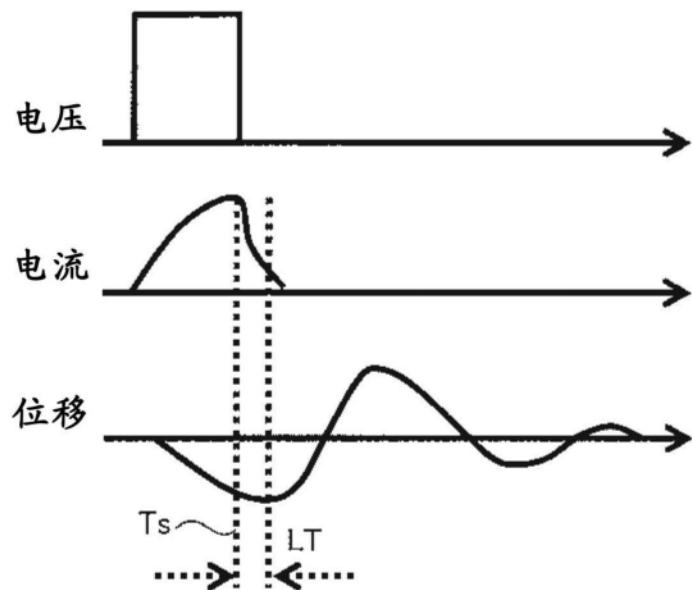


图18

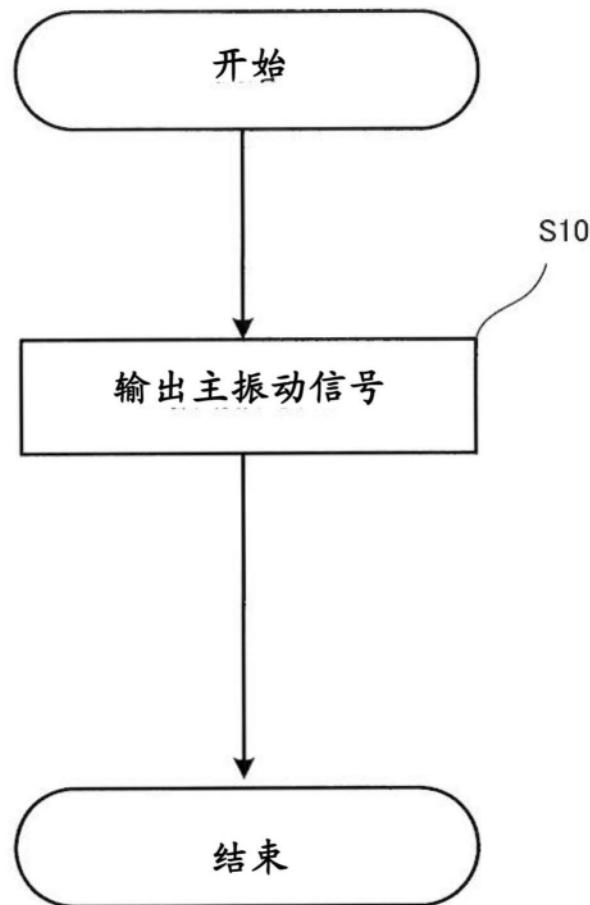


图19

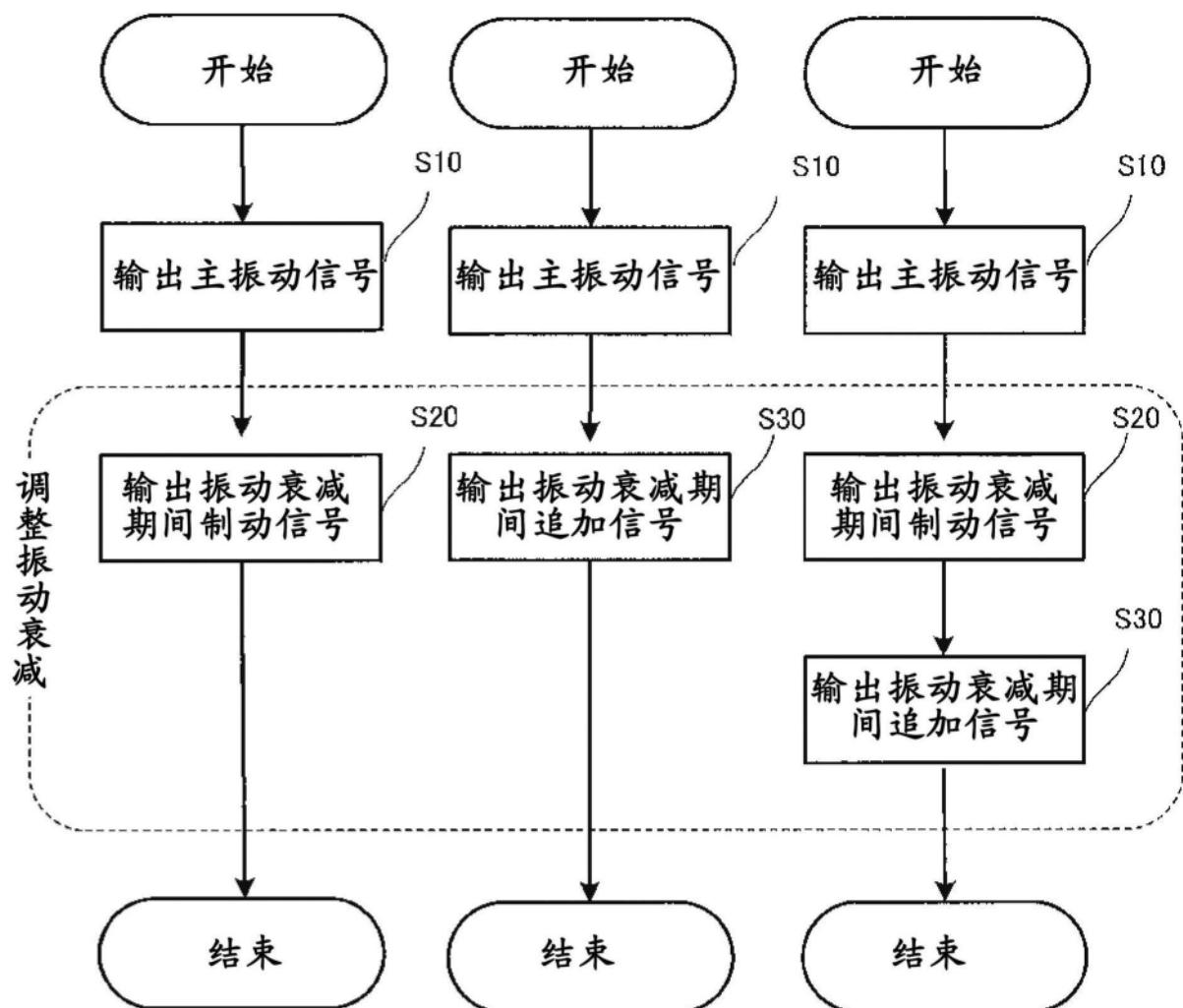


图 20A

图 20B

图 20C