



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112640275 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 10

(21) 申请号 201980056702.2

稻本繁典

(22) 申请日 2019.08.28

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112640275 A

专利代理师 温剑 陈英俊

(43) 申请公布日 2021.04.09

(51) Int.Cl.
H02K 33/16 (2006.01)
B06B 1/04 (2006.01)

(30) 优先权数据
2018-159790 2018.08.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.02.26

(56) 对比文件
JP 2004293334 A, 2004.10.21
JP 2006296127 A, 2006.10.26
JP 2013126299 A, 2013.06.24
JP 2016013554 A, 2016.01.28
JP H11262234 A, 1999.09.24
JP S59191427 U, 1984.12.19
US 5682132 A, 1997.10.28
WO 2009014188 A1, 2009.01.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/033638 2019.08.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/045470 JA 2020.03.05

(73) 专利权人 美蓓亚三美株式会社
地址 日本长野县

审查员 矫长东

(72) 发明人 高桥勇树 关口力 下村重幸
兎玉大辅 良井優太 北村泰隆

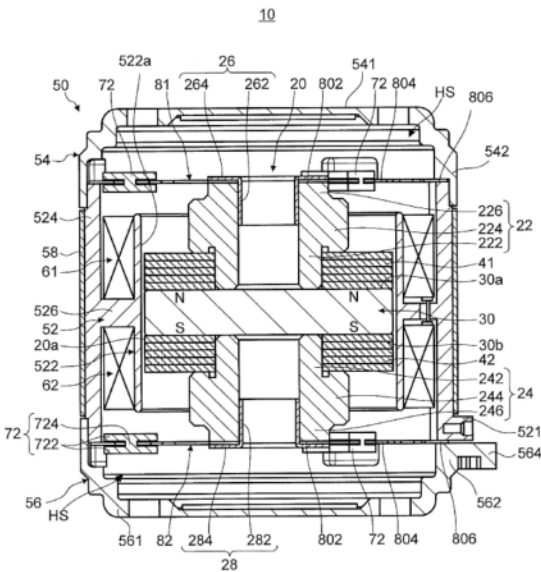
权利要求书2页 说明书17页 附图14页

(54) 发明名称

振动致动器及电子设备

(57) 摘要

振动致动器具有:固定体,该固定体具有线圈;可动体,该可动体具有配置于线圈的径向内侧的磁体;以及弹性支撑部,以使可动体相对于固定体可动自如的方式支撑可动体,通过被供电的线圈与磁体的协同工作,可动体相对于固定体振动,该振动致动器中,固定体具有线圈保持部,该线圈保持部以包围可动体的方式配置,且保持线圈,线圈保持部在线圈的内径侧具有阻碍磁体与线圈的接触的线圈保护壁部,弹性支撑部具有至少两个以上的板簧,该至少两个以上的板簧以在振动方向上夹着可动体的方式架设于线圈保持部与可动体之间,板簧以可动体在可动体的非振动时和振动时不与线圈保持部接触的方式,将可动体支撑成在振动方向上移动自如。



1. 一种振动致动器,其具有:

固定体,该固定体具有线圈;

可动体,该可动体具有圆盘状的磁体、一对弹簧固定件和在中央具有开口部的圆盘状的一对磁轭,该磁体以能够与在所述线圈的径向正交的振动方向上相对移动的方式,配置在所述线圈的径向内侧,所述一对磁轭固定在所述磁体的正面和背面上,所述弹簧固定件嵌合于所述开口部而与圆盘状的所述磁轭接合;以及

弹性支撑部,以使所述可动体相对于所述固定体可动自如的方式支撑所述可动体,

通过被供电的所述线圈与所述磁体的协同工作,所述可动体相对于所述固定体振动,该振动致动器的特征在于,

所述固定体具有线圈保持部、第一外壳和第二外壳,该线圈保持部为树脂制的筒状体且以包围所述可动体的方式配置,保持所述线圈,所述第一外壳和所述第二外壳分别将所述线圈保持部的两个开口端部封闭,

所述线圈保持部在所述线圈的内径侧具有线圈保护壁部,该线圈保护壁部从所述磁体空开间隔地配置,阻碍所述磁体与所述线圈的接触,

所述弹性支撑部具有一对板簧,该一对板簧以在所述振动方向上夹着所述可动体的方式架设于所述线圈保持部与所述可动体之间,

所述弹簧固定件具有弹簧固定部和嵌合于所述开口部的接合部,所述弹簧固定部在所述振动方向上与所述接合部连续地形成且与所述弹性支撑部接合,

所述弹簧固定部和插入到通孔中的固定销的凸缘一起夹持所述一对板簧各自的内周部,

所述一对板簧中的第一板簧的外周部在所述线圈的径向外侧被所述线圈保持部的所述两个开口端部中的一者和所述第一外壳的周壁部夹持,

所述一对板簧中的第二板簧的外周部在所述线圈的径向外侧被所述线圈保持部的所述两个开口端部中的另一者和所述第二外壳的周壁部夹持,

所述板簧以所述可动体在所述可动体的非振动时和振动时不与所述线圈保持部接触的方式,将所述可动体支撑成在振动方向上移动自如。

2. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,

所述线圈以包围所述磁体及两个所述磁轭的方式,沿着所述振动方向设置有多个。

3. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,

所述弹性支撑部是平面状的板簧,分别安装于所述可动体中在两个端部突出的突部,该两个端部在振动方向上间隔开。

4. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,

所述线圈保持部具有插入部,该插入部供所述线圈插入,且从所述磁体侧通过所述线圈保护壁部覆盖所述线圈。

5. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,

所述线圈由自熔线线圈构成。

6. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,

所述线圈是配置于所述线圈保护壁部的外径侧,且被缠绕于所述线圈保护壁部的线圈。

7. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,
在所述固定体上具有可动范围抑制部,该可动范围抑制部对所述可动体可动时的可动范围进行抑制。
8. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,
所述固定体具有由覆盖所述线圈保持部的外周的磁性体构成的电磁屏蔽部。
9. 如权利要求8所述的振动致动器,其中,
所述电磁屏蔽部与所述可动体的所述磁体一起作为磁力弹簧发挥功能。
10. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,
所述弹性支撑部与所述可动体通过带凸缘的销的压入或铆接部的铆接而被固定。
11. 如权利要求1所述的振动致动器,其中,
在所述弹性支撑部上设置有衰减部,该衰减部使基于弹性变形的振动衰减。
12. 如权利要求11所述的振动致动器,其中,
所述衰减部是能够插入至所述弹性支撑部的板簧的外周部与弹性臂之间来进行夹持的剖面H型形状的弹性体。
13. 如权利要求11所述的振动致动器,其中,
所述衰减部是能够插入至所述弹性支撑部的板簧的外周部与弹性臂之间并进行粘接的剖面T型形状的弹性体。
14. 一种电子设备,其特征在于,安装有权利要求1至13中的任意一项所述的振动致动器。

振动致动器及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及振动致动器及具备该振动致动器的电子设备。

背景技术

[0002] 以往,在具有振动功能的电子设备中安装有振动致动器,作为振动产生源。电子设备可通过驱动振动致动器并将振动传递至用户来使用户亲身感到振动,由此通知来电或提升操作感或临场感等。在此,电子设备包括:便携式游戏终端、固定型游戏机的控制器(游戏手柄)、便携电话或智能手机等便携通信终端、平板个人电脑(PC)等便携信息终端、佩带于衣服或手臂等可穿戴终端的可便携的便携设备。

[0003] 作为安装于便携设备的可小型化的结构的振动致动器,例如专利文献1所示,已知有在寻呼机(pager)等中使用的振动致动器。

[0004] 该振动致动器中,使一对板状弹性体以相对置的方式分别在圆筒状的框体的开口缘部进行支撑。而且,将安装有磁体的磁轭固定于一对板状弹性体中的一个螺旋型形状的板状弹性体中的凸起的中央部分,且将磁轭支撑于框体内。

[0005] 磁轭与磁体一起构成磁场产生体,线圈以安装于另一个板状弹性体的状态配置于该磁场产生体的磁场内。通过振荡电路将频率不同的电流切换地赋予该线圈,从而一对板状弹性体被选择性地共振而产生振动,磁轭在框体内在框体的中心线方向上振动。

[0006] 该振动致动器中,将磁体与线圈间及磁轭与线圈间的距离设为,大于磁轭与框体的内周壁间的距离。由此,在从外部受到冲击的情况下,磁轭先与框体的内周壁碰撞,从而磁轭或磁体不与线圈接触,防止了线圈的破损。

[0007] 但是,实际上由于具有磁体的磁轭与框体碰撞,因此对具有磁轭的可动体进行弹性支撑的一对板状弹性体受到冲击而有可能损伤。

[0008] 因此,在专利文献1中,作为第二实施方式,公开了将供可动体在振动方向上滑动地移动的轴设置于固定体的结构。由此,即使从外部受到冲击,作为可动体的磁轭也因轴而不会移动至框体的内周面,从而防止了对框体的碰撞。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:专利第3748637号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的问题

[0013] 但是,在将可动体所滑动的轴设置于固定体的以往的振动致动器的结构中,虽然可由轴限制可动体的移动来提高耐冲击性,但有可能可动体在驱动时在轴上滑动而产生滑动声。

[0014] 存在如下问题:如振动音等那样的、因接触引起的噪声的产生会使振动致动器自身的振幅降低。由此,针对通过可动体的驱动而作为振动体进行振动的振动致动器,要求以

不含振动噪声地提高了振幅的状态进行输出振动,并传递至用户而让用户充分地亲身感觉振动,也就是说,要求输出适宜的振动。

[0015] 本发明的目的在于,提供振动致动器及电子设备,该振动致动器及电子设备将具有耐冲击性并且以较高的输出产生适宜的振动作为课题的一例。

[0016] 解决问题的方案

[0017] 本发明的振动致动器的一个形态采用以下结构,具有:

[0018] 固定体,该固定体具有线圈;

[0019] 可动体,该可动体具有配置在所述线圈的径向内侧的磁体,该磁体以能够在与所述径向正交的振动方向上相对移动的方式,配置在所述线圈的所述径向内侧;以及

[0020] 弹性支撑部,以使所述可动体相对于所述固定体可动自如的方式支撑所述可动体,

[0021] 通过被供电的所述线圈与所述磁体的协同工作,所述可动体相对于所述固定体振动,上述振动致动器中,

[0022] 所述固定体具有线圈保持部,该线圈保持部以包围所述可动体的方式配置,且保持所述线圈,

[0023] 所述线圈保持部在所述线圈的内径侧具有线圈保护壁部,该线圈保护壁部从所述磁体空开间隔地配置,阻碍所述磁体与所述线圈的接触,

[0024] 所述弹性支撑部具有至少两个以上的板簧,该至少两个以上的板簧以在所述振动方向上夹着所述可动体的方式架设于所述线圈保持部与所述可动体之间,

[0025] 所述板簧以所述可动体在所述可动体的非振动时和振动时不与所述线圈保持部接触的方式,将所述可动体支撑成在振动方向上移动自如。

[0026] 本发明的电子设备的一个形态采用以下结构,

[0027] 其安装有上述结构的振动致动器。

[0028] 发明效果

[0029] 根据本发明,具有耐冲击性,并且以较高的输出产生适宜的振动。

附图说明

[0030] 图1是表示本发明的实施方式1的振动致动器的外观立体图。

[0031] 图2是表示本发明的实施方式1的振动致动器的纵剖面图。

[0032] 图3是该振动致动器的分解立体图。

[0033] 图4是表示该振动致动器的可动体和弹性支撑部的立体图。

[0034] 图5A、图5B是表示弹性支撑部与可动体的结合状态的图。

[0035] 图6A、图6B是表示弹性支撑部与可动体的结合状态的变形例的图。

[0036] 图7是具备衰减部的弹性支撑部的俯视图。

[0037] 图8是具备衰减部的弹性支撑部的部分剖面图。

[0038] 图9是具备作为变形例的衰减部的弹性支撑部的俯视图。

[0039] 图10是具备作为变形例的衰减部的弹性支撑部的部分剖面图。

[0040] 图11是示意性地表示该振动致动器的磁路结构的图。

[0041] 图12是示意性地表示线圈与磁体的平衡的位置的图。

- [0042] 图13是示意性地表示线圈与磁体的相对移动状态的图。
- [0043] 图14是表示本发明的实施方式2的振动致动器的纵剖面图。
- [0044] 图15是本发明的实施方式2的振动致动器的分解立体图。
- [0045] 图16是表示安装有该振动致动器的电子设备的一例的图。
- [0046] 图17是表示安装有该振动致动器的电子设备的一例的图。

具体实施方式

[0047] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。

[0048] (实施方式1)

[0049] [振动致动器的整体结构]

[0050] 图1是表示本发明的实施方式1的振动致动器的外观立体图,图2是表示本发明的实施方式1的振动致动器的纵剖面图,图3是该振动致动器的分解立体图。另外,图4是表示该振动致动器的可动体和弹性支撑部的立体图。此外,本实施方式中的“上”侧、“下”侧是为了易于理解且为了方便而赋予的方向,是指振动致动器10中的可动体20的振动方向的一方、另一方。即,在振动致动器10搭载于电子设备(参照图16及图17)时,上下反过来,或成为左右都是可以的。

[0051] 图1~图4所示的振动致动器10作为振动产生源而安装于电子设备、具体而言是安装于便携式游戏终端设备(例如,图16所示的游戏控制器GC)、或者智能手机等便携设备(例如,图17所示的便携终端M),实现各设备的振动功能。另外,振动致动器10也可以具有通过振动来产生声音的功能。振动致动器10例如在对用户通知来电或赋予操作感或临场感等的情况下被驱动。

[0052] 如图1所示,本实施方式的振动致动器10中,在圆柱状的固定体50内,以可动体20(参照图2)能够在圆柱状的轴向上振动的方式收容可动体20,通过可动体20可动,振动致动器10自身成为振动体。

[0053] 如图2~图4所示,振动致动器10包括:具有磁体30及可动体芯41、42的可动体20、具有线圈61、62的固定体50、以及以可动体20相对于固定体50往复移动自如的方式支撑可动体20的板状的弹性支撑部81、82。

[0054] 在振动致动器10中,线圈61、62、磁体30及可动体芯41、42构成使可动体20振动的磁路。在振动致动器10中,线圈61、62通过电源供给部(例如,图16及图17所示的驱动控制部203)的供电而通电,由此线圈61、62与磁体30协同工作,从而可动体20相对于固定体50在振动方向上往复振动。

[0055] 在本实施方式的振动致动器10中,可动体20在保持于线圈保持部52的线圈61、62的内侧,沿着线圈61、62的轴向、也就是振动方向进行往复移动。具体而言,可动体20能够在配置于线圈61、62与可动体20之间的内侧主体部(线圈保护壁部)522的内侧进行往复移动。内侧主体部522是线圈保持部52的一部分,关于线圈保持部52的细节,将在后面说明。另外,线圈61、62的轴向是可动体20的振动方向,且是磁体30的磁化方向或线圈保持部52的轴向。

[0056] 在振动致动器10中,可动体20在不可动的非振动时,借助于弹性支撑部81、82,在固定体50(具体而言,线圈保持部52)的振动方向的长度的中心且沿与可动体20的轴向正交的方向,在固定体50(更具体地,线圈保持部52的内侧主体部522)的内侧空开规定间隔地配

置。此时,优选可动体20以不与线圈保持部52的内侧主体部522接触的方式,位于与线圈61、62之间保持平衡的位置。具体而言,优选配置为,磁体30及可动体芯41、42中的振动方向的长度的中心、与线圈61、62间的振动方向的长度的中心在与振动方向正交的方向上对置。

[0057] 在可动时(振动时),可动体20沿着内侧主体部522的内周面522a在振动方向上进行往复移动。此外,也可以在内侧主体部522与可动体20之间夹设磁性流体。

[0058] <可动体20>

[0059] 如图2~图4所示,可动体20在固定体50的筒状的线圈保持部52的内侧,以能够沿着内侧主体部522的内周面522a进行往复移动的方式被弹性支撑部81、82支撑。该可进行往复移动的方向是将线圈保持部52的开口封住的外壳(为了便于理解,以下称作“上外壳”)54和外壳(为了便于理解,以下称作“下外壳”)56所对置的方向。

[0060] 可动体20具有磁体30、可动体芯41、42、以及弹簧固定件22、24。在本实施方式中,以磁体30为中心朝振动方向的两侧连续设置有可动体芯41、42、弹簧固定件22、24。可动体20中,磁体30及可动体芯41、42的外周面20a在内侧主体部522的内周面522a的内侧,与该内周面522a空开规定间隔地对置。

[0061] 在可动体20在振动方向上移动时,外周面20a沿着内周面522a以不接触的方式进行往复移动。

[0062] 磁体30在线圈61、62的径向内侧,以能够在与线圈61、62的径向正交的振动方向上相对移动的方式配置。磁体30配置为,位于相对于线圈61、62而在线圈61、62的径向内侧空开间隔的位置。在此,“径向”是指与线圈61、62的轴正交的方向,也是与振动方向正交的方向。该径向上的“间隔”是包含内侧主体部522在内的、磁体30与线圈61、62之间的间隔,是在可动体20的振动方向上能够彼此不接触地移动的间隔。在本实施方式中,线圈61、62与磁体30之间的间隔是指线圈61、62侧的内侧主体部522与磁体30之间的间隔。

[0063] 另外,在本实施方式中,磁体30配置为,以在磁体30的径向外侧与内侧主体部522的中心对置。此外,磁体30只要是配置为在线圈61、62的内侧使两个磁化面分别朝向线圈61、62的轴的延伸方向的磁体即可,其形状也可以是筒状、板形状等的圆盘状以外的形状。

[0064] 在本实施方式中,磁体30是圆盘状的磁体,其轴向是振动方向且是磁化方向。优选磁体30的轴向的中心与可动体20的轴向的中心一致。

[0065] 磁体30在振动方向上被磁化,在振动方向上间隔开的正面30a与背面30b各自具有不同的极性。

[0066] 在磁体30的正面30a和背面30b上分别设置有可动体芯41、42。

[0067] 可动体芯41、42是磁性体,与磁体30、线圈61、62一起构成磁路,作为磁轭发挥功能。可动体芯41、42使磁体30的磁通集中并不漏出地高效地流过,使在磁体30与线圈61、62间流过的磁通有效地分布。

[0068] 另外,可动体芯41、42除了作为磁路的一部分发挥功能以外,在可动体20中,还作为可动体20的主体部分以及作为配重发挥功能。

[0069] 在本实施方式中,可动体芯41、42形成为圆环平板状,以其外周面与磁体30的外周面对齐的方式配置,与磁体30的外周面一起构成可动体20的外周面20a。

[0070] 可动体芯41、42分别为层叠芯,例如是将硅钢板层叠而成的。可动体芯41、42在本实施方式中是同样地形成的相同部件,以磁体30为中心对称地设置。此外,可动体芯41、42

被吸引于磁体30,并且例如利用环氧树脂等热固化型粘接剂或者厌氧性粘接剂固定于磁体30。

[0071] 在可动体芯41、42各自的中央部形成的开口部412、422示出可动体20的轴位置,并且用作与弹簧固定件22、24之间的接合部。

[0072] 在本实施方式中,可动体芯41、42在可动体20的非振动时,在线圈61、62的内侧(径向内侧),位于在与线圈61、62的轴向正交的方向上与线圈61、62对置的位置。

[0073] 此外,可动体芯41、42与磁体30一起构成磁路中的可动体侧磁路部。

[0074] 弹簧固定件22、24具有将可动体侧磁路部固定于弹性支撑部81、82的功能。另外,弹簧固定件22、24也是砝码部,作为可动体20的配重发挥功能,使可动体20的振动输出增加。

[0075] 在本实施方式中,弹簧固定件22、24具有与可动体芯41、42接合的接合部222、242、砝码主体部224、244、弹簧固定部226、246。

[0076] 在本实施方式中,弹簧固定件22、24将接合部222、242、砝码主体部224、244及弹簧固定部226、246分别在振动方向上连续设置,且形成具有在振动方向上开口的通孔的圆筒形状。此外,能够在该通孔内追加砝码,由此通孔能够与砝码一起作为重量调整部发挥功能。通过在通孔内追加砝码,能够增重可动体20,以增大可动体20的振动输出。

[0077] 接合部222、242分别与可动体芯41、42接合。具体而言,接合部222、242分别插入并内嵌于可动体芯41、42的开口部412、422。在开口部412、422内,接合部222、242例如通过利用用了环氧树脂等热固化型粘接剂或厌氧性粘接剂被粘接固定。

[0078] 砝码主体部224、244是外径比接合部222、242及弹簧固定部226、246大的筒体,且质量也比接合部222、242及弹簧固定部226、246大。

[0079] 另外,砝码主体部224、244设置于可动体20的在振动方向上间隔开的两个端部,未设置于可动体20的外周侧。由此,砝码主体部224、244不会对位于可动体20的外周侧的线圈的配置空间进行限定,从而电磁转换的效率不会降低。由此,能够适宜地增加可动体20的重量,能够实现高振动输出。

[0080] 弹簧固定部226在可动体20的振动方向的一方的端部、也就是可动体20的上侧的端部,与弹性支撑部81即上侧板簧的作为内径侧的端部的内周部802(参照图4)接合。另一方面,弹簧固定部246在可动体的振动方向的另一方的端部、也就是可动体20的下侧的端部,与弹性支撑部82即下侧板簧的作为内径侧的端部的内周部802(参照图4)接合。此外,关于弹性支撑部81、82的细节,将在后面说明。

[0081] 弹簧固定部226、246分别从砝码主体部224、244向振动方向突出,分别以其前端接合于弹性支撑部81、82的内周部802、802。由此,弹性支撑部81、82固定于弹簧固定部226、246的前端,该弹簧固定部226、246从砝码主体部224、244突出,且相对于砝码主体部224、244形成有台阶。通过该台阶,确保了作为弹性支撑部81、82朝振动方向弹性变形的区域的间隙,该弹性支撑部81、82从内周部802、802向外周方向外侧延伸。

[0082] 弹簧固定件22、24可成为用于对砝码(配重)或弹簧进行固定的固定部。即,弹簧固定件22、24分别发挥砝码(配重)功能、对弹性支撑部81、82进行固定的功能即弹簧固定功能,因此不需要组装发挥各个功能的部件。只要将弹簧固定件22、24设置于可动体侧磁路部,就能够将弹性支撑部81、82即上侧板簧、下侧板簧容易地组装到发挥砝码功能和弹簧固

定功能的状态的可动体20,能够提高组装性。

[0083] 此外,弹簧固定件22、24也可以由磁性材料构成,但优选由非磁性材料构成。若弹簧固定件22、24是非磁性材料,则来自可动体芯41的磁通不会流过上方,而且来自可动体芯42的磁通不会流过下方,从而能够高效地向位于可动体芯41、42的外周侧的线圈61、62侧流过。

[0084] 另外,优选弹簧固定件22、24由与硅钢板(钢板的比重为7.70~7.98)等材料相比比重更高的材料(例如,比重为16~19左右)形成。弹簧固定件22、24的材料例如可以适用钨。由此,即使在设计等时设定了可动体20的外形尺寸的情况下,也能够比较容易地使可动体20的质量增加,能够实现对用户而言为充分的体感振动的期望的振动输出。

[0085] <固定体50>

[0086] 固定体50在线圈61、62的内侧借助于弹性支撑部81、82,以可动体20在振动方向(与线圈轴向、磁化方向相同方向)上移动自如的方式支撑可动体20。

[0087] 在本实施方式中,固定体50除了具有线圈61、62以外,还具有:线圈保持部52、上外壳(也可以称作“第一外壳”)54、下外壳(也可以称作“第二外壳”)56及电磁屏蔽部58。

[0088] 线圈保持部52以包围磁体30的方式保持空开规定间隔地配置的线圈61、62,并且对可动体20的移动进行引导。

[0089] 线圈保持部52是由树脂等形成的筒状体,具有内侧主体部522,该内侧主体部522配置于线圈61、62的径向内侧,且设置于线圈61、62与磁体30之间。内侧主体部522在线圈61、62的内径侧,从磁体30空开间隔地配置。内侧主体部522阻碍磁体30与线圈61、62之间的接触。

[0090] 线圈保持部52除了具有内侧主体部522以外,还具有外侧主体部524以及连结内侧主体部522和外侧主体部524的中央圆环部526,该外侧主体部524是以向内侧主体部522的外周侧间隔开并包围内侧主体部522的方式配置的同心的筒状体。

[0091] 外侧主体部524以包围配置于内侧主体部522的外周面的线圈61、62的方式配置,外侧主体部524的外周面被筒状的电磁屏蔽部58覆盖。外侧主体部524以开口的两个端部(上端部及下端部)与上外壳54、下外壳56一起夹持弹性支撑部81、82的外周部806,且分别被上外壳54、下外壳56封闭。通过利用上外壳54、下外壳56分别将外侧主体部524的两端封闭,从而构成中空的振动致动器的壳体。

[0092] 中央圆环部526在内侧主体部522与外侧主体部524间,形成为在轴向(振动方向)的中心位置架设的圆盘状。

[0093] 即,在线圈保持部52中,外侧主体部524、内侧主体部522及中央圆环部526在轴向的两端侧分别形成开口为圆状的、剖面为凹状的袋部(pocket)(线圈插入部)。中央圆环部526构成袋部的底部。线圈61、62以分别收容于该凹状的袋部内的状态被固定。

[0094] 内侧主体部522是筒状体,可动体20以能够在内侧主体部522的内周侧沿轴向进行往复移动的方式配置,以包围内侧主体部522的外周面的方式,在轴向(线圈轴向)上并排地配置有线圈61、62。

[0095] 内侧主体部522的内周面522a以与可动体20的外周面空开规定间隔地对置的方式配置。该规定间隔是当可动体20在振动方向上移动时不会与内周面522a接触地能够在振动方向即轴向上移动的间隔。可动体20沿着内周面522a且不接触内周面522a地移动。

[0096] 内侧主体部522的厚度,优选比外侧主体部524的厚度薄,且是实现如下强度的厚度:即使与移动的可动体20接触,也不会对外周侧的线圈61、62带来任何影响。即,主要由内侧主体部522的径向的厚度、中央圆环部526的轴向的长度、以及外侧主体部524的径向的厚度,来确保保持线圈61、62的线圈保持部52的耐久性。

[0097] 此外,将由线圈保持部52在轴向上间隔开地保持的线圈61、62彼此连结的线圈线被设置于线圈保持部52,且被引导槽(省略图示)引导,该引导槽使剖面凹状的袋部(狭缝)间连通。线圈61、62经由线圈保持部52的下部的线圈连接部521与外部连接。线圈连接部521位于下外壳56的突起564上。此外,引导槽例如设置于中央圆环部526的外周部。

[0098] 在线圈保持部52中,将线圈61、62插入至由内侧主体部522、外侧主体部524及中央圆环部526形成且在轴向的两侧开口的剖面凹状的袋部(狭缝)中,并通过粘接或密封来固定。在本实施方式中,线圈61、62通过粘接固定于内侧主体部522、外侧主体部524及中央圆环部526这三者。由此,线圈61、62能够增大与线圈保持部52之间的接合强度,即使在施加了较大的冲击的情况下,与可动体直接接触线圈的结构相比,线圈61、62也不会破损。

[0099] 在振动致动器10中,线圈61、62将线圈61、62的轴向(磁体30的磁化方向)作为振动方向,与磁体30及可动体芯41、42一起用于产生振动致动器10的驱动源。线圈61、62在驱动时被通电,与磁体30一起构成音圈电机。

[0100] 线圈61、62在本实施方式中由自熔线线圈构成。由此,在组装到线圈保持部52时,能够以圆筒状的状态插入至作为狭缝的剖面凹状的袋部中并保持,因此线圈线不会松开,实现了振动致动器10的组装性的提高。

[0101] 优选线圈61、62的线圈轴配置在与线圈保持部52的轴、或磁体30的轴相同的轴上。

[0102] 线圈61、62以使线圈轴向(振动方向)的长度的中心位置、与可动体20的振动方向(具体而言,磁体30的振动方向)的长度的中心位置在振动方向上位于大致相同的位置(也包含相同位置)的方式,保持于线圈保持部52。此外,本实施方式的线圈61、62构成为彼此沿相反方向卷绕,由此构成为在通电时电流沿相反方向流动。

[0103] 线圈61、62的两个端部与电源供给部(例如,图16及图17所示的驱动控制部203)连接。例如,线圈61、62的两个端部与交流供给部连接,从交流供给部向线圈61、62供给交流电源(交流电压)。由此,线圈61、62能够在与磁体之间产生能够在彼此的轴向上向彼此接近或彼此离开的方向移动的推力。

[0104] 在磁体30中,在以使磁化方向的一侧(本实施方式中为上侧)的正面30a侧成为N极、磁化方向的另一侧(本实施方式中为下侧)的背面30b侧成为S极的方式进行了磁化的情况下,形成从磁体30的正面30a侧的可动体芯41放射并入射至磁体30的背面30b侧的可动体芯42的磁通。具体而言,形成如下的磁通的流动:该磁通从磁体30的正面侧射出,从磁体30的上侧的可动体芯41向线圈61侧放射,通过电磁屏蔽部58,经由线圈62从磁体30的下侧的可动体芯42向磁体30入射。这样,相对于以包围磁体30及可动体芯41、42的方式配置的线圈61、62的任何部分,磁通都在径向上横穿线圈61、62。由此,在对线圈61、62通电时,洛伦兹力沿着磁化方向作用于相同方向(例如,图11所示的-f方向)。

[0105] 上外壳54及下外壳56分别形成为有底筒状,各自的底部541、561构成本实施方式中的振动致动器10的顶面、底面。此外,对于上外壳54、下外壳56,也可以通过深拉加工来将金属板成型为凹状。

[0106] 电磁屏蔽部58是以覆盖线圈保持部52的外周的方式配置的筒状的磁性体。电磁屏蔽部58作为电磁屏蔽发挥功能,防止磁通向振动致动器10的外部漏出。通过该电磁屏蔽部58的电磁屏蔽的效果,能够实现朝向振动致动器的外侧的漏磁通的减少。

[0107] 另外,电磁屏蔽部58还与线圈61、62、磁体30、可动体芯41、42一起作为磁路发挥功能,因此能够通过增大推力常数来提高电磁转换效率。电磁屏蔽部58利用磁体30的磁吸引力,与磁体30一起作为磁力弹簧发挥功能。

[0108] 以使磁体30的振动方向的中心位于电磁屏蔽部58的振动方向的长度的中心的方式,在电磁屏蔽部58的内侧配置有磁体30。由此,如图12所示,在非驱动时,磁吸引力F1分别作用于磁体30与电磁屏蔽部58之间。由此,如图13所示,即使在可动体20向振动方向的一方过度移动的情况下,也会在磁体30与电磁屏蔽部58之间产生磁吸引力F2,从而可动体20利用推力F3的力返回原来的位置。

[0109] 整体的弹簧常数中,除了作为弹性支撑部81、82的板簧的弹簧常数以外,还加上了由磁体30与电磁屏蔽部58形成的磁力弹簧的弹簧常数。由此,能够降低板簧的弹簧常数,其结果,板簧的应力下降,对寿命的不良影响受到抑制,从而能够提高振动致动器10的可靠性。

[0110] 上外壳54的底部541及下外壳56的底部561是圆盘状体,在从各个底部541、561的外周缘部立起的筒状的周壁部542、562的内侧,在比开口缘部更接近底部541、561的位置设置有在周向上延伸的环状的台阶部(参照图2)。

[0111] 此外,在本实施方式中,周壁部542、562的外表面设置为,与包围线圈61、62的电磁屏蔽部58的外表面对齐。由此,振动致动器10形成为具有平坦的外周面的大致圆柱状(桶状),是较小且简易的形状,因此能够以圆柱状的简易形状来构成其设置空间。

[0112] 上外壳54及下外壳56分别以台阶部与线圈保持部52的两个开口端部嵌合,并且与开口端部将弹性支撑部81、82的外周部806夹持并固定。从该底部541、561到台阶部为止的长度分别能够对可动体20的可动范围进行规定。该可动体20的可动范围构成为,通过弹性支撑部81、82的变形,可动体20在该可动范围内振动。

[0113] 借助从底部541、561到固定弹性支撑部81、82的台阶部为止的长度的可动体空间,固定体50的上外壳54及下外壳56作为硬停止(hard stop)(可动范围限定)HS的可动范围抑制机构发挥功能。即,可动体空间被规定为弹性支撑部81、82不会塑性变形的范围的长度。由此,即使在对可动体20施加超过可动范围的力的情况下,弹性支撑部81、82也不塑性变形地与固定体50接触,因此弹性支撑部81、82不会破损,而可靠性能得到提高。

[0114] <弹性支撑部81、82>

[0115] 弹性支撑部81、82在可动体20的振动方向上夹着可动体20,且以与振动方向正交的方式架设于可动体20和固定体50这两者,以使可动体20相对于固定体50在振动方向上往复移动自如的方式支撑可动体20。

[0116] 在本实施方式中,如图2~图4所示,弹性支撑部81、82在可动体20中的在振动方向上间隔开的两个端部彼此间隔开并与固定体50连接。

[0117] 在可动体20的轴向(振动方向)上离开的两个端部(弹簧固定部226、246)上,分别对应地嵌合有弹性支撑部81、82的内周部802,且弹性支撑部81、82以外周部806侧向径向向外侧(放射方向)伸出的方式安装于可动体20。

[0118] 在可动体20的非振动时和振动时,弹性支撑部81、82以使可动体20不与固定体50接触的方式支撑可动体20。此外,对于弹性支撑部81、82,在驱动时,即使可动体20与内侧主体部522的内周面522a接触,磁路、具体为线圈61、62也不会损伤。弹性支撑部81、82只要能够以使可动体20可动自如的方式对可动体20进行弹性支撑,则无论由何种结构构成都可以。

[0119] 弹性支撑部81、82既可以是非磁性体,也可以是磁性体(具体而言,铁磁体)。弹性支撑部81、82若是非磁性体的板簧,则也可以使用SUS304、SUS316等不锈钢钢板来构成。另外,若弹性支撑部81、82是磁性体,则可以适用SUS301等不锈钢钢板。

[0120] 当弹性支撑部81、82在振动致动器中配置于不易受到可动体20中的磁路的磁场影响的位置的情况下,弹性支撑部81、82的材料可以是非磁性材料,也可以是磁性材料。另外,当弹性支撑部81、82配置于易于受到可动体20中的磁路的磁场影响的位置的情况下,优选弹性支撑部81、82的材料是非磁性材料,从而设为非磁性体。

[0121] 作为弹性支撑部81、82的材料,已知,例如与非磁性材料(例如,SUS304、SUS316)相比,磁性材料(例如,SUS301)的耐久性更高且廉价。

[0122] 在本实施方式的振动致动器10中,在不易受到可动体20中的磁路的磁场影响的位置配置弹性支撑部81、82,因此弹性支撑部81、82的材料例如使用SUS301等磁性材料(强磁性材料)。由此,在本实施方式中,与使用非磁性材料的情况相比,弹性支撑部81、82的耐久性更高且廉价,从而能够以低成本实现耐久性优异的振动致动器10。

[0123] 如图4所示,弹性支撑部81、82分别是平面状的多个板簧。也可以是,可动体20将多个弹性支撑部81、82设为3个以上的板簧。这多个板簧沿着与振动方向正交的方向安装。

[0124] 作为板簧的弹性支撑部81、82具有将作为内侧的弹簧端部的环状的内周部802与作为外侧的弹簧端部的外周部806通过弹性变形的圆弧状的变形臂804接合而成的形状。通过变形臂804的变形,内周部802与外周部806在轴向上相对地位移。

[0125] 弹性支撑部81、82中,外周部806与固定体50接合,内周部802与可动体20接合。

[0126] 对于作为弹性支撑部81、82的板簧,在本实施方式中,是使用不锈钢钢板通过板金加工来形成的,更具体地,设为薄且平板圆盘状的螺旋型弹簧。弹性支撑部81、82是平板状,因此与圆锥状的弹簧相比,能够实现位置精度的提高、也就是加工精度的提高。

[0127] 在本实施方式中,多个弹性支撑部81、82的螺旋的方向是相同的方向,各自的外周侧的一端即外周部806固定于固定体50,而且内周侧的另一端即内周部802固定于可动体20。

[0128] 这样,在本实施方式中,作为多个弹性支撑部81、82,使用多个螺旋形状的板簧,且将板簧分别安装于可动体20中的在振动方向上间隔开的两个端部。由此,在振动致动器10中,在相对于固定体50对可动体20进行弹性支撑的情况下,若可动体20的移动量较大,则可动体20稍微地旋转并沿平移方向(在此,相对于振动方向垂直的面上的方向)移动。若多个板簧的旋涡方向为相反方向,则多个板簧彼此向弯曲方向或拉伸方向移动,从而阻碍顺畅的移动。

[0129] 本实施方式的弹性支撑部81、82以螺旋的方向相同的方式固定于可动体20,因此即使可动体20的移动量较大,也能够顺畅地移动、也就是变形,从而能够实现更大的振幅而提高振动输出。

[0130] 弹性支撑部81、82在可动体20中在可动体20的振动方向(在本实施方式中,上下方向)上间隔开的端部,固定于弹簧固定部226、246的前端,该弹簧固定部226、246以在外周部分形成台阶的方式从砵码主体部224、244突出。弹性支撑部81、82以从弹簧固定部226、246的前端向与振动方向正交的方向延伸的方式配置,因此由台阶来确保弹性变形区域。由此,能够以低成本制成弹性支撑部,且能够实现使用该弹性支撑部的振动致动器自身的可靠性的提高。

[0131] 在本实施方式中,弹性支撑部81、82与可动体20分别借助固定销26、28坚固地接合,使得不会因可动体20的振动而脱离。

[0132] 图2~图4所示的固定销26、28分别在可压入至弹簧固定部226、246的圆筒状的销主体262、282的一端侧的开口缘部具有凸缘264、284。

[0133] 图5A、图5B是表示弹性支撑部81、82与可动体20的结合状态的图。

[0134] 如图5A所示,在将板状的弹性支撑部81、82固定于可动体20时,将弹性支撑部81、82各自的内周部802,重叠于构成可动体20的振动方向的端部的弹簧固定部226、246。接下来,将固定销26、28各自的销主体262、282经由板状的弹性支撑部81、82的内周部802、802的开口,压入至在弹簧固定部226、246开口的通孔中。

[0135] 由此,如图5B所示,凸缘264、284与弹簧固定部226、246将弹性支撑部81、82的内周部802夹持,从而弹性支撑部81、82坚固地接合于弹簧固定部226、246。

[0136] 在可动体20进行往复移动时,即使对弹簧固定部226、246施加较大的力,也不会脱离。另外,例如,与仅通过粘接进行固定的情况相比,更能够经得住重复的振动。

[0137] 另外,也可以是,通过熔接、粘接或铆接等、或者将熔接、粘接或铆接组合,来将弹性支撑部81、82的内周部802与弹簧固定部226、246接合。

[0138] 图6A、图6B是表示弹性支撑部81、82与可动体20的结合状态的变形例的图。

[0139] 与可动体20的结构相比,图6A、图6B所示的可动体20中,与弹簧固定件22、24同样地构成的弹簧固定件22A、24A的弹簧固定部226、246具有:从向振动方向侧开口的通孔的周围突出的筒状的铆接部228、248。

[0140] 如图6A所示,铆接部228、248被插入于弹性支撑部81、82的内周部802的开口内。优选筒状的铆接部228、248的外周具有内嵌于弹性支撑部81、82的内周部802的直径。另外,铆接部228、248的自载置内周部802的面起的突出长度比弹性支撑部81、82的厚度长。

[0141] 如图6A所示,将铆接部228、248插入至内周部802、802,并将铆接部228、248压碎等以进行铆接,从而弹性支撑部81、82与弹簧固定部226、246坚固地接合。该结构与图5所示的使用固定销26、28的结构相比,能够减少部件个数,能够减少组装工时,制作容易。另外,对于弹性支撑部81、82与弹簧固定部226、246的接合,也可以是,除了铆接接合以外,还进行熔接或者粘接。

[0142] 另一方面,如图2中上述的那样,弹性支撑部81的外周部806在径向外侧被上外壳54的周壁部542中的开口部的内周侧部分(内周侧的台阶部)、与线圈保持部52中的外侧主体部524的开口端夹持,从而固定于固定体50。

[0143] 如图2所示,弹性支撑部82的外周部806在径向外侧被线圈保持部52中的外侧主体部524的开口端、与下外壳56的周壁部562中的开口部内侧的台阶部夹持,从而固定于固定体50。

[0144] 这样,弹性支撑部81、82以在与振动方向正交的方向上配置的状态,被线圈保持部52的外侧主体部524的上下开口端、和将这些开口端嵌合地封闭的上下外壳54、56夹持。

[0145] 在本实施方式中,弹性支撑部81、82中,在变形臂804或者变形臂804与外周部806上,安装有作为使弹性支撑部81、82中产生的振动衰减的衰减单元的衰减部(减震器)72。衰减单元在弹性支撑部81、82中抑制共振峰,且产生遍及宽范围的稳定的振动。

[0146] 图7是具备衰减部的弹性支撑部81的俯视图,图8是具备衰减部72的弹性支撑部的部分剖面图。此外,弹性支撑部82也具备衰减部72,但由于构成为与弹性支撑部81相同,所以省略说明。

[0147] 如图7及图8所示,本实施方式的衰减部72是由凸棱(塞入部)724将平行对置地配置的一对凸缘722的中央部彼此连结而成的剖面H型形状的弹性体等弹性部件。衰减部72中,将弹性体插入至作为板簧的弹性支撑部81的桥部分、本实施方式中为外周部806与变形臂804之间,从而与两者接触地配置。在弹性支撑部81上以不固定的方式安装有多个衰减部72。

[0148] 作为衰减单元的衰减部72使弹性支撑部81中的强烈的弹簧共振衰减,来防止由于共振频率附近的振动明显变大,导致基于频率差异的振动之差变大的情况。由此,可动体20在塑性变形之前,以不与底部541、561接触的方式振动,不会出现因接触而产生异常噪声的情况。

[0149] 对于衰减部72,只要防止弹性支撑部81(82)中的强烈的振动的产生,则无论由怎样的形状、材料等形成都可以。

[0150] 图9及图10是具备作为变形例的衰减部72A的弹性支撑部的俯视图和部分剖面图。

[0151] 图9及图10所示的衰减部72A是剖面T型形状的弹性体,具有板状的凸缘722、以及从凸缘722的中央部突出地设置的塞入部724A。

[0152] 衰减部72A中,将塞入部724A从弹性支撑部81的一方的面侧插入至弹簧部分间、具体为外周部806与变形臂804之间,并使凸缘722位于架设在弹簧部分间的位置。安装部73是热固化树脂或者不固定于弹性支撑部81的粘接剂等,在弹性支撑部81的背面侧,以使塞入部724A不从弹簧部分间脱离的形状,固定于塞入部724A。

[0153] 利用该结构,衰减部72A与剖面H型形状的衰减部72相比能够降低部件成本,能够实现与衰减部72同等的衰减效果,从而抑制共振峰,产生遍及宽范围的稳定的振动。

[0154] 即,在振动致动器10中,可动体20被认为相当于弹簧-质量系统的振动模型中的质量部,因此在共振强烈(具有陡峭的波峰)的情况下,通过使振动衰减来抑制陡峭的波峰。通过减少振动使得共振不再陡峭,共振时的可动体20的最大振幅值、最大移动量不会不均,输出适宜的稳定的最大移动量的振动。

[0155] 在振动致动器10中形成图11所示的磁路。另外,在振动致动器10中,线圈61、62以使线圈轴与来自可动体芯41、42的磁通正交的方式配置,该可动体芯41、42在振动方向上夹着磁体30。因此,若如图11所示那样对线圈61、62进行通电,则基于磁体30的磁场与在线圈61、62中流过的电流之间的相互作用,根据弗莱明左手定律在线圈61、62产生-f方向的洛伦兹力。

[0156] -f方向的洛伦兹力是与磁场的方向和在线圈61、62中流过的电流的方向正交的方向。线圈61、62固定于固定体50(线圈保持部52),因此根据作用与反作用定律,在具有磁体

30的可动体20产生与该-f方向的洛伦兹力相反的力,作为F方向的推力。由此,具有磁体30的可动体20侧向F方向、也就是上外壳54的底部541侧移动。

[0157] 另外,若线圈61、62的通电方向切换至相反方向,且对线圈61、62进行通电,则产生反向的F方向的洛伦兹力。通过该F方向的洛伦兹力的产生,根据作用与反作用定律,在可动体20产生与该F方向的洛伦兹力相反的力,作为推力(-F方向的推力),可动体20向-F方向、也就是固定体50的下外壳56的底部561侧移动。

[0158] 振动致动器10具备:固定体50,具有线圈61、62;可动体20,具有磁体30,该磁体30在线圈61、62的轴向上被磁化,且配置于线圈61、62的径向内侧;以及平板状的弹性支撑部81、82,以可动体20在振动方向上移动自如的方式弹性保持可动体20。

[0159] 另外,在可动体20的外周面30a与线圈61、62之间设置有内侧主体部522,弹性支撑部81、82以使可动体20在可动体20的非振动时和振动时不与内侧主体部522接触的方式,支撑可动体20。

[0160] 由此,可动体20在不可动状态的非振动时和可动中即振动时,相对于固定体50与内侧主体部522之间空开缝隙地被支撑,因此可动体20在可动中也就是振动中,不会与固定体50发生接触。

[0161] 另外,仅在振动致动器10落下的情况下等振动致动器10自身受到冲击的情况下,可动体20与内侧主体部522接触。即,仅在有冲击的情况下,可动体20与内侧主体部522在可动体20的外周面20a和内侧主体部522的内周面522a之间的范围相对移动,可动体20与内侧主体部522接触,从而该移动被限制。

[0162] 这样,根据振动致动器10,与以往的振动致动器不同,通过对振动致动器10施加冲击,使得可动体20位移而与固定体的内壁接触,不会带来冲击。也就是说,固定体50的线圈61、62不会因冲击破损。另外,伴随着冲击,可动体20的移动被内侧主体部522限制,从而弹性支撑部81、82自身也不会因冲击变形,能够消除弹性支撑部81、82的变形所造成的、可动体20的不可动等不理想情况。另外,振动致动器10是使可动体20以不沿轴滑动的方式进行往复移动的结构,因此在可动体20移动时当然不会产生与轴之间的滑动声。

[0163] 这样,根据振动致动器10,具有耐冲击性,并且能够输出振动表现力较高的适宜的体感振动。

[0164] 在此,由从电源供给部(例如,图16及图17所示的驱动控制部203)向线圈61、62输入的交流波来驱动振动致动器10。也就是说,线圈61、62的通电方向周期性地切换,上外壳54的底部541侧的F方向的推力与下外壳56的底部561侧的-F方向的推力交替地作用于可动体20。由此,可动体20在振动方向(与线圈61、62的径向正交的卷绕轴向、或者磁体30的磁化方向)上振动。

[0165] 下面,对振动致动器10的驱动原理简单地进行说明。在本实施方式的振动致动器10中,在将可动体20的质量设为 m [kg],将弹簧(作为弹簧的弹性支撑部81、82)的弹簧常数设为 K_{sp} 的情况下,可动体20相对于固定体50,以通过下式(1)计算的共振频率 f_r [Hz]振动。

[0166] 【数学式1】

$$[0167] \quad f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{sp}}{m}} \quad \dots (1)$$

[0168] 可动体20被认为构成弹簧-质量系统的振动模型中的质量部,若对线圈61、62输入

与可动体20的共振频率 f_r 相等的频率的交流波,则可动体20成为共振状态。即,通过从电源供给部对线圈61、62输入与可动体20的共振频率 f_r 大致相等的频率的交流波,能够使可动体20高效地振动。

[0169] 表示振动致动器10的驱动原理的运动方程式及电路方程式如下所示。振动致动器10基于下式(2)所示的运动方程式及下式(3)所示的电路方程式进行驱动。

[0170] 【数学式2】

$$[0171] \quad m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = K_f i(t) - K_{sp} x(t) - D \frac{dx(t)}{dt} \quad \dots (2)$$

[0172] m:质量[kg]

[0173] x(t):位移[m]

[0174] K_f :推力常数[N/A]

[0175] i(t):电流[A]

[0176] K_{sp} :弹簧常数[N/m]

[0177] D:衰减系数[N/(m/s)]

[0178] 【数学式3】

$$[0179] \quad e(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + K_e \frac{dx(t)}{dt} \quad \dots (3)$$

[0180] e(t):电压[V]

[0181] R:电阻[Ω]

[0182] L:电感[H]

[0183] K_e :反电动势常数[V/(rad/s)]

[0184] 即,可以在满足式(2)的范围内适当变更振动致动器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。另外,可以在满足式(3)的范围内适当变更电压e(t)[V]、电阻R[Ω]、电感L[H]、反电动势常数 K_e [V/(rad/s)]。

[0185] 这样,在振动致动器10中,在利用与共振频率 f_r 对应的交流波进行了向线圈61、62的通电的情况下能够高效地得到较大的振动输出,该共振频率 f_r 是由可动体20的质量m和作为板簧的弹性支撑部81、82的弹簧常数 K_{sp} 决定的。

[0186] 另外,振动致动器10通过满足式(2)、式(3),且使用了式(1)所示的共振频率的共振现象进行驱动。由此,在振动致动器10中,在稳定状态下消耗的电力仅为衰减部72处的损失,从而能够以低功耗进行驱动,也就是说,能够以低功耗使可动体20进行直线往复振动。

[0187] 根据本实施方式,将板状的弹性支撑部81、82配置于可动体20的上下(振动方向),因此能够在沿上下方向对可动体20稳定地进行驱动的同时,从磁体30的上下(弹性支撑部81、82)高效地分布线圈61、62的磁通。由此,作为振动电机,能够实现高输出的振动。

[0188] 另外,固定体50具有线圈保持部52,该线圈保持部52兼具线圈61、62的保持功能、以及保护线圈61、62免受可动体20影响的功能。由此,即使在振动致动器10受到冲击的情况下,固定体50也可承受该冲击,并且不会对弹性支撑部81、82带来变形等损坏。此外,对于线圈61、62来说,冲击是经由树脂制的内侧主体部522传递的,因此能够抑制损坏,实现可靠性

高的振动致动器10。

[0189] (实施方式2)

[0190] 图14是表示本发明的实施方式2的振动致动器的纵剖面图,图15是本发明的实施方式2的振动致动器的分解立体图。

[0191] 图14及图15所示的振动致动器10A具有与图1~图13所示的实施方式1所对应的振动致动器10相同的基本结构,仅在振动致动器10的结构中改变了线圈保持部52A。振动致动器10A中,与振动致动器10相同的结构具有相同的作用效果。下面,对相同的构成要素标以相同的附图标记,省略重复的说明。

[0192] 即,图14及图15所示的振动致动器10A中,在圆柱状的固定体50A内,以可动体20A能够在圆柱状的轴向上振动的方式收容可动体20A。当可动体20A可动时,振动致动器10A自身成为振动体。

[0193] 振动致动器10A包括:具有磁体30及可动体芯41、42的可动体20A、具有线圈61、62的固定体50A、以及以可动体20A相对于固定体50A往复移动自如的方式支撑可动体20A的板状的弹性支撑部81、82。

[0194] 振动致动器10A中,在以包围磁体30的外周的方式配置的筒状的线圈保持部52A中,使线圈61、62保持于线圈保持部52A的外周侧。

[0195] 线圈保持部52A呈筒状,在外周侧具有向径向外方开口且对线圈61、62进行配置的凹状的线圈安装部522A。线圈安装部522A由从筒状部的外表面朝轴向空开间隔地突出的凸棱528A、528A、526A形成。配置于线圈安装部522A内的线圈61、62在由包围线圈保持部52A的外周面的电磁屏蔽部58包围且密封的状态下,通过粘接等固定于线圈安装部内。此外,线圈安装部522A在线圈保持部52A的外周形成为在周向上延伸且朝径向外方开口的凹状,因此还作为能够从径向外方插入线圈61、62的线圈插入部发挥功能。

[0196] 线圈61、62将线圈线从线圈保持部52A的外侧卷绕,且缠绕地配置于线圈保持部52A。由此,为了维持圆筒状的线圈61、62,能够不使用自熔线进行组装,能够起到与实施方式1相同的作用效果,并且能够实现线圈61、62自身的低成本化,还能够使振动致动器10A整体低成本化。

[0197] (电子设备例)

[0198] 图16及图17是表示振动致动器10、10A的安装方式的一例的图。图16示出将振动致动器10安装于游戏控制器GC的例子,图17示出将振动致动器10安装于便携终端M的例子。

[0199] 游戏控制器GC例如通过无线通信与游戏机主体连接,通过用户握住或抓住来使用。在此,游戏控制器GC具有矩形板状,用户用双手抓住游戏控制器GC的左右侧进行操作。

[0200] 游戏控制器GC通过振动将来自游戏机主体的指令通知给用户。此外,虽然未图示,游戏控制器GC具备指令通知以外的功能,例如具备针对游戏机主体的输入操作部。

[0201] 便携终端M例如是便携电话或智能手机等便携通信终端。便携终端M通过振动将来自外部的通信装置的来电通知给用户,并且实现便携终端M的各种功能(例如,赋予操作感或临场感的功能)。

[0202] 如图16及图17所示,游戏控制器GC及便携终端M分别具有:通信部201、处理部202、驱动控制部203、以及作为驱动部的振动致动器10即振动致动器10B、10C、10D。此外,在游戏控制器GC中安装有多个振动致动器10B、10C。

[0203] 在游戏控制器GC及便携终端M中,振动致动器10B、10C、10D例如以终端的主面与正交于振动致动器10B、10C、10D的振动方向的面平行的方式安装,在此以终端的主面与下外壳56的底面平行的方式安装。终端的主面是与用户的体表接触的面,在本实施方式中,终端的主面是指与用户的体表接触而传递振动的振动传递面。

[0204] 具体而言,在游戏控制器GC中,以装振动致动器10B、10C的振动方向与进行操作的用户指尖、指腹、手掌等接触的面、或设置有操作部的面正交的方式,安装振动致动器10B、10C。另外,在是便携终端M的情况下,以振动致动器10D的振动方向与显示画面(触摸面板面)正交的方式安装振动致动器10D。由此,与游戏控制器GC及便携终端M的主面垂直的方向的振动被传递至用户。

[0205] 通信部201通过无线通信与外部的通信装置连接,接收来自通信装置的信号并输出至处理部202。在是游戏控制器GC的情况下,外部的通信装置是作为信息通信终端的游戏机主体,根据蓝牙(Bluetooth)(注册商标)等近距离无线通信标准进行通信。在是便携终端M的情况下,外部的通信装置例如是基站,根据移动体通信标准进行通信。

[0206] 处理部202将所输入的信号通过转换电路部(省略图示)转换为用于驱动振动致动器10B、10C、10D的驱动信号并输出至驱动控制部203。此外,在便携终端M中,处理部202除了基于从通信部201输入的信号以外,还基于从各种功能部(省略图示,例如触摸面板等操作部)输入的信号来生成驱动信号。

[0207] 驱动控制部203连接于振动致动器10B、10C、10D,且安装有用于驱动振动致动器10B、10C、10D的电路。驱动控制部203对振动致动器10B、10C、10D供给驱动信号。

[0208] 振动致动器10B、10C、10D根据来自驱动控制部203的驱动信号进行驱动。具体而言,在振动致动器10B、10C、10D中,可动体20在与游戏控制器GC及便携终端M的主面正交的方向上振动。

[0209] 也可以是,可动体20在每次振动时,经由减震器与上外壳54的底部541或下外壳56的底部561接触。在该情况下,伴随可动体20的振动的对上外壳54的底部541或下外壳56的底部561的冲击、也就是对壳体的冲击,作为振动直接传递至用户。尤其是,在游戏控制器GC中安装有多个振动致动器10B、10C,因此能够对应于所输入的驱动信号,使多个振动致动器10B、10C中的一个驱动或使两个同时驱动。

[0210] 由于与体表垂直的方向的振动传递至与游戏控制器GC或便携终端M接触的用户体表,因此能够为用户提供充分的体感振动。在游戏控制器GC中,能够利用振动致动器10B、10C中的一个或两个来赋予针对用户的体感振动,至少能够赋予如选择性地赋予强弱的振动之类的、表现力高的振动。

[0211] 以上,基于实施方式对由本发明者完成的发明进行了具体说明,但本发明并不限于上述实施方式,能够在不脱离其要点的范围内进行变更。

[0212] 另外,例如,本发明的振动致动器10、10A适合应用于实施方式中所示的游戏控制器GC及便携终端M以外的便携设备(例如,平板PC等便携信息终端、便携式游戏终端、用户佩带于身上来使用的可穿戴终端)。另外,也可以是,本发明的振动致动器10、10A作为激励器使用,该激励器是通过振动发出声音的振动设备。激励器例如是具有如下功能的振动扬声器:不使用圆锥振动板(cone)地使振动面与对象物接触来发出声音。另外,也可以是,本发明的振动致动器10、10A为通过发出声音来抵消而降低如路面噪声等外部的噪声的激励器。

另外,本发明的振动致动器10、10A也可以作为振动产生器来使用。另外,本实施方式的振动致动器10、10A除了上述的便携设备以外,还可以用于需要振动的美容按摩仪等电动理美容仪器。

[0213] 在2018年8月28日提出的日本专利申请特愿2018-159790号中包含的说明书、附图及说明书摘要的公开内容全部引用用于本申请。

[0214] 工业实用性

[0215] 本发明的振动致动器具有耐冲击性并且能够输出适宜的体感振动,且作为搭载于以下的电子设备的构件是有用的:对用户赋予振动的游戏机终端、作为发出声音的振动设备的激励器或便携终端等。

[0216] 附图标记说明

[0217] 10、10A、10B、10C、10D 振动致动器

[0218] 20、20A 可动体

[0219] 20a 外周面

[0220] 22、22A、24、24A 弹簧固定件

[0221] 30 磁体

[0222] 30a 正面

[0223] 30b 背面

[0224] 41、42 可动体芯(磁轭)

[0225] 50、50A 固定体

[0226] 52、52A 线圈保持部

[0227] 54 上外壳

[0228] 56 下外壳

[0229] 58 电磁屏蔽部

[0230] 61、62 线圈

[0231] 72、72A 衰减部

[0232] 73 安装部

[0233] 81、82 弹性支撑部

[0234] 201 通信部

[0235] 202 处理部

[0236] 203 驱动控制部

[0237] 226、246 弹簧固定部

[0238] 522a 内周面

[0239] 522 内侧主体部(线圈保护壁部)

[0240] 522A 线圈安装部

[0241] 524 外侧主体部

[0242] 526 中央圆环部

[0243] 541、561 底部

[0244] 542、562 周壁部

[0245] 722 凸缘

- [0246] 724 凸棱(塞入部)
- [0247] 802 内周部
- [0248] 804 变形臂
- [0249] 806 外周部

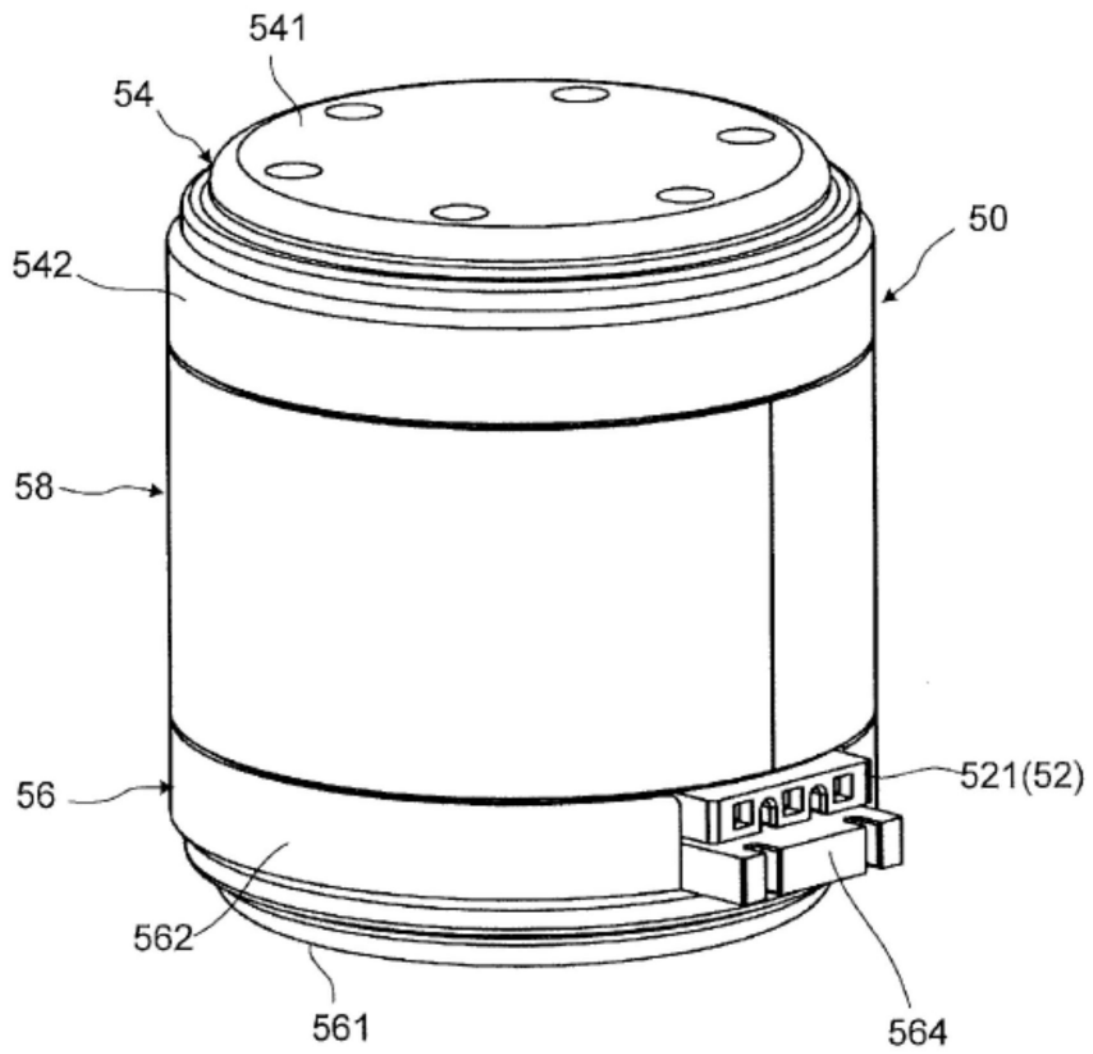
10

图1

10

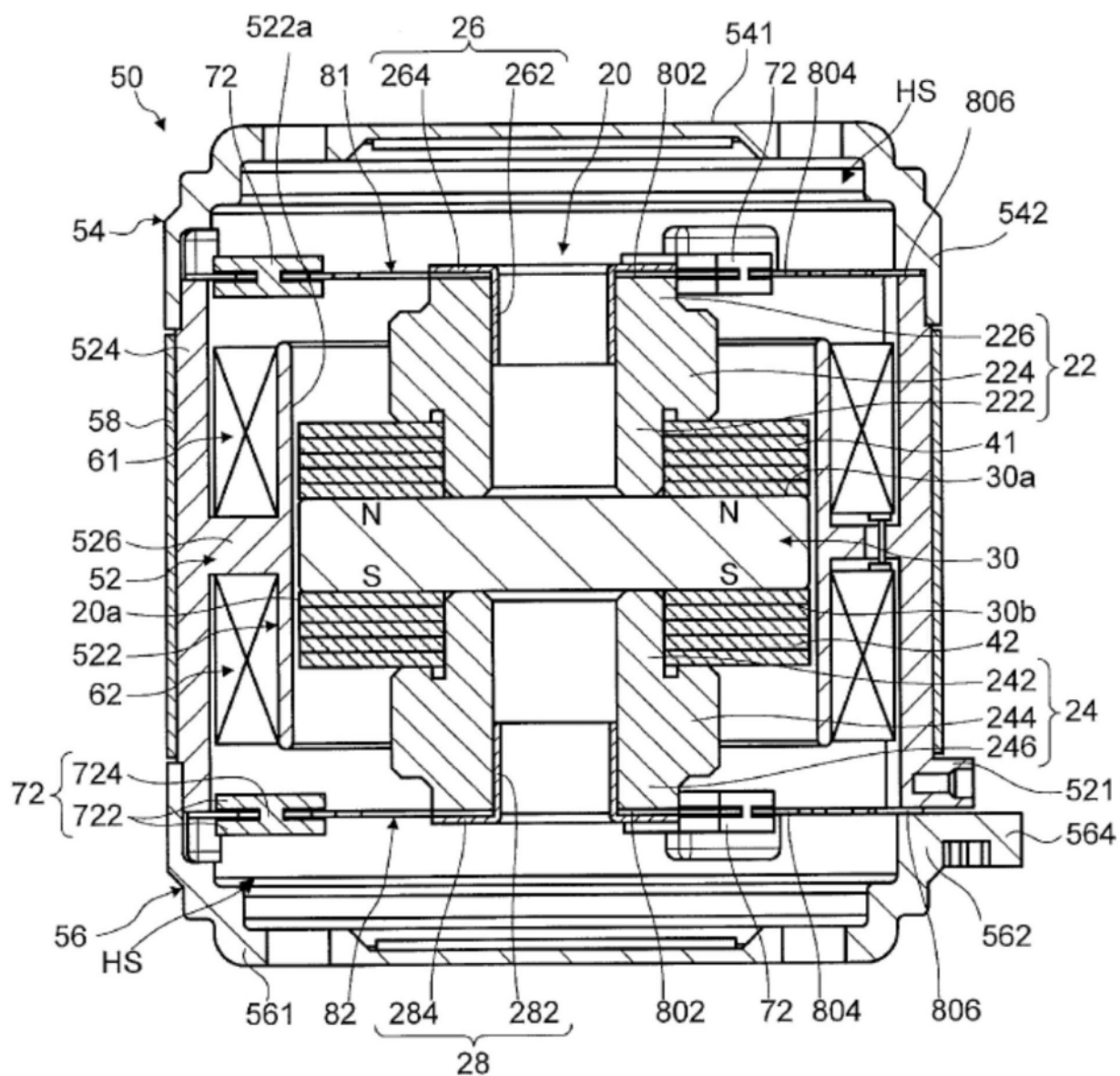


图2

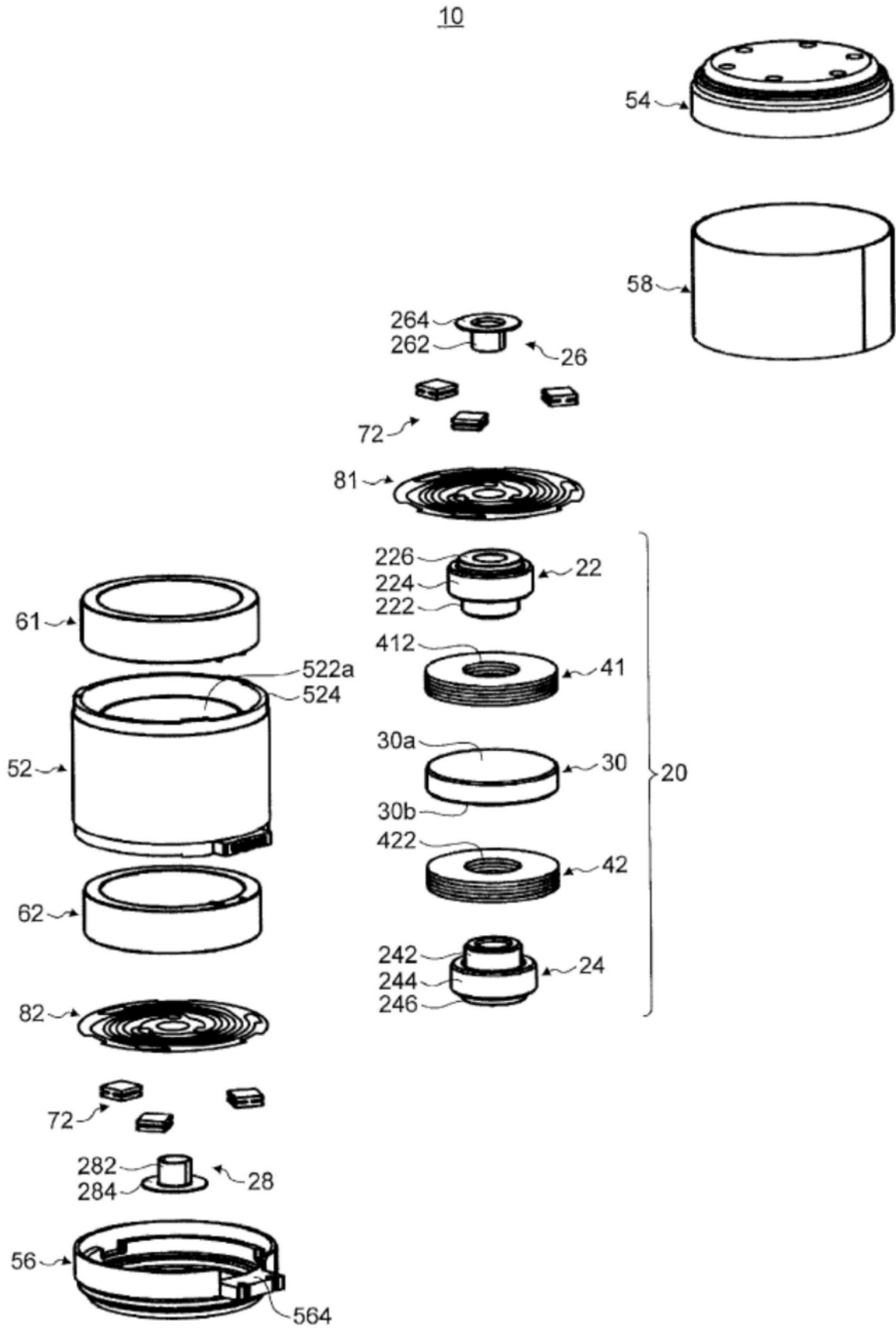


图3

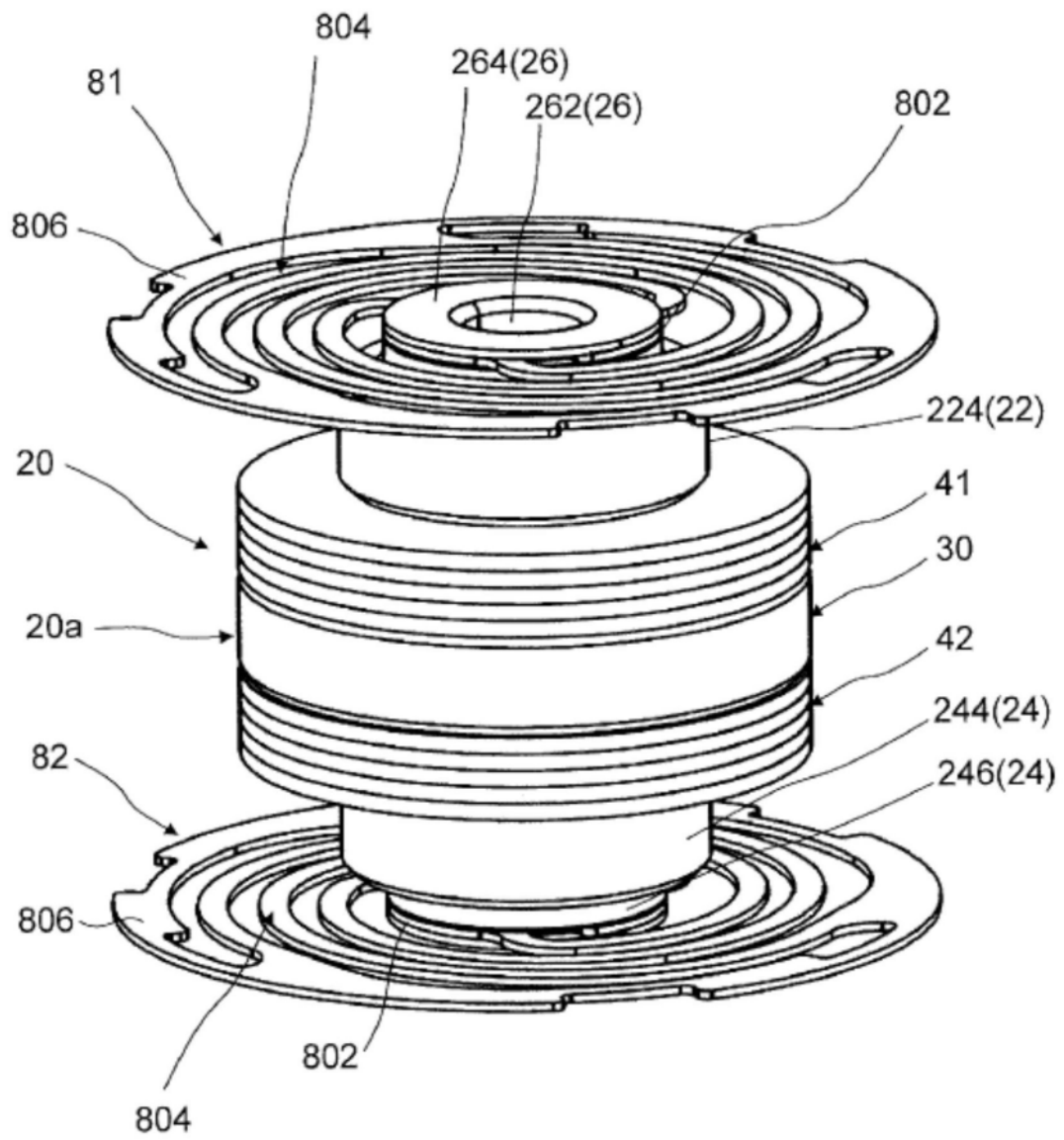


图4

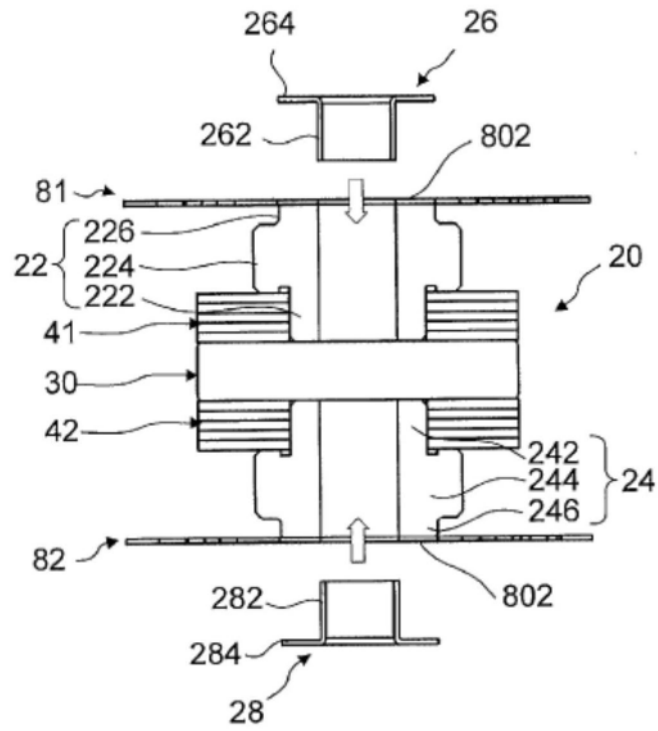


图5A

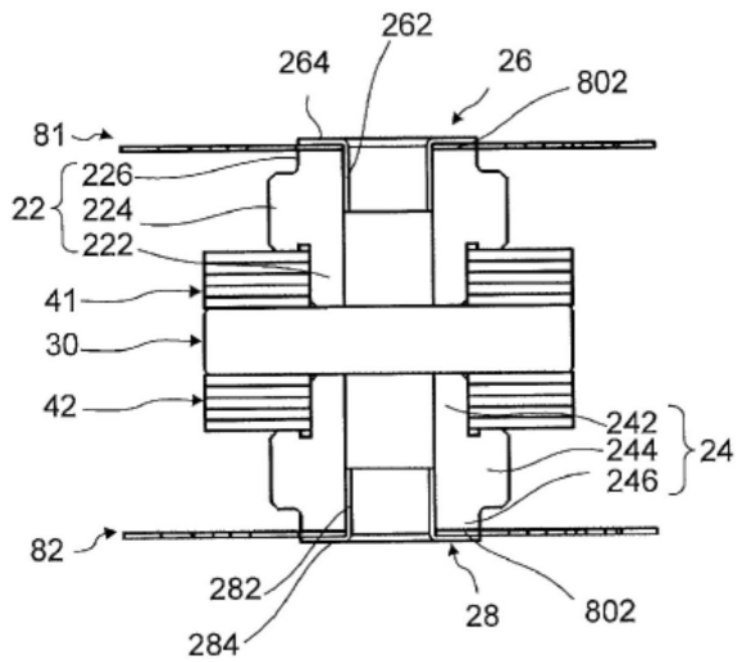
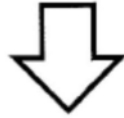


图5B

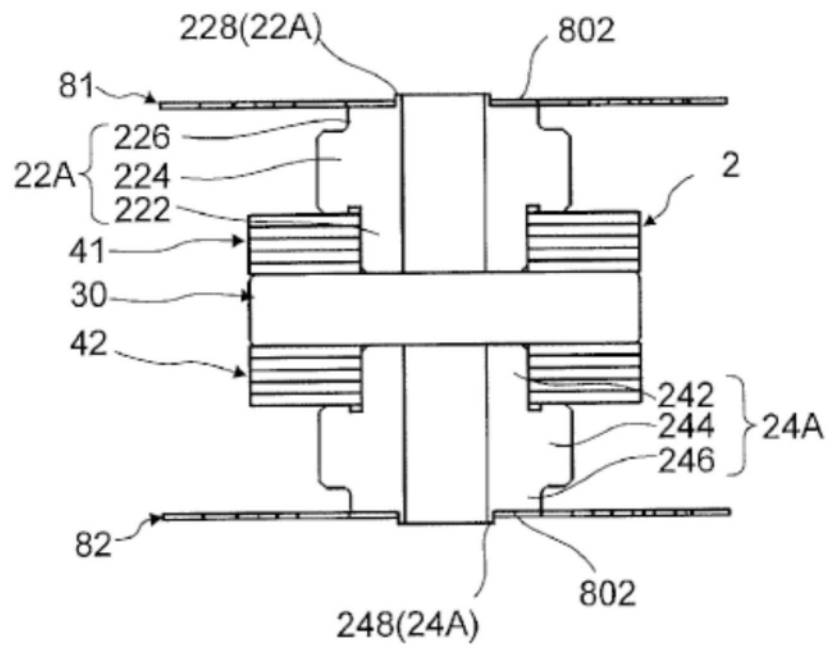


图6A

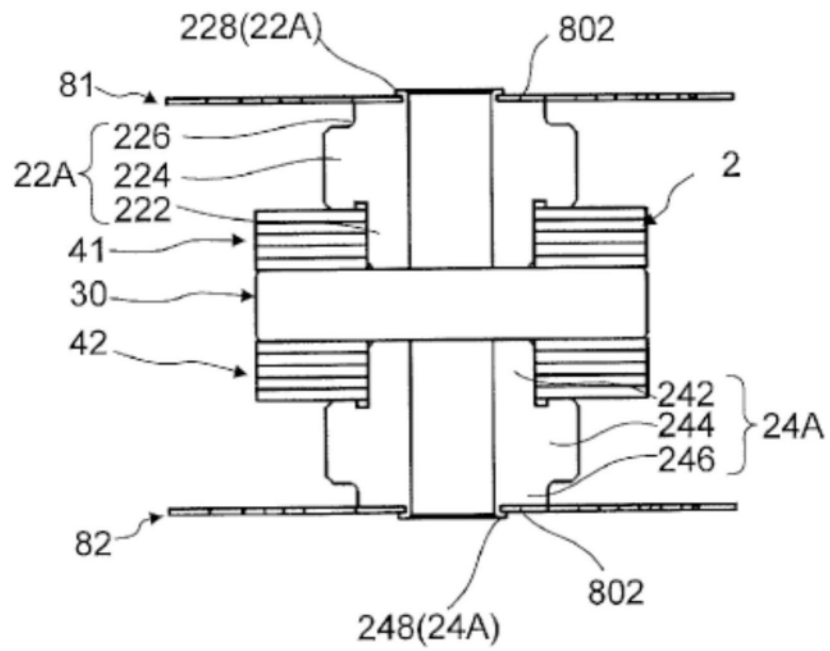
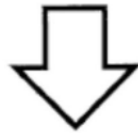


图6B

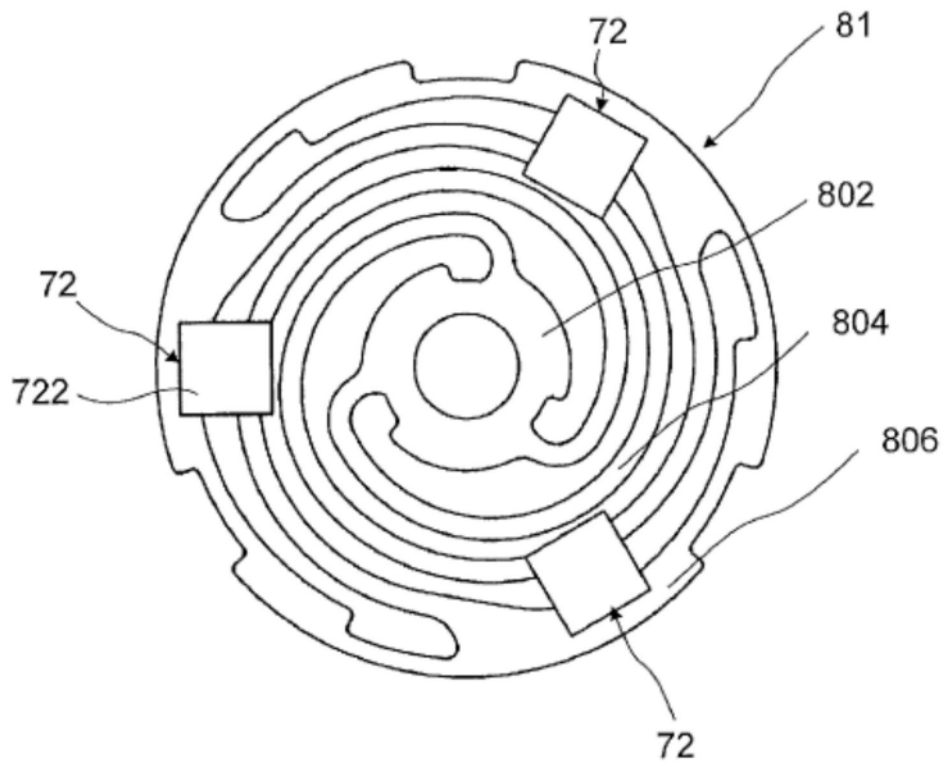


图7

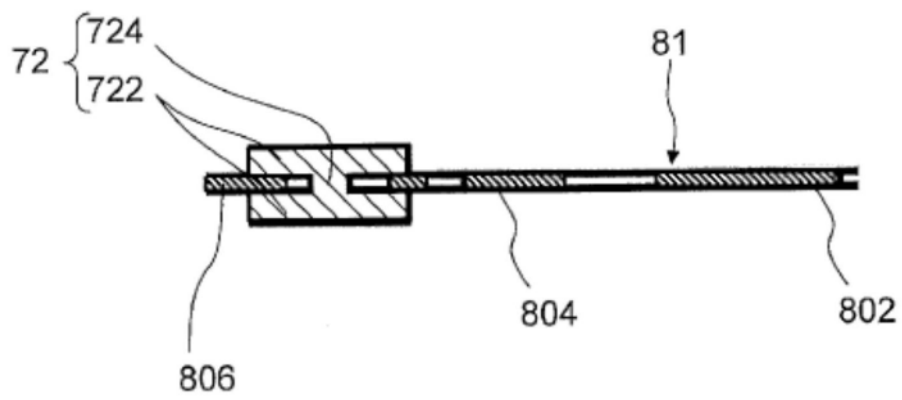


图8

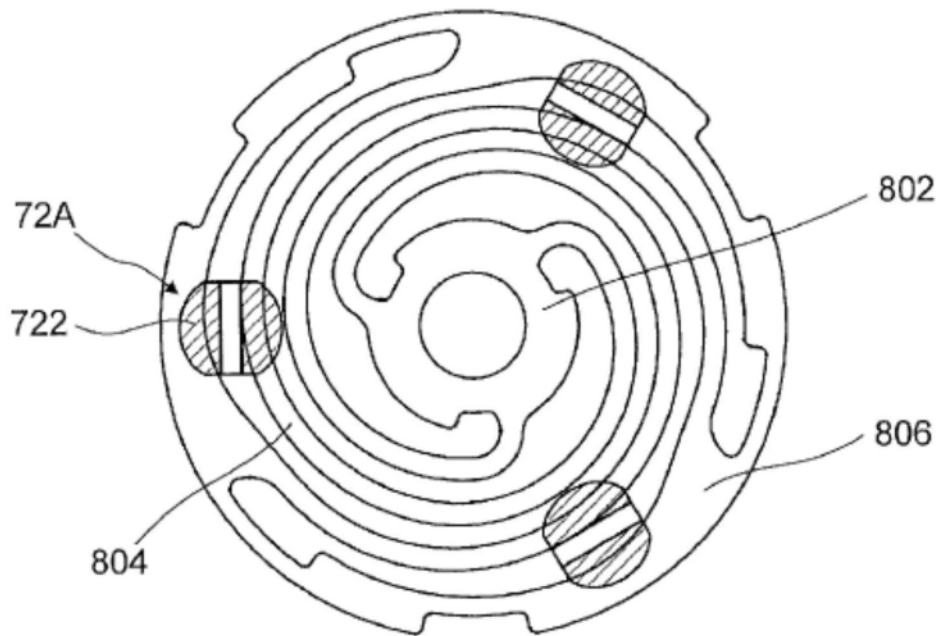
81

图9

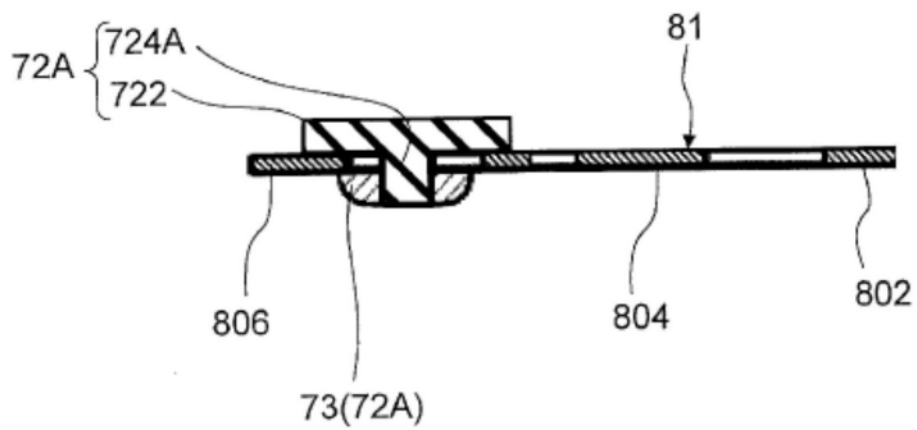
81

图10

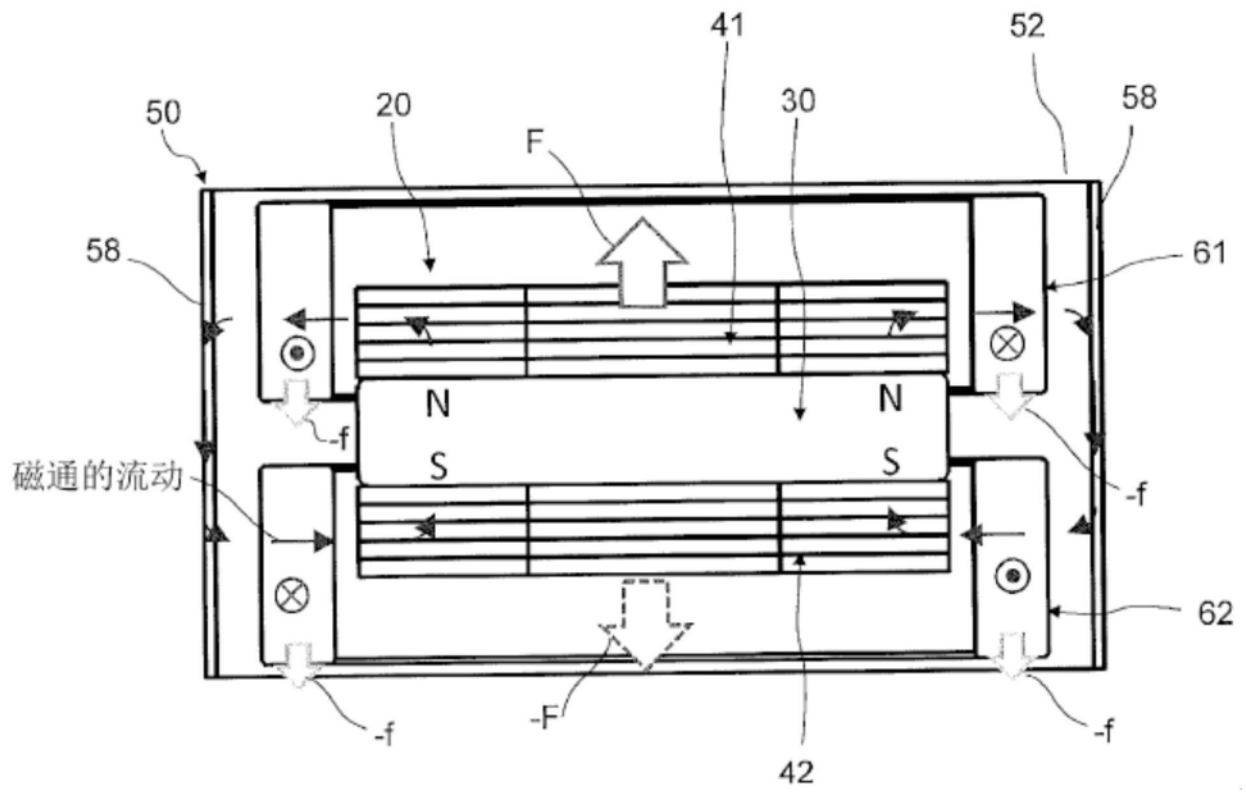


图11

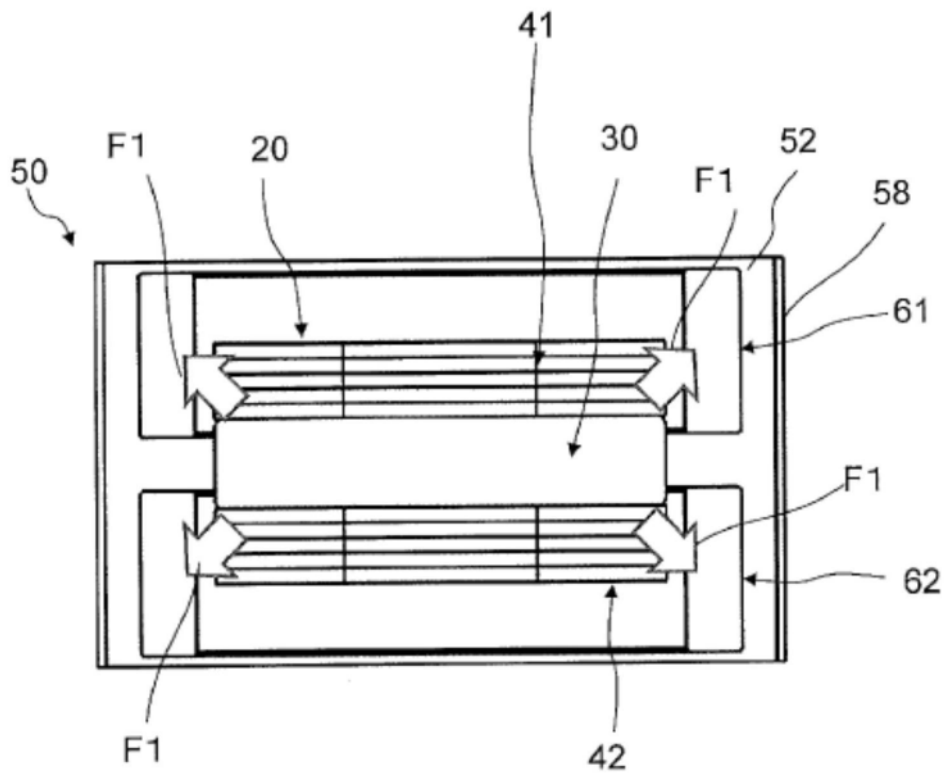


图12

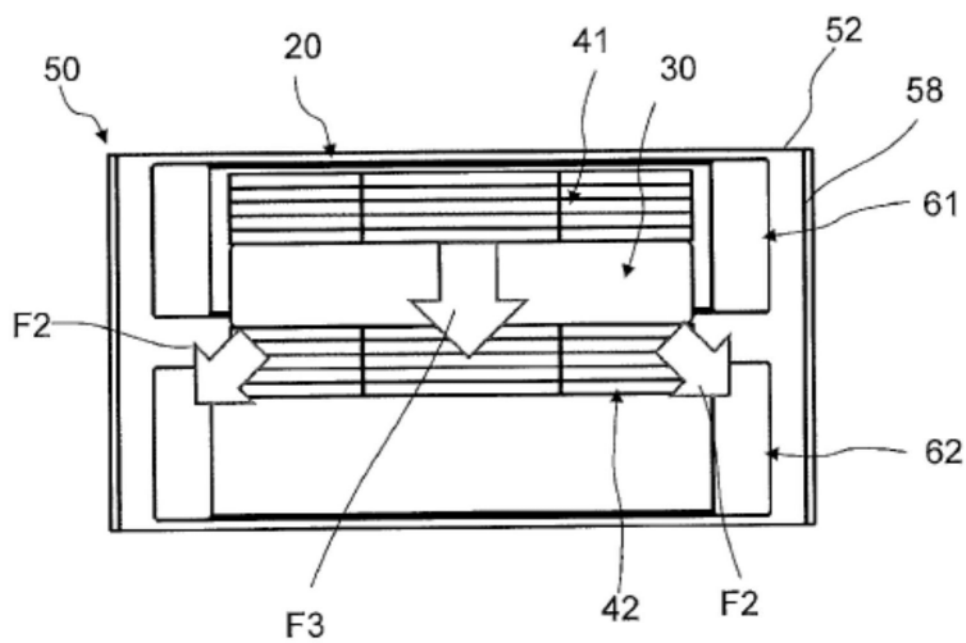


图13

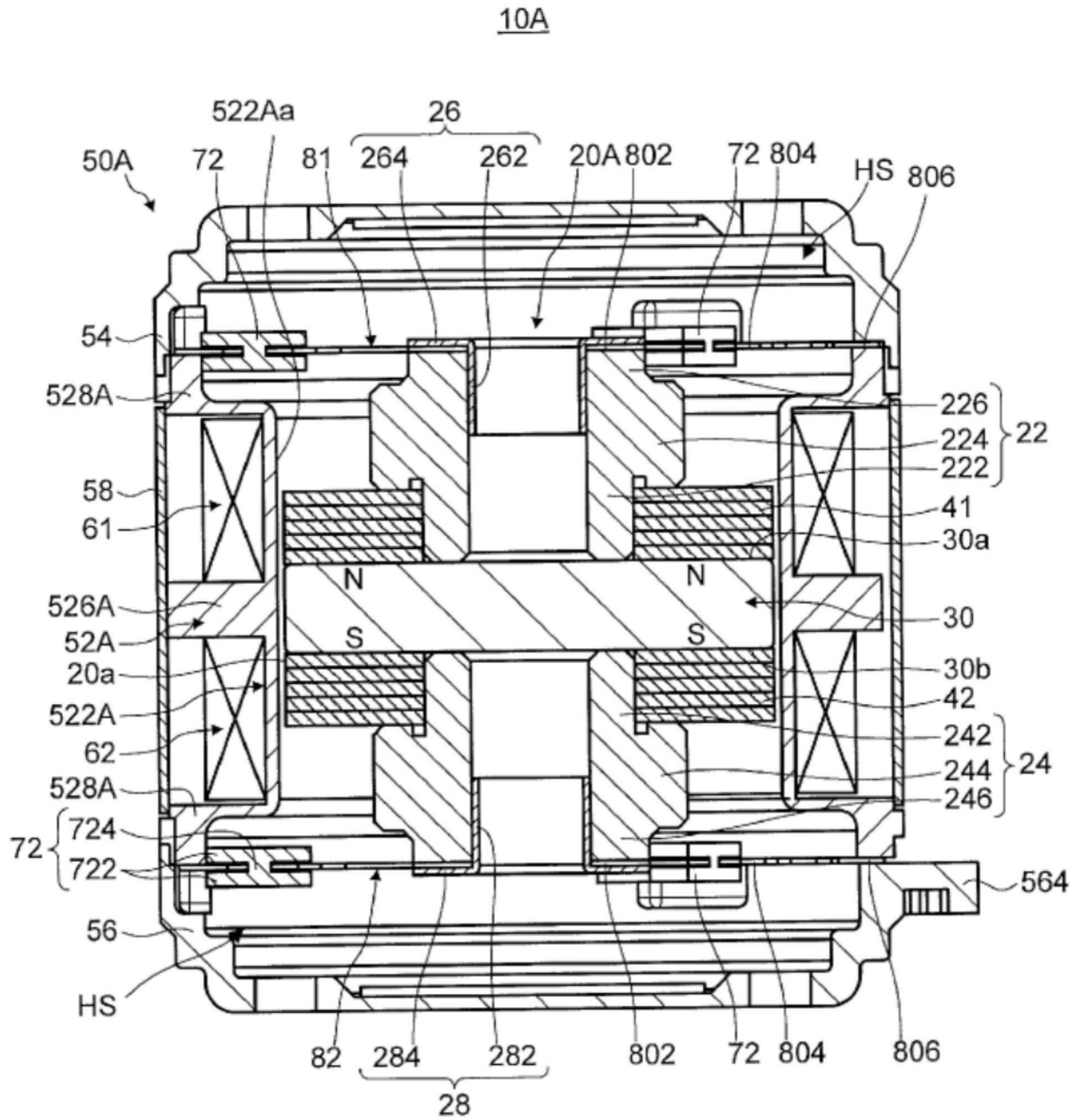


图14

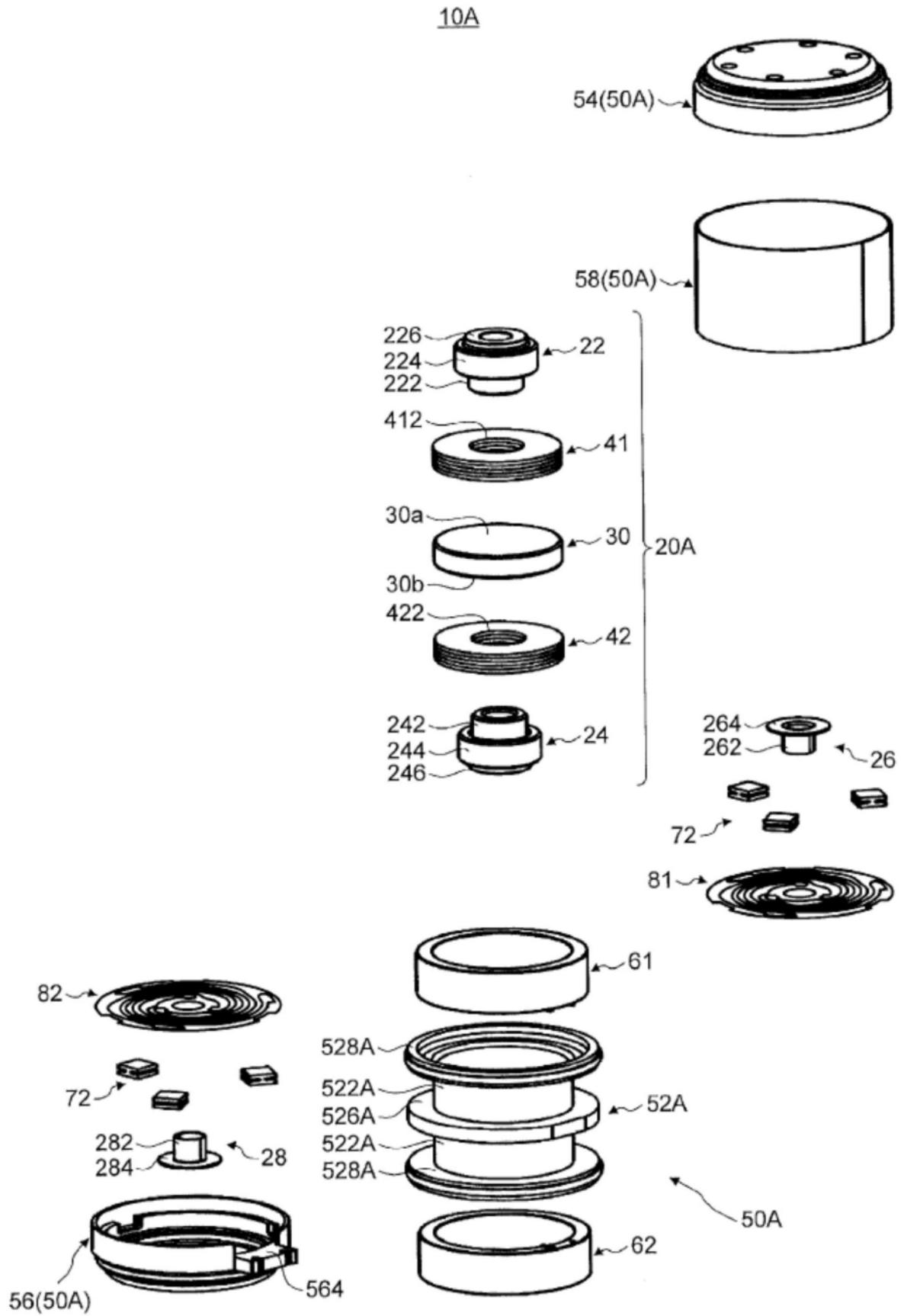


图15

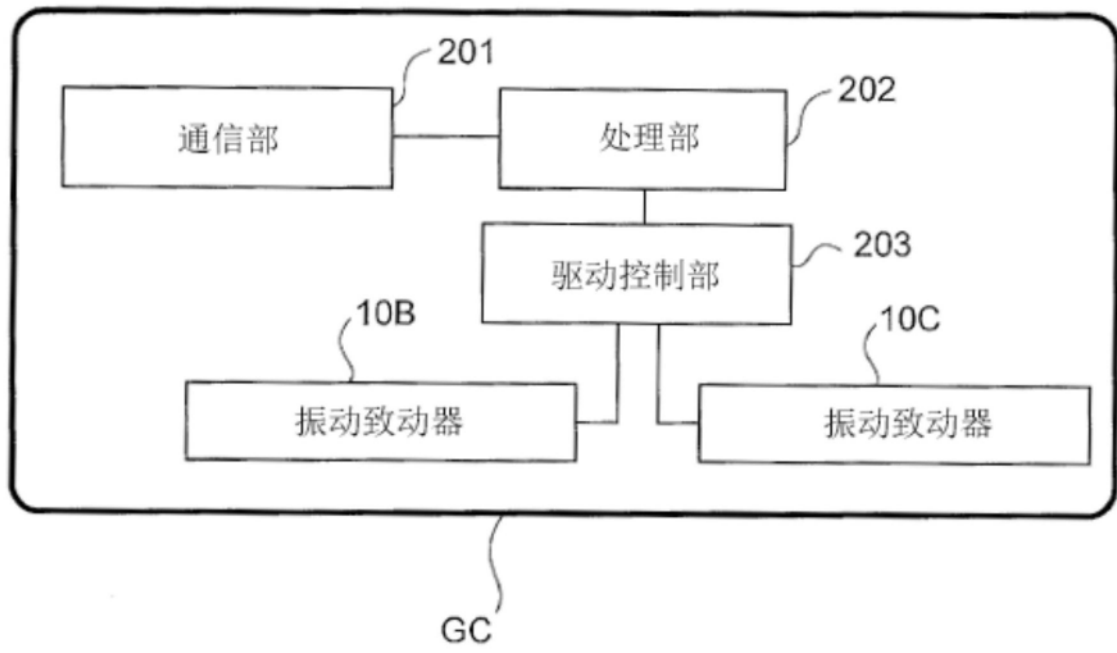


图16

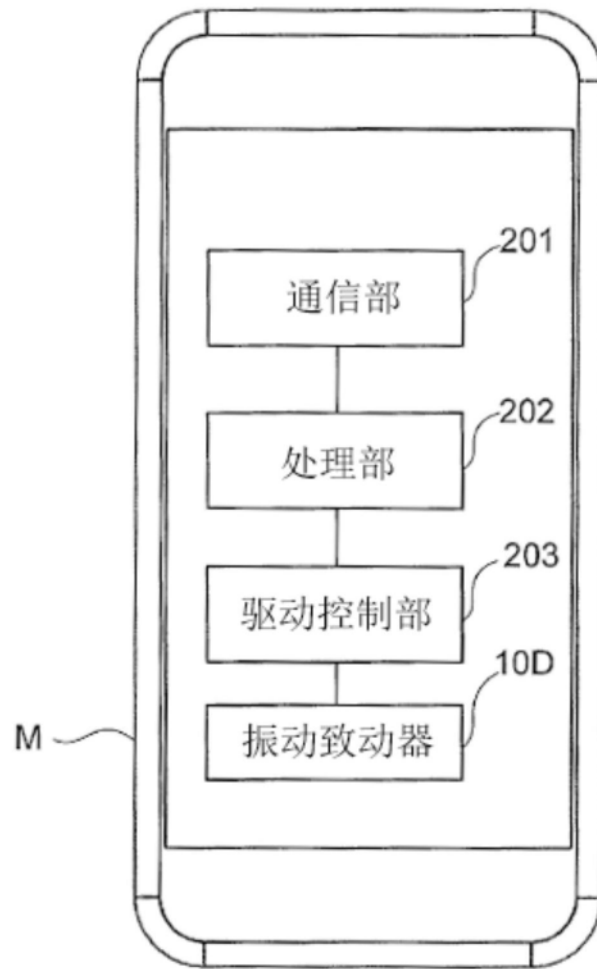


图17