



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110087782 B

(45) 授权公告日 2021.06.18

(21) 申请号 201780078036.3

(22) 申请日 2017.12.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110087782 A

(43) 申请公布日 2019.08.02

(30) 优先权数据  
2016-247226 2016.12.20 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.06.17

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/045421 2017.12.19

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/117066 JA 2018.06.28

(73) 专利权人 三美电机株式会社  
地址 日本东京都

(72) 发明人 高桥勇树 关口力 石谷智也  
稻本繁典

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 金成哲 宋春华

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

(56) 对比文件  
CN 1476152 A, 2004.02.18  
CN 1476152 A, 2004.02.18  
CN 1551466 A, 2004.12.01  
CN 104901502 A, 2015.09.09  
CN 102650649 A, 2012.08.29  
CN 103459052 A, 2013.12.18  
CN 1701485 A, 2005.11.23  
CN 105988587 A, 2016.10.05  
DE 10147064 C1, 2003.02.27  
JP 2007098238 A, 2007.04.19  
CN 2463497 Y, 2001.12.05

审查员 鹿鑫

权利要求书2页 说明书21页 附图26页

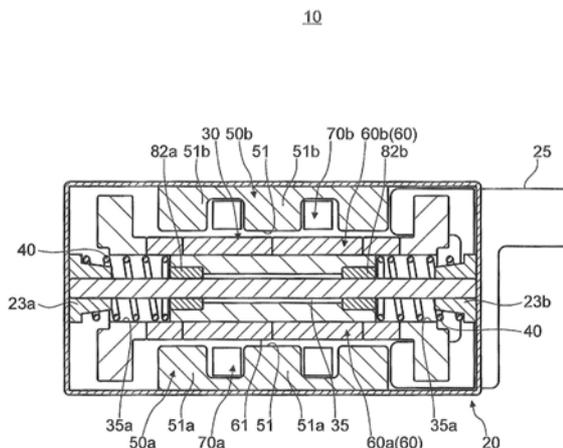
(54) 发明名称

振动执行器、可穿戴终端及来电通知功能设备

(57) 摘要

本发明提供能够小型化且适当地高效振动的振动执行器。该执行器具有：固定体；支轴部；以及可动体，经由支轴部相对于固定体可自由移动地被支撑，在可动体上，磁铁和铁芯中的一方分别设置于在可动体夹着支轴部的轴的两侧，所述铁芯具有经由气隙与磁铁的磁极面对置配置的磁极面且设有线圈，在固定体上，设置有与在可动体配置在支轴部的轴的两侧的磁铁和铁芯中的一方分别对置的另一方，可动体在夹着轴的两端被分别在彼此的磁极面之间产生的磁吸引力弹性支撑，并且，线圈通过由供电引起的线圈的励磁而与磁铁协作，由此相对于固定体在支轴部的轴向上往复振动。

CN 110087782 B



1. 一种振动执行器,其特征在于,具有:

固定体;

支轴部;以及

可动体,经由所述支轴部相对于所述固定体可自由移动地被支撑,且包括作为配重的可动体主体,

在所述可动体上,磁铁和铁芯中的一方分别设置于在所述可动体主体夹着所述支轴部的轴的两侧,所述铁芯具有经由气隙与所述磁铁的磁极面对置配置的磁极面且设有线圈,各自的所述磁极面在与所述支轴部的轴正交的方向上相互朝向外方配置,

在所述固定体上,以与在所述可动体主体分别配置在所述支轴部的轴的两侧的所述磁铁和所述铁芯中的所述一方对置的方式,分别设置所述磁铁和所述铁芯中的另一方,

就所述可动体而言,在夹着所述轴的两侧被分别在所述铁芯的磁极面和所述磁铁的磁极面之间产生的磁吸引力弹性支撑,并且,所述线圈通过由供电引起的所述线圈的励磁与所述磁铁协作,由此相对于所述固定体在所述支轴部的轴向上往复振动。

2. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

还具备金属弹簧,该金属弹簧相对于所述固定体可自由移动地弹性支撑所述可动体。

3. 根据权利要求2所述的振动执行器,其特征在于,

所述金属弹簧针对所述可动体相对于所述固定体的位移具有非线性弹簧常数。

4. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述磁铁的磁极面是在所述轴向上被磁化成4极的磁极面,

所述铁芯具有3个磁极部,该3个磁极部与所述磁铁对置,且分别为凸状,前端面成为所述铁芯的磁极面,

所述线圈配置在所述3个磁极部中的中央的磁极部的周围。

5. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述磁铁的磁极面是在所述轴向上被磁化成4极的磁极面,

所述铁芯具有3个磁极部,该3个磁极部与所述磁铁对置,且分别为凸状,前端面成为所述铁芯的磁极面,

所述线圈是配置在所述3个磁极部的各自的周围的多个线圈。

6. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述磁铁的磁极面是在所述轴向上被磁化成3极的磁极面,

所述铁芯具有2个磁极部,该2个磁极部与所述磁铁对置,且分别为凸状,前端面成为所述铁芯的磁极面,

所述线圈是配置在所述2个磁极部的各自的周围的多个线圈。

7. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述支轴部被固定在所述可动体上,

所述固定体具有供所述支轴部插入的轴承部,经由所述轴承部而与所述支轴部一起可自由移动地支撑所述可动体。

8. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述支轴部被固定在所述固定体上,

所述可动体具有供所述支轴部插入的轴承部,并经由所述轴承部可自由移动地被所述

支轴部支撑。

9. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述磁铁的磁极面以所述绕轴方向的长度的中心部分最接近对置的所述铁芯的磁极面的方式由曲面或梯形状的中央凸形状构成。

10. 根据权利要求1所述的振动执行器,其特征在于,

所述可动体包含高比重金属材料。

11. 一种可穿戴终端,其特征在于,安装有权利要求1所述的振动执行器。

12. 一种来电通知功能设备,其特征在于,安装有:

通信装置,接收来自外部的信号;以及

通过所述通信装置的来电而振动的权利要求1所述的振动执行器。

## 振动执行器、可穿戴终端及来电通知功能设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及振动执行器、可穿戴终端以及来电通知功能设备。

### 背景技术

[0002] 以往,作为用于向利用者通知便携电话等便携信息终端来电等的振动发生源,或者作为将触摸面板的操作触感或游戏机的控制器等游戏装置的临场感传递给手指或手脚等的振动发生源,已知有振动执行器(例如,参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1所示的振动执行器形成为平板状,实现了小型化。专利文献1的振动执行器具有通过轴滑动自如地支撑被枢轴支撑的可动部的平板形状。

[0004] 专利文献2所示的振动执行器具有包括壳体及线圈的定子、和配置在壳体内的具有磁铁5及锤部的可动件,通过线圈和磁铁的协作,相对于轴滑动自如的可动件相对于定子在振动方向上线性地振动。线圈卷绕在包含磁铁的可动部的外侧。

[0005] 另外,专利文献3是具有相对配置的扁平线圈和配置在扁平线圈上的扁平磁体的VCM(Voice Coil Motor音圈马达)原理的执行器。

[0006] 在这些振动执行器中的任一个中,可动件均滑动自如地设置在轴上,通过弹簧以能够在振动方向上振动的方式被弹性支撑。在以VCM为驱动原理的振动执行器中,通常时,在其磁路结构上,磁吸引力不起作用。因此,弹性保持可动部的主要由金属弹簧构成。而且,这些振动执行器例如如专利文献4所示,可考虑搭载于环状的可穿戴终端(也称为输入设备),该可穿戴终端具有基于来自远程通信设备的信息等对佩戴者施加振动而给予感觉刺激的振动通信功能。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2015-095943号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2015-112013号公报

[0011] 专利文献3:日本专利第4875133号公报

[0012] 专利文献4:国际公开第2014/130946号。

### 发明内容

[0013] 发明所要解决的问题

[0014] 但是,作为在将振动执行器应用于便携终端或可穿戴终端等,通过振动向佩戴者提供来电的来电通知功能设备进行搭载的情况下,要求无偏差地提供对佩戴者赋予充分的体感的振动。

[0015] 另外,希望在对佩戴者赋予充分的体感的同时,使安装在来电通信功能设备上的振动执行器的厚度变薄,使振动执行器自身紧凑化。

[0016] 在使厚度变薄的结构的情况下,与如专利文献1~2那样通过在磁铁的外周配置线圈或者在线圈上配置磁铁,在振动执行器的厚度方向上确保空间的结构不同,考虑通过轴

部沿轴部的轴向可自由移动地支撑磁铁,在磁铁的侧方配置卷绕有线圈的铁芯,通过磁铁和线圈的协作,使具有磁铁的可动体振动的结构。

[0017] 但是,在具有枢轴支撑结构的振动执行器中,在通过分别设置在固定体和可动体上的铁芯和磁铁的协作使可动体振动的情况下,通过线圈和磁铁磁吸引力在轴上产生垂直阻力,对可动体产生摩擦力。与此相对,为了增大用于使可动体移动的推力,可考虑增大磁铁的磁力,或者减小气隙来减小磁损失,但是在这些对策中,存在垂直阻力增加、导致摩擦力增大的问题。

[0018] 另外,在利用共振现象的振动执行器中,在由弹性支撑可动体的螺旋弹簧或磁性弹簧等具有弹性附加功能的部件决定的弹簧常数为线系(恒定值)的情况下,对于频率的特性在共振点附近成为陡峭的特性,所以在以频率固定进行驱动的情况下,存在振动特性的偏差因共振的偏差而变大的问题。

[0019] 本发明的目的在于提供一种能够小型化且适当地高效振动的振动执行器、可穿戴终端以及来电通知功能设备。

[0020] 用于解决问题的手段

[0021] 本发明的振动执行器的一个方式采用了以下结构,具有:固定体;支轴部;以及可动体,经由所述支轴部相对于所述固定体可自由移动地被支撑,在所述可动体上,磁铁和铁芯中的一方分别设置于在所述可动体夹着所述支轴部的轴的两侧,所述铁芯具有经由气隙与所述磁铁的磁极面对置配置的磁极面且设有线圈,各自的所述磁极面在与所述支轴部的轴正交的方向上相互朝向外方配置,在所述固定体上,以与在所述可动体分别配置在所述支轴部的轴的两侧的所述磁铁和所述铁芯中的所述一方对置的方式,分别设置所述磁铁和所述铁芯中的另一方,就所述可动体而言,在夹着所述轴的两侧被分别在所述铁芯的磁极面和所述磁铁的磁极面之间产生的磁吸引力弹性支撑,并且,所述线圈通过由供电引起的所述线圈的励磁而与所述磁铁协作,由此相对于所述固定体在所述支轴部的轴向上往复振动。

[0022] 本发明的可穿戴终端采用安装有上述结构的振动执行器的结构。另外,本发明的来电通知功能设备采用安装有接收来自外部的信号的通信装置和通过所述通信装置的来电而振动的上述结构的振动执行器的结构。

[0023] 发明的效果

[0024] 根据本发明,能够实现可小型化且适当地高效振动的振动执行器。

## 附图说明

[0025] 图1是表示本发明涉及的实施方式1的振动执行器的内部结构的立体图。

[0026] 图2是从上侧观察该振动执行器的分解立体图。

[0027] 图3是从下侧观察该振动执行器的分解立体图。

[0028] 图4是表示该振动执行器的内部结构的俯视图。

[0029] 图5是图1的A-A线向视剖视图。

[0030] 图6是图4的B-B线向视剖视图。

[0031] 图7是表示振动执行器的固定体的主要部分结构的俯视图。

[0032] 图8A是表示振动执行器的可动体的立体图,图8B是可动体的剖视图。

- [0033] 图9是示意性地表示振动执行器的磁路的俯视图。
- [0034] 图10A是表示磁性弹簧中的载荷、位移的关系的图,图10B是用于说明抑制由非线性弹簧引起的振动输出的偏差的图。
- [0035] 图11是表示本发明涉及的实施方式2的振动执行器的结构的外观图。
- [0036] 图12是表示该振动执行器的内部结构的立体图。
- [0037] 图13是从上侧观察该振动执行器的分解立体图。
- [0038] 图14是从下侧观察该振动执行器的分解立体图。
- [0039] 图15是表示该振动执行器的内部结构的俯视图。
- [0040] 图16是图12的C-C线向视剖视图。
- [0041] 图17是图15中拆下了可动体主体的状态的D-D线向视剖视图。
- [0042] 图18A是表示本发明涉及的实施方式2的振动执行器的可动体的立体图,图18B是图18A的E-E线向视剖视图。
- [0043] 图19是示意性地表示振动执行器的磁路的俯视图。
- [0044] 图20是表示本发明涉及的实施方式3的振动执行器的结构的外观图。
- [0045] 图21是该振动执行器的分解立体图。
- [0046] 图22是表示该振动执行器的内部结构的俯视图。
- [0047] 图23是图20的G-G线向视剖视图。
- [0048] 图24是图22的H-H线剖视图。
- [0049] 图25A是表示本发明涉及的实施方式3的振动执行器的可动体的立体图,图25B是图25A的J-J线向视剖视图。
- [0050] 图26是示意性地表示振动执行器的磁路的俯视图。
- [0051] 图27是表示本发明涉及的实施方式4的振动执行器的内部结构的立体图。
- [0052] 图28是从上侧观察该振动执行器的分解立体图。
- [0053] 图29是图27的K-K线向视剖视图。
- [0054] 图30是示意性地表示本发明涉及的实施方式5的可穿戴终端的主要部分结构的图。
- [0055] 图31是示意性地表示作为本发明涉及的实施方式5的变形例的便携终端的主要部分结构的图。

## 具体实施方式

- [0056] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。
- [0057] (实施方式1)
- [0058] 图1是表示本发明涉及的实施方式1的振动执行器的结构的外观图,是表示拆下了罩的该振动执行器的内部结构的立体图。图2是从上侧观察该振动执行器的分解立体图,图3是从下侧观察该振动执行器的分解立体图,图4是表示该振动执行器的内部结构的俯视图。另外,图5是图1的A-A线向视剖视图,图6是图4的B-B线向视剖视图。图7是表示振动执行器的固定体的主要部分结构的俯视图,图8A是表示振动执行器的可动体的立体图,图8B是可动体的剖视图,图9是示意性地表示振动执行器的磁路的俯视图。
- [0059] 另外,除了在图1~图9中,在图11~图29中,在说明各实施方式的振动执行器的情

况下,为了方便,将振动执行器的可动体的振动方向也称为前后方向,将与振动方向正交的两个方向分别作为横向(左右方向)和高度方向(上下方向,也称为厚度方向)进行说明。

[0060] <振动执行器10的整体结构>

[0061] 图1所示的振动执行器10呈高度(在附图上为上下方向的长度,相当于厚度)比横向(在附图上为左右方向)短的平板形状。

[0062] 本实施方式的振动执行器10具有固定体20、轴部80、以及经由轴部80相对于固定体20可自由移动地被支撑的可动体30。

[0063] 可动体30通过卷绕有线圈70a、70b的铁芯(以下,也称为“E型形状铁芯”)50a、50b与磁铁60的协作而沿轴部80的轴向往复移动、即振动。

[0064] 在本实施方式的振动执行器10中,在可动体30的沿着轴向的两侧部,以夹着轴部80的轴的方式分别设置有磁铁60a、60b,在经由气隙与各个磁铁60a、60b对置的位置上设置有具有卷绕有线圈70a、70b的凸部(磁极部)51a的铁芯50a、50b。磁铁60a、60b和卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b被配置为相互的磁极面(E型形状铁芯50a、50b的磁极面)61、51对置。磁铁60a、60b的磁极面61在与轴部80的轴正交的方向上相互朝向外方配置,与此对置地,E型形状铁芯50a、50b的磁化面对置。由这些磁铁60a、60b和卷绕有线圈70a、70b的铁芯50a、50b构成磁力产生部,磁力产生部分别在轴部80的两侧作为基于磁吸引力的磁性弹簧起作用。由此,可动体30在抑制了绕轴的旋转的状态下,且在轴向上移动自如地被弹性支撑。磁吸引力隔着轴部80(轴部80的轴)在轴部80(轴部80的轴)对称地产生。可动体30被在两侧方产生的磁吸引力朝向两侧方吸引而被抵消平衡,抑制了可动体30的旋转,保持在作为基准位置的成为水平状态的位置。在本实施方式中,除了磁性弹簧之外,还具有沿轴向移动时的复位自如地弹性支撑的金属弹簧40。

[0065] 对振动执行器10进行具体说明。

[0066] 本实施方式的振动执行器10将轴部80固定在固定体20上,在可动体30上配置供轴部80插入的轴承82a、82b。

[0067] 固定体20包括:壳体21;弹簧保持架23a、23b;线圈70a、70b;E型形状铁芯50a、50b,其被形成在长方体状的一个面上的狭缝分隔而形成多个凸部,并且在狭缝中配置有线圈70a、70b;以及电源供给部25。在固定体20中,在壳体21的上方开口的开口部分被罩24覆盖。

[0068] 另一方面,可动体30具有:一对磁铁60a、60b,在长度方向上分别交替地配置有多个磁极(在本实施方式中为4极);以及可动体主体32,其上固定有磁铁60a、60b和轴承部82a、82b。可动体30由金属弹簧40弹性支撑。金属弹簧40例如是圆筒状的螺旋弹簧。

[0069] 振动执行器10的可动体30(磁铁60a、60b、可动体主体32、轴承部82a、82b)被金属弹簧40的轴向的作用力和由磁铁60a、60b、卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b产生的磁吸引力构成的磁性弹簧弹性支撑。

[0070] <振动执行器10的固定体20>

[0071] 壳体21形成为具有底面部的矩形箱状,在沿着长度方向的两侧壁分别相互对置地配置有E型形状铁芯50a、50b。另外,在壳体21内,在封闭两侧壁21a、21b各自的两端部之间的两端壁21c、21d之间架设有轴部80。

[0072] 轴部80沿着壳体21的长度方向且配置在壳体21的宽度方向的中心,在插通可动体30的轴承部82a、82b的状态下,其两端部通过弹簧保持架23a、23b固定在两端壁21c、21d上。

由此,轴部80由两端壁21c、21d支撑。轴部80通过压入或插入弹簧保持架23a、23b的固定孔后通过粘接等固定而被固定在端壁21c、21d上。另外,轴承部82a、82b是轴部80滑动自如地插通的部件,但可以是铜系、铁系、或者铁-铜系的含油轴承,也可以是磁性体。

[0073] 另外,在轴部80上,以在长度方向上夹持具有轴承部82a、82b的可动体30的方式外插有金属弹簧40。金属弹簧40经由轴承部82a、82b对配置在轴部80上的可动体30施力,使其位于长度方向的中央部分。另外,壳体21通过安装罩24而形成中空的电磁屏蔽。

[0074] E型形状铁芯50a、50b分别在本实施方式中为磁性体,形成为以轴部80的轴为中心对称的相同形状。E型形状铁芯50a、50b具有前端面成为磁极面51的多个凸部51a、51b。E型形状铁芯50a、50b的多个凸部51a、51b在一个侧面上在一个侧面的延伸方向上分别排列配置。另外,磁极面51优选与轴部80、壳体21的两侧壁21a、21b平行,并且与磁铁60a、60b的磁极面61相互平行地配置。另外,E型形状铁芯50a、50b也可以由电磁不锈钢、烧结材料、MIM(金属注入模)材料、层叠钢板、电镀锌钢板(SEC)等构成。

[0075] E型形状铁芯50a、50b分别形成为俯视E字状。详细地说,E型形状铁芯50a、50b以将沿着长方体的长度方向的一边在长度方向上分割为三部分的方式形成狭缝,呈现在一个面侧具有凸部51a、51b的俯视E字状。在E型形状铁芯50a、50b中,在狭缝内穿过线圈70a、70b,各线圈70a、70b配置为仅卷绕E型形状铁芯50a、50b的各自的凸部51a、51b中的中央的凸部51a、51b的周围。线圈70a、70b例如由铜线等构成。当电流通过线圈70a、70b而被励磁时,在E型形状铁芯50a、50b中,夹着各自中央的凸部51a、51b的两侧的凸部51a、51b以与中央的凸部51a、51b相反的极性被励磁。另外,在E型形状铁芯50a、50b彼此中,优选相互对置的凸部51a、51b彼此的磁极面以分别成为不同极性的方式被励磁。由此,振动执行器10中的磁路结构成为效率好的结构。

[0076] 线圈70a、70b在E型形状铁芯50a、50b的各个中卷绕在中央的凸部51a、51b的周围,与电源供给部25连接。线圈70a、70b被配置为在与磁铁60a、60b的磁极面61对置的磁极面51中包围作为中央的凸部51a、51b的前端面的磁极面。线圈70a、70b通过从电源供给部25供电而对凸部51a、51b进行励磁,在各E型形状铁芯50a、50b中,在夹着中央的凸部51a、51b的其他凸部51a、51b的极性为不同的极性。

[0077] 电源供给部25是向线圈70a、70b供给电力的基板,由与外部电源连接的基板、例如柔性电路板(FPC:Flexible printed circuits)等构成。电源供给部25在壳体21内与线圈70a、70b连接。

[0078] <振动执行器10的可动体30>

[0079] 如图1及图4~图6所示,可动体30配置为在固定体20内的壳体21内沿轴部80的延伸方向可自由移动。可动体30具有可动体主体32、磁铁60a、60b、以及轴承部82a、82b。

[0080] 供插通的轴部80插通的轴承部82a、82b和配置成夹着经由轴承部82a、82b插通的轴部80的磁铁60a、60b一体地安装在可动体主体32上。

[0081] 可动体主体32作为可动体30的配重而发挥功能,例如,优选采用SECC等铁、以铁为主要成分的合金、青铜、铜等比重为5以上的金属材料、烧结材料、MIM(金属注射模制)材料。可动体主体32例如优选钨或钨合金等高比重金属材料(优选比重为10以上,特别优选比重为11以上)。在本实施方式中,可动体主体32由钨构成。例如,作为比重的基准,为SECC:7.8、Nd烧结磁铁:7.4~7.6、铜:8.9、钨:16~19。

[0082] 可动体主体32形成为将沿壳体21的长度方向延伸的长方体的两侧面的中央部分切除的俯视图时的H形状。即,可动体主体32在长方体状的本体部和本体部的振动方向的两端分别由向振动方向伸出的前伸出部和后伸出部形成H形。在可动体主体32的H形的凹状内的底面部分、即本体部的沿轴向的两侧面上分别配置有磁铁60a、60b。

[0083] 在壳体21内,在可动体30的凹状内隔开间隙地配置有E型形状铁芯50a、50b,在俯视图观察时,成为尽可能减少壳体21内的间隙而实现了紧凑化的结构。

[0084] 轴承部82a、82b是供轴部80插通的部件,例如由烧结套筒轴承形成。轴承部82a、82b以轴部80位于可动体主体32的中心轴上的方式设置在可动体主体32上。在本实施方式中,与形成在前伸出部的前端面及后伸出部的后端面的中央部的铰孔部35a连续地形成,以同一轴心分别固定在可动体主体32的中心轴上贯通的贯通孔35的两端部。铰孔部35a被插入金属弹簧40的一端部,在铰孔部的底面分别卡定金属弹簧40。

[0085] 另外,可动体主体32通过金属弹簧40被弹性支撑。由此,可动体30在未向线圈70a、70b供电的情况下,除了磁性弹簧的功能之外,还通过金属弹簧40以在壳体21(固定体20)内位于长度方向的中心的方式被施力。

[0086] 磁铁60a、60b具有作为多个磁极的磁极面61,以使彼此的磁极面61朝向相反侧的方式夹着轴部80而配置。在本实施方式中,在插通有轴部80的可动体主体32中,在沿着长度方向的两侧面且与轴部80平行地使磁极面61朝向两侧而固定。在本实施方式中,如图2、3、5、8以及图9所示,在磁极面61上交替地配置有4个不同的磁极。在本实施方式中,以在与轴部80正交的方向上相互不同的磁极位于相反方向的方式配置(参照图9)。磁铁60a、60b分别被配置为与E型形状铁芯50a、50b的磁极面对置,并在壳体21的长度方向(轴中心方向)上交替地以不同的极性排列。另外,磁铁60a、60b也可以将多个磁极不同的磁铁(磁铁片)交替排列而构成,也可以以具有相互不同的磁性的方式被磁化。后述的各实施方式的磁铁也是同样的。另外,磁铁60a、60b例如也可以由Nd烧结磁铁等构成。

[0087] 磁极面61隔开规定间隔(气隙)与E型形状铁芯50a、50b的磁极面51对置且平行地配置。

[0088] 如图2、图3及图6等所示,磁铁60a、60b的磁极面61由高度方向的中心部分最接近相对的磁极面51的曲面或梯形状的中央凸形状构成。在本实施方式中,由高度方向的中心部分最接近磁极面的曲面形成。由此,使可动体30相对于旋转方向停止的力(转矩)以在旋转方向中央停止的方式起作用。由此,可动体30大致水平地配置,能够成为稳定的状态,能够防止可动体30与固定体20的接触、即部件干涉,能够实现稳定的驱动。另外,在可动体30旋转时,磁铁60a、60b难以与E型形状铁芯50a、50b的磁极面51接触。

[0089] 在本实施方式中,磁极面61和磁极面51在壳体21内的有限的空间中使相互对置的面积尽量大,在驱动磁路时,磁通高效地集中,实现高输出化。

[0090] 在本实施方式中,作为磁性体的E型形状铁芯50a、50b相对配置在壳体21内夹着轴部80而配置的磁铁60a、60b上,所以在E型形状铁芯50a、50b和磁铁60a、60b之间分别产生磁吸引力。产生的磁吸引力夹着轴部80相互在同一直线上且在离开的方向上反向产生,因此相互抵消。通过这些磁吸引力,以轴部80为中心转动的可动体30的倾斜消失,可动体30成为被定位的状态(可动体的定位),限制绕轴部80的旋转(所谓的旋转停止)。另外,磁铁60a、60b的磁极面61形成为高度方向、或旋转方向的中心部分最接近E型形状铁芯50a、50b的磁

极面51的中央凸状,因此可动体30不会被拉向夹着可动体30的E型形状铁芯50a、50b的一侧,配置在以轴部80为中心转动而不倾斜的位置、即大致水平的稳定的状态。另外,在本实施方式中,可动体30被E型形状铁芯50a、50b与磁铁60a、60b之间的磁吸引力、所谓的磁性弹簧和在轴向上夹持可动体30的金属弹簧40(机械弹簧)弹性支撑。当然,可动体30也可以仅被E型形状铁芯50a、50b和磁铁60a、60b之间的磁吸引力、即所谓的磁性弹簧弹性支撑。

[0091] 并且,E型形状铁芯50a、50b通过从电源供给部25向线圈70a、70b供给电源而被励磁,从而凸部51a、51b的前端面被磁化,根据具有磁极并相对配置的磁铁60a、60b的磁极的关系产生推力。通过改变向线圈70a、70b供给的电流的方向,具备磁铁60a、60b的可动体30成为在轴向即长度方向、即在振动方向上往复移动(往复振动)。

[0092] 在本实施方式中,例如,如图9所示,将磁铁60a的极性(磁极面61)从前侧向后侧以S极、N极、S极、N极的顺序配置,并将它们与铁芯50a的磁极面51对置地在长度方向上排列配置。另一方面,将磁铁60b的极性(磁极面61)从前侧向后侧以N极、S极、N极、S极的顺序配置,将它们与铁芯50b的磁极面51对置地在长度方向上排列配置。即,在本实施方式中,将磁铁60a、60b与E型形状铁芯50a、50b相对的极性的数量设为磁铁4:E型形状铁芯3。另外,磁铁60a、60b彼此配置为夹着轴部80相互相反的极性分别成为对置的E型形状铁芯50a、50b的磁极面51。

[0093] 然后,分别向线圈70a、70b供给电流,对E型形状铁芯50a、50b进行励磁,使与磁铁60a对置的E型形状铁芯50a的中央的凸部51a的极性为S极,使与磁铁60b对置的E型形状铁芯50b的中央的凸部51a的极性为N极。由此,以夹着各E型铁芯50a、50b的中央凸部51a、51b的方式分别位于中央的凸部51a、51b的两侧的凸部51a、51b的极性成为与中央的凸部51a、51b的极性不同的极性(参照图9)。由此,通过磁吸引力,在F1方向上产生推力,铁芯50a、50b在F1方向上驱动。另外,向线圈70a、70b反向供给电流,使各E型形状铁芯50a、50b的极性相反,即,使与磁铁60a对置的E型形状铁芯50a的中央的凸部51a的极性为N极,使与磁铁60b对置的E型形状铁芯50b的中央的凸部51a的极性为S极。由此,将位于E型形状铁芯50a的中央的凸部51a的两侧的凸部51a的极性磁化为S极,将位于与磁铁60b对置的E型形状铁芯50b的中央的凸部51b的两侧的夹着的凸部51b的极性磁化为S极。于是,具有与它们对置的磁铁60a、60b的可动体30向与F1方向正相反的-F1方向驱动。

[0094] 即,在振动执行器10中,E型形状铁芯50a、50b、即E型形状铁芯50a、50b的磁极面51(详细地说是凸部51a、51b的前端面)通过从电源供给部25向线圈70a、70b输入的交流波被磁化,对可动体30侧的磁铁60a、60b有效地产生磁吸引力和排斥力。由此,可动体30的磁铁60a、60b以成为驱动基准位置的位置(在此俯视观察时磁铁60a的长度方向(轴向)的中心与对置面51的中心重叠、且磁铁60a的高度方向的中心与对置面51的高度方向的中心重叠的位置)为基准沿着长度方向在两个方向F(F1方向和-F1方向)上往复移动。即,可动体30相对于固定体20在沿着磁铁60a、60b和E型形状铁芯50a、50b的相互的磁极面61、51的方向上往复振动。该驱动原理如下所示。另外,本实施方式的振动执行器10的驱动原理由以下的各实施方式的所有振动执行器实现。

[0095] 在本实施方式的振动执行器10中,在可动体30的质量 $m$ [kg]、扭转方向的弹簧常数 $K_{sp}$ 的情况下,可动体30相对于固定体20以由下式(1)算出的谐振频率 $f_r$ [Hz]进行振动。

[0096] [数1]

$$[0097] \quad f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{sp}}{m}} \quad - (1)$$

[0098] 本实施方式的振动执行器10从电源供给部25向线圈70a、70b供给与可动体30的谐振频率 $f_r$ 大致相等的频率的交流,通过线圈70a、70b对各E型形状铁芯50a、50b(详细地说是成为磁极面的一端面51)进行励磁。由此,能够高效地驱动可动体30。

[0099] 本振动执行器10中的可动体30成为被弹簧质量系构造支撑的状态,所述弹簧质量系构造经由由卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b及磁铁60a、60b构成的磁性弹簧和金属弹簧40被固定体20支撑。因此,当向线圈70a、70b供给与可动体30的共振频率 $f_r$ 相等的频率的交流电时,可动体30在共振状态下被驱动。

[0100] 表示振动执行器10的驱动原理的运动方程式及电路方程式如下所示。振动执行器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。

[0101] [数2]

$$[0102] \quad m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = K_f i(t) - K_{sp} x(t) - D \frac{dx(t)}{dt} \quad - (2)$$

[0103] m: 质量 [Kg]

[0104] x(t): 位移 [m]

[0105]  $K_f$ : 推力常数 [N/A]

[0106] i(t): 电流 [A]

[0107]  $K_{sp}$ : 弹簧常数 [N/m]

[0108] D: 衰减系数 [N/(m/s)]

[0109] [数3]

$$[0110] \quad e(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + K_e \frac{dx(t)}{dt} \quad - (3)$$

[0111] e(t): 电压 [V]

[0112] R: 电阻 [ $\Omega$ ]

[0113] L: 电感 [H]

[0114]  $K_e$ : 反电动势常数 [V/(m/s)]

[0115] 即,振动执行器10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)]等能够在满足式(2)的范围内适当变更。另外,电压e(t) [V]、电阻R [ $\Omega$ ]、电感L [H]、反电动势常数 $K_e$  [V/(m/s)]能够在满足式(3)的范围内适当变更。

[0116] 这样,振动执行器10在由可动体30的质量m、将金属弹簧(弹性体,在本实施方式中为螺旋弹簧)40和磁性弹簧重叠起来的弹簧常数 $K_{sp}$ 决定的谐振频率 $f_r$ 驱动的情况下,能够有效地得到大的输出。

[0117] 在本实施方式的振动执行器10中弹性支撑可动体30的弹簧成为具有金属弹簧40、由卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b和磁铁60a、60b构成的磁性弹簧的结构,如图10A所示,磁性弹簧相对于位移具有非线性的弹簧常数。

[0118] 即,由于振动执行器10使用磁性弹簧,所以能够使弹簧成为非线性(使弹簧常数根据位置而变动),能够比频率特性为线性的情况下的特性平坦,所以能够实现不易产生偏差

的性能(参照图10B)。

[0119] 根据振动执行器10,能够起到以下的效果。

[0120] <效果1>

[0121] 是通过线圈70a、70b与磁铁60a、60b的协作而使可动体30在轴向上振动的振动执行器10。振动执行器10包括:固定体20,具有线圈70a、70b及磁铁60a、60b中的一方;以及可动体30,相对于固定体20经由轴部80在轴向上可自由移动地被支撑,线圈70a、70b及磁铁60a、60b中的一方被设置在可动体30,并在夹着轴部80而相互不同的方向上具有磁极面,线圈70a、70b及磁铁60a、60b中的另一方分别配置在所述固定体上,并与设置在所述可动体上的线圈70a、70b及磁铁60a、60b中的一方对置。

[0122] 根据该结构,夹着轴部80而在各个线圈70a、70b(E型形状铁芯50a、50b)及磁铁60a、60b之间产生的磁吸引力中作用于可动体30而成为摩擦力产生的原因的垂直阻力夹着轴部80在彼此相反的方向上产生。由此,垂直阻力被相互抵消、抑制,所以能够维持通过磁吸引力产生向可动体30的振动方向驱动磁性弹簧的功能和可动体30的止转功能,能够实现可小型化且适当地高效振动的振动执行器10。

[0123] <效果2>

[0124] 以往,在利用了共振现象的振动执行器中,在弹簧常数为线性(恒定值)的情况下,相对于频率的特性在共振点附近成为陡峭的特性,因此在以固定频率驱动现有的振动执行器的情况下,由于共振的偏差,振动特性的偏差变大(参照图10B)。

[0125] 与此相对,本实施方式的振动执行器10使用由磁铁60a、60b和线圈70a、70b构成的磁性弹簧,因此能够使弹簧成为非线性(使弹簧常数在驱动频率的位置处变化)。作为其效果,在由振动执行器10固定频率进行驱动的情况下,使固定的驱动频率设定为与频率特性为线性的情况下的特性相比成为平坦的驱动频率(参照图10B),能够使振动输出难以产生偏差,能够得到所希望的振动输出。

[0126] <效果3>

[0127] 另外,在振动执行器10中,卷绕有可动体30中隔着轴部80的两侧方设置的线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b用1个线圈与分别对置的磁铁60a、60b一起构成磁路,所以成为低成本的结构,能够实现成本优势,另外,能够实现组装工时的减少。

[0128] <效果4>

[0129] 除了金属弹簧40之外,还具有包括作为磁性体的铁芯50a、50b和磁铁60a、60b的磁性弹簧,因此能够降低在基准位置弹性支撑铁芯50a、50b的金属弹簧40的弹簧常数。由此,能够提高金属弹簧40的寿命,实现作为振动执行器10的可靠性的提高。

[0130] <效果5>

[0131] 在想要将现有的平面形状或圆筒形状的执行器安装到便携终端或可穿戴终端等来电通知功能设备或者环形形状设备(ex.  $\Phi 15 \sim 25\text{mm}$ )的情况下,为了产生对佩戴的用户赋予充分的体感的振动,需要大的振动器件。另外,要求没有偏差的、作为稳定的振动输出的振动特性。

[0132] 与此相对,如果将本实施方式的振动执行器10搭载于环型形状器件,则即使是小型化的振动执行器10,也能够不产生偏差地高效地赋予用户以足够振动。

[0133] <效果6>

[0134] 由于在可动体30的可动体主体32上使用高比重的钨形成,因此能够增加可动体自身的质量,增加振动输出。

[0135] <效果7>

[0136] 另外,在一般的以往的VCM式的执行器中,可动体和固定体的相互的磁极面间的气隙变宽,磁效率差,另外,构造也复杂,组装性也变差。与此相对,在振动执行器10中,线圈70a、70b对E型形状铁芯50a、50b的中央的凸部51a、51b进行励磁,中央的凸部51a、51b与中央的凸部51a、51b的两侧的凸部51a、51b一起通过与磁铁60a、60b的磁吸引力而产生推力,因此与磁阻大的以往的VCM方式相比,能够实现电磁转换效率的提高。

[0137] 另外,根据振动执行器10,在壳体21内,即使缩小与可动体30的间隙,也能够不干涉地进行组装。另外,由于可动体30的轨迹稳定,因此设计变得容易,并且,能够进行可动体30的稳定驱动。另外,在金属弹簧40使用螺旋弹簧的情况下,形成为在螺旋弹簧的中央通过轴部80的结构,因此能够提高组装性以及稳定地保持弹簧。

[0138] 进而,由于轴承部82a、82b是烧结材料,所以与轴承部82a、82b使用树脂材料的情况相比,比重高,能够增加可动体30的质量,能够实现高输出化。

[0139] <效果8>

[0140] 振动执行器10的输出依赖于可动体30的行程,但在振动执行器的设计上,当向短边方向驱动时,难以确保可动体30的行程。根据本实施方式,将可动体30的可动方向作为振动执行器10的长度方向。由此,容易确保行程所需的间隙,能够实现高输出化。另外,即使在可动方向上配置金属弹簧80,也能够扩大配置金属弹簧80的空间,设计自由度提高,结果,容易产生金属弹簧80的应力缓和,耐久性好,能够延长金属弹簧自身的寿命,进而延长振动执行器10的产品寿命。

[0141] (实施方式2)

[0142] 图11是表示本发明涉及的实施方式2的振动执行器的结构的外观图,图12是表示该振动执行器的内部结构的立体图。图13是从上侧观察该振动执行器的分解立体图,图14是从下侧观察该振动执行器的分解立体图,图15是表示该振动执行器的内部结构的俯视图。另外,图16是图12的C-C线向视剖视图,图17是在图15中取下可动体主体的状态的D-D线向视剖视图。图18A是表示本发明涉及的实施方式2的振动执行器的可动体的立体图,图18B是图18A的E-E线向视剖视图,图19是示意性地表示振动执行器的磁路的俯视图。

[0143] 另外,实施方式2的振动执行器10A具有与在图1~图10中说明的与实施方式1对应的振动执行器相同的基本结构,主要是在配置于可动体30A的单侧的E型形状铁芯中卷绕的线圈70c、70d分别各为3个、将轴部801、802设置于可动体30A侧这一点上不同。对与振动执行器10相同的构成要素标注相同的符号,并省略其说明。

[0144] <振动执行器10A的整体结构>

[0145] 图11所示的振动执行器10A呈高度(在附图上为上下方向的长度,相当于厚度)比横向(在图11上为左右方向)短的平板形状。

[0146] 如图12所示,本实施方式的振动执行器10A具有固定体20A、轴部801、802、通过轴部801、802被可自由移动地支撑的可动体30A。

[0147] 可动体30A通过磁铁60c、60d与E型形状铁芯(铁芯)50c、50d的协作沿着轴部801、802轴向往复移动即振动,所述磁铁60c、60d被配置为夹着轴部801、802的轴,所述E型形状

铁芯(铁芯)50c、50d被配置为隔开规定间隔(气隙)与磁铁60c、60d对置,并在凸部51c、51d上卷绕有线圈70c、70d。

[0148] 磁铁60c、60d和具有线圈70c、70d的E型形状铁芯50c、50d被配置为使相互的磁极面(磁铁相当于磁化面)61、51对置。由这些磁铁60c、60d和卷绕有线圈70c、70d的E型形状铁芯50c、50d构成磁力产生部,磁力产生部在轴部801、802的两侧分别作为基于磁吸引力的磁性弹簧起作用。由此,可动体30A在抑制了绕轴的旋转的状态下,且在轴向上移动自如地被弹性支撑。磁吸引力隔着轴部801、802的轴相对于轴部801、802的轴对称地产生,可动体30A利用在可动体30A的两侧方产生的磁吸引力通过向两侧方(在与轴部正交的直线上相互反向的方向)吸引而抵消平衡。因此,可动体30A的旋转被抑制,被保持在成为基准位置的水平状态的位置。在本实施方式中,与实施方式1同样,除了磁性弹簧之外,还具有沿轴向移动时弹性支撑为复位自如的金属弹簧40a、40a。

[0149] 本实施方式的振动执行器10A将轴部801、802分别从可动体30A的振动侧的端部的中央沿轴向突出并固定,并将这些轴部801、802的突出端部侧移动自如地安装在固定体20A上。

[0150] 固定体20A包括:壳体21A;收容轴承82a、82b的轴承保持架23c、23d;线圈70c、70d;E型形状铁芯50c、50d,在长方体状的一个面上具有狭缝并在狭缝上配置有线圈70c、70d;和电源供给部25A。在固定体20A中,在固定体20A的壳体21A的上方开口的开口部分被罩24A覆盖。

[0151] 另一方面,可动体30A具有:在长度方向上分别交替地配置有多个磁极(在本实施方式中为4极)的一对磁铁60c、60d;以及固定有磁铁60c、60d和弹簧支撑部84、84的可动体主体32A。可动体30A由金属弹簧40a弹性支撑。金属弹簧40a例如是圆筒状螺旋弹簧,插通轴部801、802,安装在可动体30A和轴承保持架23c、23d(详细而言是轴承部82a、82b)之间的各个中。金属弹簧801、802在可动体30A侧由在可动体30A中在振动方向上分离的端部(图16所示的前后伸出部323、324)的各自的中央配设的弹簧支撑部84支撑。

[0152] 在振动执行器10A中,可动体30A(磁铁60c、60d、可动体主体32A)通过金属弹簧40a、40b的轴向的作用力和由磁铁60c、60d、卷绕有线圈70c、70d的E型形状铁芯50c、50d产生的磁吸引力构成的磁性弹簧弹性支撑。

[0153] <振动执行器10A的固定体20A>

[0154] 壳体21A与壳体21同样地形成为具有底面部的矩形箱状,在沿着长度方向的两侧壁的各个分别相互对置地配置有E型形状铁芯50c、50d。另外,在壳体21A内,沿着封闭两侧壁21a、21b的两端部间的两端壁21c、21d配置有收容轴承82a、82b的轴承保持架23c、23d,轴承保持架23c、23d使得各个轴承82a、82b彼此相对地配置。

[0155] 轴承保持架23c、23d以在壳体21A内在振动方向上隔开规定间隔地夹持可动体30A的方式相互对置地配置。另外,轴承部82a、82b是轴部801、802滑动自如地插通的部件,例如由烧结套筒轴承形成。

[0156] 轴承保持架23c、23d使轴承82a、82b位于壳体21A的横向、即端壁21c、21d的宽度方向的中央部分。通过在轴承82a、82b中插入固定在可动体30A上的轴部801、802的突出端部,轴部801、802经由轴承保持架23c、23d在两端壁21c、21d侧固定在壳体21A上。

[0157] 另外,在轴承保持架23c、23d的相互对置的面上,在夹着轴承部82a、82b的部位设

有供往复运动的可动体30A抵接的缓冲部26。

[0158] 缓冲部26缓和抵接的可动体30A的冲击并传递到壳体21A。由此,能够将由可动体30A的驱动引起的振动经由壳体21A传递到振动执行器10A整体,能够在将振动执行器10A搭载于便携终端、可穿戴终端或来电设备时,能够增大保持便携终端、可穿戴终端或来电设备的用户体验到的振动。另外,在落下引起的冲击发生时,也起到减轻损伤的缓冲器的作用。

[0159] 另外,壳体21A通过安装罩24A而形成中空电磁屏蔽。

[0160] E型形状铁芯50c、50d分别在本实施方式中为磁性体,形成为以轴部80的轴为中心对称的相同形状。E型形状铁芯50c、50d在壳体21A中隔着可动体30A相互对置地配置。E型形状铁芯50c、50d具有前端面成为磁极面51的多个凸部(磁极)51c、51d。各E型形状铁芯50c、50d的多个凸部51c、51d在一侧面沿一侧面的延伸方向排列配置。另外,磁极面51与轴部801、802、壳体21A的两侧壁21Aa、21Ab(参照图13)平行,且与磁铁60c、60d的磁极面61相互平行地配置。

[0161] E型形状铁芯50c、50d分别形成为俯视E字状。详细地说,E型形状铁芯50c、50d以将沿着长方体的长度方向的一边在长度方向上分割成三部分的方式形成狭缝,形成俯视时在侧面具有凸部51c、51d的E字状。在E型形状铁芯50c、50d中,在各自的狭缝内穿过线圈70c、70d,各线圈70c、70d配置为卷绕各凸部51c、51d的周围。当电流分别通过线圈70c、70d而被励磁时,在E型形状铁芯50c、50d中,夹着中央凸部的两侧的凸部51a以与中央的凸部51a相反的极性被励磁。另外,在E型形状铁芯50c、50d之间,优选相互对置的凸部51c、51d之间的磁极面以分别成为不同极性的方式被励磁。由此,振动执行器10A中的磁路结构成为效率好的结构。

[0162] 线圈70c、70d在E型形状铁芯50c、50d中卷绕在所有的凸部51c、51d的周围,与电源供给部25A连接。线圈70c、70d被配置为在与磁铁60c、60d的磁极面61对置的磁极面51上分别包围构成每个磁极的面的凸部51c、51d的前端面。线圈70c、70d通过从电源供给部25A供电而对凸部51a、51b励磁,在各E型形状铁芯50c、50d中,将夹着中央的凸部51c、51d的其他凸部51c、51d的极性设为不同的极性。

[0163] 电源供给部25A是向线圈70c、70d供给电力的基板,由与外部电源连接的基板、例如柔性电路板(FPC:Flexible printed circuits等)构成。电源供给部25A配置在壳体21A的两端壁侧,并配置在轴承保持架23c、23d上,在壳体21A内与线圈70c、70d连接。

[0164] <振动执行器10A的可动体30A>

[0165] 如图12及图15所示,可动体30A在固定体20A内的壳体21A内沿轴部801、802的延伸方向可自由移动地配置。可动体30A具有可动体主体32A、磁铁60c、60d、以及弹簧支撑部84。另外,在可动体主体32A上沿着可动体主体32A的轴心固定有轴部801、802。

[0166] 可动体主体32A例如可以由烧结材料、MIM(金属注入模制)材料、SECC形成,也可以由比重比SECC等材料高的高比重材料构成。可动体主体32A例如由钨或钨合金等高比重材料构成。在本实施方式中,可动体主体32A由钨成形。

[0167] 可动体主体32A形成为将沿着壳体21A的长度方向延伸的长方体的两侧面的中央部分切除的俯视I形状。

[0168] 即,如图16所示,可动体主体32A分别在长方体状的本体部322和本体部322的长度方向(相当于振动方向)的两端的每个由向两侧方伸出的前伸出部323和后伸出部324形成I

型。在可动体主体32A的本体部322的两侧面(沿轴向的两侧面)上分别沿轴向配置有磁铁60c、60d。

[0169] 在前伸出部323和后伸出部324的端面形成有分别向振动方向开口的凹状的铱孔部323a、324a(参照图16)。在铱孔部323a、324a内分别通过压入或粘接等固定有轴部801、802的一端部。

[0170] 轴部801、802以位于可动体30A的振动方向的中心线上的方式从铱孔部323a、324突出地设置在前伸出部323和后伸出部324上。轴部801、802分别配置在壳体21A的宽度方向的中心,在铱孔部323a、324a内插通弹簧支撑部84。

[0171] 在轴部801、802的外周设置有金属弹簧40a、40b。金属弹簧40a、40b夹设在铱孔部323a、324a的底面和分别插入轴部801、802的突出端部的轴保持架23c、23d上。金属弹簧40a、40b以在作为振动方向的长度方向上夹持可动体30A的方式配置。对可动体30A施力,使其位于长度方向的中心位置(后述的驱动基准位置)。由于可动体主体32A经由金属弹簧40a、40a被弹性支撑,因此即使在未向线圈70c、70d供电的情况下,除了磁性弹簧的功能之外,也通过金属弹簧40使可动体30A在壳体21A(固定体20A)内位于驱动基准位置。

[0172] 轴部801、802从可动体主体32A的前后伸出部、即振动方向侧的两端部突出设置,并沿轴向移动自如地插入固定体20A侧的轴保持架23c、23d的轴承部82a、82b。由此,轴部801、802能够与可动体主体32A一起在轴向上振动。

[0173] 磁铁60c、60d分别具有作为多个磁极的磁极面61,以使彼此的磁极面61朝向相反侧的方式夹着轴部801、802的轴而配置。在本实施方式中,使磁极面61与轴部801、802的轴平行地朝向两侧方而固定在插通有轴部801、802的可动体主体32A的沿着长度方向的两侧面。磁铁60c、60d仅相互的磁化方向不同,以相同形状形成。在本实施方式中,如图12~图16及图19所示,在磁极面61上交替地配置有4个不同的磁极。在本实施方式中,以在与轴部801、802的轴正交的方向上相互不同的磁极位于相反方向的方式配置(参照图19)。磁铁60c、60d配置为分别与E型形状铁芯50c、50d的磁极面对置,并在壳体21A的长度方向(轴中心方向)上以交替不同的极性排列。另外,磁铁60c、60d也可以将多个磁极的不同磁铁(磁铁片)交替排列而构成,也可以以具有相互不同的磁性的方式被磁化。

[0174] 磁极面61隔开规定间隔(气隙)与E型形状铁芯50c、50d的磁极面51对置且与磁极面51平行地配置。

[0175] 如图17所示,磁铁60c、60d的磁极面61的高度方向的中心部分由最接近对置的磁极面51的曲面或梯形状的中央凸形状构成。在本实施方式中,高度方向的中心部分由最接近磁极面51的曲面形成。由此,使可动体30A相对于旋转方向停止的力(转矩)以在旋转方向中央停止的方式起作用。由此,可动体30A大致水平地配置,能够成为稳定的状态,能够防止可动体30A与固定体20A的接触、即部件干涉,能够实现稳定的驱动。另外,在可动体30A旋转时,磁铁60c、60d难以与E型形状铁芯50c、50d的磁极面51接触。

[0176] 在本实施方式中,磁极面61和磁极面51在壳体21A内的有限的空间中使相互对置的面积尽量大,在驱动磁路时,磁通高效地集中,实现高输出化。

[0177] 在本实施方式中,与实施方式1同样,在壳体21A内,在夹着轴部801、802的轴而配置的磁铁60c、60d的各个上,作为磁性体的E型形状铁芯50c、50d相对地配置。由此,在E型形状铁芯50c、50d与磁铁60c、60d之间分别产生磁吸引力。产生的磁吸引力隔着轴部801、802

的轴相互在同一直线上且在离开的方向上反向产生,因此相互抵消。通过这些磁吸引力,以轴部801、802为中心转动的可动体30A的倾斜消失,可动体30A成为被定位的状态(可动体的定位),限制绕轴部801、802的旋转(所谓的旋转停止)。另外,磁铁60c、60d的磁极面61形成高度方向或旋转方向的中心部分最接近E型形状铁芯50c、50d的磁极面51的中央凸状。由此,具备磁铁60c、60d的可动体30A不会被拉向隔着可动体30A的E型形状铁芯50c、50d的一侧,配置在以轴部801、802为中心转动而不倾斜的位置,即配置成大致水平的稳定的状态。另外,在本实施方式中,可动体30A由E型形状铁芯50c、50d与磁铁60c、60d之间的磁吸引力、所谓的磁性弹簧和在轴向上夹持可动体30A的金属弹簧40(机械弹簧)弹性支撑。另外,可动体30A也可以仅由E型形状铁芯50c、50d与磁铁60c、60d之间的磁吸引力、即所谓的磁性弹簧弹性支撑。

[0178] 而且,当从电源供给部25A向线圈70c、70d供给电源时,E型形状铁芯50c、50d被励磁,凸部51c、51d的前端面被磁化而具有磁极,根据对置配置的磁铁60c、60d的磁极的关系产生推力。

[0179] 在本实施方式中,例如,如图19所示,与实施方式1同样,将朝向E型形状铁芯50c侧的磁铁60c的极性(磁极面61)从前侧向后侧以S极、N极、S极、N极的顺序配置,将它们与E型形状铁芯50c的磁极面51对置地在长度方向上排列配置。另一方面,将朝向E型形状铁芯50d侧的磁铁60d的极性(磁极面61)从前侧向后侧以N极、S极、N极、S极的顺序配置,将它们与E型形状铁芯50d的磁极面51对置地在长度方向上排列配置。即,在本实施方式中,与实施方式1同样,使磁铁60c、60d和E型形状铁芯50c、50d对置的极性的数量为磁铁4:E型形状铁芯3。

[0180] 然后,分别向线圈70c、70d供给电流。通过该电流的供给,如图19所示,对E型形状铁芯50c、50d进行励磁,使与磁铁60c相对的E型形状铁芯50c的中央的凸部51c的极性为S极,使夹着中央的凸部51a的两侧的凸部51a为N极。与此同时,使与磁铁60d对置的E型形状铁芯50d的中央的凸部51d的极性为N极,使夹着中央的凸部51d的两侧的凸部51b为S极。由此,夹着各E型形状铁芯50c、50d的中央的凸部51a的凸部51b的极性成为与凸部51a的极性不同的极性(参照图19)。由此,通过磁吸引力在F1方向上产生推力,铁芯50c、50d在F1方向上驱动。另外,向线圈70c、70d反方向供给电流,使各E型形状铁芯50c、50d的极性相反。即,将与磁铁60c对置的E型形状铁芯50c的中央的凸部51c的极性为N极,使中央的凸部51a的两侧的凸部51c为S极,使与磁铁60d对置的E型形状铁芯50d的中央的凸部51d的极性为S极,使中央的凸部51d的两侧的凸部51d为N极。由此,具有与它们对置的磁铁60c、60d的可动体30A向与F1方向正相反的-F1方向驱动。

[0181] 即,在振动执行器10A中,通过从电源供给部25A向线圈70c、70d输入的交流波,E型形状铁芯50c、50d、即E型形状铁芯50c、50d的对置面51(详细而言是凸部51a、51b的前端面)被磁化,对可动体30A侧的磁铁60c、60d有效地产生磁吸引力和排斥力。由此,可动体30A的磁铁60c、60d以成为驱动基准位置的位置(在此俯视观察时为磁铁60c的长度方向(轴向)的中心与对置面51的中心重叠、且磁铁60c的高度方向的中心与对置面51的高度方向的中心重叠的位置)为基准,沿着长度方向在两个方向F(F1方向和-F1方向)上往复移动。即,可动体30A相对于固定体20A在沿着磁铁60c、60d和E型形状铁芯50c、50d的彼此的磁极面61、51的方向(相当于轴向)往复振动。另外,该驱动原理是通过上述式(1)、(2)、(3)实现的实施方

式1的振动执行器10的同样的动作原理。在振动执行器10A中,与实施方式1同样,通过改变向线圈70c、70d供给的电流的方向,具备磁铁60c、60d的可动体30A在作为轴向的长度方向、即振动方向上往复移动(往复振动)。

[0182] 根据振动执行器10A,能够起到与上述的<效果1>、<效果2>以及<效果4>~<效果8>同样的效果,并且,能够起到以下的效果。

[0183] 在本实施方式的振动执行器10A中,在可动体30A的可动体主体32A的两侧方,夹着轴部801、802的轴分别配置的E型形状铁芯50c、50d的每一个中,励磁的线圈70c、70d各卷绕3个。

[0184] 由此,在壳体21A内,在可动体30A的两侧方,能够分散对E型形状铁芯50c、50d进行励磁的线圈的空间。由此,线圈的设计自由度变高,能够增加振动输出,并且能够实现执行器10A自身的薄型化。

[0185] 另外,在振动执行器10A中,相对于固定体20A支撑可动体30A的轴部801、802从可动体30A的振动方向上分离的端部向振动方向突出而被固定,相对于固定体20A在轴向上移动自如地被支撑。

[0186] 由此,与将支撑可动体30A的轴部固定在固定体侧而使可动体贯通的结构相比,无需在可动体主体上形成贯通孔,相应地,能够增大可动体30A的重量而增加振动输出。另外,不需要在可动体30A(具体而言,可动体主体32A)上穿设插通轴部的贯通孔,能够实现制造性的提高。

[0187] 在实施方式1、2中,使对置的相互的极性的数量为磁铁4:铁芯3。另外,相互的极数之比也可以是磁铁:铁芯=2:3、3:2。

[0188] (实施方式3)

[0189] 图20是表示本发明涉及的实施方式3的振动执行器的结构的外观图,图21是该振动执行器的分解立体图,图22是表示该振动执行器的内部结构的俯视图。另外,图23是图20的G-G线向视剖视图,图24是图22的H-H线剖视图。另外,在图23中,为了方便,示出了具有罩24A的状态的振动执行器10B。图25A是表示本发明涉及的实施方式3的振动执行器的可动体的立体图,图25B是图25A的J-J线向视剖视图,图26是示意性地表示振动执行器的磁路的俯视图。

[0190] 另外,实施方式3的振动执行器10B具有与在图11~图19中说明的和实施方式2对应的振动执行器10A同样的基本结构,主要是在将配置在可动体30B的单侧的磁铁的极数设为3极,将在铁芯中卷绕的线圈70e、70f设为2个(磁极为2极),将轴部801、802设置在可动体30B侧这一点上不同。对与振动执行器10A相同的构成要素标注相同的名称及相同的符号,并省略其说明。

[0191] <振动执行器10B的整体结构>

[0192] 图20所示的振动执行器10B呈高度(在图面上为上下方向的长度,相当于厚度)比横向(在图20上为左右方向)短的平板形状。

[0193] 如图20所示,本实施方式的振动执行器10B具有固定体20B、轴部801、802、以及通过轴部801、802被可自由移动地支撑的可动体30B。

[0194] 可动体30B通过磁铁60e、60f与铁芯50e、50f的协作而沿着轴部801、802的轴向往复移动,即振动,所述磁铁60e、60f被配置为夹着轴部801、802的轴,所述铁芯50e、50f被配

置为隔开规定间隔(气隙)与磁铁60c、60d对置,并在凸部51e、51f上卷绕有线圈70e、70f。

[0195] 磁铁60e、60f和具有线圈70e、70f的铁芯50e、50f被配置为使相互的磁极面(磁铁相当于磁化面)61、51对置。由这些磁铁60e、60f和卷绕有线圈70e、70f的铁芯50e、50f构成磁力产生部,磁力产生部分别在轴部801、802的两侧作为基于磁吸引力的磁性弹簧起作用。由此,可动体30B在抑制了绕轴的旋转的状态下,且在轴向上移动自如地被弹性支撑。磁吸引力隔着轴部801、802的轴相对于轴部801、802的轴对称地产生,可动体30B利用在可动体30B的两侧方产生的磁吸引力向两侧方(在与轴部正交的直线上相互反向的方向)吸引而抵消平衡。因此,可动体30B的旋转被抑制,被保持在成为基准位置的水平状态的位置。在本实施方式中,与实施方式2同样,除了磁性弹簧之外,还具有沿轴向移动时弹性支撑为复位自如的金属弹簧40a、40a。

[0196] 本实施方式的振动执行器10B将轴部801、802分别从可动体30B的振动侧的端部的中央沿轴向突出而固定,并将这些轴部801、802的突出端部侧移动自如地安装在固定体20B上。

[0197] 固定体20B包括壳体21A、收容轴承82a、82b(参照图23)的轴承保持架23c、23d、线圈70e、70f、在长方体状的一面上具有狭缝并在狭缝中配置有线圈70e、70f的铁芯50e、50f和电源供给部25Aa。在固定体20B中,在固定体20B的壳体21A的上方开口的开口部分被罩24A覆盖。

[0198] 另一方面,可动体30B具有:在长度方向上分别交替地配置有多个磁极(在本实施方式中为3极)的一对磁铁60e、60f;以及固定有磁铁60e、60f和弹簧支撑部84的可动体主体32A。可动体30B由金属弹簧40a弹性支撑。金属弹簧40a例如是圆筒状的螺旋弹簧,插通轴部801、802,分别夹装在可动体30B与轴承保持架23c、23d(详细而言是轴承部82a、82b)之间。金属弹簧801、802与实施方式2同样,在可动体30B侧由在可动体30B中在振动方向上分离的端部(图23所示的前后伸出部323、324)的各自的中央配设的弹簧支撑部84支撑。

[0199] 在振动执行器10B中,可动体30B(磁铁60e、60f、可动体主体32A)通过金属弹簧40a的轴向的作用力和由磁铁60e、60f、卷绕有线圈70e、70f的铁芯50e、50f产生的磁吸引力构成的磁性弹簧被弹性支撑。另外,可动体30B也可以仅由铁芯50e、50f和磁铁60e、60f之间的磁吸引力、即所谓的磁性弹簧弹性支撑。

[0200] 在本实施方式3中,与实施方式2的振动执行器10A的结构相比,仅在固定体20B中卷绕有线圈的铁芯50e、50f的结构和在可动体30B中磁铁60e、60f的结构不同。

[0201] 铁芯50e、50f在具有底面部的形成为矩形箱状的壳体21A中在沿着长度方向的两侧壁的各个相互对置地配置。

[0202] 铁芯50e、50f在本实施方式中分别是磁性体,形成为以轴部80的轴为中心对称的相同形状。铁芯50e、50f在壳体21A上隔着可动体30B相互对置地配置。铁芯50e、50f具有从一侧面并列突出、前端面成为磁极面51的多个凸部(磁极)51e、51f。另外,磁极面51与轴部801、802、壳体21A的两侧壁21Aa、21Ab(参照图21)平行,并且与磁铁60e、60f的磁极面61相互平行地配置。

[0203] 在铁芯50e、50f中,分别在2个凸部51e、51d的外周以卷绕各自周围的方式配置有线圈70e、70f。当电流分别通过线圈70e、70f而被励磁时,各铁芯50e、50f中的2个凸部分别被励磁为不同的极性。另外,在铁芯50e、50f彼此中,夹着支撑部801、802的轴相互对置的

凸部51e、51f彼此的磁极面(磁极)优选以分别成为不同极性的方式进行励磁。由此,振动执行器10B中的磁路结构成为效率好的结构。

[0204] 线圈70e、70f在铁芯50e、50f中卷绕在所有的凸部51e、51f的周围,与电源供给部25Aa连接。线圈70e、70f通过从电源供给部25Aa供电而对凸部51e、51f进行励磁,在各铁芯50e、50f中,将相邻的凸部51e、51f的极性设为不同的极性。在本实施方式中,线圈70e、70f在分别卷绕的各铁芯50e、50f中的凸部51e、51f彼此励磁不同的极性,并且在夹着支撑部801、802对置的铁芯50e的凸部51e和铁芯50f的51f以不同的极性励磁。

[0205] 电源供给部25Aa是向线圈70e、70f供给电力的基板,由与外部电源连接的基板、例如柔性电路板(FPC:Flexible printed circuits)等构成。电源供给部25Aa配置在壳体21A的两端壁侧,并配置在轴承保持架23c、23d上。

[0206] <振动执行器10B的可动体30B>

[0207] 如图20及图22所示,可动体30B在固定体20B内的壳体21A内沿轴部801、802的轴向可自由移动地配置。可动体30B具有可动体主体32A、磁铁60e、60f、以及弹簧支撑部84。

[0208] 在可动体主体32A中,与实施方式2的可动体主体32A相比,以夹着轴部801、802的轴的方式配置的磁铁60c、60d的结构不同。另外,在可动体主体32A上,沿着可动体主体32A的轴心固定有轴部801、802。

[0209] 磁铁60e、60f分别具有作为多个磁极的磁极面61,以使彼此的磁极面61朝向相反侧的方式夹着轴部801、802的轴而配置。在本实施方式中,使磁极面61与轴部801、802的轴平行地朝向两侧方而固定在插通有轴部801、802的可动体主体32A的沿着长度方向的两侧面。磁铁60e、60f仅彼此的磁化方向不同,以相同形状形成。在本实施方式中,如图20~图23、图25及图26所示,在磁极面61上交替地配置有3个不同的磁极。在本实施方式中,磁铁60e、60f彼此以在与轴部801、802的轴正交的方向上相互不同的磁极位于相反方向的方式配置(参照图26)。磁铁60e、60f被配置为分别与铁芯50e、50f的磁极面51、51对置,在壳体21A的长度方向(轴中心方向)上交替地以不同的极性排列。另外,磁铁60e、60f也可以将多个磁极不同磁铁(磁铁片)交替排列而构成,也可以以具有相互不同的磁性的方式被磁化。

[0210] 磁极面61隔开规定间隔(气隙)与铁芯50e、50f的磁极面51对置且与磁极面51平行地配置。

[0211] 磁铁60e、60f的磁极面61与实施方式1、2同样,如图24所示,由高度方向的中心部分最接近对置的磁极面51的曲面或梯形状的中央凸形状构成,在本实施方式中,由高度方向的中心部分最接近磁极面51的曲面形成。由此,使可动体30B相对于旋转方向停止的力(转矩)以在旋转方向中央停止的方式起作用,能够得到与实施方式1、2的磁铁60a~60d同样作用效果。

[0212] 在该结构中,当从电源供给部25Aa向线圈70e、70f供给电源时,铁芯50e、50f被励磁,凸部51e、51f的前端面被磁化而具有右磁极,根据对置配置的磁铁60e、60f的磁极的关系产生推力。

[0213] 在本实施方式中,例如,如图26所示,使与铁芯50e对置的一侧的磁铁60e的极性(磁极面61)从前侧向后侧以N极、S极、N极的顺序配置,将它们与铁芯50e的磁极面51相对置地在长度方向上排列配置。另一方面,将与铁芯50f对置的磁铁60f的极性(磁极面61)从前侧向后侧以N极、S极、N极的顺序配置,将它们与铁芯50f的磁极面51对置地在长度方向上排

列配置。这样,在本实施方式中,将磁铁60e、60f与铁芯50e、50f的对置的极性的数量设为磁铁3:铁芯2。

[0214] 然后,分别向各铁芯50e、50f的线圈70e、70f供给电流。如图26所示,被供给了电流的线圈70e、70f对铁芯50e、50f进行励磁。由此,将与磁铁60e对置的铁芯50e的两个凸部51e的振动方向前侧的凸部磁化为S极,将后侧的凸部51e磁化为N极。与此同时,将与磁铁60f对置的铁芯50f的两个凸部51f的振动方向前侧的凸部磁化为N极,将后侧的凸部磁化为S极。由此,通过磁吸引力,在F1方向上产生推力,铁芯50e、50f在F1方向上驱动。另外,向线圈70e、70f反方向供给电流,使各铁芯50e、50f的极性相反。即,使与磁铁60e对置的铁芯50e的中央的凸部51e的极性为N极,使中央的凸部51e的两侧的凸部51e为S极,使与磁铁60f对置的铁芯50f的中央的凸部51f的极性为S极,使中央的凸部51f的两侧的凸部51f为N极。由此,具有与它们对置的磁铁60e、60f的可动体30B向与F1方向正相反的-F1方向驱动。

[0215] 通过反复进行该动作,可动体30B的磁铁60B以成为驱动基准位置的位置、在此是磁极面61的长度方向的中心与E型形状铁芯50e、50f的长度方向的中心位置重叠的位置、即图20、图22、图23及图26所示的可动体30B的位置为基准在长度方向上在两个方向F(F1方向和-F1方向)上进行往复振动。另外,该驱动原理是通过上述式(1)、(2)、(3)实现的实施方式1的振动执行器10的同样的动作原理。

[0216] 根据振动执行器10B,能够起到与上述的<效果1>、<效果2>以及<效果4>~<效果8>同样的效果,并且,能够起到以下的效果。

[0217] 在本实施方式的振动执行器10B中,在可动体30B的可动体主体32A的两侧方,夹着轴部801、802的轴分别配置的铁芯50e、50f的各个中,励磁的线圈70e、70f各卷绕2个。

[0218] 由此,在壳体21A内,在可动体30B的两侧方,能够减小铁芯50e、50f及线圈70e、70f的配置空间,容易增大可动体30B的配重(例如,可动体主体32A),能够增加振动输出。

[0219] 另外,与在单侧使用一个线圈的结构相比,线圈的设计自由度变高,能够增加振动输出,并且能够实现执行器10B自身的薄型化。

[0220] (实施方式4)

[0221] 图27是表示本发明涉及的实施方式4的振动执行器的内部结构的立体图,图28是从上侧观察该振动执行器的分解立体图。另外,图29是图27的K-K线向视剖视图。

[0222] 图27~图29所示的本实施方式4的振动执行器10C在图1~图10所示的实施方式1的振动执行器10中是除去了金属弹簧40的结构振动执行器。因此,以下,关于振动执行器10C,对于与对应于实施方式1的振动执行器10相同的构成要素,用相同的附图标记表示,省略重复说明。

[0223] 振动执行器10C与振动执行器10同样地具备固定体20、轴部80、以及经由轴部80相对于固定体20可自由移动地被支撑的可动体30。

[0224] 在固定体20中,在壳体21内具有轴保持部231、232、线圈70a、70b、以及卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b,该E型形状铁芯50a、50b具有包含凸部(磁极部)51a的多个凸部。固定体20还具有向线圈70a、70b供给电源的电源供给部25。

[0225] 壳体21形成为具有底面部的矩形箱状,在沿着长度方向的两侧壁分别相互对置地配置有E型形状铁芯50a、50b。另外,在壳体21内,在封闭两侧壁21a、21b的各自的两端部间的两端壁21c、21d间,经由设置在两端壁21c、21d的内侧的轴保持部231、232架设有轴部80。

[0226] 轴保持部231、232将振动执行器10中的弹簧保持架23a、23b用作具有分别保持轴部80的两端部的功能的部件。另外,实施方式1的弹簧保持架23a、23b除了具有保持轴部80的两端部的功能之外,还具有插入金属弹簧40的一端部而承受金属弹簧40的作用力的功能。

[0227] 可动体30具有:在长度方向上分别交替地配置有多个磁极(在本实施方式中为4极)的一对磁铁60a、60b;以及可动体主体32,在所述可动体主体32中固定有磁铁60a、60b和轴承部82a、82b。

[0228] 在振动执行器10C中,与振动执行器10相同,在可动体30的轴承82a、82b中插入有固定在可动体20上的轴部80。在可动体30中,在沿轴向的两侧部,以夹着轴部80的轴的方式分别设有磁铁60a、60b。另外,在经由气隙与各个磁铁60a、60b对置的位置上设置有E型形状铁芯50a、50b。磁铁60a、60b和卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b以相互的磁极面61、51对置的方式配置。磁铁60a、60b的磁极面61在与轴部80的轴正交的方向上相互朝向外方配置,E型形状铁芯50a、50b的磁化面与其对置。

[0229] 由这些磁铁60a、60b和卷绕有线圈70a、70b的铁芯50a、50b构成的磁力产生部分别在轴部80的两侧作为基于磁吸引力的磁性弹簧起作用。该磁路结构中的磁吸引力由于夹着轴部80相互在同一直线上且在离开的方向上反向产生,所以相互抵消。通过磁吸引力,以轴部80为中心转动的可动体30的倾斜消失,可动体30成为被定位的状态(可动体的定位),绕轴部80的旋转(所谓的旋转停止)被限制。另外,磁铁60a、60b的磁极面61形成为高度方向或旋转方向的中心部分最接近E型形状铁芯50a、50b的磁极面51的中央凸状,因此可动体30不会被拉向夹着可动体30的E型形状铁芯50a、50b的一侧,配置在以轴部80为中心转动而不倾斜的位置,即配置成大致水平的稳定的状态。

[0230] 这样,在振动执行器10C中,磁吸引力夹着轴部80(轴部80的轴)以轴部80(轴部80的轴)对称地在可动体30的两侧方产生,可动体30通过向两侧方被吸引而抵消平衡,旋转被抑制,保持在成为基准位置的水平状态的位置。

[0231] 因此,可动体30通过由卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b和磁铁60构成的磁性弹簧结构,在抑制了绕轴的旋转的状态下,且在轴向上移动自如地被弹性支撑。

[0232] 可动体30通过从电源供给部25向线圈70a、70b供给电源,由此通过卷绕有线圈70a、70b的E型形状铁芯50a、50b与磁铁60的协作而沿轴部80的轴向往复移动、即振动。具体而言,与振动执行器10同样地,通过改变向线圈70a、70b供给的电流的方向,具备磁铁60a、60b的可动体30在作为轴向的长度方向、即振动方向上往复移动(往复振动)。另外,本实施方式的振动执行器10C的驱动原理是由上述式(1)、(2)、(3)实现的实施方式1的振动执行器10的同样的动作原理。

[0233] 另外,磁铁60a、60b的磁极面61与实施方式1同样,由高度方向的中心部分最接近磁极面的曲面形成,因此使可动体30相对于旋转方向停止的力(转矩)以在旋转方向中央停止的方式起作用,可动体30大致水平地配置,能够成为稳定的状态,能够得到与实施方式1同样的作用效果(主要是<效果1>~<效果3>、<效果5>、<效果6>)。此外,在振动执行器10中,线圈70a、70b对E型形状铁芯50a、50b的中央的凸部51a、51b进行励磁,中央的凸部51a、51b与中央的凸部51a、51b两侧的凸部51a、51b一起通过与磁铁60a、60b的磁吸引力而产生推力,因此与实施方式1同样,与磁阻大的以往的VCM方式相比,能够实现电磁转换效率的提

高。另外,根据本实施方式,由于将可动体30的可动方向设为振动执行器10的长度方向,所以容易确保行程所需的间隙,能够实现高输出化。

[0234] (实施方式5)

[0235] 图30是示意地表示本发明涉及的实施方式5的可穿戴终端100的主要部分结构的图。可穿戴终端100是用户携带在身上使用的终端。在此,可穿戴终端100作为将所连接的通信终端的来电通知通过振动通知给所佩戴的用户的所谓可穿戴输入设备发挥功能。

[0236] 图30所示的可穿戴终端100具有通信装置110、处理装置120、作为驱动装置的振动执行器130、以及壳体140。振动执行器110应用了各实施方式1~4所示的振动执行器10、10A、10B、10C中的任一个。振动执行器130的底面靠近壳体140的内周面142设置。可穿戴终端100安装有各实施方式1~4所示的振动执行器10、10A、10B、10C。

[0237] 壳体140形成为环状,在此佩戴在用户的手指上。此时,使振动执行器130的底面位于与作为佩戴部位的指肚部分重叠的位置。由此,以与机械容纳体密集的部位紧密接触的方式安装振动执行器130。通信装置110通过无线通信与未图示的便携电话、智能手机、便携型游戏机等无线通信终端连接,例如接收来自无线通信终端的信号,输出到处理装置120。

[0238] 在通信装置110中,例如来自无线通信终端的信号是例如通过蓝牙技术(Bluetooth)(注册商标)等通信方式接收的无线通信终端的来电信号等。在处理装置120中,通过变换电路部将输入的信号变换为振动执行器130的驱动信号,经由与振动执行器130(10、10A、10B、10C)的电源供给部(振动执行器10、10A、10B、10C的电力供给控制部25、25A、25Aa)连接的驱动电路部125提供给振动执行器130来驱动振动执行器130。由此,可动体振动,可穿戴终端100振动。可穿戴终端100的壳体140呈环形状,可动体沿着振动执行器130的底面(相当于壳体21的底面)往复振动。于是,通过可动体往复滑动移动而产生的振动从底面直接传递到机械容纳体。由此,与将振动执行器配置在手指的背上、或者将振动执行器配置在远离指肚部分的位置例如浮起的位置的结构相比,在不改变外形形状的情况下,能够以规定的大小进一步增大用户的体感振动。

[0239] 另外,能够使可穿戴终端100的形状小型化,在使用时没有不协调感,能够实现使用感的提高。另外,可穿戴终端100也可以是具有通信装置110、处理装置120和作为驱动装置的振动执行器130的来电通知功能设备。由此,来电功能设备也可以构成为通过驱动振动执行器将由便携电话、智能手机、便携型游戏机等无线通信终端获取的来自外部的来电通知给用户。另外,振动执行器130的振动除了作为来电信号以外,还可以是与从邮件等外部装置向信息通信终端的信号输入对应的振动、与游戏的操作对应的振动作为体感振动而增加并赋予用户。另外,在该可穿戴终端100中,也可以设置仅通过以在空中描绘文字方式进行移动,就能够在以无线方式连接的装置中输入文字或数字,或者能够选择在所连接的显示屏等显示器上显示的信息的功能。

[0240] 另外,如图31所示,即使将应用了各实施方式1~4所示的振动执行器10、10A、10B、10C中的任一个的执行器130安装在便携终端200中也能够起到同样的效果。便携终端200在壳体240内与可穿戴终端100同样地具备通信装置110、处理装置120、驱动电路部125、以及作为驱动装置的振动执行器130。在便携终端200中,通过使振动执行器130振动,除了由便携电话、智能手机、便携型游戏机等无线通信终端获取的来自外部的来电以外,也可在处理装置120中处理便携终端200的各功能的信号,通过驱动电路部125使振动执行器130振动通

知给用户。

[0241] 在各实施方式1~4的振动执行器10、10A、10B、10C中,也可以是在可动体30、30A、30B上设置有线圈70a、70b、70c、70d、70e、70f及E型形状铁芯50a、50b、50c、50d、铁芯50e、50f,在固定体20、20A、20B上配置磁铁60a、60b、60c、60d、60e、60f的结构。另外,这些磁铁与卷绕有线圈的E型形状铁芯或铁芯的关系与各实施方式相同。

[0242] 应该认为本次公开的实施方式在所有方面都是例示而不是限制性的。本发明的范围不是由上述的说明而是由权利要求书来表示,包括与权利要求书等同的意思以及范围内的所有变更。以上,对本发明实施方式进行了说明。另外,以上的说明是本发明的优选实施方式的示例,本发明的范围并不限于此。即,关于上述装置的结构和各部分的形状的说明是一个例子,在本发明的范围内可以对这些例子进行各种变更和追加,这是显而易见的。

[0243] 2016年12月20日申请的特愿2016-247226的日本申请所包含的说明书、附图和摘要的公开内容全部通过引用并入本申请。

[0244] 产业上的可利用性

[0245] 本发明涉及的振动执行器能够小型化,具有适当地高效振动的效果,作为能够与信息通信终端进行通信的可穿戴终端和、通过使用户身体感受到携带电话等信息通信终端的来电通知来进行通知的来电通知功能设备是有用的。

[0246] 符号的说明

[0247] 10、10A、10B、10C、130 振动执行器

[0248] 20、20A、20B 固定体

[0249] 21、21A 壳体

[0250] 25、25A、25Aa 电源供给部

[0251] 30、30A、30B 可动体

[0252] 40、40a 金属弹簧

[0253] 50a、50b、50c、50d E型形状铁芯(铁芯)

[0254] 50e、50f 铁芯

[0255] 51 磁极面(磁极、磁化)

[0256] 61 磁极面

[0257] 60a、60b、60c、60d、60e、60f 磁铁

[0258] 70a、70b、70c、70d、70e、70f 线圈

[0259] 80、801、802 轴部(支轴部)

[0260] 100 可穿戴终端

[0261] 200 便携式终端

10

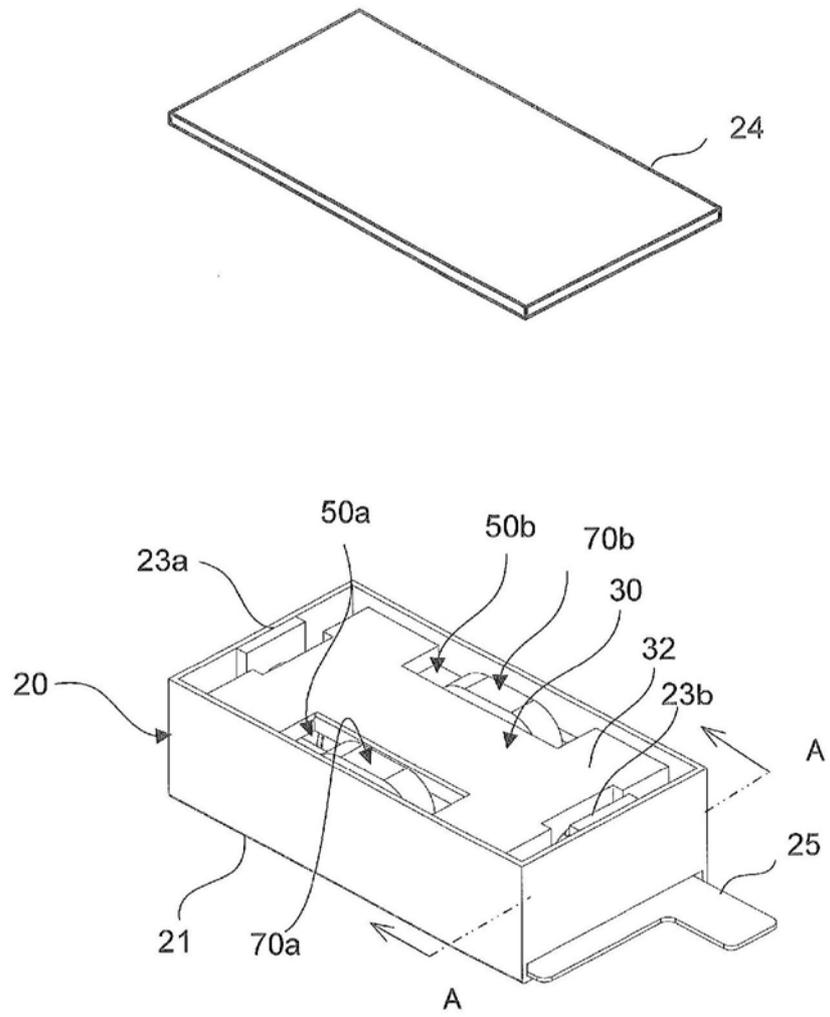


图1

10

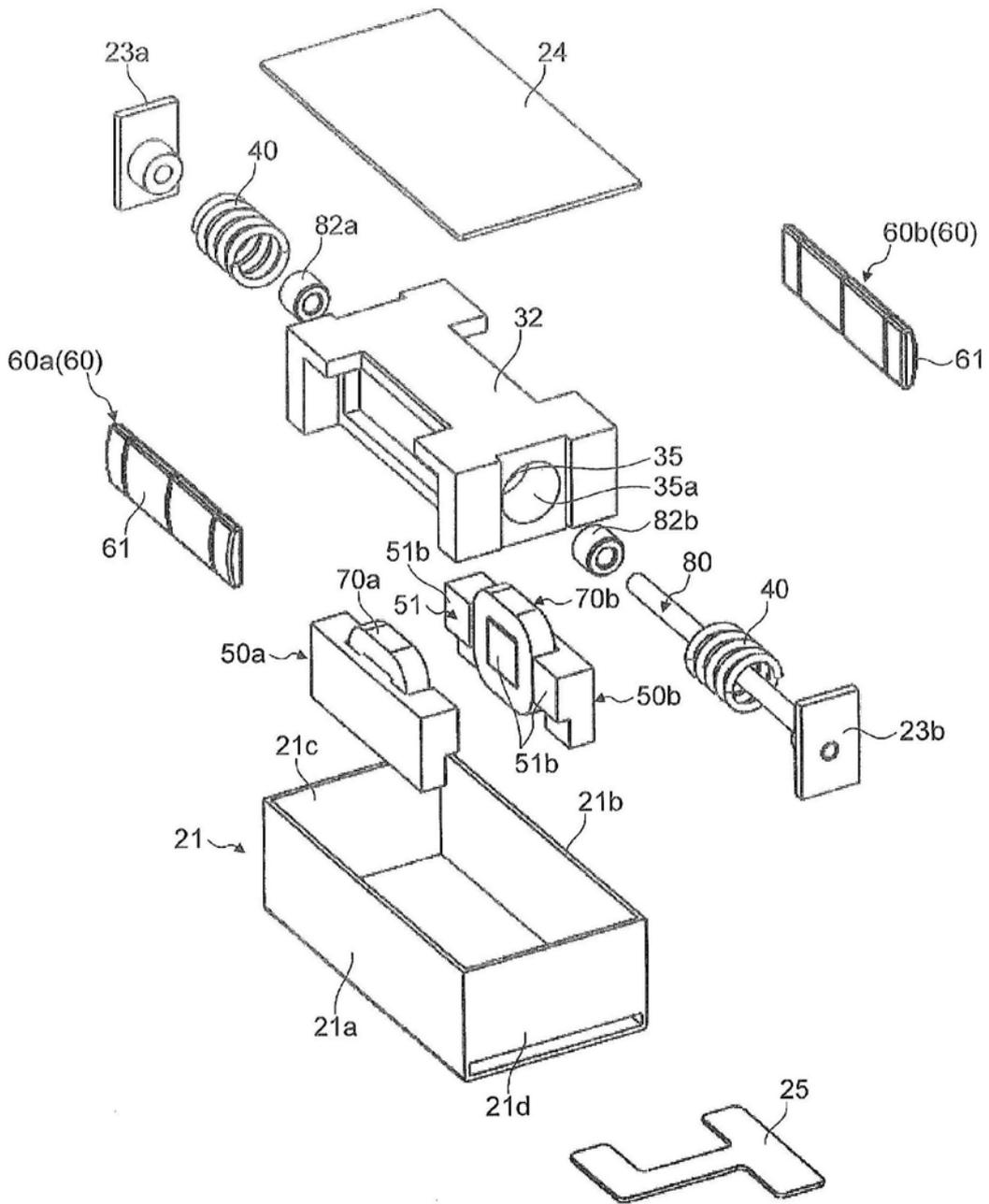


图2

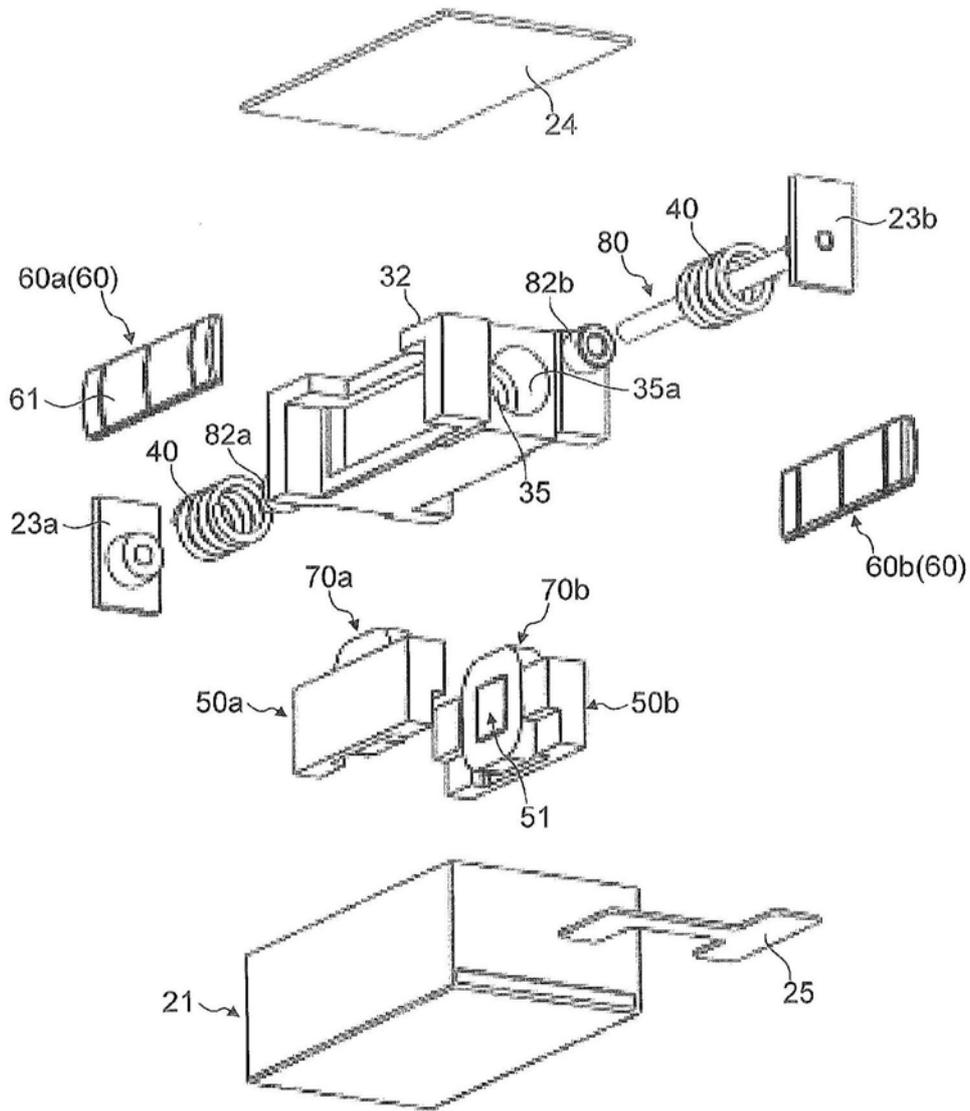


图3

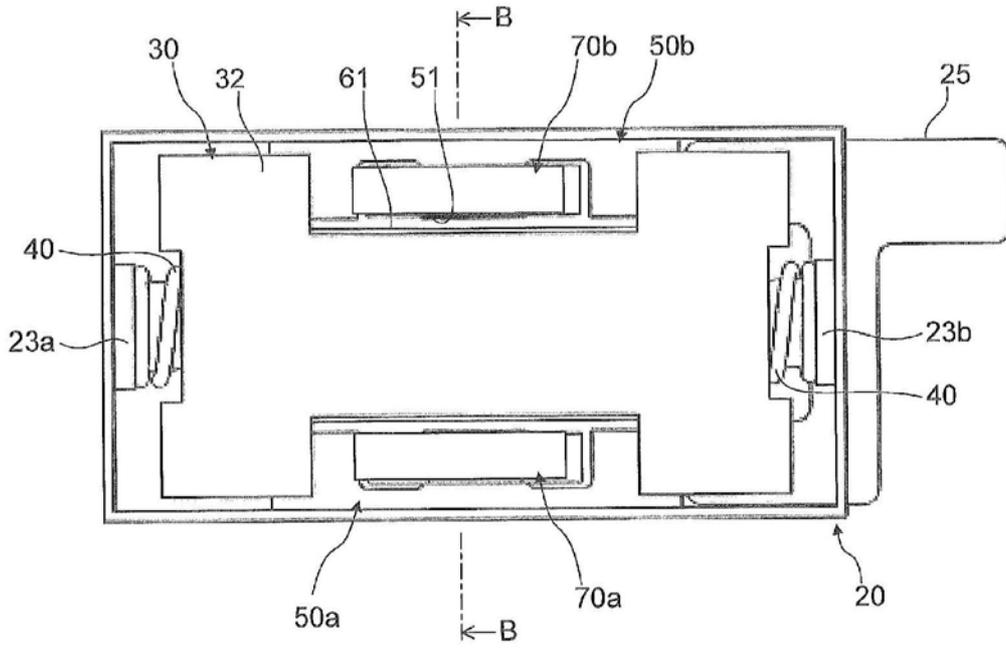


图4

10

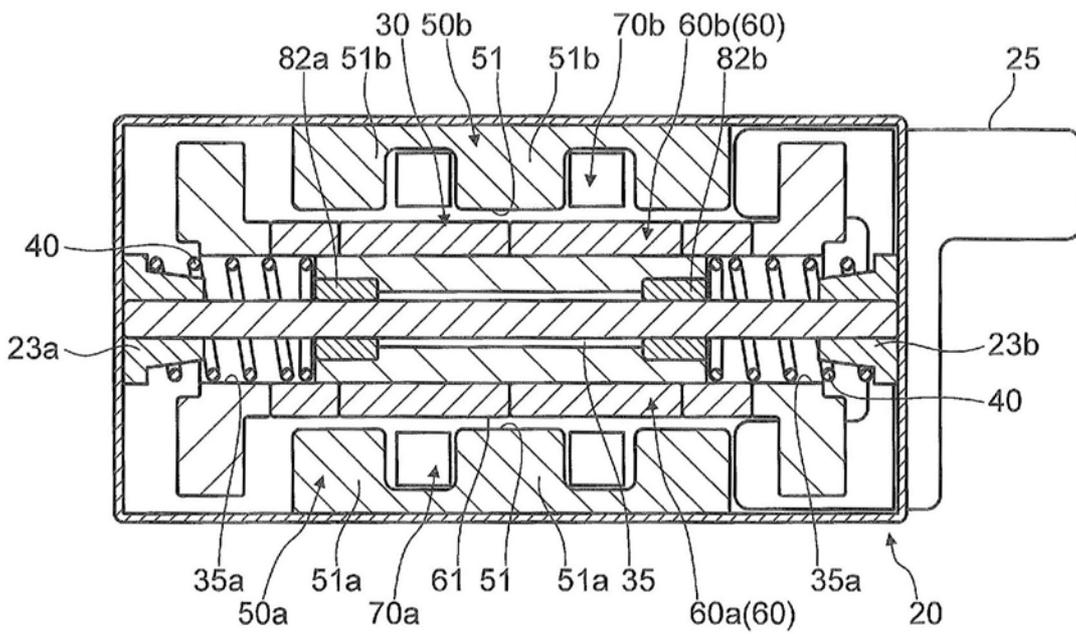


图5

10

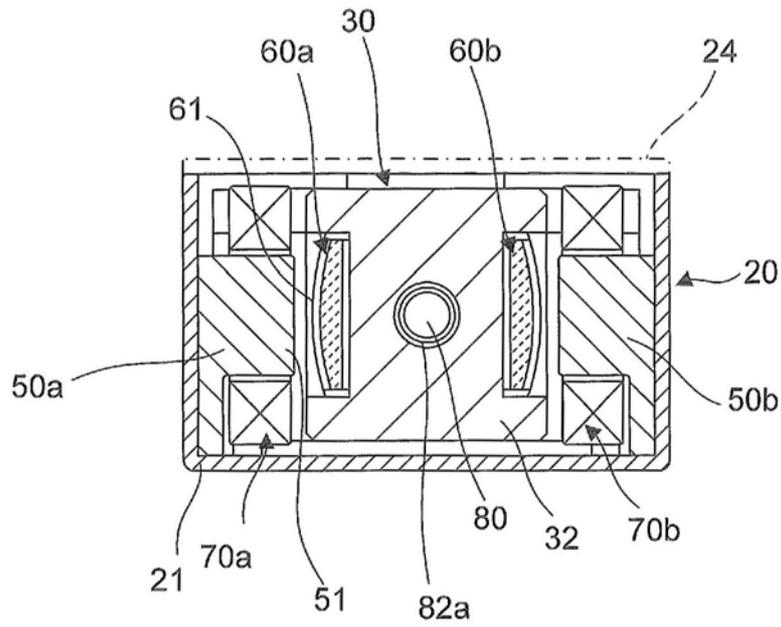


图6

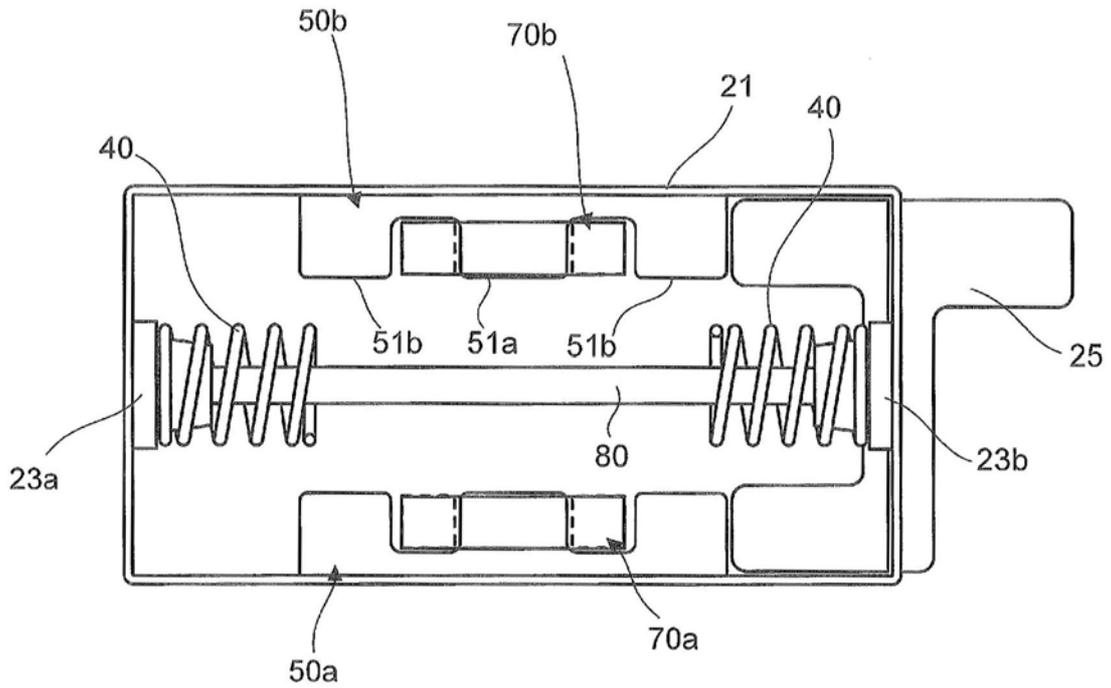


图7

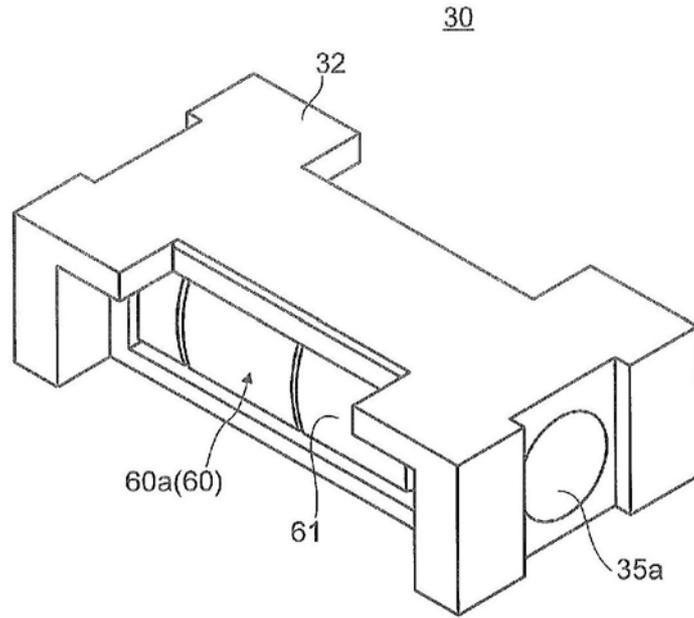


图8A

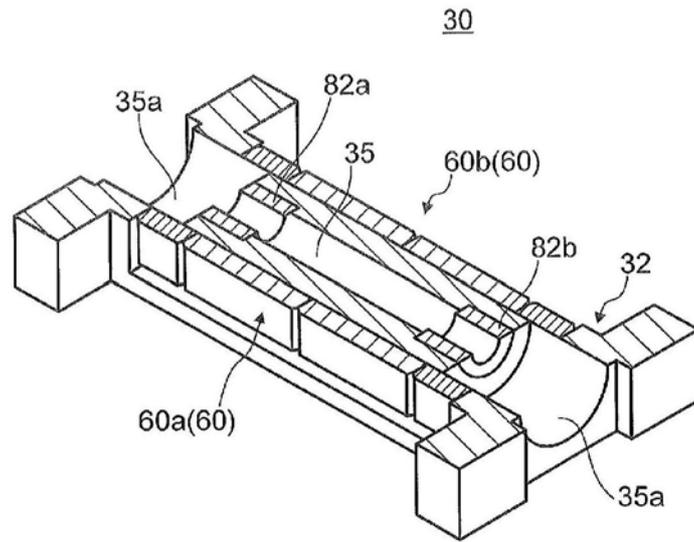


图8B

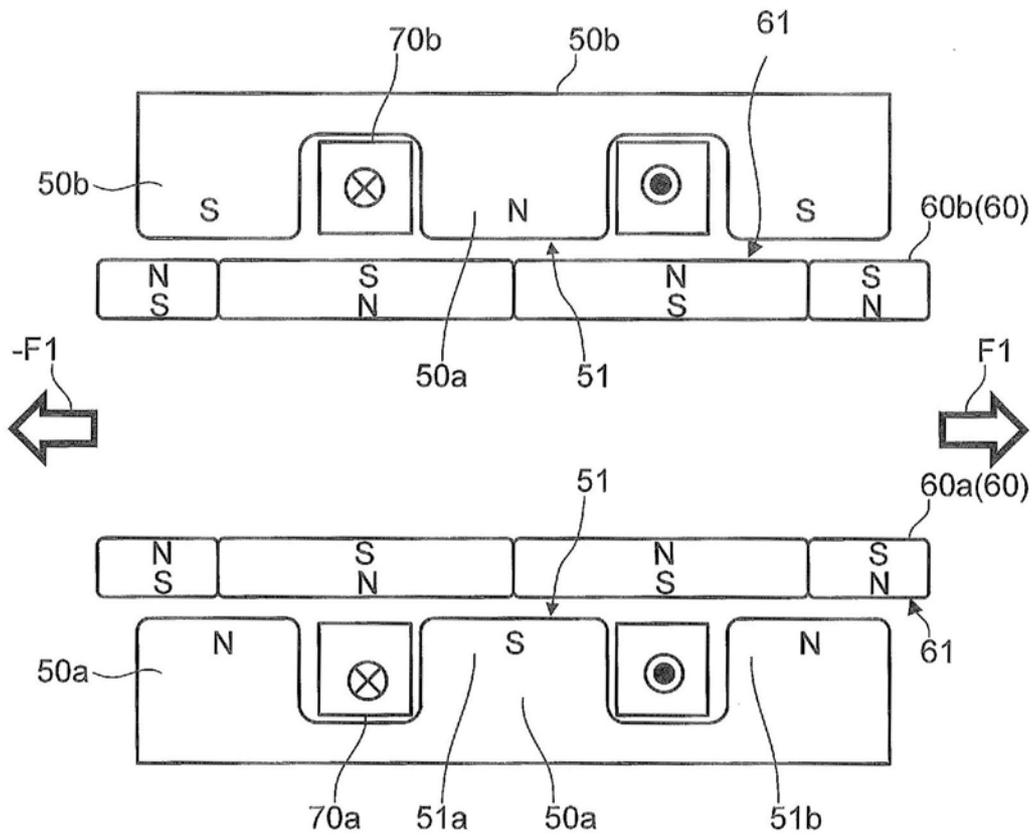


图9

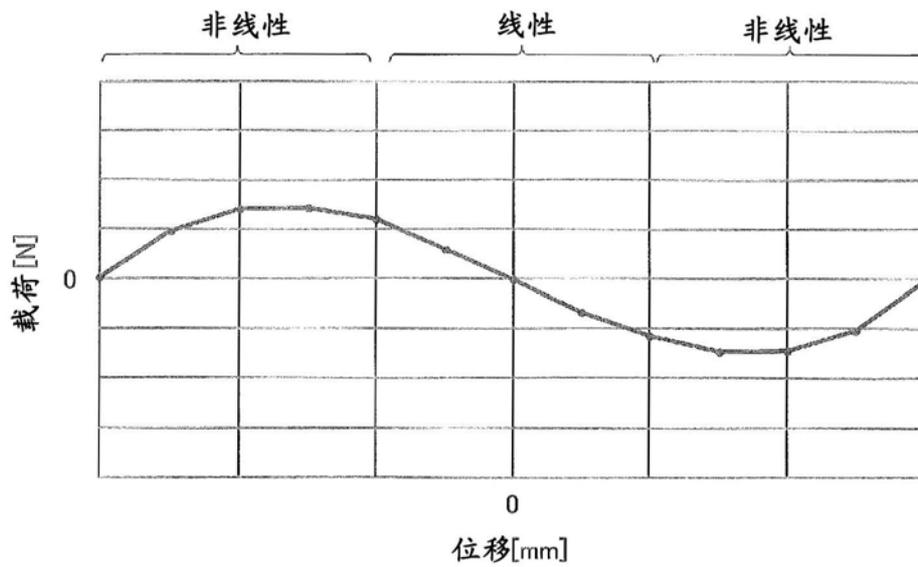


图10A

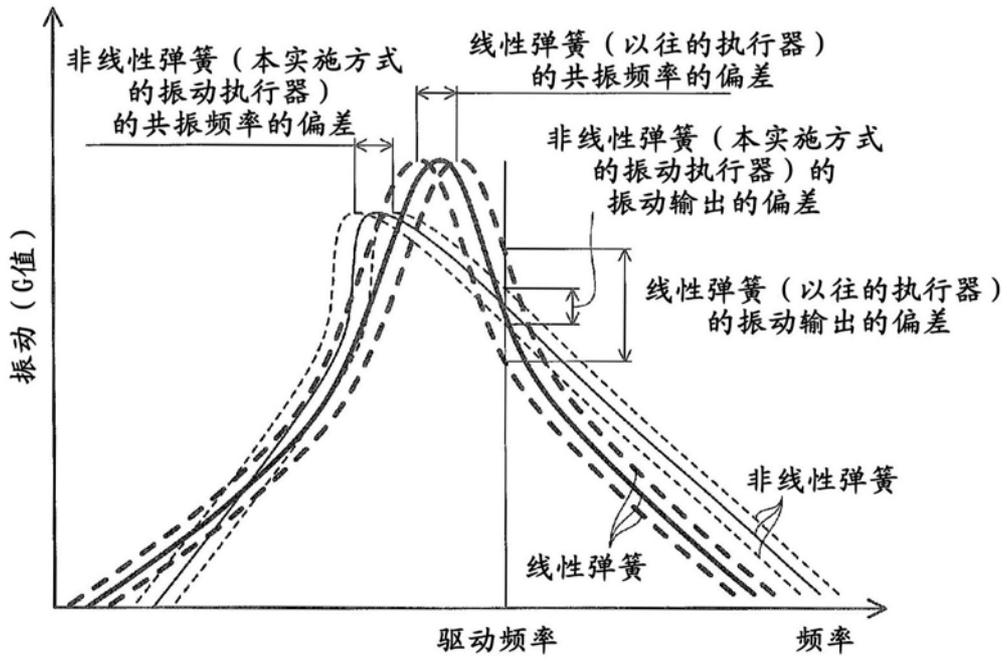


图10B

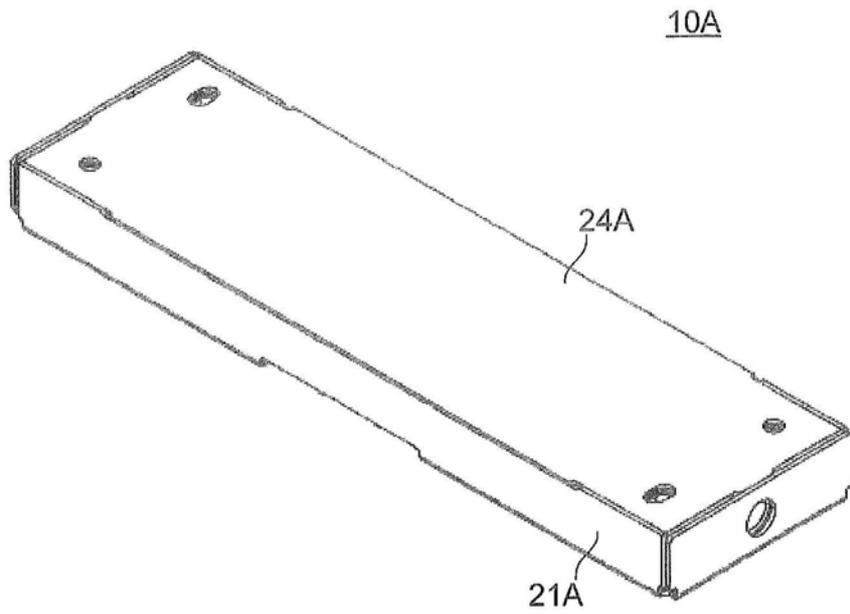


图11

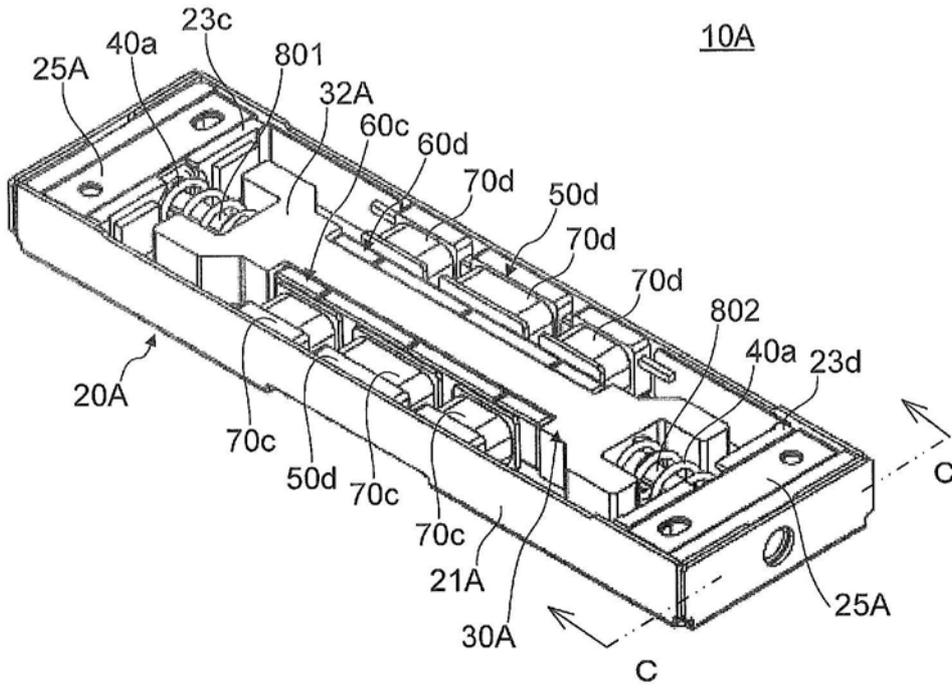


图12

10A

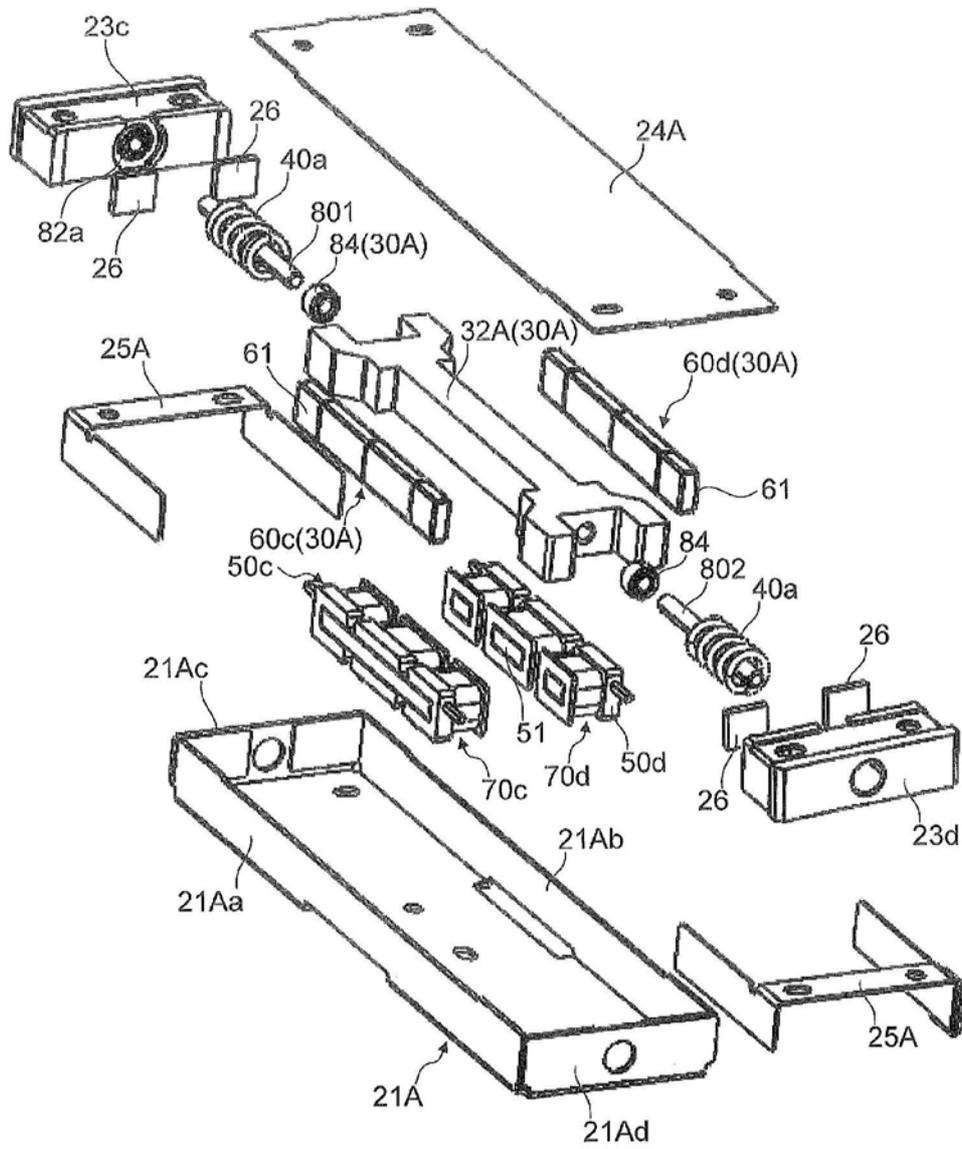


图13

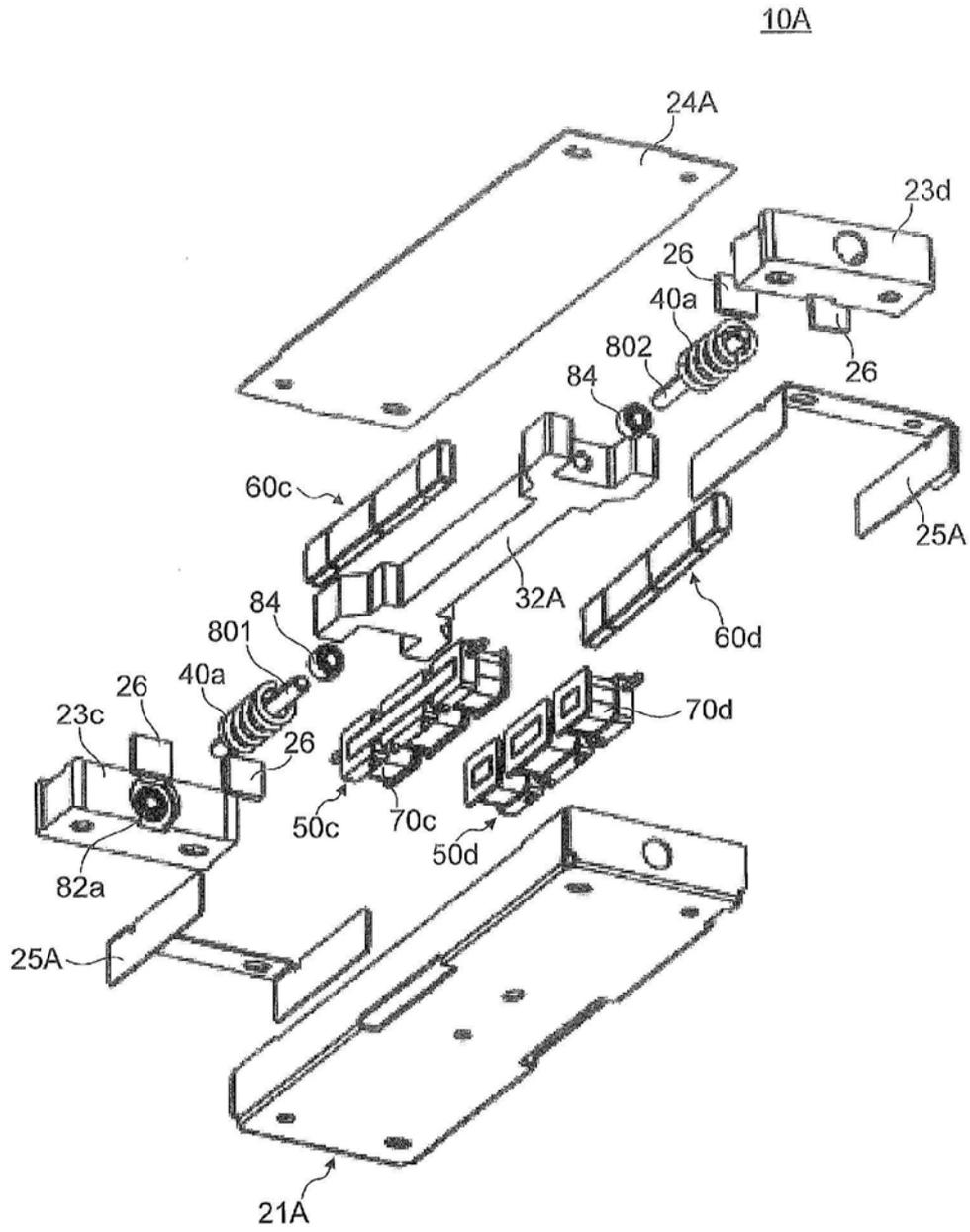


图14

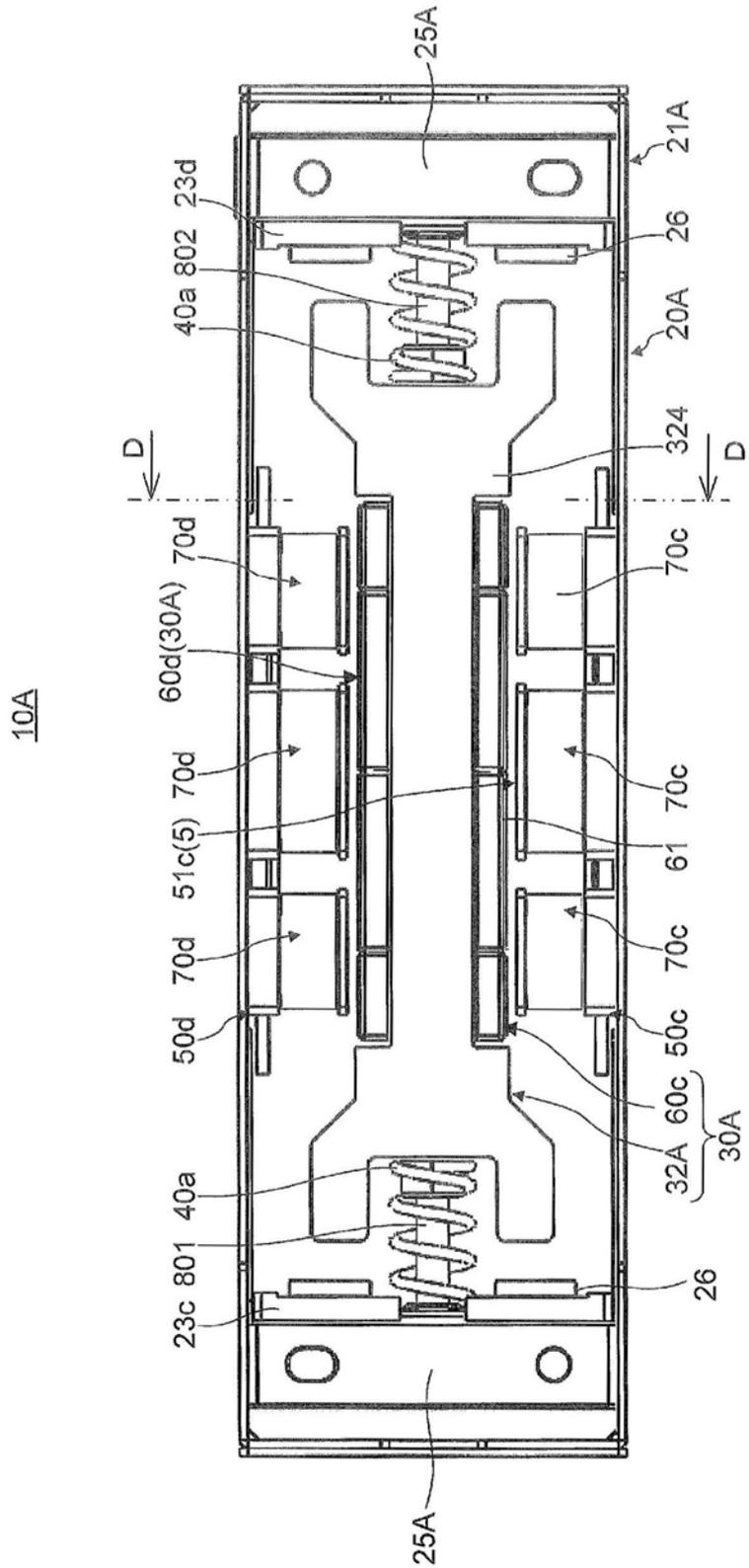


图15

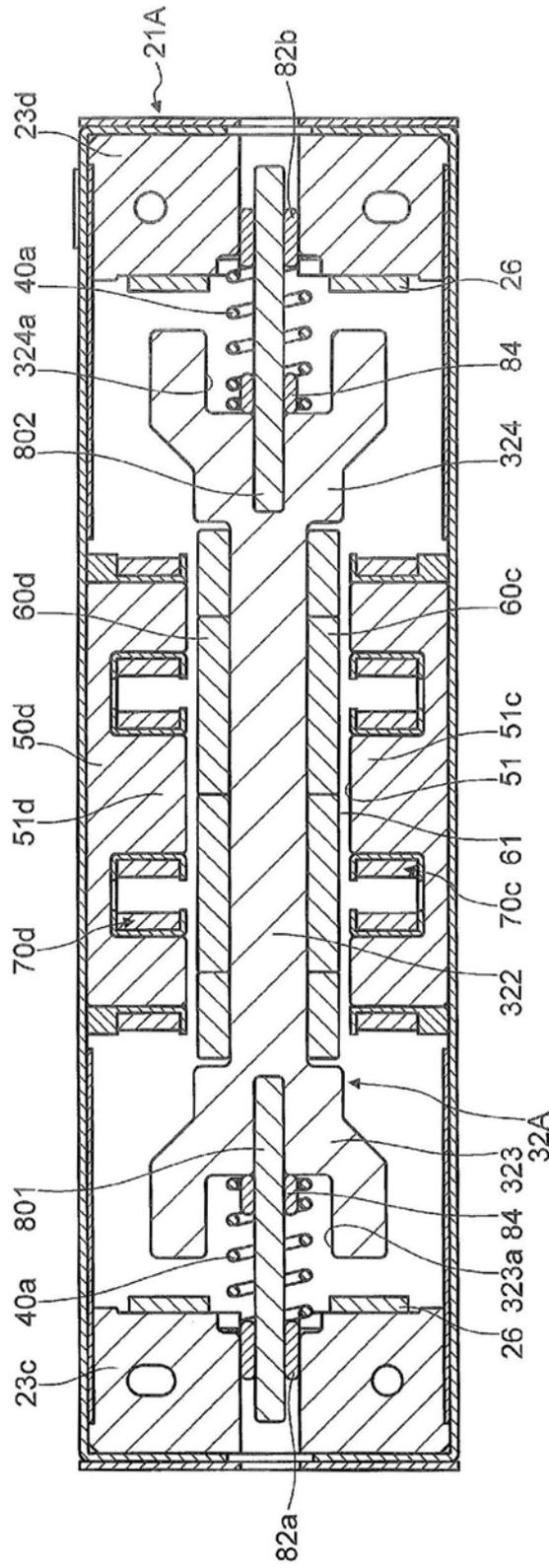


图16

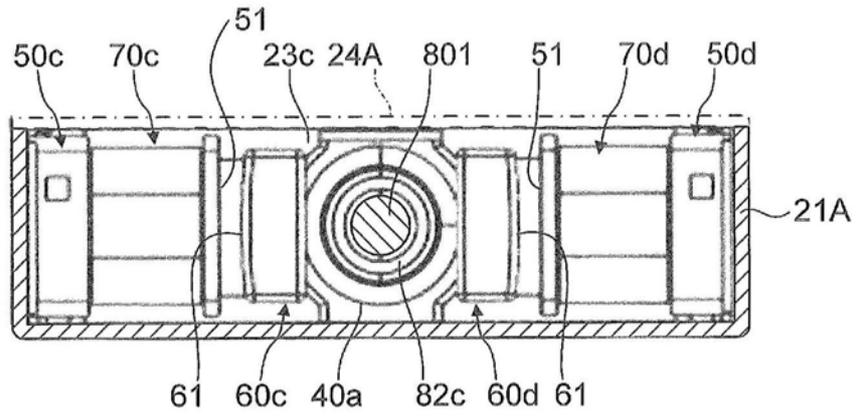


图17

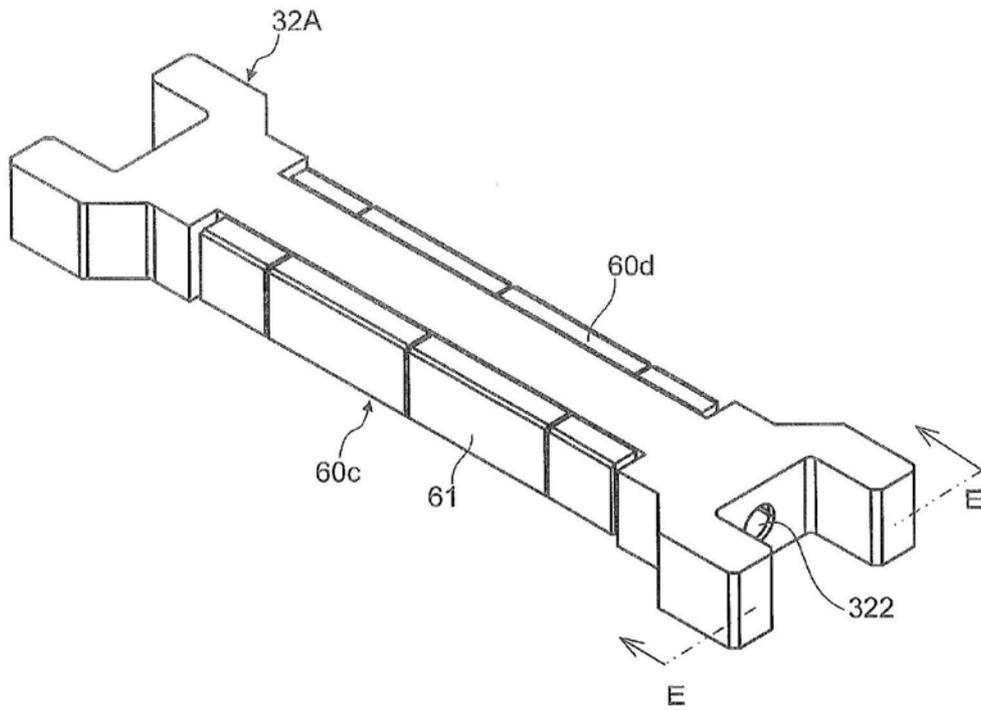


图18A

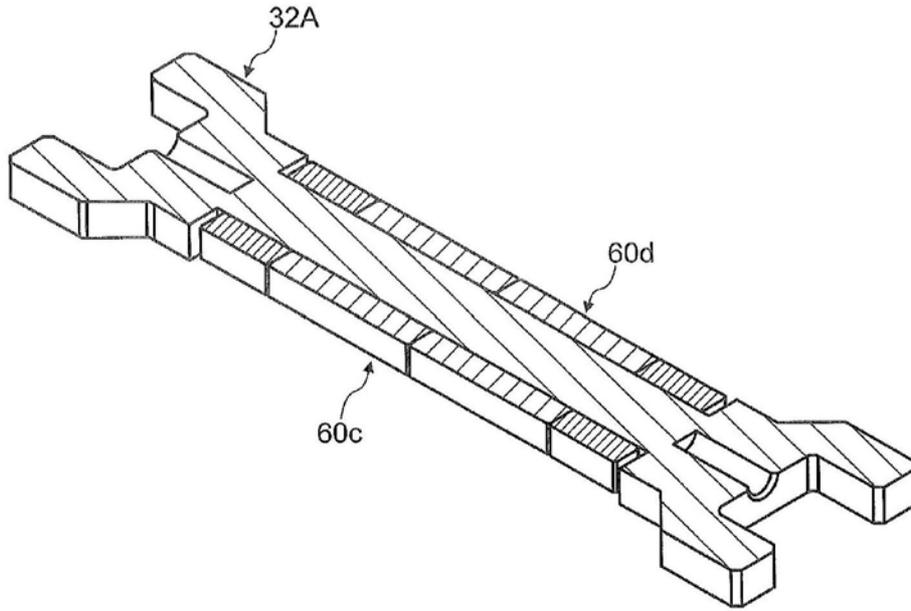


图18B

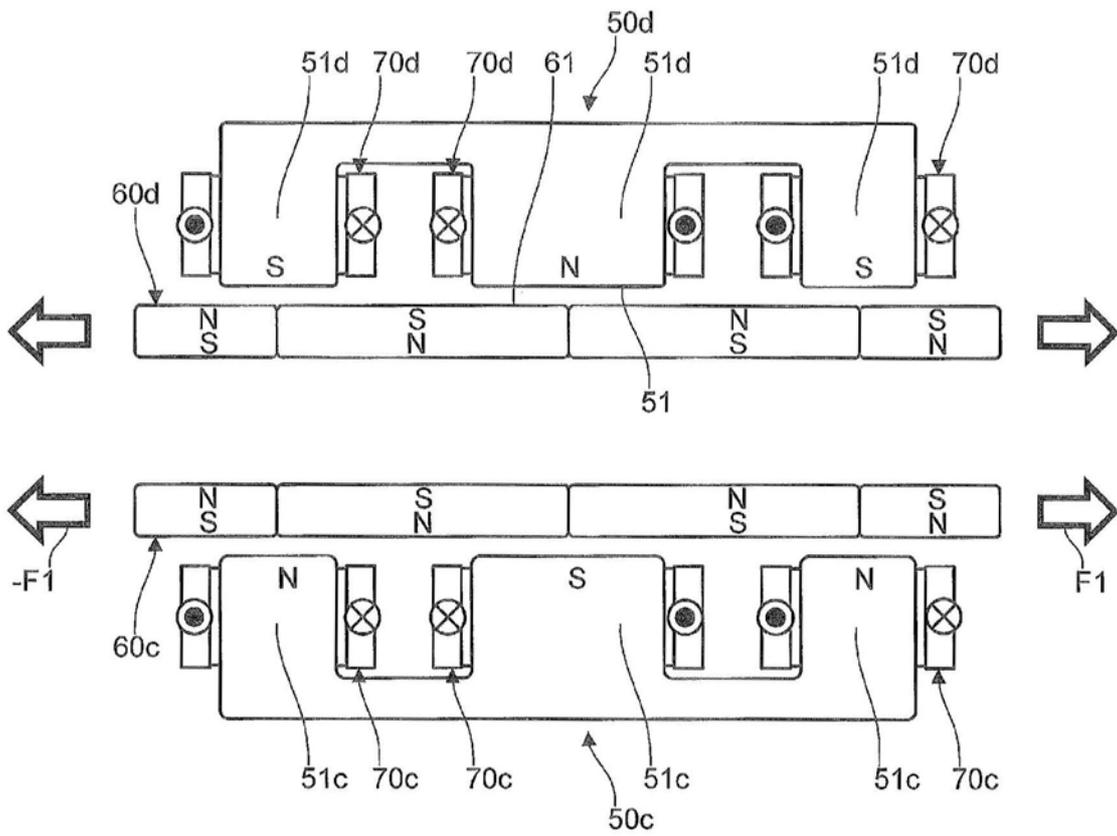


图19

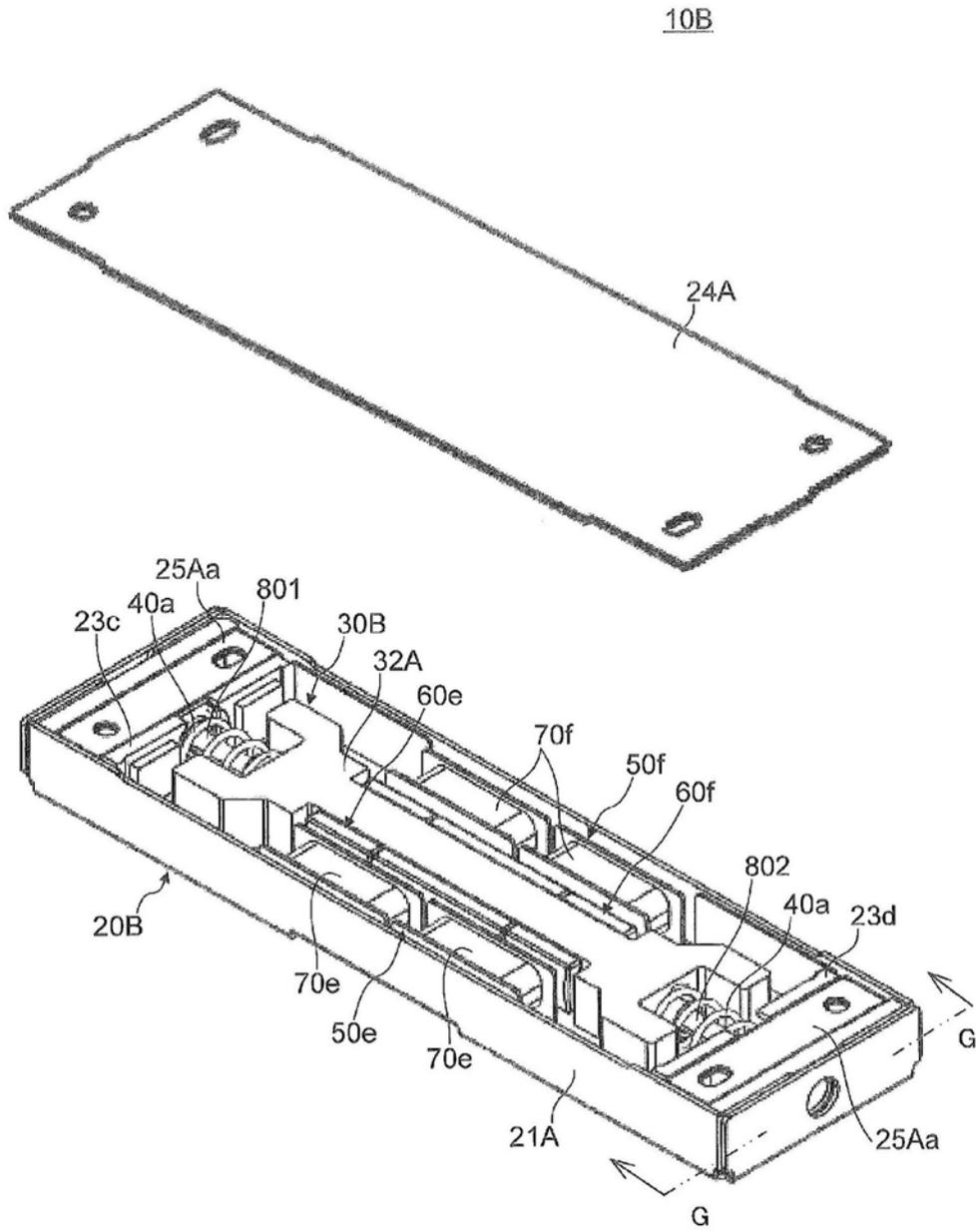


图20

10B

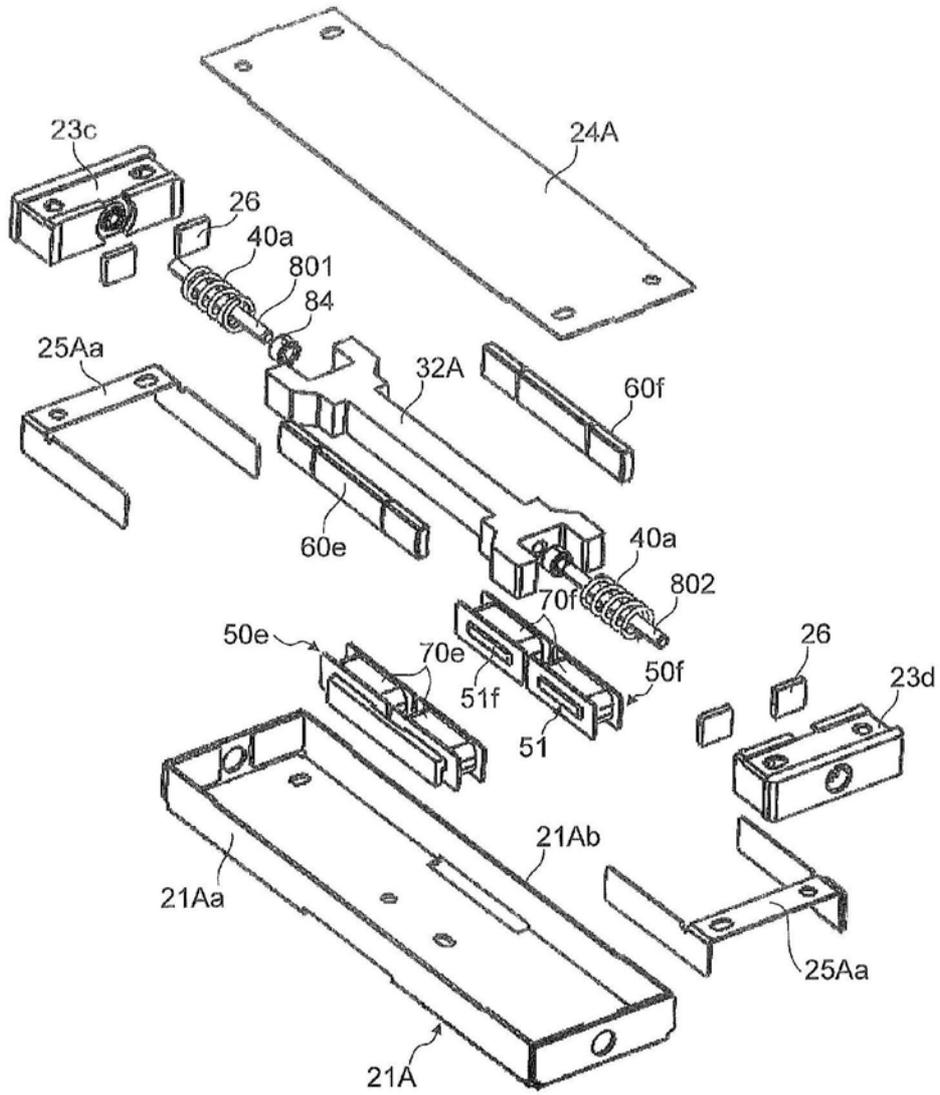


图21

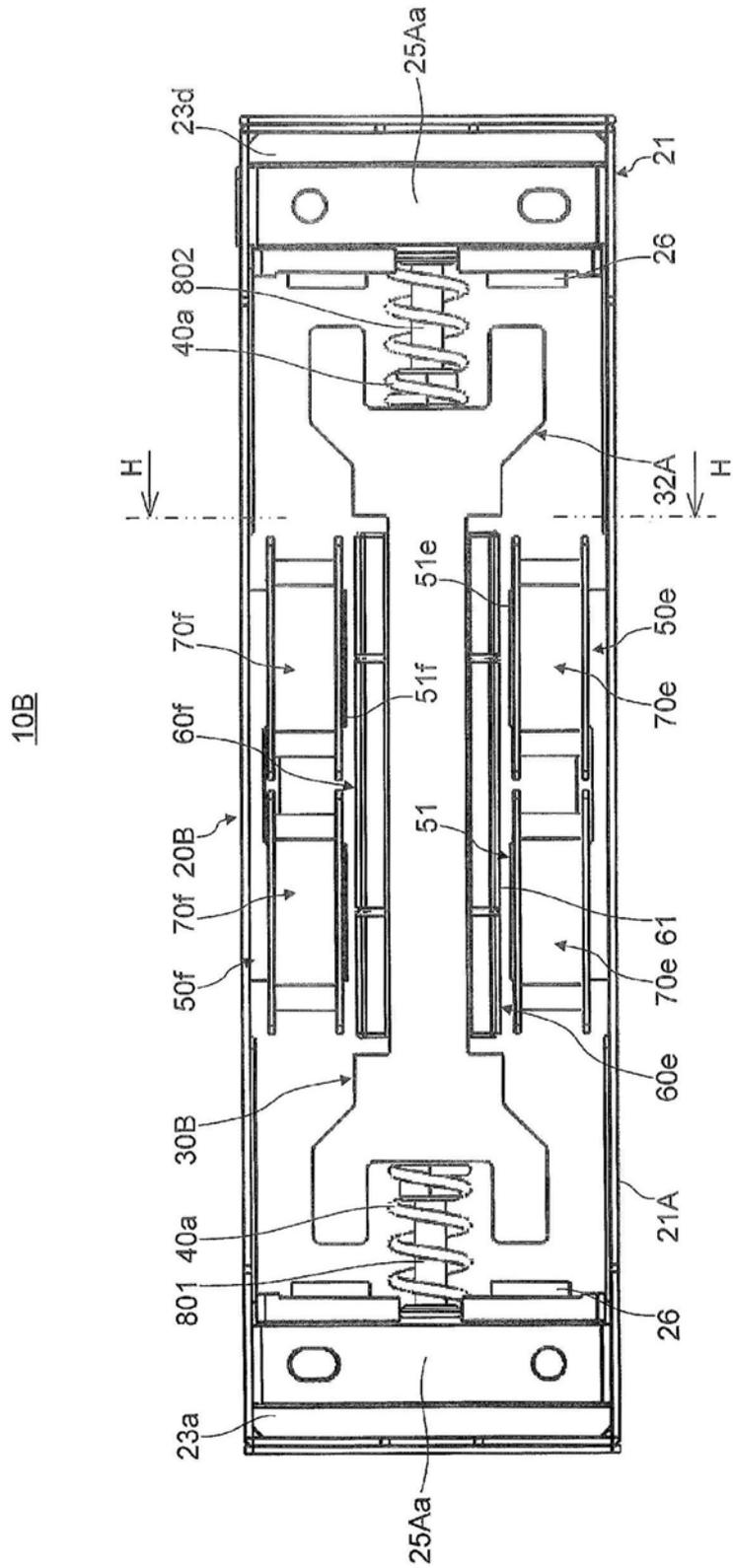


图22

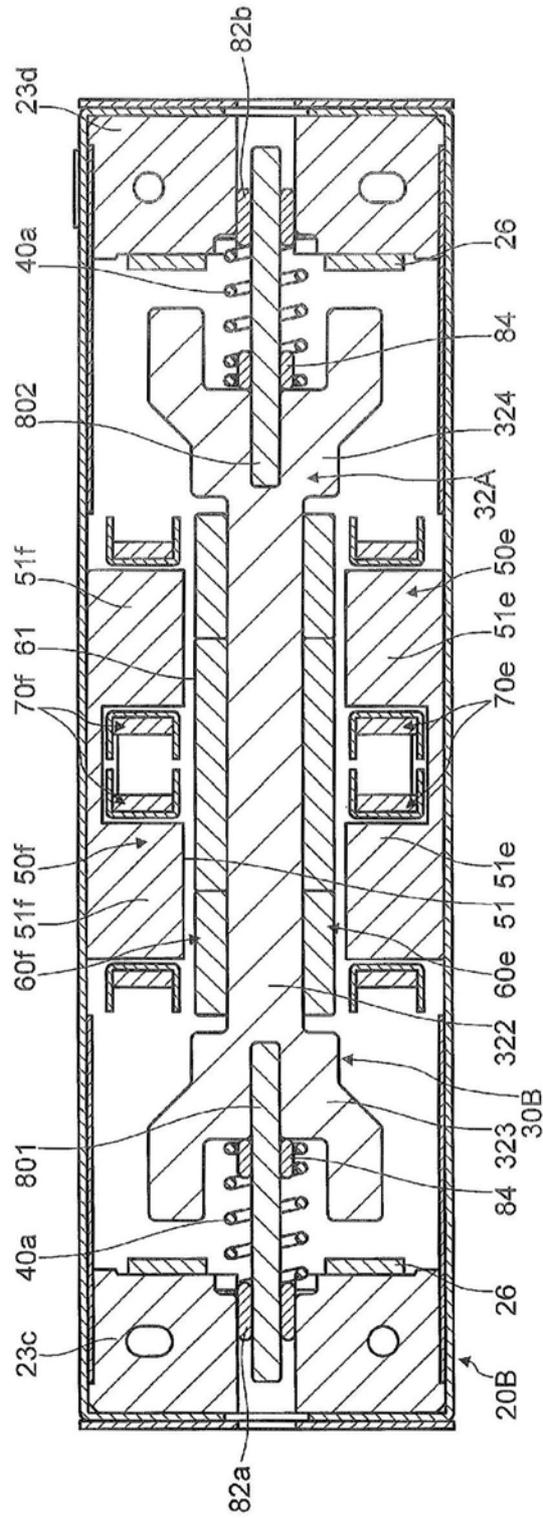


图23

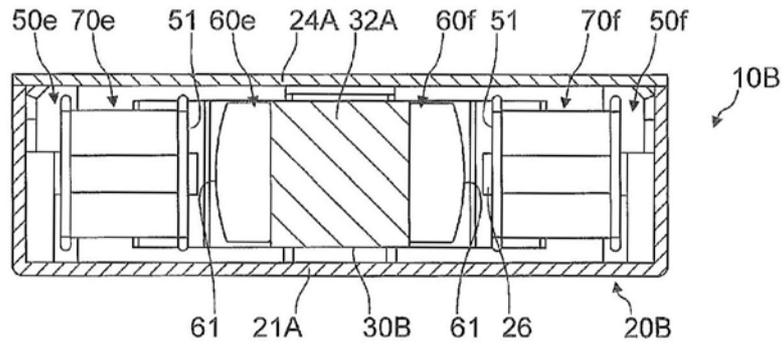


图24

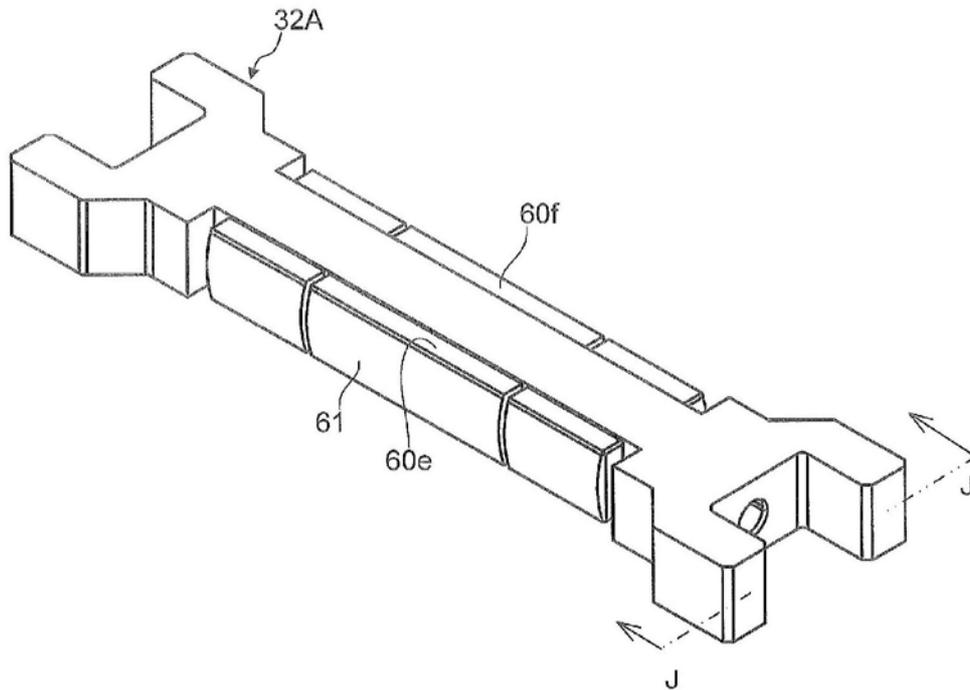


图25A

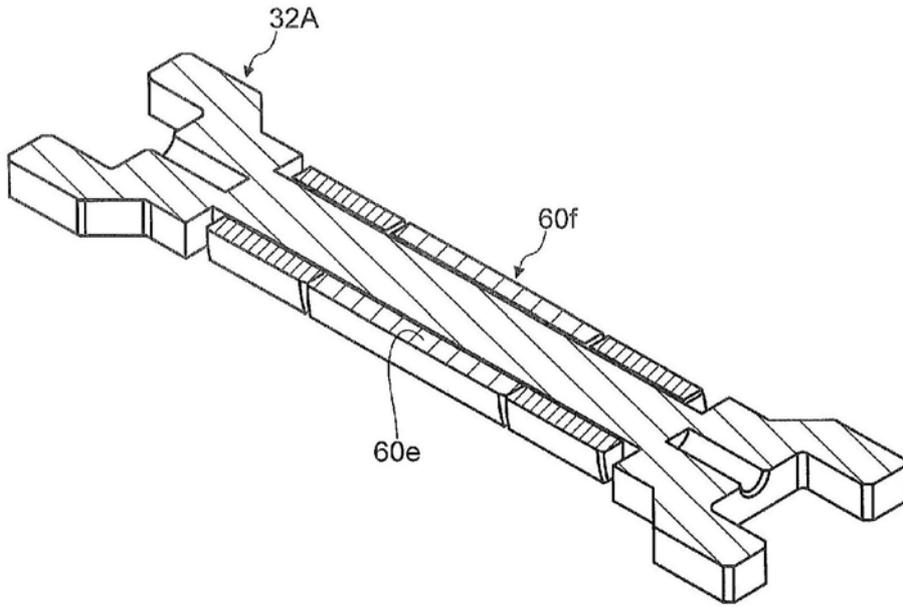


图25B

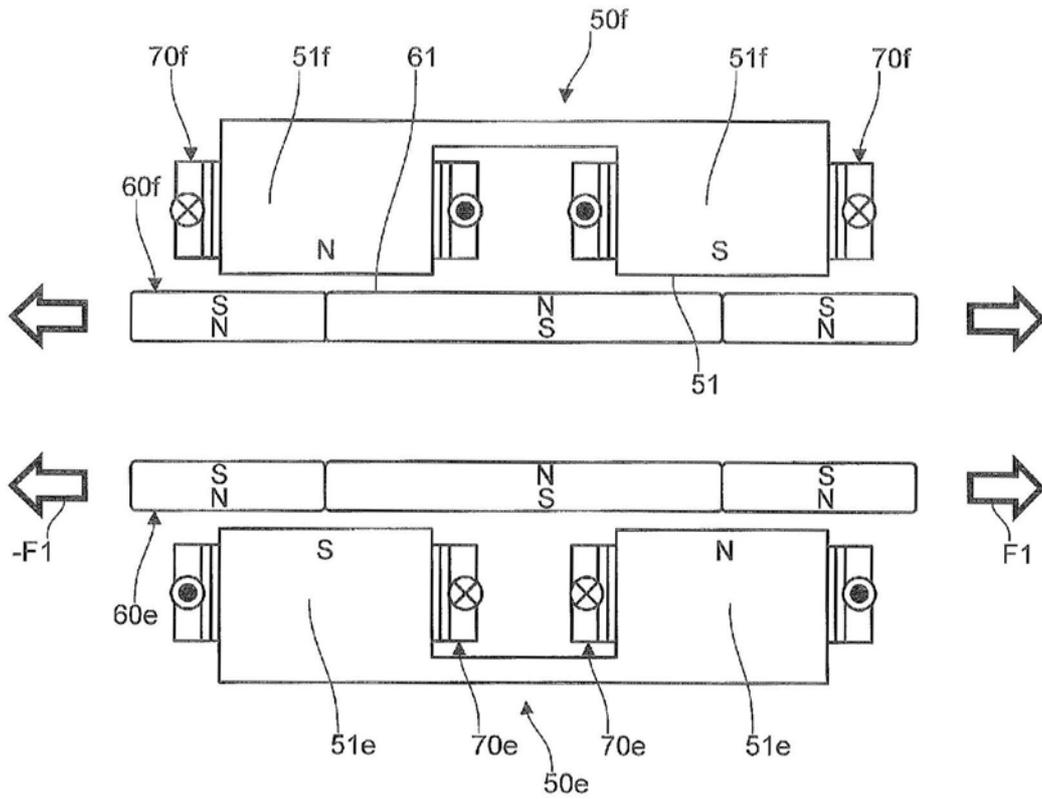


图26

10C

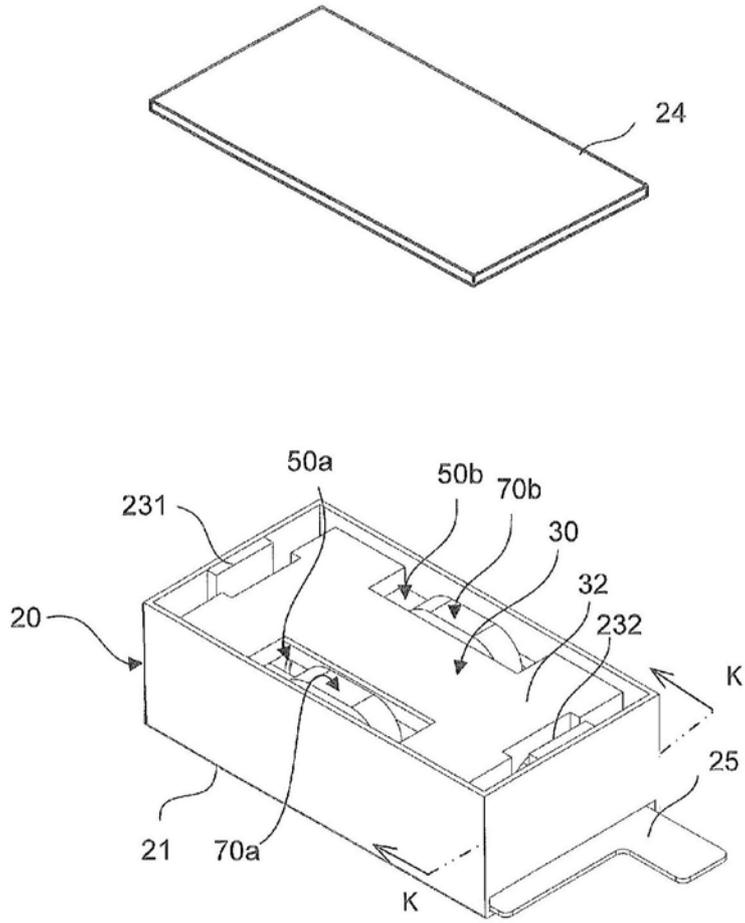


图27

10C

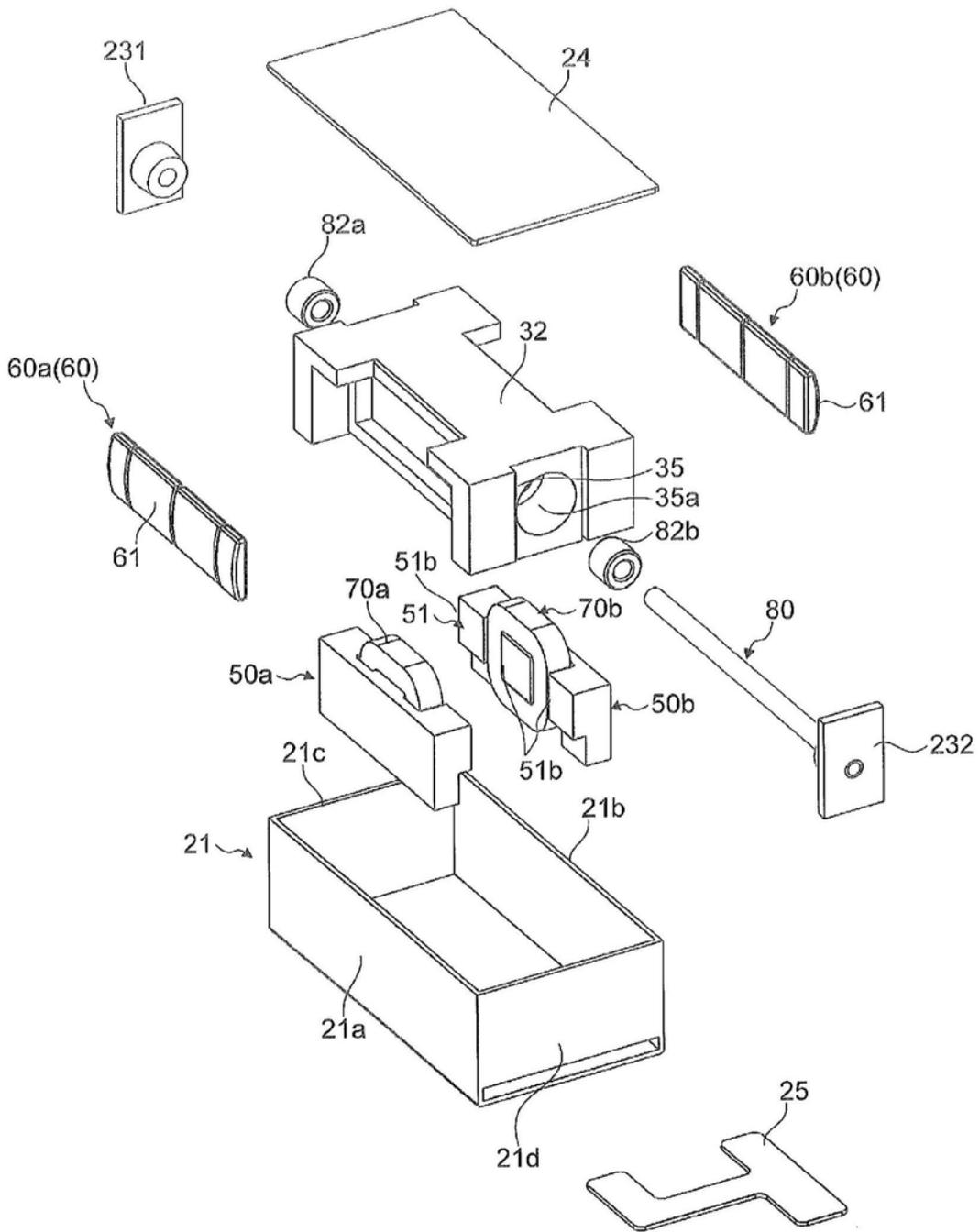


图28

10C

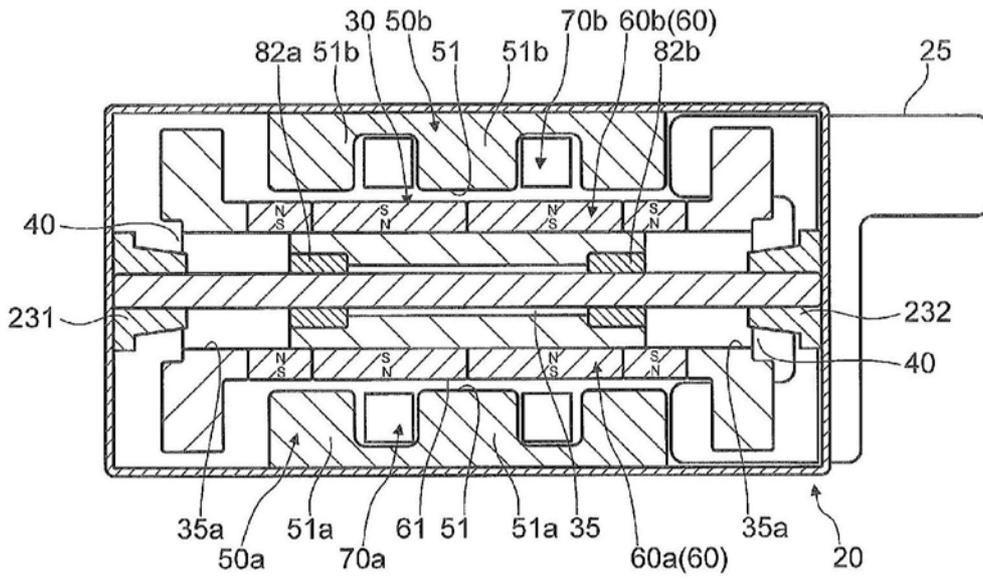


图29

100

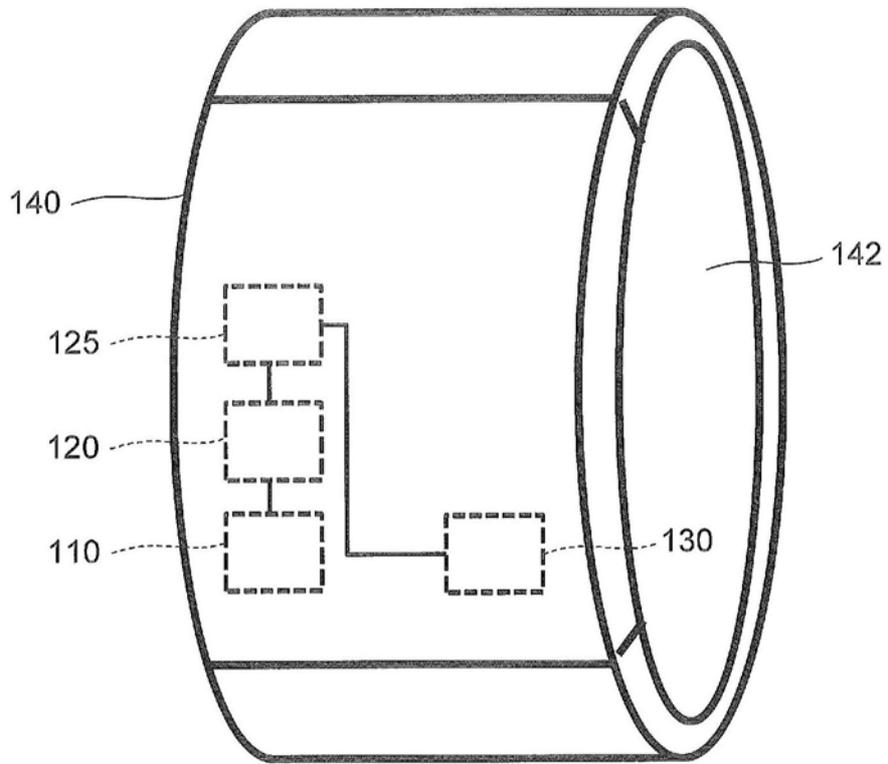


图30

200

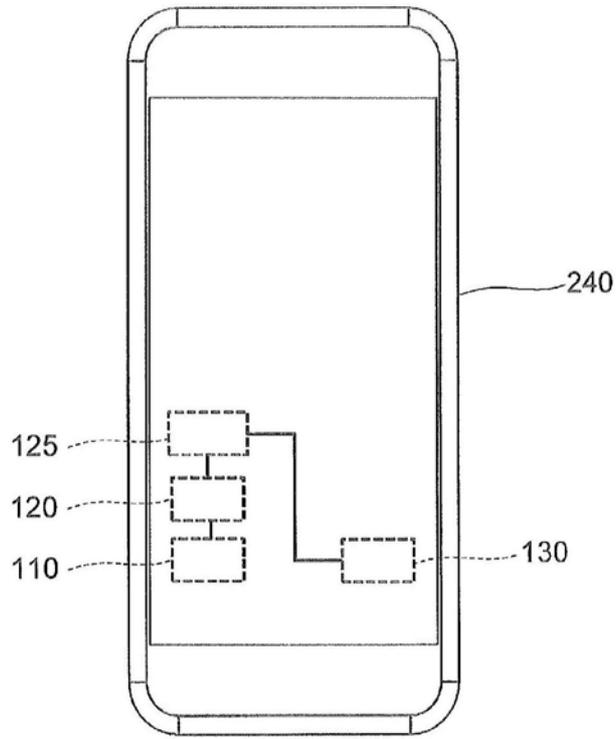


图31