



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115702047 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 14

(21) 申请号 202080102226.6

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2020.07.02

B06B 1/04 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.12.20

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/026096 2020.07.02

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/003921 JA 2022.01.06

(71) 申请人 丰达电机株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 山上宪

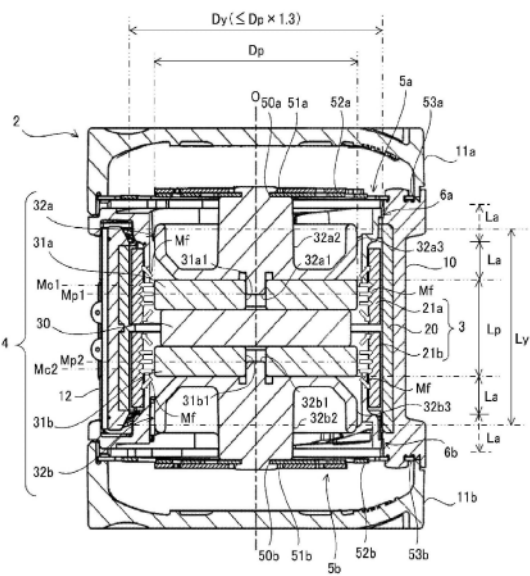
(74) 专利代理机构 北京智信四方知识产权代理有限公司 11519
专利代理师 方喜玲

权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称
振动致动器

(57) 摘要

振动致动器1具有壳体侧电磁驱动部3,可动件4,以及支承可动件4的一对片簧5a、5b。可动件4具有磁铁30,一对磁极片31a、31b,以及一对块体32a、32b。壳体侧电磁驱动部3具有一对线圈21a、21b以及筒状轭铁20,其中该筒状轭铁20配置在一对线圈21a、21b的径向外侧,形成为比该一对线圈21a、21b更向振动轴0方向上的外侧突出,由软磁性材料制成。在振动轴0方向上,轭铁0的平均长度 L_y 为:一对磁极片31a、31b的一端部到另一端部的长度 L_p 加上可动件4振动时一侧振幅 L_a 的2倍的长度后所得的长度 (L_p+2L_a) 以上。



1. 一种振动致动器,其特征在于,包括:
壳体,其由非磁性材料制成;
筒状的电磁驱动部,其设置在所述壳体的内部;
可动件,其设置在所述电磁驱动部的径向内侧,以沿着振动轴可振动的方式被支承;以及
一对片簧,其分别支承所述振动轴方向上的所述可动件的一端部和另一端部,
所述可动件具有:磁铁;一对磁极片,其沿着所述振动轴在两侧夹住所述磁铁,由软磁性材料制成;以及一对重物,其沿着所述振动轴在两侧夹住所述一对磁极片,由非磁性材料制成,
所述电磁驱动部具有:一对线圈,其沿着所述振动轴间隔地配置,并分别形成为筒状;以及筒状的轭铁,其配置在所述一对线圈的径向外侧,形成为比所述一对线圈更向所述振动轴方向上的外侧突出,由软磁性材料制成,
在所述振动轴方向上,所述轭铁的平均长度为:所述一对磁极片的一端部到另一端部的长度加上所述可动件振动时一侧振幅的2倍的长度后所得的长度以上。
2. 根据权利要求1所述的振动致动器,其中,
在所述振动轴方向上,所述轭铁的平均长度为:所述一对磁极片的一端部到另一端部的长度加上所述振幅的4倍的长度后所得的长度以下。
3. 根据权利要求1或2所述的振动致动器,其中,
所述轭铁的内径为所述磁极片的外径的1.3倍以下。
4. 根据权利要求3所述的振动致动器,其中,
所述轭铁的内径为所述磁极片的外径的1.2倍以上。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的振动致动器,其中,
所述一对线圈各自振动轴方向上的中心位置,比非振动时所述一对磁极片中处于同一侧的磁极片的中心位置更靠振动轴方向上的外侧。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的振动致动器,其中,
所述轭铁在所述振动轴方向上的一侧端缘和另一侧端缘分别形成有一个或多个切口部,所述轭铁的一侧端缘的切口部的切口面积总和与另一侧端缘的切口部的切口面积总和一致。

振动致动器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种振动致动器。

背景技术

[0002] 迄今为止,在移动电话等通信设备中,作为向人通知来电或报警的方法,存在一种通过使用振动致动器(或振动马达)产生振动来进行通知的方法。近年来,在电影、游戏、VR(Virtual Reality:虚拟现实)的领域中,例如,作为动作场景的演出效果、对玩家的反馈方法之一,也使用了振动致动器,并且通过振动来刺激人的触觉,从而提高真实感。

[0003] 以往,振动致动器使用由电机使偏心块体(eccentric mass)旋转以通过惯性力产生振动的方法,但是有产品采用具有振动响应快且可以得到逼真触感的音圈型振动致动器。例如,专利文献1的振动致动器具有使包括重物等在内的可动件(专利文献1中称为可动体)进行电气往复移动的结构,可动件由壳体内部的片簧支承。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2019-170118号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的问题

[0008] 然而,为了提高在小型装置的安装性,需要将振动致动器进一步小型化。另一方面,还需要用于产生足够振动的驱动力,并期待小型化且能够产生足够驱动力的振动致动器。

[0009] 本发明为了解决上述的问题而做成,其目的在于,提供一种能够在实现小型化的同时产生足够驱动力的振动致动器。

[0010] 解决问题的手段

[0011] 为了达成上述目的,本发明的振动致动器包括:壳体,其由非磁性材料制成;筒状的电磁驱动部,其设置在所述壳体的内部;可动件,其设置在所述电磁驱动部的径向内侧,以沿着振动轴可振动的方式被支承;以及一对片簧,其分别支承所述振动轴方向上的所述可动件的一端部和另一端部。所述可动件具有:磁铁;一对磁极片,其沿着所述振动轴在两侧夹住所述磁铁,由软磁性材料制成;以及一对重物,其沿着所述振动轴在两侧夹住所述一对磁极片,由非磁性材料制成。所述电磁驱动部具有:一对线圈,其沿着所述振动轴间隔地配置,并分别形成为筒状;以及筒状的轭铁,其配置在所述一对线圈的径向外侧,形成为比所述一对线圈更向所述振动轴方向上的外侧突出,由软磁性材料制成。在所述振动轴方向上,所述轭铁的平均长度为,所述一对磁极片的一端部到另一端部的长度加上所述可动件振动时一侧振幅的2倍的长度后所得的长度以上。

[0012] 在上述振动致动器中,在所述振动轴方向上,所述轭铁的平均长度可以为:所述一对磁极片的一端部到另一端部的长度加上所述振幅的4倍的长度后所得的长度以下。

[0013] 此外,在上述振动致动器中,所述轭铁的内径可以为所述磁极片的外径的1.3倍以下。

[0014] 此外,在上述振动致动器中,所述轭铁的内径可以为所述磁极片的外径的1.2倍以上。

[0015] 此外,在上述振动致动器中,所述一对线圈各自振动轴方向上的中心位置,可以比非振动时所述一对磁极片中处于同一侧的磁极片的中心位置更靠振动轴方向上的外侧。

[0016] 此外,在上述振动致动器中,所述轭铁在所述振动轴方向上的一侧端缘和另一侧端缘分别形成有一个或多个切口部,所述轭铁的一侧端缘的切口部的切口面积总和与另一侧端缘的切口部的切口面积总和一致。

[0017] 发明效果

[0018] 根据使用上述手段的本发明的振动致动器,能够在实现小型化的同时,产生足够的振动的驱动力。

附图说明

[0019] 图1是本发明实施方式的振动致动器的分解立体图;

[0020] 图2是本发明实施方式的振动致动器的纵剖视图;

[0021] 图3是说明振动致动器的工作的图;

[0022] 图4A是可动件向振动轴方向上的一侧移动的状态的剖视图;

[0023] 图4B是可动件向振动轴方向上的另一侧移动的状态的剖视图;

[0024] 图5是轭铁的立体图;

[0025] 图6是轭铁长度与力因数的关系的图表;

[0026] 图7是示出改变了轭铁内径、磁极片外径、磁铁外径、轭铁的板厚的振动致动器模型中的力因数BL的关系的表;以及

[0027] 图8是示出图7的各振动致动器模型中从第一轭铁长度 L_{y1} 到第二轭铁长度 L_{y2} 的力因数的减少率的图表。

具体实施方式

[0028] 以下,基于附图对本发明一实施方式进行说明。

[0029] 图1是本发明实施方式的振动致动器的分解立体图,图2是振动致动器的纵剖视图,图3是说明振动致动器的工作的图,图4A是可动件向振动轴方向上的一侧移动的状态的剖视图,图4B是可动件向振动轴方向上的另一侧移动的状态的剖视图。下面,基于这些附图对振动致动器的结构进行说明。

[0030] 振动致动器1主要由如下构成:作为外壳的筒状的壳体2;设置在该壳体2内部的壳体侧电磁驱动部3;通过该壳体侧电磁驱动部3可以振动的可动件4;以及分别弹性支承该可动件4两端的第一片簧5a和第二片簧5b。该振动致动器1例如安装于移动电话或智能手机等便携式终端、游戏机的控制器等中。

[0031] 壳体2具有圆筒状的壳体主体10、以及第一罩壳11a和第二罩壳11b,壳体主体10的两开口端被第一罩壳11a和第二罩壳11b封闭。壳体主体10、第一罩壳11a以及第二罩壳11b分别由ABS等树脂材料制成。在壳体主体10的外表面,形成有与未图示的引线连接的端子

12。

[0032] 壳体侧电磁驱动部3具有轭铁20和一对线圈21a、21b。可动件4具有磁铁30和一对磁极片31a、31b。详细来说,沿壳体2的内周设有圆筒状的由软磁性材料制成的轭铁20,和以与轭铁20电绝缘状态安装在轭铁20内周的第一线圈21a和第二线圈21b。

[0033] 第一线圈21a和第二线圈21b沿着轭铁20的内周缠绕起来。该第一线圈21a和第二线圈21b能够分别通过来自端子21的通电而产生磁场。需要说明的是,第一线圈21a和第二线圈21b也可以通过胶粘剂等固定于轭铁20或第一内导向件6a和第二内导向件6b。

[0034] 第一线圈21a和第二线圈21b与可动件4间隔地包围可动件4。可动件4以沿着振动轴0(壳体2的轴方向)振动的方式配置。可动件4具有:圆板状的磁铁30;以夹着磁铁30的方式布置的圆板状的第一磁极片31a和第二磁极片31b;以及以夹着磁铁30、第一磁极片31a、第二磁极片31b的方式布置的第一块体(配重物、重物)32a、第二块体(配重物、重物)32b。

[0035] 磁铁30的磁化方向为振动轴0的方向。第一磁极片31a和第二磁极片31b由软磁性材料制成,并利用磁铁30的磁吸附力及胶粘剂等安装在磁铁30上。在各自中央部形成的通孔31a1、31b1中分别插入第一块体32a和第二块体32b的中央突起部32a1,32b1,而使第一磁极片31a和第二磁极片31b一体化。

[0036] 这样,构成可动件4的磁铁30、第一磁极片31a、第二磁极片31b、第一块体32a、第二块体32b成为一体化。需要说明的是,这些磁铁30、第一磁极片31a、第二磁极片31b、第一块体32a、第二块体32b的一体化并不限于利用上述磁吸附力或胶粘剂进行安装,也可以通过螺纹固定等机械方法或其他方法进行固定来实现一体化。

[0037] 第一块体32a和第二块体32b由非磁性体制成,并且由圆柱部32a2、32b2和有底圆筒部32a3、32b3构成。其中,圆柱部32a2、32b2在振动轴0方向上延伸,有底圆筒部32a3、32b3从该圆柱部32a2、32b2的根部(振动轴0方向中央侧)向振动轴0的垂直方向(以下称为径向)扩展,并向振动轴0方向上的外侧开口,剖面呈U字状。

[0038] 这样构成的可动件4的振动轴0方向上的两端部,即第一块体32a和第二块体32b各自的顶端部32a4、32b4分别由第一片簧5a和第二片簧5b支承住。

[0039] 第一片簧5a和第二片簧5b的一面上分别设有弹性部件。

[0040] 第一片簧5a和第二片簧5b通过各自中央支承部51a、51b形成的孔50a、50b分别与可动件4的第一块体32a、第二块体32b连结。

[0041] 此外,在第一片簧5a、第二片簧5b中,多个臂部52a、52b分别从中央支承部51a、51b以旋涡状向外周延伸,并与环状的框部53a、53b连结。然后,第一片簧5a、第二片簧5b的框部53a、53b与壳体主体10连结。

[0042] 第一片簧5a、第二片簧5b由金属的一个或多个片簧构成,例如在本实施方式中,使用对不锈钢(弹簧材料)的薄板进行加工而成的部件。第一片簧5a、第二片簧5b的材料不限于金属,也可以是含有树脂或纤维的复合材料。此外,第一片簧5a、第二片簧5b的材料优选耐疲劳且可挠性优异的材料。此外,第一片簧5a和第二片簧5b设有弹性部件,通过此弹性部件的变形,对各片簧5a,5b进行减振。

[0043] 这样构成的第一片簧5a、第二片簧5b在振动轴0方向以及包含与该振动轴0正交的垂直的径向在内的交叉方向上,能够在规定范围内产生弹性变形。需要说明的是,该规定范围相当于当作为振动致动器1正常使用时可动件4的振幅范围。因此,该规定范围至少是第

一片簧5a、第二片簧5b不与壳体2接触的范围,是不超过第一片簧5a、第二片簧5b的弹性变形的界限的范围。

[0044] 第一内导向件6a在振动致动器1的振动轴0方向的一侧,设置在比第一片簧5a更靠振动轴0方向的另一侧(壳体2的中央侧)的位置处。第二内导向件6b在振动致动器1的振动轴0方向的另一侧,设置在比第二片簧5b更靠振动轴0方向的一侧(壳体2的中央侧)的位置处。即,第一内导向件6a和第二内导向件6b在壳体2内设置于比第一片簧5a和第二片簧5b更靠振动轴0方向中央侧的位置处。第一内导向件6a和第二内导向件6b例如由ABS等树脂材料形成。不过,第一内导向件6a和第二内导向件6b的材料不限于树脂材料。

[0045] (工作)

[0046] 具有上述结构的振动致动器1在第一线圈21a和第二线圈21b未通电的状态(平衡状态)下,如图2所示,由第一片簧5a和第二片簧5b支承的可动件4位于第一线圈21a和第二线圈21b的中央。

[0047] 在使可动件4振动时,经由端子12在产生反极性的磁场的方向上对第一线圈21a和第二线圈21b通入交流电。也就是说,在第一线圈21a与第二线圈21b的相邻部分产生同极。

[0048] 例如,在图3所示的极性的情况下,在可动件4上产生实线箭头A所示的朝着振动轴0方向的另一侧(图3中的下方)的推力,如果使向第一线圈21a和第二线圈21b流动的电流反转,则在可动件4上产生虚线箭头B所示的朝着振动轴0方向的一侧(图3中的上方)的推力。

[0049] 这样,如果对第一线圈21a和第二线圈21b通入交流电,则可动件4受到电磁力导致的推力和各片簧5a、5b导致的恢复力,并沿振动轴0振动。

[0050] 对可动件4产生的推力基本上依照基于弗莱明左手定则所给出的推力。在本实施方式中,由于第一线圈21a、第二线圈21b被固定在壳体2上,因此对在安装有磁铁30等的可动件4产生作为在第一线圈21a、第二线圈21b上所产生的力的反作用力的推力。

[0051] 有助于推力的是从可动件4的磁铁30到磁极片31a、31b、从磁极片31a、31b的侧面经由线圈21a、21b到轭铁20的磁通量的水平分量(与磁铁30的轴向正交的分量)。并且,轭铁20增大磁铁30的磁通量的水平分量。

[0052] 需要说明的是,本实施方式的振动致动器1,在振动轴0方向上,当可动件4向振动轴0方向上的一侧进行了最大限度的位移时,另一侧的第二磁极片31b位移到与一侧的第一线圈21a部分重叠的位置。反之、当可动件4向振动轴0方向上另一侧进行了最大限度的位移时,一侧的第一磁极片31a位移到与另一侧的第二线圈21b部分重叠的位置。

[0053] 可动件4正常振动时,第一片簧5a和第二片簧5b在振动轴0方向和径向上在规定范围内弹性变形,可动件4与第一片簧5a和第二片簧5b不接触第一内导向件6a和第二内导向件6b。

[0054] 另一方面,例如当安装了振动致动器1的设备落下时,可动件4比图4A、图4B所示的更向振动轴0方向上的外侧过度摆动,当第一片簧5a和第二片簧5b超过规定范围运动时,第一片簧5a或第二片簧5b与第一内导向件6a或第二内导向件6b接触。从而,限制可动件4进一步朝振动轴0方向上的一侧移动,并防止可动件4与壳体2(第一罩壳11a)接触。

[0055] 在对壳体2施加了径向冲击的情况下,可动件4也会沿径向移动,但并未图示出来。在这种情况下,可动件4沿径向移动,第一片簧5a和第二片簧5b在超过径向上的规定范围运动时,第一片簧5a和第二片簧5b与第一内导向件6a和第二内导向件6b接触。

[0056] (轭铁的平均长度与可动件的关系)

[0057] 图5是轭铁的立体图,图6是轭铁长度与力因数的关系的图表。下面基于图5、图6以及上述图2,对本实施方式的振动致动器的各部分的尺寸关系进行说明。

[0058] 如图2所示,振动致动器1,在振动轴0方向上,轭铁20的平均长度 L_y 为,一对磁极片31a、31b的一端到另一端的长度 L_p 加上可动件4振动时一侧振幅 L_a 的2倍的长度后所得的长度 (L_p+2L_a) 以上。

[0059] 如图5所示,轭铁20在振动轴0方向上的两端缘形成有多个用于配置布线或其他部件的切口部70。具体而言,本实施方式的轭铁20,在一侧端缘上的三处作为矩形凹部形成了切口部70,在另一侧端缘上的三处作为矩形凹部形成了切口部70。各切口部70的切口深度相同,但在周方向上的切口长度各不相同。这样,形成有多个切口部70的轭铁20在振动轴0方向上的长度根据周方向的位置而不同。例如,如图5所示,在轭铁20的周面上,在一侧端缘和另一侧端缘都形成有切口部70的位置处的振动轴0方向上的长度 L_{ya} 短,在一侧端缘或另一侧端缘形成有切口部70的位置处的振动轴0方向上的长度 L_{yb} 比 L_{ya} 长,在一侧端缘和另一侧端缘未形成切口部70的位置处的振动轴0方向上的长度 L_{yc} 比 L_{yb} 长。

[0060] 此外,轭铁20的一侧端缘的各切口部70的切口面积总和与另一侧端缘的各切口部70的切口面积总和一致。即,从轭铁20的振动轴0方向上的中心位置起,一侧的平均长度与另一侧的平均长度一致。从而,即使在具有切口部70的轭铁20中,使可动件4振动的驱动力也不会振动轴0方向的一侧和另一侧之间偏斜,可以实现稳定的振动。需要说明的是,切口部的形状和数量不限于此,多个切口部可以是各自不同的形状。此外,此轭铁20的一侧端缘的各切口部70的切口面积总和与另一侧端缘的各切口部70的切口面积总和的一致不限于完全一致,由轭铁20产生的磁通量在振动轴0方向的一侧和另一侧之间不发生大的偏差的范围内可以大体一致。

[0061] 在这样构成的轭铁20中,振动轴0方向上的平均长度 L_y 为,在轭铁20的整个周长上从一侧端缘到另一侧端缘的长度的平均。即,例如当轭铁整个周长的30%是10mm,40%是11mm,30%是12mm时,则平均长度 L_y 为 $10 \times 0.3 + 11 \times 0.4 + 12 \times 0.3 = 11\text{mm}$ 。

[0062] 回到图2,一对磁极片31a、31b的从一端到另一端的长度 L_p 是可动件4的磁铁30、第一磁极片31a、第二磁极片31b在振动轴0方向上的长度,相当于可动件4的磁性体部分的长度。

[0063] 振幅 L_a 是可动件4从非振动时(平衡状态时)的位置朝振动时振动轴0方向上一侧变动的幅度。即,振幅 L_a 的2倍的长度相当于可动件4从非振动时的位置朝振动时振动轴0方向上两侧变动的幅度。

[0064] 通过使轭铁20的平均长度 L_y 为一对磁极片31a、31b的一端到另一端的长度 L_p 加上振幅 L_a 的2倍的长度后所得的长度 (L_p+2L_a) 以上,即使在可动件4的振动中,可动件4的磁性体部分(磁铁30和磁极片31a、31b)也始终处于轭铁20的范围内。换言之,可动件4即使在振动时,磁性体部分也不会超过轭铁20的两端缘。此外,轭铁20在振动轴0方向上的最小长度 L_{ya} 也可以是一对磁极片31a、31b的一端到他端的长度 L_p 加上振幅 L_a 的2倍的长度后所得的长度 (L_p+2L_a) 以上。通过这样做,即使在可动件4的振动中,可动件4的磁性体部分也更可靠地处于轭铁20的范围内。

[0065] 这里,参考图6进行说明。在图6中示出了以相对于长度 L_p 足够长的第一轭铁长度

Ly1的第一力因数BL1为基准,缩短了轭铁长度时与轭铁长度相应的力因数BL的减少率的图表。需要说明的是,图6所示的各值是将与本实施方式的振动致动器1大致相同尺寸且去除轭铁的切口部等而简化的振动致动器作为模型进行模拟的结果。力因数BL是将由磁极片和轭铁构成的磁隙中的磁通量密度的水平分量、与线圈线的有效线长相乘后所得的数值。力因数BL是对应于振动致动器中振动的驱动力的参数。

[0066] 如图6所示,足够长的第一轭铁长度Ly1,是根据轭铁长度变长而力因数BL的增加开始饱和的轭铁长度,例如对应于一对磁极片的一端到另一端的长度Lp加上振幅La的4倍的长度后所得的长度(Lp+4La)。

[0067] 如图6所示,随着从第一轭铁长度Ly1缩短轭铁长度,力因数BL趋于减少。图6的第二轭铁长度Ly2是与一对磁极片的一端到另一端的长度Lp加上振幅La的2倍的长度后所得的长度(Lp+2La)一致的长度。当使轭铁长度比该第二轭铁长度Ly2短时,力因数BL的减少率比-3%进一步减少,并且相对于轭铁长度的减少的力因数BL的减少率的幅度也变大。即,可以说第二轭铁长度Ly2相当于力因数BL的减少率的拐点。

[0068] 因此,通过使轭铁的长度至少比一对磁极片的一端到另一端的长度Lp加上振幅La的2倍的长度后所得的长度(Lp+2La)长,即使在使轭铁的长度比第一轭铁长度Ly1短的情况下,也能够确保足够的力因数,振动致动器1能够产生足够的驱动力。进一步地,通过使轭铁的长度比一对磁极片的一端到另一端的长度Lp加上振幅La的4倍的长度后所得的长度(Lp+2La)短,能够在实现振动致动器的小型化的同时,确保足够的驱动力。

[0069] (轭铁的内径与磁极片的外径的关系)

[0070] 如图2和图7所示,本实施方式的振动致动器1的轭铁20的内径Dy为各磁极片31a、31b的外径Dp的1.3倍以下。

[0071] 这里,图7是示出改变了磁极片外径Dp、轭铁内径Dy、磁铁外径Dm的振动致动器模型(以下简称为模型)中的力因数BL的关系的表。图8是示出图7的各模型中从第一轭铁长度Ly1到第二轭铁长度Ly2的力因数的减少率的图表。需要说明的是,在图7和图8中,以第一轭铁长度Ly1为16mm、第二轭铁长度Ly2为10.5mm进行了模拟。

[0072] 在图7中,分别示出了各振动致动器模型的模型编号、图8中的区域A1~A4、特征点、磁极片外径Dp、轭铁内径Dy、轭铁内径/磁极片外径(Dy/Dp)、第二轭铁长度Ly2为10.5mm时的第二力因数BL2、第一轭铁长度Ly1为16.0mm时的第一力因数BL1、从第一力因数BL1到第二力因数BL2的力因数减少率(以下简称为力因数减少率)。

[0073] 参照图8,示出了与图7中的各模型的轭铁内径/磁极片外径相应的从第一力因数BL1到第二力因数BL2的力因数减少率。具体而言,横轴示出了轭铁内径/磁极片外径,纵轴示出了从第一力因数BL1到第二力因数BL2的力因数减少率。然后,如图8所示,各模型可以根据趋势大致分为区域A1~A4。

[0074] 关于区域A1的模型1号,轭铁内径/磁极片外径为1.338,高于其他模型,磁铁外径Dm小于其他模型的外径,力因数减少率为-4.80%,与其他相比减少的幅度变大。

[0075] 关于区域A2的模型2号~10号以及13号,磁铁外径Dm和磁极片外径Dp各不相同,轭铁内径/磁极片外径在1.2到1.3的范围内,力因数减少率都比-3.0%的减少幅度小。

[0076] 关于区域A3的模型11号和12号,力因数减少率比-3.0%的减少幅度小,但是轭铁内径/磁极片外径低,是1.170。即,由于磁极片外径Dp大且与线圈的间隙窄,因此例如在上

述实施方式的结构中,磁极片31a、31b可能与内导向件6a、6b发生干涉。

[0077] 关于区域A4的模型14号,其特征在于轭铁内径 D_y 大于其他模型,但是轭铁内径/磁极片外径为1.315,大于其他模型,力因数减少率为-3.94%,减少幅度也比较大。

[0078] 由上可知,在包含区域A2、A3的轭铁内径/磁极片外径为1.3以下的范围内,能够将力因数减少率抑制在比-3.0%小的减少幅度。另一方面,可知当轭铁内径/磁极片外径大于1.3时,力因数BL急剧减小(减少率变大)。此外,特别是如果在包含有区域A2的轭铁内径/磁极片外径为1.2以上且1.3以下的范围内,则即使在径向已经小型化的情况下,也能够一定程度上确保线圈与磁极片的间隙,从而能够抑制磁极片与内导向件等的干涉,能够确保振动致动器的耐久性。

[0079] 因此,通过使轭铁的内径为磁极片的外径的1.3倍以下,能够实现振动致动器的小型化,并产生足够的驱动力。进一步地,通过使轭铁的内径为磁极片的外径的1.2倍以上,能够确保足够的耐久性。

[0080] (线圈中心位置与磁极片中心位置的关系)

[0081] 如图2所示,在本实施方式的振动致动器1中,一对线圈21a、21b各自振动轴0方向上的中心位置 M_{c1} 、 M_{c2} ,比非振动时(平衡状态时)一对磁极片31a、31b中处于同一侧的磁极片31a、31b的中心位置 M_{p1} 、 M_{p2} 更靠振动轴方向上的外侧。具体而言,振动轴0方向上一侧的线圈21a的中心位置 M_{c1} ,比振动轴0方向上一侧的磁极片31a的中心位置 M_{p1} 更靠振动轴0方向上的一侧。此外,振动轴0方向上另一侧的第二线圈21b的中心位置 M_{c2} ,比振动轴0方向上另一侧的磁极片31b的中心位置 M_{p2} 更靠振动轴0方向上的另一侧。

[0082] 在非振动时(平衡状态时)的位置关系中,从各磁极片31a、31b到线圈21a、21b的磁通量,如图2的空心箭头所示,不仅在径向上,也在振动轴0方向上扩散一部分。该磁通量的扩展在振动轴0方向上的外侧比在振动轴0方向上的内侧(中央侧)大。与此相对,线圈21a、21b处于比磁极片31a、31b的中心位置更靠振动轴0方向上的外侧的位置,从而能够由线圈21a、21b更多地接受这样扩散的磁通量。从而,能够提高可动件4振动时的驱动力。

[0083] 以上已完成了对本发明的实施方式的说明,但本发明的方式并不限于该实施方式。

[0084] 符号说明

[0085] 1 振动致动器

[0086] 2 壳体

[0087] 3 壳体侧电磁驱动部

[0088] 4 可动件

[0089] 5a 第一片簧

[0090] 5b 第二片簧

[0091] 6a 第一内导向件

[0092] 6b 第二内导向件

[0093] 20 轭铁

[0094] 21a 第一线圈

[0095] 21b 第二线圈

[0096] 30 磁铁

- [0097] 31a 第一磁极片
- [0098] 31b 第二磁极片
- [0099] 32a 第一块体(重物)
- [0100] 32b 第二块体(重物)

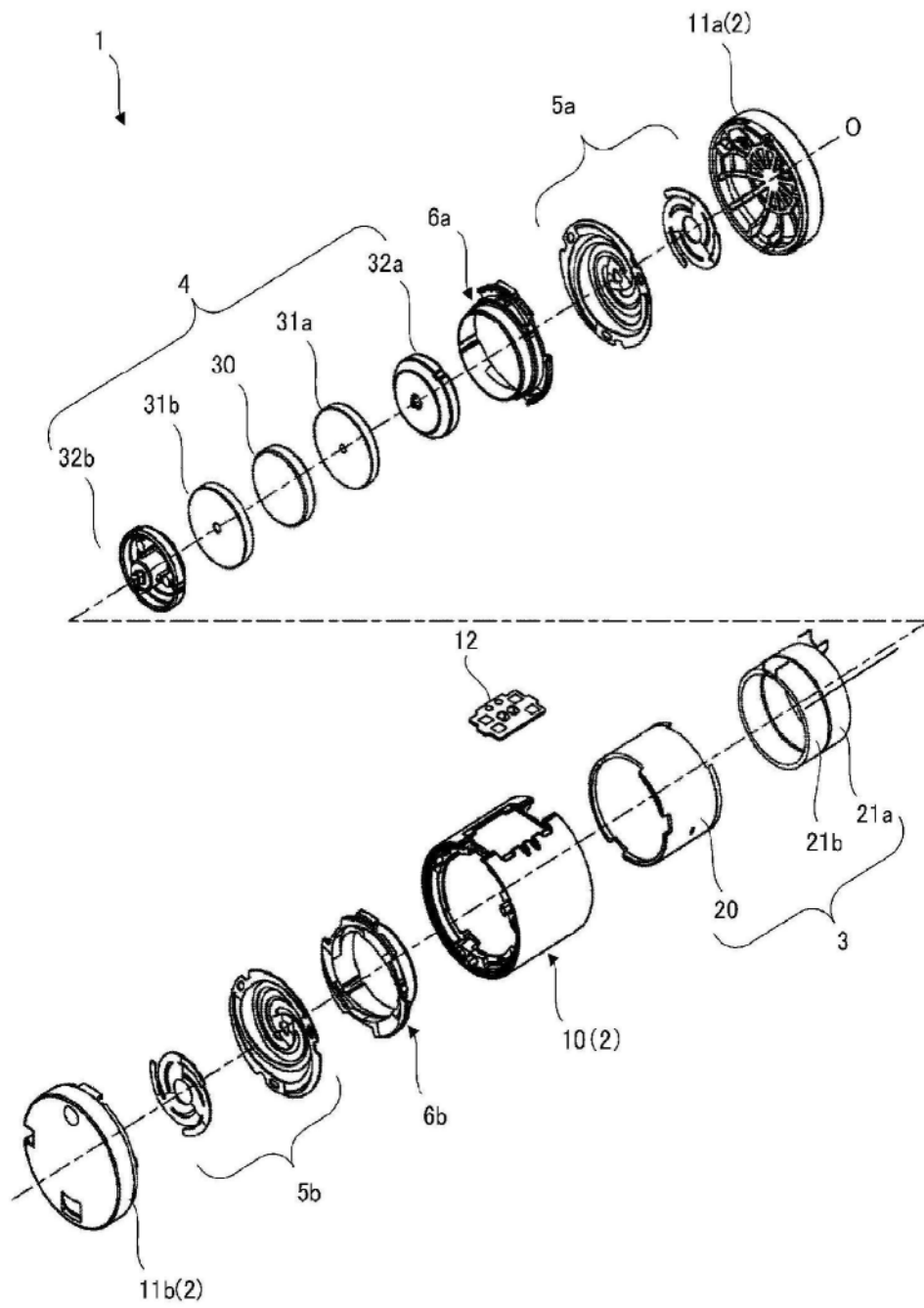


图1

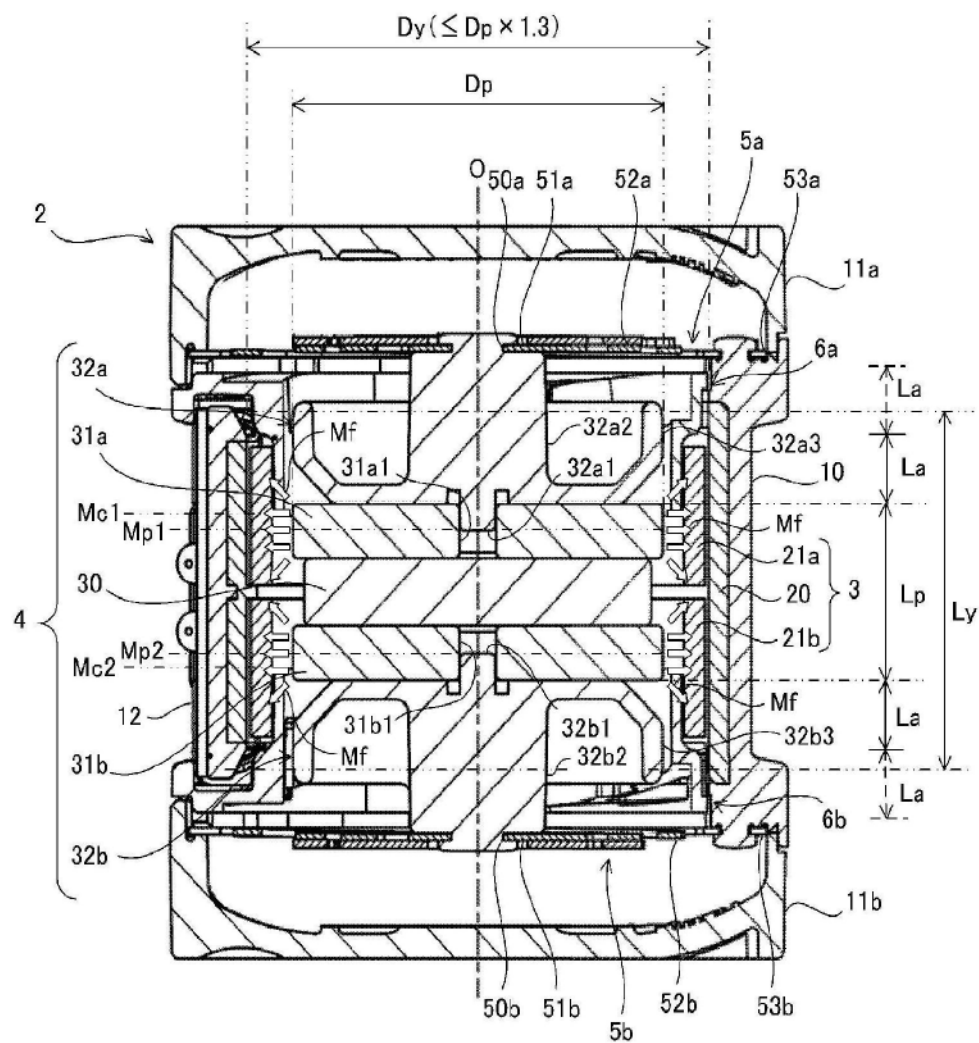


图2

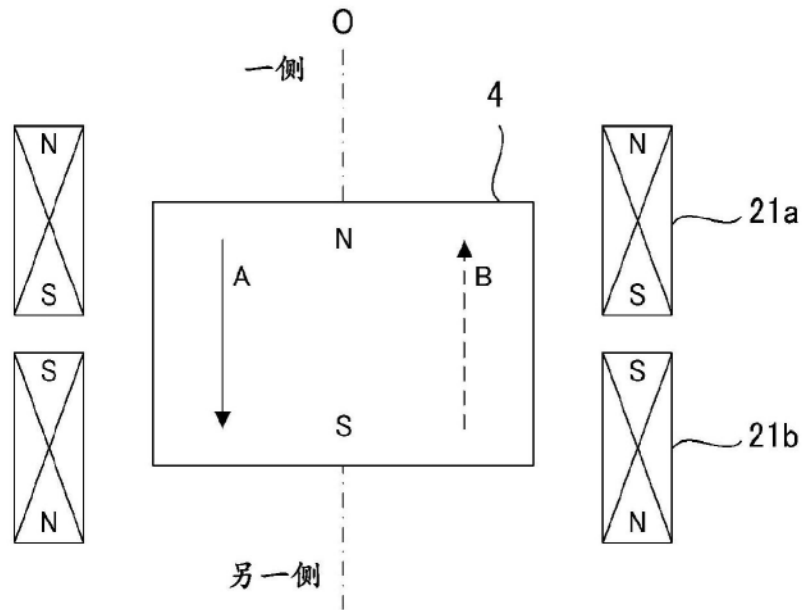


图3

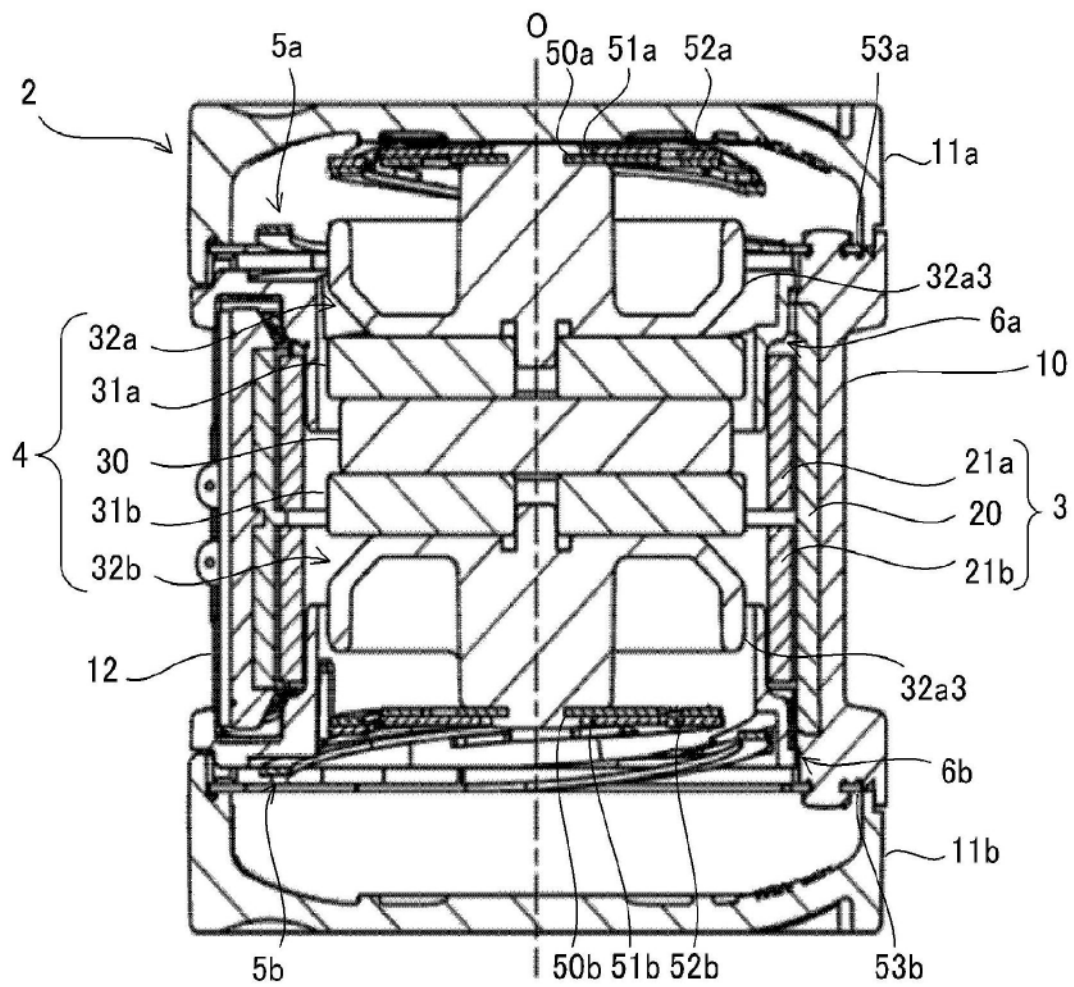


图4A

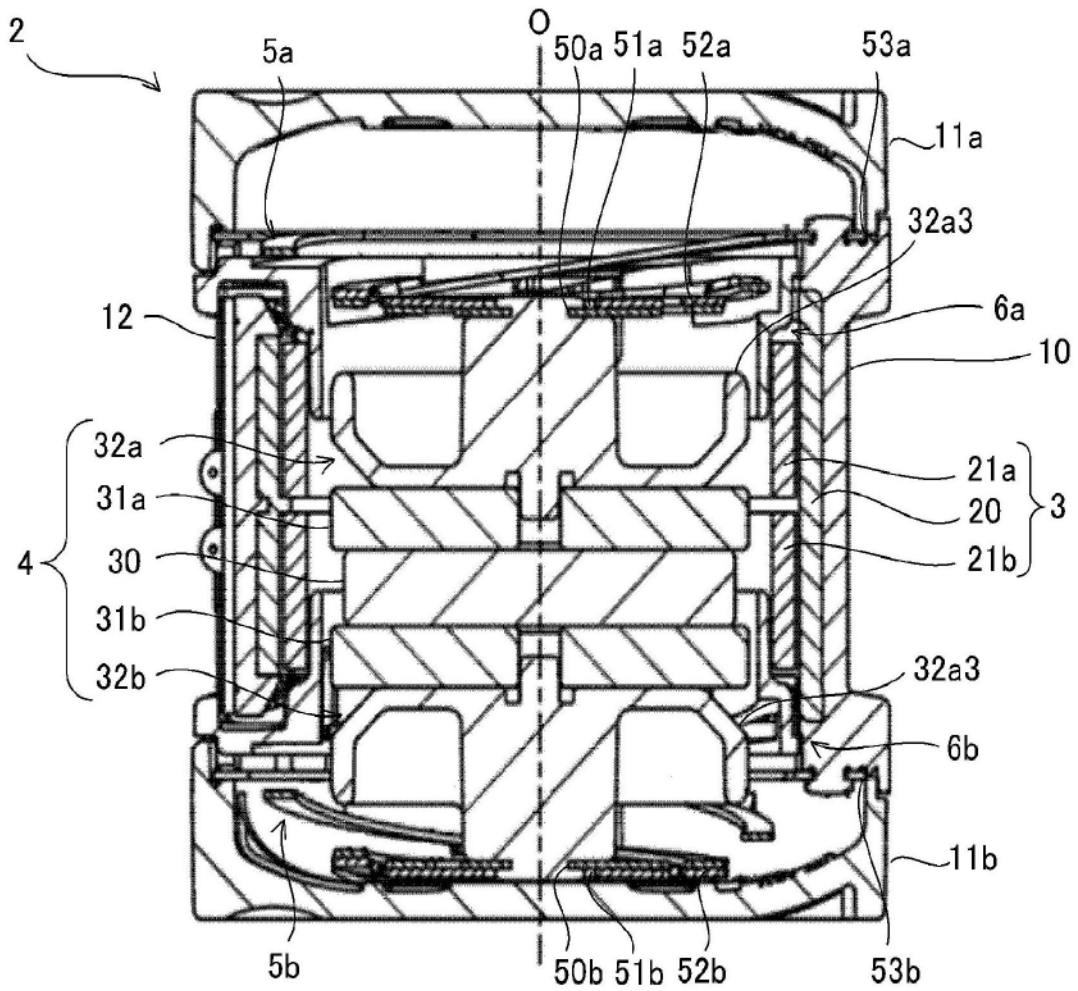


图4B

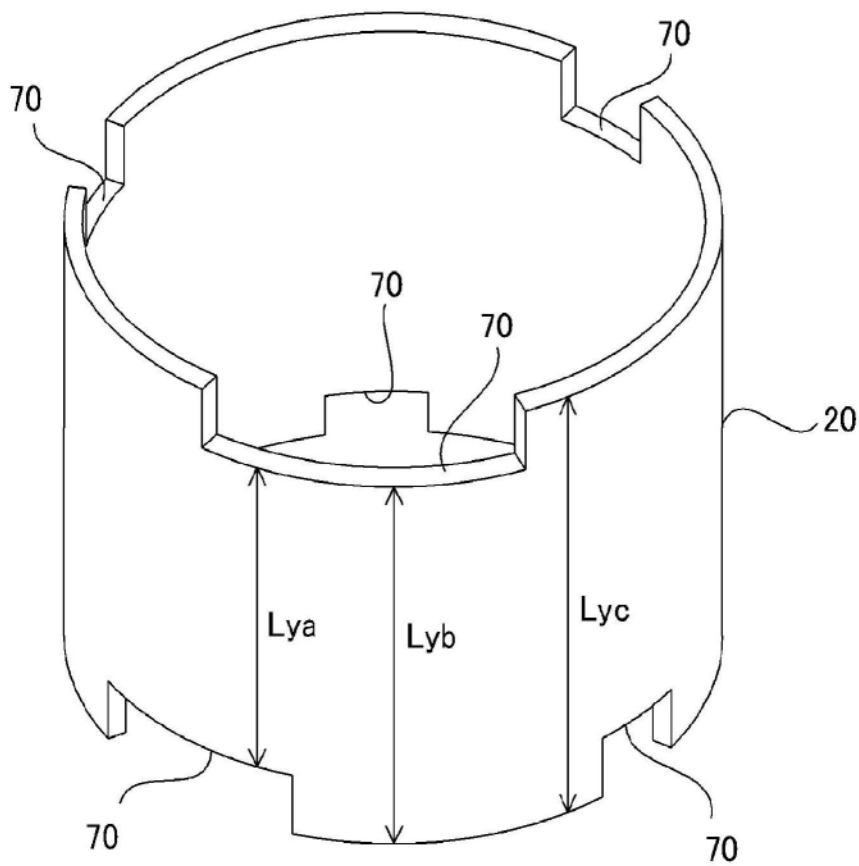


图5

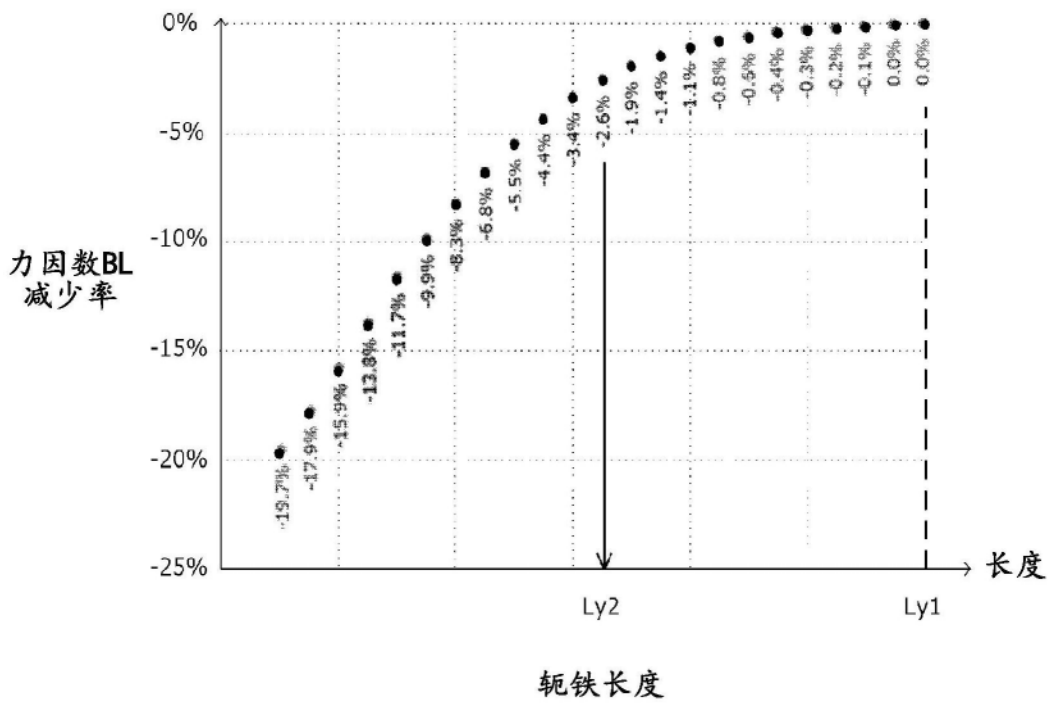


图6

模型 编号	区域	特征点(mm)	磁板片外径 Dp (mm)	轭铁内径 Dy(mm)	轭铁内径/磁板 片外径 Dy / Dp	第二轭铁长度Ly2(10.5 mm)的第二力因数BL2	第一轭铁长度Ly1(16m m)的第一力因数BL1	从第一力因数BL1 到第二力因数BL2 的力因数减少率
1	A1	磁铁外径Dmø13	13.9	18.6	1.338	1.642	1.724	-4.80%
2	A2	磁铁外径Dmø14.4	14.5	18.6	1.283	2.167	2.227	-2.67%
3	A2	磁铁外径Dmø14	14.5	18.6	1.283	2.067	2.126	-2.76%
4	A2	磁铁外径Dmø13.6	14.5	18.6	1.283	1.972	2.031	-2.91%
5	A2	磁铁外径Dmø14.4	14.9	18.6	1.248	2.314	2.374	-2.52%
6	A2	磁铁外径Dmø14	14.9	18.6	1.248	2.218	2.277	-2.56%
7	A2	磁铁外径Dmø13.6	14.9	18.6	1.248	2.110	2.168	-2.66%
8	A2	磁铁外径Dmø14.4	15.3	18.6	1.216	2.471	2.531	-2.35%
9	A2	磁铁外径Dmø14	15.3	18.6	1.216	2.352	2.410	-2.40%
10	A2	磁铁外径Dmø13.6	15.3	18.6	1.216	2.268	2.324	-2.44%
11	A3	磁铁外径Dmø15.8	15.9	18.6	1.170	3.181	3.251	-2.15%
12	A3	磁铁外径Dmø15	15.9	18.6	1.170	2.939	3.002	-2.12%
13	A2	轭铁内径Dyø19.1	14.9	19.1	1.282	2.110	2.172	-2.85%
14	A4	轭铁内径Dyø19.6	14.9	19.6	1.315	2.001	2.083	-3.94%

图7

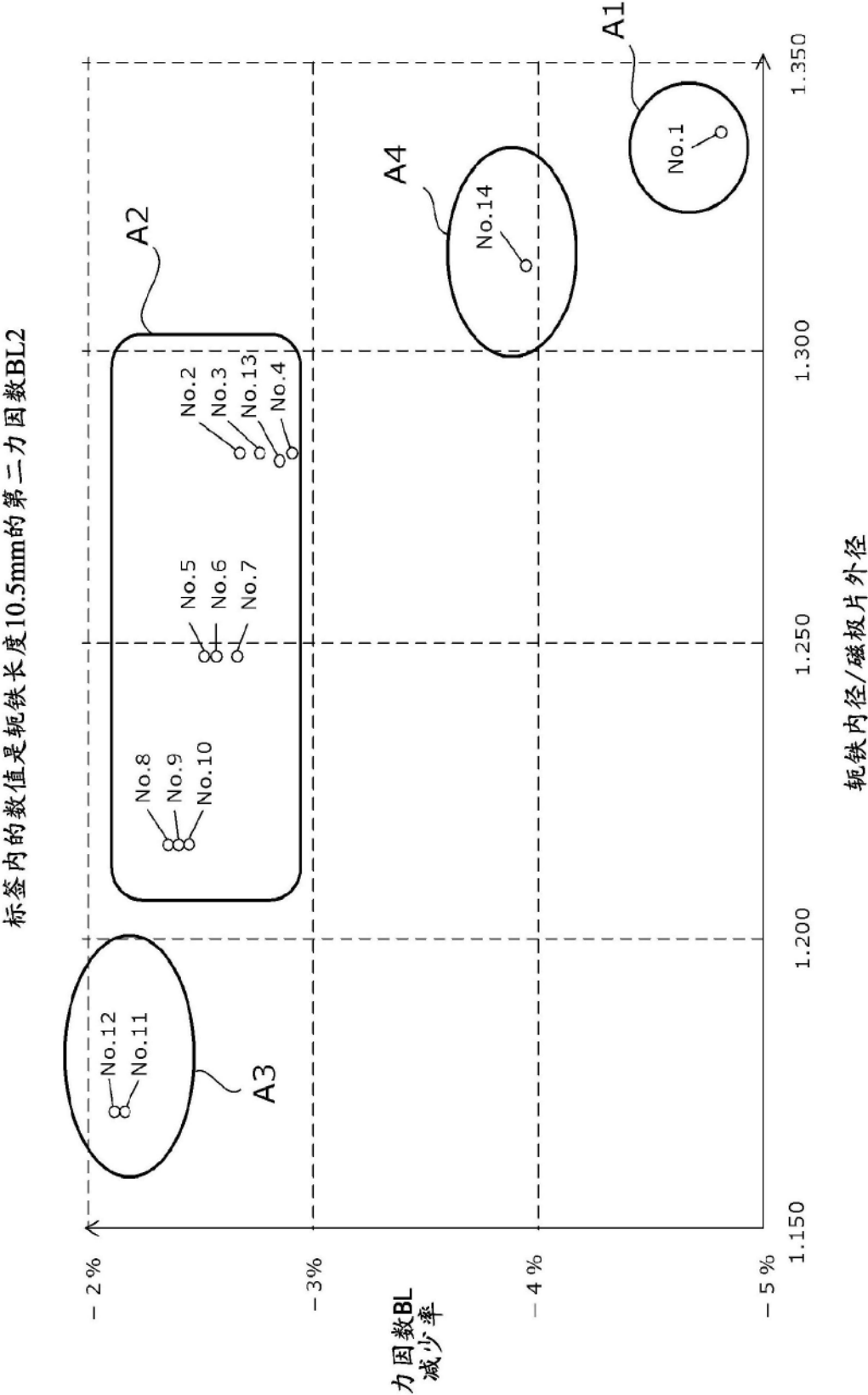


图8