



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104823357 B

(45)授权公告日 2017.12.12

(21)申请号 201380057008.5

(22)申请日 2013.10.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104823357 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(30)优先权数据
PCT/JP2012/077981 2012.10.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.30

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/079218 2013.10.29

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/069438 JA 2014.05.08

(73)专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 仁吾昌弘 桶谷直弘 矢部浩二
马场和彦

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 严鹏

(51)Int.Cl.
H02K 1/27(2006.01)

(56)对比文件
CN 104704714 A, 2015.06.10, 说明书第
0033-0048段及附图1-8.

审查员 李娜

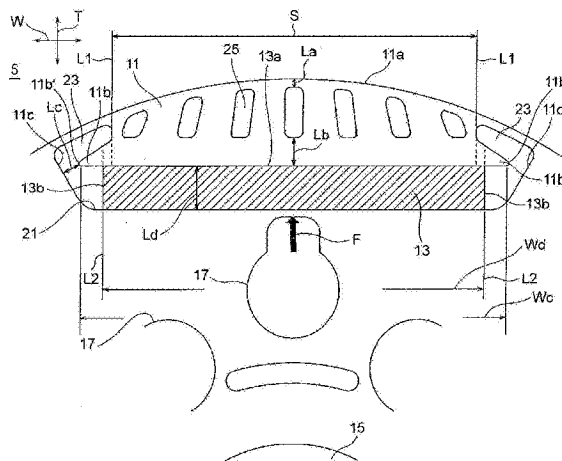
权利要求书1页 说明书8页 附图11页

(54)发明名称

永磁体埋入型电动机及具有该永磁体埋入型电动机的冷冻空调装置

(57)摘要

永磁体埋入型电动机(1)具有狭缝(25)及隔磁磁桥(23),在磁体插入孔的孔划定部包含延伸部(11b),延伸部在比永磁体(13)的宽度方向端面更靠周向外侧的部位,朝向转子铁芯(11)的极间铁芯部(11c)伸出,在将狭缝与铁芯外周面的距离设为La,将狭缝与永磁体的外周侧表面的距离设为Lb,将延伸部与极间铁芯部的最短距离设定为Lc,将永磁体的厚度设为Ld时,Lb比La大,Lc比Ld小。



1. 一种永磁体埋入型电动机,其中,
包括定子和转子,所述转子与该定子相对且能旋转地设置,
在所述转子的转子铁芯形成有多个磁体插入孔,
在所述磁体插入孔的周向两侧设置有隔磁磁桥,
在多个磁体插入孔的各磁体插入孔中插入有对应的永磁体,
在所述转子铁芯的所述各磁体插入孔与该转子铁芯的铁芯外周面之间设置有多条狭缝,

所述多条狭缝沿所述转子铁芯的周向排列,
所述多条狭缝分别在磁体厚度方向上比在磁体宽度方向上长地延伸,
在一个所述磁体插入孔的孔划定部包含一对延伸部,
所述延伸部在比对应的所述永磁体的宽度方向端面更靠周向外侧的部位,朝向所述转子铁芯的极间铁芯部伸出,

在将所述多条狭缝与所述铁芯外周面的最短距离设为 L_a ,将所述多条狭缝与所述永磁体的外周侧表面的最短距离设为 L_b ,将所述延伸部与所述极间铁芯部的最短距离设为 L_c ,将所述永磁体的厚度设为 L_d 时,

L_b 比 L_a 大,且 L_c 比 L_d 小,

在将所述隔磁磁桥的间隔设为 S ,将所述永磁体的一对宽度方向端面的磁体宽度方向的宽度设为 W_d ,将所述一对延伸部的前端的磁体宽度方向的间隔设为 W_c 时,

S 比 W_d 小,且 W_c 比 W_d 大,

所述多条狭缝位于对应的一对所述隔磁磁桥之间。

2. 根据权利要求1所述的永磁体埋入型电动机,其中,

$L_b/L_a \geq 2$,且 $L_d/L_c \geq 1.2$ 。

3. 根据权利要求1所述的永磁体埋入型电动机,其中,

所述延伸部比所述永磁体的所述外周侧表面的宽度方向上的假想延长线(EL)向内径侧伸出。

4. 根据权利要求1所述的永磁体埋入型电动机,其中,

所述永磁体是 D_y 质量含量为2%以内的稀土类磁体。

5. 一种冷冻空调装置,其中,

该冷冻空调装置具有将权利要求1~4中任意一项所述的永磁体埋入型电动机作为驱动源的压缩机。

6. 一种冷冻空调装置,其中,

该冷冻空调装置具有将权利要求1~4中任意一项所述的永磁体埋入型电动机作为驱动源,且制冷剂使用R32的压缩机。

永磁体埋入型电动机及具有该永磁体埋入型电动机的冷冻空调装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种永磁体埋入型电动机及具有该永磁体埋入型电动机的冷冻空调装置。

背景技术

[0002] 希望搭载在冷冻空调装置的压缩机中的电动机节能、低噪声,并且需要保证能在大约150℃的高温气氛下使用。通常,Nd-Fe-B系稀土类磁体的残留磁通密度高,适合电动机的小型化以及高效率化,但由于温度越高,保磁力越低,所以在以同一电流进行比较的情况下,存在越是在高温气氛下使用的电动机就越容易退磁的课题。因此,例如通过将Dy(镝)、Tb(铽)这样的重稀土类元素添加使用到在高温气氛下使用的稀土类磁体中,以提高保磁力,不会退磁。但是,近年来,重稀土类元素的稀缺价值增高,采购性变差的风险、价格高涨的风险变大。需求一种反映出该种形势、高效率且低噪声而且即使是保磁力低的稀土类磁体也不易退磁的电动机。

[0003] 就此,在专利文献1中公开了一种永磁体电动机的转子,该永磁体电动机的转子以使防磁通短路用孔靠近转子铁芯的外周的方式设置在转子铁芯上,且该防磁通短路用孔设置为与永磁体埋设用孔和埋设在该永磁体埋设用孔内的永磁体的端部相连。在该转子的情况下,利用上述的防磁通短路用孔防止在永磁体的端部发生磁通的短路,永磁体的端部的磁通穿过定子,在转矩发生时有效地起作用,从而期待获得高效率且齿槽转矩低、振动和噪声少的永磁体电动机。

[0004] 另外,在专利文献2中公开了一种永磁体电动机的转子,该永磁体电动机的转子具有沿永磁体插入孔分开配置的多个狭缝,和设置在这些狭缝的径向外侧端与转子铁芯的外周间的外侧薄壁部,外侧薄壁部的径向外侧端的宽度从磁极中心朝向极间部逐渐扩大。使用该转子,能够期待使磁通密度波形的高次谐波成分减少而减少感应电压的高次谐波、齿槽转矩。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平11-098731号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2011-101595号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 另外,在永磁体电动机中,在负荷较大时,或者在因过载而在动作中成为了锁定状态时,或者在处于起动时等的过渡状态时,此外在定子绕组发生了短路时,产生较大的电枢反作用,有时对转子施加反磁场。特别是,在集中绕组方式的情况下,相邻的齿瞬间成为异极,电感增大,反磁场容易施加于转子。在将永磁体埋入到转子内部的转子中,特别是在如以往的转子那样在磁体插入孔端部具有隔磁磁桥(日文:フラックスバリア)(防磁通短路用

孔)的转子、在磁极的转子表面侧的铁芯部具有狭缝的转子中,存在如下问题:退磁磁通避开磁阻大的隔磁磁桥、狭缝,与相邻于狭缝的磁体的转子表面部交链,或与靠近极间部的隔磁磁桥附近的磁体端部交链,或该部位容易退磁的问题。

[0011] 另外,在为了在磁体插入孔内将永磁体定位,而在磁体插入孔的磁体内径侧设有磁体固定用的突起部的情况下,磁体外径侧的表面与突起部的距离比磁体厚度短,因此存在如下问题:避开了磁阻大的隔磁磁桥的退磁磁通集中流到磁阻小的突起部,使与突起部相邻的磁体的端部容易退磁。

[0012] 本发明是鉴于上述问题而做成的,目的在于提供一种虽然具备隔磁磁桥及狭缝,但却能抑制磁体的退磁的永磁体埋入型电动机。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 为了达到上述的目的,本发明的永磁体埋入型电动机包括定子和转子,上述转子与该定子相对且能旋转地设置,在上述转子的转子铁芯形成有多个磁体插入孔,在上述磁体插入孔的周向两侧设置有隔磁磁桥,在多个磁体插入孔的各磁体插入孔中插入有对应的永磁体,在上述转子铁芯的上述各磁体插入孔与该转子铁芯的铁芯外周面之间设置有多条狭缝,上述多条狭缝沿上述转子铁芯的周向排列,上述多条狭缝分别在磁体厚度方向上比在磁体宽度方向上长地延伸,在1个上述磁体插入孔的孔划定部包含一对延伸部,上述延伸部在比对应的上述永磁体的宽度方向端面更靠周向外侧的部位,朝向上述转子铁芯的极间铁芯部伸出,在将上述多条狭缝与上述铁芯外周面的距离设为 L_a ,将上述多条狭缝与上述永磁体的外周侧表面的距离设为 L_b ,将上述延伸部与上述极间铁芯部的最短距离设为 L_c ,将上述永磁体的厚度设定为 L_d 时, L_b 比 L_a 大,且 L_c 比 L_d 小。

[0015] 另外,也可以构成为使 $L_b/L_a \geq 2$,且使 $L_d/L_c \geq 1.2$ 。

[0016] 也可以构成为使上述延伸部比上述永磁体的上述外周侧表面的宽度方向上的假想延长线 EL 向内径侧伸出。

[0017] 也可以构成为使上述永磁体是 D_y 质量含量为2%以内的稀土类磁体。

[0018] 另外,用于达到上述目的的本发明的冷冻空调装置具有将上述的本发明的永磁体埋入型电动机作为驱动源的压缩机。

[0019] 此外,用于达到上述目的的本发明的另一冷冻空调装置具有将上述的本发明的永磁体埋入型电动机作为驱动源,制冷剂使用R32的压缩机。

[0020] 发明效果

[0021] 采用本发明,虽然具备隔磁磁桥及狭缝,但却能抑制磁体的退磁。

附图说明

[0022] 图1是表示本发明的实施方式1的永磁体埋入型电动机的图。

[0023] 图2是从轴心表示转子的图。

[0024] 图3是图2中的磁极部分的放大图。

[0025] 图4是表示涉及本实施方式1的退磁磁通的流动方式的图。

[0026] 图5是涉及比较例的与图2相同形态的图。

[0027] 图6是涉及比较例的与图4相同形态的图。

[0028] 图7是表示 L_b/L_a 与电机电流 A 的关系的曲线图。

- [0029] 图8是表示Ld/Lc与电机电流A的关系的曲线图。
- [0030] 图9是表示本实施方式1的成绩X与比较例的成绩Y的曲线图。
- [0031] 图10涉及本发明的实施方式2,是与图2相同形态的图。
- [0032] 图11涉及本实施方式2,是与图3相同形态的图。

具体实施方式

[0033] 以下,基于附图说明本发明的永磁体埋入型电动机的实施方式。另外,在图中,相同的附图标记表示相同或对应的部分。

[0034] 实施方式1.

[0035] 说明本发明的实施方式1的永磁体埋入型电动机。图1是表示本发明的实施方式1的永磁体埋入型电动机的图。

[0036] 如图1所示,永磁体埋入型电动机1具备定子3和转子5。定子3具有将轴心C作为中心的以等角度间隔沿周向配置的多个齿部7。在各齿部7卷绕有未图示的公知的定子绕组。另外,在对应的一对齿部7间形成有槽部9,另外,这些槽部9也以等角度间隔沿周向配置。

[0037] 转子5至少具有转子铁芯11和多个永磁体13。在转子铁芯11的包含轴心C的中央部设有轴孔15。在该轴孔15中通过热装或压入而插入有用于将旋转能传递到转子铁芯11的未图示的公知的轴。

[0038] 另外,在转子铁芯11的轴孔15与排列有多个永磁体13的直径的区域之间形成有多个风孔17。

[0039] 在转子5的外周面与定子3的内周面之间确保有空气间隙19的状态下,转子5被旋转自如地保持在定子3的内侧。当对定子3通以与指令转速同步的频率的电流时,在定子3中产生旋转磁场,使转子5旋转。

[0040] 作为一例,将厚度为0.35mm左右的较薄的电磁钢板形成为规定的形状,并层叠规定的片数,从而分别构成定子3的定子铁芯及转子5的转子铁芯11。

[0041] 多个永磁体13收容在形成于转子铁芯11的多个磁体插入孔21中。多个磁体插入孔21将轴心C作为中心以等角度间隔沿周向配置,各磁体插入孔21沿轴心C方向延伸。

[0042] 在分别沿将转子铁芯11的轴心C作为垂线的截面观察的情况下(即,在图1~图3等中观察的情况),永磁体13具有后述的宽度方向比厚度方向长的矩形的截面。另外,永磁体13分别由厚度为2.5mm左右的平板状的例如Nd-Fe-B(钕-铁-硼)系的稀土类磁体构成。在转子5中使用一极一个的永磁体13。另外,永磁体13分别与厚度方向(在图1中是径向)平行地磁化,且多个永磁体13以极性交替的方式插入到磁体插入孔21内。另外,转子5的磁极数只要是两极以上即可,也可以为任意个,但在本实施方式1中,例示了转子5的磁极数为6极的情况。另外,永磁体13并不限定于Nd-Fe-B(钕-铁-硼)系的稀土类磁体。

[0043] 另外,假设涉及本实施方式1的转子5是退磁强的电机构造的转子,所以将使用的稀土类磁体的保磁力设计为较低。由于低保磁力特性较好,所以能够减少添加到稀土类磁体中的重稀土类元素量,将Dy(镝)质量含量削减为2%以内。

[0044] 接下来,基于图2及图3说明涉及本实施方式1的转子的详细结构。图2是从轴心表示转子的图。图3是图2中的磁极部分的放大图。

[0045] 如图2及图3所示,磁体插入孔21具有与永磁体大致相同的形状,在磁体插入孔21

的周向两侧设置有隔磁磁桥23(防磁通短路用孔)。

[0046] 另外,在转子铁芯11中,在各磁体插入孔21与转子铁芯11的铁芯外周面11a之间设置有多个狭缝25。在本实施方式1中,作为一例,在每一个磁体插入孔21的径向外侧设置有7条狭缝25。这些狭缝25在对应的一对隔磁磁桥23之间沿转子铁芯11的周向排列。

[0047] 如图3所示,在将永磁体13的宽度方向设为磁体宽度方向W,将与该磁体宽度方向W正交的方向设为磁体厚度方向T的情况下,多条狭缝25分别沿磁体厚度方向T比磁体宽度方向W长地延伸。另外,在沿磁体宽度方向W观察时,多条狭缝25的形状及配置是对称的(例如以磁极中心线为中心的对称)。狭缝25的宽度(与上述的延伸方向正交的方向的尺寸)设定为1mm左右。狭缝25具有抑制来自定子3的电枢反作用磁通,并控制转子5的表面磁通密度分布的作用,所以优选设置在转子外周附近。

[0048] 这里,将狭缝25与铁芯外周面11a的距离设为 L_a ,将狭缝25与永磁体13的外周侧表面13a的距离设为 L_b 。关于各狭缝25, L_a 全部相同,且为与电磁钢板相同程度的厚度0.35mm。

[0049] 本实施方式1中的转子5为了抑制永磁体13的与狭缝25相邻的表面的退磁,相对于狭缝25与铁芯外周面11a的距离 L_a ,将狭缝25与永磁体13的外周侧表面的距离 L_b 构成为较大,减小 L_b 的磁阻。这里,使各狭缝25的 L_b 全相同,使 $L_b/L_a=3$ 。通过这样设置,能够抑制退磁磁通在通过用距离 L_b 表示的区域时与永磁体13交链。在该观点中,优选满足 $L_b/L_a \geq 2$ 的关系,在本实施方式1中,设定为 $L_b/L_a=3$ 。另外,优选所有狭缝的 L_a 及 L_b 全一样,但只要满足上述 $L_b/L_a \geq 2$ 的关系, L_a 及 L_b 的值本身也可以根据狭缝的不同而不同。

[0050] 相邻的永磁体13的外径侧之间由于磁通容易短路,所以设计成利用隔磁磁桥23缩窄磁路。隔磁磁桥23与铁芯外周面11a的距离为与电磁钢板相同程度的厚度0.35mm。另外,各磁体插入孔21的两侧的隔磁磁桥23的间隔S调整为使磁通易于与定子的齿交链的宽度,这里,将该间隔设计成比永磁体窄一些。做成这种转子结构的理由是为了防止相邻的磁极间的磁通的短路以及永磁体端部的磁通的自短路,使永磁体13的端部的磁通容易穿过定子3,增大所产生的转矩。

[0051] 磁体插入孔21的孔划定部根据永磁体13的形状由平面构成,以覆盖永磁体13的方式构成为比永磁体13的宽度稍宽。此外,磁体插入孔21的径向外侧的孔划定部包含延伸部11b。延伸部11b以具有比各永磁体13的宽度方向端面13b更靠周向外侧的部分的方式延伸。即,至少一对延伸部11b的前端11b'的磁体宽度方向W的间隔 W_c ,比永磁体13的一对宽度方向端面13b的磁体宽度方向W的宽度 W_d 大。

[0052] 延伸部11b朝向转子铁芯11的极间铁芯部11c伸出。通过这样构成,使经过上述的 L_b 集中到极间附近来的退磁磁通易于经由延伸部11b在极间铁芯部11c短路,退磁磁通很难与永磁体13交链。

[0053] 在将延伸部11b与极间铁芯部11c的最短距离设为 L_c ,将磁体厚度设为 L_d 时,将 L_c 设计为比 L_d 小,作为一例,在本实施方式1中设定为 $L_d/L_c=2$ 。另外,本发明不限于此,优选为 $L_d/L_c \geq 1.2$ 的关系。

[0054] 另外,这里说明一对延伸部11b与多条狭缝25的关系,上述多条狭缝25在磁体厚度方向T上比在上述的磁体宽度方向W上长地延伸。多条狭缝25的磁体宽度方向W的形成位置限定在这些狭缝25的对应的极的隔磁磁桥23的间隔S的范围内。换言之,多条狭缝25的磁体宽度方向W的位置形成为不进入到规定隔磁磁桥23的间隔S的假想线L1与对应的一侧的延

伸部11b的前端11b'之间的区域。作为一例,特别是在图3中图示的结构中,多条狭缝25的磁体宽度方向W的位置形成为也不进入到规定永磁体13的宽度Wd的假想线L2与对应的延伸部11b的前端11b'之间的区域。

[0055] 在转子铁芯11中,在多个磁体插入孔21的径向内侧设置有成为制冷剂流路的多个风孔17。靠近磁体插入孔21的风孔17的功能是抑制永磁体13的动作。即,在将永磁体13插入并定位在转子5的磁体插入孔21内后,将未图示的锥形的棒压入到靠近磁体插入孔21的风孔17中,使风孔17变形,并且使利用图中箭头F表示的力作用于磁体插入孔21,将约束永磁体13的那样的压力施加于永磁体13。由此,即使在驱动中,电磁力作用于永磁体13,永磁体13也不会动。

[0056] 本实施方式1的永磁体埋入型电动机1通过由驱动回路的变换器进行的PWM(Pulse Width Modulation,脉冲宽度调制)控制来进行可变速驱动,进行与要求的产品负荷条件相符的高效率的运转。永磁体埋入型电动机1例如搭载在空调机的压缩机中,保证在100℃以上的高温气氛中的使用。

[0057] 接下来,说明本实施方式1的永磁体埋入型电动机的作用。图4是表示涉及本实施方式1的退磁磁通的流动方式的图。另外,图5及图6分别是涉及比较例的与图2及图4相同形态的图。在永磁体埋入型电动机中,例如在1) 负荷较大时,或在2) 因过载而在动作中成为了锁定状态时,又或者在3) 处于起动时等的过渡状态时,此外在4) 定子绕组发生了短路时,产生较大的电枢反作用,有时使反磁场(退磁场)作用于转子。特别是在集中绕组方式的情况下,相邻的齿成为异极而使电感增大,反磁场容易作用于转子。反磁场是指通过对定子通电而产生与转子的磁极的方向相反的极的磁场。这种反磁场具有避开磁阻大的部位,想要尽量在磁阻小的部位流动的性质。特别是在如以往转子那样在磁体插入孔的端部具有隔磁磁桥的情况下,以及在磁极的转子表面侧的铁芯部具有狭缝的情况下,如图5及图6所示,退磁磁通避开磁阻大的隔磁磁桥、狭缝,与相邻于狭缝的磁体的转子表面部交链,或者与靠近极间部的隔磁磁桥附近的磁体端部交链,使该部位容易退磁。另外,图4及图6中的附图标记M表示磁体的磁化方向,附图标记DM表示退磁磁通的流动方式。

[0058] 另外,永磁体在反磁场为某一阈值以下的情况下保持原来的磁性,但在超过阈值时,残留磁通密度下降,受到不能返回为原来的磁性的不可逆退磁。当发生不可逆退磁时,永磁体的残留磁通密度下降,用于产生转矩的电流增加,不仅使电动机的效率恶化,还会使电动机的控制性恶化,导致可靠性降低。

[0059] 对于这种问题,在本实施方式1中,通过如上述那样满足 $L_b/L_a \geq 2$ 的关系地进行设计,使转子铁芯11中的狭缝25与永磁体13的外径侧表面之间的部分的磁路扩大,如图4所示,在退磁磁通通过时,磁通通过该扩大的磁路的部分,使永磁体13难以交链。此外,通过设计成 $L_d/L_c \geq 1.2$ 的关系性,如图3及图4所示,将磁阻比磁体厚度方向小的路径形成在用 L_c 表示的部分,以使退磁磁通在 L_c 的部位流动的方式进行引导。另外,此时,由于 L_c 沿与磁体分开的极间方向形成,所以退磁磁通难以使磁体交链。

[0060] 这样,在本实施方式1中,通过将 L_a 与 L_b 的关系及 L_c 与 L_d 的关系组合,才大幅改善了退磁耐力。即,在使外加于转子5的退磁磁通以不与永磁体13交链的方式在永磁体13与多条狭缝25之间通过,集中到转子铁芯11的延伸部11b,经由用 L_c 表示的部位逃逸到与永磁体13分开的极间铁芯部11c的一连串的路径后才大幅改善退磁耐力。

[0061] 此外,说明 L_b/L_a 、 L_d/L_c 与电机退磁电流的关系。图7是表示在 $L_d/L_c=2$ 的条件下 L_b/L_a 与电机退磁电流 A 的关系的曲线图。图8是表示在 $L_b/L_a=3$ 的条件下 L_d/L_c 与电机退磁电流 A 的关系的曲线图。图9是表示本实施方式1的成绩 X 与比较例的成绩 Y 的曲线图。图7~图9中的纵轴是将比较例的电机情况视作100%来表示退磁1%的电机的电流。即,当电机退磁时,压缩机的性能和冷冻空调机的性能发生变动,另外由于在电机产生的电压发生变化,所以电机的控制性变差,因此为了满足产品的可靠性,也需要将退磁率抑制为下降1%左右。作为退磁指标,在假设压缩机内部的150℃中,实施方式1的电机和比较例的电机均使用相同的保磁力的永磁体,通以退磁电流(将退磁场外加给永磁体),使用通电前后的感应电压(在使电机利用外部动力进行了旋转的情况下产生于绕组的电压)下降1%的电流值。

[0062] 如图7所示,由于 $L_d/L_c=2$,所以1%退磁电流比较例的电机增加,但在 $L_b/L_a=1$ 的情况下,增加率低,越增大 L_b/L_a ,增加率越增加,在 $L_b/L_a \geq 2$ 时达到饱和。这意味着即使设计成借助 L_c 使退磁磁通容易短路,当 L_b 较窄时,狭缝附近的磁体也会退磁,不能借助 L_c 获得较大的短路效果。为了使退磁磁通集中到 L_c 部,优选将 L_b 设计成较宽,使 $L_b/L_a \geq 2$ 。

[0063] 另外,如图8所示,由于 $L_b/L_a=3$,所以1%退磁电流比较例的电机增加,但在 $L_d/L_c=1$ 的情况下,增加率低,在 $L_d/L_c < 1.2$ 的情况下,基本没有效果。这意味着即使扩大 L_b 而使狭缝附近的磁体难以退磁,当 L_c 较小时,退磁磁通仍会使磁体短路,不能获得较大的退磁抑制效果。为了利用 L_c 部使退磁磁通逃逸到极间铁芯部,优选使 $L_d/L_c \geq 1.2$ 。

[0064] 并且,根据上述结果可知,在组合了 L_a 与 L_b 的上述关系及 L_c 与 L_d 的上述关系的本实施方式1中,如图9所示,与比较例的电机相比,1%退磁电流增加了17%。

[0065] 另外,为了对可能引发噪声和振动的来自定子3的电枢反作用磁通进行抑制,在转子铁芯11上形成有在磁体厚度方向 T 上比在磁体宽度方向 W 上长地延伸的多条狭缝25。但是,同时,退磁磁通如上述那样地通过转子铁芯11。并且,该退磁磁通想要在转子铁芯11上通过狭缝25与磁体插入孔21之间的部分,并通过延伸部11b。因此,在本实施方式1中,用于抑制电枢反作用磁通的狭缝25为了阻碍退磁磁通的通过,这些狭缝25形成为不位于规定隔磁磁桥23的间隔 S 的假想线 $L1$ 与对应的延伸部11b的前端11b'之间的区域。

[0066] 在以上述方式构成的本实施方式1中,能够大幅提高退磁抑制效果,当在与以往产品相同的电流范围内使用的情况下,能够使用保磁力更低的磁体。即,能够削减用于提高保磁力的稀土添加量,使用重稀土类元素的添加量少的便宜的稀土类磁体,从而能够构成低成本的电机。

[0067] 此外,设置隔磁磁桥而获得漏磁少的高效率的电机。另外,能够利用磁体表面的狭缝减少磁通密度波形的高次谐波成分,降低感应电压的高次谐波和齿槽转矩,并且形成为使来自定子的电枢反作用磁通不易交链的转子构造,抑制声音振动。另外,由于形成为退磁强的电机,所以如果是与以往相同的退磁耐力,则能使磁体厚度变薄,由此,也能抑制昂贵的稀土类磁体的使用量,构成便宜的电动机。通过使用本实施方式1的电机,在现实的实施的场面,能够构成高效率、低噪声且不易退磁的可靠性高的压缩机、冷冻空调机。这样,采用本实施方式1,虽然具有隔磁磁桥及狭缝,但却能抑制磁体的退磁。另外,不论绕组方式、槽数和极数如何,都能获得该优点。

[0068] 另外, Dy 质量含量低的稀土类电机在高温下保磁力下降,容易退磁。但是,只要是本实施方式1的永磁体埋入型电动机,则即使是 Dy 质量含量在2%以内的磁体,也能不退磁

地被使用。当减少重稀土类元素的添加量时,也就是说,在减少Dy质量含量时,磁体的残留磁通密度增加,所以磁体的转矩提高,能将用于产生相同的转矩的电流减小,能够减少铜损及变换器的通电损失。

[0069] 另外,稀土类磁体具有在高温时保磁力下降,容易退磁的特性,所以只要是本实施方式1的永磁体埋入型电动机,就能构成与以往的电动机相比,在高温中的退磁可靠性比较高的电动机。在冷冻机的压缩机中通常采用R410a制冷剂,但在应用地球温暖化系数小、效率佳的R32制冷剂的情况下,压缩机的排出温度升高,难以确保退磁可靠性。通过使用本实施方式1的电机,能够保证因压缩机制冷剂的变更而引发的高温动作所带来的退磁特性,作为压缩机及空调机的使用范围得到扩大,能够贡献于性能的改善。

[0070] 实施方式2.

[0071] 说明本发明的实施方式2的永磁体埋入型电动机。图10及图11分别涉及本发明的实施方式2,是与图2及图3相同形态的图。另外,本实施方式2除了以下说明的部分以外,其他部分与上述的实施方式1的结构相同。

[0072] 在本实施方式2的永磁体埋入型电动机的转子105中,在磁体插入孔21的孔划定部的位于比各永磁体13的宽度方向端面13b更靠周向外侧的位置的部位,具有延伸部111b。延伸部111b朝向转子铁芯11的极间铁芯部11c伸出。

[0073] 本实施方式2中的延伸部111b比永磁体13的外周侧表面13a的宽度方向上的假想延长线EL向内径侧平缓地伸出,也就是说,延伸部111b形成为以不过度靠近永磁体13的宽度方向端面13b的方式伸出。

[0074] 这里,关于伸出的延伸部111b,比永磁体13的外周侧表面13a向内径侧“平缓”地伸出是重要的,当转子铁芯11大幅地挡住永磁体13的宽度方向端面13b时,退磁磁通与宽度方向端面13b交链而发生退磁。这里,想要使延伸部111b并非完全固定永磁体13,而是以能定位在磁极中心的程度向内径侧伸出,在插入且定位了永磁体13后,在设于磁体插入孔21的内径侧的风孔17中插入锥形的棒,使风孔变形而压入固定永磁体13,即使电磁力在驱动中发生作用,永磁体13也不会动。或者也可以通过粘接等进行固定。永磁体13的宽度方向端面13b与延伸部111b的挡住量0H(在图11的纸面上是从与径向正交的方向(外周侧表面13a的延伸方向)进行投影观察时重叠的区域)优选为磁体厚度Ld的15%以下左右。

[0075] 采用以上那样构成的本实施方式2,也与上述实施方式1同样,虽然具有隔磁磁桥及狭缝,但却能抑制磁体的退磁。

[0076] 此外,在本实施方式2中,还能获得以下这样的优点。即,如图5及图6所示的比较例那样,在为了在磁体插入孔内定位永磁体,而在磁体插入孔的磁体内径侧设置有磁体固定突起211b的情况下,磁体外径侧表面与磁体固定突起211b的距离变得比磁体厚度窄,避开了磁阻大的隔磁磁桥的退磁磁通集中到磁阻小的磁体固定突起211b,使与磁体固定突起211b相邻的磁体端部容易退磁。

[0077] 对此,在本实施方式2中,通过使延伸部111b比假想延长线EL向内径侧平缓地伸出,能够固定磁体插入孔21中的永磁体13的位置,减小由磁体相位偏差引发的磁通密度分布的不均,抑制振动噪声。此外,由于将退磁磁通引导为在Lc间流动,因此也能抑制磁体端部的退磁特性伴随磁体固定的恶化。

[0078] 以上,参照优选的实施方式详细说明了本发明的内容,但只要是本领域技术人员,

就自然明白能基于本发明的基本技术思想及教导采用各种改变形态。

[0079] 附图标记说明

[0080] 1、永磁体埋入型电动机；3、定子；5、105、转子；11、转子铁芯；11b、111b、延伸部；11c、极间铁芯部；13、永磁体；13a、外周侧表面；13b、宽度方向端面；21、磁体插入孔；23、隔磁磁桥；25、狭缝。

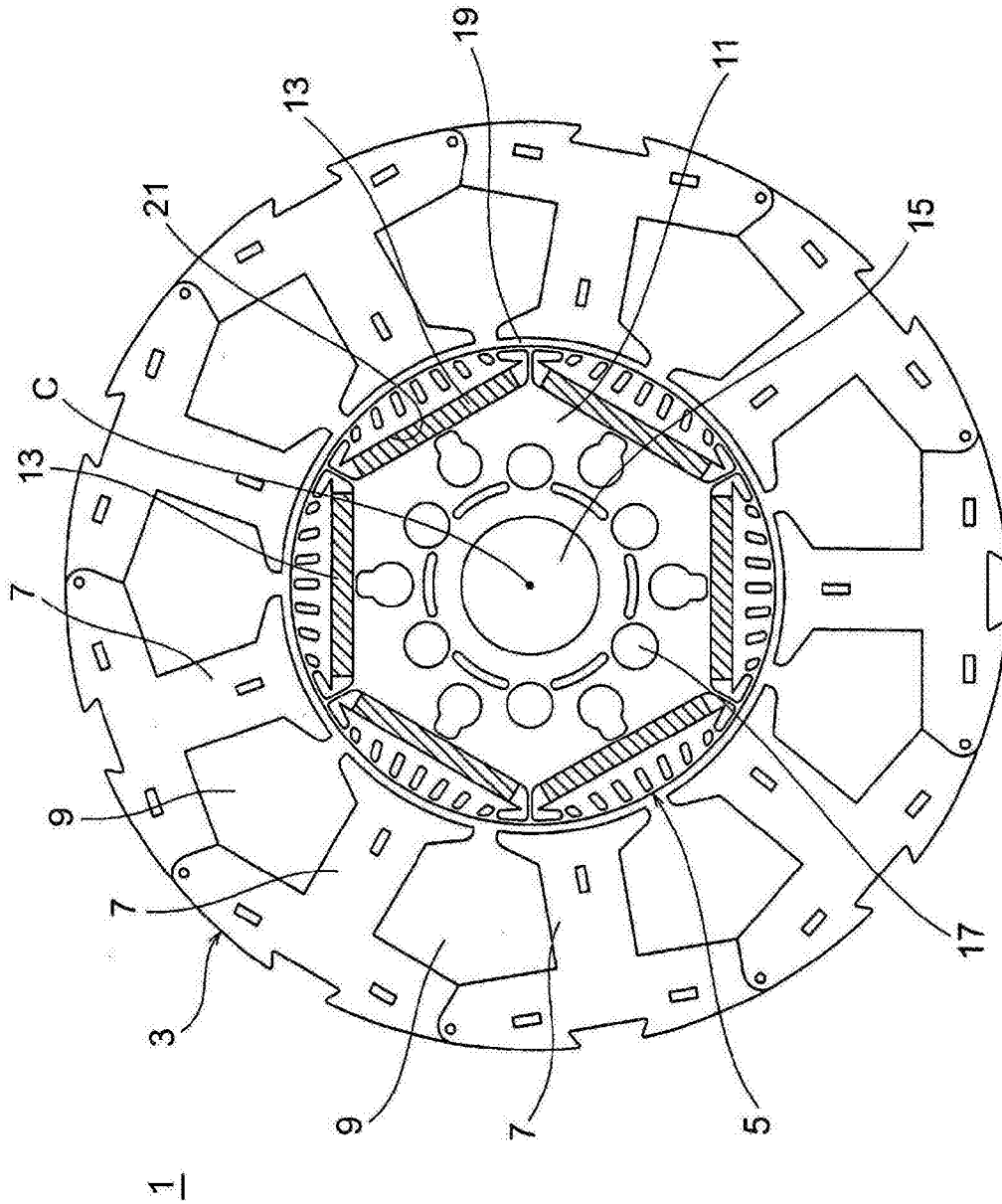


图1

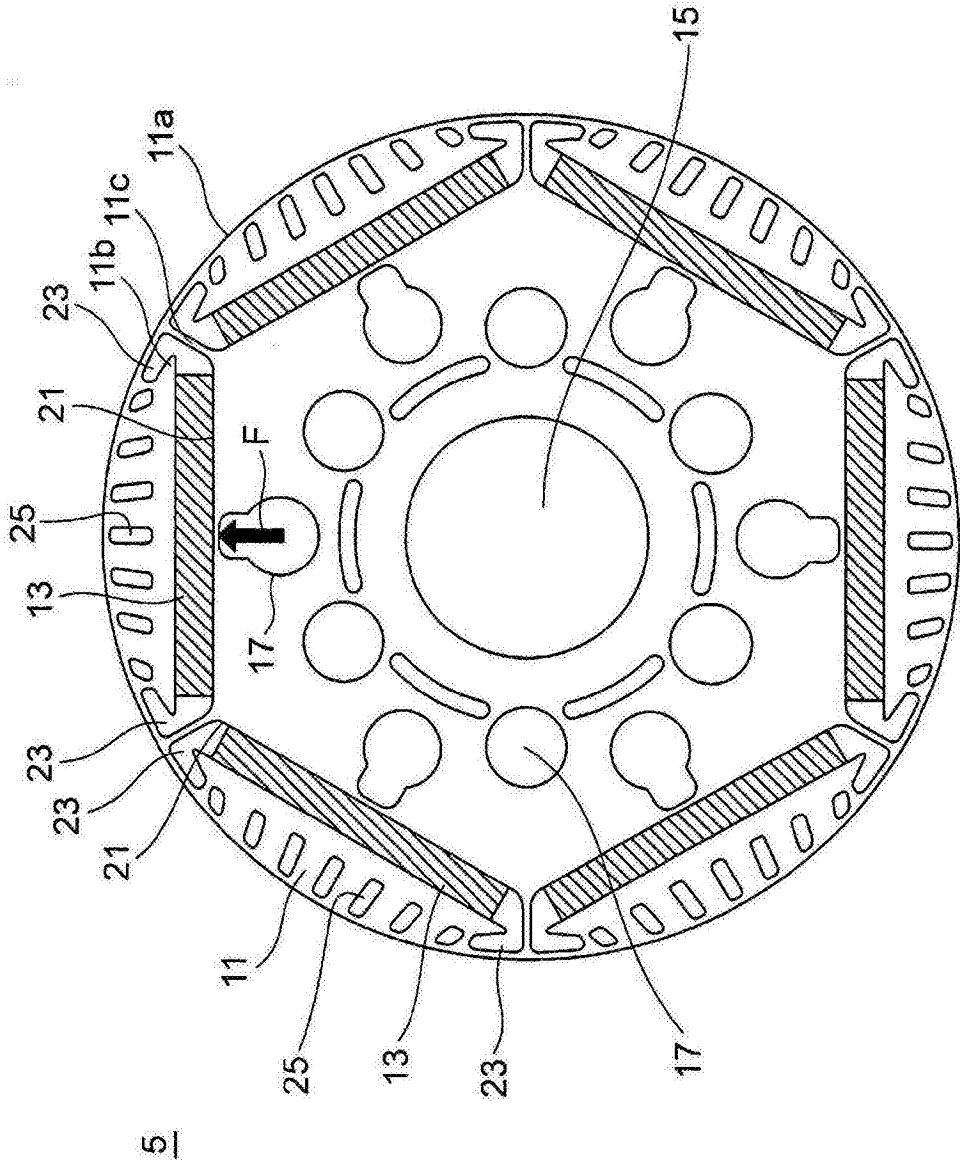


图2

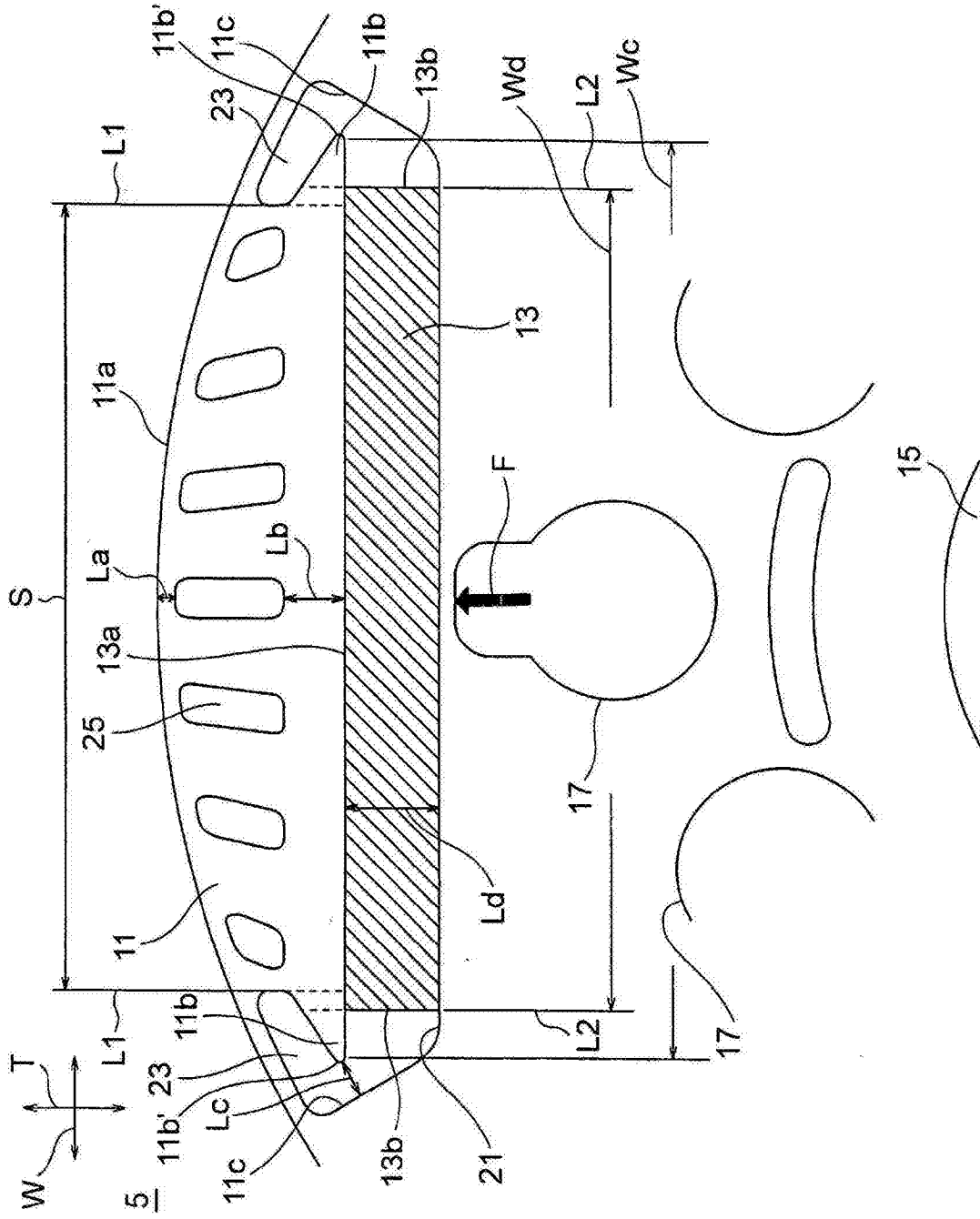


图3

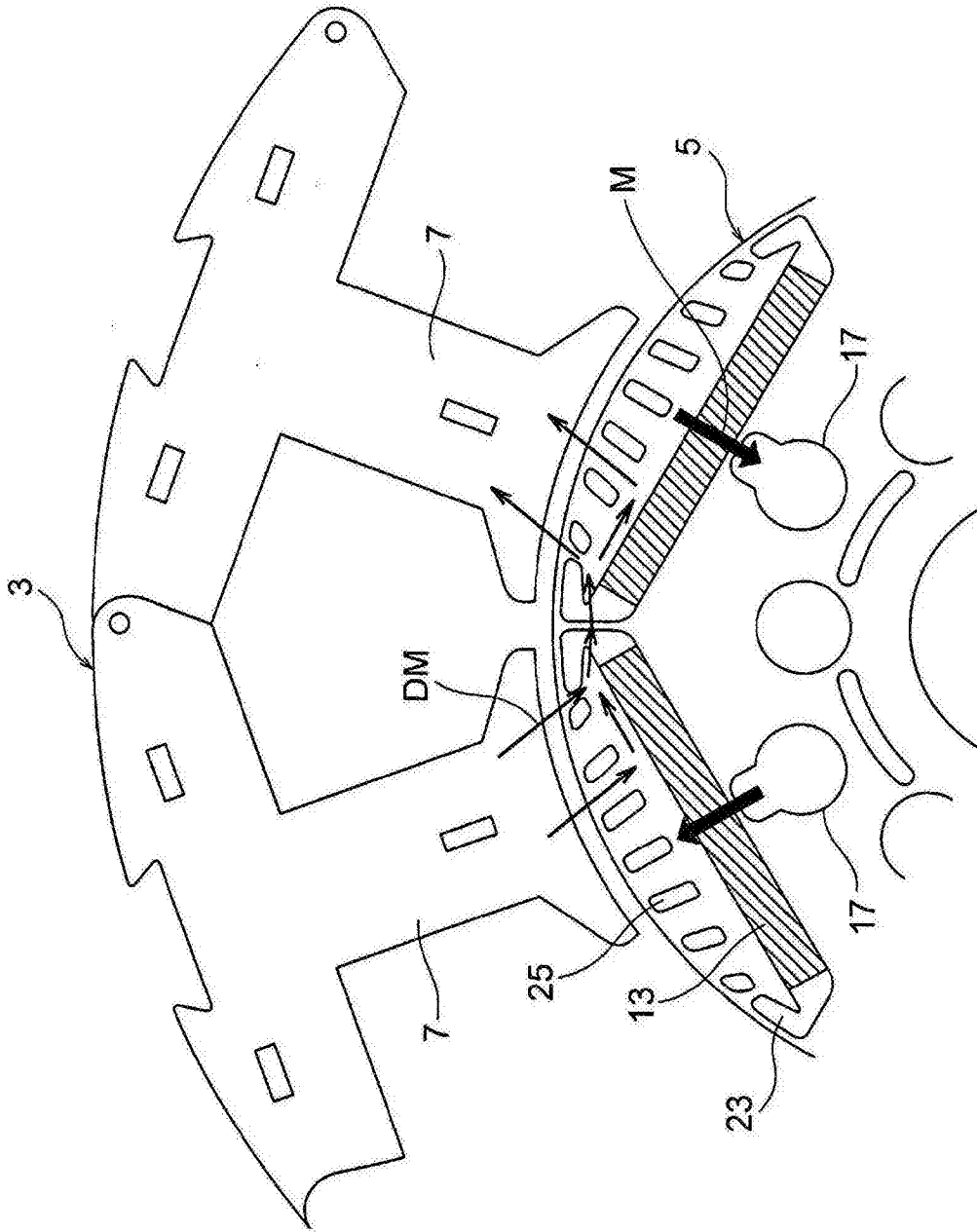


图4

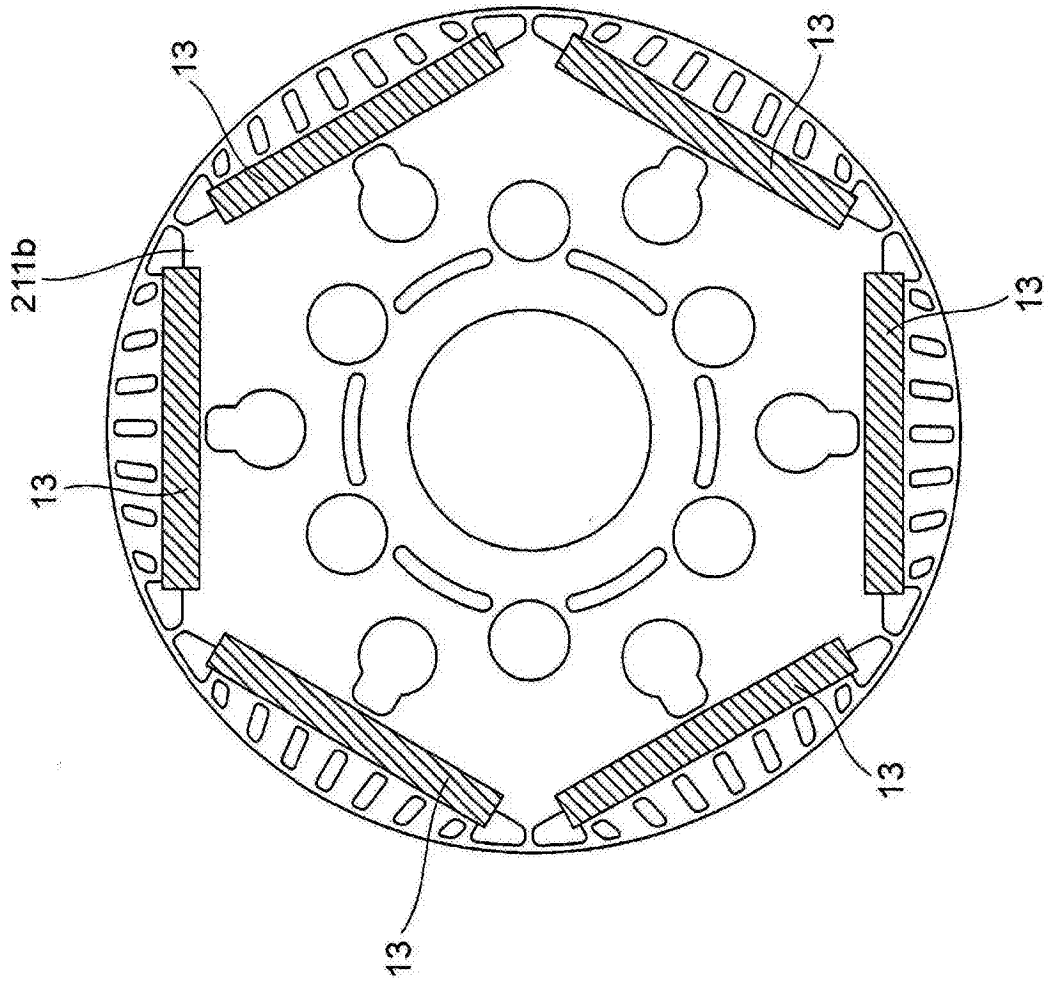


图5

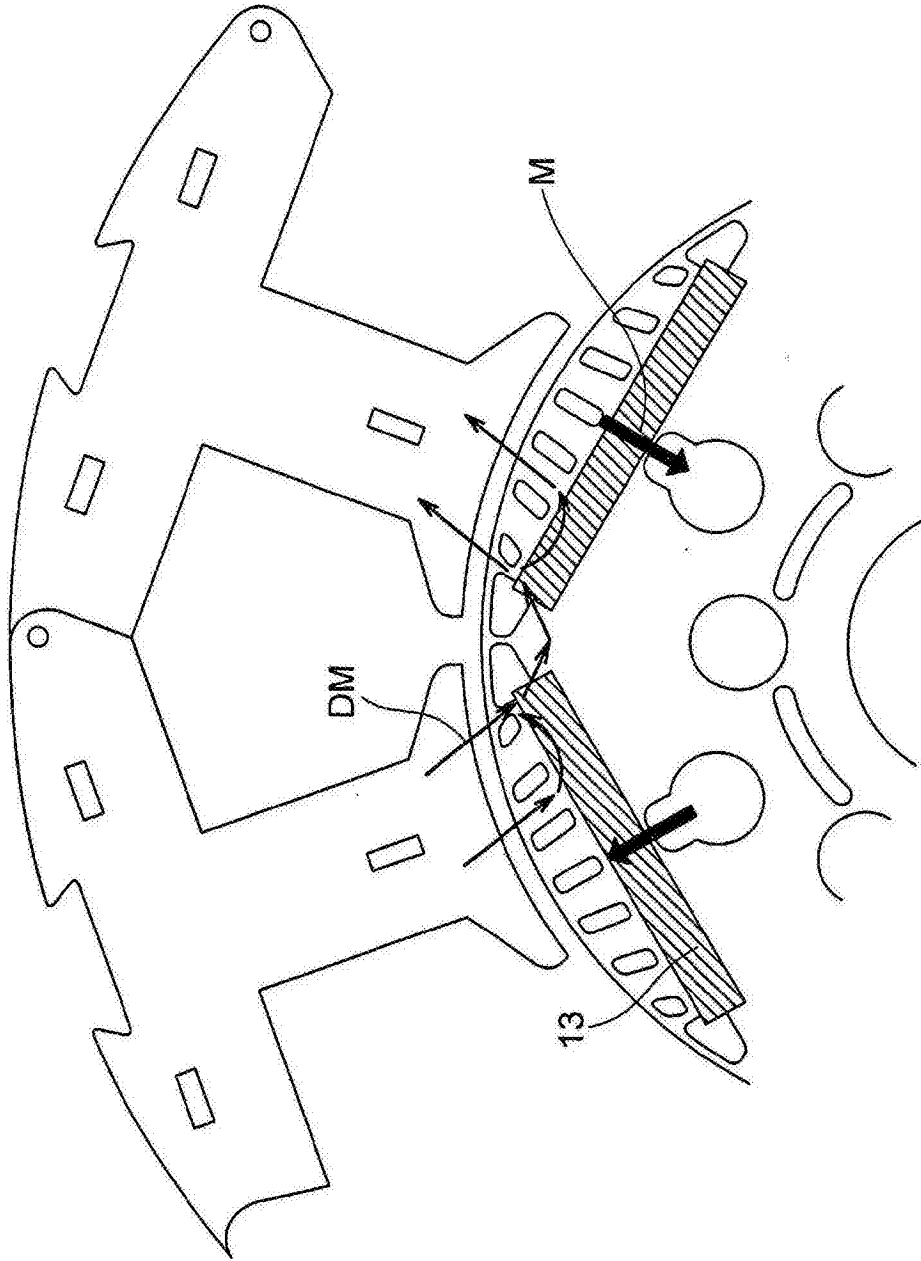


图6

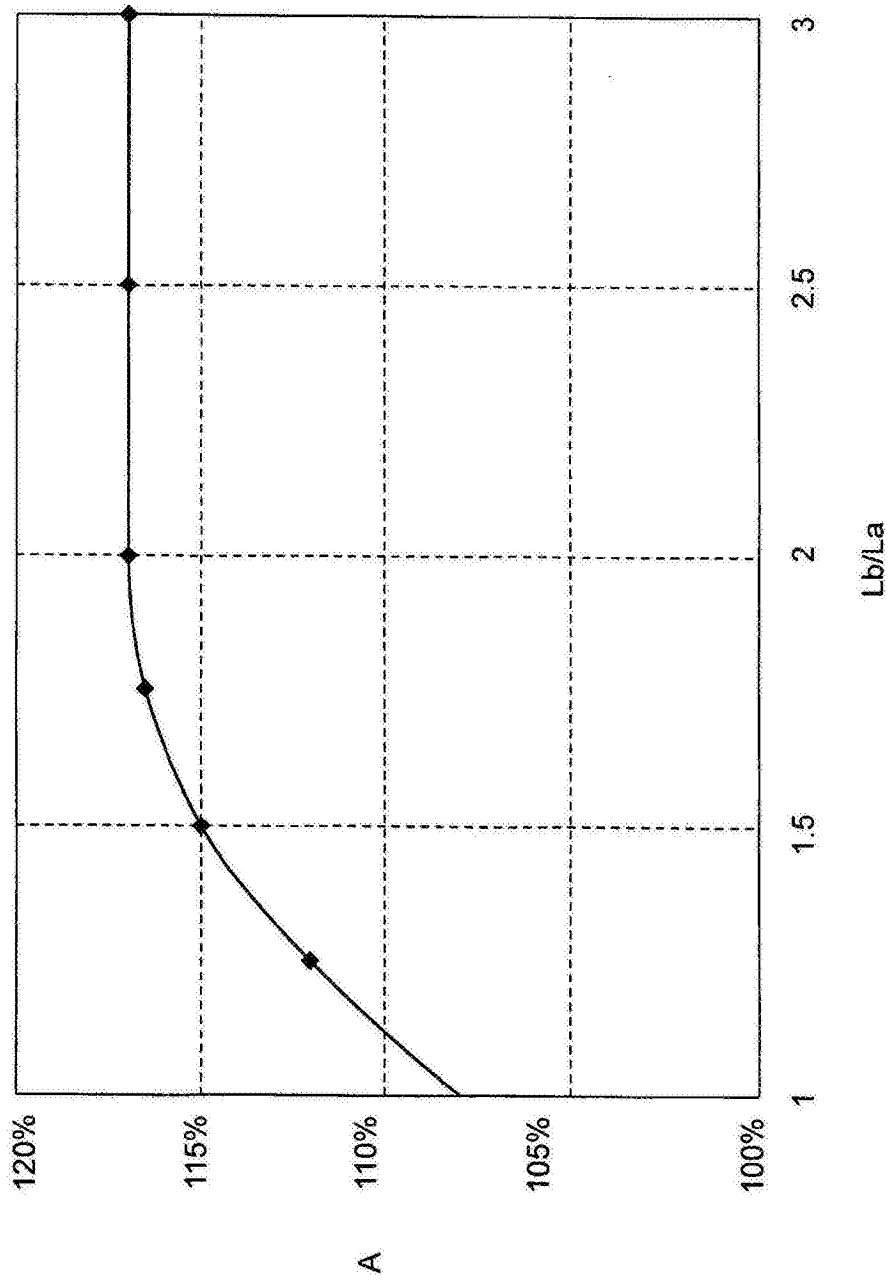
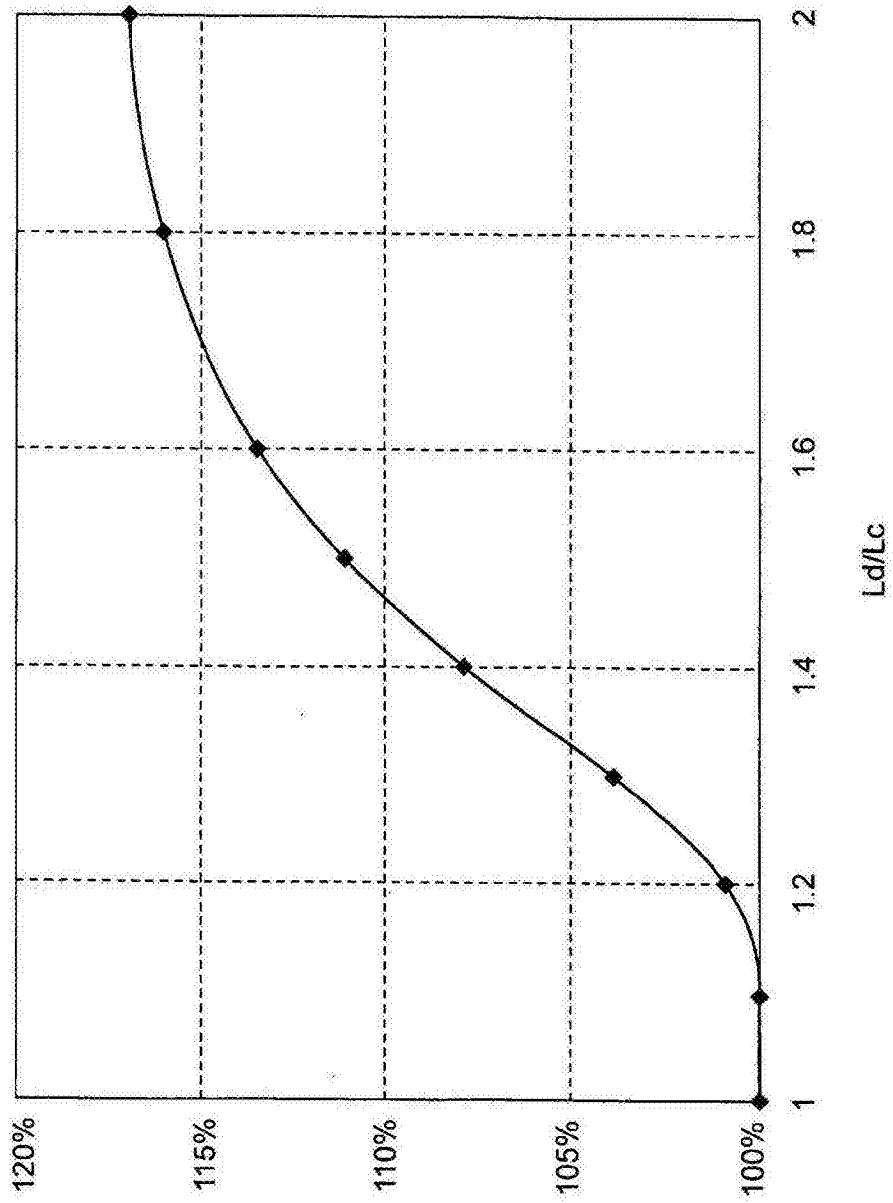
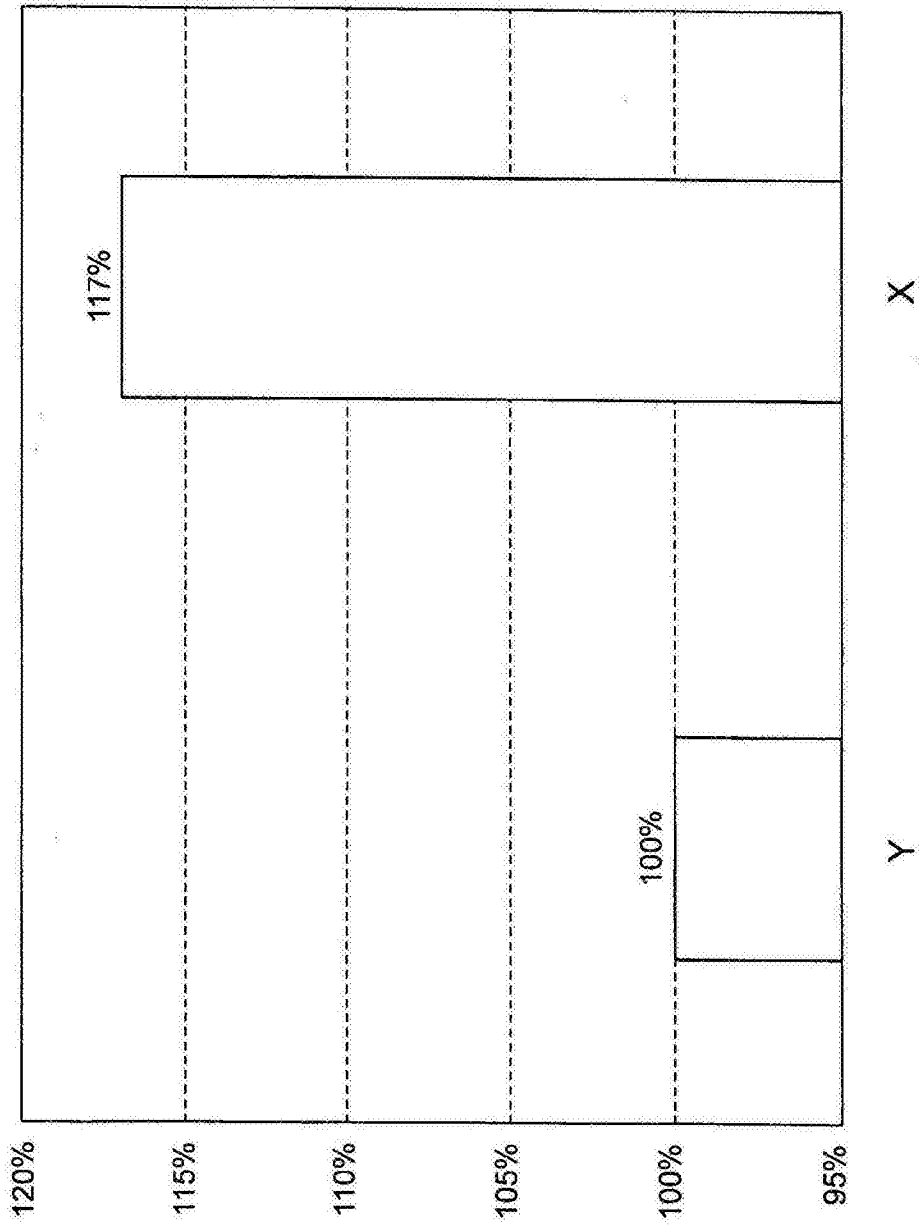


图7



A

图8



A

图9

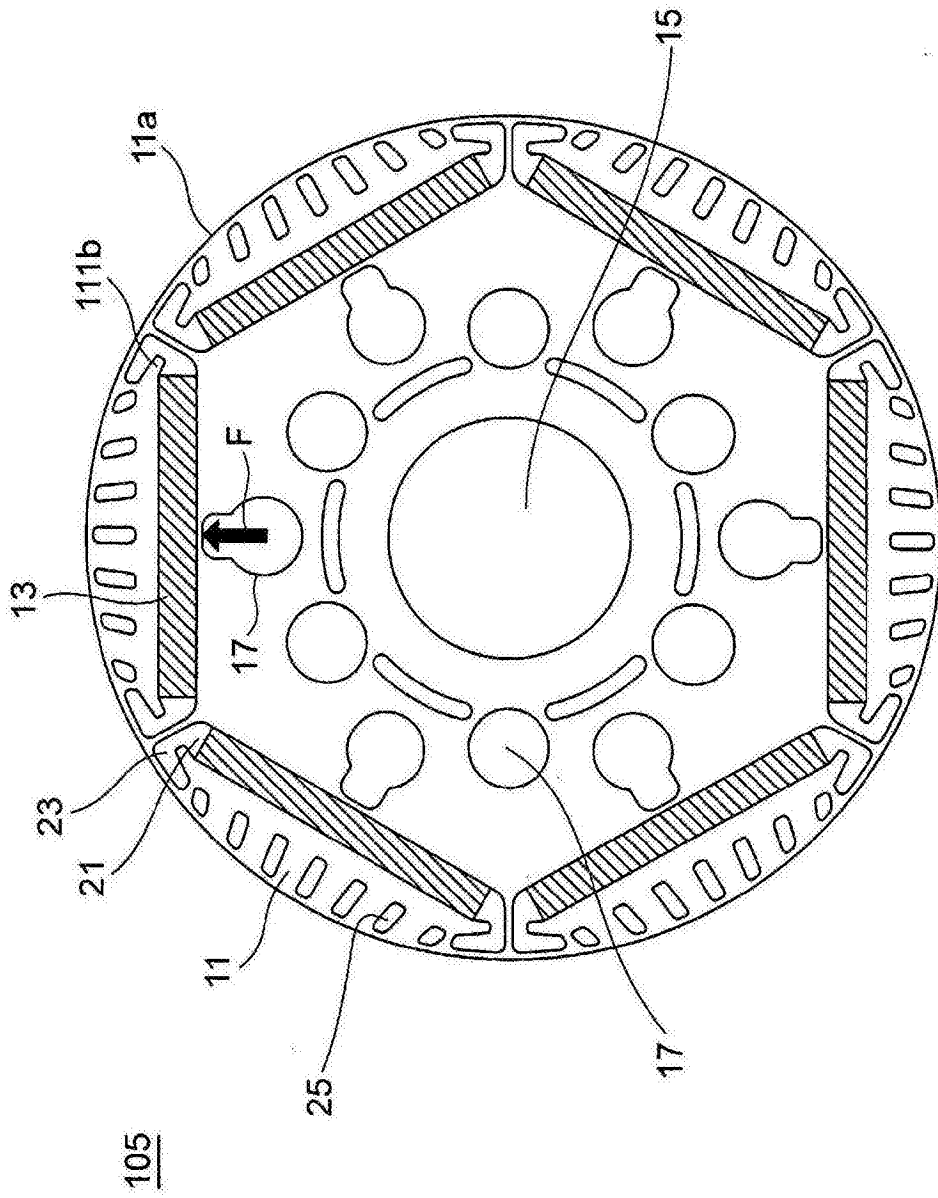


图10

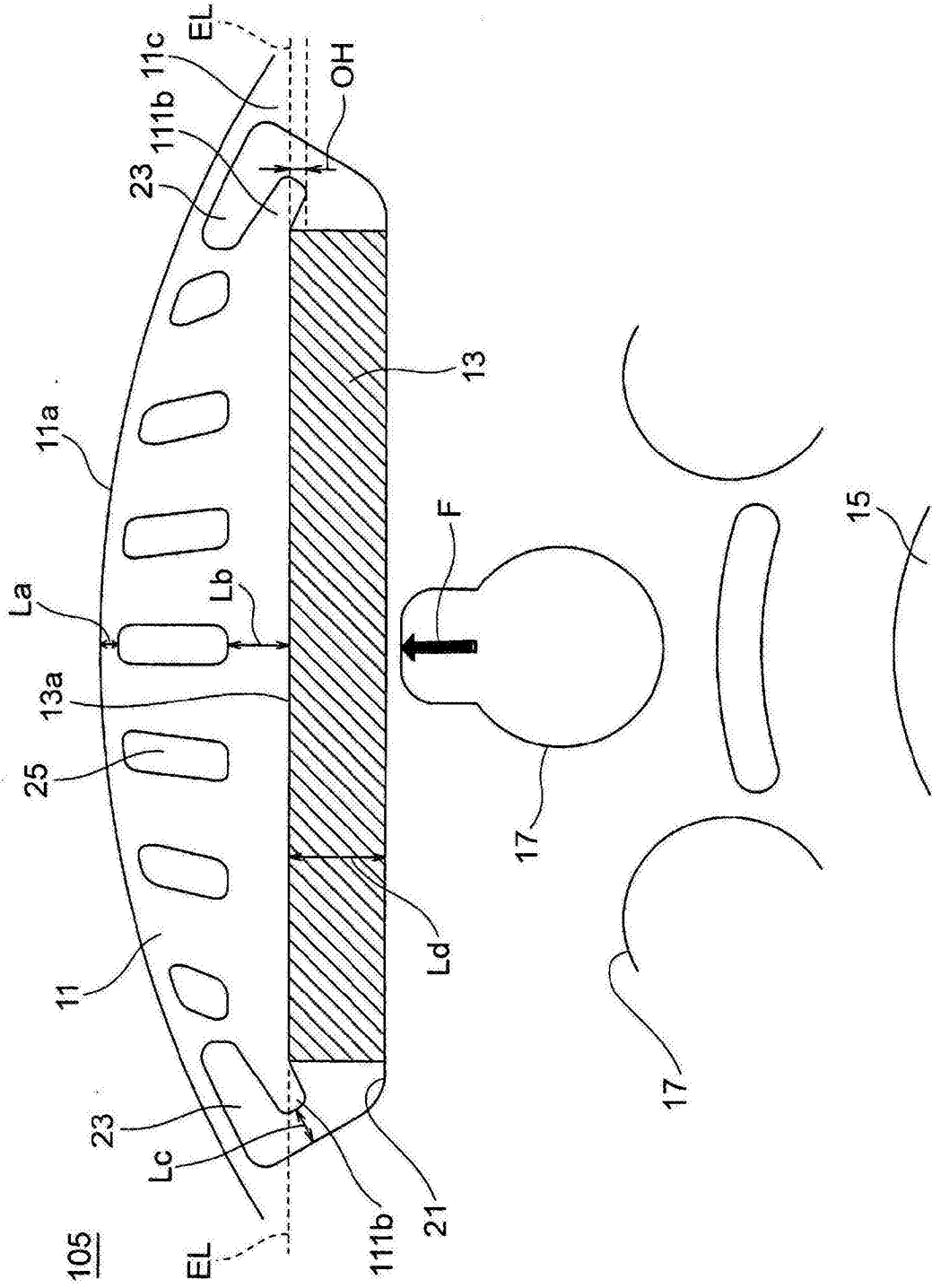


图11