(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118805317 A
(43)申请公布日 2024.10.18

(21)申请号 202380027263.9
(22)申请日 2023.03.14
(30)优先权数据
2022-041036 2022.03.16 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.09.12
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/009745 2023.03.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/176802 JA 2023.09.21
(71)申请人 爱知制钢株式会社
地址 日本
(72)发明人 滨田典彦 伊东和德
(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
专利代理师 任天诺 高培培
(51)Int.Cl.
H02K 1/276(2006.01)

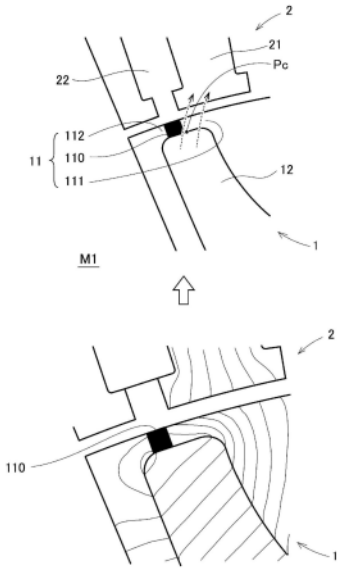
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

内置磁体型电机及其转子

(57)摘要

本发明提供一种能够实现由交链磁通的增加带来的性能提高的内置磁体型电机用转子。本发明是在由磁性材料构成的转子芯(1)的插槽(12)内置有永久磁体(3)的内置磁体型电机用转子。转子芯在位于一个以上的插槽中的至少一方的框端外侧具有非磁性区域(110)。该非磁性区域以插槽的框端中央(Ps)为基准偏向远离磁极中心(Pc)的一侧。非磁性区域既可以设置于位于插槽的外周端侧的桥部,也可以设置于位于插槽的相邻插槽之间的肋。非磁性区域例如通过对电磁钢板的一部分进行非磁性改性而形成。非磁性区域的至少一部分也可以由桥部的径向宽度或肋的相邻间隔比周围小的窄幅部构成。



CN 118805317 A

1.一种内置磁体型电机用转子,在由磁性材料构成的转子芯的插槽内置有永久磁体,其中,

该转子芯在位于一个以上的该插槽中的至少一方的框端外侧具有非磁性区域,

该非磁性区域以该插槽的框端中央为基准偏向远离磁极中心的一侧。

2.根据权利要求1所述的内置磁体型电机用转子,

所述非磁性区域设置于位于所述插槽的外周端侧的桥部和/或位于该插槽的相邻插槽之间的肋。

3.根据权利要求1或2所述的内置磁体型电机用转子,

所述非磁性区域是电磁钢板的一部分被非磁性改性而成的区域。

4.根据权利要求2所述的内置磁体型电机用转子,

所述非磁性区域的至少一部分由所述桥部的径向宽度或所述肋部的相邻间隔比周围小的窄幅部构成。

5.一种内置磁体型电机,具备:

权利要求1~4中任一项所述的转子;以及

定子,构成电枢。

6.根据权利要求5所述的内置磁体型电机,

设置于所述插槽的外周端侧的非磁性区域的周向长度比形成于所述转子与所述定子之间的空隙宽度大。

内置磁体型电机及其转子

技术领域

[0001] 本发明涉及内置磁体型电机用转子等。

背景技术

[0002] 电动机(包括发电机在内简称为“电机”)存在各种类型。最近,随着变换器控制的发展和高性能的稀土类磁体的普及,经常使用省电力且高效率的同步电机。

[0003] 同步电机(Synchronous Motor)是在转子(rotor)具备永久磁体(励磁源)且在定子(stator)具备电枢绕组(线圈)并向电枢绕组供给交流(AC)而使定子产生旋转磁场来驱动转子的AC电机。

[0004] 作为同步电机,存在永久磁体配设于转子的表面的表面磁体型电机(Surface Permanent Magnet Synchronous Motor/“SPM电机”)和该永久磁体配设于转子的内部的内置(埋入)磁体型电机(Interior Permanent Magnet Synchronous Motor/“IPM电机”)。目前,不仅实现高转矩化和省电力化、还实现由防止永久磁体的飞散带来的可靠性的提高的IPM电机成为主流。与这样的IPM电机相关的记载例如存在于下述的专利文献中。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2013-247850

[0008] 专利文献2:日本特开2015-201997

[0009] 专利文献3:WO2022/004672

发明内容

[0010] 发明所要解决的课题

[0011] 专利文献1~3均提出了在转子铁芯(转子芯)的磁体孔(插槽)的外周端部(桥部)设置非磁性部(区域)。由此,抑制从永久磁体供给的磁通在桥部处短路,实现电机的性能提高。

[0012] 当然,在任一专利文献中,关于桥部内的非磁性部(区域)的配置、形态等均没有任何记载或暗示。

[0013] 本发明是鉴于这样的情况而完成的,其目的在于提供一种能够实现内置磁体型电机的性能提高的新的转子等。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本发明人进行了深入研究,结果发现,通过重新研究设置于插槽的框端外侧的非磁性区域的配置,能够增加在转子与定子之间产生的交链磁通。通过使该成果演化,从而完成了以下所述的本发明。

[0016] 《内置磁体型电机用转子》

[0017] (1)本发明是一种内置磁体型电机用转子,在由磁性材料构成的转子芯的插槽内置有永久磁体,其中,该转子芯在位于一个以上的该插槽中的至少一方的框端外侧具有非

磁性区域,该非磁性区域以该插槽的框端中央为基准偏向远离磁极中心的一侧。

[0018] (2)本发明的内置磁体型电机用转子(简称为“转子”)首先在插槽的框端外侧具有非磁性区域。由此,抑制通过该框端外侧的部分、区域(适当称为“框端部”)而从永久磁体供给的磁通的一部分短路。接着,该非磁性区域以插槽的框端中央为基准偏向远离磁极中心的一侧(也适当称为“外侧”)而设置。因此,在该框端外侧的周边区域,永久磁体的磁通通过位于靠近磁极中心的一侧(也适当称为“内侧”)的磁性区域(“非磁性区域”以外的部分)而被向定子引导。这样,实现转子与定子之间的交链磁通的增加,进而实现IPM电机的性能提高。

[0019] 《内置磁体型电机》

[0020] 本发明也作为IPM电机而掌握。例如,本发明也可以是具备上述的转子和构成电枢的定子的内置磁体型电机。此时,设置于插槽(转子芯)的外周端侧(桥部附近)的非磁性区域例如周向长度(周向的最小长度)最好比形成于转子与定子之间的空隙宽度(通常为气隙)大。而且,非磁性区域的径向长度(径向的最小长度)也最好比该空隙宽度大。由此,在插槽(转子芯)的外周端侧,从永久磁体供给的磁通更容易被向定子侧引导。

[0021] 《其他》

[0022] (1)本说明书中所说的“非磁性区域”和“磁性区域(非磁性区域以外的区域)”根据磁通的通过容易度而确定。例如,非磁性区域最好是比磁性区域低(初始)磁导率、低饱和磁通密度或高磁阻的区域。磁导率的调整例如通过材质(成分组成、组织等)的变化来进行。饱和磁化的调整例如除了材质变化以外,还可以通过形态变化(窄幅化、空隙化等)来进行。

[0023] (2)本说明书中所说的“磁极中心”是位于转子的每个磁极且从永久磁体供给的磁通所朝向的假想的点。磁极中心在各磁极的中心线(对称线)上位于转子的外周端线附近(例如,图1所示的点Pc或点Pp)。磁极中心的径向上的位置根据转子(电动机)的规格而不同,但在本说明书中,为了便于说明,将磁极的中心线(对称线)与转子的外周端线的交点(例如,图1所示的点Pc)设为“磁极中心”。

[0024] “框端中央”基本上设为划分插槽的框线与插槽的中央线的交点(例如,图1所示的点Ps)。但是,如果需要非磁性区域的划分,则也可以将连结该交点和插槽的中央线与转子的外周端线或其他插槽的框线交叉的点(例如,图1所示的点Pe)的线段设为“框端中央”。

[0025] 插槽的中央线成为从磁极中心引出的直线与插槽的框线交叉而形成的交点间的中点的轨迹。若基于图1进行例示,则将从磁极中心(Pc)延伸的直线与插槽的框线的两交点(Pi、Po)的中点(Pm)连接的轨迹(Tm)成为插槽的中央线。

[0026] 插槽通常以包围磁极中心的方式呈弧状设置。在插槽被肋等分割而呈弧状配设多个小插槽时,将各小插槽的内、外框线(靠近磁极中心的框线和远离磁极中心的框线)分别延长(外推)而考虑假想的大插槽(排除肋等而连结的插槽)。将该大插槽的中央线与小插槽的框端的交点(或线段)设为框端中央。

[0027] 本说明书中所说的“周向”是绕转子的旋转中心(轴)的方向,“径向”是从转子的旋转中心呈放射状延伸的方向。相对于磁极中心的远近的方向可以是周向、径向、它们的复合方向等中的任意方向。另外,“转子”既可以是内转子也可以是外转子。并且,IPM电机的磁极数(设置于转子、定子的插槽数等)为两个以上即可。

[0028] (3)只要没有特别说明,本说明书中所说的“x～y”包括下限值x以及上限值y。能够

将本说明书所记载的各种数值或数值范围所包含的任意数值作为新的下限值或上限值而新设“a～b”这样的范围。

附图说明

[0029] 图1是例示转子和定子的一个磁极量的局部剖视图。

[0030] 图2A是示出该转子的桥部周边的磁通线(第一例)的示意图和等值线图。

[0031] 图2B是示出该桥部周边的磁通线(第二例)的示意图和等值线图。

[0032] 图2C是示出该桥部周边的磁通线(第三例)的示意图和等值线图。

[0033] 图2D是示出该桥部周边的磁通线(第四例)的示意图。

[0034] 图3A是示出该桥部周边的磁通线(第一变形例)的示意图。

[0035] 图3B是示出该桥部周边的磁通线(第二变形例)的示意图。

[0036] 图3C是示出变更了形态的桥部周边的磁通线的示意图。

[0037] 图4是示出在桥部和肋设置非磁性区域时的磁通线的等值线图。

具体实施方式

[0038] 能够将从本说明书中记载的事项任意选择的一个或两个以上的构成要素附加于上述的本发明的结构。与方法相关的构成要素也可以成为与物体(转子等)相关的构成要素。任一实施方式是否最佳根据对象、要求性能等而不同。

[0039] 《转子芯》

[0040] 转子芯由磁性材料构成,在每个磁极具备至少一个以上的内置(埋设)永久磁体的插槽。在该至少一个插槽的框端外侧形成非磁性区域。进一步地,非磁性区域可以仅设置于其框端外侧的一方,也可以设置于两方。

[0041] (1)插槽

[0042] 插槽的形状、配置、层数等根据转子(IPM电机)的规格而不同。各磁极的插槽通常以包围磁极中心的方式关于磁极中心对称地设置。

[0043] (2)框端部

[0044] 位于插槽的框端外侧的部分、区域(框端部)是位于转子芯的外周端侧的桥部、加强大致弧状的大插槽而将大插槽分割成小插槽的肋等。桥部通常针对每个磁极具有至少两个以上。在针对每个磁极设置双层构造的插槽(参照图1)的情况下,桥部针对每个磁极为四个。桥部的形态可以根据插槽、非磁性区域的形态等而变化。例如,桥部既可以是径向的宽度大致恒定的圆弧状,也可以是径向的宽度变化的山型形状等。此外,如果特意对桥部、肋进行划分,则插槽的框端外侧的区域只要设为由将插槽的内侧框线和外侧框线分别外推而得到的延长线占据的范围即可。

[0045] (3)非磁性区域和磁性区域

[0046] 非磁性区域偏向框端部的外侧(远离磁极中心的一侧)而设置,因此,相反地,磁性区域偏向框端部的内侧(靠近磁极中心的一侧)而形成。只要这样的磁性区域形成于磁极中心侧,则设置非磁性区域的范围、形态没有限制。

[0047] 非磁性区域例如也可以设置成向外侧超过上述的桥部、肋的范围。但是,非磁性区域向外侧的过度的越境会导致IPM电机的磁阻转矩的降低。因此,非磁性区域的外缘可以沿

着框端部的外缘(大致一致)。

[0048] 非磁性区域例如可以是使材质(成分组成、组织等)相对于构成磁性区域的磁性材料(电磁钢板等)变化("非磁性改性"或简称为"改性")的区域,也可以是使形态相对于磁性区域变化的区域。作为后者的一例,也可以使非磁性区域的至少一部分相对于磁性区域而缩窄径向的宽度。由此,通过非磁性区域的磁通容易饱和。当然,也可以使材质和形态双方相对于磁性区域变化。另外,非磁性区域的窄小化也可以成为改性区域的缩小化。

[0049] 顺带一提,非磁性改性例如通过上述的专利文献3(WO2022/004672)等中记载的方法进行。特别是,如果利用高能量束(激光等)的照射,则能够高精度地对微小的区域进行改性。此时,非磁性区域越窄,越能够实现改性的高效化、应变的抑制。

[0050] 《永久磁体》

[0051] 内置于插槽的永久磁体可以是将磁体颗粒的成形体烧结而成的烧结磁体,也可以是将磁体颗粒用粘合剂树脂粘结(固定)而成的粘结磁体。粘结磁体的形状自由度大,适于复杂形状的插槽。此外,磁体颗粒的种类、形态(粒径等)、各向异性的程度等不受限制。

[0052] 永久磁体可以在插槽内朝向磁极中心附近(从半径方向向倾斜方向取向)磁化。由此,通过框端部的内侧(磁性区域)的磁通能够增加。这样的永久磁体通过插槽内的磁场中成形、磁化来实现。在粘结磁体的情况下,例如,也可以使用各向异性(稀土类)磁体颗粒,在转子芯的插槽内仅进行取向磁场中成形。此时,可以在粘结磁体的成形前预先形成非磁性区域。

[0053] 实施例

[0054] 对设置于IPM电机用转子的非磁性区域的配置、形态对转子与定子之间的交链磁通带来的影响进行了模拟。以下,基于这样的具体例来详细说明本发明。

[0055] 《基础模型》

[0056] 在图1中示出用于模拟的基础模型M(简称为"模型M")的俯视图。模型M是包含八个磁极的IPM电机的一个磁极量(1/8模型)。模型M具备转子芯1、定子芯2以及永久磁体3。转子芯1和定子芯2由冲压成期望形状的电磁钢板的层叠体构成。如图1所示,模型M关于磁极中央(中心线)线对称,在周向上,将靠近磁极中心Pc的一侧作为内侧,将远离磁极中心Pc的一侧作为外侧。另外,将远离转子芯1的旋转中心的一侧称为扩径侧,将靠近转子芯1的旋转中心的一侧称为缩径侧。

[0057] 转子芯1具有相对于磁极中央对称地设置的两层大致U字状的插槽12、16。位于转子芯1的外侧的插槽12由位于旋转中心侧的三个肋13(加强部)分割为四个部分。位于转子芯1的内侧的插槽16由一个肋17分割为两个部分。

[0058] 位于插槽12、16的最外周端侧的框边成为桥部11、15(框端部)。桥部11的范围例如成为由将插槽12的内侧框线12a和外侧框线12b分别外推而得到的延长线、插槽12的框端线12c以及转子芯1的最外周线1a包围的区域(阴影部分)。这对于桥部15的范围也是同样的。此外,桥部11、15(框端部)和肋13(加强部)相当于插槽12、16的框端外侧。

[0059] 插槽12、16内都被粘结磁体3填充。插槽12、16以外的部分基本上是由电磁钢板构成的磁性区域。

[0060] 定子芯2具有五个齿21和位于各齿21的周向两侧的六个插槽22。在插槽22配设有电枢绕组(线圈)。插槽22以外的部分基本上是由电磁钢板构成的磁性区域。

[0061] 永久磁体3例如是在从转子芯1的外周侧施加取向磁场的状态下在插槽12、16内成形的粘结磁体。粘结磁体例如是利用粘合剂树脂粘结各向异性稀土类磁体颗粒而成。成形方法可以是注射成形,也可以是压缩成形。在插槽12、16内进行了取向磁场中成形的粘结磁体如后述的图2A等所示,大致朝向磁极中心方向磁化,产生该方向的磁通(即取向)。此外,粘结磁体也可以在其成形后(粘合剂树脂固化后)从转子芯1的外周侧被磁化。

[0062] 《模拟》

[0063] (1)模型

[0064] 使用以下那样的模型M1~M4通过模拟来评价设置于桥部11的非磁性区域对桥部11周边的磁通带来的影响。

[0065] 如图2A所示,模型M1将非磁性区域110、位于非磁性区域110的内侧的磁性区域111、位于非磁性区域110的外侧的磁性区域112设定为桥部11。将非磁性区域110配置于比框端中央Ps靠外侧的位置。由此,磁性区域111在周向上比磁性区域112长。非磁性区域110例如通过基于激光照射等的非磁性改性(不锈钢化等)而形成。

[0066] 如图2B所示,模型M2使非磁性区域110的中央与框端中央Ps大致一致。由此,使磁性区域111与磁性区域112的周向长度大致相同。除此以外,设为与模型M1相同。

[0067] 如图2C所示,模型M3将非磁性区域110和位于非磁性区域110的外侧的磁性区域112设定为桥部11。也就是说,将非磁性区域110配置于比框端中央Ps靠内侧的位置,在其内侧未设置磁性区域111。除此以外,设为与模型M1相同。

[0068] 如图2D所示,模型M4不设置非磁性区域110,将桥部11整体设为磁性区域。

[0069] (2)条件

[0070] 分析条件如下设定。转子芯1及定子芯2由无方向性电磁钢板(50HXT780T)的层叠体构成。在转子芯1中,外径:φ80mm,中央孔径:φ45mm。桥部11的周向长度:3mm,非磁性区域110的周向长度:1mm,非磁性区域110的宽度(径向长度):0.5mm(与桥部11的宽度相同)。顺带一提,转子芯1与定子芯2之间的间隙(气隙):0.5mm。此外,在本实施例中,适当地将周向长度称为“长度”,将径向长度称为“宽度”。

[0071] 在模型M1中,磁性区域111的长度:1.5mm,磁性区域112的长度:0.5mm。在模型M2中,磁性区域111的长度:0.75mm,磁性区域112的长度:0.75mm。在模型M3中,磁性区域112的长度:1.5mm。

[0072] (3)结果

[0073] 在图2A~图2C的下方分别一并将与模型M1~M3相关的分析结果呈现于磁通线的等值线图。另外,在其上方分别示意性地示出基于等值线图的磁通线的流动。关于模型M4,在图2D中示意性地示出磁通线的流动。

[0074] 《评价》

[0075] 从图2A~图2D可知,通过使设置于桥部的非磁性区域靠近外侧(换言之,相较于外侧使磁性区域向内侧扩张),能够使从转子侧的永久磁体供给的磁通在桥部内不短路,能够更有效地向定子侧引导。硬要说的话,最好使内侧的磁性区域的长度相对于外侧的磁性区域的长度为3/2倍以上、2倍以上、进而3倍以上。

[0076] 《补充》

[0077] (1)如图3A所示,可以将桥部11仅设为非磁性区域110和内侧的磁性区域111(可以

去掉外侧的磁性区域112)。而且,如图3B所示,也可以将非磁性区域110以越过桥部11的范围的方式向外侧扩张。

[0078] 非磁性区域110除了作为磁性材料的改性部之外,如图3C所示,也可以设为在径向上比磁性区域111、112窄的窄幅部113。当然,也可以进一步对该窄幅部113进行非磁性改性。

[0079] (2)非磁性区域(改性区域等)不仅设置于桥部,也可以设置于插槽之间的肋。使用将非磁性区域设置于桥部11和肋13、17的模型,进行上述的模拟。将其结果汇总示于图4。图4所示的模型M1~M3与图2A～图2C所示的模型M1~M3对应。也就是说,模型M1的非磁性区域位于框端中央Ps的外侧(缩径侧)。模型M2的非磁性区域的中央与框端中央Ps大致一致。模型M3的非磁性区域位于框端中央Ps的内侧(扩径侧)。

[0080] 从图4可知,通过不仅在桥部,在肋中也将非磁性区域配置于外侧,能够减少无用地迂回的磁通,使从转子到定子侧的交链磁通增加。

[0081] 标号说明

[0082] 1 转子芯

[0083] 2 定子芯

[0084] 3 永久磁体

[0085] 11 桥部

[0086] 110 非磁性区域

[0087] 111 磁性区域。

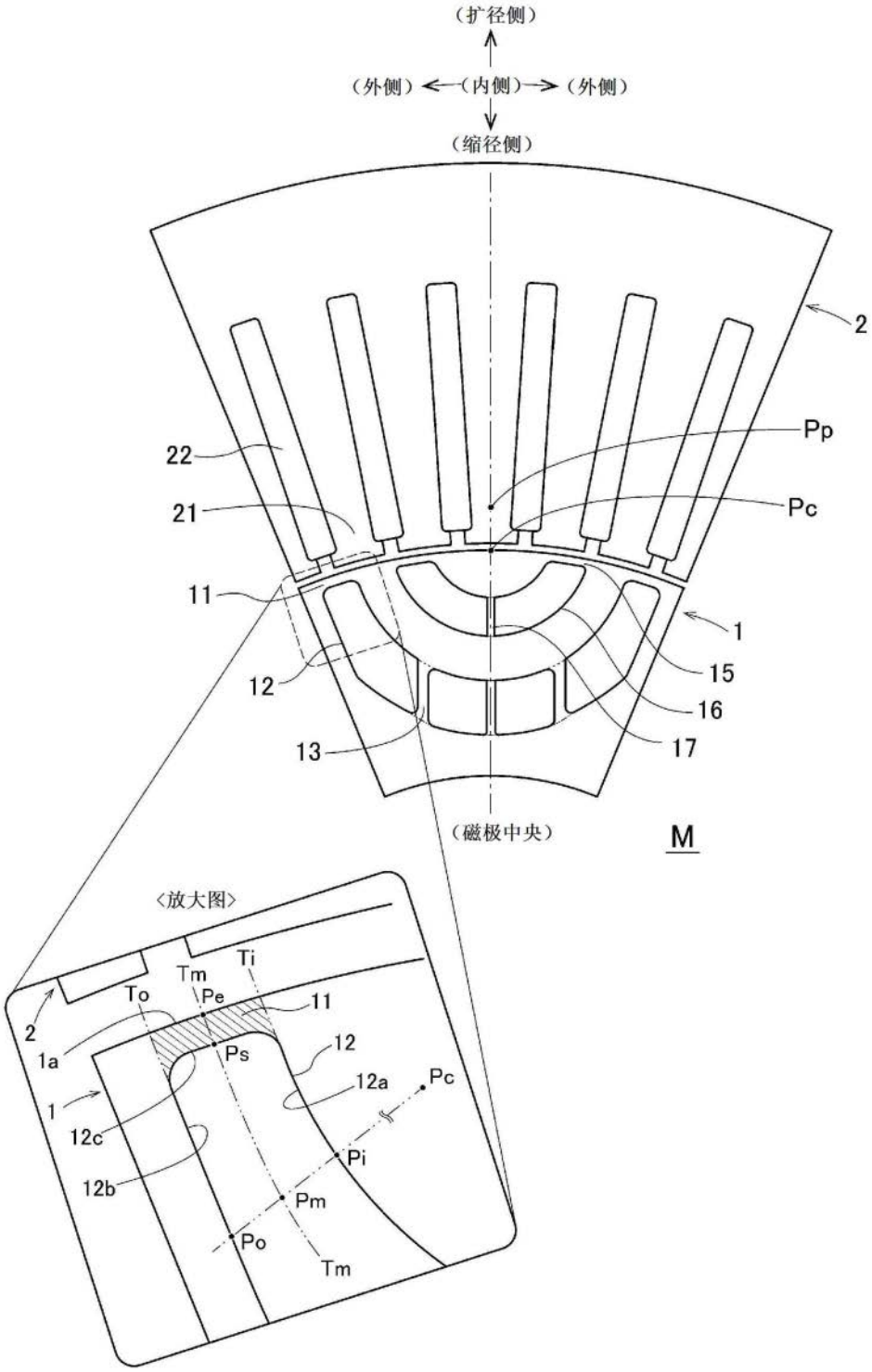

（扩径侧）
（外侧）
（内侧）
（外侧）
（缩径侧）
2
Pp
22
Pc
21
11
1
15
12
16
13
17
（磁极中央）
M
〈放大图〉
Tm
Ti
To
Pe
11
2
1a
Ps
12
12a
Pc
1
12c
Pi
12b
Pm
Po
Tm

图1

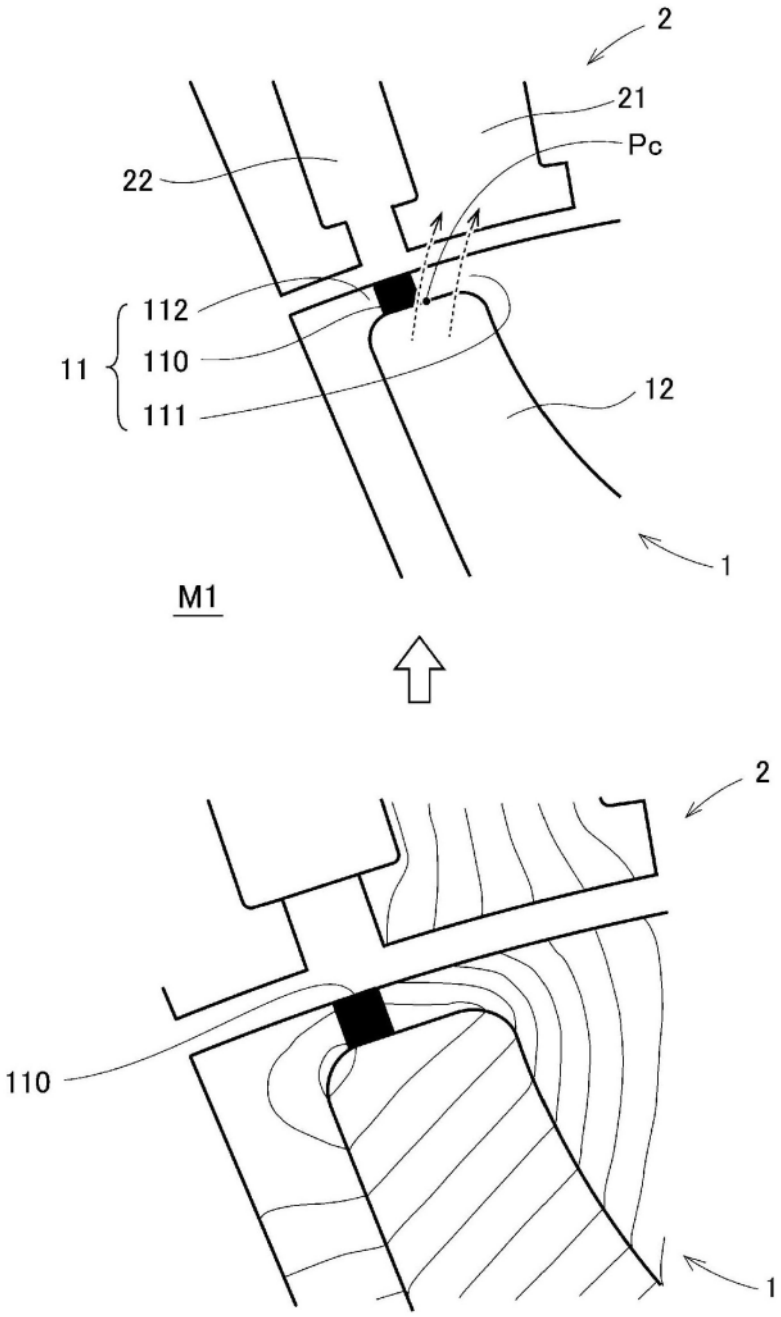


图2A

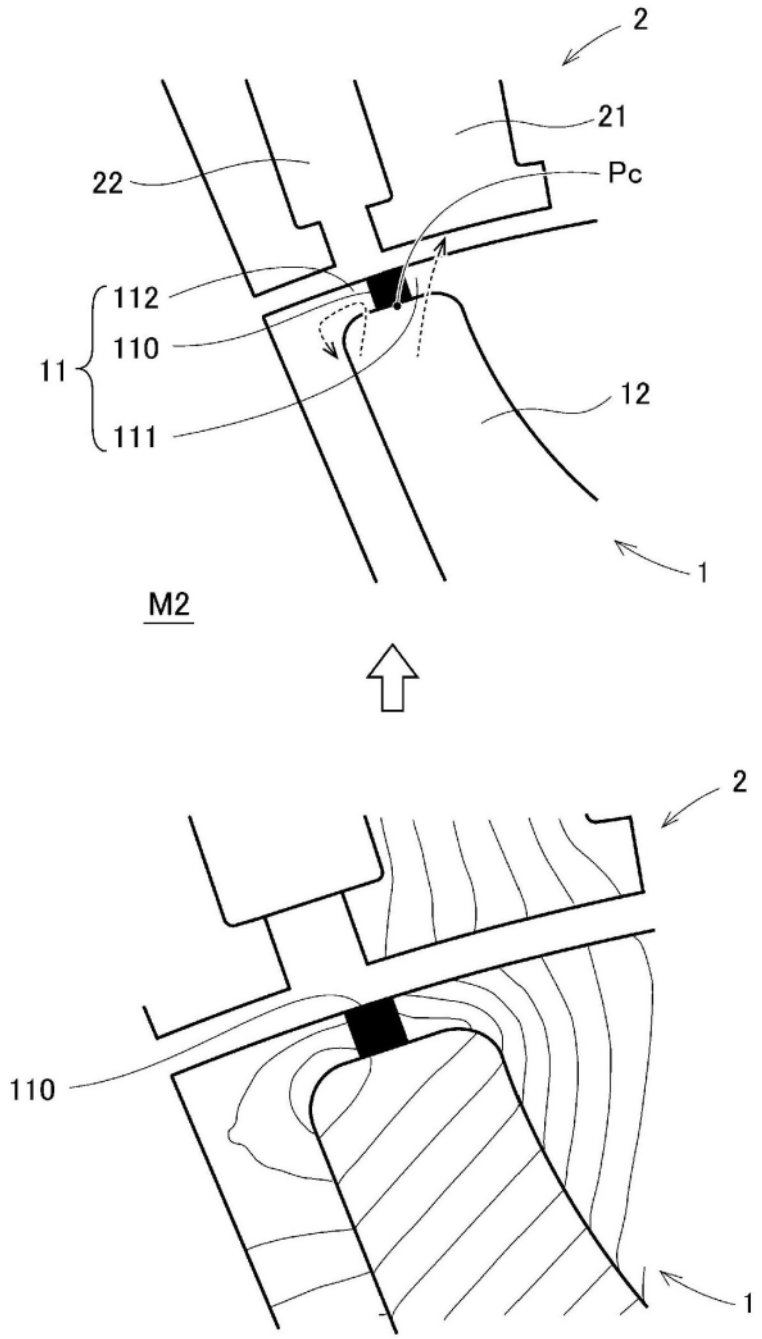


图2B

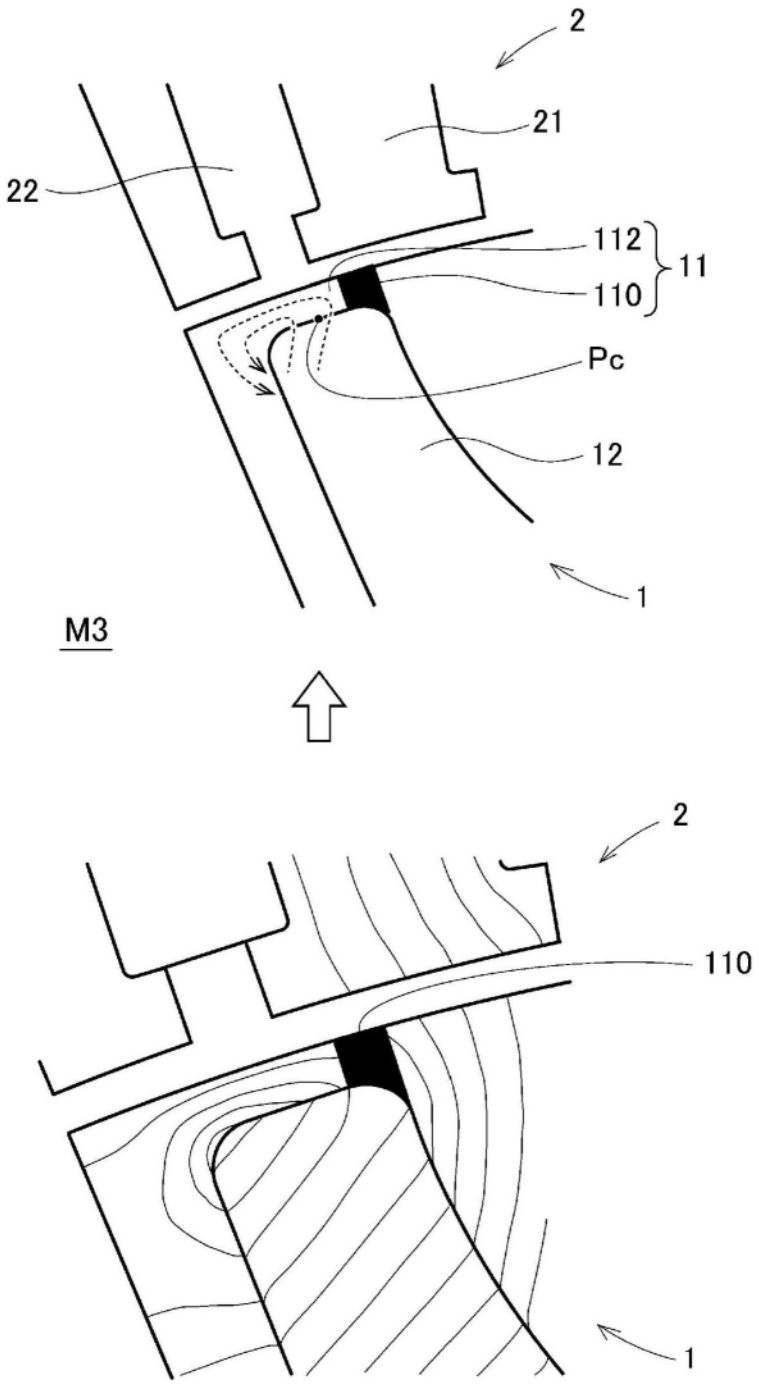


图2C

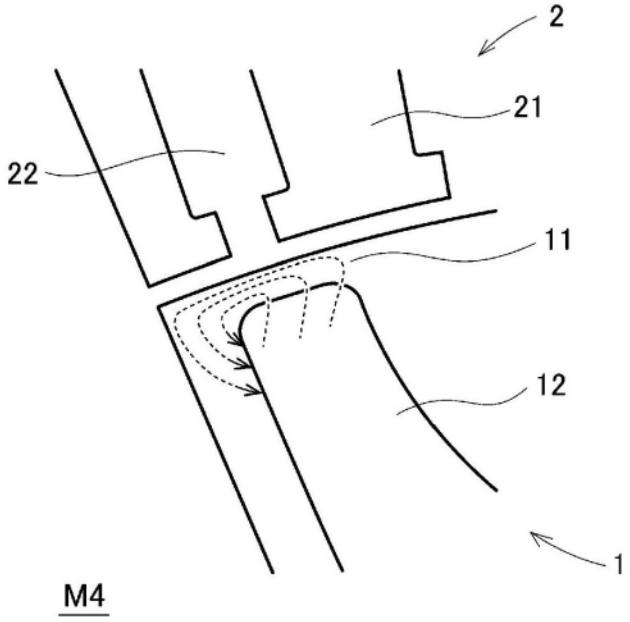


图2D

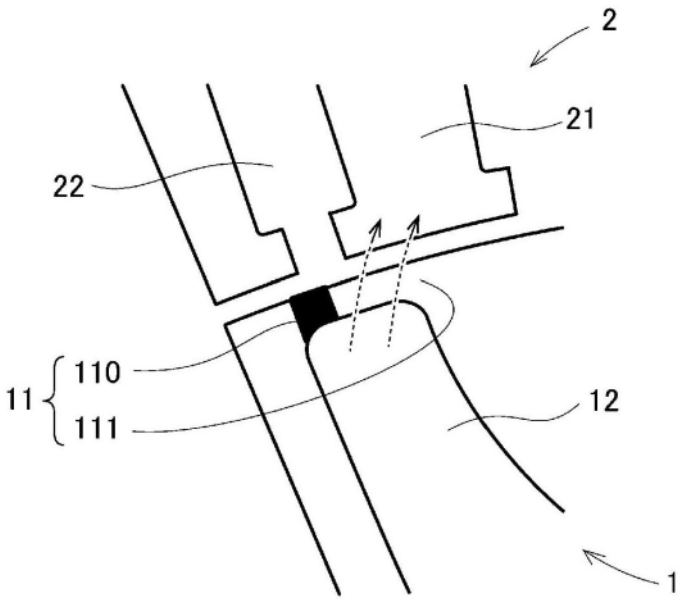


图3A

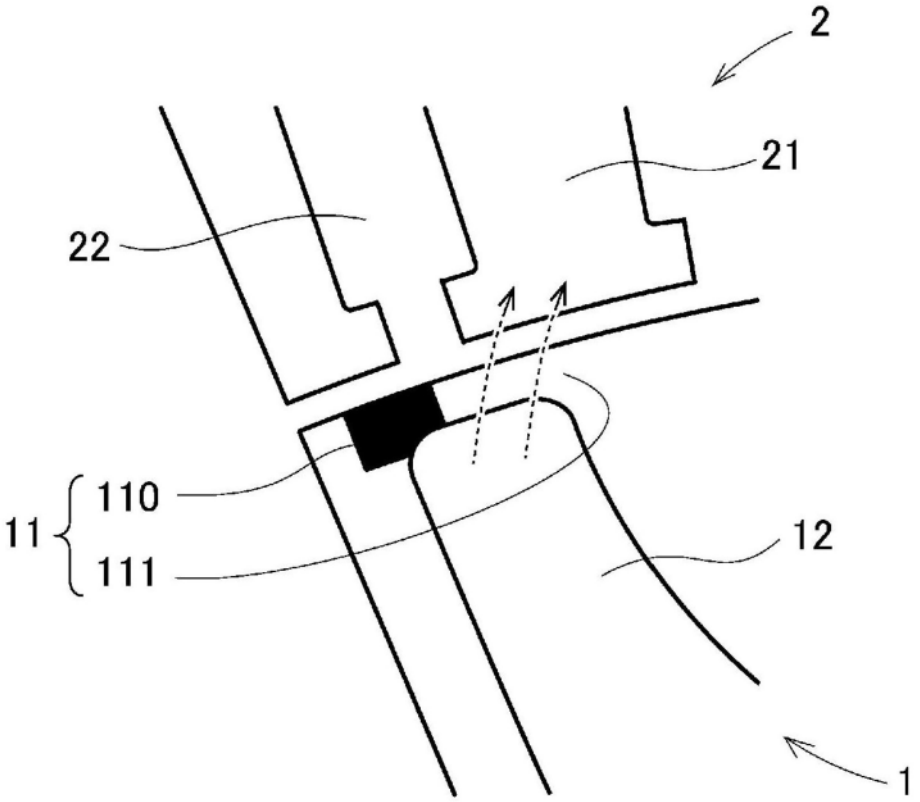


图3B

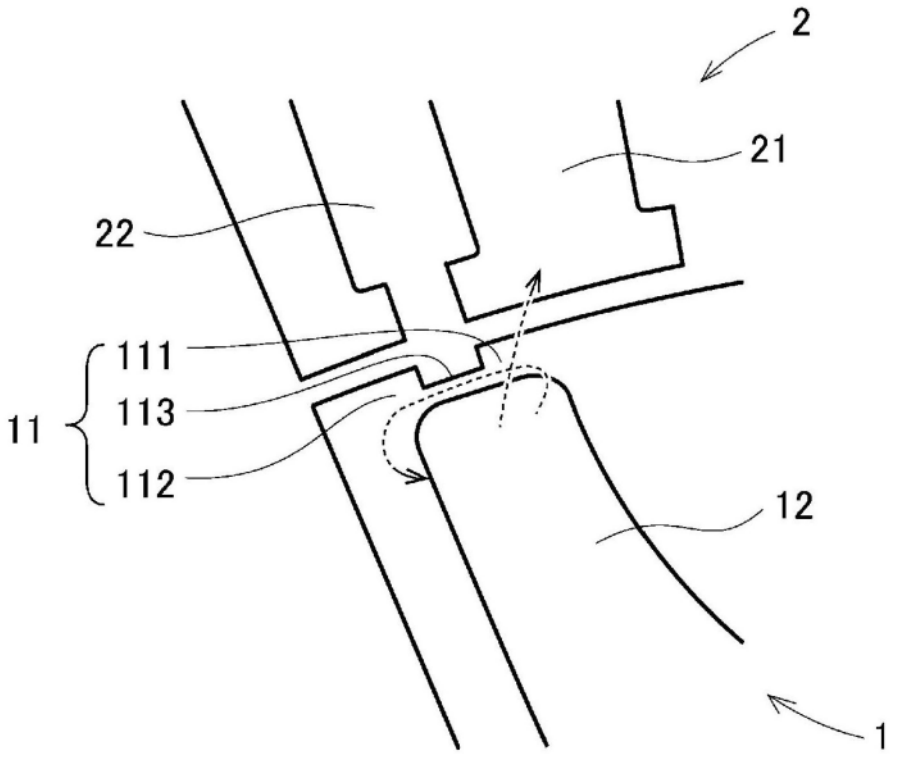


图3C

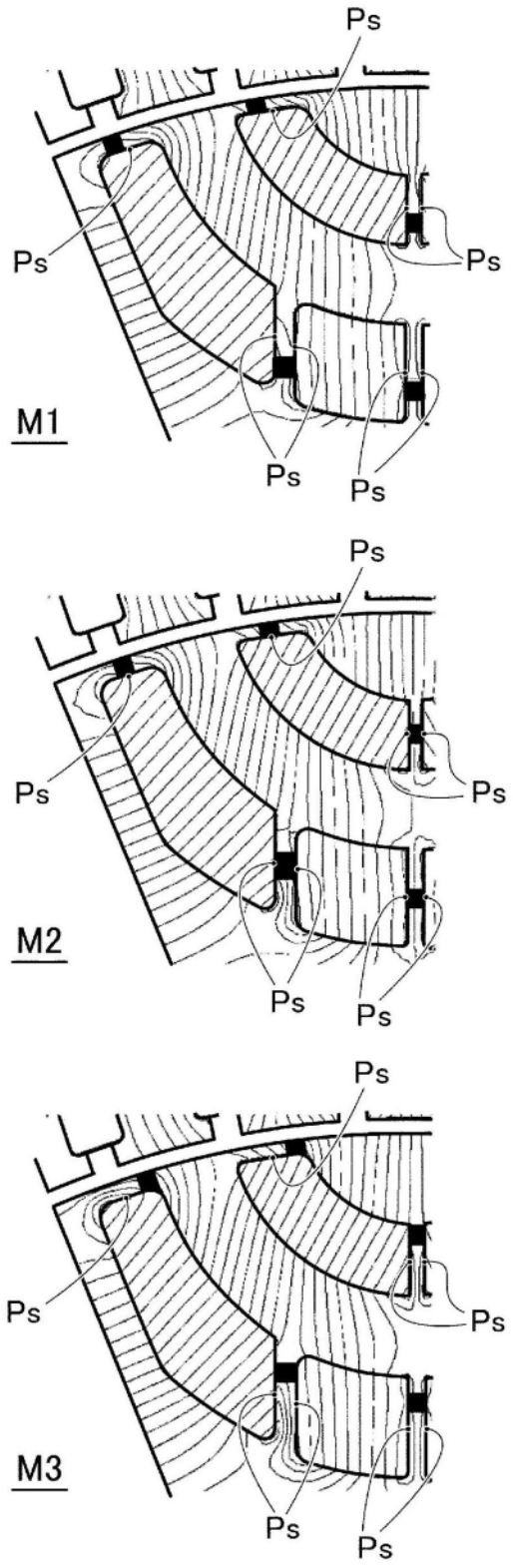


图4