



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113632349 B

(45) 授权公告日 2024.04.16

(21) 申请号 202080024461.6

(72) 发明人 田中淳也 上田智哉

(22) 申请日 2020.01.10

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113632349 A

专利代理人 于靖帅 杨俊波

(43) 申请公布日 2021.11.09

(51) Int.CI.

H02K 15/03 (2006.01)

(30) 优先权数据

2019-064844 2019.03.28 JP

(56) 对比文件

CN 102576595 A, 2012.07.11

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 103534900 A, 2014.01.22

2021.09.26

JP 2004072820 A, 2004.03.04

(86) PCT国际申请的申请数据

JP 2013126281 A, 2013.06.24

PCT/JP2020/000564 2020.01.10

JP 2013247721 A, 2013.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据

审查员 马欲洁

W02020/195005 JA 2020.10.01

(73) 专利权人 日本电产株式会社

权利要求书2页 说明书12页 附图6页

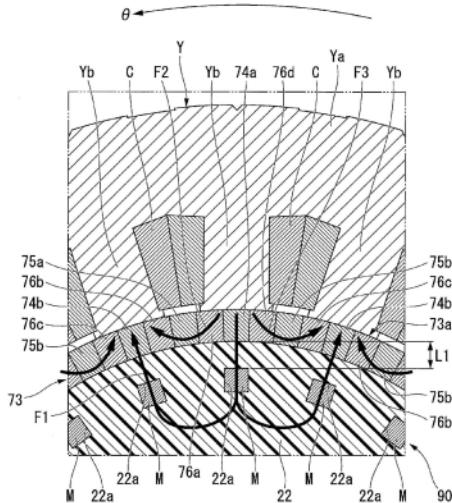
地址 日本京都府京都市

(54) 发明名称

转子的制造方法和马达的制造方法

(57) 摘要

本发明的一个方式为转子的制造方法，该转子具有：转子铁芯，其能够以中心轴线为中心进行旋转；以及转子磁铁，其固定于转子铁芯的外周面，其中，该转子的制造方法包含如下的着磁工序：使固定于转子铁芯的外周面的第一磁性部件磁化来制作转子磁铁。转子铁芯具有从转子铁芯的轴向一侧的面向轴向另一侧凹陷的孔部。在着磁工序中，在将以磁性体作为材料的第二磁性部件插入至孔部中的状态下对第一磁性部件进行磁化。



1. 一种转子的制造方法,该转子具有能够以中心轴线为中心进行旋转的转子铁芯和固定于所述转子铁芯的外周面的转子磁铁,其中,

该转子的制造方法包含如下的着磁工序:使固定于所述转子铁芯的外周面的第1磁性部件磁化来制作所述转子磁铁,

所述转子铁芯具有从所述转子铁芯的轴向一侧的面向轴向另一侧凹陷的孔部,

在所述着磁工序中,在将以磁性体作为材料的第2磁性部件插入至所述孔部中的状态下对所述第1磁性部件进行磁化,

在所述着磁工序中,使用所述孔部将所述转子铁芯和所述第1磁性部件在周向上进行定位,

所述第1磁性部件呈包围所述转子铁芯的环状,

所述着磁工序中的所述第1磁性部件的磁化是使用位于所述第1磁性部件的径向外侧的着磁轭来进行的,

所述着磁轭具有:

环状的铁芯背部件,其包围所述第1磁性部件;以及

多个齿部,它们从所述铁芯背部件向径向内侧延伸,并且沿周向配置,

在所述着磁工序中,将所述转子铁芯和所述第1磁性部件定位在使所述孔部位于所述齿部的径向内侧的位置,

所述转子磁铁具有按照海尔贝克阵列沿周向排列的多个磁化部,

所述磁化部包含:

多个径向磁化部,它们的磁化方向为径向;以及

多个非径向磁化部,它们的磁化方向与径向不同,

所述第1磁性部件是将被磁化而成为所述磁化部的多个第1磁性部件片沿周向连结而构成的,

所述多个第1磁性部件片中的位于所述孔部的径向外侧的第1磁性部件片在所述着磁工序中被磁化而成为所述径向磁化部。

2. 根据权利要求1所述的转子的制造方法,其中,

所述转子铁芯是以非磁性体作为材料的非磁性部件。

3. 根据权利要求1或2所述的转子的制造方法,其中,

所述孔部的周向的尺寸为所述径向磁化部的周向的尺寸以下。

4. 根据权利要求1或2所述的转子的制造方法,其中,

沿轴向观察时,所述孔部为相对于穿过所述径向磁化部的周向中心的周向中心线呈线对称的形状。

5. 根据权利要求1或2所述的转子的制造方法,其中,

从所述转子铁芯的外周面到所述孔部的径向外侧的端部之间的径向的距离为1mm以上且5mm以下。

6. 根据权利要求1或2所述的转子的制造方法,其中,

该转子的制造方法包含如下的固定工序:在所述转子铁芯上固定所述第1磁性部件,

所述第1磁性部件具有磁各向异性,

在所述固定工序中,使用所述孔部将所述转子铁芯在周向上进行定位。

7.一种马达的制造方法,其中,
该马达的制造方法包含权利要求1至6中的任意一项所述的转子的制造方法。

转子的制造方法和马达的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及转子的制造方法和马达的制造方法。

背景技术

[0002] 已知有在转子铁芯上固定有永磁铁的马达。例如，在专利文献1中记载了永磁铁形成为海尔贝克阵列的马达。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2010-98891号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 在上述那样的马达中，永磁铁有时是在将以磁性体作为材料的磁性部件固定于转子铁芯之后使该磁性部件磁化而制作的。在该情况下，例如若为了定位等而在转子铁芯上设置孔部，则在磁化时通过磁性部件的磁通的流动变差，有可能难以对磁性部件进行磁化。

[0008] 本发明鉴于上述情况，其目的之一在于提供容易对磁性部件进行磁化的转子的制造方法和马达的制造方法。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明的一个方式为转子的制造方法，该转子具有能够以中心轴线为中心进行旋转的转子铁芯和固定于所述转子铁芯的外周面的转子磁铁，其中，该转子的制造方法包含如下的着磁工序：使固定于所述转子铁芯的外周面的第1磁性部件磁化来制作所述转子磁铁。所述转子铁芯具有从所述转子铁芯的轴向一侧的面向轴向另一侧凹陷的孔部。在所述着磁工序中，在将以磁性体作为材料的第2磁性部件插入至所述孔部中的状态下对所述第1磁性部件进行磁化。

[0011] 本发明的一个方式为马达的制造方法，该马达的制造方法包含上述转子的制造方法。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明的一个方式，在制造转子时，容易对磁性部件进行磁化。

附图说明

[0014] 图1是示出本实施方式的旋转叶片装置的剖视图。

[0015] 图2是示出本实施方式的转子和定子的剖视图，是图1中的II-II剖视图。

[0016] 图3是示出本实施方式的转子磁铁的一部分和定子的一部分的立体图。

[0017] 图4是示出本实施方式的转子和定子的剖视图，是图2中的局部放大图。

[0018] 图5是示出本实施方式的转子的制造方法的过程的一部分的剖视图。

[0019] 图6是示出本实施方式的转子的制造方法的过程的一部分的剖视图，是图5中的局

部放大图。

具体实施方式

[0020] 各图中适当示出的Z轴方向是以正侧作为“上侧”、以负侧作为“下侧”的上下方向。各图中适当示出的中心轴线J是与Z轴方向平行且沿上下方向延伸的假想线。在以下的说明中,将中心轴线J的轴向、即与上下方向平行的方向简称为“轴向”,将以中心轴线J为中心的径向简称为“径向”,将以中心轴线J为中心的周向简称为“周向”。

[0021] 将从上侧朝向下侧观察时沿周向的逆时针方向前进的一侧称为“周向一侧”。将从上侧朝向下侧观察时沿周向的顺时针方向前进的一侧称为“周向另一侧”。周向一侧是沿图2至图6所示的箭头θ的朝向前进的一侧。周向另一侧是与图2至图6所示的箭头θ的朝向相反地前进的一侧。

[0022] 在本实施方式中,下侧相当于轴向一侧,上侧相当于轴向另一侧。上下方向、上侧以及下侧只是用于说明各部的配置关系等的名称,实际的配置关系等也可以是由这些名称表示的配置关系等以外的配置关系等。

[0023] 如图1所示,本实施方式的马达10搭载于旋转叶片装置1。旋转叶片装置1例如搭载于无人飞行器。旋转叶片装置1具有马达10和螺旋桨2。

[0024] 在本实施方式中,马达10是内转子型的马达。马达10具有壳体40、定子30、汇流条组件60、转子20、第1轴承71、第2轴承72、螺旋桨安装部80以及传感器组件50。

[0025] 壳体40在内部收纳转子20、定子30、传感器组件50、汇流条组件60、第1轴承71以及第2轴承72。在壳体40的外周面设置有沿周向配置的多个翅片45。

[0026] 在本实施方式中,定子30位于转子20的径向外侧。定子30具有定子铁芯31、绝缘件32以及多个线圈33。如图2和图3所示,定子铁芯31具有铁芯背部31a和多个齿31b。铁芯背部31a呈包围中心轴线J的环状。铁芯背部31a例如呈以中心轴线J为中心的圆环状。多个齿31b从铁芯背部31a向径向内侧延伸。多个齿31b沿周向在整周范围内等间隔地配置。齿31b例如设置有18个。

[0027] 多个线圈33隔着绝缘件32安装于定子铁芯31。更详细而言,多个线圈33隔着绝缘件32分别安装于多个齿31b。在图2和图3中,省略了绝缘件32的图示。

[0028] 如图1所示,汇流条组件60位于定子30的下侧。汇流条组件60位于传感器组件50的径向外侧。汇流条组件60具有汇流条保持架61和汇流条62。汇流条保持架61保持汇流条62。汇流条62与线圈33电连接。

[0029] 转子20能够以中心轴线J为中心进行旋转。在本实施方式中,转子20位于定子30的径向内侧。转子20具有轴21、转子铁芯22以及转子磁铁23。轴21沿着中心轴线J配置。轴21呈以中心轴线J为中心而沿轴向延伸的圆柱状。轴21的上端部比壳体40向上侧突出。

[0030] 转子铁芯22固定于轴21的外周面。转子铁芯22呈包围中心轴线J的环状。在本实施方式中,转子铁芯22呈以中心轴线J为中心的圆环状。转子铁芯22能够与轴21一起以中心轴线J为中心进行旋转。转子铁芯22是以非磁性体作为材料的非磁性部件。转子铁芯22例如是树脂制的。转子铁芯22也可以是铝等非磁性的金属制的。

[0031] 转子铁芯22具有从转子铁芯22的上侧的面向下侧凹陷的孔部22a。在本实施方式中,孔部22a是沿轴向贯穿转子铁芯22的贯通孔。如图2所示,在本实施方式中,孔部22a沿周

向隔开间隔地设置有多个。多个孔部22a在周向的整周范围内等间隔地配置。孔部22a例如设置有20个。孔部22a的数量例如与转子20的极数相同。

[0032] 如图4所示,沿轴向观察时,孔部22a为相对于周向中心线CL1呈线对称的形状。沿轴向观察时,周向中心线CL1是穿过后述的径向磁化部23b的周向中心的假想线。例如沿轴向观察时,孔部22a为正方形。

[0033] 孔部22a位于从转子铁芯22的外周面向径向内侧离开的位置。孔部22a设置于转子铁芯22中的靠近径向外侧的部分。孔部22a位于比径向中心线CL2靠径向外侧的位置。沿轴向观察时,径向中心线CL2是穿过转子铁芯22的内周面与转子铁芯22的外周面之间的径向中心的假想线。径向中心线CL2呈以中心轴线J为中心的圆环状。在本实施方式中,孔部22a设置于转子铁芯22中的比径向中心线CL2靠径向外侧的部分中的靠近径向内侧的部分。

[0034] 从转子铁芯22的外周面到孔部22a的径向外侧的端部之间的径向距离L1比从转子铁芯22的内周面到孔部22a的径向内侧的端部之间的径向距离小。距离L1比从径向中心线CL2到孔部22a的径向内侧的端部之间的径向距离大。在本实施方式中,距离L1为1mm以上且5mm以下。距离L1例如更优选为1.5mm以上且3mm以下,进一步优选为2mm。通过将距离L1设为这样的数值范围,在后述的着磁工序S2中,能够适当地对第1磁性部件73进行磁化。

[0035] 孔部22a的周向的尺寸L2为后述的径向磁化部23b的周向的尺寸L3以下。在本实施方式中,尺寸L2与尺寸L3大致相同。在本实施方式中,孔部22a的周向的尺寸L2例如在孔部22a的径向的任一部分处均是相同的。

[0036] 转子磁铁23固定于转子铁芯22的外周面。如图2所示,转子磁铁23呈包围转子铁芯22的筒状。转子磁铁23例如呈以中心轴线J为中心而沿轴向延伸且在轴向两侧开口的圆筒状。转子磁铁23的内周面例如通过粘接剂等而固定于转子铁芯22的外周面。如图1所示,在本实施方式中,转子磁铁23的下侧的端部位于比转子铁芯22的下侧的端部和定子铁芯31的下侧的端部靠下侧的位置。在本实施方式中,转子磁铁23的上侧的端部在轴向上位于与转子铁芯22的上侧的端部相同的位置。

[0037] 如图2和图3所示,转子磁铁23具有多个磁化部23a。在本实施方式中,多个磁化部23a分别是单一部件,是独立的磁铁。转子磁铁23是多个磁化部23a沿周向连结而构成的。如图3所示,多个磁化部23a例如呈沿轴向延伸的四棱柱状。磁化部23a分别例如由2个磁铁沿轴向连结而构成。磁化部23a的周向的尺寸比齿31b的周向的尺寸小。在本实施方式中,4个或者5个磁化部23a能够同时与1个齿31b在径向上对置。磁化部23a例如设置有80个。多个磁化部23a的材料例如彼此相同。多个磁化部23a的材料也可以互不相同。

[0038] 多个磁化部23a按照增强径向外侧的磁场强度的海尔贝克阵列沿周向排列。多个磁化部23a包含多个径向磁化部23b和多个非径向磁化部23c。径向磁化部23b是磁化方向为径向的磁化部23a。非径向磁化部23c是磁化方向与径向不同的磁化部23a。

[0039] 在图3和图4中,在磁化部23a的上侧的端面用箭头假想地表示磁化部23a的磁化方向。假想地表示的箭头的朝向表示磁化部23a中的从S极朝向N极的朝向。即,磁化部23a的磁极的假想地表示的箭头所朝向的一侧为N极,与假想地表示的箭头所朝向的一侧相反的一侧为S极。在以下的说明中,将假想地表示的箭头的朝向、即磁化部23a中的从S极朝向N极的朝向简称为“磁化方向的朝向”。

[0040] 径向磁化部23b包含第1径向磁化部24a和第2径向磁化部24b。第1径向磁化部24a

的磁化方向的朝向为径向内侧朝向。即，第1径向磁化部24a的磁极的径向内侧为N极，径向外侧为S极。第2径向磁化部24b的磁化方向的朝向为径向外侧朝向。即，第2径向磁化部24b的磁极的径向外侧为N极，径向内侧为S极。第2径向磁化部24b以径向两侧的磁极与第1径向磁化部24a相反的方式配置。

[0041] 第1径向磁化部24a和第2径向磁化部24b以在它们之间夹着至少一个非径向磁化部23c的方式沿周向相互交替地配置。在本实施方式中，第1径向磁化部24a和第2径向磁化部24b以在它们之间夹着3个非径向磁化部23c的方式沿周向相互交替地配置。由此，多个径向磁化部23b沿周向隔开间隔地配置。

[0042] 如图4所示，第1径向磁化部24a和第2径向磁化部24b固定于转子铁芯22中的位于孔部22a的径向外侧的部分的外周面。即，在本实施方式中，多个孔部22a分别位于多个径向磁化部23b的径向内侧。

[0043] 径向磁化部23b的周向的尺寸L3随着从径向内侧朝向径向外侧而稍微变大。径向磁化部23b的径向内侧的端部处的周向的尺寸L3例如与孔部22a的周向的尺寸L2相同。径向磁化部23b的径向外侧的端部处的周向的尺寸L3例如比孔部22a的周向的尺寸L2大。

[0044] 在本说明书中，关于“孔部的周向的尺寸为径向磁化部的周向的尺寸以下”，只要孔部的周向的尺寸中的最大值为径向磁化部的周向的尺寸中的最大值以下即可。即，在本实施方式中，关于“孔部22a的周向的尺寸L2为径向磁化部23b的周向的尺寸L3以下”，只要孔部22a的周向的尺寸L2为径向磁化部23b的径向外侧的端部处的周向的尺寸L3以下即可。

[0045] 径向磁化部23b中径向内侧的端部处的周向两侧的缘部例如位于与孔部22a中的径向外侧的端部处的周向两侧的缘部分别在周向上相同的位置。

[0046] 非径向磁化部23c包含第1非径向磁化部25a、25b和第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d。第1非径向磁化部25a、25b的磁化方向为周向。即，在本实施方式中，第1非径向磁化部25a、25b相当于周向磁化部。第1非径向磁化部25a的磁化方向的朝向为周向一侧(+θ侧)朝向。即，第1非径向磁化部25a的磁极的周向一侧为N极，周向另一侧(-θ侧)为S极。第1非径向磁化部25b的磁化方向的朝向为周向另一侧朝向。即，第1非径向磁化部25b的磁极的周向另一侧为N极，周向一侧为S极。第1非径向磁化部25b以周向两侧的磁极与第1非径向磁化部25a相反的方式配置。

[0047] 第1非径向磁化部25a、25b分别位于第1径向磁化部24a与第2径向磁化部24b的周向之间。即，作为多个周向磁化部的第1非径向磁化部25a、25b分别位于在周向上相邻的径向磁化部23b彼此之间。第1非径向磁化部25a和第1非径向磁化部25b以在它们之间夹着第1径向磁化部24a和第2径向磁化部24b中的任一方的方式沿周向相互交替地配置。第1非径向磁化部25a在第1径向磁化部24a与第2径向磁化部24b的周向之间位于第1径向磁化部24a的周向一侧(+θ侧)且位于第2径向磁化部24b的周向另一侧(-θ侧)。第1非径向磁化部25b在第1径向磁化部24a与第2径向磁化部24b的周向之间位于第1径向磁化部24a的周向另一侧且位于第2径向磁化部24b的周向一侧。

[0048] 第1非径向磁化部25a、25b的N极在第1径向磁化部24a与第2径向磁化部24b的周向之间配置于第2径向磁化部24b所在的一侧。第1非径向磁化部25a、25b的S极在第1径向磁化部24a与第2径向磁化部24b的周向之间配置于第1径向磁化部24a所在的一侧。

[0049] 第1非径向磁化部25a、25b固定于转子铁芯22中的成为周向位置相邻的孔部22a彼

此之间的部分的外周面。即，在本实施方式中，孔部22a整体位于与作为周向磁化部的第1非径向磁化部25a、25b在周向上不同的位置。

[0050] 第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的磁化方向是与径向和周向双方交叉的方向。第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的磁化方向与轴向垂直。在本实施方式中，第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的磁化方向是相对于径向沿周向倾斜45°的方向。第2非径向磁化部26a、26c的磁化方向是随着朝向径向内侧而位于周向一侧(+θ侧)的方向。第2非径向磁化部26b、26d的磁化方向是随着朝向径向内侧而位于周向另一侧(-θ侧)的方向。

[0051] 在本实施方式中，第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的磁化方向的朝向是相对于在周向一侧(+θ侧)相邻的磁化部23a的磁化方向的朝向而向在周向另一侧(-θ侧)相邻的磁化部23a的磁化方向的朝向侧倾斜45°的朝向。

[0052] 第2非径向磁化部26a的磁化方向的朝向为径向内侧倾斜周向一侧(+θ侧)朝向。即，第2非径向磁化部26a的径向内侧且周向一侧为N极，径向外侧且周向另一侧(-θ侧)为S极。第2非径向磁化部26b的磁化方向的朝向为径向外侧倾斜周向一侧朝向。即，第2非径向磁化部26b的径向外侧且周向一侧为N极，径向内侧且周向另一侧为S极。第2非径向磁化部26c的磁化方向的朝向为径向外侧倾斜周向另一侧朝向。即，第2非径向磁化部26c的径向外侧且周向另一侧为N极，径向内侧且周向一侧为S极。第2非径向磁化部26d的磁化方向的朝向为径向内侧倾斜周向另一侧朝向。即，第2非径向磁化部26d的径向内侧且周向另一侧为N极，径向外侧且周向一侧为S极。

[0053] 第2非径向磁化部26a、26b分别与第1非径向磁化部25a的周向两侧相邻地配置。第2非径向磁化部26c、26d分别与第1非径向磁化部25b的周向两侧相邻地配置。第2非径向磁化部26a、26d分别与第1径向磁化部24a的周向两侧相邻地配置。第2非径向磁化部26b、26c分别与第2径向磁化部24b的周向两侧相邻地配置。

[0054] 第2非径向磁化部26a位于第1径向磁化部24a与第1非径向磁化部25a的周向之间。第2非径向磁化部26b位于第2径向磁化部24b与第1非径向磁化部25a的周向之间。第2非径向磁化部26c位于第2径向磁化部24b与第1非径向磁化部25b的周向之间。第2非径向磁化部26d位于第1径向磁化部24a与第1非径向磁化部25b的周向之间。这样，第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d位于径向磁化部23b与第1非径向磁化部25a、25b的周向之间。

[0055] 转子磁铁23是多个磁化部23a沿周向排列的排列图案在整周范围内连续多个而构成的。构成转子磁铁23的磁化部23a的排列图案是第1径向磁化部24a、第2非径向磁化部26a、第1非径向磁化部25a、第2非径向磁化部26b、第2径向磁化部24b、第2非径向磁化部26c、第1非径向磁化部25b、第2非径向磁化部26d朝向周向一侧依次排列的排列图案。由此，转子磁铁23形成为增强径向外侧的磁场强度的海尔贝克阵列。因此，能够增大在转子20与定子30之间产生的磁力，从而能够提高马达10的输出。

[0056] 如图3所示，在本实施方式中，径向磁化部23b的轴向的尺寸、第1非径向磁化部25a、25b的轴向的尺寸以及第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的轴向的尺寸彼此相同。径向磁化部23b的上侧的端部、第1非径向磁化部25a、25b的上侧的端部以及第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的上侧的端部例如在轴向上位于彼此相同的位置。径向磁化部23b的下侧的端部、第1非径向磁化部25a、25b的下侧的端部以及第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的下侧的端部例如在轴向上位于彼此相同的位置。径向磁化部23b的周向的尺寸L3、第1非径

向磁化部25a、25b的周向的尺寸以及第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d的周向的尺寸例如彼此相同。

[0057] 如图1所示,第1轴承71和第2轴承72将转子20支承为能够旋转。第1轴承71和第2轴承72例如是球轴承。螺旋桨安装部80是供螺旋桨2安装的部分。螺旋桨安装部80固定于轴21的上端部。螺旋桨安装部80位于壳体40的外部。

[0058] 传感器组件50位于转子铁芯22的下侧。传感器组件50具有传感器保持架51、电路板53以及磁传感器52。即,马达10具有传感器保持架51、电路板53以及磁传感器52。

[0059] 电路板53固定于传感器保持架51。电路板53呈板面朝向轴向的板状。磁传感器52位于电路板53的上侧。磁传感器52具有向下侧延伸的端子。磁传感器52的端子与电路板53的上侧的面连接。由此,磁传感器52与电路板53电连接。磁传感器52保持于传感器保持架51。磁传感器52位于转子铁芯22的下侧。

[0060] 磁传感器52位于比转子磁铁23靠径向内侧的位置。在本实施方式中,磁传感器52位于转子磁铁23的下侧的端部的径向内侧。这里,在本实施方式中,转子磁铁23的下侧的端部位于比转子铁芯22的下侧的端部靠下侧的位置。因此,能够容易地将磁传感器52配置于转子磁铁23的下侧的端部的径向内侧。在本实施方式中,磁传感器52的上侧部分位于转子磁铁23的下侧的端部的径向内侧。磁传感器52与转子磁铁23的下侧的端部隔着间隙在径向上对置。

[0061] 磁传感器52能够检测转子磁铁23的磁场。在本实施方式中,磁传感器52能够检测转子磁铁23中的与磁传感器52在径向上对置的下侧的端部的磁场。即,在本实施方式中,转子磁铁23中的由磁传感器52检测出磁场的轴向的部分是转子磁铁23的下侧的端部。

[0062] 在本说明书中,关于“转子磁铁中的由磁传感器检测出磁场的部分”,在磁传感器的至少一部分配置于与转子磁铁的一部分相同的轴向位置的情况下,包括转子磁铁中的轴向位置与磁传感器的轴向位置相同的部分。即,在本实施方式中,转子磁铁23的下侧的端部的轴向位置与磁传感器52的上侧部分的轴向位置相同,包含于由磁传感器52检测出磁场的部分。

[0063] 在本说明书中,关于“转子磁铁中的由磁传感器检测出磁场的部分”,在磁传感器位于比转子磁铁靠上侧或下侧的位置的情况下,包括转子磁铁中的靠近磁传感器的一侧的轴向端部。即,在磁传感器52例如位于比转子磁铁23靠下侧的位置的情况下,转子磁铁23的轴向端部中的靠近磁传感器52的下侧的端部包含于由磁传感器52检测出磁场的部分。

[0064] 在本实施方式中,磁传感器52例如是霍尔IC等霍尔元件。虽然省略了图示,但磁传感器52沿周向设置有多个。通过利用磁传感器52检测转子磁铁23的磁场,能够检测转子20的旋转。转子20的旋转可以由磁传感器52自身进行检测,也可以根据磁传感器52的检测结果由其他部分进行检测。其他部分例如是设置于电路板53的未图示的控制部等。这样,根据本实施方式,通过利用转子磁铁23的磁场,无需除了转子磁铁23之外而另外设置用于由磁传感器52进行检测的磁铁,就能够检测转子20的旋转。因此,能够减少马达10的部件数量。不需要考虑另外设置的磁铁的安装精度,能够容易地进行马达10的组装。

[0065] 上述马达10的制造方法包含转子20的制造方法。在本实施方式中,转子20的制造方法包含固定工序S1和着磁工序S2。固定工序S1是将第1磁性部件73固定于转子铁芯22的工序。第1磁性部件73是被磁化而成为转子磁铁23的部件。即,第1磁性部件73是被磁化前的

转子磁铁23，不带有磁力。第1磁性部件73的形状与转子磁铁23的形状相同。如图5所示，第1磁性部件73呈包围转子铁芯22的环状。

[0066] 第1磁性部件73是多个第1磁性部件片73a沿周向连结而构成的。多个第1磁性部件片73a是被磁化而分别成为多个磁化部23a的部件。即，第1磁性部件片73a是被磁化前的磁化部23a，不带有磁力。第1磁性部件片73a的形状与磁化部23a的形状相同。如图6所示，第1磁性部件片73a包含第1片74a、74b、第2片75a、75b、第3片76a、76b、76c、76d。

[0067] 第1片74a是被磁化而成为第1径向磁化部24a的部件。第1片74b是被磁化而成为第2径向磁化部24b的部件。第2片75a是被磁化而成为第1非径向磁化部25a的部件。第2片75b是被磁化而成为第1非径向磁化部25b的部件。第3片76a是被磁化而成为第2非径向磁化部26a的部件。第3片76b是被磁化而成为第2非径向磁化部26b的部件。第3片76c是被磁化而成为第2非径向磁化部26c的部件。第3片76d是被磁化而成为第2非径向磁化部26d的部件。

[0068] 在本实施方式中，第1磁性部件73具有磁各向异性。第1磁性部件73的易磁化方向按照构成第1磁性部件73的第1磁性部件片73a而不同。第1磁性部件片73a的易磁化方向是与各第1磁性部件片73a被磁化而成的磁化部23a的磁化方向相同的方向。第1片74a、74b的易磁化方向为径向。第2片75a、75b的易磁化方向为周向。第3片76a、76c的易磁化方向是随着朝向径向内侧而位于周向一侧(+θ侧)的方向。第3片76b、76d的易磁化方向是随着朝向径向内侧而位于周向另一侧(-θ侧)的方向。

[0069] 在固定工序S1中，作业人员等通过例如粘接剂等将多个第1磁性部件片73a分别固定于转子铁芯22的外周面，将第1磁性部件73固定于转子铁芯22。此时，第1磁性部件片73a分别未被磁化而不带有磁力，因此不会相互排斥等。因此，能够容易地将多个第1磁性部件片73a固定于转子铁芯22。

[0070] 在本说明书中，“作业人员等”包括进行各作业的作业人员和装置等。各作业既可以仅由作业人员进行，也可以仅由装置进行，还可以由作业人员和装置进行。

[0071] 在本实施方式中，第1磁性部件73具有磁各向异性。因此，在固定工序S1中，作业人员等依照在着磁工序S2中被磁化的磁化方向将第1磁性部件73固定于转子铁芯22。在本实施方式的固定工序S1中，作业人员等使用孔部22a将转子铁芯22在周向上进行定位。由此，作业人员等能够依照在着磁工序S2中被磁化的磁化方向将第1磁性部件73相对于转子铁芯22高精度地固定。具体而言，作业人员等通过将治具插入孔部22a等，将转子铁芯22在周向上定位。

[0072] 在固定工序S1中，作业人员等将各第1磁性部件片73a依照各第1磁性部件片73a成为磁化部23a时的磁化方向而固定于转子铁芯22的外周面。在固定工序S1中，作业人员等在转子铁芯22中的位于孔部22a的径向外侧的部分的外周面分别固定成为第1径向磁化部24a的第1片74a和成为第2径向磁化部24b的第1片74b。由此，第1片74a、74b分别位于孔部22a的径向外侧。即，多个第1磁性部件片73a中的位于孔部22a的径向外侧的第1磁性部件片73a是在着磁工序S2中被磁化而成为径向磁化部23b的第1片74a、74b。

[0073] 在固定工序S1中，转子铁芯22可以固定于轴21，也可以不固定于轴21。在固定工序S1中转子铁芯22未固定于轴21的情况下，作业人员等在固定工序S1之后将转子铁芯22固定于轴21。在以下的说明中，转子铁芯22在固定工序S1之前固定于轴21。

[0074] 着磁工序S2是使固定于转子铁芯22的外周面的第1磁性部件73磁化来制作转子磁

铁23的工序。本实施方式的着磁工序S2中的第1磁性部件73的磁化是使用图5所示的着磁轭Y来进行的。着磁轭Y具有环状的铁芯背部部件Ya和从铁芯背部部件Ya向径向内侧延伸的多个齿部Yb。多个齿部Yb沿周向配置。更详细而言，多个齿部Yb沿周向在整周范围内等间隔地配置。齿部Yb的数量与定子30的齿31b的数量相同。在齿部Yb上分别安装有着磁线圈C。

[0075] 如图5所示，在着磁工序S2中，作业人员等将在转子铁芯22上固定有第1磁性部件73的组件90配置于着磁轭Y的内侧。由此，着磁轭Y位于第1磁性部件73的径向外侧，铁芯背部部件Ya包围第1磁性部件73。在配置于着磁轭Y的内侧的状态下，例如齿部Yb的径向内侧的端面与第1磁性部件73的外周面接触。也可以在第1磁性部件73的外周面与齿部Yb的径向内侧的端面之间设置间隙。

[0076] 在将组件90配置于着磁轭Y的内侧时，作业人员等将转子铁芯22和第1磁性部件73相对于着磁轭Y在周向上定位。在本实施方式的着磁工序S2中，作业人员等使用孔部22a将转子铁芯22和第1磁性部件73在周向上定位。更具体而言，作业人员等向孔部22a插入以磁性体作为材料的第2磁性部件M，通过利用第2磁性部件M，将转子铁芯22和第1磁性部件73在周向上定位。

[0077] 在本实施方式中，第2磁性部件M是沿轴向延伸的四棱柱状的部件。虽然省略了图示，但第2磁性部件M的轴向的尺寸为孔部22a的轴向的尺寸以上。第2磁性部件M中的插入至孔部22a的部分的形状与孔部22a的内部形状大致相同。第2磁性部件M分别插入至各孔部22a中。在本实施方式中，第2磁性部件M嵌入孔部22a中，填埋孔部22a的内部整体。

[0078] 作业人员等利用孔部22a和第2磁性部件M来调整转子铁芯22和第1磁性部件73的周向位置，将各孔部22a配置在各齿部Yb的径向内侧。即，在着磁工序S2中，作业人员等将转子铁芯22和第1磁性部件73定位在孔部22a位于齿部Yb的径向内侧的位置。

[0079] 这里，在本实施方式中，在转子铁芯22中的位于孔部22a的径向外侧的部分的外周面固定有第1片74a或第1片74b。因此，如图6所示，第1片74a或第1片74b位于齿部Yb的径向内侧。在本实施方式中，第1片74a、74b的径向外侧面与齿部Yb的径向内侧的端面接触。在本实施方式中，与第1片74a的周向两侧相邻的第3片76a、76d的径向外侧面和与第1片74b的周向两侧相邻的第3片76b、76c的径向外侧面也与齿部Yb的径向内侧的端面接触。

[0080] 接着，作业人员等使电流流过安装于着磁轭Y的齿部Yb的着磁线圈C而产生磁场。由此，作业人员等使第1磁性部件73磁化。此时，用于定位的第2磁性部件M处于插入至孔部22a中的状态。即，在着磁工序S2中，作业人员等在第2磁性部件M插入至孔部22a中的状态下对第1磁性部件73进行磁化。因此，能够在利用以磁性体作为材料的第2磁性部件M填埋孔部22a的状态下进行第1磁性部件73的磁化。由此，能够通过第2磁性部件M吸引磁通，从而在磁化时能够容易地使磁通向第1磁性部件73流动。因此，根据本实施方式，即使在转子铁芯22上设置有孔部22a，也容易对第1磁性部件73进行磁化。

[0081] 根据本实施方式，在着磁工序S2中，能够利用孔部22a将转子铁芯22和第1磁性部件73在周向上定位。因此，能够相对于着磁轭Y高精度地决定第1磁性部件73的周向位置，能够更适当地对第1磁性部件73进行磁化。特别是如本实施方式那样，通过利用将第2磁性部件M插入至孔部22a中而对转子铁芯22和第1磁性部件73进行定位，从而与单独进行转子铁芯22和第1磁性部件73的定位和第2磁性部件M的插入的情况相比，能够减少着磁工序S2所需的工时。

[0082] 根据本实施方式,在着磁工序S2中,转子铁芯22和第1磁性部件73被定位在孔部22a位于齿部Yb的径向内侧的位置。因此,容易通过插入至孔部22a中的第2磁性部件M引导在齿部Yb与第1磁性部件73之间沿径向流动的磁通,从而能够更适当地使磁通流过第1磁性部件73。因此,更容易对第1磁性部件73进行磁化。

[0083] 如图6中箭头所示的那样,在本实施方式的着磁工序S2中从齿部Yb向第1磁性部件73流动的磁通包含第1磁通F1、第2磁通F2以及第3磁通F3。第1磁通F1从齿部Yb向径向内侧流动,通过第1磁性部件73、转子铁芯22的一部分以及插入至孔部22a中的第2磁性部件M。沿径向通过了第2磁性部件M的第1磁通F1向周向两侧分支,通过与通过的第2磁性部件M在周向上相邻的第2磁性部件M,入射到与放出了第1磁通F1的齿部Yb在周向上相邻的齿部Yb。

[0084] 在本实施方式中,第1磁通F1沿径向通过第1片74a、74b。因此,能够通过第1磁通F1使第1片74a适当地磁化而成为第1径向磁化部24a,并且能够使第1片74b适当地磁化而成为第2径向磁化部24b。

[0085] 第2磁通F2从齿部Yb的径向内端面向周向一侧(+θ侧)流动,通过第1磁性部件73而入射到与周向一侧相邻的齿部Yb。在本实施方式中,第2磁通F2依次通过第3片76a、第2片75a以及第3片76b。第2磁通F2的流动向径向内侧弯曲。

[0086] 因此,通过第3片76a内的第2磁通F2的朝向容易成为随着朝向周向一侧(+θ侧)而位于径向内侧的朝向。由此,能够使第3片76a适当地磁化而成为第2非径向磁化部26a。通过第2片75a内的第2磁通F2的朝向容易成为周向一侧朝向。由此,能够使第2片75a适当地磁化而成为第1非径向磁化部25a。通过第3片76b内的第2磁通F2的朝向容易成为随着朝向周向一侧而位于径向外侧的朝向。由此,能够使第3片76b适当地磁化而成为第2非径向磁化部26b。

[0087] 第3磁通F3从齿部Yb的径向内端面向周向另一侧(-θ侧)流动,通过第1磁性部件73而入射到与周向另一侧相邻的齿部Yb。在本实施方式中,第3磁通F3依次通过第3片76d、第2片75b以及第3片76c。第3磁通F3的流动向径向内侧弯曲。

[0088] 因此,通过第3片76d内的第3磁通F3的朝向容易成为随着朝向周向另一侧(-θ侧)而位于径向内侧的朝向。由此,能够使第3片76d适当地磁化而成为第2非径向磁化部26d。通过第2片75b内的第3磁通F3的朝向容易成为周向另一侧朝向。由此,能够使第2片75b适当地磁化而成为第1非径向磁化部25b。通过第3片76c内的第3磁通F3的朝向容易成为随着朝向周向另一侧而位于径向外侧的朝向。由此,能够使第3片76c适当地磁化而成为第2非径向磁化部26c。

[0089] 通过如以上那样进行着磁工序S2,能够使第1磁性部件73的第1磁性部件片73a分别成为按照海尔贝克阵列沿周向排列的磁化部23a。由此,制作出转子磁铁23。在着磁工序S2结束之后,作业人员等将插入至孔部22a中的第2磁性部件M拔出,将转子铁芯22和转子磁铁23从着磁轭Y的内侧取出。由此,制造出转子20。

[0090] 例如,在转子铁芯是以磁性体作为材料的磁性部件的情况下,与上述的着磁工序S2同样地,考虑使第1磁性部件73磁化的情况。在该情况下,由于转子铁芯是磁性部件,因此来自齿部Yb的磁通容易流向转子铁芯。由此,第1磁通F1的量变大而第2磁通F2的量和第3磁通F3的量变小。因此,第2磁通F2或第3磁通F3通过的第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d难以被磁化。因此,对第1磁性部件73进行磁化而制作的转子磁铁有可能不成为海尔贝

克阵列、或者成为无法充分地增强磁场强度的海尔贝克阵列。

[0091] 与此相对,根据本实施方式,转子铁芯22是以非磁性体作为材料的非磁性部件。因此,与将转子铁芯22作为磁性部件的情况相比,磁通容易通过第1磁性部件73的内部,来自齿部Yb的磁通容易向周向两侧流动。由此,能够增大第2磁通F2的量和第3磁通F3的量,从而能够使第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d容易磁化。因此,容易使对第1磁性部件73进行磁化而制作的转子磁铁23适当地成为海尔贝克阵列。

[0092] 这里,仅将转子铁芯22作为非磁性部件的话,能够增大第2磁通F2的量和第3磁通F3的量而第1磁通F1的量变小,因而有可能无法适当地对第1片74a、74b进行磁化。与此相对,根据本实施方式,转子铁芯22具有位于径向磁化部23b的径向内侧的孔部22a。因此,如上所述,通过在将第2磁性部件M插入至孔部22a中的状态下进行第1磁性部件73的磁化,能够通过第2磁性部件M将来自齿部Yb的磁通引导至径向内侧。由此,能够抑制沿径向通过成为径向磁化部23b的第1片74a、74b的第1磁通F1的量变小。因此,能够适当地对第1片74a、74b进行磁化,从而能够适当地制作径向磁化部23b。

[0093] 如上所述,根据本实施方式,能够分别均衡地适当产生第1磁通F1、第2磁通F2以及第3磁通F3,能够适当地使各第1磁性部件片73a成为各磁化部23a。因此,容易制作对固定于转子铁芯22的第1磁性部件73进行磁化而成为海尔贝克阵列的转子磁铁23。

[0094] 例如,在第2磁性部件M与第1磁性部件73接触的情况下,来自齿部Yb的磁通容易流向第2磁性部件M,第1磁通F1变大而第2磁通F2和第3磁通F3变小。因此,有可能难以对第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d进行磁化。与此相对,根据本实施方式,孔部22a位于从转子铁芯22的外周面向径向内侧离开的位置。因此,插入至孔部22a中的第2磁性部件M不会与第1磁性部件73接触。由此,能够抑制磁通过度地流向第2磁性部件M,从而能够抑制第2磁通F2和第3磁通F3变小。因此,能够容易对第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d进行磁化。

[0095] 例如,若第2磁性部件M从第1磁性部件73向径向内侧过度离开,则有可能被引导至第2磁性部件M而向径向内侧流动的第1磁通F1变得过小。因此,有可能难以对第1片74a、74b进行磁化。与此相对,根据本实施方式,孔部22a设置于转子铁芯22中的靠近径向外侧的部分。因此,能够在抑制插入至孔部22a中的第2磁性部件M从第1磁性部件73过度离开的同时进行第1磁性部件73的磁化。由此,能够抑制第1磁通F1变得过小,从而能够容易对第1片74a、74b进行磁化。

[0096] 根据本实施方式,从转子铁芯22的外周面到孔部22a的径向外侧的端部之间的径向距离L1为1mm以上且5mm以下。通过将距离L1设为这样的值,能够抑制插入至孔部22a中的第2磁性部件M相对于第1磁性部件73过于接近,并且能够抑制过度分离。因此,能够使第1磁通F1的量、第2磁通F2的量以及第3磁通F3的量的平衡良好,从而能够适当地分别对各第1磁性部件片73a进行磁化。由此,容易适当地制作对固定于转子铁芯22的第1磁性部件73进行磁化而成为海尔贝克阵列的转子磁铁23。通过将距离L1设为1.5mm以上且3mm以下,更容易适当地制作成为海尔贝克阵列的转子磁铁23。并且,通过将距离L1设为2mm,更容易适当地制作成为海尔贝克阵列的转子磁铁23。

[0097] 例如,当插入至孔部22a中的第2磁性部件M位于第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d的径向内侧时,通过第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d的磁通有可能被第2磁性部件M吸引。因此,第2磁通F2和第3磁通F3的流动受到阻碍,而有可能无法适当地制作第1

非径向磁化部25a、25b和第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d。

[0098] 与此相对,根据本实施方式,孔部22a的周向的尺寸L2为径向磁化部23b的周向的尺寸L3以下。因此,插入至孔部22a中的第2磁性部件M能够不易位于第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d的径向内侧。由此,能够抑制第2磁通F2和第3磁通F3的流动被第2磁性部件M阻碍,从而容易适当地制作第1非径向磁化部25a、25b和第2非径向磁化部26a、26b、26c、26d。

[0099] 根据本实施方式,沿轴向观察时,孔部22a为相对于穿过径向磁化部23b的周向中心的周向中心线CL1呈线对称的形状。因此,容易使被插入至孔部22a中的第2磁性部件M吸引的第1磁通F1向周向两侧均等地分支。由此,能够抑制由第1磁通F1引起的磁化产生偏差。因此,更容易适当地制作成为海尔贝克阵列的转子磁铁23。

[0100] 根据本实施方式,孔部22a设置有多个,各孔部22a分别位于各径向磁化部23b的径向内侧。因此,通过将第2磁性部件M插入至多个孔部22a中并进行磁化,能够使多个第1片74a、74b分别适当地成为径向磁化部23b。

[0101] 根据本实施方式,孔部22a整体位于与作为周向磁化部的第1非径向磁化部25a、25b在周向上不同的位置。因此,插入至孔部22a中的第2磁性部件M不会位于成为第1非径向磁化部25a、25b的第2片75a、75b的径向内侧。由此,能够使第2片75a、75b内的磁通的流动更容易沿周向,从而能够更适当地制作第1非径向磁化部25a、25b。

[0102] 在本实施方式中,孔部22a整体位于与非径向磁化部23c中的任一个在周向上不同的位置。因此,插入至孔部22a中的第2磁性部件M不会位于成为非径向磁化部23c的第2片75a、75b和第3片76a、76b、76c、76d的径向内侧。由此,能够抑制第2磁性部件M阻碍第2片75a、75b内和第3片76a、76b、76c、76d内的磁通的流动。因此,能够更适当地制作非径向磁化部23c。

[0103] 上述距离L1的数值范围是在孔部22a整体位于与非径向磁化部23c中的任一个在周向上不同的位置的情况下能够特别优选地得到效果的数值范围。

[0104] 根据本实施方式,孔部22a是沿轴向贯穿转子铁芯22的贯通孔。因此,通过在孔部22a的轴向的整体范围内插入第2磁性部件M,容易在轴向的整体范围内适当地对第1磁性部件73进行磁化。由此,更容易适当地制作成为海尔贝克阵列的转子磁铁23。

[0105] 本发明不限于上述的实施方式,也可以采用以下的结构和方法。转子磁铁只要固定于转子铁芯的外周面即可,没有特别限定。转子磁铁也可以是单一部件。在转子磁铁为单一部件的情况下,转子磁铁也可以呈圆筒状等环状。即,在如上述实施方式那样转子磁铁为单一部件且具有多个磁化部的情况下,多个磁化部也可以分别是圆筒状的单一部件的一部分。多个转子磁铁也可以沿周向隔开间隔地配置。转子磁铁也可以不形成为海尔贝克阵列。在该情况下,例如,转子磁铁的磁化方向也可以仅是径向。

[0106] 转子铁芯只要具有孔部即可,没有特别限定。转子铁芯也可以是以磁性体作为材料的磁性部件。孔部只要从转子铁芯的轴向一侧的面向轴向另一侧凹陷即可,没有特别限定。孔部也可以是不沿轴向贯穿转子铁芯而具有底部的孔。在上述实施方式中,以轴向一侧作为上侧,以轴向另一侧作为下侧,但不限于此。轴向一侧也可以是上述实施方式中的下侧,轴向另一侧也可以是上述实施方式中的上侧。孔部只要设置1个以上即可,数量没有限定。孔部的形状没有特别限定。转子铁芯中的设置孔部的位置没有特别限定。孔部的大小没

有特别限定。

[0107] 转子的制造方法只要是在着磁工序中将第2磁性部件插入至孔部中的状态下对第1磁性部件进行磁化即可,没有特别限定。插入至孔部中的第2磁性部件只要是以磁性体作为材料的磁性部件即可,没有特别限定。也可以在插入至孔部中的第2磁性部件与孔部的内侧面之间设置有间隙。在着磁工序中,也可以不使用孔部来对转子铁芯和第1磁性部件进行定位。第1磁性部件也可以不具有磁各向异性。

[0108] 上述实施方式的马达的用途没有特别限定。马达例如也可以搭载于车辆等。在本说明书中进行了说明的各结构能够在相互不矛盾的范围内适当组合。

[0109] 标号说明

[0110] 10:马达;20:转子;22:转子铁芯;22a:孔部;23:转子磁铁;23a:磁化部;23b:径向磁化部;23c:非径向磁化部;31a:铁芯背部;31b:齿;73:第1磁性部件;73a:第1磁性部件片;CL1:周向中心线;J:中心轴线;M:第2磁性部件;S1:固定工序;S2:着磁工序;Y:着磁轭;Ya:铁芯背部件;Yb:齿部。

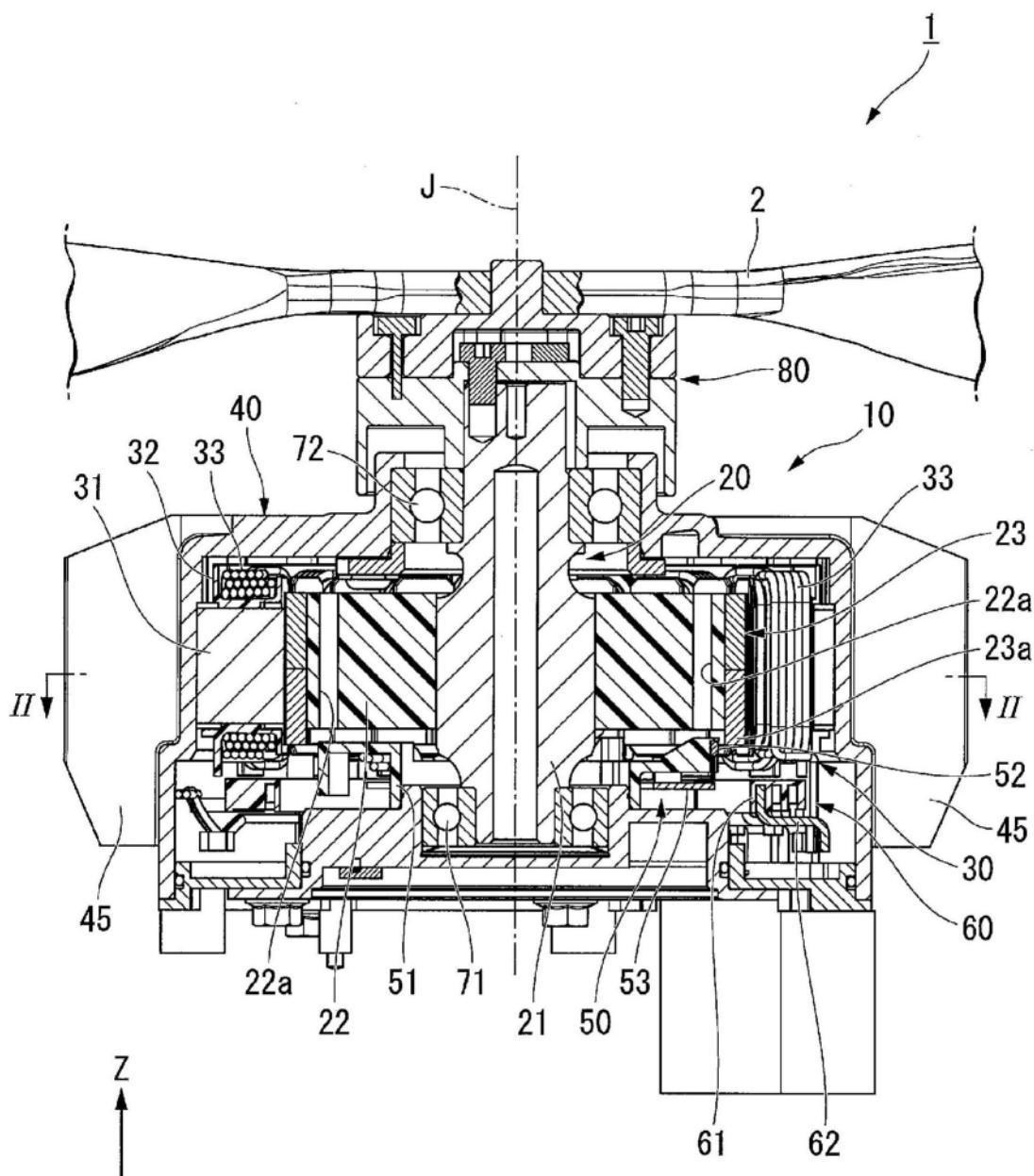


图1

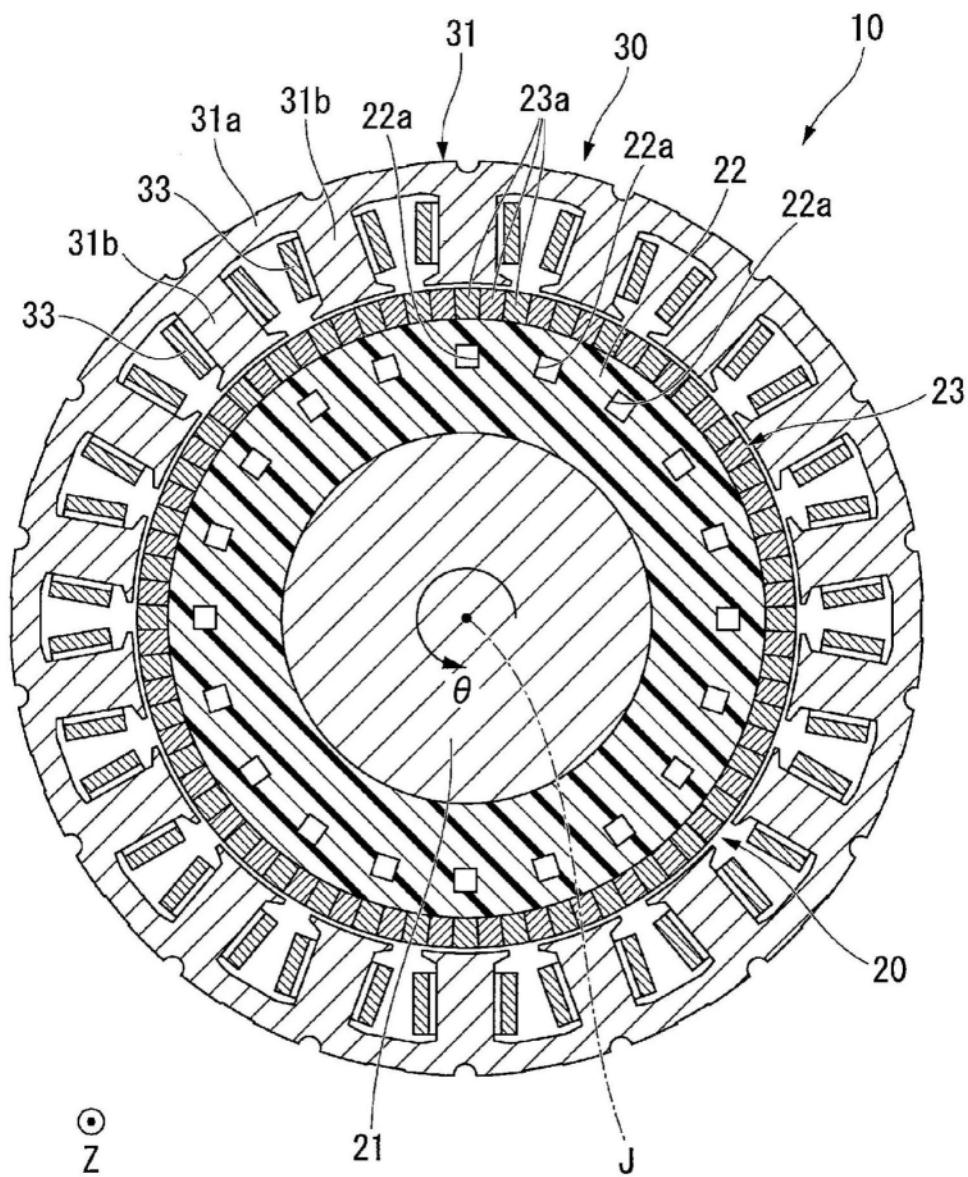


图2

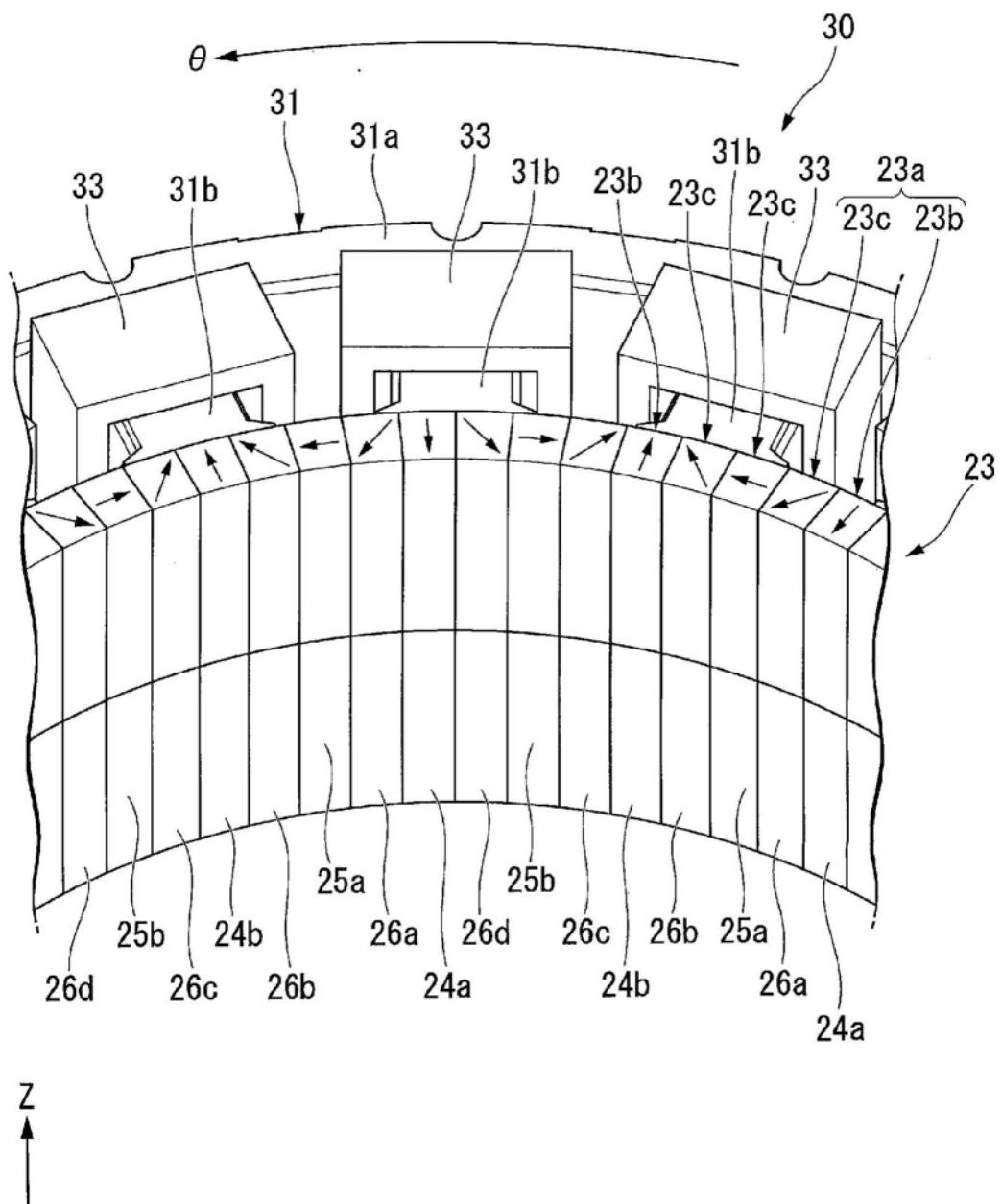


图3

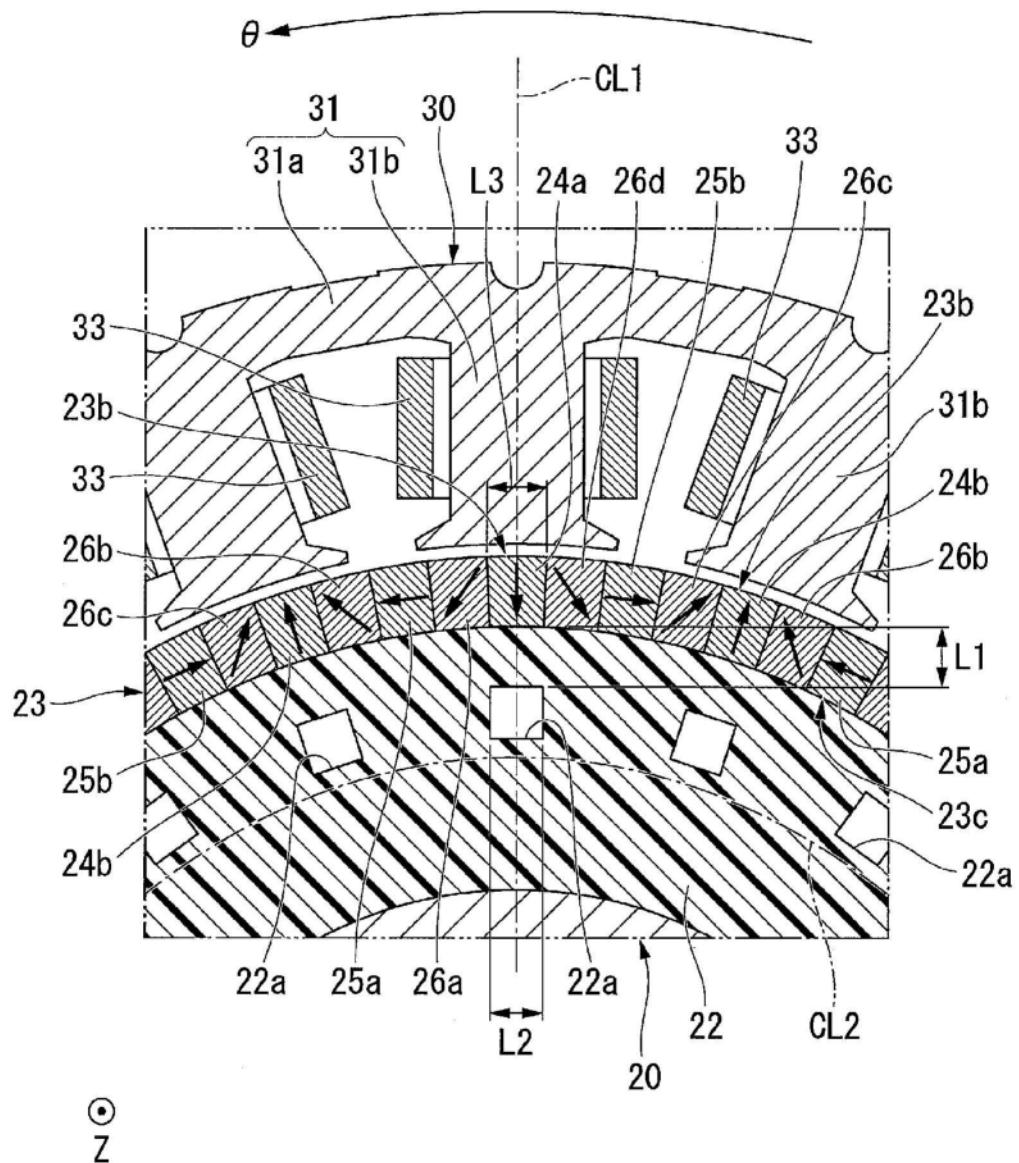


图4

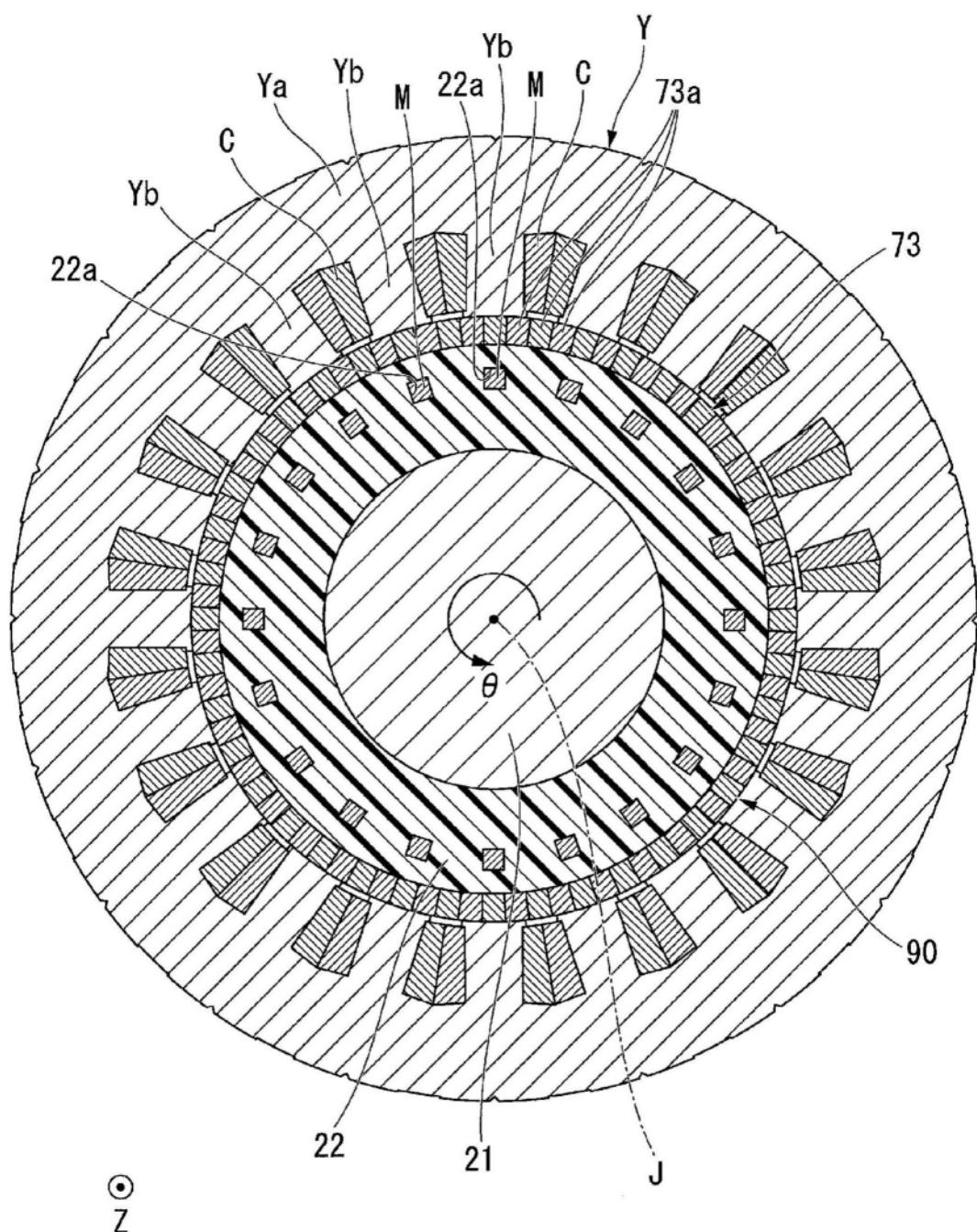


图5

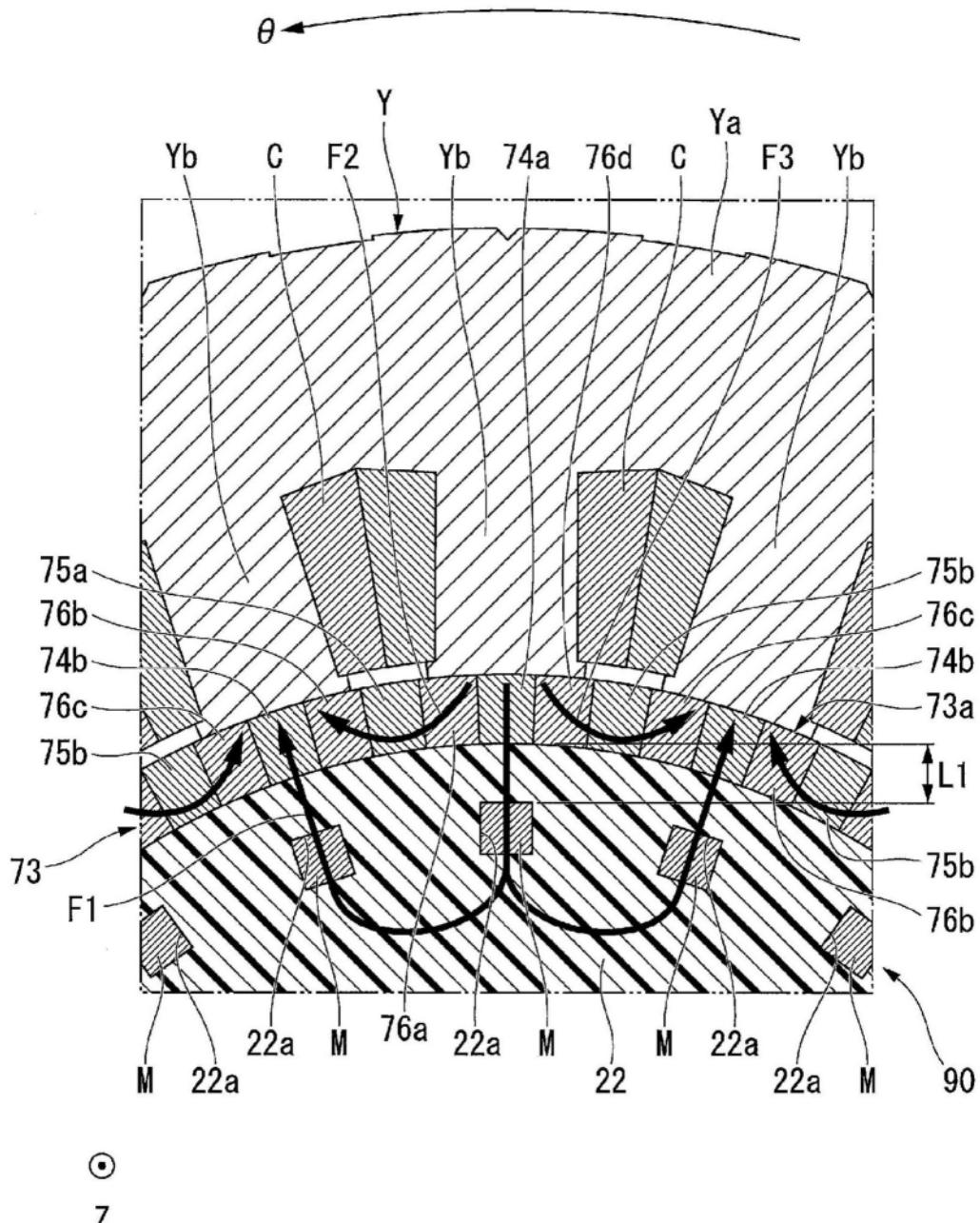


图6