



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116134707 A

(43) 申请公布日 2023.05.16

(21) 申请号 202180060754.4

(22) 申请日 2021.06.30

(30) 优先权数据

2020-125369 2020.07.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.01.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/024801 2021.06.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/019074 JA 2022.01.27

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 天谷崇德 南部靖生

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 石宝方

(51) Int.Cl.

H02K 5/16 (2006.01)

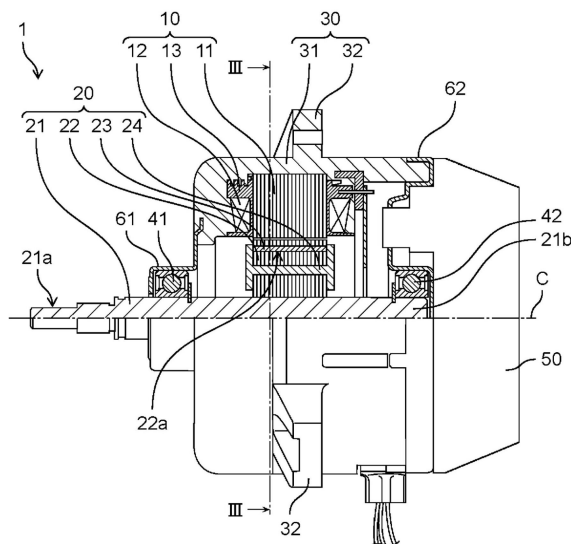
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

电动机

(57) 摘要

电动机具备:转子,其具有铁芯,在该铁芯固定有沿轴心方向延伸的旋转轴;以及定子,其与转子相对地配置,定子具有朝向转子延伸的多个齿和分别位于多个齿中的相邻的齿之间的槽,铁芯具有多个磁体插入孔和分别配置于多个磁体插入孔的多个永磁体,多个永磁体为稀土类磁体,铁芯的最外周形状的与多个永磁体各自的磁极对应的部分包含半径不同的多个圆弧,转子的极数为10以上,永磁体的剩余磁通密度为1.3T以上。



1. 一种电动机,其中,
该电动机具备:转子,其具有铁芯,在该铁芯固定有沿轴心方向延伸的旋转轴;以及定子,其与所述转子相对地配置,
所述定子具有朝向所述转子延伸的多个齿和分别位于所述多个齿中的相邻的齿之间的槽,
所述铁芯具有多个磁体插入孔和分别配置于所述多个磁体插入孔的多个永磁体,
所述多个永磁体为稀土类磁体,
所述铁芯的最外周形状的与所述多个永磁体各自的磁极对应的部分包含半径不同的多个圆弧,
所述转子的极数为10以上,
所述永磁体的剩余磁通密度为1.3T以上。
2. 根据权利要求1所述的电动机,其中,
所述转子的极数为10,所述定子所具有的槽为12个。
3. 根据权利要求1或2所述的电动机,其中,
所述永磁体的剩余磁通密度为1.4T以上。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的电动机,其中,
该电动机还具备覆盖所述定子的模制树脂。
5. 根据权利要求4所述的电动机,其中,
所述模制树脂具有覆盖所述定子的主体部和从所述主体部的侧面朝向外侧突出的突出部。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的电动机,其中,
在所述稀土类磁体中不包含镝。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的电动机,其中,
该电动机还具备将所述旋转轴支承为旋转自如的轴承,在所述旋转轴与所述铁芯的外周面之间设有电介质。

电动机

技术领域

[0001] 本公开涉及一种电动机,尤其涉及一种具备在铁芯埋设有永磁体的永磁体埋入型的转子的电动机。

背景技术

[0002] 电动机用于家庭用设备或工业用设备等各种电气设备。例如,作为用于空调机或电动吸尘器等电动机,已知有在旋转轴安装有旋转风扇的风扇马达。空调机中的风扇马达例如搭载于室外机。作为这种电动机,在专利文献1中公开了风扇驱动用的无刷马达。

[0003] 以往,作为电动机,已知有IPM(Interior Permanent Magnet:内置永磁体)马达,该IPM马达具有在铁芯埋设有多个永磁体的永磁体埋入型的转子。IPM马达除了由永磁体产生的磁体转矩以外,还能够获得由在铁芯产生的磁阻的大小的不均匀引起的磁阻转矩。因此,能够实现小型且高效率的马达。

[0004] 以往,作为IPM马达的永磁体,已知有使用能量密度较高的稀土类磁体的技术。在该情况下,通常使用由钕·铁·硼(Nd-Fe-B)构成的稀土类磁体。

[0005] 然而,在搭载有使用了稀土类磁体的IPM马达的以往的风扇马达中,若想要在维持高输出以及高效率的同时抑制振动以及噪声,则不得不将转子的极数限制为8极以下,或者不得不使用剩余磁通密度(Br)较低的稀土类磁体(例如 $Br < 1.3T$)。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特许第5186899号公报

发明内容

[0009] 本公开是为了解决这样的问题而完成的,其目的在于提供一种即使是使用了稀土类磁体的IPM马达,也能够同时实现振动及噪声的抑制和高输出化及高效率化的电动机。

[0010] 为了实现上述目的,本公开的电动机的一技术方案具备:转子,其具有铁芯,在该铁芯固定有沿轴心方向延伸的旋转轴;以及定子,其与所述转子相对地配置,所述定子具有朝向所述转子延伸的多个齿和分别位于所述多个齿中的相邻的齿之间的槽,所述铁芯具有多个磁体插入孔和分别配置于所述多个磁体插入孔的多个永磁体,所述多个永磁体为稀土类磁体,所述铁芯的最外周形状的与所述多个永磁体各自的磁极对应的部分包含半径不同的多个圆弧,所述转子的极数为10以上,所述永磁体的剩余磁通密度为1.3T以上。

[0011] 另外,优选的是,所述转子的极数为10,所述定子所具有的槽的数量为12。

[0012] 另外,优选的是,所述永磁体的剩余磁通密度为1.4T以上。

[0013] 另外,也可以是,该电动机还具备覆盖所述定子的模制树脂。

[0014] 另外,也可以是,所述模制树脂具有覆盖所述定子的主体部和从所述主体部的侧面朝向外侧突出的突出部。

[0015] 另外,也可以是,在所述稀土类磁体中不包含镝。

[0016] 另外,也可以是,该电动机还具备将所述旋转轴支承为旋转自如的轴承,在所述旋转轴与所述铁芯的外周面之间设有电介质。

[0017] 根据本公开,在使用了稀土类磁体的IPM马达中,能够同时实现振动及噪声的抑制和高输出化及高效率化。

附图说明

[0018] 图1是实施方式的电动机的半剖视图。

[0019] 图2是从输出轴相反侧观察实施方式的电动机时的平面图。

[0020] 图3是图1的III-III线处的剖视图。

[0021] 图4A是表示比较例的电动机中的转子的位置角度与转矩的关系的图。

[0022] 图4B是表示实施例的电动机中的转子的位置角度与转矩的关系的图。

具体实施方式

[0023] 以下,对本公开的实施方式进行说明。另外,以下说明的实施方式均表示本公开的一具体例。因此,在以下的实施方式中示出的数值、构成要素、构成要素的配置位置及连接方式、以及工序及工序的顺序等是一例,并不意味着限定本公开。因此,关于以下的实施方式的构成要素中的、在表示本公开的最上位概念的独立权利要求中没有记载的构成要素,作为任意的构成要素进行说明。

[0024] 各图为示意图,并不一定严格地进行图示。此外,在各图中,对实质上相同的构成要素标注相同的附图标记,省略或简化重复的说明。

[0025] 在本实施方式中,将定子10以及转子20的半径方向设为“径向”,将转子20的旋转方向设为“周向”。即,以旋转轴21的轴心C为中心从轴心C扩展的方向为“径向”,以旋转轴21的轴心C为中心环绕轴心C的方向为“周向”。因此,“径向”成为与旋转轴21的轴心C的方向正交的方向。转子20以旋转轴21的轴心C为旋转中心进行旋转。

[0026] (实施方式)

[0027] 首先,使用图1~图3对实施方式的电动机1的结构进行说明。图1是实施方式的电动机1的半剖视图。图2是从输出轴相反侧观察该电动机1时的平面图。图3是图1的III-III线处的剖视图。

[0028] 如图1~图3所示,电动机1具备定子10、与定子10相对地配置的转子20、以及覆盖定子10的模制树脂30。在本实施方式中,转子20的极数(磁极数)为10。定子10所具有的槽14为12个。此外,若转子20的极数(磁极数)为10以上,则能够期待同样的效果。

[0029] 电动机1还具备第1轴承41及第2轴承42、散热器50、第1托架61及第2托架62。

[0030] 此外,本实施方式中的电动机1是定子10由模制树脂30覆盖的模制马达。另外,电动机1是不使用马达刷的无刷马达。

[0031] 如图1和图3所示,定子(日文:ステータ)10与转子20之间隔着微小的气隙与转子20相对地配置。具体而言,定子10以包围转子20的铁芯22的方式配置。即,电动机1是转子20配置于定子10的内侧的内转子型的马达。

[0032] 定子10产生作用于转子20的磁力。具体而言,定子10构成为,交替地反复存在多个N极和S极,以在与转子20所具有的铁芯22之间的气隙面生成磁通。定子10与转子20一起构

成磁路。

[0033] 定子10具有铁芯11、绕组12以及绝缘体13。

[0034] 定子10的铁芯11是成为定子10的芯的环状的定子铁芯(日文:ステータコア),产生用于使转子20旋转的磁力。如图1所示,铁芯11例如是多个钢板在转子20所具有的旋转轴21的轴心C的方向上层叠而成的层叠体。多个钢板分别是例如形成为预定形状的冲裁电磁钢板。铁芯11不限于多个钢板的层叠体,也可以是由磁性材料构成的块体。

[0035] 如图3所示,铁芯11具有以包围转子20的铁芯22的方式形成为环状的磁轭11a和朝向转子20延伸的多个齿11b。

[0036] 磁轭11a是形成于各齿11b的外侧的背轭。磁轭11a形成为以轴心C为中心的圆环状。

[0037] 多个齿11b从磁轭11a朝向旋转轴21突出。具体而言,多个齿11b在与旋转轴21的轴心C正交的方向(径向)上呈放射状延伸。多个齿11b在相邻的两个齿11b之间形成槽14并且在周向上等间隔地配置。即,槽14分别位于多个齿11b中的相邻的齿11b之间。在铁芯11设有12个齿11b,槽14的数量为12。即,电动机1(定子10)的槽数为12。

[0038] 在各齿11b设有从该齿11b的内周侧的前端部向周向的两侧延伸的延伸部。该延伸部形成为从齿11b的内周侧的前端部突出。位于包含该延伸部在内的、齿11b的前端部的内周面成为与转子20的外周表面相对的磁极面。另外,在相邻的两个齿11b中,在一个齿11b的延伸部与另一个齿11b的延伸部之间存在间隙(槽开口)。

[0039] 绕组12是定子10的电枢绕组。绕组12是作为定子线圈(日文:ステータコイル)卷绕于铁芯11的绕组线圈。

[0040] 绕组12卷绕于铁芯11所具有的多个齿11b中的每一个。具体而言,绕组12隔着绝缘体13卷绕于多个齿11b中的每一个。即,在定子10卷绕有多个绕组12。各绕组12是卷绕于对应的一个齿11b的集中绕组线圈,收纳于铁芯11的槽14。

[0041] 多个齿11b分别是磁极齿,通过对绕组12通电而产生磁力。在本实施方式中,定子10中的多个绕组12作为三相绕组电连接,以作为三相同步马达使转子20进行旋转。具体而言,多个绕组12由彼此在电学上相位相差120度的U相、V相以及W相这3相各自的单位线圈构成。即,安装于各齿11b的绕组12通过以U相、V相以及W相的相单位分别通电的三相的交流进行通电驱动。由此,在各齿11b生成定子10的主磁通。

[0042] 分别卷绕于12个齿11b的12个绕组12根据流过各绕组12的电流的相位被划分为4个U相线圈、4个V相线圈以及4个W相线圈而配置于预定的槽14。4个U相线圈以串联连接的方式电连接。同样地,4个V相线圈和4个W相线圈也分别以串联连接的方式电连接。

[0043] 绝缘体13为线圈架,具有供绕组12卷绕的框状的框体部。具体而言,绝缘体13的框体部以包围齿11b的主体部的方式形成。绝缘体13分别设于多个齿11b。各绝缘体13例如是由绝缘树脂材料一体形成的树脂成形品。

[0044] 转子(日文:ロータ)20通过在定子10产生的磁力而旋转。转子20也生成磁力。具体而言,转子20成为这样的结构:在整个周向上交替地反复存在多个生成磁通的N极和S极。由此,转子20产生作用于定子10的磁力。在本实施方式中,从转子20产生的磁通的朝向是与旋转轴21的轴心C的方向(轴心方向)正交的方向。即,转子20产生的磁通的朝向为径向(日文:径方向)。

[0045] 转子20具有旋转轴21、铁芯22、多个永磁体23以及电介质24。转子20以旋转轴21的轴心C为旋转中心进行旋转。即，旋转轴21成为转子20旋转时的中心。

[0046] 转子20是永磁体23埋入铁芯22的永磁体埋入型的转子(IPM转子)。因此，本实施方式中的电动机1是IPM马达。

[0047] 旋转轴21具有轴心C，其成为转子20旋转时的中心。旋转轴21沿轴心C的方向延伸。旋转轴21是长条状的轴，例如是金属棒。旋转轴21固定于铁芯22。具体而言，旋转轴21以沿着轴心C的方向向铁芯22的两侧延伸的方式插入被设于铁芯22的中心的贯通孔而固定于铁芯22。旋转轴21例如通过压入或热装于铁芯22的贯通孔而固定于铁芯22。

[0048] 向铁芯22的一侧突出的旋转轴21的一个部位即第1部位21a支承于第1轴承41。另一方面，向铁芯22的另一侧突出的旋转轴21的另一个部位即第2部位21b支承于第2轴承42。即，第1轴承41及第2轴承42作为一对轴承将旋转轴21支承为旋转自如。这样，旋转轴21以旋转自如的状态由第1轴承41和第2轴承42保持。由此，转子20能够相对于定子10旋转。

[0049] 第1轴承41和第2轴承42为轴承。作为一例，第1轴承41和第2轴承42为球轴承，但也可以是推力轴承等其他轴承。

[0050] 在本实施方式中，旋转轴21的第1部位21a的端部是输出侧的端部，从第1托架61及第1轴承41突出。即，旋转轴21的第1部位21a是输出轴，在第1部位21a的端部安装有例如旋转风扇等负载。另外，旋转轴21的第2部位21b侧的端部是输出相反侧的端部，不从第2托架62及第2轴承42突出。旋转轴21的第2部位21b为输出相反侧轴。

[0051] 转子20的铁芯22与定子10的铁芯11隔着气隙而配置。铁芯22是成为转子20的芯的转子铁芯(日文:ロータコア)。铁芯22是多个钢板在旋转轴21的轴心C的方向上层叠而成的层叠体。多个钢板分别是例如形成为预定形状的冲裁电磁钢板。多个钢板例如通过铆接而相互固定。此外，铁芯22不限于多个钢板的层叠体，也可以是由磁性材料构成的块体。

[0052] 铁芯22具有多个磁体插入孔22a。多个磁体插入孔22a分别是供永磁体23埋入配设的磁体埋入孔。多个磁体插入孔22a以包围旋转轴21的方式沿着周向等间隔地形成于铁芯22。多个磁体插入孔22a分别沿旋转轴21的轴心C的方向延伸。

[0053] 在多个磁体插入孔22a分别配置有永磁体23。具体而言，在各磁体插入孔22a插入有一个永磁体23。多个永磁体23与多个磁体插入孔22a同样地，以包围旋转轴21的方式沿着周向等间隔地配置。各永磁体23是已磁化的永磁体。多个永磁体23以S极和N极的磁极在转子20的周向上交替存在的方式配置。即，相邻的两个永磁体23的S极和N极的磁极的朝向为相反朝向。

[0054] 在本实施方式中，在铁芯22设有10个磁体插入孔22a，因此，在铁芯22插入有10个永磁体23。因此，转子20的极数为10(极对数为5)。此外，关于永磁体23的磁化，既可以在将永磁体23配置于磁体插入孔22a内之后进行磁化，也可以在将永磁体23向磁体插入孔22a插入之前预先进行磁化，但若考虑将永磁体23向磁体插入孔22a插入的作业性，则优选在将永磁体23插入到磁体插入孔22a内之后进行磁化。

[0055] 各永磁体23为板状。永磁体23为板状的长方体，俯视形状为矩形形状。因此，永磁体23的用以旋转轴21的轴心C为垂线的平面剖切时的剖面形状为长方形。各永磁体23以厚度方向成为铁芯22的径向的方式配置于磁体插入孔22a。

[0056] 各永磁体23在对应的磁体插入孔22a内配置于铁芯22的靠径向的外侧(外周侧)的

位置。插入到磁体插入孔22a内的永磁体23既可以通过粘接剂固定于铁芯22,也可以通过另外设置固定构件来将永磁体23固定于铁芯22,该固定构件具有填充到永磁体23与磁体插入孔22a之间的间隙的突起。

[0057] 永磁体23是稀土类磁体。例如,永磁体23是以钕·铁·硼(Nd-Fe-B)为主要成分的钕稀土类磁体(Neodymium Magnet)。此外,永磁体23是烧结磁体,但也可以是粘结磁体。

[0058] 作为稀土类磁体的永磁体23是高密度化的磁体,永磁体23的剩余磁通密度(Br)为1.3T(特斯拉)以上。永磁体23的剩余磁通密度进一步优选为1.33T以上,更优选为1.4T以上。

[0059] 此外,当在压缩机等那样的高温气氛中使用电动机1时,永磁体的矫顽力(Hc_j)随着温度上升而降低。也可以通过在作为稀土类磁体的永磁体23中添加镝(Dy)来提高永磁体23的矫顽力。但是,若在稀土类磁体中添加镝,则虽然稀土类磁体的矫顽力提高,但与此相反地,稀土类磁体的剩余磁通密度(Br)降低。因此,在将镝添加至永磁体23的情况下,镝的添加量为少量为佳。在本实施方式中,永磁体23不含有镝。

[0060] 如图3所示,在转子20的铁芯22的外周面存在凹部22b,该凹部22b形成为相邻的两个永磁体23之间的部分向内侧(即朝向轴心C的方向)凹陷。其结果是,铁芯22在从旋转轴21的轴心C的方向观察时,成为最外周部分中的多个永磁体23各自对应的位置向外侧鼓出的具有鼓出部22c的形状。即,铁芯22在从旋转轴21的轴心C的方向观察时,成为各鼓出部22c成为花瓣那样的形状。在本实施方式中,10个永磁体23设于铁芯22,因此,在铁芯22的最外周部分形成有10个凹部22b。在铁芯22的最外周部分形成有10个与永磁体23各自的磁极中心对应的部分向外侧鼓出的鼓出部22c。即,转子20是以铁芯22具有10个花瓣的方式形成的花瓣转子。

[0061] 具体而言,在与旋转轴21的轴心C交叉的平面上,铁芯22的最外周形状的与多个永磁体23各自的磁极对应的部分包含半径不同的多个圆弧。即,在与各永磁体23对应的鼓出部22c(花瓣部),铁芯22的最外周形状包含半径不同的多个圆弧。各鼓出部22c处的铁芯22的最外周形状包括经由拐点而连续的第1圆弧和第2圆弧。该拐点是第1圆弧与第2圆弧的连接点(边界点),第1圆弧与第2圆弧成为经由拐点连续的一条曲线。

[0062] 第1圆弧是经过第1直线(即d轴)与铁芯22的最外周交叉的第1点的圆弧,该第1直线经过永磁体23的磁极的中心和旋转轴21的轴心C。具体而言,第1圆弧是经过第1点且连结相邻的两个拐点的圆弧。

[0063] 第2圆弧是将第2直线(即q轴)与铁芯22的最外周交叉的第2点和拐点连结的圆弧,该第2直线经过多个永磁体23中的相邻的两个永磁体23的磁极间中心和旋转轴21的轴心C。

[0064] 各鼓出部22c处的铁芯22的最外周形状由一个第1圆弧和两个第2圆弧构成。即,铁芯22的最外周形状的与各永磁体23的一个磁极的量对应的部分由一个第1圆弧和两个第2圆弧构成。具体而言,各鼓出部22c(各永磁体23的一个磁极的量)处的铁芯22的最外周形状具有两个拐点,成为一个第1圆弧由两个第2圆弧夹着的结构。

[0065] 在本实施方式中,第1圆弧的中心是旋转轴21的轴心C。即,若将第1圆弧的半径设为R₁,则第1圆弧是以轴心C为旋转中心的半径R₁的圆弧。因此,第1圆弧是形成铁芯22的最大直径的圆的一部分。

[0066] 另一方面,第2圆弧的中心不是旋转轴21的轴心C,而是位于轴心C与铁芯22的最外

周(外缘)之间。第2圆弧是用于使形成铁芯22的最大直径的圆的一部分朝向轴心C凹陷而形成凹部22b的圆弧。即,通过设置第2圆弧,能够使铁芯22的最外周部分的一部分凹陷。

[0067] 在本实施方式中,第2圆弧的中心是位于将第1圆弧和第2圆弧的边界点即拐点与旋转轴21的轴心C连结起来的线段上的点。即,若将第2圆弧的半径设为 R_2 ,则第2圆弧是以该点为旋转中心的半径 R_2 的圆弧。

[0068] 如图1和图3所示,电介质24设于旋转轴21与铁芯22的外周面之间。如图3所示,在从旋转轴21的轴心C的方向观察时,电介质24呈包围旋转轴21的环状。另外,如图1所示,电介质24沿旋转轴21的轴心C的方向延伸。电介质24由绝缘树脂材料等绝缘材料形成。因此,电介质24以电介质24为边界将铁芯22串联地绝缘分离成外侧铁芯和内侧铁芯。作为电介质24的材料,例如能够使用不饱和聚酯树脂或者环氧树脂等热固性树脂、聚对苯二甲酸丁二酯或者聚酰胺等热塑性树脂、弹性体、硫化型橡胶那样的弹性体等。

[0069] 这样,通过在转子20设置电介质24,由此,作为转子20侧的等效电路,成为由电介质24产生的静电电容串联连接的结构,能够提高转子20侧的阻抗。由此,能够降低第1轴承41和第2轴承42中的内圈与外圈之间的电位差、即轴电压,因此能够抑制在第1轴承41和第2轴承42产生电腐蚀。

[0070] 如图3所示,在从旋转轴21的轴心C的方向观察时,电介质24以旋转轴21为中心呈多边形的环状。这样,通过将电介质24设为多边形,能够防止铁芯22的以电介质24为边界的内侧铁芯和外侧铁芯由于转子20的旋转而空转。

[0071] 在本实施方式中,电介质24的多边形的角以及边的数量与永磁体23的数量相同为佳,因此,电介质24成为正十边形的环状。这样,通过将电介质24的多边形的角数与保持于转子20的永磁体23的磁化极数设为相同数量,能够使因转子20的旋转而产生的不平衡成为最小限度。

[0072] 电介质24的多边形的角的顶点位于以旋转轴21为中心被保持于转子20的永磁体23磁化的极的中心。由此,能够不妨碍从永磁体23产生的磁通的流动地配置电介质24。另外,通过对电介质24的多边形的角的顶点赋予圆角(R),能够提高铁芯22的加工性。

[0073] 如图1所示,定子10由模制树脂30覆盖。模制树脂30在定子10的周向的整周上覆盖定子10的外侧部分。具体而言,模制树脂30覆盖铁芯11、绕组12以及绝缘体13的外侧部分。在本实施方式中,模制树脂30与绕组12以及绝缘体13各自的外表面接触。

[0074] 模制树脂30例如由聚酯树脂或环氧树脂等导热性优异的绝缘性树脂材料形成。另外,模制树脂30由热固性树脂形成。在本实施方式中,模制树脂30由作为热固性树脂的不饱和聚酯形成。具体而言,模制树脂30由白色的BMC(Bulk Molding Compound)不饱和聚酯树脂形成。

[0075] 模制树脂30构成电动机1的外廓,在模制树脂30的外表面包含暴露面。具体而言,模制树脂30的成为侧面的外周面以及第1托架61侧的上表面暴露。另外,覆盖定子10的模制树脂30构成了内置转子20的外壳。此外,也可以在该外壳内配置有供定子10所具有的绕组12接线的印刷电路板。

[0076] 如图1和图2所示,模制树脂30具有形成电动机1的主干部的主体部31和设于主体部31的突出部32。突出部32在主体部31设有多个。具体而言,如图2所示,突出部32沿周向等间隔地设有四个。此外,主体部31和突出部32通过模制成形成为一体而构成一个模制树脂

30。

[0077] 如图1所示,主体部31覆盖定子10。具体而言,主体部31覆盖铁芯11、绕组12以及绝缘体13。

[0078] 突出部32在径向上向外侧突出。具体而言,突出部32从主体部31的侧面朝向外侧突出。突出部32是电动机1的腿部,作为用于将电动机1安装于外部装置等的安装部发挥功能。在突出部32设有用于供螺钉等贯穿的贯通孔。

[0079] 如图1所示,在模制树脂30的、旋转轴21的轴心C的方向上的一侧配置有散热器50。如图2所示,散热器50具有多个翅片51。散热器50例如由铝构成,但也可以由铝以外的金属材料构成。

[0080] 在模制树脂30的、旋转轴21的轴心C的方向上的一侧固定有第1托架61。在模制树脂30的、旋转轴21的轴心C的方向上的另一个端部固定有第2托架62。第1托架61保持第1轴承41。第1轴承41固定于第1托架61的凹部。第2托架62保持第2轴承42。第2轴承42固定于第2托架62。

[0081] 第1托架61和第2托架62例如由铁等金属材料构成。例如,第1托架61和第2托架62由厚度恒定的金属板构成。第1托架61和第2托架62固定于模制树脂30。

[0082] 在这样构成的电动机1中,当对定子10所具有的绕组12通电时,励磁电流流过绕组12而生成磁场。由此,生成从定子10朝向转子20的磁通。具体而言,生成从定子10所具有的铁芯11的齿11b分别朝向转子20所具有的铁芯22的磁通。另一方面,在转子20中,由埋入铁芯22的永磁体23生成经过定子10的磁通。通过由定子10生成的磁通与从转子20所具有的永磁体23产生的磁通的相互作用而产生的磁力成为使转子20旋转的转矩,转子20旋转。

[0083] 本实施方式中的电动机1例如用于空气调节器等空调机。具体而言,电动机1作为在旋转轴21安装有旋转风扇的风扇马达而搭载于空调机的室外机的压缩机。

[0084] 接着,关于本实施方式的电动机1的作用效果,将完成本公开的技术的经过也包括在内进行说明。

[0085] 以往,作为IPM马达的永磁体,已知有使用能量密度较高的稀土类磁体的技术。由此,能够提高IPM马达的输出以及效率。

[0086] 另一方面,在IPM马达中,由于从保持于转子的铁芯的永磁体产生的磁通导致磁吸引力根据转子的旋转位置而不同,因此,在转子旋转时产生被称为齿槽转矩的转矩的脉动。因此,若使用IPM马达作为风扇马达,则由于齿槽转矩而产生振动从而产生噪声,或者输出以及效率降低。

[0087] 在该情况下,若为了抑制齿槽转矩而增加转子的极数,则IPM马达的驱动电流的高次谐波分量增加。例如,在使用稀土类磁体的以往的IPM马达中,若将转子的极数设为10以上,则高次谐波分量大幅增加。因此,在使用稀土类磁体的以往的IPM马达中,不得不将转子的极数限制为8以下。因此,在通过增加转子的极数来抑制由齿槽转矩引起的振动从而抑制输出以及效率的降低的方面存在极限。

[0088] 因此,为了提高输出以及效率,考虑使用剩余磁通密度(Br)较高的稀土类磁体,但在IPM马达中,若使用剩余磁通密度较高的稀土类磁体(例如 $Br \geq 1.3T$),则振动以及噪声增加。因此,在搭载有使用了稀土类磁体的IPM马达的以往的风扇马达中,不得不使用剩余磁通密度较低的稀土类磁体(例如 $Br < 1.3T$)。

[0089] 这样,在使用了稀土类磁体的以往的IPM马达中,各种因素复杂地综合在一起,难以同时实现振动及噪声的抑制和高输出化及高效率化。

[0090] 因此,本申请发明人针对该课题进行了深入研究,结果终于完成了即使是使用了稀土类磁体的IPM马达也能够同时实现振动及噪声的抑制和高输出化及高效率化的电动机1的结构。

[0091] 具体而言,在本实施方式的电动机1中,首先,作为配置于转子20的铁芯22的磁体插入孔22a的永磁体23,使用剩余磁通密度为1.3T以上($Br \geq 1.3T$)的稀土类磁体。由此,能够提高电动机1的输出以及效率。

[0092] 另一方面,若使用剩余磁通密度为1.3T以上的稀土类磁体,则在将电动机1用作风扇马达时,振动以及噪声增加。

[0093] 因此,在本实施方式的电动机1中,将转子20的极数设为10以上。由此,能够抑制齿槽转矩,因此,能够抑制由齿槽转矩引起的振动及噪声。即,通过将转子20的极数设为10以上,能够抵消由于使用剩余磁通密度为1.3T以上的稀土类磁体作为永磁体23而导致振动以及噪声增加的量。

[0094] 而且,通过将转子20的极数设为10以上,还能够提高输出以及效率。即,通过使用剩余磁通密度为1.3T以上的稀土类磁体作为永磁体23,能够提高输出以及效率,而且能够进一步提高输出以及效率。

[0095] 另一方面,当将转子20的极数设为10以上时,电动机1的驱动电流的高次谐波分量增加。因此,在本实施方式的电动机1中,将铁芯22的最外周形状的与多个永磁体23各自的磁极对应的部分构成为,包含半径不同的多个圆弧。即,在从旋转轴21的轴心C的方向观察时,铁芯22构成为,具有多个鼓出部22c作为花瓣。

[0096] 根据该结构,能够减小磁通密度分布从理想的正弦波形状的偏移,因此,能够在大致全部的阶次中减小感应电压高次谐波振幅。因此,通过将转子20的铁芯22设为花瓣形状,能够抵消由于将转子20的极数设为10以上而引起的高次谐波分量的增加。

[0097] 这样,根据本实施方式的电动机1,虽然是使用了稀土类磁体的IPM马达,但能够实现高输出化以及高效率化,同时还能够抑制电驱动电流的高次谐波分量的增加,并且抑制齿槽转矩而抑制振动以及噪声。因此,能够实现一种即使是使用了稀土类磁体的IPM马达,也能够同时实现振动及噪声的抑制和高输出化及高效率化的电动机1。

[0098] 另外,在本实施方式的电动机1中,作为稀土类磁体的永磁体23的剩余磁通密度优选为1.4T以上。

[0099] 由此,能够维持振动以及噪声的抑制,并且能够进一步实现电动机1的高输出化以及高效率化。

[0100] 另外,在本实施方式的电动机1中,在作为稀土类磁体的永磁体23中不包含镝。

[0101] 根据该结构,与在永磁体23中添加镝的情况相比,能够提高永磁体23的剩余磁通密度,因此,能够进一步提高电动机1的输出以及效率。而且,镝较为昂贵,且也难以获得,因此,通过不使用镝,能够低成本且容易地制造能够同时实现振动及噪声的抑制和高输出化及高效率化的电动机1。

[0102] 另外,本实施方式的电动机1具备覆盖定子10的模制树脂30。

[0103] 根据该结构,能够进一步抑制振动以及噪声。因此,能够实现进一步低振动和低噪

声且高输出和高效率的电动机1。

[0104] 在该情况下,模制树脂30具有从覆盖定子10的主体部31的侧面朝向外侧突出的突出部32为佳。

[0105] 根据该结构,能够增大电动机1的固有振动频率,因此能够抑制电动机1的振动和噪声。

[0106] 另外,在本实施方式的电动机1中的转子20中,在旋转轴21与铁芯22的外周面之间设有电介质24。

[0107] 根据该结构,能够将转子20设为双重绝缘构造来提高转子20侧的阻抗。由此,能够降低第1轴承41以及第2轴承42中的内圈与外圈之间的电位差(轴电压),因此能够抑制在第1轴承41和第2轴承42产生电腐蚀。

[0108] 在此,关于比较例的电动机和实施例的电动机,实际进行了测量齿槽转矩的实验,因此,使用图4A和图4B对该测量结果进行说明。图4A是表示比较例的电动机中的转子的位置角度与转矩的关系的图。图4B是表示实施例的电动机中的转子的位置角度与转矩的关系的图。在图4A和图4B中,横轴表示转子的机械角 A (deg),纵轴表示转矩(单位: $\text{mN} \cdot \text{m}$)。

[0109] 在该实验中,作为实施例的电动机,使用了图1~图3所示的本实施方式的电动机1。具体而言,实施例的电动机是转子20的极数为10极、定子10的槽数为12的10极12槽(10P12S)的IPM马达。作为永磁体23,使用了剩余磁通密度(Br)为1.41T的钕稀土类磁体。此外,在使用10极12槽的IPM马达的情况下,即使使用剩余磁通密度为1.5T的钕稀土类磁体,也能够期待抑制齿槽转矩。

[0110] 另一方面,比较例的电动机使用了在图1~图3所示的本实施方式的电动机1中将转子20的极数变更为8极的构造的8极12槽(8P12S)的IPM马达。在比较例的电动机中,作为永磁体23,使用了剩余磁通密度为1.28的钕稀土类磁体。除了转子20的极数和永磁体23的剩余磁通密度以外,比较例的电动机与实施例的电动机相同。

[0111] 另外,将外部旋转设为1r/min地使转子20旋转来进行了电动机的转矩的测量。在图4A和图4B中示出其结果。

[0112] 如图4A所示,关于比较例的电动机(8P12S),最大齿槽转矩幅度为 $40.9\text{mN} \cdot \text{m}$ 。另一方面,如图4B所示,关于实施例的电动机(10P12S),最大齿槽转矩幅度为 $20.9\text{mN} \cdot \text{m}$ 。这样,能够确认的是,实施例的电动机与比较例的电动机相比,能够大幅减小齿槽转矩。

[0113] 如上所述,本实施方式的电动机1具备:转子20,其具有铁芯22,在该铁芯22固定有沿轴心方向延伸的旋转轴21;以及定子10,其与转子20相对地配置,定子10具有朝向转子20延伸的多个齿11b和分别位于多个齿11b中的相邻的齿11b之间的槽14,铁芯22具有多个磁体插入孔22a和分别配置于多个磁体插入孔22a的多个永磁体23,多个永磁体23为稀土类磁体,铁芯22的最外周形状的与多个永磁体23各自的磁极对应的部分包括半径不同的多个圆弧,转子20的极数为10以上,永磁体23的剩余磁通密度为1.3T以上。

[0114] 由此,在使用稀土类磁体的IPM马达中,能够同时实现振动及噪声的抑制和高输出及高效率化。

[0115] 另外,优选的是,转子的极数为10,定子10所具有的槽14为12个。

[0116] 另外,优选的是,永磁体23的剩余磁通密度为1.4T以上。

[0117] 另外,也可以是,该电动机还具备覆盖定子10的模制树脂30。

[0118] 另外,也可以是,模制树脂30具有覆盖定子10的主体部31和从主体部31的侧面朝向外侧突出的突出部32。

[0119] 另外,也可以是,在稀土类磁体中不包含镝。

[0120] 另外,也可以是,该电动机还具备将旋转轴21支承为旋转自如的轴承,在旋转轴21与铁芯的外周面之间设有电介质。

[0121] (变形例)

[0122] 以上,基于实施方式对本公开的电动机1进行了说明,但本公开并不限定于上述实施方式。

[0123] 例如,在上述实施方式中,转子20的极数设为了10(即,永磁体23的数量为10个),但并不限于此。转子20的极数只要是10以上,则能够应用任意的数量。

[0124] 另外,在上述实施方式中,定子10的槽数为12,但并不限于此。定子10的槽数能够应用任意的数量。

[0125] 另外,在上述实施方式中,定子10的绕组12以集中绕组的方式卷绕于铁芯11,但并不限于此。例如,也可以是,定子10的绕组12以分布绕组的方式卷绕于铁芯11。

[0126] 另外,在上述实施方式中,对电动机1应用于空调机的风扇马达的情况进行了说明,但并不限于此。例如,上述实施方式中的电动机1能够应用于吸尘器或冰箱等家庭用电气设备、或者汽车用设备、机器人等工业用电气设备等各种电气设备。

[0127] 此外,对上述实施方式实施本领域技术人员能够想到的各种变形而得到的方式、在不脱离本公开的主旨的范围内将上述实施方式中的构成要素以及功能任意地组合而实现的方式也包含于本公开中。

[0128] 产业上的可利用性

[0129] 本公开的电动机能够广泛利用于以空调机等所使用的风扇马达为代表的、各种领域中的具备电动机的设备。

[0130] 附图标记说明

[0131] 1、电动机;10、定子;11、铁芯;11a、磁轭;11b、齿;12、绕组;13、绝缘体;14、槽;20、转子;21、旋转轴;21a、第1部位;21b、第2部位;22、铁芯;22a、磁体插入孔;22b、凹部;22c、鼓出部;23、永磁体;24、电介质;30、模制树脂;31、主体部;32、突出部;41、第1轴承;42、第2轴承;50、散热器;51、翅片;61、第1托架;62、第2托架。

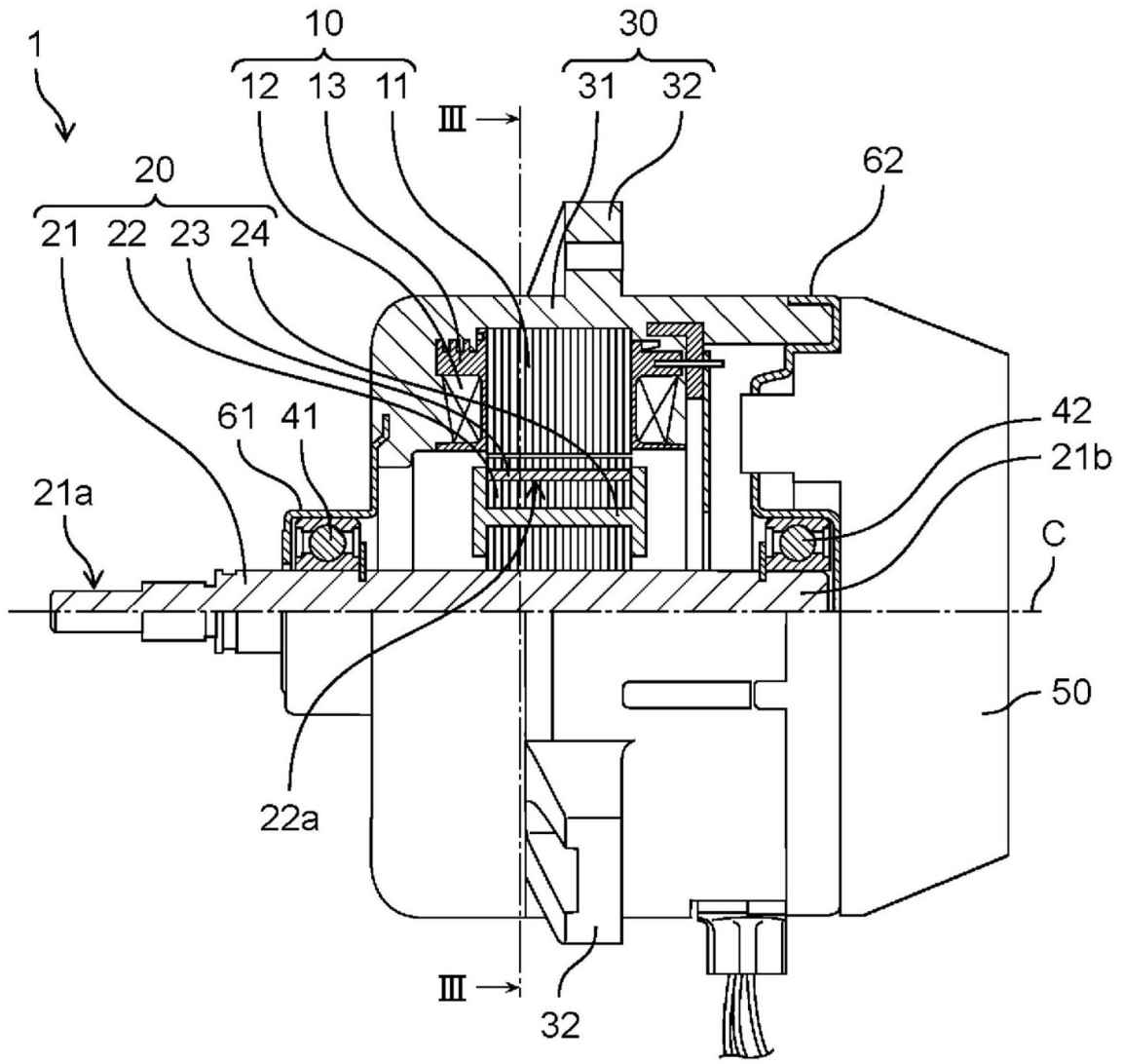


图1

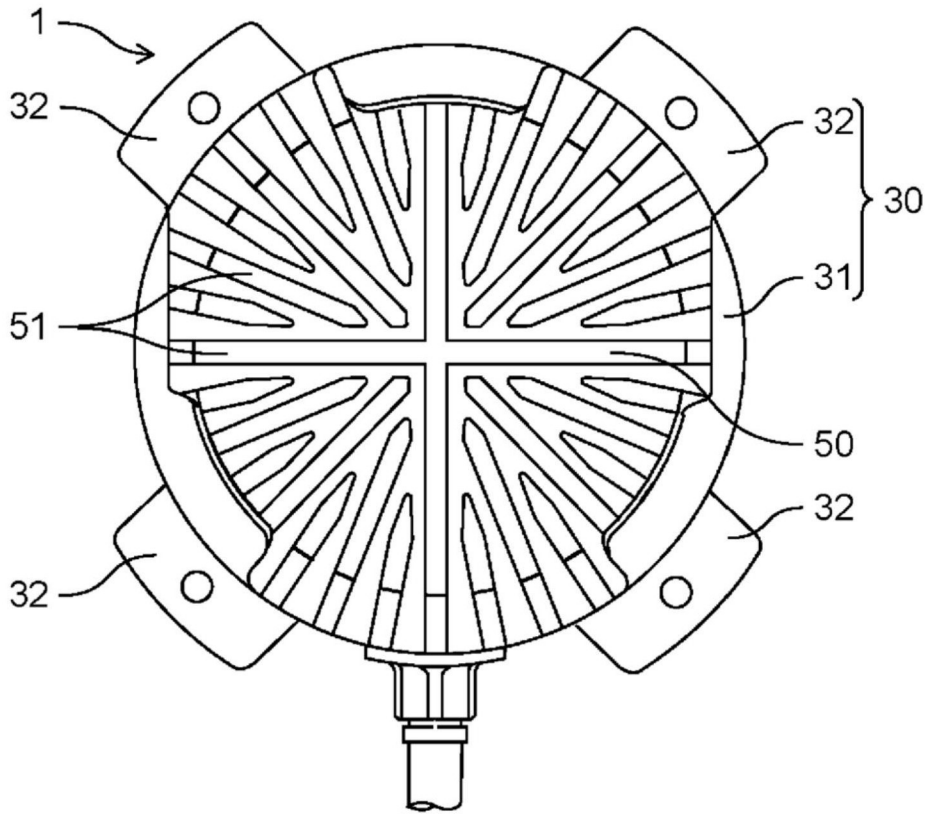


图2

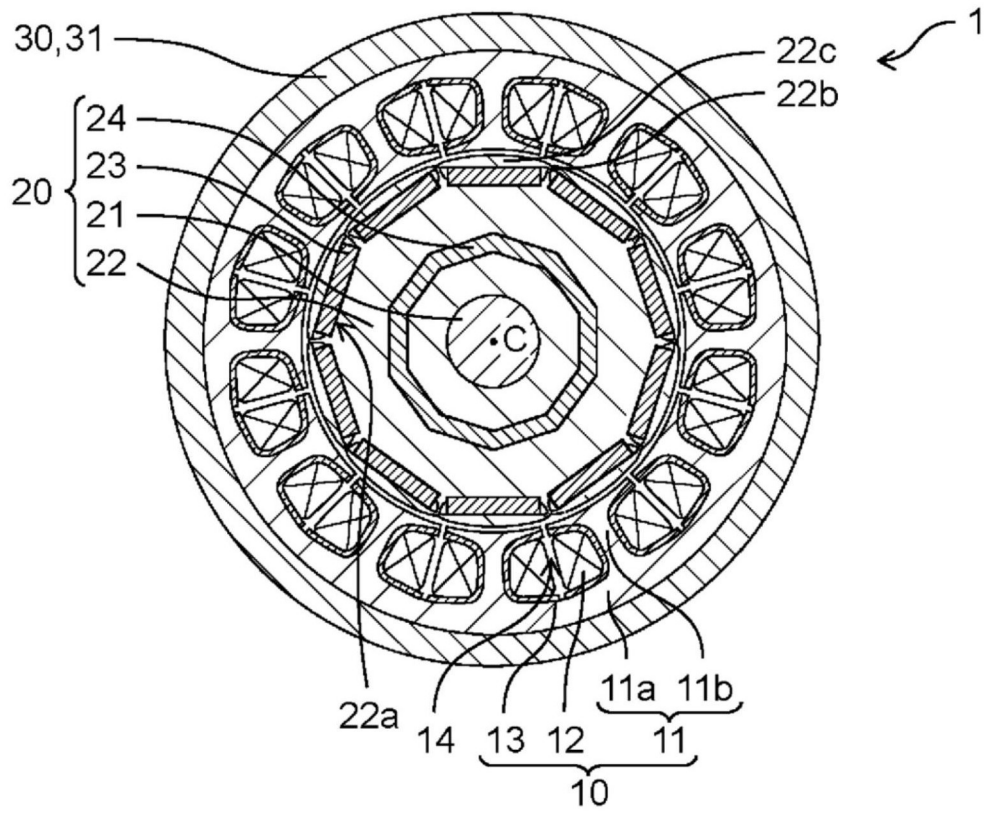


图3

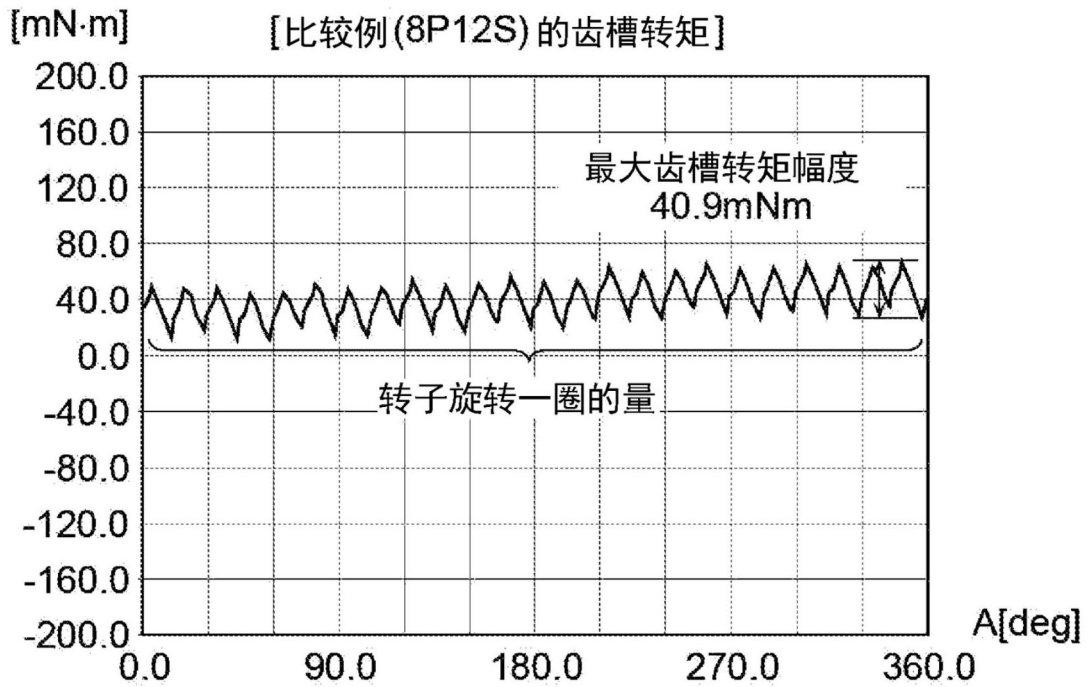


图4A

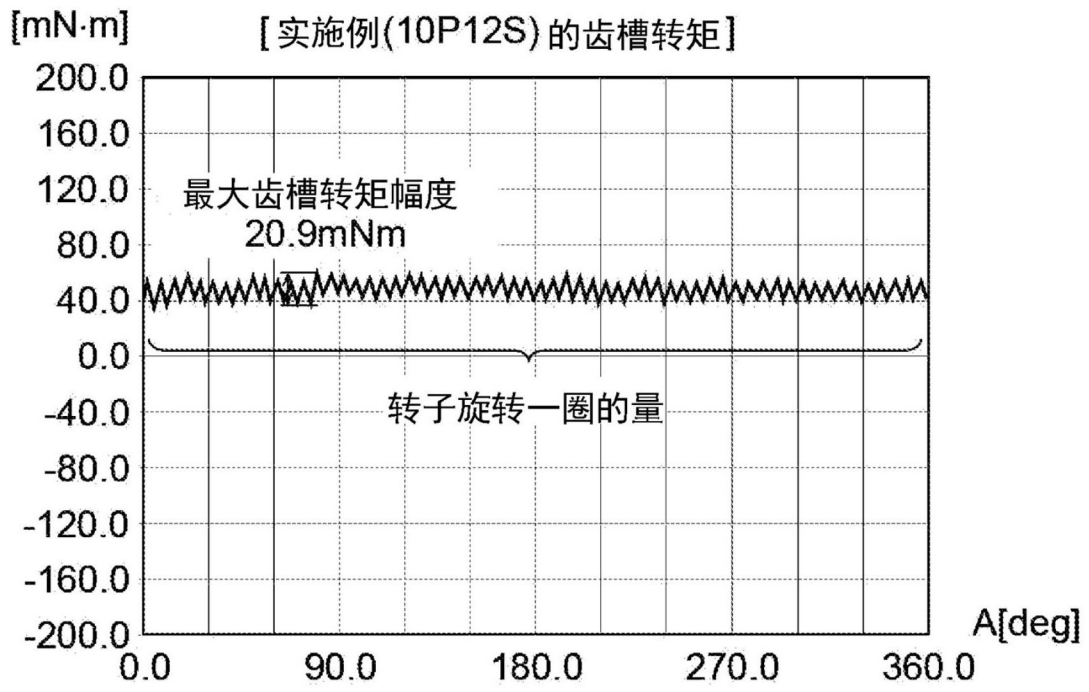


图4B