



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104184296 B

(45)授权公告日 2016.10.19

(21)申请号 201410214700.0

(22)申请日 2014.05.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104184296 A

(43)申请公布日 2014.12.03

(30)优先权数据

2013-107260 2013.05.21 JP

(73)专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72)发明人 高桥则雄 武田知修 松下真琴

桥场丰 三须大辅 竹内活德

高岛干生 松冈佑将

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 徐冰冰 刘杰

(51)Int.Cl.

H02K 29/00(2006.01)

H02K 1/28(2006.01)

(56)对比文件

CN 102629809 A, 2012.08.08,

JP 特开2009-296685 A, 2009.12.17,

JP 特开2009-153353 A, 2009.07.09,

CN 1209675 A, 1999.03.03,

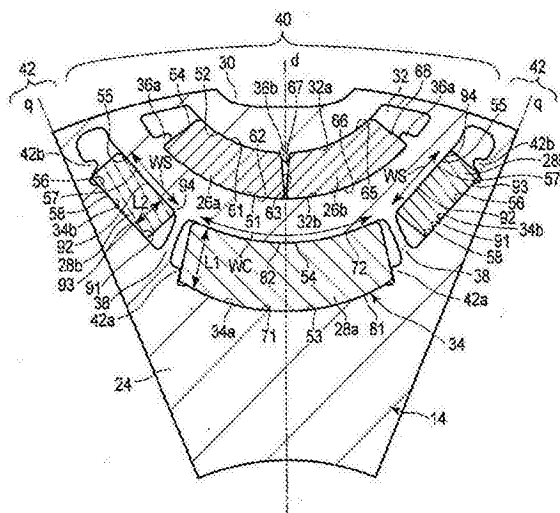
审查员 宗雪娇

(54)发明名称

旋转电机

(57)摘要

一种旋转电机,在第2缘(52)中的最大程度地朝旋转中心侧凸出的部分形成有通过与磁铁(26a、26b)接触来规定磁铁的位置的、朝第1缘(51)突出的外周侧中央卡止突起(36b)。在第1缘的两端部附近分别形成有通过与磁铁(26a、26b)接触来规定磁铁的位置的、朝第2缘突出的内周侧卡止突起(36a)。以使得与旋转中心(C)垂直的磁铁(26a、26b)的截面关于连结上述旋转中心和上述外周侧中央卡止突起的直线线对称的方式,能够在上述外周侧中央卡止突起和一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁(26a),能够在上述外周侧中央卡止突起和另一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁(26b)。



权利要求书2页 说明书8页 附图4页

1. 一种旋转电机,其特征在于,

具备:

定子,具备定子铁心以及安装于该定子铁心的电枢绕组;以及

转子,具备设置成相对于上述定子旋转自如的转子铁心,

上述转子铁心形成有:能够收纳磁铁的内侧磁铁收纳孔;以及位于比上述内侧磁铁收纳孔靠上述转子铁心的径向外侧的、能够收纳磁铁的外侧磁铁收纳孔,

与上述转子铁心的旋转中心垂直的上述转子铁心的截面中的、规定上述外侧磁铁收纳孔的靠上述旋转中心侧的第1缘、和位于比上述第1缘靠上述径向外侧的第2缘分别形成为朝上述旋转中心侧凸出的曲线,

与上述旋转中心垂直的上述转子铁心的截面中的、规定上述内侧磁铁收纳孔的靠上述旋转中心侧的第3缘、和位于比上述第3缘靠上述径向外侧的第4缘分别形成为朝上述旋转中心侧凸出的曲线,

在上述第2缘中的最大程度地朝上述旋转中心侧凸出的部分,形成有通过与磁铁接触来规定磁铁的位置的、朝上述第1缘突出的外周侧中央卡止突起,

在上述第1缘的两端部附近分别形成有通过与磁铁接触来规定磁铁的位置的、朝上述第2缘突出的内周侧卡止突起,

以使得与上述旋转中心垂直的磁铁的截面关于连结上述旋转中心和上述外周侧中央卡止突起的直线线对称的方式,能够在上述外周侧中央卡止突起和一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁,且能够在上述外周侧中央卡止突起和另一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁。

2. 根据权利要求1所述的旋转电机,其特征在于,

固定于上述外周侧中央卡止突起和上述一端部附近的上述内周侧卡止突起之间的磁铁具备:与上述外周侧磁铁收纳孔的包含上述第1缘的面面接触的第1面;与上述外周侧磁铁收纳孔的包含上述第2缘的面面接触的第2面;与上述外周侧中央卡止突起接触的平坦的第3面;以及与上述一端部附近的上述内周侧卡止突起接触的平坦的第4面,

固定于上述外周侧中央卡止突起和上述另一端部附近的上述内周侧卡止突起之间的磁铁具备:与上述外周侧磁铁收纳孔的包含上述第1缘的面面接触的第5面;与上述外周侧磁铁收纳孔的包含上述第2缘的面面接触的第6面;与上述外周侧中央卡止突起接触的平坦的第7面;以及与上述另一端部附近的上述内周侧卡止突起接触的平坦的第8面。

3. 根据权利要求1或2所述的旋转电机,其特征在于,

上述转子铁心相对于上述内周侧磁铁收纳孔形成有至少1个沿上述第3缘延伸的方向排列的、能够收纳磁铁的侧方磁铁收纳孔。

4. 根据权利要求3所述的旋转电机,其特征在于,

上述转子铁心相对于上述内周侧磁铁收纳孔在上述第3缘延伸的方向两侧各形成有1个上述侧方磁铁收纳孔,

在与上述旋转中心垂直的上述转子铁心的截面中,两个上述侧方磁铁收纳孔具备:沿上述第3缘的延长方向延伸的第5缘;以及沿上述第3缘的延长方向延伸且位于比上述第5缘靠上述旋转中心侧的第6缘,

被收纳于两个上述侧方磁铁收纳孔的磁铁为,在与上述旋转中心垂直的截面中,与上

述第5缘对置的第7缘、和与上述第6缘对置的第8缘形成为相互平行的直线，

被收纳于上述内周侧磁铁收纳孔的磁铁的与上述旋转中心垂直的截面形成为关于连结上述旋转中心和上述外周侧中央突起的直线线对称的形状。

5. 根据权利要求4所述的旋转电机，其特征在于，

被收纳于上述侧方磁铁收纳孔的磁铁的与上述旋转中心垂直的截面形成为梯形状。

6. 根据权利要求4所述的旋转电机，其特征在于，

被收纳于上述侧方磁铁收纳孔的磁铁的与上述旋转中心垂直的截面形成为矩形状。

7. 根据权利要求4所述的旋转电机，其特征在于，

被收纳于上述侧方磁铁收纳孔的磁铁的在与上述旋转中心垂直的截面中的沿着与上述第5缘垂直的方向的厚度比被收纳于上述内周侧磁铁收纳孔的磁铁的在与上述旋转中心垂直的截面中的沿着与上述第3缘延伸的方向垂直的方向的厚度小。

旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及在转子中埋入有永久磁铁的永久磁铁型的旋转电机。

背景技术

[0002] 近年来,在面向电动汽车、混合动力(hybrid)汽车的那样的车载用的旋转电机中,为了抑制废气、提高燃料利用率,强烈要求高效率化。伴随于此,使用了永久磁铁的旋转电机的小型、高输出化不断发展。

[0003] 车载用的旋转电机要求在有限的搭载空间中实现高转矩、高输出化。因此,提出有将例如稀土类(NdFeB)磁铁那样的高磁能积的永久磁铁配置成V字状、且在永久磁铁的外周侧配置空洞(磁极间空隙部)的永久磁铁式磁阻型的旋转电机。根据该旋转电机,磁阻转矩增加而得到高转矩,由此能够得到高输出、且能够变速运转。

[0004] 另一方面,在作为车载用的旋转电机使用的永久磁铁旋转型电机中,多使用磁力强、高能积的稀土类磁铁(NdFeB)。该稀土类磁铁能够以较小的体积产生更高的转矩。然而,稀土类金属的生产地偏远,资源量匮乏,因此,作为材料的得到风险、和将来的资源枯竭成为问题。

[0005] 因此,正在研究使用资源量丰富、廉价的铁氧体磁铁的旋转电机。但是,铁氧体磁铁的磁力与稀土类磁铁相比低1/3左右。因此,提出有通过在转子设置多层构造的狭缝并在该狭缝中配置永久磁铁来活用磁阻转矩,通过组合由永久磁铁产生的磁铁转矩来提高产生转矩的永久磁铁式磁阻型旋转电机。

[0006] 并且,在车载用的旋转电机中,当为了实现小型化而高速旋转化的情况下,由转子铁心的离心力产生的应力变大而成为问题。因此,提出有通过利用突起保持埋入于转子铁心的永久磁铁来减轻永久磁铁的旋转离心力,减小在转子铁心内产生的应力的永久磁铁型的旋转电机。

[0007] 在上述使用了铁氧体磁铁的永久磁铁式磁阻型旋转电机中,通过设置永久磁铁用的保持突起,能够得到使用磁力低的铁氧体磁铁、且能够高速旋转的永久磁铁式磁阻型的旋转电机。

发明内容

[0008] 本发明的旋转电机,具备:定子,具备定子铁心以及安装于该定子铁心的电枢绕组;以及转子,具备设置成相对于上述定子旋转自如的转子铁心,上述转子铁心形成有:能够收纳磁铁的内侧磁铁收纳孔;以及位于比上述内侧磁铁收纳孔靠上述转子铁心的径向外侧的、能够收纳磁铁的外侧磁铁收纳孔,与上述转子铁心的旋转中心垂直的上述转子铁心的截面中的、规定上述外侧磁铁收纳孔的靠上述旋转中心侧的第1缘、和位于比上述第1缘靠上述径向外侧的第2缘分别形成为朝上述旋转中心侧凸出的曲线,与上述旋转中心垂直的上述转子铁心的截面中的、规定上述内侧磁铁收纳孔的靠上述旋转中心侧的第3缘、和位于比上述第3缘靠上述径向外侧的第4缘分别形成为朝上述旋转中心侧凸出的曲线,在上述

第2缘中的最大程度地朝上述旋转中心侧凸出的部分,形成有通过与磁铁接触来规定磁铁的位置的、朝上述第1缘突出的外周侧中央卡止突起,在上述第1缘的两端部附近分别形成有通过与磁铁接触来规定磁铁的位置的、朝上述第2缘突出的内周侧卡止突起,以使得与上述旋转中心垂直的磁铁的截面关于连结上述旋转中心和上述外周侧中央卡止突起的直线线对称的方式,能够在上述外周侧中央卡止突起和一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁,且能够在上述外周侧中央卡止突起和另一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁。

附图说明

[0009] 图1是示出第1实施方式所涉及的永久磁铁型的旋转电机的剖视图。

[0010] 图2是将上述旋转电机的转子的一部分放大示出的剖视图。

[0011] 图3是示出内周侧中央永久磁铁的宽度和端侧永久磁铁的宽度之比(桥位置)、与马达特性(转矩)之间的关系的图。

[0012] 图4是将第2实施方式所涉及的永久磁铁型的旋转电机的转子的一部分放大示出的剖视图。

具体实施方式

[0013] 总之,根据一个实施方式,旋转电机具备:定子,具备定子铁心以及安装于该定子铁心的电枢绕组;以及转子,具备设置成相对于上述定子旋转自如的转子铁心。

[0014] 上述转子铁心形成有:能够收纳磁铁的内侧磁铁收纳孔;以及能够在相比上述内侧磁铁收纳孔靠上述转子铁心的径向外侧收纳磁铁的外侧磁铁收纳孔。上述转子铁心的与上述转子铁心的旋转中心垂直的截面上的规定上述外侧磁铁收纳孔的靠上述旋转中心侧的第1缘、和位于相比上述第1缘靠上述径向外侧的第2缘分别形成为朝上述旋转中心侧凸出的曲线。上述转子铁心的与上述旋转中心垂直的截面上的规定上述内侧磁铁收纳孔的靠上述旋转中心侧的第3缘、和位于相比上述第3缘靠上述径向外侧的第4缘分别形成为朝上述旋转中心侧凸出的曲线。在上述第2缘中的最大程度地朝上述旋转中心侧凸出的部分,形成有通过与磁铁接触来规定磁铁的位置的、朝上述第1缘突出的外周侧中央卡止突起。在上述第1缘的两端部附近分别形成有通过与磁铁接触来规定磁铁的位置的、朝上述第2缘突出的内周侧卡止突起。能够以与上述与旋转中心垂直的磁铁的截面关于连结上述旋转中心和上述外周侧中央卡止突起的直线线对称的方式,在上述外周侧中央卡止突起与一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁、并在上述外周侧中央卡止突起与另一端部附近的上述内周侧卡止突起之间固定磁铁。

[0015] 以下,参照附图对各种实施方式进行说明。另外,对在实施方式中共同的结构标注相同的标号并省略重复的说明。并且,各图是用于促进实施方式及其理解的示意图,其形状、尺寸、比等存在与实际的装置不同之处,这些地方能够参考以下的说明和公知技术适当地进行设计变更。

[0016] (第1实施方式)

[0017] 图1是第1实施方式所涉及的永久磁铁式磁阻型的旋转电机10的定子以及转子的横剖视图,图2是将转子的一部分放大示出的剖视图。

[0018] 在本实施方式中,针对8极48槽的永久磁铁式磁阻型的旋转电机进行说明,但旋转电机的极数以及槽数能够适当地增减。如图1所示,旋转电机10例如构成为内转子(inner rotor)型的旋转电机,具备:由未图示的固定框支承的环状的、此处为圆筒形状的定子12;以及在定子的内侧被支承为旋转自如且与定子同轴的转子14。

[0019] 定子12具备圆筒状的定子铁心16和埋入于定子铁心16的电枢绕组18。定子铁心16通过将多片磁性材料、例如圆环状的电磁钢板呈同心状地层叠而构成。在定子铁心16的内周部形成有分别沿轴向延伸的多个槽20,由此,定子铁心16的内周部构成面向转子14的多个定子齿21。槽数为48槽。进而,在这些槽20中埋入有电枢绕组18。

[0020] 转子14具有:两端由未图示的轴承支承为旋转自如的旋转轴22;固定于该旋转轴的轴向大致中央部的圆筒形状的转子铁心24;以及埋入于转子铁心内的多个永久磁铁,且隔开稍许间隙(空隙)同轴地配置在定子12的内侧。

[0021] 转子铁心24构成为将多片磁性材料、例如圆环状的电磁钢板呈同心状地层叠而成的层叠体。转子铁心24具有分别沿转子铁心的径向或者放射方向延伸的磁化容易轴(磁通容易通过的部分)(d轴)、以及磁化困难轴(磁通难以通过的部分)(q轴),这些d轴以及q轴在转子铁心24的圆周方向交替地、且以规定的相位形成。

[0022] 在转子铁心24的外周部形成有多个凹部30。凹部30分别沿轴向贯通转子铁心24而延伸,并且分别位于d轴上。转子铁心24具备多个磁铁埋入孔、以及埋入于这些磁铁埋入孔的多个永久磁铁,以便在外周面形成磁凹凸。作为永久磁铁,例如使用铁氧体磁铁。

[0023] 如图1以及图2所示,多个磁铁埋入孔在转子铁心24的各d轴上、在转子铁心的径向上排列地形成有多层、例如双层。转子铁心24的外周侧的磁铁埋入孔(外周侧磁铁收纳孔)32的横截面形成成为圆弧状,且沿轴向贯通转子铁心24而延伸。

[0024] 这里所述的转子铁心24的轴是指转子铁心24的旋转中心C。换言之,在与转子铁心24的中心轴垂直的截面中,规定外周侧的磁铁埋入孔32的、靠旋转中心C侧的第1缘51形成成为朝旋转中心C侧凸出的曲线。并且,在与转子铁心24的旋转中心C垂直的截面中,规定外周侧的磁铁埋入孔32的、位于相比第1缘51靠转子铁心24的径向外侧的第2缘52形成成为朝旋转中心C侧凸出的曲线。

[0025] 同样,转子铁心24的内周侧即转子铁心的中心轴侧的磁铁埋入孔34的横截面形成成为大致圆弧状,且沿轴向贯通转子铁心24而延伸。

[0026] 外周侧以及内周侧的双层的磁铁埋入孔32、34形成成为中心位于转子铁心24的d轴(磁极中心轴)上、且朝转子铁心的中心侧凸出的圆弧状。各磁铁埋入孔32、34的两端部延伸到转子铁心24的外周面附近。

[0027] 外周侧的磁铁埋入孔32由位于转子铁心24的外周侧的外周面32a、和与该外周面隔开一定的间隔对置的内周面32b规定。外周面32a是包含第1缘51的面。内周面32b是包含第2缘52的面。

[0028] 在本实施方式中,外周面32a以及内周面32b形成成为同心的圆弧状。并且,转子铁心24一体地具有:在从外周侧的磁铁埋入孔32的磁极中心轴d离开的圆弧方向两端附近从内周面32b朝埋入孔32内突出的2个内周侧卡止突起(卡止构造部)36a;和在磁铁埋入孔32的圆弧方向中心即磁极中心轴d上从外周面32a朝埋入孔32内突出的一个外周侧中央卡止突起(中央卡止构造部)36b。

[0029] 换言之,在转子铁心24的与旋转中心C垂直的截面中,在第1缘51的两端附近形成有内周侧卡止突起36a。外周侧中央卡止突起36b形成于第2缘52的最大程度地朝旋转中心C侧凸出的部分,连结第2缘52中的最大程度地朝旋转中心C侧凸出的部分和旋转中心的直线与磁极中心轴d重叠。

[0030] 另一方面,内周侧的磁铁埋入部34借助多个桥被分割成多个埋入孔。在实施方式中,转子铁心24具有将内周侧的磁铁埋入孔34的外周部和内周部分别连接的多个、例如2个桥38。2个桥38在磁极中心轴d的两侧、且从磁极中心轴d离开相等间隔设置。由此,内周侧的磁铁埋入孔34被分割成:位于磁极中心轴d上的圆弧状的中央埋入孔(内周侧磁铁收纳孔)34a;和分别位于该中央埋入孔的两侧的2个端侧埋入孔(侧方磁铁收纳孔)34b。

[0031] 更具体地说,在与转子铁心24的旋转中心C垂直的截面中,规定中央埋入孔34a的、靠旋转中心C侧的第3缘53形成为朝旋转中心C侧凸出的曲线。并且,在与转子铁心24的中心轴垂直的截面中,规定中央埋入孔34a的、位于相比第3缘53靠转子铁心24的径向外侧的第4缘54形成为朝旋转中心C侧凸出的曲线。

[0032] 在与转子铁心24的旋转中心C垂直的截面中,规定端侧埋入孔34b的第5缘55沿着第3缘53的延长方向形成为直线状,位于相比第5缘55靠旋转中心C侧的第6缘56形成为与第5缘55平行的直线状。换言之,规定端侧埋入孔34b的、靠旋转中心C侧的面91为平面,与平面91对置的面92是与面91平行的平面。面92包含第5缘55,面91包含第6缘56。

[0033] 转子铁心24一体地具有:在中央埋入孔34a的从磁极中心轴d离开的圆弧方向两端部,从内周面朝中央埋入孔34a内突出的2个卡止突起(卡止构造部)42a;和在各端侧埋入孔34b的外周侧端部,从内周面朝端侧埋入孔内突出的一个外周侧卡止突起(卡止构造部)42b。

[0034] 如图1以及图2所示,多个永久磁铁具备:埋入于外周侧的磁铁埋入孔32的多个外周侧的永久磁铁,和埋入于内周侧的磁铁埋入孔34的多个内周侧的永久磁铁。各永久磁铁具有与转子铁心24的轴向长度大致相等的长度。进而,各永久磁铁遍及转子铁心24的沿着旋转中心C的大致全长埋入。由此,多个永久磁铁在转子铁心24的各d轴上在转子铁心的径向排列配置有多层、例如双层。

[0035] 更详细地说,埋入于外周侧的磁铁埋入孔32内的外周侧的永久磁铁包括埋设于外周侧中央卡止突起36b的两侧的2个分割永久磁铁26a、26b。

[0036] 各分割永久磁铁26a、26b分别左右线对称,分别具有圆弧状的截面形状,嵌入磁铁埋入孔32内,且借助粘合剂等被固定于转子铁心24。并且,各分割永久磁铁26a、26b的圆弧方向两端部与外周侧中央卡止突起36b和内周侧卡止突起36a卡合,被保持于外周侧的磁铁埋入孔32。2个分割永久磁铁26a、26b相互具有相同的截面形状。

[0037] 即,分割永久磁铁26a具有:与外周侧的磁铁埋入孔32的外周面32a面接触的外周面(第2面)61;与外周侧的磁铁埋入孔32的内周面32b面接触的内周面(第1面)62;以及平坦的两端面(第3、4面)63、64,端面63与外周侧中央卡止突起36b抵接,端面64与一端部附近的内周侧卡止突起36a抵接,在圆弧方向上的位置被定位。

[0038] 同样,分割永久磁铁26b具有:与外周侧的磁铁埋入孔32的外周面32a面接触的外周面(第2面)65;与外周侧的磁铁埋入孔32的内周面32b面接触的内周面(第1面)66;以及平坦的两端面(第3、4面)67、68,端面67与外周侧中央卡止突起36b抵接,端面68与另一端部附

近的内周侧卡止突起36a抵接,在圆弧方向上的位置被定位。

[0039] 分割永久磁铁26a、26b以与旋转中心C垂直的截面关于连结旋转中心C和外周侧中央卡止突起36b的直线线对称的方式被固定。

[0040] 多个内周侧的永久磁铁包括:埋设于位于2个桥38之间的内周侧的中央磁铁埋入孔34a的左右线对称形状、例如截面圆弧形形状的中央永久磁铁28a;和分别埋设于位于中央磁铁埋入孔34a的两侧的2个端侧磁铁埋入孔34b的左右线对称形状、例如截面四边形状的2个端侧永久磁铁28b。这些永久磁铁28a、28b嵌入于磁铁埋入孔34内,且借助粘合剂等被固定于转子铁心24。各内周侧永久磁铁28a、28b具有左右线对称的截面形状。并且,中央永久磁铁28a的圆弧方向的两端面分别与卡止突起42a抵接,在圆弧方向上的位置被定位。各端侧永久磁铁28b的外周侧的端面与外周侧卡止突起42b抵接,在圆周方向上的位置被定位。

[0041] 换言之,被收纳于中央埋入孔34a的中央永久磁铁28a具有:与中央埋入孔34a的面71面接触的81、和与中央埋入孔34a的面72面接触的82。面71是包含第3缘53的面。面72是相对于面71位于转子铁心24的径向外侧的面。面72是包含第4缘54的面。面71、81相互由粘合剂等固定。面72、82相互由粘合剂等固定。

[0042] 端侧永久磁铁28b的与旋转中心C垂直的截面形成为矩形状。具体而言,端侧永久磁铁28b在与旋转中心C垂直的截面中具有:与端侧埋入孔34b的第5缘55对置的第7缘57;以及与端侧埋入孔34b的第6缘56对置的第8缘58。第7缘57和第8缘58形成为相互平行的直线形状。包含端侧永久磁铁28b的第7缘57的面93和包含端侧永久磁铁28b的第8缘58的面94是相互平行的平面。面91、93相互面接触。面92、94相互面接触。

[0043] 在中央永久磁铁28a的与旋转中心C垂直的截面中、沿着与第3缘53垂直的方向的厚度L1,比端侧永久磁铁28b的与旋转中心C垂直的截面中的、沿着与第5缘55垂直的方向的厚度L2大。

[0044] 由此,外周侧以及内周侧的双层的永久磁铁配置成中心位于转子铁心24的d轴(磁极中心轴)上、且朝转子铁心的中心侧凸出的圆弧状。

[0045] 外周侧以及内周侧的永久磁铁以整体的磁化方向朝向磁极中心轴d侧的方式被磁化。通过将多个永久磁铁以上述的方式配置,在转子铁心24的外周部,各d轴上的区域形成磁极部40,各q轴上的区域形成磁极间部42。进而,对于转子14,通过使安装于转子铁心24的电枢绕组18中流动电流而产生旋转磁场,借助该旋转磁场与来自永久磁铁的产生磁场之间的相互作用,转子14以旋转轴22为中心旋转。

[0046] (作用)

[0047] 接下来,对以上述方式构成的旋转电机10的作用进行说明。当旋转电机10运转时,通过转子14的旋转,对永久磁铁作用有欲使永久磁铁沿径向飞出的离心力。此时,外周侧的永久磁铁由2个分割永久磁铁26a、26b构成,各分割永久磁铁26a、26b左右线对称且形成为圆弧形状,并且倾斜配置。换言之,各分割永久磁铁26a、26b为圆弧形状,由此以相对于转子14的径向倾斜的姿态被固定于转子铁心24。

[0048] 分割永久磁铁26a、26b的重心位置并非存在于磁极中心轴d上,而是存在于磁极间侧。换言之,分割永久磁铁26a、26b的重心位置位于相比磁极中心轴d朝磁极间部42侧移位的位置。并且,各分割永久磁铁26a、26b的两端面分别与中央卡止突起36b以及1个内周侧卡止突起36a抵接,在圆弧方向上的位置被定位。

[0049] 由此,即便通过旋转而转子铁心24因离心力而承受应力从而歪斜的情况下,利用卡止突起36a、36b可靠地保持分割永久磁铁26a、26b,防止磁铁的移动、破损等。由于在外周面中央部设置中央卡止突起36b,因此2个分割永久磁铁26a、26b彼此不会接触,能够防止永久磁铁的偏移等的移动。并且,无需在磁极中央部配置桥,能够抑制漏磁通。

[0050] 并且,通过将承受欲沿着内周面32b和外周面32a朝外侧飞出的力的突起作为内周侧卡止突起36a形成于第1缘51,能够提高突起相对于该欲朝外侧飞出的力的耐负载性。

[0051] 对该点具体地进行说明。借助作用于各分割永久磁铁26a、26b的离心力,各分割永久磁铁26a、26b欲沿着磁铁埋入孔32的内周面32b和外周面32a朝外侧飞出。

[0052] 在与旋转中心C垂直的截面中,第2缘52与转子铁心24的外周面之间的厚度比较小,但能够在第1缘51的周围确保足够的厚度。因此,通过在第1缘51形成内周侧卡止突起36a,在内周侧卡止突起36a的周围充分确保支承内周侧卡止突起36a的厚度,因此能够提高内周侧卡止突起36a所能够耐受的负载、即耐负载性。

[0053] 分割永久磁铁26a欲沿着磁铁埋入孔32的内周面从旋转中心C远离,但其运动由内周侧卡止突起36a抑制,由此,产生欲以与内周侧卡止突起36a的接触点作为旋转中心而使与该接触点相反侧的端面从旋转中心C远离的转矩。借助该转矩,欲朝相邻的各分割永久磁铁的相对的端面接触的方向运动。

[0054] 通过将作为用于防止分割永久磁铁26a、26b朝相互接触的方向移动的突起的突起作为外周侧中央卡止突起36b形成于第2缘52,能够可靠地防止分割永久磁铁26a、26b相互接触,且能够增大分割永久磁铁26a、26b。

[0055] 对该点具体地进行说明。在分割永久磁铁26a、26b中相互对置的部分即第3面63、67存在借助离心力朝相互接近的方向歪斜的倾向。此外,在第3面63、67中,转子14的径向外侧的部分相比内侧的部分作用有更大的离心力。因此,在第3面63、67中,转子14的径向外侧的部分相对于内侧的部分存在更大程度地歪斜的倾向。

[0056] 然而,通过在第2缘52形成外周侧中央卡止突起36b,支承存在更大程度地歪斜的倾向的第3面63、67中位于转子14的径向外侧的部分、即对接触进行支承,能够防止分割永久磁铁26a、26b朝相互接近的方向歪斜。

[0057] 因此,无需在第1缘51形成用于防止分割永久磁铁26a、26b相互接触的突起,因此能够将在分割永久磁铁26a、26b中位于转子14的径向内侧的部分形成为相互接近的形状。即,能够增大分割永久磁铁26a、26b。

[0058] 内周侧的永久磁铁被分割成位于桥38之间的中央永久磁铁28a、和位于中央永久磁铁的两侧的2个端侧永久磁铁28b,能够左右线对称地组合配置拱形状磁铁和平板形状的磁铁。并且,通过形成多个桥38,能够应用左右线对称的永久磁铁,能够形成为与以往相同的转子铁心的磁路形状。由此,能够确保活用了磁阻转矩的高转矩、高输出特性。

[0059] 通过将配置在内周侧的磁铁分成多个,能够将磁铁的重心并非配置在磁极轴上、而是在磁极轴的旁边关于磁极轴线对称地配置。并且,能够使每一个磁铁的质量减半,能够降低因离心力而产生的力。由此,能够减小作用于在转子铁心24中支承中央永久磁铁28a的卡止突起42a的力。同样,能够减小作用于在转子铁心24中支承端侧永久磁铁28b的卡止突起42b的力。因此,能够提高端侧永久磁铁28b相对于转子铁心24的保持力。

[0060] 端侧永久磁铁28b相对于中央永久磁铁28a作用有大的离心力。然而,通过使端侧

永久磁铁28b的厚度 L_2 小于中央永久磁铁28a的厚度 L_1 ,能够减小端侧永久磁铁28b的重量,因此能够将因作用于端侧永久磁铁28b的离心力所导致的影响抑制得较小。

[0061] 通过将设置于内周侧的磁铁埋入孔34的桥形成为多个、例如2个,能够确保磁极中央部的永久磁铁的厚度、并且能够设定使马达特性(转矩)最大的桥宽度以及桥位置。当桥为1个的情况下,虽然能够缩窄桥的宽度,但需要将桥配置在永久磁铁的厚度大的磁极中央部,因此永久磁铁量变少。即,马达的转矩变小。与此相对,当设置2个桥的情况下,能够将桥配置在磁极中心轴的两侧,能够将永久磁铁配置在2个桥之间、即磁极中央部。由此,能够确保磁极中央部处的永久磁铁的厚度,能够增加磁铁量。因此,通过适当设定桥宽度,能够使马达特性(转矩)最大。

[0062] 如图3所示,当将中央永久磁铁28a的圆弧方向长度设为 W_c ,将各端侧永久磁铁28b的长边方向长度设为 W_s 的情况下,图3示出磁铁长度之比(W_s/W_c)即2个桥38的配设位置与马达特性(转矩)之间的关系。如图3所示,可知若中央永久磁铁的长度 W_c 与端侧永久磁铁的长度 W_s 之比(W_s/W_c)变化则马达特性变化。通过增大中央永久磁铁28a的长度 W_c 、即增大2个桥38间的间隔,磁铁面积(磁铁量)扩大,转矩特性提高。但是,若长度比(W_s/W_c)超过某一点(1.70),则因离心力而作用于永久磁铁的应力变大,因此产生加宽桥38的宽度、提高强度的需要。通过桥宽度增大,漏磁通增加,因此马达的转矩特性减少。在本实施方式中,以使得永久磁铁长度之比(W_s/W_c)为1.70附近的方式配置2个桥38。因此,无需加宽各桥38的宽度,能够得到最佳的马达特性(转矩)。

[0063] 关于桥宽度,在制造上,作为最小宽度,极限是铁心(电磁钢板)板厚的程度,为了使应力在允许应力以内,伴随着磁铁量的增加,需要加宽桥宽度。因此,优选在将中央永久磁铁长度与端侧永久磁铁长度之间的关系即2个桥间的间隔、桥的位置保持最佳的同时,进行桥宽度的选定。通过缩窄桥宽度,能够减少漏磁通,能够提高转矩特性。另一方面,若继续缩窄桥宽度,则存在作用于转子铁心的应力(桥部应力)增大,超过桥的允许应力的情况。因此,优选设定成使得应力在允许应力以下的桥宽度。综上,通过适当地设定桥的配设位置、桥宽度,能够使马达特性(转矩)最大。

[0064] (效果)

[0065] 根据第1实施方式,即便在通过旋转而转子铁心以及永久磁铁因离心力而承受应力从而歪斜的情况下,也能够利用外周侧中央卡止突起以及内周侧卡止突起可靠地保持分割永久磁铁,能够防止因永久磁铁角部单侧接触、产生弯曲应力而导致的破裂、缺损等破损,并且能够减小转子铁心内的应力。由此,得到能够高速旋转、且可靠性高的永久磁铁式磁阻型的旋转电机。

[0066] 并且,能够利用外周侧中央卡止突起防止外周侧的分割永久磁铁彼此的接触、位置偏移,由此,无需在中央配置桥就能够抑制漏磁通。由此,能够抑制转矩的减小,能够实现高转矩、高输出。

[0067] 由于对内周侧的永久磁铁能够应用左右线对称、且拱形状的中央永久磁铁,因此,形成为与以往相同的转子铁心的磁路形状,能够确保活用了磁阻转矩的高转矩、高输出特性。并且,能够将配置在中央永久磁铁的两侧的端侧永久磁铁形成为截面四边形的平板形状,能够实现磁铁加工性的提高、制造成本的降低。

[0068] 综上,即便在使用廉价且磁力弱的铁氧体磁铁的情况下,也能够提供高转矩、高输

出、且能够高速旋转、可靠性高的低成本旋转电机。

[0069] 接下来,对其他的实施方式所涉及的旋转电机进行说明。另外,在以下说明的其他实施方式中,对与前述的第1实施方式相同的部分标注相同的参照标号并省略其详细的说明,以与第1实施方式不同的部分为中心详细地进行说明。

[0070] (第2实施方式)

[0071] 图4是将第2实施方式所涉及的永久磁铁式磁阻型的旋转电机10的转子的一部分放大示出的剖视图。

[0072] 在本实施方式中,在内周侧的永久磁铁中,设置于中央永久磁铁28a的两侧的端侧永久磁铁28b的截面形成为具有不平行的2边的梯形状。具体而言,梯形形状的端侧永久磁铁28b构成为:沿着位于转子14的外周侧的部分的第5缘55的部分的在沿着第5缘55的延伸方向上的厚度L3,比沿着内周侧的第6缘56的部分的在沿着第6缘56的延伸方向上的厚度L4薄。

[0073] 另外,在第2实施方式中,旋转电机的其他结构与前述的第1实施方式所涉及的旋转电机相同。

[0074] 梯形形状的端侧永久磁铁28b相对于第1实施方式的平板状(矩形状)的永久磁铁能够增大位于转子14的内周侧的部分的厚度,因此能够增大磁铁截面积,能够增加磁铁转矩。并且,与以往构造的磁路形状同样能够形成为随着趋向内周侧而磁路宽度变大的形状,能够活用磁阻转矩。

[0075] 根据第2实施方式,通过将端侧永久磁铁形成为具有不平行的2对边的梯形形状,能够使永久磁铁量增加,能够增加磁铁转矩。并且,通过形成为与以往同等的转子铁心的磁路形状,能够确保活用了磁阻转矩的高转矩、高输出特性。即便在第2实施方式中也与第1实施方式同样能够提供能够高速旋转、且可靠性高的永久磁铁式磁阻型的旋转电机。

[0076] 例如,永久磁铁型的旋转电机并不限于内转子型,也可以形成为外转子型。转子的磁极数、尺寸、形状等并不限于前述的实施方式,能够根据设计进行各种变更。并且,转子铁心24内的永久磁铁26的多层配置并不限于2层,也可以是3层以上。

[0077] 在第1实施方式中,设置于外周侧磁铁收纳孔的中央卡止突起,在与转子铁心的旋转中心垂直的截面中,形成于规定外侧收纳孔的相比位于旋转中心侧的第1缘靠径向外侧的第2缘。然而,例如,也可以将中央卡止突起设置于内周侧磁铁收纳孔。在该情况下,该中央卡止突起在相对于旋转铁心的旋转中心垂直的截面中形成于规定内周侧磁铁收纳孔的第4缘,该第4缘位于比规定内侧磁铁收纳孔的转子铁心的旋转中心侧的第3缘靠半径方向外侧。更具体而言,例如,当在内周侧的中央埋入孔34a中收纳像分割永久磁铁26a、26b那样被分割的磁铁的情况下,也可以在内周侧磁埋入孔34a的第4缘54设置与外周侧中央卡止突起36b同样的中央卡止突起。

[0078] 上面对确定的实施方式进行了说明,这些实施方式仅作为例子示出,并非意图限定本发明的范围。实际上,此处描述的新的实施方式能够以其他的各种方式实现,此外,前面说明了的实施方式能够在不脱离本发明的主旨的范围内进行各种省略、替换、变更。所附的权利要求及其等同物意图包含落入本发明的范围、主旨的形式、改进。

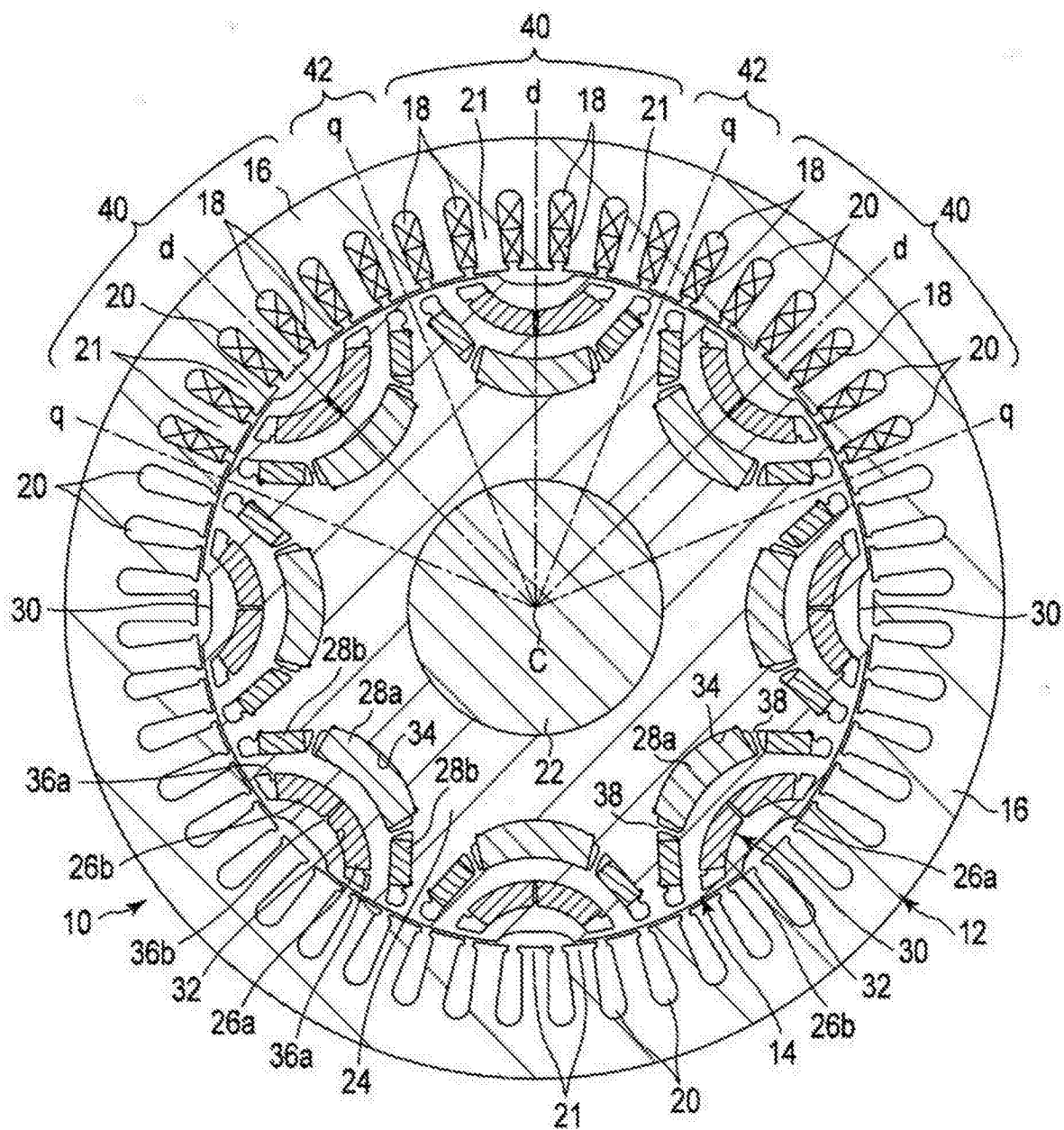


图1

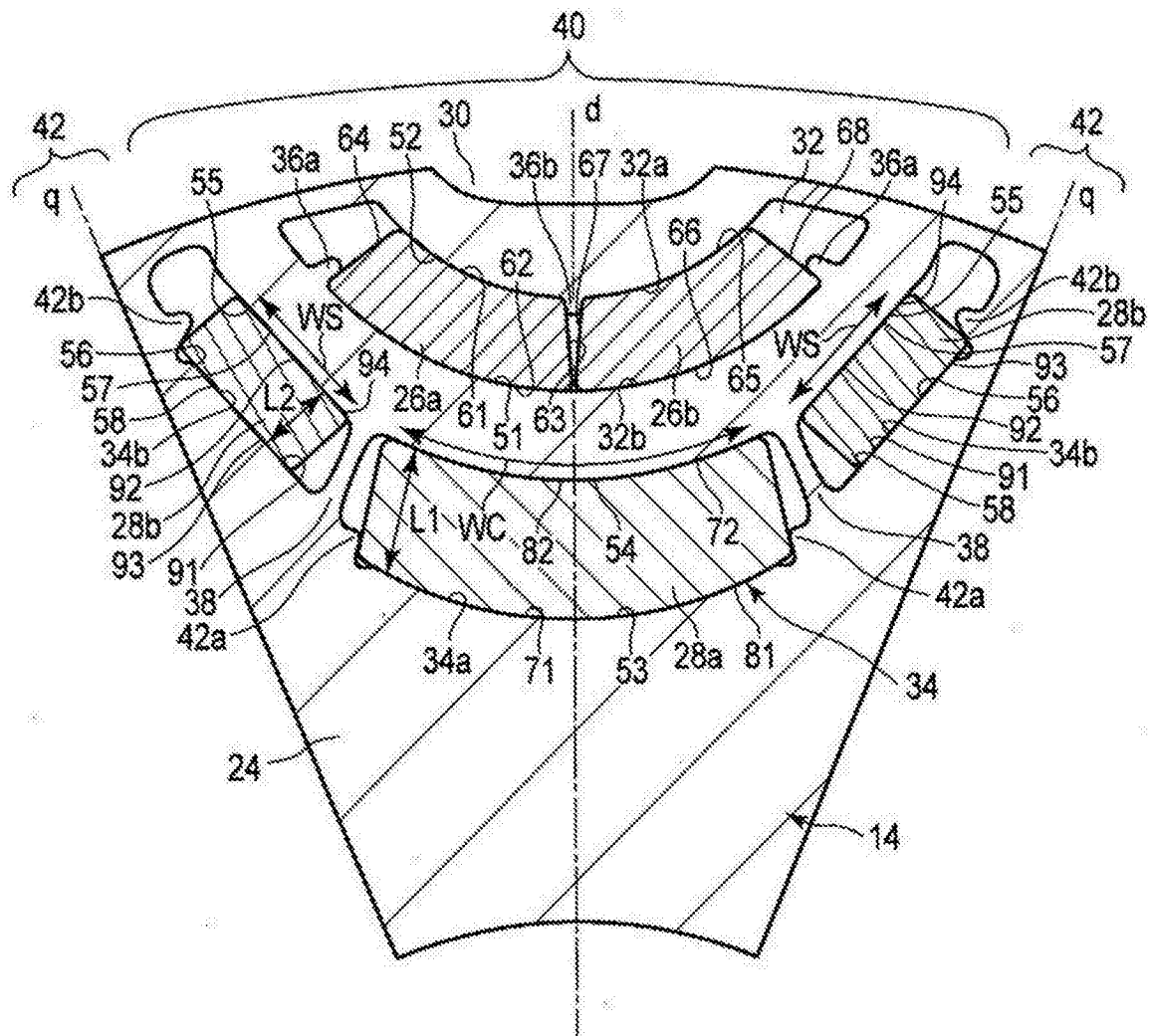


图2

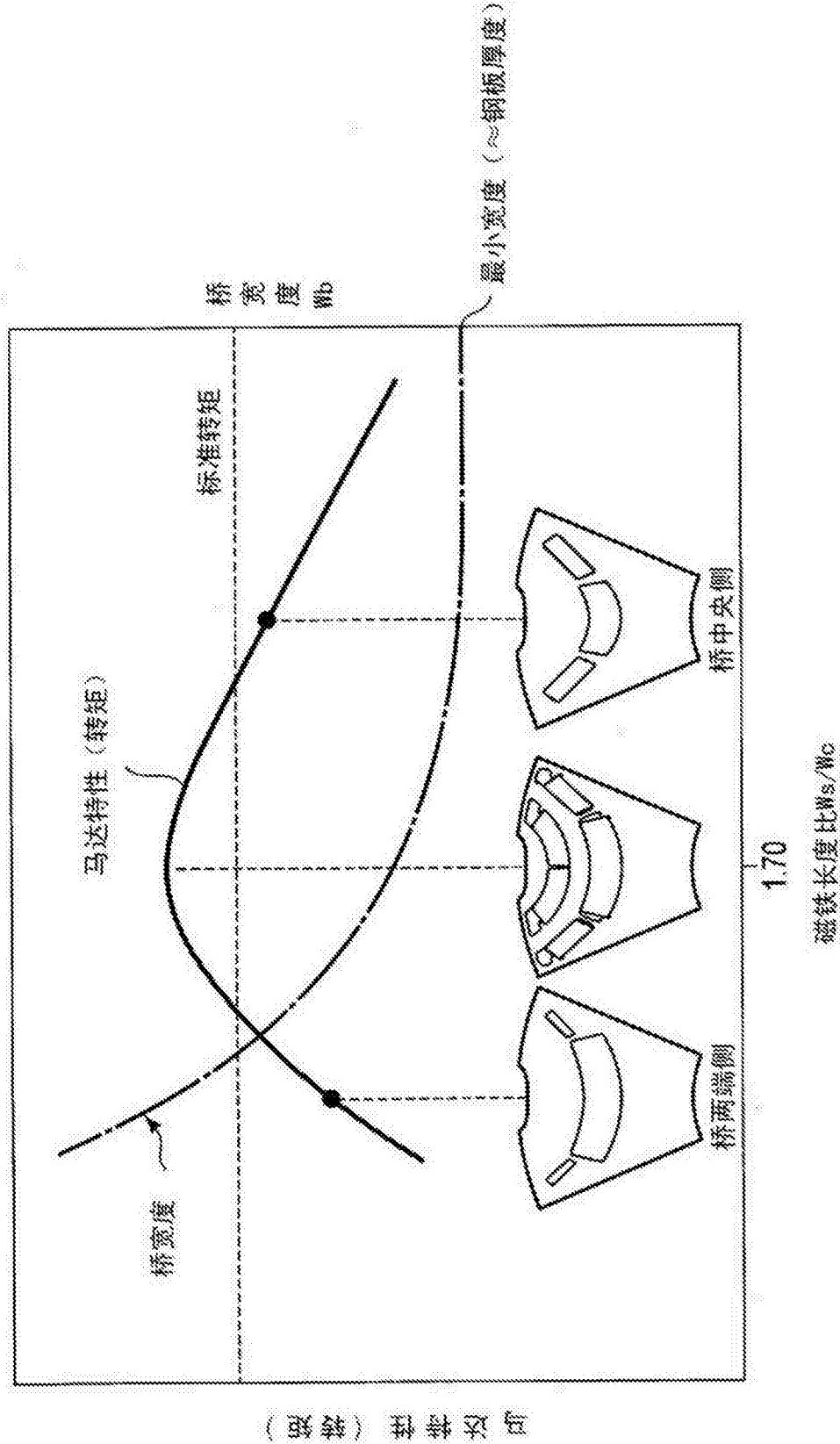


图3

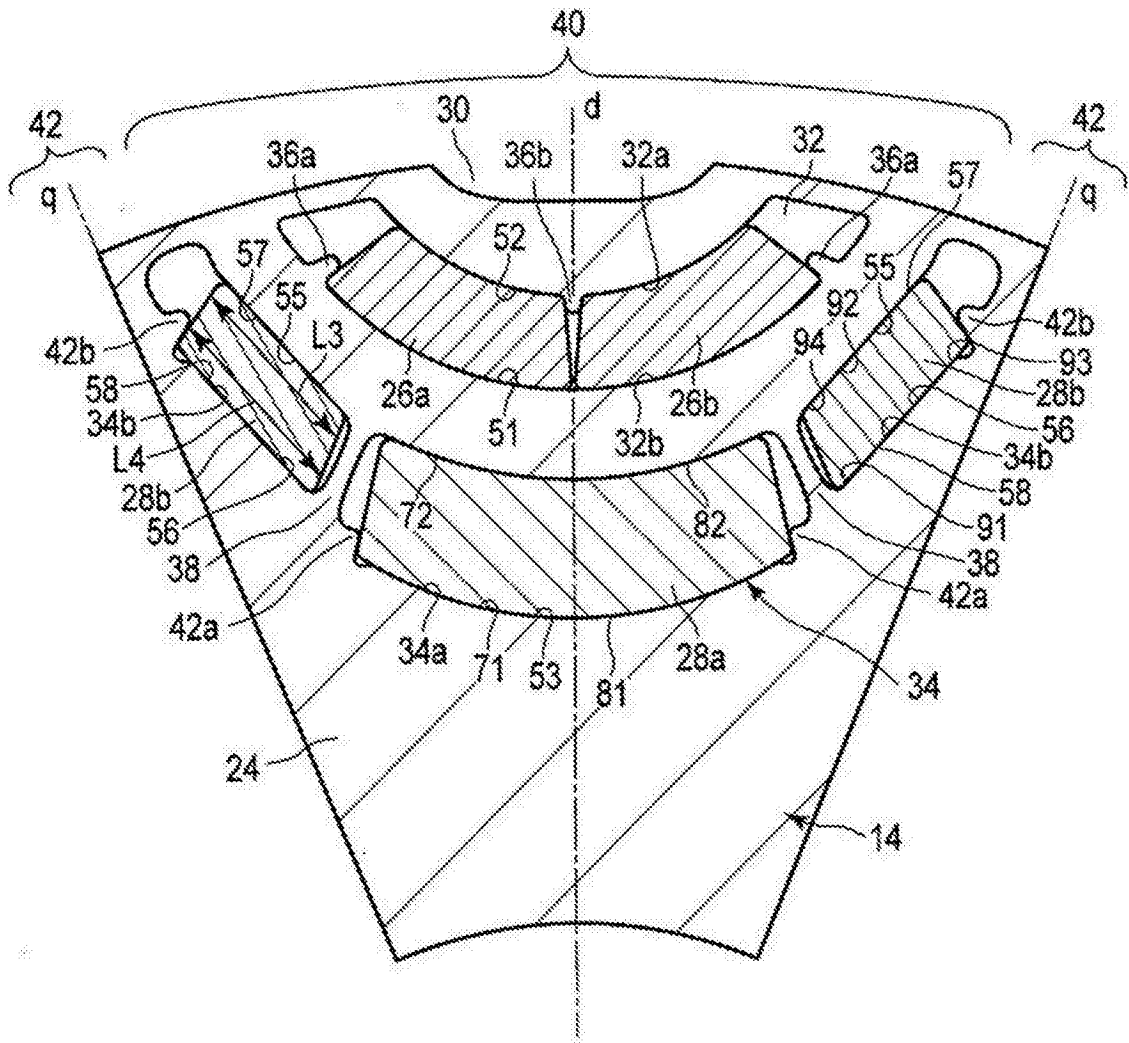


图4