



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109923757 B

(45)授权公告日 2020.10.16

(21)申请号 201780069174.5

(22)申请日 2017.11.01

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109923757 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(30)优先权数据  
2016-230314 2016.11.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.05.08

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/039503 2017.11.01

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02018/096887 JA 2018.05.31

(73)专利权人 日立江森自控空调有限公司  
地址 日本东京都

(72)发明人 高畑良一 足立隆雅 中野泰典  
中村聪

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 张敬强 金成哲

(51)Int.Cl.  
H02K 1/16(2006.01)  
H02K 1/26(2006.01)  
H02K 21/14(2006.01)

(56)对比文件  
CN 102142722 A, 2011.08.03  
JP 2015208053 A, 2015.11.19  
CN 104333153 A, 2015.02.04  
CN 105103412 A, 2015.11.25  
CN 101926073 A, 2010.12.22  
JP 2002078255 A, 2002.03.15  
JP 2002142390 A, 2002.05.17  
JP 4457612 B2, 2010.04.28

审查员 武瑛

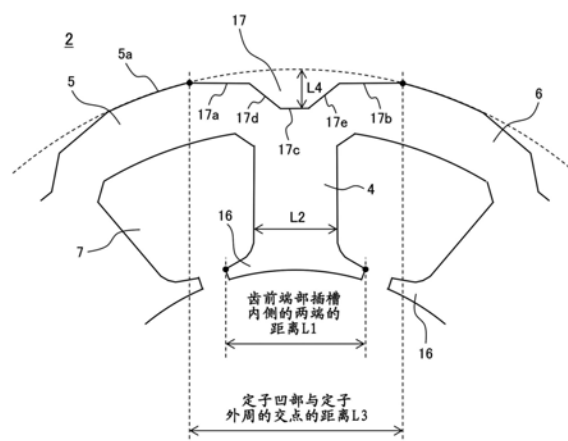
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

### (54)发明名称

永久磁铁式旋转电机及使用永久磁铁式旋转电机的压缩机

### (57)摘要

得到小型、高效率且低噪音的永久磁铁式旋转电机。永久磁铁式旋转电机具备定子和转子，该定子具有具备多个齿和插槽的定子铁芯、电机线圈，该转子具有转子铁芯和埋设在该转子铁芯的多个永久磁铁。定子具备固定于框架的圆弧部和形成于外周侧的定子凹部，该定子凹部具有与圆弧部连接且与齿的宽度方向平行的第一、第二直线部、设于径向内侧且与齿的宽度方向平行的第三直线部、连接该第三直线部和第一、第二直线部的第四、第五直线部而形成大致梯形形状，在使齿前端部的插槽内侧的两端的距离为L1、使齿的宽度为L2、使连结夹着定子凹部设于两侧的上述圆弧部与上述定子凹部相交的点彼此的直线距离为L3时，成为“ $L2 < L1 < L3$ ”的关系。



1. 一种永久磁铁式旋转电机,其具备:

定子,其固定于框架,具有:具有圆环形状的磁芯背部件、从该磁芯背部件向径向内侧突出并在圆周方向上排列的多个齿以及形成于该齿间的多个插槽的定子铁芯;以及配设在上述插槽内且卷绕在上述齿的电机线圈;以及

转子,其具有转子铁芯和埋设在该转子铁芯且在圆周方向上配设的多个永久磁铁,与上述定子隔着空隙旋转自如地配置,

该永久磁铁式旋转电机的特征在于,

上述定子具备形成于上述磁芯背部件中的上述插槽的外周侧且固定于上述框架的圆弧部和形成于上述磁芯背部件中的上述齿的外周侧的定子凹部,

上述定子凹部具有下述直线部而形成大致梯形形状:第一直线部,其与上述圆弧部的一个连接,且与上述齿的宽度方向平行;第二直线部,其连接于与上述圆弧部夹着上述齿设于另一方侧的圆弧部,且与上述齿的宽度方向平行;第三直线部,其设于上述第一直线部、第二直线部之间且径向内侧,与上述齿的宽度方向平行;连接该第三直线部的一端和上述第一直线部的第四直线部;以及连接上述第三直线部的另一端和上述第二直线部的第五直线部,

在使上述齿中的齿前端部的插槽内侧的两端的距离为 $L1$ 、使上述齿的宽度为 $L2$ 、使连接夹着上述定子凹部设于两侧的上述圆弧部与上述定子凹部相交的点彼此的直线距离为 $L3$ 的情况下,成为 $L2 < L1 < L3$ 的关系,

在将上述永久磁铁的磁通轴作为 $d$ 轴、将与上述 $d$ 轴以电气角正交的轴作为 $q$ 轴的情况下,

上述转子铁芯具有在上述 $q$ 轴上向内周侧凹的转子凹部,

上述转子凹部由沿上述永久磁铁的厚度方向的两个直线部和与上述两个直线部的转子内周侧的各端部连接的曲线部构成,

在上述转子的旋转中心 $O$ 的周围,在上述永久磁铁的外周侧的磁极面的端部间的角度为 $\theta_{p1}$ 、上述两个直线部的转子外周侧的各端部间的角度为 $\theta_{p2}$ 的情况下,上述角度 $\theta_{p1}$ 和上述角度 $\theta_{p2}$ 的关系为 $0.18 \leq \theta_{p2}/\theta_{p1} \leq 0.5$ 。

2. 根据权利要求1所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

上述曲线部位于比假想直线靠转子内周侧,该假想直线对位于上述 $q$ 轴的两侧的两个永久磁铁的内周侧磁极面的与上述 $q$ 轴对置的各端部间进行连结。

3. 根据权利要求1所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

在相对于上述 $q$ 轴几何地正交的方向上,上述两个直线部的间隔从转子内周侧向转子外周侧扩大。

4. 根据权利要求1所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

上述转子铁芯中的磁极面具有圆弧状部。

5. 根据权利要求4所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

在上述圆弧状部与上述永久磁铁的外周侧磁极面之间,相对于上述 $d$ 轴对称地设置有多个切口。

6. 根据权利要求4所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

上述转子铁芯中的磁极面具有与上述圆弧状部的端部连接的切割部,上述圆弧状部通

过上述切割部与上述转子凹部连接,并且上述切割部与上述定子之间的空隙比上述圆弧状部与上述定子的空隙宽。

7. 根据权利要求6所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

上述切割部形成于上述圆弧状部的两侧,这些切割部分别连接于形成上述转子凹部的两个直线部中的近的一方的直线部的转子外周侧端部,并且形成为直线状。

8. 根据权利要求6所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

上述转子凹部的剖面积比上述切割部的剖面积大。

9. 根据权利要求4所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

在上述转子的旋转中心O的周围,上述圆弧状部的角度 $\theta_{p3}$ 的电气角为 $90^\circ$ 以上且 $120^\circ$ 以下。

10. 根据权利要求1所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

上述转子的极数与上述定子的插槽数的比为2:3。

11. 根据权利要求1所述的永久磁铁式旋转电机,其特征在于,

埋设在上述转子铁芯中的永久磁铁由上述转子的每一极磁极两张永久磁铁构成,上述两张永久磁铁将上述d轴作为对称轴,朝向转子的旋转中心O配置为凸的V字形。

12. 一种压缩机,其具备缩小动作流体即气体的容积的压缩机构部和驱动该压缩机构部的永久磁铁式旋转电机,该压缩机的特征在于,

上述永久磁铁式旋转电机搭载权利要求1~11任一项所述的永久磁铁式旋转电机。

13. 根据权利要求12所述的压缩机,其特征在于,

在上述压缩机中封入R32制冷剂。

## 永久磁铁式旋转电机及使用永久磁铁式旋转电机的压缩机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在转子具备磁场用的永久磁铁的永久磁铁式旋转电机,尤其涉及适用于在空调、冰箱、冷冻库或食品阵列柜等的压缩机使用的永久磁铁式旋转电机及使用该永久磁铁式旋转电机的压缩机。

### 背景技术

[0002] 以往,在这种永久磁铁式旋转电机中,在作为电机线圈的定子线圈中采用集中卷,在磁场中采用稀土类的钕的永久磁铁,实现小型、高效率化。但是,伴随由小型、高效率化的输出密度的增加,铁芯的非线形磁性特性(磁滞)的影响显著,与集中卷的采用相应,空间高次谐波磁通增大。

[0003] 相对于此,在日本实开平3-106869号公报(专利文献1)记载的现有技术中,通过将定子铁芯中的齿前端部(与转子铁芯的对置面)的形状形成为,中央部与转子铁芯的外周面为同心圆,圆周方向两端部为直线状(平坦面),从转子铁芯外周面远离。由此,降低间隙面的高次谐波磁通。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本实开平3-106869号公报

### 发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 通过在定子线圈采用集中卷且在磁场上采用高磁通密度的永久磁铁,飞跃性地提高了永久磁铁式旋转电机的效率。相反,在相对于使定子线圈为分布卷为集中卷的结构中,除了理论上高次谐波磁通增加,成为高磁通密度的永久磁铁助长该高次谐波磁通的结果。即,伴随由小型、高效率化导致的输出密度的增加,铁芯的非线形磁性特性增加,且高磁通密度的永久磁铁磁力变大,因此永久磁铁式旋转电机其本身的振动、噪音也容易增加,尤其在组装在压缩机的情况下,存在成为最刺耳的中区域的频率带显著化的课题。

[0009] 在上述专利文献1的结构中,通过使定子铁芯中的齿前端部形的形状形成为,中央部与转子铁芯为同心圆,圆周方向两端部为直线状并从转子铁芯外周面远离,降低间隙面的高次谐波磁通。由此,能使感应电动势波形正弦波化并使电机电流正弦波化,降低由感应电动势和电机电流的相互作用产生的高次谐波磁通。其结果,能降低在永久磁铁式旋转电机产生的脉动转矩、径向电磁加振力,因此能减少振动、噪音。

[0010] 但是,在上述专利文献1的结构中,在比较低区域的频率带和比较高区域的频率带产生的噪音能够降低,但是,相对于成为最刺耳的中区域的频率带的噪音,无法充分地降低。

[0011] 其理由在于,在专利文献1的情况下,越使齿前端部的两端部远离转子铁芯外周面,定子的插槽剖面积越减少,插入插槽的电机线圈越少,因此,在不使永久磁铁式旋转电

机的效率等的性能下降地降低电动机内的磁通的高次谐波成分方面有界限。

[0012] 另外,为了压缩机的低噪音化,需要减少从电动机自身产生的振动或电动机的振动不会传递到压缩机的框架(例如密闭容器)。为了减小电动机的振动,如上所述,减少在永久磁铁式旋转电机(电动机)内产生的磁通的高次谐波成分而减小脉动转矩、径向电磁加振力等是有效的。

[0013] 另一方面,为了电动机的振动不会传递到压缩机的框架,具有使电动机的振动衰减的功能的电动机构造、固定方法是有效的。

[0014] 因此,为了压缩机的高效率、低噪音化,充分地减小在电动机内产生的磁通的高次谐波成分并减小脉动转矩以及径向电磁加振力且电动机的振动难以传递到压缩机的框架的结构是重要的。

[0015] 本发明的目的在于得到小型、高效率且低噪音的永久磁铁式旋转电机及使用该永久磁铁式旋转电机的压缩机。

[0016] 用于解决课题的方法

[0017] 为了实现上述目的,本发明具备:定子,其固定于框架,具有:具有圆环形状的磁芯背部件、从该磁芯背部件向径向内侧突出并在圆周方向上排列的多个齿以及形成于该齿间的多个插槽的定子铁芯;以及配设在上述插槽内且卷绕在上述齿的电机线圈;以及转子,其具有转子铁芯和埋设在该转子铁芯且在圆周方向上配设的多个永久磁铁,与上述定子隔着空隙旋转自如地配置,该永久磁铁式旋转电机的特征在于,上述定子具备形成于上述磁芯背部件中的上述插槽的外周侧且固定于上述框架的圆弧部和形成于上述磁芯背部件中的上述齿的外周侧的定子凹部,上述定子凹部具有下述直线部而形成大致梯形形状:第一直线部,其与上述圆弧部的一个连接,且与上述齿的宽度方向平行;第二直线部,其连接于与上述圆弧部夹着上述齿设于另一方侧的圆弧部,且与上述齿的宽度方向平行;第三直线部,其设于上述第一直线部、第二直线部之间且径向内侧,与上述齿的宽度方向平行;连接该第三直线部的一端和上述第一直线部的第四直线部;以及连接上述第三直线部的另一端和上述第二直线部的第五直线部,在使上述齿中的齿前端部的插槽内侧的两端的距离为 $L1$ 、使上述齿的宽度为 $L2$ 、使连结夹着上述定子凹部设于两侧的上述圆弧部与上述定子凹部相交的点彼此的直线距离为 $L3$ 的情况下,成为 $L2 < L1 < L3$ 的关系。

[0018] 本发明的其他特征在具备缩小动作流体即气体的容积的压缩机构部和驱动该压缩机构部的永久磁铁式旋转电机的压缩机中,上述永久磁铁式旋转电机搭载上述永久磁铁式旋转电机。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明,具有能得到小型、高效率且低噪音的永久磁铁式旋转电机及使用了该永久磁铁式旋转电机的压缩机的效果。

## 附图说明

[0021] 图1是表示本发明的永久磁铁式旋转电机的实施例一的剖视图。

[0022] 图2是表示图1所示的永久磁铁式旋转电机的转子的形状的剖视图。

[0023] 图3是表示图1所示的永久磁铁式旋转电机的定子的定子铁芯形状的主要部分剖视图。

[0024] 图4是表示永久磁铁式旋转电机的参考例的剖视图。

[0025] 图5是表示本发明的实施例二的图,是使用了永久磁铁式旋转电机的压缩机的纵剖视图。

[0026] 图6是表示本发明的实施例三的图,是表示永久磁铁式旋转电机的转子的形状的剖视图,是相当于图2的图。

## 具体实施方式

[0027] 下面,使用附图说明本发明的永久磁铁式旋转电机及使用该永久磁铁式旋转电机的压缩机的具体的实施例。在各图中,标注了相同符号的部分表示相同部分或相当的部分。

[0028] 实施例一

[0029] 使用图1~图4说明本发明的永久磁铁式旋转电机的实施例一。图1是表示本发明的永久磁铁式旋转电机的实施例一的剖视图,图2是表示图1所示的永久磁铁式旋转电机的转子的形状的剖视图,图3是表示图1所示的永久磁铁式旋转电机的定子的定子铁芯形状的主要部分剖视图,图4是表示永久磁铁式旋转电机的参考例的剖视图。

[0030] 在本实施例一的说明中,关于将本发明应用于由6极的转子和9插槽的定子(6极9插槽)构成的永久磁铁式旋转电机的情况进行说明。另外,转子的极数与定子的插槽数的比为2:3,但即使相对于其他极数、插槽数、其他转子的极数和定子的插槽数的比也能同样地应用,能得到大致相同的效果。例如,转子的极数可以为4极、8极等。另外,图4所示的永久磁铁式旋转电机由4极的转子和6插槽的定子构成。另外,本实施例的永久磁铁式旋转电机是永久磁铁设于转子铁芯的所谓的埋入磁铁型的旋转电机。

[0031] 在以下的说明中,“轴向”表示转子的旋转轴方向,“径向”表示转子的径向,“周向”表示转子的圆周方向。

[0032] 图1所示的本实施例的永久磁铁式旋转电机的剖视图表示与旋转轴垂直的方向的剖面(后述的图2~4、6也相同)。另外,本实施例一作为永久磁铁式同步电动机进行动作。

[0033] 如图1所示,永久磁铁式旋转电机1由定子2、隔着预定的间隙(空隙)配置于该定子2的内侧且与轴(未图示)一起旋转的转子3构成。

[0034] 上述定子2包括由圆环形状的磁芯背部件5、从该磁芯背部件5向径向内侧突出并沿圆周方向大致等间隔地排列的9个齿4构成的定子铁芯6以及在沿圆周方向邻接的上述齿4间的插槽7内以包围上述齿4的方式卷绕的集中卷的电机线圈8等构成,该定子2通过烧嵌或压入等固定于框架(例如压缩机的密闭容器等)。

[0035] 即,电机线圈8卷绕在沿径向以放射状配置的上述齿4的轴心周围,在圆周方向上相互隔着空隙地配置三相线圈的U相线圈8a、V相线圈8b、W相线圈8c。

[0036] 另外,上述定子2在轴向上层叠上述定子铁芯6(电磁钢板)而构成,并且,上述插槽7在邻接的上述齿4间形成9个(9插槽)。

[0037] 上述转子3由转子铁芯12和埋设在该转子铁芯12的外周部侧且在圆周方向上大致等间隔地配设的6个永久磁铁14等构成,极数为6极的转子。在该转子3的旋转中心部形成有轴孔15,在该轴孔15中一体地固定有圆柱状的轴(未图示),转子3隔着空隙旋转自如地配置于上述定子2的内周面侧。

[0038] 本实施例的永久磁铁式旋转电机1是上述转子3的极数为6极、上述定子2的插槽数

为9插槽(六极九插槽),因此插槽7的间隔 $\theta_s$ 的电气角为120度(机械角为40度)。

[0039] 在本实施例的永久磁铁式旋转电机1中,若使三相交流电流流经由三相的上述线圈8a~8c构成的电机线圈8,则产生旋转磁场。通过利用该旋转磁场作用于埋设在上述转子3的上述永久磁铁14以及上述转子铁芯12,转子3旋转。

[0040] 另外,为了减少永久磁铁式旋转电机1进行动作时在定子铁芯6以及转子铁芯12上产生的涡电流损失等的铁损,上述定子铁芯6以及上述转子铁芯12优选通过层叠多层由硅钢板等磁性钢板构成的薄板的层叠体构成。

[0041] 图2是本发明的实施例一的永久磁铁式旋转电机的转子的剖视图。

[0042] 在图2中,转子3具有在其旋转中心部形成有轴孔15的上述转子铁芯12。在该转子铁芯12内的外周侧表面的附近形成有多个(在本实施例一中,为极数量的6个)剖面细长的长方形状的永久磁铁插入孔13。在这些多个永久磁铁插入孔13中分别插入由磁铁材料、例如稀土类的钕构成的、平板状且一字状的上述永久磁铁14。

[0043] 在此,在图2的转子剖面中,将上述永久磁铁14的磁极连接的磁通的方向、即连结永久磁铁14的长度方向中心(剖面中央)和旋转中心的假想轴定义为d轴(磁通轴)、与d轴电性、即电气角正交的轴(永久磁铁间的轴)定义为q轴。

[0044] 如图2所示,在本实施例中,在上述转子3上每一磁极设置一张永久磁铁14。上述永久磁铁14的剖面形状与上述永久磁铁插入孔13相同为细长的长方形状,上述永久磁铁14的长度方向沿相对于d轴几何地正交的方向延伸。

[0045] 在转子3的转子铁芯12上,在邻接的永久磁铁14的极间的q轴上,设置有向内周侧凹的转子凹部11。该转子凹部11如后所述抑制q轴磁通。

[0046] 另外,转子3、即转子铁芯12具有圆弧状部12a,该圆弧状部12a位于比上述转子凹部11靠外周侧,构成作为与定子2的齿4的间隙长(空隙)最短的g1的圆弧状的最外周部、即构成上述转子铁芯12的磁极面。

[0047] 在本实施例中,上述转子铁芯12的磁极面具有连接于上述圆弧状部12a的端部的切割部12b,上述圆弧状部12a通过上述切割部12b连接于上述转子凹部11。上述切割部12b与定子2的齿4之间的间隙长g2比上述圆弧状部12a与定子2的齿4的间隙长g1宽。另外,在本实施例中,将上述切割部12b形成为直线状,但并未限定于直线状,可以为曲面状。

[0048] 另外,在本实施例中,绕转子3的旋转中心0的上述圆弧状部12a的角度 $\theta_{p3}$ 、即连结上述圆弧状部12a的两端和旋转中心0的两个直线所相交的角度 $\theta_{p3}$ 的电气角为 $90^\circ \sim 120^\circ$ 。

[0049] 上述转子凹部11具有与上述永久磁铁14的径向厚度方向大致平行地形成的两个直线部11b、11c和顺滑地连接这两个直线部11b、11c的转子内周侧端部的曲线部11a,该曲线部11a位于比连结位于q轴的两侧相邻的两个永久磁铁的内周侧磁极面的与q轴对置的各端部间、即最接近部间的假想直线9靠转子内周侧。另外,只要是上述曲线部11a的至少一部分位于比上述假想直线9靠内周侧的结构,则可以为上述曲线部11a的开始位置位于上述假想直线9的外周侧的结构。

[0050] 如上所述,在本实施例中,上述转子凹部11的径向的底部构成为比永久磁铁14的内周侧磁极面深。通过这样在转子凹部11设置曲线部11a,能缓和在高速区域伴随转子离心力的应力的影响。即,由于缓和了转子凹部11内的伴随转子离心力的应力的集中,因此提高了转子3相对于离心力的强度。

[0051] 另外,在相对于上述q轴几何地垂直的方向上,上述两个直线部11b、11c的间隔从转子内周侧向转子外周侧扩大。另外,上述转子凹部11的剖面积比上述切割部12b的剖面积大。

[0052] 另外,在上述转子3的旋转中心0的周围,在使构成转子3的一个磁极的永久磁铁14的外周侧磁极面的端部间的角度为 $\theta_{p1}$ 、使转子凹部11的两个直线部11b、11c的转子外周侧的各端部间的角度为 $\theta_{p2}$ 时,在本实施例中,上述角度 $\theta_{p1}$ 及 $\theta_{p2}$ 设定为满足下述关系: $0.18 \leq \theta_{p2}/\theta_{p1} \leq 0.5$

[0053] 在本实施例中,如上所述,具有集中卷的线圈的定子2中的上述插槽7的间距的电气角为 $120^\circ$ 。另外,由于每一磁极是1.5插槽(=9插槽/6极),因此q轴间的角度的电气角为 $180^\circ$ 。因此,电气角是“ $120^\circ \leq \theta_{p1} < 180^\circ$ ”、“ $0^\circ < \theta_{p2} \leq 60^\circ$ ”。因此,是“ $0 < \theta_{p2}/\theta_{p1} \leq 0.5 (= 60^\circ/120^\circ)$ ”。

[0054] 另外,根据本发明人的研究,如本实施例那样,可以看出,在设置具有曲线部11a的转子凹部11的转子3的情况下,通过为“ $0.18 \leq \theta_{p2}/\theta_{p1}$ ”,抑制q轴磁通并抑制电机反作用,得到高速区域的转矩提高效果。

[0055] 另外,在本实施例中,在上述转子3上,在永久磁铁插入孔13(或永久磁铁14)的外周侧(转子铁芯12中的上述圆弧状部12a与上述永久磁铁14的外周侧磁极面之间),在距d轴以预定的距离离开的左右两侧以夹持d轴的方式对称地设置多个插槽10a~10d。另外,在d轴上以及d轴附近不设置切口,磁通在d轴附近容易通过。

[0056] 在此,上述切口10a和10b相对于d轴对称地配置,上述切口10c和10d在上述切口10a、10b之间且相对于上述d轴对称地配置。在本实施例中,上述切口10a~10d内的、最接近d轴地配置的上述切口10c和10d的距离大致设定为齿4的最小宽度。

[0057] 具体地说,在本实施例中,切口10a~10d内的、在沿平板状的永久磁铁14的磁极平面的方向、即相对于d轴几何地垂直的方向,最靠近d轴的切口10c与10d的端部间的距离大致设定为齿4的最小宽度。

[0058] 另外,上述切口10a~10d以上述永久磁铁14的磁通集中于齿4的方式倾斜地配置。即,上述切口10a~10d向外周侧的方向从相对于d轴平行的方向朝内侧倾斜,与d轴呈锐角。通过这种切口10a~10d,能够使感应电动势波形正弦波化,因此电机电流也能随此正弦波化,能减少通过感应电动势与电机电流的相互作用产生的高次谐波磁通。即,能通过上述切口10a~10d,抑制电机反作用,减少旋转电机内的磁通的高次谐波成分。

[0059] 然而,在本实施例作为对象的压缩机用的永久磁铁式旋转电机1中,振动、噪音普遍成为问题。尤其集中卷的电机线圈8是以电气角为 $120^\circ$ 的间隔配置的线圈,因此,机内磁通的五次、七次等高次谐波成分大,作为振动、噪音的原因的脉动转矩、径向电磁加振力也变大。

[0060] 在此,图4表示与上述专利文献1类似的参考例。在该图4所示的参考例中,使定子2的齿4的前端部(齿前端部)16形成为,其中央部与转子铁芯12为同心圆,使上述齿前端部16的两端侧为直线状,即远离转子铁芯12。

[0061] 若为这种结构,则由于能够使感应电动势波形正弦波化且使电机电流正弦波化,因此能减小由感应电动势和电机电流的相互作用产生的高次谐波磁通,其结果,能减小脉动转矩、径向电磁加振力。

[0062] 但是,越使上述齿前端部16的两端侧从转子3远离,插槽7的剖面积越小,因此,产生必须减小设于该插槽7的电机线圈8的素线的直径或减少电机线圈8的匝数(卷数)等问题。因此,为了防止效率下降,无法使齿前端部16的两端侧从转子铁芯12充分地远离,因此,存在无法充分地减少振动、噪音的课题。

[0063] 为了解决上述课题,在本实施例中,使定子2的形状为图3所示的结构。即,在本实施例中,如图3所示,在定子铁芯6的齿4的外周侧设置定子凹部17。上述定子2通过烧嵌或压入等固定于压缩机的框架(密封容器)等(参照后述的图5),但在该情况下,框架与定子2的抵接部为定子铁芯6的磁芯背部件5外周的圆弧部5a,在该圆弧部5a将上述定子2固定于上述框架。

[0064] 若更详细地进行说明,则在上述定子铁芯6的上述磁芯背部件5外周设置有固定于上述框架的上述圆弧部5a和形成于上述齿4的外周侧的上述定子凹部17。

[0065] 上述定子凹部17由沿上述齿4的宽度方向(平行)的三个直线部17a、17b、17c和分别连结这三个直线部的各端部的两个直线部17d、17e形成。即,上述定子凹部17具有与上述圆弧部5a的一个连接并与上述齿4的宽度方向平行的第一直线部17a、连接于与上述圆弧部夹着上述齿设置于另一侧的圆弧部并与上述齿的宽度方向平行的第二直线部17b、在上述第一、第二直线部间且设于径向内侧并与上述齿的宽度方向平行的第三直线部17c、连接该第三直线部17c的一端和上述第一直线部17a的第四直线部17d、连接上述第三直线部17c的另一端和上述第二直线部17b的第五直线部17e而形成大致梯形形状。

[0066] 另外,上述定子凹部17不与上述框架连接。通过为这种结构,能抑制旋转电机内的脉动转矩、径向电磁加振力传递到压缩机的框架的情况。

[0067] 另外,将齿前端部16的插槽7内侧的左右两端的距离定义为L1、将齿4的宽度定义为L2、将连结夹着上述定子凹部17设于两侧的上述圆弧部5a与上述定子凹部17相交的点彼此的直线距离(齿4背侧的不与框架连接的部分的距离)定义为L3。若更具体地说明上述距离L3,则是夹着定子铁芯5外周的上述定子凹部17设于两侧的圆弧部5a的一方与上述定子凹部17的上述第一直线部17a相交的点和圆弧部5a的另一方与上述第二直线部17b的相交的点距离。这样,在定义了上述L1、L2、L3时,在本实施例中满足下述关系: $L2 < L1 < L3$ 。

[0068] 另外,上述定子凹部17的深度L4比齿4的长度、磁芯背部件5的厚度短,尽量不损害旋转电机内的有效磁通的流动。

[0069] 如以上所说明,本实施例一通过为组合了在图2中说明的转子3构造、在图3中说明的定子2的构造的永久磁铁式旋转电机,能充分地降低由电机反作用的影响带来的旋转电机内磁通的高次谐波成分,因此能抑制脉动转矩、径向电磁加振力的产生,能实现小型、高效率、低噪音化。另外,也能抑制在旋转电机内产生的脉动转矩、径向电磁加振力传递到框架。

[0070] 其结果,能得到小型、高效率且低噪音的优异的永久磁铁式旋转电机,只要将该永久磁铁式旋转电机1应用于构成冷冻循环的压缩机,便能得到小型、高效率且低噪音的压缩机。

[0071] 即,根据本实施例,能不减小定子的插槽剖面积地减少磁通的高次谐波成分,因此能得到小型、高效率且低噪音的永久磁铁式旋转电机及使用该永久磁铁式旋转电机的效果。

[0072] 实施例二

[0073] 根据图5说明本发明的实施例二。图5是表示实施例二的图,是使用了永久磁铁式旋转电机的压缩机的纵剖视图。

[0074] 图5所示的压缩机20具备缩小制冷剂等动作流体即气体的容积的压缩机构部21和驱动上述压缩机构部21的电动机部22,上述电动机部22搭载上述实施例一的永久磁铁式旋转电机1。本实施例二中的上述压缩机20使用于空调机等的冷冻循环装置,上述压缩机构部21和上述电动机部22收纳于圆筒状的密封容器(框架)23内。另外,在上述密封容器23内封入作为动作流体的R32制冷剂。

[0075] 详细地说明图5所示的压缩机20的结构。

[0076] 在上述密封容器23内收纳有上述压缩机构部21和上述电动机部22。

[0077] 上述压缩机构部21在本实施例中由具备固定涡旋24和旋转涡旋25的涡旋压缩机构成,上述固定涡旋24利用螺栓等连结机构与固定于上述密封容器23的内面的框架26连结。

[0078] 上述固定涡旋24由端板24a、以在该端板24a直立的方式形成的涡旋状的固定涡旋搭接待件24b、形成于上述端板24a的大致中央部的排出口24c等构成。上述旋转涡旋25由端板25a、以在该端板25a上直立的方式形成的涡旋状的旋转涡旋搭接待件25b、形成于上述端板25a的背面中央的轴衬部25c等构成。

[0079] 在上述固定涡旋24上啮合上述旋转涡旋25,通过上述电动机部(永久磁铁式旋转电机)22旋转,通过曲柄轴27使上述旋转涡旋25进行旋转运动,进行压缩动作。

[0080] 即,上述曲柄轴27插入形成于上述电动机部22的转子3的轴孔15(参照图1、图2),与上述转子3一体地构成。在该曲柄轴27的上端部形成有曲柄部(偏心销部)27a。另外,曲柄轴27的上述曲柄部27a插入上述旋转涡旋25的上述轴衬部25c并卡合。上述曲柄轴27由设于上述框架26的滑动轴承(主轴承)28和设于上述密封容器23内的下部的下框架29的球轴承30旋转支撑。

[0081] 因此,若上述电动机部驱动22且上述转子3旋转,则上述曲柄轴27也旋转,通过上述曲柄部27a使上述旋转涡旋25旋转运动。若旋转涡旋25开始旋转运动,则冷冻循环的制冷剂气体从吸入管31被吸入形成于上述固定涡旋24的外周侧的吸入室,从此处被封入由固定涡旋24和旋转涡旋25形成的压缩室32后,与旋转涡旋25的旋转运动一起被压缩并向中央侧移动,从上述排出口24c排出到上述密封容器23上部的排出室。

[0082] 即,由固定涡旋24以及旋转涡旋25形成的压缩室32中的位于最外径侧的压缩室伴随旋转运动向两涡旋部件24、25的中心移动,容积逐渐缩小。若上述压缩室32到达两涡旋部件24、25的中心附近,则压缩室32与排出口24c连通,压缩气体从压缩室32通过排出口24c排出到上述排出室。

[0083] 该被排出的压缩制冷剂气体从上述排出室通过设于上述固定涡旋24以及上述框架26的外周侧的气体通道33,在流向上述框架26下部的电动机室侧并分离了制冷剂气体中的油后,从设于上述密封容器23的侧壁的排出管34供给到冷冻循环。分离后的油贮存在形成于上述密封容器23的下部的油贮存部35。贮存在该油贮存部35中的油通过沿轴向形成于上述曲柄轴27的内部油孔36,利用由上述曲柄轴27的旋转引起的离心力、排出压力与低压侧的压力差,向上述滑动轴承28、上述球轴承30以及上述压缩机构部21的各滑动部供给。

[0084] 另外,8是定子2的电机线圈,37是平衡锤,38是电源端子。由永久磁铁式旋转电机1构成的上述电动机部22由另外设置的转换器(未图示)控制,以适于压缩动作的旋转速度旋转。

[0085] 使用表1说明搭载了上述实施例一的永久磁铁式旋转电机的本实施例二的压缩机的效果。表1是进行由压缩机产生的噪音的听觉试验的实测结果,该压缩机是上述本实施例二的压缩机20、和与压缩机的基本结构相同、只是组装了具有多种转子形状、定子形状的现有的一般的永久磁铁式旋转电机的压缩机以及搭载了图4所示的参考例的旋转电机的压缩机。

[0086] [表1]

[0087] 搭载了多种旋转电机的压缩机的听觉试验结果

[0088]

噪音的频率带区域	搭载了图 4 的参考例的旋转电机的压缩机	搭载了实施例一的旋转电机的压缩机
低区域	○	○
中区域	△	○
高区域	○	○
噪音 (dB)	67.4	64.3

[0089] 在表1中,作为刺耳的噪音的频率带区域,大致分为低区域、中区域、高区域这三个。低区域是频率带区域小于1kHz的区域,中区域是频率带区域为1kHz以上且小于4kHz的区域,高区域是频率带区域为4kH以上且10kHz以下的区域。

[0090] 根据试验,在搭载了现有的一般的永久磁铁式旋转电机的压缩机(以下也称为现有的压缩机)中,可以看出,在听觉中尤其成为问题的中区域的噪音成分更显著地显现。另外,在搭载了图4所示的参考例的旋转电机的压缩机(以下也称为参考例的压缩机)中,相对于现有的压缩机,相对于低区域以及高区域的噪音成分具有降低效果,但相对于中区域的噪音成分,在听觉上稍微有变化,但无法充分地降低。

[0091] 另一方面,在搭载了上述实施例一的旋转电机的本实施例二的压缩机、即搭载组合了图2所示的转子形状和图3所示的定子形状的旋转电机的压缩机的情况下,相对于低区域以及高区域的噪音成分,与参考例的压缩机相比,除了具有同样的噪音降低效果之外,还能大幅地降低中区域的噪音成分。

[0092] 分析了噪音的产生主要原因的结果,在参考例的压缩机中,观察到了大幅地降低了作为旋转电机内磁通的高次谐波成分的五次、七次的低次的高次谐波成分、25次、27次的比较高次的高次谐波成分。但是,作为旋转电机内磁通的高次谐波成分,可以看出,关于11次、13次成分、15次、17次成分之类的比较中区域的高次谐波成分几乎没有降低。

[0093] 另一方面,在搭载了实施例一的旋转电机的本实施例二的压缩机的情况下,与参考例的压缩机相同,能降低旋转电机内磁通的低次以及高次的高次谐波成分,并且即使关于比较中区域的高次谐波成分,与参考例的压缩机相比,也能大幅地降低。其理由在于,在本实施例二的压缩机的情况下,能充分地降低旋转电机内磁通的高次谐波成分,除此之外,

也能抑制旋转电机内的脉动转矩以及径向电磁加振力传递到压缩机20的密封容器(框架)23。

[0094] 另外,如表1所示,在参考例的压缩机中,相对于全体的噪音值是67.4dB,在本实施例二的压缩机中,将上述噪音值降低为64.3dB。这样,根据本实施例二的压缩机,除了能大幅度地降低在听觉中尤其成为问题的中区域的噪音成分,还能降低全体的噪音值。

[0095] 另外,在本实施例二中,如上所述,由于在压缩机20上使用上述实施例一的永久磁铁式旋转电机1,因此,能得到小型、高效率且低噪音的压缩机20。即,由于上述永久磁铁式旋转电机1具有在图2中说明的构造的转子3,因此能使永久磁铁式旋转电机1的转矩比以往更大,尤其在高速区域能变大。另外,由于还能抑制由电机反作用的影响导致的力率下降,因此,能抑制在高速区域的转矩下降。因此,能实现永久磁铁式旋转电机的高效率化、小型化。

[0096] 通过为搭载了这种小型、高效率的永久磁铁式旋转电机的压缩机,能实现压缩机的效率提高,也能节能。另外,能进行压缩机的高速旋转等而扩大运转范围。

[0097] 另外,在现有的空调机中,普遍在密封容器23内封入R410A制冷剂,永久磁铁式旋转电机的周围温度普遍为80℃以上。在本实施例中,由于采用了地球温暖化系数更小的R32,因此周围温度进一步上升。永久磁铁14、尤其钕磁铁若成为高温,则残留磁通密度下降,为了确保相同输出,电机电流增加,但通过为搭载了上述实施例一的高效率的永久磁铁式旋转电机1,能抑制效率下降。

[0098] 另外,在本实施例二中,作为制冷剂采用R32,但R32、He等制冷剂与R22、R407C、R410A等制冷剂相比,来自压缩机的间隙的泄漏大,尤其在低速运转时,相对于循环量的泄漏的比率变大,因此效率下降。为了低循环量(低速运转)时的效率提高,使上述压缩机构部小型化,若为了得到相同的循环量而提高转数,则能降低泄漏损失。另外,为了确保最大循环量,优选还提高最大转数。

[0099] 相对于此,通过为搭载了上述实施例一的永久磁铁式旋转电机1的压缩机,能使最大转矩以及最大转数变大,也能降低在高速区域的损失。这样,本实施例二的压缩机在作为制冷剂使用R32、He等容易泄漏的制冷剂的情况下尤其有效,能实现效率提高。

[0100] 另外,根据本实施例,如图3所示,由于在永久磁铁式旋转电机1的定子2的外周设置有较大面积的上述定子凹部17,因此沿密封容器(框架)23内表面到达定子2的上表面的润滑油容易通过上述定子凹部17。由此,还能降低在高速运转时压缩机内部的润滑油量不足的油上升。

[0101] 另外,在本实施例二中作为制冷剂使用R32,但本发明并未限制制冷剂的种类。另外,压缩机在图5所示的例子中为涡旋压缩机,但即使在旋转压缩机等具有其他压缩机构的压缩机中,也能同样应用本发明。

[0102] 实施例三

[0103] 使用图6说明本发明的实施例三。图6是表示本实施例三的图,是表示永久磁铁式旋转电机的转子的形状的剖视图,是与上述的图2相当的图。

[0104] 在图6中,关于与图2相同的部分标注相同符号,省略说明,关于不同的部分进行说明。

[0105] 本实施例三与实施例一的图2所示的转子3不同,转子3A的每一磁极具备两张永久

磁铁14A。另外,在图6所示的剖面中,上述两张永久磁铁14A相对于轴孔15以凸V字状配置。即,两个永久磁铁14A的剖面分别是与实施例一相同的形状,但将d轴作为对称轴,以朝向转子3的旋转中心O凸的V字形配置。由此,实现高转矩化。

[0106] 另外,本实施例三的转子3A中的其他结构与上述实施例一的转子3相同地构成。即,具备转子凹部11,转子3A中的各角度 $\theta_{p1}$ 、 $\theta_{p2}$ 、 $\theta_{p3}$ 等的值也相同地构成。

[0107] 通过为该实施例三的转子3A与实施例一的在图3中说明的构造的定子2组合的永久磁铁式旋转电机,能充分地降低由电机反作用的影响导致的旋转电机内磁通的高次谐波成分,因此能抑制脉动转矩、径向电磁加振力的产生,实现小型、高效率、低噪音化。另外,也能抑制在旋转电机内产生的脉动转矩、径向电磁加振力传递到框架。

[0108] 另外,即使在本实施例三中,也与实施例一相同,能抑制在高速区域的转矩下降,从这一点,永久磁铁式旋转电机也能高效率化、小型化,能得到与上述实施例一相同的效果。

[0109] 另外,本发明并未限定于上述实施例,包括多种变形例。另外,上述实施例是为了容易明白地说明本发明而详细地说明,并未限定必须包括说明的全部的结构。

[0110] 符号说明

[0111] 1—永久磁铁式旋转电机(驱动用电动机),2—定子,3、3A—转子,4—齿,5—磁芯背部件,5a—圆弧部,5b—定子凹部,6—定子铁芯,7—插槽,8—电机线圈,8a—U相线圈,8b—V相线圈,8c—W相线圈,9—假想直线,10a、10b、10c、10d—切口,11—转子凹部,11a—曲线部,11b、11c—直线部,12—转子铁芯,12a—圆弧状部,12b—切割部,13、13A—永久磁铁插入孔,14、14A—永久磁铁,15—轴孔,16—齿前端部,17—定子凹部,17a—第一直线部,17b—第二直线部,17c—第三直线部,17d—第四直线部,17e—第五直线部,20—压缩机,21—压缩机构部,22—电动机部,23—密封容器,24—固定涡旋,24a—端板,24b—固定涡旋搭接口,24c—排出口,25—旋转涡旋,25a—端板,25b—旋转涡旋搭接口,25c—轴衬部,26—框架,27—曲柄轴,27a—曲柄部,28—滑动轴承(主轴承),29—下框架,30—球轴承,31—吸入管,32—压缩室,33—气体通道,34—排出管,35—油贮存部,36—油孔,37—平衡锤,38—电源端子。

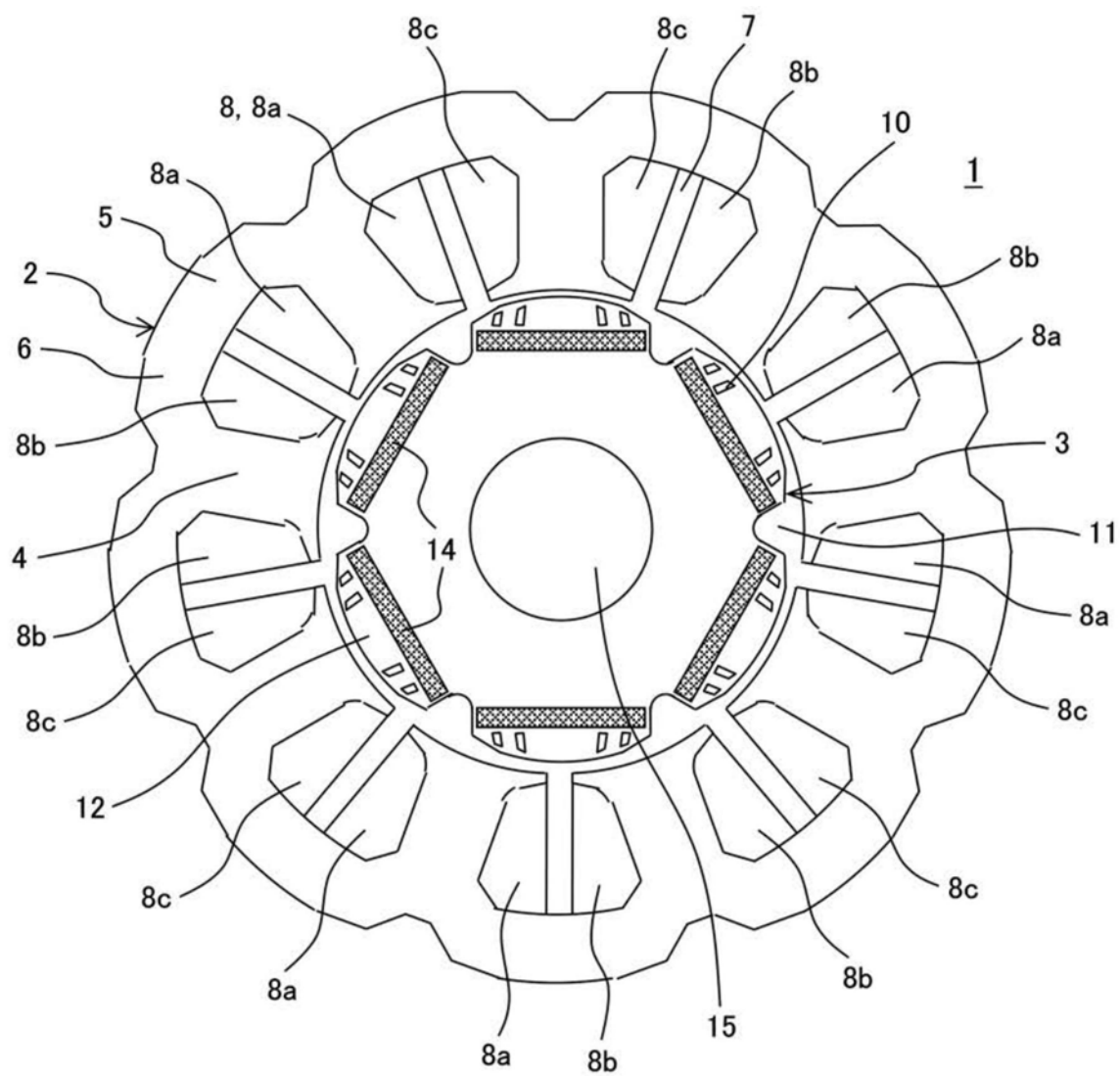


图1

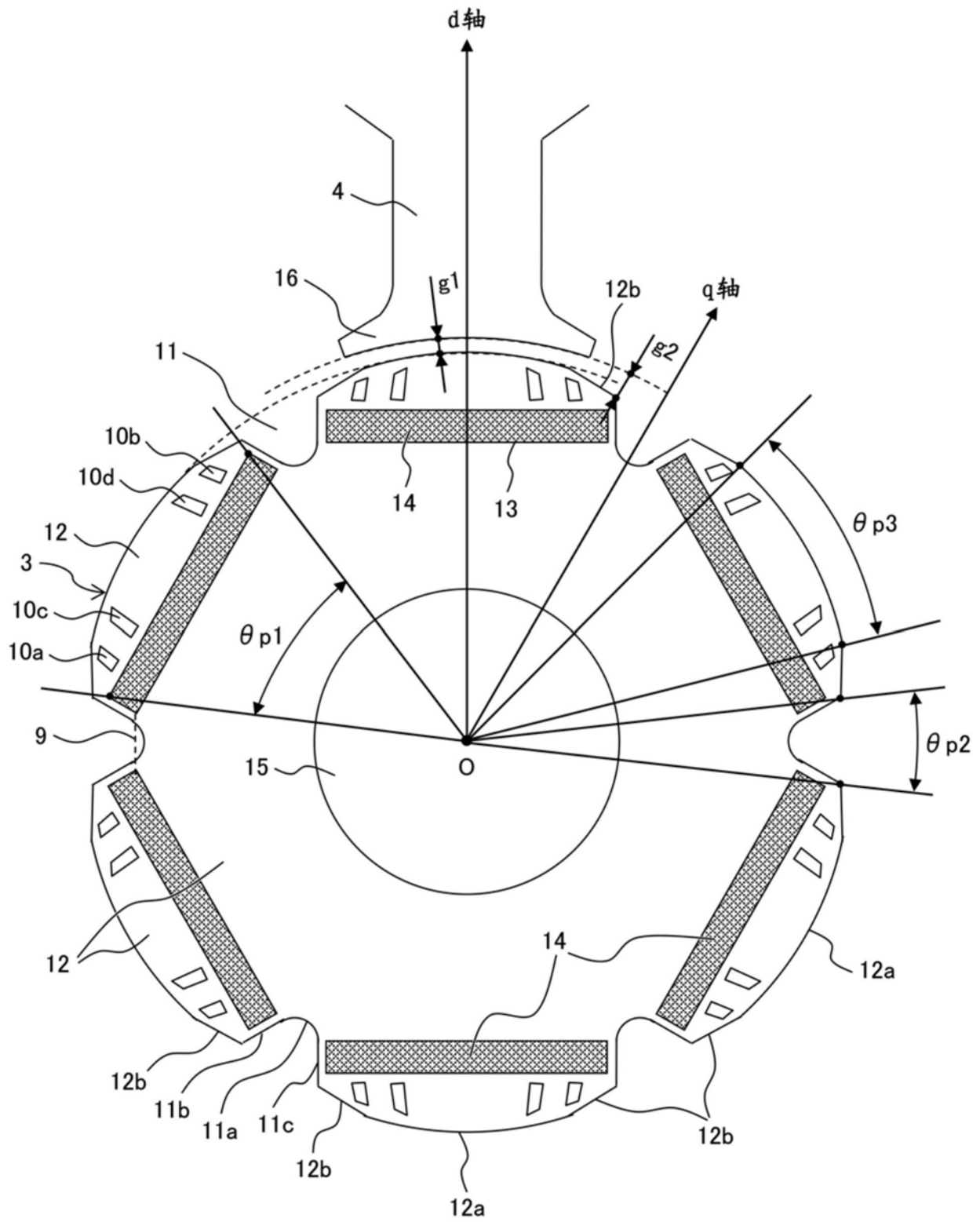


图2

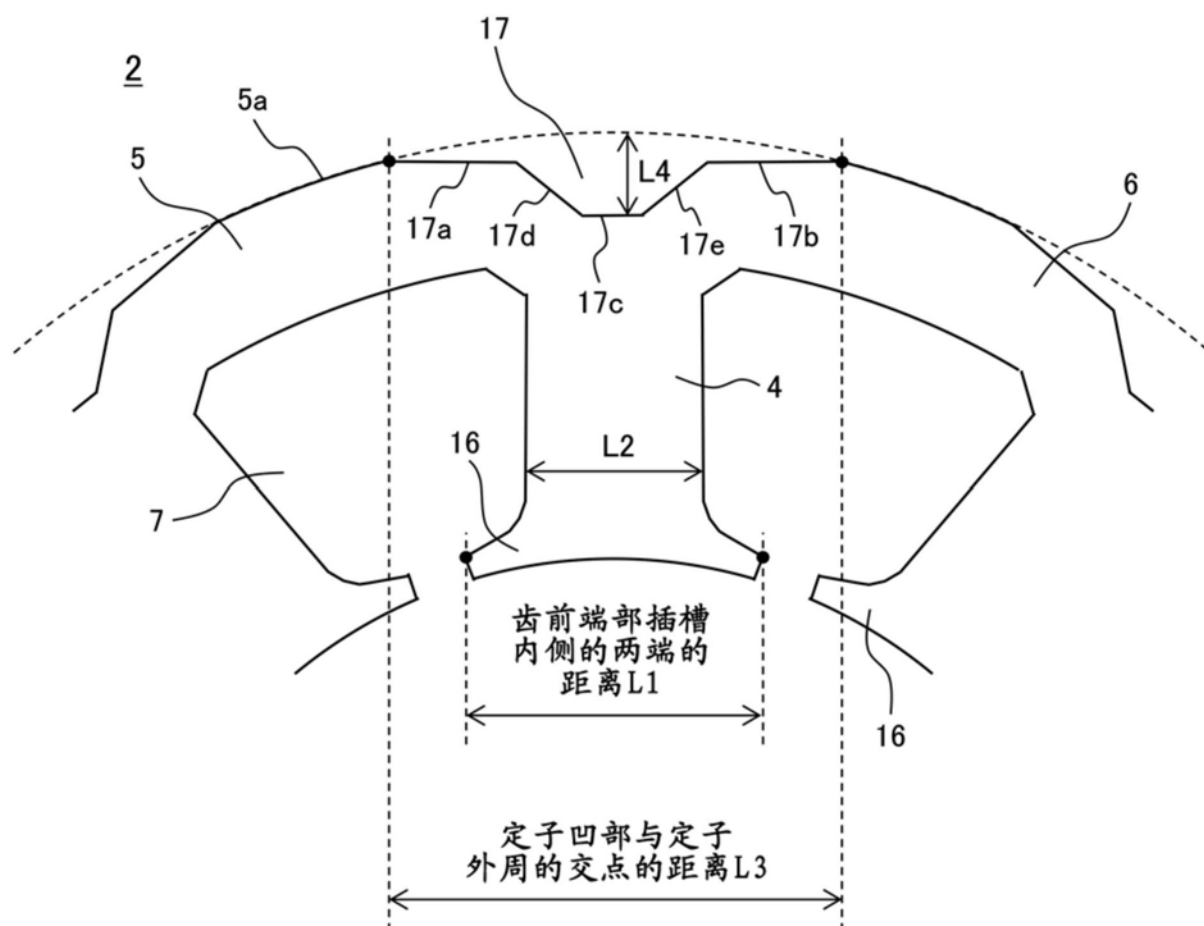


图3

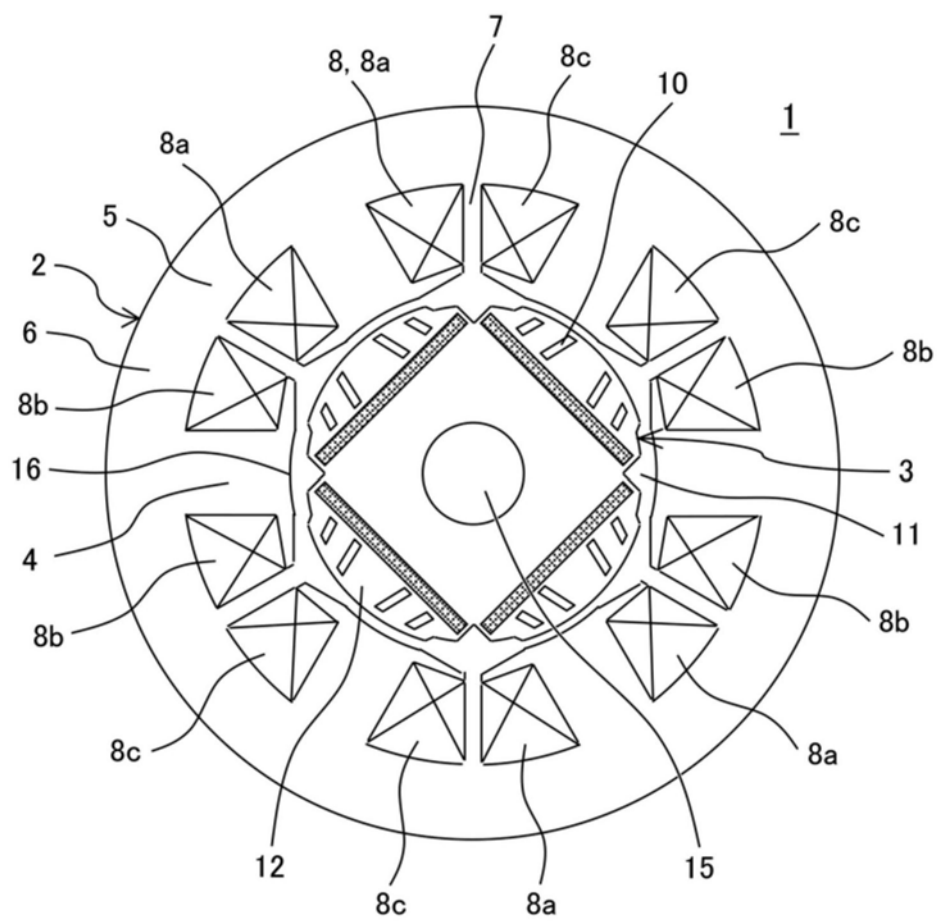


图4

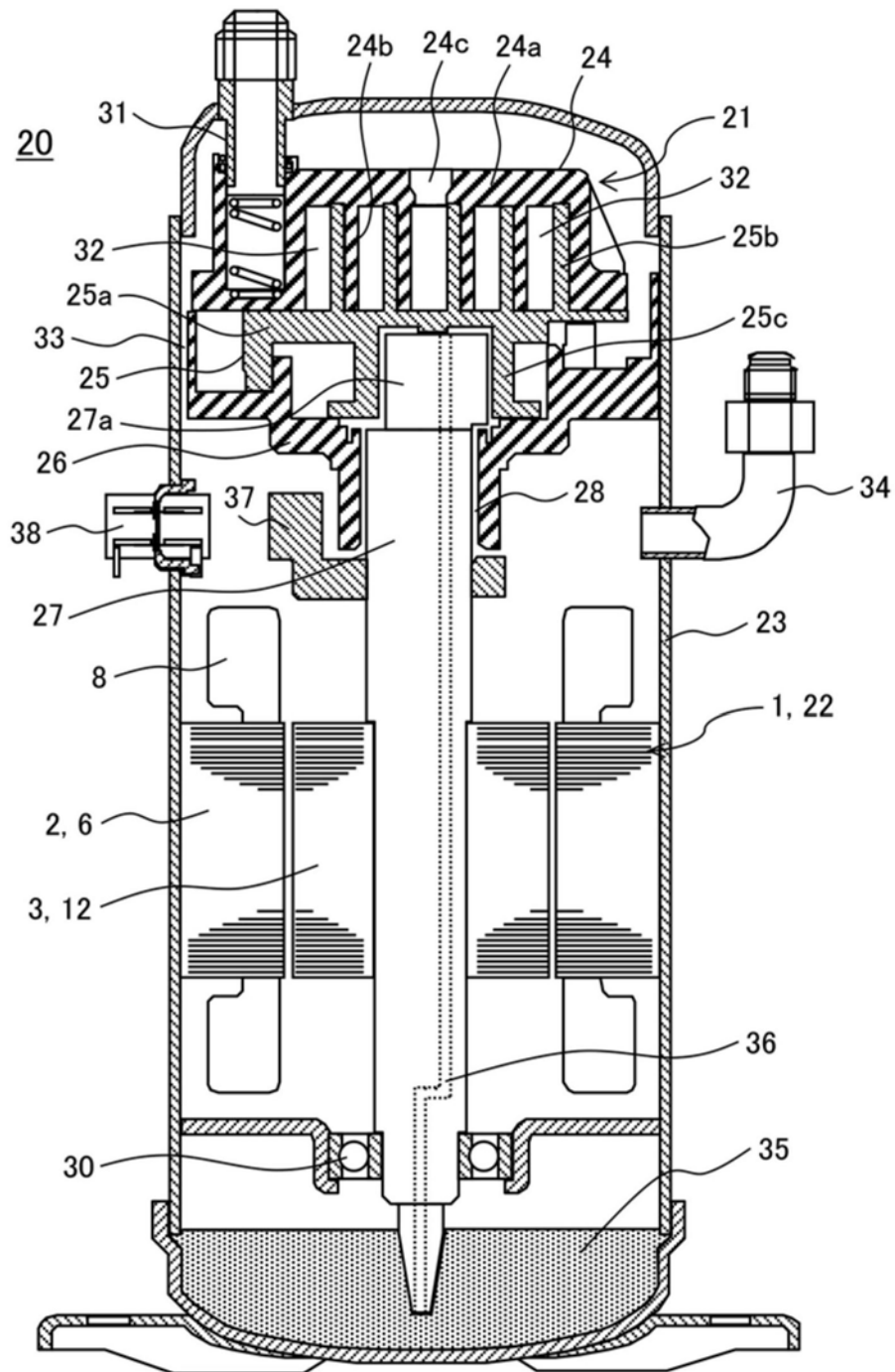


图5

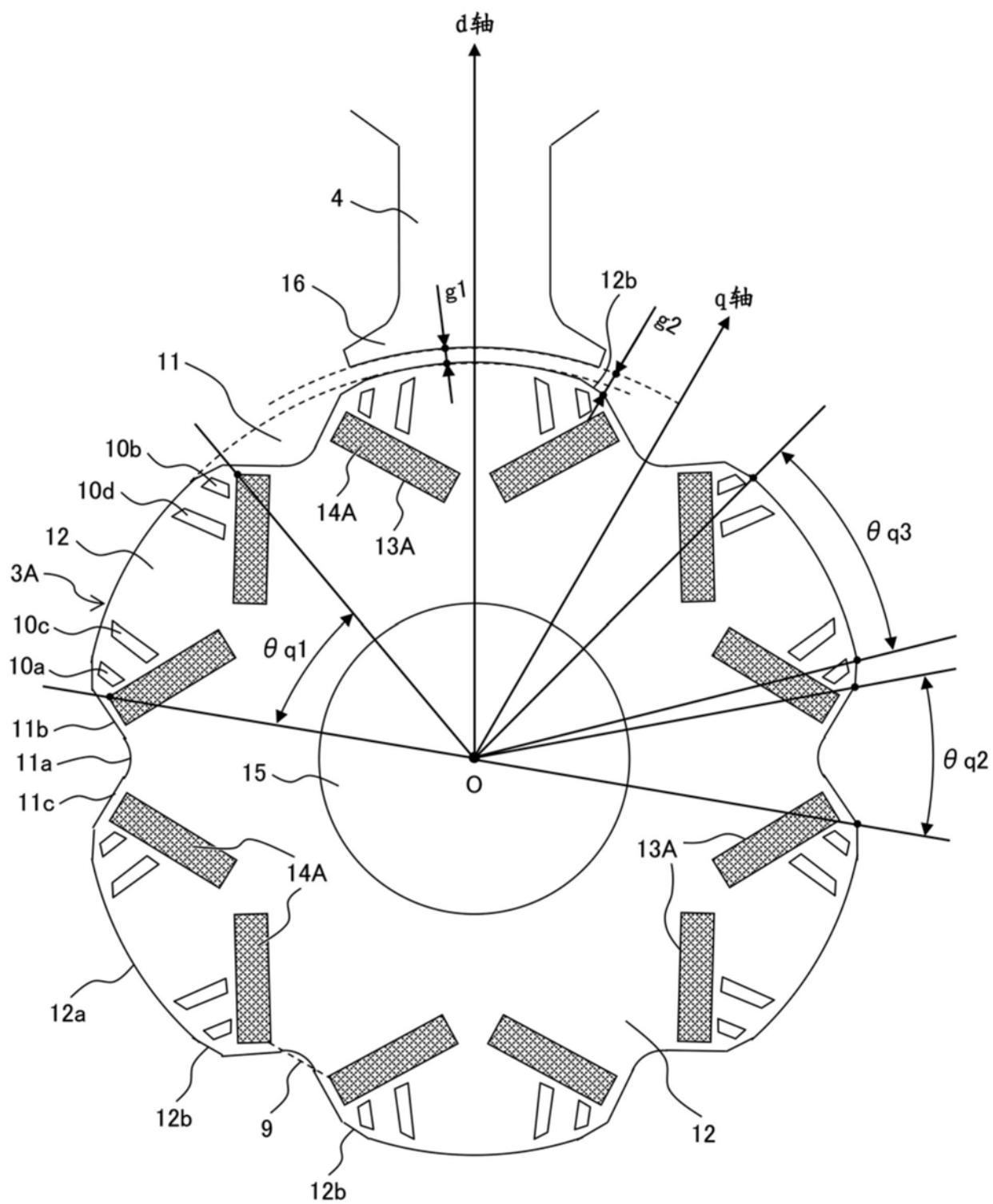


图6