



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119768995 A

(43) 申请公布日 2025.04.04

(21) 申请号 202380061983.7

(22) 申请日 2023.11.28

(30) 优先权数据

2022-194083 2022.12.05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.02.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IP2023/042586 2023.11.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/122408 JA 2024.06.13

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本

(72)发明人 天野寿人 石冢一嘉 山本亮介

栗田充俊 櫻田俊

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 王玮

(51) Int.Cl.

H02K 1/14 (2006.01)

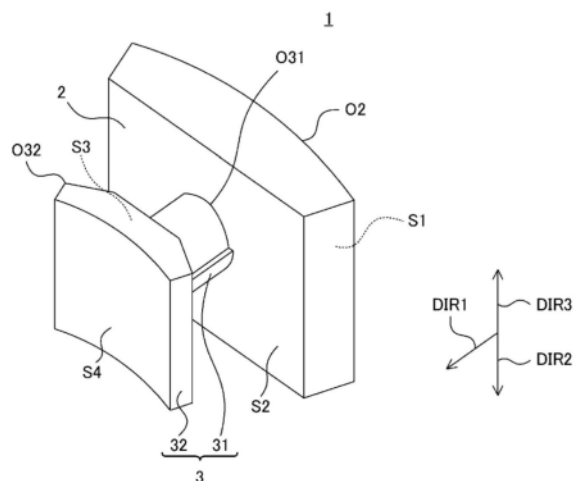
权利要求书2页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

磁芯、带线圈的磁芯、旋转电气机械和无刷
马达

(57) 摘要

提供磁芯、带线圈的磁芯、旋转电气机械和无刷马达。磁芯是用在旋转电气机械中的磁芯,且具备齿部,上述齿部具有在第1方向上延伸的形状。齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,被卷绕部具有:第1凸角,其在卷绕线圈的过程中供该线圈经过;第1接触面,其是供线圈在经过第1凸角之前接触的第1接触面,且在第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;第1非接触面,其是线圈不接触的第1非接触面,且该第1非接触面中与第1接触面之间的边界处为第1凸角;以及第2接触面,其是供线圈在经过第1凸角之后接触的第2接触面,且在第1方向上观察时,具有向与第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状。



1. 一种磁芯,是用在旋转电气机械中的磁芯,其特征在于,
具备齿部,所述齿部具有在第1方向上延伸的形状,
所述齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,
所述被卷绕部具有:
第1凸角,其在卷绕所述线圈的过程中供该线圈经过;
第1接触面,其是供所述线圈在经过所述第1凸角之前接触的第1接触面,且在所述第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;
第1非接触面,其是所述线圈不接触的第1非接触面,且该第1非接触面中与所述第1接触面之间的边界处为所述第1凸角;以及
第2接触面,其是供所述线圈在经过所述第1凸角之后接触的第2接触面,且在所述第1方向上观察时,具有向与所述第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状。
2. 根据权利要求1所述的磁芯,其特征在于,
所述被卷绕部还具有:
第2凸角,其是与所述第1凸角不同的凸角,且供所述线圈在经过所述第2接触面之后经过;以及
第2非接触面,其是所述线圈不接触的第2非接触面,且该第2非接触面中与所述第2接触面之间的边界处为所述第2凸角,
所述线圈在经过所述第2凸角之后再次与所述第1接触面接触。
3. 根据权利要求1或2所述的磁芯,其特征在于,
在所述第1方向上观察时,所述第1接触面和所述第2接触面各自具有半椭圆状。
4. 根据权利要求3所述的磁芯,其特征在于,
所述第1接触面的半径与所述第2接触面的半径相互相等。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的磁芯,其特征在于,
在所述第1方向上观察时,所述被卷绕部具有点对称的形状。
6. 一种磁芯,是用在旋转电气机械中的磁芯,其特征在于,
具备齿部,所述齿部具有在第1方向上延伸的形状,
所述齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,
所述被卷绕部具有:
第1凸角,其在卷绕所述线圈的过程中供该线圈经过;
第1接触面,其是供所述线圈在经过所述第1凸角之前接触的第1接触面,且在所述第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;
第2接触面,其供所述线圈在经过所述第1凸角之后接触;
第1非接触面,其是设置于所述第1接触面与所述第2接触面之间且所述线圈不接触的第1非接触面,且该第1非接触面中与所述第2接触面之间的边界处为所述第1凸角;
第2凸角,其是与所述第1凸角不同的凸角,且供所述线圈在经过所述第2接触面之后经过;
第3接触面,其是供所述线圈在经过所述第2凸角之后接触的第3接触面,且在所述第1方向上观察时,具有向与所述第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状;以及
第2非接触面,其是与所述第1非接触面不同的非接触面,且是设置于所述第2接触面与

所述第3接触面之间且所述线圈不接触的第2非接触面,且该第2非接触面中与所述第2接触面之间的边界处为所述第2凸角。

7. 根据权利要求6所述的磁芯,其特征在于,

所述被卷绕部还具有:

第3凸角,其是与所述第1凸角和所述第2凸角各自不同的凸角,且供所述线圈在经过所述第3接触面之后经过;

第4接触面,其供所述线圈在经过所述第3凸角之后接触;

第3非接触面,其是设置于所述第3接触面与所述第4接触面之间且所述线圈不接触的第3非接触面,且该第3非接触面中与所述第4接触面之间的边界处为所述第3凸角;

第4凸角,其是与所述第1凸角、所述第2凸角和所述第3凸角各自不同的凸角,且供所述线圈在经过所述第4接触面之后经过;以及

第4非接触面,其是与所述第3非接触面不同的非接触面,且是设置于所述第4接触面与所述第1接触面之间且所述线圈不接触的第4非接触面,且该第4非接触面中与所述第4接触面之间的边界处为所述第4凸角,

所述线圈在经过所述第4凸角之后再次与所述第1接触面接触。

8. 根据权利要求6或7所述的磁芯,其特征在于,

在所述第1方向上观察时,所述第1接触面和所述第3接触面各自具有半椭圆状。

9. 根据权利要求8所述的磁芯,其特征在于,

所述第1接触面的半径与所述第3接触面的半径相互相等。

10. 根据权利要求6~9中任一项所述的磁芯,其特征在于,

在所述第1方向上观察时,所述被卷绕部具有点对称的形状。

11. 根据权利要求6~10中任一项所述的磁芯,其特征在于,

所述第2接触面经由缺口面而与所述第1非接触面和所述第2非接触面各自连接。

12. 根据权利要求7所述的磁芯,其特征在于,

所述第4接触面经由缺口面而与所述第3非接触面和所述第4非接触面各自连接。

13. 根据权利要求1~12中任一项所述的磁芯,其特征在于,

所述齿部是由软磁性粉形成的成形体。

14. 一种带线圈的磁芯,其特征在于,具备:

权利要求1~13中任一项所述的磁芯和所述线圈。

15. 一种旋转电气机械,其特征在于,

具备权利要求1~13中任一项所述的磁芯。

16. 一种无刷马达,其特征在于,

具备权利要求1~13中任一项所述的磁芯。

磁芯、带线圈的磁芯、旋转电气机械和无刷马达

技术领域

[0001] 本发明涉及磁芯、带线圈的磁芯、旋转电气机械和无刷马达。

背景技术

[0002] 作为与现有的磁芯相关的发明,例如公知有专利文献1记载的磁芯。专利文献1记载的磁芯具备齿部。在齿部上卷绕有线圈。在线圈的表面上形成有绝缘被膜。在齿部延伸的方向上观察时,齿部具有四边形状。在齿部上卷绕有线圈的状态下,在线圈的表面上形成的绝缘被膜与齿部的4个顶点接触。

[0003] 专利文献1:日本特开2006-158176号公报

[0004] 在专利文献1记载的磁芯中,在线圈的表面上形成的绝缘被膜与齿部的4个顶点接触,由此,应力集中在绝缘被膜的与各顶点接触的接触部分,绝缘被膜恐怕损伤。由此,磁芯与线圈之间的电绝缘性恐怕降低。

[0005] 因此,本发明的目的在于提供能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况的磁芯、带线圈的磁芯、旋转电气机械和无刷马达。

[0006] 本申请发明人针对由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低的情况进行了考察,作为其结果,注意到在专利文献1所述的磁芯中,只要在齿部延伸的方向上观察时,使齿部的形状成为椭圆状或圆状即可。通过在齿部延伸的方向上观察时,使齿部的形状成为椭圆状或圆状,由此,齿部不具有顶点。这是因为,由此,能够使线圈的各部分的弯曲角度大于90度,能够缓和在形成于线圈的表面的绝缘被膜的局部应力形成集中这种情况。

[0007] 接下来,本申请发明人对在齿部延伸的方向上观察时具有椭圆状或圆状这种齿部的制造方法进行了研究。在通过专利文献1所述的制造方法制造在齿部延伸的方向上观察时具有椭圆状或圆状的齿部这种情况下,需要使专利文献1所述的冲头201(以下,称为上冲头)的下端面的形状成为向上方突出地弯曲的半椭圆状或半圆状,并且使专利文献1所述的冲头202(以下,称为下冲头)的上端面的形状成为向下方突出地弯曲的半椭圆状或半圆状。

[0008] 在齿部延伸的方向上观察时使齿部的形状成为椭圆状或圆状的情况下,理想的是优选使上冲头的下端面不在两端部残留平坦的部分地遍及全域以半椭圆状或半圆状弯曲,并且使下冲头的上端面不在两端部残留平坦的部分地遍及全域以半椭圆状或半圆状弯曲。

[0009] 但是,实际上,由于加工精度、模具的强度的问题,导致上冲头的下端面和下冲头的上端面在两端部残留平坦的部分。因此,在通过上冲头和下冲头使齿部成形的情况下,导致在齿部形成有由上下的平坦的部分夹着而形成的凸部。而且,当在齿部卷绕有线圈时,这样的凸部恐怕弄伤该线圈的绝缘被膜,由此,导致齿部与线圈之间的电绝缘性降低。

发明内容

[0010] 本申请发明人基于上述的研究针对能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被

膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况的磁芯进行了研究。作为结果,本申请发明人想到以下的发明。

[0011] 本发明的一方式所涉及的磁芯是用在旋转电气机械中的磁芯,具备齿部,上述齿部具有在第1方向上延伸的形状,上述齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,上述被卷绕部具有:第1凸角,其在卷绕上述线圈的过程中供该线圈经过;第1接触面,其是供上述线圈在经过上述第1凸角之前接触的第1接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;第1非接触面,其是上述线圈不接触的第1非接触面,且该第1非接触面中与上述第1接触面之间的边界处为上述第1凸角;以及第2接触面,其是供上述线圈在经过上述第1凸角之后接触的第2接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向与上述第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状。

[0012] 本发明的一方式所涉及的磁芯是用在旋转电气机械中的磁芯,具备齿部,上述齿部具有在第1方向上延伸的形状,上述齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,上述被卷绕部具有:第1凸角,其在卷绕上述线圈的过程中供该线圈经过;第1接触面,其是供上述线圈在经过上述第1凸角之前接触的第1接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;第2接触面,其供上述线圈在经过上述第1凸角之后接触;第1非接触面,其是设置于上述第1接触面与上述第2接触面之间且上述线圈不接触的第1非接触面,且该第1非接触面中与上述第2接触面之间的边界处为上述第1凸角;第2凸角,其是与上述第1凸角不同的凸角,且供上述线圈在经过上述第2接触面之后经过;以及第3接触面,其是供上述线圈在经过上述第2凸角之后接触的第3接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向与上述第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状;以及第2非接触面,其是与上述第1非接触面不同的非接触面,且是设置于上述第2接触面与上述第3接触面之间且上述线圈不接触的第2非接触面,且该第2非接触面中与上述第2接触面之间的边界处为上述第2凸角。

[0013] 根据本发明,能够提供能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况的磁芯、带线圈的磁芯、旋转电气机械和无刷马达。

附图说明

[0014] 图1是本发明的第1实施方式所涉及的磁芯1的立体图。

[0015] 图2是从第1方向DIR1观察磁芯1所看到的剖视图。

[0016] 图3是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。

[0017] 图4是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。

[0018] 图5是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。

[0019] 图6是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。

[0020] 图7是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。

- [0021] 图8是使用磁芯1的无刷马达100的外观立体图。
- [0022] 图9是使用磁芯1的无刷马达100的分解立体概略图。
- [0023] 图10是从第1方向DIR1观察在比较例所涉及的磁芯6中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0024] 图11是从第1方向DIR1观察磁芯1a所看到的剖视图。
- [0025] 图12是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0026] 图13是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0027] 图14是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0028] 图15是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0029] 图16是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0030] 图17是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0031] 图18是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0032] 图19是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0033] 图20是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。
- [0034] 图21是从第1方向DIR1观察磁芯1b所看到的剖视图。

具体实施方式

[0035] [第1实施方式]

[0036] (磁芯1的结构)

[0037] 图1是本发明的第1实施方式所涉及的磁芯1的立体图。如图1所示,磁芯1具备铁芯背部2和齿部3。齿部3具有从铁芯背部2起向第1方向DIR1延伸的形状。在本实施方式中,齿部3包括:齿主体部31,其从铁芯背部2起向第1方向DIR1延伸;以及齿末端部,其形成于齿主体部31的在第1方向DIR1上的末端。此外,齿主体部31是卷绕有线圈13的部分,且与本发明的“被卷绕部”对应。这样的本实施方式的磁芯1用在下文无刷马达100(本发明的“旋转电气机械”的一个例子;参照图8和图9)中。而且,当在无刷马达100中组装了磁芯1时,第1方向DIR1朝向以无刷马达100的旋转轴线为中心的径向的反方向。以下,具体地进行说明。

[0038] 图2是从第1方向DIR1观察磁芯1所看到的剖视图。图3是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图4是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图5是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图6是从第1方向DIR1观察在磁

芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图7是从第1方向DIR1观察在磁芯1中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。

[0039] 磁芯1是软磁性体。软磁性体若被从外部施加磁场则被磁化。其后,若停止磁场的施加,则软磁性体失去磁化。这样的软磁性体的材料例如为铁。

[0040] 磁芯1是由软磁性粉形成的成形体。即,铁芯背部2和齿部3各自是由软磁性粉形成的成形体。软磁性粉的材料例如包含铁和结合剂。结合剂例如是树脂。软磁性粉例如是将铁粉和作为结合剂一个例子的环氧树脂混合而成的材料。这样的磁芯1例如是通过压制成形来制作的。此外,对当在无刷马达100中组装了磁芯1时与其他构件接触的磁芯1的外表面实施绝缘处理。

[0041] 如图1所示,铁芯背部2具有在第1方向DIR1上排列的第1主面S1和第2主面S2。第2主面S2位于比第1主面S1靠第1方向DIR1的位置。此外,在第1方向DIR1上观察时,第1主面S1和第2主面S2各自具有矩形状。

[0042] 如图1所示,齿主体部31从铁芯背部2的第2主面S2向第1方向DIR1延伸。

[0043] 如图2所示,齿主体部31具有第1接触面CS1、第1凸角A1、第1非接触面NCS1、第2接触面CS2、第2凸角A2和第2非接触面NCS2。

[0044] 如图2所示,第1接触面CS1具有向第2方向DIR2突出地弯曲的形状。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1具有半椭圆状。另外,半圆状包含于半椭圆状。在本实施方式中,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1具有半圆状。因此,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1是以中心OCS1为中心的半径RCS1的圆的一部分。另外,第2方向DIR2与第1方向DIR1正交。此外,第2方向DIR2是当在无刷马达100中组装了磁芯1时沿着无刷马达100的旋转轴线的方向。

[0045] 如图2所示,第1非接触面NCS1是朝向第3方向DIR3的平面。即,第1非接触面NCS1的法线方向是第3方向DIR3。另外,第3方向DIR3是与第1方向DIR1正交的方向,且是与第2方向DIR2不同的方向。第3方向DIR3是第2方向DIR2的反方向。

[0046] 在本实施方式中,如图2所示,在第1方向DIR1上观察时,第1凸角A1是第1接触面CS1与第1非接触面NCS1的在第1凸角A1处的切线所成的角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第1凸角A1在以齿主体部31的中心轴线CA31为中心的径向上突出。因此,第1非接触面NCS1与第1接触面CS1之间的边界处为第1凸角A1。此外,第1凸角A1位于第1接触面CS1上。另外,齿主体部31的中心轴线CA31是使齿主体部31的与第1方向DIR1垂直的截面的中心连接起来的线。在本实施方式中,第1凸角A1为90度。

[0047] 如图2所示,第2接触面CS2位于比第1接触面CS1靠第3方向DIR3的位置。此外,在第1方向DIR1上观察时,第2接触面CS2具有向第3方向DIR3突出地弯曲的形状。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第2接触面CS2具有半椭圆状。另外,半圆状包含于半椭圆状。在本实施方式中,在第1方向DIR1上观察时,第2接触面CS2具有半圆状。因此,在第1方向DIR1上观察时,第2接触面CS2是以中心OCS2为中心的半径RCS2的圆的一部分。第2接触面CS2的半径RCS2与第1接触面CS1的半径RCS1相等。另外,中心OCS2的在与第1方向DIR1和第2方向DIR2正交的第4方向DIR4上的位置与中心OCS1的在第4方向DIR4上的位置不同。

[0048] 如图2所示,第2非接触面NCS2是朝向第2方向DIR2的平面。即,第2非接触面NCS2的法线方向是第2方向DIR2。

[0049] 如图2所示,第2凸角A2是与第1凸角A1不同的凸角。更详细而言,在本实施方式中,在第1方向DIR1上观察时,第2凸角A2是第2接触面CS2与第2非接触面NCS2的在第2凸角A2处的切线所成的角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第2凸角A2在以齿主体部31的中心轴线CA31为中心的径向上突出。因此,第2非接触面NCS2与第2接触面CS2之间的边界处是第2凸角A2。此外,第2凸角A2位于第2接触面CS2上。在本实施方式中,第2凸角A2为90度。

[0050] 如图2所示,在第1方向DIR1上观察时,齿主体部31具有点对称的形状。

[0051] 如图3~图7所示,线圈13卷绕于齿主体部31。线圈13例如通过铜等导电性材料来制作。此外,线圈13具有铜线的表面由绝缘被膜覆盖这种构造。通过具有铜线的表面由绝缘被膜覆盖的构造,使线圈13与磁芯1电绝缘。线圈13通过当在无刷马达100中组装了线圈13时使电流在线圈13流动而产生磁场。

[0052] 以下,对在齿主体部31上卷绕线圈13的过程进行说明。首先,如图3所示,线圈13与第1接触面CS1接触。即,在线圈13经过第1凸角A1之前,线圈13与第1接触面CS1接触。

[0053] 接下来,如图4所示,线圈13经过第1凸角A1。即,线圈13与第1凸角A1接触。

[0054] 接下来,如图5所示,线圈13与第2接触面CS2接触。即,线圈13在经过第1凸角A1之后与第2接触面CS2接触。此外,线圈13不与第1非接触面NCS1接触。此外,线圈13的在第1凸角A1与第2接触面CS2之间处的弯曲角度 θ_1 大于90度。

[0055] 接下来,如图6所示,线圈13经过第2凸角A2。即,线圈13在经过第2接触面CS2之后经过第2凸角A2。此外,线圈13与第2凸角A2接触。

[0056] 接下来,如图7所示,线圈13与第1接触面CS1接触。即,线圈13在经过第2凸角A2后再次与第1接触面CS1接触。此外,线圈13不与第2非接触面NCS2接触。此外,线圈13的在第1接触面CS1与第2凸角A2之间采的弯曲角度 θ_2 大于90度。

[0057] 通过反复以上的过程,在齿主体部31上卷绕有线圈13。

[0058] 此外,齿末端部32具有在第1方向DIR1上排列的第3主面S3和第4主面S4。第4主面S4位于比第3主面S3靠第1方向DIR1的位置。此外,在第1方向DIR1上观察时,第3主面S3和第4主面S4各自具有矩形形状。

[0059] 如图1所示,在第1方向DIR1上观察到的铁芯背部2的外缘O2包围在第1方向DIR1上观察到的齿主体部31的外缘O31。此外,在第1方向DIR1上观察到的齿末端部32的外缘O32包围在第1方向DIR1上观察到的齿主体部31的外缘O31。

[0060] (无刷马达100的结构)

[0061] 以下,参照附图对本发明的第1实施方式所涉及的无刷马达100的结构进行说明。图8是使用磁芯1的无刷马达100的外观立体图。图9是使用磁芯1的无刷马达100的分解立体概略图。另外,图9中,仅对多个磁芯1、多个线圈13和多个带线圈的磁芯14各自中的代表性的磁芯1、线圈13和带线圈的磁芯14各自标注参照附图标记。

[0062] 如图9所示,无刷马达100具备转子20和定子组件10。如图9所示,在第2方向DIR2上观察时,定子组件10配置于转子20的四周。即,无刷马达100为内转子型。

[0063] 如图9所示,转子20具备轴体21和转子构件22。轴体21具有在第2方向DIR2上延伸的形状。更详细而言,轴体21为圆柱状。转子构件22为圆筒状。轴体21和转子构件22各自的中心轴线为Z轴。即,无刷马达100的旋转轴线为Z轴。因此,第2方向DIR2为沿着Z轴的方向。

[0064] 如图9所示,转子构件22包括软磁性体23和硬磁性体24。转子构件22安装于轴体21

的在以Z轴为中心的径向上的外周面。更详细而言,软磁性体23安装于轴体21的在以Z轴为中心的径向上的外周面。硬磁性体24安装于软磁性体23的在以Z轴为中心的径向上的外周面。

[0065] 软磁性体23为软磁性体。此外,硬磁性体24为硬磁性体。硬磁性体若被从外部施加磁场则被磁化。其后,即便停止磁场的施加,硬磁性体也不失去磁化。这样的硬磁性体的材料为磁铁。

[0066] 如图9所示,定子组件10包括轴承11、壳体12、多个带线圈的磁芯14。多个带线圈的磁芯14各自具有磁芯1和线圈13。即,无刷马达100具备磁芯1。

[0067] 轴承11将轴体21支承为能够绕以Z轴为中心的周向旋转。更详细而言,如图9所示,轴承11具有第1轴承11a和第2轴承11b。第1轴承11a和第2轴承11b各自例如为球轴承。第1轴承11a和第2轴承11b各自为圆筒状。第1轴承11a和第2轴承11b各自的中心轴线为Z轴。即,第1轴承11a和第2轴承11b各自的中心轴线与轴体21的中心轴线一致。

[0068] 如图9所示,第2轴承11b位于比第1轴承11a靠第2方向DIR2的位置。此外,第1轴承11a位于比转子构件22靠第2方向DIR2的反方向的位置。第2轴承11b位于比转子构件22靠第2方向DIR2的位置。第2轴承11b对轴体21的在第2方向DIR2上的端部进行支承。

[0069] 如图8所示,壳体12具有第1壳体12a和第2壳体12b。如图8和图9所示,第1壳体12a为圆筒状。第1壳体12a的中心轴线为Z轴。第1壳体12a位于比第2壳体12b靠第2方向DIR2的反方向的位置。此外,第1壳体12a具有开口OP。由此,轴体21的在第2方向DIR2的反方向上的端部从开口OP向第2方向DIR2的反方向突出。即,无刷马达100为单轴型。

[0070] 第1壳体12a对第1轴承11a、多个磁芯1和多个线圈13进行支承。第2壳体12b对第2轴承11b进行支承。第1壳体12a和第2壳体12b各自的材料例如为SUS等刚性高的材料。

[0071] 带线圈的磁芯14的数量为9个。9个带线圈的磁芯14在以Z轴为中心的周向上排列。9个带线圈的磁芯14在与硬磁性体24隔开间隔的情况下配置于硬磁性体24的四周。

[0072] 磁芯1被硬磁性体24产生的磁场和后述的线圈13产生的磁场各自磁化。另外,如图9所示,在磁芯1与转子构件22之间存在空隙(空气间隙)。

[0073] 从电源(未图示)对线圈13供给电流。通过控制该电流来控制转子20的旋转。

[0074] [效果]

[0075] 根据磁芯1,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。更详细而言,磁芯1具有:第1接触面CS1,在齿部3延伸的第1方向DIR1上观察时,该第1接触面CS1具有向第2方向DIR2突出地弯曲的形状;第1凸角A1,其供线圈13经过;第1非接触面NCS1,其与第1接触面CS1之间的边界处为第1凸角A1;以及第2接触面CS2,在齿部3延伸的第1方向DIR1上观察时,该第2接触面CS2具有向与第2方向DIR2不同的第3方向DIR3突出地弯曲的形状。线圈13不与第1非接触面NCS1接触。由此,线圈13的在第1凸角A1与第2接触面CS2之间处的弯曲角度 θ_1 大于90度。因此,能够缓和向在线圈13的表面上形成的绝缘被膜的局部的应力集中,抑制绝缘被膜的损伤。作为其结果,根据磁芯1,能够抑制因在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0076] 此外,根据磁芯1,能够使进行绝缘处理的磁芯1的外表面的表面积减少。更详细而言,第1非接触面NCS1不与线圈13接触。因此,也可以不对第1非接触面NCS1进行绝缘处理。

因此,根据磁芯1,能够使进行绝缘处理的磁芯1的外表面的表面积减少。而且,能够抑制在线圈13的表面上形成的绝缘被膜的损伤,因此,也能够不需要磁芯1的外表面整体的绝缘处理。

[0077] 此外,根据磁芯1,能够更加抑制磁芯与线圈之间的电绝缘性降低。更详细而言,第1非接触面NCS1不与线圈13接触。因此,能够使磁芯1与线圈13之间的接触面积减少。作为其结果,根据磁芯1,能够更加抑制磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0078] 此外,根据磁芯1,能够更加抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。更详细而言,磁芯1还具有:第2凸角A2,其供线圈13在经过第2接触面CS2之后经过;以及第2非接触面NCS2,其与第2接触面CS2之间的边界处为第2凸角A2。线圈13不与第2非接触面NCS2接触。由此,线圈13的在第2凸角A2与第1接触面CS1之间处的弯曲角度 $\theta 2$ 大于90度。因此,能够缓和向在线圈13的表面上形成的绝缘被膜的局部的应力集中,抑制绝缘被膜的损伤。作为其结果,根据磁芯1,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0079] 此外,根据磁芯1,当在齿主体部卷绕线圈时,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。参照附图对该理由进行说明。图10是从第1方向DIR1观察在比较例所涉及的磁芯6中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。另外,比较例所涉及的磁芯6的形状与磁芯1的形状相等。

[0080] 在比较例所涉及的磁芯6中,当在齿主体部31上卷绕线圈13时,线圈13与第1接触面CS1、第2凸角A2、第2接触面CS2、第1凸角A1、第1接触面CS1依次接触。即,比较例所涉及的磁芯6在线圈13的卷绕方向为磁芯1的线圈13的卷绕方向的反方向这点上与磁芯1不同。在比较例所涉及的磁芯6的情况下,当线圈13从第1接触面CS1向第2凸角A2行进时,如图10所示,由于线圈13与第2凸角A2接触,恐怕损伤线圈13的绝缘被膜。此外,当线圈13从第2接触面CS2向第1凸角A1行进时,恐怕由于线圈13与第1凸角A1接触而弄伤线圈13的绝缘被膜。因此,根据磁芯1,当在齿主体部31上卷绕线圈13时,线圈13与第1接触面CS1、第1凸角A1、第2接触面CS2、第2凸角A2、第1接触面CS1依次接触。此外,第1凸角A1位于第1接触面CS1上。由此,能够抑制在线圈13从第1接触面CS1向第1凸角A1行进时,由于线圈13与第1凸角A1接触而弄伤线圈13的绝缘被膜这种情况。此外,第2凸角A2位于第2接触面CS2之上。因此,在线圈13从第2接触面CS2向第2凸角A2行进时,能够抑制由于线圈13与第2凸角A2接触而弄伤线圈13的绝缘被膜这种情况。因此,根据磁芯1,当在齿主体部卷绕线圈时,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0081] 另外,在欲通过压制成形制作具备在齿部延伸的方向上观察时具有椭圆状或圆状的齿部的磁芯的情况下,产生与第1接触面CS1之间的边界处为第1凸角A1的面以及与第2接触面CS2之间的边界处为第2凸角A2的面。通过使与第1接触面CS1之间的边界处为第1凸角A1的面以及与第2接触面CS2之间的边界处为第2凸角A2的面各自成为线圈13不接触的第1非接触面NCS1、第2非接触面NCS2,能够缓和向在线圈13的表面上形成的绝缘被膜的局部的应力集中,抑制绝缘被膜的损伤。

[0082] 根据磁芯1,容易将线圈13卷绕于齿主体部31。更详细而言,线圈13同第1接触面CS1和第2接触面CS2接触。在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1和第2接触面CS2各自具有半椭圆状。此外,在卷绕线圈13的过程中在第1凸角A1和第2凸角A2各自仅经过有线圈13。

因此,根据磁芯1,容易将线圈13卷绕于齿主体部31。

[0083] 根据磁芯1,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的端面的上冲头和下冲头,制作齿主体部。更详细而言,第2接触面CS2的半径RCS2与第1接触面CS1的半径RCS1相等。由此,位于比齿主体部31靠第2方向DIR2的位置处的冲头的在第3方向DIR3上的端面的半椭圆状部分的半径与位于比齿主体部31靠第3方向DIR3的位置处的冲头的在第2方向DIR2上的端面的半椭圆状部分的半径相互相等。因此,根据磁芯1,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的端面的上冲头和下冲头来制作齿主体部。

[0084] 根据磁芯1,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的上冲头和下冲头来制作齿主体部。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,齿主体部31具有点对称的形状。由此,在第1方向DIR1上观察时,位于比齿主体部31靠第2方向DIR2的位置处的冲头的在第3方向DIR3上的端面与位于比齿主体部31靠第3方向DIR3的位置处的冲头的在第2方向DIR2上的端面具有点对称的形状。因此,根据磁芯1,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的上冲头和下冲头来制作齿主体部。

[0085] [第2实施方式]

[0086] 以下,参照附图对本发明的第2实施方式所涉及的磁芯1a进行说明。图11是从第1方向DIR1观察磁芯1a所看到的剖视图。图12是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图13是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图14是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图15是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图16是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图17是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图18是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图19是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。图20是从第1方向DIR1观察在磁芯1a中在齿主体部31上卷绕线圈13的过程所看到的剖视图。另外,针对第2实施方式所涉及的磁芯1a,仅说明与第1实施方式所涉及的磁芯1不同的部分,其余部分将省略。

[0087] 如图11所示,齿主体部31具有第1接触面CS1、第1非接触面NCS1、第1凸角A1、第2接触面CS2、第2凸角A2、第2非接触面NCS2、第3接触面CS3、第3非接触面NCS3、第3凸角A3、第4接触面CS4、第4凸角A4和第4非接触面NCS4。

[0088] 如图11所示,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1具有向第2方向DIR2突出地弯曲的形状。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1具有半椭圆状。另外,半圆状包含于半椭圆状。在本实施方式中,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1具有半圆状。因此,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1是以中心OCS1为中心的半径RCS1的圆的一部分。

[0089] 如图11所示,第3接触面CS3位于比第1接触面CS1靠第3方向DIR3的位置。此外,在第1方向DIR1上观察时,第3接触面CS3具有向第3方向DIR3突出地弯曲的形状。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第3接触面CS3具有半椭圆状。另外,半圆状包含于半椭圆状。在本实施方式中,在第1方向DIR1上观察时,第3接触面CS3具有半圆状。因此,在第1方向DIR1上

观察时,第3接触面CS3是以中心OCS3为中心的半径RCS3的圆的一部分。第3接触面CS3的半径RCS3与第1接触面CS1的半径RCS3相等。另外,中心OCS3的在第4方向DIR4上的位置与中心OCS1的在第4方向DIR4上的位置不同。

[0090] 如图11所示,第2接触面CS2设置于第1接触面CS1与第3接触面CS3之间。此外,第2接触面CS2是朝向第4方向DIR4反方向的平面。即,第2接触面CS2的法线方向是第4方向DIR4的反方向。在本变形例中,第2接触面CS2位于比第1接触面CS1、第3接触面CS3和第4接触面CS4靠第4方向DIR4反方向的位置。

[0091] 如图11所示,第1非接触面NCS1设置于第1接触面CS1与第2接触面CS2之间。此外,在本变形例中,第1非接触面NCS1是朝向第2方向DIR2的平面。即,第1非接触面NCS1的法线方向是第2方向DIR2。

[0092] 在本实施方式中,如图11所示,在第1方向DIR1上观察时,第1凸角A1是第1非接触面NCS1与第2接触面CS2所成的角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第1凸角A1在以齿主体部31的中心轴线CA31为中心的径向上突出。因此,第1非接触面NCS1与第2接触面CS2之间的边界处为第1凸角A1。在本变形例中,第1凸角A1为90度。

[0093] 如图11所示,第2非接触面NCS2位于比第1非接触面NCS1靠第3方向DIR3的位置。因此,第2非接触面NCS2是与第1非接触面NCS1不同的非接触面。更详细而言,第2非接触面NCS2设置于第2接触面CS2与第3接触面CS3之间。此外,第2非接触面NCS2是朝向第3方向DIR3的平面。即,第2非接触面NCS2的法线方向是第3方向DIR3。

[0094] 在本实施方式中,如图11所示,第2凸角A2是与第1凸角A1不同的凸角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第2凸角A2是第2接触面CS2与第2非接触面NCS2所成的角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第2凸角A2在以齿主体部31的中心轴线CA31为中心的径向上突出。因此,第2非接触面NCS2与第2接触面CS2之间的边界处为第2凸角A2。在本变形例中,第2凸角A2为90度。

[0095] 如图11所示,第4接触面CS4设置于第1接触面CS1与第3接触面CS3之间。此外,第4接触面CS4是朝向第4方向DIR4的平面。即,第4接触面CS4的法线方向是第4方向DIR4。因此,第4接触面CS4与第2接触面CS2平行。此外,第4接触面CS4位于比第1接触面CS1、第2接触面CS2和第3接触面CS3靠第4方向DIR4的位置。

[0096] 如图11所示,第3非接触面NCS3设置于第3接触面CS3与第4接触面CS4之间。此外,第3非接触面NCS3是朝向第3方向DIR3的平面。即,第3非接触面NCS3的法线方向是第3方向DIR3。在本变形例中,第3非接触面NCS3的在第2方向DIR2上的位置与第2非接触面NCS2的在第2方向DIR2上的位置相等。此外,第3非接触面NCS3位于比第2非接触面NCS2靠第4方向DIR4的位置。

[0097] 在本实施方式中,如图11所示,第3凸角A3是与第1凸角A1和第2凸角A2分别不同的凸角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第3凸角A3是第3非接触面NCS3与第4接触面CS4所成的角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第3凸角A3在以齿主体部31的中心轴线CA31为中心的径向上突出。因此,第3非接触面NCS3与第4接触面CS4之间的边界处为第3凸角A3。在本变形例中,第3凸角A3为90度。

[0098] 如图11所示,第4非接触面NCS4位于比第3非接触面NCS3靠第2方向DIR2的位置。因此,第4非接触面NCS4是与第3非接触面NCS3不同的非接触面。更详细而言,第4非接触面

NCS4设置于第4接触面CS4与第1接触面CS1之间。此外,第4非接触面NCS4是朝向第2方向DIR2的平面。即,第4非接触面NCS4的法线方向是第2方向DIR2。在本变形例中,第4非接触面NCS4的在第2方向DIR2上的位置与第1非接触面NCS1的在第2方向DIR2上的位置相等。此外,第4非接触面NCS4位于比第1非接触面NCS1靠第4方向DIR4的位置。

[0099] 在本实施方式中,如图11所示,第4凸角A4是与第1凸角A1、第2凸角A2和第3凸角A3分别不同的凸角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第4凸角A4是第4接触面CS4与第4非接触面NCS4所成的角。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,第4凸角A4在以齿主体部31的中心轴线CA31为中心的径向上突出。因此,第4非接触面NCS4与第4接触面CS4之间的边界处为第4凸角A4。在本变形例中,第4凸角A4为90度。

[0100] 如图11所示,在第1方向DIR1上观察时,齿主体部31具有点对称的形状。

[0101] 以下,对在齿主体部31上卷绕线圈13的过程进行说明。首先,如图12所示,线圈13与第1接触面CS1接触。即,在线圈13经过第1凸角A1之前,线圈13与第1接触面CS1接触。

[0102] 接下来,如图13所示,线圈13经过第1凸角A1。即,线圈13与第1凸角A1接触。

[0103] 接下来,如图14所示,线圈13与第2接触面CS2接触。即,线圈13在经过第1凸角A1之后与第2接触面CS2接触。此外,线圈13不与第1非接触面NCS1接触。此外,线圈13的在第1凸角A1处的弯曲角度 θ_1 大于90度。

[0104] 接下来,如图15所示,线圈13经过第2凸角A2。即,线圈13在经过第2接触面CS2之后经过第2凸角A2。此外,线圈13与第2凸角A2接触。

[0105] 接下来,如图16所示,线圈13与第3接触面CS3接触。即,线圈13在经过第2凸角A2之后与第3接触面CS3接触。此外,线圈13不与第2非接触面NCS2接触。此外,线圈13的在第2凸角A2与第3接触面CS3之间处的弯曲角度 θ_2 大于90度。另外,如图14和图16所示,线圈13的在第2凸角A2与第3接触面CS3之间处的弯曲角度 θ_2 小于线圈13的在第1凸角A1处的弯曲角度 θ_1 。

[0106] 接下来,如图17所示,线圈13经过第3凸角A3。即,线圈13在经过第3接触面CS3之后经过第3凸角A3。此外,线圈13与第3凸角A3接触。

[0107] 接下来,如图18所示,线圈13与第4接触面CS4接触。即,线圈13在经过第3凸角A3之后与第4接触面CS4接触。此外,线圈13不与第3非接触面NCS3接触。此外,线圈13的在第3凸角A3处的弯曲角度 θ_3 大于90度。

[0108] 接下来,如图19所示,线圈13经过第4凸角A4。即,线圈13在经过第4接触面CS4之后经过第4凸角A4。此外,线圈13与第4凸角A4接触。

[0109] 接下来,如图20所示,线圈13与第1接触面CS1接触。即,线圈13在经过第4凸角A4之后再次与第1接触面CS1接触。此外,线圈13不与第4非接触面NCS4接触。此外,线圈13的在第4凸角A4与第1接触面CS1之间处的弯曲角度 θ_4 大于90度。

[0110] 通过反复以上的过程,在齿主体部31上卷绕线圈13。

[0111] 根据磁芯1a,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。更详细而言,磁芯1a具有:第1接触面CS1,其具有在齿部3延伸的第1方向DIR1上观察时向第2方向DIR2突出地弯曲的形状;第1凸角A1,其供线圈13经过;第2接触面CS2,其供线圈13在经过第1凸角A1之后经过;第1非接触面NCS1,其与第2接触面CS2之间的边界处为第1凸角A1;第2凸角A2,其供线圈13在经过第2接触面CS2之后经过;

第3接触面CS3,其具有在齿部3延伸的第1方向DIR1上观察时向与第2方向DIR2不同的第3方向DIR3突出地弯曲的形状;以及第2非接触面NCS2,其与第2接触面CS2之间的边界处为第2凸角A2。第1非接触面NCS1设置于第1接触面CS1与第2接触面CS2之间。此外,第2非接触面NCS2设置于第2接触面CS2与第3接触面CS3之间。线圈13不与第1非接触面NCS1和第2非接触面NCS2接触。由此,线圈13的在第1凸角A1处的弯曲角度 θ_1 以及线圈13的在第2凸角A2与第3接触面CS3之间处的弯曲角度 θ_2 各自都大于90度。因此,能够缓和向在线圈13的表面上形成的绝缘被膜的局部的应力集中,抑制绝缘被膜的损伤。作为其结果,根据磁芯1a,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0112] 另外,施加于在线圈13的表面上形成的绝缘被膜处的应力中施加于与在齿主体部31上卷绕线圈13的过程中线圈13最初经过的凸角(第1凸角A1)接触的接触部分处的应力较大。因此,线圈13的在第1凸角A1处的弯曲角度 θ_1 大于线圈13的在第2凸角A2与第3接触面CS3之间处的弯曲角度 θ_2 ,由此,能够更加缓和应力集中,抑制绝缘被膜的损伤。

[0113] 根据磁芯1a,能够更加抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。更详细而言,磁芯1a还具有:第3凸角A3,其供线圈13在经过第3接触面CS3之后经过;第4接触面CS4,其供线圈13在经过第3凸角A3之后经过;第3非接触面NCS3,其与第4接触面CS4之间的边界处为第3凸角A3;第4凸角A4,其供线圈13在经过第4接触面CS4之后经过;以及第4非接触面NCS4,其与第4接触面CS4之间的边界处为第4凸角A4。线圈13不与第3非接触面NCS3和第4非接触面NCS4接触。由此,线圈13的在第3凸角A3处的弯曲角度 θ_3 以及线圈13的在第4凸角A4与第1接触面CS1之间处的弯曲角度 θ_4 各自都大于90度。因此,能够缓和向在线圈13的表面上形成的绝缘被膜的局部的应力集中,抑制绝缘被膜的损伤。作为其结果,根据磁芯1a,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0114] 根据磁芯1a,容易将线圈13卷绕于齿主体部31。更详细而言,线圈13同第1接触面CS1和第3接触面CS3接触。在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1和第3接触面CS3各自具有半椭圆状。此外,在卷绕线圈13的过程中在第1凸角A1、第2凸角A2、第3凸角A3和第4凸角A4各自处仅经过有线圈13。因此,根据磁芯1a,容易将线圈13卷绕于齿主体部31。

[0115] 根据磁芯1a,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的端面的上冲头和下冲头来制作齿主体部。更详细而言,第3接触面CS3的半径RCS3与第1接触面CS1的半径RCS1相等。由此,位于比齿主体部31靠第2方向DIR2的位置处的冲头的在第3方向DIR3上的端面的半椭圆状部分的半径与位于比齿主体部31靠第3方向DIR3的位置处的冲头的在第2方向DIR2上的端面的半椭圆状部分的半径相互相等。因此,根据磁芯1a,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的端面的上冲头和下冲头来制作齿主体部。

[0116] 根据磁芯1a,在通过压制成形制作磁芯的情况下,能够通过相互具有相同形状的上冲头和下冲头来制作齿主体部。更详细而言,在第1方向DIR1上观察时,齿主体部31具有点对称的形状。由此,在第1方向DIR1上观察时,位于比齿主体部31靠第2方向DIR2的位置处的冲头的在第3方向DIR3上的端面与位于比齿主体部31靠第3方向DIR3的位置处的冲头的在第2方向DIR2上的端面具有点对称的形状。因此,根据磁芯1a,在通过压制成形制作磁芯

的情况下,能够通过相互具有相同形状的上冲头和下冲头来制作齿主体部。

[0117] [第1变形例]

[0118] 以下,参照附图对本发明的第1变形例所涉及的磁芯1b进行说明。图21是从第1方向DIR1观察磁芯1b所看到的剖视图。另外,针对第1变形例所涉及的磁芯1b,仅说明与第2实施方式所涉及的磁芯1a不同的部分,其余部分将省略。

[0119] 如图21所示,磁芯1b在第2接触面CS2经由缺口面而与第1非接触面NCS1和第2非接触面NCS2各自连接起来这点和第4接触面CS4经由缺口面而与第3非接触面NCS3和第4非接触面NCS4各自连接起来这点上与磁芯1a不同。

[0120] 更详细而言,如图21所示,齿主体部31还具有第1缺口面NS1、第2缺口面NS2、第3缺口面NS3和第4缺口面NS4。具体而言,第1缺口面NS1、第2缺口面NS2、第3缺口面NS3和第4缺口面NS4各自成为将第1凸角A1、第2凸角A2、第3凸角A3和第4凸角A4各自切除而得到的形状。此外,在本变形例中,第1缺口面NS1、第2缺口面NS2、第3缺口面NS3和第4缺口面NS4各自为平面。由此,第1非接触面NCS1经由第1缺口面NS1而与第2接触面CS2连接。第2非接触面NCS2经由第2缺口面NS2而与第2接触面CS2连接。第3非接触面NCS3经由第3缺口面NS3而与第4接触面CS4连接。第4非接触面NCS4经由第4缺口面NS4而与第4接触面CS4连接。

[0121] 根据磁芯1b,能够更加抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。更详细而言,第2接触面CS2经由缺口面而与第1非接触面NCS1和第2非接触面NCS2各自连接。由此,能够使线圈13的在第1凸角A1处的弯曲角度 θ_1 以及线圈13的在第2凸角A2与第3接触面CS3之间处的弯曲角度 θ_2 各自变大。因此,能够缓和向在第1凸角A1处的线圈13的表面形成的绝缘被膜以及在第2凸角A2与第3接触面CS3之间的线圈13的表面形成的绝缘被膜各自的应力集中,抑制在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤。作为其结果,根据磁芯1b,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤而使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0122] 根据磁芯1b,能够更加抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。更详细而言,第4接触面CS4经由缺口面而与第3非接触面NCS3和第4非接触面NCS4各自连接。由此,能够使线圈13的在第3凸角A3处的弯曲角度 θ_3 以及线圈13的在第4凸角A4与第1接触面CS1之间处的弯曲角度 θ_4 各自变大。因此,能够缓和向在第3凸角A3处的线圈13的表面上形成的绝缘被膜和在第4凸角A4与第1接触面CS1之间的线圈13的表面形成的绝缘被膜各自的应力集中,抑制在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤。作为其结果,根据磁芯1b,能够抑制由于在线圈的表面上形成的绝缘被膜的损伤使磁芯与线圈之间的电绝缘性降低这种情况。

[0123] [其他实施方式]

[0124] 本发明所涉及的磁芯不局限于磁芯1、1a、1b,能够在其主旨的范围内变更。此外,也可以将磁芯1、1a、1b的构造任意组合。

[0125] 另外,旋转电气机械具有通过电气使转子旋转这种构造或者通过转子旋转而产生电气这种构造即可。在这种情况下,旋转电气机械具备磁芯1、1a、1b中至少任一者即可,也可以是有刷的。

[0126] 另外,也可以是,在第1方向DIR1上观察时,铁芯背部2的第1主面S1和第2主面S2各自不具有矩形状。

- [0127] 另外,也可以是,在磁芯1中,齿主体部31不具有第2凸角A2和第2非接触面NCS2。
- [0128] 另外,也可以是,在磁芯1中,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1和第2接触面CS2各自不具有半椭圆状。
- [0129] 另外,也可以是,第2方向DIR2不与第1方向DIR1正交。此外,也可以是,第2方向DIR2不是当在无刷马达100中组装了磁芯1时沿着无刷马达100的旋转轴线的方向。
- [0130] 另外,也可以是,在磁芯1中,第1非接触面NCS1不是朝向第3方向DIR3的平面。因此,第1非接触面NCS1也可以是朝向与第3方向DIR3不同的方向的平面,也可以是曲面。
- [0131] 另外,也可以是,第3方向DIR3不是第2方向DIR2的反方向。
- [0132] 另外,也可以是,在磁芯1中,在第1方向DIR1上观察时,第1凸角A1不是第1接触面CS1与第1非接触面NCS1的在第1凸角A1处的切线所成的角。
- [0133] 另外,也可以是,第1凸角A1、第2凸角A2、第3凸角A3和第4凸角A4各自不是90度。
- [0134] 另外,也可以是,在磁芯1中,第2接触面CS2的半径RCS2与第1接触面CS1的半径RCS1不同。
- [0135] 另外,也可以是,在磁芯1中,第2非接触面NCS2不是朝向第2方向DIR2的平面。因此,第2非接触面NCS2也可以是朝向与第2方向DIR2不同的方向的平面,也可以是曲面。
- [0136] 另外,也可以是,在磁芯1中,在第1方向DIR1上观察时,第2凸角A2不是第2接触面CS2与第2非接触面NCS2的在第2凸角A2处的切线所成的角。
- [0137] 另外,也可以是,在第1方向DIR1上观察时,齿主体部31不具有点对称的形状。
- [0138] 另外,也可以是,在第1方向DIR1上观察时,齿末端部32的第3主面S3和第4主面S4各自不具有矩形状。
- [0139] 另外,也可以是,在第1方向DIR1上观察到的铁芯背部2的外缘02不包围在第1方向DIR1上观察到的齿主体部31的外缘031。此外,也可以是,在第1方向DIR1上观察到的齿末端部32的外缘032不包围在第1方向DIR1上观察到的齿主体部31的外缘031。
- [0140] 另外,无刷马达100也可以为外转子型。
- [0141] 另外,无刷马达100不局限于单轴型。无刷马达100例如也可以为两轴型。
- [0142] 另外,第1轴承11a和第2轴承11b各自不局限于球轴承。
- [0143] 另外,第1壳体12a和第2壳体12b各自的材料为刚性高的材料即可。
- [0144] 另外,带线圈的磁芯14的数量不局限于9个。
- [0145] 另外,也可以是,在磁芯1a中,齿主体部31不具有第3凸角A3、第4凸角A4、第4接触面CS4、第3非接触面NCS3和第4非接触面NCS4。
- [0146] 另外,也可以是,在磁芯1a中,在第1方向DIR1上观察时,第1接触面CS1和第3接触面CS3各自不具有半椭圆状。
- [0147] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第3接触面CS3的半径RCS3与第1接触面CS1的半径RCS1不同。
- [0148] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第2接触面CS2不是朝向第4方向DIR4反方向的平面。因此,第2接触面CS2也可以是朝向与第4方向DIR4的反方向不同的方向的平面,也可以是曲面。
- [0149] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第1非接触面NCS1不是朝向第2方向DIR2的平面。因此,第1非接触面NCS1也可以是朝向与第2方向DIR2不同的方向的平面,也可以是曲面。

[0150] 另外,也可以是,在磁芯1a中,在第1方向DIR1上观察时,第1凸角A1不是第1非接触面NCS1与第2接触面CS2所成的角。

[0151] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第2非接触面NCS2不是朝向第3方向DIR3的平面。因此,第2非接触面NCS2也可以是朝向与第3方向DIR3不同的方向的平面,也可以是曲面。

[0152] 另外,也可以是,在磁芯1a中,在第1方向DIR1上观察时,第2凸角A2不是第2接触面CS2与第2非接触面NCS2所成的角。

[0153] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第4接触面CS4不是朝向第4方向DIR4的平面。因此,第4接触面CS4也可以是朝向与第4方向DIR4不同的方向的平面,也可以是曲面。

[0154] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第3非接触面NCS3不是朝向第3方向DIR3的平面。因此,第3非接触面NCS3也可以是朝向与第3方向DIR3不同的方向的平面,也可以是曲面。

[0155] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第3非接触面NCS3的在第2方向DIR2上的位置与第2非接触面NCS2的在第2方向DIR2上的位置不同。

[0156] 另外,也可以是,在磁芯1a中,在第1方向DIR1上观察时,第3凸角A3不是第3非接触面NCS3与第4接触面CS4所成的角。

[0157] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第4非接触面NCS4不是朝向第2方向DIR2的平面。因此,第4非接触面NCS4也可以是朝向与第2方向DIR2不同的方向的平面,也可以是曲面。

[0158] 另外,也可以是,在磁芯1a中,第4非接触面NCS4的在第2方向DIR2上的位置与第1非接触面NCS1的在第2方向DIR2上的位置不同。

[0159] 另外,也可以是,在磁芯1a中,在第1方向DIR1上观察时,第4凸角A4不是第4接触面CS4与第4非接触面NCS4所成的角。

[0160] 另外,也可以是,在磁芯1a中,线圈13的在第2凸角A2与第3接触面CS3之间处的弯曲角度 θ_2 没有小于线圈13的在第1凸角A1处的弯曲角度 θ_1 。

[0161] 另外,也可以是,在磁芯1b中,第1凸角A1、第2凸角A2、第3凸角A3或第4凸角A4被实施倒角加工。即,也可以是,第1缺口面NS1、第2缺口面NS2、第3缺口面NS3和第4缺口面NS4各自为曲面。

[0162] 另外,也可以是,在磁芯1b中,齿主体部31不具有第3缺口面NS3和第4缺口面NS4。即,也可以是,第4接触面CS4没有经由缺口面而与第3非接触面NCS3和第4非接触面NCS4各自连接。

[0163] 本发明具有以下的结构。

[0164] (1) 一种磁芯,是用于旋转电气机械中的磁芯,具备齿部,上述齿部具有在第1方向上延伸的形状,上述齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,上述被卷绕部具有:第1凸角,其在卷绕上述线圈的过程中供该线圈经过;第1接触面,其是供上述线圈在经过上述第1凸角之前接触的第1接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;第1非接触面,其是上述线圈不接触的第1非接触面,且在第1非接触面中与上述第1接触面之间的边界处为上述第1凸角;以及第2接触面,其是供上述线圈在经过上述第1凸角之后接触的第2接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向与上述第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状。

[0165] (2) 在(1)所述的磁芯中,上述被卷绕部还具有:第2凸角,其是与上述第1凸角不同的凸角,且供上述线圈在经过上述第2接触面之后经过;以及第2非接触面,其是上述线圈不

接触的第2非接触面,且该第2非接触面中与上述第2接触面之间的边界处为上述第2凸角,上述线圈在经过上述第2凸角之后再次与上述第1接触面接触。

[0166] (3) 在(1)或(2)所述的磁芯中,在上述第1方向上观察时,上述第1接触面和上述第2接触面各自具有半椭圆状。

[0167] (4) 在(3)所述的磁芯中,上述第1接触面的半径与上述第2接触面的半径相互相等。

[0168] (5) 在(1)~(4)中任一项所述的磁芯中,在上述第1方向上观察时,上述被卷绕部具有点对称的形状。

[0169] (6) 一种磁芯,是用在旋转电气机械中的磁芯,具备齿部,上述齿部具有在第1方向上延伸的形状,上述齿部包括卷绕有线圈的被卷绕部,上述被卷绕部具有:第1凸角,其在卷绕上述线圈的过程中供该线圈经过;第1接触面,其是供上述线圈在经过上述第1凸角之前接触的第1接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向第2方向突出地弯曲的形状;第2接触面,其供上述线圈在经过上述第1凸角之后接触;第1非接触面,其是设置于上述第1接触面与上述第2接触面之间且上述线圈不接触的第1非接触面,且该第1非接触面中与上述第2接触面之间的边界处为上述第1凸角;第2凸角,其是与上述第1凸角不同的凸角,且供上述线圈在经过上述第2接触面之后经过;以及第3接触面,其是供上述线圈在经过上述第2凸角之后接触的第3接触面,且在上述第1方向上观察时,具有向与上述第2方向不同的第3方向突出地弯曲的形状;以及第2非接触面,其是与上述第1非接触面不同的非接触面,且是设置于上述第2接触面与上述第3接触面之间且上述线圈不接触的第2非接触面,且该第2非接触面中与上述第2接触面之间的边界处为上述第2凸角。

[0170] (7) 在(6)所述的磁芯中,上述被卷绕部还具有:第3凸角,其是与上述第1凸角和上述第2凸角各自不同的凸角,且供上述线圈在经过上述第3接触面之后经过;第4接触面,其供上述线圈在经过上述第3凸角之后接触;第3非接触面,其是设置于上述第3接触面与上述第4接触面之间且上述线圈不接触的第3非接触面,且在上述第3非接触面中与上述第4接触面之间的边界处为上述第3凸角;第4凸角,其是与上述第1凸角、上述第2凸角和上述第3凸角各自不同的凸角,且供上述线圈在经过上述第4接触面之后经过;以及第4非接触面,其是与上述第3非接触面不同的非接触面,且是设置于上述第4接触面与上述第1接触面之间且上述线圈不接触的第4非接触面,且该第4非接触面中与上述第4接触面之间的边界处为上述第4凸角,上述线圈在经过上述第4凸角之后再次与上述第1接触面接触。

[0171] (8) 在(6)或(7)所述的磁芯中,在上述第1方向上观察时,上述第1接触面和上述第3接触面各自具有半椭圆状。

[0172] (9) 在(8)所述的磁芯中,上述第1接触面的半径与上述第3接触面的半径相互相等。

[0173] (10) 在(6)~(9)中任一项所述的磁芯中,在上述第1方向上观察时,上述被卷绕部具有点对称的形状。

[0174] (11) 在(6)~(10)中任一项所述的磁芯中,上述第2接触面经由缺口面而与上述第1非接触面和上述第2非接触面各自连接。

[0175] (12) 在(7)所述的磁芯中,上述第4接触面经由缺口面而与上述第3非接触面和上述第4非接触面各自连接。

- [0176] (13) 在 (1) ~ (12) 中任一项所述的磁芯中,上述齿部是由软磁性粉形成的成形体。
- [0177] (14) 一种带线圈的磁芯,具备 (1) ~ (13) 中任一项所述的磁芯和上述线圈。
- [0178] (15) 一种旋转电气机械,具备 (1) ~ (13) 中任一项所述的磁芯。
- [0179] (16) 一种无刷马达,具备 (1) ~ (13) 中任一项所述的磁芯。
- [0180] 附图标记说明
- [0181] 1、1a、1b...磁芯;2...铁芯背部;3...齿部;10...定子组件;11...轴承;11a...第1轴承;11b...第2轴承;12...壳体;12a...第1壳体;12b...第2壳体;13...线圈;14...带线圈的磁芯;20...转子;21...轴体;22...转子构件;23...软磁性体;24...硬磁性体;31...齿主体部;32...齿末端部;100...无刷马达;A1...第1凸角;A2...第2凸角;A3...第3凸角;A4...第4凸角;CA31...中心轴线;CS1...第1接触面;CS2...第2接触面;CS3...第3接触面;CS4...第4接触面;DIR1...第1方向;DIR2...第2方向;DIR3...第3方向;DIR4...第4方向;NCS1...第1非接触面;NCS2...第2非接触面;NCS3...第3非接触面;NCS4...第4非接触面;NS1...第1缺口面;NS2...第2缺口面;NS3...第3缺口面;NS4...第4缺口面;02、031、032...外缘;OCS1、OCS2、OCS3...中心;OP...开口;RCS1、RCS2、RCS3...半径;S1...第1主面;S2...第2主面;S3...第3主面;S4...第4主面; $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$...弯曲角度。

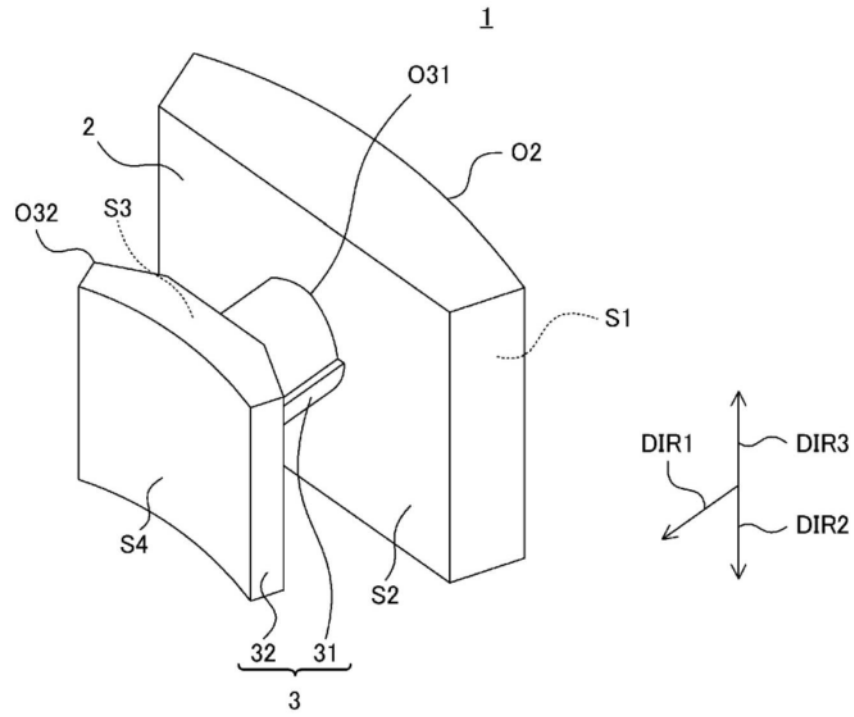


图1

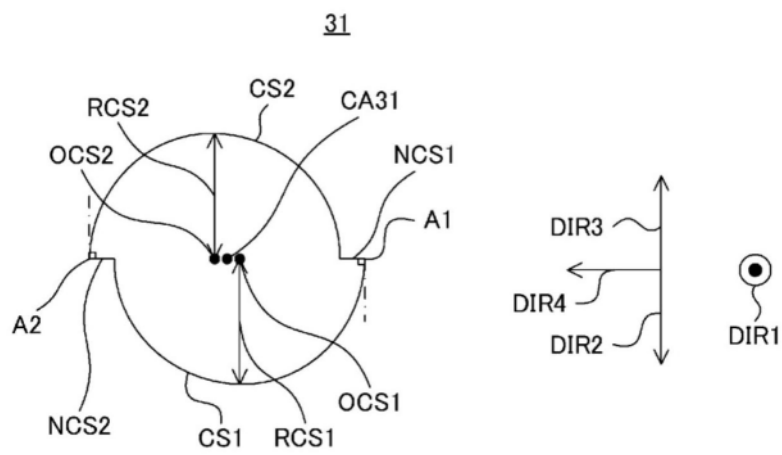


图2

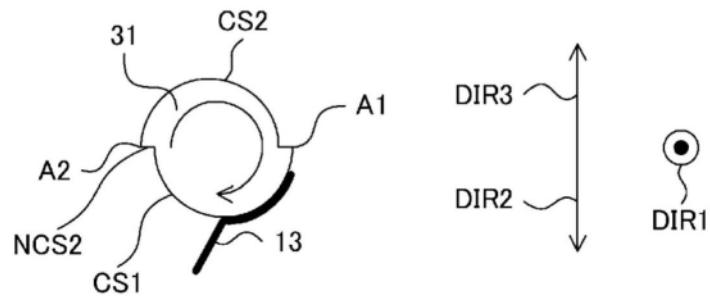


图3

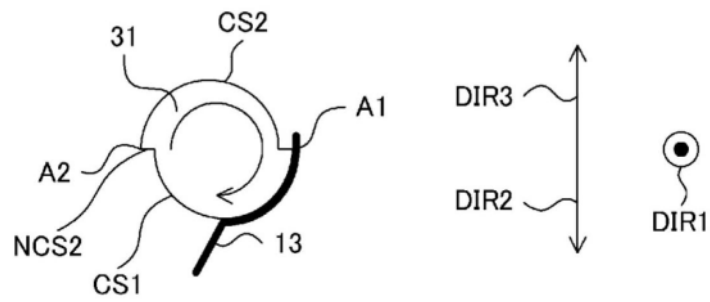


图4

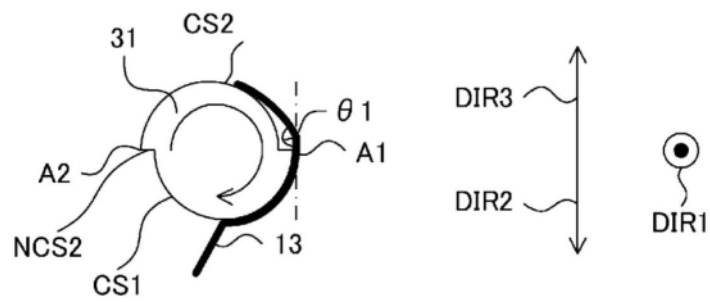


图5

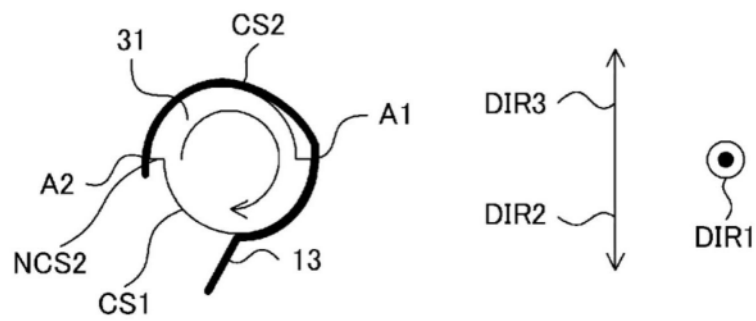


图6

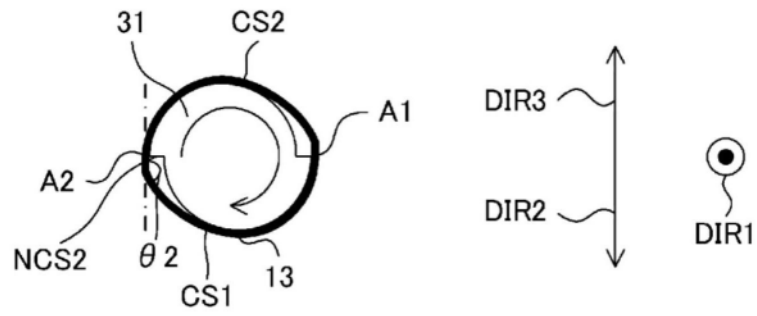


图7

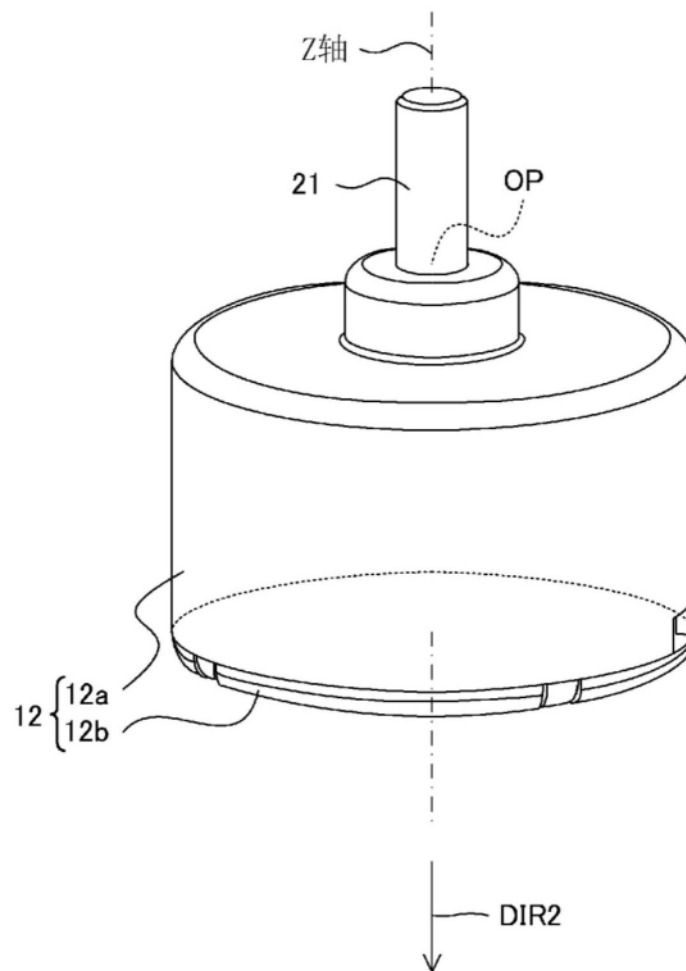
100

图8

100

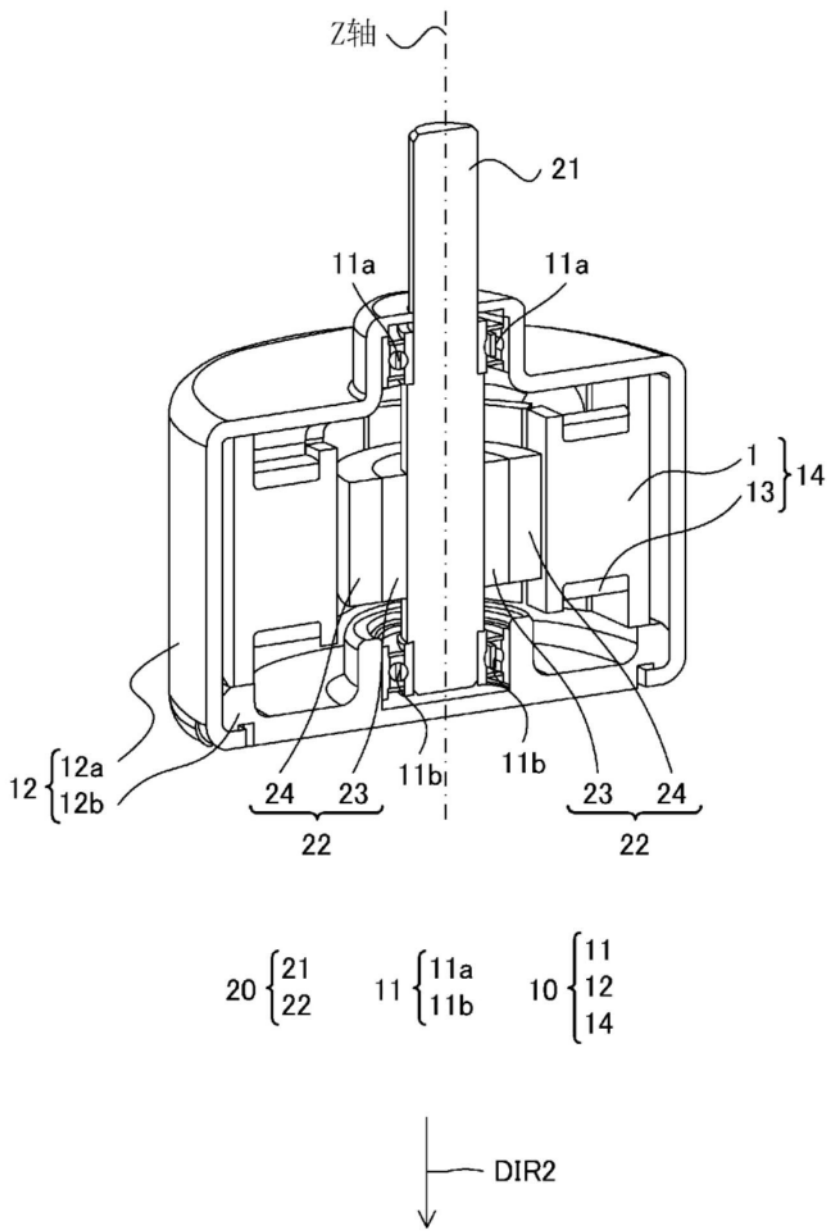


图9

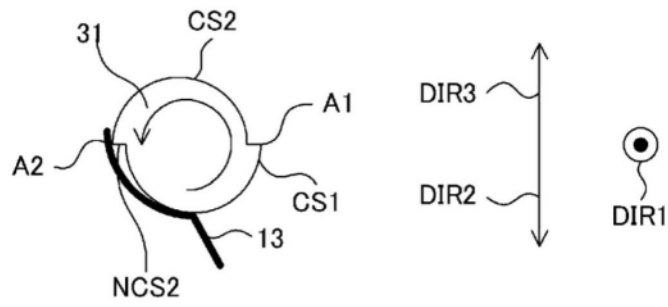


图10

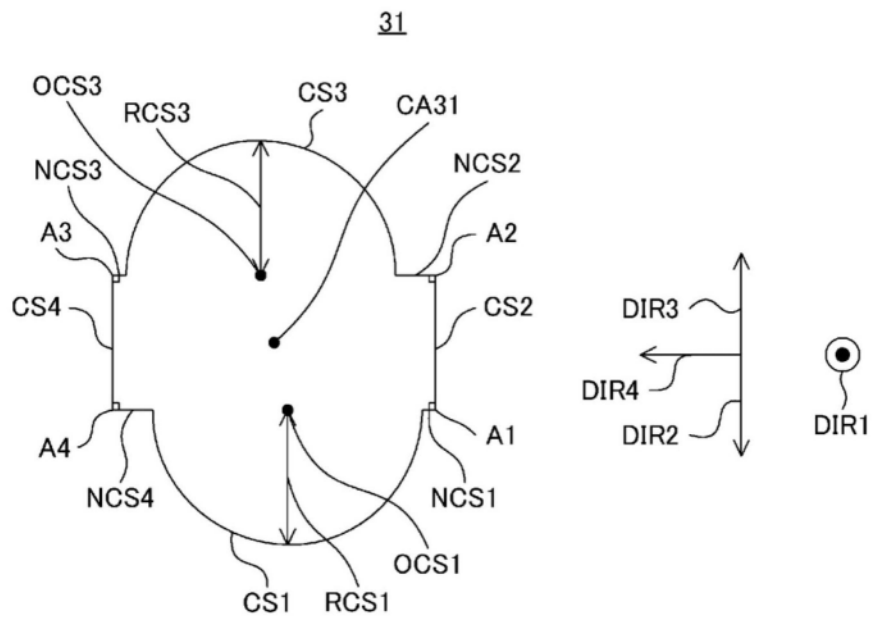


图11

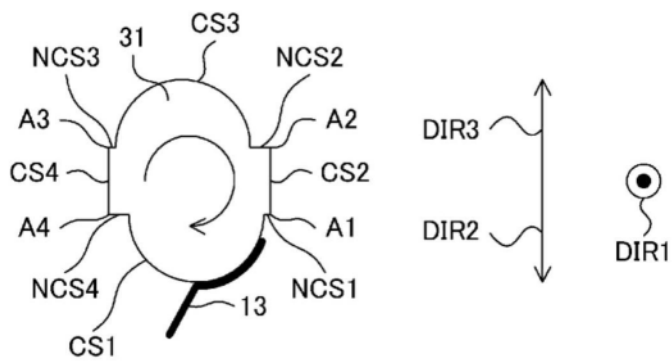


图12

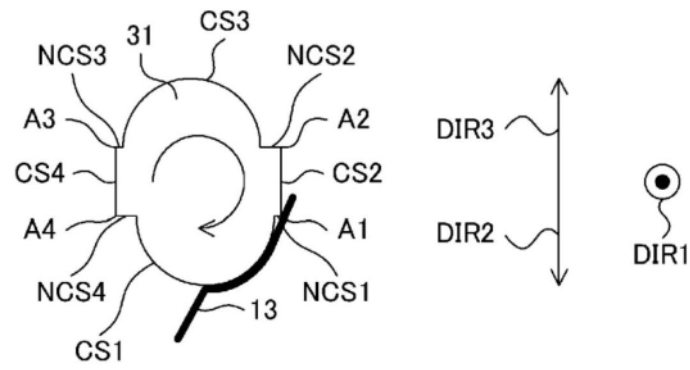


图13

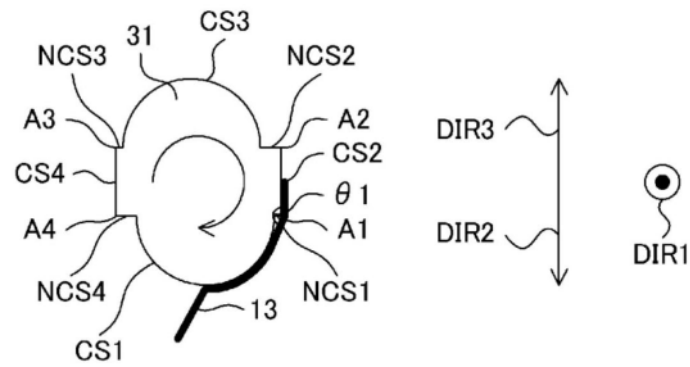


图14

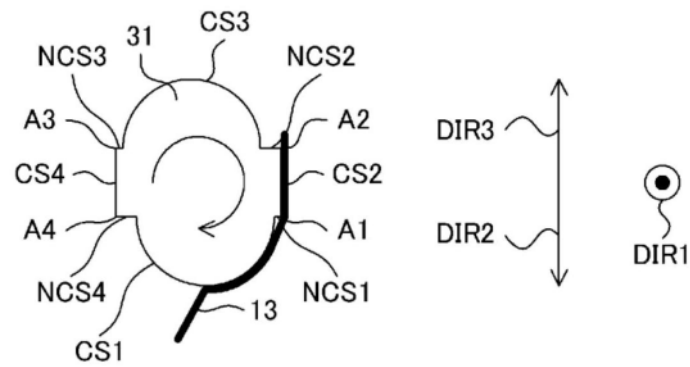


图15

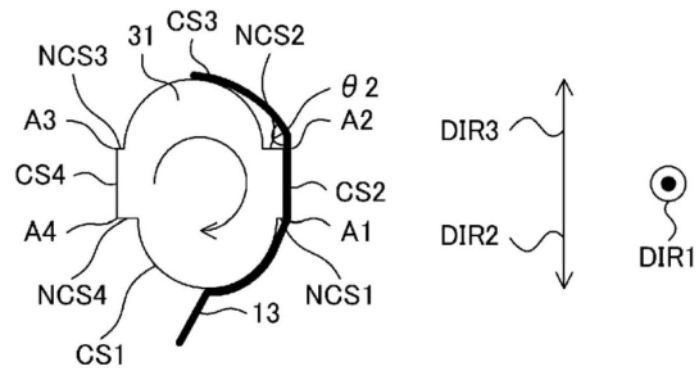


图16

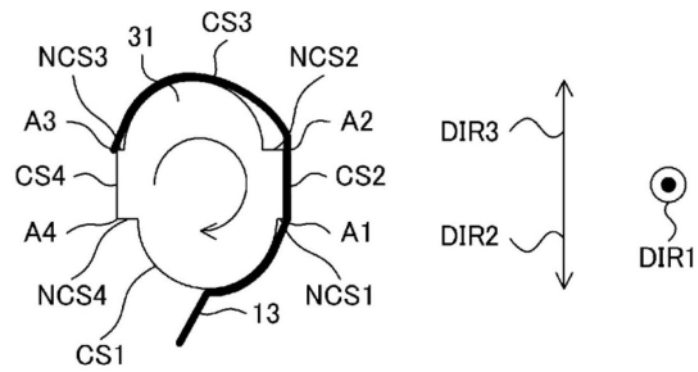


图17

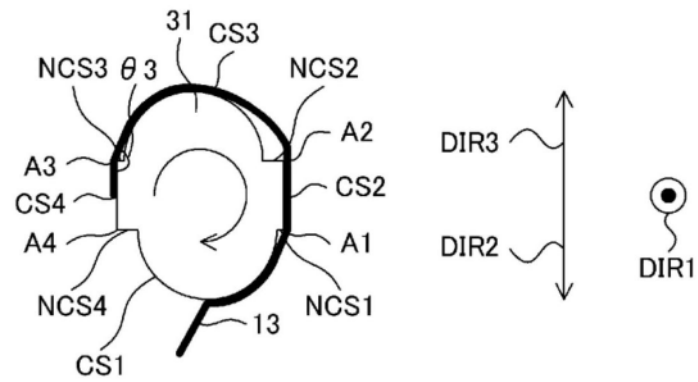


图18

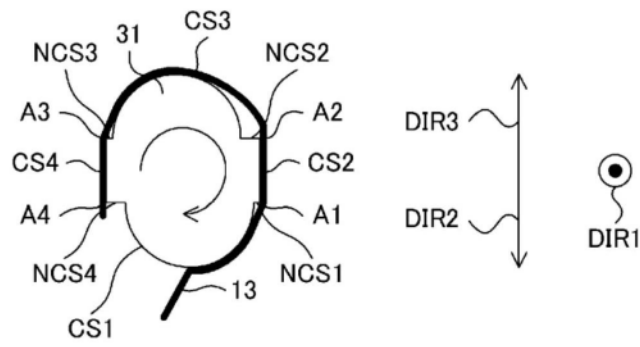


图19

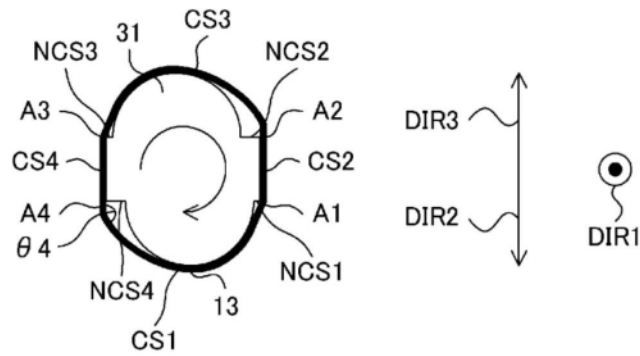


图20

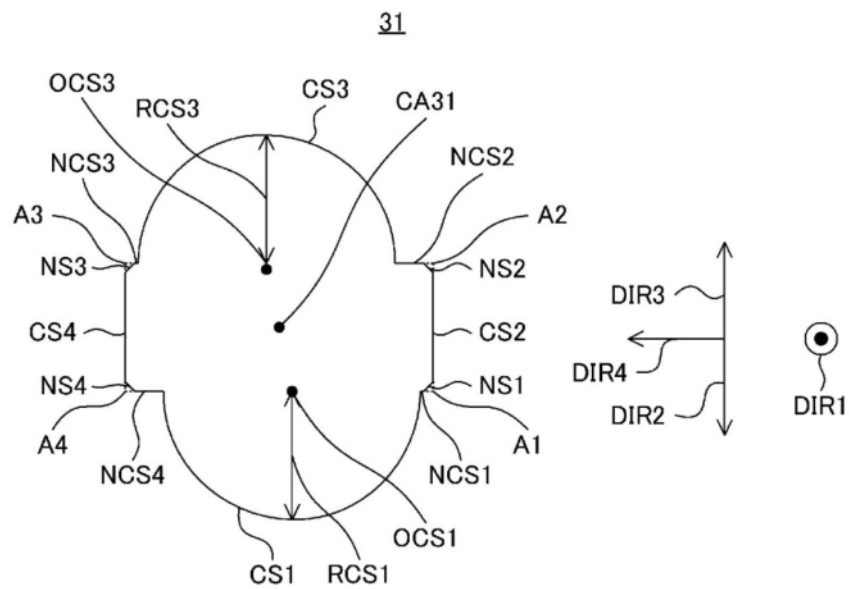


图21