



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117581450 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280045828.1

(22) 申请日 2022.04.27

(30) 优先权数据

21170784.9 2021.04.27 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/061234 2022.04.27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/229272 DE 2022.11.03

(71) 申请人 瓦奥尼克技术有限责任公司

地址 德国柏林

(72) 发明人 Y·多米尼克 J·伯塞尔曼

G·弗朗兹

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

专利代理师 谢强

(51) Int.Cl.

H02K 1/04 (2006.01)

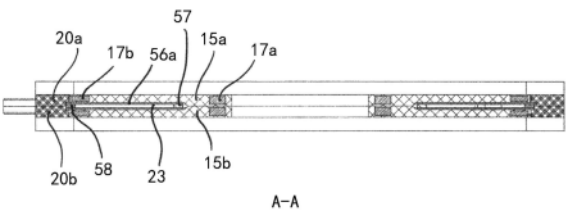
权利要求书3页 说明书29页 附图16页

(54) 发明名称

用于电机的线圈模块

(57) 摘要

本发明涉及一种用于电机的线圈模块,该线圈模块具有第一线圈盘,该第一线圈盘具有由电绝缘材料制成的第一线圈架、至少一个嵌入第一线圈架中由导电材料制成的绕组和第一陶瓷边界。该线圈模块还具有第二线圈盘,该第二线圈盘具有由电绝缘材料制成的第二线圈架、至少一个嵌入第二线圈架中由导电材料制成的绕组和第二陶瓷边界。第一线圈盘和第二线圈盘被构造并彼此附接为,在第一线圈盘和第二线圈盘之间形成基本环形的冷却通道用于冷却剂。第一陶瓷边界和第二陶瓷边界各自至少部分地形成基本环形的冷却通道的内壁。



1. 一种用于电机的线圈模块(18), 具有:

第一线圈盘(6, 6a), 具有由电绝缘材料制成的第一线圈架(15, 15a)、至少一个嵌入所述第一线圈架(15, 15a)中由导电材料制成的绕组(13)、和第一陶瓷边界(56, 56a);

第二线圈盘(6, 6b), 具有由电绝缘材料制成的第二线圈架(15, 15b)、至少一个嵌入所述第二线圈架(15, 15b)中由导电材料制成的绕组(13)、和第二陶瓷边界(56, 56b);

其中, 所述第一线圈盘(6, 6a)和所述第二线圈盘(6, 6b)被构造并彼此附接为, 在所述第一线圈盘(6, 6a)和所述第二线圈盘(6, 6b)之间形成基本环形的冷却通道(23)用于冷却剂; 并且

其中, 所述第一陶瓷边界(56, 56a)和所述第二陶瓷边界(56, 56b)各自至少部分地形成所述基本环形的冷却通道(23)的内壁。

2. 根据权利要求1所述的线圈模块(18), 其中, 所述第一陶瓷边界(56, 56a)和/或所述第二陶瓷边界(56, 56b)具有铝基和/或硅基陶瓷, 优选地具有由氧化铝、氮化铝、碳化硅和氮化硅组成的群组中的材料。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18), 其中, 所述第一陶瓷边界(56, 56a)在所述基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成所述基本环形的冷却通道(23)的内壁; 和/或

其中, 所述第二陶瓷边界(56, 56b)在所述基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成所述基本环形的冷却通道(23)的内壁。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18), 其中, 所述第一陶瓷边界(56, 56a)具有布置在所述第一线圈架(15, 15a)上的第一陶瓷盘, 和/或所述第二陶瓷边界(56, 56b)具有布置在所述第二线圈架(15, 15b)上的第二陶瓷盘;

其中, 所述第一陶瓷盘(56, 56a)和/或所述第二陶瓷盘(56, 56b)优选地具有在0.1mm和1mm之间的厚度, 优选地在0.2mm和0.8mm之间, 更优选地在0.35mm和0.7mm之间。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的线圈模块(18),

其中, 所述第一陶瓷边界(56, 56a)具有施加在所述第一线圈架(15, 15a)上的第一陶瓷涂层, 和/或所述第二陶瓷边界(56, 56b)具有施加在所述第二线圈架(15, 15b)上的第二陶瓷涂层;

其中, 所述第一陶瓷涂层和/或所述第二陶瓷涂层优选地具有在1 μ m和100 μ m之间的厚度, 优选地在1 μ m和50 μ m之间, 更优选在1 μ m和30 μ m之间。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18), 其中, 所述第一线圈架(15, 15a)和/或所述第二线圈架(15, 15b)具有基本环形的凹部(22); 并且

其中, 所述第一陶瓷边界(56, 56a)和/或所述第二陶瓷边界(56, 56b)以基本环形的陶瓷盘的形式被提供, 所述陶瓷盘布置在所述第一线圈架或所述第二线圈架上在所述基本环形的凹部(22)中。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18), 还具有:

至少一个连接元件(63, 64), 所述连接元件布置在基本环形的冷却通道(23)中, 并且与所述第一陶瓷边界(56, 56a)和所述第二陶瓷边界(56, 56b)连接、优选整体地构成;

其中, 所述至少一个连接元件(63, 64)优选地

- 具有铝基和/或硅基陶瓷, 优选地具有由氧化铝、氮化铝、碳化硅和氮化硅组成的群

组中的材料;和/或

• 其中,所述至少一个连接元件(63,64)优选地与所述第一陶瓷边界和/或所述第二陶瓷边界粘接在一起或整体地构成;和/或

• 具有优选垂直于所述第一线圈盘(6,6a)和/或所述第二线圈盘(6,6b)布置的支柱;和/或

• 具有平行于所述第一线圈盘(6,6a)和/或所述第二线圈盘(6,6b)延伸的肋。

8.根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18),还具有径向内部陶瓷边界(57)和径向外部陶瓷边界;

其中,所述径向内部陶瓷边界(57)优选地被构造为衣领状和/或卡圈状,并且沿径向方向看是布置在内部邻近所述第一陶瓷边界(56,56a)和所述第二陶瓷边界(56,56b);以及

其中,所述径向外部陶瓷边界(58)优选地为被构造为衣领状和/或卡圈状,并且沿径向方向看是布置在外部邻近所述第一陶瓷边界(56,56a)和所述第二陶瓷边界(56,56b)。

9.根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18),其中,所述第一线圈盘(6,6a)和/或所述第二线圈盘(6,6b)具有流入开口(43,54),以便将冷却剂输送到所述基本环形的冷却通道(23)中;和/或

其中,所述第一线圈盘(6,6a)和/或所述第二线圈盘(5,6b)具有流出开口(45,55),以便将冷却剂从所述基本环形的冷却通道(23)向外输送。

10.根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块(18),其中,在所述第一线圈架(15,15a)中嵌入多个由导电材料制成的单个绕组(13),所述绕组分别围绕所述第一线圈架(15,15a)的中心(14)周向地嵌入所述第一线圈架(15,15a)中,

其中,在所述第二线圈架(15,15b)中嵌入多个由导电材料制成的单个绕组(13),所述绕组分别围绕所述第二线圈架(15,15b)的中心(14)周向地嵌入所述第二线圈架(15,15b)中,

其中,每个所述绕组(13)具有两个从所述中心(14)开始径向延伸的有源区域(16)和两个在其径向外边缘和内边缘上切向延伸的无源区域(17b),以及

其中,在所述线圈盘(6,6a,6b)的俯视图中,不同绕组(13)的有源区域(16)不相互覆盖,但是所述绕组(13)的每个无源区域(17a,17b)各自部分地覆盖两个紧邻的绕组(13)的相应的无源区域(17a,17b),其中各个所述绕组(13)在横截面中沿轴向方向的厚度在所述有源区域(16)中大于在所述无源区域(17a,17b)中。

11.根据权利要求10所述的线圈模块(18),其中,所述第一线圈盘(6,6a)和所述第二线圈盘(6,6b)的多个单个绕组(13)的相邻的有源区域(16)沿切线方向彼此间隔开,使得在所述相邻的有源区域之间布置有间隙,以及

其中,所述第一陶瓷边界(56,56a)和所述第二陶瓷边界(56,56b)各自具有突出部(65),所述突出部伸入布置在所述相邻的有源区域之间的间隙中。

12.根据权利要求10或11所述的线圈模块(18),其中,所述冷却通道(23)至少布置在径向延伸的所述有源区域(16)的范围内,并且优选地还布置在径向外部的所述无源区域(17b)的范围内。

13.根据权利要求10至12中任一项所述的线圈模块(18),其中,所述绕组由细绞合线形成,所述细绞合线由多根彼此电绝缘的金属线形成,所述金属线具有小于等于0.1mm的线直

径。

14. 一种电机, 具有轴承 (1, 3) 和在所述轴承 (1, 3) 中被引导的轴 (2), 其中, 沿着所述轴 (2) 同心地布置至少一个具有多个永磁体 (5) 的磁性模块 (4) 和至少一个根据前述权利要求中任一项所述的线圈模块 (18)。

15. 一种车辆 (150) 或工具机 (154), 具有根据权利要求14所述的电机。

用于电机的线圈模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电机的线圈模块、一种电机、一种车辆和/或一种工具机。

背景技术

[0002] 从现有技术中已知差异明显的各种类型的电机。专利文献DE102017204072A1公开了一种用于电动机的曲流形式的绕组类型,其中确保了在由永磁体产生的磁场范围内的导电材料的高密度。然而,这种类型的结构的缺点在于其使用的平导线由于其电磁特性而导致效率低下。此外,多相结构的设计是困难的。

发明内容

[0003] 因此,本发明的目的是提出一种用于电机的线圈模块,利用该线圈模块克服了这些缺点,并且能够实现具有更小空间要求的紧凑结构。本发明的另一个目的是提供一种可靠、有效、节省空间和/或重量的电机冷却和/或增加电机的使用寿命。

[0004] 在本文中,电机是指将电能转换为机械功或反之亦然和设备。“电机”一词可以特别理解为电发动机或者说电动机或者说电动马达或者发电机或者说电发生器。

[0005] 上述一个、多个或全部目的根据本发明通过下文中公开的线圈模块、下文中公开的电机和/或下文中公开的车辆或工具来实现。

[0006] 一种用于电机的线圈模块,具有至少一个线圈盘。线圈盘又具有由电绝缘材料制成的线圈架和多个由通常为金属线形式的导电材料制成的单个绕组。这些绕组可以嵌入(eingebettet)、例如浇注(eingegossen)在线圈架中。这些绕组围绕至少一个线圈盘的中心周向地布置在至少一个在线圈盘上。每个绕组具有两个从中心开始径向延伸的有源区域(aktive Bereiche)和两个在其径向外缘和内缘上切向延伸的无源区域(passive Bereiche)。在至少一个线圈盘的俯视图中,不同绕组的有源区域彼此不重叠,但是绕组的每个无源区域均部分地覆盖两个紧邻绕组的相应无源区域。各个绕组的在横截面中沿轴向方向的厚度在有源区域中大于各个绕组在无源区域中的厚度。

[0007] 尽管本文中涉及到许多单个绕组,但是可以将多个单个电绕组,例如同相的单个绕组,相互连接。

[0008] 有源区域可以被理解为绕组的那些适合于对电机的转矩做出贡献和/或位于电机的至少一个相邻磁性模块的磁场中的区域。相应的,绕组的无源区域不适合于对电机的转矩做出贡献和/或不在电机的相邻磁性模块的磁场中。

[0009] 在本文中,术语“各个绕组沿轴向方向的厚度”或绕组的“在轴向方向上的厚度”应理解为沿轴向方向测得的绕组厚度。类似地,绕组的“沿切向或径向方向的宽度”应理解为在切向或径向方向上测得的绕组的宽度。这意味着,“沿轴向方向”、“沿切线方向”和“沿径向方向”的指示以及类似的指示给出了测量相应参数(例如厚度、宽度)的方向。

[0010] 通过无源区域的部分重叠,在无源区域中导电材料(优选铜)的数量通常是有源区域的两倍。为了防止线圈盘和由至少一个线圈盘形成的线圈模块沿轴向方向有增厚

(Aufdickung),在有源区域中沿轴向方向的厚度在横截面中大于在无源区域中的厚度,从而确保了紧凑的结构。电绝缘材料在此应理解为在25℃的温度下电导率小于 10^{-8}S/m 的材料。在25℃的温度下,电导率大于 10^6S/m 的任何材料都应理解为导电材料。由于径向方向在本文中是根据常规习惯从中心以直线延伸到边缘的方向,因此相应地切线方向就是指垂直于径向方向延伸的方向。在本文中,无源区域可以理解为绕组的那些非径向延伸并且将相应单个绕组的两个有源区域彼此连接的区域。但是,无源区域并非必须完全切向延伸。例如,无源区域也可以优选地具有短的径向延伸区域,其与有源区域相邻并且在该区域中例如发生横截面变化。通过改变在有源区域和无源区域之间环绕布置的绕组的横截面,可以改变磁盘之间的气隙的轴向距离,并因此提高相对的铜填充度。此外,无源区域中厚度的减少使得更容易安排绕组的三相布置。在本文中,将至少一个线圈盘沿法向量的视图视为俯视图,相应地将相对于俯视图成 90° 角的位置视为侧视图。法向量在这里应该从这样的表面开始:在该表面中,至少一个线圈盘的长度和宽度大于该至少一个线圈盘的厚度。因此,在电机中,法向量平行于旋转轴线。也被称为线圈的绕组优选是无芯的或者说无铁芯的绕组。在本文中,术语“线圈架”特别是指用于绕组或线圈的载体,其通常机械地连接绕组并优选由环氧树脂或其他耐温塑料制成。在本文中,术语“线圈盘”是指通过线圈架固定的、具有线圈或绕组的环,而术语“线圈模块”旨在表示一个完整构件,该构件具有至少一个线圈盘,但通常具有两个或更多的线圈盘。

[0011] 例如,可以将所述许多单个绕组浇注到线圈架的材料中,线圈架优选为环氧树脂,从而形成线圈盘。

[0012] 各个绕组在无源区域中的厚度与在有源区域中的厚度之比可以小于1。优选地,该比值大于或等于0.3且小于1,对于外部的无源区域特别优选正好是0.5,以便利用更大的安装空间并在考虑到线圈盘时产生等于1的与有源区域统一的相对厚度。

[0013] 各个绕组的横截面形状在从有源区域过渡到无源区域时通常会发生变化。优选地,横截面的面积保持不变并且容积效率最大,这可以例如通过挤压来实现,但是通过改变形状使更多的材料可以被磁力线流过(durchflossen)并因此更有效地设计驱动力。通过改变形状,在磁距保持不变的情况下在电机中就有可用于导电材料的结构空间可供使用,从而能够相应地提高功率和效率。

[0014] 可以设置:不同绕组、通常是所有绕组的全部有源区域在侧视图都布置在一个平面中和/或与该平面相交。

[0015] 该平面可以正交于线圈盘或电机的轴向方向。还应考虑的是,例如在扇出的(aufgefächerten)实施方式中,有源区域可以具有变化的厚度,使得其顶和/或底侧也许不必平行于该平面。优选地将有源区域构造为与平面相交。可以将其中一个或几个有源区域排除在外,例如在其中构造有本文中所述的连接片(Steg)。

[0016] 这意味着,不同绕组的有源区域在侧视图中可以沿线圈盘的法向量的方向全部布置在相同的高度上,使得例如没有有源区域相对于其他有源区域突出。可以将其中的一个或几个有源区域排除在外,例如在其中构造有本文中所述的连接片。

[0017] 通过上述的布置在一个平面中,实现了所有的有源区域平等地位于磁性模块的磁场中。替代于此而优选的是,将不同绕组的几乎所有、优选除一个以外的所有有源区域在侧视图中沿线圈盘的法向量的方向都布置在相同的高度上,从而例如只有少量的、优选一个

有源区域相对于其他有源区域突出。例如可以将本文中所述的连接片布置在该区域中。

[0018] 优选地,各个绕组的有源区域沿轴向方向的厚度沿向外的径向方向减小。此外,各个绕组的有源区域沿切线方向的宽度沿向外的径向方向增大。

[0019] 换言之,有源区域是向外扇出。

[0020] 通过有源区域的这种扇出(**Auffächerung**),使得能够在沿线圈盘的轴向方向厚度相同的情况下在各个绕组中安装更多的导电材料。这进而导致更高效的电机和/或电机有更高的效率。

[0021] 但是这种扇出并非必须存在于绕组的整个有源区域中。例如,与无源区域相邻的有源区域可以具有被排除在该扇出之外的各过渡部。

[0022] 优选地,有源区域沿径向方向的横截面积保持恒定。

[0023] 典型地,绕组由细的绞合线(Litze)形成,细绞合线由多根彼此电绝缘的金属线形成,其中所述彼此电绝缘的金属线具有小于等于0.1mm的线直径。通过多个配设有电绝缘涂层的绞合线,不仅可以在生产过程中确保由金属线形成的绕组的足够的柔性,而且还可以实现足够高的电导率。

[0024] 绕组的数量优选是3的整数倍,从而使绕组能够三相运行。因此,这些绕组形成总共三股不同相的线路(**Stränge**)。在这里特别优选的是,所有相的绕组的所有有源区域在侧视图中都位于一个单一平面中,而不同相的无源区域则分布在两个平面上。典型地,两相的无源区域分别在一个平面中,第三相的无源区域执行额外的平面变化。这两个平面通常彼此不同或错开,但是彼此平行。

[0025] 可以设置为,所有的绕组都被相同的构造,即,特别地具有相同的尺寸和形状。但是替代地也可以设置为,使用至少一个在形状或厚度上与其余绕组不同的绕组。

[0026] 线圈盘可以被构造为,其中一个绕组的一内部无源区域和一外部无源区域沿轴向方向的厚度不同。该内部无源区域在这里被布置为相对于线圈盘和线圈模块的中心的距离小于该外部无源区域。典型地,在这里将其中一个绕组的外部无源区域的厚度选择为,该区域的厚度与有源区域的厚度之比小于等于0.5。对于该内部无源区域可以设置为,该内部无源区域的厚度与该有源区域的厚度之比小于1。由此可以使冷却表面从有源区域扩展到该外部无源区域。

[0027] 本发明还涉及一种电机,其具有轴承和在轴承中被引导的轴,其中沿着轴同心地布置至少一个具有多个永磁体的磁性模块和至少一个本文中公开的线圈模块。

[0028] 诸如电动机或电动马达或发电机或电发生器这样的电机具有轴承和在轴承中被引导的轴。沿着轴同心的布置至少一个具有多个永磁体的磁性模块和至少一个具有前述特性的线圈模块,其中磁性模块附接在轴上,并且线圈模块连接到壳体。由于绕组的高封装密度(Packungsdichte),在电机运行时实现了特别有利的效率和功率密度。

[0029] 至少一个线圈模块可以至少在其面向磁性模块的一侧粘贴由电绝缘材料制成的薄膜,以防止液体通过并能够形成冷却通道。替代于粘接地,也可以通过其他的连接方式来施加该薄膜,例如作为材料配合连接的焊接,或者例如通过螺纹环这样的力配合连接。

[0030] 为了有效地冷却电机和特别是有源区域,至少一个线圈模块可以具有至少两个互连的线圈盘和一个由两个线圈盘之间的空腔形成的冷却通道。替代地或附加地,冷却通道

也可以由线圈盘或线圈模块和薄膜形成和限制。

[0031] 本发明还涉及一种车辆或一种工具机或者说是具有本文中所公开的电机的工具。

[0032] 本发明的一个、多个或全部的目的通过在下文中公开的线圈模块、在下文中公开的电机、和/或在下文中公开的车辆或者在下文中公开的工具机得以实现。

[0033] 由于在下文中所要描述的线圈模块包含多个已经结合上述的线圈模块公开的特征,因此上述的技术效果、优点和说明也适用于下面将要说明的相应特征。特别应当注意的是,下面所描述的线圈模块可以优选地具有上面结合线圈模块所描述的每个特征。

[0034] 线圈模块包括具有至少一个由导电材料制成的绕组的第一线圈盘和具有至少一个由导电材料制成的绕组第二线圈盘。第一线圈盘和/或第二线圈盘具有基本环形的凹部。第一线圈盘和第二线圈盘进一步被彼此附接为,在第一线圈盘与第二线圈盘之间通过该环形凹部形成用于冷却剂的基本环形的冷却通道。

[0035] 线圈模块、第一线圈盘、第二线圈盘以及第一线圈盘和第二线圈盘的绕组可以如上所述地形成。

[0036] 基本环形的凹部可以被理解为基本上围绕线圈盘的整个周向延伸的凹部。术语“基本上”意味着该凹部例如具有一个(或多个)将在下文中详细说明了的连接片,该连接片中断了该基本环形的凹部。该基本环形的凹部可以围绕线圈盘的中心延伸并且不在线圈盘的中心。线圈盘的中心在此是指被轴的或电机的旋转轴线延伸穿过的线圈盘的点。

[0037] 该基本环形的凹部的径向外边缘和/或径向内边缘在关于线圈盘的俯视图(即,正交于纵向和宽度方向的视图)中可以是圆形的。凹部的径向外边缘和径向内边缘在这里分别表示了从线圈盘的基本上平坦的表面到基本环形的凹部的过渡。然而,外边缘和/或内边缘的形状也可以差异于精确的圆形。例如,外边缘和/或内边缘可以是波纹状的。此外,外边缘和/或内边缘也可以具有多边形形状。

[0038] 凹部可以具有矩形横截面,该矩形横截面具有两个相对的侧面和一个底面。替代地,凹部也可以具有梯形横截面,在该横截面中,相对侧面的间距朝向底面逐渐减小。此外,凹部还可以具有圆弧形或弯曲的横截面。

[0039] 换言之,可以将该环形凹部理解为线圈盘中的基本环形的凹部。线圈盘在该基本环形的凹部区域中的厚度可以比该环形凹部之外的区域更低。

[0040] 线圈盘优选通过将至少一个绕组浇注到电绝缘材料(例如环氧树脂)中来制造。为此,可以将绕组嵌入模子中,然后在模子中填充电绝缘材料。随后,可以在压制过程中产生基本环形的凹部。例如,借助基本环形的模子或压模。

[0041] 该被嵌入至少一个绕组的模子可以具有突出部,该突出部保持绕组的有源区域之间的间隙畅通,使得线圈盘在绕组的有源区域所在的基本环形的区域中,在有源区域之间具有空气间隙。具有这些间隙的线圈盘可以特别是适用于电机的空气冷却,在此也优选地使用其他形式的冷却,例如借助于冷却剂(例如水-乙二醇混合物)。

[0042] 在本文所述的扇出有源区域的情况下,可以优选地取消模子中的突出部,使得有源区域之间的间距可以非常小,并且在浇注之后在有源区域之间没有间隙。

[0043] 然而,该基本环形的凹部也可以通过其它方法产生。例如,可以由被插入电绝缘材料的模子本身来限定该凹部,从而不再需要后续的压制过程。该基本环形的凹部还可以例如通过铣削制成。

[0044] 可以在第一和/或第二线圈盘的其中一个中设置这种基本环形的凹部。优选地,可以在第一线圈盘和第二线圈盘中分别设置基本环形的凹部。

[0045] 如前所述,盘在本文中被理解为这样的物体:其长度和宽度或者说其直径显著地大于其厚度,例如大10倍。盘的侧面是指平行于由长度和宽度扩展而成的平面、即正交于电机轴向方向的物体侧面。基本环形的凹部设置在线圈盘的一侧。然而,线圈盘也可以在两个侧面上分别具有基本环形的凹部。

[0046] 第一和第二线圈盘可以彼此附接为,第一线圈盘的两个侧面之一贴靠在第二线圈盘两个侧面之一上,其中不排除在它们之间设置密封层。例如,可以将第一线圈盘和第二线圈盘彼此粘接在一起,其中粘接剂可以同时例如相对于周围环境密封冷却剂通道。

[0047] 在下文中,将第一和第二线圈盘的贴靠在另一个线圈盘上的侧面各自称为内侧。相应地,将第一和第二线圈盘的向外指向并且不贴靠另一个线圈盘的侧面称为外侧。因此可以这样理解:所述基本环形的凹部是被设置在第一线圈盘的内侧上和/或第二线圈盘的内侧上。

[0048] 如果第一线圈盘和第二线圈盘各自具有凹部,则第一线圈盘的凹部和第二线圈盘的凹部优选地具有相同的形状,并优选地布置为它们彼此正好对置和/或覆盖。然而,也可能的是,第一线圈盘的凹部具有与第二线圈盘的凹部不同的形状,和/或它们在线圈模块的组装状态下相对于彼此偏移。

[0049] 基本环形的冷却通道可以理解为由第一和第二线圈盘限定的空间,其一方面是由第一或第二线圈盘中的凹部的壁限定,另一方面是由第二线圈盘的内侧限定。优选地,基本环形的冷却通道由设置在第一线圈盘和第二线圈盘中的两个凹部限定。然而,该基本环形的冷却通道不必被完全限制。这意味着,该基本环形的冷却通道例如可以具有流入开口和/或流出开口,冷却剂可以通过该流入开口和/或流出开口进入冷却通道和/或从冷却通道排出。

[0050] 该冷却通道的优点在于可以使冷却剂非常接近线圈,从而可以非常有效地冷却电机。同时,这种冷却结构不需要任何额外的部件来输送冷却剂,因此这种冷却结构节省了空间和重量。此外,这种冷却结构也非常鲁棒并且不易发生故障。

[0051] 冷却剂优选为水基冷却剂,进一步优选是水-乙二醇混合物。变压器油也可以用作冷却剂。然而,本文中描述的线圈模块也可以是空气冷却的。

[0052] 优选地,第一线圈盘和/或第二线圈盘在凹部的区域中具有流入开口,用以将冷却剂输送到基本环形的冷却通道中。替代地或附加地,第一线圈盘和/或第二线圈盘在凹部的区域中具有流出开口,用以将冷却剂从基本环形的冷却通道向外输送。

[0053] 流入开口和/或流出开口可以例如设置在凹部的径向外侧表面中。优选地,将流入开口设置在第一线圈盘的凹部的侧表面中,并将流出开口设置在第二凹部的侧表面中,或者相反。可以在第一线圈盘中从流入开口开始延伸一流入通道,并且在第二线圈盘中从流出开口开始延伸一流出通道。流入通道和流出通道可以分别从流入开口或流出开口径向向外延伸。流入通道可以被构造为第一线圈盘中的凹部,流出通道可以被构造为第二线圈盘中的凹部。在第一和第二线圈盘中,可以在与流入开口相对的流入通道端部上设置流入孔和/或流入通孔,用以将冷却剂输送到流入通道中。在第一和第二线圈盘中,可以在与流出开口相对的流出通道端部上设置线圈盘中的流出孔和/或流出通孔,用以将冷却剂输

送出流出通道。

[0054] 流入通道和/或流出通道优选地延伸到绕组的一外部无源区域中,该外部无源区域不覆盖或仅部分覆盖紧邻的绕组的外部无源区域。通过这种方式,流入通道和/或流出通道被布置在绕组的厚度尽可能低的区域中。这允许实现节省空间的布置。

[0055] 替代地,流入开口和流出开口以及流入通道和流出通道可以仅设置在两个线圈盘的一个中,或者可以设置在两个线圈盘的每一个中。

[0056] 如果电机具有多个线圈模块,这些线圈模块通过线圈间隔件彼此连接,则线圈间隔件也可以具有流入孔和流出孔。在组装状态下,不同线圈模块的和布置在其间的线圈间隔件的流入孔重叠。同样地,在组装状态下,不同线圈模块的和布置在其间的线圈间隔件的流出孔重叠。换言之,所有的流入孔和流出孔可以各自对齐。

[0057] 在此,例如在沿轴向方向看位于电机一端部上的线圈盘或线圈间隔件中可以去掉流入孔和流出孔。在位于电机另一端部上的线圈盘或线圈间隔件中,冷却剂可以被引导通过流入孔和流出孔进入各个线圈模块中。通过这种方式,不同的线圈模块可以关于冷却剂流是彼此并联连接的。

[0058] 在流入开口和线圈盘中心之间的第一连接线与在流出开口和线圈盘中心之间的第二连接线可以在线圈盘的俯视图中围成优选小于 30° 的角度,进一步优选小于 20° 、更进一步优选小于 10° 。特别优选地,将这些开口布置得尽可能彼此靠近,使得相应的角度尽可能小。这样可以确保冷却剂尽可能完全围绕线圈盘的中心流动,以确保所有线圈的冷却。

[0059] 优选地,第一线圈盘和/或第二线圈盘在凹部中在流入开口和流出开口之间具有连接片,该连接片被构造为,使得基本环形的冷却通道在流入开口与流出开口之间具有分隔壁。在此应理解的是,连接片是布置在凹部中在流入开口和流出开口的最短连接之间,以迫使冷却剂几乎围绕线圈盘的整个周向流动。

[0060] 连接片可以理解为凹部的中断。换言之可以理解为,连接片从凹部的径向内边缘延伸到凹部的径向外边缘。连接片可以例如从凹部的内边缘径向延伸到凹部的外边缘。替代地,连接片可以相对于径向方向形成一角度。连接片在此可以具有上侧,该上侧位于凹部的底表面上方,优选地与线圈盘的其余的内侧在同一平面内。在此,连接片优选地被构造为尽可能得窄,使其还是冷却剂的有效阻挡物。

[0061] 优选地,流入开口与线圈盘中心之间的第一连接线和流出开口与线圈盘中心之间的第二连接线也围成小于 30° 的角度。由于流入开口和流出开口之间的连接片,冷却剂不能选取流入开口和流出开口间的“短路径”并被迫流到冷却通道的剩余的明显更大的圆弧部分。

[0062] 连接片在冷却通道中形成对冷却剂的屏障。因此,通过该连接片确保冷却剂流过第一和第二线圈盘的所有相关区域,并因此冷却第一和第二线圈盘的所有相关区域。

[0063] 优选地,第一和第二线圈盘各自具有凹部和连接片。在线圈模块的组装状态下,第一线圈盘的连接片和第二线圈盘的连接片彼此叠置,在此并不排除在它们之间布置粘接剂层和/或密封层,其中粘接剂可以同时体现密封。

[0064] 优选地,第一线圈盘和第二线圈盘分别具有:至少一个由电绝缘材料制成的线圈架和多个由导电材料制成的单个绕组,这些绕组围绕至少一个线圈盘的中心周向地布置在该至少一个线圈盘上。在此,每个绕组具有两个从中心开始径向延伸的有源区域和两个在

其径向外缘和内缘上切向延伸的无源区域。此外,在线圈盘的俯视图中,不同绕组的有源区域彼此不重叠,但是其中一个绕组的每个无源区域分别部分地覆盖两个紧邻绕组的相应无源区域。此外,各个绕组在横截面中在有源区域中沿轴向方向具有比在无源区域中更大的厚度。

[0065] 这些特征的更多技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0066] 优选地,将凹部/多个凹部至少布置在径向延伸的有源区域中,优选也布置在径向外部无源区域中。

[0067] 由于其中一个绕组的无源区域是与紧邻绕组的相应无源区域分别部分地重叠,并且不同绕组的有源区域彼此不重叠,因此在第一和/或第二线圈盘的有源区域中可以存在用于凹部的空间。由于该空间被用于冷却,因此借助凹部/多个凹部提供冷却通道不会导致更大的空间消耗。同时,在前面已经说明的这种类型的绕组提供了可以在小空间中安装大量导电材料的优点。

[0068] 然而,凹部/多个凹部也可以至少部分地设置在无源区域中,优选设置在径向外部无源区域中。例如,径向外部无源区域可以在径向方向上具有比径向内部无源区域更大的宽度,从而可能在轴向方向上形成具有更小厚度的径向外部无源区域。还可能的是,并非不同绕组的所有无源区域都覆盖紧邻绕组的无源区域。因此,例如通过这种方式,也可以在无源区域中存在用于凹部的空间。

[0069] 优选地,第一线圈盘和/或第二线圈盘的各个绕组的有源区域沿轴向方向的厚度沿径向方向向外减小。此外,第一线圈盘和/或第二线圈盘的各个绕组的有源区域沿切线方向的宽度沿径向方向向外增大。

[0070] 这种结构也被称为有源区域的“扇出”。

[0071] 在此,沿轴向方向的厚度不必沿着有源区域的整个长度向外减小,并且沿切线方向的宽度不必沿着有源区域的整个长度向外增大。但是优选地,有源区域沿着其长度的至少70%、优选至少90%扇出。

[0072] 这些特征的更多技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0073] 这种扇出的另一个优点是,可以减小一绕组的有源区域和紧邻绕组的有源区域之间的间距或者说间隙。

[0074] 由此产生的优点是:当凹部位于一个或多个绕组的有源区域中时,凹部的底表面是由线圈盘本身密封的。这意味着在一个或多个绕组的有源区域之间不存在必须被额外密封的间隙。因此,线圈盘不仅是自支撑的,而且是自密封的。

[0075] 通过这种方式,可以例如省去上述的薄膜,使得线圈模块整体沿轴向方向具有更低的厚度。通过这种方式,可以使电机中的磁性模块更靠近一个或多个绕组,这反过来又提高了电机的功率和/或效率。

[0076] 这也意味着制造线圈盘、线圈模块和/或电机所需的方法步骤更少。此外,用于成型线圈盘的模具可以被简化,因为在绕组的有源区域之间没有间隙被必须保持畅通。由此,整体而言可以降低电机的制造成本。

[0077] 优选地,绕组的有源区域到紧邻绕组的有源区域的间距为几微米。

[0078] 优选地,凹部在轴向方向上的深度沿径向方向向外增加。

[0079] 凹部在轴向方向上的深度是指沿轴向方向测得的凹部的深度,例如凹部的最低点(例如底表面)与由线圈盘的内侧所定义的平面之间的差。

[0080] 在凹部沿轴向方向的深度沿径向方向向外增加的情况下,可以理解的是,凹部的内部径向基本环形的区域的深度要低于凹部的进一步向外的基本环形的区域的深度。

[0081] 深度在此可以连续地(即,稳定地)或逐级地(即不稳定地)从内向外增加。深度也可以线性地或非线性地从内向外增加。

[0082] 凹部的这种几何形状也称为“V形冷却”几何形状。

[0083] 优选地,各个绕组在无源区域中的厚度与在有源区域中的厚度之比小于1。

[0084] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0085] 优选地,各个绕组在无源区域中的厚度与在有源区域中的厚度之比大于或等于0.3且小于1。

[0086] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0087] 优选地,两个紧邻的绕组在重叠的无源区域范围内沿轴向方向的累加厚度大于这两个紧邻的绕组中的每一个在有源区域中沿轴向方向的厚度。例如,两个紧邻的绕组在重叠的内部无源区域范围内和在重叠的外部无源区域范围内沿轴向方向的累加厚度大于这两个紧邻的绕组中的每一个在有源区域中沿轴向方向的厚度。替代地,两个紧邻的绕组在重叠的内部无源区域范围内沿轴向方向的累加厚度可以大于这两个紧邻的绕组中的每一个在有源区域中沿轴向方向的厚度。附加地,两个紧邻的绕组在重叠的外部无源区域范围内沿轴向方向的累加厚度可以小于这两个紧邻绕组中的每一个在有源区域中沿轴向方向的厚度。

[0088] 由于厚度的这种平滑性过渡(*fließenden Übergänge*),绕组的各个短区域可以具有与上述厚度不同的其他厚度。

[0089] 这可以应用于所有或基本上所有紧邻的绕组。也就是说,一个有源区域或几个有源区域可以位于本文所述的连接片的区域中,并因此具有比其他有源区域更大的厚度。

[0090] 两个紧邻的绕组在重叠的无源区域范围内沿轴向方向的累加厚度应理解为各绕组的各无源区域沿轴向方向的各厚度之和,其中各无源区域的厚度是在其中紧邻的绕组的无源区域重叠的区域中测量得到。

[0091] 这可以适用于径向内部无源区域和径向外部无源区域。替代地,也可以仅在径向内部无源区域的范围内,两个紧邻绕组沿轴向方向的累加厚度可以大于这两个紧邻绕组中的每一个在有源区域中沿轴向方向的厚度。

[0092] 通过这种方式,有源区域和必要时外部无源区域在轴向方向上优选地总体上比无源区域占据更少的空间。因此,线圈盘在有源区域和必要时外部无源区域的范围内是用于凹部的空间。

[0093] 优选地,两个紧邻绕组在重叠的无源区域范围内沿轴向方向的累加厚度与这两个紧邻绕组中的每一个在有源区域中沿轴向方向的最大厚度之比大于1。

[0094] 这可以适用于所有紧邻的绕组。

- [0095] 优选地,各个绕组的横截面积的形状在从有源区域到无源区域的过渡时改变。
- [0096] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0097] 优选地,不同绕组的所有有源区域在侧视图中布置在一个平面中。
- [0098] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0099] 优选地,绕组由细绞合线形成,细绞合线由多个彼此电绝缘的金属线形成,这些金属线的线直径小于等于0.1mm。
- [0100] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0101] 优选地,绕组的数量是3的整数倍,由此使得绕组能够三相运行。
- [0102] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0103] 优选地,绕组之一的内部无源区域和外部无源区域在轴向方向上的厚度不同。
- [0104] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0105] 优选地,将绕组之一的外部无源区域的厚度选择为,使得该区域的厚度与有源区域的厚度之比小于等于0.5。
- [0106] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0107] 本发明还涉及一种电机,该电机具有轴承和在轴承中被引导的轴,其中沿着轴同心地布置至少一个具有多个永磁体的磁性模块和至少一个在本文中公开的线圈模块。
- [0108] 优选地,电机具有至少一个线圈模块,优选地具有至少一个线圈模块和最多六个线圈模块,特别优选地具有至少一个线圈模块和最多三个线圈模块。在此,电机优选地具有多于线圈模块的磁性模块。
- [0109] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0110] 本发明还涉及到一种车辆或一种工具机,其具有在本文中公开的电机。
- [0111] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。
- [0112] 本发明的一个、多个或全部的目的通过在下文中公开的线圈模块、在下文中公开的电机、和/或在下文中公开的车辆或者在下文中公开的工具机得以实现。
- [0113] 由于在下文中所描述的线圈模块包含多个已经结合上述的线圈模块公开的特征,因此上述的技术效果、优点和说明也适用于下面描述的相应特征。特别应当注意的是,下面所描述的线圈模块可以优选地具有上面结合线圈模块所描述的每个特征。
- [0114] 用于电机的线圈模块包括:第一线圈盘,该第一线圈盘具有由电绝缘材料制成的第一线圈架;至少一个由导电材料制成的绕组,绕组嵌入第一线圈架中;和第一陶瓷边界。线圈模块还包括:第二线圈盘,该第二线圈盘具有由电绝缘材料制成的第二线圈架;至少一个由导电材料制成的绕组,绕组嵌入第二线圈架中;和第二陶瓷边界。第一线圈盘和第二线

圈盘被构造并彼此附接为,使得在第一线圈盘和第二线圈盘之间形成基本环形的冷却通道用于冷却剂。第一陶瓷边界和第二陶瓷边界各自至少部分地形成基本环形的冷却通道的内壁。冷却通道优选地具有在1mm和2mm之间的轴向扩展。

[0115] 线圈模块、第一线圈盘、第二线圈盘以及第一和第二线圈盘的绕组可以如上所述地形成。

[0116] 第一线圈盘和第二线圈盘,特别是第一线圈架和第二在线圈架,可以进一步被构造为,当它们接合在一起和/或彼此贴靠时,在它们之间形成基本环形的冷却通道。换言之,冷却通道可以是第一线圈盘和第二线圈盘之间的空腔,该空腔适用于和/或被构造用于输送冷却剂,由此可以有效地将热量从第一线圈盘和/或第二线圈盘中送走。

[0117] 例如,第一和/或第二线圈架可以具有基本环形的凹部,该凹部在第一和第二线圈盘的接合状态下形成冷却通道。第一和第二线圈架可以例如各自具有增高的和/或更厚的径向内部区域,该径向内部区域在第一和第二线圈盘的接合状态下彼此贴靠。第一和第二线圈架的径向外围区域可以在第一和第二线圈盘的接合状态下彼此间隔开,从而形成基本环形的冷却通道。该冷却剂通道可以沿径向方向看向外由另一边限定,例如本文所述的径向外围陶瓷边界和/或线圈架环限定。

[0118] 第一陶瓷边界可以理解为第一线圈盘的由陶瓷材料制成的结构,其至少部分地形成和/或衬在基本环形的冷却通道的内壁。第二陶瓷边界可以理解为第二线圈盘的由陶瓷材料制成的结构,其至少部分地形成和/或衬在基本环形的冷却通道的内壁。换言之,第一陶瓷边界可以将基本环形冷却通道的内部与第一线圈架划界,第二陶瓷边界可以将基本环形冷却通道的内部与第二线圈架划界。

[0119] 陶瓷边界可以以不同的方式配置。例如,陶瓷边界可以以陶瓷材料盘的形式提供,布置在第一或第二线圈架上的线圈盘之间。陶瓷边界也可以以线圈架上陶瓷涂层的形式提供。也可以是上述的结合,即,部分陶瓷边界以陶瓷盘的形式提供,部分陶瓷边界以陶瓷涂层的形式提供。

[0120] 第一和第二陶瓷边界可以是两个独立的结构,它们在第一线圈盘和第二线圈盘接合在一起时彼此连接,例如粘接,以便形成基本环形冷却通道的内壁。第一和第二陶瓷边界也可以一体化和/或彼此构成整体。

[0121] 这样的陶瓷边界在多个方面是有利的。一方面,陶瓷边界中所包含的陶瓷是不透气的或基本上不透气的。陶瓷边界因此不吸收水和/或防止了来自冷却通道的水可能积聚在线圈架的绝缘材料中。陶瓷整体上具有高的介质的和/或化学的抗性。此外,陶瓷边界的陶瓷具有明显高于线圈架材料的热导率。例如,陶瓷的热导率比塑料的热导率高大约100倍。因此,陶瓷边界可以通过冷却通道中的冷却剂提供更好的散热。陶瓷也是电绝缘的。

[0122] 因此,第一陶瓷边界和第二陶瓷边界可以防止冷却通道中的冷却剂接触第一线圈架和第二线圈架并积聚在第一线圈架和第二线圈架的材料中。冷却剂的这种积聚可能导致线圈架的材料失去其绝缘作用,例如如果冷却剂是含水的。然而,由于线圈在运行过程中处于应力之下,因此必须始终确保绕组和壳体之间有足够的电绝缘。由于冷却剂在直接冷却过程中会与壳体和绕组接触,因此这里也必须确保绝缘。因此,通过提供陶瓷边界,可以使用含水冷却剂并在此确保了线圈架在长时间内保持其绝缘作用。含水冷却剂由于水的高热容量和良好的热传导而是有利的。因此,可以同时改善对电机的线圈盘的冷却,并增加电机

的使用寿命。同时也改善了线圈盘的散热。

[0123] 陶瓷边界还提供了这样的优点:可以由此减小线圈架的电绝缘材料的厚度,这反过来又改善了电机的冷却性能和效率。

[0124] 此外,陶瓷边界的陶瓷是机械上非常坚固的材料。因此,陶瓷边界还可以确保或改善线圈盘的机械强度和/或稳定性。线圈盘的机械强度可以防止线圈盘由于冷却剂的内压和作用在线圈模块中的电磁力而在轴向方向上膨胀,从而使转子可能会在线圈模块上受到研磨。通过这种方式,线圈架的材料选择的焦点可以放在热传导和耐热性上,而线圈盘的机械强度可以通过陶瓷边界来确保。

[0125] 优选地,第一和/或第二陶瓷边界包括铝基和/或硅基陶瓷,优选具有源自氧化铝、氮化铝、碳化硅和氮化硅组成的群组中的材料。

[0126] 这些陶瓷材料就其特性而言适合用作陶瓷边界。此外,氧化铝也是被广泛使用并且容易获得的,因此是特别适合的。

[0127] 但是,也可以将其他的陶瓷材料用于陶瓷边界。

[0128] 优选地,第一陶瓷边界在基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成基本环形的冷却通道的内壁;和/或第二陶瓷边界在基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成基本环形的冷却通道的内壁。

[0129] 换言之,第一和第二陶瓷边界可以在基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成基本环形的冷却通道的内壁。通过这种方式,在冷却通道的整个径向区域内保护材料不受冷却剂的影响。

[0130] 优选地,第一陶瓷边界具有布置在第一线圈架上的第一陶瓷盘。优选地,第二陶瓷边界具有布置在第二线圈架上的第二陶瓷盘。

[0131] 这样的陶瓷盘可以例如由平坦的陶瓷原材料切出或冲出。

[0132] 陶瓷盘可以在制造线圈盘的过程中在嵌入(例如注入)绕组之后放置在线圈架上并与其粘接。替代地,陶瓷盘可以在浇注线圈时为了制造线圈架而被一起放置在模具中并与线圈一起浇注。

[0133] 这使得能够实现线圈模块的简单且高效的制造过程。

[0134] 优选地,第一陶瓷盘和/或第二陶瓷盘的厚度在0.1mm和1mm之间,优选地在0.2mm和0.8mm之间,进一步优选地在0.35mm和0.7mm之间。

[0135] 通过这样的厚度,一方面可以确保冷却剂的边界以及线圈盘的强度,同时还能通过陶瓷边界将线圈盘的额外轴向膨胀减小到最低。

[0136] 优选地,第一陶瓷盘和第二陶瓷盘是一体化和/或整体形成的陶瓷冷却通道的一部分。

[0137] 陶瓷冷却通道因此可以是一体化和/或整体形成的三维中空体,其具有第一陶瓷盘和第二陶瓷盘。换言之,陶瓷冷却通道可以具有环形软管的形状,其中冷却通道是由中空体或者说环形软管的空腔形成。陶瓷冷却通道也可以分为多个区段,每个区段都具有第一陶瓷盘和第二陶瓷盘的盘区段。这些区段可以各自具有弯曲软管的形状。

[0138] 优选地,第一陶瓷盘具有至少两个陶瓷盘区段,优选地具有两个、三个或四个陶瓷盘区段,和/或第二陶瓷盘具有至少两个陶瓷盘区段,优选为偶数,进一步优选具有四个陶瓷盘区段。这些陶瓷盘可以彼此相邻地布置在各线圈架上。

[0139] 提供多个陶瓷盘区段形式的陶瓷盘可以简化陶瓷盘的生产,特别是在陶瓷盘具有一定尺寸的情况下。

[0140] 优选地,陶瓷边界具有至少一个陶瓷密封元件,该陶瓷密封元件布置在陶瓷盘区段上,以密封陶瓷盘区段之间的接合处。

[0141] 换言之,陶瓷盘区段可以这样布置在线圈架上,即,在陶瓷盘区段之间产生一个或多个接合缝。这些接合缝被密封,优选地通过在陶瓷盘区段上在接合缝的区域中分别布置陶瓷密封元件来密封。这种陶瓷密封元件可以具有条形形状。陶瓷密封元件可以通过粘接剂附接到陶瓷盘上。优选地,在陶瓷盘区段之间的所有接合缝处均布置陶瓷密封元件。

[0142] 借助于陶瓷密封元件,可以确保陶瓷密封即使在陶瓷盘区段之间的接合缝区域中也是密封的。

[0143] 优选地,第一陶瓷边界具有施加在第一线圈架上的第一陶瓷涂层。优选地,第二陶瓷边界具有施加在第二线圈架上的第二陶瓷涂层。

[0144] 通过这种方式,可以提供非常薄的陶瓷边界。这另外减少了线圈模块的安装空间,进而提高了电机的效率。此外,涂层可以具有高导热性。由于这种涂层可以直接施加,因此在线圈架和边界之间也不需要额外的粘接层,从而可以进一步减少安装空间。由此也消除了粘接剂的热阻。

[0145] 涂层可以例如通过气体分离、优选通过物理气体分离(PVD)来施加。涂层也可以通过化学气体分离(CVD)、电镀方法或溶胶-凝胶方法来施加。

[0146] 优选地,第一陶瓷涂层和/或第二陶瓷涂层的厚度在 $1\mu\text{m}$ 和 $100\mu\text{m}$ 之间,优选地在 $1\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 之间,进一步优选在 $1\mu\text{m}$ 和 $30\mu\text{m}$ 之间。

[0147] 优选地,第一线圈架和/或第二线圈架具有基本环形的凹部。第一陶瓷边界和/或第二陶瓷边界是以基本环形的陶瓷盘的形式提供,该基本环形的陶瓷盘布置在第一线圈架或第二线圈架上的基本环形的凹部中。

[0148] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0149] 第一线圈架和/或第二线圈架的基本环形的凹部可以例如这样提供:即,使第一和/或第二线圈架的径向内部区域相对于第一或第二线圈架的径向外外部区域提高,和/或使线圈架的轴向厚度在径向内部区域中大于在径向外外部区域中。例如,在线圈架的径向内部区域中可以布置在本文中公开的绕组的内部无源区域,而在线圈架的径向外外部区域中布置绕组的有源区域和外部无源区域。基本环形的陶瓷盘可以具有径向内部凹部,该径向内部凹部基本上与线圈架的径向内部区域一致。环形陶瓷盘的外直径可以与线圈架的直径基本一致。

[0150] 优选地,线圈模块具有至少一个连接元件,该连接元件布置在基本环形的冷却剂通道中,并且连接到第一陶瓷边界和第二陶瓷边界、优选地整体地构成。

[0151] 换言之,所述至少一个连接元件能够将第一陶瓷边界和第二陶瓷边界彼此连接。通过这种方式,能够再次改善由陶瓷边界所确保的线圈盘或线圈模块的强度。同时,该连接元件可以增大冷却通道的冷却面,从而改善线圈盘的散热。此外,连接元件可以在冷却通道中被布置和/或构造为引起冷却剂的涡流,该涡流反过来又额外地改善了散热。

[0152] 例如,连接元件可以整体地和/或一体化地形成在陶瓷边界中。但是也可以将连接

元件作为单独的元件提供,其例如被粘接到陶瓷边界。

[0153] 优选地,所述至少一个连接元件具有铝基和/或硅基陶瓷,优选是源自由氧化铝、氮化铝、碳化硅和氮化硅组成的群组中的材料。优选地,所述至少一个连接元件与第一陶瓷边界和/或第二陶瓷边界粘接在一起或整体地构成。

[0154] 优选地,所述至少一个连接元件具有优选垂直于第一和/或第二线圈盘布置的支柱。优选地,所述至少一个连接元件具有平行于第一和/或第二线圈盘延伸的肋。

[0155] 由这样的连接元件可以同时改善线圈模块的稳定性和冷却性能。

[0156] 优选地,线圈模块具有径向内部陶瓷边界,其中该径向内部陶瓷边界进一步优选地被构造为衣领状和/或卡圈状的,并且沿径向方向看布置在内部邻近第一陶瓷边界和第二陶瓷边界。

[0157] 径向内部陶瓷边界可以防止线圈架的与冷却通道相邻的径向内部区域接触到冷却剂并吸收冷却剂。

[0158] 径向内部陶瓷边界可以作为单独的元件提供,其例如与第一和/或第二陶瓷边界粘接在一起。替代地,径向内部陶瓷边界也可以作为一部分与第一和/或第二陶瓷边界整体地构成和/或一体化地构成。

[0159] 优选地,线圈模块具有径向外部陶瓷边界,其中,该径向外部陶瓷边界优选地被构造为衣领状和/或卡圈状的,并且沿径向方向看布置在外部邻近第一陶瓷边界和第二陶瓷边界。

[0160] 径向外部陶瓷边界可以防止冷却通道沿径向方向看向外限界(abgegrenzt)。此外,径向外部陶瓷边界可以防止冷却剂沿径向方向向外逸出,从而随后与线圈架的相邻区域接触和/或被其吸收。

[0161] 径向外部陶瓷边界可以作为单独的元件提供,其例如与第一和/或第二陶瓷边界粘接在一起。替代地,径向外部陶瓷边界也可以作为一部分与第一和/或第二陶瓷边界整体地构成和/或一体化地构成。

[0162] 优选地,第一线圈盘和/或第二线圈盘具有流入开口,用以将冷却剂输送到基本环形的冷却通道中。优选地,第一线圈盘和/或第二线圈盘具有流出开口,用以将冷却剂从基本上环形的冷却通道向外输送。

[0163] 流入开口和/或流出开口可以设置在第一和/或第二线圈盘的沿径向方向看位于线圈架之外的区域中。例如,每个线圈盘可以具有线圈架环,该线圈架环径向地布置在线圈架之外和/或围绕线圈架布置。流入开口和/或流出开口可以布置在线圈架环中。流入开口和/或流出开口可以以沿轴向方向对齐的孔的形式提供。冷却剂可以通过流入开口进入冷却通道,穿流冷却通道,然后再通过流出开口离开。优选地,流入开口和流出开口关于线圈模块的轴向轴线错开 180° 。

[0164] 这种引导冷却剂的形式已经被证明在冷却功能以及线圈模块的制造方面是有利的。

[0165] 优选地,在第一线圈架中嵌入许多由导电材料制成的单个绕组,这些绕组各自围绕第一线圈架的中心周向地嵌入第一线圈架中。此外,在第二线圈架中嵌入许多由导电材料制成的单个绕组,这些绕组各自围绕第二线圈架的中心周向地嵌入第二线圈架中。每个绕组具有两个从中心开始径向延伸的有源区域和两个在其径向外边缘和内边缘上切向延

伸的无源区域。

[0166] 优选地,在线圈盘的俯视图中,不同绕组的有源区域不互相覆盖,但是一个绕组的每个无源区域会各自部分地覆盖两个紧邻绕组的相应的无源区域,其中各个绕组在横截面中沿轴向方向在有源区域中的厚度大于在无源区域中的厚度。

[0167] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0168] 优选地,第一线圈盘和第二线圈盘的许多单个绕组的相邻有源区域沿切线方向彼此间隔开,从而在相邻的有源区域之间设置有间隙,其中第一陶瓷边界和第二陶瓷边界各自具有伸入到布置在相邻有源区之间的间隙中的突出部。

[0169] 换言之,所述许多单个绕组的相邻有源区域可以彼此间隔开,使得第一线圈架或第二线圈架各自在该许多单个绕组的相邻有源区域之间具有间隙。第一陶瓷边界和第二陶瓷边界的突出部可以沿轴向方向延伸入该间隙中。

[0170] 所述间隙和所述突出部可以优选地具有扇形或者说“蛋糕块”的形状。

[0171] 突出部可以是陶瓷边界的一部分,或者单独地接合到间隙中,并在必要时与陶瓷边界粘接在一起。突出部可以具有与陶瓷边界相同或不同的陶瓷材料或由其组成。

[0172] 这些突出部可以一方面进一步增加线圈盘的稳定性和/或附加地加固线圈盘。由此可以更好地吸收来自冷却通道中的冷却剂的内部压力的加载。此外,可以在陶瓷边界的突出部和线圈架的间隙之间存在形状配合,其可以吸收转矩。由于电磁交感,例如会在转子和定子的或线圈模块的绕组之间产生转矩。该转矩导致一方面转子旋转并且必须在定子处被引出。通过提供蛋糕块,该转矩可以因为线圈架和陶瓷边界之间的形状配合而从线圈架传递到陶瓷边界。陶瓷边界然后可以将该转矩传输到线圈模块的或电机的壳体。通过这种方式,可以防止绕组的变形,特别是绕组有源区域的变形。突出部还可以改善绕组的散热。通过这种方式,可以显著提高冷却能力。

[0173] 优选地,将冷却通道至少布置在径向延伸的有源区域的范围内,并且优选地也布置在径向外无源区域的范围内。

[0174] 换言之,冷却通道可以在第一和第二线圈盘的一径向区域中延伸,在该径向区域中至少布置有绕组的有源区域。由于很大一部分热量是在绕组的有源区域中产生,因此通过这种方式可以改善散热。优选地,冷却通道至少在第一和第二线圈盘的整个径向区域中延伸,绕组的有源区域完全布置在该径向区域中。

[0175] 优选地,第一和/或第二线圈盘的各个绕组的有源区域沿轴向方向的厚度沿径向方向向外减小。优选地,第一和/或第二线圈盘的各个绕组的有源区域沿切线方向的宽度沿径向方向向外增大。

[0176] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0177] 优选地,凹部在有源区域范围内沿轴向方向的深度沿径向方向向外增大。

[0178] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0179] 优选地,各个绕组在无源区域中的厚度与在有源区域中的厚度之比小于1。优选地,各个绕组在无源区域中的厚度与在有源区域中的厚度之比优选大于或等于0.3并且小

于1。

[0180] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0181] 优选地,各个绕组的横截面的形状在从有源区域过渡到无源区域时发生变化。

[0182] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0183] 优选地,第一线圈盘的不同绕组的所有有源区域在侧视图中布置在单一平面中。优选地,第二线圈盘的不同绕组的所有有源区域在侧视图中布置在单一平面中。

[0184] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0185] 优选地,绕组由细绞合线形成,细绞合线由多根彼此电绝缘的金属线形成,这些金属线具有小于等于0.1mm的线直径。

[0186] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0187] 优选地,第一线圈盘和/或第二线圈盘的绕组的数量分别为3的整数倍,以使绕组能够三相运行。

[0188] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0189] 优选地,一绕组的一内部无源区域和一外部无源区域沿轴向方向的厚度不同。优选地,一绕组的外部无源区域的厚度优选地被选择为,该区域的厚度与有源区域的厚度之比小于等于0.5。

[0190] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0191] 本发明还涉及一种电机,该电机具有轴承和在轴承中被引导的轴,其中沿着轴同心地布置至少一个具有多个永磁体的磁性模块和至少一个在本文中公开的线圈模块。

[0192] 这些特征的技术效果、优点和/或说明已经在本文中的其他地方公开,并且也适用于本文中所描述的特征。

[0193] 本发明还涉及一种车辆或一种工具机,其具有在本文中公开的电机。

[0194] 本发明的其它实施方式按照下列编号的要点予以公开:

[0195] 1.一种用于电机的线圈模块(18),具有:

[0196] 至少一个线圈盘(6),该线圈盘具有

[0197] 至少一个由电绝缘材料制成的线圈架(15)和许多由导电材料制成的单个绕组(13),这些绕组围绕至少一个线圈盘(6)的中心(14)周向地布置在至少一个线圈盘(6)上,其中

[0198] 每个绕组(13)具有两个从中心(14)径向延伸的有源区域(16)

[0199] 和两个在其径向外边缘和内边缘上切向延伸的无源区域(17a,17b),并且

[0200] 在线圈盘(6)的俯视图中,不同绕组(13)的有源区域(16)

[0201] 不相互覆盖,但是其中一绕组(13)的每个无源区域(17a,17b)均分别部分地覆盖两个紧邻的绕组的相应的无源区域(17a,17b),其特征在于,

[0202] 各个绕组 (13) 在横截面中沿轴向方向的厚度在有源区域 (16) 中大于在无源区域 (17a, 17b) 中。

[0203] 2. 根据要点1所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 各个绕组 (13) 在无源区域 (17a, 17b) 中的厚度与在有源区域 (16) 中的厚度之比小于1。

[0204] 3. 根据要点1或要点2所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 各个绕组 (13) 在无源区域 (17a, 17b) 中的厚度与在有源区域 (16) 中的厚度之比大于或等于0.3且小于1。

[0205] 4. 根据前述要点之一所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 各个绕组 (13) 的横截面的形状在从有源区域 (16) 过渡到无源区域 (17a, 17b) 时发生变化。

[0206] 5. 根据前述要点之一所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 不同绕组 (13) 的所有有源区域 (16) 在侧视图中布置在单一平面中。

[0207] 6. 根据前述要点之一所述的线圈模块, 其特征在于, 各个绕组 (13) 的有源区域 (16) 沿轴向方向的厚度沿径向方向向外减小; 并且各个绕组 (13) 的有源区域 (16) 沿切线方向的宽度沿径向方向向外增大。

[0208] 7. 根据前述要点之一所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 绕组由细绞合线形成, 细绞合线由多根彼此电绝缘的金属线形成, 这些金属线具有小于等于0.1mm的线直径。

[0209] 8. 根据前述要点之一所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 绕组 (13) 的数量等于3的整数倍, 从而使绕组 (13) 能够三相运行。

[0210] 9. 根据前述要点之一所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 一绕组 (13) 的内部无源区域 (17a) 和外部无源区域 (17b) 沿轴向方向的厚度不同。

[0211] 10. 根据要点9所述的线圈模块 (18), 其特征在于, 一绕组 (13) 的外部无源区域 (17) 的厚度被选择为, 该区域的厚度与有源区域 (16) 的厚度之比小于等于0.5。

[0212] 11. 一种电机, 具有轴承 (1, 3) 和在轴承 (1, 3) 中被引导的轴 (2), 其中沿着轴 (2) 同心地布置至少一个具有多个永磁体 (5) 的磁性模块 (4) 和至少一个根据前述要点之一所述的线圈模块 (18)。

[0213] 12. 根据要点11所述的电机, 其特征在于, 至少一个线圈模块 (18) 至少在其面向磁性模块 (4) 的一侧粘贴由电绝缘材料制成的薄膜。

[0214] 13. 根据要点11或要点12所述的电机, 其特征在于, 至少一个线圈模块 (18) 具有至少两个相互连接的线圈盘 (6) 和由这两个线圈模块之间的空腔形成的冷却通道。

[0215] 14. 一种车辆或工具机, 具有根据要点11至13之一所述的电机。

[0216] 15. 一种用于电机的线圈模块 (18), 特别是根据前述要点之一所述的线圈模块, 具有:

[0217] 第一线圈盘 (6), 具有至少一个由导电材料制成的绕组 (13);

[0218] 第二线圈盘 (6), 具有至少一个由导电材料制成的绕组 (13);

[0219] 其中第一线圈盘 (6) 和/或第二线圈盘 (6) 具有基本环形的凹部 (22);

[0220] 其中第一线圈盘 (6) 和第二线圈盘 (5) 彼此附接为, 在第一线圈盘 (6) 和第二线圈盘 (5) 之间由该基本环形的凹部 (22) 形成基本环形的冷却通道用于冷却剂。

[0221] 16. 根据要点15所述的线圈模块 (18), 其中, 第一线圈盘 (6) 和/或第二线圈盘 (6) 在凹部 (22) 的区域中具有流入开口 (43), 以便将冷却剂输送到基本环形的冷却通道 (23) 中; 和/或

[0222] 其中第一线圈盘(6)和/或第二线圈盘(6)在凹部(22)的区域中具有流出开口(45),以便将冷却剂从基本环形的冷却通道(23)中向外输送。

[0223] 17.根据要点16所述的线圈模块(18),其中,第一线圈盘(6)和/或第二线圈盘(6)在凹部(22)中在流入开口(43)和流出开口(45)之间具有连接片(38a,38b),该连接片被构造为,使得基本上环形的冷却通道(23)在流入开口(43)与流出开口(45)之间具有分隔壁。

[0224] 18.根据要点15至17之一所述的线圈模块(18),其中,第一线圈盘(6)和第二线圈盘(6)各自具有:

[0225] 至少一个由电绝缘材料制成的线圈架(15),和

[0226] 许多由导电材料制成的单个绕组(13),这些绕组围绕至少一个线圈盘(6)的中心(14)周向地布置在至少一个线圈盘(6)上,其中

[0227] 每个绕组(13)具有两个从中心(14)开始径向延伸的有源区域(16)和两个在其径向外边缘和内边缘上切向延伸的无源区域(17b),并且

[0228] 在线圈盘(6)的俯视图中,不同绕组(13)的有源区域(16)不相互覆盖,但是绕组(13)的每个无源区域(17a,17b)各自部分地覆盖两个紧邻的绕组(13)的相应的无源区域(17a,17b),其特征在于,

[0229] 各个绕组(13)在横截面中沿轴向方向的厚度在有源区域(16)中大于在无源区域(17a,17b)中。

[0230] 19.根据要点18所述的线圈模块(18),其中,凹部(22)至少布置在径向延伸的有源区域(16)的范围内,并且优选地还布置在径向外无源区域(17b)的范围内。

[0231] 20.根据要点19所述的线圈模块(18),其中,第一和/或第二线圈盘的各个绕组(13)的有源区域(16)沿轴向方向的厚度沿径向方向向外减小;并且

[0232] 其中第一和/或第二线圈盘的各个绕组(13)的有源区域(16)沿切线方向的宽度沿径向方向向外增大。

[0233] 21.根据要点20所述的线圈模块(18),其中,凹部(22)在有源区域(16)中沿轴向方向的深度(34,34a,34b)沿径向方向向外增大。

[0234] 22.根据要点18至21之一所述的线圈模块(18),其中,各个绕组(13)在无源区域(17a,17b)中的厚度与在有源区域(16)中的厚度之比小于1。

[0235] 23.根据要点18至22之一所述的线圈模块(18),其中,各个绕组(13)在无源区域(17a,17b)中的厚度与在有源区域(16)中的厚度之比大于或等于0.3且小于1。

[0236] 24.根据要点18至23之一所述的线圈模块(18),其中,各个绕组(13)的横截面的形状在从有源区域(16)过渡到无源区域(17a,17b)时发生变化。

[0237] 25.根据要点18至24之一所述的线圈模块(18),其特征在于,不同绕组(13)的所有有源区域(16)在侧视图中布置在单一平面中。

[0238] 26.根据要点18至25之一所述的线圈模块(18),其特征在于,绕组由细绞合线形成,细绞合线由多根彼此电绝缘的金属线形成,这些金属线具有小于等于0.1mm的线直径。

[0239] 27.根据要点18至26之一所述的线圈模块(18),其特征在于,绕组(13)的数量等于3的整数倍,从而使绕组(13)能够三相运行。

[0240] 28.根据要点18至27之一所述的线圈模块(18),其特征在于,一绕组(13)的内部无源区域(17a)和外部无源区域(17b)沿轴向方向的厚度不同。

[0241] 29.根据要点28所述的线圈模块(18),其特征在于,一绕组(13)的外部无源区域(17b)的厚度被选择为,该区域的厚度与有源区域(16)的厚度之比小于等于0.5。

[0242] 30.一种电机,具有轴承(1,3)和在轴承(1,3)中被引导的轴(2),其中沿着轴(2)同心地布置至少一个具有多个永磁体(5)的磁性模块(4)和至少一个根据要点15至29之一所述的线圈模块(18)。

[0243] 31.一种车辆(150)或工具机(154),具有根据要点30所述的电机。本发明的更多实施方式按照下列编号的方面予以公开:

[0244] 1.一种用于电机的线圈模块(18),特别是根据前述要点之一所述的线圈模块,具有:

[0245] 第一线圈盘(6,6a),具有由电绝缘材料制成的第一线圈架(15,15a)、至少一个嵌入到第一线圈架(15,15a)中由导电材料制成的绕组(13)、和第一陶瓷边界(56,56a);

[0246] 第二线圈盘(6,6b),具有由电绝缘材料制成的第二线圈架(15,15b)、至少一个嵌入到第二线圈架(15,15b)中由导电材料制成的绕组(13)、和第二陶瓷边界(56,56b);

[0247] 其中,第一线圈盘(6,6a)和第二线圈盘(6,6b)被构造并彼此附接为,在第一线圈盘(6,6a)和第二线圈盘(6,6b)之间形成基本环形的冷却通道(23)用于冷却剂;并且

[0248] 其中,第一陶瓷边界(56,56a)和第二陶瓷边界(56,56b)各自至少部分地形成所述基本环形的冷却通道(23)的内壁。

[0249] 2.根据方面1所述的线圈模块(18),其中,第一和/或第二陶瓷边界(56,56a,56b)具有铝基和/或硅基陶瓷,优选地是源自由氧化铝、氮化铝、碳化硅和氮化硅组成的群组中的材料。

[0250] 3.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),其中,第一陶瓷边界(56,56a)在基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成基本环形的冷却通道(23)的内壁;和/或

[0251] 其中,第二陶瓷边界(56,56b)在基本环形的冷却通道的整个径向区域中形成基本环形的冷却通道(23)的内壁。

[0252] 4.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),其中,第一陶瓷边界(56,56a)具有布置在第一线圈架(15,15a)上的第一陶瓷盘;和/或

[0253] 其中,第二陶瓷边界(56,56b)具有布置在第二线圈架(15,15b)上的第二陶瓷盘。

[0254] 5.根据方面4所述的线圈模块(18),其中,第一陶瓷盘(56,56a)和/或第二陶瓷盘(56,56b)的厚度在0.1mm和1mm之间,优选在0.2mm和0.8mm之间,进一步优选在0.35mm和0.7mm之间。

[0255] 6.根据方面4或5所述的线圈模块,其中,第一陶瓷盘和第二陶瓷盘是一体化构成的冷却通道的一部分。

[0256] 7.根据方面4至6之一所述的线圈模块(18),其中,第一陶瓷盘(56,56a)具有至少两个、优选为偶数、进一步优选为四个陶瓷盘区段;和/或

[0257] 其中,第二陶瓷盘(56,56b)具有至少两个、优选为偶数、进一步优选为四个陶瓷盘区段。

[0258] 8.根据方面7所述的线圈模块(18),其中,陶瓷边界具有至少一个陶瓷密封元件,该陶瓷密封元件布置在所述陶瓷盘区段上,以便密封这些陶瓷盘区段之间的接合处。

[0259] 9.根据方面1至3之一所述的线圈模块(18),

[0260] 其中,第一陶瓷边界(56,56a)具有施加在第一线圈架(15,15a)上的第一陶瓷涂层;和/或

[0261] 其中,第二陶瓷边界(56,56b)具有施加在第二线圈架(15,15b)上的第二陶瓷涂层。

[0262] 10.根据方面9所述的线圈模块(18),其中,第一陶瓷涂层和/或第二陶瓷涂层的厚度在 $1\mu\text{m}$ 和 $100\mu\text{m}$ 之间,优选在 $1\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 之间,进一步优选在 $1\mu\text{m}$ 和 $30\mu\text{m}$ 之间

[0263] 11.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),其中,第一线圈架(15,15a)和/或第二线圈架(15,15b)具有基本环形的凹部(22);并且

[0264] 其中,第一陶瓷边界(56,56a)和/或第二陶瓷边界(56,56b)以基本环形的陶瓷盘的形式被提供,陶瓷盘布置在第一线圈架或第二线圈架上的基本环形的凹部(22)中。

[0265] 12.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),还包括:至少一个连接元件(63,64),该连接元件布置在基本环形的冷却通道(23)中,并且与第一陶瓷边界(56,56a)和第二陶瓷边界(56,56b)连接、优选整体地构成。

[0266] 13.根据方面12所述的线圈模块(18),

[0267] 其中,至少一个连接元件(63,64)具有铝基和/或硅基陶瓷,优选是源自由氧化铝、氮化铝、碳化硅和氮化硅组成的群组中的材料;和/或

[0268] 其中,至少一个连接元件(63,64)与第一陶瓷边界和/或第二陶瓷边界粘接在一起或整体地构成。

[0269] 14.根据方面12或13所述的线圈模块(18),

[0270] 其中,至少一个连接元件(63,64)具有优选垂直于第一和/或第二线圈盘(6,6a,6b)布置的支柱;和/或

[0271] 其中,至少一个连接元件(63,64)具有平行于第一和/或第二线圈盘(6,6a,6b)延伸的肋。

[0272] 15.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),还具有径向内部陶瓷边界(57);

[0273] 其中,径向内部陶瓷边界(57)优选地被构造为衣领状和/或卡圈状的,并且沿径向方向看布置在内部邻近第一陶瓷边界(56,56a)和第二陶瓷边界(56,56b)。

[0274] 16.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),还具有径向外部陶瓷边界(58);

[0275] 其中,径向外部陶瓷边界(58)优选构造为衣领状和/或卡圈状的,并且沿径向方向看布置在外部邻近第一陶瓷边界(56,56a)和第二陶瓷边界(56,56b)。

[0276] 17.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),其中,第一线圈盘(6,6a)和/或第二线圈盘(6,6b)具有流入开口(43,54),以便将冷却剂输送到基本环形的冷却通道(23)中;和/或

[0277] 其中,第一线圈盘(6,6a)和/或第二线圈盘(6,6b)具有流出开口(45,55),以便将冷却剂从基本环形的冷却通道(23)中向外输送。

[0278] 18.根据前述方面之一所述的线圈模块(18),其中,在第一线圈架(15,15a)中嵌入许多由导电材料制成的单个绕组(13),这些绕组分别围绕第一线圈架(15,15a)的中心(14)周向地嵌入第一线圈架(15,15a)中,

[0279] 其中,在第二线圈架(15,15b)中嵌入许多由导电材料制成的单个绕组(13),这些绕组分别围绕第二线圈架(15,15b)的中心(14)周向地嵌入第二线圈架(15,15b)中,

[0280] 其中,每个绕组(13)具有两个从中心(14)开始径向延伸的有源区域(16)和两个在其径向向外边缘和内边缘上切向延伸的无源区域(17b),并且

[0281] 其中,在线圈盘(6,6a,6b)的俯视图中,不同绕组(13)的有源区域(16)不相互覆盖,但是绕组(13)的每个无源区域(17a,17b)各自部分地覆盖两个紧邻的绕组(13)的相应的无源区域(17a,17b),其中各个绕组(13)在横截面中沿轴向方向的厚度在有源区域(16)中大于在无源区域(17a,17b)中。

[0282] 19.根据方面18所述的线圈模块(18),其中,第一线圈盘(6,6a)和第二线圈盘(6,6b)的许多单个绕组(13)的相邻的有源区域(16)沿切线方向彼此间隔开,使得在相邻的有源区域(16)之间布置有间隙,并且

[0283] 其中,第一陶瓷边界(56,56a)和第二陶瓷边界(56,56b)各自具有突出部(65),该突出部伸入布置在相邻有源区域(16)之间的间隙中。

[0284] 20.根据方面18或19所述的线圈模块(18),其中,冷却通道(23)至少布置在径向延伸的有源区域(16)的范围内,并且优选地还布置在径向外无源区域(17b)的范围内。

[0285] 21.根据方面20所述的线圈模块(18),其中,第一和/或第二线圈盘的各个绕组(13)的有源区域(16)沿轴向方向上的厚度沿径向方向向外减小;并且

[0286] 其中,第一和/或第二线圈盘的各个绕组(13)的有源区域(16)沿切线方向的宽度沿径向方向向外增大。

[0287] 22.根据方面21所述的线圈模块(18),其中,凹部(22)在有源区域(16)的范围内沿轴向方向的深度(34,34a,34b)沿径向方向向外增大。

[0288] 23.根据方面18至22之一所述的线圈模块(18),其中,各个绕组(13)在无源区域(17a,17b)中的厚度与在有源区域(16)中的厚度之比小于1;

[0289] 其中,各个绕组(13)在无源区域(17a,17b)中的厚度与在有源区域(16)中的厚度之比优选地大于或等于0.3且小于1。

[0290] 24.根据方面18至23之一所述的线圈模块(18),其中,各个绕组(13)的横截面的形状在从有源区域(16)过渡到无源区域(17a,17b)时发生变化。

[0291] 25.根据方面18至24之一所述的线圈模块(18),其中,第一线圈盘(15)的不同绕组(13)的所有有源区域(16)在侧视图中布置在单一平面中;和/或

[0292] 其中,第二线圈盘(15)的不同绕组(13)的所有有源区域(16)在侧视图中布置在单一平面中。

[0293] 26.根据方面18至25之一所述的线圈模块(18),其中,绕组由细绞合线形成,细绞合线由多根彼此电绝缘的金属线形成,这些金属线具有小于等于0.1mm的线直径。

[0294] 27.根据方面18至26之一所述的线圈模块(18),其中,第一线圈盘(15)和/或所述第二线圈盘(15)的绕组(13)的数量分别等于3的整数倍,从而使绕组(13)能够三相运行。

[0295] 28.根据方面18至27之一所述的线圈模块(18),其中,一绕组(13)的内部无源区域(17a)和外部无源区域(17b)沿轴向方向的厚度不同;

[0296] 其中,一绕组(13)的外部无源区域(17b)的厚度优选地被选择为,使得该区域的厚度与有源区域(16)的厚度之比小于等于0.5。

[0297] 29.一种电机,具有轴承(1,3)和在轴承(1,3)中被引导的轴(2),其中沿着轴(2)同心地布置至少一个具有多个永磁体(5)的磁性模块(4)和至少一个根据前述方面之一所述

的线圈模块(18)。

[0298] 30.一种车辆(150)或工具机(154),具有根据方面29所述的电机。

附图说明

[0299] 附图中示出了本发明的实施例并且参照附图对本发明的实施例做进一步的说明。

其中:

[0300] 图1是电动机的分解图;

[0301] 图2是线圈盘的俯视图;

[0302] 图3是线圈模块的侧视图;

[0303] 图4是绕组的俯视图和截面图;

[0304] 图5是线圈模块的俯视图;

[0305] 图6是线圈模块的截面图;

[0306] 图7是线圈盘的俯视图;

[0307] 图8A至8D是线圈盘的截面图;

[0308] 图9A、9B是绕组的俯视图和截面图;

[0309] 图10是线圈模块的截面图;

[0310] 图11A、11B是第一和第二线圈盘的俯视图;

[0311] 图12A是线圈模块的立体图;

[0312] 图12B是图12A所示线圈模块的俯视图;

[0313] 图12C是图12A所示线圈模块的局部立体图;

[0314] 图13A、13B是线圈模块的立体图和俯视图;

[0315] 图13C、13D是沿图13B中的平面A-A和B-B的截面图;

[0316] 图14A、14B是没有陶瓷边界和具有陶瓷边界的线圈盘;

[0317] 图15A、15B分别是具有连接元件的陶瓷边界;

[0318] 图16是具有突出部的陶瓷边界;

[0319] 图17是车辆;以及

[0320] 图18是工具机。

具体实施方式

[0321] 图1示出了电机的分解视图。第一轴承板(Lagerschild)1与第二轴承板3一起形成用于马达轴2的轴承结构。马达轴2在轴承板1和3中被在中心地引导,马达轴在第一轴承板1的区域中配置有轴承盖7和固定轴承8,并且在第二轴承板3的区域中配置有浮动轴承12。在所示实施例中,轴承板1和3、轴承盖7、线圈间隔件10和磁性间隔件9由聚酰胺制成,马达轴2由不锈钢制成,固定轴承8和浮动轴承12作为凹槽球轴承由钢制成。

[0322] 在第一轴承板1和第二轴承板3之间可视地布置有线圈模块18,该线圈模块包括两个轴向依次布置的线圈盘6和一个磁盘或者说磁性模块4,它们通过线圈间隔件10和磁性间隔件9彼此之间保持预定的空间距离。线圈模块18是盘形的,即,其长度和宽度相比于其厚度(在图1中沿轴向测量)明显更大。术语“明显更大”在这里应该被理解为,其厚度最大是其长度或其宽度的10%。长度和宽度通常是一样大的。线圈模块18在所示实施例中用作定子,

其在马达轴2上堆叠地相邻于两个用作转子的磁盘或磁性模块4。定子在此在中心地布置在两个磁盘4之间。附加的,在图1所示的实施例,在磁盘4和第二轴承板3之间设置有铁接地(Eisenrückschluss)11,但在其他的实施例也可以省略或替代地实现该铁接地11。

[0323] 磁盘4是由不可磁化的、优选不导电的材料制成,例如铝,并且紧固在电机轴2上,电机轴安装在轴承板1和3的轴承8和12中。在电机轴2上还安装有磁性间隔件9,该磁性间隔件在磁盘4之间形成气隙,线圈模块18布置在该气隙中。永磁体5径向环绕地以方向交替的方式,亦即总是交替地以北极和南极指向定子的方向(即轴向方向)布置在磁盘4上。永磁体5的数量在这里始终是偶数的。优选地,永磁体5的数量恰好等于每相绕组数量的两倍。

[0324] 在图1所示的实施例,单个线圈模块18可以由两个线圈盘6制成,但是也可以将三个或更多个线圈盘6彼此连接并由此获得线圈模块18。在运行期间可以将冷却介质引入在各个线圈盘6之间形成的空腔中。具有一个线圈盘6的单个线圈模块18和两个磁盘4形成马达的最简单的但同时可有效运行的结构,但是也可以相应地提供更多的线圈模块18和磁盘4,其中磁盘4的数量优选比线圈模块18的数量多一个。恰好在相应地轴和轴承设计中,通过所构造的线圈模块18和磁盘4的数量的变化,实现了相应模块化结构的优点。除了两个模块(线圈模块18和磁盘4)的组合之外,单个模块的变化也使得电机设计获得更大的灵活性。线圈模块18和磁盘4可以相互独立地适配,例如,可以仅对永磁体5的适配是必要的,而其余的结构保持不变。

[0325] 图2示出了形成线圈盘6的线圈架15和布置于其上的绕组13的俯视图,也就是沿着垂直于线圈模块18的长度和宽度的法线方向的视图。在该图中,重复的特征在后面的附图中也配以相同的附图标记。在俯视图中,线圈架15是圆形的,即长度恰好等于宽度,并且由电绝缘材料制成。在线圈架15上,围绕线圈架15的中心14径向环绕地布置多个单个绕组13,其中紧邻的绕组13的每个绕组13被电绝缘。在中心14处,电机的旋转轴线相交于线圈架15。在图2所示的实施例,这些绕组13被三相式缠绕。每个绕组包括多股绞合线。这使得每三个绕组13就其结合布局来看被设计为相同的。这些绕组13在深度取向和布局上也被相同地定位:亦即,第一相由图1中作为顶层的可见的绕组13形成,第二相由从上方看被半覆盖的绕组13形成,而第三相由从上方看被全覆盖的绕组13形成。

[0326] 每个绕组13具有:两个从线圈盘6的中心14开始径向延伸的有源区域16,其作贡献于电动机的转矩;和两个在其径向外边缘和内边缘上大致切向延伸的无源区域17a和17b,即径向内部无源区域17a和径向外无源区域17b。内部无源区域17a在这里的长度比外部无源区域17b短,亦即,内部无源区域被布置为比外部无源区域17b更靠近中心14。不同绕组13的有源区域16在俯视图中、也就是沿着电动机轴2的视图中彼此不重叠,一个绕组13中的每个内部和外部无源区域17a和17b均部分地覆盖两个紧邻的绕组13的相应无源区域17a和17b。

[0327] 圆圈K1和K2在这里表示有源区域16的径向内部边界和径向外边界。这意味着有源区域16是从内圈K1延伸到外圈K2。位于圆圈K1和K2之外的绕组区域属于无源区域17a和17b。

[0328] 在图2所示的实施例,三相中的每一个都是由单个的齿、即单个的绕组13构成,该单个的绕组13在此被多重周向缠绕,但是只提供一个单一回转(Umlauf)。一个特点是辐条状形成的有源区域16中的不同相并排位于单一平面中。在图2中,这些有源区域16用绕组

13上方的两条圆形线表示。因此,有源区域16在它们的形状和尺寸上也是相同的,而无源区域17a和17b在形状和尺寸方面则是不同的。

[0329] 无源区域17a和17b具有由总是两个相邻的齿形成的重叠,由此各相必须进行平面变化。在不改变横截面的情况下,线圈盘6在无源区域17a和17b范围内的厚度在直接重叠的情况下会在轴向上加倍。由此引起的永磁体5的轴向间隔的增加可以通过绕组13的横截面变化、即厚度与宽度之比或者说高度与宽度之比的变化来影响。在所示实施例中,各个绕组13在有源区域16中的厚度与在无源区域17a和17b中的厚度之比恰好为2。在这里可以从有源区域16沿轴向方向被标准化为1的厚度或者说高度开始简化(在所示出的实施例中,有源区域在其厚度方面全部被设计为相同的),另一方面,无源区域17a和17b(其在所示出的实施例中厚度也全部被设计为相同的)具有关于该标准化厚度降低的厚度0.75,但是在侧视图中无源区域17a和17b的该厚度由于它们前后对齐的布置而加起来仅为1.5。例如,在图2所示的侧视图中在右侧示出了这样的布置。在无源区域17a和17b分别考虑具有比有源区域16更小的厚度或高度时,在绕组13的这种重叠布置中,无源区域17通过重叠看起来更厚,并且在中间部分获得额外的结构空间,在该结构空间中永磁体5可以被引导得更靠近有源区域16。在图2的下部示意性示出了外部无源区域17b的走向。在这里变得清楚的是,每三个绕组13在其无源区域17b中进行平面变化。在所示实施例中,绕组13的数量等于3的整数倍,从而使得绕组13能够实现三相运行。亦即,绕组13形成总共三股不同相位的绞线,其中绕组13的所有有源区域16在侧视图中位于单一平面中,而无源区域17a和17b分布在两个平面上。其中两相位于一个平面,第三相进行额外的平面变化。

[0330] 两相可以例如不是在轴向方向上,而是在径向方向上通过相应的横截面变化而堆叠或并置,这导致线圈盘6在径向方向上增大。在无源区域17a和17b沿径向方向的高度或厚度加倍时,这两相在轴向方向上的倍增得到补偿,并产生用于整个线圈盘6的平面。由此获得三相绕制的无铁的线圈模块18,其具有绕组13的可适配的横截面变化并因此具有用于无铁的轴流电动机应用的线圈模块18的可适配轴向高度。

[0331] 因此在图2所示的实施例中,每八个环形布置并且电串联连接的绕组13形成一个线圈。三个这样的线圈按照电流的三相与线圈盘6中的线圈架15和线圈模块18组合在一起。

[0332] 在进一步的实施例中,还可以将两个或更多个线圈盘6彼此粘接在一起或以其他方式彼此材料配合或力配合地连接,以获得线圈模块18。有源区域16之间的空腔的大小可以通过由绕组13所形成的线圈结构的横截面变化来调节。

[0333] 尽管这在图2中没有明确地示出,但是线圈架15可以被构造为,当两个这样的线圈架15彼此叠置时形成冷却通道。此外,线圈架15可以配置有在本文中公开的陶瓷边界。

[0334] 图3以示意性侧视图示出了线圈盘6上相应的横截面变化。在图3中左面以1:1的比例示意性示出了一绕组13,其中无源区域17a和17b的厚度仅为有源区域16的一半。在单个的线圈盘6中,始终只有无源区域17a和17b部分地重叠(且从不完全重叠),但从不与有源区域16重叠。在图3的左边视图中,较厚的有源区域16依次布置在同一平面中,而无源区域17a和17b通过横截面变化只有有源区域的一半厚,并且由于不同的平面,有源区域16与无源区域17a和17b之间的整体比率是1:1,即无源区域17a和17b的厚度之和在横截面中恰好等于有源区域16的厚度。

[0335] 在图3的中间视图中,比例为1:1.5,线圈盘6的横截面如图所示。由于重叠,在所示

出的横截面图中无源区域17现在总共恰好是有源区域16厚度的1.5倍,有源区域16由于它们在侧视图中的依次布置而需要较小的结构空间。所示出的这两个1:1.5的实施例示出了不同的平面变化,由此在第一实施例(左)中在有源区域16右侧形成一个空腔,在第二实施例(右)中在有源区域16两侧形成两个空腔。在这样形成的空腔中可以插入磁体组件(Magnetanordnung)的磁体,从而减小有源区域16和永磁体5之间的轴向距离或间隙(即使其不能完全消失)。由此更有效地利用可用的结构空间。替代地,所形成的空腔也可以用于冷却。

[0336] 最后,在图3的右侧还示出了1:0.7的比例。所示出的这三个实施例展示了通过无源区域17a和17b中相应的横截面和平面变化来形成空腔。所述空腔也可用于冷却。在所述实施例中,绕组13优选使用直径小于2mm的柔性铜制或铝制绞合线,在所示出的实施例中为1.2mm,该绞合线由多个直径小于0.2mm的电绝缘单根金属线组成,但在所示实施例中通常为0.05mm。

[0337] 在形成线圈模块18的线圈盘6的、被构造为连接片的有源区域16之间形成的空腔可用于冷却介质的穿流。在这种情况下,为了实现液压密封,线圈盘6在面向磁盘4的一侧粘贴有由不导电材料制成的流体密封薄膜,从而使得由多个线圈盘6形成的线圈模块18对外密封。空腔在这里可以被设计为矩形的、三角形的或梯形的或者更复杂的形状。

[0338] 在图4中,在左侧图中以俯视图再次示出了根据图2视图中的一个绕组13。由图4右侧示出的绕组13的截面图可以看到,在有源区域16中的厚度大于在无源区域17a和17b中的厚度。

[0339] 圆圈K1和K2与图2中一样表示有源区域16的伸展。

[0340] 图5以对应于图2的俯视图示出了线圈模块18,其中两个线圈盘6沿轴向方向依次布置并分别嵌入到补充线圈架15的线圈架环20中,其中电触点19从绕组13引出线圈架环20。在该实施例中,线圈架环20由玻璃纤维环氧树脂织物制成。

[0341] 图6示出了该线圈模块18的截面图,其中两个互相组合的线圈盘6被布置为,在两个线圈盘6的有源区域16之间形成空腔21,该空腔21形成本文中所描述的冷却通道。由于线圈盘通过薄膜被流体密封地密封,因此冷却介质可以被引入该空腔21中。

[0342] 图7示出了用于电机的线圈模块的线圈盘6的内侧,更详细地描述了冷却几何形状。线圈盘5具有由电绝缘材料制成的线圈架15和至少一个由导电材料制成的绕组13,该绕组围绕至少一个线圈盘6的中心14周向地布置在线圈盘6之上或之中。

[0343] 优选地,该绕组13是在本文中所详细描述地具有有源区域16和无源区域17a、17b的绕组,其中不同绕组13的有源区域16彼此不重叠,但是一个绕组13的每个无源区域17a、17b都分别部分地覆盖两个紧邻绕组13的相应无源区域17a、17b,并且每个绕组13在横截面中沿轴向方向在有源区域16中厚度大于在无源区域17中的厚度。然而,绕组13也可以是不同类型的绕组。至少一个绕组13可以例如被构造为至少一个围绕中心14曲流形(mäanderförmig)布置的绕组。

[0344] 线圈盘6还具有基本环形的凹部22。凹部22位于线圈盘6的内侧,即,在线圈模块中面向另一线圈盘的一侧,因此凹部22被封闭在两个线圈盘内部,从而形成冷却通道。凹部22具有外边缘24和内边缘26,凹部22从这些边缘开始相对于线圈盘6的其余表面凹入。这意味着,线圈盘6的内侧除凹部22之外基本上位于一个平面内,因此边缘24和26分别代表了从线

圈盘6的平坦内侧到凹部22的过渡。尽管凹部22在该实施例中绘制为精确的环形,但是根据本发明其不必是精确的环形。凹部22基本上围绕中心14延伸并且不在中心14本身中。然而,凹部22可以具有一个或多个在本文的其它地方详细说明了的连接片,该一个或多个连接片使凹部22中断。此外,凹部22的内边缘26和/或外边缘24不必是精确圆形的,并且可以具有例如多边形或不规则的形状。

[0345] 凹部22的内边缘26位于从绕组13的有源区域16到内部无源区域17a的过渡区域中。凹部22的外边缘24位于绕组13的外部无源区域17b的径向最外区域处。凹部22的这种布置能是有利的,因为径向内部无源区域17a由于有限的空间而比径向外无源区域17b厚,并且紧邻的绕组13的内部无源区域17a与有源区域16比起来分别重叠,从而使得该径向内部无源区域17a沿轴向方向的总厚度大于有源区域16的厚度。因此,在有源区域16的范围内并且必要时在外部无源区域17b的范围内提供了用于凹部22的空间。替代地,凹部22的外边缘24也可以位于有源区域16和径向外无源区域17b之间的过渡处。

[0346] 应该注意的是,在电机的最佳可能设计的情况下,如所述的那样布置凹部22能是有利的。然而,凹部22也可以被不同地布置,例如当对空间要求、性能和/或效率做出折衷时。

[0347] 凹部22可以具有不同的横截面,如图8A至8D中示例性示出的那样。图8A至8D分别示出了沿图7所示平面B-B的截面图。

[0348] 尽管未明确示出,但是线圈盘6可以具有在本文中描述的陶瓷边界,该陶瓷边界将线圈架15与由凹部22形成的冷却通道分隔开,使得线圈架15的材料不吸收冷却剂(特别是含水冷却剂)。

[0349] 图8A示出了具有矩形横截面的凹部22。该凹部22具有外侧表面30、底面28和内侧表面32,其中内侧表面32和外侧表面30分别正交于底面28,并且底面28平行于线圈盘的内侧。因此,凹部22沿着径向方向从内到外、即从内边缘26到外边缘24具有恒定的深度34。

[0350] 图8B示出了具有梯形横截面的凹部22。与图8A所示横截面相反的是,侧壁30和32不正交于底面28,而是倾斜于底面28,因此凹部22在侧壁30、32的区域内到底面28的深度是连续地增加。在底面28的区域中,高度可以如参照图8A所述的那样再次是恒定的。

[0351] 图8C示出了一凹部22,其具有沿径向方向从内到外、即从内边缘26到外边缘24增加的深度34a、34b。这意味着,底面28至少部分地不平行于线圈盘的内侧。因此,底面28的一部分,例如底面28的径向外部分,可以平行于线圈盘的内侧,而底面28的另一部分,例如底面28的径向内部部分,可以倾斜为,使得凹部22的深度34a、34b从径向内侧到径向外侧增加。此外,内侧表面32和外侧表面30可以各自与线圈盘的内侧正交或成一定角度。在本实施例中,外侧表面30与线圈盘的内侧正交,而内侧表面32与其成角度。

[0352] 凹部22可以这样布置在线圈盘中,即,使底面28的上述平行于线圈盘内侧的部分位于绕组的径向外无源区域17b连同其径向延伸区域的范围内,在该区域中发生横截面变化。底面28的倾斜部分位于绕组的扇出有源区域的范围内。内侧表面32位于绕组的发生横截面变化的内部无源区域的范围内。

[0353] 在图8C中示出的凹部22的横截面可能特别存在于绕组的有源区域如本文所述的那样“扇出”时。凹部的这种形状也被称为“V形冷却”几何形状。

[0354] 图8D示出了凹部22的横截面,其中从线圈盘的内侧到内侧表面32、到底面28和到

外侧表面30的过渡是稳定的和/或连续的。对于图8A至8C所示的横截面,这种稳定和/或连续的过渡也是可能的。

[0355] 在图8A至8D中示出的凹部可以具有在本文框架下公开的陶瓷边界。

[0356] 凹部22也可以具有由图8A至8D中所示横截面组合产生的横截面形状。

[0357] 图9A和9B示出了绕组13的俯视图,据此详细说明了在本文中所公开的“扇出”。该绕组具有两个径向延伸的有源区域16以及一个切向延伸的内部无源区域17a和一个切向延伸的外部无源区域17b,它们各自将两个有源区域连接在一起。正如在本文中所公开的那样,绕组13的在有源区域16中沿轴向方向的厚度大于无源区域17a、17b的沿轴向方向的厚度。邻近有源区16,无源区17a、17b具有短的径向区域35和36,在这些径向区域中发生各个绕组13的横截面变化,它们可还伴随着平面变化。这样的过渡区域也可以位于有源区域16中。

[0358] 有源区域16具有扇出的几何形状。也就是说,在从内到外的径向方向上,绕组13沿切线方向的宽度在有源区域16中增加,即,绕组13在有源区域16中沿切线方向的宽度在毗邻内部横截面变化35的径向最内点处具有最小值38,并在毗邻外部横截面变化36的径向最外点处具有最大值40。绕组在横截面变化35、36中的宽度可以位于这些值之内和/或之外。绕组在有源区域16中沿轴向方向的厚度沿径向方向从内向外减小,即,在毗邻内部横截面变化35的径向最内点处占据一最大值42,并在毗邻外部横截面变化36的径向最外点处占据一最小值44。在横截面变化35、36中,绕组的厚度可以位于这些值之内和/或之外。绕组13在有源区域16中的横截面面积沿着径向方向基本保持恒定。

[0359] 这种具有扇出有源区域16的绕组的形式可以有利地与在图8C中示出的凹部、即“V形冷却几何结构”相结合。这例如在图10中示出。

[0360] 图10示出了线圈模块18的截面图。该线圈模块具有第一和第二线圈盘6,每个线圈盘都具有绕组13,这些绕组具有如图9A和9B所示的扇出几何形状。该第一和第二线圈盘6分别具有基本环形的凹部22,每个凹部从绕组13的内部横截面变化35延伸到绕组的外部无源区域17b。在横截面变化35和36之间,凹部22的深度从径向内侧到径向外侧连续增加,使得凹部具有所谓的“V形冷却”几何形状。

[0361] 当前,无论是第一线圈盘6还是第二线圈盘6都具有凹部22,这些凹部在线圈模块18的组装状态下彼此完全相对,从而界定并形成冷却通道23。

[0362] 图11A和11B分别示出了第一线圈盘6a和第二线圈盘6b的内侧俯视图,这两个线圈盘被提供用于组成线圈模块。为了清楚起见,在这些图中没有示出绕组。第一线圈盘6a和第二线圈盘6b各自具有一基本环形的凹部22a、22b。此外,在凹部22a中形成连接片38a,在凹部中形成连接片38b,它们的顶侧各自位于与线圈盘6a、6b的其余内侧(即,除凹部22a、22b之外)一样的同一平面内。

[0363] 第一线圈盘6a还具有流入孔40a、流入通道44和流出孔42a。流入通道44在凹部22a的侧表面中形成流入开口43。第二线圈盘6b具有流入孔40b、流出孔42b和流出通道46,流出通道在凹部22b的侧表面中形成流出开口45。

[0364] 通过这种布置,冷却剂可以在线圈模块的组装状态下通过流入孔40a、b,流入通道44、流入开口43流入由凹部22a、22b形成的冷却剂通道中,然后通过流出开口45流入流出通道46和流出孔42a、b中,如箭头所示。

[0365] 电机通常具有多个这样的线圈模块,这些线圈模块经由线圈间隔件彼此连接。线圈间隔件具有相应的流入孔和流出孔,使得在组装状态下所有流入孔位于一条线上并且所有流出孔位于一条线上。在此,位于电机的一个轴向端部上的线圈模块或者间隔件中可以省略流入孔和流出孔。通过位于电机的相对的轴向端部上的线圈模块或间隔件的流入孔和流出孔,可以供应和排放冷却剂。

[0366] 图12A、12B和12C示出了一个线圈模块,据此说明本文中公开的有源区域的“扇出”以及“V形冷却”。

[0367] 图12A在此示出了线圈模块18的立体图。该线圈模块包括第一线圈盘6a和第二线圈盘6b。第一线圈盘6a和第二线圈盘6b通过使各自的内侧彼此对置的方式相互附接。各自设置在内侧的两个凹部22a、22b因此指向彼此或者说彼此叠置,使得它们在线圈盘6a、6b之间形成冷却通道23。

[0368] 第一线圈盘6a和第二线圈盘6b各自包括多个绕组13。线圈盘6a、6b各自的绕组13在此可以不同地设计。第一组绕组13a位于第一平面中,使得无论有源区域16a还是无源区域都位于该第一平面中。第二组绕组13被布置为使得切向区域位于偏离第一平面的第二平面中,并且有源区域16b位于第一平面中。在去往有源区域16b的过渡处发生平面变化。第三组绕组13c被布置为使切向区域不仅位于第一平面,还位于第二平面中,从而在该切向区域中发生平面变化。附加地,从位于第二平面中的切向区域的一部分到位于第一平面中的有源区域16c也发生平面变化。通过这种方式,每一个线圈盘6a、6b的所有有源区域16a、16b和16c都位于第一平面。

[0369] 图12B示出了线圈模块18的俯视图。绕组具有如在本文公开的有源区域16和无源区域17a、17b。可以清楚地看到,绕组13的有源区域16具有本文所述的扇出形状。

[0370] 此外,还绘出了在图12A中示出的绕组13a、13b和13c。可以清楚地看到,它们的邻近的有源区域16a、16b、16基本上彼此邻接,因此有利地没有间隙。

[0371] 图12C示出了线圈模块18的立体图,其中省略了一些绕组,因此第一线圈盘6a和两个第二线圈盘6b之间的通道23清晰可见。这意味着在第一线圈盘6a的绕组13d和第二线圈盘的绕组13e之间形成一空间,该空间从径向内侧到径向外侧沿其轴向高度(或者说轴向厚度)增加。

[0372] 图13A示出了线圈模块18的立体图。该线圈模块具有第一线圈盘6a和第二线圈盘6b。第一线圈盘6a具有第一线圈架15a和第一线圈架环20a,第一线圈架环在径向外侧围绕第一线圈架15。相应的,第二线圈盘6b具有第二线圈架15b和第二线圈架环20b,该第二线圈架环在径向外侧围绕第二线圈架。在第一和第二线圈架15a、15b中如本文所公开的那样分别嵌入绕组13。这些绕组13具有基本径向延伸的有源区域16以及基本切向延伸的内部无源区域17a和外部无源区域17b。绕组13与触点19电连接。

[0373] 图13B示出了根据图13A的线圈架的俯视图。

[0374] 图13C示出了沿图13B中的截面A-A的横截面。如图13C所示,第一线圈盘6a和第二线圈盘6b被构造为在它们之间形成基本环形的冷却通道23。根据该实施例,该冷却通道23在线圈盘6a和6b以及线圈架15a和15b的一径向区域中延伸,在该径向区域中布置有绕组13的有源区域16和外部无源区域17b。

[0375] 该线圈模块18还具有第一和第二陶瓷边界56a和56b、径向内部陶瓷边界57以及径

向外部陶瓷边界58,它们围绕冷却通道23并将其与第一线圈架15a和第二线圈架15b分隔开。

[0376] 图13D示出了沿图13B中的截面B-B的横截面。在图13D中还示出了流入开口54和流出开口55。还可以看到,第一陶瓷边界56a和第二陶瓷边界56b各自具有开口62和61,这些开口与流入开口54或流出开口55协调一致。通过这种方式,冷却剂可以通过流入开口54流入冷却通道23中,流过该冷却通道并再次通过流出开口55离开。此外,通过密封件56a、56b、57和58确保冷却剂不与线圈架15a和15b的材料发生接触。

[0377] 图14A示出了线圈盘6,如其例如在图13A-C中所示线圈模块18中所安装的那样。线圈盘6具有包含本文中公开的绕组的线圈架15以及线圈架环20。

[0378] 线圈架15具有径向内部区域50和径向外外部区域51,其中,径向内部区域50比径向外外部区域51高。换言之,径向内部区域50具有比径向外外部区域51更大的轴向厚度。绕组的径向内部无源区域布置在径向内部区域50中。绕组的有源区域和径向外外部区域在径向外外部区域51中。线圈架环20又比线圈架15的径向外外部区域51高,因此其基本上处于与线圈架15的径向内部区域50相同的高度上。在第一线圈盘和第二线圈盘的接合状态下,第一线圈架15和第二线圈架的径向内部区域50彼此相叠。

[0379] 通过这种方式,当具有镜像结构的两个线圈盘6接合在一起时,在两个线圈盘之间以及在线圈架环20和线圈架15的径向内部区域50之间的区域中形成冷却通道。

[0380] 线圈架环20还具有流入开口54和流出开口55。在流入开口54周围,线圈架环20具有凹陷区域52,该凹陷区域与线圈架15的径向外外部区域51基本上处于相同的高度并转入其中。在流出开口55周围,线圈架环20具有凹陷区域53,该凹陷区域与线圈架15的径向外外部区域51基本上处于相同的高度并转入其中。

[0381] 在图14A中示出了没有陶瓷边界的线圈盘6。

[0382] 图14B示出了根据图14A的带有陶瓷边界56的线圈盘6。陶瓷边界56基本上具有环形盘的形状,其设置在径向外外部区域51以及线圈架环的凹陷区域52和53中。换言之,基本环形的陶瓷盘56具有两个突出部59和60,这两个突出部对应于线圈架环20的凹陷区域52和53。

[0383] 此外,如图14B所示,线圈盘6具有径向内边界57,该径向内边界围绕环形陶瓷盘56的径向内边缘。线圈盘6还具有径向外边界58,径向外边界围绕环形陶瓷盘56的径向外边缘。

[0384] 环形陶瓷盘56还具有对应于流入开口54和流出开口55的两个开口61和62。

[0385] 通过这种方式,冷却通道完全与线圈架15和线圈架环20的周围材料隔开(abgegrenzt)。

[0386] 例如,线圈盘6是第一线圈盘,陶瓷边界56是第一线圈盘。在本文中公开的线圈模块还包括基本上与线圈盘6镜像的第二线圈盘和第二陶瓷边界。

[0387] 图15A示出了第一或第二陶瓷边界56。陶瓷边界56具有许多连接元件53,这些连接元件以垂直于陶瓷边界56的形式定向。在具有两个陶瓷边界56的线圈模块中,连接元件53将第一和第二陶瓷边界连接起来。

[0388] 图15B示出了具有连接元件64的第一或第二陶瓷边界56,这些连接元件被构造为引导结构或引导肋的形式。这些连接元件64将线圈模块中的第一和第二陶瓷边界与两个陶

瓷边界56连接。

[0389] 图16示出了陶瓷边界56。该陶瓷边界56具有多个突出部65,这些突出部具有“蛋糕块”或扇形的形状。突出部65被设计用于伸入在线圈架中在绕组的两个相邻有源区域之间形成的相应间隙中。

[0390] 图17示出了车辆150,其具有在本文中公开的电机152。

[0391] 图18示出了工具机154,其具有在本文中公开的电机156。

[0392] 仅在所述实施例中公开的不同实施方式的特征可以彼此组合并单独地要求保护。

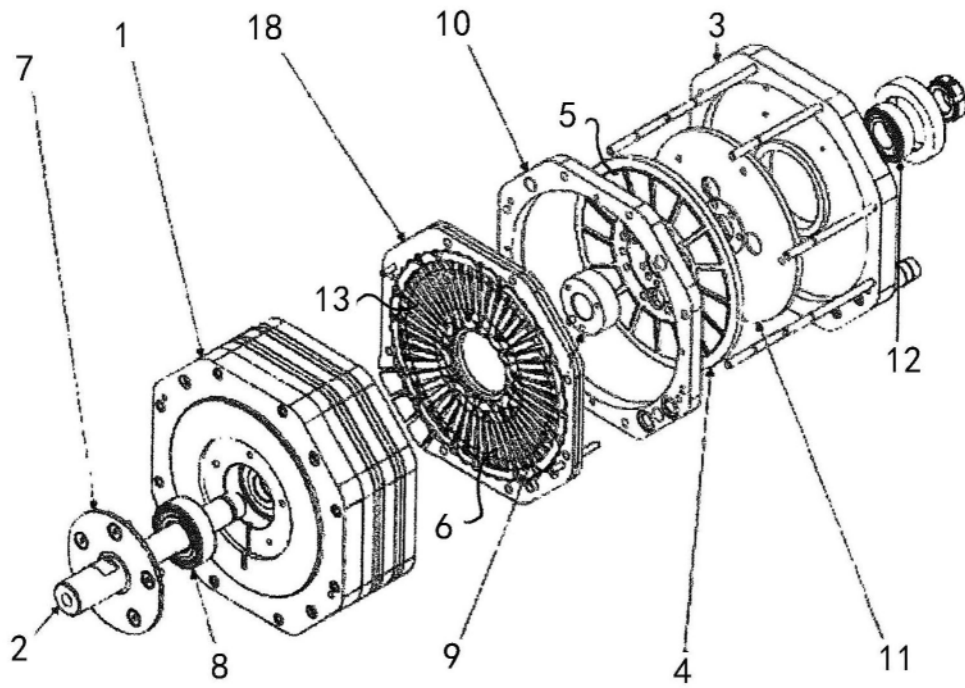


图1

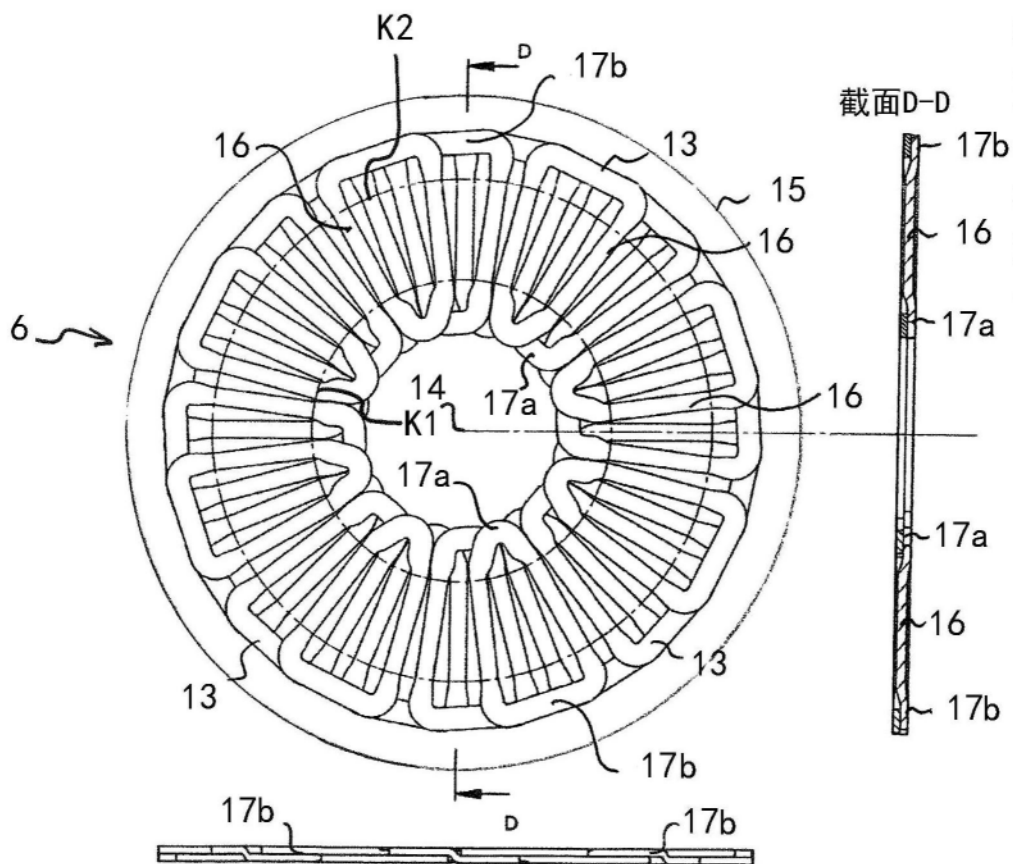


图2

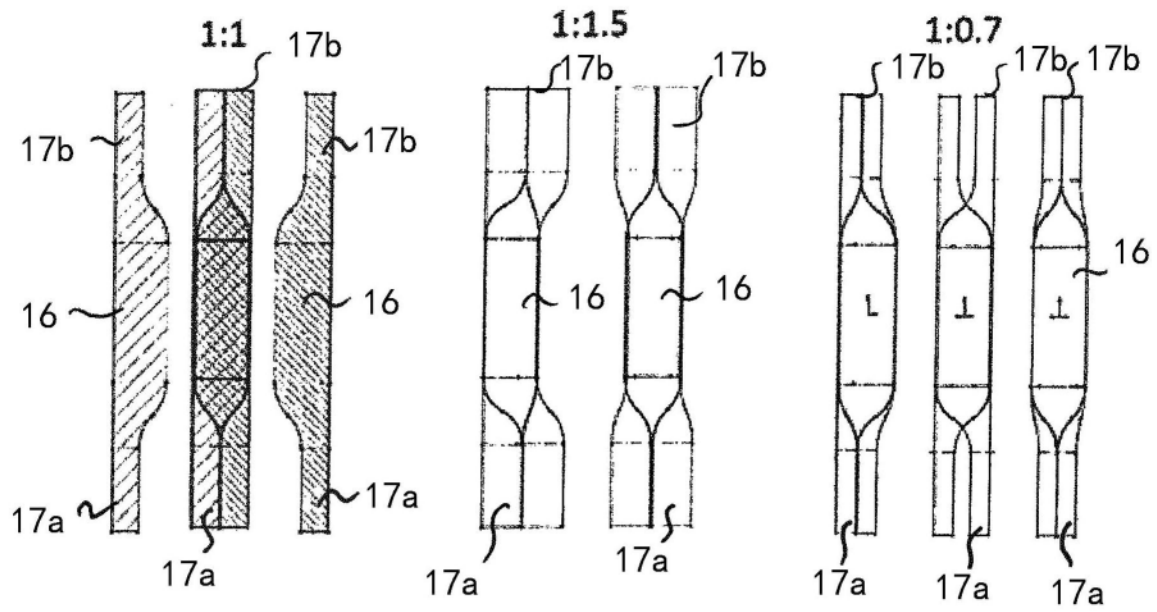


图3

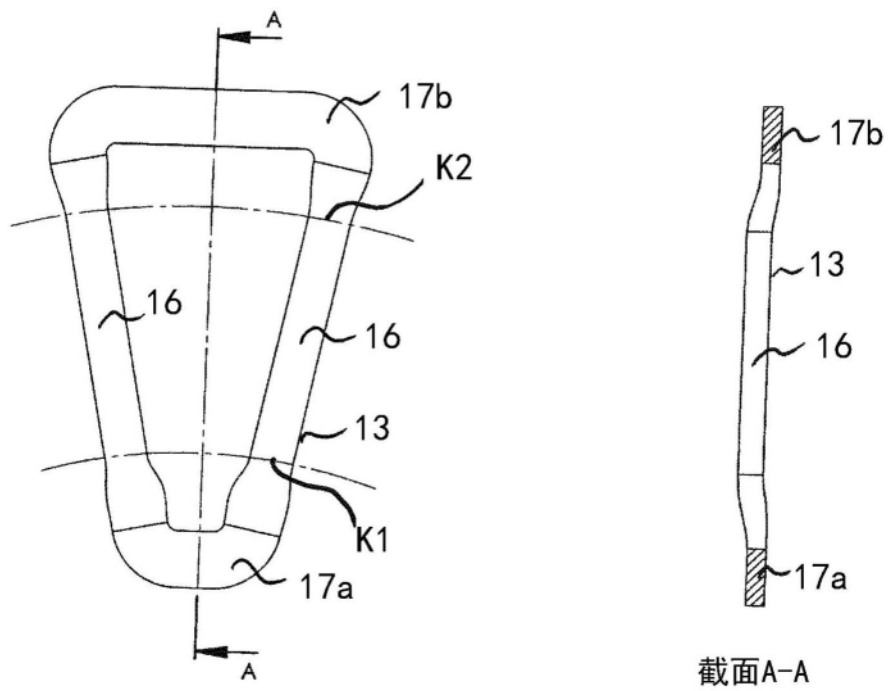


图4

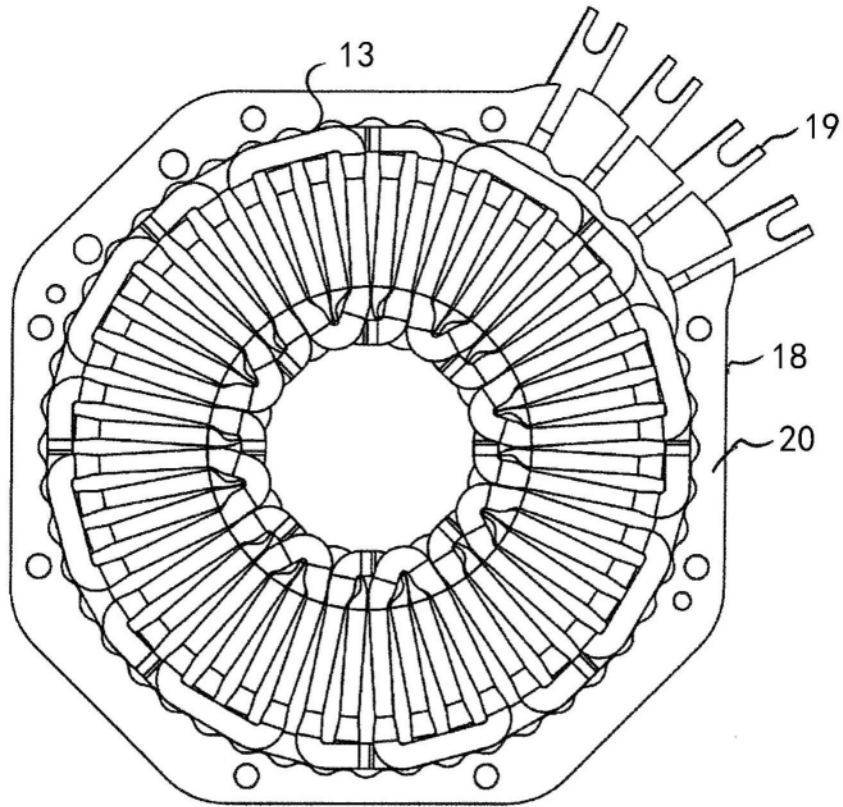


图5

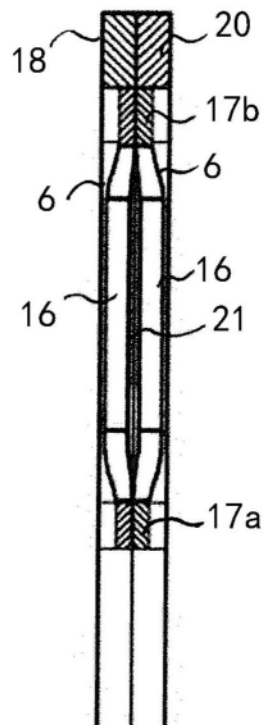


图6

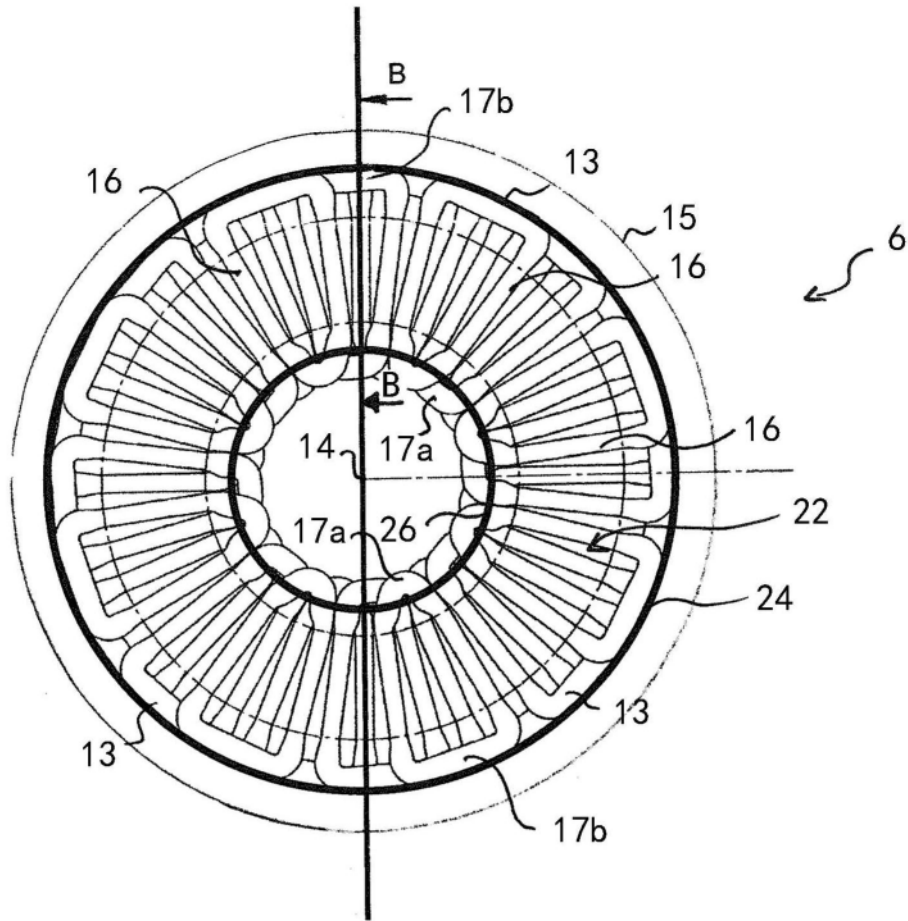


图7

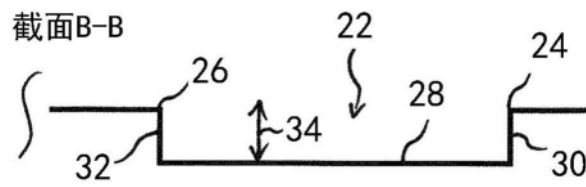


图8A

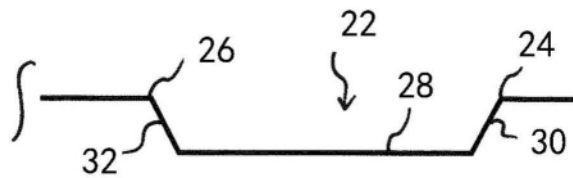


图8B

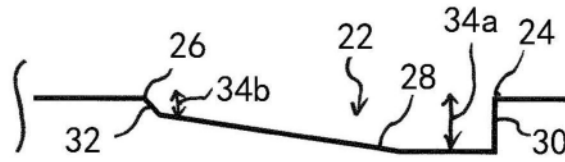


图8C

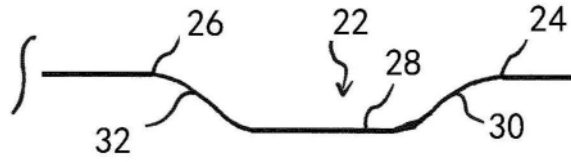


图8D

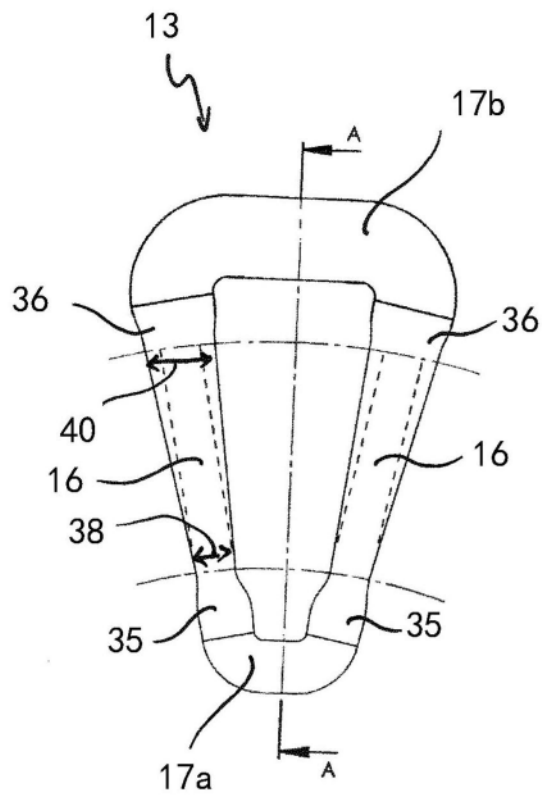
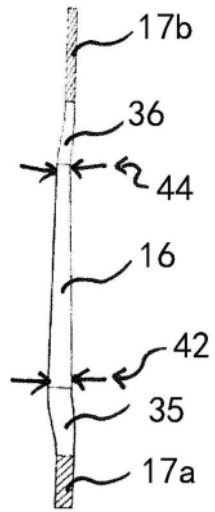


图9A



截面A-A

图9B

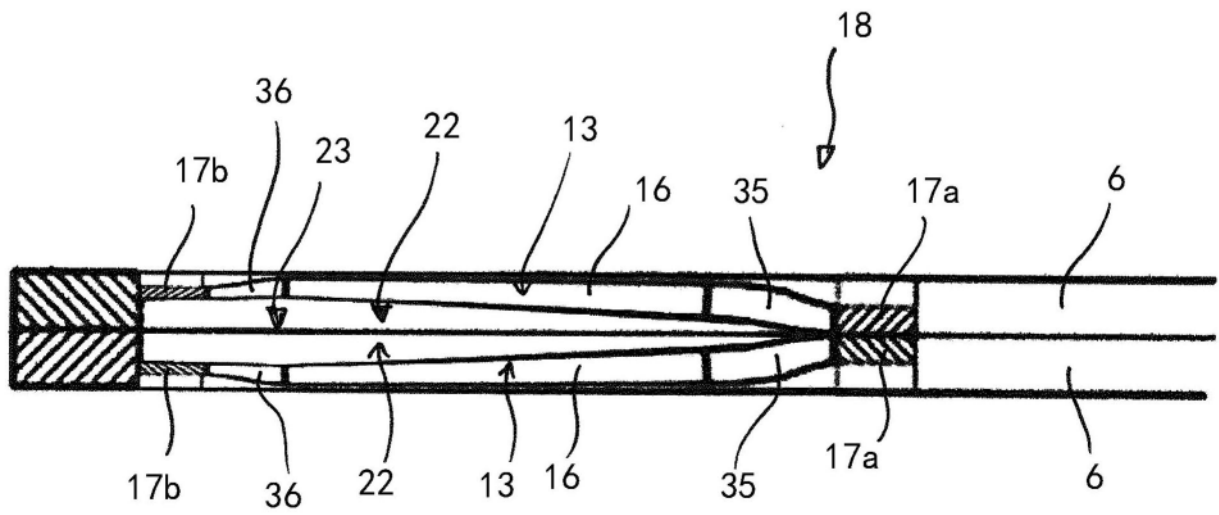


图10

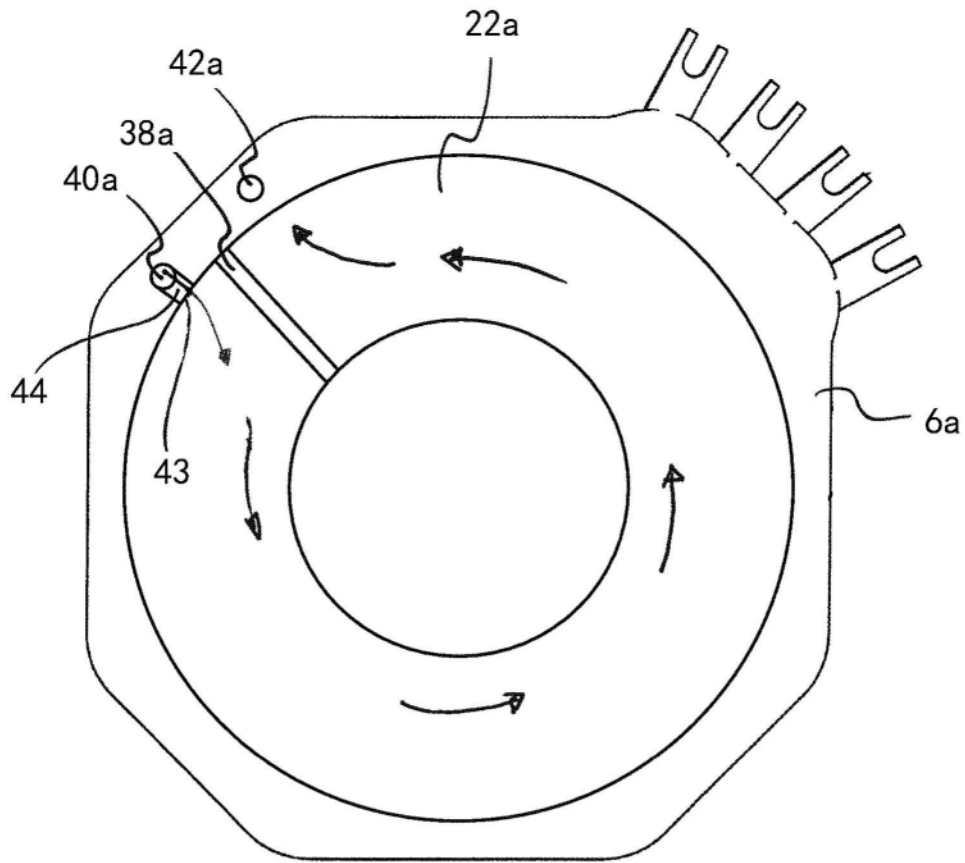


图11A

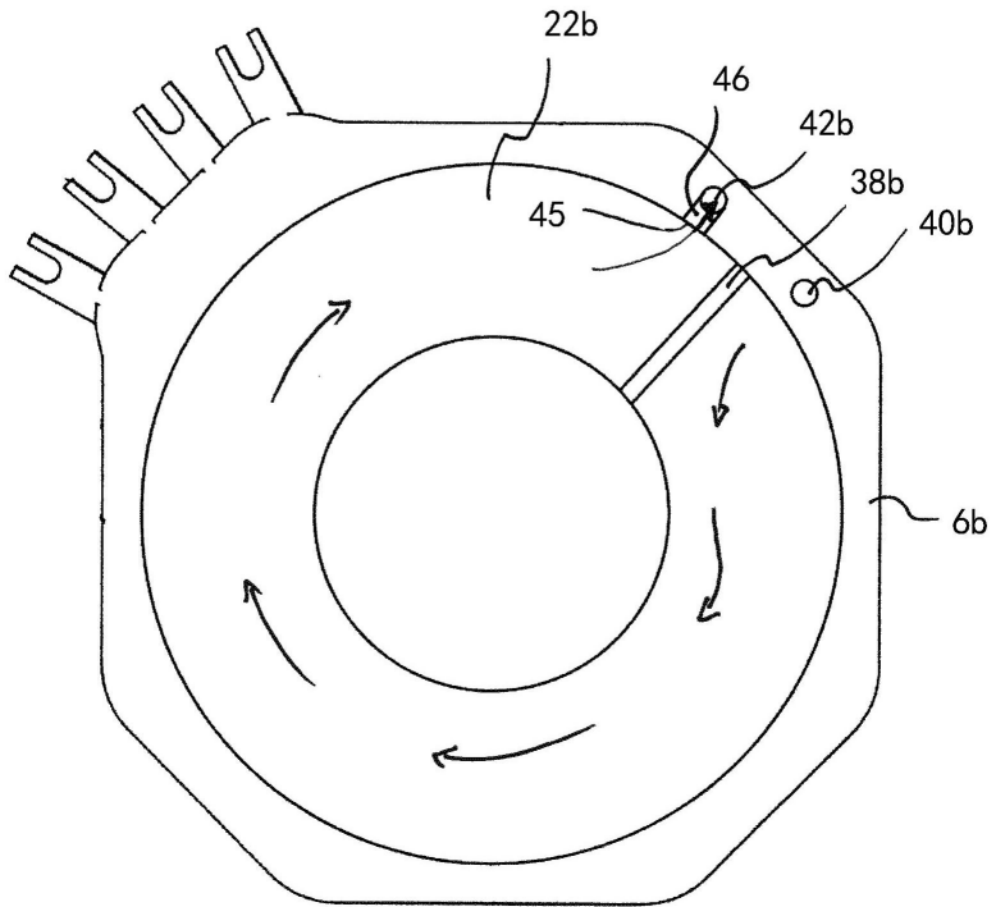


图11B

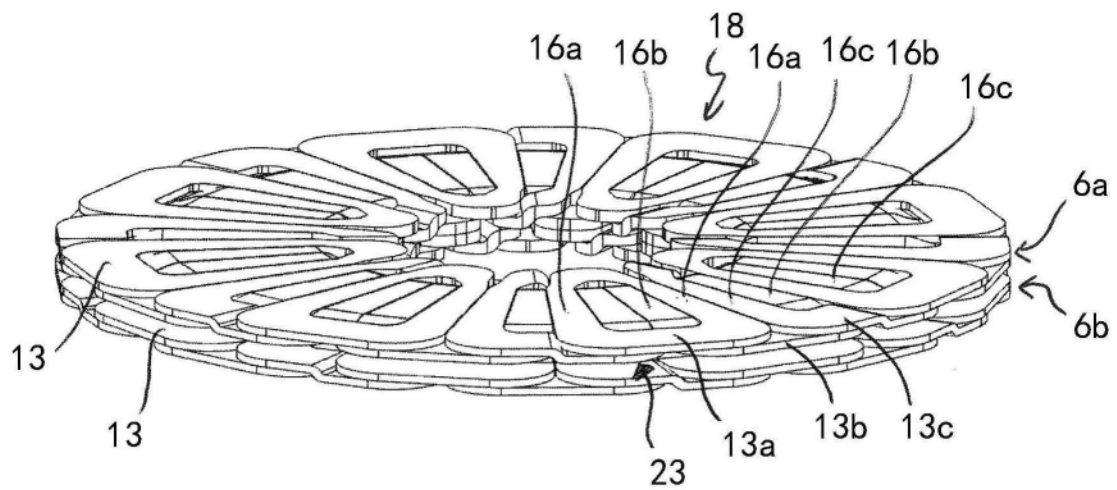


图12A

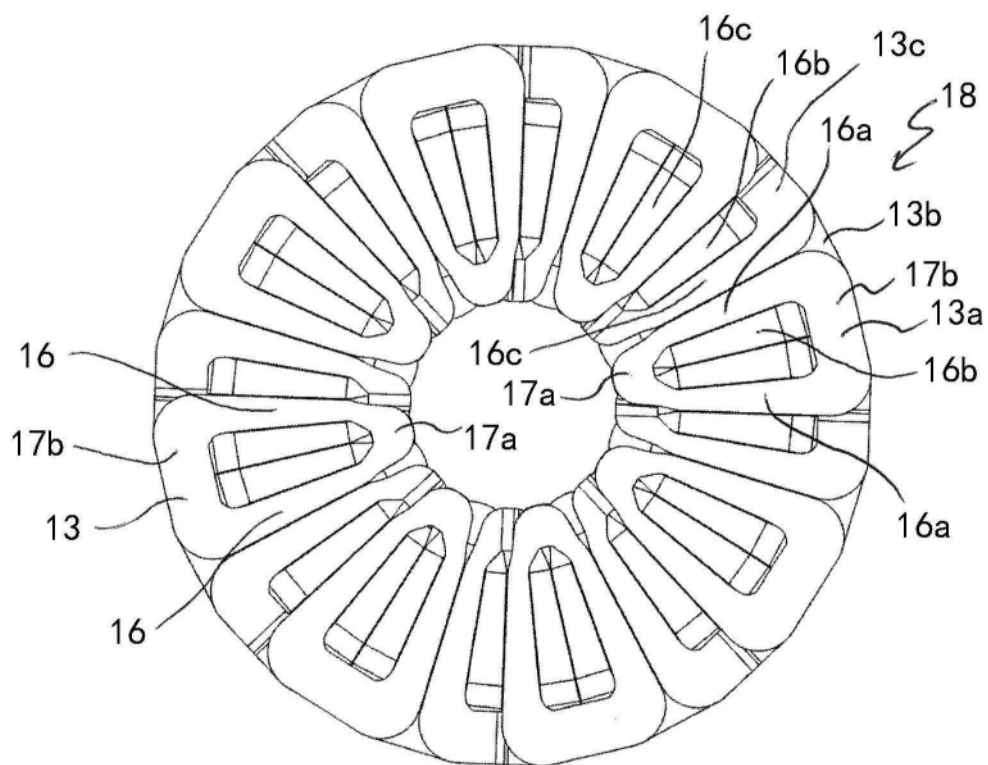


图12B

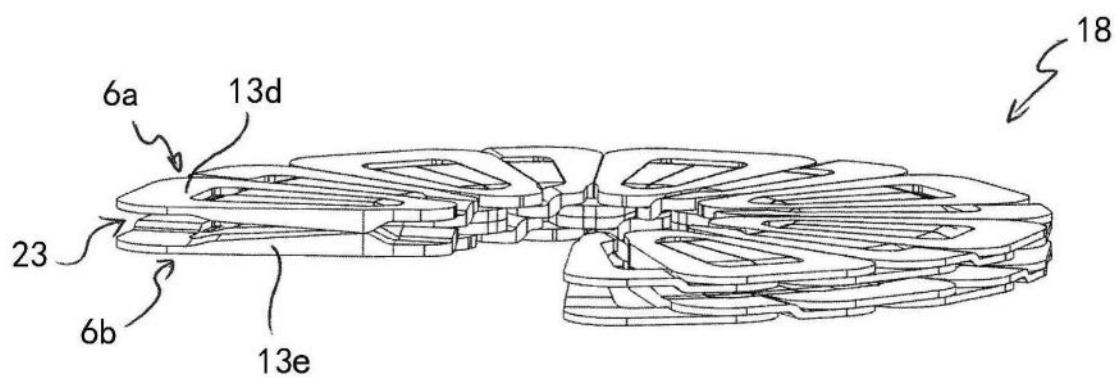


图12C

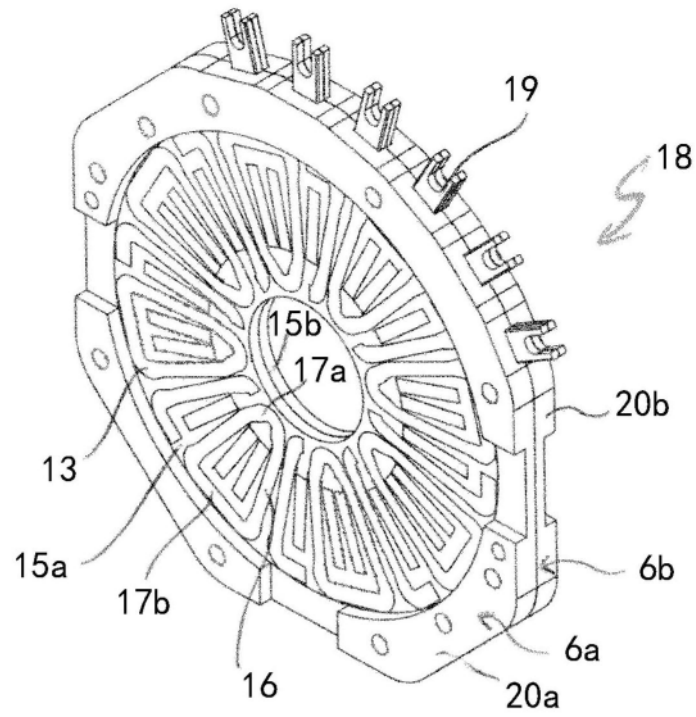


图13A

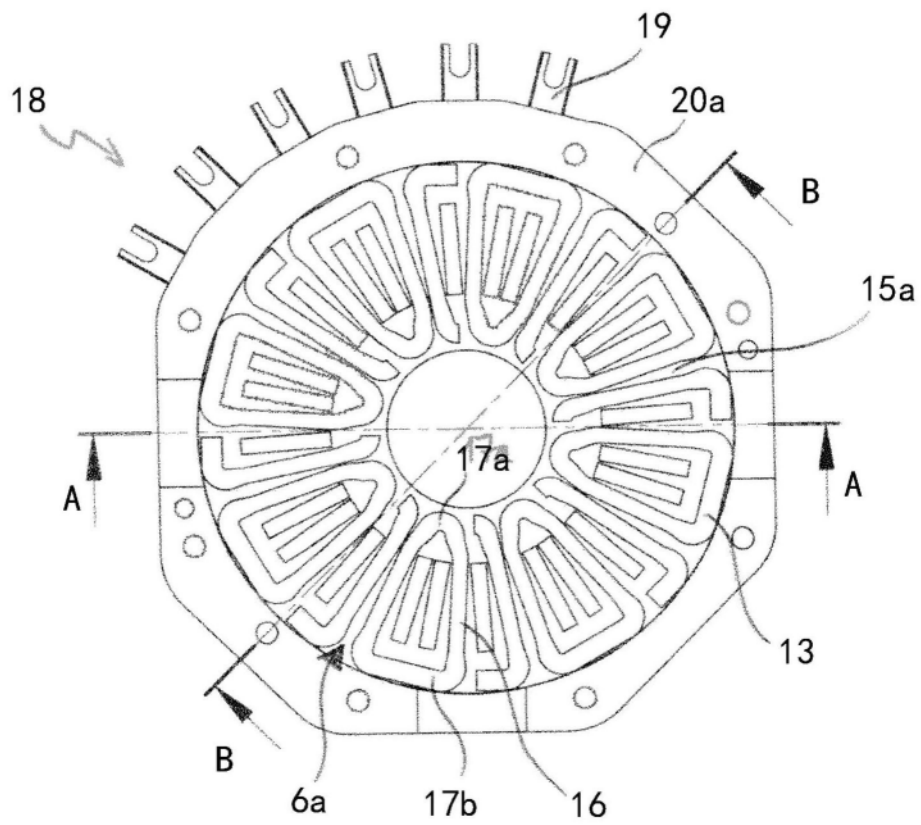


图13B

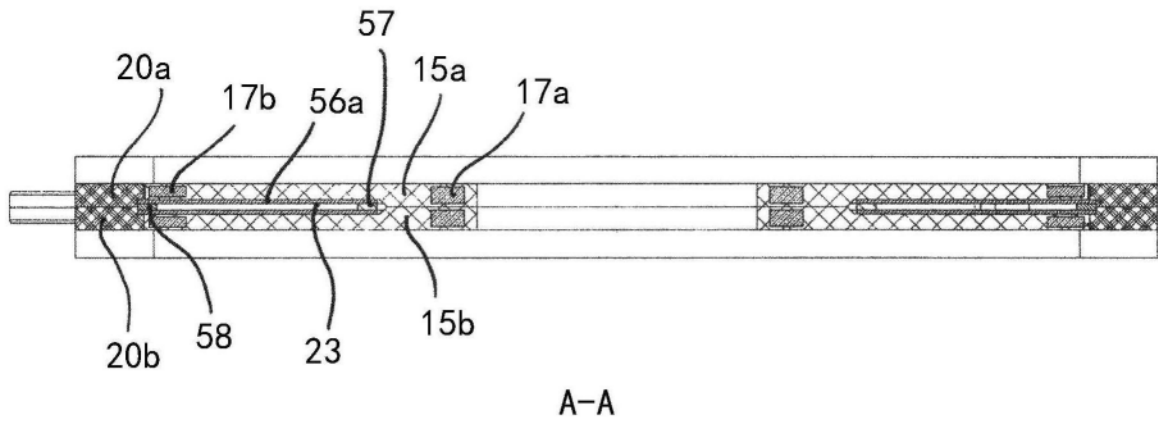


图13C

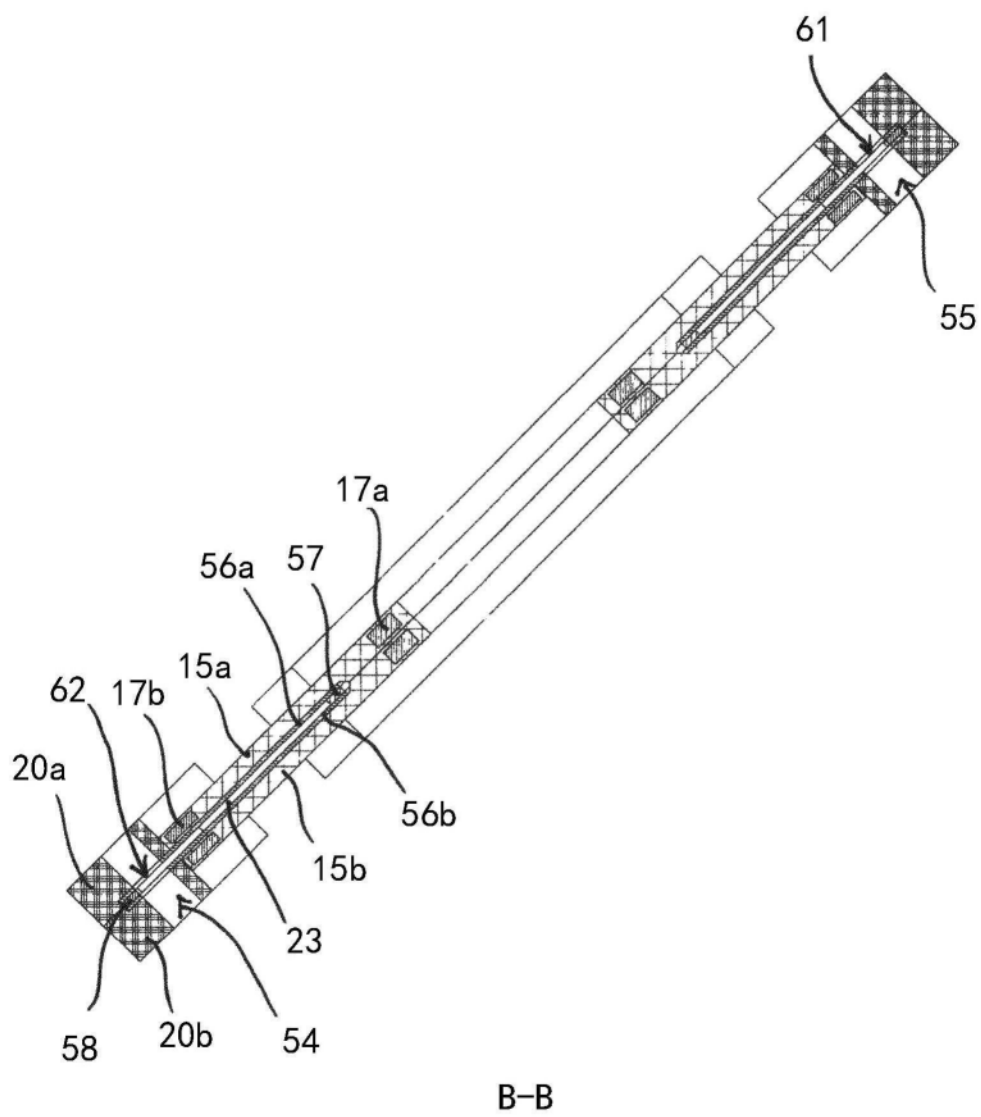


图13D

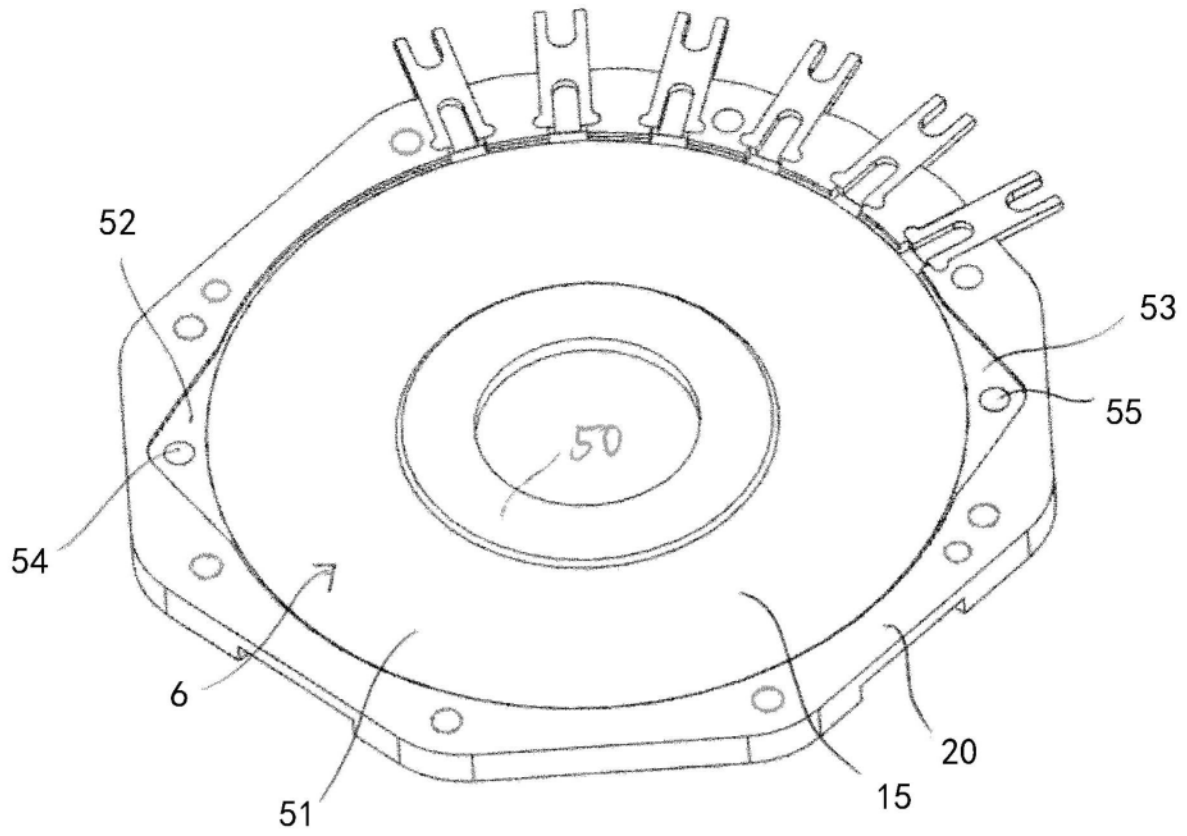


图14A

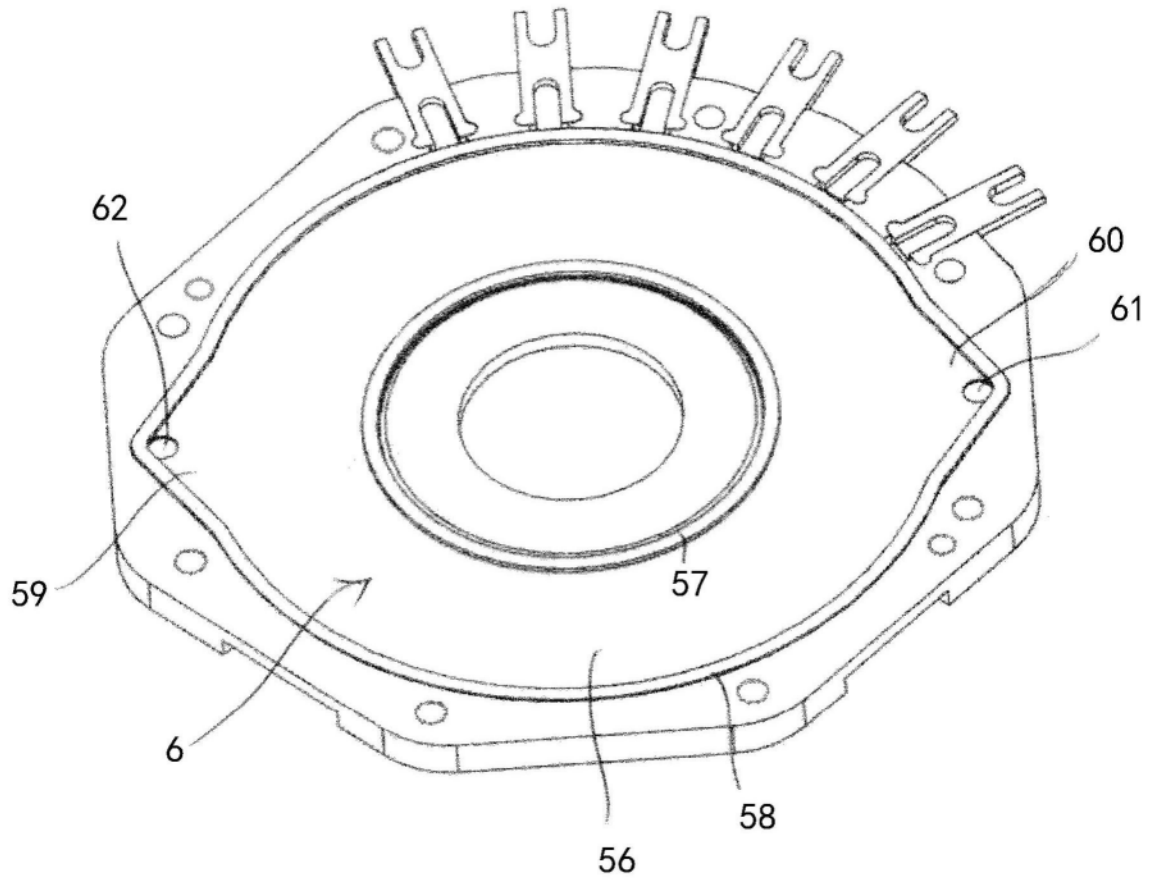


图14B

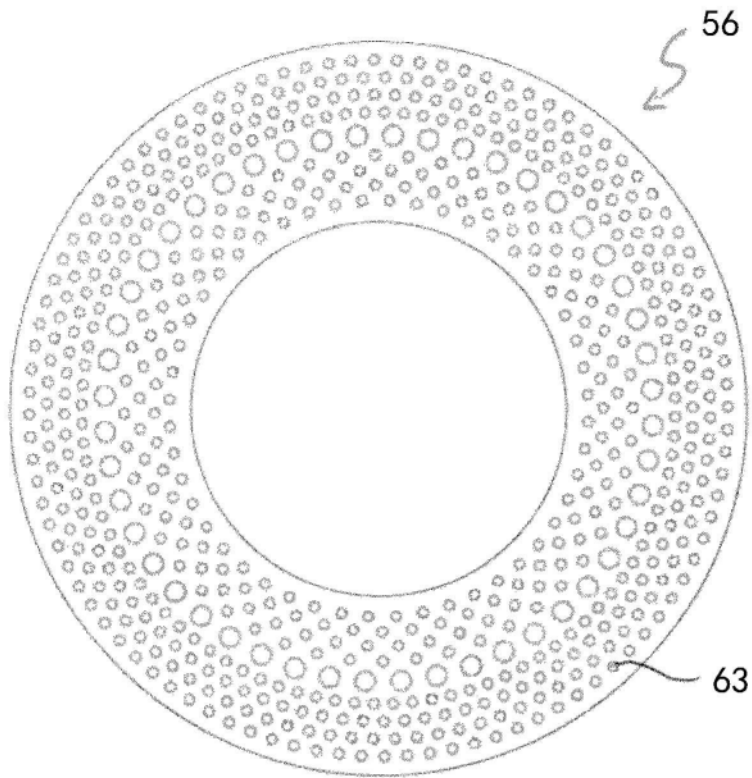


图15A

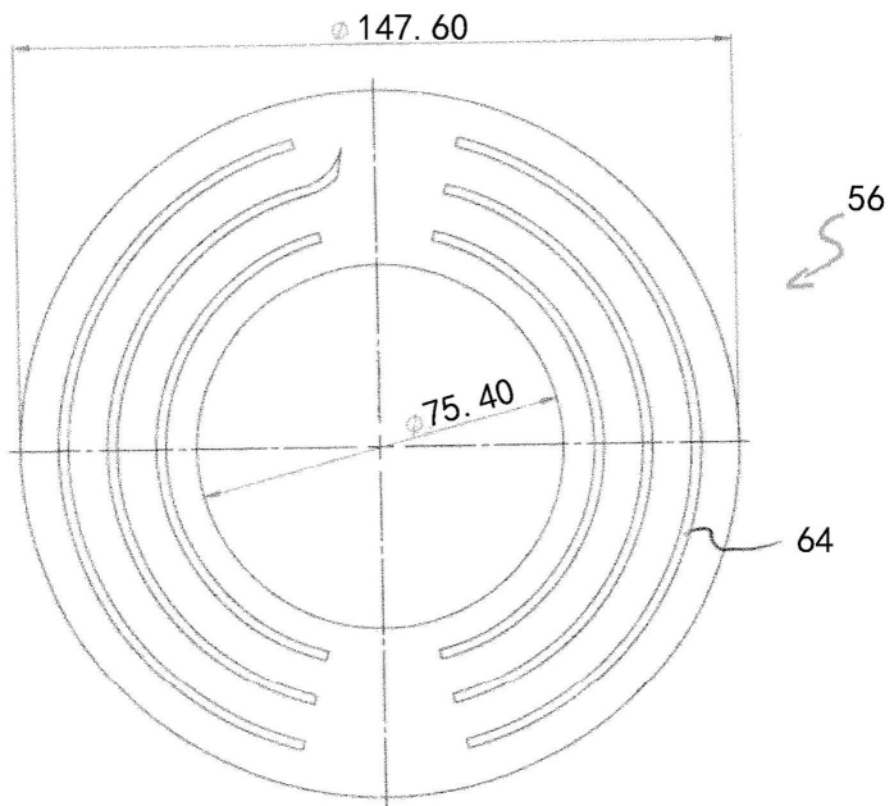


图15B

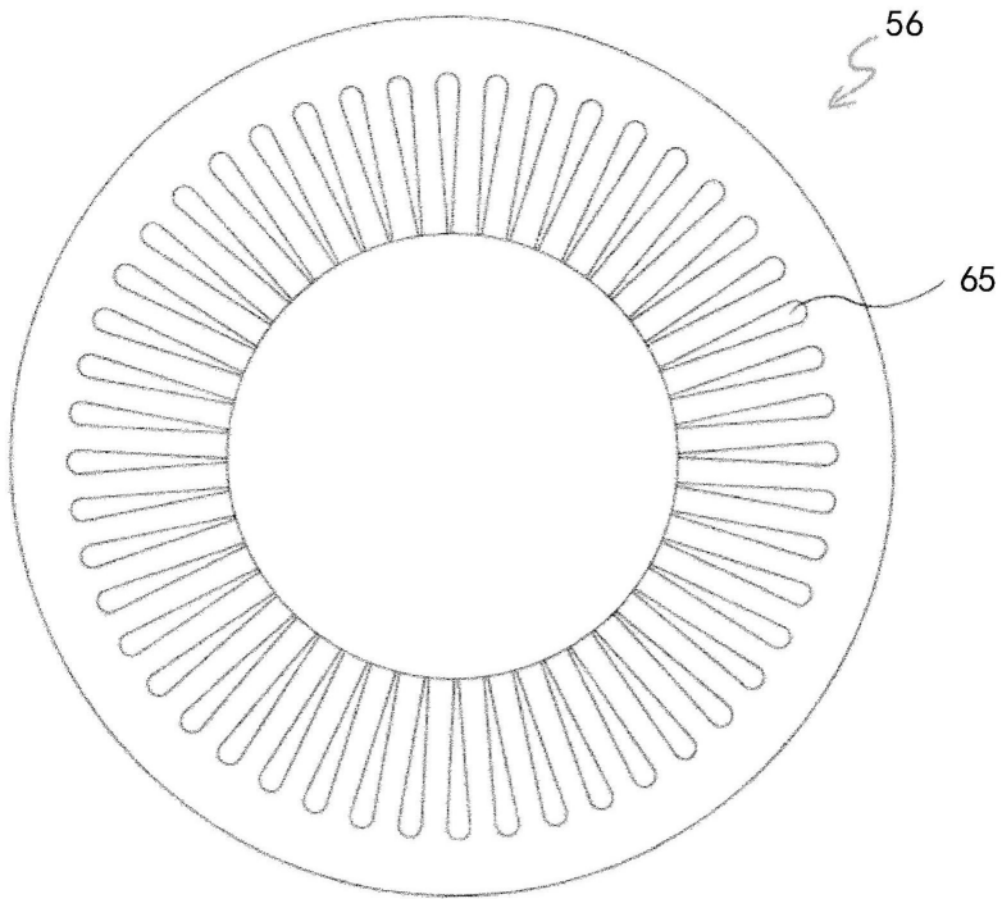


图16

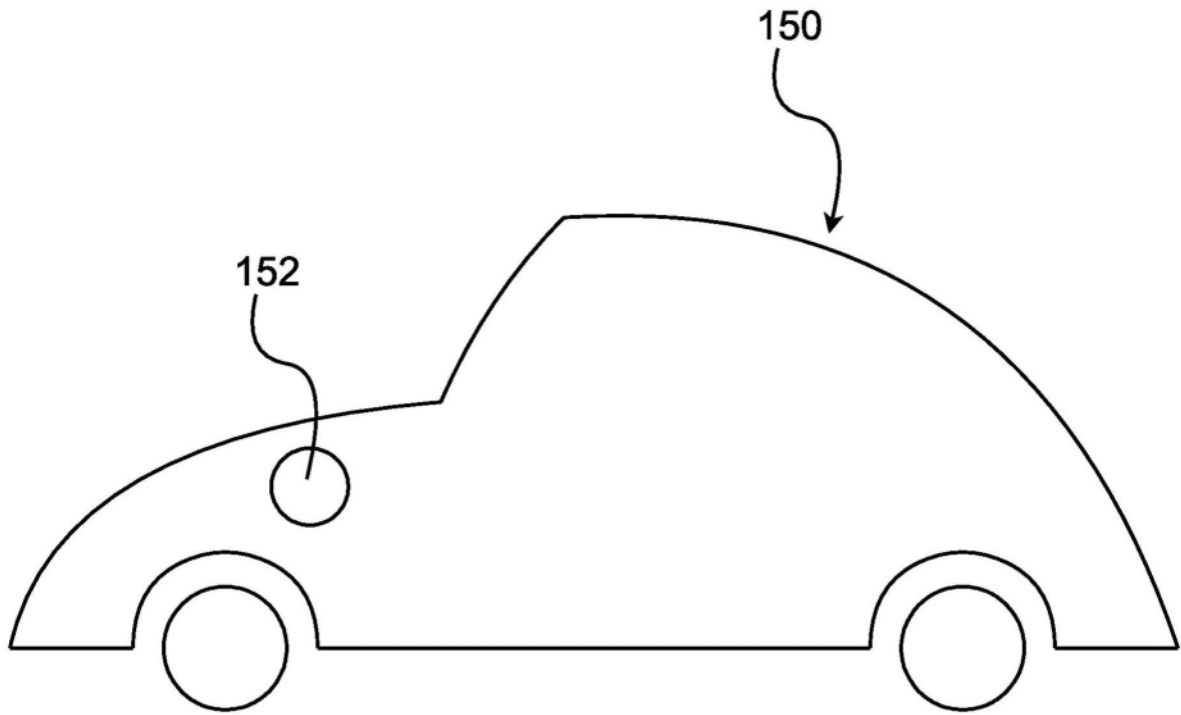


图17

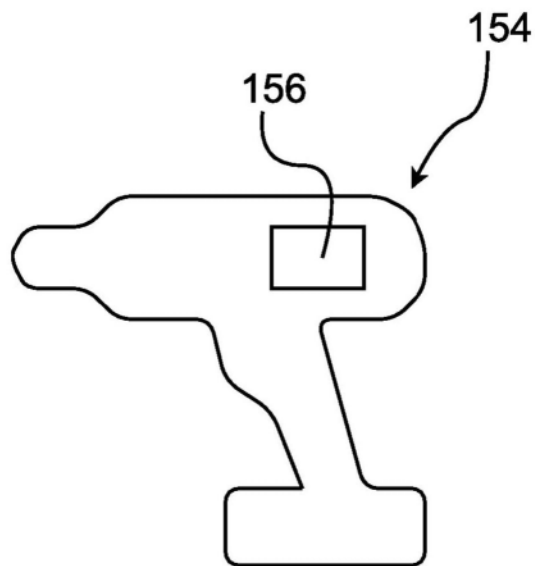


图18