



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118160196 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 07

(21) 申请号 202280072252.8

(22) 申请日 2022.09.06

(30) 优先权数据

102021212152.7 2021.10.27 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.04.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/074679 2022.09.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/072463 DE 2023.05.04

(71) 申请人 马勒国际有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 T·格雷勒 P·科兹洛夫斯基

F·奥斯多巴 P·托帕洛夫

P·齐默希德

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 王琮

(51) Int.Cl.

H02K 7/04 (2006.01)

H01F 38/18 (2006.01)

H02K 3/51 (2006.01)

H02K 9/19 (2006.01)

H02K 11/042 (2006.01)

H02K 19/12 (2006.01)

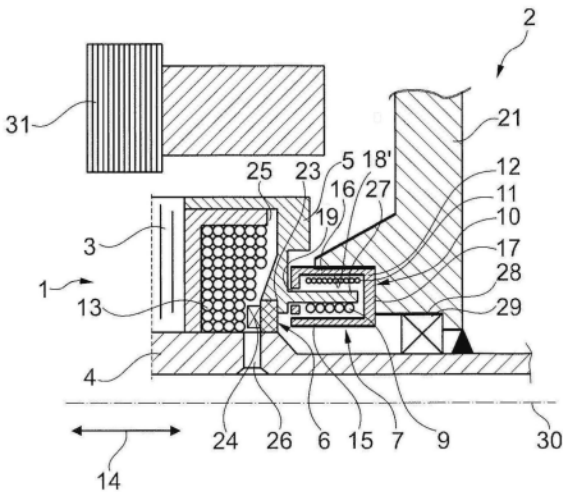
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于外励磁同步电机的转子

(57) 摘要

本发明涉及一种用于外励磁同步电机(2)的转子(1),其包括:-转子绕组(3),其布置在转子轴(4)上;-平衡环(5);以及-整流器(6),其与转子绕组(3)电连接。为了简化组装和配平,旋转变压器(7)的具有次级线圈(9)的旋转变压器转子(8)布置在平衡环(5)上,次级线圈(9)沿轴向方向(14)从平衡环(5)突出。



1. 一种用于外励磁同步电机 (2) 的转子 (1),
 - 具有布置在转子轴 (4) 上的转子绕组 (3),
 - 具有平衡环 (5),
 - 具有与转子绕组 (3) 电连接的整流器 (6),其特征在于,
在平衡环 (5) 上布置有旋转变压器 (7) 的具有次级线圈 (9) 的旋转变压器转子 (8), 所述次级线圈 (9) 沿轴向方向 (14) 从平衡环 (5) 突出。
2. 根据权利要求1所述的转子,
其特征在于,
平衡环 (5)、整流器 (6) 和次级线圈 (9) 形成预制组件。
3. 根据权利要求2所述的转子,
其特征在于,
次级线圈 (9)、整流器 (6) 和平衡环 (5) 彼此胶合、焊接、钎焊、螺纹连接、挤压、夹持和/或铸造或者次级线圈 (9)、整流器 (6) 和平衡环 (5) 胶合、焊接、钎焊、螺纹连接、挤压、夹持和/或铸造到彼此。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的转子,
其特征在于,
次级线圈 (9) 具有涂层并且相对于周围环境电绝缘。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的转子,
其特征在于,
次级线圈 (9) 围绕中空转子轴 (4) 的旋转轴线 (30) 环形地布置。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的转子,
其特征在于,
整流器 (6) 径向地布置在平衡环 (5) 内和/或整流器 (6) 自身支撑在平衡环 (5) 的径向台阶 (23) 上或平衡环 (5) 的侧向内表面 (22) 上。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的转子,
其特征在于,
 - 在转子绕组 (3) 的端面处布置有端部绕组 (13),
 - 整流器 (6) 和平衡环 (5) 形成围绕端部绕组的壳体 (21), 整流器 (6) 的电子部件 (24) 布置在壳体内部 (25) 中,
 - 转子轴 (4) 构造成中空的并且包括用于引导冷却剂的冷却通道 (26), 所述冷却通道 (26) 连通地连接到所述壳体内部 (25)。
8. 一种外励磁同步电机 (2), 具有根据权利要求1-7中任一项所述的可电激励的转子 (1)。
9. 根据权利要求8所述的外励磁同步电机,
其特征在于,
同步电机 (2) 包括具有初级线圈 (11) 的旋转变压器定子 (10) 和由磁芯材料、优选地由铁氧体制成的变压器芯 (12)。
10. 根据权利要求9所述的外励磁同步电机,

其特征在于，

变压器芯(12)包括内环(15)、外环(16)和在端面上分别与内环(15)和外环(16)连接的定子桥(17)，初级线圈(11)布置在内环(15)上的凹部(18)中，在内环(15)与外环(16)之间布置有环形凹部(19)。

11.根据权利要求10所述的外励磁同步电机，

其特征在于，

旋转变压器转子(8)的次级线圈(9)接合在变压器芯(12)的环形凹部(19)中。

用于外励磁同步电机的转子

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求1的前序部分所述的用于外励磁同步电机的转子。此外,本发明还涉及一种具有这种转子的外励磁同步电机。

背景技术

[0002] 所谓的外励磁同步电机在其转子中需要直流电以产生转子磁场。这个过程称为“转子励磁”。在传统的同步电机中,旋转变压器转子电流借助于所谓的碳刷滑动接触件传输到旋转转子。这样做被证明不利的是,碳刷尤其在高转速下会磨损,并且在此过程中可能会产生不期望的导电碳尘。

[0003] 作为借助于滑动件的这种直流电传输的替代,已知的是感应地(即无线地)实现到旋转转子的电流传输。作为外励磁同步电机的一部分的这种构造也被称为“旋转变压器”或“旋转平面变压器”。

[0004] 所述感应能量传输的功能原理基于变压器,其中,变压器的初级线圈布置在同步电机的定子上,次级线圈布置在旋转转子上。由于在次级线圈中进行感应能量传输时,最初总是产生交流电压,因此需要借助于也可以布置在转子上的合适的整流器电路进行电整流、即转换成直流电压。

[0005] 在从现有技术已知的同步电机中,还已知的是,将旋转变压器布置在同步电机外部,从而将所述旋转变压器配置成易于接近并且也易于制造。在将旋转变压器布置在外励磁同步电机外部的布置方式中,可以分步构造旋转变压器,即,作为一方面的旋转变压器转子,作为另一方面的旋转变压器定子。然而,这种构造的缺点是旋转变压器位于同步电机外部需要相对较大的空间。为此,还考虑将旋转变压器安装在同步电机中,然而,这无法实现或很难实现,因为在这里不可能像布置在同步电机外部的旋转变压器那样逐步组装。同时,同步电机的转子的配平变得明显更加困难,因为旋转变压器不能与转子一起配平。此外,当旋转变压器安装在同步电机中时会产生大量的接口,这也是不利的。

发明内容

[0006] 因此,本发明解决的问题是,针对用于通用类型的外励磁同步电机的转子提出一种改进的或至少一种替代的实施例,利用所述改进的或至少一种替代的实施例,能够克服同步电机中的旋转变压器的布置方式中的已知缺点。

[0007] 根据本发明,所述问题通过独立权利要求1的主题来解决。有利的实施例是从属权利要求的主题。

[0008] 本发明基于将外励磁同步电机的旋转变压器安装到同步电机中并且在该过程中将旋转变压器转子布置在转子的平衡环上而将旋转变压器定子布置在同步电机上(例如同步电机的壳体上)的总体思想。根据本发明的用于所述外励磁同步电机的转子具有之上布置有转子绕组的转子轴和用于抵消任何不平衡的平衡环。还设置有与转子绕组电连接的整流器,所述整流器将源自旋转变压器的交流电压转换成直流电压。根据本发明,旋转变压器

的具有次级线圈的旋转变压器转子现在布置在平衡环上,所述次级线圈在远离平衡环的轴向方向上从转子绕组突出。平衡环因此是(同步电机)转子的一部分,其中,旋转次级线圈、即旋转变压器转子是旋转变压器的一部分并且集成在所述转子中。这种转子提供的主要优点是,具有布置在平衡环上的次级线圈的旋转变压器转子可以相对容易地与转子一起配平,同时通过将布置在转子上的次级线圈插入布置在同步电机上的旋转变压器定子中使得旋转变压器的简单组装成为可能。因此,旋转变压器转子和旋转变压器定子两者的单独预组装是可能的。此外,特别的优点在于,通常包括变压器芯的旋转变压器定子以固定的方式布置在同步电机上、特别是布置在同步电机的壳体上,并且因此不共同旋转,由此转子的高转速是可能的。

[0009] 在根据本发明的转子的有利的进一步发展中,平衡环、整流器和次级线圈形成预制组件。因此,可以在单独的预制过程中制造和组装次级线圈,在接合到转子之后,仅相对于可能仍然存在的任何不平衡在平衡环上执行微小的调整。通过将平衡环与整流器和次级线圈一起构造为可预制或预制组件,同步电机的最终组装过程可以显著缩短,因为组件的预制可以在单独的组装过程中外包。因此,所述预制可以例如与转子的预制平行地进行,由此转子制造总时间可以缩短。此外,可以提前通过为预制组件定义的质量过程,由此可以提高质量保证。

[0010] 实际上,次级线圈、整流器和平衡环彼此胶合、焊接、钎焊、螺纹连接、挤压、夹持和/或铸造或者所述次级线圈、整流器和平衡环胶合、焊接、钎焊、螺纹连接、挤压、夹持和/或铸造到彼此,特别是铸造在共同的塑料基体中。即使这个非详尽的列表也示出了可用连接技术的多种可能性,其中,特别地,共同铸造到塑料中不仅使得操纵更容易,而且可以保护各个部件、特别是整流器和次级线圈例如免受灰尘的影响。为了更好地维护,可以想到将各个部件彼此以螺纹或夹的方式连接,使得例如在整流器有缺陷的情况下,可以相对容易地将所述整流器从次级线圈或平衡环拆卸下来,随后组装新的整流器,重新使用现有的平衡环和现有的次级线圈,整个组件然后可以继续重新使用。夹在一起附加地使得能够相对简单和快速地安装组件,甚至可以由不熟练的工人或自动地、即机械地进行,类似于例如螺纹连接。

[0011] 在根据本发明的转子的另一有利实施例中,次级线圈具有涂层,并且经由所述涂层(例如塑料壳)相对于周围环境电绝缘。因此,次级线圈在涂层下的受保护的布置也是可能的,此外在旋转变压器转子与旋转变压器定子之间的间隙尺寸相对紧密。通过这种紧密的间隙尺寸,旋转变压器可以特别高效地运行。

[0012] 在根据本发明的转子的另一有利实施例中,次级线圈围绕中空转子轴的旋转轴线环形地布置。次级线圈围绕中空转子轴的旋转轴线的这种环形构造使得可以将次级线圈构造为例如中空圆柱体,而与所述次级线圈相互作用的旋转变压器定子的变压器芯也可以环形地实施为具有轴向敞开的间隙,旋转变压器转子的次级线圈可以在同步电机的组装期间插入所述间隙中。旋转变压器转子的环形次级线圈例如沿轴向方向从平衡环突出,因此在外励磁同步电机的组装期间可以相对容易地插入到变压器芯的沿轴向方向敞开的相对的凹部中。

[0013] 在根据本发明的解决方案的有利的进一步发展中,整流器径向地布置在平衡环内和/或所述整流器自身支撑在平衡环的径向台阶或平衡环的侧向内表面上。通过将整流器

支撑在平衡环上,与例如仅经由紧固技术(例如胶合)相比,可以更好地吸收在外励磁同步电机的运行期间在整流器上出现的力、特别是离心力。在上述情况下,胶合将仅防止整流器与平衡环之间的轴向位移,而在同步电机的运行期间出现的离心力的抵消经由支撑整流器的平衡环来实现。

[0014] 实际上,转子绕组的端部绕组布置在转子绕组的端面侧上,其中,整流器和平衡环形成围绕端部绕组的壳体,同时电子部件(例如整流器的二极管)布置在所述壳体的壳体内部分中。转子轴被构造成中空的并且包括用于引导冷却剂的冷却通道,所述冷却通道连通地连接到壳体内部并且因此也连通地连接到整流器的电子部件和转子绕组的端部绕组,使得通过引导冷却剂通过冷却通道,转子绕组的端部绕组以及整流器的电子部件都被冷却。因此,可以显著提高同步电机的效率。附加地,通过空心转子轴,不仅可以实现冷却,而且还节省了资源和重量。

[0015] 此外,本发明基于为外励磁同步电机配备前述的可电激励的转子并因此实现同步电机的相对简单的构造的总体思想,利用所述同步电机,不仅可以实现转子的相对简单的配平操作,而且由于旋转变压器安装在同步电机中,也可以实现减小安装空间的需求。由于在根据本发明的同步电机的情况下具有初级线圈的相对较重的变压器芯布置在同步电机上、例如布置在同步电机的壳体或轴承上,因此所述变压器芯不共同旋转,由此可以实现同步电机的相对较高的转速。所述变压器芯包括磁芯材料、优选由铁氧体制成。

[0016] 同步电机可以被配置为机动车辆的牵引电动机。

[0017] 实际上,所述变压器芯包括内环、外环和在端面上分别连接内环和外环的定子桥,其中,旋转变压器定子的初级线圈布置在变压器芯的内环上的凹部中,并且其中,在内环与外环之间设置有沿轴向方向敞开的环形凹部。通过这样的构造,可以实现通过转子的简单轴向移动将转子特别相对简单地安装到同步电机的定子,在此期间,旋转变压器转子的次级线圈插入旋转变压器定子的凹部中。

[0018] 通过高度集成的旋转变压器或者通过将旋转变压器集成在同步电机的内部空间中,还实现了简化的安装,特别是因为在转子安装期间次级线圈可以简单地“插入”。这使得安装步骤的数量减少(在最终组装期间),其中,同时使得利用在同步电机的内部空间中的布置进行安装成为可能。也不需要两件式芯,或者芯可以完全布置在轴承护罩的内侧。此外,所述实施例具有的优点是,尽管径向布置/设计,但旋转变压器(几乎)不具有/需要旋转的铁氧体材料,或者旋转的次级绕组/次级线圈(几乎)不包含铁氧体材料。

[0019] 本发明的其它重要特征和优点从从属权利要求、从附图以及通过附图从相关联的附图描述中获得。

[0020] 应当理解,在不脱离本发明的范围的情况下,上面提到的并且仍将在下文中解释的特征不仅可以用于所述的相应组合中,而且可以用于其它组合中或单独使用。

附图说明

[0021] 本发明的优选示例性实施例在附图中示出,并在以下描述中更详细地解释。

[0022] 附图分别示意性地示出:

[0023] 图1:根据现有技术的外励磁同步电机的转子的纵向截面图,

[0024] 图2:根据本发明的同步电机在转子组装过程中的截面图,

[0025] 图3:如图2中的图示,但处于安装状态,

[0026] 图4:如图3中的图示,但采用另一个实施例。

具体实施方式

[0027] 根据图1,外励磁同步电机2'的转子1'(其在其它方面未更详细地示出)包括转子绕组3',转子绕组3'布置在中空转子轴4'上。还设置有平衡环5',用于抵消可能出现的任何不平衡。为了能够将交流电转换成直流电,附加地设置整流器6',在这种情况下,整流器6'不可相对旋转地布置在中空转子轴4'的侧向外表面上。整流器6'一方面与转子绕组3'电连接,另一方面与旋转变压器7'电连接。旋转变压器7'又具有带有次级线圈9'的旋转变压器转子8'和带有初级线圈11'的旋转变压器定子10'。旋转变压器定子10'还具有由磁芯材料、特别是铁氧体制成的变压器芯12'。磁芯材料或变压器芯12'以固定方式布置。转子绕组3'的端部绕组13'也位于转子绕组3'的端面处。

[0028] 现有技术中已知的转子1'或配备有这种转子1'的外励磁同步电机2'的缺点是,同步电机2'的组装和转子1'的配平都非常困难。这特别是因为旋转变压器7'不能与转子1'一起配平。此外,还存在大量的接口。

[0029] 因此,在下面的图2至图4中,描述了根据本发明的转子1和根据本发明的外励磁同步电机2,它们不再具有现有技术中已知的缺点。图2至图4中的各个部件使用与图1中相同的附图标记,但是没有撇号,以便在根据现有技术的转子1'与根据本发明的转子1或根据本发明的同步电机2之间进行明确的区分。

[0030] 图2至图4所示的用于外励磁同步电机2的根据本发明的转子1还具有中空转子轴4,转子绕组3布置在所述中空转子轴4上。此外,还设置有用于抵消转子1可能存在的任何不平衡的平衡环5。为了能够将由旋转变压器7提供的交流电转换成用于在转子绕组3中产生磁场的直流电,设置整流器6,所述整流器6既连接到旋转变压器7或旋转变压器7的旋转变压器转子8的次级线圈9,又连接到转子绕组3或转子绕组3的端部绕组13。

[0031] 根据本发明,旋转变压器7的具有次级线圈9的前述旋转变压器转子8现在布置在平衡环5上,所述次级线圈9沿轴向方向14从平衡环5突出。

[0032] 平衡环5、整流器6以及次级线圈9可以形成可预制或预制组件,所述组件可以以预制的状态安装到转子1。次级线圈9、整流器6和平衡环5可以例如胶合、钎焊、焊接、螺纹连接、挤压、夹持和/或铸造到彼此,特别是铸造到塑料基体中。特别地,将次级线圈9、整流器6和平衡环5铸造到塑料基体中使得前述部件5、6、9可以被布置成受到塑料膜或外壳的保护,并且可以简单地操纵至少包括部件5、6和9的所述组件。这种组件的主要优点在于,所述组件可以与转子分开地预制,例如并行地预制,因此,根据本发明的转子1的组装和制造过程总体上可以缩短;当次级线圈9被包入塑料基体中时,次级线圈9被塑料涂覆并且因此相对于周围环境电绝缘。

[0033] 根据本发明的同步电机2具有前述的旋转变压器定子10(参见图2至图4),所述旋转变压器定子10具有初级线圈11和变压器芯12,所述变压器芯12通常由磁芯材料、优选地由铁氧体构成。变压器芯12以固定的方式布置,即,在同步电机2的运行期间所述变压器芯12不旋转,因此,根据本发明的同步电机2的转子1可以实现显著更高的转速。

[0034] 更详细地观察变压器芯12,可以注意到,所述变压器芯12包括内环15、外环16和定

子桥17,定子桥17在端面上分别与内环15和外环16连接,其中,初级线圈11布置在内环15上的凹部18中(参见图2和图3)。替代地,显然也可以想到将初级线圈11布置在外环16的凹部18'中,如根据图4所示。

[0035] 同步电机2可以被配置为机动车辆的牵引电动机。

[0036] 根据图1至图3,初级线圈11和次级线圈9彼此直接相对定位,而根据图4,初级线圈11和次级线圈9仍然由承载板27分开。由于磁通量经由铁氧体芯(变压器芯12)闭合,因此只要承载板27由非磁性且不导电的材料形成,承载板27就不会干涉。承载板27能够支撑次级线圈9,因为在运行期间高的离心力作用在次级线圈9上。由于图4中旋转的次级线圈9距旋转轴线30的距离相对较小,因此对于根据图4的实施例,仅较小的离心力作用在次级线圈9上,因此除了通过承载板27支撑次级线圈9之外,还可以实现更高的转速稳定性。

[0037] 在内环15与外环16之间附加地布置有环形凹部19,旋转变压器转子8的环形次级线圈9接合在所述环形凹部19中。在组装过程中,如根据图2所示,在轴向方向上从转子绕组3或平衡环5突出的次级线圈9可以沿插入方向20插入到变压器芯12的凹部19中,从而产生旋转变压器7。因此,将转子1相对简单地安装在同步电机2中是可能的。变压器芯12或旋转变压器定子10例如可以布置在同步电机2的壳体21上,但也可以布置在轴承凸缘28上。

[0038] 此外,根据本发明的实施例具有的优点是,尽管径向布置/设计,但旋转变压器7(几乎)不具有/需要旋转的铁氧体材料,或者旋转的次级线圈9(几乎)不包含铁氧体材料。在附图中,在次级线圈9的区域中仅示出了一块(旋转的)铁氧体芯,其用于减小气隙并因此减小漏电感并提高旋转变压器7的效率。此外,铁氧体芯(主要)被实施为固定的静止铁氧体芯,由此旋转的铁氧体材料被最小化。由于铁氧体材料的机械性能(脆性、低转速稳定性)差,与具有旋转的铁氧体芯/铁氧体材料的构造相比,利用所述构造可以实现更高的转速。

[0039] 进一步观察图2至图4,可以注意到,整流器6径向地布置在平衡环5内,并且整流器6自身支撑在平衡环5上或平衡环5的侧向内表面上(参见图2和图3)。替代地,显然还可以想到,整流器6自身支撑在平衡环5的径向台阶23上,如根据图4所示,由此整流器6可以在径向方向和轴向方向14上形状配合地保持锁定。

[0040] 此外,转子1或其转子绕组3具有端部绕组13,其中,平衡环5在侧向外表面上和轴向端面上围绕端部绕组13接合,如根据图2至图4所示。纯粹理论上还可以想到的是,整流器6和平衡环5形成围绕端部绕组13的壳体(参见图4),其中,整流器6的电子部件24(例如二极管)布置在壳体内部25中。因此,电子部件24的受保护的布置方式是可能的。此外,转子轴4可以构造成中空的并且包括用于引导冷却剂的冷却通道26,其中,所述冷却通道26连通地连接到壳体内部25。因此,既可以冷却布置在壳体内部25中的转子绕组3的端部绕组13,也可以冷却整流器6的电子部件24,由此可以共同实现提高根据本发明的同步电机2的输出。

[0041] 为了能够冷却壳体内部25和布置在壳体内部25中的部件13和24,整流器6以其导体板优选地以流体密封的方式连接到转子轴4的侧向外表面,由此仅可经由冷却通道26进入壳体内部25。在这种情况下,由平衡环5、次级线圈9和整流器6组成的组件一方面与转子轴4的侧向外表面紧密连接,另一方面与转子绕组3的端面紧密连接,例如胶合。平衡环5还可以包括与平衡环5一体地形成的环形承载板27,次级线圈9及其绕组固定在所述环形承载板27上。

[0042] 根据图4,转子1的转子轴4经由轴承凸缘28和布置在那里的轴承29安装在壳体21

上。如根据图3和图4所示,具有相应定子绕组的同步电机2的定子31围绕转子1布置。

[0043] 利用根据本发明的转子1和根据本发明的同步电机2,次级线圈9以及初级线圈11都可以围绕转子1的旋转轴线30水平和轴向地布置,次级线圈9也可以集成在平衡环5中。通过将初级线圈11和变压器芯12安装或集成在同步电机2的壳体21或轴承凸缘28中,可以同时实现同步电机2的显著简化的组装以及短的生产循环时间。同时,与转子1一起的简单配平操作也是可能的。

[0044] 这样的配平操作先前按如下方式进行:通常,同步电机2'的转子1'在两端处具有两个所谓的平衡护罩或平衡环5',它们由相对较重的材料(特别是钢)制成,布置在大直径上(基于旋转轴线30')。转子1'被接收在轴承座上,旋转并确定在预定转速下出现的不平衡。此后,通过平衡孔(去除材料)或胶合平衡配重(添加材料)来配平转子1'。

[0045] 由于旋转变压器转子8的旋转次级线圈9是根据本发明的转子1的一部分或者集成在转子1中,因此两个部件可以在共同的配平过程中被配平,由此获得较低的处理时间和成本。这也是特别实用的,因为由于要避免屏蔽效应,在旋转变压器7的内部(并且因此直接在次级线圈9上)不能采用磁性或导电材料。同时,次级线圈9本身具有密度明显高于相应载体材料(塑料、塑料复合材料等)的铜,由此旋转变压器转子8的配平是复杂的。

[0046] 由于变压器芯12以固定的方式布置在同步电机2上,例如布置在同步电机2的壳体21上,因此转子1可以附加地实现高转速。

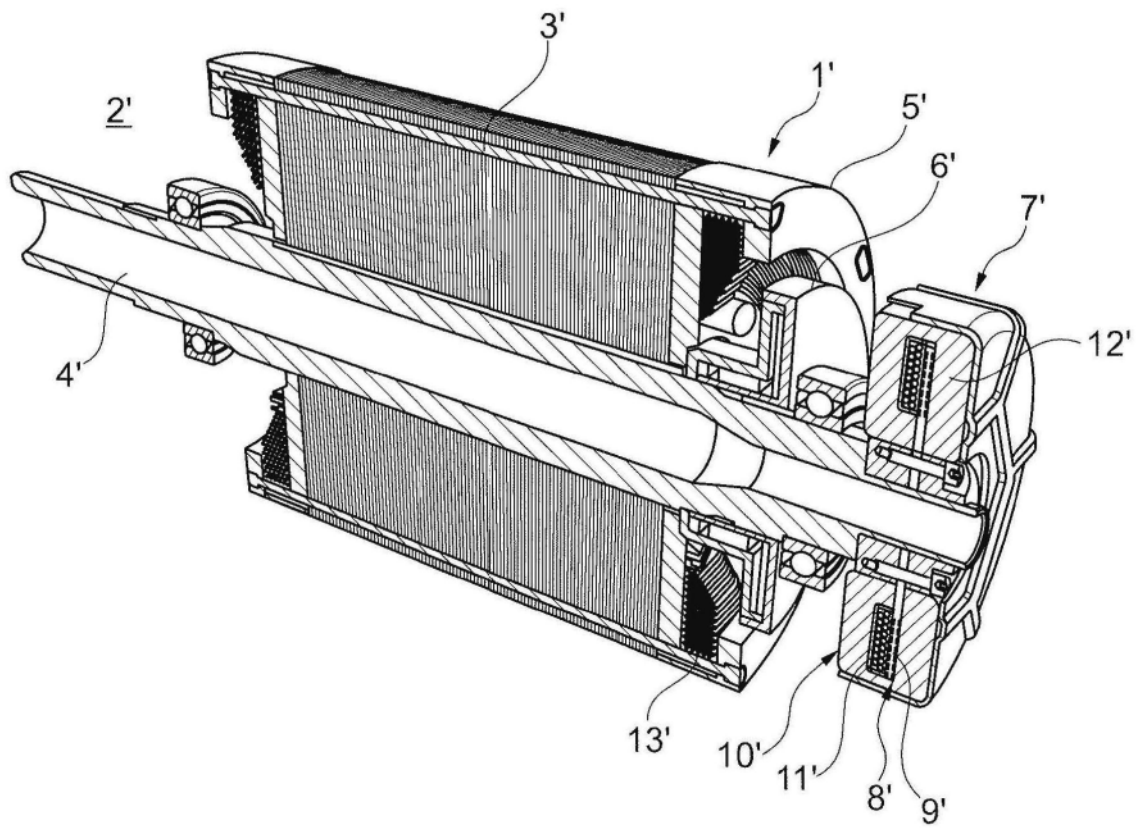


图1

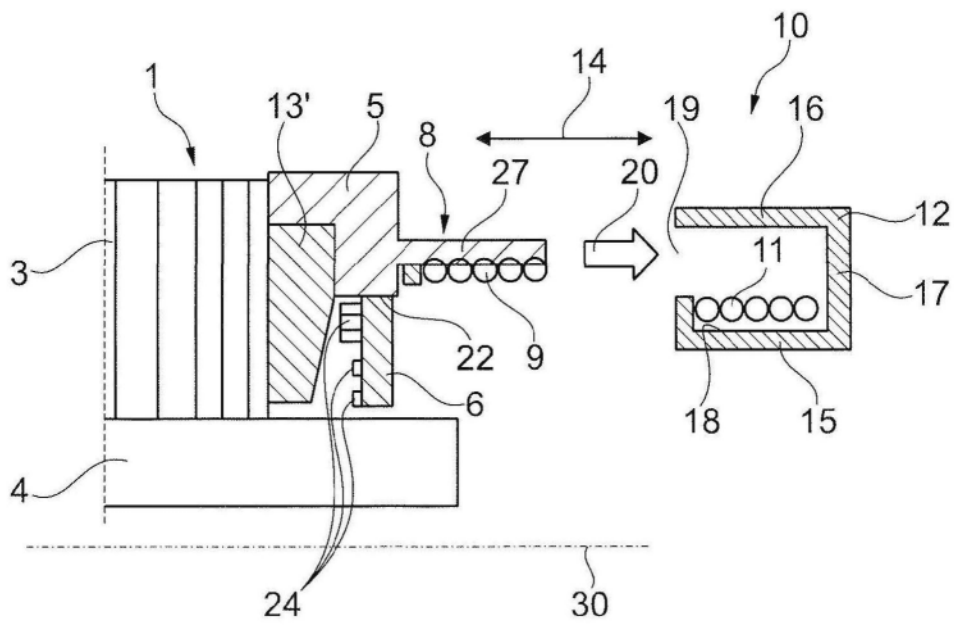


图2

