



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105827069 B

(45)授权公告日 2019.05.28

(21)申请号 201610041092.7

(22)申请日 2016.01.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105827069 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(30)优先权数据
2015-012477 2015.01.26 JP

(73)专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72)发明人 林二郎

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 魏金霞 王艳江

(51)Int.Cl.

H02K 9/22(2006.01)

(56)对比文件

CN 103095049 A, 2013.05.08,
CN 103095049 A, 2013.05.08,
JP 2002345211 A, 2002.11.29,
CN 103795189 A, 2014.05.14,
CN 101517859 A, 2009.08.26,
US 2011234028 A1, 2011.09.29,

审查员 周大瑞

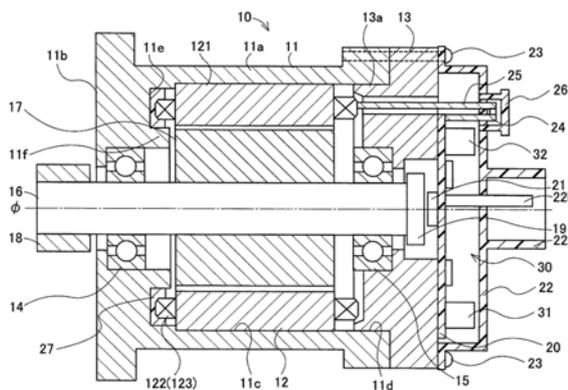
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

旋转电机

(57)摘要

提供一种旋转电机。电动马达(10)的框架(11)在一个端部中敞开。与控制基板(20)连接的散热器(13)封闭框架(11)的开口(11d)。框架(11)包括筒部部分(11a)和底部部分(11b),其中,定子(12)固定至筒部部分(11a),底部部分(11b)从筒部部分(11a)沿径向方向向内延伸。转子(17)在框架(11)中可旋转地安装成在径向方向上面向定子(12)。在底部部分(11b)中形成有在旋转轴线方向上面向定子线圈(122)的周向槽(11e)。周向槽(11e)以传热凝胶(27)填充。定子线圈(122)的线圈端部部分(123)插入至传热凝胶(27)中。



1. 一种旋转电机,包括:

壳体(11),所述壳体(11)的在旋转轴线(ϕ)方向上的至少一个端部是敞开的,所述壳体呈筒状;

定子(12),所述定子(12)包括芯(121)和定子线圈(122),所述芯固定至所述壳体的内周表面(11c)并且所述定子线圈缠绕在所述芯周围;以及

转子(17),所述转子(17)可旋转地安装在所述壳体中且安装成在径向方向上面向所述定子,其中,

所述壳体包括:

筒部部分(11a),所述定子安装至所述筒部部分,以及

底部部分(11b),所述底部部分(11b)连接至所述筒部部分的在所述旋转轴线方向上的另一端部,所述底部部分沿所述径向方向向内延伸,并且

所述底部部分包括:

槽部分(11e),所述槽部分(11e)形成为在所述旋转轴线方向上面向所述定子线圈,以及

凝胶材料(27),所述凝胶材料(27)是导热性的并且被填充在所述槽部分中,所述定子线圈插入至所述凝胶材料中,

所述旋转电机还包括:

散热器(13),所述散热器(13)布置成封闭所述壳体的开口(11d);

控制基板(20),所述控制基板(20)以抵接的方式安装至所述散热器,所述控制基板控制对所述定子的电力供给;

导热构件(24、25),所述导热构件(24、25)将所述控制基板连接至所述定子线圈;

盖构件(22),所述盖构件(22)安装在所述散热器的在所述旋转轴线方向上的一个端部上,所述盖构件覆盖所述控制基板;以及

帽构件(26),所述帽构件(26)由防水透气材料形成,所述帽构件安装至所述盖构件,其中,

所述导热构件包括:

端子(24),所述端子(24)从所述控制基板沿所述旋转轴线方向突出成穿透所述盖构件,以及

导体(25),所述导体(25)从所述定子线圈沿所述旋转轴线方向延伸成穿透所述盖构件,所述导体在所述盖构件的外部连接至所述端子,

所述帽构件覆盖所述端子的端部和所述导体的端部,所述端子的所述端部连接至所述导体的所述端部。

2. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中,

所述凝胶材料为绝缘体。

3. 根据权利要求1所述的旋转电机,还包括:

第一轴承(14),所述第一轴承(14)安装在所述底部部分的内周缘处;

第二轴承(15),所述第二轴承(15)安装在所述散热器的内周部分处;以及

轴(16),所述轴(16)通过所述第一轴承和所述第二轴承可旋转地安装在所述壳体 and 所述散热器中,所述转子固定至所述轴。

4. 根据权利要求1或2所述的旋转电机,其中,
所述底部部分安装至电动动力转向装置(50)的减速器(57),并且辅助转向力通过所述减速器提供至车辆(70)的车轮(56R、56L)。

旋转电机

技术领域

[0001] 本公开涉及旋转电机,该旋转电机通过使转子旋转而产生电力或当供给电力时使转子旋转。

背景技术

[0002] 常规地,旋转电机包括定子和转子,定子固定至马达壳体的内周表面,转子以在径向方向上面向定子的方式可旋转地附接至马达壳体(参见例如JP 2013-207968 A)。这种常规的旋转电机可以用作电动马达,其中,外部电源被供给至电动马达以使转子旋转,或这种常规的旋转电机用作发电机,其中,定子因转子旋转而产生电力。

发明内容

[0003] 在旋转电机中,存在关于如下方面的忧虑:在定子芯中由于芯损耗而产生的热和在定子线圈中的由于绕组损耗而产生的热。在JP 2013-207968 A的旋转电机中,定子芯固定至壳体,并且在定子处产生的热通常通过壳体耗散至外部。相应地,定子芯和定子线圈两者都通过壳体与定子芯之间的接触区域散热。因此,限制了定子的散热性能。为了提高通过壳体的散热性能,需要增加壳体与定子芯之间的接触表面面积。然而,在与旋转电机的布局空间的兼容性以及与旋转电机本身的设计的兼容性方面存在忧虑。

[0004] 鉴于以上观点,本公开的目的是提供具有简单构型和具有关于定子的优异冷却性能的旋转电机。

[0005] 鉴于以上,根据本公开提供了如下旋转电机,该旋转电机包括壳体、定子以及转子。壳体的在旋转轴线方向上的至少一个端部是敞开的,壳体呈筒状;定子包括芯和定子线圈,芯固定至壳体的内周表面并且定子线圈缠绕在芯周围;并且转子以在径向方向上面向定子的方式可旋转地安装至壳体中。壳体包括筒部部分和底部部分,定子安装至筒部部分,并且底部部分连接至筒部部分的在旋转轴线方向上的另一端部,底部部分沿径向方向向内延伸,并且底部部分包括槽部分和凝胶材料,槽部分形成为在旋转轴线方向上面向定子线圈,并且凝胶材料为导热性的并且被填充在槽部分中,定子线圈插入至凝胶材料中。

[0006] 根据这个构型,壳体的底部部分包括槽部分和导热性凝胶材料。槽部分形成为在旋转轴线方向上面向定子线圈并且以凝胶材料填充。定子线圈插入至凝胶材料中。因此,在定子线圈处产生的热可以通过凝胶材料和芯两者传递至壳体。因此,即使在不增加壳体与芯之间的接触面积的情况下,也可以利用简单的结构改善由定子线圈通过壳体的散热。此外,从定子线圈通过凝胶材料传递至壳体的热还可以通过底部部分耗散。由于这个原因,从定子线圈传递至壳体的热可以由筒部部分和底部部分两者耗散。因此,增加了通过定子线圈的散热,并且可以改善定子的冷却。

附图说明

[0007] 根据以下描述、所附权利要求和附图,将更好地理解本公开及其额外的目的、特征

以及优点,在附图中:

[0008] 图1为安装在车辆上的电动动力转向装置的简化图;

[0009] 图2为根据本公开的实施方式的电动马达的沿旋转轴线截取的截面图;

[0010] 图3为在图2中示出的电动马达的放大图;

[0011] 图4为示出了电动马达的控制器的电路图;

[0012] 图5A为示出了在电动马达的组装过程期间利用传热凝胶填充框架的周向槽的步骤的简化图;

[0013] 图5B示出了将转子安装至框架的步骤;

[0014] 图5C示出了将定子安装至框架的步骤;以及

[0015] 图5D示出了将散热器和马达盖安装至框架的步骤。

具体实施方式

[0016] (电动动力转向装置的构型)

[0017] 将参照图1对包括根据本公开的第一实施方式的电动马达10(对应于旋转电机)的电动动力转向装置50进行说明。如图1中所示,电动动力转向装置50安装在车辆70中,并且包括能够由驾驶员以旋转的方式操作的方向盘51。转向轴52将方向盘51连接至中间轴53。中间轴53通过齿条齿轮机构54连接至齿条轴55。齿条轴55的两个端部连接至一对转向轮56R、56L(对应于车辆的车轮)。

[0018] 因此,当方向盘51以可旋转的方式被操作时,旋转运动通过转向轴52和中间轴53传递,并且该旋转运动由齿条齿轮机构54转换成齿条轴55在轴向方向上的直线运动。当齿条轴55沿轴向方向移动时,转向轮56R、56L被转动与施加至方向盘51的操作量相对应的角度。

[0019] 齿条轴55通过动力传动装置57(对应于减速器)连接至电动马达10。具体地,齿条轴55接合至包括在动力传动装置57中的从动侧带轮571。从动侧滑轮571能够相对于齿条轴55旋转,并且从动侧滑轮571以在旋转轴线方向(图1中的左右方向)上不可移动的方式布置在动力传动装置57的内部。从动侧带轮571通过传动带572连接至电动马达10的驱动侧带轮18。驱动侧带轮18的外径构造成小于从动侧带轮571的外径。

[0020] 根据以上构型,当电动马达10被驱动时,电动马达10的旋转通过传动带572减速并且被传递至从动侧带轮571。从动侧带轮571的旋转用作致使齿条轴55直线地移动的辅助力。因此,电动马达10通过动力传动装置57对转向轮56R、56L提供辅助转向力。

[0021] (电动马达的构型)

[0022] 接着,将参照图2对包括在电动动力转向装置50中的电动马达10的构型进行说明。在图2中,转子轴16的旋转中心示出为旋转轴线 ϕ 。此外,在以下说明中,旋转轴线 ϕ 的延伸方向将被简称为旋转轴线方向。另外,在旋转轴线方向上,更靠近驱动侧带轮18的一侧(即图2中的左侧)为电动马达10的后侧,而相反侧(即图2中的右侧)为电动马达10的前侧。电动马达10的前部对应于在旋转轴线方向上的一个端部,而电动马达10的后部对应于在旋转轴线方向上的另一端部。此外,从电动马达10的外周部朝向转子轴16的方向将被称为径向向内,而相反的方向将被称为径向向外。

[0023] 如上所述,本实施方式的电动马达10在安装有电动动力转向装置50的车辆70中用

于辅助转向。然而,本公开的电动马达10并不限于这种用途。电动马达10可以用于驱动不包括电动动力转向装置 50的车辆装置、用于驱动一般工业机械、用于驱动住宅设备等等。此外,本实施方式的电动马达10由无刷直流(DC)马达形成,但并不限于该示例。电动马达10可以为同步马达、感应马达、或其它类型的电动马达。

[0024] 如在图2中所示,电动马达10包括框架11(对应于壳体),框架11由铝合金或具有良好导热性的树脂材料形成。框架11大致为筒状并且在旋转轴线方向上的前部处是敞开的。框架11包括筒部部分 11a和底部部分11b。底部部分11b连接至筒部部分11a的在旋转轴线方向上的后端部并且径向向内延伸。框架11的底部部分11b附接至包括在电动动力转向装置50中的动力传动装置57。替代性地,框架11可以仅由筒部部分11a形成,且底部部分11b是独立的。定子 12通过将定子线圈122缠绕在由多个层压磁钢板形成大致筒状的定子芯121(对应于芯)的每个齿上而形成,大致筒状的定子芯121(在图2中还示出作为定子线圈122的一部分的线圈端部部分123)。定子芯121固定至筒部部分11a的内周表面11c。具体地,定子12通过缩套配合(shrink fitting)或压配合被固定至内周表面11c。

[0025] 在框架11的前端部处具有定位成封闭框架11的开口11d的散热器13。散热器13由铝合金或诸如铜的其他具有良好导热性的金属形成,并且散热器13的容积足以耗散由将在后面说明的控制基板20产生的热。散热器13包括从开口11d插入至框架11的内部的后端部部分13a,并且后端部部分13a与内周表面11c配装在一起。在散热器13与框架11之间填充有粘合剂,从而在电动马达10的内部与外部之间形成液密密封。

[0026] 在框架11的底部部分11b的内周缘处安装有后轴承14(对应于第一轴承)。此外,在散热器13的内周部分处安装有前轴承15(对应于第二轴承)。转子轴16(对应于轴)通过后轴承14和前轴承15可旋转地安装在框架11和散热器13中。后轴承14和前轴承15通过压配合或填塞而被固定至框架11和散热器13。

[0027] 转子轴16与转子17压配合并且固定在一起。因此,转子17可旋转地安装至框架11和散热器13。转子17以与定子12之间具有固定间隙的方式定位成在径向方向上面向定子12。在此,转子17通过将多个场磁极磁体(未示出)布置在层压钢板的转子芯内而形成。如下文所述,当对定子线圈122供电时,则产生旋转磁场。然后,转子 17由于所产生的吸引力和排斥力而旋转。

[0028] 此外,如先前所述的驱动侧带轮18固定至转子轴16的后端部。如先前所述,动力传动装置57的从动侧带轮571经由传动带572连接至驱动侧带轮18。此外,在转子轴16的前端部附接有传感器磁体 19。

[0029] 控制基板20通过多个螺钉(未示出)被固定至散热器13的前表面,使得控制基板20抵接散热器13的前表面。控制基板20为由环氧树脂形成的印刷电路板。在控制基板20上形成有控制对定子12的电力供给的控制器30。如图2中所示,控制器30包括形成在控制基板20的前表面上的扼流线圈31和电容器32。除了这些元件,在控制基板20上还设置有逆变器33(将参照图4进行说明)等等。逆变器33由多个MOS-FET(金属氧化物半导体场效应晶体管)形成。控制基板20上的这些发热元件中的每一者所产生的热通过散热器13耗散。

[0030] 旋转角度传感器21以面向先前所述的传感器磁体19的方式附接至控制基板20的后表面。旋转角度传感器21由磁阻元件或霍尔元件形成,并且通过感测由传感器磁体19产生的磁场的改变而检测转子 17的旋转角度。

[0031] 马达盖22(对应于盖构件)以覆盖控制基板20的方式连接至散热器13的前端部。马达盖22呈大致盘形形状并且由合成树脂一体地形成。穿透马达盖22和散热器13的多个紧固螺栓23紧固至框架11。因此,散热器13和马达盖22固定至框架11。在散热器13的前端部与马达盖22之间的连结部分处设置有粘合剂,这在电动马达10的内部和外部之间形成液密的密封。在马达盖22的前表面上形成有防水连接器22a。从控制基板20向前突出的连接器端子22b插入至防水连接器22a中。

[0032] 连接端子24(对应于端子和导热构件)从控制基板20沿旋转轴线方向突出并且穿透马达盖22。连接端子24由导电金属形成。另外,导体25(对应于导热构件)从定子线圈122沿旋转轴线方向延伸以依次穿透散热器13和马达盖22。导体25由诸如铝合金的导电金属形成。连接端子24的端部和导体25的端部在马达盖22的外部通过例如焊接而彼此连接。由此,控制基板20通过连接端子24和导体25连接至定子线圈122。电力通过连接端子24和导体25从控制基板20被供给至定子线圈122。此外,连接端子24和导体25具有良好导热性。因而,在控制基板20处产生的热可以通过连接端子24和导体25被传递至定子线圈122。

[0033] 马达盖22安装有防水帽26(对应于帽构件)。防水帽26由防水透气的材料——诸如**Gore-Tex®**——一体地形成。防水帽26覆盖彼此连接的连接端子24的端部与导体25的端部。防水帽26允许连接端子24和导体25散热,同时维持相对于外部的防水密封。替代性地,防水帽26也可以形成为用于散热的排气口。

[0034] 如图2中所示,在框架11的底部部分11b中形成有周向槽11e(对应于槽部分)。周向槽11e具有在旋转轴线方向上的固定深度并且形成为呈中心在旋转轴线上的圆形形状。此外,周向槽11e在旋转轴线方向上面向定子线圈122的线圈端部部分123。周向槽11e填充有传热凝胶27(对应于导热性凝胶材料)。传热凝胶27具有良好导热性(具有处于至少预定值的导热率),并且为在硅基树脂材料中包含有诸如铝的填充材料的凝胶材料。另外,传热凝胶27为电绝缘体。定子线圈122的线圈端部部分123插入至填充在周向槽11e中的传热凝胶27中。

[0035] 如图3中所示,底部突出部11f从框架11沿旋转轴线方向向前突出。底部突出部11f相对于周向槽11e沿径向方向向内定位。此外,底部突出部11f与线圈端部部分123在径向方向上叠置。在框架11的底部突出部11f与转子17之间限定有在旋转轴线方向上的间隙G。该间隙G被设定于在确保电动马达10的功能不受损害的情况下的最小值。

[0036] 此外,底部突出部11f沿径向定位成接近于线圈端部部分123,其中,在底部突出部11f与线圈端部部分123之间限定有在径向方向上的间隙D。该间隙D也被设定于在确保电动马达10的功能不受损害的情况下的最小值。

[0037] (控制器的电路配置)

[0038] 接着,将参照图4提供对形成在控制基板20上的控制器30的说明。安装在车辆70上的车辆电池71连接至控制器30的扼流线圈31和电容器32。扼流线圈31和电容器32形成降低泄漏至控制器30中的噪声以及从控制器30泄漏出的噪声的滤波器。此外,扼流线圈31使来自车辆电池71的电压平稳,并且减少该电压的脉动。

[0039] 如图4中所示,前述定子线圈122可以由两组三相绕组122a、122b形成。逆变器33包括两个逆变器电路33a、33b系统,逆变器电路系统33a连接至三相绕组122a并且逆变器电路系统33b连接至三相绕组122b,以便对三相绕组122a、122b供给三相交流电流。

[0040] 旋转角度传感器21连接至包括在控制器30中的微处理器34。微处理器34基于来自旋转角度传感器21、车辆70的扭矩传感器(未示出)等的检测值而产生三相电压控制信号。然后,微处理器34将三相电压控制信号发送至PWM(脉冲宽度调制)电路35。PWM电路35基于三相电压控制信号产生PWM信号,并且将PWM信号传输至逆变器电路33a、33b。逆变器电路33a、33b中的每一者根据PWM信号进行切换、产生需要的交流电压、并且将交流电压供给至三相绕组122a、122b。

[0041] 此外,在图4中示出的控制器30的配置中,可以省略某些电气部件,并且可以添加未示出的某些电气部件或电路。

[0042] (电动马达的组装)

[0043] 接着,将参照图5A至图5D提供对电动马达10的组装方法的简单说明。当组装电动马达10时执行下述步骤。

[0044] (i) 使用填充装置(未示出)对周向槽11e填充以呈液态形式的传热凝胶27(传热凝胶填充步骤:图5A)。周向槽11e中的传热凝胶27将在一段时间过去之后硬化。

[0045] (ii) 将转子轴16——转子17被按压配合至转子轴16——连同后轴承14和前轴承15(转子安装步骤:图5B)安装至框架11。

[0046] (iii) 将定子12固定至框架11(定子安装步骤:图5C)。此时,在传热凝胶27硬化之前,将线圈端部部分123插入至传热凝胶27中。

[0047] (iv) 将安装有控制基板20的散热器13配装到框架11上。然后,将马达盖22布置到散热器13上,然后使用紧固螺栓23将散热器13和马达盖22附接至框架11(散热器安装步骤:图5D)。

[0048] (本实施方式的效果)

[0049] 根据本实施方式,周向槽11e形成在框架11的底部部分11b中,并且以传热凝胶27填充。定子线圈122的线圈端部部分123插入至传热凝胶27中。因此,在定子线圈122处产生的热可以通过传热凝胶27和定子芯121两者传递至壳体。因此,即使在不增加框架11与定子芯121之间的接触面积的情况下,也可以利用简单的结构改善由定子线圈122通过框架11的散热。此外,从定子线圈122通过传热凝胶27传递至框架11的热还可以通过底部部分11b耗散。由于这个原因,从定子线圈122传递至框架11的热可以通过筒部部分11a和底部部分11b两者耗散。因此,增加了定子线圈122的散热,并且可以改善定子12的冷却。

[0050] 另外,传热凝胶27为绝缘体。因此,即使定子线圈122为例如包括作为线圈端部部分123的暴露的绕组焊接部分的分割导体(segment conductor)类的线圈,也可以提高定子线圈122的绝缘性。

[0051] 另外,设置了散热器13和控制基板20。散热器13定位成封闭框架11的开口11d,并且控制基板20以抵接的方式安装至散热器13,控制基板20控制对定子12的电力供给。此处,控制基板20通过用作导热构件的连接端子24和导体25而连接至定子线圈122的线圈端部部分123。因此,由控制基板20的逆变器33等产生的热可以通过连接端子24和导体25传递至定子线圈122。相应地,在控制基板20处产生的热可以由散热器13和框架11两者耗散。

[0052] 此外,电动马达10包括连接端子24和导体25。连接端子24从控制基板20沿旋转轴方向突出。导体25从定子线圈122沿旋转轴方向延伸。连接端子24和导体25穿透马达盖22,并且在马达盖22的外部彼此连接。防水帽26安装在马达盖22上。防水帽26由防水透气材

料形成,并且覆盖连接端子24与导体25之间的连接部分。因此,通过连接端子24和导体25向外部的散热可以被改善,同时可以保持防水密封。

[0053] 另外,底部突出部11f从框架11沿旋转轴线方向延伸成与定子线圈 122的线圈端部部分122在径向方向上叠置。底部突出部11f形成为在径向方向上位于周向槽11e的内侧。此外,底部突出部11f与转子17之间的在旋转轴线方向上的间隙G被设定成在确保电动马达10的功能不受损害的情况下的最小值。相应地,可以使电动马达10的在旋转轴线方向上的尺寸最小化。

[0054] 此外,底部突出部11f沿着径向方向定位成接近于线圈端部部分 123,其中,底部突出部11f与线圈端部部分123之间的在径向方向上的间隙D也被设定成在确保电动马达10的功能不受损害的情况下的最小值。相应地,框架11中的无效空间的量减小,并且电动马达10的在径向方向上的尺寸可以最小化。另外,由于底部突出部11f与线圈端部部分123之间的在径向方向上的间隙D被最小化,因此热从定子线圈122 传递至底部突出部11f,并且可以进一步改善从定子线圈122经由框架 11的散热。

[0055] 此外,后轴承14安装至框架11的底部部分11b的内周缘,并且前轴承15安装至散热器13的内周缘。固定有转子17的转子轴16通过后轴承14和前轴承15可旋转地安装在框架11和散热器13中。因此,转子轴16由框架11的内周缘和散热器13的内周缘保持。此处,定子12安装至框架11,同时散热器13配装至框架11。因此,可以提高转子17 相对于定子12的同心度。

[0056] 应当注意的是,当机加工框架11时,可以在不将框架11从卡盘移出的情况下连续地执行形成内周表面11c的步骤和形成用于后轴承14 的接合部分的步骤。此外,当机加工散热器13时,可以在不将散热器 13从卡盘移出的情况下连续地执行形成用于框架11的接合部分的步骤和形成用于前轴承15的接合部分的步骤。由此可以提高转子17相对于定子12的同心度。此外,如果使用阶梯状刀具等在框架11上对内周表面11c和用于后轴承14的接合部分同步地进行机加工,以及如果在散热器13上对用于框架11的接合部分和用于前轴承15的接合部分同步地进行机加工,则可以进一步提高转子17相对于定子12的同心度。

[0057] 此外,前轴承15被安装在散热器13的内周部上,并且后轴承14 被安装在框架11的底部部分11b上。相应地,由前轴承15产生的热可以通过散热器13耗散,并且由后轴承14产生的热可以通过框架11耗散,从而改善散热。

[0058] 此外,由于前轴承15被安装至散热器13的内周部,因此不需要特别提供用于前轴承15的安装构件。相应地,可以使电动马达10在旋转轴线方向上小型化,并且可以减少电动马达10中的部件数量。

[0059] 另外,电动马达10包括在电动动力转向装置50中,并且对车辆 70的转向轮56R、56L提供辅助转向力。因而,由于可以使根据本实施方式的构型的电动马达10小型化,该电动动力转向装置50可以在不牺牲性能的情况下容易地定位在转向轮56R、56L周围的狭窄空间内。

[0060] 另外,框架11的底部部分11b安装至包括在电动动力转向装置50 中的动力传动装置57。动力传动装置57为包括冷却油的具有至少固定尺寸的结构,因而具有极好的散热性能。因此,可以进一步提高定子线圈122经由框架11的散热。

[0061] (其它的实施方式)

- [0062] 本公开并不限于以上描述的实施方式,并且可以想到各种改型。
- [0063] 本公开的描述可以应用于当转子17旋转时在定子12处产生电力的电动发电机。
- [0064] 此外,本公开的描述可以应用于用作电动发电机和电动马达两者的电动马达/发电机。

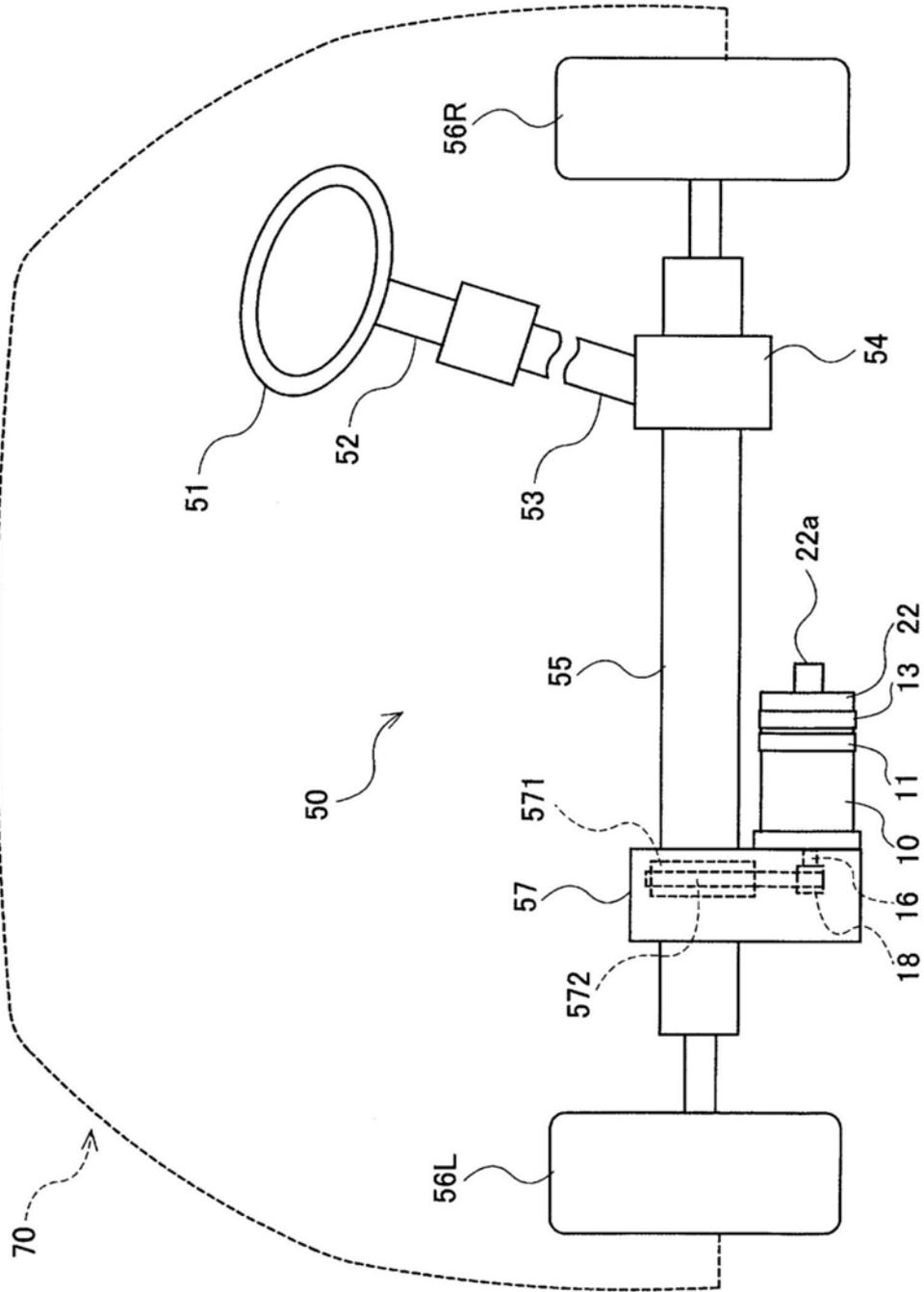


图1

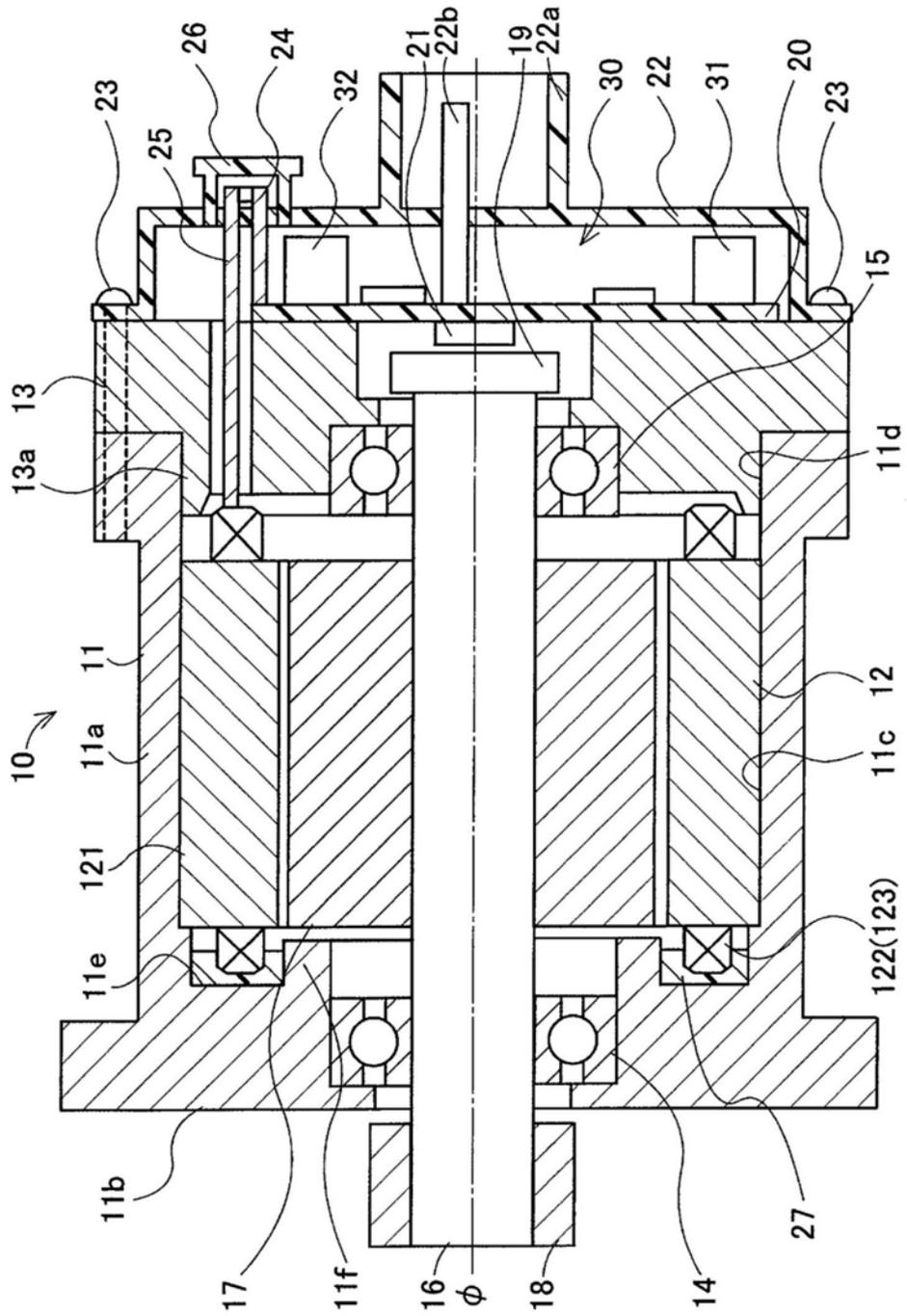


图2

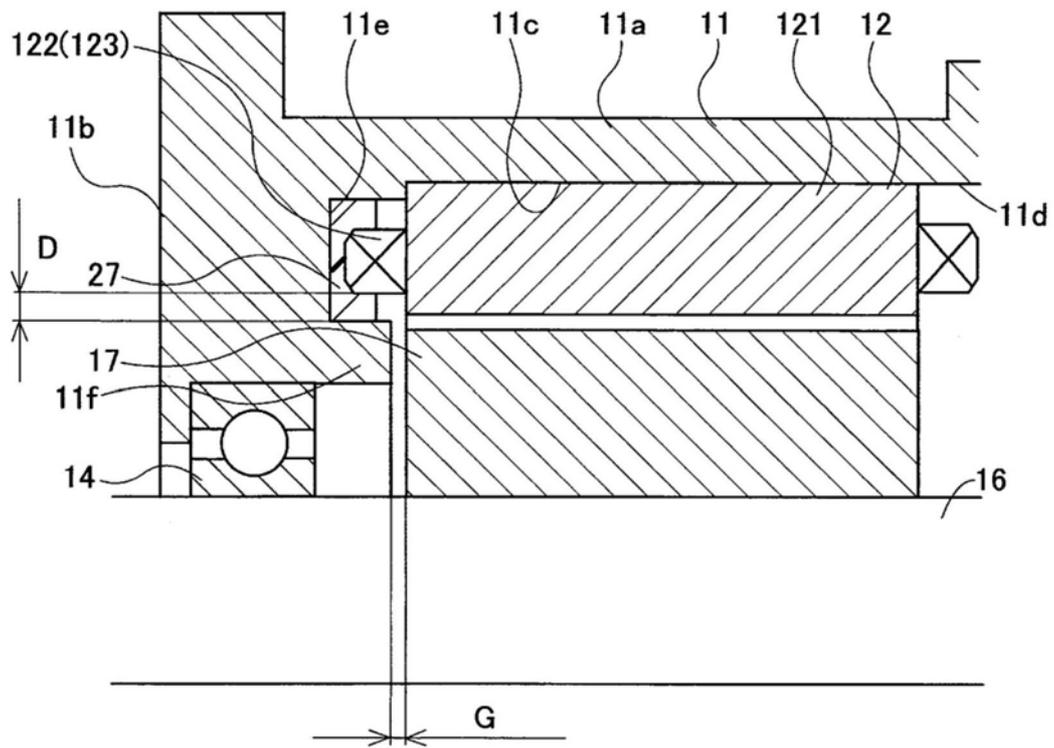


图3

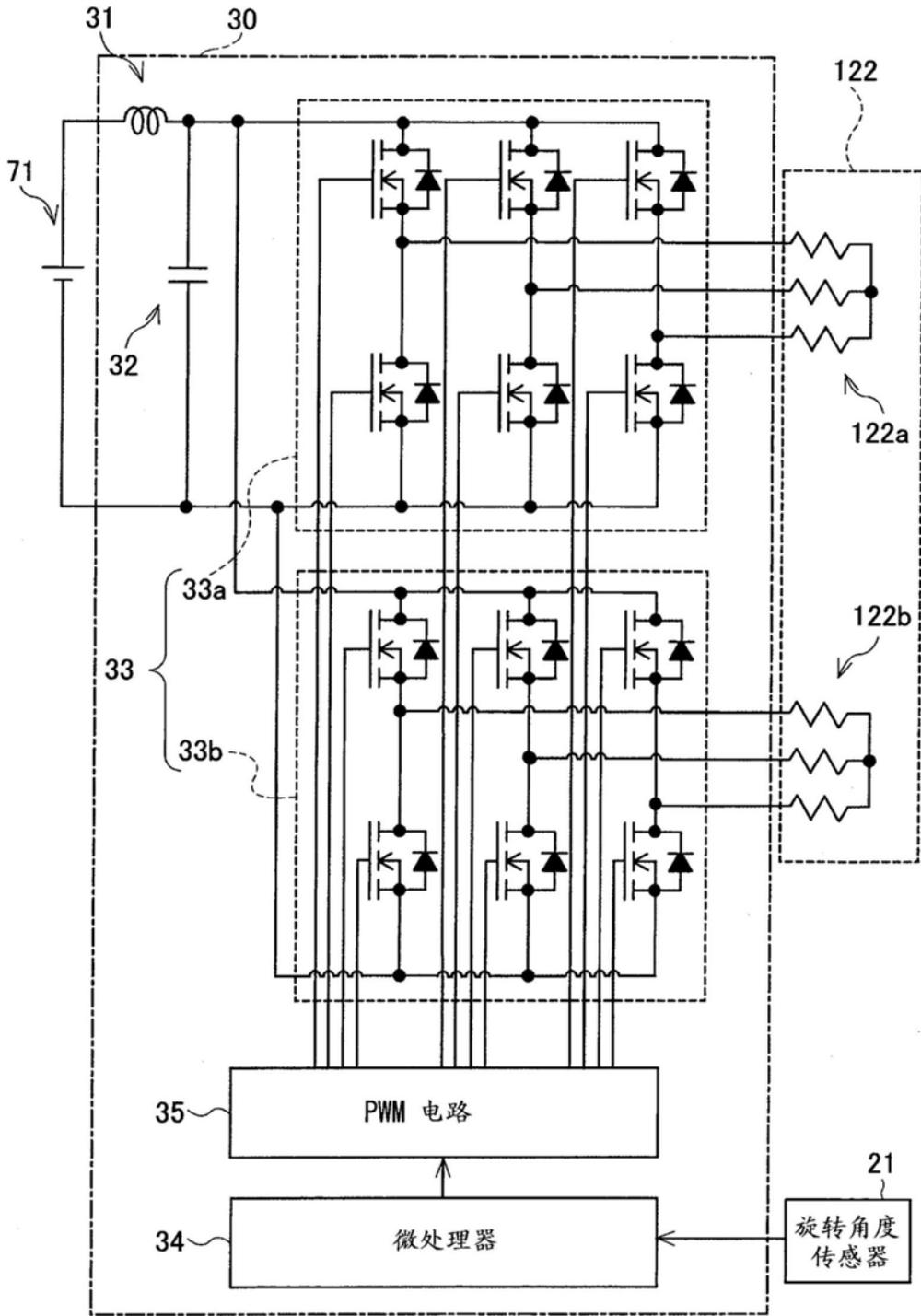


图4

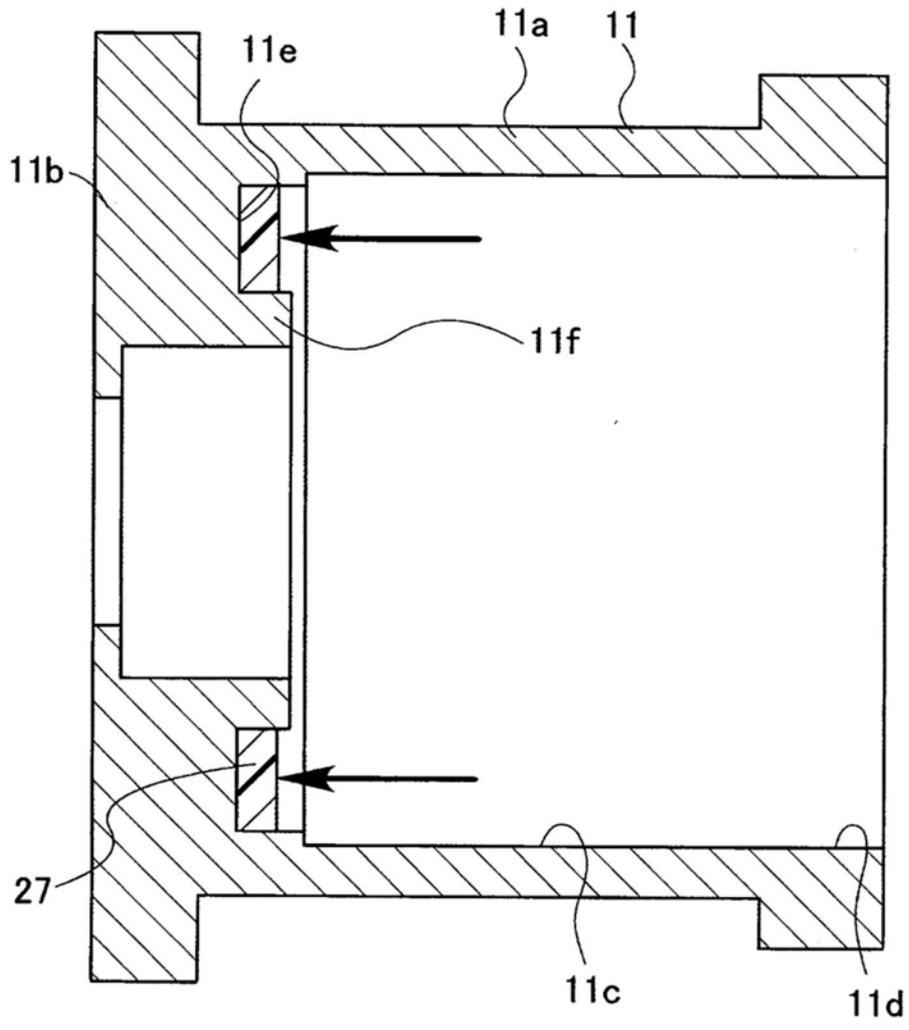


图5A

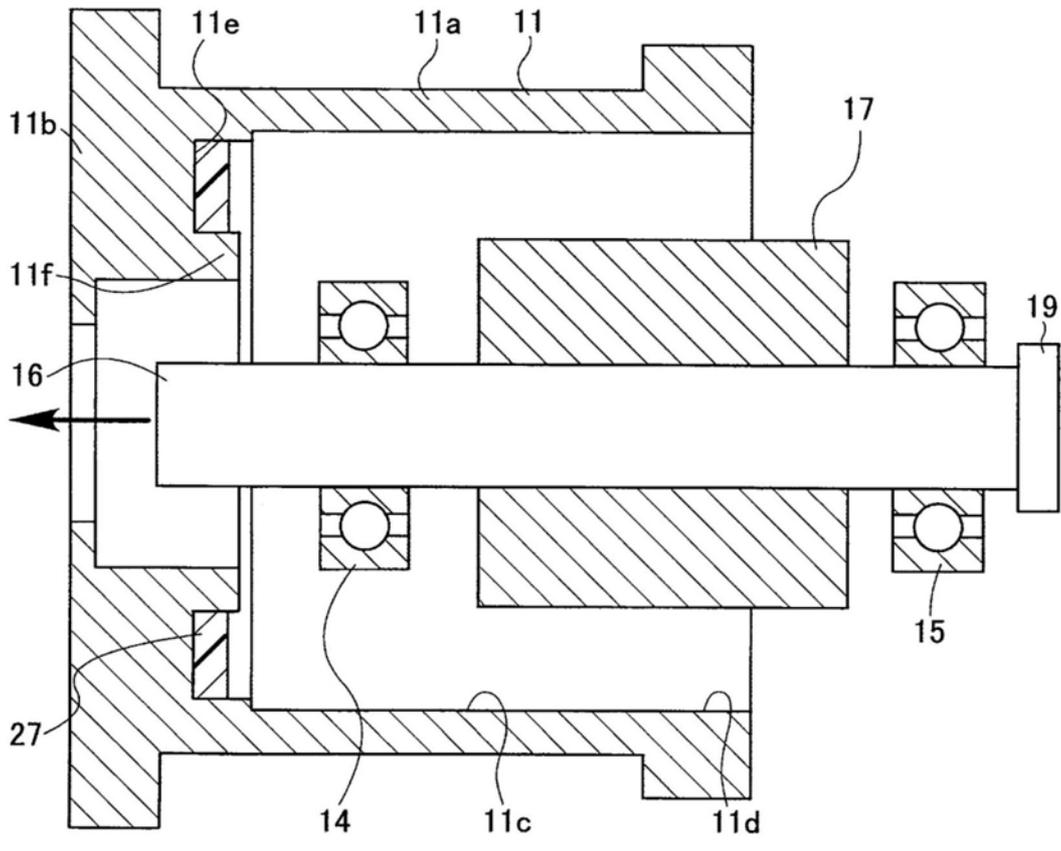


图5B

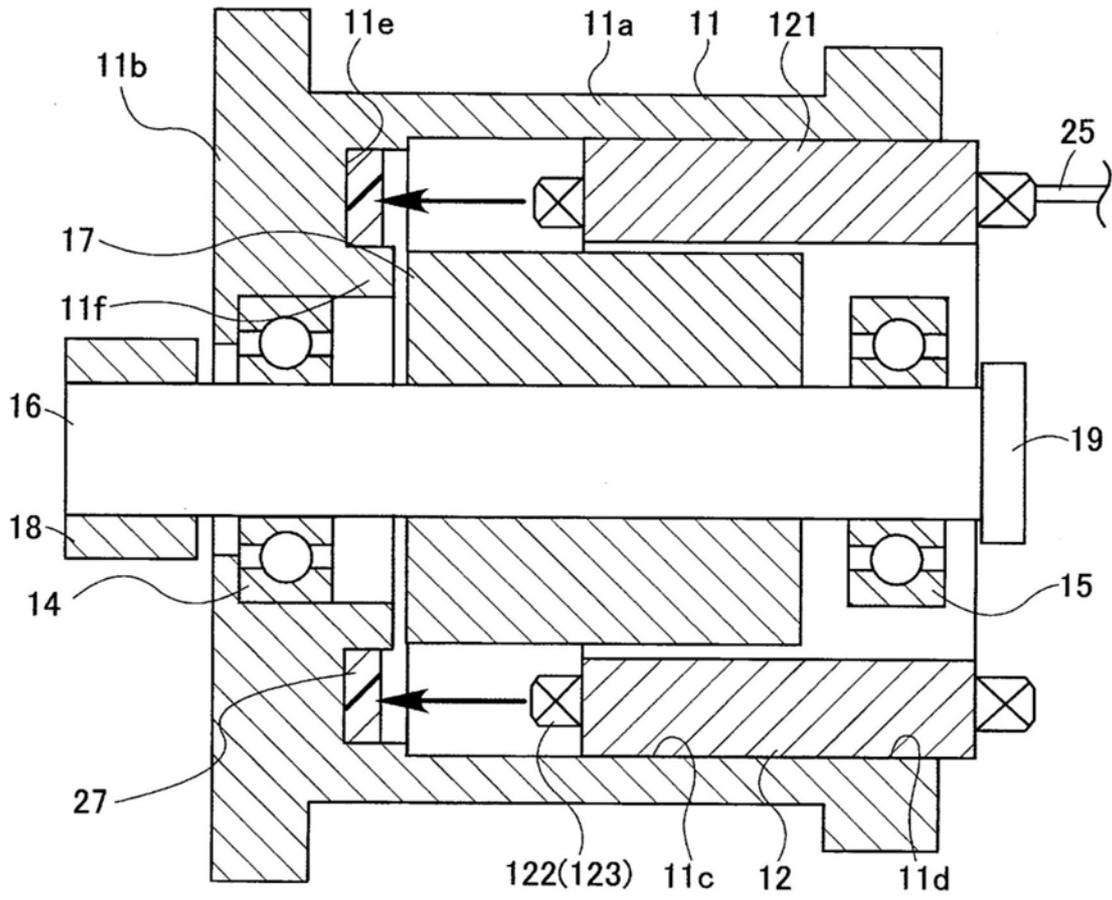


图5C

