

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 21/14 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710104225.1

[43] 公开日 2007年11月28日

[11] 公开号 CN 101079559A

[22] 申请日 2007.5.23

[21] 申请号 200710104225.1

[30] 优先权

[32] 2006.5.24 [33] JP [31] 2006-143789

[32] 2006.9.4 [33] JP [31] 2006-239505

[71] 申请人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 贝塚正明 佐藤浩光 新博文

阿部升荣

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李贵亮

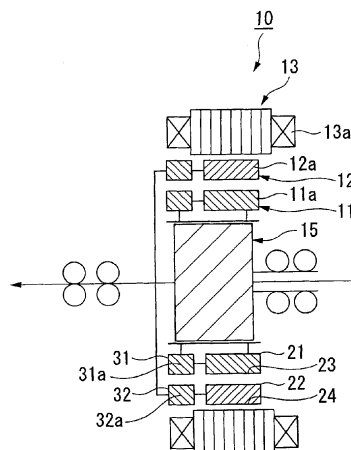
权利要求书 3 页 说明书 31 页 附图 12 页

[54] 发明名称

电动机

[57] 摘要

本发明提供一种电动机，具有与外周侧转子一体固定的第一永久磁铁和与内周侧转子一体固定的第二永久磁铁，根据所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的磁通，以使在所述内周侧转子及所述外周侧转子之间产生的相对转矩抵消的方式配置所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁。



1、一种电动机，该电动机的具有沿周向配置的内周侧永久磁铁的内周侧转子和具有沿周向配置的外周侧永久磁铁的外周侧转子彼此的旋转轴同轴配置，所述电动机具有转动装置，该转动装置通过使所述内周侧转子及所述外周侧转子的至少任一个绕所述旋转轴转动，能够变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位，该电动机的特征在于，

具有与所述外周侧转子一体固定的第一永久磁铁和与所述内周侧转子一体固定的第二永久磁铁，

基于所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的磁通，以使在所述内周侧转子及所述外周侧转子之间产生的相对转矩互相抵消的方式配置所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁。

2、如权利要求 1 所述的电动机，其特征在于，在所述外周侧永久磁铁和所述内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态下，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁以相互的同极磁极彼此相对的方式配置。

3、如权利要求 1 所述的电动机，其特征在于，在所述外周侧永久磁铁和所述内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态下，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁以相互的异极磁极在沿着所述转动装置的转动方向的方向彼此相对的方式配置。

4、如权利要求 2 或 3 所述的电动机，其特征在于，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁在所述外周侧转子及所述内周侧转子的径向相对配置。

5、如权利要求 2 或 3 所述的电动机，其特征在于，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁在所述外周侧转子及所述内周侧转子的轴向相对配置。

6、如权利要求 2 或 3 所述的电动机，其特征在于，所述转动装置具有：第一构件，其相对于所述外周侧转子能够一体旋转地设置；第二构件，其相对于所述内周侧转子能够一体旋转地设置，并且与所述第一构件在所述内周侧转子的内侧形成压力室，通过向所述压力室供给工作流体能够变

更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位，

并且，所述第一构件具备所述第一永久磁铁，所述第二构件具备所述第二永久磁铁。

7、如权利要求2所述的电动机，其特征在于，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁配置在相对于对定子绕组进行交链的所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的励磁磁通，所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁的各磁通进行干扰的干扰量低于规定值的位置。

8、如权利要求1所述的电动机，其特征在于，所述内周侧永久磁铁兼作所述第二永久磁铁，以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置，

所述外周侧转子具有：

第一转子层，其以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置有所述第一永久磁铁；

第二转子层，其以磁化方向朝向大致圆周方向、并且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此同磁极彼此相对的方式配置有所述外周侧永久磁铁。

9、如权利要求8所述的电动机，其特征在于，所述外周侧永久磁铁和所述第一永久磁铁设定为：所述第一转子层侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥和所述第二转子层侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥，在所述内周侧转子和外周侧转子的任意的相对相位中相反。

10、如权利要求8或9所述的电动机，其特征在于，所述外周侧转子，其所述第一转子层和所述第二转子层中的一个配置于轴向中央，另一个配置于轴向两侧。

11、如权利要求1所述的电动机，其特征在于，所述内周侧永久磁铁以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置，

所述外周侧转子，

以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置有所述第一永久磁铁，并且，

以磁化方向朝向大致圆周方向、并且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此同磁极彼此相对的方式配置有所述外周侧永久磁铁。

12、如权利要求 11 所述的电动机，其特征在于，所述第一永久磁铁及所述外周侧永久磁铁设定为：所述第一永久磁铁侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥和所述外周侧永久磁铁侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥，在所述内周侧转子和所述外周侧转子的任意的相对相位中相反。

## 电动机

### 技术领域

本发明涉及转子上带有永久磁铁的电动机。另外，本发明涉及可变更转子的永久磁铁的励磁特性的电动机。

### 背景技术

目前，公知的有如下的电动机，该电动机例如具有在电动机的旋转轴的周围呈同心圆状设置的第一及第二转子（内周侧转子和外周侧转子），并根据电动机的转速或根据定子产生的旋转磁场的速度控制第一及第二转子的周向的相对位置即相位差（参照例如特开 2002-204541 号公报）。

该电动机中，例如在根据电动机的转速控制第一及第二转子的相位差时，通过因离心力的作用而沿径向位移的构件改变第一及第二转子的周向的相对位置。而在根据例如定子上产生的旋转磁场的速度控制第一及第二转子的相位差时，是通过在各转子利用惯性维持转速的状态下向定子绕组提供控制电流而改变旋转磁场速度，来改变第一及第二转子的周向的相对位置。

但是，在上述现有技术的一例中的电动机中，例如在根据电动机的转速控制第一及第二转子的相位差时，只能在对应电动机的工作状态即旋转速度的离心力作用的状态控制第一及第二转子的相位差，有时产生不能在包含电动机的停止状态的合适的定时控制相位差的问题。另外，如将该电动机作为驱动源装载于车辆上等，在来自外部的振动容易作用于该电动机上的状态下，有时产生仅依靠离心力的作用难以适当地控制第一及第二转子的相位差的问题。而且，在这种情况下，尽管相对于马达的电源中的电源电压变动，相位差也被控制。因此，有时产生例如电源电压和电动机的感应电压的大小关系逆转的不良情况。

另外，例如在根据定子产生的旋转磁场的速度控制第一及第二转子的

相位差时，旋转磁场速度被变更，因此存在电动机的控制变得复杂化的问题。

## 发明内容

本发明就是鉴于上述事情而开发的，其目的在于提供一种电动机，通过抑制电动机复杂化，使感应电压常数容易且适当地可变，能够扩大可运转的转速范围及转矩范围，在提高运转效率的同时能够扩大在高效率下的可运转范围。

另外在上述现有的电动机中，通过使外周侧转子及内周侧转子（第一及第二转子）的永久磁铁相互以异极彼此相对（成为同极配置），可使转子整体的励磁增强且使感应电压增大，相反，通过使外周侧转子及内周侧转子（第一及第二转子）的永久磁铁相互以同极彼此相对（成为对极配置），可使转子整体的励磁减弱且使感应电压减小。

但是，在这种现有的电动机中，能够使外周侧转子和内周侧转子的相对相位变更的条件被限制，在电动机的运转停止时及任意旋转时，不能使相对相位自由地变更。尤其是，作为混合动力车及电动车辆的驱动用而使用时，希望按照车辆的运转状况在瞬间变更为所要求的电动机特性，为了应答该愿望，提高相对相位的变更控制的自由度也变得重要起来。于是，本申请人对装入相对相位的变更控制自由度高的相位变更装置进行了研究，但作用于内周侧转子和外周侧转子的吸引·排斥力在推进电动机的开发进程中成了障碍。

即，在上述现有的电动机中，如图 12 所示，根据内周侧转子和外周侧转子的相对转动，两者的永久磁铁产生的吸引·排斥力作用于旋转方向，因此，在变更内周侧转子和外周侧转子的相对相位时，必须给予抵抗该吸引·排斥力的大的力。因此，在现有的电动机中，不仅增大了用于使相位变更装置工作的能量的损耗，而且不可避免相位变更装置的大型化。

于是，本发明的另一目的在于提供一种电动机，能够抑制在变更外周侧转子和内周侧转子的相对相位时作用于旋转方向的永久磁铁的吸引·排斥力的影响，并能够实现用于相位变更的能量损耗的降低和相位变更装置的小型化。

为了解决上述问题，本发明采用了如下的装置。

即，一种电动机，该电动机的具有沿周向配置的内周侧永久磁铁的内周侧转子和具有沿周向配置的外周侧永久磁铁的外周侧转子彼此的旋转轴同轴配置，所述电动机具有转动装置，该转动装置通过使所述内周侧转子及所述外周侧转子的至少任一个绕所述旋转轴转动，能够变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位，其中，具有与所述外周侧转子一体固定的第一永久磁铁和与所述内周侧转子一体固定的第二永久磁铁，基于所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的磁通，以使在所述内周侧转子及所述外周侧转子之间产生的相对转矩互相抵消的方式配置所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁。

也可以是：在所述外周侧永久磁铁和所述内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态下，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁以相互的同极磁极彼此相对的方式配置。

也可以是：在所述外周侧永久磁铁和所述内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态下，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁以相互的异极磁极在沿着所述转动装置的转动方向的方向彼此相对的方式配置。

也可以是：所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁在所述外周侧转子及所述内周侧转子的径向相对配置。

也可以是：所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁在所述外周侧转子及所述内周侧转子的轴向相对配置。

也可以是：所述转动装置具有：第一构件，其相对于所述外周侧转子能够一体旋转地设置；第二构件，其相对于所述内周侧转子能够一体旋转地设置，并且与所述第一构件在所述内周侧转子的内侧形成压力室，通过向所述压力室供给工作流体能够变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位，并且，所述第一构件具备所述第一永久磁铁，所述第二构件具备所述第二永久磁铁。

也可以是：所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁配置在相对于对定子绕组进行交链的所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的励磁磁通，所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁的各磁通进行干扰的干扰量低于规定值的位置。

也可以是：所述内周侧永久磁铁兼作所述第二永久磁铁，以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置，所述外周侧转子具有：第一转子层，其以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置有所述第一永久磁铁；第二转子层，其以磁化方向朝向大致圆周方向、并且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此同磁极彼此相对的方式配置有所述外周侧永久磁铁。

也可以是：所述外周侧永久磁铁和所述第一永久磁铁设定为：所述第一转子层侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥和所述第二转子层侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥，在所述内周侧转子和外周侧转子的任意的相对相位中相反。

也可以是：所述外周侧转子，其所述第一转子层和所述第二转子层中的一个配置于轴向中央，另一个配置于轴向两侧。

也可以是：所述内周侧永久磁铁以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置，所述外周侧转子，以磁化方向朝向大致径向、并且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置有所述第一永久磁铁，并且，以磁化方向朝向大致圆周方向、并且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此同磁极彼此相对的方式配置有所述外周侧永久磁铁。

也可以是：所述第一永久磁铁及所述外周侧永久磁铁设定为：所述第一永久磁铁侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥和所述外周侧永久磁铁侧相对于所述内周侧永久磁铁的吸引、排斥，在所述内周侧转子和所述外周侧转子的任意的相对相位中相反。

## 附图说明

图1是模式地表示本发明第一实施方式的电动机的构成的图。

图2是表示作用于各偏置永久磁铁之间的相对转矩和内周侧转子及外周侧转子之间的相对转矩的一例的曲线图。

图3是表示作用于内周侧转子及外周侧转子之间的相对转矩的大小，按照外周侧转子的外周侧转子铁心的径向厚度 $D$ 变化的一例的曲线图。

图4是模式地表示同实施方式的第一变形例的电动机的构成的图。

图5是表示同实施方式的第二变形例的电动机的内周侧转子、外周侧



转子、定子、相位控制装置的要部剖面图。

图 6 是本发明的第二实施方式的电动机的要部剖面图。

图 7 是沿着图 6 的 A—A 线仅看到的同实施方式的外周侧转子的转子组件的侧面图。

图 8 是沿着图 6 的 B—B 线仅看到的同实施方式的外周侧转子的转子组件的侧面图。

图 9 是同实施方式的转子组件的分解立体图。

图 10 是同实施方式的相对转矩—电角度特性图。

图 11 是本发明的第三实施方式的转子组件的侧面图。

图 12 是现有技术中的相对转矩—电角度特性图。

符号说明

10 电动机

11 内周侧转子

11a 内周侧永久磁铁

12 外周侧转子

12a 外周侧永久磁铁

15 相位控制装置（转动装置）

31a 内周侧偏置永久磁铁（第二永久磁铁）

32a 外周侧偏置永久磁铁（第一永久磁铁）

52 叶片转子（第一构件）

53 套（第二构件）

76 第一压力室（压力室）

77 第二压力室（压力室）

81a、81b 叶片侧偏置永久磁铁（第一永久磁铁）

82b、82a 突出侧偏置永久磁铁（第二永久磁铁）

101, 201 电动机

105, 205 外周侧转子

105A 第一转子层

105B 第二转子层

106 内周侧转子

- 109 内周侧永久磁铁
- 111 转动机构（相位变更装置）
- 150, 153, 250 外周侧永久磁铁
- 253 副外周侧永久磁铁

## 具体实施方式

### 第一实施方式

下面，参照附图对本发明电动机的第一实施方式进行说明。

如图1所示，本实施方式的电动机10是具备内周侧转子11及外周侧转子12、定子13、相位控制装置15的无刷DC电动机，其中，所述内周侧转子11及外周侧转子12是具备沿周向配置的各永久磁铁11a、12a的大致圆环状；所述定子13具有产生使内周侧转子11及外周侧转子12旋转的旋转磁场的多个相位的定子绕组13a；所述相位控制装置15与内周侧转子11及外周侧转子12连接，控制内周侧转子11和外周侧转子12之间的相对相位，该电动机10作为驱动源搭载于例如混合动力车辆及电动车辆等车辆上，该电动机10的输出轴与传动装置（图示略）的输入轴连接，电动机10的驱动力通过传动装置传递到车辆的驱动轮（图示略）。

另外，在车辆减速时，驱动力从驱动轮侧传递到电动机10后，电动机10作为发电机而发挥功能，产生所谓的再生制动力，将车身的动能作为电能（再生能）回收。还有，例如在混合动力车辆中，在该电动机10的输出轴O与内燃机（图示略）的曲轴连结的状态下，在内燃机的输出功率被传递到电动机10的情况下，电动机10也可作为发电机发挥功能而产生发电能。

内周侧转子11及外周侧转子12各自的旋转轴以和电动机10的输出轴O同轴的方式配置，在沿着大致圆环状的各转子铁心21、22的周向隔开规定间隔设置的各多个内周侧磁铁安装部23、…23及外周侧磁铁安装部24、…24上，安装有各永久磁铁11a、…11a及12a、…12a。

而且，内周侧转子11的各磁铁安装部23、…23和外周侧转子12的各磁铁安装部24、…24，在各转子11、12的径向以相互可相对配置的方式配置。

由此,按照内周侧转子 11 和外周侧转子 12 的输出轴 O 周围的相对位置,可将电动机 10 的状态设定为横贯弱励磁状态到强励磁状态的适当的状态。其中,所述弱励磁状态为:内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 的同极磁极彼此相对配置(即,内周侧永久磁铁 11a 与外周侧永久磁铁 12a 对极配置);所述强励磁状态为:内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 异极磁极彼此相对配置(即,内周侧永久磁铁 11a 与外周侧永久磁铁 12a 同极配置)。

并且,在各转子 11、12 中,在例如沿着与输出轴 O 平行的方向(轴向)且偏离各转子铁心 21、22 的位置,设置和各转子 11、12 一体固定的各偏置永久磁铁安装部 31、32,在各偏置永久磁铁安装部 31、32 上安装有各偏置永久磁铁 31a、32a。

而且,内周侧偏置永久磁铁安装部 31 和外周侧偏置永久磁铁安装部 32,例如在各转子 11、12 的径向以相互可相对配置的方式配置。

此外,在内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 异极磁极彼此相对配置(即,内周侧永久磁铁 11a 与外周侧永久磁铁 12a 同极配置)的所述强励磁状态中,内周侧偏置永久磁铁安装部 31 的内周侧偏置永久磁铁 31a、和外周侧偏置永久磁铁安装部 32 的外周侧偏置永久磁铁 32a 以相互的同极磁极彼此在径向相对的方式,即以各自互相排斥的方式设定。

另外,在内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 的同极磁极彼此相对配置(即,内周侧永久磁铁 11a 与外周侧永久磁铁 12a 对极配置)的弱励磁状态中,内周侧偏置永久磁铁安装部 31 的内周侧偏置永久磁铁 31a、和外周侧偏置永久磁铁安装部 32 的外周侧偏置永久磁铁 32a 以相互的异极磁极彼此在径向相对的方式,即以各自互相吸引的方式设定。

如图 2 所示,作用于各偏置永久磁铁 31a、32a 之间的相对转矩  $\alpha$  设定为消除利用相位变更装置 15 变更内周侧转子 11 和外周侧转子 12 之间的相对相位时所需要的转矩(即内周侧转子 11 和外周侧转子 12 之间的相对转矩  $\beta$ )。

由此,通过利用相位变更装置 15 变更内周侧转子 11 和外周侧转子 12 之间的相对相位,内周侧永久磁铁 11a 和外周侧永久磁铁 12a 从强励磁状态向弱励磁状态转变时需要的转矩在具有各永久磁铁 31a、32a 的情况下,为相对转矩  $\alpha$  和相对转矩  $\beta$  合成得到的合成转矩  $\gamma$ ,与例如没有各偏置永久磁铁 31a、32a 的情况相比为更小的值。

另外,安装有各偏置永久磁铁 31a、32a 的各偏置永久磁铁安装部 31、32 相对于交链定子 13 的定子绕组 13a 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧永久磁铁 12a 的励磁磁通,配置于干扰各偏置永久磁铁 31a、32a 的各磁通的干扰量不足规定值的位置。

另外,作用于内周侧转子 11 和外周侧转子 12 之间的相对转矩的大小如图 3 所示,根据外周侧转子 12 的外周侧转子铁心 22 的径向厚度 D 而变化,例如随着径向厚度 D 增大相对转矩的大小趋向增大而变化。

定子 13 消除在外周侧转子 12 的外周部相对配置的大致圆筒状,例如固定于车辆的传动装置的罩(未图示)等上。

另外,相位控制装置 15 具有液压传动装置,所示液压传动装置例如配置于内周侧转子 11 的内周侧的中空部,利用电动或油压驱动使内周侧转子 11 及外周侧转子 12 的至少任一个围绕旋转轴 O 转动,由此变更内周侧转子 11 和外周侧转子 12 之间的相对相位。

如上所述,根据本实施方式的电动机 10,在内周侧永久磁铁 11a 和外周侧永久磁铁 12a 的异极磁极彼此相对配置的强励磁状态,将相互同极的磁极彼此以相对的方式即相互排斥的方式配置的各偏置永久磁铁 31a、32a 设置于各转子 11、12 上,由此能够减小利用相位控制装置 15 变更从该强励磁状态向弱励磁状态变更外周侧转子 12 和内周侧转子 11 之间的相对相位时需要的转矩。由此,能够防止变更电动机 10 的感应电压常数时相位控制装置 15 中消耗的能量增大,能够提高电动机 10 的运转效率,同时,能够防止相位控制装置 15 大型化并可防止结构复杂化。

在上述实施方式中,内周侧偏置永久磁铁安装部 31 和外周侧偏置永久磁铁安装部 32 以在各转子 11、12 的径向可相对配置的方式配置,但不限于此,如图 4 所示,内周侧偏置永久磁铁安装部 31、外周侧偏置永久磁铁安装部 32 以在各转子 11、12 的轴向可相对配置的方式配置也可以。

在该第一变形例中，在内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 的异极磁极彼此相对配置的强励磁状态，内周侧偏置永久磁铁安装部 31 的内周侧偏置永久磁铁 31a、和外周侧偏置永久磁铁安装部 32 的外周侧偏置永久磁铁 32a 相互以同极磁极彼此在轴向相对的方式即相互排斥的方式设定。

另外，在内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 的同极磁极彼此相对配置的弱励磁状态，内周侧偏置永久磁铁安装部 31 的内周侧偏置永久磁铁 31a、和外周侧偏置永久磁铁安装部 32 的外周侧偏置永久磁铁 32a 相互以异极磁极彼此在轴向相对的方式即相互吸引的方式设定。

另外，在内周侧永久磁铁 11a 和外周侧永久磁铁 12a 的异极磁极彼此相对配置的强励磁状态，内周侧偏置永久磁铁 31a 和外周侧偏置永久磁铁 32a 相互的异极磁极也可以通过相位控制装置 15 在沿着内周侧转子 11 和外周侧转子 12 的转动方向的方向以相对的方式配置。

下面，作为上述实施方式的第二变形例的电动机 10，对具有利用油压驱动使内周侧转子 11 或外周侧转子 12 绕旋转轴 O 转动的相位控制装置 15 的电动机 10 进行说明。

在该第二变形例的电动机 10 中，内周侧转子 11 以其旋转轴线与电动机 10 的旋转轴线同轴的方式配置，因此，如图 5 所示，具有大致圆筒状的内周侧转子铁心 41，在该内周侧转子铁心 41 上，在其外周侧部分沿周向以规定的等间距设置有多个（具体为 16 处）内周侧磁铁安装部 43、… 43。另外，在内周侧转子 41 的外周面 41A 上，在所有周向相邻的内周侧磁铁安装部 43、43 之间的位置，以向半径方向凹进的方式形成有与旋转轴线平行延伸的凹槽 41a。该内周侧转子铁心 41 例如通过烧结等而形成。

各内周侧磁铁安装部 43、…、43 分别具备使内周侧转子铁心 41 与旋转轴线平行贯通的一对磁铁安装孔 43a、43a。一对磁铁安装孔 43a、43a 的相对于与旋转轴线平行的方向的断面形成为大致长方形，并相互通过中心肋条 43b 周向相邻地配置于同一平面内。另外，该平面相对于连结中心肋条 43b 与旋转轴线的半径线正交。各磁铁安装孔 43a、…、43a 上分别装有与旋转轴线平行延伸的大致板状的内周侧永久磁铁 11a。

分别安装于各磁铁安装孔 43a、...、43a 的内周侧永久磁铁 11a、全部在厚度方向（即各转子 11、12 的径向）被同样磁化，被安装于设置在同一内周侧磁铁安装部 43 的一对磁铁安装孔 43a、43a 的一对内周侧永久磁铁 11a、...、11a、以相互的磁化方向成为同方向的方式设定。而且，在所有的内周侧磁铁安装部 43、...、43 中，周向相邻的内周侧磁铁安装部 43、...、43 彼此以安装于一侧的一对内周侧永久磁铁 11a、11a 及安装于另一侧的内周侧永久磁铁 11a、11a 以相互的磁化方向成为不同方向的方式设定。即安装有外周侧为 S 极的一对内周侧永久磁铁 11a、11a 的内周侧磁铁安装部 43 通过凹槽 41a 在周向与安装有外周侧为 N 极的一对内周侧永久磁铁 11a、11a 的内周侧磁铁安装部 43 邻接。

如上所述，内周侧转子 11 具备沿周向配置的多个永久磁铁 11a、...、11a。

外周侧转子 12 也以其旋转轴线与电动机 10 的旋转轴线同轴的方式配置，因此，具有大致圆筒状的外周侧转子铁心 42，在该外周侧转子铁心 42 上，在其外周侧部分沿周向以规定的等间距设置有与上述内周侧磁铁安装部 43...43 相同数量的外周侧磁铁安装部 44、...44。另外，在外周侧转子 42 的外周面 42A 上，在所有周向相邻的外周侧磁铁安装部 44、44 之间的位置，以向半径方向凹进的方式形成有与旋转轴线平行延伸的凹槽 42a。并且，在外周侧转子铁心 42 的各凹槽 42a、...42a 的各内径侧即外周侧磁铁安装部 44、...44 的相邻安装部彼此各个之间的位置，沿轴线方向贯通形成有各螺栓插入孔。该外周侧转子铁心 42 例如也通过烧结等而形成。

各外周侧磁铁安装部 44、...、44 分别具备使外周侧转子铁心 42 与旋转轴线平行贯通的一对磁铁安装孔 44a、44a。一对磁铁安装孔 44a、44a 相对于与旋转轴线平行的方向的断面形成为大致长方形，并相互通过中心肋条 44b 周向相邻地配置于同一平面内。另外，该平面相对于连结中心肋条 44b 与旋转轴线的半径线正交。各磁铁安装孔 44a、...、44a 上分别装有与旋转轴线平行延伸的大致板状的外周侧永久磁铁 12a。

分别安装于各磁铁安装孔 44a、...、44a 的外周侧永久磁铁 12a、全部在厚度方向（即各转子 11、12 的径向）被同样磁化，被安装于设置在同一外周侧磁铁安装部 44 的一对磁铁安装孔 44a、44a 的一对外周侧永久磁

铁 12a、...、12a、以相互的磁化方向成为同方向的方式设定。而且，在所有的周向相邻的外周侧磁铁安装部 44、...、44 中，周向相邻的外周侧磁铁安装部 44、...、44 彼此以安装于一侧的一对外周侧永久磁铁 12a、12a 及安装于另一侧的外周侧永久磁铁 12a、12a 以相互的磁化方向成为不同方向的方式设定。即安装有外周侧为 S 极的一对外周侧永久磁铁 12a、12a 的外周侧磁铁安装部 44 通过凹槽 42a 在周向与安装有外周侧为 N 极的一对外周侧永久磁铁 12a、12a 的外周侧磁铁安装部 44 邻接。

如上所述，外周侧转子 12 也具备沿着周向配置的多个外周侧永久磁铁 12a、...、12a。

而且，内周侧转子 11 的各内周侧磁铁安装部 43、...、43 和外周侧转子 12 的各外周侧磁铁安装部 44、...、44 以在各转子 11、12 的径向相互可相对配置的方式配置。在该相对配置状态时，所有的一对内周侧永久磁铁 11a、11a 成为与任一对应的一对外周侧永久磁铁 12a、12a 以一对一的方式使旋转方向的相位重合的状态。另外，关于内周侧转子 11 的各凹槽 41a、...、41a 和外周侧转子 12 的各凹槽 42a、...、42a、所有的凹槽 41a、...、41a 成为与任一对应的凹槽 42a 以一对一的方式使旋转方向的相位重合的状态。

由此，根据绕内周侧转子 11 与外周侧转子 12 的旋转轴线的相对位置，可将电动机 10 的状态设定为横贯从励磁最弱的弱励磁状态到励磁最强的强励磁状态的适当的状态。其中，所述最弱的弱励磁状态为：在内周侧转子 11 的所有内周侧永久磁铁 11a、...、11a 和外周侧转子 12 的所有外周侧永久磁铁 12a、...、12a 中，成对的内周侧永久磁铁 11a、11a 和外周侧永久磁铁 12a、12a 的同极磁极彼此相对配置（即，成对的内周侧永久磁铁 11a、11a 与成对的外周侧永久磁铁 12a、12a 对极配置）；所述最强的强励磁状态为：成对的内周侧永久磁铁 11a、...、11a 与成对的外周侧永久磁铁 12a、...、12a 的异极磁极彼此相对配置（即，成对的内周侧永久磁铁部 11a、11a 与成对的外周侧永久磁铁 12a、12a 同极配置）。

该变形例的相位控制装置 15 具有以覆盖外周侧转子 12 的内侧空间的方式固定在外周侧转子 12 的轴线方向两侧的圆板状的一对传动板（图示略）上；通过由这些传动板夹持而一体设置于外周侧转子 12 的内侧的叶

片转子 52；一体固定于内周侧转子 11 的内侧并与该内周侧转子 11 一起配置在叶片转子 52、外周侧转子 12 及传动板之间的套 53。叶片转子 52 及套 53 例如通过烧结等而形成。

叶片转子 52 具有圆筒状的轮毂部 55、从该轮毂部 55 的外周面中的圆周方向的等间距位置向半径方向延伸出的多个叶片部 56、…、56。

轮毂部 55 的轴线方向两侧成为与叶片部 56、…、56 轴线方向长度相同的夹持基体部 57 在外周侧、比该夹持基体部 57 更向轴线方向内侧台阶状凹进的台阶部 58 在内周侧形成的形状。在轮毂部 55 的内径侧，在其轴线方向中间位置形成有连结用花键，在比连结用花键更靠轴线方向一侧，形成有分别向距各叶片部 56、…、56 位置的内周侧最近的叶片部 56 的基端的旋转方向的相同的一侧贯通的通路孔 55c、…、55c、在比连结用花键更靠轴线方向的相反侧，形成有分别向距各叶片部 56、…、56 位置的内周侧最近的叶片部 56 的基端的旋转方向的相同的相反侧贯通的通路孔 55d、…、55d。

各叶片部 56、…、56 形成为大致板状，在中间位置形成有贯通轴线方向的螺纹孔 56a。另外，在圆周方向的两端面贯穿轴线方向的全长形成有比螺纹孔 56a 的形成位置更靠外周侧的一对凹状部 56b、56b、在比螺纹孔 56a 的形成位置更靠内周侧贯穿轴线方向的全长也形成有凹状部 56c、56c。并且，在各叶片部 56、…、56 相互的外周面上且贯穿轴线方向的全长形成有从外周面向中心侧凹进的密封垫保持槽 56d。在这些密封垫保持槽 56d、…56d 中分别配设有密封其与套 53 之间的间隙的弹性密封垫 64、…、64。各弹性密封垫 64、…、64 由设置于外侧且与套 53 滑接的密封 64a、和设置于内侧且将密封 64a 压在半径方向外侧的套 53 侧的弹簧 64b 构成。

以在内周侧转子 11 的内侧成为规定的相位关系的方式一体嵌合的套 53，具有径向厚度薄的圆筒状基体部 66、和从该基体部 66 的内周面中的圆周方向的等间距位置向半径方向突出的、且与叶片部 56 数量相同的突出部 67、…、67。在此，基体部 66 经过全周比突出部 67 更向轴线方向两侧突出。各突出部 67、…、67 从轴线方向看，分别形成顶端变细的大致等腰三角形，在所有的突出部 67、…、67 中，在沿圆周方向相邻的突出



部 67，67 彼此各个之间形成有可配置上述的叶片转子 52 的叶片部 56 的凹部 68。在各突出部 67、…、67 上，在其各自的内端面上，贯穿轴线方向的全长形成有向外径侧凹进的密封垫保持槽 67b。在这些密封垫保持槽 67b、…、67b 中分别配置有密封其与叶片转子 52 的轮毂部 55 的外周面之间的间隙的弹性密封垫 70。

这些弹性密封垫 70、…、70，由设置于内周侧且与叶片转子 52 的轮毂部 55 滑接的密封垫 70a、和设置于外径侧且将密封垫 70a 向叶片转子 52 侧按压的密封弹簧 70b 构成。也可以通过螺栓等的紧固将套 53 与内周侧转子 11 一体连结。

而且，在套 53 的外周面 53A 上，以沿周向延伸并且延伸方向前端侧渐渐变位到大致轴线方向一侧的方式形成有成为螺旋状的流路形成槽 53a。该流路形成槽 53a 从套 53 的轴线方向一侧的端面 53B 开始，绕套 53 的外周面 53A 多圈形成到轴线方向另一侧的端面 53B 止。另外，在套 53 上，在所有的凹部 68、…、68 各自的半径方向外侧的底壁面 68a 的圆周方向的中央位置，穿设有沿半径方向贯通且与流路形成槽 53a 连通的贯通孔 53b。由于各贯通孔 53b、…、53b 与螺旋状的流路形成槽 53a 连通，因此套 53 的轴线方向的位置分别不同。当该套 53 嵌合于内周侧转子 11 的内侧时，由流路形成槽 53a 和内周侧转子 11 的内周面 11A 形成与各贯通孔 53b、…、53b 连通的螺旋状流路 71。该流路 71 在内周侧转子 11 和套 53 之间形成，且成为在沿套 53 的周向延伸的螺旋状，两端部分别在内周侧转子 11 的套 53 的轴线方向的端面 53B 上开口。

与套 53 成为一体的内周侧转子 11 设置于外周侧转子 12 的内侧且叶片转子 52 的外侧，即，设置于传动板之间的空间 78，并在进入传动板的环状槽的基体部 66 的轴线方向两侧部分保持可以旋转。并且，套 53 的凹部 68、…、68 分别只配置一个叶片转子 52 的叶片部 56。另外，与叶片转子 52 滑动结合的输出轴 O 可与外周侧转子 12、花键及叶片转子 52 一体旋转，具体地说，被固定为一体。相对于一体设置的外周侧转子 12 及传动板可转动，因此，内周侧转子 11 的轴线方向的两端面在与相对的传动板之间可形成间隙，另外，在外周面 41A 和外周侧转子 12 之间也具有一定的缝隙。

此外,例如在各叶片部 56 的周向两端部设置有叶片侧偏置永久磁铁 81a、81b,例如在各突出部 67 的周向两端部设置有突出侧偏置永久磁铁 82b、82a,周向相邻的叶片部 56 及突出部 67 的各叶片侧偏置永久磁铁 81a、81b 和突出侧偏置永久磁铁 82b、82a 以在周向相对的方式配置。

在此,在外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a、…、12a 和内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a、…、11a 异极彼此相对的强励磁状态时,所有的叶片部 56、…、56 在对应的凹部 68 内与在旋转方向的相同的一侧相邻的突出部 67 抵接,在其与抵接的突出部 67 之间形成第一压力室 76,同时,分别与在旋转方向的相反的相反的一侧相邻的突出部 67 之间形成比第一压力室 76 更宽的第二压力室 77(换言之,在被容纳于凹部 68、…、68 及凹部 68、…、68 的叶片部 56、…、56 中形成有第一压力室 76、…、76 及第二压力室 77、…、77)。其结果,这些第一压力室 76、…、76 及第二压力室 77、…、77 在内周侧转子 11 的内侧被区划出。

相反,外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a、…、12a 与内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁部 11a、…、11a 为同极彼此相对的弱励磁状态时,所有叶片部 56、…、56 分别在对应的凹部 68 内与在旋转方向的相同的上述的相反的一侧相邻的突出部 67 抵接,且使第二压力室 77 缩小,而使分别在与旋转方向的相同的上述相反的一侧相邻的突出部 67 之间的第一压力室 76 扩大。而且,叶片转子 52 的各通路孔 55c、…、55c 设置为一对一地各第一压力室 76、…、76 总是开口,叶片转子 52 的各通路孔 55d、…、55d 设置为一对一地各第二压力室 77、…、77 总是开口。

另外,经由第一压力室 76 而相对的叶片侧偏置永久磁铁 81a 和突出侧偏置永久磁铁 82b 以相互的异极磁极彼此在周向相对的方式即各自相互吸引的方式配置,经由第二压力室 77 而相对的叶片侧偏置永久磁铁 81b 和突出侧偏置永久磁铁 82a 以相互的同极磁极彼此在周向相对的方式即各自相互排斥的方式配置。

由此,通过由相位控制装置 15 变更内周侧转子 11 和外周侧转子 12 之间的相对相位,使内周侧永久磁铁 11a 和外周侧永久磁铁 12a 从强励磁状态向弱励磁状态转换时需要的转矩,成为比没有例如偏置永久磁铁 81a、81b、82b、82a 的情况小的值。

在套 53 上形成的各贯通孔 53b、…、53b 根据叶片部 56 的位置切换向第一压力室 76 开口的状态和向第二压力室 77 开口的状态，在向第一压力室 76 开口的状态下，其自第一压力室 76 起与套 53 的外周面 53A 侧贯通，而且成为分别与所有的第一压力室 76、…、76 相对而形成的状态。另外，各贯通孔 53b、…、53b 在向第二压力室 77 开口的状态下，其自第二压力室 77 起与套 53 的外周面 53A 侧贯通，而且成为分别与所有的第二压力室 77、…、77 相对而形成的状态。

在此，外周侧转子 12 及内周侧转子 11，将外周侧永久磁铁 12a、…、12a 及内周侧永久磁铁 11a、…、11a 因各自不同的极性相对而相互吸引的强磁场的位置设定于第一压力室 76、…、76 及第二压力室 77、…、77 实质上不受工作油压时的原点位置。还有，第一压力室 76、…、76 及第二压力室 77、…、77 在不受工作油压的状态也被工作油充满。

而且，自位于该原点位置的状态起，经由各通路孔 55c、…、55c 将工作油导入各第一压力室 76、…、76（即，将工作油压导入各第一压力室 76、…、76），与此同时，经由各通路孔 55d、…、55d 将工作油从各第二压力室 77、…、77 排出时，外周侧转子 12 及内周侧转子 11 的磁力相反而相对旋转，成为弱励磁状态。相反，经由各通路孔 55d、…、55d 将工作油导入各第二压力室 77、…、77，与此同时，经由各通路孔 55c、…、55c 将工作油从各第一压力室 76、…、76 排出时，外周侧转子 12 及内周侧转子 11 回到原点位置成为强励磁状态，而此时，外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a、…、12a 和内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a、…、11a 由磁力相互吸引，因此，导入各第二压力室 77、…、77 的工作油的压力比相位变更为弱励磁状态时需要的压力低，根据情况，即使不导入油压只进行工作油的给排也能够实现。

在此，电动机 10，使内周侧转子 11 相对于外周侧转子 12，从使外周侧永久磁铁 12a、…、12a 和内周侧转子永久磁铁 11a、…、11a 彼此相同极性相对的弱励磁状态返回原点位置时的旋转方向，与减速旋转时产生的惯性力矩的方向一致。即，电动机 10 设定为使外周侧转子 12 及内周侧转子 11 在车辆前进行驶时向图 5 所示的时针转动方向旋转。外周侧转子 12 从图 5 所示的弱励磁状态减速时，在处于浮动状态的内周侧转子 11 上，

产生返回强励磁状态的惯性力矩。

在此，由于工作油具有非压缩性，因此，向如上所述的强励磁状态及弱励磁状态的两界限端的相位的变更，不用说，即使在这两个界限端之间的中间位置，未图示的油压控制装置例如也可用未图示的开闭阀的阻断停止自所有第一压力室 76、…、76 及第二压力室 77、…、77 的工作油的供给排放，由此，外周侧转子 12 及内周侧转子 11 维持在此时点的相位关系，从而在任意励磁状态都能够停止相位变更。

如上所述，上述的叶片转子 52 相对于外周侧转子 12 一体固定并可一体旋转，且配置在内周侧转子 11 的内侧。并且，叶片转子 52 以覆盖外周侧转子 12 及内周侧转子 11 的轴线方向的两端面的方式，通过固定在外周侧转子 12 上的传动板与外周侧转子 12 一体固定，且与输出外周侧转子 12 的驱动力的输出轴 O 也一体设置。

另外，上述的套 53 相对于内周侧转子 11 一体嵌合并可一体旋转，其凹部 68 与叶片转子 52 一起在内周侧转子 11 的内侧区划出第一压力室 76 及第二压力室 77。并且，通过对这些第一压力室 76 及第二压力室 77 的工作油的供给排放即工作油压的导入控制，可以变更相对于套 53 的叶片转子 52 的相对相位，其结果，可以变更内周侧转子 11 与外周侧转子 12 之间相对的相位。在此，内周侧转子 11 与外周侧转子 12 之间相对的相位至少可在电角度的  $180^\circ$  提前角侧或滞后角侧变化，电动机 10 的状态可设定为弱励磁状态和强力此状态之间的适当的状态，其中，所述弱励磁状态为：在内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 的同极磁极彼此相对配置；所述强励磁状态为：在内周侧转子 11 的内周侧永久磁铁 11a 和外周侧转子 12 的外周侧永久磁铁 12a 的异极磁极彼此相对配置。

此外，将外周侧转子 12 的驱动力传递到输出轴 O 上的传动板，分别固定于外周侧转子 12 及叶片转子 52 的轴线方向两端面上，在由此形成的该外周侧转子 12、叶片转子 52 及两传动板之间的空间 78 内，配置有可以沿周向旋转的成为一体的内周侧转子 11 及套 53。另外，内周侧转子 11 与套 53 的整体件在浮动的状态旋转自如地设置在空间 78 内（即，与传动板及输出轴 O 不固定）。

对以上说明的第一实施方式作如下汇总。

(1) 本发明的电动机具备具有沿周向配置的内周侧永久磁铁（例如实施方式中的内周侧永久磁铁 11a）的内周侧转子（例如实施方式中的内周侧转子 11）和具有沿周向配置的外周侧永久磁铁（例如实施方式中的外周侧永久磁铁 12a）的外周侧转子（例如实施方式中的内周侧转子 12）相互的旋转轴同轴配置，所述电动机具有转动装置（例如实施方式中的相位控制装置 15），所述转动装置通过使所述内周侧转子及所述外周侧转子的至少任一者绕所述旋转轴转动，可以变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位，其中，具有与所述外周侧转子一体固定的第一永久磁铁（例如，实施方式中的外周侧偏置永久磁铁 32a、叶片侧偏置永久磁铁 81a、81b）、和与所述内周侧转子一体固定的第二永久磁铁（例如，实施方式中的内周侧偏置永久磁铁 31a、突出侧偏置永久磁铁 82b、82a），在所述外周侧永久磁铁和所述内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁以相互的同极磁极彼此相对的方式配置。

根据上述（1）记载的电动机，由转动装置可变更外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位，由此，例如，外周侧永久磁铁产生的励磁磁通能够根据内周侧转子产生的励磁磁通有效地增大或减小交链定子绕组的交链磁通量。而且，例如在强励磁状态，可将电动机的转矩常数（即转矩 / 相电流）设定为相对高的值，且可以不减小电动机运转时的电流损失，或者，不改变控制定子绕组的通电的变流器的输出电流的最大值，而增大电动机输出的最大转矩值，增大电动机的运转效率的最大值。

并且，在外周侧永久磁铁和内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态，即强励磁状态下，将以相互的同极磁极彼此相对的方式即以相互排斥的方式配置的各第一永久磁铁及第二永久磁铁设置于各外周侧转子及内周侧转子上，由此可以减小由转动装置将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从该强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。由此可防止变更电动机的感应电压常数时在转动装置中消耗的能量增大，能够提高电动机的运转效率，同时既能够防止转动装置大型化，又能够防止结构的复杂化。

(2) 本发明的电动机具备具有沿周向配置的内周侧永久磁铁（例如实施方式中的内周侧永久磁铁 11a）的内周侧转子（例如实施方式中的内周侧转子 11）和具有沿周向配置的外周侧永久磁铁（例如实施方式中的外周侧永久磁铁 12a）的外周侧转子（例如实施方式中的内周侧转子 12）相互的旋转轴同轴配置，所述电动机具有转动装置（例如实施方式中的相位控制装置 15），所述转动装置通过使所述内周侧转子及所述外周侧转子的至少任一者绕所述旋转轴转动，可以变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位，其中，具有与所述外周侧转子一体固定的第一永久磁铁（例如，实施方式中的外周侧偏置永久磁铁 32a、叶片侧偏置永久磁铁 81a、81b）、和与所述内周侧转子一体固定的第二永久磁铁（例如，实施方式中的内周侧偏置永久磁铁 31a、突出侧偏置永久磁铁 82b、82a），在所述外周侧永久磁铁和所述内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态，所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁以在沿所述转动装置的转动方向的方向相互的异极磁极彼此相对的方式配置。

根据上述（2）记载的电动机，由转动装置可变更外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位，由此，例如，外周侧永久磁铁产生的励磁磁通能够根据内周侧转子产生的励磁磁通有效地增大或减小交链定子绕组的交链磁通量。而且，例如在强励磁状态，可将电动机的转矩常数（即转矩 / 相电流）设定为相对高的值，且可以不减小电动机运转时的电流损失，或者，不改变控制定子绕组的通电的变流器的输出电流的最大值，而增大电动机输出的最大转矩值，增大电动机的运转效率的最大值。

并且，在外周侧永久磁铁和内周侧永久磁铁的异极磁极彼此相对配置的状态，即强励磁状态下，将以相互的异极磁极在沿转动装置的转动方向的方向彼此相对的方式即以相互吸引的方式配置的各第一永久磁铁及第二永久磁铁设置于各外周侧转子及内周侧转子上，由此可以减小由转动装置将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从该强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。由此可防止变更电动机的感应电压常数时在转动装置中消耗的能量增大，能够提高电动机的运转效率，同时既能够防止转动装置大型化，又能够防止结构的复杂化。

如上所述，根据上述（1）或（2）记载的电动机，可防止变更电动机

的感应电压常数时在转动装置中消耗的能量增大，能够提高电动机的运转效率，同时既能够防止转动装置大型化，又能够防止结构的复杂化。

(3) 在上述(1)或(2)记载的电动机中，也可以在所述外周侧转子及内周侧转子的径向相对配置所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁。

在这种情况下，在外周侧永久磁铁和内周侧永久磁铁的强励磁状态中，以在径向相对配置的第一永久磁铁和第二永久磁铁的同极磁极彼此相对的方式、或在径向相对配置的多对第一永久磁铁及第二永久磁铁沿周向配置时，以在沿转动装置的大致转动方向的方向第一永久磁铁和第二永久磁铁相互的异极磁极彼此相邻的方式配置，由此，可以减小由转动装置将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。

(4) 在上述(1)或上述(2)记载的电动机中，也可以在所述外周侧转子及内周侧转子的轴向相对配置所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁。

在这种情况下，在外周侧永久磁铁和内周侧永久磁铁的强励磁状态中，以在轴向相对配置的第一永久磁铁和第二永久磁铁的同极磁极彼此相对的方式、或在轴向相对配置的多对第一永久磁铁及第二永久磁铁沿周向配置时，以在沿转动装置的大致转动方向的方向第一永久磁铁和第二永久磁铁相互的异极磁极彼此相邻的方式配置，由此，可以减小由转动装置将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。

如上所述，根据上述(3)或上述(4)记载的电动机，利用第一永久磁铁和第二永久磁铁之间的排斥力或吸引力，可以减小由转动装置将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。

(5) 在上述(1)或上述(2)记载的电动机中，所述转动装置也可以是：具有第一构件（例如，实施方式中的叶片转子52），其相对于所述外周侧转子一体且可旋转地设置；第二构件（例如，实施方式中的套53），其相对于所述内周侧转子一体且可旋转地设置，且与所述第一构件一起在所述内周侧转子的内侧区划出压力室（例如，实施方式中的第一压力室76、

第二压力室 77), 通过将所述工作流体供给到所述压力室来变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位所述第一构件具备所述第一永久磁铁, 所述第二构件具备所述第二永久磁铁。

在这种情况下, 相对于外周侧转子一体且可旋转地设置的第一构件、和相对于内周侧转子一体且可旋转地设置的第二构件一起在内周侧转子的内侧形成压力室, 转动装置通过将所述工作流体供给到所述压力室来变更所述内周侧转子和所述外周侧转子之间的相对相位, 因此, 在外周侧永久磁铁和内周侧永久磁铁的强励磁状态中, 通过以第一构件的第一永久磁铁和第二构件的第二永久磁铁的同极磁极彼此相对的方式、或在沿转动装置的大致转动方向的方向以第一永久磁铁和第二永久磁铁相互的异极磁极彼此相邻的方式配置, 可以减小由转动装置将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。

因此, 根据该电动机, 在通过控制向压力室的工作流体的供给量, 可将内周侧转子和外周侧转子之间的相对相位设定为所要求的相位的转动装置中, 利用具备形成压力室的各第一构件及第二构件的各第一永久磁铁和第二永久磁铁之间的排斥力或吸引力, 可以减小将外周侧转子和内周侧转子之间的相对相位从强励磁状态向弱励磁状态变更时需要的转矩。

(6) 在上述(1)~(5)任一项记载的电动机中, 所述第一永久磁铁和所述第二永久磁铁配置在相对于交链定子绕组的所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的励磁磁通干扰所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁的各磁通的干扰量不足规定值的位置也可以。

在这种情况下, 相对于交链定子绕组的所述外周侧永久磁铁及所述内周侧永久磁铁的励磁磁通以干扰所述第一永久磁铁及所述第二永久磁铁的各磁通的干扰量不足规定值的方式设定, 由此可以防止电动机可运转的转速范围及转矩范围缩小, 确保所希望的运转性能。

## 第二实施方式

下面, 参照图 6~图 10 对本发明第二实施方式的电动机进行说明。

本实施方式的电动机 10 是如图 6 所示在圆环状定子 102 的内周侧配置有转子组件 103 的内齿轮型无刷电动机, 例如作为混合动力车及电动车辆等的行驶驱动源使用。定子 102 具有多相定子绕组 102a、转子组件 103



在轴心部具有旋转轴 104。在作为车辆的行驶驱动源使用的情况下，电动机 101 的旋转力通过传动装置（未图示）传递到车轮的驱动轮（未图示）。这时，电动机 101 在车辆减速时作为发电机发挥作用时，也可以作为再生能回收到蓄电器中。另外，在混合动力车中，电动机 101 的旋转轴 104 再与内燃机的曲轴（未图示）连结，由此也可以用于内燃机发电。

转子组件 103 如图 6~图 9 所示，具备圆环状的外周侧转子 105、和在该外周侧转子 105 的内侧同轴配置的圆环状内周侧转子 106，外周侧转子 105 和内周侧转子 106 在设定角度的范围可转动。

内周侧转子 106 以圆环状形成转子主体即转子铁心 107，在偏靠其转子铁心 107 的外周侧的位置以圆周方向等间距形成有多个磁铁安装槽 107a。各磁铁安装槽 107a 与转子铁心 107 的轴向大致平行地形成有沿着转子铁心 107 的切线方向的矩形状开口，并且，其矩形状开口自转子铁心 107 的轴向的一端起涉及到另一端。在该各磁铁安装槽 107a 中，安装有厚度方向被磁化的平板状永久磁铁 109（下面称作“内周侧永久磁铁 109”）。

在此，各内周侧永久磁铁 109 在安装于磁铁安装槽 107a 的状态下，磁化方向朝向内周侧转子 106 的径向，并且，在圆周方向邻接的永久磁铁彼此的磁极（例如，与径向外侧相对的磁极）成为不同磁极。即，内周侧永久磁铁 109 以在内周侧转子 106 上不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置。另外，在内周侧转子 106 的外周面中的、在圆周方向邻接的磁铁槽 107a、107a 之间的位置，形成用于控制磁通流的槽口部 110。

另一方面，外周侧转子 105 与内周侧转子 106 同样以圆环状形成有转子主体即转子铁心 108。该外周侧转子 105 如图 6 所示，在轴向两侧的第一转子层 105A、105A 之间接合有断面结构不同的第二转子层 105B。

第一转子层 105A 在如图 7 所示偏靠转子铁心 108 的内周侧的位置，以圆周方向等间距形成有多个磁铁安装槽 108a。各磁铁安装槽 108a 与外周侧转子 105 的轴线平行地形成有沿着转子铁心 108 的切线方向的矩形状开口，其开口自第一转子层 105A 的轴向的一端起涉及到另一端。在各磁铁安装槽 108a 中，安装有厚度方向被磁化的平板状永久磁铁 150（下面称作“外周侧永久磁铁 150”）。该外周侧永久磁铁 150 的情况也和内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 同样，在安装于磁铁安装槽 108a 的状态

下,磁化方向朝向径向且两邻接的永久磁铁彼此的磁极成为不同磁极。即,外周侧永久磁铁 150 以在第一转子层 105A 上不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置。

图 7 中,151 是在转子铁心 108 上的邻接的磁铁安装槽 108a、108a 的中间位置形成的螺栓紧固孔,通过后述的传动板 116 成为该螺栓紧固孔 151 与外周侧转子 105 结合的方式。另外,图 7 中 152 是第一转子层 105A 的转子铁心 108 中的、自磁铁安装槽 108a 的两端部向径向外侧延设的磁通障壁用孔。

另外,在第二转子层 105B 的转子铁心 108 上,如图 8 所示以圆周方向等间距形成有多个磁铁安装槽 108b。该各磁铁安装槽 108b 自第二转子层 105B 的轴向的一端涉及到另一端的方式形成有沿着转子铁心 108 的径向的矩形状开口。在该各磁铁安装槽 108b 中,安装有厚度方向被磁化的平板状永久磁铁 153 (下面称作“外周侧永久磁铁 153”)。该外周侧永久磁铁 153 在被安装于磁铁安装槽 108b 的状态下,成为磁化方向朝向大致圆周方向(正确地说,为以外周侧转子 105 的轴心为中心的圆的切线方向)且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此同极彼此相对的方式。即,在第二转子层 105B 上,外周侧永久磁铁 153...产生的 N 极彼此的相对配置和 S 极彼此的相对配置沿圆周方向交替设置。

以上构成的第一转子层 105A 和第二转子层 105B,以第二转子层 105B 侧的永久磁铁 153 位于第一转子层 105A 侧的邻接的外周侧永久磁铁 150、150 之间的方式相互结合。而且,两转子层 105A、105B 的外周侧永久磁铁 150、153 的磁极在看到两转子层 105A、105B 在轴向被重合时,使得位于第二转子层 105B 侧的外周侧永久磁铁 153、153 (将其称作“邻接磁铁 153、153”)之间的第一转子层 105A 侧的外周侧永久磁铁 150,与所述邻接磁铁 153、153 的相对磁极同极相互相对。即,例如,在第二转子层 105B 的 N 极彼此相互相对的外周侧永久磁铁 153、153 之间,以径向外侧面成为 N 极的方式配置有第一转子层 105A 的外周侧永久磁铁 150,在第二转子层 105B 的 S 极彼此相互相对的外周侧永久磁铁 153、153 之间,以径向外侧面成为 S 极的方式配置有第一转子层 105A 的外周侧永久磁铁 150。

可是，内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 和第一转子层 105A 的外周侧永久磁铁 150 各自以相同数量设置，且使得各自的内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150 一对一对应。因此，通过使内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 和外周侧转子层 105A 的永久磁铁 150 各自以异极彼此相对（同极配置），能够得到内周侧转子 106 和第一转子层 105A 之间的励磁最强的强励磁状态，同时，通过使内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 和外周侧转子层 105A 的永久磁铁 150 各自以同极彼此相对（异极配置），能够得到内周侧转子 106 和第一转子层 105A 之间的励磁最弱的弱励磁状态。

另外，内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 和第二转子层 105B 的邻接的外周侧永久磁铁 153、153 之间的区域（下面为“同极间区域”），设置相同数量且使得内周侧永久磁铁 109 和第二转子层 105B 侧的同极间区域一对一对应。因此，通过使内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 和第二转子层 105B 侧的同极间区域的磁铁磁极以异极彼此面对，能够得到内周侧转子 106 和第二转子层 105B 之间的励磁由于磁路短路而最弱的弱励磁状态，同时，通过使内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 和第二转子层 105B 侧的同极间区域的磁铁磁极以同极彼此面对，能够得到内周侧转子 106 和第二转子层 105B 之间的励磁由于所谓混合（Halbach）效果而最强的强励磁状态。

另外，在该转子组件 103 中，第一转子层 105A 和第二转子层 105B 成为如上所述的磁铁配置，因此，在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 为强励磁状态时，内周侧转子 106 和第二转子层 105B 也成为强励磁状态，在在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 为弱励磁状态时，内周侧转子 106 和第二转子层 105B 也成为弱励磁状态。

但是，在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 为强励磁状态时，内周侧永久磁铁 109 和外周侧永久磁铁 150 的磁极以不同磁极相对，因此，在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 上，内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150 产生的吸引力作用于转动方向，在内周侧转子 106 和第二转子层 105B 为强励磁状态时，内周侧永久磁铁 109 和外周侧永久磁铁 153 的磁极以同极磁极相对，因此，在内周侧转子 106 和第二转子层 105B 上，

内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 153 产生的排斥力作用于转动方向。另外，相反，在内周侧转子 106 和各转子层 105A、105B 之间分别为强励磁状态时，内周侧永久磁铁 109 和外周侧永久磁铁 150 的磁极以同磁极相对，内周侧永久磁铁 109 和外周侧永久磁铁 153 的磁极以不同极磁极相对，因此，在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 之间，内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150 产生的排斥力作用于转动方向，在内周侧转子 106 和第二转子层 105B 之间，内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 153 产生的吸引力作用于转动方向。

另外，转子组件 103 具有用于使外周侧转子 105 和内周侧转子 106 相对转动的转动机构 111（相位变更装置）。该转动机构 111 依靠非压缩性工作流体即工作油的压力操作。

转动机构 111 如图 6~图 9 所示，具有一体可旋转地花键嵌合于旋转轴 104 的外周的叶片转子 114、和相对可转动地配置于叶片转子 114 的外周侧的环状套 115，该环状套 115 被一体嵌合固定于内周侧转子 106 的内周面，同时，叶片转子 114 跨越环状套 115 和内周侧转子 106 的两侧的侧端部且通过圆环状的一对传动板 116、116 被一体结合于外周侧转子 105 上。因此，叶片转子 114 和旋转轴 104 在外周侧转子 105 上被一体化，环状套 115 在内周侧转子 106 上被一体化。

叶片转子 114 在与旋转轴 104 花键嵌合的圆筒状的轮毂部 117 的外周，以圆周方向等间距设置有向径向外侧突出的多个叶片 118。另一方面，在环状套 115 的内周面以圆周方向等间距设置有多个凹部 119，在该各凹部 119 中收容配置有叶片转子 114 的对应的叶片 118。各凹部 119 由具有与叶片 118 的顶端部的旋转轨道大致一致的圆弧面的底壁 120、和将邻接的凹部 119、119 彼此隔成大致三角形状的隔壁 121 构成，叶片转子 114 和环状套 115 相对转动时，叶片 118 在一侧的隔壁 121 和另一侧的隔壁 121 之间可变位。本实施方式中，由于隔壁 121 与叶片 118 抵接，因此也可以作为规制叶片转子 114 和环状套 115 的相对转动的制动器发挥作用。在各叶片 118 的顶端部和隔壁 121 的顶端部，沿着轴向设置有密封构件 122，利用这些密封构件 122，叶片 118 和凹部 119 的底壁 120、隔壁 121 和轮毂部 117 的外周面各个之间被液密密封。

另外，固定于内周侧转子 106 的环状套 115 的轮毂部 115a 形成一定厚度的圆筒状，且如图 6 所示相对于内周侧转子 106 及隔壁 121 向轴向突出。突出于该轮毂部 115a 的各端部滑动自如地保持在形成于传动板 116 的环状导向槽 116a 内，环状套 115 和内周侧转子 106 以浮动状态被支承于外周侧转子 105 及旋转轴 104。

外周侧转子 105 和连结叶片转子 114 的两侧的传动板 116、116 与环状套 115 的两侧面滑动自如地密接，且分别将环状套 115 的各凹部 119 的侧面封闭。因此，各凹部 119 由叶片转子 114 的轮毂部 117 和两侧的传动板 116、116 形成各个独立的空间部，该空间部成为导入工作油的导入空间 123。各导入空间 123 由叶片转子 114 对应的各叶片 118 分别隔成两室，一侧的室成为提前角侧工作室 124，另一侧的室成为滞后角侧工作室 125。提前角侧工作室 124 利用导入内部的工作液的压力使内周侧转子 106 相对于外周侧转子 105 向提前角方向相对转动，滞后角侧工作室 125 利用导入内部的工作液的压力使内周侧转子 106 相对于外周侧转子 105 向滞后角方向相对转动。这时，所谓“提前角”是说，使内周侧转子 106 相对于外周侧转子 105 前进到图 7，图 8 中箭头 R 所示的电动机 101 的旋转方向，所谓“滞后角”是说，使内周侧转子 106 相对于外周侧转子 105 前进到与电动机 101 的旋转方向 R 相反侧。

另外，相对于提前角侧工作室 124 和滞后角侧工作室 125 的工作油的给排通过旋转轴 104 进行。具体地说，提前角侧工作室 124 与油压控制装置的提前角侧给排通路 126 连接，滞后角侧工作室 125 与同油压控制装置的滞后角侧给排通路 127 连接，而提前角侧给排通路 126 和滞后角侧给排通路 127 的一部分如图 6 所示，分别由在旋转轴 104 上沿轴向形成的通路孔 126a、127a 构成。而且，各通路孔 126a、127a 的端部分别与在旋转轴 104 的外周面的轴向偏离中心的两位置形成的环状槽 126b 和环状槽 127b 连接，该各环状槽 126b、127b 与在叶片转子 114 的轮毂部 117 沿大致半径方向形成的多个导通孔 126c...、127c...连接。提前角侧给排通路 126 的各导通孔 126c 连接环状槽 126b 和各提前角侧工作室 124，滞后角侧给排通路 127 的各导通孔 127c 连接环状槽 127b 和各滞后角侧工作室 125。

该电动机 101 通过相对于提前角侧工作室 124 和滞后角侧工作室 125

的工作油的给排控制，可任意变更强励磁状态和弱励磁状态，这样改变励磁的强度时，感应电压常数随之变化，其结果，电动机 101 的特性被改变。即，由强励磁使感应电压常数变大时，虽然作为电动机 101 可运转的允许转速降低，但是可输出的最大转矩增大，相反，由弱励磁使感应电压常数变小时，虽然电动机 101 的可输出最大转矩减小，但是可运转的允许转速上升。

如上所述，在本实施方式的电动机 101 中，内周侧转子 106 和外周侧转子 105 的各转子层 105A、105B 之间的励磁状态设定为一致，因此，能够极大地确保内周侧转子 106 和外周侧转子 105 相对转动时的可变比率。另外，在内周侧转子 106 和第二转子层 105B 之间，在强励磁状态中，能够利用内周侧永久磁铁 109 和外周侧永久磁铁 153 产生的所谓 Halach 效果，确保大的感应电压常数，由此能够容易地增大电动机 101 的输出转矩。

另外，该电动机 101 设定为：在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 之间利用内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150 产生的吸引作用而工作时，在内周侧转子 106 和第二转子层 105B 之间利用内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 153 产生的排斥作用而工作，相反，在内周侧转子 106 和第一转子层 105A 之间利用内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150 产生的排斥作用而工作时，在内周侧转子 106 和第二转子层 105B 之间利用内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 153 产生的吸引作用而工作，因此，内周侧转子 106 和外周侧转子 105 之间的吸引、排斥作为整体大致能够被抵消。

图 10 是用点划线表示内周侧转子 106 和外周侧转子 105 相对转动时的内周侧永久磁铁 109 和第一转子层 105A 侧的外周侧永久磁铁 150 的转矩的变化，同时，用虚线表示内周侧永久磁铁 109 和第二转子层 105B 的外周侧永久磁铁 153 的转矩的变化，用实线表示这些的合成转矩的变化的图。由该特性图可明了，在本实施方式的电动机 101 中，在内周侧转子 106 和外周侧转子 105 之间工作的综合的内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150、153 的相对转矩整体水平降低，并且，变动幅度小。

因此，在该电动机 101 中，能够减小内周侧转子 106 和外周侧转子 105 的相位变更时的内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150、153 的吸引、

排斥力的影响，因此，能够减少用于相位变更的能量损耗，同时能够使转动装置 111 和油压泵（未图示）小型化。另外，综合的内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150、153 的相对转矩的变动幅度减小，因此也有能够容易且稳定地进行利用油压控制装置的相位控制的优点。再者，在本实施方式的电动机 101 中，在一对第一转子层 105A、105A 之间挟入有第二转子层 105B，因此，作用于外周侧转子的吸引方向的反力和排斥方向的反力在轴向整体平衡，在内部应力的平衡良好的同时相位控制也更稳定。

外周侧转子 105 虽然得不到对于上述平衡的优点，但是也可以简单地将两个转子层 105A、105B 在轴向结合。另外，也可以将各两个以上的转子层 105A、105B 在轴向交替配置。

另外，作用于电动机 101 的内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 150 之间的磁反力、和作用于内周侧永久磁铁 109 及外周侧永久磁铁 153 之间的磁反力也可以设定为：两转子 106、105 的任意相对位置的绝对值大致相同，不过也可以设定为：一个的磁反力的绝对值比另一个的磁反力的绝对值大。在这种情况下，例如，可使不操作转动机构 111 时的相对相位自动返回强励磁侧或弱励磁侧。

### 第三实施方式

图 11 是本发明的第三实施方式的、相对于上述第二实施方式的图 7 或图 8 的部分断面侧面图。下面对本实施方式进行说明，但赋予和上述第二实施方式相同部分相同符号且省略一部分重复的说明。

本实施方式的电动机 201 定子（未图示）及转子组件 103 的配置及转动机构 111 的结构等和上述第二实施方式相同，但外周侧转子 105 的结构和上述第二实施方式的外周侧转子不同。

即，该电动机 201 的外周侧转子 105 不是如上述第二实施方式的外周侧转子 105 那样接合了断面结构不同的两种转子层的转子，轴向的大致整个区域为图 11 所示的相同的断面结构。在转子铁心 208 上，在圆周方向以等间距分别形成磁铁安装槽 208a 和磁铁安装槽 208b，其中，磁铁安装槽 208a 为与外周侧转子 105 的轴线平行地形成的沿着切线方向的矩形状开口；磁铁安装槽 208b 为与外周侧转子 105 的轴线平行地形成的沿着径向的矩形状开口。各磁铁安装槽 208a、208b 中安装有外周侧永久磁铁 250

和副外周侧永久磁铁 253。外周侧永久磁铁 250 和副外周侧永久磁铁 253 都形成平板状，且厚度方向被磁化。而且，外周侧永久磁铁 250 在被安装于磁铁安装槽 208a 的状态，磁化方向朝向径向且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此的磁极为不同磁极。另外，副外周侧永久磁铁 253 在被安装于磁铁安装槽 208b 的状态，磁化方向朝向圆周方向且在圆周方向邻接的永久磁铁彼此为同极彼此相对。

在该电动机 201 中，也通过使外周侧永久磁铁 250 与内周侧转子 206 的内周侧永久磁铁 109 以不同的磁极彼此相对而成为强励磁状态，且通过使相同磁极彼此相对而成为弱励磁状态。另一方面，副外周侧永久磁铁 253 通过使同极间区域的磁铁磁极与内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 以同极彼此面对而成为强励磁状态，通过使同极间区域的磁铁磁极与内周侧转子 106 的内周侧永久磁铁 109 以不同磁极彼此面对而成为弱励磁状态。

因此，在该电动机 201 中，外周侧永久磁铁 250 产生的励磁和副外周侧永久磁铁 253 产生的励磁以强弱的峰值大致一致的方式合成，因此能够使励磁的可变比率足够大，并且，外周侧永久磁铁 250 产生吸引、排斥作用时，副外周侧永久磁铁 253 产生的吸引、排斥作用通常为相反的动作，因此，能够减少相位变更时的永久磁铁 109、250、253 的吸引、排斥力的影响，且能够实现用于相位变更的能量损耗的减少和转动机构 111 及机构驱动用的油压泵等的小型化。

本实施方式的电动机 201 除以上说明之外也能够达到与上述第二实施方式大致相同的效果，外周侧转子 205 形成为相同地断面，因此，外周侧转子 205 的制造变得容易，具有可降低那部分制造成本的优点。

本发明不仅限于上述各实施方式，在不违背其宗旨的范围可进行各种设计变更。例如在上述的第三实施方式中，外周侧永久磁铁 250 和副外周侧永久磁铁 253 沿圆周方向交替配置，但将副外周侧永久磁铁 253 沿圆周方向等间距配置，且只在邻接的副外周侧永久磁铁 253、253 的一部分同极间区域配置外周侧永久磁铁 250 也可以。

以上说明的第二、三实施方式汇总如下。

(7) 本发明的电动机具备：沿圆周方向配设有多个内周侧永久磁铁（例如，实施方式中的内周侧永久磁铁 109）的内周侧转子（例如，实施



方式中的内周侧转子 106); 在该内周侧转子的外周侧同轴且可相对转动地配设、并沿圆周方向配设有多个外周侧永久磁铁 (例如, 实施方式中的外周侧永久磁铁 150, 153) 的外周侧转子 (例如实施方式中的内周侧转子 105); 使所述内周侧转子和所述外周侧转子相对转动且变更两者的相对相位的相位变更装置 (例如, 实施方式中的转动机构 111), 其中, 所述内周侧永久磁铁磁化方向朝向大致径向, 且不同磁极沿圆周方向交替排列配置, 所述外周侧转子具有第一转子层 (例如, 实施方式中的第一转子层 105A) 和第二转子层 (例如, 实施方式中的第二转子层 105B), 所述第一转子层以磁化方向朝向大致径向, 且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置有所述外周侧永久磁铁; 所述第二转子层配置有磁化方向朝向大致圆周方向, 且使得在圆周方向邻接的永久磁铁彼此以相同磁极彼此相对的所述外周侧永久磁铁。

根据上述 (7) 记载的电动机, 在内周侧转子和外周侧转子的第一转子层之间, 例如, 在从内周侧永久磁铁和外周侧永久磁铁以不同磁极彼此相对的强励磁状态变化为相同磁极彼此相对的弱励磁状态期间, 在吸引方向作用的磁力变为在排斥方向作用。另外, 在内周侧转子和外周侧转子的第二转子层之间, 例如, 在从内周侧永久磁铁与旋转方向两侧的外周侧永久磁铁以相同磁极彼此面对的强励磁状态, 变化为内周侧永久磁铁与旋转方向两侧的外周侧永久磁铁不同磁极彼此面对的弱励磁状态期间, 在排斥方向作用的磁力变为在吸引方向作用。因此, 将内周侧转子—第一转子层之间的励磁状态和内周侧转子—第二转子层之间的励磁状态设定为一致时, 即可增大内周侧转子和外周侧转子之间的励磁的可变比率, 且能够向使内周侧转子—第一转子层之间的磁作用、和内周侧转子—第二转子层之间的磁作用相互抵消的方向动作。

因此, 不降低励磁的可变比率, 就能够使内周侧转子—第一转子层之间的磁作用、和内周侧转子—第二转子层之间的磁作用相互抵消, 因此, 能够减少内周侧转子和外周侧转子的相对相位变更时的永久磁铁的吸引、排斥力的影响, 其结果, 能够降低用于相位变更的能量损耗, 并且也可实现相位变更装置的小型化。

(8) 在上述 (7) 记载的电动机中, 所述外周侧永久磁铁也可以设

定为：使得相对于所述内周侧转子的所述第一转子层侧的吸引、排斥和所述第二转子层侧的吸引、排斥，在所述内周侧转子和所述外周侧转子的任意相对相位中相反。

这时，内周侧转子的所述第一转子层侧的吸引、排斥和所述第二转子层侧的吸引、排斥通常相反，因此，能够切实地减少内周侧转子和外周侧转子的相对相位变更时的永久磁铁的吸引、排斥力的影响。

(9) 在上述(7)或(8)记载的电动机中，所述外周侧转子也可以将所述第一转子层和第二转子层中的一个配置于中央位置，另一个配置于轴向两侧。

这时，作用于外周侧转子的吸引方向的反力和排斥方向的反力在轴向整体抵消，因此，能够使内周侧转子和外周侧转子的相位控制更稳定化。

(10) 本发明的电动机具备：沿圆周方向配设有多个内周侧永久磁铁（例如，实施方式中的内周侧永久磁铁 109）的内周侧转子（例如，实施方式中的内周侧转子 106）；在该内周侧转子的外周侧同轴且可相对转动地配设、并沿圆周方向配设有多个外周侧永久磁铁（例如实施方式中的外周侧永久磁铁 250）的外周侧转子（例如，实施方式中的内周侧转子 205）；使所示内周侧转子和所示外周侧转子相对转动且变更两者的相对相位的相位变更装置（例如，实施方式中的转动机构 111），其中，所述内周侧永久磁铁磁化方向朝向大致径向，且不同磁极沿圆周方向交替排列配置，所述外周侧转子以磁化方向朝向大致径向，且不同磁极沿圆周方向交替排列的方式配置有所述外周侧永久磁铁，并且配置有磁化方向朝向大致圆周方向，且使得在圆周方向邻接的永久磁铁彼此以相同磁极彼此相对的所述副外周侧永久磁铁（例如，实施方式中的副外周侧永久磁铁 253）。

根据该电动机，例如，在从内周侧永久磁铁和外周侧永久磁铁以不同磁极彼此相对的强励磁状态变化为相同磁极彼此相对的弱励磁状态期间，在吸引方向作用的内周侧永久磁铁—外周侧永久磁铁之间的磁力变为在排斥方向作用。另外，例如，在从内周侧永久磁铁与旋转方向两侧的副外周侧永久磁铁以相同磁极彼此面对的强励磁状态，变化为内周侧永久磁铁与旋转方向两侧的副外周侧永久磁铁不同磁极彼此面对的弱励磁状态期间，在排斥方向作用的内周侧永久磁铁—副外周侧永久磁铁之间的磁力变

为在吸引方向作用。因此，将内周侧永久磁铁—外周侧永久磁铁之间的励磁状态和内周侧永久磁铁—副外周侧永久磁铁之间的励磁状态设定为一致时，即可增大内周侧转子和外周侧转子之间励磁的可变比率，且能够向使内周侧永久磁铁—外周侧永久磁铁之间的磁作用、和内周侧永久磁铁—副外周侧永久磁铁之间的磁作用相互抵消的方向动作。

因此，不降低励磁的可变比率，就能够使内周侧永久磁铁—外周侧永久磁铁之间的磁作用、和内周侧永久磁铁—副外周侧永久磁铁之间的磁作用相互抵消，因此，能够减少内周侧转子和外周侧转子的相对相位变更时的永久磁铁的吸引、排斥力的影响，其结果，能够降低用于相位变更的能量损耗，并且也可实现相位变更装置的小型化。

(11) 在上述(10)记载的电动机中，所述外周侧永久磁铁和副外周侧永久磁铁也可以设定为：使得相对于所述内周侧永久磁铁的外周侧永久磁铁的吸引、排斥和副外周侧永久磁铁的吸引、排斥，在所述内周侧转子和所述外周侧转子的任意相对相位中相反。

这时，内周侧永久磁铁—外周侧永久磁铁的吸引、排斥，和内周侧永久磁铁—副外周侧永久磁铁的吸引·排斥通常相反，因此，能够切实地减少内周侧转子和外周侧转子的相对相位变更时的永久磁铁的吸引、排斥力的影响。

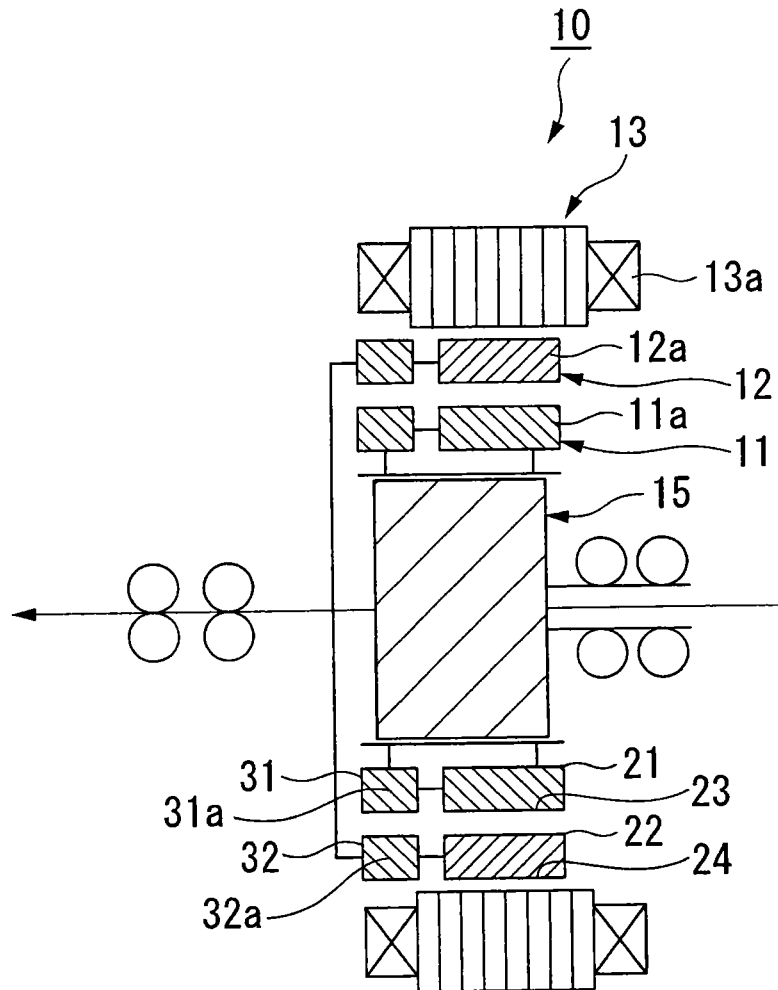
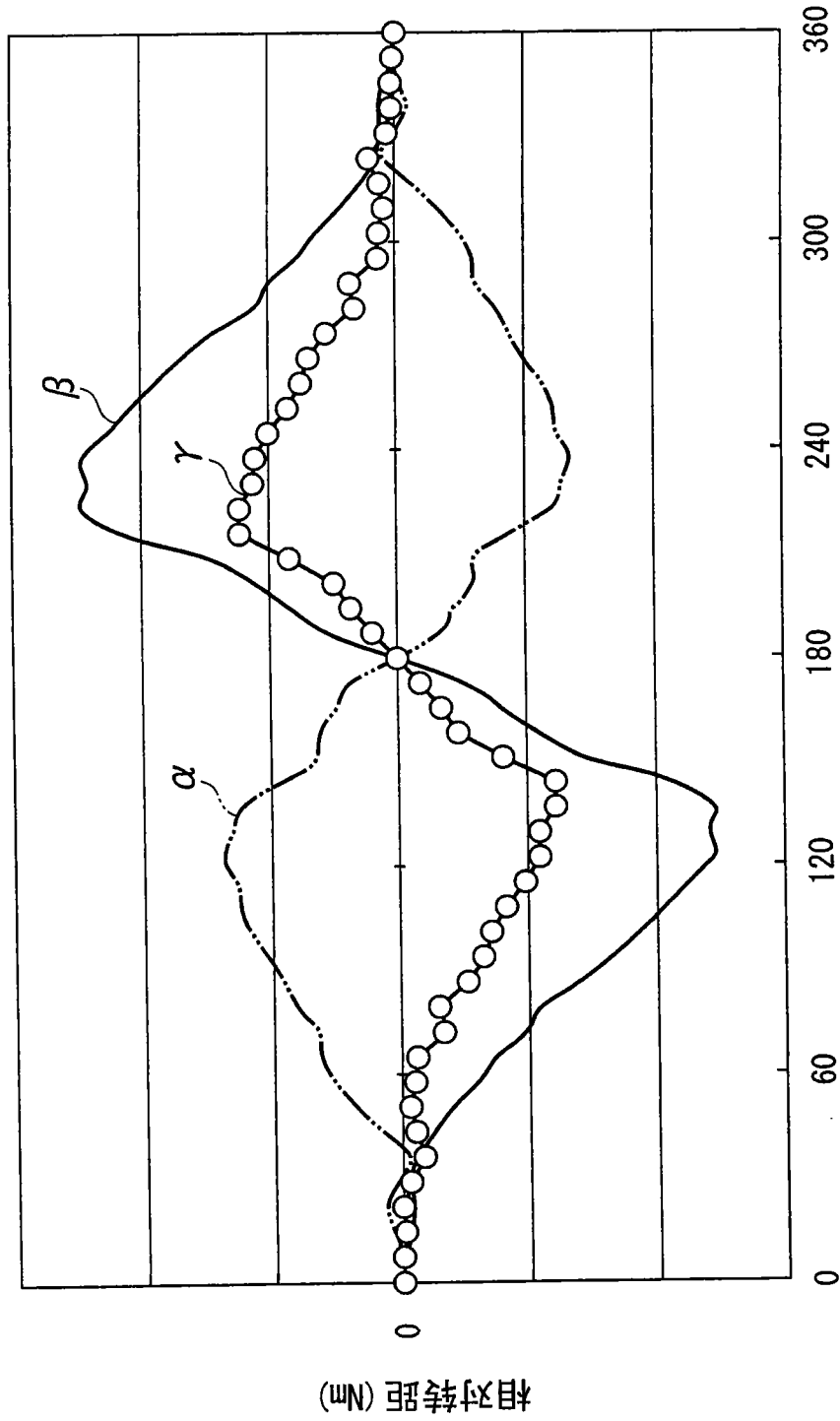


图 1



电角度 (度)

图 2

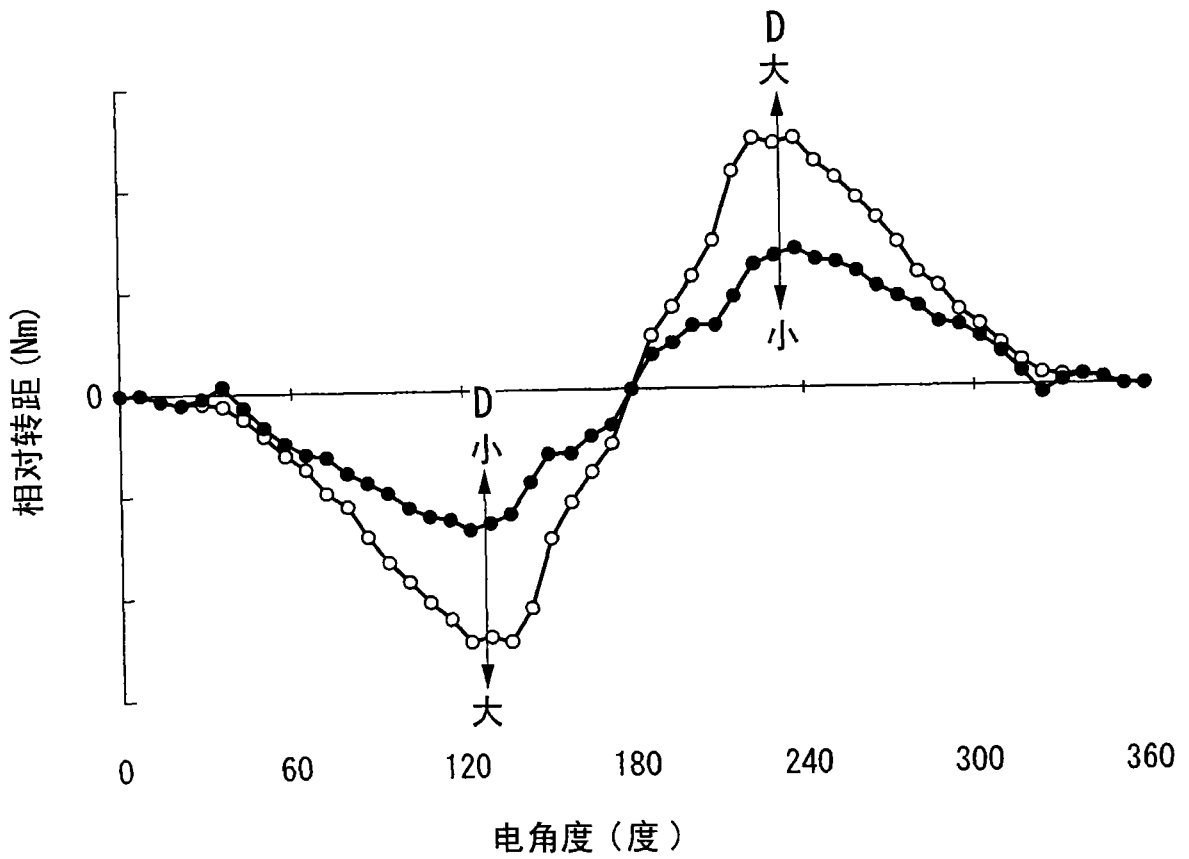
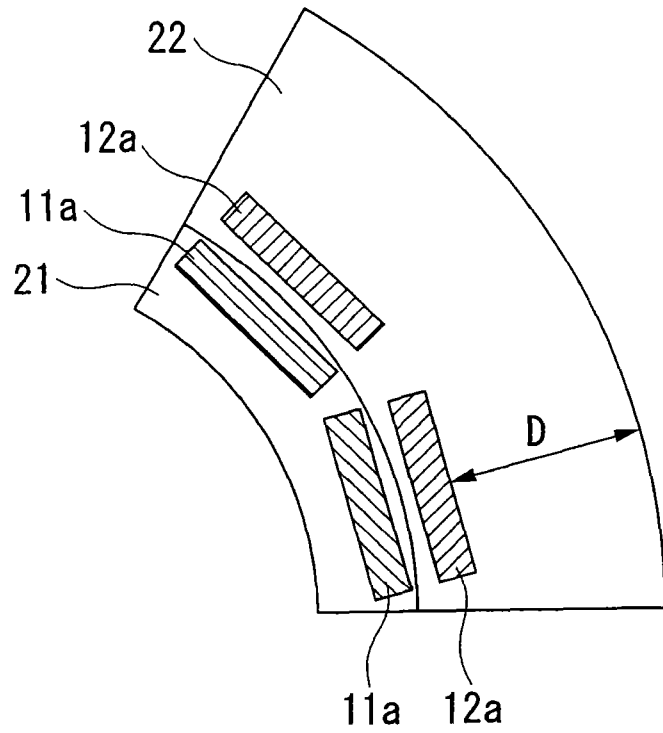


图 3

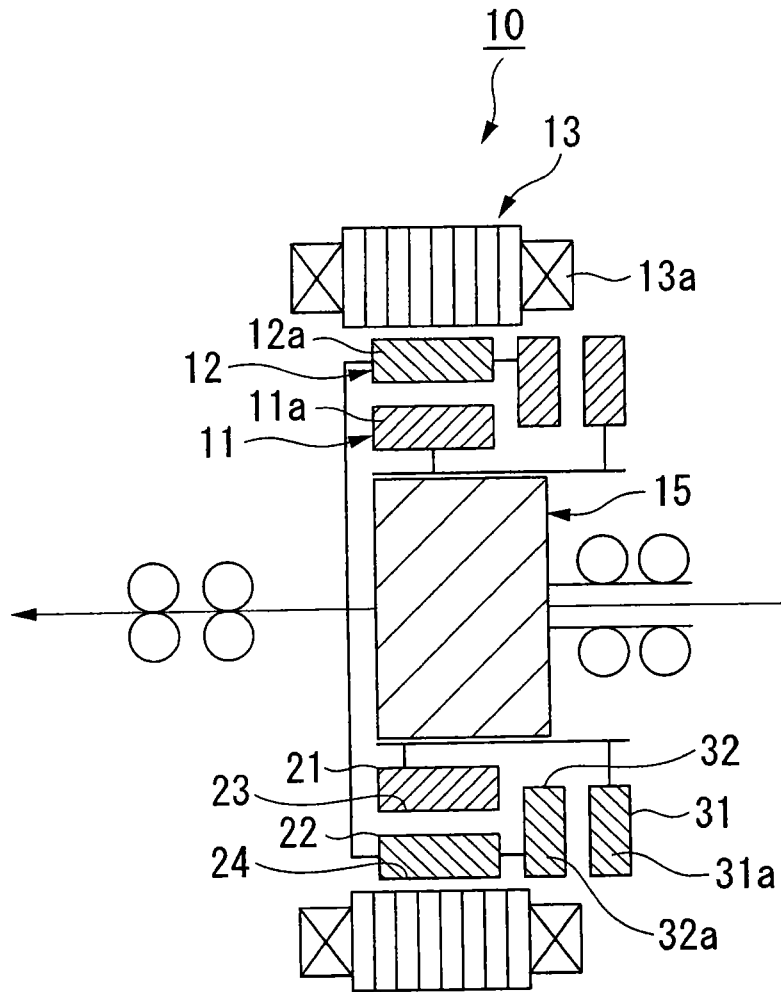


图 4

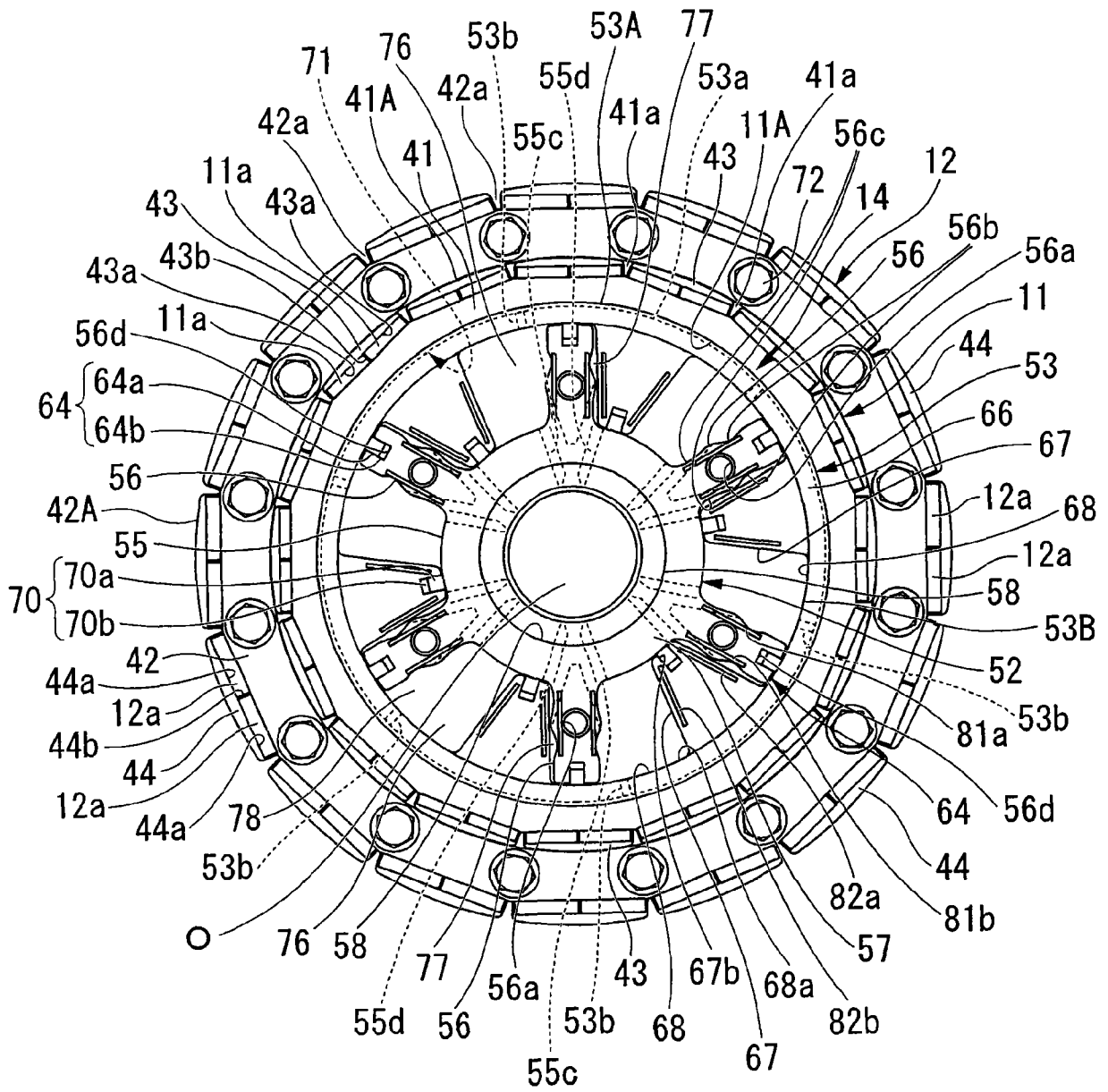


图 5



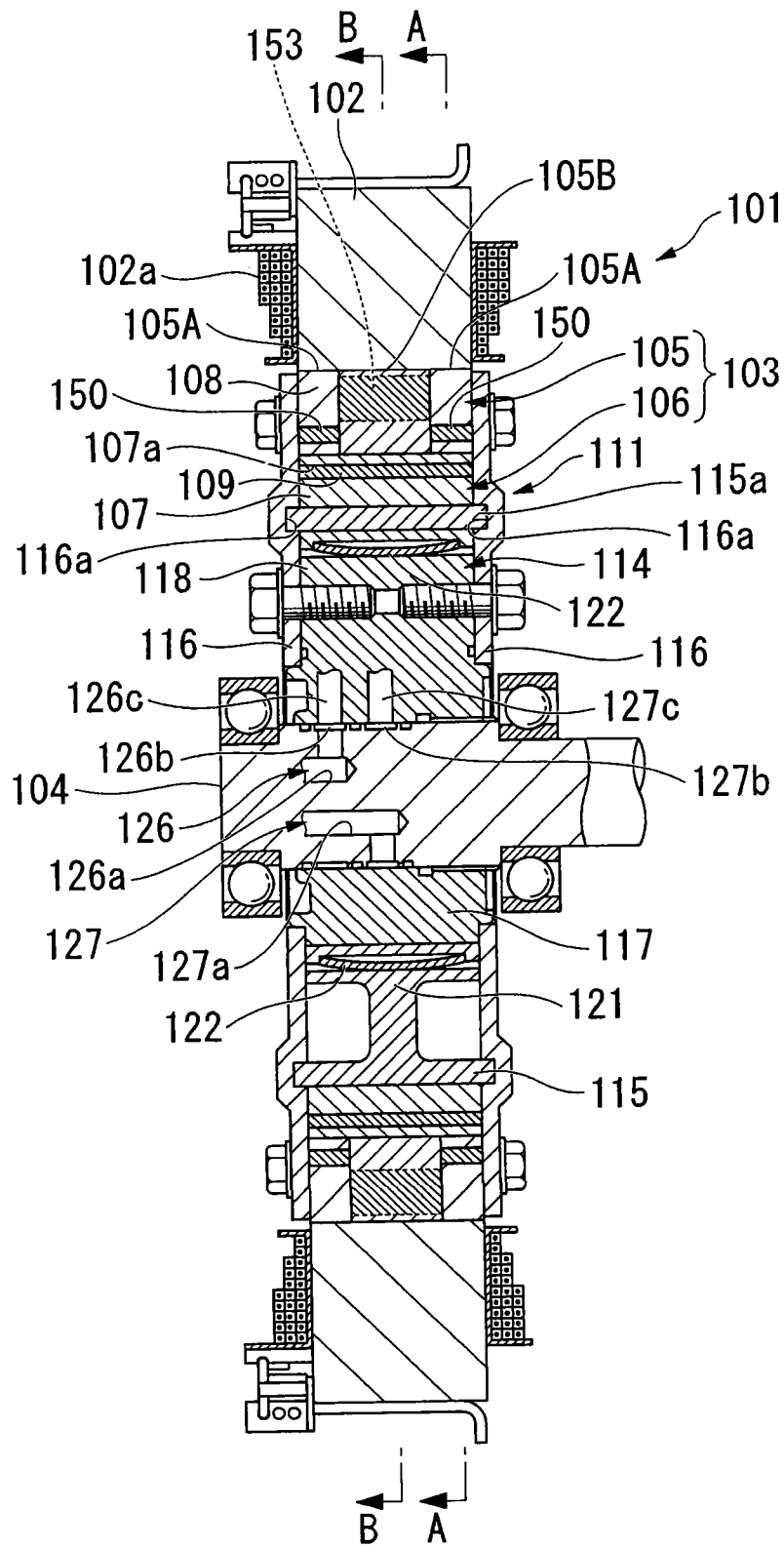


图 6

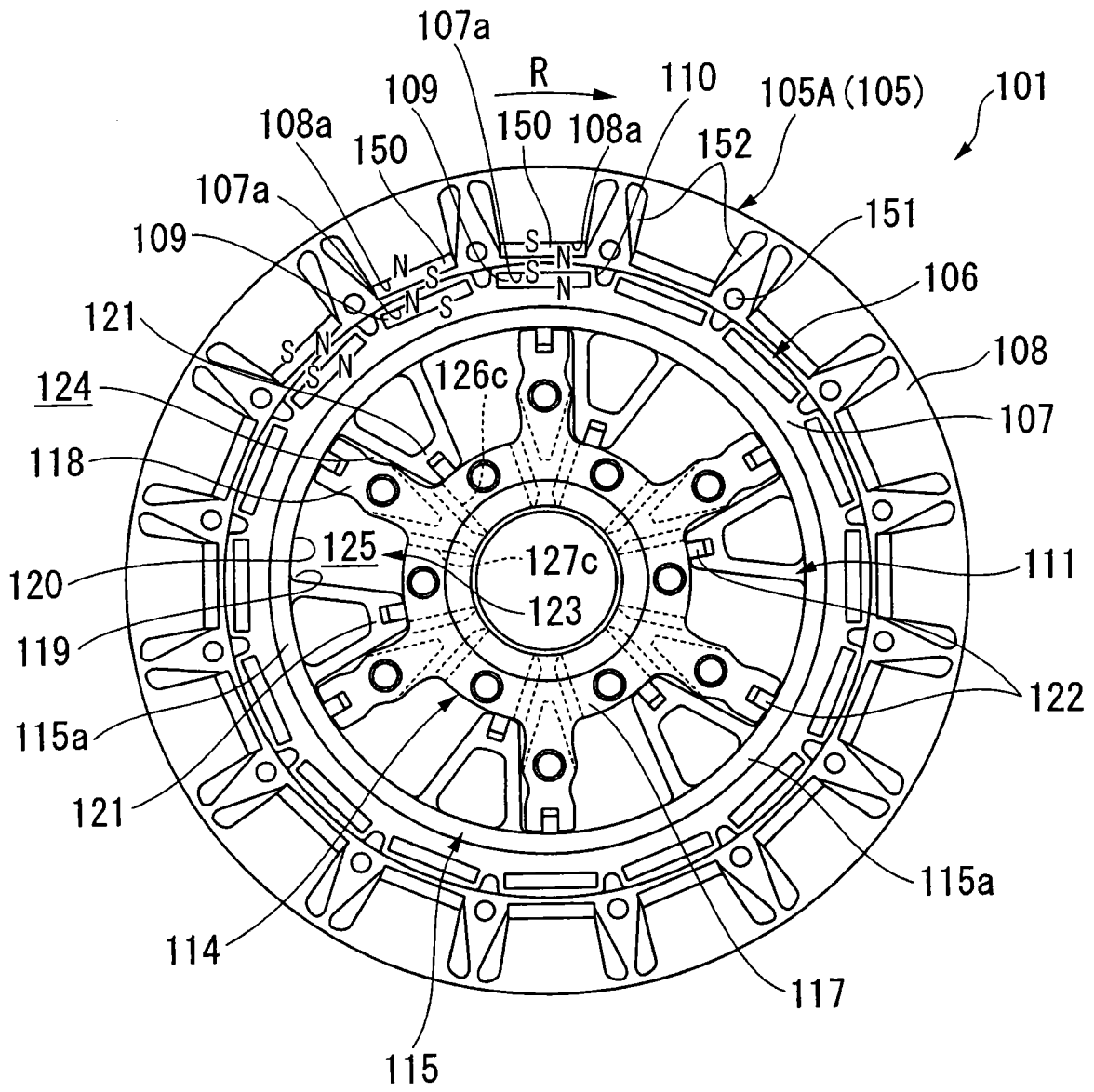


图 7

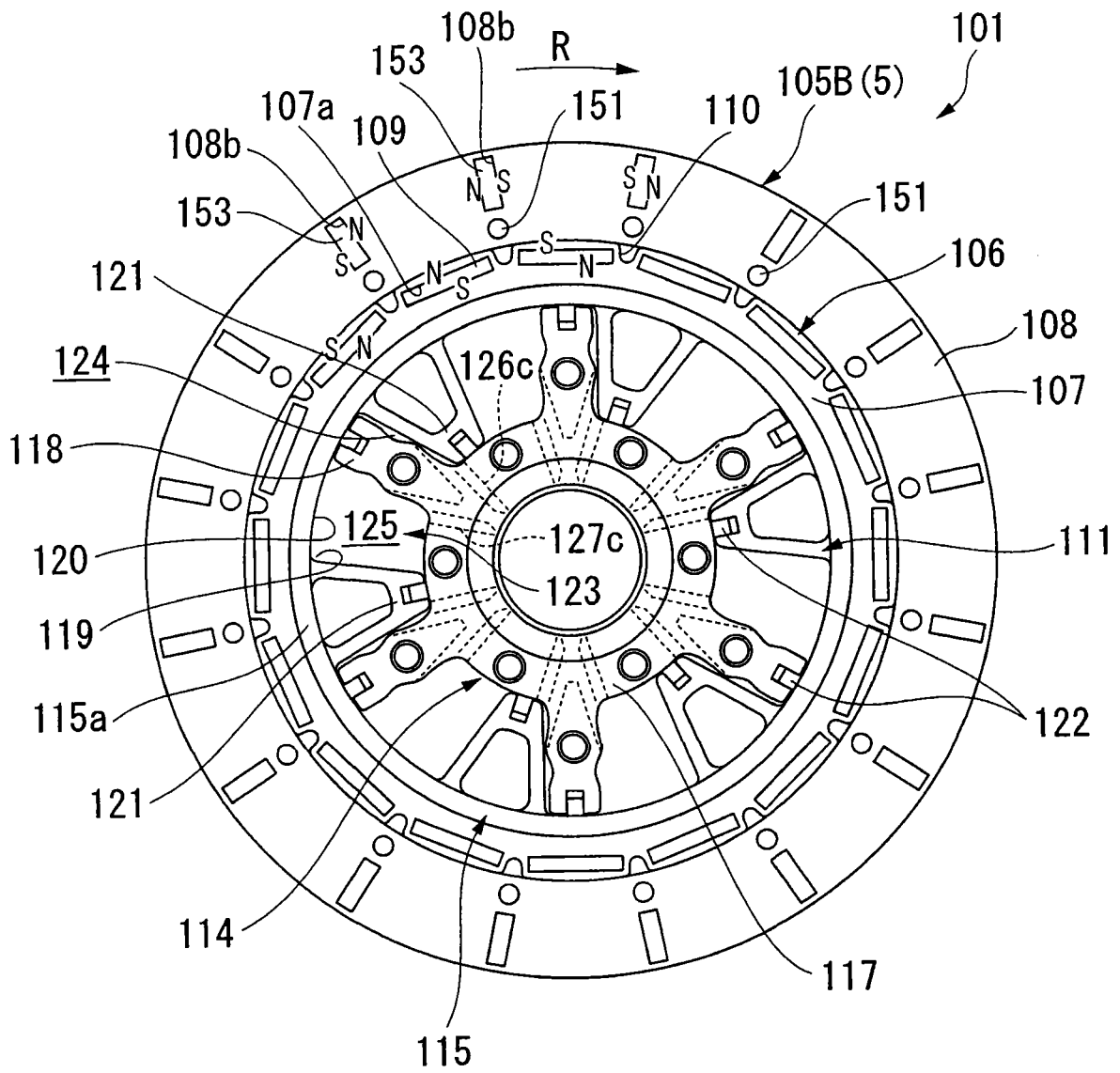


图 8

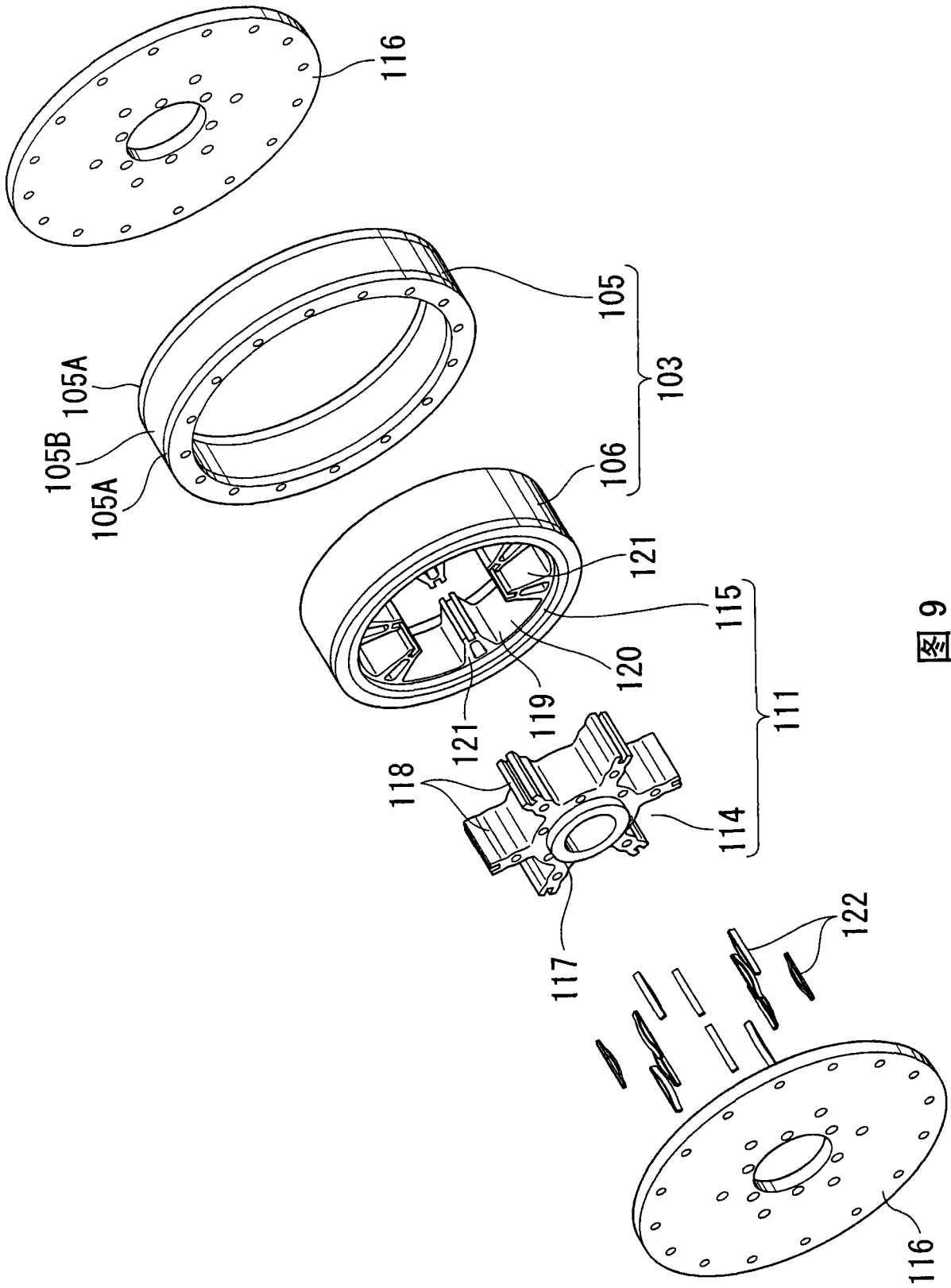


图 9

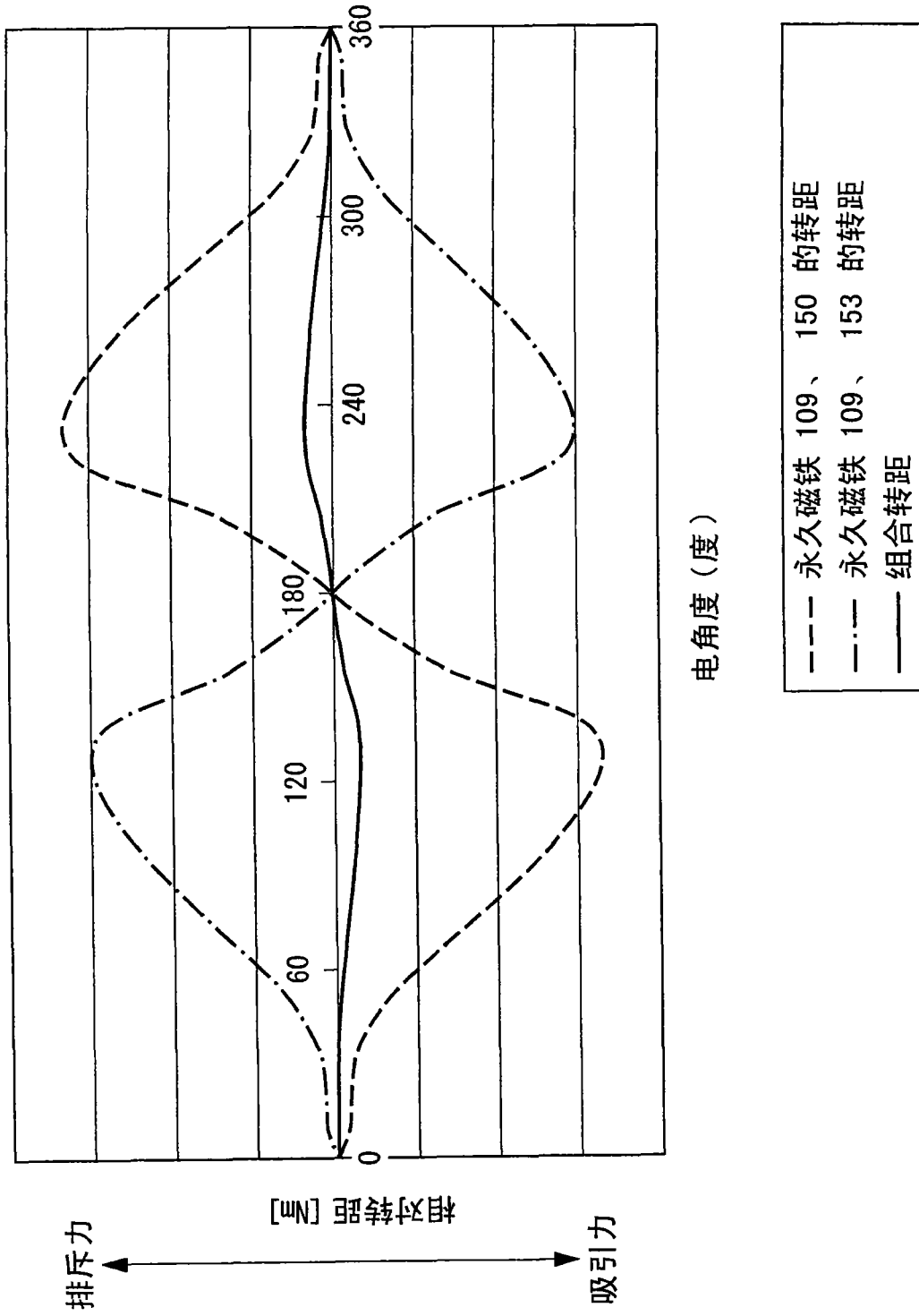


图 10

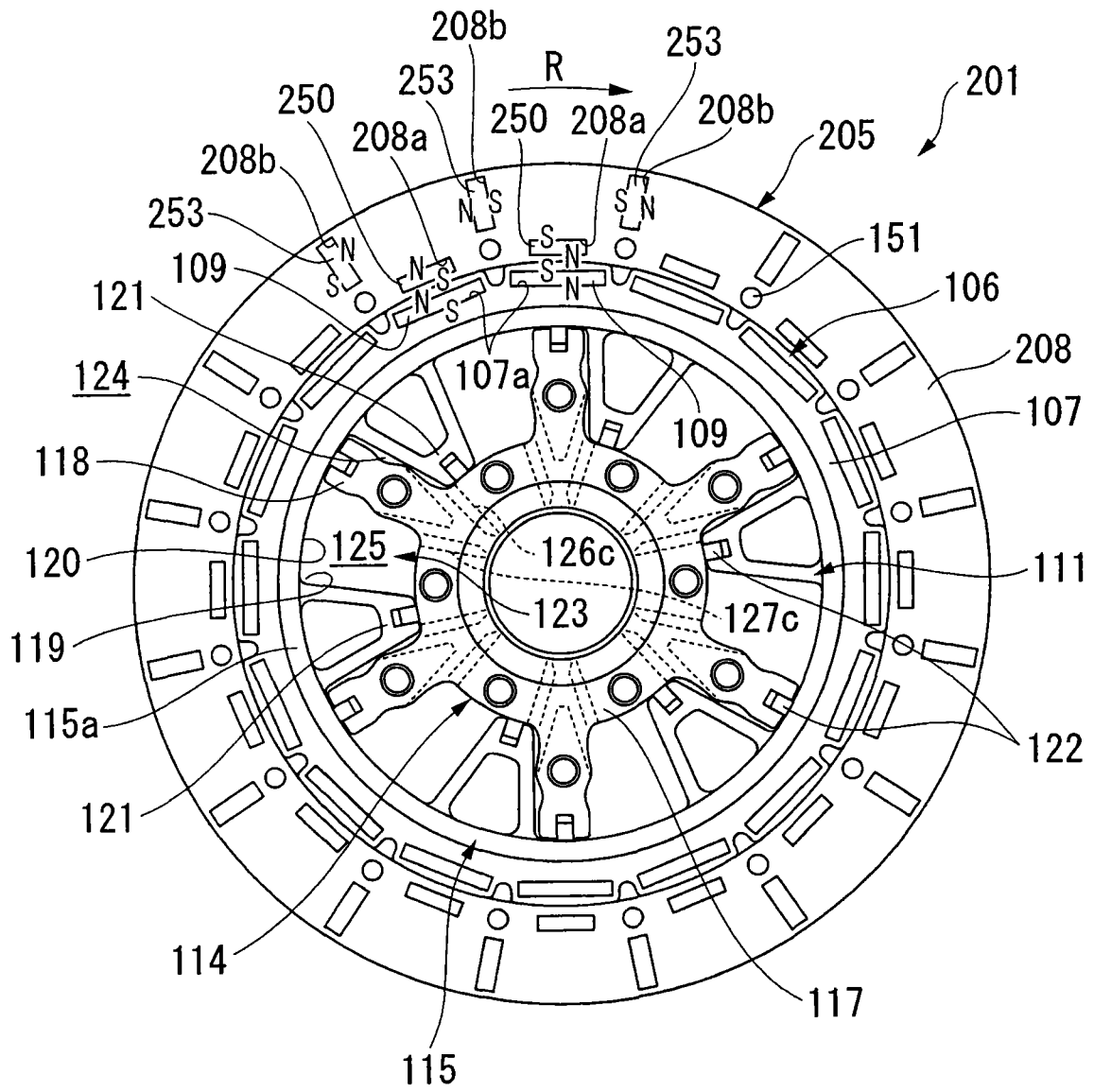
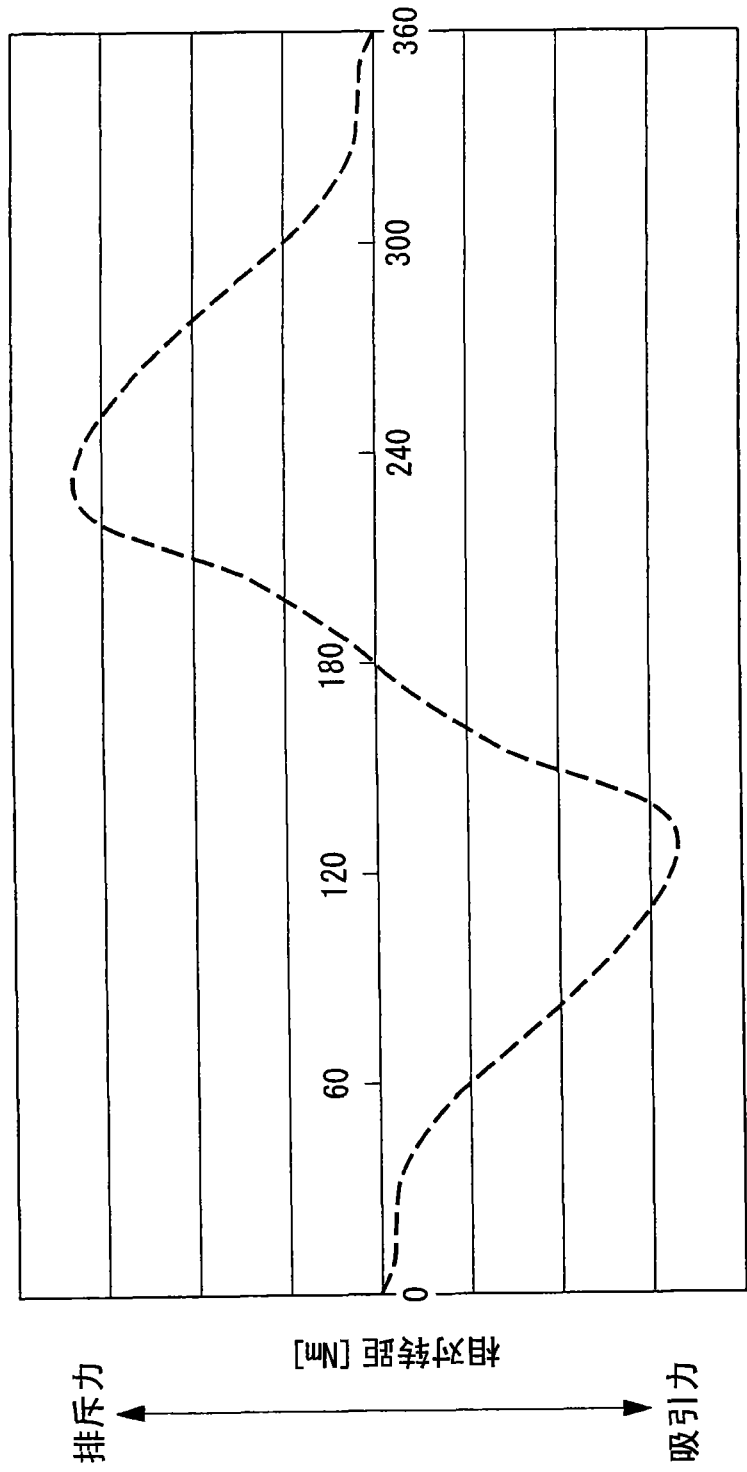


图 11



电角度 (度)

图 12