



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105846621 B

(45)授权公告日 2019.03.26

(21)申请号 201610045257.8

(51)Int.CI.

(22)申请日 2016.01.22

H02K 16/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105846621 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2016.08.10

CN 103312102 A, 2013.09.18,
CN 103730997 A, 2014.04.16,
JP 特开2014-166023 A, 2014.09.08,

(30)优先权数据

审查员 王敏希

2015-015430 2015.01.29 JP

(73)专利权人 铃木株式会社

地址 日本静冈县

(72)发明人 久保田芳永 青山真大

(74)专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

代理人 权鲜枝

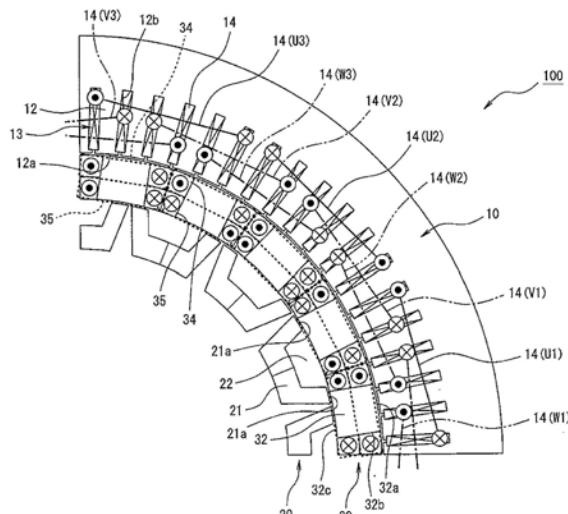
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

旋转电机

(57)摘要

一种旋转电机(100)，具备：定子(10)，其具有由于通电而产生磁通的电枢线圈(14)；外转子(30)，其由于磁通的通过而旋转；以及内转子(20)，其配置于通过外转子的磁通的磁路的中途并旋转，在上述旋转电机(100)中，外转子在周向上排列有多个磁极芯(32)，在磁极芯(32)上缠绕有感应线圈(34)和励磁线圈(35)，感应线圈(34)由于电枢线圈产生的磁通的交链而产生感应电流，励磁线圈(35)由于感应电流的流通而产生磁场，在内转子中以在周向上保持规定间隔的方式配置有包括多个软磁体的调制构件(21)。



1. 一种旋转电机,具备:

定子,其具有通电时产生磁通的电枢线圈;

第1转子,其在上述磁通过时旋转;以及

第2转子,其配置于通过上述第1转子的上述磁通的磁路的中途并旋转,

上述旋转电机的特征在于,

在上述第2转子中在圆周方向上相邻地排列有多个软磁体,在上述软磁体上缠绕有感应线圈和励磁线圈,上述感应线圈由上述电枢线圈产生的磁通的交链诱发感应电流,上述励磁线圈在上述感应电流通过时产生磁场,

在上述第1转子中排列有多个磁通路,上述磁通路形成为使磁通从上述第2转子侧交链,并且使该磁通向该第2转子侧交链,

上述感应线圈形成为在相邻的上述软磁体上缠绕的该感应线圈的缠绕方向相同,上述励磁线圈形成为在相邻的上述软磁体缠绕的该励磁线圈的缠绕方向相反。

2. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中,

在上述第2转子中,上述感应线圈配置于上述定子侧,上述励磁线圈配置于上述第1转子侧。

旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及双转子类型的旋转电机。

背景技术

[0002] 旋转电机作为动力源安装于各种装置,例如,在车辆的情况下,单独地安装,作为电动汽车的动力源发挥作用,或者与内燃机一起安装,作为混合动力车的动力源发挥作用。

[0003] 特别是在混合动力车的情况下,旋转电机有时通过行星齿轮与内燃机组合,纳入用来发电和驱动的系统中。在这种情况下,存在如下问题:由于是将内燃机、发电用电机以及驱动用电机分别与行星齿轮一起纳入系统内,因而会变得大型化,难以搭载于小型车辆。

[0004] 对此,在特开2013-188065号公报(专利文献1)中记载的旋转电机中,设法使其具备复合化的功能,能够作为发电用电机、驱动用电机以及行星齿轮(gear)发挥作用。

[0005] 例如,如图5所示,特开2013-188065号公报中记载的旋转电机M具备:定子S(极对数A),其具有极对数为6的电枢线圈C;第1转子R1(极对数P),其具有极对数为10的永久磁铁PM;以及第2转子R2(极数H(A+P)),其具有极数为16的磁传导通路MP。该旋转电机M是如下磁场调制型双轴电机:能够利用磁场调制原理,使定子S、第1转子R1以及第2转子R2这3个要素与行星齿轮中的太阳齿轮、内啮齿轮、载体等同地发挥作用。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:特开2013-188065号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 然而,在特开2013-188065号公报中记载的旋转电机M的情况下,很难像能将永久磁铁的磁力原样作为磁铁转矩来使用的IPM电机(Interior Permanent Magnet Motor;内置式永磁电机)那样,增大转矩密度,得到大的输出,为了弥补其转矩,需要使用残留磁通密度较大的昂贵的永久磁铁。

[0011] 另外,在旋转电机M的结构中,与永久磁铁交链的磁通的变动较大,因此,需要采用保磁力较大且热退磁较少的例如添加了Dy(镝)、Tb(铽)这样的昂贵的稀土类的昂贵的永久磁铁,例如Nd-Fe-B磁铁(钕磁铁)。

[0012] 因此,本发明的目的在于,提供不使用永久磁铁就能有效地利用磁铁转矩的磁场调制双轴型的旋转电机。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 解决上述问题的旋转电机的发明的一个方式是一种旋转电机,具备:定子,其具有通电时产生磁通的电枢线圈(電機子極コイル);第1转子,其在上述磁通通过时旋转;以及第2转子,其配置于通过上述第1转子的上述磁通的磁路的中途并旋转,在上述旋转电机中,上述第2转子在圆周方向上排列有多个软磁体,在上述软磁体上缠绕有感应线圈和励磁线

圈,上述感应线圈由上述电枢线圈产生的磁通的交链诱发感应电流,上述励磁线圈在上述感应电流通过时产生磁场,在上述第1转子中排列有多个磁通路,上述磁通路形成为使磁通从上述第2转子侧交链,并且使该磁通向该第2转子侧交链。

[0015] 从而,仅通过对定子的电枢线圈供应驱动电流,电枢线圈的磁通就能够在第2转子中与软磁体的感应线圈交链,产生感应电流,对励磁线圈通电,从而产生磁场(励磁磁通)。并且,第1转子使得由定子和第2转子产生的磁通通过排列于磁路中途的磁通路。

[0016] 发明效果

[0017] 这样,根据本发明的一个方式,能够产生与定子、第1转子、第2转子的相对旋转(磁路长度)相应的转矩,并将其作为旋转转矩。另外,能够利用由第2转子产生的磁场使第2转子的磁极芯作为电磁铁发挥作用,利用磁铁转矩产生旋转转矩。

[0018] 因此,能够提供不使用永久磁铁就能有效地利用磁铁转矩的具备第1转子和第2转子的磁场调制双轴型的旋转电机。

附图说明

[0019] 图1是表示本发明的一个实施方式所涉及的旋转电机的概略构成的1/4部分的与旋转轴正交的截面图。

[0020] 图2是用于说明该旋转电机的概略整体构成的与旋转轴平行的截面概念图。

[0021] 图3是表示设置于外转子的二极管的连接闭合电路的连接图。

[0022] 图4A和图4B表示与图3的闭合电路不同的闭合电路,图4A是表示本发明的一个实施方式所涉及的旋转电机的1/4部分的第1闭合电路的连接图,图4B是表示与图4A的闭合电路不同排列的第2闭合电路的连接图。

[0023] 图5是表示与本实施方式不同结构的磁场调制双轴型的旋转电机的概略整体构成的与旋转轴正交的截面图。

[0024] 图6是表示本实施方式的旋转电机的转矩特性的坐标图。

[0025] 附图标记说明

[0026]	10	定子
[0027]	12	定子齿
[0028]	14	电枢线圈
[0029]	20	内转子(第1转子)
[0030]	21	调制构件(磁通路)
[0031]	22	空隙
[0032]	30	外转子(第2转子)
[0033]	32	磁极芯
[0034]	34	感应线圈
[0035]	35	励磁线圈
[0036]	37A、37B	二极管
[0037]	39、39q1、39q2	闭合电路
[0038]	100	旋转电机
[0039]	101	内旋转轴

[0040]	102	外旋转轴
[0041]	G1、G2	气隙

具体实施方式

[0042] 下面,参照附图,详细地说明本发明的实施方式。图1~图6是说明本发明的一个实施方式所涉及的旋转电机的图。

[0043] 在图1和图2中,旋转电机(双转子型电机)100具备:定子10,其形成为大致圆筒形状;外转子(第2转子)30,其旋转自如地收纳在该定子10内,固定有与轴心一致的外旋转轴(也简称旋转轴)102;以及内转子(第1转子)20,其旋转自如地收纳在外转子30内,固定有与轴心一致的内旋转轴(也简称旋转轴)101。图1图示了机械角度360度中的90度(1/4)的径向截面图。

[0044] 在定子10中,在周向上排列有在朝着轴心的径向上延伸的多根定子齿12。定子齿12以使内周面12a侧与后述的外转子30的磁极芯32的外周面32a隔着气隙G1相对的方式形成。

[0045] 在定子10中,在相邻的定子齿12的相互面对的侧面12b间形成有槽13,在槽13中设有将绕组线圈分布缠绕而成的电枢线圈14。使对电枢线圈14供电而产生的磁通与内转子20、外转子30交链,从而分别驱动这些转子20、30旋转。

[0046] 在内转子20中,包括导磁率高的钢材等软磁体的调制构件(磁路构件)21以其周向的两端部在轴方向延伸的方式排列在周向上。本实施方式所涉及的调制构件21例如形成为近似于U字的形状。另外,调制构件21例如以内转子20的轴方向的一端侧被圆盘状的第一端板25A连结支撑,并且,轴方向的另一端侧被形成为同心的环形的第二端板25B连结支撑的方式构成,形成为所谓的笼型电机的转子形态。

[0047] 内转子20按如下方式形成:使磁通较好地通过的调制构件21与该调制构件21的周向上的两端部间的不让磁通通过的空隙22在周向上交替连续排列,后述的外转子30的磁极芯32的内周面32c与调制构件21的在周向上分隔开的两端部的外端面21a以及调制构件21的两外端面21a间的空隙22相对。

[0048] 在内转子20中,由定子10的电枢线圈14产生的磁通高效地通过调制构件21,而在空隙22处该磁通的通过受到妨碍。由定子10的电枢线圈14产生的磁通在通过内转子20的调制构件21前后,如后所述,与外转子30的磁极芯32的外周面32a、内周面32c交链并通过,从而形成返回定子10的磁回路。

[0049] 内转子20受到后述的外转子30牵引而相对于定子10相对旋转,因此,形成调制构件21和空隙22反复切换的磁回路,上述调制构件21使该磁通经外转子30而通过,上述空隙22限制磁通通过。

[0050] 因此,在该内转子20中,产生使在内转子20与定子10、外转子30之间经气隙G1、后述的气隙G2而通过的磁通的磁路最短的转矩(旋转力),因此,外转子30能够相对于定子10相对旋转。

[0051] 在外转子30中,在周向上排列有多根磁极芯32,上述多根磁极芯32朝着相对于轴心的径向延伸,包括导磁率高的钢材等软磁体。磁极芯32的外周面32a与定子10的定子齿12的内周面12a隔着气隙G1相对,另外,磁极芯32的内周面32c与内转子20的调制构件21的两

外端面21a隔着气隙G2相对。

[0052] 外转子30的磁极芯32例如被位于外转子30的轴方向的一端侧的圆盘状的第1端板35A和位于轴方向的另一端侧的形成为同心的环形的第2端板35B连结支撑,形成为所谓的笼型电机的转子形态。

[0053] 相邻的磁极芯32的相对的侧面32b之间的空间被用作槽33,在磁极芯32的定子10侧卷绕有感应线圈34,在磁极芯32的内转子20侧卷绕有励磁线圈35。

[0054] 感应线圈34在每个磁极芯32上在外转子30的径向形成相同方向的绕组,采用集中卷绕的方式,在外转子30的周向上排列,感应线圈34每隔1个磁极芯32串联连接,这2个串联连接线路的两端部并联连接。

[0055] 在外转子30中,包括不被内转子20的旋转所调制的成分的来自定子10的异步磁通与磁极芯32的外周面32a交链。从而,在旋转电机100中,与外转子30的感应线圈34交链的磁通中包括不被内转子20调制地(与外转子30的旋转不同步地)发生变动的成分,因此,能够在感应线圈34中产生感应电流。并且,利用后述的二极管37A、37B对该感应电流进行整流使其成为直流励磁电流而对励磁线圈35通电,从而能够使磁极芯32作为电磁铁发挥作用并产生励磁磁通。

[0056] 励磁线圈35在相邻的磁极芯32上形成相反方向的绕组,采用集中卷绕的方式,在外转子30的周向上排列,其线圈的两端部连接外转子30的外周侧和轴心侧,励磁线圈35全部串联连接。该励磁线圈35被供应励磁电流,从而被励磁化,作为电磁铁发挥作用。

[0057] 如图3所示,感应线圈34和励磁线圈35与二极管37A、37B一起形成闭合电路39,闭合电路39是按如下方式连接而成的回路构成:二极管37A、37B分别将由每隔1个的感应线圈34所产生的交流的感应电流整流为一个方向,作为直流励磁电流供应给励磁线圈35。

[0058] 利用该回路构成,能够将由感应线圈34产生的感应电流整流并作为励磁电流使励磁线圈35励磁化,从而使磁极芯32作为电磁铁发挥作用。

[0059] 二极管37A、37B即使在使感应线圈34、励磁线圈35多极化的情况下,也是通过串联连接来抑制使用数量的,为了避免大量使用,不是形成一般的H桥式的全波整流回路,而是形成中性点钳位式的半波整流回路,以分别相差180度相位差的方式连接二极管37A、37B,使一方的感应电流反相而进行半波整流输出。

[0060] 旋转电机100也可以以将机械角度360度区分为各90度的4个部分的方式构筑。在这种情况下,如图4A和图4B所示,闭合电路39是按分别为90度机械角度的1/4部分分割而成的闭合电路39q1或39q2的回路构成。在闭合电路39q1、39q2中,5个励磁线圈35全部串联连接,而感应线圈34分为3个串联连接和2个串联连接,这2个串联连接线路是并联连接的。

[0061] 具体来说,如图4A所示,将闭合电路39q1设为在旋转方向上3个串联连接的一侧在前的模式,如图4B所示,将闭合电路39q2设为在旋转方向上2个串联连接的一侧在前的模式,将闭合电路39q1、39q2分别配置为以轴心为中心的点对称的位置关系。在这种情况下,由感应线圈34产生的感应电流量及其相位关系也是根据定子10(电枢)的极数、内转子20(磁传导通路)的极数以及外转子30(电磁铁)的极数的不同而不同的,因此,并不一定是由串联数的比率决定的。另外,由于是将闭合电路39q1、39q2配置于点对称的位置,因此,不会降低旋转质量。

[0062] 在闭合电路39的励磁线圈35中,相邻的磁极芯32彼此的卷绕方向是反向的。因而,

构成一部分磁回路的外转子30的一个磁极芯32被磁化而作为使S极与内转子20相对的电磁铁发挥作用,S极是使交链的磁通从内转子20的调制构件21感应的方向。另外,相邻的另一个磁极芯32被磁化而作为使N极与内转子20相对的电磁铁发挥作用,N极是使磁通向内转子20侧感应的方向。

[0063] 如上所述,在外转子30中,包括不被内转子20的旋转所调制的成分的来自定子10的异步磁通与磁极芯32的外周面32a交链。从而,旋转电机100能够使与外转子30的感应线圈34交链的磁通发生变动,在感应线圈34中产生感应电流。并且,能够利用二极管37A、37B对该感应电流进行整流使其成为直流励磁电流而对励磁线圈35通电,从而,使磁极芯32作为电磁铁发挥作用并产生励磁磁通。

[0064] 而且,在外转子30中,经磁极芯32而与调制构件21交链的来自定子10的磁通被内转子20的旋转所调制,该调制后的磁通与外转子30的旋转同步。从而,旋转电机100能够产生转矩。

[0065] 这时,来自定子10的定子齿12且与外转子30的磁极芯32交链的磁通是由交流电源对分布缠绕而成的电枢线圈14供电而产生的。

[0066] 在本实施方式中,电枢线圈14采用的是分布绕组,也可以集中缠绕来设置。在采用集中绕组的情况下,与由分布绕组的线圈产生的情况相比,能够使较多的高次谐波成分重叠于与磁极芯32交链的磁通。该与磁通重叠的高次谐波成分起到使磁通量发生变动的作用,因此,能够有效地在感应线圈34中产生感应电流,能够对励磁线圈35供应更大的励磁电流,产生电磁力。

[0067] 因此,旋转电机100使对定子10的电枢线圈14供电而产生的磁通与内转子20的调制构件21交链地通过,从而能够驱动该内转子20旋转。

[0068] 这时,能够使与由定子10的电枢线圈14产生的磁通重叠的高次谐波磁通与外转子30的感应线圈34交链而产生感应电流,能够利用二极管37A、37B对该感应电流进行整流使其成为直流励磁电流而供应给励磁线圈35,从而产生励磁磁通。

[0069] 而且,外转子30的励磁线圈35也作为使N极或S极与定子10的定子齿12的内周面12a相对的电磁铁发挥作用,因此,能够利用磁铁转矩驱动外转子30相对于该定子10旋转。

[0070] 即,在旋转电机100中,不设置永久磁铁就能利用磁铁转矩(旋转力)使外转子30相对于定子10相对旋转。在外转子30中,使以磁化方向(N极、S极)沿着周向交替变化的方式排列的磁极芯32作为电磁铁发挥作用,从而,能够使在外转子30与内转子20之间交链的磁通顺利地在槽33中迂回而交接。

[0071] 在旋转电机100中,内转子20相对于定子10相对旋转,另外,经由该旋转的内转子20(调制构件21)的磁通所交链的外转子30由于磁铁转矩而相对于内转子20相对旋转,因此,能够使内转子20低速旋转并且使外转子30高速旋转。

[0072] 另外,旋转电机100根据定子10、内转子20以及外转子30的结构而产生上述的旋转驱动所需的转矩。具体来说,当将定子10的电枢线圈14的极对数设为A,将作为内转子20的极数的调制构件21的数量设为H,将作为外转子30的极对数的磁极芯(电磁铁)32的极对数设为P时,得到使下式(1)成立的组合。

[0073] $H = |A \pm P| \dots \dots (1)$

[0074] 在该结构中,能够有效地产生转矩,使内转子20和外转子30相对于定子10高效地

相对旋转。例如,在本实施方式的旋转电机100中,定子10的电枢线圈14的极对数A=6、内转子20的调制构件21的极数H=16、外转子30的磁极芯32的极对数P=10,满足上述的式(1)。

[0075] 并且,在旋转电机100中,在定子10内旋转自如地收纳有外转子30,而且,在该外转子30内旋转自如地收纳有内转子20,分别设有与内转子20和外转子30一体地同轴旋转的内旋转轴101和外旋转轴102。

[0076] 因此,如图2所示,旋转电机100成为如下磁场调制型双轴电机的结构:能够与行星齿轮相对应地,定子10作为太阳齿轮,内转子20作为载体,外转子30作为内啮齿轮发挥作用,因此能够利用磁场调制原理传递动力。此外,在本实施方式所涉及的旋转电机100中,以调制构件21所形成的内转子20作为载体发挥作用的方式构成。

[0077] 利用该结构,虽然省略了图示,但例如在将旋转电机100与发动机(内燃机)一起作为驱动源安装于混合动力汽车的情况下,能够通过将内转子20的内旋转轴101和外转子30的外旋转轴102分别与车辆的动力传递路径直接连结,经由逆变器将车辆的电池与定子10的电枢线圈14连接,从而,在作为驱动源的同时也作为动力传递机构发挥作用。

[0078] 另外,如图5所示,特开2013-188065号公报中记载的旋转电机M构成为如下磁场调制型双轴电机:在定子S的电枢线圈C的极对数A=6、外转子R1的永久磁铁PM的极对数P=10、内转子R2的调制构件(磁路)MP的极数H(A+P)=16的结构中,利用磁场调制原理,与行星齿轮中的太阳齿轮、内啮齿轮、载体等同地发挥作用。

[0079] 对此,旋转电机100满足上述的式(1),在内转子20中配置有调制构件(磁路)21,在外转子30中配置有电磁铁(磁极芯32)。从而,旋转电机100能够以与该旋转电机M等同的转矩波形进行旋转驱动。图6表示旋转电机100的转矩特性的坐标图。旋转电机100的外转子30所利用的电磁力能够通过卷绕于磁极芯32的感应线圈34和励磁线圈35的匝数来调整其卷绕量、比率,因此,能够产生最佳的感应电流、励磁电流,得到充分的转矩。

[0080] 这样,在本实施方式的旋转电机100中,在内转子20中配置多个调制构件21,在外转子30的磁极芯32上配置感应线圈34和励磁线圈35。并且,在外转子30中,包括不被内转子20的旋转所调制的成分的来自定子10的异步磁通与磁极芯32的外周面32a交链。从而,旋转电机100能够使与外转子30的感应线圈34交链的磁通发生变动,在感应线圈34中产生感应电流。并且,能够利用二极管37A、37B对该感应电流进行整流使其成为直流励磁电流而对励磁线圈35通电,从而使磁极芯32作为电磁铁发挥作用并产生励磁磁通。

[0081] 因而,在旋转电机100中,不使用永久磁铁就能使由定子10产生的磁通以及由外转子30产生的磁通经由内转子20(调制构件21)返回定子10,能够形成闭合的磁回路。

[0082] 因此,旋转电机100能够产生使该磁回路中的磁路长度最短的转矩并将其作为旋转转矩。另外,能够利用使外转子30的磁极芯32作为电磁铁发挥作用而产生的磁铁转矩来产生旋转转矩。

[0083] 其结果是,能够提供不使用永久磁铁就能有效地利用磁铁转矩的具备内转子20和外转子30的磁场调制双轴型的旋转电机100。

[0084] 感应线圈34是在外转子30的磁极芯32的外周侧向相同方向集中缠绕而成的,励磁线圈35是在该磁极芯32的轴心侧交替改变卷绕方向地进行集中缠绕而成的。因此,在旋转电机100中,能够使由定子10的电枢线圈14产生的磁通经由内转子20(调制构件21)与感应线圈34有效地交链而高效地产生感应电流,能够使根据励磁线圈35的卷绕方向而被磁化而

成的电磁铁的N极和S极交替地与内转子20的调制构件21相对,形成适当的磁回路。

[0085] 作为本实施方式的第2方式,虽然省略了图示,但也可以在外转子30的磁极芯32内埋设永久磁铁。以使磁极(N极、S极)与利用二极管37A、37B进行整流而使磁极芯32作为电磁铁发挥作用时的磁化方向一致的方式配置该永久磁铁。在这种情况下,能够使磁极芯32的电磁铁的磁力加上永久磁铁的磁力发挥作用,能够产生更大的磁力作用,驱动外转子30(外旋转轴102)以较大的转矩旋转。此外,该永久磁铁只要产生辅助利用感应线圈34发挥作用的电磁力的磁力就足够了,因此,不必是例如钕磁铁这样稀少且昂贵的永久磁铁,只要采用能够稳定供应且廉价的种类即可。此外,也可以采用钕磁铁这样稀少且昂贵的永久磁铁,在这种情况下,能够得到稳定且较大的转矩。

[0086] 而且,作为本实施方式的第3方式,不限于旋转电机100这样在径向形成气隙G1、G2的径向间隙结构,也可以可以在旋转轴方向形成间隙的轴向间隙结构来构成。在这种情况下,也是在轴方向排列的定子和2组转子侧分别配置电枢线圈、磁路构件、感应线圈。

[0087] 另外,在旋转电机100这样的径向间隙结构的情况下,不限于由电磁钢板的层叠结构构成定子10、内转子20、外转子30,例如也可以采用如下的所谓SMC芯,即:对铁粉等具有磁性的颗粒的表面进行绝缘包覆处理而得到软磁性复合粉材(Soft Magnetic Composites),对该软磁性复合粉材进一步进行铁粉压缩成型和热处理而制造出的压粉磁芯。该SMC芯容易成型,因此适于轴向间隙结构。

[0088] 另外,旋转电机100不限于车载用,例如能够适当用作风力发电、工作机械等的驱动源。

[0089] 虽然公开了本发明的实施方式,但很显然,本领域技术人员能够在不脱离本发明的范围的情况下进行变更。旨在将所有这样的修改以及等价物都包含于前面的权利要求。

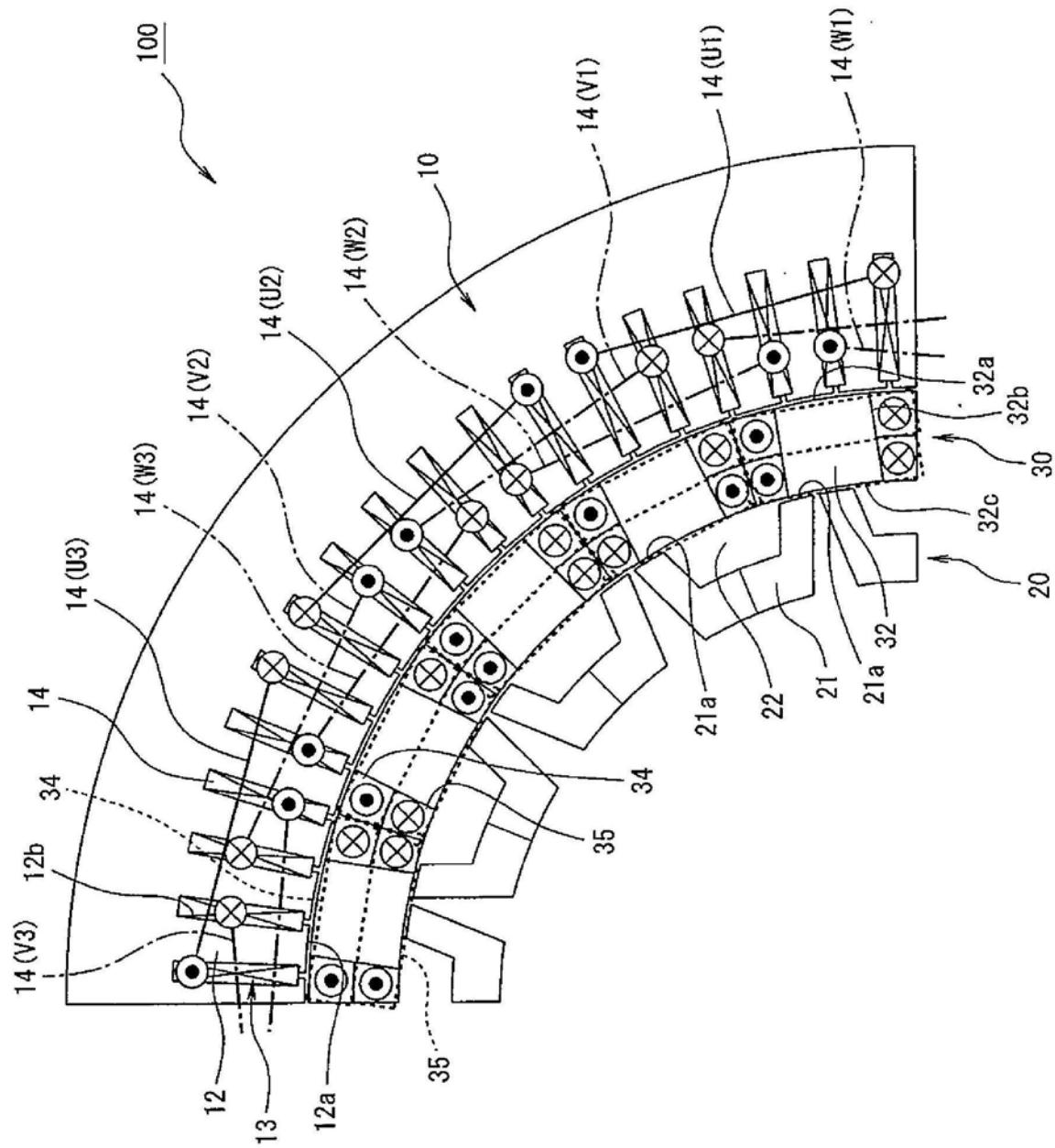


图1

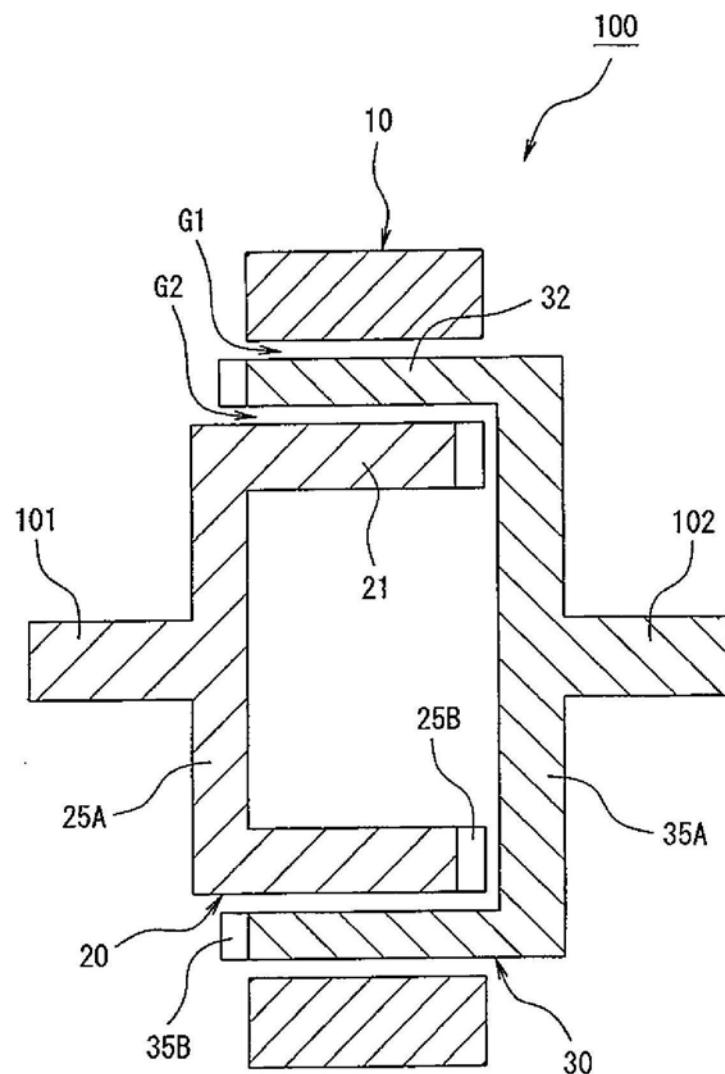


图2

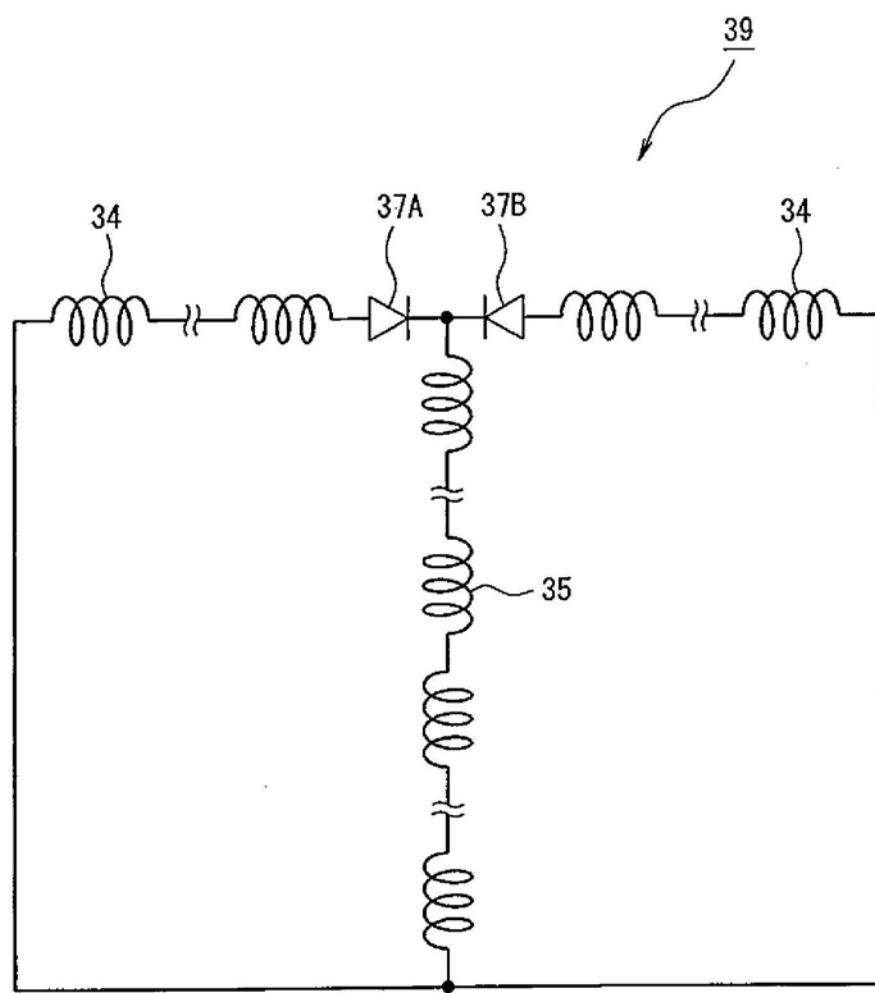


图3

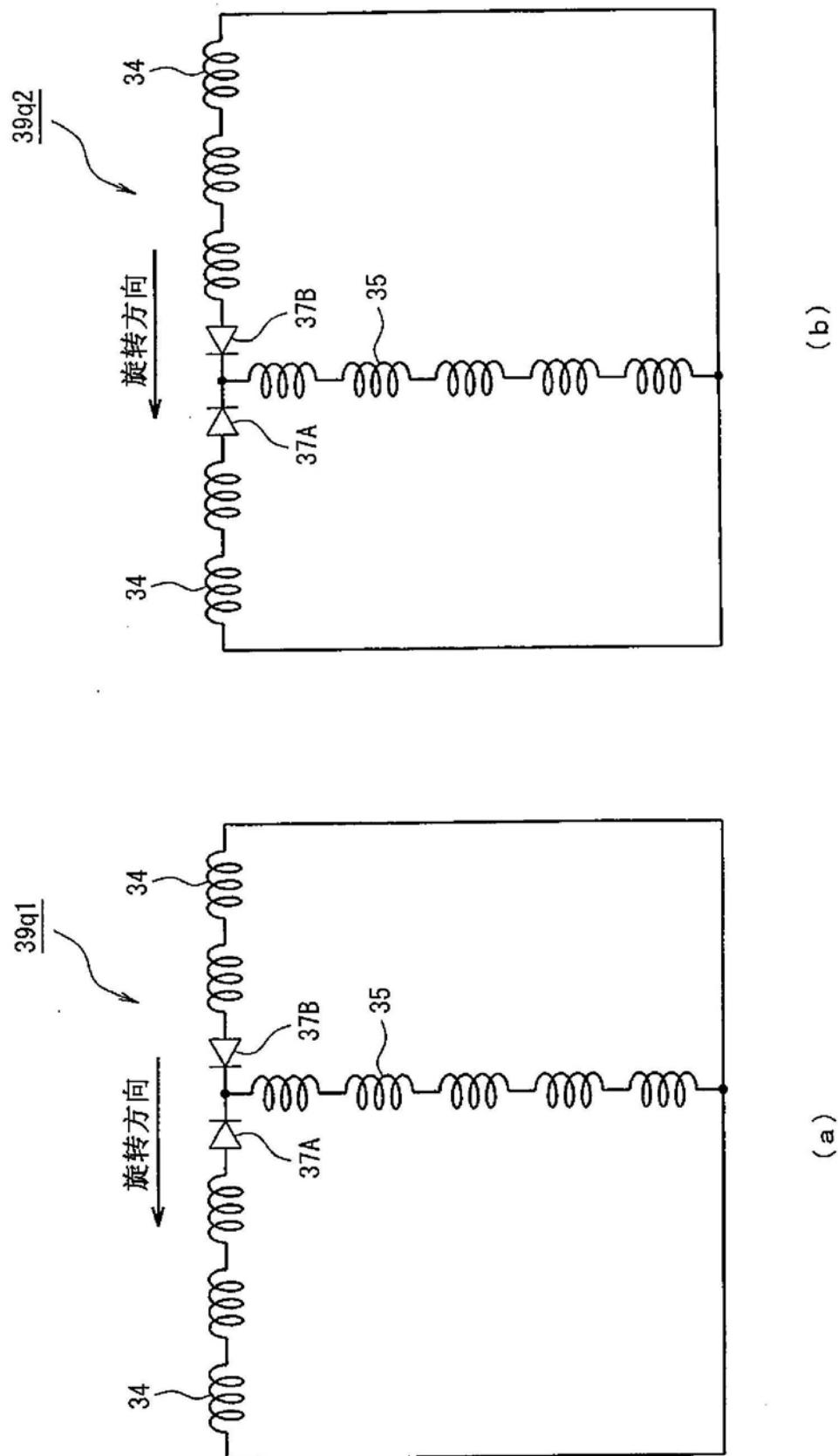


图4

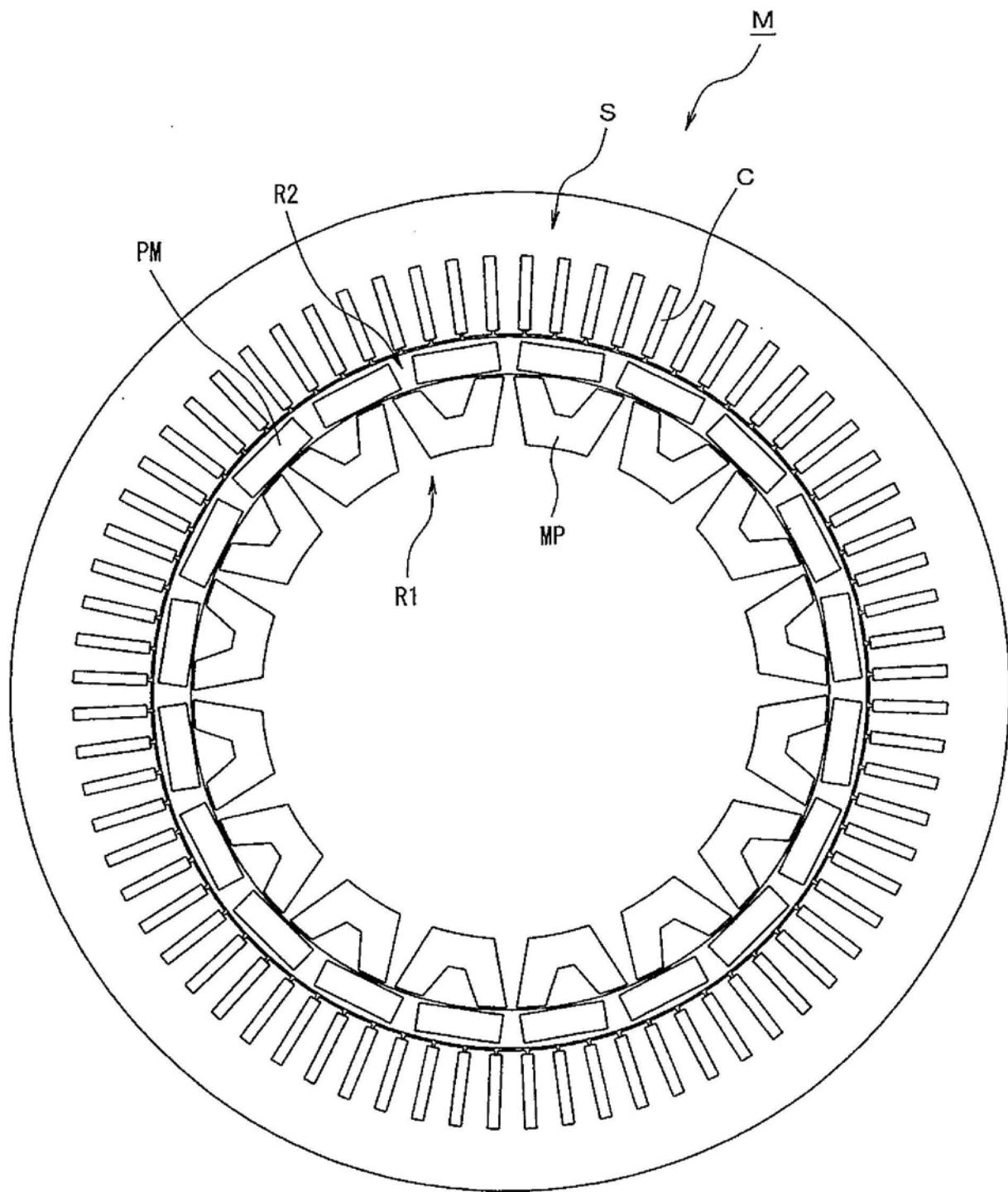


图5

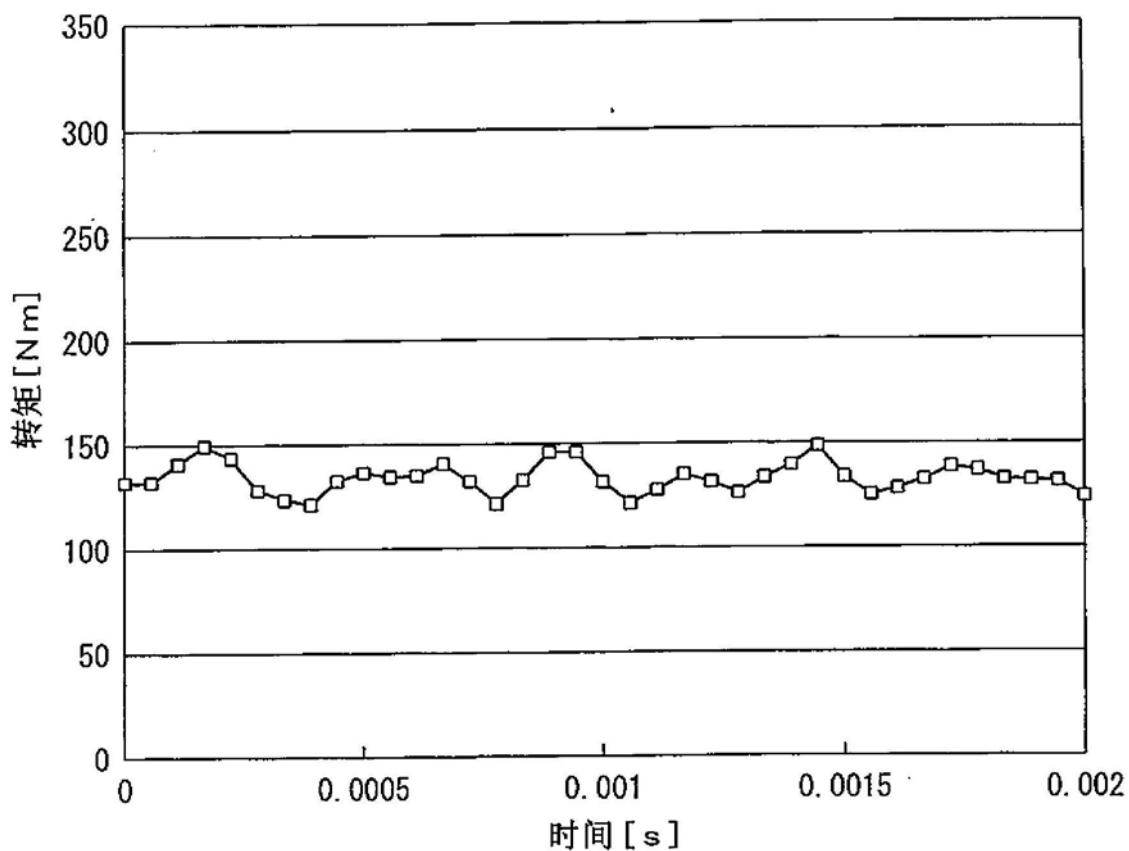


图6