



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107078570 B

(45)授权公告日 2019.08.27

(21)申请号 201580053408.8

(22)申请日 2015.09.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107078570 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(30)优先权数据
2014-203677 2014.10.02 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.03.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2015/001712 2015.09.29

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/051250 EN 2016.04.07

(73)专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 五十岚英一 山田英治

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 万柳军 马江立

(51)Int.Cl.
H02K 1/24(2006.01)
H02K 3/28(2006.01)
H02K 11/042(2016.01)
H02K 16/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 104065224 A, 2014.09.24,
JP 2013038918 A, 2013.02.21,
CN 103534913 A, 2014.01.22,
WO 2014109218 A1, 2014.07.17,
审查员 肖林元

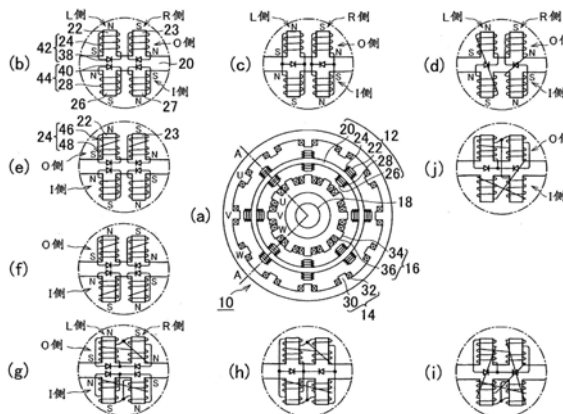
权利要求书4页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

无磁体旋转电机

(57)摘要

无磁体旋转电机包括环形转子、外侧定子和内侧定子。所述环形转子包括环形的转子轭部、外侧凸极、外侧转子线圈、内侧凸极、内侧转子线圈、第一整流装置和第二整流装置。所述第一凸极构造被由所述第一线圈感应出的感应电流所磁化。每个所述第一整流装置都构造以使得所述第一凸极的磁极的方向为第一方向的方式对电流进行整流。所述第二凸极构造被由所述第二线圈感应出的感应电流所磁化。每个所述第二整流装置都构造以使得所述第二凸极的磁极的方向为第二方向的方式对电流进行整流。所述第二方向是所述第一方向的反方向。



1. 一种无磁体旋转电机,其特征包括:
环形转子,所述环形转子包括:
环形的转子轭部;
设置在所述转子轭部的径向外侧的外侧凸极;
分别卷绕在所述外侧凸极周围的外侧转子线圈;
设置在所述转子轭部的径向内侧的内侧凸极;
分别卷绕在所述内侧凸极周围的内侧转子线圈;
第一整流装置;和
第二整流装置;
外侧定子,所述外侧定子配置成面向所述环形转子的径向外侧,所述外侧定子包括外侧励磁线圈;和
内侧定子,所述内侧定子配置成面向所述环形转子的径向内侧,所述内侧定子包括内侧励磁线圈,
其中,所述内侧凸极和所述外侧凸极各自都包括彼此邻接的第一凸极和第二凸极,
在所述第一凸极周围卷绕有第一线圈,并且在所述第二凸极周围卷绕有第二线圈,
所述第一凸极构造成被由所述第一线圈感应出的感应电流所磁化,
每个所述第一整流装置都构造成以使得所述第一凸极的磁极的方向为第一方向的方式对电流进行整流;
所述第二凸极构造成被由所述第二线圈感应出的感应电流所磁化,
每个所述第二整流装置都构造成以使得所述第二凸极的磁极的方向为第二方向的方式对电流进行整流,
所述第二方向是所述第一方向的反方向,
所述内侧凸极的第一绕组回路与所述外侧凸极的第一绕组回路并联或串联连接,使得在成一对的所述内侧凸极的所述第一绕组回路和所述外侧凸极的所述第一绕组回路中配置有一个第一整流装置,
所述第一绕组回路包括所述第一线圈和所述第一整流装置,
所述内侧凸极的第二绕组回路与所述外侧凸极的第二绕组回路并联或串联连接,使得在成一对的所述内侧凸极的所述第二绕组回路和所述外侧凸极的所述第二绕组回路中配置有一个第二整流装置,并且
所述第二绕组回路包括所述第二线圈和所述第二整流装置。
2. 根据权利要求1所述的无磁体旋转电机,其特征包括:
外侧三相逆变器回路与所述外侧定子的所述外侧励磁线圈连接,并且
内侧三相逆变器回路与所述内侧定子的所述内侧励磁线圈连接。
3. 根据权利要求1所述的无磁体旋转电机,其特征包括:
所述内侧凸极的数量与所述外侧凸极的数量相同,并且
一个三相逆变器回路与所述外侧定子的所述外侧励磁线圈和所述内侧定子的所述内侧励磁线圈连接。
4. 一种无磁体旋转电机,其特征包括:
环形转子,所述环形转子包括:

环形的转子轭部；
设置在所述转子轭部的径向外侧的外侧凸极；
分别卷绕在所述外侧凸极周围的外侧转子线圈；
设置在所述转子轭部的径向内侧的内侧凸极；
分别卷绕在所述内侧凸极周围的内侧转子线圈；
第一整流装置；和
第二整流装置；
外侧定子，所述外侧定子配置成面向所述环形转子的径向外侧，所述外侧定子包括外侧励磁线圈；和
内侧定子，所述内侧定子配置成面向所述环形转子的径向内侧，所述内侧定子包括内侧励磁线圈，
其中，所述内侧凸极和所述外侧凸极各自都包括彼此邻接的第一凸极和第二凸极，
在所述第一凸极周围卷绕有第一线圈，并且在所述第二凸极周围卷绕有第二线圈，
所述第一凸极构造成被由所述第一线圈感应出的感应电流所磁化，
每个所述第一整流装置都构造成以使得所述第一凸极的磁极的方向为第一方向的方式对电流进行整流；
所述第二凸极构造成被由所述第二线圈感应出的感应电流所磁化，
每个所述第二整流装置都构造成以使得所述第二凸极的磁极的方向为第二方向的方式对电流进行整流，
所述第二方向是所述第一方向的反方向，
所述内侧凸极和所述外侧凸极中的至少任一者中的所述第一线圈和所述第二线圈各者都包括感应线圈和共用线圈，
所述感应线圈卷绕在所述第一凸极和所述第二凸极各者的根部侧周围，
所述共用线圈以与所述感应线圈的卷绕方向相同的卷绕方向卷绕在所述第一凸极和所述第二凸极各者的末端侧周围，
所述内侧凸极和所述外侧凸极各者都包括第一绕组回路和第二绕组回路，
所述第一绕组回路包括所述第一线圈和所述第一整流装置，
所述第二绕组回路包括所述第二线圈和所述第二整流装置，
所述第一线圈和所述第二线圈各者都包括所述感应线圈和所述共用线圈，
所述第一绕组回路与所述第二绕组回路连接成形成T形，
共用线圈部包括所述第一绕组回路的第一共用线圈和所述第二绕组回路的第二共用线圈，所述第一共用线圈与所述第二共用线圈串联连接，
所述第一绕组回路的第一感应线圈的第一端子与所述第一整流装置的阳极连接，
所述第二绕组回路的第二感应线圈的第一端子与所述第二整流装置的阳极连接，
所述第一感应线圈的第二端子和所述第二感应线圈的第二端子与所述共用线圈部的第一端子连接，
所述第一整流装置的阴极和所述第二整流装置的阴极与所述共用线圈部的第二端子连接，并且
所述内侧凸极的内侧T形回路与所述外侧凸极的外侧T形回路并联或串联连接，使得在

成一对的所述内侧T形回路和所述外侧T形回路中配置有一个第一整流装置和一个第二整流装置。

5. 一种无磁体旋转电机,其特征包括:

环形转子,所述环形转子包括:

环形的转子轭部;

设置在所述转子轭部的径向外侧的外侧凸极;

分别卷绕在所述外侧凸极周围的外侧转子线圈;

设置在所述转子轭部的径向内侧的内侧凸极;

分别卷绕在所述内侧凸极周围的内侧转子线圈;

第一整流装置;和

第二整流装置;

外侧定子,所述外侧定子配置成面向所述环形转子的径向外侧,所述外侧定子包括外侧励磁线圈;和

内侧定子,所述内侧定子配置成面向所述环形转子的径向内侧,所述内侧定子包括内侧励磁线圈,

其中,所述内侧凸极和所述外侧凸极各自都包括彼此邻接的第一凸极和第二凸极,

在所述第一凸极周围卷绕有第一线圈,并且在所述第二凸极周围卷绕有第二线圈,

所述第一凸极构造成被由所述第一线圈感应出的感应电流所磁化,

每个所述第一整流装置都构造成以使得所述第一凸极的磁极的方向为第一方向的方式对电流进行整流;

所述第二凸极构造成被由所述第二线圈感应出的感应电流所磁化,

每个所述第二整流装置都构造成以使得所述第二凸极的磁极的方向为第二方向的方式对电流进行整流,

所述第二方向是所述第一方向的反方向,

所述内侧凸极和所述外侧凸极中的至少任一者中的所述第一线圈和所述第二线圈各者都包括感应线圈和共用线圈,

所述感应线圈卷绕在所述第一凸极和所述第二凸极各者的根部侧周围,

所述共用线圈以与所述感应线圈的卷绕方向相同的卷绕方向卷绕在所述第一凸极和所述第二凸极各者的末端侧周围,

所述内侧凸极和所述外侧凸极中的任一者中的所述第一线圈和所述第二线圈各者都包括感应线圈和共用线圈,

所述内侧凸极和所述外侧凸极中的另一者包括卷绕在所述第一凸极周围的第三线圈和卷绕在所述第二凸极周围的第四线圈,

共用线圈部包括所述第一线圈的第一共用线圈、所述第二线圈的第二共用线圈、所述第三线圈和所述第四线圈,

所述第一共用线圈、所述第二共用线圈、所述第三线圈和所述第四线圈彼此串联连接,

所述第一线圈的第一感应线圈的第一端子与所述第一整流装置的阳极连接,

所述第二线圈的第二感应线圈的第一端子与所述第二整流装置的阳极连接,

所述第一整流装置的阴极和所述第二整流装置的阴极与所述共用线圈部的第二端子

连接,并且

所述第一感应线圈的第二端子和所述第二感应线圈的第二端子与所述共用线圈部的第一端子连接。

无磁体旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无磁体旋转电机,具体涉及一种包括设置在相对于环形转子的径向外侧的外侧定子和设置在相对于环形转子的径向内侧的内侧定子的双定子型的无磁体旋转电机。

背景技术

[0002] 作为包括不使用永磁体的转子的无磁体旋转电机,已知这样一种构型,其中设置了通过将转子线圈卷绕在转子周围而形成的转子凸极,并且通过来自定子的场系统在转子线圈中产生感应电流,以便通过感应电流将转子凸极磁化。

[0003] 作为无磁体电机,日本专利申请公报No.2010-279165(JP 2010-279165A)记载了这样一种构型,即设置了在由定子形成的磁场中配置成由该磁场旋转的转子,并且转子的凸极包括配置在相对于定子的间隙附近的感应线圈和与感应线圈分开设置并且远离定子配置的共用线圈。

[0004] 作为与本发明有关的技术,日本专利申请公报No.2011-244643(JP 2011-244643 A)记载了一种双定子电机,其中在环形转子中配置有在周向上被磁化的永磁体,在转子的内侧设置有内侧定子,在转子的外侧设置有外侧定子,并且内侧和外侧定子各自都包括以Y形接线连接的三相线圈。

[0005] 无磁体旋转电机具有这样的优点,即不使用昂贵的磁体材料,但由于转子线圈而发生铜损并且被感应电流所磁化的磁极的特性不像永磁体那么强。鉴于这一点,希望进一步的输出改善。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种能实现进一步的输出改善的无磁体旋转电机。

[0007] 与本发明有关的无磁体旋转电机包括环形转子、外侧定子和内侧定子。环形转子包括环形的转子轭部、外侧凸极、外侧转子线圈、内侧凸极、内侧转子线圈、第一整流装置和第二整流装置。外侧凸极设置在转子轭部的径向外侧。外侧转子线圈分别卷绕在外侧凸极周围。内侧凸极设置在转子轭部的径向内侧。内侧转子线圈分别卷绕在内侧凸极周围。外侧定子配置成面向环形转子的径向外侧,外侧定子包括外侧励磁线圈。内侧定子配置成面向环形转子的径向内侧,内侧定子包括内侧励磁线圈。内侧凸极和外侧凸极各自都包括彼此邻接的第一凸极和第二凸极。在第一凸极周围卷绕有第一线圈并且在第二凸极周围卷绕有第二线圈。第一凸极构造成被由第一线圈感应出的感应电流所磁化。每个第一整流装置都构造成以使得第一凸极的磁极的方向为第一方向的方式对电流进行整流。第二凸极构造成被由第二线圈感应出的感应电流所磁化。每个第二整流装置都构造成以使得第二凸极的磁极的方向为第二方向的方式对电流进行整流。第二方向是第一方向的反方向。

[0008] 在这样构成的无磁体旋转电机中,在环形转子的径向外侧和径向内侧各者都设置有转子凸极,转子凸极各自都包括卷绕在其周围的转子线圈,在相对于环形转子的径向外

侧配置有外侧定子,并且在相对于环形转子的径向内侧配置有内侧定子。由此,环形转子在环形转子和内侧定子之间以及环形转子和外侧定子之间产生转矩,由此改善无磁体旋转电机的输出。

[0009] 内侧凸极的第一绕组回路可与外侧凸极的第一绕组回路并联或串联连接,使得在成一对的内侧凸极的第一绕组回路和外侧凸极的第一绕组回路中配置有一个第一整流装置。第一绕组回路可包括第一线圈和第一整流装置。内侧凸极的第二绕组回路可与外侧凸极的第二绕组回路并联或串联连接,使得在成一对的内侧凸极的第二绕组回路和外侧凸极的第二绕组回路中配置有一个第二整流装置。第二绕组回路可包括第二线圈和第二整流装置。

[0010] 在根据本发明的无磁体旋转电机中,在环形转子中内侧绕组回路与外侧绕组回路并联或串联连接。由此,内侧绕组回路的整流装置和外侧绕组回路的整流装置能整合为一个。这可以实现成本降低。

[0011] 内侧凸极和外侧凸极中的至少任一者中的第一线圈和第二线圈各者都可包括感应线圈和共用线圈。感应线圈可卷绕在第一凸极和第二凸极各者的根部侧周围。共用线圈可以以与感应线圈相同的卷绕方向卷绕在第一凸极和第二凸极各者的末端侧周围。

[0012] 在根据本发明的无磁体旋转电机中,转子线圈以分割方式由卷绕在凸极的末端侧周围的感应线圈和卷绕在凸极的根部周围的共用线圈构成。由来自定子的场系统产生的感应电流在凸极的末端变得较强,但在根部侧变得较弱。因此,感应线圈的主要作用是通过来自定子的场系统产生感应电流,而共用线圈的主要作用是通过感应电流将凸极磁化以使得凸极用作磁极。通过适当地设定感应线圈的绕圈数与共用线圈的绕圈数之比,可以实现无磁体旋转电机的效率的改善。

[0013] 内侧凸极和外侧凸极各者都可包括第一绕组回路和第二绕组回路。第一绕组回路可包括第一线圈和第一整流装置。第二绕组回路可包括第二线圈和第二整流装置。第一线圈和第二线圈各者都可包括感应线圈和共用线圈。第一绕组回路可与第二绕组回路连接形成T形。共用线圈部可包括第一绕组回路的第一共用线圈和第二绕组回路的第二共用线圈。第一共用线圈可与第二共用线圈串联连接。第一绕组回路的第一感应线圈的第一端子可与第一整流装置的阳极(正极)连接。第二绕组回路的第二感应线圈的第一端子可与第二整流装置的阳极连接。第一感应线圈的第二端子和第二感应线圈的第二端子可与共用线圈部的第一端子连接。第一整流装置的阴极(负极)和第二整流装置的阴极可与共用线圈部的第二端子连接。

[0014] 在根据本发明的无磁体旋转电机中,就沿周向彼此邻接的第一凸极和第二凸极各者而言,各自都由感应线圈、共用线圈和整流装置构成的第一绕组回路和第二绕组回路彼此连接。第一绕组回路和第二绕组回路各自的共用线圈彼此串联连接形成T形回路。在第一绕组回路和第二绕组回路各者中,感应电流被半波整流,但对于上述电路构型,感应电流被全波整流。由此,各凸极被强力磁化并且磁极特性改善,由此可以显著改善无磁体旋转电机的输出。

[0015] 内侧凸极的内侧T形回路可与外侧凸极的外侧T形回路并联或串联连接,使得在成一对的内侧T形回路和外侧T形回路中配置有一个第一整流装置和一个第二整流装置。

[0016] 在根据本发明的无磁体旋转电机中,形成在内侧凸极中的内侧T形回路与形成在

外侧凸极中的外侧T形回路并联或串联连接。由此,内侧T形回路的整流装置和外侧T形回路的整流装置能整合为一个,由此可以实现成本降低。

[0017] 内侧凸极和外侧凸极中的任一者中的第一线圈和第二线圈各者都可包括感应线圈和共用线圈。内侧凸极和外侧凸极中的另一者可包括卷绕在第一凸极周围的第三线圈和卷绕在第二凸极周围的第四线圈。共用线圈部可包括第一线圈的第一共用线圈、第二线圈的第二共用线圈、第三线圈和第四线圈。第一共用线圈、第二共用线圈、第三线圈和第四线圈可彼此串联连接。第一线圈的第一感应线圈的第一端子可与第一整流装置的阳极连接。第二线圈的第二感应线圈的第一端子可与第二整流装置的阳极连接。第一整流装置的阴极和第二整流装置的阴极可与共用线圈部的第二端子连接。第一感应线圈的第二端子和第二感应线圈的第二端子可与共用线圈部的第一端子连接。

[0018] 在根据本发明的无磁体旋转电机中,就内侧凸极和外侧凸极中的任一者而言,第一线圈和第二线圈两者都包括感应线圈和共用线圈,但就内侧凸极和外侧凸极中的另一者而言,未设置感应线圈。在此构型中,第一绕组回路与内侧凸极侧的第二绕组回路连接,第一绕组回路与外侧凸极侧的第二绕组回路连接,并且内侧凸极侧和外侧凸极侧彼此串联连接。由此,内侧凸极侧的整流装置和外侧凸极侧的整流装置能被共通化。此外,包括感应线圈的第一线圈的共用线圈、包括感应线圈的第二线圈的共用线圈、不包括感应线圈的第三线圈和不包括感应线圈的第四线圈彼此串联连接成形成共用线圈部。由于第三线圈和第四线圈不包括感应线圈,所以绕圈数只能增加这么多。因此,各凸极能利用感应电流有效地被强力磁化,由此显著地提高磁极特性并改善无磁体旋转电机的输出。

[0019] 外侧三相逆变器回路可与外侧定子的外侧励磁线圈连接。内侧三相逆变器回路可与内侧定子的内侧励磁线圈连接。

[0020] 内侧凸极的数量可与外侧凸极的数量相同。一个三相逆变器回路可与外侧定子的外侧励磁线圈和内侧定子的内侧励磁线圈连接。

[0021] 在根据本发明的无磁体旋转电机中,外侧三相逆变器回路与外侧定子的励磁线圈连接,并且内侧三相逆变器回路与内侧定子的励磁线圈连接。此外,在环形转子的内侧凸极的数量与外侧凸极的数量相同时,一个三相逆变器回路与外侧定子的励磁线圈和内侧定子的励磁线圈连接,由此可以降低逆变器回路的成本。

附图说明

[0022] 下面将参照附图说明本发明的示例性实施方式的特征、优点以及技术和工业意义,在附图中相似的附图标记表示相似的要素,并且其中:

[0023] 图1是示出根据本发明的实施方式的无磁体旋转电机的构型的视图:图1中的(a)是总体构型图;图1中的(b)是示出由用于在外侧凸极侧(O侧)、在内侧凸极侧(I侧)和在周向上彼此邻接的两个凸极侧(L侧和R侧)的四个凸极中的每个凸极的线圈和整流装置构成的绕组回路的视图;图1中的(c)是图1中的(b)中在O侧的绕组回路与在I侧的绕组回路并联连接的构型图;图1中的(d)是图1中的(b)中在O侧的绕组回路与在I侧的绕组回路串联连接的构型图;图1中的(e)是图1中的(b)中在O侧的线圈由感应线圈和共用线圈构成的视图;图1中的(f)是图1中的(b)中在O侧的线圈和在I侧的线圈各自都由感应线圈和共用线圈构成的视图;图1中的(f)是图1中的(b)中在O侧的线圈和在I侧的线圈各自都由感应线圈和共用

线圈构成的视图；图1中的 (g) 是在图1中的 (f) 中在L侧的绕组回路与在R侧的绕组回路连接成将在L侧的共用线圈与在R侧的共用线圈串联连接、由此形成在O侧的一个T形回路和在I侧的一个T形回路的视图；图1中的 (h) 是图1中的 (g) 中在O侧的T形回路与在I侧的T形回路并联连接的构型图；图1中的 (i) 是图1中的 (g) 中在O侧的T形回路与在I侧的T形回路串联连接的构型图；以及图1中的 (j) 是示出省略了在I侧的感应线圈的构型的视图；

[0024] 图2是示出与根据本发明的实施方式的无磁体旋转电机有关的绕组回路的18种示例性构型并且示出该18种示例性构型之中与图1中的 (b) 至 (j) 对应的示例性构型的视图；

[0025] 图3是图1中的 (g) 的详图：图3中的 (a) 是接线图；图3中的 (b) 是等价回路图；

[0026] 图4是图1中的 (h) 的详图：图4中的 (a) 是接线图；图4中的 (b) 是等价回路图；

[0027] 图5是图1中的 (i) 的详图：图5中的 (a) 是接线图；图5中的 (b) 是等价回路图；

[0028] 图6是图1中的 (j) 的详图：图6中的 (a) 是接线图；图6中的 (b) 是等价回路图；

[0029] 图7是示出与根据本发明的实施方式的无磁体旋转电机连接的两个逆变器回路的视图；

[0030] 图8是示出与根据本发明的实施方式的无磁体旋转电机连接的一个逆变器回路的视图；

[0031] 图9是图8的详图；以及

[0032] 图10是示出根据本发明的实施方式的无磁体旋转电机中的磁通流的视图。

具体实施方式

[0033] 以下将参考附图详细说明本发明的实施方式。下述的极数、凸极数、感应线圈与共用线圈的绕圈数之比等仅仅是用于说明的例子，并且能按照无磁体旋转电机的规格适当地加以修改。在以下说明中，全部附图中的相似要素具有相同的附图标记并且省略其重复说明。

[0034] 图1是无磁体旋转电机的构型图。在以下说明中，除非另外指出，否则无磁体旋转电机10被称作旋转电机10。图1中的 (a) 是示出旋转电机10的总体构型的视图，并且是垂直于旋转电机10的轴向的剖视图。图1中的 (b) 至 (j) 是示出绕组回路的一些示例性构型的视图。

[0035] 旋转电机10是四极三相同步旋转电机并且不包括作为磁极的永磁体。旋转电机10包括环形转子12、以面向环形转子12的径向外侧的方式配置的外侧定子14、以面向环形转子12的径向内侧的方式配置的内侧定子16、和输出轴18。外侧定子14和内侧定子16固定在电机外壳(未示出)上，并且输出轴18由电机外壳可旋转地支承。环形转子12和输出轴18一体地构成。环形转子12在外侧定子14和内侧定子16之间的空间中旋转，并且其转矩输出到输出轴18。

[0036] 在图1中，一个极的范围由 (a) 中的A-A表示。A-A的范围中的角度为90度，并且极数为4。

[0037] 环形转子12包括环形的转子轭部20、沿转子轭部20的径向外侧设置的多个外侧凸极22、各自卷绕在多个外侧凸极22中的每一个周围的多个外侧转子线圈24、沿转子轭部20的径向内侧设置的多个内侧凸极26、和各自卷绕在多个内侧凸极26中的每一个周围的多个内侧转子线圈28。多个外侧凸极22和多个内侧凸极26配置在隔着转子轭部20的相对两侧的

对向位置处。外侧转子线圈24和内侧转子线圈28分别通过集中式卷绕卷绕在外侧凸极22和内侧凸极26周围。

[0038] 环形转子12的一个外侧磁极对由沿周向彼此邻接的两个外侧凸极22构成。由于极数为4,所以外侧凸极22的总数为8。类似地,环形转子12的一个内侧磁极对由沿周向彼此邻接的两个内侧凸极26构成。由于极数为4,所以内侧凸极26的总数为8。

[0039] 外侧定子14包括沿环形的外侧定子轭部的径向内侧设置的多个外侧定子凸极30和各自卷绕在多个外侧定子凸极30中的每一个周围的多个外侧励磁线圈32。多个外侧定子凸极30以面向环形转子12的外侧凸极22的方式配置。

[0040] 多个外侧励磁线圈32由U相绕组线圈、V相绕组线圈和W相绕组线圈构成。三个外侧定子凸极30配置在作为单极范围的A-A的范围内。单极范围中的三个外侧定子凸极30包括U相绕组线圈卷绕在其周围的U相凸极、V相绕组线圈卷绕在其周围的V相凸极和W相绕组线圈卷绕在其周围的W相凸极。在图1的A-A的范围中的三个外侧定子凸极30中,示出了U相、V相和W相的相应位置。因此,外侧定子凸极30的总数为12,这是环形转子12的外侧凸极22的总数的3/2倍。U相绕组线圈、V相绕组线圈、W相绕组线圈通过分布式卷绕分别卷绕在U相凸极、V相凸极和W相凸极周围。

[0041] 内侧定子16包括沿环形的内侧定子轭部的径向外侧设置的多个内侧定子凸极34和各自卷绕在多个内侧定子凸极34中的每一个周围的多个内侧励磁线圈36。多个内侧定子凸极34以面向环形转子12的内侧凸极26的方式配置。

[0042] 多个内侧励磁线圈36由U相绕组线圈、V相绕组线圈和W相绕组线圈构成。三个内侧定子凸极34配置在作为单极范围的A-A的范围内。单极范围中的三个内侧定子凸极34包括U相绕组线圈卷绕在其周围的U相凸极、V相绕组线圈卷绕在其周围的V相凸极和W相绕组线圈卷绕在其周围的W相凸极。在图1的A-A的范围中的三个内侧定子凸极34中,示出了U相、V相和W相的相应位置。因此,内侧定子凸极34的总数为12,这是环形转子12的内侧凸极26的总数的3/2倍。U相绕组线圈、V相绕组线圈、W相绕组线圈通过分布式卷绕分别卷绕在U相凸极、V相凸极和W相凸极周围。

[0043] 卷绕在环形转子12的外侧凸极22周围的外侧转子线圈24接收由外侧定子14的外侧励磁线圈32形成的场系统,以便产生感应电流。外侧凸极22被感应电流磁化,从而形成磁极。与这样形成的磁极和来自外侧定子14的场系统协同地,环形转子12产生转矩。类似地,卷绕在环形转子12的内侧凸极26周围的内侧转子线圈28接收由内侧定子16的内侧励磁线圈36形成的场系统,以便产生感应电流。内侧凸极26被感应电流磁化,从而形成磁极。与这样形成的磁极和来自内侧定子16的场系统协同地,环形转子12产生转矩。

[0044] 因此,在环形转子12中未配置永磁体,但产生转矩。这是无磁体旋转电机10的转矩产生原理。

[0045] 图1中的(b)至(j)是旋转电机10中的绕组回路的构型图。在它们之中,(b)是示出基本构型的视图。在(b)中,一个磁极包括两个外侧凸极22、23和两个内侧凸极26、27。在下文中,为了区分沿周向彼此邻接的凸极,一侧被称作L侧,而另一侧被称作R侧,并且另外,隔着环形的转子轭部20的径向外侧被称作O侧,而径向内侧被称作I侧。L侧的外侧凸极22是在O侧的一侧凸极,而R侧的外侧凸极23是在O侧的另一侧凸极。类似地,L侧的内侧凸极26是在I侧的一侧凸极,而R侧的内侧凸极27是在I侧的另一侧凸极。

[0046] 如图1中的 (b) 所示,卷绕在外侧凸极22、23周围的线圈以相同方式卷绕,但外侧凸极22、23的彼此不同之处在于作为整流装置的它们各自的二极管的连接方向彼此相反。类似地,卷绕在内侧凸极26、27周围的线圈以相同方式卷绕,但内侧凸极26、27的彼此不同之处在于作为整流装置的它们各自的二极管的连接方向彼此相反。这是因为构成一个磁极的两个凸极构造使得被在它们各自的线圈中流动的感应电流所磁化的凸极的相应磁极的取向彼此相反。在 (b) 的例子中,外侧凸极22的末端侧为N极,而与其邻接的外侧凸极23的末端侧为S极。另外,内侧凸极26的末端侧为S极,而与其邻接的内侧凸极27的末端侧为N极。

[0047] 因此,L侧与R侧之间的差别仅在于作为整流装置的相应二极管的连接方向彼此相反。鉴于这一点,代表性地参考L侧说明线圈和整流装置之间的连接关系。

[0048] 作为在O侧的一侧线圈的外侧转子线圈24卷绕在L侧的外侧凸极22周围,并且在O侧的一侧整流装置38与外侧转子线圈24连接。在作为一侧线圈的外侧转子线圈24中,外侧凸极22的末端侧端子与一侧整流装置38的阳极连接,而外侧凸极22的根部侧端子与一侧整流装置38的阴极连接。因此,感应电流从外侧凸极22的根部侧朝其末端侧以螺旋方式在作为在O侧的一侧线圈的外侧转子线圈24中流动,并且因此,外侧凸极22以使得其末端侧变成N极且其根部侧变成S极的方式被磁化。

[0049] 作为在I侧的一侧线圈的内侧转子线圈28卷绕在L侧的内侧凸极26周围,并且在I侧的一侧整流装置40与内侧转子线圈28连接。在作为一侧线圈的内侧转子线圈28中,内侧凸极26的根部侧端子与一侧整流装置40的阳极连接,而内侧凸极26的末端侧端子与一侧整流装置40的阴极连接。因此,感应电流从内侧凸极26的末端侧朝根部侧以螺旋方式在作为在I侧的一侧线圈的内侧转子线圈28中流动,并且因此,内侧凸极26以使得其末端侧变成S极且其根部侧变成N极的方式被磁化。

[0050] 作为在O侧的一侧线圈的外侧转子线圈24和一侧整流装置38构成在O侧的一侧绕组回路42,并且作为在I侧的一侧线圈的内侧转子线圈28和一侧整流装置40构成在I侧的一侧绕组回路44。

[0051] 就R侧而言,在O侧的外侧凸极23是另一侧凸极,并且由另一侧线圈和在O侧的另一侧整流装置构成的在O侧的另一侧绕组回路配置在其中。类似地,在I侧的内侧凸极27是另一侧凸极,并且由另一侧线圈和在I侧的另一侧整流装置构成的在I侧的另一侧绕组回路配置在其中。

[0052] 由于另一侧整流装置与在O侧的另一侧线圈的连接方向与一侧整流装置38与作为在O侧的一侧线圈的外侧转子线圈24的连接方向相反,所以感应电流从外侧凸极23的末端侧朝其根部侧以螺旋方式在位于O侧的另一侧线圈中流动,并且因此,外侧凸极23以使得其末端侧变成S极且其根部侧变成N极的方式被磁化。

[0053] 由于另一侧整流装置与在I侧的另一侧线圈的连接方向与一侧整流装置40与作为在I侧的一侧线圈的内侧转子线圈28的连接方向相反,所以感应电流从内侧凸极27的根部侧朝其末端侧以螺旋方式在位于I侧的另一侧线圈中流动,并且因此,内侧凸极27以使得其末端侧变成N极且其根部侧变成S极的方式被磁化。

[0054] 图1中的 (c) 的构型从 (b) 的基本构型改变成使得均在L侧的O侧的一侧绕组回路42和I侧的一侧绕组回路44彼此并联连接,并且类似地,均在R侧的O侧的另一侧绕组回路和I侧的另一侧绕组回路彼此并联连接。与 (b) 相比,在 (c) 的构型中,在L侧的整流装置的数量

从2变成1,并且在R侧的整流装置的数量从2变成1。这可以降低成本。

[0055] 图1中的(d)的构型从(b)的基本构型改变成使得均在L侧的O侧的一侧绕组回路42和I侧的一侧绕组回路44彼此串联连接,并且类似地,均在R侧的O侧的另一侧绕组回路和I侧的另一侧绕组回路彼此串联连接。与(b)相比,在(d)的构型中,在L侧的整流装置的数量从2变成1,并且在R侧的整流装置的数量从2变成1。这可以降低成本。

[0056] 图1中的(e)的构型从(b)的基本构型改变成使得一侧线圈在O侧被分成感应线圈和共用线圈。就作为在L侧的一侧线圈的外侧转子线圈24而言,感应线圈46配置在外侧凸极22的末端侧,而共用线圈48配置在根部侧。与在R侧的另一侧线圈相似,感应线圈配置在外侧凸极23的末端侧,而共用线圈配置在根部侧。

[0057] 由来自定子的场系统产生的感应电流在凸极的末端变得较强,但在根部侧变得较弱。因此,感应线圈的主要作用是通过来自定子的场系统产生感应电流,而共用线圈的主要作用是通过感应电流将凸极磁化以使得凸极用作磁极。通过适当地设定感应线圈的绕圈数与共用线圈的绕圈数之比,可以实现旋转电机10的输出的改善。根据实验,感应线圈的绕圈数与共用线圈的绕圈数之比优选在3:7左右。在图1中的(e)的例子中,作为模型,感应线圈的绕圈数为1,而共用线圈的绕圈数为2。

[0058] 图1中的(f)的构型从(b)的基本构型改变成使得一侧线圈在O侧和I侧中的任一者被分成感应线圈和共用线圈。

[0059] 图1中的(g)是就图1中的(f)而言在L侧的绕组回路与在R侧的绕组回路连接成将在L侧的共用线圈与在R侧的共用线圈串联连接、由此形成在O侧的一个T形回路和在I侧的一个T形回路的视图。在图1中的(b)至(f)中,L侧和R侧彼此独立,使得感应电流由整流装置半波整流。相比而言,在(g)中,在L侧的共用线圈与在R侧的共用线圈串联连接,使得感应电流在各凸极中被全波整流。因此,旋转电机10的输出大幅改善。稍后将参考图3说明包括T形回路的构型的(g)的细节。

[0060] 图1中的(h)是就(g)而言在O侧的T形回路与在I侧的T形回路并联连接的构型图,而图1中的(i)是就(g)而言在O侧的T形回路与在I侧的T形回路串联连接的构型图。因此,当O侧和I侧彼此并联或串联连接时,可以使整流装置的数量为已在(c)、(d)中说明的数量的二分之一。将参考图4说明(h)的细节。将参考图5说明(i)的细节。

[0061] 图1中的(j)是示出就(i)而言省略了在I侧的感应线圈的构型的视图。在此构型中,四个线圈——即,在O侧的L侧共用线圈和R侧共用线圈以及在I侧的一侧线圈和另一侧线圈——彼此串联连接,以便形成共用线圈部。与(i)相比,在(j)中在I侧未配置感应线圈,使得一侧线圈的绕圈数和另一侧线圈的绕圈数只能增加这么多,由此可以实现各凸极的更强磁化。因此,旋转电机10的输出改善。将参考图6说明(j)的细节。

[0062] 如在图1中的(c)至(j)中所述,可由(b)中的基本构型做出各种示例性构型。图2归纳了各示例性构型。图2的横轴表示在O侧的绕组回路和在I侧的绕组回路是独立地设置,还是并联连接,又或还是串联连接。纵轴表示卷绕在凸极周围的线圈是被设置为一个连续体还是被分成感应线圈和共用线圈,并且还表示在L侧的绕组回路是否与在R侧的绕组回路连接。

[0063] 根据图2所示的分类,可考虑18种示例性构型。图2示出18种示例性构型中的哪一种与图1中的(b)至(j)的各示例性构型对应。从提高旋转电机10的输出的观点看,认为(h)

至(j)的构型是优选的。在这些构型之中,(g)至(j)的构型稍微复杂,因此参考图3至6更具体地进一步说明它们。

[0064] 图3是示出图1中的(g)的构型的细节的视图。图3中的(a)是接线图,图3中的(b)是等价回路图。在图3中的(a)中,示出了隔着环形的转子轭部20的O侧和I侧,并且示出了均在O侧的作为一侧凸极的外侧凸极22和作为另一侧凸极的外侧凸极23以及均在I侧的作为一侧凸极的内侧凸极26和作为另一侧凸极的内侧凸极27。

[0065] 这里,卷绕在作为在O侧的一侧凸极的外侧凸极22周围的感应线圈由 $C_{L0}(T)$ 表示,而其周围的共用线圈由 $C_{L0}(F)$ 表示。C指线圈,L指L侧,O指O侧,T指末端侧并且表示感应线圈,而F指根部侧并且表示共用线圈。在以下说明中,卷绕在作为在O侧的另一侧凸极的外侧凸极23周围的感应线圈由 $C_{R0}(T)$ 表示,卷绕在其周围的共用线圈由 $C_{R0}(F)$ 表示,卷绕在作为在I侧的一侧凸极的内侧凸极26周围的感应线圈由 $C_{LI}(T)$ 表示,卷绕在其周围的共用线圈由 $C_{LI}(F)$ 表示,卷绕在作为在I侧的另一侧凸极的外侧凸极23周围的感应线圈由 $C_{RI}(T)$ 表示,并且卷绕在其周围的共用线圈由 $C_{RI}(F)$ 表示。在O侧的一侧整流装置38由 D_{L0} 表示,而在I侧的一侧整流装置40由 D_{LI} 表示。由此,D表示二极管,而L、O、I分别表示L侧、O侧和I侧。类似地,在O侧的另一侧整流装置由 D_{R0} 表示,而在I侧的另一侧整流装置由 D_{RI} 表示。

[0066] 在图3中的(a)中,各线圈 $C_{L0}(T)$ 、 $C_{L0}(F)$ 、 $C_{R0}(T)$ 、 $C_{R0}(F)$ 、 $C_{LI}(T)$ 、 $C_{LI}(F)$ 、 $C_{RI}(T)$ 、 $C_{RI}(F)$ 的两个端子上的“圆中的黑点”和“圆中的十字标记”各自表示线圈的卷绕方向。“圆中的黑点”表示绕组从纸面的另一侧来到纸面的近侧,而“圆中的十字标记”表示绕组从纸面的近侧来到纸面的另一侧。这里,“圆中的黑点”的端子被称作各线圈的一个端子,而“圆中的十字标记”的端子被称作各线圈的另一个端子。在图3中的(b)中,“黑点”表示各线圈的一个端子侧。各整流装置 D_{L0} 、 D_{R0} 、 D_{LI} 、 D_{RI} 中的“A”表示阳极,而其中的“K”表示阴极。这适用于图4至6。

[0067] 如在图1中的(g)中所述,在图3中,卷绕在各凸极周围的线圈被分成感应线圈和共用线圈,均在O侧的L侧绕组回路和R侧绕组回路彼此连接成构成在O侧的T形回路,并且类似地,均在I侧的L侧绕组回路和R侧绕组回路彼此连接成构成在I侧的T形回路。

[0068] 用于图1中的(g)的基本构型是图1中的(f)中的构型。在(f)中,在O侧和I侧两者,L侧绕组回路和R侧绕组回路彼此独立。例如,在O侧的L侧绕组回路通过作为一侧凸极的外侧凸极22中的感应线圈来产生感应电流,使得外侧凸极22被共用线圈磁化。流过感应线圈的感应电流由整流装置整流,从而感应电流以使得电流在半个周期流动但在另外半个周期无电流流动的方式被半波整流。外侧凸极22的磁化仅针对半个周期被执行。类似地,在作为另一侧凸极的外侧凸极23中,感应电流以使得电流在半个周期流动但在另外半个周期无电流流动的方式被半波整流。外侧凸极23的磁化也仅针对半个周期被执行。外侧凸极22被磁化的半个周期和外侧凸极23被磁化的半个周期的相应位相彼此偏移,使得外侧凸极22未被磁化的半个周期与外侧凸极23被磁化的半个周期大致对应。

[0069] 在图1中的(g)中,卷绕在外侧凸极22周围的线圈中的共用线圈与卷绕在外侧凸极23周围的共用线圈串联连接,以便结合被半波整流成形成被全波整流的感应电流的两种感应电流。由此,在O侧的外侧凸极22、23的磁化周期延长,由此实现旋转电机10的输出的改善。因此,T形回路具有这样的构型,即卷绕在L侧凸极周围的共用线圈与卷绕在R侧凸极周围的共用线圈串联连接,以便形成共用线圈部,使得来自卷绕在L侧凸极周围的感应线圈的

感应电流和来自卷绕在R侧凸极周围的感应线圈的感应电流流入共用线圈部中。

[0070] 参考图3的 (b) 说明T形回路的构型。图3的 (b) 中的上侧的等价回路图表示在O侧的T形回路50, 而其中的下侧的等价回路图表示在I侧的T形回路52。由于在O侧的T形回路50和在I侧的T形回路52对称, 所以以下说明在O侧的T形回路50。

[0071] 这里, 一侧绕组回路的一侧共用线圈 C_{L0} (F) 与另一侧绕组回路的另一侧共用线圈 C_{R0} (F) 串联连接, 以便形成共用线圈部。此外, 一侧绕组回路的一侧感应线圈 C_{L0} (T) 的一个端子与一侧整流装置 D_{L0} 的阳极A连接, 并且另一侧绕组回路的另一侧感应线圈 C_{R0} (T) 的一个端子与另一侧整流装置 D_{R0} 的阳极A连接。于是, 一侧感应线圈 C_{L0} (T) 的另一个端子和另一侧感应线圈 C_{R0} (T) 的另一个端子与共用线圈部的一个端子连接。即, 共用线圈部的一个端子与一侧感应线圈 C_{L0} (T) 和另一侧感应线圈 C_{R0} (T) 之间的串联连接部的连接点54连接。此外, 一侧整流装置 D_{L0} 的阴极K和另一侧整流装置 D_{R0} 的阴极K与共用线圈部的另一个端子连接。即, 共用线圈部的另一个端子与一侧整流装置 D_{L0} 和另一侧整流装置 D_{R0} 之间的连接点56连接。

[0072] 由于两个共用线圈 C_{L0} (F) 和 C_{R0} (F) 之间的串联连接部与两个感应线圈 C_{L0} (T) 和 C_{R0} (T) 之间的串联连接部的连接点54连接成形成T形, 所以由此形成的回路称为“T形回路”。类似地, 就I侧而言, 两个共用线圈 C_{LI} (F) 和 C_{RI} (F) 之间的串联连接部与两个感应线圈 C_{LI} (T) 和 C_{RI} (T) 之间的串联连接部的连接点55连接成形成T形回路52的T形。注意, 在I侧的两个整流装置 D_{LI} 、 D_{RI} 之间的连接点57被示出与在O侧的两个整流装置 D_{L0} 、 D_{R0} 之间的连接点56对应。

[0073] 在图3的 (b) 中, 感应电流流动的方向用箭头表示。就O侧而言, 来自两个感应线圈 C_{L0} (T) 和 C_{R0} (T) 的相应感应电流流入通过将两个共用线圈 C_{L0} (F) 和 C_{R0} (F) 彼此串联连接而形成的共用线圈部中。类似地, 就I侧而言, 来自两个感应线圈 C_{LI} (T) 和 C_{RI} (T) 的相应感应电流流入通过将两个共用线圈 C_{LI} (F) 和 C_{RI} (F) 彼此串联连接而形成的共用线圈部中。由此, 被半波整流并从L侧感应线圈流来的感应电流和被半波整流并从R侧感应线圈流来的感应电流被结合以便形成被全波整流的感应电流, 由此改善旋转电机10的输出。

[0074] 图4是图1中的 (h) 的详图, 而图5是图1中的 (i) 的详图。如图2所示, 以使得在图3中描绘的在O侧的T形回路50和在I侧的T形回路52彼此并联连接并且整流装置的数量能减至图3的基本构型的一半的方式获得这两种构型。

[0075] 图4的构型是这样, 即图3中的基本构型中的在O侧的T形回路50和在I侧的T形回路52彼此并联连接。如图4中的 (a) 的接线图和图4中的 (b) 的等价回路图所示, 在O侧的两个整流装置 D_{L0} 、 D_{R0} 之间的连接点56与在I侧的两个整流装置 D_{L0} 、 D_{R0} 之间的连接点57连接。然而, 在O侧的两个感应线圈 C_{L0} (T) 和 C_{R0} (T) 之间的连接点54和在I侧的两个感应线圈 C_{LI} (T) 和 C_{RI} (T) 之间的连接点55彼此独立, 并且彼此不连接。于是, 在O侧的感应线圈 C_{L0} (T) 的一个端子和在I侧的感应线圈 C_{LI} (T) 的一个端子彼此连接, 并且在O侧的感应线圈 C_{R0} (T) 的一个端子和在I侧的感应线圈 C_{RI} (T) 的一个端子彼此连接。由此, 在O侧的T形回路50和在I侧的T形回路52彼此并联连接, 从而能省略在I侧的整流装置 D_{LI} 、 D_{RI} 。

[0076] 图5的构型是这样, 即图3中的基本构型中的在O侧的T形回路50和在I侧的T形回路52彼此串联连接。如图5中的 (a) 的接线图和图5中的 (b) 的等价回路图所示, 在O侧的两个共用线圈 C_{L0} (F)、 C_{R0} (F) 和在I侧的两个共用线圈 C_{LI} (F)、 C_{RI} (F) 彼此串联连接, 以便形成一个共用线圈部。此外, 在L侧的两个感应线圈 C_{L0} (T)、 C_{LI} (T) 彼此串联连接, 并且串联连接部的另

一个端子经由连接点58与在R侧的两个感应线圈 $C_{R0}(T)$ 、 $C_{RI}(T)$ 之间的串联连接部的另一个端子连接。共用线圈部的一个端子与连接点58连接,并且共用线圈部的另一个端子与两个整流装置 D_{L0} 、 D_{R0} 的相应阴极K之间的连接点56连接。整流装置 D_{L0} 的阳极A与在O侧的L侧感应线圈 $C_{L0}(T)$ 的一个端子连接,而整流装置 D_{R0} 的阳极A与在O侧的R侧感应线圈 $C_{R0}(T)$ 的一个端子连接。由此,在O侧的T形回路50与在I侧的T形回路52串联连接,从而能省略在I侧的整流装置 D_{LI} 、 D_{RI} 。

[0077] 图6是图1中的(j)的详图。当将图6与图5比较时,在I侧的感应线圈 $C_{LI}(T)$ 、 $C_{RI}(T)$ 被省略,并且代之以使用未区分感应线圈与共用线圈的普通线圈 C_{LI} 、 C_{RI} 。即,相应绕组连续卷绕于在I侧的内侧凸极26、27周围。由于感应线圈被省略,所以绕组的绕圈数只比共用线圈的绕圈数大那么多。例如,当能卷绕在一个凸极周围的绕组的绕圈数为10时,感应线圈的绕圈数为3,并且共用线圈的绕圈数为7,普通线圈 C_{LI} 、 C_{RI} 的绕圈数可被设定为10,这大于作为共用线圈的绕圈数的7。

[0078] 如图6中的(b)所示,共用线圈部构造成使得在L侧的共用线圈 $C_{L0}(F)$ 和在R侧的共用线圈 $C_{R0}(F)$ 与普通线圈 C_{LI} 和 C_{RI} 串联连接。如上所述,当能卷绕在一个凸极周围的绕组的绕圈数为10时,感应线圈的绕圈数为3,并且共用线圈的绕圈数为7,图6的共用线圈部的总绕圈数为34(=7+7+10+10)。相比而言,图5中的共用线圈部的总绕圈数为28(=7+7+7+7)。当认为共用线圈部的凸极的磁动势与线圈的绕圈数成比例时,图6中的构型的共用线圈部的磁动势为图5中的构型的共用线圈部的磁动势的1.2(=34/28)倍。

[0079] 由于在图6中省略了在I侧的感应线圈 $C_{LI}(T)$ 、 $C_{RI}(T)$,所以认为由感应线圈产生的感应电流的大小比图5的情况小。然而,普通线圈 C_{LI} 、 C_{RI} 也产生感应电流,因此其间的差别小。鉴于这一点,在考虑所有事情的情况下,与图5的构型相比,在图6的构型中提高了各凸极的磁极特性。因此,与图5的构型相比,在图6的构型中改善了旋转电机10的输出。

[0080] 如上所述,从改善旋转电机10的输出的观点看,图4、5的构型的改善程度与图3的构型相同。然而,与此相比,在图6的构型中旋转电机10的输出进一步改善。此外,从旋转电机10的成本的观点看,与图3的构型相比,在图4至6的构型中能够实现成本的降低。一般而言,作为旋转电机10,图4或图5的构型比图3的构型更优选,并且图6的构型比图4或图5的构型进一步更优选。

[0081] 图7是示出用于外侧励磁线圈32和内侧励磁线圈36的驱动回路的视图。用于外侧励磁线圈32的驱动回路由电源70和用于与电源70连接的外侧定子14的三相逆变器回路72构成。用于内侧励磁线圈36的驱动回路由电源70和用于与电源70连接的内侧定子16的三相逆变器回路74构成。三相逆变器回路72、74是共用电源70的直流/交流变换回路,彼此并联连接,并且独立地设置。由此,外侧励磁线圈32和内侧励磁线圈36独立地接受驱动控制。驱动控制由车辆驱动控制部(未示出)进行。

[0082] 用于外侧励磁线圈32的极数和用于内侧励磁线圈36的极数相同。因此,在外侧励磁线圈32和内侧励磁线圈36被彼此同步地驱动的规格的情况下,能共用三相逆变器回路。图8是示出被共通化的三相逆变器回路76、外侧励磁线圈32和内侧励磁线圈36之间的连接关系的视图。图9是示出连接关系的模型图。这样,外侧励磁线圈32的各相的一个端子与三相逆变器回路76连接,外侧励磁线圈32的各相的一个端子与内侧励磁线圈36的对应各相的另一个端子连接,并且内侧励磁线圈36的各相的另一个端子彼此连接,以便形成中性点N。

因此,当三相逆变器回路76被共通化时,可以降低驱动回路的成本。

[0083] 图10是示出旋转电机10中的磁通流的一个例子的视图。这里,由内侧定子16中的V相内侧励磁线圈36形成的磁通的方向与由外侧定子14中的V相外侧励磁线圈32形成的磁通的方向相同。磁通流由虚线箭头表示。沿该虚线箭头,磁通流经一环路,在该环路中,磁通从内侧定子16的V相内侧定子凸极34进入面向V相内侧定子凸极34的环形转子12的内侧凸极26中,流入外侧凸极22以便进入面向外侧凸极22的外侧定子14的V相外侧定子凸极30,经由外侧定子14的轭部进入外侧定子14的U相外侧定子凸极30,然后进入环形转子12的外侧凸极22和内侧凸极26及内侧定子16的U相内侧定子凸极34,并最终经由内侧定子16的轭部返回至V相内侧定子凸极34。

[0084] 由于由外侧定子14的外侧励磁线圈32和内侧定子16的内侧励磁线圈36形成的磁通,感应电流流过环形转子12的V相内侧转子线圈28和外侧转子线圈24。由此,环形转子12的内侧凸极26和外侧凸极22被磁化,由此形成沿图10所示的方向的磁极。与这样形成在环形转子12中的磁极以及来自外侧定子14和内侧定子16的场系统协同地,环形转子12沿由图10所示的实线箭头所示的方向旋转,由此产生转矩。这样,在无磁体旋转电机10中产生了转矩。

[0085] 根据这样构成的旋转电机10,外侧定子14和内侧定子16被驱动,使得最大转矩上升至约1.5倍。因此,当这样上升的转矩维持在常规额定值时,能降低最大电流,由此可以减小转子线圈的铜损。因此,可以改善旋转电机10的输出。此外,可以减小旋转电机10的尺寸。此外,通过将设置在沿周向彼此邻接的凸极中的L侧绕组回路和R侧绕组回路连接,能减少二极管的数量,由此实现低成本。

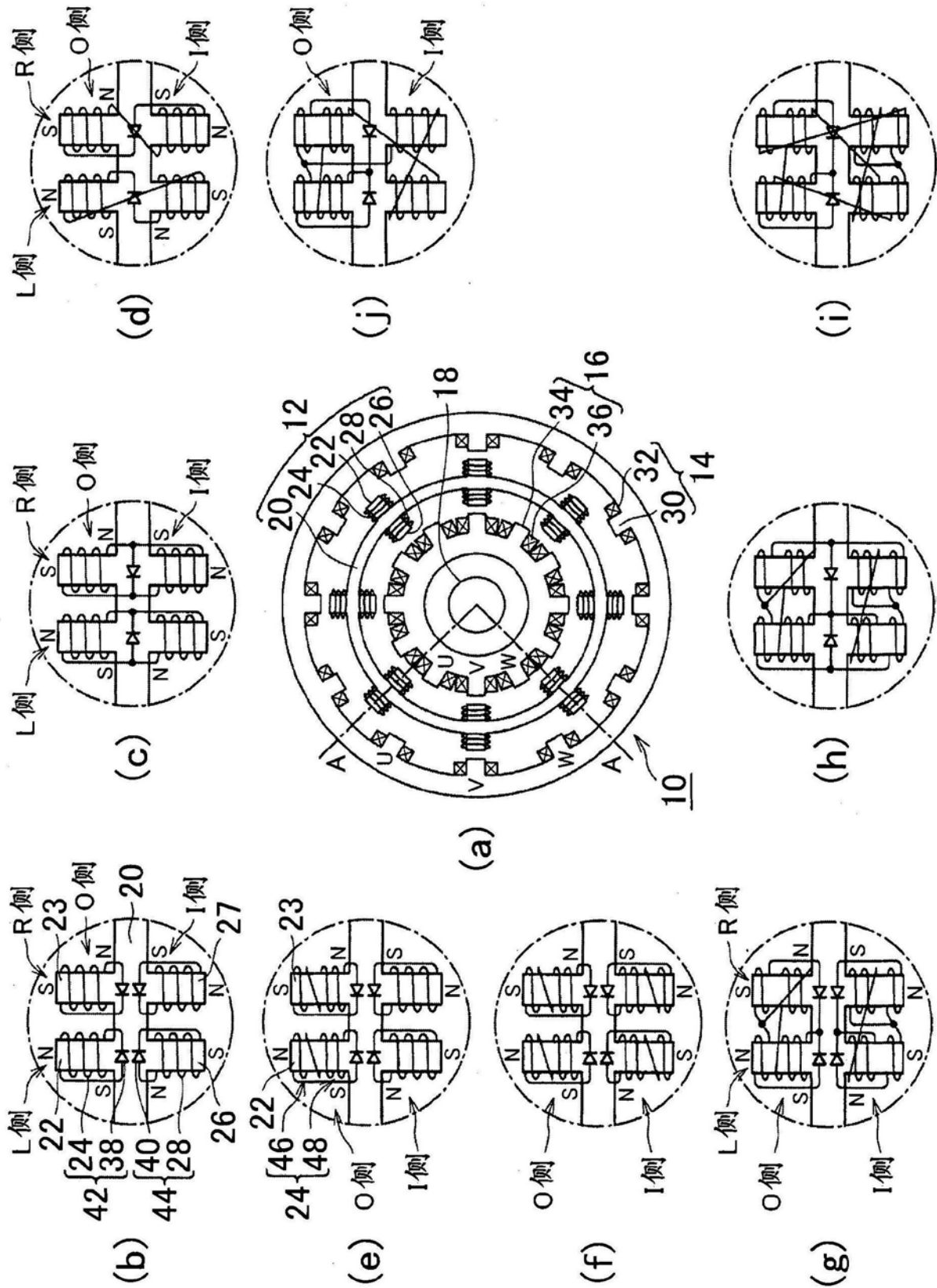


图1

			内侧绕组回路和 外侧绕组回路(OI)		
			独立	并联	串联
周向上邻接的凸极绕组(LR)	LR独立	$\begin{matrix} O \\ \\ \text{一个线圈} \end{matrix}$	(b)	(c)	(d)
		$\begin{matrix} O \\ \text{TF线圈} \\ \\ \text{一个线圈} \end{matrix}$	(e)		
		$\begin{matrix} O \\ \\ \text{TF线圈} \end{matrix}$	(f)		
	LR连接	$\begin{matrix} O \\ \\ \text{一个线圈} \end{matrix}$			
		$\begin{matrix} O \\ \text{TF线圈} \\ \\ \text{一个线圈} \end{matrix}$			(j)
		$\begin{matrix} O \\ \\ \text{TF线圈} \end{matrix}$	(g)	(h)	(i)

图2

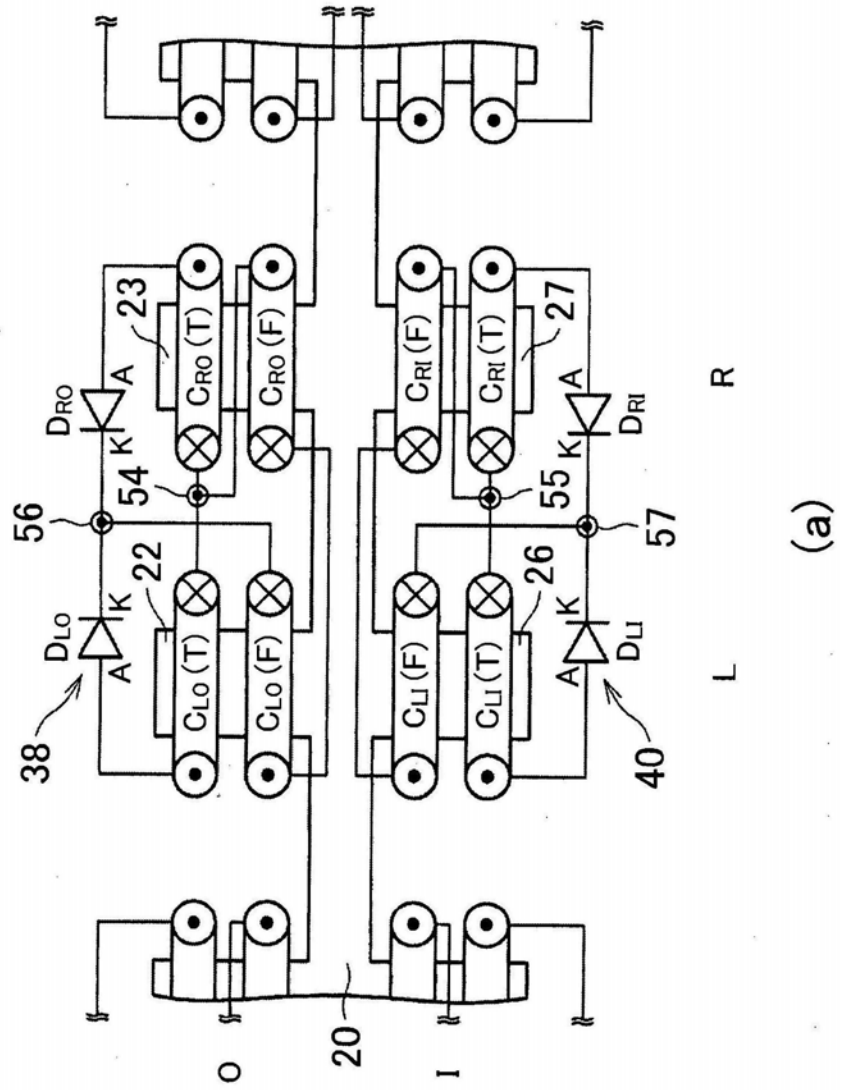
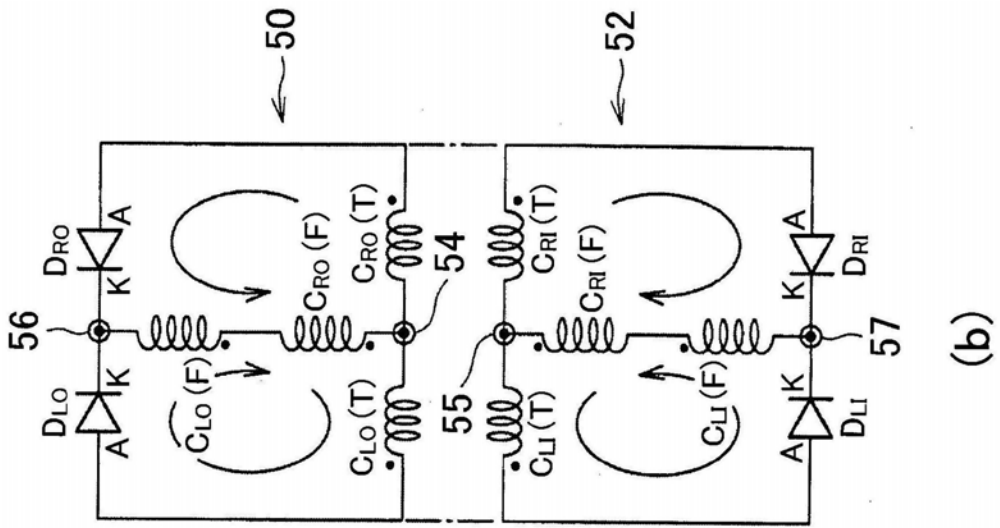


图3

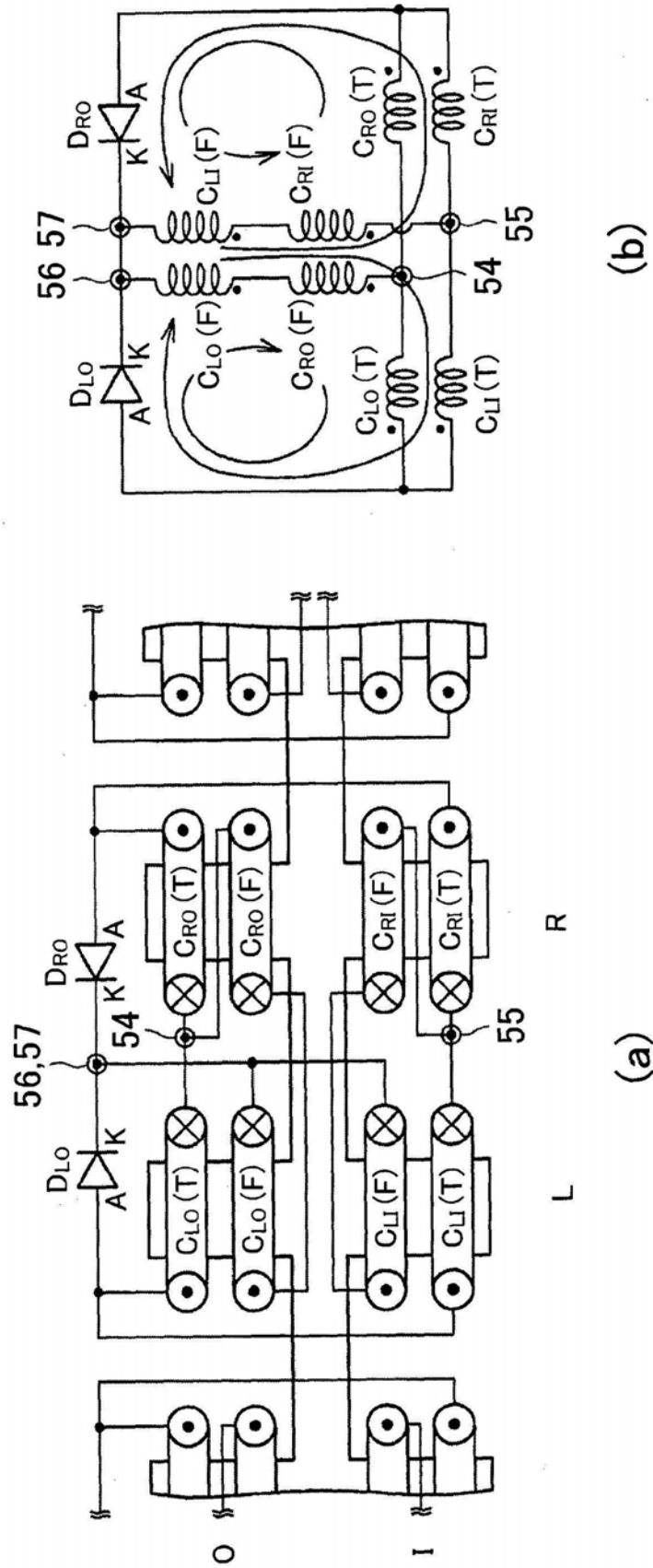


图4

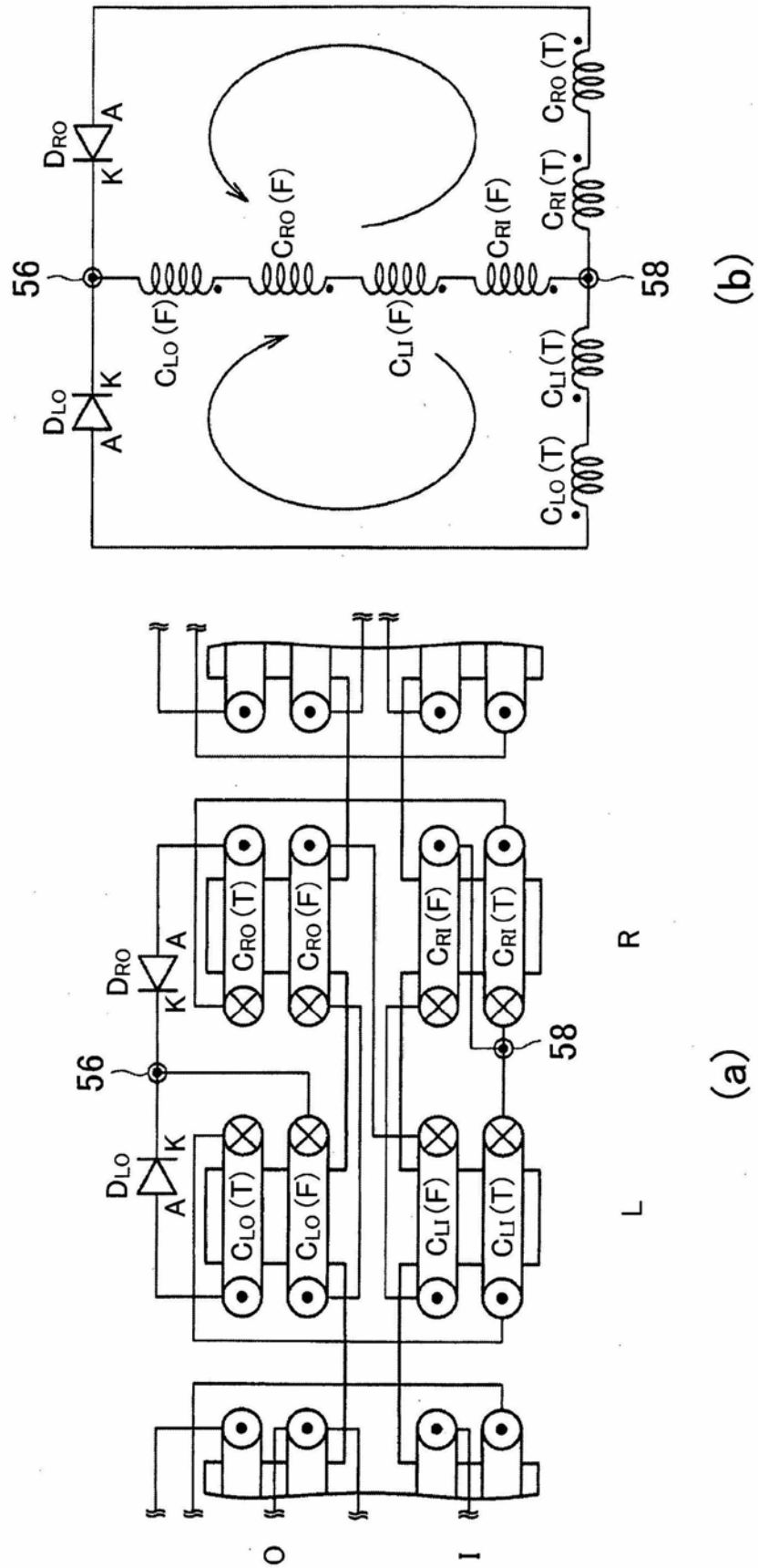


图5

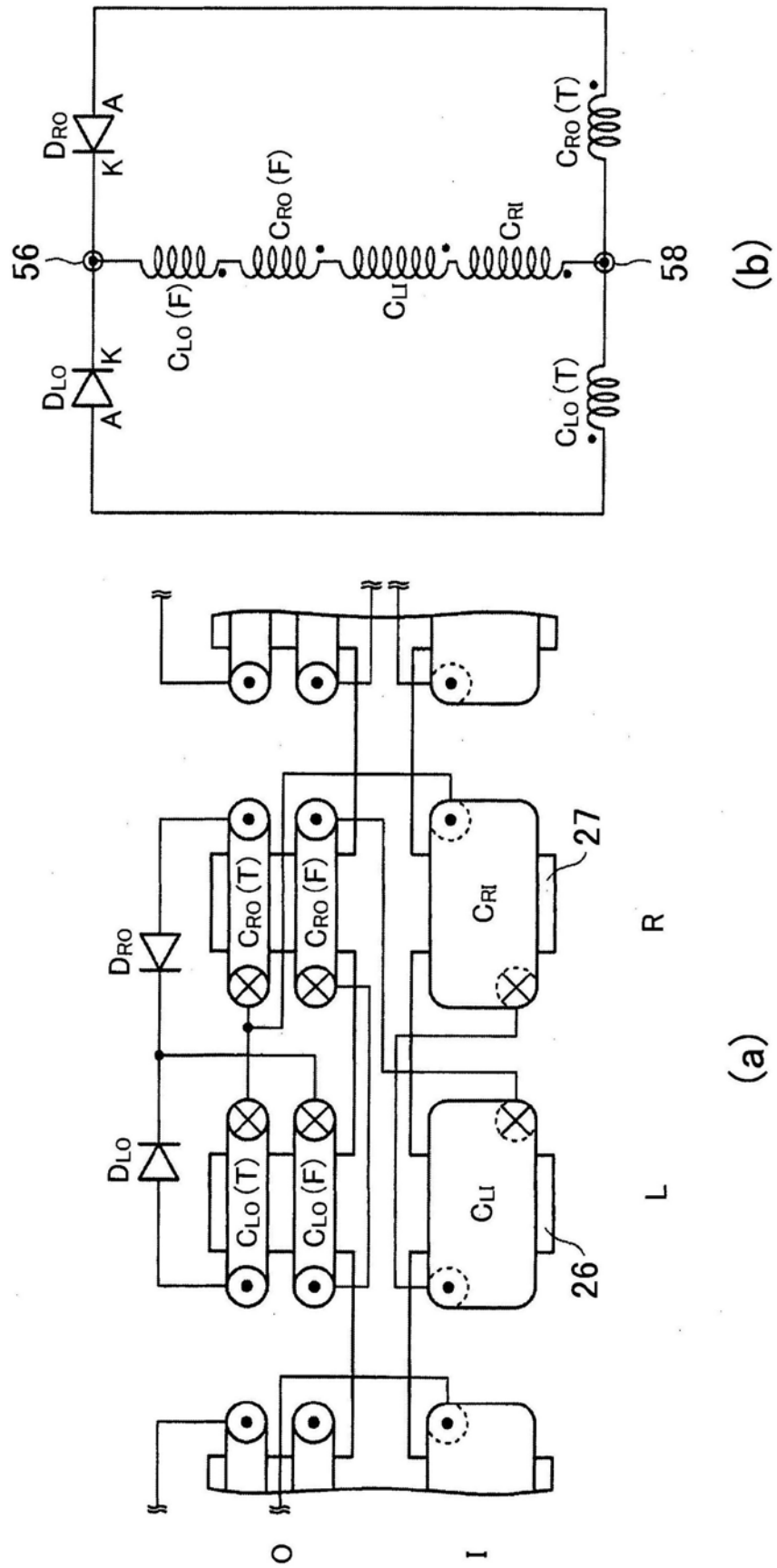


图6

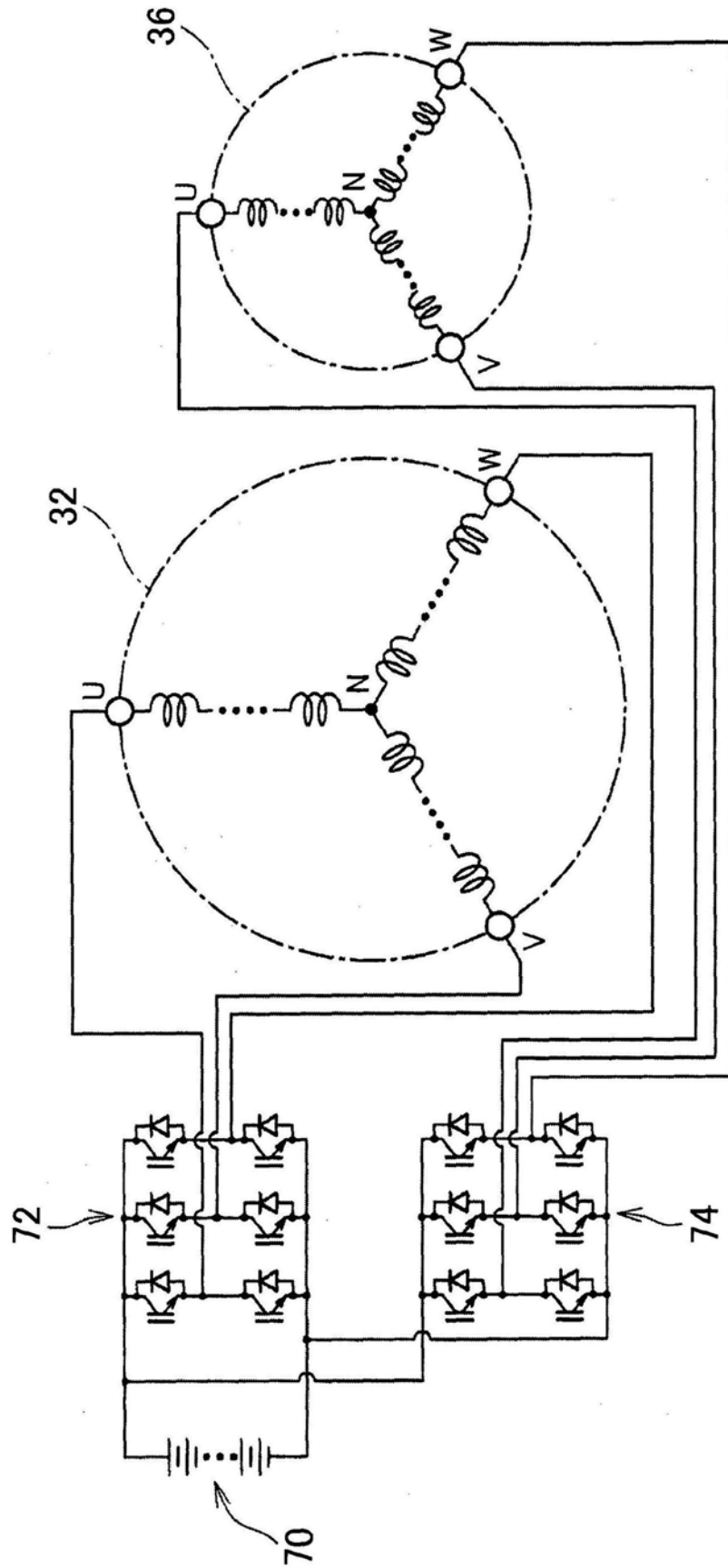


图7

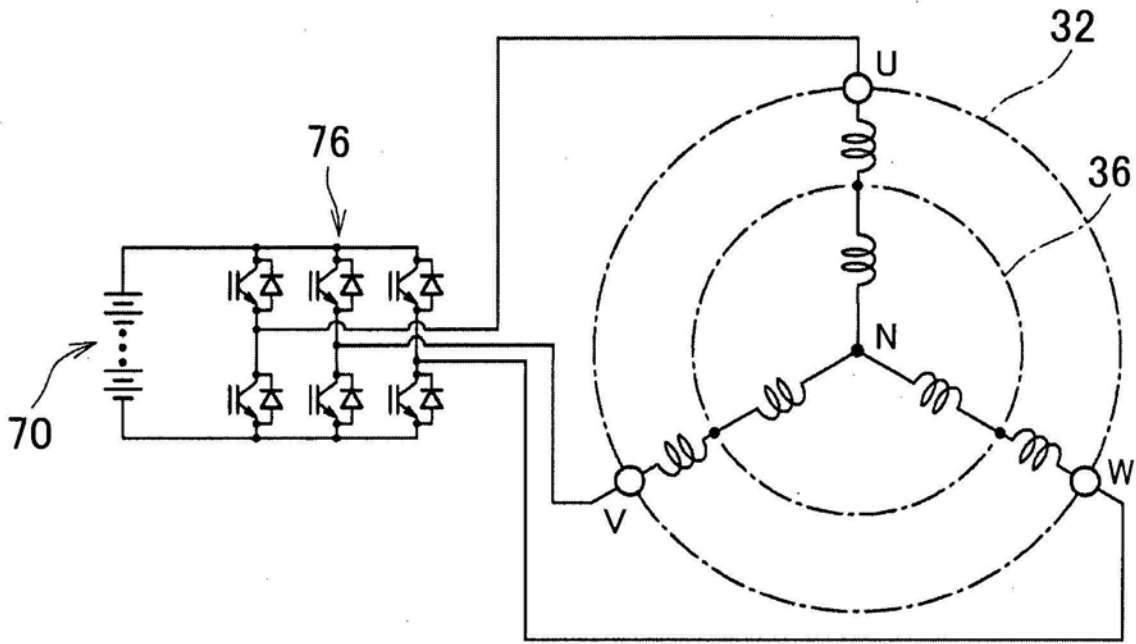


图8

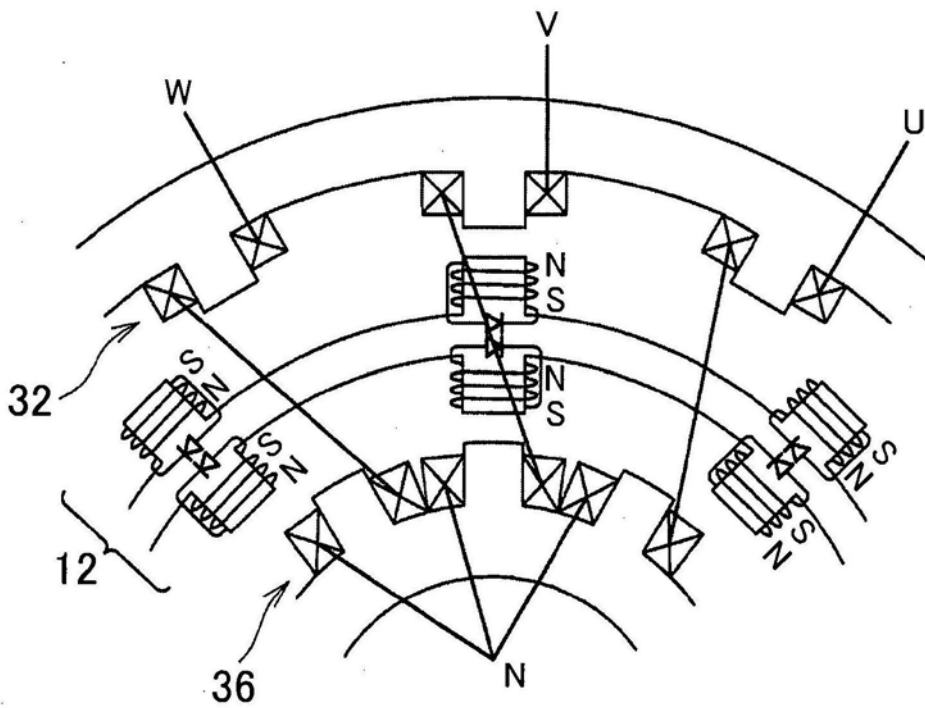


图9

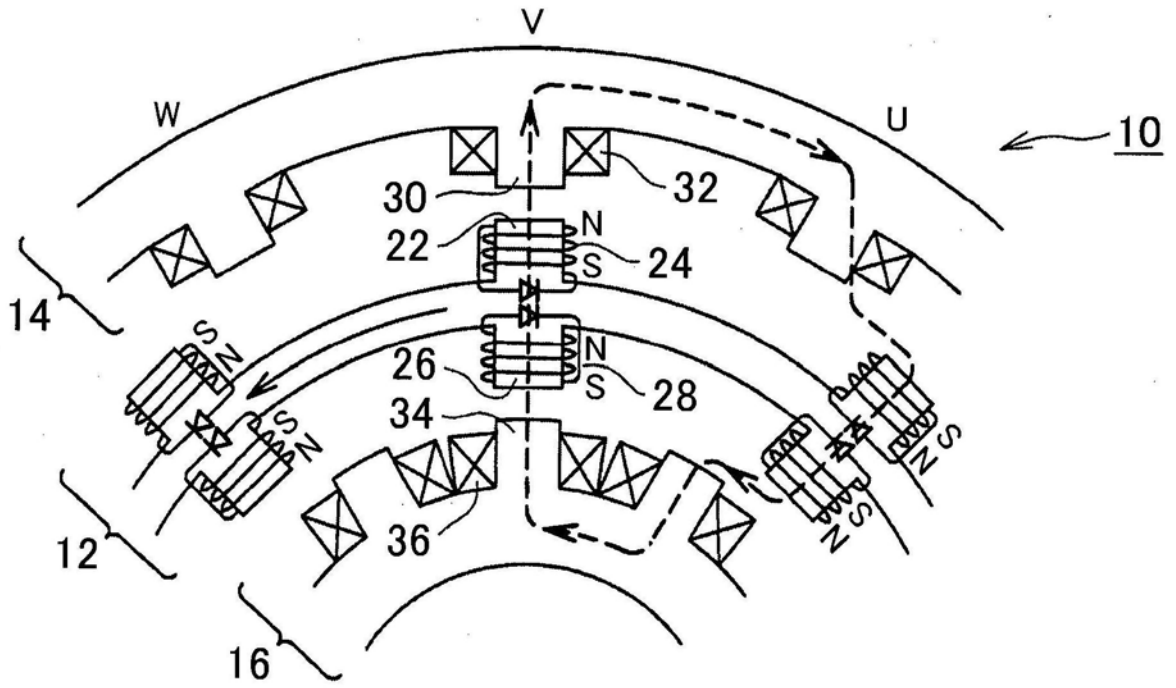


图10