



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116097549 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 09

(21) 申请号 202080104101.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.08.13

H02K 3/18 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.02.07

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/030751 2020.08.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/034665 JA 2022.02.17

(71) 申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 增子智希 松冈笃

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 欧阳柳青

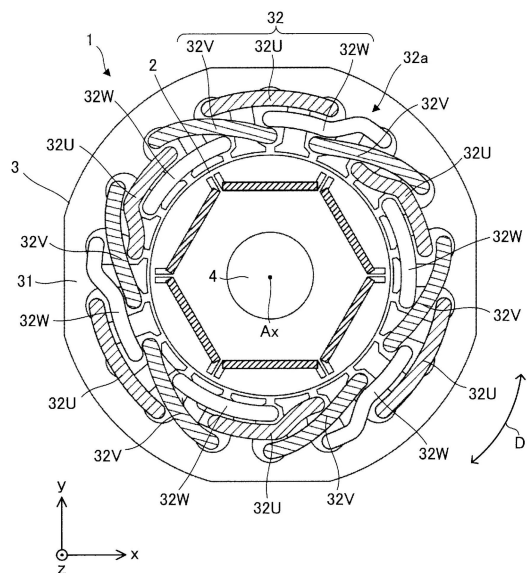
权利要求书2页 说明书22页 附图29页

(54) 发明名称

电动机、驱动装置、压缩机及空调机

(57) 摘要

电动机(1)具有转子(2)、定子(3)和接线切换部(60)。定子(3)具有定子铁芯(31)和3相线圈(32),其中,定子铁芯(31)具有 $6 \times n$ 个(n 为1以上的整数)槽(311),3相线圈(32)形成 $2 \times n$ 个磁极。接线切换部(60)对3相线圈(32)的接线状态在第1接线状态与第2接线状态之间进行切换。3相线圈(32)在线圈端部(32a)处具有 $2 \times n$ 个U相线圈(32U)、 $2 \times n$ 个V相线圈(32V)以及 $2 \times n$ 个W相线圈(32W)。3相线圈(32)的各线圈在定子铁芯(31)的一端侧每隔1个槽地配置于2个槽(311)。



1. 一种电动机,其中,所述电动机具备:

定子,其具有定子铁芯和3相线圈,所述定子铁芯具有 $6 \times n$ 个槽,其中 n 为1以上的整数,所述3相线圈以分布绕组方式安装于所述定子铁芯,并形成 $2 \times n$ 个磁极;

转子,其具有永磁铁,并配置于所述定子的内侧;以及

接线切换部,其对所述3相线圈的接线状态在第1接线状态和与所述第1接线状态不同的第2接线状态之间进行切换,

所述3相线圈在所述3相线圈的线圈端部处具有 $2 \times n$ 个U相线圈、 $2 \times n$ 个V相线圈以及 $2 \times n$ 个W相线圈,

所述3相线圈的各线圈在所述定子铁芯的一端侧每隔1个槽地配置于所述 $6 \times n$ 个槽中的2个槽。

2. 一种电动机,其中,所述电动机具备:

定子,其具有定子铁芯和3相线圈,所述定子铁芯具有 $9 \times n$ 个槽,其中 n 为1以上的整数,所述3相线圈以分布绕组方式安装于所述定子铁芯,并形成 $4 \times n$ 个磁极;

转子,其具有永磁铁,并配置于所述定子的内侧;以及

接线切换部,其对所述3相线圈的接线状态在第1接线状态和与所述第1接线状态不同的第2接线状态之间进行切换,

所述3相线圈在所述3相线圈的线圈端部处具有 $3 \times n$ 个U相线圈、 $3 \times n$ 个V相线圈以及 $3 \times n$ 个W相线圈,

所述3相线圈的各线圈在所述定子铁芯的一端侧每隔1个槽地配置于所述 $9 \times n$ 个槽中的2个槽。

3. 根据权利要求2所述的电动机,其中,

所述 $3 \times n$ 个U相线圈、所述 $3 \times n$ 个V相线圈以及所述 $3 \times n$ 个W相线圈分别包括以第1线圈、第2线圈和第3线圈为一组的 n 组线圈组,

所述 $9 \times n$ 个槽分别包括:内层,其配置有所述3相线圈中的1个线圈;以及外层,其在径向上设置于所述内层的外侧,并配置有所述3相线圈中的1个线圈,

所述第1线圈配置于所述内层,

所述第2线圈配置于所述外层,

所述U相线圈的各所述第3线圈的一部分配置于配置有所述U相线圈的所述第2线圈的所述槽的内层,

所述U相线圈的各所述第3线圈的另一部分配置于配置有所述V相线圈的所述第1线圈的所述槽的所述外层,

所述V相线圈的各所述第3线圈的一部分配置于配置有所述V相线圈的所述第2线圈的所述槽的所述内层,

所述V相线圈的各所述第3线圈的另一部分配置于配置有所述W相线圈的所述第1线圈的所述槽的所述外层,

所述W相线圈的各所述第3线圈的一部分配置于配置有所述W相线圈的所述第2线圈的所述槽的所述内层,

所述W相线圈的各所述第3线圈的另一部分配置于配置有所述U相线圈的所述第1线圈的所述槽的所述外层。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的电动机,其中,
在所述3相线圈的所述接线状态为所述第1接线状态时,所述转子以与空调机的中间条件对应的旋转速度旋转,
在所述3相线圈的所述接线状态为所述第2接线状态时,所述转子以与所述空调机的额定条件对应的旋转速度旋转。
5. 根据权利要求1至3中的任一项所述的电动机,其中,
在所述转子以与空调机的中间条件对应的旋转速度旋转时,所述3相线圈的所述接线状态为所述第1接线状态,
在所述转子以与所述空调机的额定条件对应的旋转速度旋转时,所述3相线圈的所述接线状态为所述第2接线状态。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电动机,其中,
所述第1接线状态为Y形接线,所述第2接线状态为三角形接线。
7. 根据权利要求6所述的电动机,其中,
在所述电动机的旋转速度达到了所述Y形接线下的所述电动机的电动机效率与所述三角形接线下的所述电动机的电动机效率一致的旋转速度的情况下,所述接线切换部将所述3相线圈的所述接线状态设定为所述三角形接线。
8. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电动机,其中,
所述第1接线状态为所述3相线圈的各相线圈串联地连接的串联连接,所述第2接线状态为所述3相线圈的各相线圈并联地连接的并联连接。
9. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电动机,其中,
所述第1接线状态为所述3相线圈的各相线圈串联地连接的串联连接,所述第2接线状态为在所述3相线圈的各相中m个线圈并联地连接的m并联连接,其中m为2以上的整数。
10. 根据权利要求9所述的电动机,其中,
在设与空调机的中间条件对应的旋转速度为N1、与所述空调机的额定条件对应的旋转速度为N2的情况下,满足 $(N2/N1) > m$,其中m为2以上的整数。
11. 一种驱动装置,其中,所述驱动装置具备:
权利要求1至10中的任一项所述的电动机;以及
控制装置,其对所述接线切换部进行控制。
12. 一种压缩机,其中,所述压缩机具备:
密闭容器;
压缩装置,其配置于所述密闭容器内;以及
权利要求1至10中的任一项所述的电动机,其驱动所述压缩装置。
13. 一种空调机,其中,所述空调机具备:
权利要求12所述的压缩机;以及
热交换器。

电动机、驱动装置、压缩机及空调机

技术领域

[0001] 本发明涉及电动机。

背景技术

[0002] 通常,使用具备以分布绕组方式安装于定子铁芯的3相线圈的电动机(例如,专利文献1)。在具备3相线圈的电动机中,在形成3相线圈的绕组(也称为定子绕组)的匝数较多的情况下,能够以较少的电流(也称为电动机电流)使电动机驱动,从而能够降低逆变器损耗。其结果是,能够提高电动机的效率(也称为电动机效率)。然而,在绕组的匝数较多的情况下,存在3相线圈中的感应电压上升,无法提高电动机的旋转速度的情况。另一方面,在绕组的匝数较少的情况下,能够降低3相线圈中的感应电压,能够提高电动机的旋转速度。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平09-154266号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 然而,在现有技术中,在提高了电动机的旋转速度的情况下,根据3相线圈的连接状态,有时在3相线圈中会产生感应电压的3次谐波成分引起的循环电流,导致电动机的性能降低。其结果是,存在电动机的效率降低的问题。

[0008] 本发明的目的在于提高电动机的效率。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明的一个方式的电动机具备:

[0011] 定子,其具有定子铁芯和3相线圈,所述定子铁芯具有 $6 \times n$ 个槽,其中 n 为1以上的整数,所述3相线圈以分布绕组方式安装于所述定子铁芯,并形成 $2 \times n$ 个磁极;

[0012] 转子,其具有永磁铁,并配置于所述定子的内侧;以及

[0013] 接线切换部,其对所述3相线圈的接线状态在第1接线状态和与所述第1接线状态不同的第2接线状态之间进行切换,

[0014] 所述3相线圈在所述3相线圈的线圈端部处具有 $2 \times n$ 个U相线圈、 $2 \times n$ 个V相线圈以及 $2 \times n$ 个W相线圈,

[0015] 所述3相线圈的各线圈在所述定子铁芯的一端侧每隔1个槽地配置于所述 $6 \times n$ 个槽中的2个槽。

[0016] 本发明的另一方式的电动机具备:

[0017] 定子,其具有定子铁芯和3相线圈,所述定子铁芯具有 $9 \times n$ 个槽,其中 n 为1以上的整数,所述3相线圈以分布绕组方式安装于所述定子铁芯,并形成 $4 \times n$ 个磁极;

[0018] 转子,其具有永磁铁,并配置于所述定子的内侧;以及

[0019] 接线切换部,其对所述3相线圈的接线状态在第1接线状态和与所述第1接线状态

不同的第2接线状态之间进行切换，

[0020] 所述3相线圈在所述3相线圈的线圈端部处具有 $3 \times n$ 个U相线圈、 $3 \times n$ 个V相线圈以及 $3 \times n$ 个W相线圈，

[0021] 所述3相线圈的各线圈在所述定子铁芯的一端侧每隔1个槽地配置于所述 $9 \times n$ 个槽中的2个槽。

[0022] 本发明的另一方式的驱动装置具备：

[0023] 所述电动机；以及

[0024] 控制装置，其对所述接线切换部进行控制。

[0025] 本发明的另一方式的压缩机具备：

[0026] 密闭容器；

[0027] 压缩装置，其配置于所述密闭容器内；以及

[0028] 所述电动机，其驱动所述压缩装置。

[0029] 本发明的另一方式的空调机具备：

[0030] 所述压缩机；以及

[0031] 热交换器。

[0032] 发明效果

[0033] 根据本发明，能够提高电动机的效率。

附图说明

[0034] 图1是概要地示出实施方式1的电动机的结构的俯视图。

[0035] 图2是概要地示出转子的结构的剖视图。

[0036] 图3是概要地示出定子的结构的俯视图。

[0037] 图4是示出槽内的3相线圈的配置的图。

[0038] 图5是示意性地示出线圈端部处的3相线圈的配置以及槽内的3相线圈的配置的图。

[0039] 图6是示出在各相中串联地连接的线圈的例子的图。

[0040] 图7是示出在各相中并联地连接的线圈的例子的图。

[0041] 图8是示出用于将3相线圈插入定子铁芯内的插入器具的例子的图。

[0042] 图9是示出将3相线圈插入定子铁芯内的工序的例子的图。

[0043] 图10是示出将3相线圈插入定子铁芯内的工序的例子的图。

[0044] 图11是示出驱动装置的结构框图。

[0045] 图12是示出驱动装置的结构框图。

[0046] 图13是示意性地示出通过Y形接线连接的3相线圈的图。

[0047] 图14是示意性地示出通过三角形接线连接的3相线圈的图。

[0048] 图15是示出电动机中的线间电压与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0049] 图16是示出电动机中的线间电压与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0050] 图17是示出电动机的转矩与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0051] 图18是示出电动机效率与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0052] 图19是示出电动机效率与旋转速度之间的关系的曲线图。

- [0053] 图20是示出比较例的电动机的俯视图。
- [0054] 图21是示意性地示出比较例的电动机的线圈端部处的3相线圈的配置以及槽内的3相线圈的配置的图。
- [0055] 图22是概要地示出实施方式3的电动机的结构的俯视图。
- [0056] 图23是概要地示出图22所示的电动机的转子的结构的剖视图。
- [0057] 图24是概要地示出图22所示的电动机的定子的结构的俯视图。
- [0058] 图25是示出图24所示的定子的槽内的3相线圈的配置的图。
- [0059] 图26是示意性地示出图24所示的定子的线圈端部处的3相线圈的配置以及槽内的3相线圈的配置的图。
- [0060] 图27是概要地示出实施方式4的电动机的结构的俯视图。
- [0061] 图28是示意性地示出图27所示的电动机的定子的线圈端部处的3相线圈的配置以及槽内的3相线圈的配置的图。
- [0062] 图29是概要地示出实施方式5的压缩机的结构的剖视图。
- [0063] 图30是概要地示出实施方式6的制冷空调装置的结构图。

具体实施方式

[0064] 实施方式1.

[0065] 在各图所示的xyz直角坐标系中,z轴方向(z轴)表示与电动机1的轴线Ax平行的方向,x轴方向(x轴)表示与z轴方向(z轴)垂直的方向,y轴方向(y轴)表示与z轴方向和x轴方向双方垂直的方向。轴线Ax是定子3的中心,也是转子2的旋转中心。与轴线Ax平行的方向也称为“转子2的轴向”、或者也简称为“轴向”。径向是转子2或定子3的半径方向,是与轴线Ax垂直的方向。xy平面是与轴向垂直的平面。箭头D1表示以轴线Ax为中心的周向。转子2或定子3的周向也简称为“周向”。

[0066] 〈电动机1〉

[0067] 图1是概要地示出实施方式1的电动机1的结构的俯视图。

[0068] 电动机1具有:转子2,其具有多个磁极;定子3;以及轴4,其固定于转子2。电动机1例如是永磁铁同步电动机。

[0069] 转子2以能够旋转的方式配置于定子3的内侧。在转子2与定子3之间存在气隙。转子2以轴线Ax为中心旋转。

[0070] 图2是概要地示出转子2的结构的剖视图。

[0071] 转子2具有转子铁芯21和至少1个永磁铁22。转子2具有 $2 \times n$ 个(n为1以上的整数)磁极。

[0072] 转子铁芯21具有多个磁铁插入孔211、以及配置有轴4的轴孔212。转子铁芯21也可以还具有作为与各磁铁插入孔211连通的空间的至少1个磁通屏障部。

[0073] 在本实施方式中,转子2具有多个永磁铁22。各永磁铁22被配置于各磁铁插入孔211内。

[0074] 1个永磁铁22形成转子2的1个磁极、即N极或S极。这里,也可以是2个以上的永磁铁22形成转子2的1个磁极。

[0075] 在本实施方式中,在xy平面中,形成转子2的1个磁极的1个永磁铁22被笔直地配

置。这里,也可以是在xy平面中,形成转子2的1个磁极的1组永磁铁22被配置成具有V字形状。

[0076] 转子2的各磁极的中心位于转子2的各磁极(即,转子2的N极或S极)的中心。转子2的各磁极(也简称为“各磁极”或“磁极”)意味着起到转子2的N极或S极的作用的区域。

[0077] 〈定子3〉

[0078] 图3是概要地示出定子3的结构俯视图。

[0079] 图4是示出槽311内的3相线圈32的配置的图。

[0080] 图5是示意性地示出线圈端部32a处的3相线圈32的配置以及槽311内的3相线圈32的配置的图。在图5中,虚线表示线圈端部32a处的各相线圈,点划线表示各槽311内的内层与外层之间的边界。

[0081] 如图3所示,定子3具有:定子铁芯31;以及3相线圈32,其以分布绕组方式被安装于定子铁芯31。

[0082] 定子铁芯31具有环状的磁轭、从磁轭沿径向延伸的多个齿、以及配置有3相线圈32的 $6 \times n$ 个(n 为1以上的整数)槽311。各槽311例如也被称为第1槽、第2槽、……、第N槽。如图4和图5所示, $6 \times n$ 个槽311分别包括:内层,其配置有3相线圈32中的1个线圈;以及外层,其在径向上设置于内层的外侧,并配置有3相线圈32中的1个线圈。即,在图4和图5所示的例子中,各槽311内的空间被分为内层和外层。在本实施方式中, $n=3$ 。因此,在图3至图5所示的例子中,定子铁芯31具有18个槽311。

[0083] 3相线圈32(即,各相线圈)具有配置于槽311内的线圈边、以及未配置于槽311内的线圈端部32a。各线圈端部32a是3相线圈32在轴向上的端部。

[0084] 3相线圈32在各线圈端部32a处具有 $2 \times n$ 个U相线圈32U、 $2 \times n$ 个V相线圈32V以及 $2 \times n$ 个W相线圈32W。换言之,3相线圈32在定子铁芯31上具有 $2 \times n$ 个U相线圈32U、 $2 \times n$ 个V相线圈32V以及 $2 \times n$ 个W相线圈32W。即,3相线圈32具有第1相、第2相以及第3相这3相。例如,第1相为U相,第2相为V相,第3相为W相。在本实施方式中,3相分别被称为U相、V相以及W相。图1和图3所示的各U相线圈32U、各V相线圈32V以及各W相线圈32W也简称为线圈。

[0085] 在本实施方式中, $n=3$ 。因此,在图1和图3所示的例子中,在线圈端部32a处,3相线圈32具有6个U相线圈32U、6个V相线圈32V以及6个W相线圈32W。这里,各相线圈的数量不限于6个。在本实施方式中,定子3在2个线圈端部32a处具有图3所示的结构。这里,定子3只要在2个线圈端部32a中的一方具有图3所示的结构即可。

[0086] 当在3相线圈32中流过电流时,3相线圈32形成 $2 \times n$ 个磁极。在本实施方式中, $n=3$ 。因此,在本实施方式中,当在3相线圈32中流过电流时,3相线圈32形成6个磁极。

[0087] 如图1和图3所示,3相线圈32的各线圈在定子铁芯31的一端侧以2槽间距被配置于槽311内。2槽间距意味着“每2个槽”。即,2槽间距意味着,1个线圈每2个槽地配置于槽311。换言之,2槽间距意味着,1个线圈每隔1个槽地配置于槽311。因此,如图1和图3所示,3相线圈32的各线圈在定子铁芯31的一端侧每隔1个槽地配置于2个槽311。换言之,3相线圈32的各线圈在定子铁芯31的一端侧隔着1个槽311而配置于2个槽311。

[0088] 如图4和图5所示,在各槽311中配置有2个线圈。各线圈与其它相线圈一起被配置于各槽311。即,在各槽311中配置有不同相的2个线圈。各相线圈被配置于6处的内层以及6处的外层。

[0089] 〈槽311内的U相线圈32U的配置〉

[0090] 以下,对槽311内的U相线圈32U的配置具体地进行说明。

[0091] $2 \times n$ 个U相线圈32U中的n个U相线圈32U被配置于槽311的外层。 $2 \times n$ 个U相线圈32U中的其它n个U相线圈32U被配置于槽311的内层。在图1所示的例子中,3个U相线圈32U被配置于槽311的外层,其它3个U相线圈32U被配置于槽311的内层。

[0092] 〈槽311内的V相线圈32V的配置〉

[0093] 以下,对槽311内的V相线圈32V的配置具体地进行说明。

[0094] V相线圈32V的一部分配置于配置有U相线圈32U的槽311的内层。V相线圈32V的另一部分配置于配置有W相线圈32W的槽311的外层。即,在各V相线圈32V的一部分被配置于配置有其它相线圈的槽311的外层的情况下,各V相线圈32V的另一部分被配置于配置有其它相线圈的槽311的内层。在各V相线圈32V的一部分被配置于配置有其它相线圈的槽311的内层的情况下,各V相线圈32V的另一部分被配置于配置有其它相线圈的槽311的外层。

[0095] 〈槽311内的W相线圈32W的配置〉

[0096] 以下,对槽311内的W相线圈32W的配置具体地进行说明。

[0097] $2 \times n$ 个W相线圈32W中的n个W相线圈32W被配置于槽311的外层。 $2 \times n$ 个W相线圈32W中的其它n个W相线圈32W被配置于槽311的内层。在图1所示的例子中,3个W相线圈32W被配置于槽311的外层,其它3个W相线圈32W被配置于槽311的内层。

[0098] 〈线圈端部32a的3相线圈32的配置〉

[0099] 配置于槽311的外层的n个U相线圈32U在周向上等间隔地配置。配置于槽311的内层的n个U相线圈32U在周向上等间隔地配置。 $2 \times n$ 个V相线圈32V在周向上等间隔地配置。配置于槽311的外层的n个W相线圈32W在周向上等间隔地配置。配置于槽311的内层的n个W相线圈32W在周向上等间隔地配置。

[0100] 〈基波的绕组系数〉

[0101] 在本实施方式的电动机1中,3个槽311与转子2的1个磁极对应,各线圈以2槽间距被配置于槽311。因此,各线圈的基波的短距绕组系数 k_p 通过以下的式子求出。

$$[0102] \quad k_p = \sin \{P / (Q/S)\} \times (\pi/2)$$

[0103] 分布绕组方式的3相线圈32的短距绕组系数是表示1个线圈所能够交链的磁通量的比率的系数。在设P为3相线圈32的磁极的数量,Q为槽311的数量,S为槽间距数时,在本实施方式中, $P=6, Q=18, S=2$ 。由此, $k_p = \sin \{(6/9) \times (\pi/2)\} = 0.866$ 。

[0104] 分布绕组方式的3相线圈32的分布绕组系数 k_d 是校正与3相线圈32交链的磁通的相位差的系数。在设每极每相槽数为q时,基波的分布绕组系数 k_d 通过以下的式子求出。

$$[0105] \quad k_d = \{\sin(\pi/6)\} / [q \times \sin\{(\pi/6)/q\}]$$

在本实施方式中, $q=1$ 。由此, $k_d=1$ 。

[0106] 因此,在本实施方式中,电动机1的基波的绕组系数 k_w 通过以下的式子求出。

$$[0107] \quad k_w = k_p \times k_d = 0.866 \times 1 = 0.866$$

[0108] 〈3次绕组系数〉

[0109] 在本实施方式的电动机1中,3个槽311与转子2的1个磁极对应,各线圈以2槽间距被配置于槽311。因此,各线圈的3次短距绕组系数 k_{p3} 通过以下的式子求出。

$$[0110] \quad k_{p3} = \sin \{3 \times P / (Q \times S)\} \times (\pi/2)$$

[0111] 在设P为3相线圈32的磁极的数量,Q为槽311的数量,S为槽间距数时,在本实施方

式中, $P=6, Q=18, S=2$ 。由此, $kp_3 = \sin\{(3 \times 6/9) \times (\pi/2)\} = 0$ 。

[0112] 在设每极每相槽数为 q 时, 3次分布绕组系数 kd_3 通过以下的式子求出。

[0113] $kd_3 = \{\sin(3 \times \pi/6)\} / [q \times \sin\{(3 \times \pi/6)/q\}]$

[0114] 在本实施方式中, $q=1$ 。由此, $kd_3=1$ 。

[0115] 因此, 在本实施方式中, 电动机1的3次绕组系数 kw_3 通过以下的式子求出。

[0116] $kw_3 = kp_3 \times kd_3 = 0 \times 1 = 0$

[0117] 在电动机的3相线圈通过三角形接线(也称为 Δ 形接线)连接的情况下, 有时在3相线圈中会产生循环电流, 导致电动机的性能降低。通常, 循环电流是因在各相线圈中产生的感应电压中包含的3次谐波成分引起的。在本实施方式中, 由于定子3具有上述3相线圈32的配置, 因此在各相线圈中产生的感应电压中不包含3次谐波成分。

[0118] 〈各相中的线圈连接〉

[0119] 图6是示出在各相中串联地连接的线圈的例子的图。

[0120] 在各相中, 定子3的线圈例如串联地连接。在图6所示的例子中, 3个U相线圈32U串联地连接, 3个V相线圈32V串联地连接, 3个W相线圈32W串联地连接。

[0121] 图7是示出在各相中并联地连接的线圈的例子的图。

[0122] 在各相中, 定子3的线圈例如并联地连接。在图7所示的例子中, 3个U相线圈32U并联地连接, 3个V相线圈32V并联地连接, 3个W相线圈32W并联地连接。

[0123] 〈绝缘部件〉

[0124] 定子3也可以具有使3相线圈32的各相线圈绝缘的绝缘部件。绝缘部件例如是绝缘纸。

[0125] 〈插入器具〉

[0126] 图8是示出用于将3相线圈32插入定子铁芯31内的插入器具9的例子的图。

[0127] 图9和图10是示出将3相线圈插入定子铁芯31内的工序的例子的图。

[0128] 3相线圈32例如通过插入器具9而被安装于预先制作的定子铁芯31。在本实施方式中, 将3相线圈32以分布绕组方式安装于定子铁芯31。在通过图8所示的插入器具9将3相线圈32插入定子铁芯31的情况下, 如图9和图10所示, 将3相线圈32配置于插入器具9的叶片91间, 并将叶片91与3相线圈32一起插入定子铁芯31的内侧。接下来, 使3相线圈32沿轴向滑动而配置于槽311内。

[0129] 〈驱动装置100的结构〉

[0130] 接下来, 对驱动电动机1的驱动装置100进行说明。驱动装置100例如搭载于空调机(例如, 在实施方式6中进行说明的制冷空调装置7)。在该情况下, 电动机1搭载于该空调机, 用作空调机的驱动源。

[0131] 图11和图12是示出驱动装置100的结构的框图。在图11和图12中, 3相线圈32的接线状态互不相同。

[0132] 驱动装置100具有: 转换器102, 其对电源101的输出进行整流; 逆变器103, 其对电动机1的3相线圈32施加电压(具体而言为交流电压); 接线切换部60, 其对3相线圈32的接线状态在第1接线状态与第2接线状态之间进行切换; 以及控制装置50。接线切换部60也称为接线切换装置。从作为交流(AC)电源的电源101向转换器102供给电力。

[0133] 第1接线状态例如是Y形接线(也称为星形接线)。第2接线状态与第1接线状态不

同。在第1接线状态为Y形接线的情况下,第2接线状态为三角形接线。在本实施方式中,接线切换部60对3相线圈32的接线状态在Y形接线与三角形接线之间进行切换。

[0134] 电动机1也可以具有驱动装置100。电动机1也可以具有驱动装置100的构成要素中的一部分。例如,电动机1可以具有接线切换部60,也可以具有接线切换部60和控制装置50双方。

[0135] 电源101例如是200V(有效电压)的交流电源。转换器102是整流电路,例如输出280V的直流(DC)电压。将从转换器102输出的电压称为母线电压。从转换器102向逆变器103供给母线电压,并向电动机1的3相线圈32输出线间电压(也称为电动机电压)。逆变器103与配线104、105、106连接,所述配线104、105、106分别与U相线圈32U、V相线圈32V以及W相线圈32W连接。

[0136] U相线圈32U具有端子31U。V相线圈32V具有端子31V。W相线圈32W具有端子31W。

[0137] 接线切换部60具有开关61(也称为U相开关)、开关62(也称为V相开关)以及开关63(也称为W相开关)。开关61将U相线圈32U的端子31U与配线105或中性点33连接。开关62将V相线圈32V的端子31V与配线106或中性点33连接。开关63将W相线圈32W的端子31W与配线104或中性点33连接。在图11所示的例子中,开关61、62、63分别是继电器触点。这里,开关61、62、63中的各个开关也可以是半导体开关。

[0138] 配线104与U相线圈32U和开关63电连接。配线105与V相线圈32V和开关61电连接。配线106与W相线圈32W和开关62电连接。

[0139] 控制装置50对逆变器103和接线切换部60进行控制。控制装置50也可以对转换器102进行控制。控制装置50被输入来自用于操作空调机的遥控器55的运转指示信号、以及室内温度传感器54检测出的室内温度。例如,控制装置50根据这些输入信息向转换器102输出电压切换信号,向逆变器103输出逆变器驱动信号,并向接线切换部60输出接线切换信号。在接线切换部60进行3相线圈32的接线状态的切换时,控制装置50以在切换完成之前电动机1的旋转暂时停止的方式对逆变器103进行控制。

[0140] 在图11所示的状态下,接线切换部60将3相线圈32的接线状态设定为Y形接线。在该情况下,开关61将U相线圈32U的端子31U与中性点33连接,开关62将V相线圈32V的端子31V与中性点33连接,开关63将W相线圈32W的端子31W与中性点33连接。其结果是,图11所示的3相线圈32的接线状态为Y形接线。

[0141] 在图12中,接线切换部60的开关61、62、63从图11所示的接线切换部60的开关61、62、63的状态被切换为图12所示的状态。在图12所示的状态下,接线切换部60将3相线圈32的接线状态设定为三角形接线。在该情况下,开关61将U相线圈32U的端子31U与配线105连接,开关62将V相线圈32V的端子31V与配线106连接,开关63将W相线圈32W的端子31W与配线104连接。其结果是,图12所示的3相线圈32的接线状态为三角形接线。

[0142] 如图11和图12所示,接线切换部60通过切换开关61、62、63,能够对3相线圈32的接线状态在Y形接线与三角形接线之间进行切换。

[0143] 图13是示意性地示出通过Y形接线连接的3相线圈32的图。即,图13是示意性地示出图11所示的3相线圈32的接线状态的图。

[0144] 图14是示意性地示出通过三角形接线连接的3相线圈32的图。即,图14是示意性地示出图12所示的3相线圈32的接线状态的图。

[0145] 在转子2上搭载有永磁铁22的电动机1中,当转子2旋转时,永磁铁22的磁通与定子3的3相线圈32交链,在3相线圈32中产生感应电压。感应电压与转子2的旋转速度成比例,此外,也与3相线圈32的匝数成比例。电动机1的旋转速度越大,3相线圈32的匝数越多,则感应电压越大。

[0146] 图15是示出电动机1中的线间电压与旋转速度之间的关系的曲线图。在图15中,旋转速度N1与空调机(例如,在实施方式6中进行说明的制冷空调装置7)的中间条件对应,旋转速度N2与该空调机的额定条件对应。

[0147] 三角形接线(也表示为 Δ 形接线)使3相线圈32的线间电压(也称为电动机电压)低于Y形接线。在将匝数设为相同数量时,3相线圈32的接线状态为三角形接线的情况下的3相线圈32的相阻抗是3相线圈32的接线状态为Y形接线的情况下的 $1/\sqrt{3}$ 倍。因此,如图15所示,在将旋转速度设为相同时,3相线圈32的接线状态为三角形接线的情况下的线间电压是3相线圈32的接线状态为Y形接线的情况下的线间电压的 $1/\sqrt{3}$ 倍。

[0148] 即,在通过三角形接线对3相线圈32进行接线的情况下,如果将匝数设为Y形接线的情况下的 $\sqrt{3}$ 倍,则对于相同的转速N,线间电压与Y形接线的情况等效,因此,逆变器103的输出电流也与Y形接线的情况等效。

[0149] 通常,在向齿卷绕的匝数为几十匝以上的电动机中,由于如下所述的原因,与三角形接线相比,多采用Y形接线。一个原因是,与Y形接线相比,三角形接线的线圈的匝数较多,因此在制造工序中,3相线圈的绕线所需的时间较长。另一个原因是,在三角形接线的情况下,有可能产生循环电流。

[0150] 电动机1的磁转矩等于感应电压与流过3相线圈32的电流的积。即,3相线圈32的匝数越多,感应电压越高。因此,3相线圈32的匝数越多,用于产生所需的磁转矩的电流可以越少。其结果是,能够降低逆变器103的通电造成的损耗,提高电动机1的效率。另一方面,由于感应电压的上升,受感应电压支配的线间电压以更低的转速达到逆变器最大输出电压(即,从转换器102向逆变器103供给的母线电压),无法使旋转速度进一步加快。

[0151] 若减少3相线圈32的匝数,则感应电压降低,因此,受感应电压支配的线间电压在达到更高的旋转速度之前不会达到逆变器最大输出电压,从而能够进行高速旋转。然而,由于感应电压的降低,用于产生所需的磁转矩的电流增加,因此,逆变器103的通电造成的损耗增加,电动机1的效率降低。

[0152] 基于逆变器103的开关频率的观点,线间电压越接近逆变器最大输出电压,因逆变器103的开关的接通/断开占空比引起的谐波成分越少,因此能够降低因电流的谐波成分造成的铁损。

[0153] 图16是示出电动机1中的线间电压与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0154] 在图16中,旋转速度N1与中间条件对应,旋转速度N2与额定条件对应。线间电压与旋转速度成比例,直到达到相当于逆变器输出电压的最大值的电压 V_{max} 为止。在该情况下,能够以最大转矩以下的负载进行电动机1的运转,直到线间电压达到电压 V_{max} 为止。

[0155] 如图16所示,当线间电压达到电压 V_{max} 时,开始通过逆变器103进行弱磁控制。通过弱磁控制,能够抑制线间电压,从而能够提高电动机1的旋转速度。

[0156] 图17是示出电动机1的转矩与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0157] 如图17所示,在弱磁控制之后,随着旋转速度的增加,转矩降低。因此,为了得到所

要求的转矩,要限制旋转速度。

[0158] 在弱磁控制中,通过使d轴相位(即,抵消永磁铁22的磁通的方向)的电流流过3相线圈32而减弱感应电压。该电流被称为弱电流。在使用弱磁控制的电动机的运转中,除了需要流过用于产生通常的电动机转矩的电流以外,还需要流过弱电流,因此,因3相线圈32的电阻造成的铜损增加,逆变器103的通电损耗也增加。

[0159] 图18和图19是示出电动机效率与旋转速度之间的关系的曲线图。

[0160] 在稍微进行了弱磁控制的情况下,弱磁通造成的铁损的降低有时会超过逆变器103的通电损耗。即,如图18所示,电动机效率与旋转速度一起增加,在开始弱磁控制后不久电动机效率达到峰值,但在电动机效率达到峰值之后,电动机效率与旋转速度一起减少。包含逆变器效率的综合效率通过电动机效率×逆变器效率来表示。该综合效率也具有图18所示的特性。

[0161] 在图19中,旋转速度 N_1 、 N_{11} 、 N_{12} 及 N_2 的关系为 $N_1 < N_{11} < N_{12} < N_2$ 。旋转速度 N_{12} 是Y形接线下的电动机效率与三角形接线下的电动机效率一致的旋转速度。在图19所示的例子中,旋转速度 N_{12} 以下的档位是低速档位,大于旋转速度 N_{12} 的档位是高速档位。

[0162] 在本实施方式中,由于以使得线间电压在感应电压较小的低速档位中达到逆变器最大输出电压的方式对匝数进行调整,因此,如图19所示,在3相线圈32的接线状态为Y形接线的情况下,能够以旋转速度 N_{11} 得到较高的电动机效率。在该情况下,在旋转速度 N_{11} 时,线间电压等于逆变器输出电压的最大值。

[0163] 在图19所示的例子中,在旋转速度大于旋转速度 N_{12} 的情况下,与Y形接线下的电动机效率相比,三角形接线下的电动机效率较高。因此,在转子2的旋转速度达到了大于旋转速度 N_{11} 的旋转速度 N_{12} 的情况下,控制装置50以使3相线圈32的接线状态为三角形接线的方式对接线切换部60进行控制。接线切换部60依照控制装置50的指示而将3相线圈32的接线状态设定为三角形接线。在该情况下,如果3相线圈32的接线状态为Y形接线,则接线切换部60将3相线圈32的接线状态从Y形接线切换为三角形接线。另一方面,如果3相线圈32的接线状态已经为三角形接线,则接线切换部60不变更3相线圈32的接线状态而维持三角形接线。因此,在感应电压较高的高速档位,3相线圈32的接线状态为三角形接线。

[0164] 在某一旋转速度下,3相线圈32的接线状态为三角形接线的情况下的线间电压是3相线圈32的接线状态为Y形接线的情况下的线间电压的 $1/\sqrt{3}$ 倍。因此,当3相线圈32的接线状态从Y形接线切换为三角形接线时,能够抑制弱磁,在高速档位能够获得电动机效率,能够抑制转矩的降低。

[0165] 如上所述,在转子2的旋转速度从旋转速度 N_{11} 达到了旋转速度 N_{12} 的情况下,接线切换部60将3相线圈32的接线状态从Y形接线切换为三角形接线。其结果是,如图19中粗线所示,能够在低速档位(例如,中间条件)和高速档位(例如,额定条件)双方获得较高的电动机效率。

[0166] 当改善了压缩机的压缩效率、压缩机的电动机的运转效率、热交换器的热传递率等效率时,空调机的能效效率(Coefficient Of Performance:COP)提高。其结果是,空调机的运转成本(例如,消耗电力)以及CO₂排出量减少。

[0167] 虽然COP表示在某一定的温度条件下运转的情况下的性能的评价,但COP并没有将与季节相应的空调机的运转状况考虑进去。然而,在实际使用空调机时,由于外部空气温度

的变化,制冷或制热所需的能力以及消耗电力会发生变化。因此,为了在接近实际使用时的状态下进行评价,将全年能耗效率(Annual Performance Factor:APF)用作节能的指标。APF是通过确定某个模型案例,并计算全年的综合负荷和总耗电量而求出的。

[0168] 特别是,在由逆变器驱动的电动机中,能力根据压缩机的转速而变化,因此仅以额定条件进行接近实际使用的评价存在课题。

[0169] 空调机的APF是通过计算与一年间的综合负荷相应的耗电量而求出的。该值越大,则评价为节能性能越高。

[0170] 在一年间的综合负荷的详细内容中,中间条件的比率(例如,50%)最大,额定条件的比率(例如,25%)其次大。因此,在中间条件以及额定条件下提高电动机效率对于空调机的节能性能的提高是有效的。

[0171] APF的评价负荷条件下的压缩机的电动机的旋转速度根据空调机的能力以及热交换器的性能而变化。例如,在制冷能力22.4kW的空调机中,中间条件下的旋转速度N1为40rps,额定条件下的旋转速度N2为90rps。

[0172] <比较例>

[0173] 图20是示出比较例的电动机1a的俯视图。

[0174] 图21是示意性地示出比较例的电动机1a的线圈端部32a处的3相线圈32的配置以及槽311内的3相线圈32的配置的图。在图21中,虚线表示线圈端部32a处的各相线圈,点划线表示各槽311内的内层与外层之间的边界。

[0175] 在比较例中,3相线圈32以叠绕方式被安装于定子铁芯31。在该情况下,在各线圈端部32a处,各线圈的一侧被配置于槽311的外层,该线圈的另一侧被配置于另一槽311的内层。

[0176] 因此,在将3相线圈32以叠绕方式安装于定子铁芯31的情况下,难以使用插入器具(例如,图8所示的插入器具9)将3相线圈32安装于定子铁芯31。因此,通常,在以如比较例那样的叠绕方式将3相线圈32安装于定子铁芯31的情况下,要用手将3相线圈32安装于定子铁芯。在该情况下,定子3的生产率下降。

[0177] 通常,在各槽中配置有2个线圈的情况下,在各槽内的2个线圈间会产生电感差。在该情况下,在电动机的驱动中,在相间产生流过3相线圈的电流的偏差,电流难以流过电感较大的相,电流容易流过电感较小的相。其结果是,产生转矩脉动。

[0178] 在各相线圈组之间产生了电感差的情况下,电流不均匀地流过线圈组,产生电流的不平衡。在该情况下,流过电感较小的线圈组的电流的振幅变大,电流的相位提前。流过电感较大的线圈组的电流的振幅变小,电流的相位滞后。其结果是,在相位偏移的状态下输出电动机的转矩,因此,流过各线圈组的电流的振幅的峰值之和大于相电流的振幅的峰值之和,因此,由于线圈的电阻而产生的铜损等损耗增加。该现象在各相中线圈并联地连接的情况下显著地出现。

[0179] <本实施方式的优点>

[0180] 根据本实施方式的定子3,由于定子3具有上述3相线圈32的配置,因此能够改善3相线圈32中的电感的平衡。因此,能够抑制具有定子3的电动机1中的转矩脉动的增加以及损耗的增加。其结果是,能够改善电流的不平衡引起的转矩脉动。

[0181] 在转子2的旋转速度从旋转速度N11达到了旋转速度N12的情况下,接线切换部60

将3相线圈32的接线状态设定为三角形接线。因此,能够抑制弱磁,在高速档位能够获得较高的电动机效率,从而能够抑制转矩的降低。

[0182] 在3相线圈32的接线状态为Y形接线时,转子2例如以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转。在3相线圈32的接线状态为三角形接线时,转子2例如以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转。即,在转子2以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转时,3相线圈32的接线状态为Y形接线,在转子2以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转时,3相线圈32的接线状态为三角形接线。因此,能够在低速档位(例如,中间条件)和高速档位(例如,额定条件)双方获得较高的电动机效率。

[0183] 在3相线圈32的接线状态为Y形接线时,转子2也可以以旋转速度 N_{11} 旋转。在该情况下,如图19所示,能够获得电动机效率。

[0184] 如上所述,根据本实施方式,能够提高电动机1的效率。

[0185] 实施方式2.

[0186] 在实施方式2中,对与实施方式1不同的结构进行说明。在本实施方式中没有进行说明的结构可以采用与实施方式1相同的结构。

[0187] 在本实施方式中,第1接线状态例如为3相线圈32的各相线圈串联地连接的串联连接。第2接线状态与第1接线状态不同。在第1接线状态为串联连接的情况下,第2接线状态为3相线圈32的各相线圈并联地连接的并联连接。即,在本实施方式中,接线切换部60将3相线圈32的接线状态在串联连接与并联连接之间进行切换。具体而言,控制装置50对接线切换部60进行控制,接线切换部60依照控制装置50的指示,将3相线圈32的接线状态在串联连接与并联连接之间进行切换。

[0188] 在本实施方式中,例如,在3相线圈32的接线状态为串联连接时,转子2以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转,在3相线圈32的接线状态为并联连接时,转子2以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转。

[0189] 在本实施方式中,满足 $(N_2/N_1) > m$ (m 为2以上的整数)。在该情况下,在转子2以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转时,3相线圈32的接线状态为串联连接,在转子2以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转时,3相线圈32的接线状态为并联连接。

[0190] 例如,在满足 $(N_2/N_1) > m$ (m 为2以上的整数)的情况下,在转子2以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转时,控制装置50以使3相线圈32的接线状态为串联连接的方式对接线切换部60进行控制。在满足 $(N_2/N_1) > m$ (m 为2以上的整数)的情况下,在转子2以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转时,控制装置50以使3相线圈32的接线状态为并联连接的方式对接线切换部60进行控制。如上所述, N_1 是与中间条件对应的旋转速度, N_2 是与额定条件对应的旋转速度。

[0191] 接线切换部60依照控制装置50的指示而设定3相线圈32的接线状态。在将3相线圈32的接线状态设定为并联连接的情况下,如果3相线圈32的接线状态为串联连接,则接线切换部60将3相线圈32的接线状态从串联连接切换为并联连接。另一方面,如果3相线圈32的接线状态已经为并联连接,则接线切换部60不变更3相线圈32的接线状态而维持并联连接。

[0192] 在满足 $(N_2/N_1) > m$ (m 为2以上的整数)时,控制装置50也可以以使3相线圈32的接线状态为 m 并联连接的方式对接线切换部60进行控制。在该情况下,接线切换部60依照控制装置50的指示而将3相线圈32的接线状态设定为 m 并联连接。 m 并联连接是指,3相线圈32的

各相线圈的数量为 m 个,在各相中 m 个线圈并联地连接的接线状态。在该情况下,第1接线状态为串联连接,第2接线状态为 m 并联连接。

[0193] 在本实施方式中, $m=3$ 。因此,在电动机1满足 $3 < (N_2/N_1) < 4$ 时,第2接线状态为3并联连接。在该情况下,在控制装置50以使3相线圈32的接线状态为3并联连接的方式对接线切换部60进行控制时,接线切换部60依照控制装置50的指示而将3相线圈32的接线状态设定为图7所示的3并联连接。

[0194] 〈实施方式2的优点〉

[0195] 本实施方式的电动机1具有在实施方式1中进行了说明的优点。

[0196] 本实施方式的驱动装置100具有在实施方式1中进行了说明的优点。

[0197] 在3相线圈32的接线状态为串联连接时,转子2例如以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转。在3相线圈32的接线状态为并联连接或 m 并联连接时,转子2例如以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转。在该情况下,能够在低速档位(例如,中间条件)和高速档位(例如,额定条件)双方获得较高的电动机效率。

[0198] 在3相线圈32的各相中,3相线圈32的接线状态为并联连接时的线间电压比3相线圈32的接线状态为串联连接时的线间电压低。因此,例如,在中间条件下,接线切换部60将3相线圈32的接线状态设定为串联连接。在本实施方式中,满足 $(N_2/N_1) > m$ (m 为2以上的整数),在转子2以与中间条件对应的旋转速度 N_1 旋转时,3相线圈32的接线状态为串联连接,在转子2以与额定条件对应的旋转速度 N_2 旋转时,3相线圈32的接线状态为并联连接。其结果是,抑制了弱磁,从而改善了相间的电感的平衡。因此,在从低速档位到高速档位的范围内,能够提高电动机1的效率。

[0199] 在3相线圈32的各相中,3相线圈32的接线状态为 m 并联连接时的线间电压是3相线圈32的接线状态为串联连接时的线间电压的 $1/m$ 。因此,在满足 $(N_2/N_1) > m$ (m 为2以上的整数)时,在额定条件等的高速档位下,接线切换部60优选将3相线圈32的接线状态设定为 m 并联连接。其结果是,抑制了弱磁,从而改善了相间的电感的平衡。因此,在从低速档位到高速档位的范围内,能够提高电动机1的效率。

[0200] 实施方式3.

[0201] 图22是概要地示出实施方式3的电动机1的结构的俯视图。

[0202] 图23是概要地示出图22所示的电动机1的转子2的结构的剖视图。

[0203] 在实施方式3中,对与实施方式1和实施方式2不同的结构进行说明。在本实施方式中没有进行说明的结构可以采用与实施方式1或实施方式2相同的结构。

[0204] 〈转子2〉

[0205] 在本实施方式中,转子2具有 $4 \times n$ 个(n 为1以上的整数)磁极。

[0206] 〈定子3〉

[0207] 图24是概要地示出图22所示的电动机1的定子3的结构的俯视图。

[0208] 图25是示出图24所示的定子3的槽311内的3相线圈32的配置的图。

[0209] 图26是示意性地示出图24所示的定子3的线圈端部32a处的3相线圈32的配置以及槽311内的3相线圈32的配置的图。在图25中,虚线表示线圈端部32a处的各相线圈,点划线表示各槽311内的内层与外层之间的边界。

[0210] 如图23所示,定子3具有:定子铁芯31;以及3相线圈32,其以分布绕组方式被安装

于定子铁芯31。

[0211] 定子铁芯31具有配置有3相线圈32的 $9 \times n$ 个(n 为1以上的整数)槽311。如图25和图26所示, $9 \times n$ 个槽311分别包括:内层,其配置有3相线圈32中的1个线圈;以及外层,其在径向上设置于内层的外侧,并配置有3相线圈32中的1个线圈。即,在图25和图26所示的例子中,各槽311内的空间被分为内层和外层。在本实施方式中, $n=2$ 。因此,在图24至图26所示的例子中,定子铁芯31具有18个槽311。

[0212] 3相线圈32(即,各相线圈)具有配置于槽311内的线圈边、以及未配置于槽311内的线圈端部32a。各线圈端部32a是3相线圈32在轴向上的端部。

[0213] 3相线圈32在各线圈端部32a处具有 $3 \times n$ 个U相线圈32U、 $3 \times n$ 个V相线圈32V以及 $3 \times n$ 个W相线圈32W(图22)。即,3相线圈32具有第1相、第2相以及第3相这3相。例如,第1相为U相,第2相为V相,第3相为W相。在本实施方式中,3相分别被称为U相、V相以及W相。将图22所示的各U相线圈32U、各V相线圈32V以及各W相线圈32W也简称为线圈。

[0214] 在本实施方式中, $n=2$ 。因此,在图22所示的例子中,在线圈端部32a处,3相线圈32具有6个U相线圈32U、6个V相线圈32V以及6个W相线圈32W。这里,各相线圈的数量不限于6个。在本实施方式中,定子3在2个线圈端部32a处具有图3所示的结构。这里,定子3只要在2个线圈端部32a中的一方具有图22所示的结构即可。

[0215] 当在3相线圈32中流过电流时,3相线圈32形成 $4 \times n$ 个磁极。在本实施方式中, $n=2$ 。因此,在本实施方式中,当在3相线圈32中流过电流时,3相线圈32形成8个磁极。

[0216] 〈线圈端部32a处的线圈的配置的概要〉

[0217] 以下,对各线圈端部32a处的3相线圈32的配置进行说明。如上所述, $3 \times n$ 个U相线圈32U、 $3 \times n$ 个V相线圈32V以及 $3 \times n$ 个W相线圈32W分别包括以第1线圈至第3线圈为一组的 n 组线圈组。在各线圈端部32a处, n 组线圈组在定子3的周向上等间隔地排列。在各相中,1组线圈组(也称为各线圈组)是在周向上连续地排列的3个线圈。换言之,在各相中,1组线圈组是在周向上相邻的3个线圈。

[0218] 在各相的各线圈端部32a处,构成各线圈组的第1线圈至第3线圈在定子3的周向上依次排列。在各相的各线圈端部32a处,构成各线圈组的第1线圈至第3线圈在定子3的径向上依次配置。

[0219] 在各线圈端部32a处,至少1个相中的第1线圈至第3线圈中的至少2个线圈在径向上彼此相邻。在本实施方式中,在各线圈端部32a处,各相的第1线圈和第2线圈在径向上彼此相邻,各相的第2线圈和第3线圈在径向上彼此相邻。

[0220] 在各相的各线圈端部32a处,配置有 n 组线圈组各自的第1线圈至第3线圈的区域被分为内侧区域、中间区域以及外侧区域。内侧区域是距定子铁芯31的中心最近的区域,外侧区域是距定子铁芯31的中心最远的区域,中间区域是内侧区域与外层之间的区域。在本实施方式中,在各线圈组的线圈端部32a处,第1线圈配置于内侧区域,第2线圈配置于中间区域,第3线圈配置于外侧区域。即,在各线圈组的线圈端部32a处,第1线圈在径向上配置于第2线圈的内侧,第3线圈在径向上配置于第2线圈的外侧,第2线圈配置于第1线圈与第3线圈之间。

[0221] 如图22和图24所示,3相线圈32的各线圈在定子铁芯31的一端侧以2槽间距被配置于槽311内。换言之,2槽间距意味着,1个线圈每隔1个槽地配置于槽311。因此,如图22和图

24所示,3相线圈32的各线圈在定子铁芯31的一端侧每隔1个槽地配置于2个槽311。换言之,3相线圈32的各线圈在定子铁芯31的一端侧隔着1个槽311而配置于2个槽311。

[0222] 如图24所示,在各线圈端部32a处在周向上相邻的3个U相线圈32U分别被称为第1线圈U1、第2线圈U2、第3线圈U3。如图24所示,在各线圈端部32a处在周向上相邻的3个V相线圈32V分别被称为第1线圈V1、第2线圈V2、第3线圈V3。如图24所示,在各线圈端部32a处在周向上相邻的3个W相线圈32W分别被称为第1线圈W1、第2线圈W2、第3线圈W3。各第1线圈U1、各第2线圈U2、各第3线圈U3、各第1线圈V1、各第2线圈V2、各第3线圈V3、各第1线圈W1、各第2线圈W2以及各第3线圈W3也简称为线圈。

[0223] 〈U相线圈32U〉

[0224] 如图26所示,6个U相线圈32U包括以在各线圈端部32a处在周向上相邻的第1线圈至第3线圈U1、U2以及U3为一组的2组线圈组U_g。换言之,6个U相线圈32U包括2组线圈组U_g,6个U相线圈32U中的各线圈组U_g包括在各线圈端部32a处在周向上相邻的第1线圈U1、第2线圈U2以及第3线圈U3。

[0225] 在各线圈端部32a处,6个U相线圈32U中的n组线圈组U_g在定子3的周向上等间隔地排列。在各线圈端部32a处,各线圈组U_g中的第1线圈U1、第2线圈U2以及第3线圈U3在定子3的周向上依次排列。

[0226] 在本实施方式中,在各线圈端部32a处,各线圈组U_g中的第1线圈U1、第2线圈U2以及第3线圈U3在定子3的径向上依次排列。换言之,在各线圈端部32a处,各线圈组U_g中的第1线圈U1、第2线圈U2以及第3线圈U3在定子3的径向上从定子铁芯31的内侧依次排列。各线圈组U_g中的第1线圈U1、第2线圈U2以及第3线圈U3串联地连接。各线圈组U_g中的第2线圈U2向与其它2个线圈U1和U3相反的方向卷绕于定子铁芯31。

[0227] 各线圈组U_g中的第1线圈U1的一部分和第2线圈U2的一部分配置于18个槽311中的1个槽311。在该情况下,各线圈组U_g中的第2线圈U2的另一部分和第3线圈U3的一部分配置于18个槽311中的另1个槽311。

[0228] 各线圈组U_g中的第1线圈U1的另一部分与其它相线圈的一部分一起配置于1个槽311。各线圈组U_g中的第3线圈U3的另一部分与其它相线圈的一部分一起配置于1个槽311。

[0229] 例如,在图25和图26中,第1线圈U1的一部分是第1线圈U1的第1部分U1a,第1线圈U1的另一部分是第1线圈U1的第2部分U1b,第2线圈U2的一部分是第2线圈U2的第1部分U2a,第2线圈U2的另一部分是第2线圈U2的第2部分U2b,第3线圈U3的一部分是第3线圈U3的第1部分U3a,第3线圈U3的另一部分是第3线圈U3的第2部分U3b。

[0230] 这里,在本申请中,也可以将第1线圈U1的一部分改称为第1线圈U1的第2部分U1b,也可以将第1线圈U1的另一部分改称为第1线圈U1的第1部分U1a,也可以将第2线圈U2的一部分改称为第2线圈U2的第2部分U2b,也可以将第2线圈U2的另一部分改称为第2线圈U2的第1部分U2a,也可以将第3线圈U3的一部分改称为第3线圈U3的第2部分U3b,也可以将第3线圈U3的另一部分改称为第3线圈U3的第1部分U3a。

[0231] 〈V相线圈32V〉

[0232] 如图26所示,6个V相线圈32V包括以在各线圈端部32a处在周向上相邻的第1线圈至第3线圈V1、V2以及V3为一组的2组线圈组V_g。换言之,6个V相线圈32V包括2组线圈组V_g,6个V相线圈32V中的各线圈组V_g包括在各线圈端部32a处在周向上相邻的第1线圈V1、第2线

圈V2以及第3线圈V3。

[0233] 在各线圈端部32a处,6个V相线圈32V中的n组线圈组V_g在定子3的周向上等间隔地排列。在各线圈端部32a处,各线圈组V_g中的第1线圈V1、第2线圈V2以及第3线圈V3在定子3的周向上依次排列。

[0234] 在本实施方式中,在各线圈端部32a处,各线圈组V_g中的第1线圈V1、第2线圈V2以及第3线圈V3在定子3的径向上依次排列。换言之,在各线圈端部32a处,各线圈组V_g中的第1线圈V1、第2线圈V2以及第3线圈V3在定子3的径向上从定子铁芯31的内侧依次排列。各线圈组V_g中的第1线圈V1、第2线圈V2以及第3线圈V3串联地连接。各线圈组V_g中的第2线圈V2向与其它2个线圈V1和V3相反的方向卷绕于定子铁芯31。

[0235] 各线圈组V_g中的第1线圈V1的一部分和第2线圈V2的一部分配置于18个槽311中的1个槽311。在该情况下,各线圈组V_g中的第2线圈V2的另一部分和第3线圈V3的一部分配置于18个槽311中的另1个槽311。

[0236] 各线圈组V_g中的第1线圈V1的另一部分与其它相线圈的一部分一起配置于1个槽311。各线圈组V_g中的第3线圈V3的另一部分与其它相线圈的一部分一起配置于1个槽311。

[0237] 例如,在图25和图26中,第1线圈V1的一部分是第1线圈V1的第1部分V1a,第1线圈V1的另一部分是第1线圈V1的第2部分V1b,第2线圈V2的一部分是第2线圈V2的第1部分V2a,第2线圈V2的另一部分是第2线圈V2的第2部分V2b,第3线圈V3的一部分是第3线圈V3的第1部分V3a,第3线圈V3的另一部分是第3线圈V3的第2部分V3b。

[0238] 这里,在本申请中,也可以将第1线圈V1的一部分改称为第1线圈V1的第2部分V1b,也可以将第1线圈V1的另一部分改称为第1线圈V1的第1部分V1a,也可以将第2线圈V2的一部分改称为第2线圈V2的第2部分V2b,也可以将第2线圈V2的另一部分改称为第2线圈V2的第1部分V2a,也可以将第3线圈V3的一部分改称为第3线圈V3的第2部分V3b,也可以将第3线圈V3的另一部分改称为第3线圈V3的第1部分V3a。

[0239] 〈W相线圈32W〉

[0240] 如图26所示,6个W相线圈32W包括以在各线圈端部32a处在周向上相邻的第1线圈至第3线圈W1、W2以及W3为一组的2组线圈组W_g。换言之,6个W相线圈32W包括2组线圈组W_g,6个W相线圈32W中的各线圈组W_g包括在各线圈端部32a处在周向上相邻的第1线圈W1、第2线圈W2以及第3线圈W3。

[0241] 在各线圈端部32a处,6个W相线圈32W中的n组线圈组W_g在定子3的周向上等间隔地排列。在各线圈端部32a处,各线圈组W_g中的第1线圈W1、第2线圈W2以及第3线圈W3在定子3的周向上依次排列。

[0242] 在本实施方式中,在各线圈端部32a处,各线圈组W_g中的第1线圈W1、第2线圈W2以及第3线圈W3在定子3的径向上依次排列。换言之,在各线圈端部32a处,各线圈组W_g中的第1线圈W1、第2线圈W2以及第3线圈W3在定子3的径向上从定子铁芯31的内侧依次排列。各线圈组W_g中的第1线圈W1、第2线圈W2以及第3线圈W3串联地连接。各线圈组W_g中的第2线圈W2向与其它2个线圈W1和W3相反的方向卷绕于定子铁芯31。

[0243] 各线圈组W_g中的第1线圈W1的一部分和第2线圈W2的一部分配置于18个槽311中的1个槽311。在该情况下,各线圈组W_g中的第2线圈W2的另一部分和第3线圈W3的一部分配置于18个槽311中的另1个槽311。

[0244] 各线圈组W_g中的第1线圈W1的另一部分与其它相线圈的一部分一起配置于1个槽311。各线圈组W_g中的第3线圈W3的另一部分与其它相线圈的一部分一起配置于1个槽311。

[0245] 例如,在图25和图26中,第1线圈W1的一部分是第1线圈W1的第1部分W1a,第1线圈W1的另一部分是第1线圈W1的第2部分W1b,第2线圈W2的一部分是第2线圈W2的第1部分W2a,第2线圈W2的另一部分是第2线圈W2的第2部分W2b,第3线圈W3的一部分是第3线圈W3的第1部分W3a,第3线圈W3的另一部分是第3线圈W3的第2部分W3b。

[0246] 这里,在本申请中,也可以将第1线圈W1的一部分改称为第1线圈W1的第2部分W1b,也可以将第1线圈W1的另一部分改称为第1线圈W1的第1部分W1a,也可以将第2线圈W2的一部分改称为第2线圈W2的第2部分W2b,也可以将第2线圈W2的另一部分改称为第2线圈W2的第1部分W2a,也可以将第3线圈W3的一部分改称为第3线圈W3的第2部分W3b,也可以将第3线圈W3的另一部分改称为第3线圈W3的第1部分W3a。

[0247] 〈槽311内的线圈的配置的概要〉

[0248] 如图25和图26所示,3相线圈32的各相线圈的第1线圈配置于槽311的内层。3相线圈32的各相线圈的第2线圈配置于槽311的内层或外层。3相线圈32的各相线圈的第3线圈配置于槽311的外层。

[0249] 因此,如图25和图26所示,各相线圈配置于6处的外层,并配置于6处的内层。在各线圈组中,在径向上彼此相邻的2个线圈配置于相同的槽311。例如,在各相中,第1线圈的一部分和第2线圈的一部分配置于相同的槽311(例如,第1槽311),第2线圈的另一部分和第3线圈的一部分配置于其它槽(例如,第2槽311)。

[0250] 〈槽311内的U相线圈32U的配置〉

[0251] 以下,对槽311内的U相线圈32U的配置具体地进行说明。

[0252] U相线圈32U中的各第1线圈的一部分配置于配置有U相线圈32U中的第2线圈的槽311的内层。U相线圈32U中的各第1线圈的另一部分配置于配置有W相线圈32W中的第3线圈的槽311的内层。因此,U相线圈32U中的各第1线圈的另一部分在槽311内配置于W相线圈32W的第3线圈的径向上的内侧。

[0253] U相线圈32U中的各第2线圈的一部分配置于配置有U相线圈32U中的第1线圈的槽311的外层。U相线圈32U中的各第2线圈的另一部分配置于配置有U相线圈32U中的第3线圈的槽311的内层。

[0254] U相线圈32U中的各第3线圈的一部分配置于配置有U相线圈32U中的第2线圈的槽311的外层。U相线圈32U中的各第3线圈的另一部分配置于配置有V相线圈32V中的第1线圈的槽311的外层。因此,U相线圈32U中的各第3线圈的另一部分在槽311内配置于V相线圈32V的第1线圈的径向上的外侧。

[0255] 〈槽311内的V相线圈32V的配置〉

[0256] 以下,对槽311内的V相线圈32V的配置具体地进行说明。

[0257] V相线圈32V中的各第1线圈的一部分配置于配置有V相线圈32V中的第2线圈的槽311的内层。V相线圈32V中的各第1线圈的另一部分配置于配置有U相线圈32U中的第3线圈的槽311的内层。因此,V相线圈32V中的各第1线圈的另一部分在槽311内配置于U相线圈32U的第3线圈的径向上的内侧。

[0258] V相线圈32V中的各第2线圈的一部分配置于配置有V相线圈32V中的第1线圈的槽

311的外层。V相线圈32V中的各第2线圈的另一部分配置于配置有V相线圈32V中的第3线圈的槽311的内层。

[0259] V相线圈32V中的各第3线圈的一部分配置于配置有V相线圈32V中的第2线圈的槽311的外层。V相线圈32V中的各第3线圈的另一部分配置于配置有W相线圈32W中的第1线圈的槽311的外层。因此，V相线圈32V中的各第3线圈的另一部分在槽311内配置于W相线圈32W的第1线圈的径向上的外侧。

[0260] 〈槽311内的W相线圈32W的配置〉

[0261] 以下，对槽311内的W相线圈32W的配置具体地进行说明。

[0262] W相线圈32W中的各第1线圈的一部分配置于配置有W相线圈32W中的第2线圈的槽311的内层。W相线圈32W中的各第1线圈的另一部分配置于配置有V相线圈32V中的第3线圈的槽311的内层。因此，W相线圈32W中的各第1线圈的另一部分在槽311内配置于V相线圈32V的第3线圈的径向上的内侧。

[0263] W相线圈32W中的各第2线圈的一部分配置于配置有W相线圈32W中的第1线圈的槽311的外层。W相线圈32W中的各第2线圈的另一部分配置于配置有W相线圈32W中的第3线圈的槽311的内层。

[0264] W相线圈32W中的各第3线圈的一部分配置于配置有W相线圈32W中的第2线圈的槽311的外层。W相线圈32W中的各第3线圈的另一部分配置于配置有U相线圈32U中的第1线圈的槽311的外层。因此，W相线圈32W中的各第3线圈的另一部分在槽311内配置于U相线圈32U的第1线圈的径向上的外侧。

[0265] 〈全距绕组的电动机的绕组系数〉

[0266] 在全距绕组的电动机中，3个槽与转子的1个磁极对应，各线圈以3槽间距被配置于槽。3槽间距意味着，1个线圈每隔2个槽地配置于槽311。在3相线圈的磁极的数量为6、槽的数量为18、槽间距数为3、每极每相槽数为1的情况下，各线圈的基波的短距绕组系数 k_p 、各线圈的基波的分布绕组系数 k_d 以及电动机的基波的绕组系数 k_w 通过以下的式子求出。

$$[0267] \quad k_p = \sin \{6 / (18 / 3)\} \times (\pi / 2) = 1$$

$$[0268] \quad k_d = \{ \sin (\pi / 6) \} / [1 \times \sin \{ (\pi / 6) / 1 \}] = 1$$

$$[0269] \quad k_w = k_p \times k_d = 1 \times 1 = 1$$

[0270] 在3相线圈的磁极的数量为6、槽的数量为18、槽间距数为3、每极每相槽数为1的情况下，各线圈的3次短距绕组系数 k_{p3} 通过以下的式子求出。

$$[0271] \quad k_{p3} = \sin \{3 \times 6 / (18 / 3)\} \times (\pi / 2) = 1$$

[0272] 在每极每相槽数为1的情况下，3次分布绕组系数 k_d 通过以下的式子求出。

$$[0273] \quad k_{p3} = \{ \sin (3 \times \pi / 6) \} / [1 \times \sin \{ (3 \times \pi / 6) / 1 \}] = 1$$

[0274] 在该情况下，3次绕组系数 k_{w3} 通过以下的式子求出。

$$[0275] \quad k_{w3} = k_{p3} \times k_{d3} = 1 \times 1 = 1$$

[0276] 因此，在全距绕组的电动机中，由于3次绕组系数为1，因此有时在3相线圈中会产生感应电压的3次谐波成分引起的循环电流，导致电动机的性能降低。

[0277] 〈基波的绕组系数〉

[0278] 对此，在本实施方式的电动机1中，2个槽311与转子的1个磁极对应，各线圈以2槽间距被配置于槽311。因此，各线圈的基波的短距绕组系数 k_p 通过以下的式子求出。

[0279] $k_p = \sin\{P/(Q/S)\} \times (\pi/2)$

[0280] 在设P为3相线圈32的磁极的数量,Q为槽311的数量,S为槽间距数时,在本实施方式中, $P=8, Q=18, S=2$ 。由此, $k_p = \sin\{(8/9) \times (\pi/2)\} = 0.985$ 。

[0281] 在设每极每相槽数为q时,基波的分布绕组系数kd通过以下的式子求出。

[0282] $k_d = \{\sin(\pi/6)\} / [q \times \sin\{(\pi/6)/q\}]$

[0283] 在本实施方式中, $q=3$ 。由此, $k_d = 0.960$ 。

[0284] 因此,在本实施方式中,电动机1的基波的绕组系数kw通过以下的式子求出。

[0285] $k_w = k_p \times k_d = 0.985 \times 0.960 = 0.945$

[0286] 〈3次绕组系数〉

[0287] 在本实施方式的电动机1中,2个槽311与转子2的1个磁极对应,各线圈以2槽间距被配置于槽311。因此,各线圈的3次短距绕组系数kp3通过以下的式子求出。

[0288] $k_{p3} = \sin\{3 \times P/(Q/S)\} \times (\pi/2)$

[0289] 在设P为3相线圈32的磁极的数量,Q为槽311的数量,S为槽间距数时,在本实施方式中, $P=8, Q=18, S=2$ 。由此, $k_{p3} = \sin\{(3 \times 8/9) \times (\pi/2)\} = 0.866$ 。

[0290] 在设每极每相槽数为q时,3次分布绕组系数kd通过以下的式子求出。

[0291] $k_{d3} = \{\sin(3 \times \pi/6)\} / [q \times \sin\{(3 \times \pi/6)/q\}]$

[0292] 在本实施方式中, $q=3$ 。由此, $k_{d3} = 0.667$ 。

[0293] 因此,在本实施方式中,电动机1的3次绕组系数kw3通过以下的式子求出。

[0294] $k_{w3} = k_{p3} \times k_{d3} \times 0.866 \times 0.667 = 0.578$

[0295] 〈实施方式3的优点〉

[0296] 本实施方式的电动机1具有在实施方式1和实施方式2中进行了说明的优点。

[0297] 此外,在本实施方式中,由于定子3具有上述3相线圈32的配置,因此特别是能够降低3次绕组系数,能够防止因循环电流导致的电动机1的性能的降低。其结果是,与实施方式1同样地,能够在低速档位(例如,中间条件)和高速档位(例如,额定条件)双方获得较高的电动机效率。

[0298] 实施方式4.

[0299] 图27是概要地示出实施方式4的电动机1的结构俯视图。

[0300] 在实施方式4中,对与实施方式1、实施方式2以及实施方式3不同的结构进行说明。在本实施方式中没有进行说明的结构可以采用与实施方式1、实施方式2或实施方式3相同的结构。

[0301] 〈转子2〉

[0302] 实施方式4的转子2与实施方式3的转子2相同。

[0303] 〈定子3〉

[0304] 图28是示意性地示出图27所示的电动机1的定子3的线圈端部32a处的3相线圈32的配置以及槽311内的3相线圈32的配置的图。图28是图27所示的定子3的展开图。在图28中,虚线表示线圈端部32a处的各相线圈,点划线表示各槽311内的内层与外层之间的边界。

[0305] 在图27和图28所示的例子中,与实施方式1同样地,定子铁芯31具有18个槽311。

[0306] 〈线圈端部32a处的线圈的配置〉

[0307] 以下,对各线圈端部32a处的3相线圈32的配置进行说明。如上所述, $3 \times n$ 个U相线

圈32U、 $3 \times n$ 个V相线圈32V以及 $3 \times n$ 个W相线圈32W分别包括以第1线圈至第3线圈为一组的n组线圈组。在本实施方式中， $n=2$ 。在各线圈端部32a处，n组线圈组在定子3的周向上等间隔地排列。在各相中，1组线圈组（也称为各线圈组）是在周向上连续地排列的3个线圈。换言之，在各相中，1组线圈组是在周向上相邻的3个线圈。

[0308] 在各线圈端部32a处，n组线圈组在定子3的周向上等间隔地排列。在各相的线圈端部32a处，构成各线圈组的第1线圈至第3线圈在定子3的周向上依次以2槽间距排列。在各线圈端部32a处，至少1个相中的第1线圈至第3线圈中的至少2个线圈在径向上彼此相邻。在本实施方式中，在各线圈端部32a处，各相的第2线圈和第3线圈在径向上彼此相邻。

[0309] 在各相的线圈端部32a处，构成各线圈组的第1线圈至第3线圈中的第2线圈在定子3的径向上配置于第1线圈和第3线圈的外侧，第1线圈和第3线圈中的一方比另一方更靠近定子铁芯31的中心。即，在各相的线圈端部32a处，第1线圈和第3线圈中的一方比另一方更靠近轴线 A_x 。具体而言，在各相的线圈端部32a处，第1线圈比第3线圈更靠近定子铁芯31的中心。

[0310] 在本实施方式中，在各线圈组的线圈端部32a处，第1线圈配置于内侧区域，第2线圈配置于外侧区域，第3线圈配置于中间区域。即，在各线圈组的线圈端部32a处，第1线圈在径向上配置于第2线圈的内侧，第2线圈在径向上配置于第3线圈的外侧，第3线圈配置于第1线圈与第2线圈之间。

[0311] 各第3线圈配置于相邻的其它相的第1线圈与该其它相的第2线圈之间。例如，V相的第3线圈配置于U相的第1线圈与U相的第2线圈之间。因此，在各线圈组的线圈端部32a处，第1线圈与第2线圈分离。

[0312] 〈槽311内的线圈的配置的概要〉

[0313] 3相线圈32的各相线圈的第1线圈配置于槽311的内层。3相线圈32的各相线圈的第2线圈配置于槽311的外层。3相线圈32的各相线圈的第3线圈配置于槽311的内层或外层。

[0314] 即，各第1线圈配置于槽311的内层，各第2线圈配置于槽311的外层。各第3线圈的一部分配置于槽311的内层，各第3线圈的另一部分配置于其它槽311的外层。

[0315] 因此，各相线圈在槽311的外层配置有6处，在槽311的内层配置有6处。

[0316] 〈槽311内的U相线圈32U的配置〉

[0317] 以下，对槽311内的U相线圈32U的配置具体地进行说明。

[0318] U相线圈32U中的各第1线圈的一部分配置于配置有U相线圈32U中的第2线圈的槽311的内层。U相线圈32U中的各第1线圈的另一部分配置于配置有W相线圈32W中的第3线圈的槽311的内层。因此，U相线圈32U中的各第1线圈的另一部分在槽311内配置于W相线圈32W的第3线圈的径向上的内侧。

[0319] U相线圈32U中的各第2线圈的一部分配置于配置有U相线圈32U中的第1线圈的槽311的外层。U相线圈32U中的各第2线圈的另一部分配置于配置有U相线圈32U中的第3线圈的槽311的外层。

[0320] U相线圈32U中的各第3线圈的一部分配置于配置有U相线圈32U中的第2线圈的槽311的内层。U相线圈32U中的各第3线圈的另一部分配置于配置有V相线圈32V中的第1线圈的槽311的外层。因此，U相线圈32U中的各第3线圈的另一部分在槽311内配置于V相线圈32V的第1线圈的径向上的外侧。

[0321] 〈槽311内的V相线圈32V的配置〉

[0322] 以下,对槽311内的V相线圈32V的配置具体地进行说明。

[0323] V相线圈32V中的各第1线圈的一部分配置于配置有V相线圈32V中的第2线圈的槽311的内层。V相线圈32V中的各第1线圈的另一部分配置于配置有U相线圈32U中的第3线圈的槽311的内层。因此,V相线圈32V中的各第1线圈的另一部分在槽311内配置于U相线圈32U的第3线圈的径向上的内侧。

[0324] V相线圈32V中的各第2线圈的一部分配置于配置有V相线圈32V中的第1线圈的槽311的外层。V相线圈32V中的各第2线圈的另一部分配置于配置有V相线圈32V中的第3线圈的槽311的外层。

[0325] V相线圈32V中的各第3线圈的一部分配置于配置有V相线圈32V中的第2线圈的槽311的内层。V相线圈32V中的各第3线圈的另一部分配置于配置有W相线圈32W中的第1线圈的槽311的外层。因此,V相线圈32V中的各第3线圈的另一部分在槽311内配置于W相线圈32W的第1线圈的径向上的外侧。

[0326] 〈槽311内的W相线圈32W的配置〉

[0327] 以下,对槽311内的W相线圈32W的配置具体地进行说明。

[0328] W相线圈32W中的各第1线圈的一部分配置于配置有W相线圈32W中的第2线圈的槽311的内层。W相线圈32W中的各第1线圈的另一部分配置于配置有V相线圈32V中的第3线圈的槽311的内层。因此,W相线圈32W中的各第1线圈的另一部分在槽311内配置于V相线圈32V的第3线圈的径向上的内侧。

[0329] W相线圈32W中的各第2线圈的一部分配置于配置有W相线圈32W中的第1线圈的槽311的外层。W相线圈32W中的各第2线圈的另一部分配置于配置有W相线圈32W中的第3线圈的槽311的外层。

[0330] W相线圈32W中的各第3线圈的一部分配置于配置有W相线圈32W中的第2线圈的槽311的内层。W相线圈32W中的各第3线圈的另一部分配置于配置有U相线圈32U中的第1线圈的槽311的外层。因此,W相线圈32W中的各第3线圈的另一部分在槽311内配置于U相线圈32U的第1线圈的径向上的外侧。

[0331] 〈实施方式4的优点〉

[0332] 本实施方式的电动机1具有在实施方式1至实施方式3中进行了说明的优点。

[0333] 实施方式5.

[0334] 对实施方式5的压缩机300进行说明。

[0335] 图29是概要地示出压缩机300的结构的剖视图。

[0336] 压缩机300具有作为电动要素的电动机1、作为壳体的密闭容器307、以及作为压缩要素(也称为压缩装置)的压缩机构305。在本实施方式中,压缩机300是涡旋压缩机。这里,压缩机300不限于涡旋压缩机。压缩机300也可以是涡旋压缩机以外的压缩机、例如旋转压缩机。

[0337] 压缩机300内的电动机1是在实施方式1中进行了说明的电动机1。电动机1对压缩机构305进行驱动。

[0338] 压缩机300还具备副框架308,该副框架308支承轴4的下端部(即,与压缩机构305侧相反的一侧的端部)。

[0339] 压缩机构305配置于密闭容器307内。压缩机构305具备：固定涡旋件301，其具有涡旋部分；摆动涡旋件302，其具有在与固定涡旋件301的涡旋部分之间形成压缩室的涡旋部分；顺应性框架303，其保持轴4的上端部；以及引导框架304，其固定于密闭容器307，并保持顺应性框架303。

[0340] 贯通密闭容器307的吸入管310被压入于固定涡旋件301。此外，在密闭容器307设有排出管306，该排出管306将从固定涡旋件301排出的高压制冷剂气体排出至外部。该排出管306与设置于密闭容器307的压缩机构305与电动机1之间的开口部连通。

[0341] 电动机1通过将定子3嵌入密闭容器307而被固定于密闭容器307。电动机1的结构如上所述。向电动机1供给电力的玻璃端子309通过焊接而被固定于密闭容器307。

[0342] 当电动机1旋转时，该旋转被传递到摆动涡旋件302，摆动涡旋件302摆动。当摆动涡旋件302摆动时，由摆动涡旋件302的涡旋部分和固定涡旋件301的涡旋部分形成的压缩室的容积发生变化。然后，制冷剂气体从吸入管310被吸入并被压缩后，从排出管306被排出。

[0343] 压缩机300具有在实施方式1至实施方式4中进行了说明的电动机1，因此，压缩机300具有在实施方式1中进行了说明的优点。

[0344] 此外，压缩机300具有在实施方式1至实施方式4中进行了说明的电动机1，因此能够改善压缩机300的性能。

[0345] 实施方式6.

[0346] 对具有实施方式5的压缩机300的作为空调机的制冷空调装置7进行说明。

[0347] 图30是概要地示出实施方式6的制冷空调装置7的结构图。

[0348] 制冷空调装置7例如能够进行制冷制热运转。图30所示的制冷剂回路图是能够进行制冷运转的空调机的制冷剂回路图的一例。

[0349] 实施方式6的制冷空调装置7具有室外机71、室内机72、以及连接室外机71和室内机72的制冷剂配管73。

[0350] 室外机71具有压缩机300、作为热交换器的冷凝器74、节流装置75和室外送风机76（第1送风机）。冷凝器74使由压缩机300压缩后的制冷剂冷凝。节流装置75对由冷凝器74冷凝后的制冷剂进行减压，调节制冷剂的流量。节流装置75也称为减压装置。

[0351] 室内机72具有作为热交换器的蒸发器77、以及室内送风机78（第2送风机）。蒸发器77使由节流装置75减压后的制冷剂蒸发，对室内空气进行冷却。

[0352] 以下，对制冷空调装置7的制冷运转的基本动作进行说明。在制冷运转中，制冷剂被压缩机300压缩，流入冷凝器74。制冷剂被冷凝器74冷凝，冷凝后的制冷剂流入节流装置75。制冷剂被节流装置75减压，减压后的制冷剂流入蒸发器77。制冷剂在蒸发器77中蒸发，制冷剂（具体而言，制冷剂气体）再次流入室外机71的压缩机300。当空气被室外送风机76送到冷凝器74时，热在制冷剂与空气之间移动，同样地，当空气被室内送风机78送到蒸发器77时，热在制冷剂与空气之间移动。

[0353] 以上进行了说明的制冷空调装置7的结构和动作是一个例子，不限于上述的例子。

[0354] 根据实施方式6的制冷空调装置7，由于具有在实施方式1至实施方式4中进行了说明的电动机1，因此制冷空调装置7具有与实施方式1至实施方式4中的一个实施方式对应的优点。

[0355] 此外,由于实施方式6的制冷空调装置7具有实施方式5的压缩机300,因此能够改善制冷空调装置7的性能。

[0356] 以上进行了说明的各实施方式中的特征以及各变形例中的特征能够进行组合。

[0357] 标号说明

[0358] 1:电动机;2:转子;3:定子;4:轴;7:制冷空调装置;31:定子铁芯;32:3相线圈;32a:线圈端部;32U:U相线圈;32V:V相线圈;32W:W相线圈;50:控制装置;60:接线切换部;71:室外机;72:室内机;74:冷凝器;77:蒸发器;100:驱动装置;300:压缩机;305:压缩机构;307:密闭容器;311:槽。

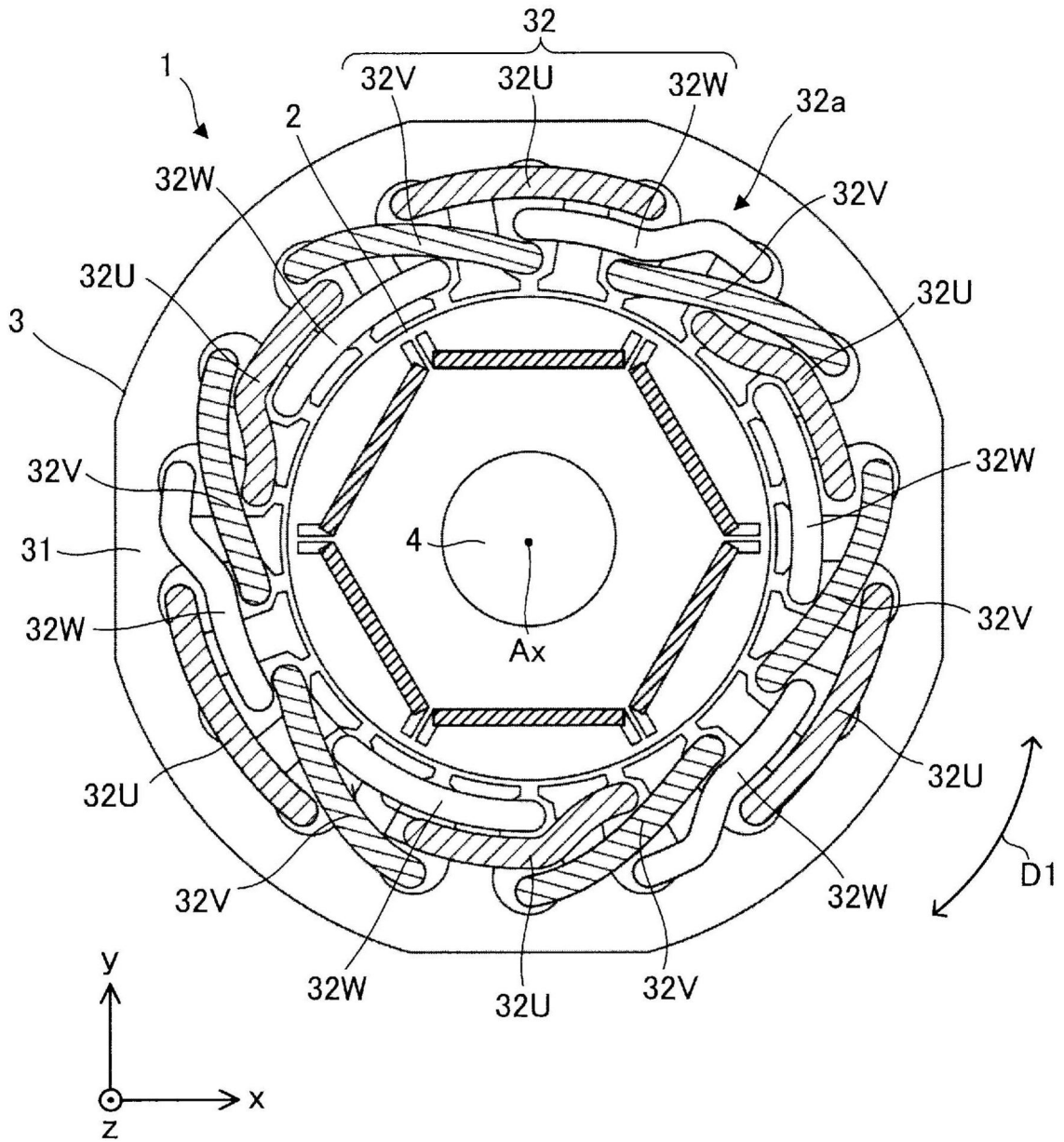


图1

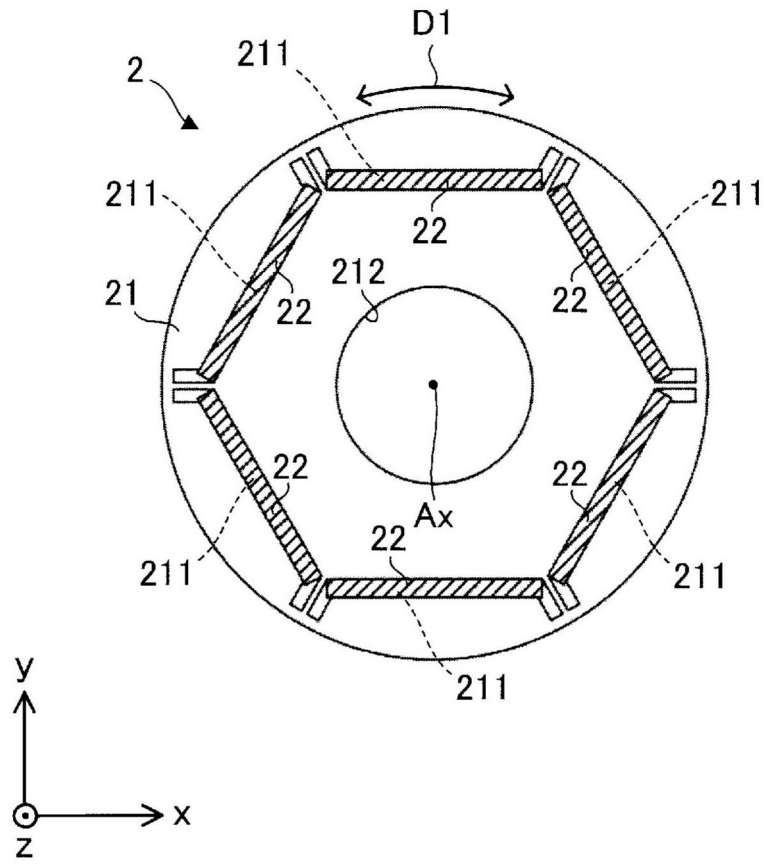


图2

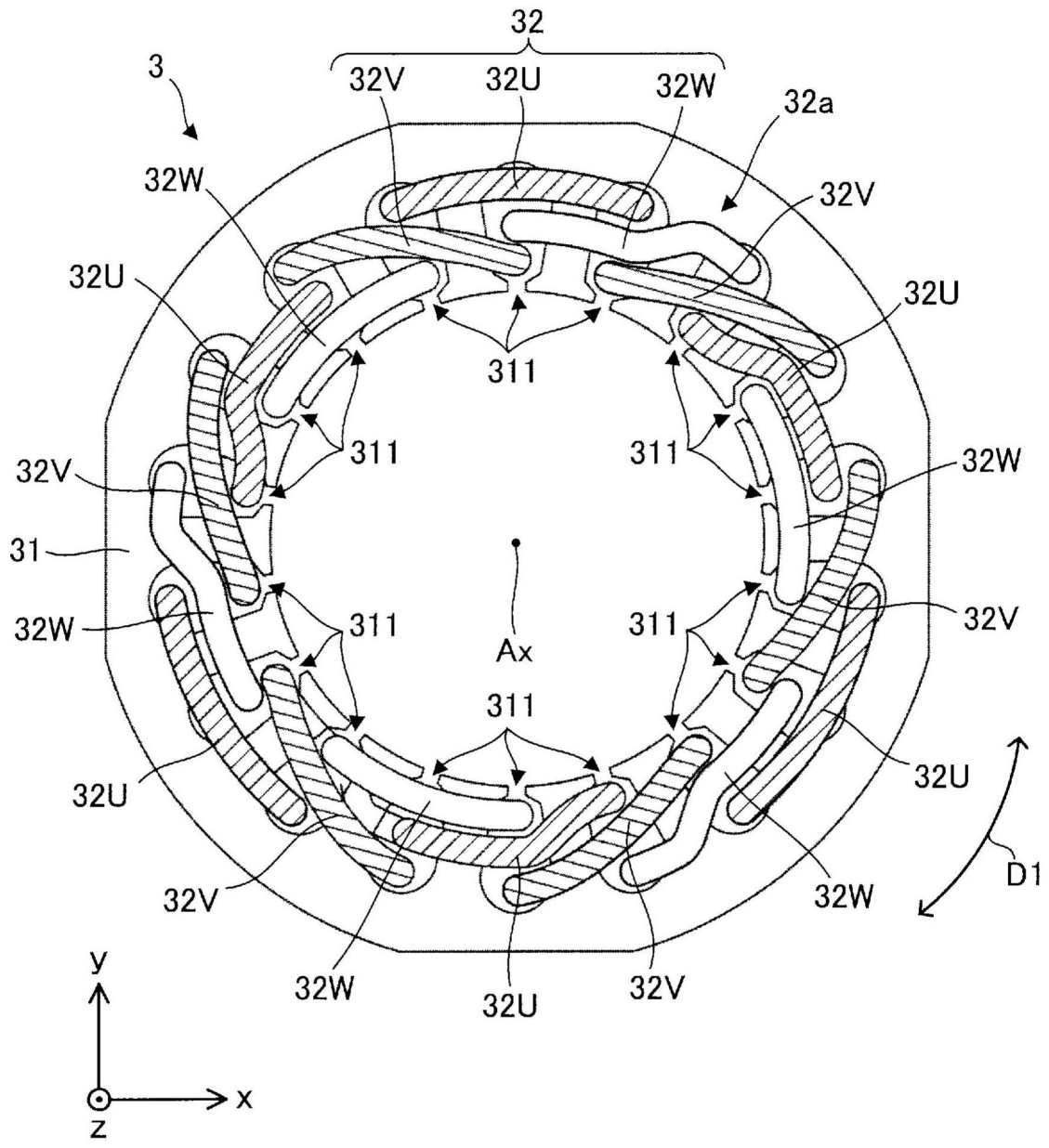


图3

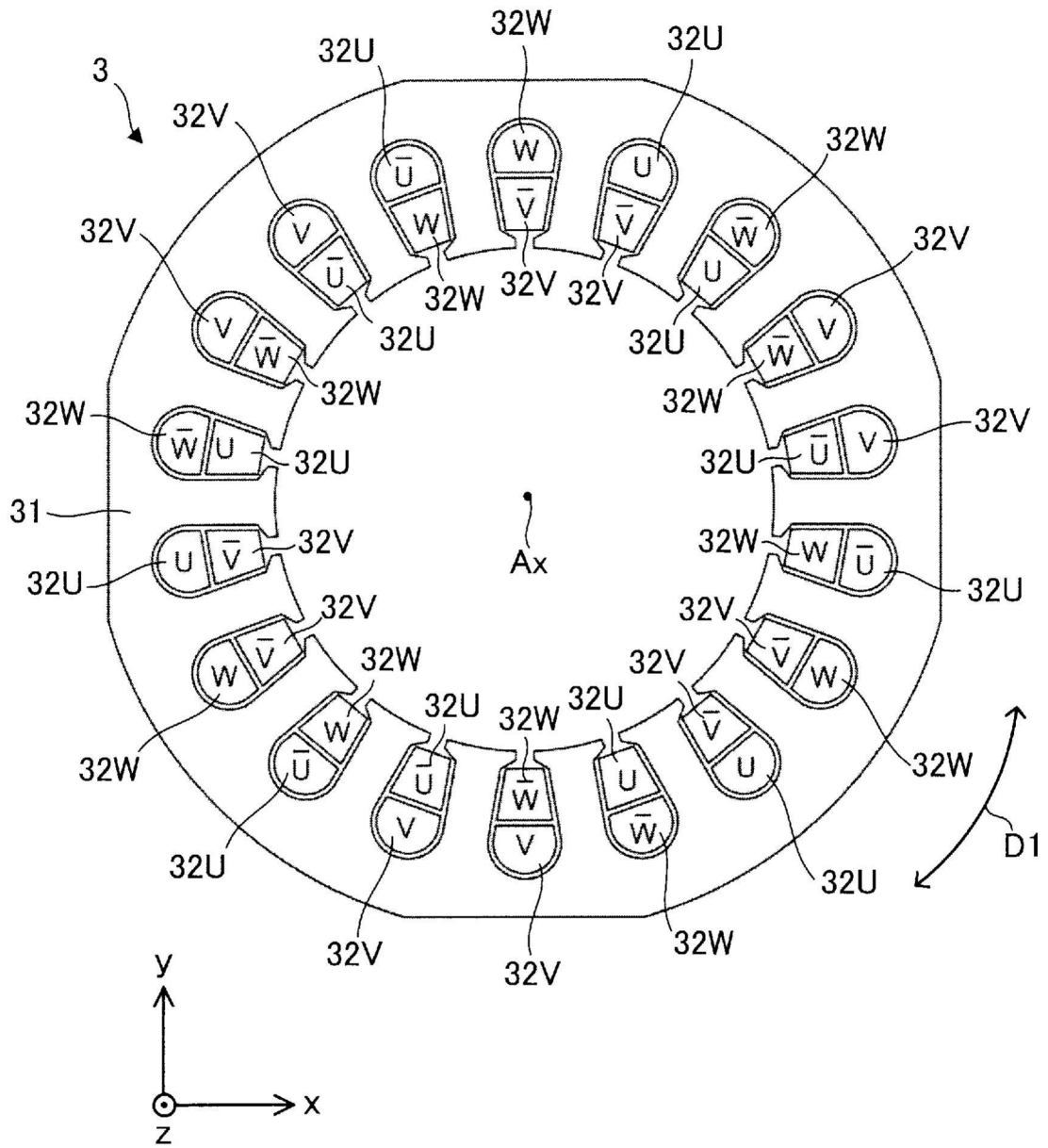


图4

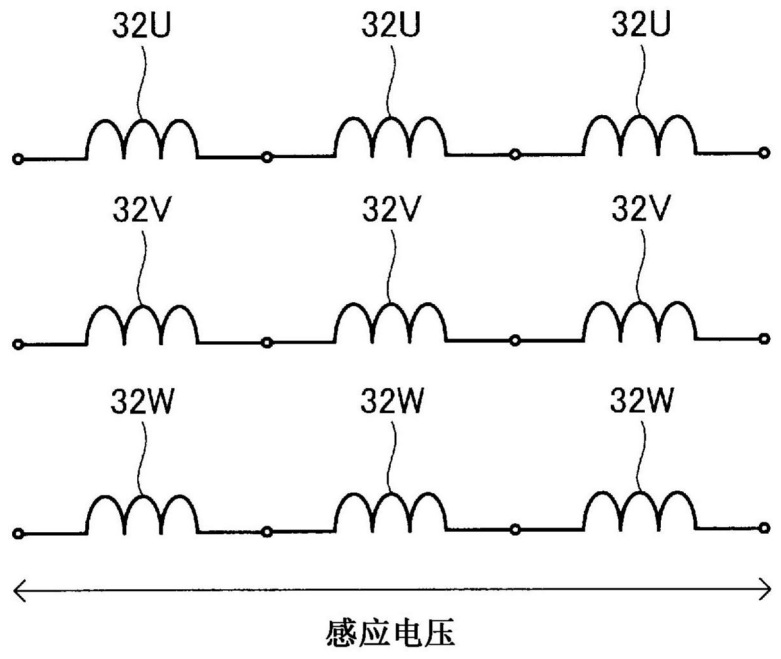


图6

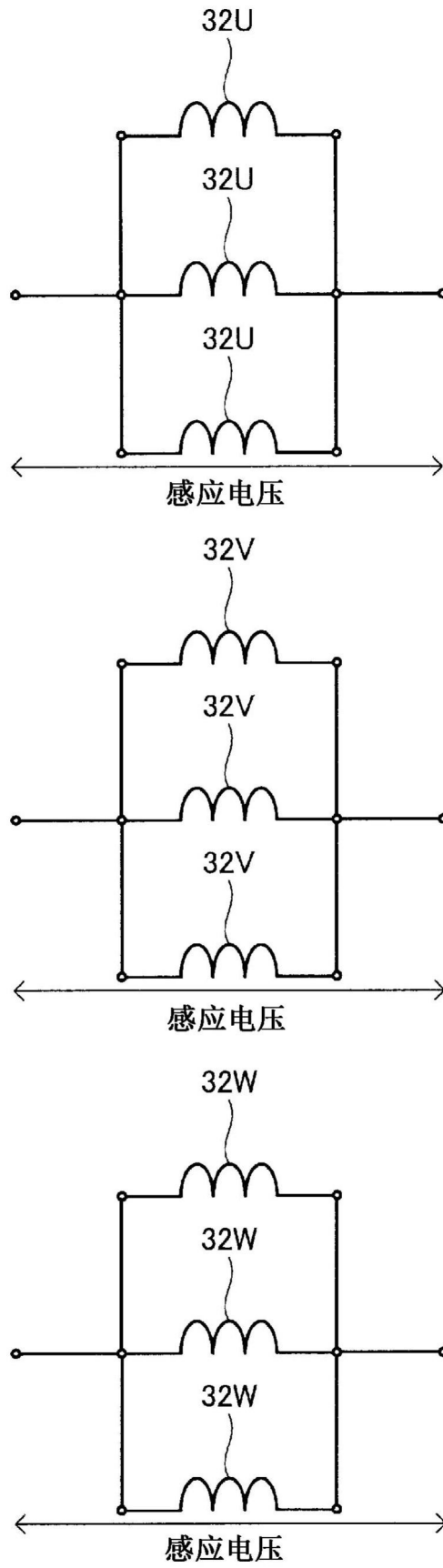


图7

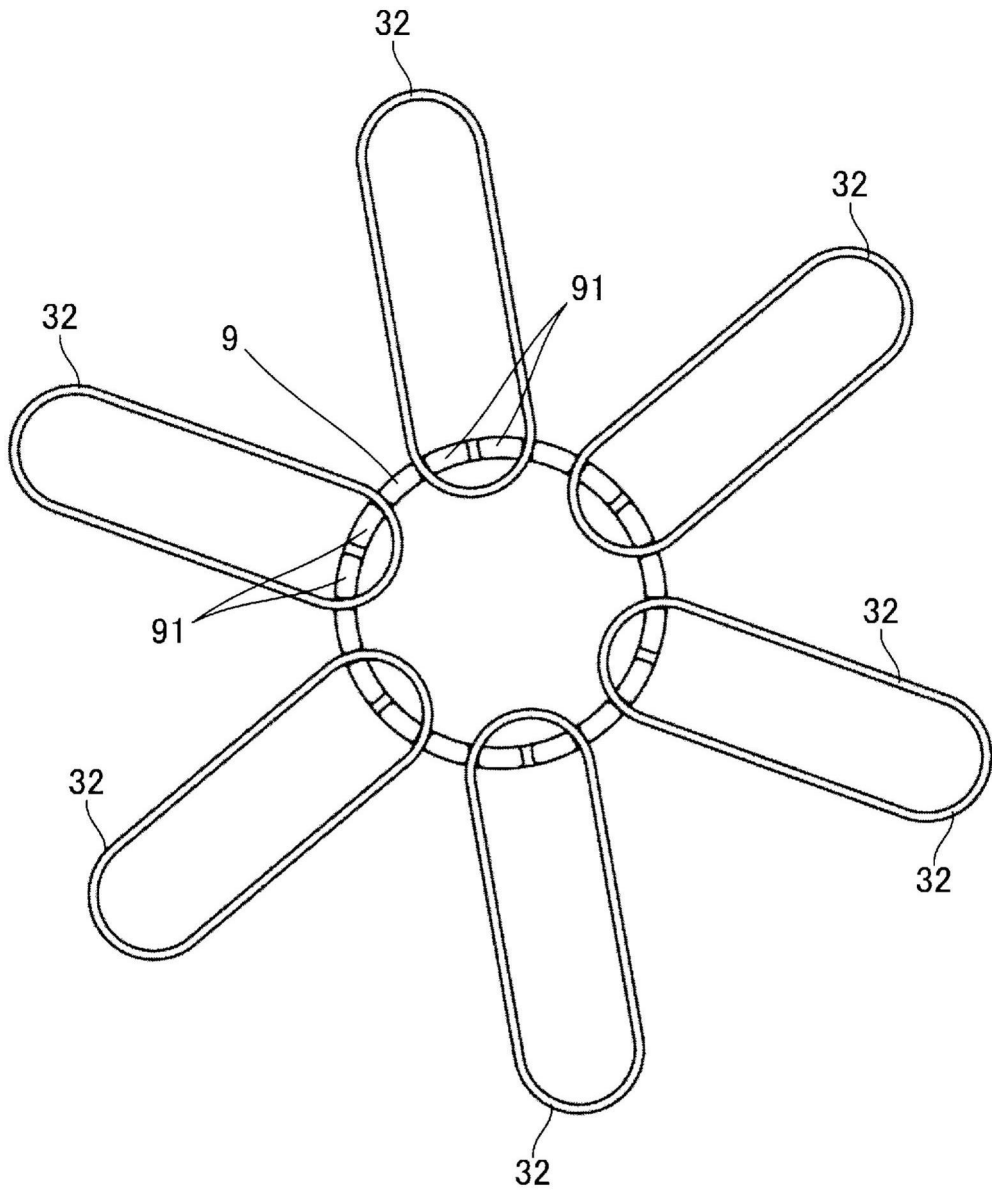


图8

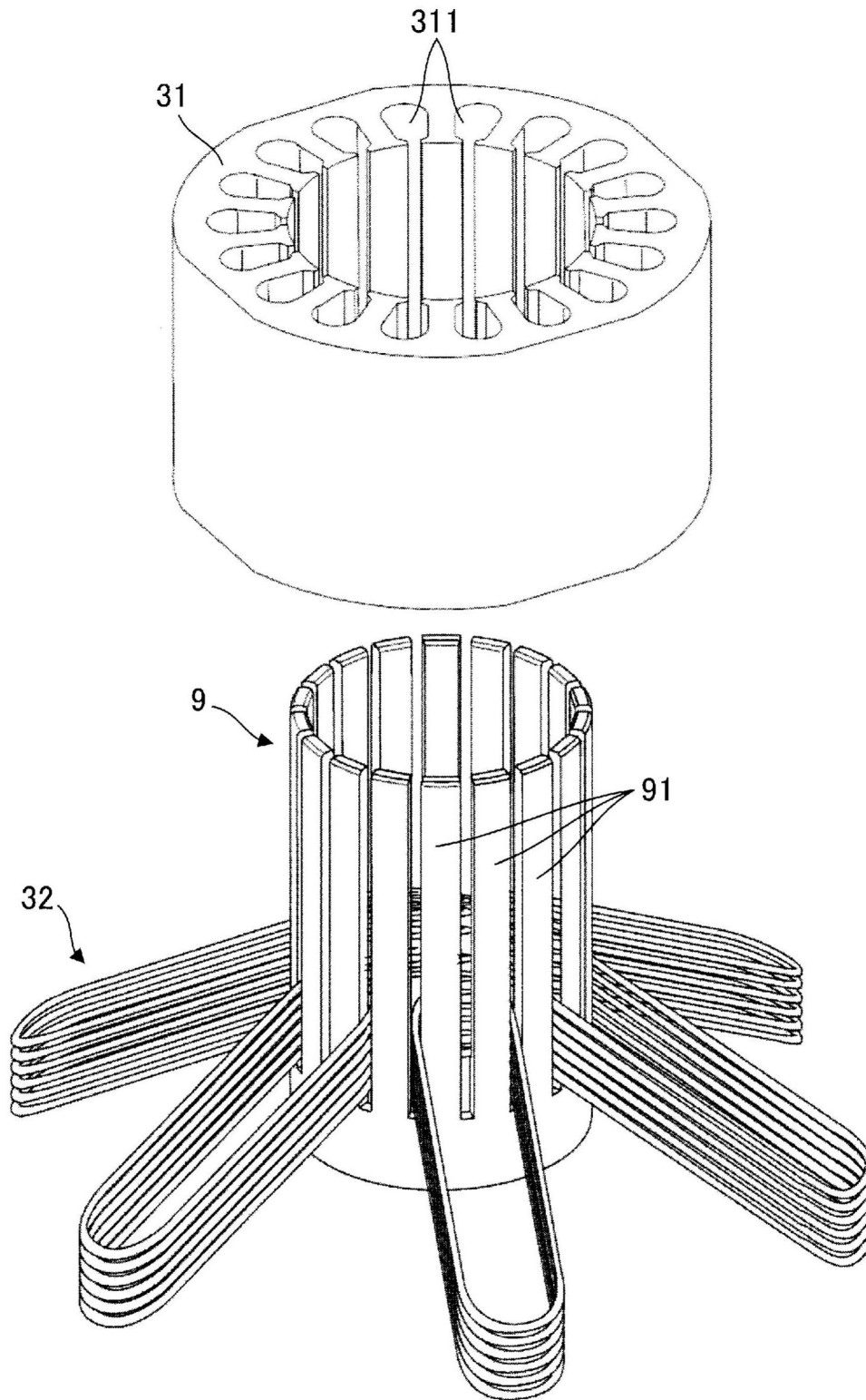


图9

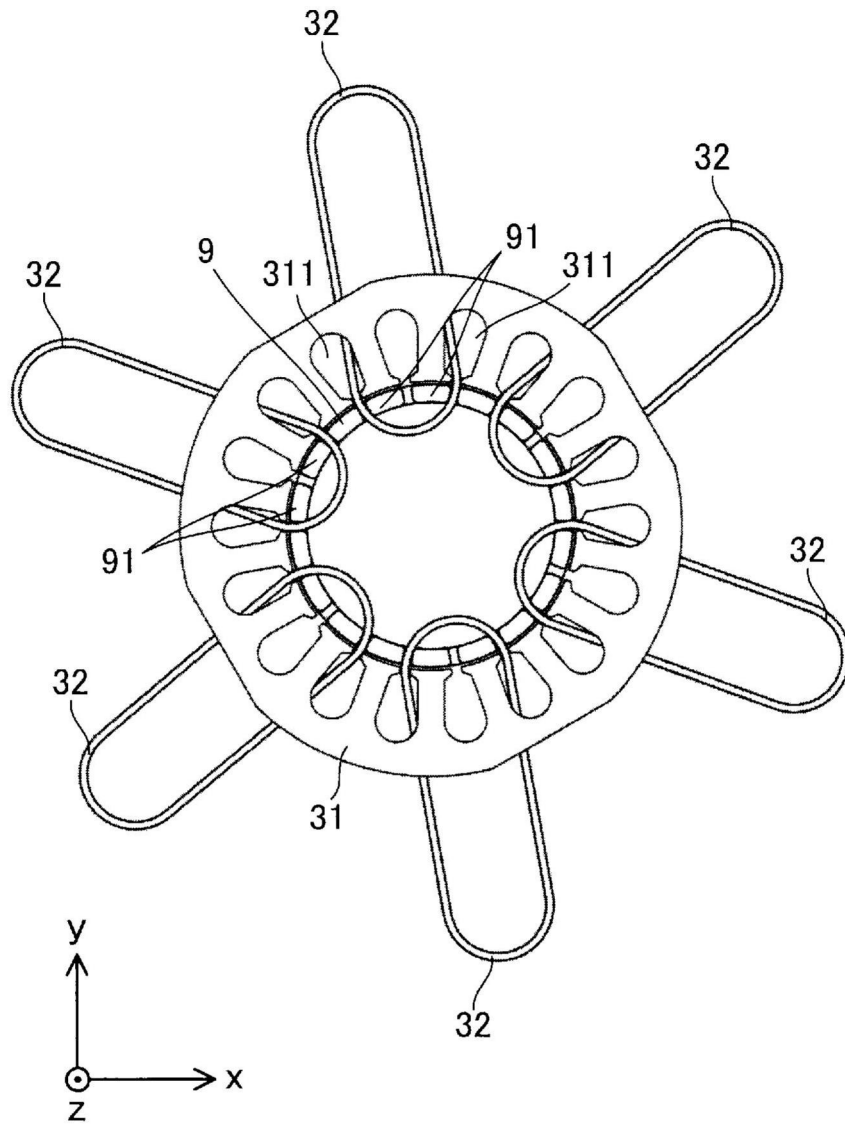


图10

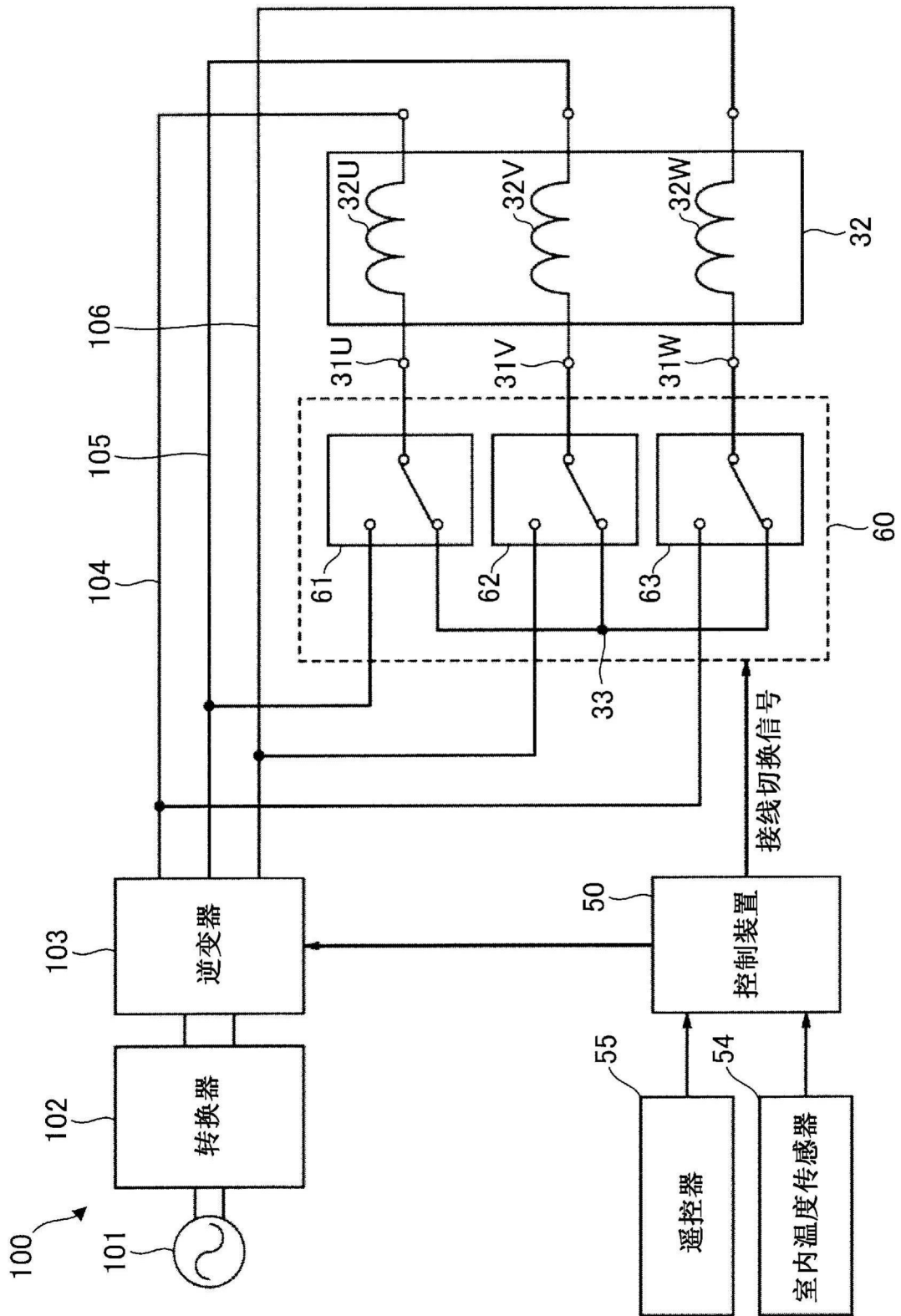


图11

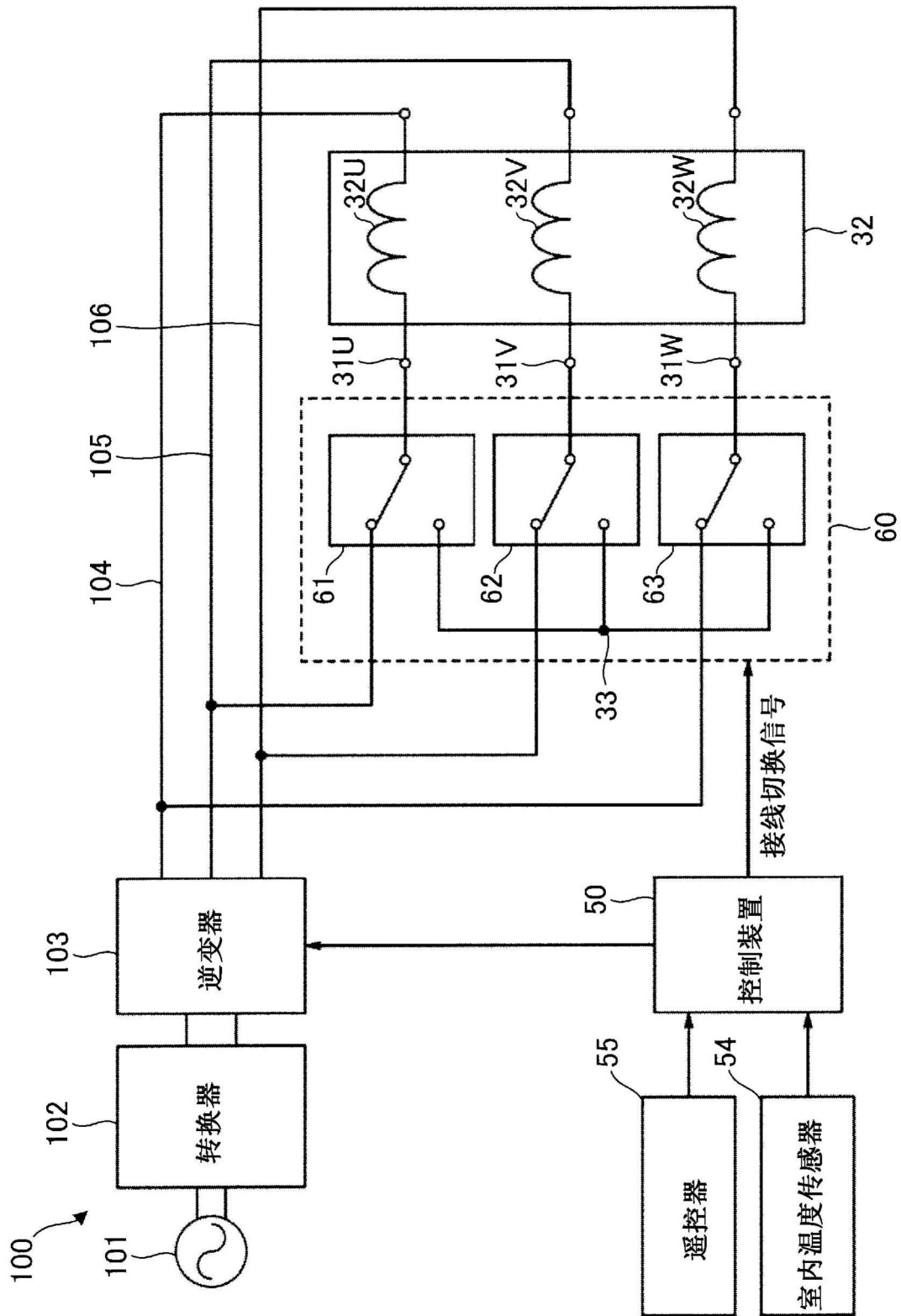


图12

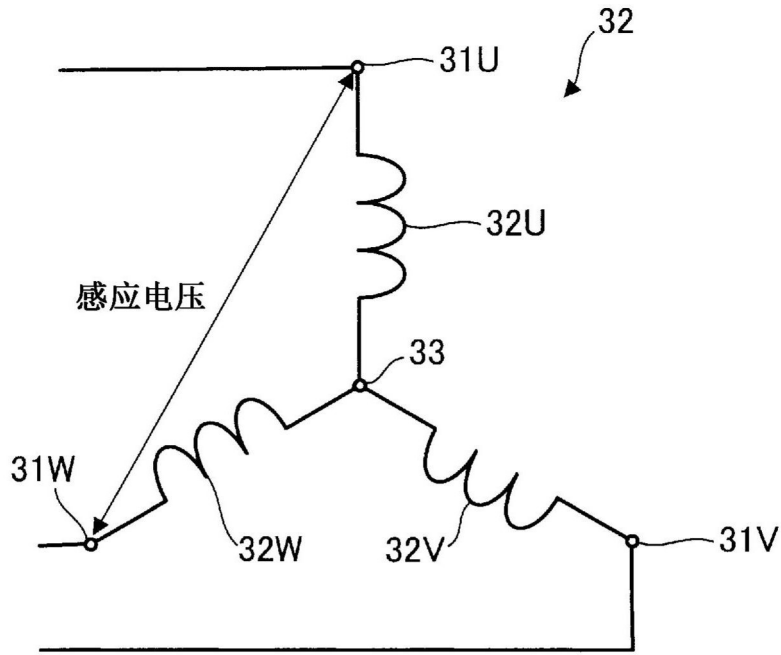


图13

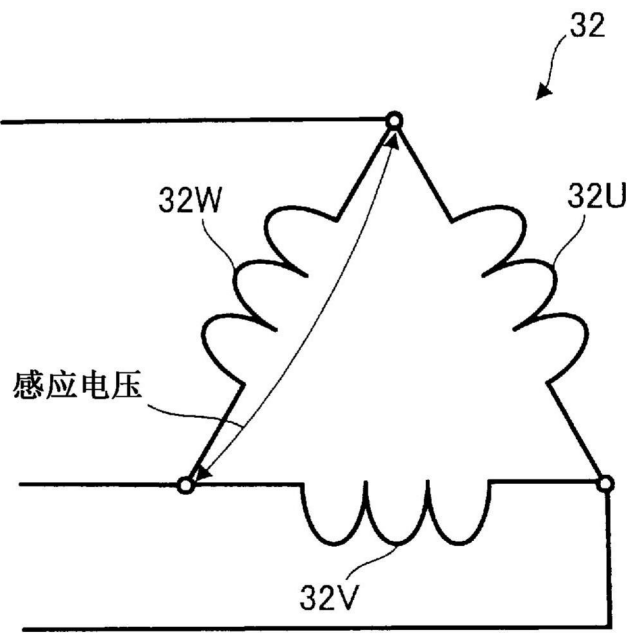


图14

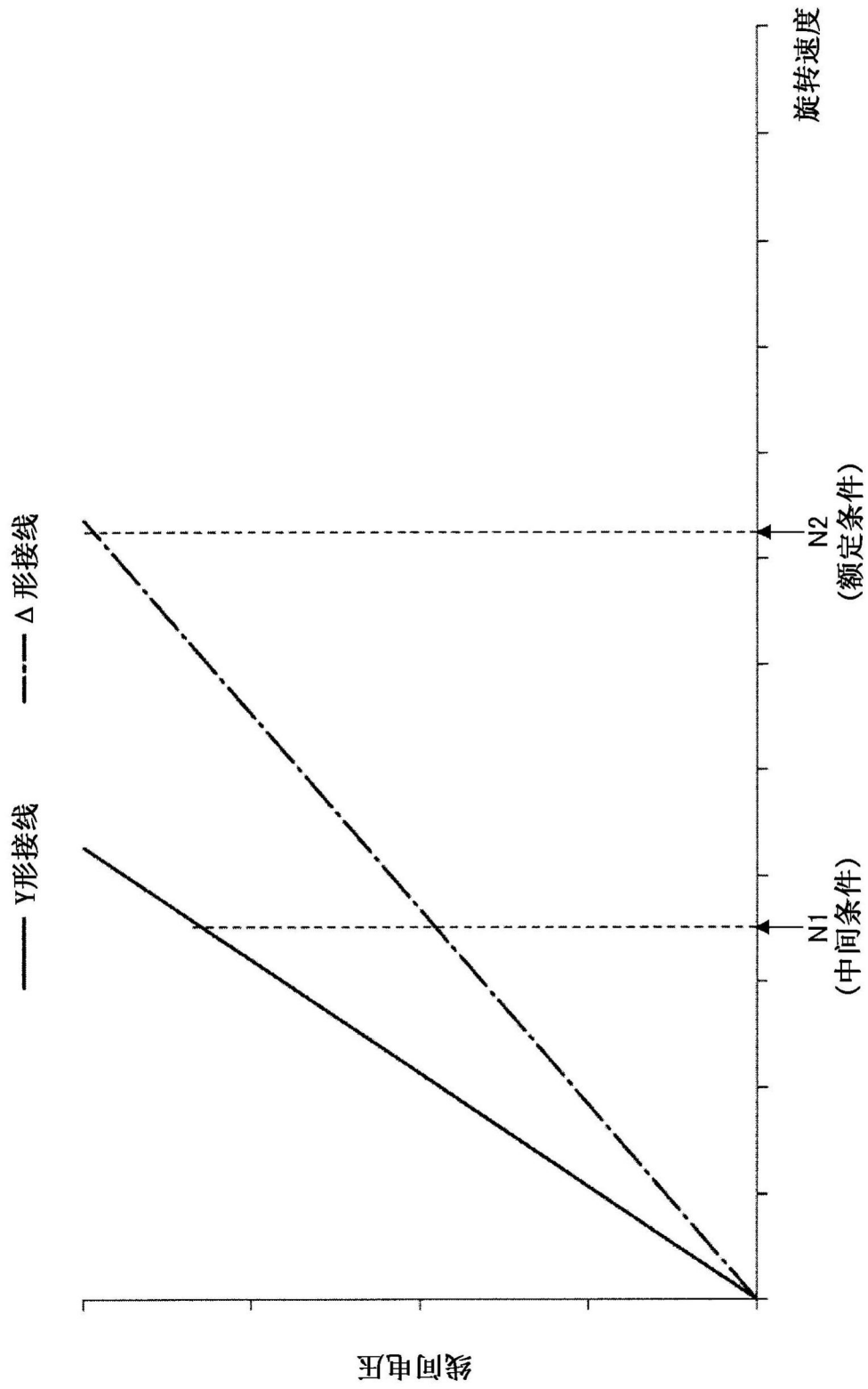


图15

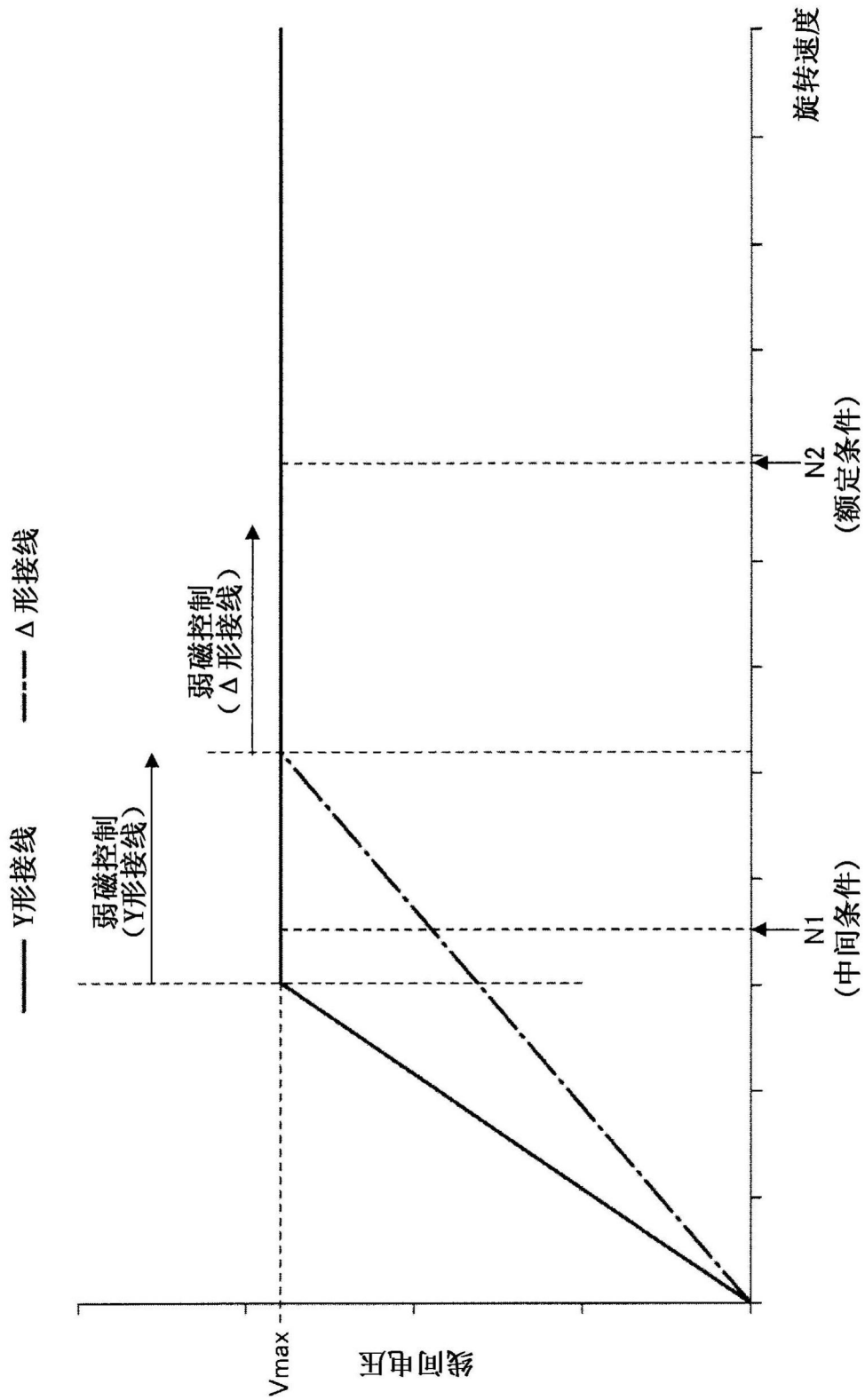


图16

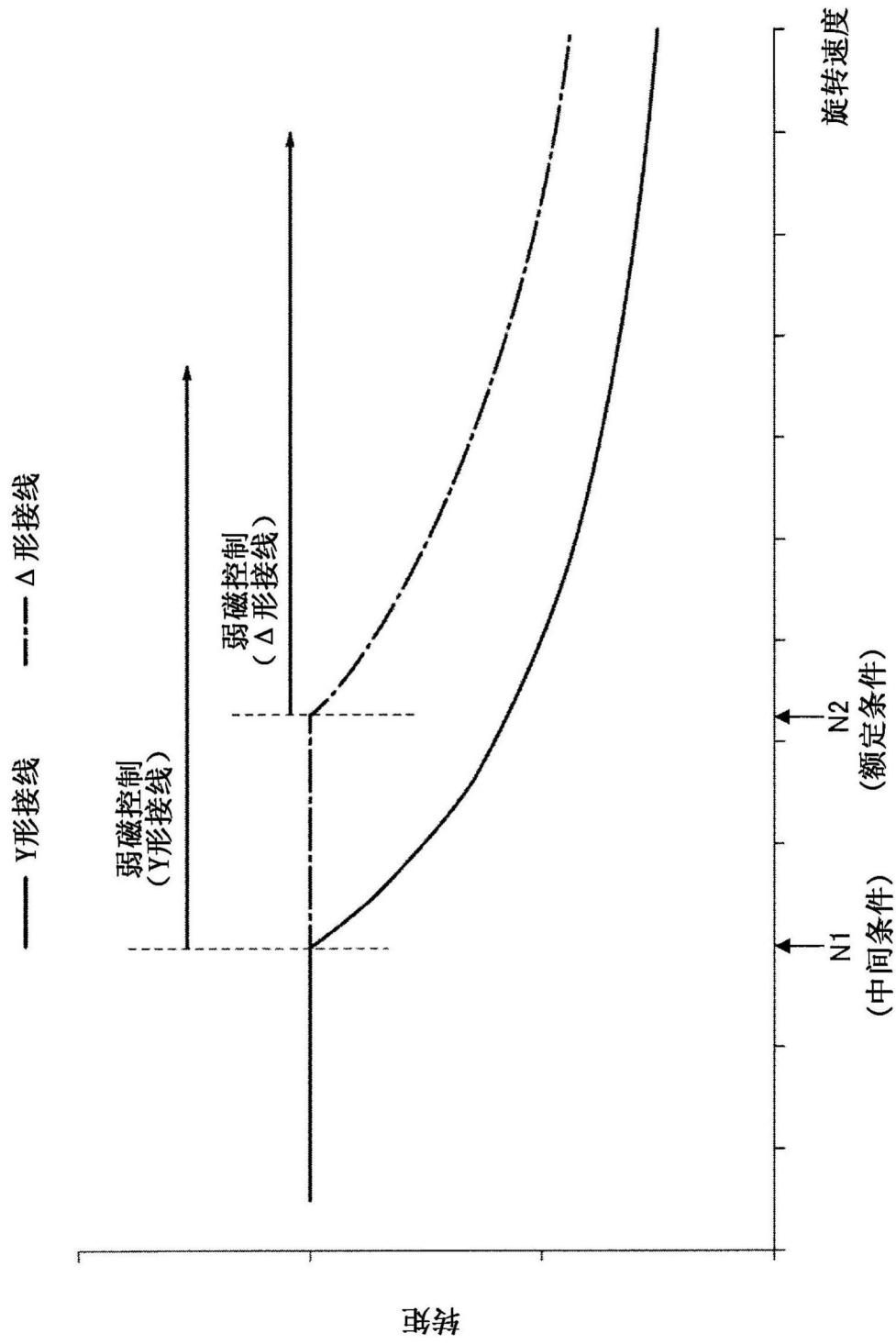


图17

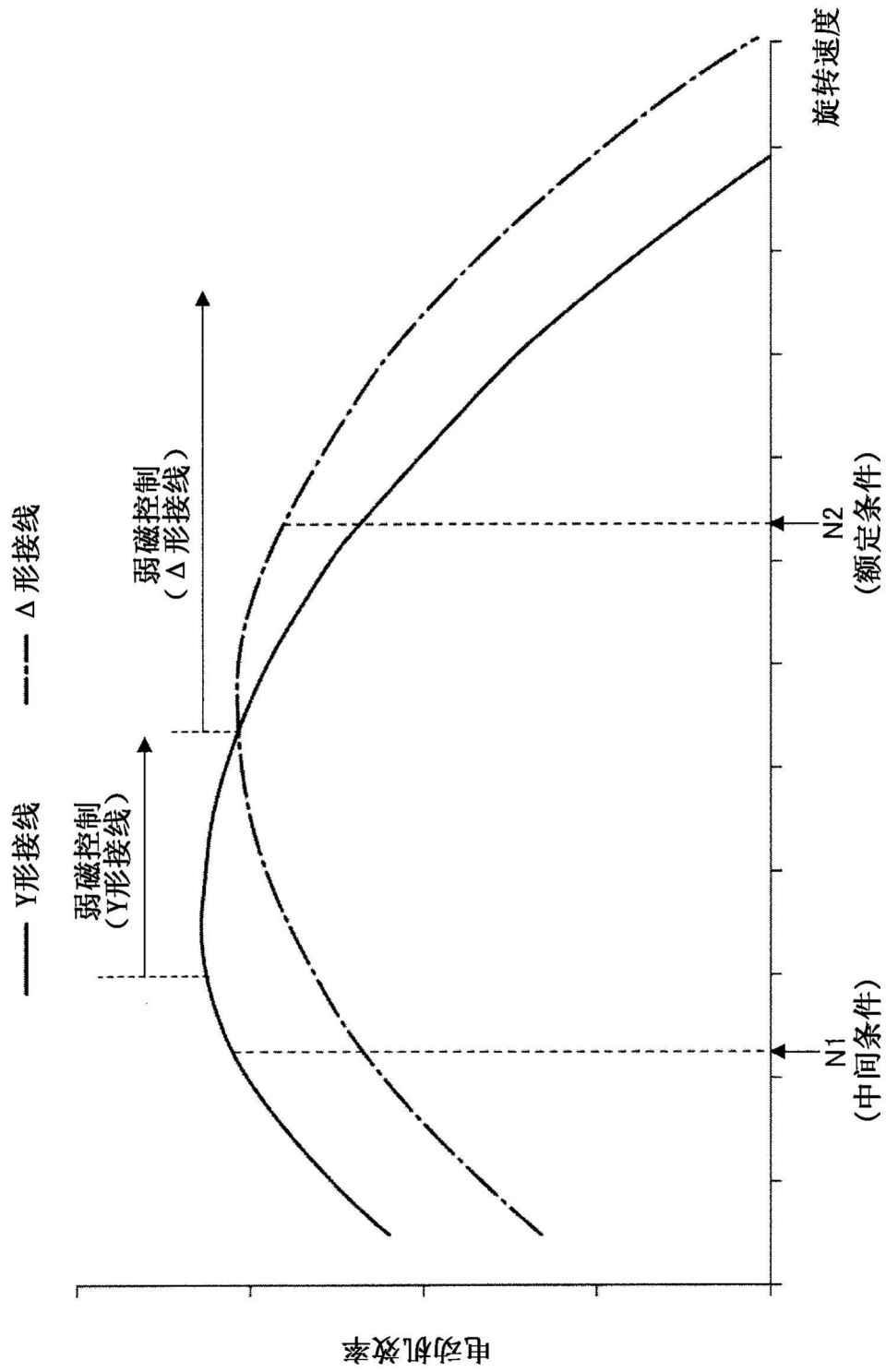


图18

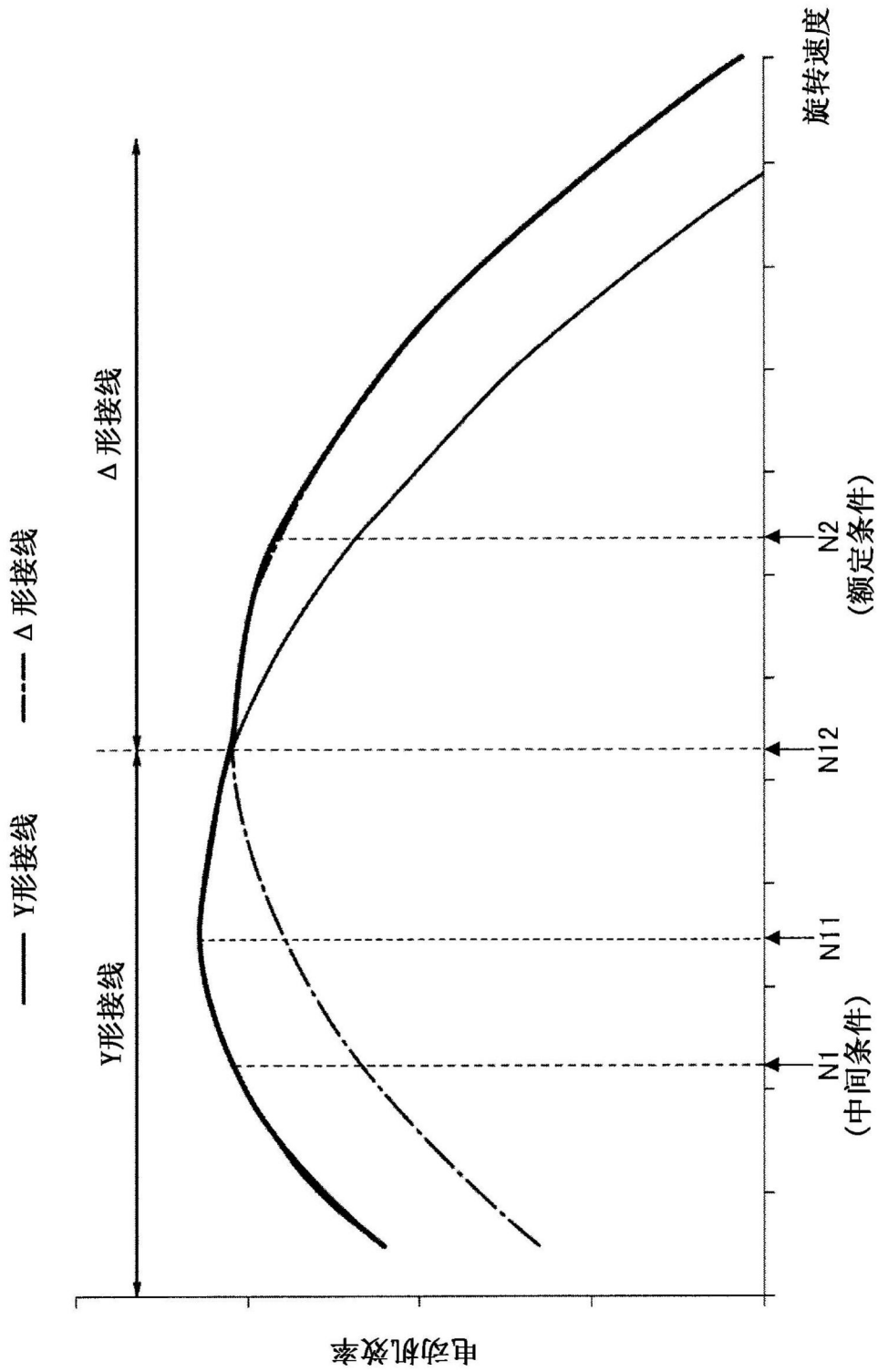


图19

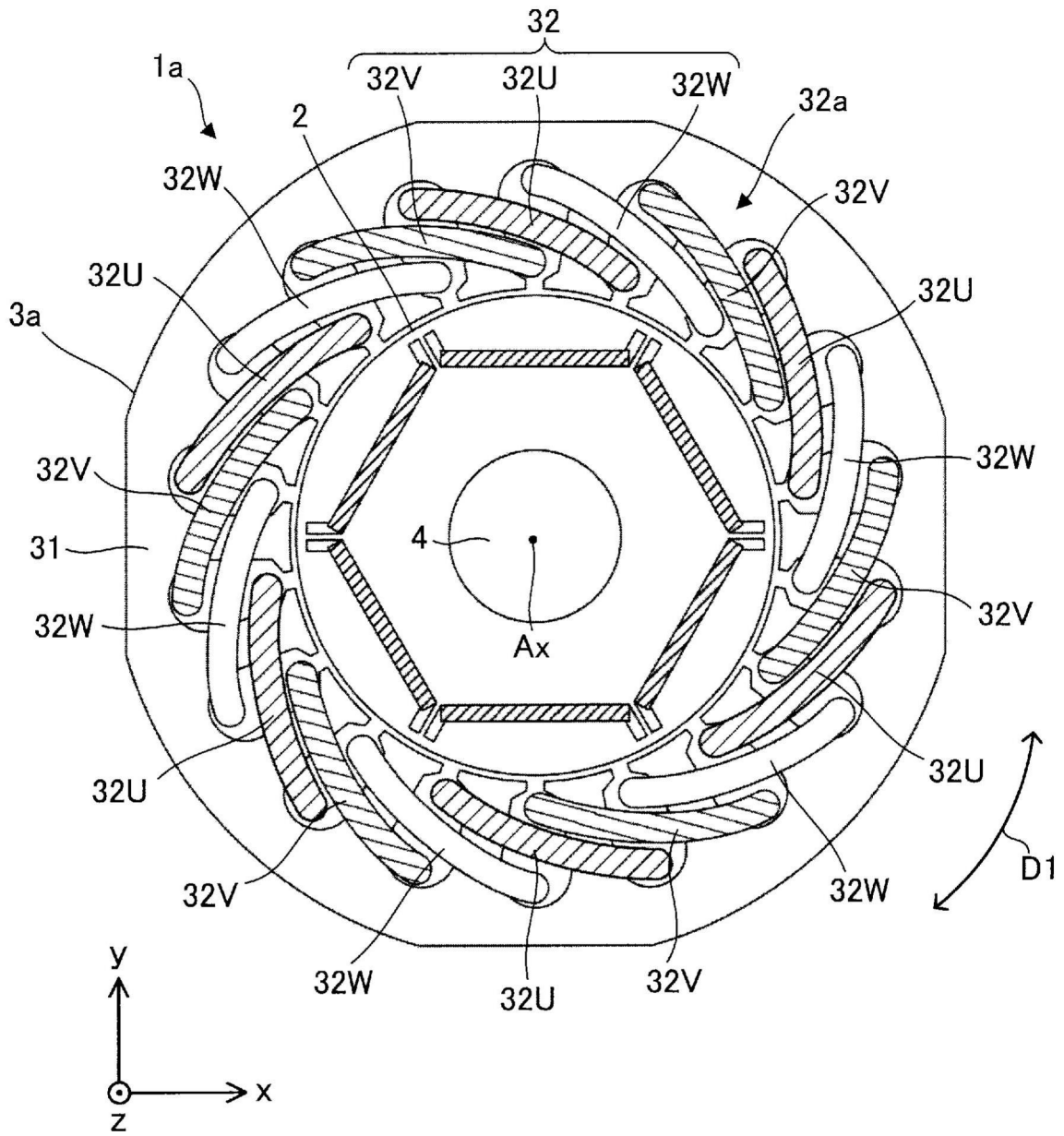


图20

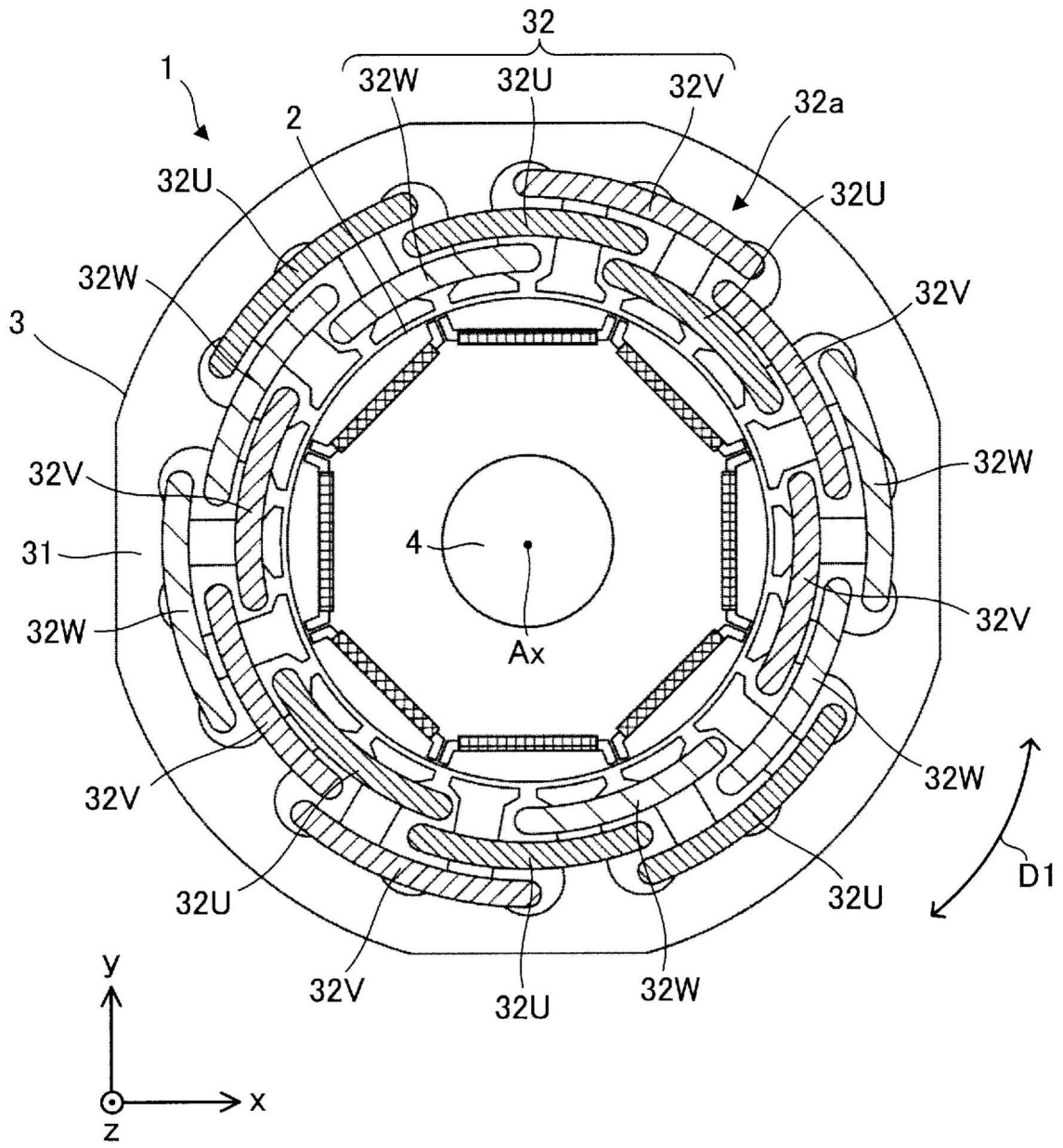


图22

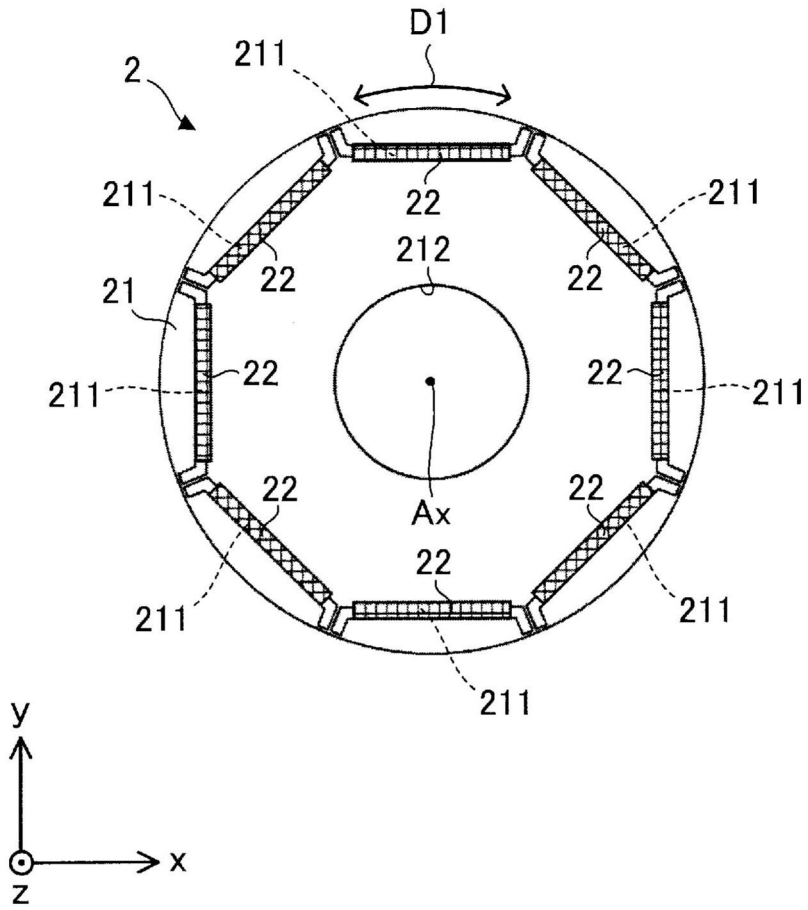


图23

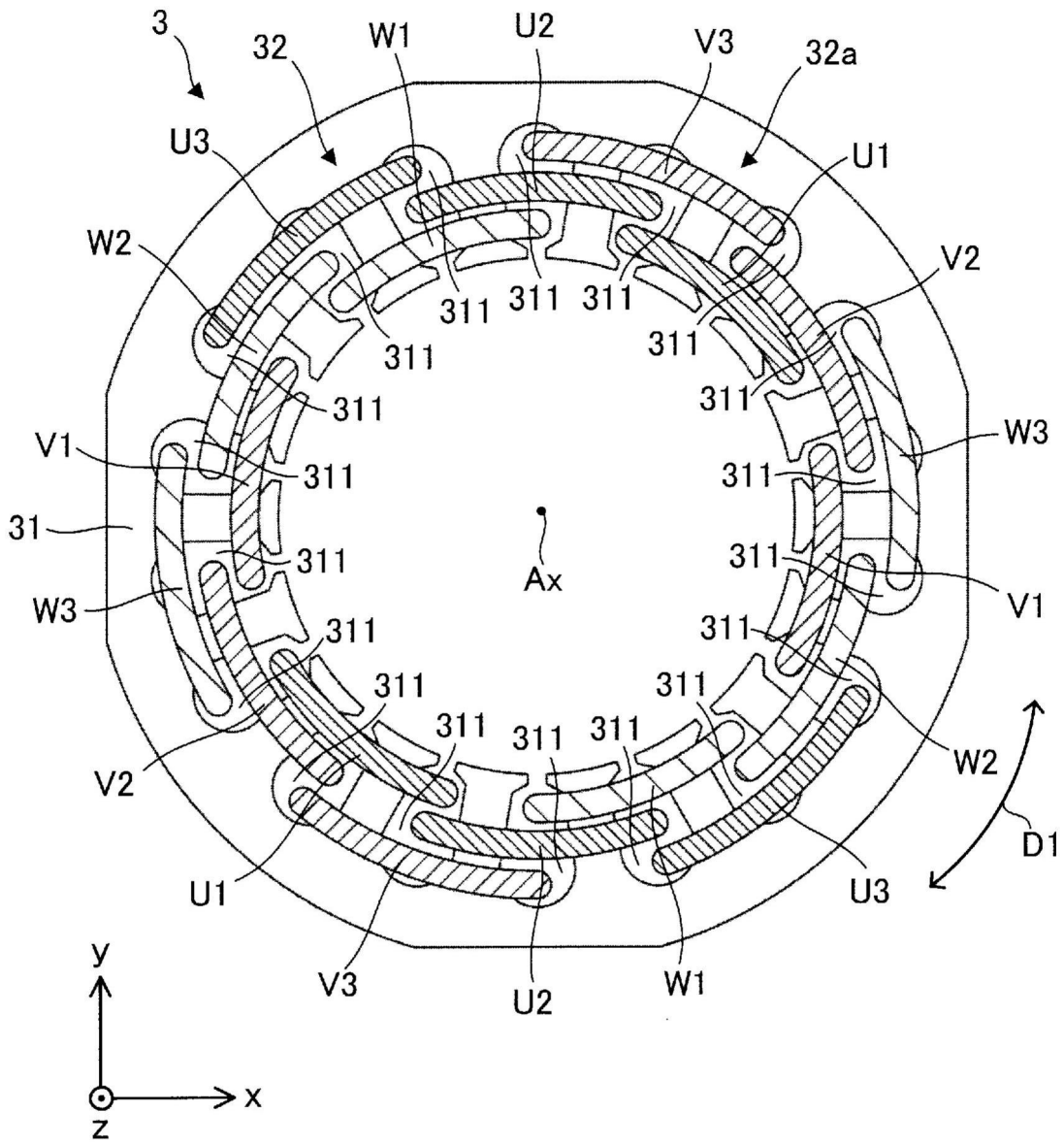


图24

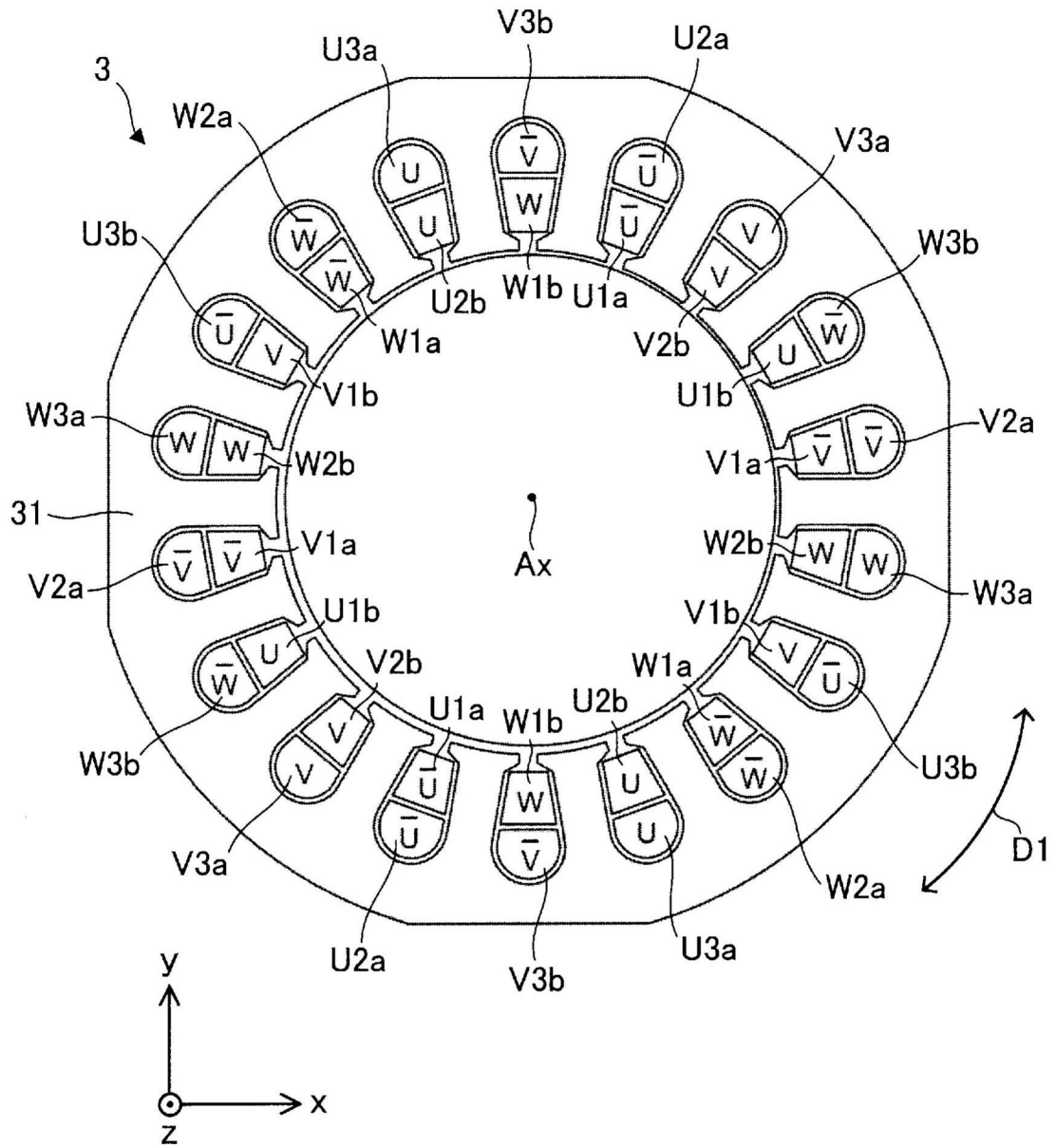


图25

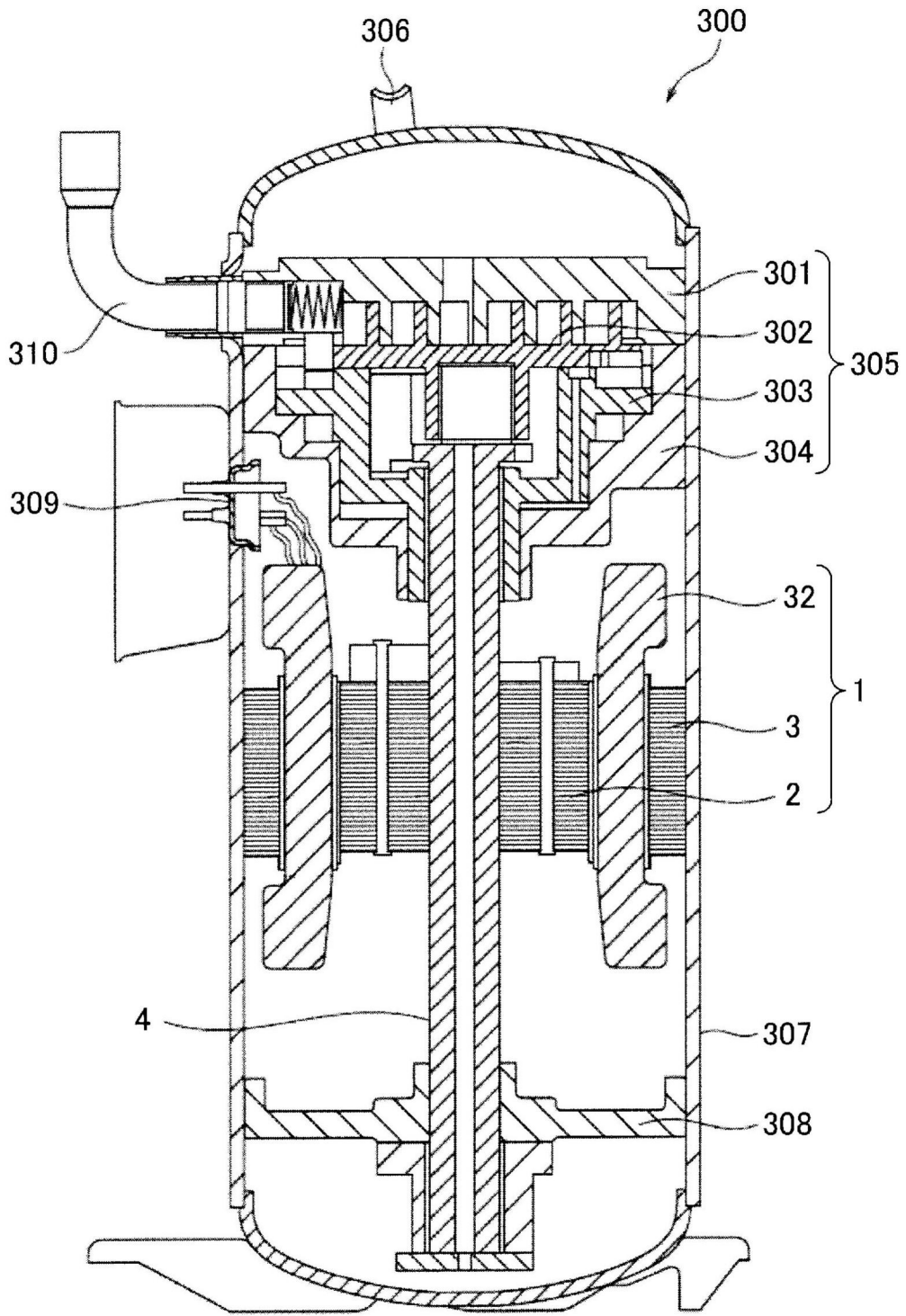


图29

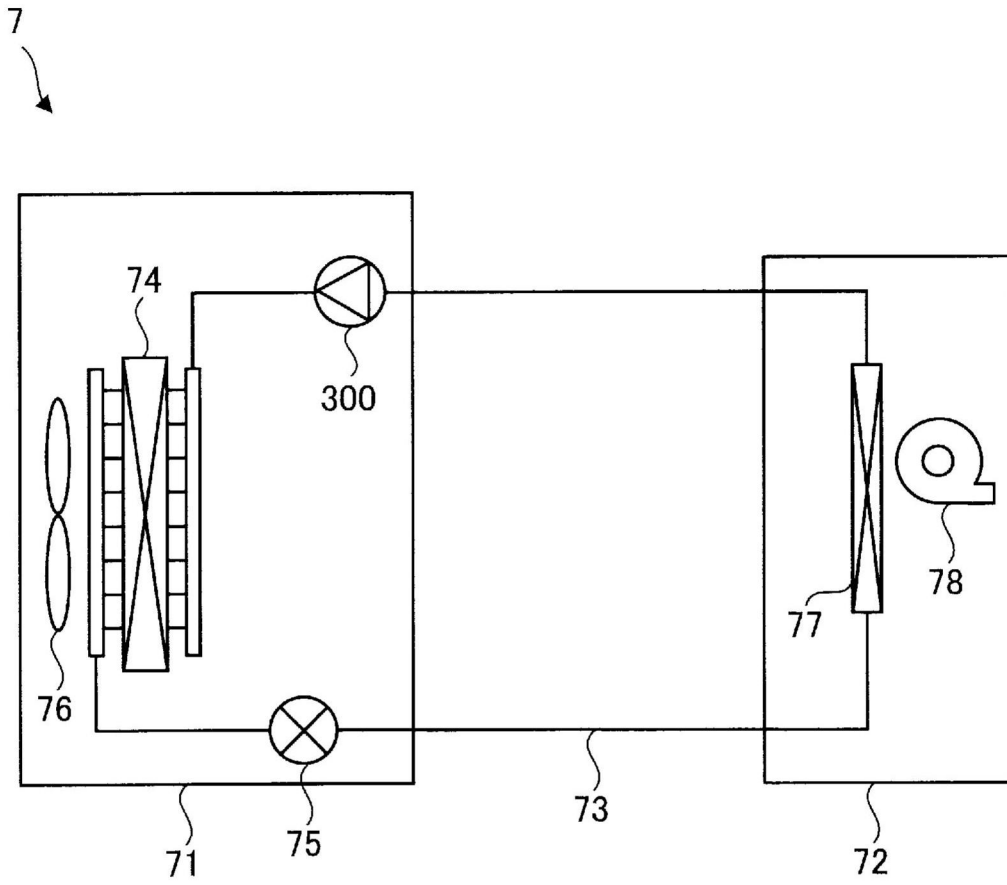


图30