



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105515318 B

(45)授权公告日 2018.11.20

(21)申请号 201510657386.8

(22)申请日 2015.10.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105515318 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(30)优先权数据

2014-209866 2014.10.14 JP

(73)专利权人 铃木株式会社

地址 日本静冈县

(72)发明人 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

(51)Int.Cl.

H02K 19/12(2006.01)

H02K 29/03(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2010-22185 A, 2010.01.28, 说明书第24-53段, 附图1-28.

JP 特开2010-279165 A, 2010.12.09, 说明书第21-60段, 附图1-18.

CN 104065224 A, 2014.09.24, 全文.

审查员 王敏希

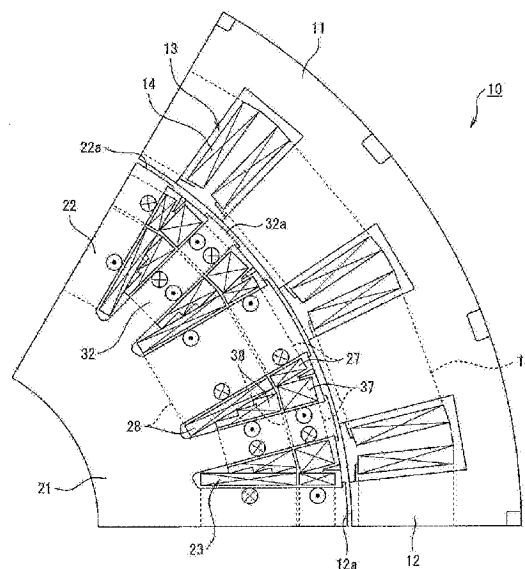
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

电动机

(57)摘要

提供能将损失能量更高效地回收为励磁能量、能有效地以高转矩驱动的、具备具有自励式绕组励磁功能的电磁铁的电动机。电动机(10)具备具有多个电枢线圈(14)的定子(11)和在定子的磁通通过时旋转的转子(21),在转子中,磁通与转子齿(22)的外周面(22a)交链,辅助凸极部(32)位于转子齿之间,磁通与辅助凸极部(32)的外周面(32a)交链,多个转子齿(22)和多个辅助凸极部(32)在磁耦合的状态下一体旋转,转子齿和辅助凸极部具有:感应线圈(27、37),其通过与磁通所包含的高次空间谐波成分交链而产生感应电流;以及电磁铁线圈(28、38),其中流过由感应线圈产生的感应电流而产生电磁力。



1. 一种电动机,具备:定子,其具有多个电枢线圈,该多个电枢线圈在通电时产生磁通;以及转子,其在上述定子的上述磁通通过时旋转,

上述转子形成有:主凸极部,其具有多个且形成为朝向上述定子延伸的凸极形状,并且排列在圆周方向上;以及辅助凸极部,其具有多个且形成为朝向上述定子延伸的凸极形状,并且排列在圆周方向上相邻的上述主凸极部的侧面之间,

上述主凸极部和上述辅助凸极部具有:感应线圈,其通过与高次空间谐波成分交链产生感应电流,所述高次空间谐波包含在上述电枢线圈产生的上述磁通中;以及电磁铁线圈,其在上述感应线圈产生的上述感应电流通过时产生电磁力,上述电动机的特征在于,

配置于上述主凸极部的上述感应线圈和配置于上述辅助凸极部的上述电磁铁线圈与第1整流电路连接,

配置于上述辅助凸极部的上述感应线圈和配置于上述主凸极部的上述电磁铁线圈与第2整流电路连接,

上述第1整流电路和上述第2整流电路对上述感应线圈产生的上述感应电流进行整流,并将整流的上述感应电流作为直流励磁电流,使其流过上述电磁铁线圈,

上述第1整流电路和上述第2整流电路构成为在电气上是各自独立的。

2. 根据权利要求1所述的电动机,

上述主凸极部形成为使重叠在d轴磁路产生的磁通中的高次空间谐波成分穿过与上述定子相对的上述主凸极部的端面交链,

上述辅助凸极部形成为使重叠在q轴磁路产生的磁通中的高次空间谐波成分通过与上述定子相对的上述辅助凸极部的端面交链。

3. 根据权利要求1所述的电动机,

上述感应线圈配置于上述主凸极部和上述辅助凸极部的端面侧,

上述电磁铁线圈配置于离开上述主凸极部和上述辅助凸极部的上述端面的旋转轴侧。

4. 根据权利要求2所述的电动机,

上述感应线圈配置于上述主凸极部和上述辅助凸极部的端面侧,

上述电磁铁线圈配置于离开上述主凸极部和上述辅助凸极部的上述端面的旋转轴侧。

5. 根据权利要求1所述的电动机,

上述第1整流电路和上述第2整流电路分别是对上述感应线圈产生的上述感应电流进行全波整流的电路。

6. 根据权利要求1所述的电动机,

上述第1整流电路和上述第2整流电路分别是对上述感应线圈产生的上述感应电流进行全波整流的电路。

## 电动机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在转子侧具备具有自励式绕组励磁功能的电磁铁的电动机。

### 背景技术

[0002] 例如作为搭载于混合动力车 (Hybrid Electric Vehicle) 或电动汽车 (Electric Vehicle) 的电动机,在与磁阻转矩一起高效地利用电磁转矩的情况下效率高。作为这种电动机,多使用将磁力强的钕磁铁 (Neodymium magnet) 等永久磁铁埋在转子 (旋转体) 内的 IPM (1413245483198\_0) 结构。

[0003] 作为这种电动机,高磁力的永久磁铁的价格高且不易稳定地供给,因此提出了在转子侧具备具有自励式绕组励磁功能的电磁铁 (专利文献1)。在该专利文献1记载的电动机中,在由定子的电枢线圈产生的磁通交链的转子的凸极部,单独地形成感应线圈和电磁铁线圈,将由感应线圈产生的感应电流进行整流后作为励磁电流供给到电磁铁线圈,使其还作为电磁铁发挥功能。

[0004] 该专利文献1记载的电动机利用使由定子侧的电枢线圈产生的磁通与转子的凸极部交链而带来的磁阻转矩和使该凸极部作为电磁铁发挥功能而带来的电磁转矩,提高使转子旋转的转矩。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:特开2013-38918号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 但是,在专利文献1记载的电动机中,虽然在形成感应线圈和电磁铁线圈的转子的凸极部实现了具有进行自我励磁的绕组励磁功能的电磁铁,但转矩产生面仅为共用地卷绕感应线圈和电磁铁线圈的凸极部的外周面。

[0010] 由此,在该电动机中,在转子的外周面中出现转矩密度变小的区域而使旋转效率降低,并且该转矩密度小的区域在周向上反复出现而使旋转质量降低。

[0011] 另外,在该专利文献1记载的电动机中,将由感应线圈产生的交流的感应电流按每一凸极进行半波整流后合成从而成为直流的励磁电流,无法有效利用感应电流。

[0012] 因此,本发明的目的在于提供能将损失能量更高效地回收为励磁能量、能有效地以高转矩进行驱动的、具备具有自励式绕组励磁功能的电磁铁的电动机。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 解决上述问题的电动机的发明的一个方式是一种电动机,具备:定子,其具有多个电枢线圈,该多个电枢线圈在通电时产生磁通;以及转子,其在上述定子的上述磁通过时旋转,上述转子形成有:主凸极部,其具有多个且形成为朝向上述定子延伸的凸极形状,并且排列在圆周方向上;以及辅助凸极部,其具有多个且形成为朝向上述定子延伸的凸极形

状,并且排列在圆周方向上相邻的上述主凸极部的侧面之间,上述主凸极部和上述辅助凸极部具有:感应线圈,其通过与高次空间谐波成分交链而产生感应电流,所述高次空间谐波包含在上述电枢线圈产生的上述磁通中;以及电磁铁线圈,其在上述感应线圈产生的上述感应电流通过时产生电磁力,配置于上述主凸极部的上述感应线圈和配置于上述辅助凸极部的上述电磁铁线圈与第1整流电路连接,配置于上述辅助凸极部的上述感应线圈和配置于上述主凸极部的上述电磁铁线圈与第2整流电路连接,上述第1整流电路和上述第2整流电路对上述感应线圈产生的上述感应电流进行整流,并将整流的上述感应电流作为直流励磁电流,使其流过上述电磁铁线圈,上述第1整流电路和上述第2整流电路构成为在电气上是各自独立的。

#### [0015] 发明效果

[0016] 根据本发明的一个方式,可提供能将损失能量高效地回收为励磁能量、能有效地以高转矩进行驱动的、具备具有自励式绕组励磁功能的电磁铁的电动机。

#### 附图说明

[0017] 图1是表示本发明的电动机的一个实施方式的图,是表示其概略构成的局部放大径向截面图。

[0018] 图2是将辅助凸极部的感应线圈和转子齿的电磁铁线圈经由二极管连接的简单的电路构成图。

[0019] 图3是将转子齿的感应线圈和辅助凸极部的电磁铁线圈经由二极管连接的简单的电路构成图。

[0020] 图4是表示与通电时产生的磁通的磁化方向相应的磁通矢量的形成状态的状态图。

[0021] 图5是表示通电时产生的磁通线的形成状态的状态图。

[0022] 图6是用磁通线和磁通矢量表示通电时产生的磁通的形成状态的状态图。

[0023] 图7是表示与本实施方式进行比较的无辅助凸极部的结构的电动机的概略构成的局部放大径向截面图。

[0024] 图8是用辅助凸极部的有无来比较通电时产生的感应电流量的坐标图。

[0025] 图9是用辅助凸极部的有无来比较通电时得到的转矩的坐标图。

#### [0026] 附图标记说明

[0027] 10 电动机

[0028] 11 定子

[0029] 12 定子齿

[0030] 12a 内周面

[0031] 13 定子槽

[0032] 14 电枢线圈

[0033] 21 转子

[0034] 22 转子齿

[0035] 22a、32a 外周面(端面)

[0036] 23 转子槽

- [0037] 27、27A1~27An、27B1~27Bn、37、37A1~37An、37B1~37Bn 感应线圈
- [0038] 28、28A1~28An、28B1~28Bn、38、38A1~38An、38B1~38Bn 电磁铁线圈
- [0039] 29A、29B、39A、39B 二极管
- [0040] 30 整流电路(第1整流电路)
- [0041] 32 辅助凸极部
- [0042] 40 整流电路(第2整流电路)
- [0043] FL 磁通线
- [0044] G 气隙
- [0045] V 磁通矢量

### 具体实施方式

[0046] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。图1~图9是表示本发明的一个实施方式的电动机的图。在此,图1是磁阻电动机的径向截面图,图示以轴心为中心的机械角60度的部分,表示该机械角60度的部分在周向上周期性地重复的结构。

[0047] (电动机的基本结构)

[0048] 在图1中,电动机10具有最适合与内燃机一起或者单独地作为驱动源而搭载于例如混合动力车或电动汽车的性能。该电动机10如后所述制成无需从外部对转子输入能量的结构。

[0049] 电动机10具备:定子(固定体)11,其形成为大致圆筒形;以及转子(旋转体)21,其旋转自如地收纳于该定子11内,固定有与轴心一致的旋转轴。定子11和转子21以层叠电磁钢板(磁性体)并能卷绕绕组的方式分别一体地形成,由此作为能提高各自内部的导磁率并使磁通以高密度通过的磁路发挥功能。该定子11和转子21形成能经由在半径方向上相对的后述的极其小的气隙G在相对的端面之间使磁通高效地交链。

[0050] 在定子11中,在径向的旋转轴侧延伸并形成凸极形状的多个定子齿12在周向上均等配置。定子齿12的内周面12a侧隔着气隙G与转子21的后述的转子齿22的外周面22a相对。在该定子齿12中,利用形成于相邻的侧面之间的空间的定子槽13将3相电源的每一相的3相绕组分别单独地集中缠绕,由此形成电枢线圈14。另外,对电枢线圈14输入交流驱动电流,由此,定子齿12作为产生使相对收纳于内部的转子21旋转的磁通的电磁铁发挥功能。

[0051] 在转子21中,向从径向的旋转轴离开的一侧延伸的形成为凸极形状的多个转子齿(主凸极部)22在周向上均等配置。转子齿22形成为整个周向的个数与定子齿12的不同,当进行相对旋转时,外周面(端面)22a与定子齿12的内周面12a适当地接近并相对。

[0052] 由此,电动机10能将通过使定子11的电枢线圈14通电而产生的磁通从定子齿12的内周面12a与相对的转子齿22的外周面22a交链。由此,电动机10能利用使得磁通通过的磁路(磁耦合)最短的磁阻转矩(主旋转力)使转子21相对旋转。其结果是,电动机10能将通电输入的电能在定子11内与相对旋转的转子21一体旋转的旋转轴作为机械能输出。

[0053] (自励式绕组励磁电动机的基本结构)

[0054] 在该电动机10中,在从定子齿12的内周面12a与转子齿22的外周面22a交链的磁通中重叠着高次空间谐波成分。因此,在转子21侧,也能利用从定子11侧交链的磁通的高次空间谐波成分的磁通密度的变化使内置的线圈产生感应电流,得到电磁力。

[0055] 具体地,此时,对定子11的电枢线圈14供给基本频率的交流驱动电力并通过按该基本频率变动的主磁通使转子21(转子齿22)旋转,因此即使在转子21侧仅配置线圈,也不会出现交链的磁通不变化而产生感应电流的情况。

[0056] 另一方面,磁通中重叠的高次空间谐波成分按与基本频率不同的周期在时间上发生变化,且从外周面22a侧与转子齿22交链。由此,不用另外输入,基本频率的磁通中重叠的高次空间谐波成分就能使设置在转子齿22的外周面22a的近旁的线圈高效地产生感应电流。其结果是,成为铁损的原因的高次空间谐波磁通能回收为用于进行自我励磁的能量。

[0057] 由此,电动机10将形成于转子齿22的相邻的侧面之间的空间作为转子槽23加以利用,通过将绕组卷绕于该转子齿22而形成集中缠绕来配置感应线圈27和电磁铁线圈28。另外,电动机10在转子槽23内形成后述的辅助凸极部32并同样地卷绕绕组来配置感应线圈37和电磁铁线圈38。

[0058] 感应线圈27、37利用从定子齿12的内周面12a与转子齿22和辅助凸极部32的外周面22a、32a交链的磁通的高次空间谐波成分(磁通密度的变化)产生感应电流并将其供给到电磁铁线圈28、38。电磁铁线圈28、38将从该感应线圈27、37供给的感应电流作为励磁电流进行自我励磁从而产生磁通(电磁力)。

[0059] 由此,电动机10能使利用感应线圈27、37的感应电流使电磁铁线圈28、38产生的磁通从转子齿22、辅助凸极部32的外周面22a、32a与定子齿12的内周面12a交链。因此,除产生主旋转力的电枢线圈14的磁通以外的交链的磁通能得到使通过磁路变得最短的电磁转矩(辅助旋转力),能辅助转子21的相对旋转。

[0060] 其结果是,电动机10能将在仅为转子齿22的情况下无法利用的、成为损失原因的磁通的高次空间谐波成分在辅助凸极部32处也作为能量进行回收、输出,也能在转子槽23的形成区域中产生驱动力,减少转矩脉动。

[0061] 具体地,与转子齿22进行磁耦合的多个辅助凸极部32以一体旋转的方式形成于转子21,辅助凸极部32与转子齿22同样地形成为向从径向的旋转轴离开方向延伸的凸极形状,以位于转子槽23内的方式在周向上均等配置。即,辅助凸极部32具备与转子齿22相同的数量,形成为当进行相对旋转时外周面32a与定子齿12的内周面12a适当地接近并相对。

[0062] (自励式绕组励磁电动机的详细结构1)

[0063] 该电动机10为了使转子齿22作为电磁铁发挥功能而配置电磁铁线圈28,并且作为向该电磁铁线圈28的励磁电流的电力供给源而在与转子齿22独立的辅助凸极部32处配置感应线圈37。电磁铁线圈28集中缠绕而形成在从转子齿22的外周面22a离开的旋转轴侧,感应线圈37集中缠绕而形成在接近辅助凸极部32的外周面32a的一侧。

[0064] 由此,电动机10能经由小气隙G使磁通从定子齿12的内周面12a与辅助凸极部32的外周面32a高密度地交链,能利用该交链的磁通所包含的高次空间谐波成分(磁通密度的变化)使感应线圈37产生感应电流并将其供给到转子齿22的电磁铁线圈28。该转子齿22的电磁铁线圈28将从辅助凸极部32的感应线圈37收到的感应电流作为励磁电流进行自我励磁,由此能产生磁通(电磁力)。

[0065] 因而,电动机10能利用辅助凸极部32的感应线圈37的感应电流使独立的转子齿22的电磁铁线圈28产生磁通,使该磁通从该转子齿22的外周面22a与定子齿12的内周面12a交链。

[0066] 即,电动机10能从位于转子槽23内的辅助凸极部32的感应线圈37对转子齿22的电磁铁线圈28供给电力而作为电磁铁发挥功能,辅助转子21的旋转,以该转子齿22为d轴、并且以该转子齿22之间的辅助凸极部32为q轴进行旋转驱动。

[0067] (自励式绕组励磁电动机的详细结构2)

[0068] 而且,该电动机10为了使辅助凸极部32作为电磁铁发挥功能而配置电磁铁线圈38,并且作为向该电磁铁线圈38的励磁电流的电力供给源而在与辅助凸极部32独立的转子齿22处配置感应线圈27。电磁铁线圈38集中缠绕而形成在从辅助凸极部32的外周面32a离开的旋转轴侧,感应线圈27集中缠绕而形成在接近转子齿22的外周面22a的一侧。

[0069] 由此,电动机10能经由小气隙G使磁通从定子齿12的内周面12a与转子齿22的外周面22a高密度地交链,能利用该交链的磁通所包含的高次空间谐波成分使感应线圈27产生感应电流并将其供给到辅助凸极部32的电磁铁线圈38。该辅助凸极部32的电磁铁线圈38将从转子齿22的感应线圈27收到的感应电流作为励磁电流进行自我励磁,由此能产生磁通(电磁力)。

[0070] 因而,电动机10能利用转子齿22的感应线圈27的感应电流使独立的辅助凸极部32的电磁铁线圈38产生磁通,能使该磁通从该辅助凸极部32的外周面32a与定子齿12的内周面12a交链。

[0071] 即,电动机10能从转子齿22的感应线圈27对位于转子槽23内的辅助凸极部32的电磁铁线圈38供给电力而使该电磁铁线圈38作为电磁铁发挥功能来辅助转子21的旋转。

[0072] (自励式绕组励磁电动机的电路构成1)

[0073] 在此,按以下方式设置这些感应线圈27、37和电磁铁线圈28、38:进行磁场分析并严格地确认高次空间谐波磁路,以有效利用从定子齿12的内周面12a与转子齿22、辅助凸极部32的外周面22a、32a交链的磁通的3次高次空间谐波成分,由此能高效地产生感应电流。

[0074] 另外,感应线圈27、37或电磁铁线圈28、38通过采用集中缠绕结构而无需跨越多个槽在周向上形成绕组,能在整体上实现小型化。另外,感应线圈27、37能降低1次侧的铜损损失、且能高效地产生由作为低次的3次空间谐波磁通的交链导致的感应电流,能增加可回收的损失能量。

[0075] 而且,在感应线圈27、37中利用3次空间谐波磁通,由此与利用2次空间谐波磁通的情况相比,能高效地产生感应电流。详细地,与2次相比,利用3次空间谐波磁通能增大磁通的时间变化而获得大电流,能高效地回收感应电流。

[0076] 电枢线圈14从交流电源接受电力供给并利用交链的磁通中重叠的高次空间谐波成分产生感应电流而将其设为直流的励磁电流,由此将转子齿22或辅助凸极部32作为电磁铁发挥功能并产生电磁力,为了有效利用该交流的感应电流而在图2、图3所示的整流电路30、40内分别组装这些感应线圈27、37和电磁铁线圈28、38。

[0077] 详细地,感应线圈27以使绕组成为同一卷绕方向的方式形成并设于转子齿22。同样地,感应线圈37以使绕组成为同一卷绕方向的方式形成并设于辅助凸极部32。这些感应线圈27、37以成为共同的卷绕方向的方式形成。

[0078] 电磁铁线圈28以使绕组在周向的每隔1极处卷绕方向成为相反的方式形成并设于转子齿22。同样地,电磁铁线圈38以使绕组在周向的每隔1极处卷绕方向成为相反的方式形成并设于辅助凸极部32。这些电磁铁线圈28、38在各自的转子齿22或者辅助凸极部32中形

成为,周向的每隔1极处的卷绕方向与感应线圈27、37相同或者相反。

[0079] 并且,转子齿22的电磁铁线圈28如图2所示,全部串联连接的两端部经由二极管(整流元件)29A、29B与并联连接的辅助凸极部32的感应线圈37的两端部分别连接。即,电磁铁线圈28是,绕组的每一缠绕方向的线圈28A1~28An( $n$ :极数/2)与线圈28B1~28Bn全部串联连接,并联连接于与该电磁铁线圈28A1~28An、28B1~28Bn对应地串联连接的感应线圈37A1~37An、37B1~37Bn的两端部。

[0080] 同样地,辅助凸极部32的电磁铁线圈38如图3所示,全部串联连接的两端部经由二极管39A、39B与并联连接的转子齿22的感应线圈27的两端部分别连接。即,电磁铁线圈38是,绕组的每一缠绕方向的线圈38A1~38An( $n$ :极数/2)与线圈38B1~38Bn全部串联连接,并联连接于与该电磁铁线圈38A1~38An、38B1~38Bn对应地串联连接的感应线圈27A1~27An、27B1~27Bn的两端部。

[0081] 在各个转子齿22或辅助凸极部32中使感应线圈27、37或电磁铁线圈28、38实现多极化的情况下,也通过使其中的电磁铁线圈28、38全部串联来抑制二极管29A、29B、39A、39B的使用数量。为了避免大量使用该二极管29A、29B、39A、39B,不形成一般的H电桥型全波整流电路,而形成分别以成为180度相位差的方式连接的、使一方感应电流反相后进行半波整流输出从而进行全波整流后输出的中性点钳位型半波整流电路30、40。

[0082] 即,二极管29A、29B组装到将多个感应线圈37和电磁铁线圈28连接后进行整流的整流电路(第1整流电路)30。二极管39A、39B组装到将多个感应线圈27和电磁铁线圈38连接后进行整流的整流电路(第2整流电路)40。该二极管29A、29B和二极管39A、39B组装到各自电独立的各个整流电路30、40,分别对感应电流进行全波整流。

[0083] 由此,电动机10将分别由感应线圈27、37产生的交流的感应电流经由独立的整流电路30、40的二极管29A、29B、39A、39B进行全波整流而调整为直流励磁电流,之后进行汇合,分别供给到串联连接的电磁铁线圈28、38。因此,该电动机10能利用按照每一电磁铁线圈28、38汇合的直流励磁电流有效地进行自我励磁而产生大的磁通(电磁力)。

[0084] 这样,电动机10用整流电路40对由转子齿22的感应线圈27产生的感应电流进行全波整流后作为直流励磁电流供给到辅助凸极部32的电磁铁线圈38,由此能作为电磁铁发挥功能。即,该电动机10能利用在转子齿22处形成感应线圈和电磁铁线圈的情况下成为损失的电枢反作用转矩使辅助凸极部32作为电磁铁发挥功能。

[0085] 另外,后述的图7的电动机100的芯构件132只不过是在受到磁屏蔽的感应线圈137中产生感应电流而无法产生转矩。但是,该电动机10不仅配置感应线圈37还配置感应线圈27和电磁铁线圈38。因此,电动机10不会如将电磁铁线圈28、38与感应线圈37串联连接的情况那样使由电阻值增加带来的铜损增加,另外也不会如将电磁铁线圈28、38与感应线圈37并联连接的情况那样产生循环电流而减少励磁电流,能在转子齿22的外周面22a中增加辅助凸极部32的外周面32a作为转矩产生面。

[0086] 其结果是,电动机10在转子槽23中形成转子齿22以及辅助凸极部32,由此能将感应线圈27、37和电磁铁线圈28、38分别配置成按励磁用和电磁铁用进行分割而使其独立。由此,能避免相互干扰而减弱,且能扩大转矩产生面(外周面22a、32a),能作为利用对感应电流进行了全波整流的励磁电流来抑制时间变动的转矩而输出。

[0087] 另外,感应线圈27、37和电磁铁线圈28、38在转子21的周向上配置多个而实现多极



化。因此,转子齿22和辅助凸极部32两者能使每1齿的交链的磁通量在周向上分散,作用于各个转子齿22或辅助凸极部32的电磁力也在周向上实现分散化而能抑制电磁振动,实现安静化。

[0088] (自励式绕组励磁电动机的电路构成2)

[0089] 并且,在该转子21中,将由辅助凸极部32的感应线圈37产生的感应电流用二极管29A、29B整流后作为直流励磁电流供给到转子齿22的电磁铁线圈28而产生电磁力。该电磁铁线圈28的卷绕方向按转子齿22的每1极成为相反的方向。由此,如在图4中用磁通矢量V表示的,在转子21中,电磁铁线圈28作为使转子齿22的磁化方向在周向上交替的电磁铁发挥功能,另外,如在图5中用磁通线FL表示的,能利用该转子齿22的磁化方向形成相对于转子槽23迂回并使磁通顺利地通过的磁路。

[0090] 另外,由转子齿22的感应线圈27产生的感应电流同样地由二极管39A、39B整流后作为直流励磁电流供给到辅助凸极部32的电磁铁线圈38而产生电磁力。该电磁铁线圈38的缠绕方向按辅助凸极部32的每1极成为相反的方向。由此,如在图4中用磁通矢量V表示的,转子21使电磁铁线圈38作为在周向上朝向辅助凸极部32的磁化方向交替的电磁铁发挥功能,另外,如在图5中用磁通线FL表示的,能利用该辅助凸极部32的磁化方向形成相对于转子槽23迂回并使磁通顺利地通过的磁路。

[0091] 该电磁铁线圈38与转子齿22的电磁铁线圈28相邻,形成为使其磁化方向与转子21的半径方向一致,并且设置为使其绕组的卷绕方向在周向交替地切换。

[0092] 因此,辅助凸极部32的电磁铁线圈38在磁化方向朝向旋转轴侧的情况下能作为限制磁通进入辅助凸极部32内的磁屏蔽发挥功能,由电磁铁线圈28产生的磁通以优先选择转子齿22内的磁路的方式发挥功能。

[0093] 此外,电磁铁线圈38产生的磁通成为与电枢磁通的方向相对的方向,产生电枢反作用转矩。另一方面,电磁铁转矩28产生的磁通成为与电枢磁通的方向相同的方向,作为电磁转矩(电磁铁转矩)起作用。

[0094] 另外,转子齿22的电磁铁线圈28在磁化方向朝向旋转轴侧的情况下,积极地形成从转子齿22内朝向旋转轴侧的磁路。该电磁铁线圈28在磁化方向朝向定子11侧的情况下,积极地形成从转子齿22内朝向定子齿12侧的磁路。

[0095] 同样地,转子齿22的电磁铁线圈38也在磁化方向朝向旋转轴侧的情况下,积极地形成从转子齿22内朝向旋转轴侧的磁路。另外,电磁铁线圈38也在磁化方向朝向定子11侧的情况下,积极地形成从转子齿22内朝向定子齿12侧的磁路。

[0096] 因此,电磁铁线圈28、38能形成经由气隙G围绕在定子11和转子21之间的磁路。

[0097] 由此,在电磁铁线圈28、38的磁通朝向转子齿22或辅助凸极部32的外周面22a、32a侧的情况下,能形成包括定子齿12的磁路中的直流成分的磁通从定子11侧交链后向转子21的旋转轴侧行进,再向定子11侧返回的磁路,能与朝向转子21的切线方向的磁通合成后作为有效地辅助旋转的磁阻转矩加以利用。此外,在这种情况下的电磁铁线圈28、38的直流成分的磁通形成从转子21侧到定子11侧交链后相对于定子槽13迂回的磁路,作为后述磁路的电磁转矩发挥功能。

[0098] 另外,在电磁铁线圈28、38的磁通从转子齿22或辅助凸极部32朝向旋转轴侧的情况下,能形成包括定子齿12的磁路中的直流成分的磁通从定子11侧积极地朝向转子21的旋

转轴侧的磁路,能作为有效地辅助转子21的旋转的电磁转矩加以利用。

[0099] 此时,通过分配感应线圈27、37和电磁铁线圈28、38而将用于产生感应电流的配置部位与用于将该感应电流作为励磁电流进行供给而作为电磁铁发挥功能的配置部位的组合按照转子齿22和辅助凸极部32分别配置。换句话说,将感应线圈37和电磁铁线圈28的组、以及感应线圈27和电磁铁线圈38的组分别配置于转子齿22和辅助凸极部32两者。因此,转子齿22和辅助凸极部32能降低磁干扰,另外能避免磁饱和,能高效地产生感应电流,并且能有效地作为电磁铁发挥功能而产生磁通。

[0100] 另外,在感应线圈27、37中,产生交流的感应电流的磁通通过转子齿22和辅助凸极部32的内部,另外,在电磁铁线圈28、38中,由直流的励磁电流产生的磁通通过转子齿22和辅助凸极部32的内部。该交流的磁通和直流的磁通的特性不同且相互干扰少,只要没有发生磁饱和,由电磁铁线圈28、38产生的磁通就不会被由感应线圈27、37产生的磁通限制。因此,由电磁铁线圈28、38产生的磁通能在转子齿22、辅助凸极部32的外周面22a、32a和定子齿12的内周面12a之间无限制地交链而作为电磁转矩发挥功能,能有效地辅助转子21的旋转。

[0101] 因此,电动机10如在图6中用3次空间谐波成分的磁通矢量及其磁通线图所示的,能有效利用转子齿22和辅助凸极部32的外周面22a、32a,能在定子11和转子21之间使磁通有效地交链。这样,电动机10能将转子齿22和辅助凸极部32的外周面22a、32a作为转矩的产生面而实现大面积化且实现分散化,能减少脉动,能使转子21顺滑且高效地旋转。

[0102] (与辅助凸极部等的有无相应的特性比较)

[0103] 然而,可考虑在磁阻电动机中以提高转矩或旋转质量为目而设置进行自我励磁的电磁铁。

[0104] 例如图7所示的电动机100在定子111的定子齿112上利用定子槽113来缠绕而形成电枢线圈114,并且在转子121的转子齿122上利用转子槽123来缠绕而形成电磁铁线圈128。

[0105] 而且,在电动机100中,在转子121侧的转子槽123内以磁屏蔽的状态配置的芯构件132上缠绕形成感应线圈137,将该感应线圈137和电磁铁线圈128与电动机10同样地用未图示的二极管连接并组装到全波整流电路内。

[0106] 根据该结构,在电动机100中,能在不使用电磁转矩的单纯的磁阻电动机的构成的基础上,对无需外部电源而由感应线圈137产生的感应电流进行整流后将其作为直流的励磁电流供给到电磁铁线圈128,由此作为能自我励磁的电磁铁发挥功能,利用电磁转矩实现转矩或旋转质量的提高。

[0107] 而在电动机10中,在转子槽23内设置辅助凸极部32,由此与电动机100中的感应线圈137同样地,除了具备感应线圈37以外,还能具备感应线圈27和电磁铁线圈38,能进一步提高转矩或旋转质量。

[0108] 例如在达到稳定旋转的状态下,如图8所示,将利用高次空间谐波成分的磁通产生的正向的感应电流作为一例进行比较,可知电动机10通过的磁通量增加,因此与电动机100相比,产生电流量为数倍的感应电流。

[0109] 另外,同样地,在达到稳定旋转的状态下,例如如图9所示,可知在平均转矩方面电动机10与电动机100相比提高约70%以上。

[0110] (电动机10的凸极结构)

[0111] 另外,电动机10作为主要利用 $3f$ 次空间谐波磁通( $f=1、2、3\cdots$ )的结构,制成转子21侧的凸极(转子齿22)的数量 $P$ :定子11侧的定子槽13的数量 $S$ 成为 $2:3$ 的结构。例如3次空间谐波磁通的频率比输入到电枢线圈14的基本频率高,所以按短周期进行脉动。

[0112] 因此,与转子齿22之间的感应线圈37交链的磁通强度发生变化,由此,转子21能有效地产生感应电流,能高效地回收基本频率的磁通中重叠的高次空间谐波成分的损失能量并旋转。同样地,辅助凸极部32之间的感应线圈27的交链的磁通强度也发生变化,由此能有效地产生感应电流,能高效地回收基本频率的磁通中重叠的高次空间谐波成分的损失能量并旋转。

[0113] 另外,这样为了减少电磁振动并实现电磁噪声小的旋转,电动机10采用转子齿凸极数 $P$ 与定子槽数 $S$ 之比为 $P/S=2/3$ 作为决定转子21侧和定子11侧之间的相对的磁作用的质量的结构。

[0114] 详细地,如果与上述同样地进行磁通密度分布的磁场分析,则与转子齿凸极数 $P$ 与定子槽数 $S$ 之比相应地,在机械角 $360^\circ$ 度内的周向上磁通密度分布也实现分散化,因此认为在作用于定子11的电磁力分布中也有偏聚。

[0115] 而电动机10采用将转子齿凸极数8与定子槽数12进行组合的 $8P12S$ ( $P/S=2/3$ )结构,由此能使在机械角为 $360^\circ$ 度的全周上成为均等的密度分布的磁通交链,能使转子21在定子11内高质量地旋转。

[0116] 由此,电动机10能不损失地利用高次空间谐波磁通而进行旋转动作,能高效地回收损失能量,大幅度地减少电磁振动而安静度高地进行旋转。

[0117] 这样,在本实施方式中成为如下结构:具备转子齿22和辅助凸极部32,该转子齿22和辅助凸极部32的外周面22a、32a与定子11的内周面12a相对,在该转子齿22和辅助凸极部32两者的外周面22a、32a侧分别配置感应线圈27、37,并且在该两者的旋转轴侧分别配置电磁铁线圈38、28。

[0118] 根据该电动机结构,在电动机10中,由定子11的电枢线圈14产生的磁通中重叠的高次空间谐波成分与位于 $d$ 轴的转子齿22以及位于 $q$ 轴的辅助凸极部32的外周面22a、32a交链。因此,在该电动机10中,能使感应线圈27、37分别产生感应电流,能将该感应电流作为励磁电流供给到各个电磁铁线圈38、28,能使转子齿22和辅助凸极部32分别作为电磁铁发挥功能而产生电磁转矩。

[0119] 另外,该电动机10将具备二极管29A、29B的整流电路30和具备二极管39A、39B的整流电路40分别作为独立的电路构成,由感应线圈27、37产生的感应电流在各个整流电路30、40中进行全波整流后供给到每一电磁铁线圈38、28而作为电磁铁发挥功能。

[0120] 根据该电路构成,电动机10能按照感应线圈27和电磁铁线圈38、以及感应线圈37和电磁铁线圈28分别设置独立的整流电路30、40。因此,在该电动机10中,能不相互干扰地独立且高效地进行对感应电流进行全波整流后获得直流励磁电流并产生电磁力的处理,且能通过获得直流励磁电流来产生能减少时间变动的、能进行高质量旋转的转矩。

[0121] 因而,电动机10能不仅由转子齿22还由辅助凸极部32产生感应电流,并且还能作为电磁铁有效地发挥功能,能将感应电流实现大电流化后增强电磁力,并使转子21以高转矩旋转。此时,使转子21旋转的转矩能将转子齿22和辅助凸极部32两者的外周面22a、32a作为转矩产生面而实现分散化,能作用于各自的切线方向,能使转子21不发生脉动等地以稳

定状态旋转。

[0122] 其结果是,可提供能将损失能量高效地回收为励磁能量、能有效地以高转矩进行驱动的、具备具有自励式绕组励磁功能的电磁铁的电动机10。

[0123] 虽然省略图示,但是作为本实施方式的第1其它方式,不限于如电动机10那样的径向间隙结构,也可以制作为定子和转子朝在轴向相对的轴向间隙结构。

[0124] 另外,虽然省略图示,但是作为本实施方式的第2其它方式,也可以在定子11和转子21之间配置隔着气隙与定子11和转子21相对的、能以同轴相对旋转的外转子。该外转子只要设为使对在定子11和转子21之间交链的磁通进行中继的磁性体和屏蔽该磁通的通过的非磁性体在周向上排列的双转子结构即可。

[0125] 虽然公开了本发明的实施方式,但是本领域技术人员明白可在不脱离本发明的范围的情况下施加变更。意图将所有这种修改和等价物包含于前面的权利要求。

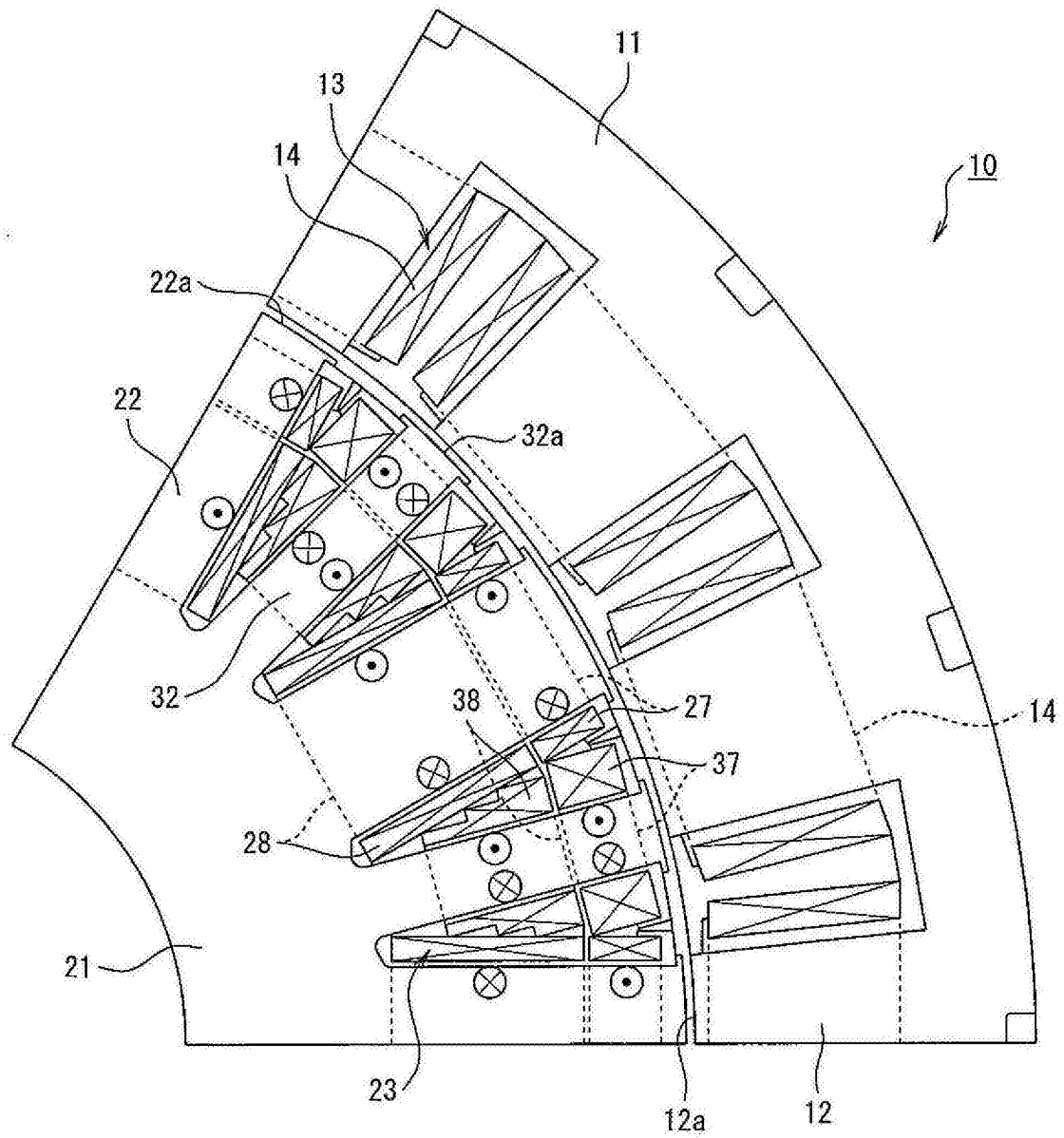


图1

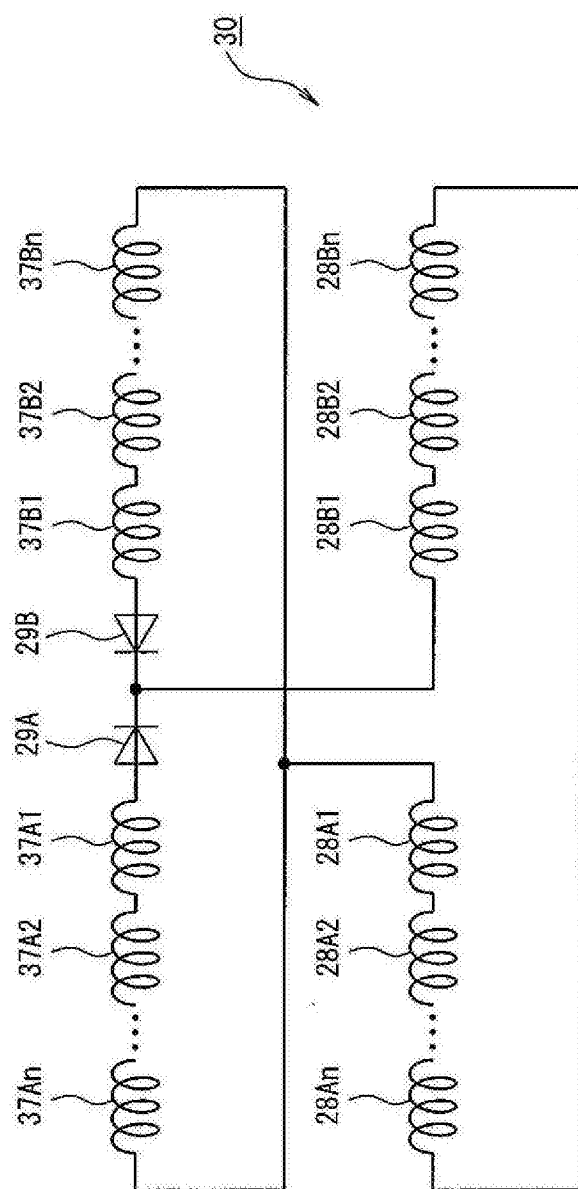


图 2

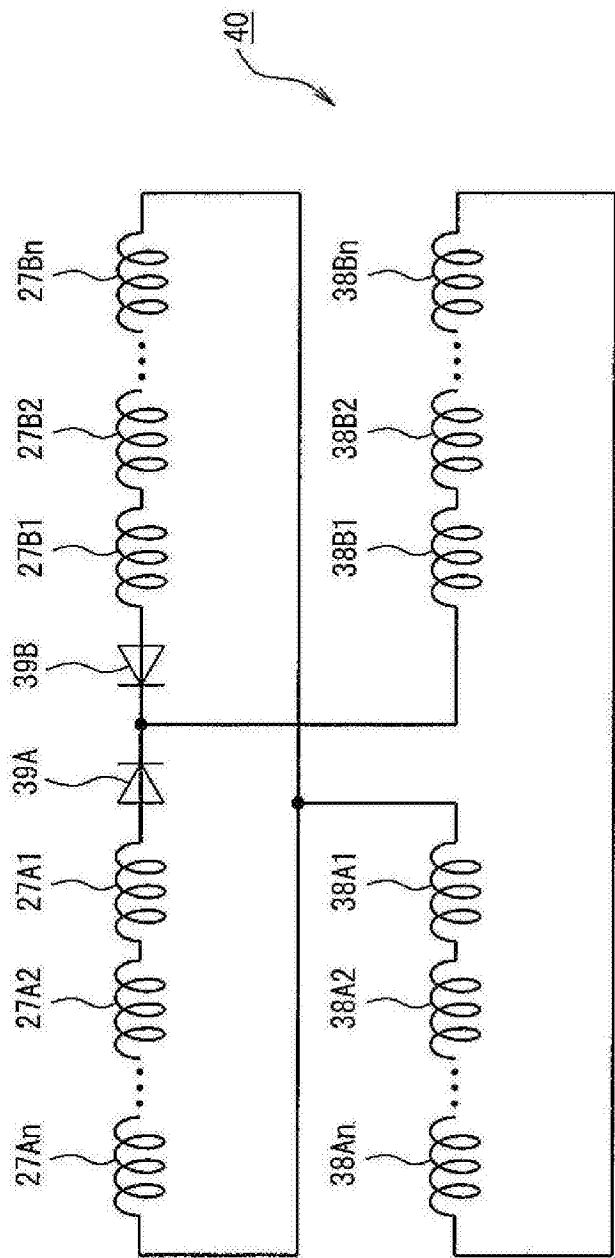


图3

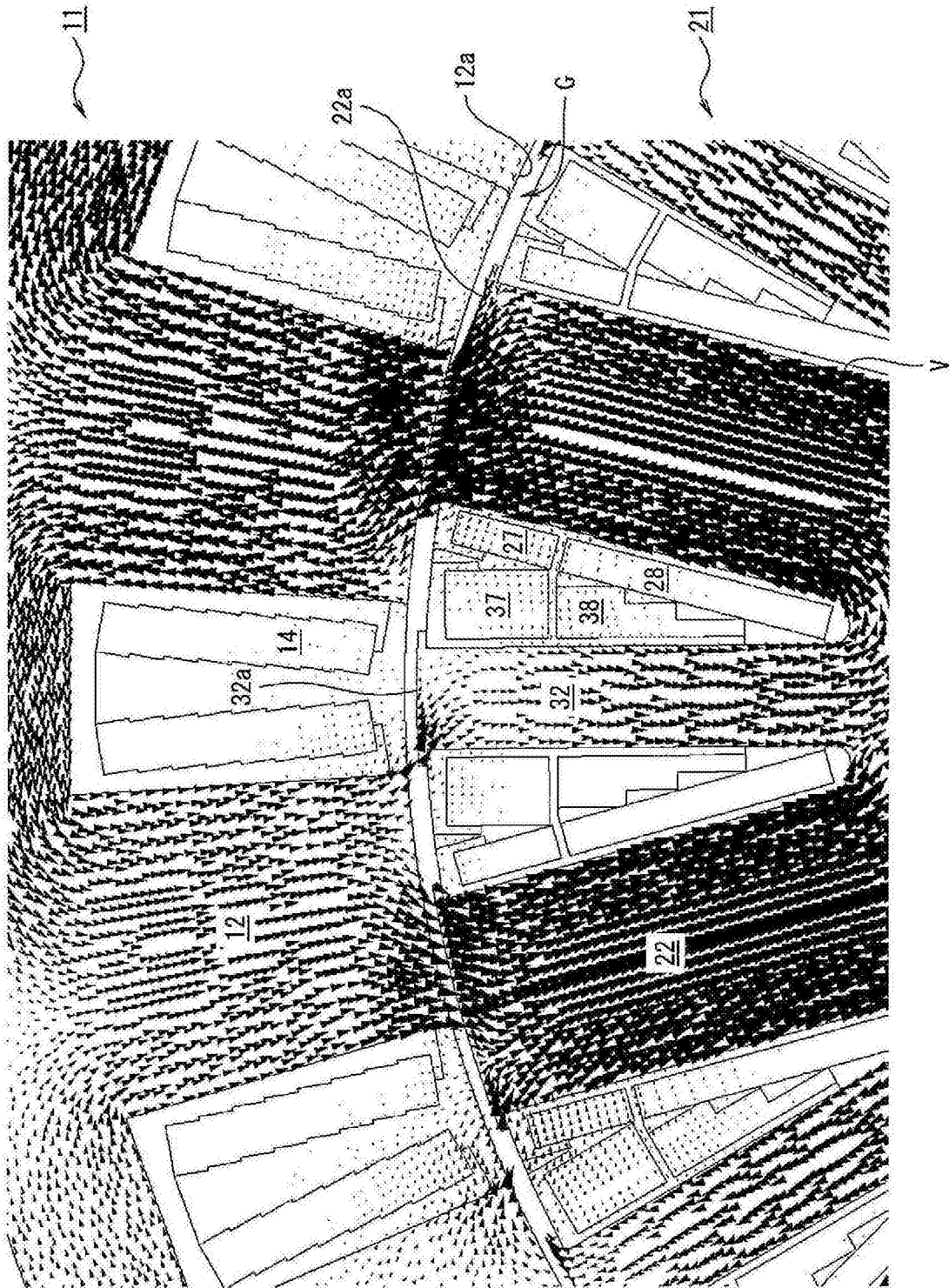


图4



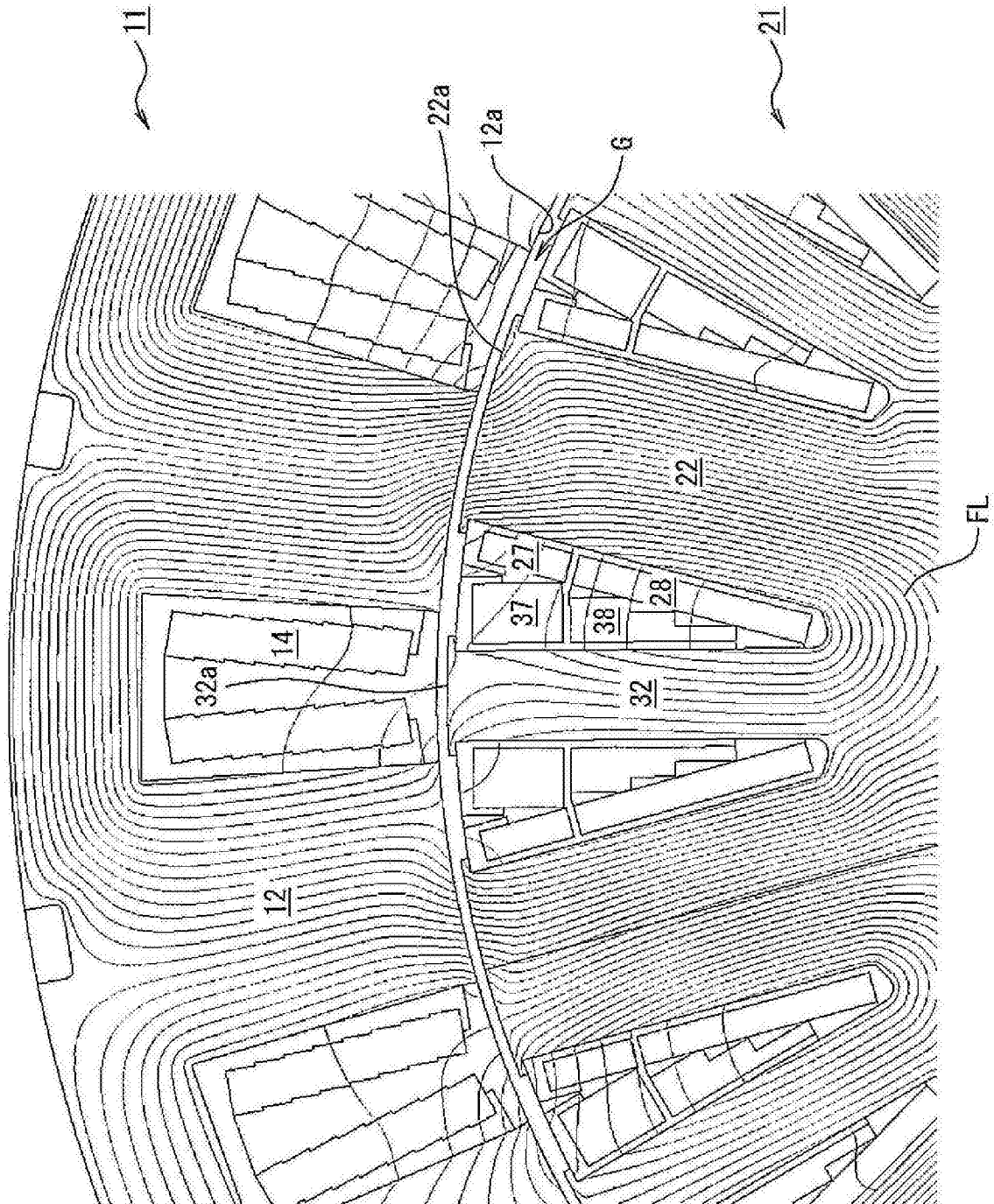


图5

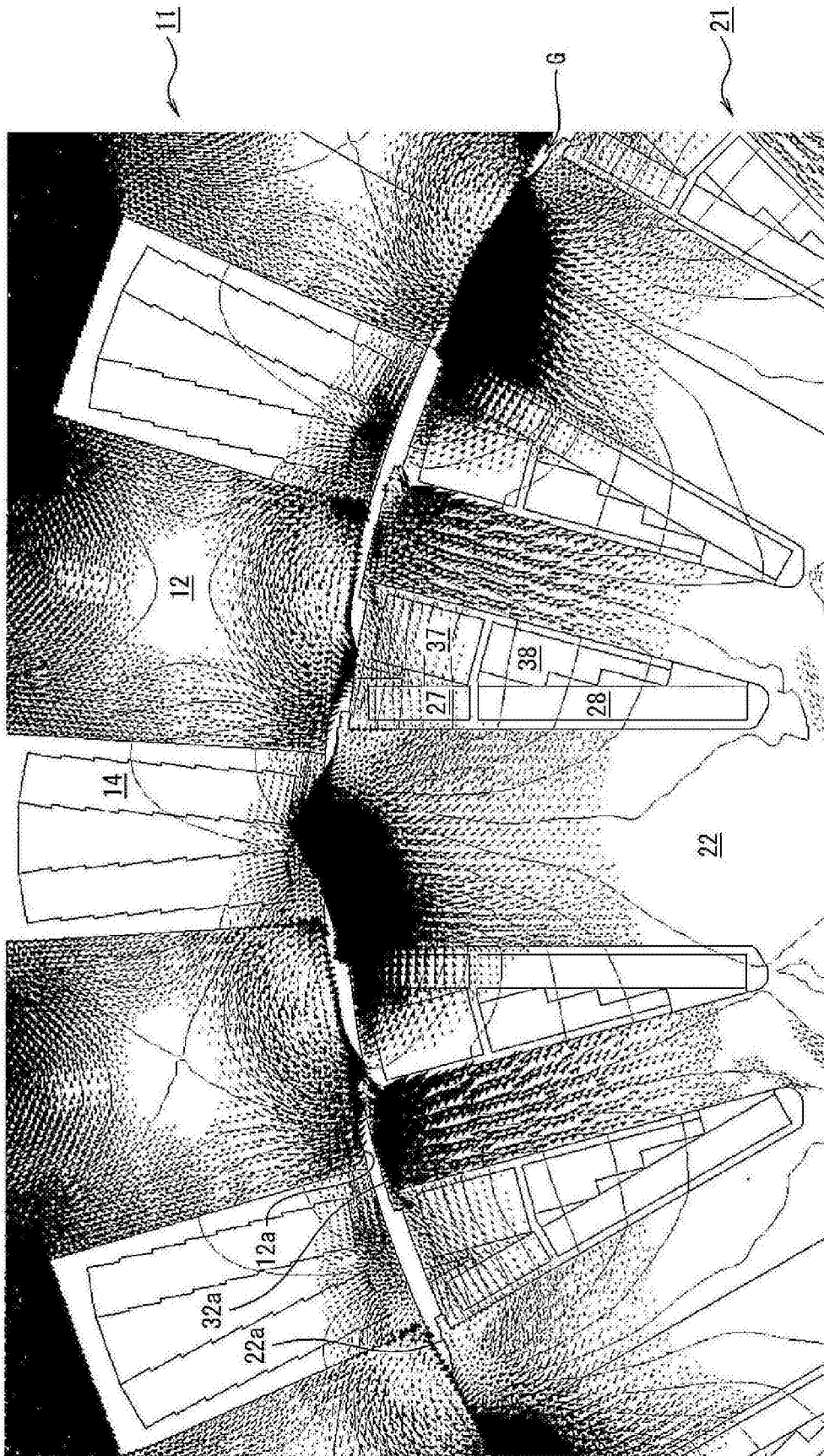


图6

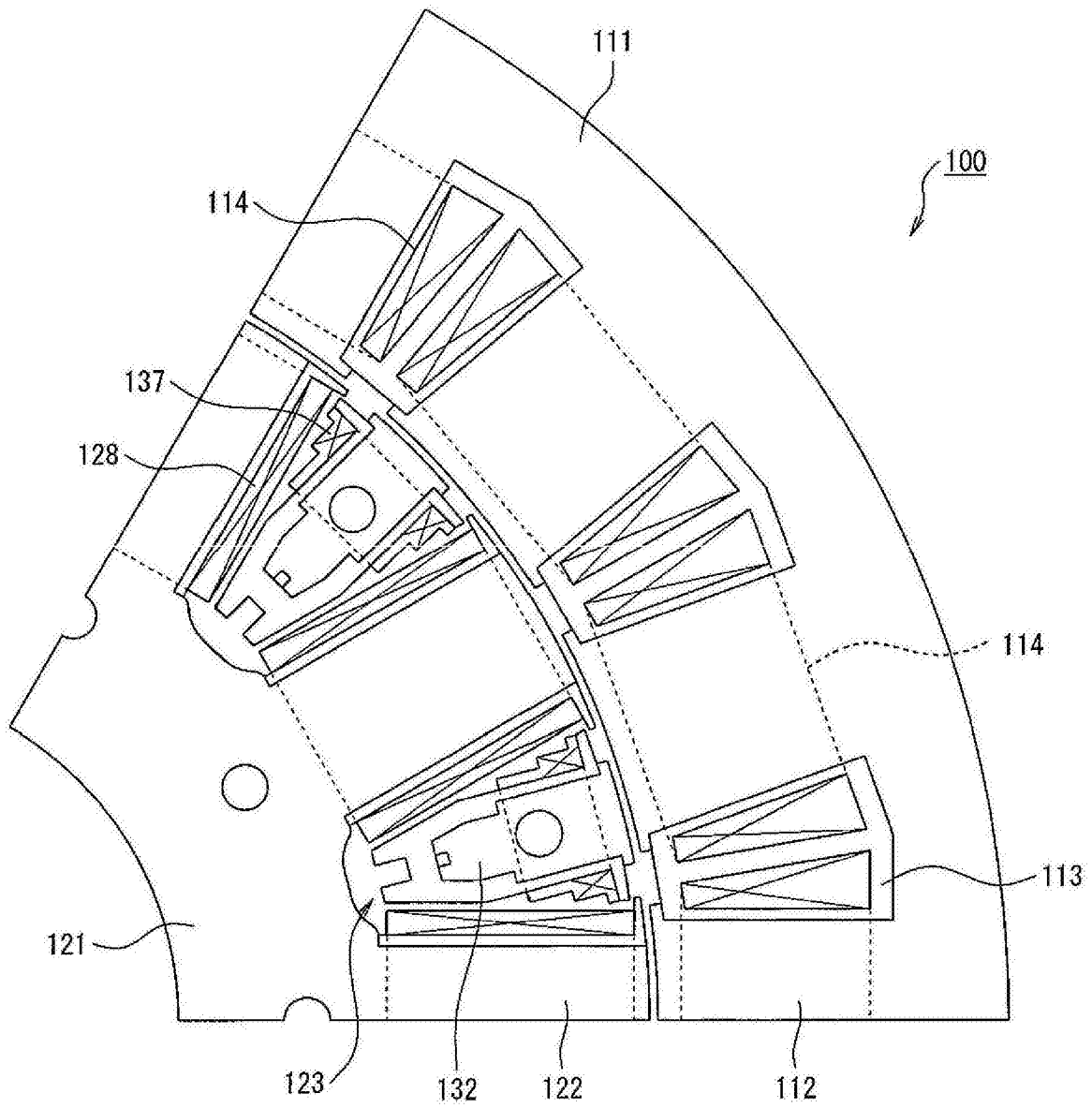


图7

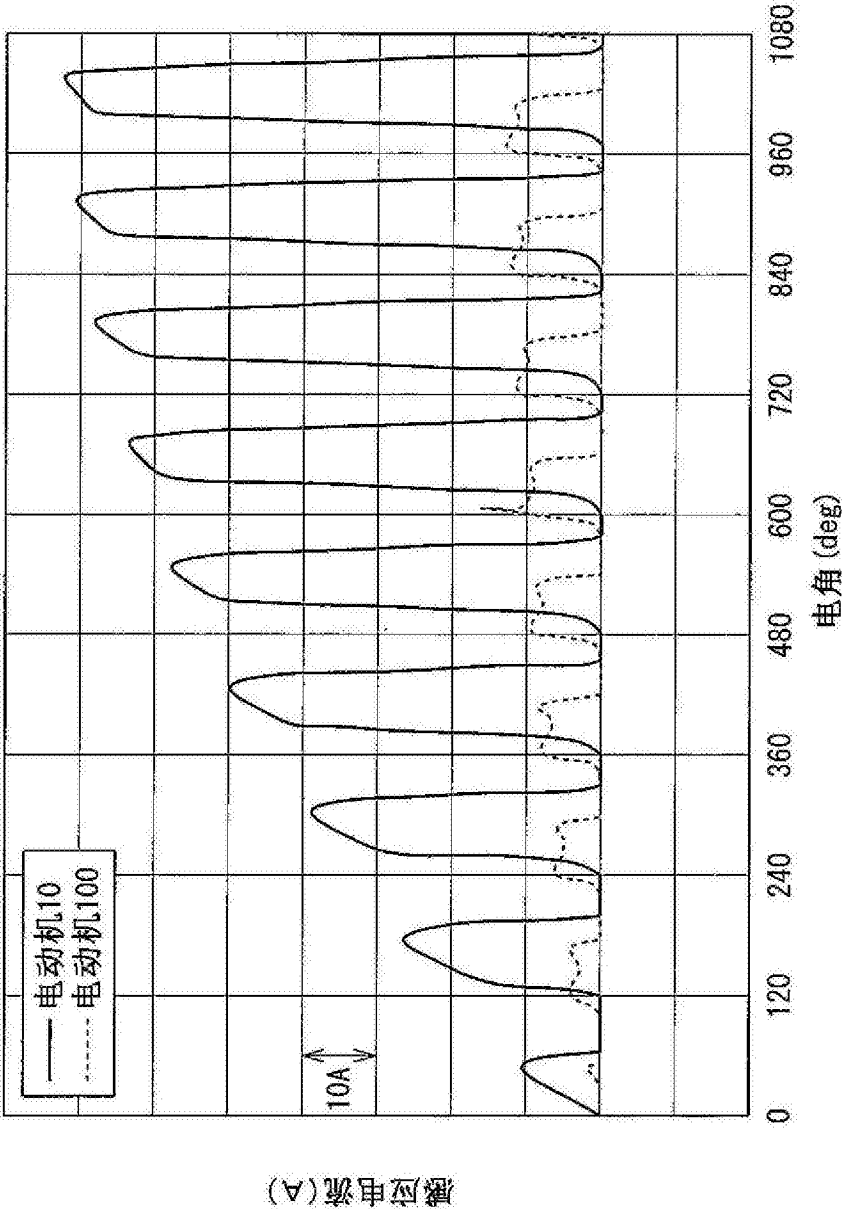


图8

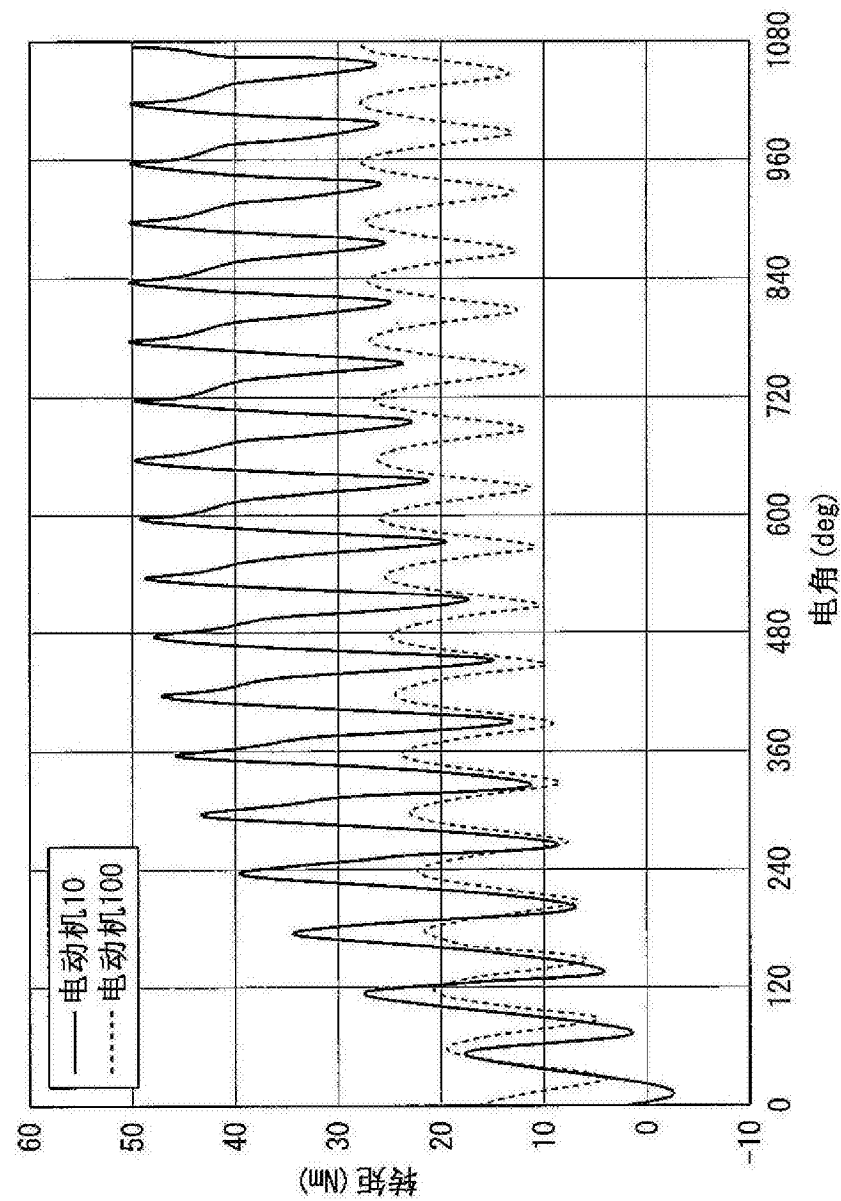


图9