



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104702002 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201410306926. 3

(22) 申请日 2014. 06. 30

(30) 优先权数据

2013-254235 2013. 12. 09 JP

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 矶田仁志 井上正哉 西村慎二

炉山盛幸 立花知也

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 宋俊寅

(51) Int. Cl.

H02K 1/27(2006. 01)

H02K 1/28(2006. 01)

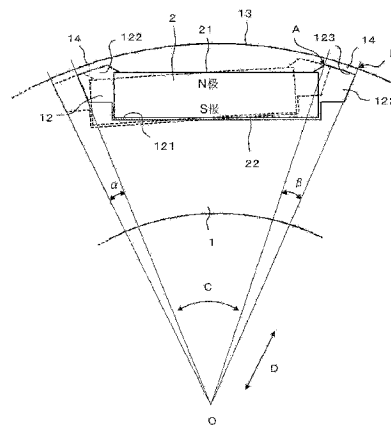
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

旋转电机

(57) 摘要

本发明可得到一种能够减少转矩脉动、并能抑制转矩下降的旋转电机。该旋转电机具备转子，所述转子具有：转子铁心，该转子铁心配置为沿轴向分割成多个块，在各个块之间的周向上具有相位角，并且在外周部形成有沿周向排列的多个磁体用贯通孔；以及多个永磁体，该多个永磁体以在转子铁心的外周面上沿周向交替形成N极磁极和S极磁极的方式插入磁体用贯通孔，磁体用贯通孔具有插入有永磁体的磁体插入部、以及设置在磁体插入部的周向外侧的非磁性部，在转子铁心的外周面与非磁性部的外周侧内部之间形成桥接部，以转子铁心的旋转中心为中心的桥接部的周向两端部之间的桥接角度 β 大于等于斜槽角度 α 。



1. 一种旋转电机,其特征在于,

具备转子,所述转子具有:转子铁心,该转子铁心配置为沿轴向分割成多个块,在各所述块之间的周向上具有相位角,由此形成阶梯式斜槽,并在外周部形成沿周向排列的多个磁体用贯通孔;以及多个永磁体,该多个永磁体以在所述转子铁心的外周面沿所述周向交替形成第1极磁极和第2极磁极的方式插入所述磁体用贯通孔,

所述磁体用贯通孔具有:插入有所述永磁体的磁体插入部;以及非磁性部,该非磁性部设置在所述磁体插入部的所述周向上的外侧,抑制磁通从所述永磁体的径向外侧侧面绕至所述永磁体的径向内侧侧面,

通过沿所述转子铁心的外周面形成所述非磁性部的外周侧内壁,使得在所述转子铁心的外周面与所述非磁性部的外周侧内壁之间形成桥接部,

以所述转子铁心的旋转中心为中心的所述桥接部中周向两端部之间的角度即桥接角度大于等于相邻的所述块之间的所述相位角即斜槽角度。

2. 如权利要求1所述的旋转电机,其特征在于,

还具备定子,所述定子具有:定子铁心,该定子铁心呈环状,具有在所述周向上隔开间隔地进行配置的多个齿部;以及导线,该导线卷绕于各所述齿部,

分割为多个的所述块中,在旋转方向上所述相位角最大的所述块之间,配置在最前进侧的所述块中的所述第1极磁极所形成的前进侧的所述桥接部的磁极中心侧端部、与配置在最落后侧的所述块中的所述第2极磁极所形成的落后侧的所述桥接部的磁极中心侧端部之间的距离大于等于所述齿部的前端部的周向宽度。

3. 如权利要求1或2所述的旋转电机,其特征在于,

还具备定子,所述定子具有:定子铁心,该定子铁心呈环状,具有在所述周向上隔开间隔地进行配置的多个齿部;以及导线,该导线卷绕于各所述齿部,

所述桥接部的周向宽度大于等于所述齿部的前端部的周向宽度。

4. 如权利要求1或2所述的旋转电机,其特征在于,

还具备定子,所述定子具有:定子铁心,该定子铁心呈环状,具有在所述周向上隔开间隔地进行配置的多个齿部;以及导线,该导线卷绕于各所述齿部,

在相邻的所述块之间,当使一个所述块与另一个所述块在轴向上重叠时,在一个所述桥接部与另一个所述桥接部之间在轴向上重叠的部分的所述周向上的尺寸大于等于所述齿部的前端部的周向宽度。

5. 如权利要求2所述的旋转电机,其特征在于,

所述定子为分布绕组。

6. 如权利要求1或2所述的旋转电机,其特征在于,

在分割为多个的所述块中,在旋转方向上,配置于最落后侧的所述块和配置于最前进侧的所述块配置在轴向端部上。

7. 如权利要求1或2所述的旋转电机,其特征在于,

在动力运行时的最大转矩大于再生运行时的最大转矩的情况下,配置于旋转方向上的最落后侧的所述块配置在轴向端部。

8. 如权利要求1或2所述的旋转电机,其特征在于,

在再生运行时的最大转矩大于动力运行时的最大转矩的情况下,配置于旋转方向上的

最前进侧的所述块配置在轴向端部。

旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及具备以下转子的旋转电机,该转子在轴向上被分割成多个块,各个块沿周向错开进行配置。

背景技术

[0002] 在具备转子铁心的外周部埋设有永磁体的永磁体嵌入型转子的同步电动机中,由于定子与转子之间所产生的磁场在定子与转子之间的间隙中不会呈理想的正弦波分布、并且在转子铁心中会因磁场而产生磁饱和等,因此,在转子进行旋转时,定子与转子之间的间隙中的磁通分布密度不会是平滑的,从而转子中会产生齿槽转矩及转矩波动等转矩脉动。该转矩脉动会成为同步电动机中运行时产生振动和噪声的原因,因此需要尽可能抑制该转矩脉动的产生。

[0003] 以往,作为抑制转矩脉动的旋转电机,已知有以下旋转电机,即:通过在轴向上将转子铁心分割成多个块,并沿周向将各个块错开进行配置,从而在转子中形成多阶梯式斜槽 (stepped skew) (例如,参照专利文献 1)。

现有技术文献

专利文献

[0004] 专利文献 1:日本专利特开 2004-248422 号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0005] 然而,由于各个块沿周向错开进行配置,因此在相邻的块之间,从一个块的永磁体的径向外侧侧面(例如,N极)穿出的磁通的一部分沿轴向流动,并通过相邻的块的定子铁心,进入相邻的块的永磁体的径向内侧侧面(例如,S极)。由此,存在以下问题:即,难以在理论上推导得到的斜槽角度下获得降低转矩脉动的效果,并且,通过定子铁心的磁通减少,从而旋转电机的转矩下降变大。

[0006] 本发明提供一种能够减少转矩脉动、并抑制转矩下降的旋转电机。

解决技术问题所采用的技术方案

[0007] 本发明所涉及的旋转电机具备转子,所述转子具有:转子铁心,该转子铁心配置为沿轴向分割成多个块,在各个块之间的周向上具有相位角,由此形成阶梯式斜槽,并在外周部形成沿周向排列的多个磁体用贯通孔;以及多个永磁体,该多个永磁体以在转子铁心的外周面沿周向交替形成 N 极的磁极和 S 极的磁极的方式插入磁体用贯通孔,磁体用贯通孔具有:插入有永磁体的磁体插入部;以及非磁性部,该非磁性部设置在磁体插入部的周向上的外侧,抑制磁通从永磁体的径向外侧侧面绕至永磁体的径向内侧侧面,通过沿转子铁心的外周面形成非磁性部的外周侧内壁,使得在转子铁心的外周面与非磁性部的外周侧内壁之间形成桥接部,以转子铁心的旋转中心为中心的桥接部中周向两端部之间的角度即桥接角度大于等于相邻的块之间的相位角即斜槽角度。

发明效果

[0008] 根据本发明所涉及的旋转电机,在相邻的块之间非磁性部分别在轴向上相互重叠,并且在永磁体的周向外侧形成有非磁性部,因此在相邻的块之间,能够抑制从一个块的永磁体的径向外侧侧面穿出的磁通从永磁体的周向外侧沿轴向流动,并进入相邻的块的永磁体的径向内侧侧面。由此,能够抑制磁通的泄漏,从而能够减少转矩脉动,并抑制转矩的下降。

附图说明

[0009] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的转子的立体图。

图 2 是从轴向观察图 1 的转子时的主要部分放大图。

图 3 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的旋转电机的立体图。

图 4 是从轴向观察图 3 的旋转电机时的主要部分放大图。

图 5 是表示从轴向观察本发明的实施方式 3 所涉及的旋转电机时的主要部分的俯视图。

图 6 是表示从轴向观察本发明的实施方式 4 所涉及的旋转电机时的主要部分的俯视图。

图 7 是表示在转子铁心中形成有阶梯式斜槽的情况下动力运行时的转子的永磁体的退磁部位的示意图。

图 8 是表示在转子铁心中形成有阶梯式斜槽的情况下再生运行时的转子的永磁体的退磁部位的示意图。

图 9 是表示在动力运行的最大转矩的绝对值大于再生运行的最大转矩的绝对值的情况下转速与转矩之间关系的图表。

图 10 是表示在再生运行的最大转矩的绝对值大于动力运行的最大转矩的绝对值的情况下转速与转矩之间关系的图表。

具体实施方式

[0010] 实施方式 1.

图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的转子的立体图,图 2 是从轴向观察图 1 的转子时的主要部分放大图。图中,转子具有:转轴(未图示);形成为环状、以转轴为中心进行旋转的转子铁心 1;以及埋设于转子铁心 1 中的多个永磁体 2。

[0011] 在转子铁心 1 的径向内侧形成有供转轴插入的转轴用贯通孔 11。

[0012] 转子铁心 1 在轴向上被分割成多个块。在本示例中,转子铁心 1 在轴向上被分割成 4 阶梯的块。此外,转子铁心 1 通过配置为在各个块之间沿周向具有规定的相位角,从而形成阶梯式斜槽。各个块通过层叠薄板的电磁钢板而构成。在转子铁心 1 的外周部沿轴向延伸并形成有沿周向排列的多个磁体用贯通孔 12。

[0013] 永磁体 2 插入磁体用贯通孔 12,以使得在转子铁心 1 的外周面 13 上沿周向交替形成 N 极(第 1 极)的磁极和 S 极(第 2 极)的磁极。换言之,形成相邻两个磁极的永磁体 2 以相互之间 N 极与 S 极相反的方式插入磁体用贯通孔 12。

[0014] 磁体用贯通孔 12 具有供永磁体 2 插入的磁体插入部 121、以及设置于磁体插入部

121 的周向外侧的一对非磁性部 122。非磁性部 122 抑制磁通从永磁体 2 的径向外侧侧面 21 绕至永磁体 2 的径向内侧侧面 22。这里,周向是指旋转铁心 1 的周向,即图 2 的箭头 C 的方向。此外,径向是指旋转铁心 1 的径向,即图 2 的箭头 D 的方向。

[0015] 在形成非磁性部 122 的内壁中位于径向最外侧的外周侧内壁 123 沿着转子铁心 1 的外周面 13 而形成。换言之,非磁性部 122 的外周侧内壁 123 与相对的转子铁心 1 的外周面 13 的一部分大致平行或形成为同心圆状。转子铁心 1 中,在转子铁心 1 的外周面 13 与非磁性部 122 的外周侧内壁 123 之间形成有桥接部 14。

[0016] 桥接部 14 是从转子的强度方面来看所必需的部分,用于确保强度以使得转子铁心 1 和永磁体 2 不会因转子的旋转而飞散。此外,桥接部 14 形成为使得径向宽度尽可能小。

[0017] 在各个块中,转子铁心 1 的外径、磁体插入部 121 以及永磁体 2 的形状均相同。此外,在各个块中,非磁性部 122 和桥接部 14 的形状也相同。

[0018] 图 2 中,在相邻的块中,用实线示出对应于一个块的永磁体 2 和磁体用贯通孔 12,用虚线示出对应于另一个块的永磁体 2 和磁体用贯通孔 12。

[0019] 以转子铁心 1 的旋转中心 O 为中心的桥接部 14 中周向两端部之间的角度即桥接角度 β 大于等于相邻的块之间的相位角即斜槽角度 α (斜槽角度 $\alpha \leq$ 桥接角度 β)。

[0020] 这里,桥接角度 β 是指在将桥接部 14 中的永磁体 2 一侧的端部设为 A、将桥接部 14 中远离永磁体 2 的一侧的端部设为 B 的情况下,满足 $\beta = \angle AOB$ 。以下,将桥接部 14 中永磁体 2 一侧的端部设为桥接部 14 的磁极中心侧端部,将桥接部 14 中远离永磁体 2 一侧的端部设为桥接部 14 的磁极外侧端部。

[0021] 另外,桥接部 14 中的磁极中心侧端部 A 和磁极外侧端部 B 是形成为与非磁性部 122 中转子铁心 1 的外周面 13 平行的外周侧内壁 123 的直线的端部,或者是形成为与非磁性部 122 中转子铁心 1 的外周面 13 呈同心圆状的外周侧内壁 123 的圆弧的端部,但在该直线的端部或圆弧的端部形成角 R 的情况下,将角 R 的中心部分设为桥接部 14 的磁极中心侧端部 A 或磁极外侧端部 B。

[0022] 如上述所说明的那样,根据本发明的实施方式 1 所涉及的转子,在相邻的块之间各非磁性部 122 在轴向上相互重叠,并且,在永磁体 2 的周向外侧形成有非磁性部 122,因此,能够抑制在相邻的块之间,从位于一个块的永磁体 2 的径向外侧部分的 N 极穿出的磁通从永磁体 2 的周向端部沿轴向流动,并进入位于相邻的块的永磁体 2 的径向内侧部分的 S 极。由此,能够抑制磁通的泄漏,从而能够减少转矩脉动,并抑制转矩的下降。

[0023] 另外,在上述实施方式 1 中,对采用将转子分割成 4 阶梯的块的结构进行了说明,但也可以采用将转子分割成 2 阶梯以上的块的结构。

[0024] 实施方式 2.

图 3 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的旋转电机的立体图,图 4 是从轴向观察图 3 的旋转电机时的主要部分放大图。图中,旋转电机包括转子 3、以及配置在转子 3 的径向外侧的定子 4。

[0025] 转子 3 中,通过将俯视时配置成大致 V 字形的一对永磁体 2 插入一对磁体用贯通孔 12,从而形成一个磁极。沿转子铁心 1 的周向形成期望数量的由一对永磁体 2 形成的磁极。将形成相邻两个磁极的永磁体 2 以相互之间 N 极与 S 极相反的方式分别插入磁体用贯通孔 12。转子 3 中的其他结构与实施方式 1 的转子相同。

[0026] 定子 4 成为分布绕组。定子 4 具有：定子铁心 41，该定子铁心 41 呈环状，且具有在周向上隔开间隔地进行配置的多个齿部 411；以及定子线圈 42，该定子线圈 42 卷绕在各齿部 411 上。定子线圈 42 排列并配置在定子铁心 41 的槽部 412 内。

[0027] 定子铁心 41 在周向上被分割成多个。通过在排列定子线圈 42 后，将定子铁心 41 从径向外侧插入定子线圈 42 来组装定子 4。

[0028] 此外，定子 4 具有用于保持分割后的定子铁心 41 的框部（未图示）。定子铁心 41 通过层叠薄板的电磁钢板而构成。

[0029] 定子铁心 41 的齿部 411 形成为使得随着从齿部 411 的径向外侧部分朝向径向内侧部分，其周向宽度变小。即，齿部 411 形成为使得随着从基端部朝向前端部，其周向宽度变小。因此，齿部 411 的前端部的周向宽度 W_t 要小于齿部 411 的其他部分的周向宽度。

[0030] 本发明的实施方式 2 所涉及的旋转电机中，除了永磁体 2 产生的转矩，还产生磁阻转矩（仅由在定子 4 的旋转磁场所形成的极与转子 3 的突极之间的吸引力产生的转矩）。因此，旋转电机的转矩的大小为磁矩（由在定子 4 的旋转磁场所形成的极与转子 3 的永磁体 2 所形成的磁极之间的吸引力以及排斥力产生的转矩）与磁阻转矩相加而得到的大小。

[0031] 此外，本发明的实施方式 2 所涉及的旋转电机是转子 3 的极数为 8 极、槽数为 48 槽、每极每相的槽数为 2 的旋转电机。以一个块为基准，转子 3 中各个块之间的斜槽角度为 1.875° 、 4° 、 5.875° 。

[0032] 分割成多个的转子 3 的块中，在对于旋转方向相位角最大的一对块之间，配置在最前进侧的块中的 N 极磁极所形成的前进侧的桥接部 14 的磁极中心侧端部 A1、与配置在最落后侧的块中的 S 极磁极所形成的落后侧的桥接部 14 的磁极中心侧端部 A2 之间的距离 W_a 大于等于定子铁心 41 的齿部 411 的前端部中的周向宽度 W_t 。

[0033] 如上述所说明的那样，根据本发明的实施方式 2 所涉及的旋转电机，能够抑制配置在最前进侧的 N 极磁极的磁通经由定子 4 与转子 3 之间的间隙、以及定子铁心 41 的齿部 411 的前端部流入配置在最落后侧的 S 极磁极，因此能够抑制对转矩不作贡献的轴向分量的磁通的增加。由此，能够抑制旋转电机的转矩的降低。

[0034] 此外，从轴向观察时，整个转子 3 中的磁极 N 极和 S 极没有重叠，整个转子 3 中的磁极 N 极和 S 极的开角以电角度来表示在 180° 以下（更具体而言，在从 180° 减去与定子 4 的一个齿部 411 相当的电角度而得到的角度以下），因此能够方便地将没有被磁化的永磁体 2 安装到转子铁心 1 上，并在叠加各个块而构成转子 3 之后进行使永磁体 2 磁化的后磁化。

[0035] 此外，由于抑制了磁通中产生轴向分量，因此能够减少层叠的定子铁心 41 和转子铁心 1 中所产生的涡流损耗。由此，能够提高旋转电机的效率。

[0036] 此外，由于定子 4 是分布绕组，因此能够将齿部 411 的前端部的周向宽度 W_t 设得较小。由此，能够将用于防止磁通泄漏而所必需的桥接部 14 的周向宽度设得较小。

[0037] 实施方式 3。

图 5 是表示从轴向观察本发明的实施方式 3 所涉及的旋转电机时的主要部分的俯视图。图中，分别在沿轴向分割而成的多个块中，桥接部 14 的周向宽度 W_b 大于等于定子铁心 41 的齿部 411 的前端部中的周向宽度 W_t 上 ($W_b \geq W_t$)。

[0038] 桥接部 14 的周向宽度 W_b 是指在将桥接部 14 的磁极中心侧端部设为 A、将桥接部

14 的磁极外侧端部设为 B 的情况下, A 与 B 之间的距离。其他结构与实施方式 2 相同。

[0039] 如上述所说明的那样,根据本发明的实施方式 3 所涉及的旋转电机,在各个块中, N 极磁极的磁通从 N 极磁极的周向端部经由定子 4 与转子 3 之间的间隙、以及定子铁心 41 的齿部 411 的前端部,绕至 N 极磁极的周向端部的桥接部 14 的径向外侧,从而能够抑制磁通进入构成各个块的 N 极磁极的永磁体 2 的径向内侧部分、即永磁体 2 的 S 极。由此,能够抑制磁通的泄漏,因此能够抑制旋转电机的转矩的下降。

[0040] 实施方式 4.

图 6 是表示从轴向观察本发明的实施方式 4 所涉及的旋转电机时的主要部分的俯视图。图 6 中,在相邻的块中,用实线示出对应于一个块的永磁体 2 和磁体用贯通孔 12,用虚线示出对应于另一个块的永磁体 2 和磁体用贯通孔 12。

[0041] 图中,在相邻的块中,配置于一个块中的 N 极磁极的落后侧的桥接部 14 的磁极中心侧端部 A1、与配置于另一个块中的 N 极磁极的落后侧的桥接部 14 的磁极外侧端部 B2 之间的距离 W_c 大于等于定子铁心 41 的齿部 411 的前端部的周向宽度 W_t 。即,在相邻块之间,当使一个块与另一个块在轴向上重叠时,在一个桥接部 14 与另一个桥接部 14 之间,轴向上重叠的部分的周向上的尺寸 W_c 大于等于齿部 411 的前端部的周向宽度 W_t 。其他结构与实施方式 3 相同。

[0042] 如上述所说明的那样,根据本发明的实施方式 4 所涉及的旋转电机,在相邻的块中,当一个块中的桥接部 14 的磁极中心侧端部 A1 位于与齿部 411 的前端部相对的位置时,另一个块中的桥接部 14 及非磁性部 122 与齿部 411 的前端部相对,并且桥接部 14 和非磁性部 122 的周向宽度比齿部 411 的前端部的周向宽度 W_t 要大,因此,能够抑制一个块的 N 极磁极的磁通经由定子 4 和转子 3 之间的间隙、以及定子铁心 41 的齿部 411 的前端部,从另一个块的 N 极磁极的周向外侧绕回,并进入构成另一个块的 N 极磁极的永磁体 2 的径向内侧部分、即另一个块的永磁体 2 的 S 极。由此,能够抑制对转矩不作贡献的轴向分量的磁通的增加,从而能够抑制旋转电机的转矩下降。

[0043] 实施方式 5.

图 7 是表示在转子铁心中形成有阶梯式斜槽的情况下动力运行时的转子的永磁体的退磁部位的示意图,图 8 是表示在转子铁心中形成有阶梯式斜槽的情况下再生运行时的转子的永磁体的退磁部位的示意图。

[0044] 若转子铁心 1 在轴向上被分割成多个块,并在转子铁心 1 中形成阶梯式斜槽,则在动力运行的情况下,配置在旋转方向上的最落后侧的块的永磁体 2 容易退磁,在再生运行的情况下,配置在旋转方向上的最前进侧的块的永磁体 2 容易退磁。

[0045] 此外,与配置在轴向中间部的块相比,从配置在轴向端部的块向外部进行散热的面积较大,因此配置在轴向端部的块的永磁体 2 的温度比配置在轴向中间部的块的永磁体 2 的温度要低。

[0046] 因此,配置于旋转方向上的最落后侧的块和配置于最前进侧的块配置在转子铁心 1 中的轴向端部。其他结构与实施方式 4 相同。

[0047] 如以上所说明的那样,根据本发明的实施方式 5 所涉及的旋转电机,在沿轴向分割而成的多个块中,位于轴向端部的块的永磁体 2 的温度比位于轴向中间部的块的永磁体 2 的温度要低,因此通过将配置于旋转方向上的最落后侧的块和配置于最前进侧的块配置

在轴向端部,使得位于轴向两端部的块的永磁体 2 的温度低于位于轴向中间部的块的永磁体 2 的温度,从而能够提高永磁体 2 的抗退磁性。

[0048] 另外,如图 9 所示,在动力运行的最大转矩的绝对值大于再生运行的最大转矩的绝对值的情况下,配置于最落后侧的块的永磁体 2 最容易退磁,因此,也可以将配置于旋转方向上的最落后侧的块配置在轴向端部。由此,能够提高永磁体 2 的抗退磁性。

[0049] 此外,如图 10 所示,在再生运行的最大转矩的绝对值大于动力运行的最大转矩的绝对值的情况下,配置于最前进侧的块的永磁体 2 最容易退磁,因此,也可以将配置于旋转方向上的最前进侧的块配置在轴向端部。由此,能够提高永磁体 2 的抗退磁性。

[0050] 另外,在上述各实施方式中,将第 1 极设为 N 极,将第 2 极设为 S 极进行了说明,但也可以将第 1 极设为 S 极,将第 2 极设为 N 极。

标号说明

[0051] 1 转子铁心、2 永磁体、3 转子、4 定子、11 转轴用贯通孔、12 磁体用贯通孔、13 外周面、14 桥接部、21 径向外侧侧面、22 径向内侧侧面、41 定子铁心、42 定子线圈、121 磁体插入部、122 非磁性部、123 外周侧内壁、411 齿部、412 槽部

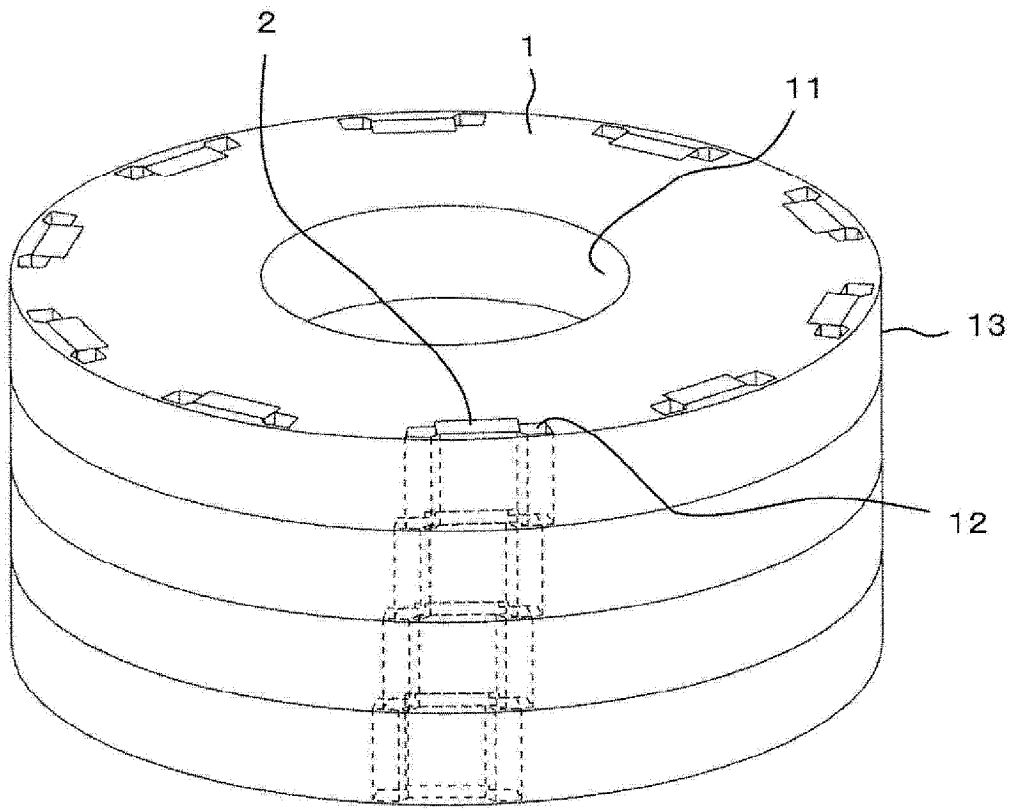


图 1

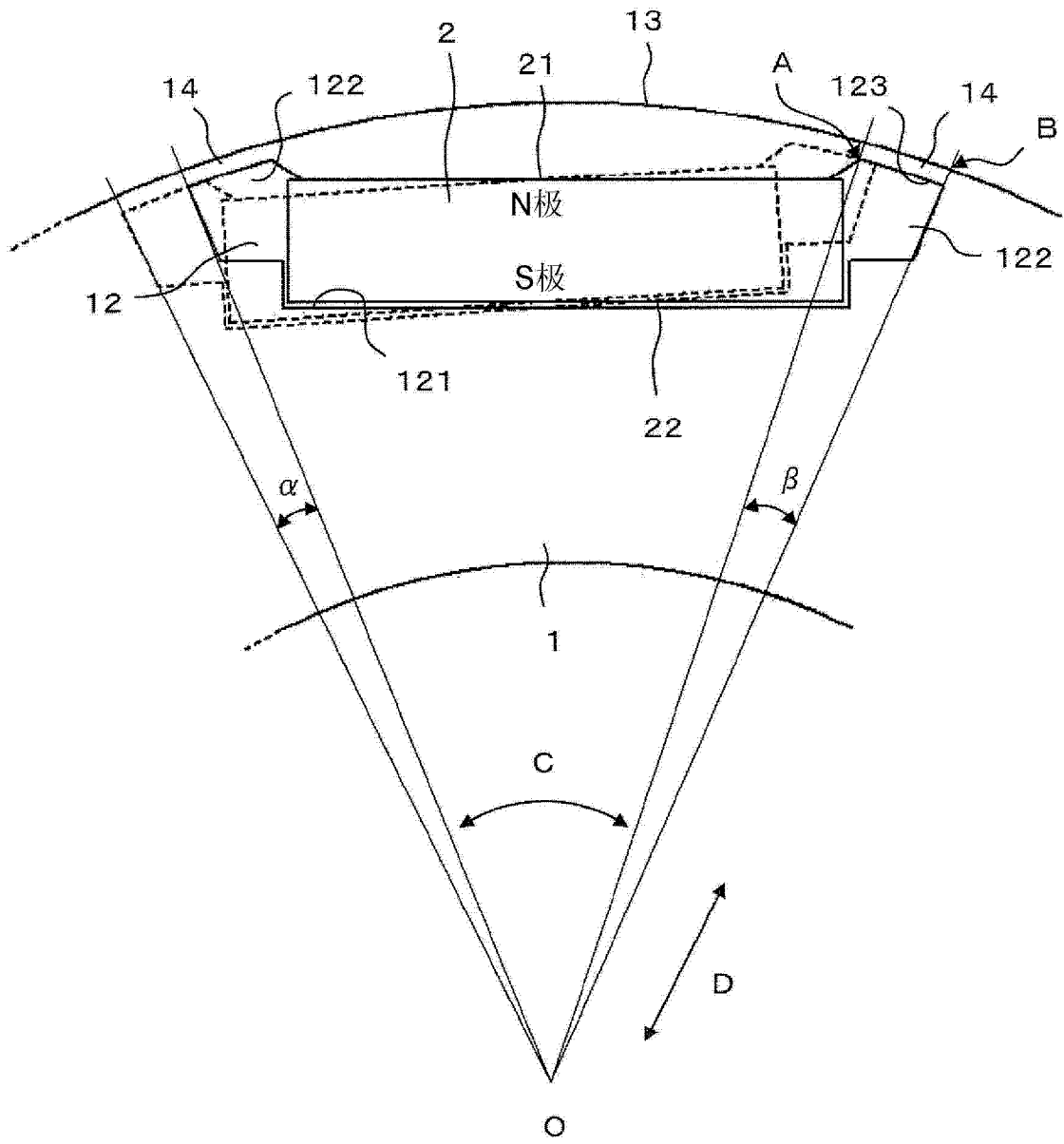


图 2

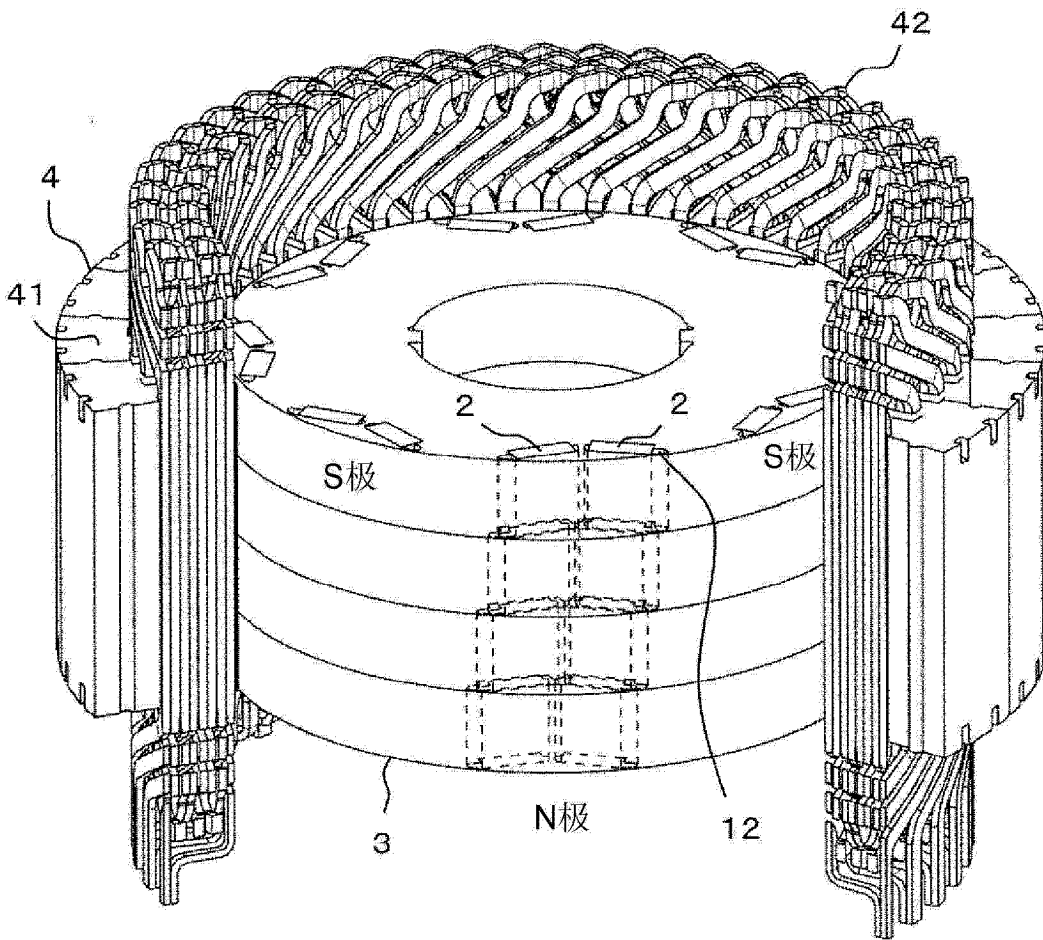


图 3

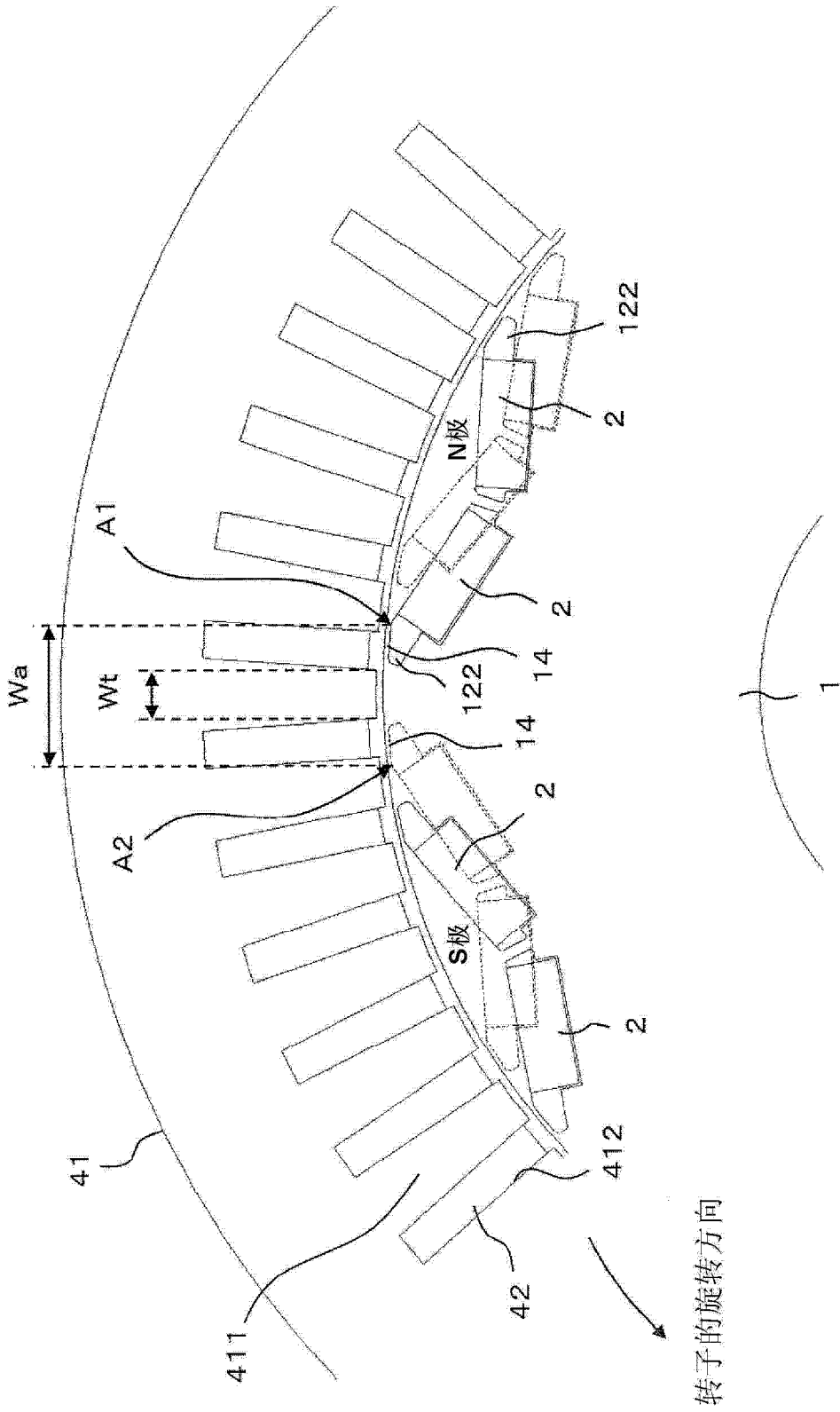


图 4

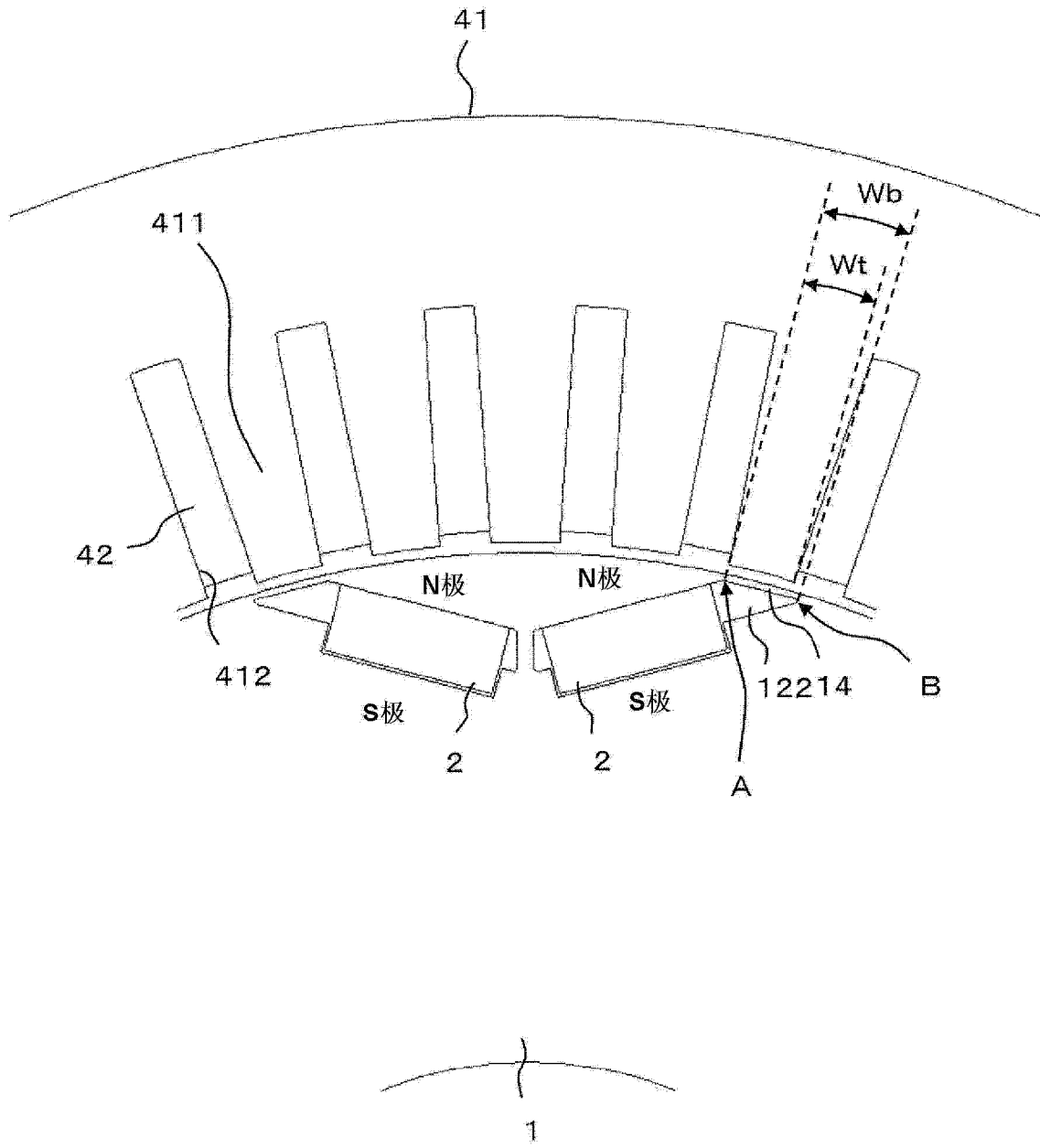


图 5

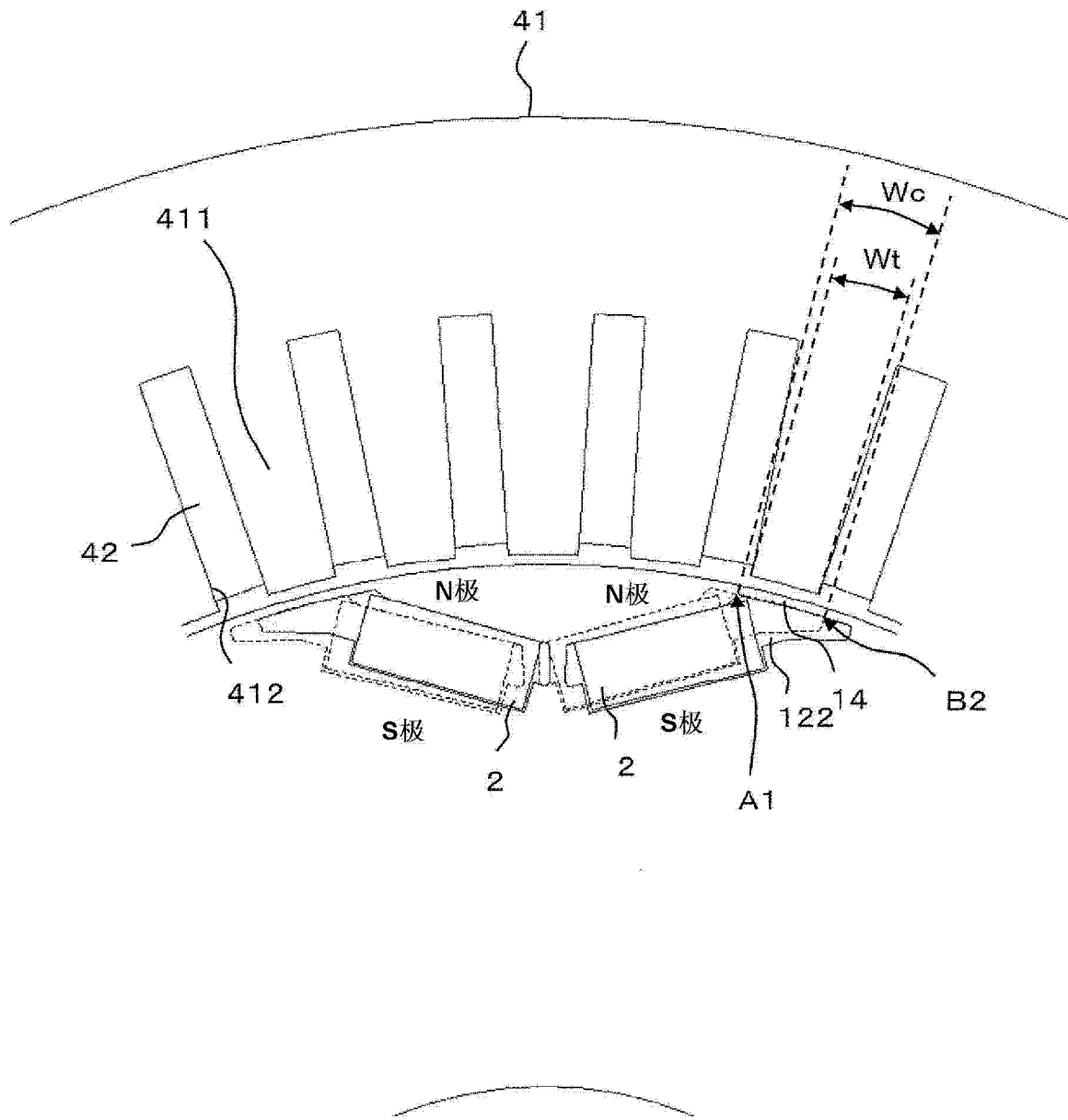


图6

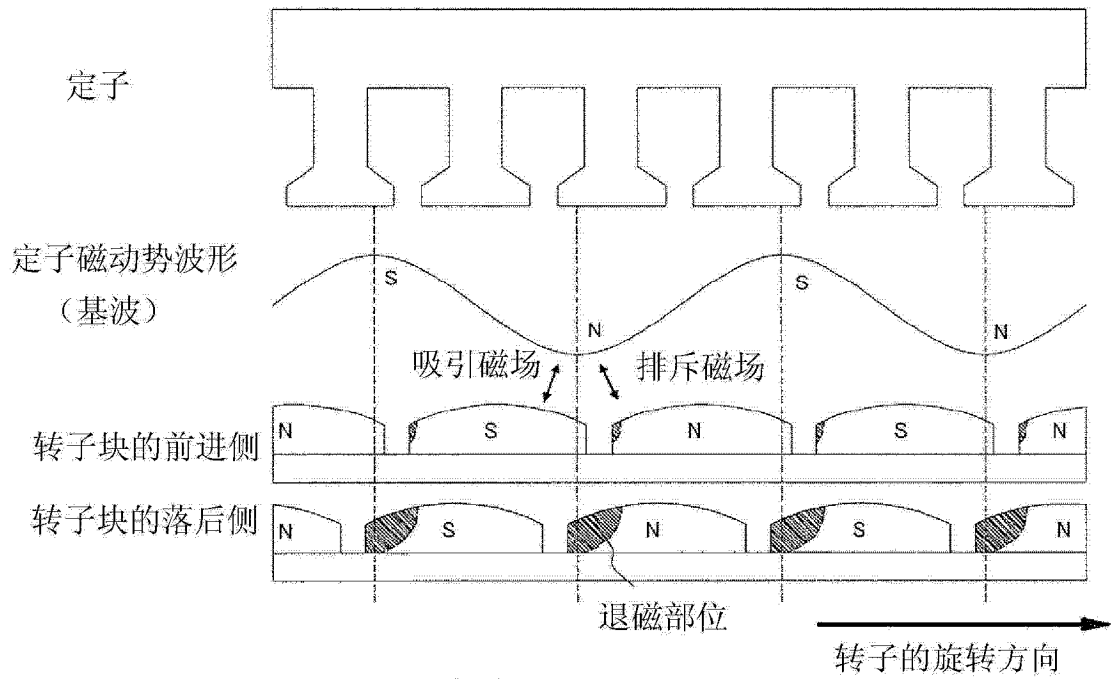


图 7

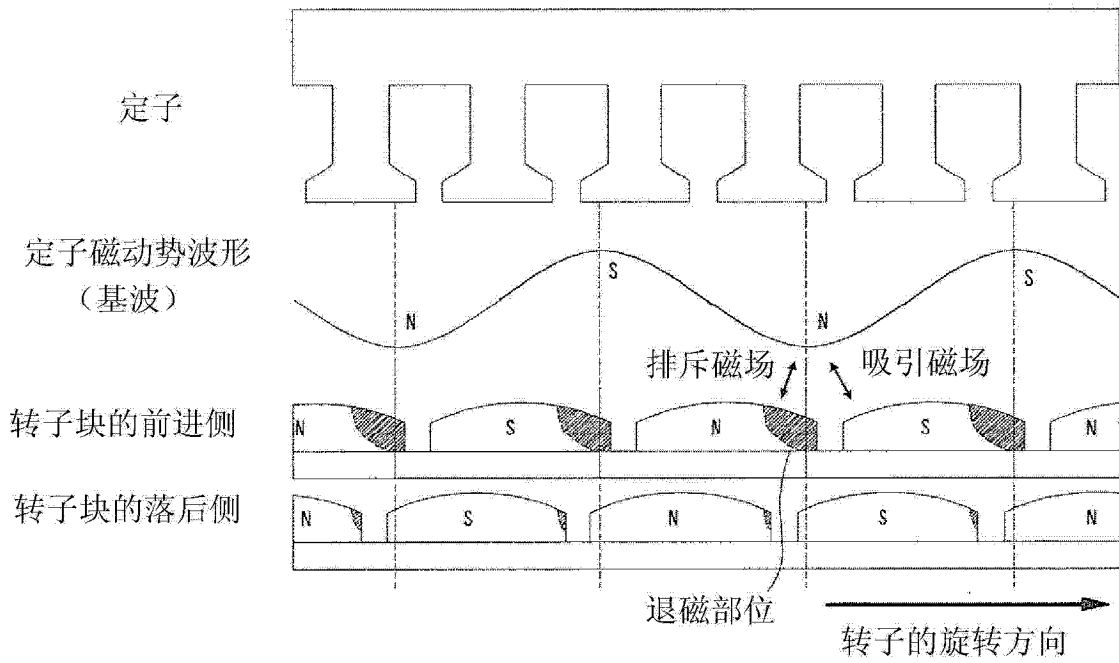


图 8

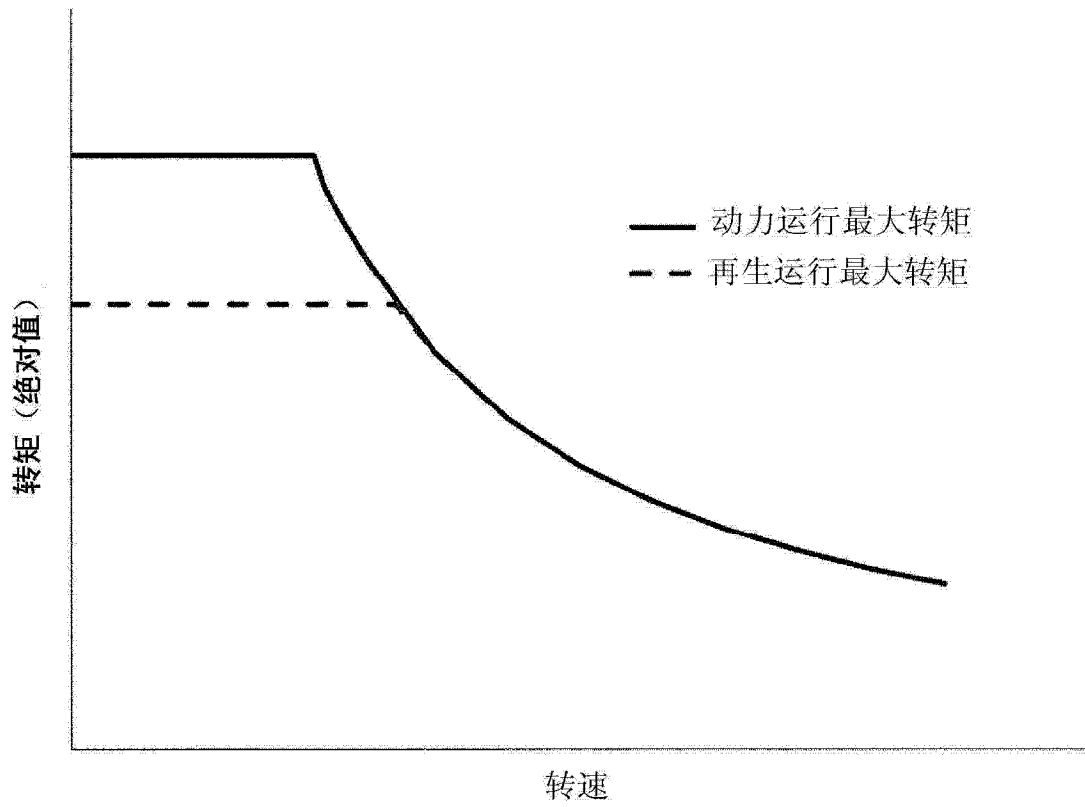


图 9

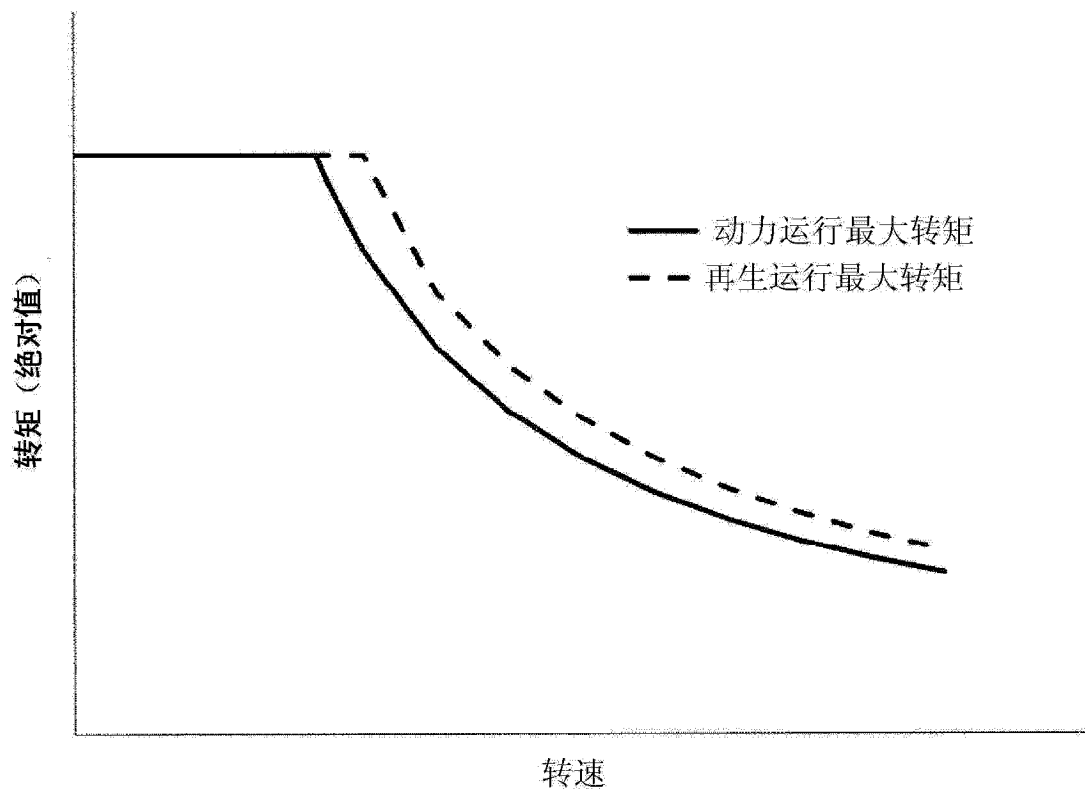


图 10