(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109687607 B
(45)授权公告日 2025.02.25

(21)申请号 201910124051.8

(22)申请日 2019.02.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109687607 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(73)专利权人 江苏雷利电机股份有限公司
地址 213011 江苏省常州市武进区遥观镇钱家塘路19号

(72)发明人 邓全伟 钟璞 王富冈

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 陈茜

(51)Int.Cl.
H02K 1/12(2006.01)
H02K 1/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 101741200 A,2010.06.16
CN 209217811 U,2019.08.06

审查员 周钰丁

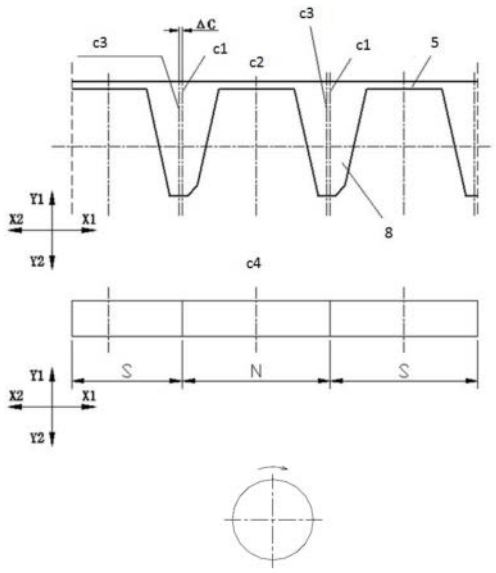
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

电机

(57)摘要

本发明涉及一种电机,包括转子组件和定子组件,转子组件具有旋转轴和围绕旋转轴设置的永磁体;定子组件包括:第一极爪承载件,其上交替设置有沿周向均匀分布的多个第一极爪和位于相邻的第一极爪之间的第一极爪槽;第二极爪承载件,其上交替设置有沿周向均匀分布的多个第二极爪和位于相邻的第二极爪之间的第二极爪槽;外壳,具有在定子组件的组装状态下围绕多个第一极爪和多个第二极爪的壁,且壁上设置有缺口,其中,第一极爪插置于对应的第二极爪槽中,第二极爪插置于对应的第一极爪槽中,使得在被激励时,多个第一极爪和多个第二极爪中的至少一个极爪被配置为沿轴向方向的实际工作中心线与对应的极爪槽中心线沿相同的周向方向偏移角度ΔC。



CN 109687607 B

1.一种电机,包括:

转子组件,其具有旋转轴和围绕所述旋转轴设置的永磁体;以及

定子组件,其包括:

第一极爪承载件,其上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第一极爪和位于相邻的第一极爪之间的第一极爪槽,所述第一极爪承载件呈极爪板的形式,所述极爪板具有沿所述旋转轴向一侧弯曲并以所述旋转轴为中心沿周向方向均匀分布的所述多个第一极爪;

第二极爪承载件,其上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第二极爪和位于相邻的第二极爪之间的第二极爪槽;

外壳,所述外壳具有在所述定子组件的组装状态下围绕所述多个第一极爪和所述多个第二极爪的壁,且所述壁上设置有缺口,

其中,所述第一极爪插置于对应的第二极爪槽中,所述第二极爪插置于对应的第一极爪槽中,使得在被激励时,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少一个极爪被配置为沿轴向方向的实际工作中心线与对应的极爪槽中心线沿相同的周向方向偏移角度ΔC;

每个第一极爪具有与所述第一极爪承载件连接的第一极爪根部,所述第一极爪具有穿过其第一极爪根部的中心的沿轴向方向的第一理论中心线;

每个第二极爪具有与所述第二极爪承载件连接的第二极爪根部,所述第二极爪具有穿过其第二极爪根部的中心的沿轴向方向的第二理论中心线;

其中,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少一个极爪被构造为相对于其理论中心线不对称,以使得在被激励时,所述至少一个极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC。

2.根据权利要求1所述的电机,其中,

在所述至少一个极爪的理论中心线的一侧上设置材料去除部,以实现所述至少一个极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC。

3.根据权利要求2所述的电机,其中,所述材料去除部为设置在相应的极爪的顶部的切角。

4.根据权利要求3所述的电机,其中,所述切角为斜角或弧形角,且所述切角宽度w不大于极爪顶部宽度l的一半。

5.根据权利要求4所述的电机,其中所述斜角为45度斜角或60度斜角。

6.根据权利要求1所述的电机,其中,

在所述至少一个极爪的理论中心线的一侧上设置材料增加部,以实现所述至少一个极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的电机,其中,

所述多个第一极爪中的至少一个第一极爪被构造为相对于相应的第一理论中心线不对称,且所述多个第二极爪中的至少一个第二极爪被构造为相对于相应的第二理论中心线不对称,且对于所述至少一个第一极爪和所述至少一个第二极爪,沿相同的周向方向实现实际工作中心线与对应的理论中心线偏移所述角度ΔC。

8.根据权利要求1至6中任一项所述的电机,其中,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少两个极爪被构造为相对于其理论中心线不对称。

9.根据权利要求1至6中任一项所述的电机,其中,极爪的理论中心线与对应的极爪槽的极爪槽中心线重合。

10.根据权利要求1至6中的任一项所述的电机,其中,

所述角度ΔC的值在1°至3°的范围内。

11.根据权利要求10所述的电机,其中,

所述角度ΔC的值为2°。

12.根据权利要求1至6中的任一项所述的电机,其中,所述第二极爪承载件与所述外壳成一体。

13.一种电机,包括:

转子组件,其具有旋转轴和围绕所述旋转轴设置的永磁体;以及

定子组件,其包括:

第一极爪承载件,其上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第一极爪和位于相邻的第一极爪之间的第一极爪槽,所述第一极爪承载件呈极爪板的形式,所述极爪板具有沿所述旋转轴向一侧弯曲并以所述旋转轴为中心沿周向方向均匀分布的所述多个第一极爪;

第二极爪承载件,其上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第二极爪和位于相邻的第二极爪之间的第二极爪槽;

外壳,所述外壳具有在所述定子组件的组装状态下围绕所述多个第一极爪和所述多个第二极爪的壁,且所述壁上设置有缺口,

其中,所述第一极爪插置于对应的第二极爪槽中,所述第二极爪插置于对应的第一极爪槽中,使得在被激励时,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少一个极爪被配置为沿轴向方向的实际工作中心线与对应的极爪槽中心线沿相同的周向方向偏移角度ΔC;

其中,将极爪与对应的极爪槽以沿周向角度偏移的方式装配,使得极爪的理论中心线与对应的极爪槽的极爪槽中心偏移所述角度ΔC。

14.根据权利要求13所述的电机,其中,

所述角度ΔC的值在1°至3°的范围内。

15.根据权利要求14所述的电机,其中,

所述角度ΔC的值为2°。

16.根据权利要求13至15中的任一项所述的电机,其中,所述第二极爪承载件与所述外壳成一体。

电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电机,更具体地涉及一种用于最小化顺时针旋转扭矩与逆时针旋转扭矩之间的偏差的极爪式电机。

背景技术

[0002] 在现有的电机中,尤其是爪极式电机中,由于在围绕定子的爪极的外壳中设置有用于定位和装配连接端子的机壳卡槽、电机绕组的出线槽、装配定位孔和/或装配避让槽等缺口,导致相对的爪极承载件之间的完整磁路被破坏,使得电机顺时针与逆时针旋转产生的扭矩之间存在偏差,影响电机顺时针与逆时针的扭矩性能。

发明内容

[0003] 本发明旨在克服现有技术中的上述问题,且具有其他优势。

[0004] 为此,本发明提出一种电机,包括:

[0005] 转子组件,其具有旋转轴和围绕所述旋转轴设置的永磁体;以及

[0006] 定子组件,其包括:

[0007] 第一极爪承载件,其上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第一极爪和位于相邻的第一极爪之间的第一极爪槽;

[0008] 第二极爪承载件,其上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第二极爪和位于相邻的第二极爪之间的第二极爪槽;

[0009] 外壳,所述外壳具有在所述定子组件的组装状态下围绕所述多个第一极爪和所述多个第二极爪的壁,且所述壁上设置有缺口,其中,所述第一极爪插置于对应的第二极爪槽中,所述第二极爪插置于对应的第一极爪槽中,使得在被激励时,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少一个极爪的沿轴向方向的实际工作中心线与相应的极爪槽中心线沿相同的周向方向偏移角度ΔC。

[0010] 在这样的电机中,由于定子组件的外壳中存在缺口,诸如在外壳的壁上设置的机壳卡槽,使得电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩存在偏差,从而影响电机顺时针旋转与逆时针旋转时的扭矩性能。

[0011] 而根据磁阻力的定义,即磁力线总是有沿最短路径闭合的趋势或者说磁力线力图沿磁阻最小的路径形成闭合,在这种趋势下,形成转子磁极中心与定子磁极中心对齐的扭力。因此,在具有极爪结构的电机的磁路中,在转子旋转过程中,当转子磁极的中心线与定子磁极的中心线对齐时,此时的磁阻最小,其相电感最大,相电流上升速度最小;当转子磁极的中心线与定子的极爪槽的中心线对齐时,此时的磁阻最大,其相电感最小,相电流上升速度最大。

[0012] 基于磁阻力的定义和上述磁阻的特性,在电机的定子组件的外壳上设置有缺口以使得电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩存在偏差的情况下,通过使组装状态下的多个第一极爪和多个第二极爪中的至少一个极爪在被激励时其沿轴向方向的实际工作中心

与相应的极爪槽中心线沿相同的周向方向偏移角度ΔC,可以实现转子磁极与定子磁极对准的位置发生偏移,从而在转子沿输出扭矩偏小的方向旋转时,提高了该方向的相电流,并因此提高电机在该方向上的扭矩;相应地,在转子沿输出扭矩偏大的方向旋转时,减少了该方向的相电流,并因此降低电机在该方向上的扭矩,使得可以有效补偿电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差。

[0013] 根据本发明的第一实施例,每个第一极爪具有与所述第一极爪承载件连接的第一极爪根部,所述第一极爪具有穿过其第一极爪根部的中心的沿轴向方向的第一理论中心线;每个第二极爪具有与所述第二极爪承载件连接的第二极爪根部,所述第二极爪具有穿过其第二极爪根部的中心的沿轴向方向的第二理论中心线;其中,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少一个极爪被构造为相对于其理论中心线不对称,以使得在被激励时,所述至少一个极爪的实际工作中心线与其沿轴向方向的理论中心线偏移所述角度ΔC。

[0014] 根据本发明的第一实施例的第一实施变型,在所述至少一个极爪的理论中心线的一侧上设置材料去除部,以实现所述至少一个极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC。

[0015] 通过设置材料去除部,可以在不改变电机的其它组成部件的结构和组装的情况下以非常简单的方式实现极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC,并且节省材料,从而降低成本。

[0016] 在该第一实施变型的一种具体的实施方式中,所述材料去除部为设置在相应的极爪的顶部的切角。更具体地,所述切角为斜角或弧形角,且所述切角宽度w不大于极爪顶部宽度l的一半。例如,所述斜角包括但不限于45度斜角和60度斜角。

[0017] 通过这样的切角实施材料去除部,可以进一步确保较为简单的设计和制造。

[0018] 根据本发明的第一实施例的第二实施变型,在所述至少一个极爪的理论中心线的一侧上设置材料增加部,以实现所述至少一个极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC。

[0019] 同样,通过设置材料增加可以以简单的方式实现极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC。

[0020] 根据本发明的第一实施例的一种具体的实施方式,所述多个第一极爪中的至少一个第一极爪被构造为相对于相应的第一理论中心线不对称,且所述多个第二极爪中的至少一个第二极爪被构造为相对于相应的第二理论中心线不对称,且对于所述至少一个第一极爪和所述至少一个第二极爪,沿相同的周向方向实现实际工作中心线与对应的理论中心线偏移所述角度ΔC。

[0021] 根据本发明的第一实施例的一种优选的实施方式,其中,所述多个第一极爪和所述多个第二极爪中的至少两个极爪被构造为相对于其理论中心线不对称。

[0022] 至少两个极爪沿相同的周向方向实现实际工作中心线与对应的理论中心线偏移所述角度ΔC,这允许以更有效的方式补偿电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差。

[0023] 根据本发明的第一实施例,极爪的理论中心线与对应的极爪槽的极爪槽中心线重合,即类似于传统的电机的极爪和极爪槽的组装方式。

[0024] 根据本发明的第二实施例,将极爪与对应的极爪槽以沿周向角度偏移的方式装配,使得极爪的理论中心线与对应的极爪槽的极爪槽中心偏移所述角度ΔC。

[0025] 在该第二实施例中,不需要将极爪本身构造为沿其理论中心线不对称,只需要在组装定子组件时,将极爪与对应的极爪槽沿周向方向成角度地偏移即可。这允许在不改变传统的电机的极爪的构造的情况下实现对电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差的补偿,从而允许标准化生产,提高效益。

[0026] 根据本发明的第一实施例和第二实施例,所述角度ΔC的绝对值在1°至3°的范围内,优选地为2°。

[0027] 根据本发明的第一实施例和第二实施例,所述第一极爪承载件呈极爪板的形式,所述第二极爪承载件与所述外壳成一体。例如,极爪板具有沿电机转子旋转轴向一侧弯曲并以转子旋转轴为中心沿周向方向均匀分布的多个第一极爪;所述外壳呈柱状,第二极爪承载件具有沿电机转子旋转轴向外壳内部弯曲并以转子旋转轴为中心沿周向方向均匀分布的多个第二极爪。这样允许减少电机的组成部件的数量,便于组装。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下文中将对本发明实施例的附图进行简单介绍。其中,附图仅仅用于展示本发明的一些实施例,而非将本发明的全部实施例限制于此。在附图中:

[0029] 图1示出了根据本发明的电机在组装状态下的立体图;

[0030] 图2示出了根据本发明的电机的部分分解立体图,其示出了电机的转子组件、定子组件和围绕定子组件的极爪的外壳;

[0031] 图3示出了根据本发明由第二极爪承载件与外壳组成的子组件的俯视图;

[0032] 图4示出了根据本发明由第二极爪承载件与外壳组成的子组件的侧视图;

[0033] 图5示出了根据本发明的带有第一极爪的第一极爪承载件的局部平面展开图;

[0034] 图6示出了根据本发明的带有第二极爪的第二极爪承载件的局部平面展开图;

[0035] 图7示出了根据本发明的第一极爪承载件与第二极爪承载件在组装状态时的局部平面展开图;

[0036] 图8示意性地示出了根据本发明的第一极爪承载件的第一极爪的磁极与转子磁极之间的对应关系;

[0037] 图9示意性地示出了根据本发明的第二极爪承载件的第二极爪的磁极与转子磁极之间的对应关系;

[0038] 图10示意性地示出了根据本发明的电机的相电流和相电感随转子旋转角度的变化与常规电机的相电流和相电感随转子旋转角度的变化之间的对比。

具体实施方式

[0039] 为了使得本发明的技术方案的目的、技术方案和优点更加清楚,下文中将结合本发明具体实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。附图中相同的附图标记代表相同的部件。需要说明的是,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 除非另作定义,此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有

一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。同样，“一个”或者“一”等类似词语也不必然表示数量限制。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0041] 图1示出了根据本发明的电机的立体示意图，图2示出了根据本发明的电机的部分分解立体图。如图2所示，根据本发明的电机1包括转子组件2和定子组件3，其中，转子组件2包括旋转轴4和围绕旋转轴4设置的永磁体(未示出)，定子组件3包括第一极爪承载件5、第二承载件6和外壳7。在第一极爪承载件5上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第一极爪8和位于相邻的第一极爪8之间的第一极爪槽10，第二极爪承载件6上交替地设置有沿周向均匀分布的多个第二极爪9和位于相邻的第二极爪9之间的第二极爪槽11，在定子组件3的组装状态下，第一极爪8插置在对应的第二极爪槽11中，且第二极爪9插置在对应的第一极爪槽10中。外壳7具有在定子组件3的组装状态下围绕所述多个第一极爪8和所述多个第二极爪9的壁，在壁上设置有缺口12，诸如机壳卡槽。

[0042] 根据试验发现，在电机的定子组件的外壳上没有任何槽或缺口的情况下，电机顺时针旋转和逆时针旋转所产生的扭矩之间不存在偏差。但在电机的定子组件的外壳上设置有槽或缺口的情况下，电机顺时针旋转和逆时针旋转所产生的扭矩之间存在偏差。为了消除这种现象，根据本发明，专门提出了：当极爪被激励时，所述多个第一极爪8和所述多个第二极爪9中的至少一个极爪的沿轴向方向的实际工作中心线c3与相应的极爪槽中心线c1沿相同的周向方向偏移角度ΔC。

[0043] 为了更加清晰明了地理解本发明，对极爪的理论中心线c1、实际工作中心线c3和极爪槽中心线c2作了如下定义：

[0044] 极爪的理论中心线c1：极爪具有与相应的极爪承载件连接的极爪根部，极爪则穿过其极爪根部的中心的沿轴向方向的线即理论中心线c1；

[0045] 极爪的实际工作中心线c3：在电机工作时，当绕组通电对极爪承载件的极爪进行励磁时，沿轴向方向穿过极爪并将极爪的励磁效果平分的线即极爪的实际工作中心线c3，即极爪在其实际工作中心线c3两侧被等量地励磁；

[0046] 极爪槽中心线c2：沿轴向方向并穿过极爪槽的中心的线即极爪槽中心线c2。

[0047] 此外，为了更加清楚地描述本发明，对电机顺时针和逆时针的旋转方向进行了如下定义，如图1-2和图5-7所示，将转子磁极以及相对应的极爪承载件做局部平面展开时：

[0048] 顺时针：面向电机的转子轴端观察，即沿着Y2方向的观察视角，转子顺时针旋转方向在局部平面展开图上展示为沿X1方向；

[0049] 逆时针：面向电机的转子轴端观察，即沿着Y2方向的观察视角，转子逆时针旋转方向在局部平面展开图上展示为沿X2方向。

[0050] 在一种具体的实施方式中，如图2所示，第一极爪承载件5呈极爪板的形式，第二极爪承载件6与外壳7成一体。例如，呈极爪板的形式的第一极爪承载件5具有沿电机转子旋转

轴4向一侧弯曲并以转子旋转轴4为中心沿周向方向均匀分布的多个第一极爪8;外壳7呈柱状,第二极爪承载件6具有沿电机转子旋转轴4向外壳7内部弯曲并以转子旋转轴4为中心沿周向方向均匀分布的多个第二极爪9。在电机中,通常在定子组件3的外壳7中存在缺口12,诸如在外壳7的壁上设置的机壳卡槽。在一种具体的实施方式中,如图3和图4所示,电机外壳7的结构恒定为,在外壳7的一轴向端起沿轴向方向设置深度为B、宽度为A的机壳卡槽,且该机壳卡槽在其宽度方向上的端点相对于单个极爪的理论中心线c1之间的夹角恒定为α。由于这样的机壳卡槽的存在,使得电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩存在偏差,从而影响电机顺时针旋转与逆时针旋转时的扭矩性能。

[0051] 而根据磁阻力的定义,即磁力线总是有沿最短路径闭合的趋势或者说磁力线力图沿磁阻最小的路径形成闭合,在这种趋势下,形成转子磁极中心与定子磁极中心对齐的扭力。因此,在具有极爪结构的电机的磁路中,磁力线走向有从磁阻最小路径通过的趋势。在转子旋转过程中,当转子磁极的中心线与定子磁极的中心线对齐时,此时的磁阻最小,其相电感最大,相电流上升速度最小;当转子磁极的中心线与定子的极爪槽的中心线对齐时,此时的磁阻最大,其相电感最小,相电流上升速度最大。

[0052] 基于磁阻力的定义和上述磁阻的特性,在转子沿输出扭矩偏小的方向旋转时,如果提高该方向的相电流,就可以有效补偿电机在该方向上的扭矩。以电机转子顺时针旋转扭矩偏大为例,提高扭矩小的电机转子逆时针旋转方向的相电流就可以补偿电机转子顺时针旋转与逆时针旋转所产生的扭矩偏差。

[0053] 因此,在电机1的定子组件3的外壳7上设置有缺口12的情况下,通过将多个第一极爪8和多个第二极爪9中的至少一个极爪在被激励时其沿轴向方向的实际工作中心线c3与相应的极爪槽中心线c1沿相同的周向方向偏移角度ΔC,可以实现转子磁极与定子磁极对准的位置发生偏移,从而在转子沿输出扭矩偏小的方向旋转时,提高了该方向的相电流,并因此提高电机在该方向上的扭矩;相应地,在转子沿输出扭矩偏大的方向旋转时,减少了该方向的相电流,并因此降低电机在该方向上的扭矩,使得可以有效补偿电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差。

[0054] 具体地,假设由于定子组件3的壳体7上的缺口12的存在使得电机顺时针旋转时的扭矩大于逆时针旋转时的扭矩。在这种情况下,根据本发明,可设置多个第一极爪8和多个第二极爪9中的至少一个极爪在被励磁时其实际工作中心线c3从相应的极爪槽中心线c1沿顺时针方向偏移角度ΔC,即沿着X2的方向偏移角度ΔC,如图10所示。由此,在极爪被激励之前,转子磁极S极(N极)中心与对应的极爪槽中心线c1对齐;在极爪被激励时,转子磁极S极(N极)趋向于与对应的极爪的实际工作中心线c3对齐,这时,由于所述至少一个极爪的实际工作中心线c1与相应的极爪槽中心线c3沿相同的周向方向偏移角度ΔC,使得在转子顺时针旋转时定子线圈激励时间减少,定子线圈获取能量也就减少,从而降低了转子顺时针旋转的扭矩;相应地,转子逆时针旋转定子线圈激励时间增加,定子线圈获取能量也就增加,从而提高了转子逆时针旋转的扭矩。

[0055] 同时,由于改变了极爪实际工作中心线的位置,导致最大相电流Lmax和最小相电感Lmin位置发生变化,因此降低了电机转子顺时针旋转方向扭矩,增加了电机转子逆时针旋转方向扭矩。如图10示出了电机逆时针旋转时相电流和相电感随转子旋转角度β的变化,其增加了电机转子逆时针旋转方向扭矩。

[0056] 由此,在这种情况下,根据本发明的电机1使得可以降低转子顺时针旋转扭矩,增加转子逆时针旋转扭矩,以达到减小转子顺时针与逆时针旋转扭矩偏差,使得两者趋于相等,从而改善电机的性能。

[0057] 下文给出了本发明的各种实施例,其中,均假设由于定子组件3的壳体7上的缺口12的存在使得电机顺时针旋转时的扭矩大于逆时针旋转时的扭矩。

[0058] 如图5至7所示,其示出了根据本发明的第一实施例,其中,所述多个第一极爪8和所述多个第二极爪9中的至少一个极爪被构造为相对于其理论中心线c1不对称,以使得在被激励时,所述至少一个极爪的实际工作中心线c3与其沿轴向方向的理论中心线c1偏移角度ΔC。图5示出了第一极爪8被设置为相对于其理论中心线c1不对称的情况,图6示出了第二极爪9被设置为相对于其理论中心线c1不对称的情况,图7示出了当图5所示的第一极爪8和图6所示的第二极爪9分别插置于相应的第二极爪槽11和第一极爪槽10中时的局部平面示意图。在根据本发明的第一实施例中,在定子组件3的组装状态下,极爪的理论中心线c1与对应的极爪槽的极爪槽中心线c2重合,如图7所示。

[0059] 根据本发明的第一实施例的第一实施变型,如图5至7所示,在所述至少一个极爪的理论中心线c1的一侧上设置材料去除部13、14,以实现所述至少一个极爪的实际工作中心线c1与其理论中心线c1偏移角度ΔC。在该第一实施变型的一种具体的实施方式中,材料去除部13、14为设置在相应的极爪的顶部的切角。更具体地,该切角为斜角或弧形角,且切角宽度w不大于极爪顶部宽度1的一半。例如,斜角包括但不限于45度斜角和60度斜角。设置材料去除部可以在不改变电机的其它组成部件的结构和组装的情况下以非常简单的方式实现极爪的实际工作中心线与其理论中心线偏移所述角度ΔC,从而节省材料,降低成本。

[0060] 根据本发明的第一实施例的一种具体的实施方式,所述多个第一极爪8中的至少一个第一极爪8被构造为相对于相应的第一理论中心线c1不对称,且所述多个第二极爪中9的至少一个第二极爪9被构造为相对于相应的第二理论中心线c1不对称,且对于所述至少一个第一极爪8和所述至少一个第二极爪9,沿相同的周向方向(即图中所示的X2的方向)实现实际工作中心线c3与对应的理论中心线c1偏移角度ΔC,如图5-7所示。

[0061] 根据发明的第一实施例的一种优选的实施方式,其中,所述多个第一极爪8和所述多个第二极爪9中的至少两个极爪被构造为相对于其理论中心线c1不对称。这允许以更有效的方式确保补偿电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差。

[0062] 如图5和图8所示,在至少一个极爪8上,在以极爪的理论中心线c1为基准的偏X1方向的侧上设置材料去除部13,以使得所述至少一个第一极爪8相对于其理论中心线c1不对称,并由此使得所述至少一个第一极爪8的实际工作中心线c3相对于其理论中心线c1沿X2方向偏移角度ΔC。在这种情况下,在所述至少一个极爪8被激励之前,转子磁极S极(N极)中心c4与对应的极爪槽中心线c1对齐;在所述至少一个第一极爪8被激励时,转子磁极S极(N极)趋向于与所述至少一个第一极爪8的实际工作中心线c3对齐,这使得转子顺时针旋转定子线圈激励时间减少,定子线圈获取能量也就减少,从而降低了转子顺时针旋转的扭矩;相应地,转子逆时针旋转定子线圈激励时间增加,定子线圈获取能量也就增加,从而提高了转子逆时针旋转的扭矩。同时,由于改变了极爪实际工作中心线的位置,导致最大相电流Lmax和最小相电感Lmin位置发生变化,如图10所示。

[0063] 同样地,如图6和图9所示,在至少二个极爪9上,在以极爪的理论中心线c1为基准

的偏X1方向的侧上设置材料去除部14,以使得所述至少一个第二极爪9相对于其理论中心线c1不对称,并由此使得所述至少一个第二极爪9的实际工作中心线c3相对于其理论中心线c1沿X2方向偏移角度ΔC。在这种情况下,在所述至少一个第二极爪9被激励之前,转子磁极S极(N极)中心c4与对应的极爪槽中心线c1对齐;在所述至少一个第二极爪9被激励时,转子磁极S极(N极)趋向于与所述至少一个第二极爪9的实际工作中心线c3对齐,从而实现与上述相似的效果。

[0064] 应注意,极爪的材料去除部的构造依据电机的形状、规格尺寸以及转子顺时针与逆时针旋转扭矩偏差大小而定。例如,在转子顺时针旋转扭矩偏大的情况下,极爪的材料去除部尺寸越大,转子逆时针旋转方向上的电流值提高越多,进而起到补偿转子逆时针旋转方向上的扭矩越大。

[0065] 根据本发明的第一实施例的第二实施变型(未示出),在所述至少一个极爪的理论中心线c1的一侧上设置材料增加部,以实现所述至少一个极爪的实际工作中心线c3与其理论中心线c1偏移角度ΔC。例如,在转子顺时针旋转扭矩偏大的情况下,在以极爪的理论中心线c1为基准的偏X2方向的侧上设置材料去除部,以使得极爪相对于其理论中心线c1不对称,并由此使得所述至极爪的实际工作中心线c3相对于其理论中心线c1沿X2方向偏移角度ΔC。

[0066] 同理,极爪的材料增加部的构造依据电机的形状、规格尺寸以及转子顺时针与逆时针旋转扭矩偏差大小而定。例如,在转子顺时针旋转扭矩偏大的情况下,极爪的材料增加部尺寸越大,转子逆时针旋转方向上的电流值提高越多,进而起到补偿转子逆时针旋转方向上的扭矩越大。

[0067] 根据本发明的第二实施例(未示出),将极爪与对应的极爪槽以沿周向角度偏移的方式装配,使得极爪的理论中心线c1与对应的极爪槽的极爪槽中心线c2偏移角度ΔC。即在该第二实施例中,不需要将极爪本身构造为沿其理论中心线c1不对称,只需要在组装定子组件3时,将极爪与对应的极爪槽沿周向方向成角度地偏移即可。在这种情况下,极爪的实际工作中心线c3与其理论中心线c1重合。这允许在不改变传统的电机的极爪的构造的情况下实现对电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差的补偿,从而允许标准化生产,提高效益。

[0068] 应注意的是,根据本发明的第一实施例与第二实施例也可以结合实施,即能够实现当极爪被激励时所述多个第一极爪8和所述多个第二极爪9中的至少一个极爪的沿轴向方向的实际工作中心线c3与相应的极爪槽中心线c1沿相同的周向方向偏移角度ΔC这一发明构思的所有实施变型都涵盖在本发明的范围内。

[0069] 在根据本发明的第一实施例和第二实施例中,角度ΔC的值在1°至3°的范围内,优选地为为2°。

[0070] 具体地,根据对一具体实施例的实验验证发现,在不存在偏移角度ΔC时,电机转子顺时针旋扭矩恒定为20.93mN·M时,电机转子逆时针旋扭矩为16.42mN·M,与顺时针旋转扭矩偏差为-4.51mN·M;在偏移角度ΔC为1°时,电机转子逆时针旋扭矩为18.75mN·M,与顺时针旋转扭矩偏差为-2.18mN·M;在偏移角度ΔC为2°时,电机转子逆时针旋扭矩为19.89mN·M,与顺时针旋转扭矩偏差为-1.04mN·M;在偏移角度ΔC为3°时,电机转子逆时针旋扭矩为22.53mN·M,与顺时针旋转扭矩偏差为1.6mN·M。由上可见偏移角度ΔC为2°是

电机转子顺时针旋转和逆时针旋转扭矩偏差最小。偏移角度ΔC为1°-3°时,其转子逆时针旋转相对于顺时针旋转的扭矩偏差从-2.18至1.6。

[0071] 综上,本发明通过降低转子顺时针旋转扭矩,增加转子逆时针旋转扭矩,达到减小转子顺时针与逆时针旋转扭矩偏差,使得两者扭矩趋于相等。因此,相电流变化和相电感变化降低了电机转子顺时针旋转方向扭矩,增加了电机转子逆时针旋转方向扭矩。

[0072] 同理,在电机转子逆时针旋转扭矩较大时,也可通过本发明提出的构思来有效补偿电机顺时针旋转与逆时针旋转产生的扭矩偏差,即在相反的周向方向上实现上述偏移角度ΔC。

[0073] 上文中参照优选的实施例详细描述了本发明所提出的电机的示范性实施方式,然而本领域技术人员可理解的是,在不背离本发明理念的前提下,可以对上述具体实施例做出多种变型和改型,且可以对本发明提出的各种技术特征、结构进行多种组合,而不超出本发明的保护范围。

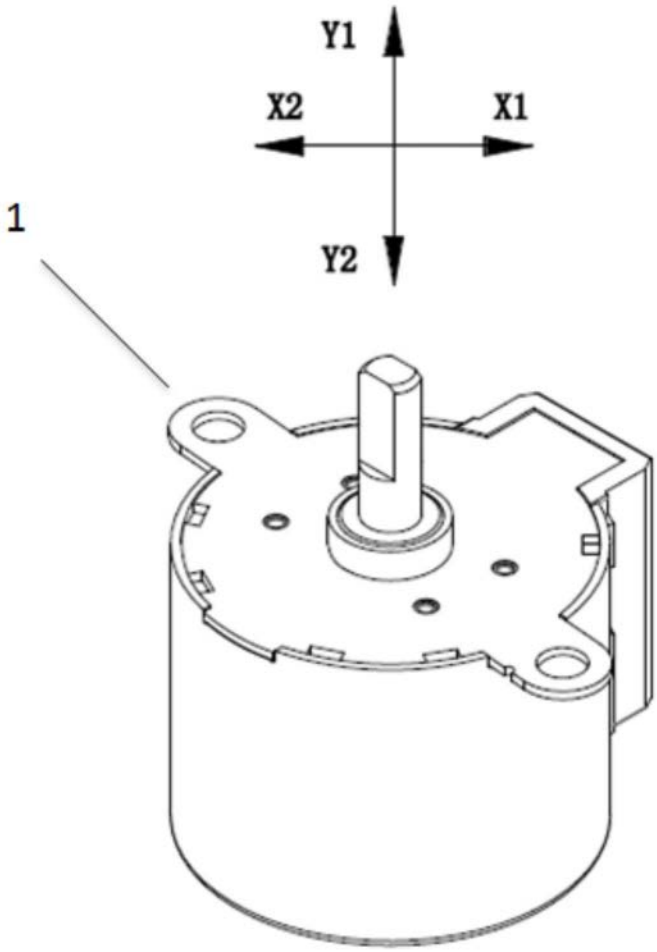


图1

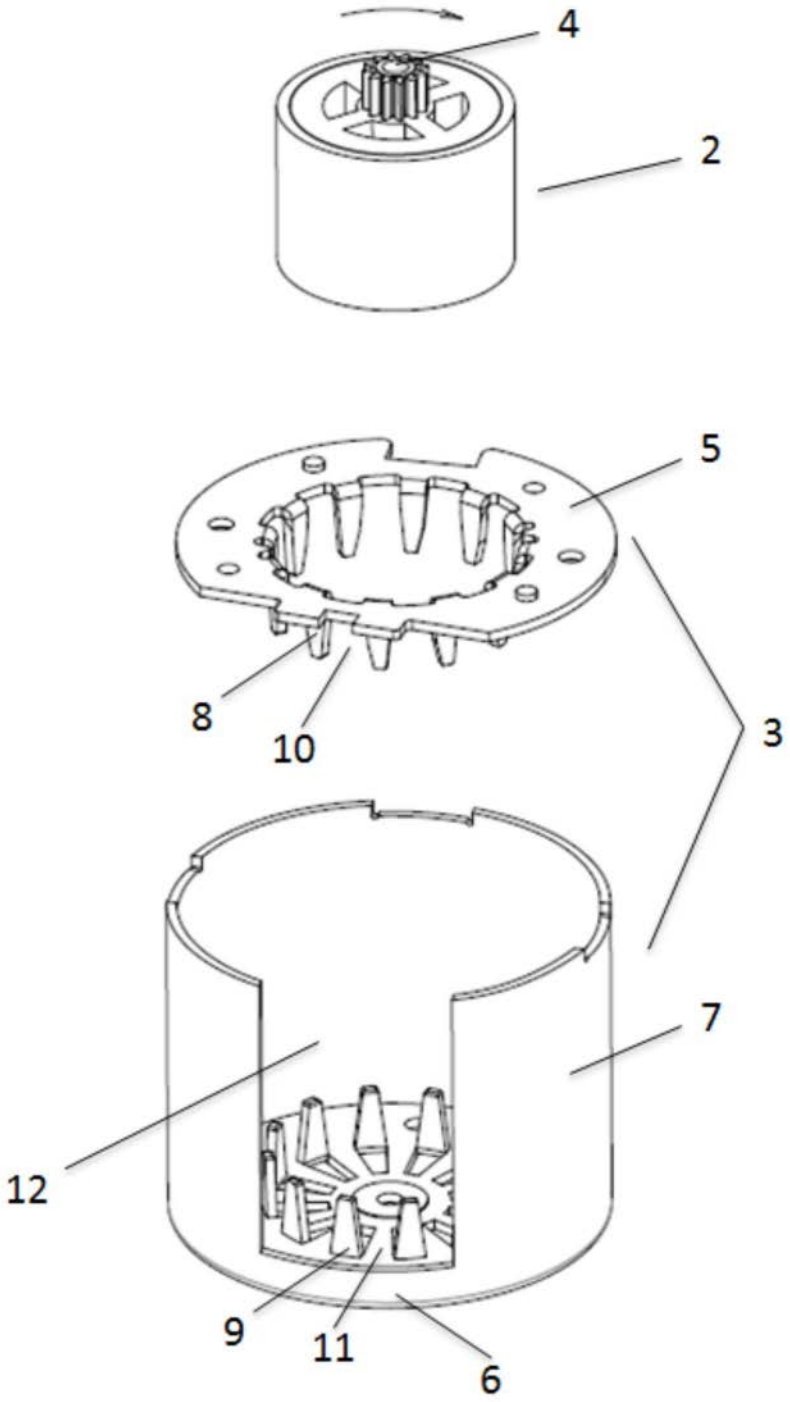


图2

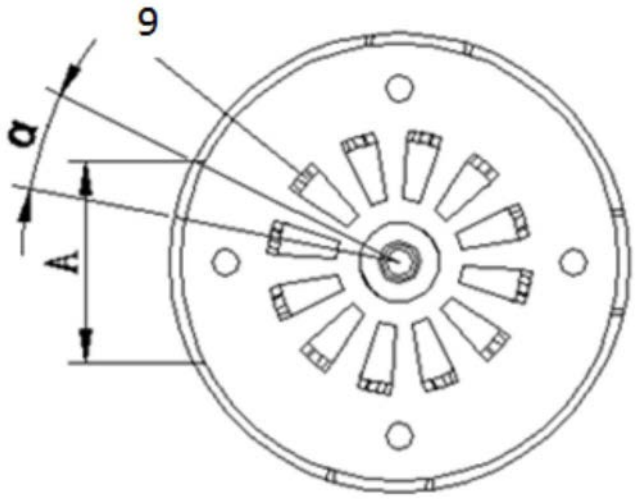


图3

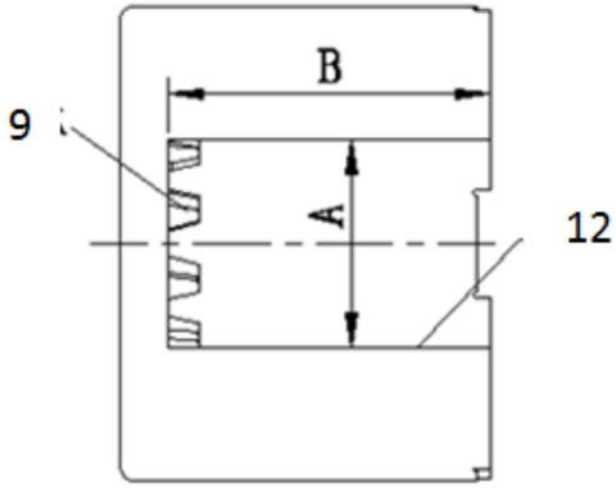


图4

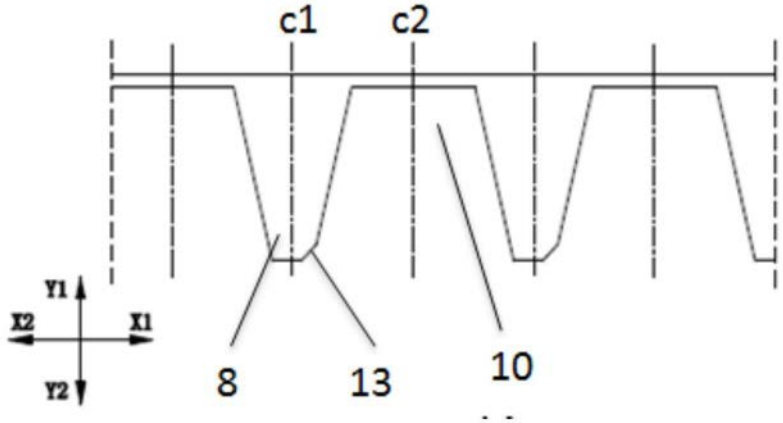


图5

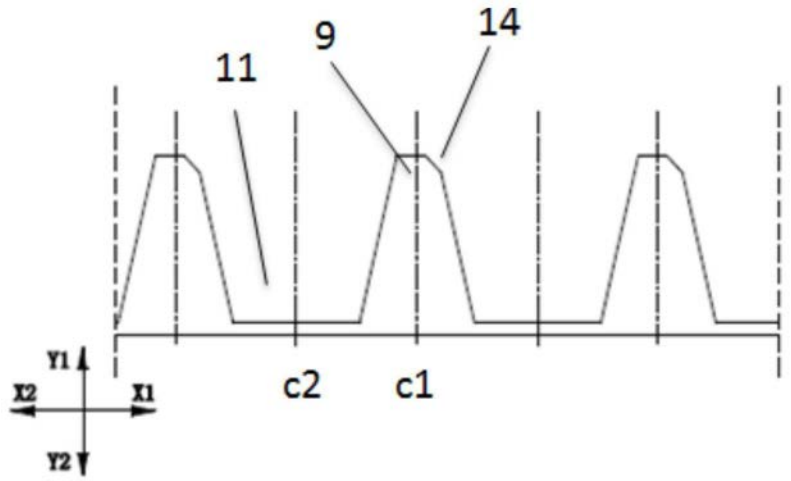


图6

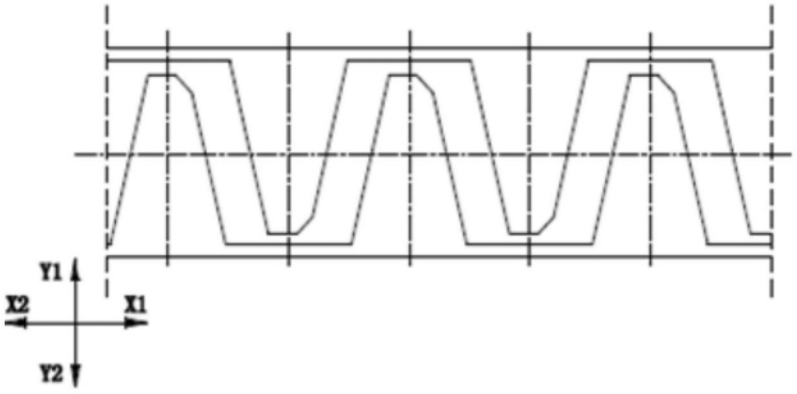


图7

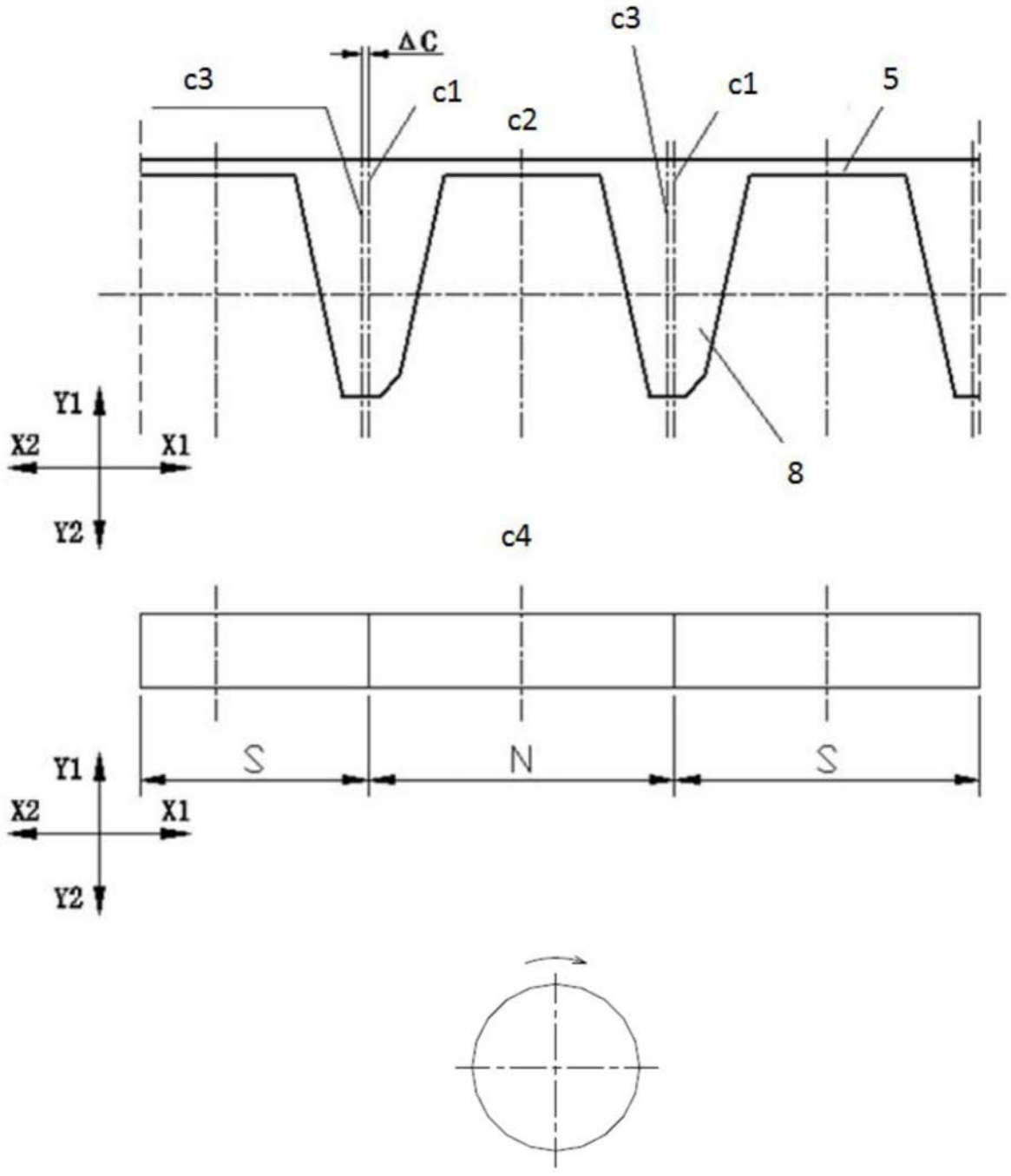


图8

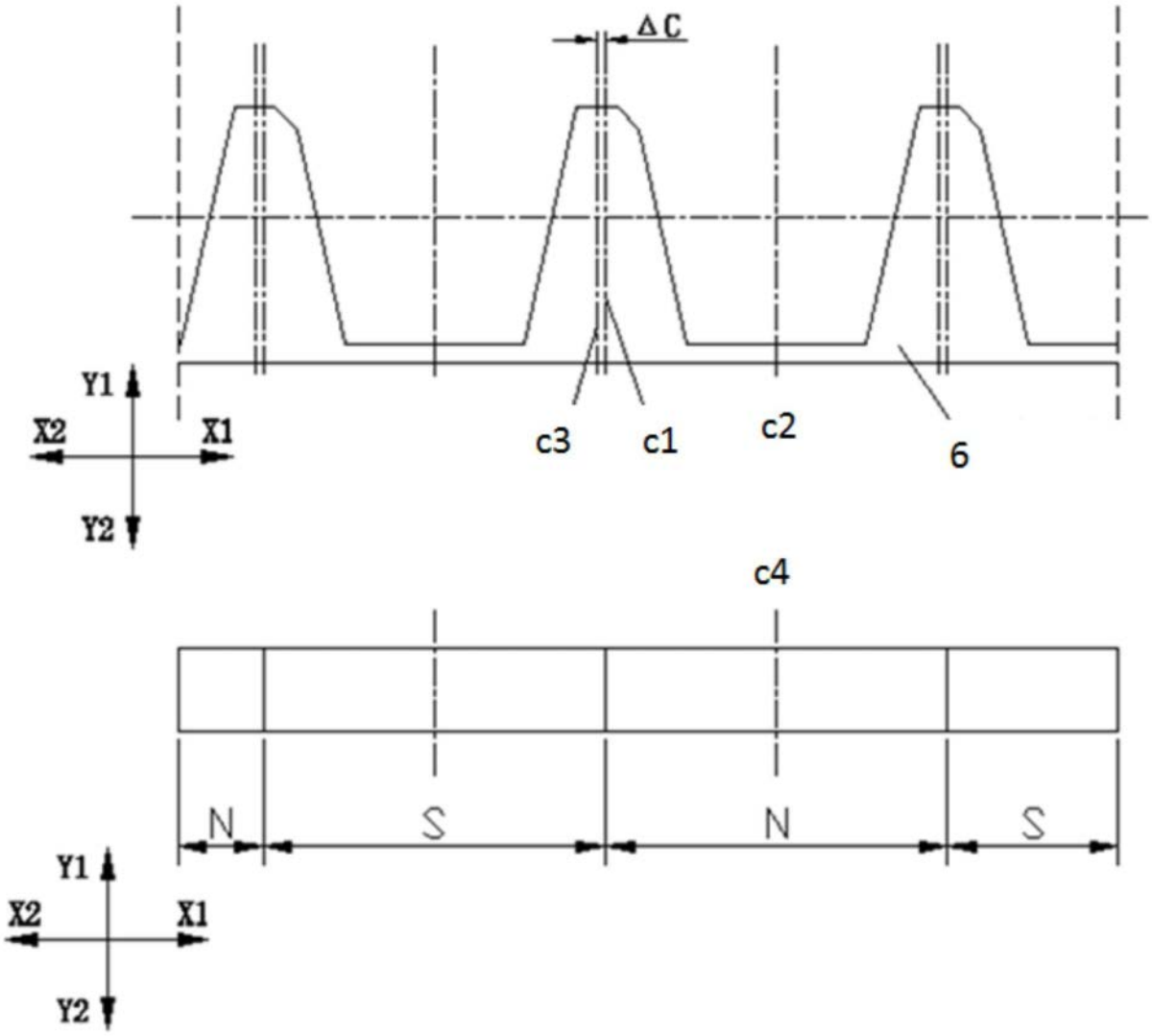


图9

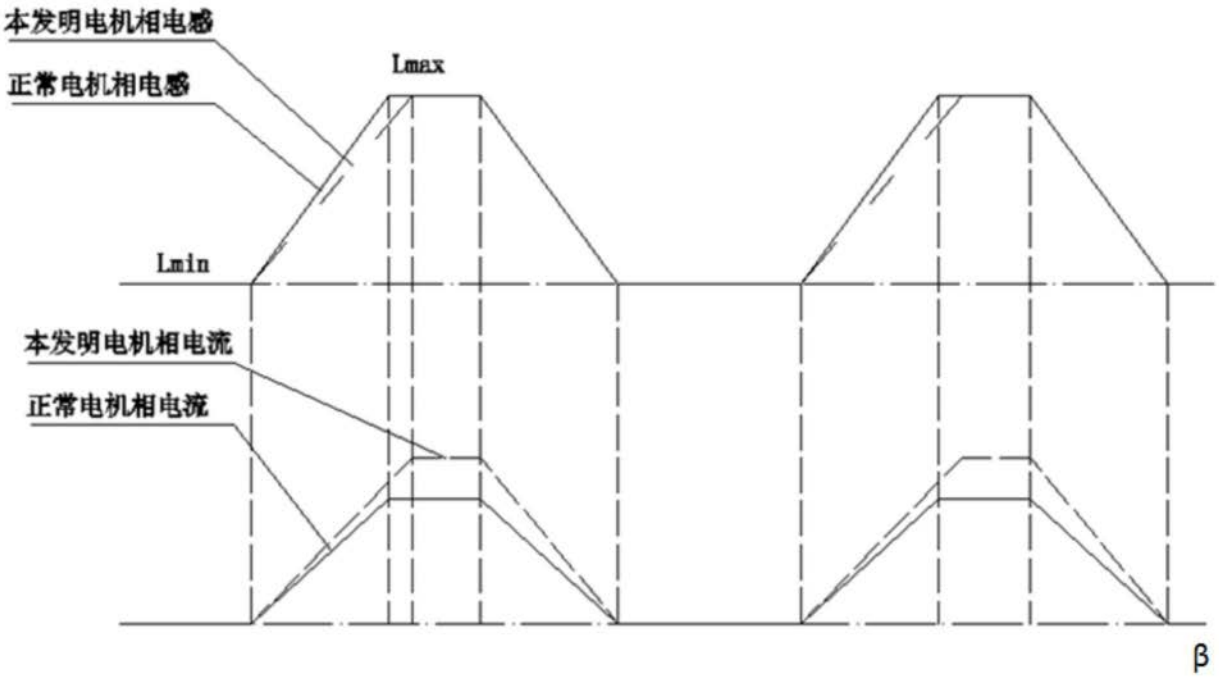


图10