



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105006949 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201510420898.2

(22)申请日 2015.07.16

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105006949 A

(43)申请公布日 2015.10.28

(73)专利权人 江苏磁谷科技股份有限公司

地址 212009 江苏省镇江市镇江新区高新
技术产业开发园区四平山路10号

(72)发明人 陈超

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理
有限公司 11250

代理人 周美华

(51)Int.Cl.

H02K 49/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 205123555 U, 2016.03.30, 权利要求1-10.

CN 202602517 U, 2012.12.12, 全文.

CN 1070656 C, 2001.09.05, 全文.

CN 101286670 A, 2008.10.15, 全文.

CN 102468727 A, 2012.05.23, 全文.

JP 昭59-28871 A, 1984.02.15, 全文.

JP 特开2009-278746 A, 2009.11.26, 全文.

US 6794781 B2, 2004.09.21, 全文.

US 2009/0243411 A1, 2009.10.01, 全文.

US 2013/0127279 A1, 2013.05.23, 全文.

审查员 谢检生

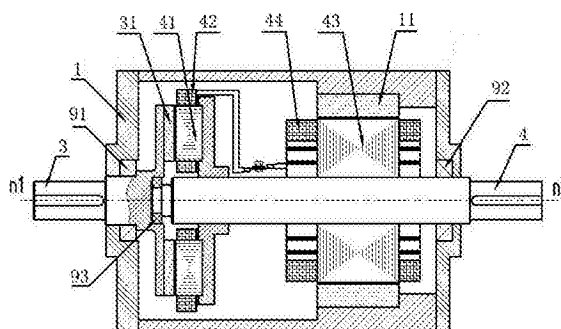
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种电磁减速器

(57)摘要

本发明涉及一种电磁减速器,包括壳体,输入轴,输出轴,所述输入轴与输出轴之间设置有用于产生电能的发电结构,输出轴与壳体之间设置有驱动输出轴转动的电动结构,所述发电结构与电动结构电连接。在输入轴旋转时,通过发电结构带动输出轴以低于输出轴的旋转速度旋转,在第一绕组中产生电流,并经导线传递到电动结构处,在电动结构处,第二绕组与定子永磁体相互作用,增大了输出轴的转矩。本发明的减速器完全采用电磁结构来完成转矩的传递,能够将动力从高速转变为低速高扭矩,能够恒定减速比,同时不产生摩擦作用,因而具有噪音低,高寿命的优点。



1. 一种电磁减速器,包括壳体(1),内部中空;
输入轴(3),具有可转动地设置在壳体(1)内的部分;
输出轴(4),与输入轴(3)同轴且可相对转动地设置,具有可转动地设置在壳体(1)内的部分;
发电结构,位于壳体(1)内,并设置在所述输入轴(3)与输出轴(4)之间,用于在输入轴(3)旋转时产生电力并向输出轴(4)施加转矩带动输出轴(4)一同转动;
电动结构,位于壳体(1)内,并设置在输出轴(4)与壳体(1)的内壁之间,用于驱动输出轴(4)产生与转矩方向相同的附加转矩;
其特征在于,所述电动结构包括,
定子永磁体(11),固定设置在壳体(1)内壁上并环绕输出轴(4)设置,具有一个以上磁极对数;
第二铁芯(43),固定设置在输出轴(4)上与定子永磁体(11)间隙配合;
第二绕组(44),绕设在第二铁芯(43)上,接收发电结构产生的电力。
2. 根据权利要求1所述的电磁减速器,其特征在于,所述发电结构包括,
转子永磁体(31),固定设置在输入轴(3)上,具有一个以上磁极对数;
第一铁芯(41),固定设置在输出轴(4)上,与转子永磁体(31)间隙配合;
第一绕组(42),绕设在第一铁芯(41)上。
3. 根据权利要求1所述的电磁减速器,其特征在于,所述输入轴(3)的一端中心成型有圆形孔槽,所述输出轴(4)伸入到所述圆形孔槽中,所述输出轴(4)与所述圆形孔槽的径向内壁之间设置有第三轴承(93)。
4. 根据权利要求2所述的电磁减速器,其特征在于,所述输入轴(3)的一端成型有沿所述输入轴(3)径向延伸的圆形安装部,所述转子永磁体(31)设置在所述圆形安装部靠近输出轴(4)的一侧;
所述输出轴(4)上设置有沿输出轴(4)径向延伸的圆形安装件,所述第一铁芯(41)设置在圆形安装件靠近输入轴(3)的一侧。
5. 根据权利要求2所述的电磁减速器,其特征在于,所述输入轴(3)的一端成型有沿所述输入轴(3)轴向延伸的圆筒安装部,所述转子永磁体(31)设置在所述圆筒安装部的内壁上;
所述第一铁芯(41)沿着所述输出轴(4)的轴向固定设置在输出轴(4)上。
6. 根据权利要求1所述的电磁减速器,其特征在于,所述定子永磁体(11)设置在壳体(1)与输出轴(4)轴线平行的轴向内壁上;
所述第二铁芯(43)沿着所述输出轴(4)的轴向固定设置在输出轴(4)上。
7. 根据权利要求1所述的电磁减速器,其特征在于,所述定子永磁体(11)设置在壳体(1)与输出轴(4)轴线垂直的底面内壁上;
所述输出轴(4)上设置有沿输出轴(4)径向延伸的圆形安装环,所述第二铁芯(43)设置在圆形安装环靠近定子永磁体(11)的一侧。
8. 根据权利要求1-7任一项所述的电磁减速器,其特征在于,所述定子永磁体(11)和/或转子永磁体(31)均包括若干互相配合形成径向磁极的永磁体阵列,各个所述永磁体阵列之间交错布置,使所述定子永磁体(11)和/或转子永磁体(31)形成单边磁场。

9. 根据权利要求8所述的电磁减速器,其特征在于:所述永磁体阵列包括径向设置的第一永磁体阵列(51)和与所述第一永磁体阵列(51)周向正交设置的第二永磁体阵列(52);

所述第一永磁体阵列(51)包括成对且间隔设置的第一单元磁块(53)和第二单元磁块(54),所述第一单元磁块(53)和所述第二单元磁块(54)的南北极方向分别为沿所述定子永磁体(11)或转子永磁体(31)的径向;所述第二永磁体阵列(52)包括成对且间隔设置的第三单元磁块(55)和第四单元磁块(56),所述第三单元磁块(55)和第四单元磁块(56)的南北极方向分别为沿所述定子永磁体(11)或转子永磁体(31)圆周的切向;所述第一单元磁块(53)设置在相邻的所述第三单元磁块(55)和所述第四单元磁块(56)之间,所述第四单元磁块(56)设置在相邻的所述第一单元磁块(53)和所述第二单元磁块(54)之间。

10. 根据权利要求9所述的电磁减速器,其特征在于:所述定子永磁体(11)和/或转子永磁体(31)还包括嵌入在所述第一永磁体阵列(51)和所述第二永磁体阵列(52)之间的 $2n$ 个永磁体阵列, $n=1,2,3,\dots$,并且 $2n$ 个永磁体阵列与所述第一永磁体阵列和第二永磁体阵列共同作用形成单边磁场。

一种电磁减速器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电磁减速器,属于传动机械设备技术领域。

背景技术

[0002] 减速机常作为低转速大转矩的传动设备,把电动机、内燃机或其它高速运转的动力设备输出的转数减小到适合工作机或执行机构的转数。用于在动力设备和工作机或执行机构之间起匹配转速和传递转矩的作用,在现代机械中应用极为广泛。

[0003] 现有的减速机主要为机械传动结构的减速器,分为齿轮减速器、蜗杆减速器、行星齿轮减速器。机械传动结构,通过机械部件之间的直接接触来传递转矩,由于机械部件之间直接接触,必然会发生接触磨损,产生噪音,降低使用寿命。

发明内容

[0004] 因此,本发明所要解决的技术问题在于现有技术的减速器由于采用机械传动方式,通过直接接触方式传递转矩,会产生噪音污染并且使用寿命低的问题,从而提出一种无机械摩擦的、无需润滑、噪声低、使用寿命长、具有稳定减数比的电磁减速器。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明的一种电磁减速器,包括壳体,内部中空;

[0006] 输入轴,具有可转动地设置在壳体内的部分;

[0007] 输出轴,与输入轴同轴且可相对转动地设置,具有可转动地设置在壳体内的部分;

[0008] 发电结构,位于壳体内,并设置在所述输入轴与输出轴之间,用于在输入轴旋转时产生电力并向输出轴施加转矩带动输出轴一同转动;

[0009] 电动结构,位于壳体内,并设置在输出轴与壳体的内壁之间,用于驱动输出轴产生与转矩方向相同的附加转矩;

[0010] 所电动结构包括,

[0011] 定子永磁体,固定设置在壳体内壁上并环绕输出轴设置,具有一个以上磁极对数;

[0012] 第二铁芯,固定设置在输出轴上与定子永磁体间隙配合;

[0013] 第二绕组,绕设在第二铁芯上。

[0014] 本发明的电磁减速器,所述发电结构包括,

[0015] 转子永磁体,固定设置在输入轴上,具有一个以上磁极对数;

[0016] 第一铁芯,固定设置在输出轴上,与转子永磁体间隙配合;

[0017] 第一绕组,绕设在第一铁芯上。

[0018] 本发明的电磁减速器,所述定子永磁体和/或转子永磁体均包括若干互相配合形成径向磁极的永磁体阵列,各个所述永磁体阵列之间交错布置,使所述定子永磁体或转子永磁体形成单边磁场。

[0019] 本发明的电磁减速器,所述永磁体阵列包括径向设置的第一永磁体阵列和与所述第一永磁体阵列周向正交设置的第二永磁体阵列;所述第一永磁体阵列包括成对且间隔设置的第一单元磁块和第二单元磁块,所述第一单元磁块和所述第二单元磁块的南北极方向

分别为沿所述定子永磁体或转子永磁体的径向;所述第二永磁体阵列包括成对且间隔设置的第三单元磁块和第四单元磁块,所述第三单元磁块和第四单元磁块的南北极方向分别为沿所述定子永磁体或转子永磁体圆周的切向;所述第一单元磁块设置在相邻的所述第三单元磁块和所述第四单元磁块之间,所述第四单元磁块设置在相邻的所述第一单元磁块和所述第二单元磁块之间。

[0020] 本发明的电磁减速器,所述定子永磁体和/或转子永磁体还包括嵌入在所述第一永磁体阵列和所述第二永磁体阵列之间的 $2n$ 个永磁体阵列, $n=1,2,3,\dots$,并且 $2n$ 个永磁体阵列与所述第一永磁体阵列和第二永磁体阵列共同作用形成单边磁场。

[0021] 本发明的上述技术方案相比现有技术具有以下优点:

[0022] (1) 本发明的电磁减速器,转子永磁体、第一铁芯和第一绕组构成电磁减速器的发电结构,定子永磁体、第二铁芯、第二绕组,构成电磁减速器的电动结构定子永磁体起增大输出转矩的作用。由于发电结构的存在,输入轴旋转时,带动输出轴一同旋转,由于输出轴的旋转速度低于输入轴,因而第一绕组中会产生电流,电流经导线传递到电动结构处,在电动结构处,第二绕组与定子永磁体相互作用,增大了输出轴的转矩,因此,输出轴的转矩为发电结构处和电动结构处产生转矩的总和。假设输入轴的转速为 n_1 ,输出轴的转速为 n_2 ,转子永磁体与第一铁芯以 n_1-n_2 的相对速度运动,根据电磁感应原理,第一绕组产生频率为

$f = \frac{(n_1 - n_2)p_1}{60}$ 的电流供给第二绕组,第二绕组与定子永磁体相互作用, $n_2 = \frac{60f}{p_2}$, 可得减

速比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1 + p_2}{p_1}$, 其中 p_1 、 p_2 分别为转子永磁体和定子永磁体的磁极对数。通过设置定子

永磁体和转子永磁体的磁极对数,就可以得到减速比恒定的减速器。此外,本发明的电磁减速器还具有恒定减速比的功能,当减速器处于稳定工作状态后,如果输出轴承受的载荷增大,受大载荷的影响,输出轴的旋转速度降低,此时,转子永磁体与第一绕组和第一铁芯之间的转速差增大,因而在发电机部分的第一绕组中产生的电流增大,电流通入第二绕组后,在电动机部分产生的旋转力增大,使输出轴的旋转速度提高,直到输出轴恢复到原稳定工作状态时的转速。如果输出轴承受的载荷减小,受小载荷的影响,输出轴的旋转速度增大,此时,转子永磁体与第一绕组和第一铁芯之间的转速差减小,因而在发电机部分的第一绕组中产生的电流减小,电流通入第二绕组后,在电动机部分产生的旋转力减小,使输出轴的旋转速度减小,直到输出轴恢复到原稳定工作状态时的转速。因此,本发明的电磁减速器可将输入的高转速的动力转变为低转速、大转矩输出动力,能够将减速比稳定在所需要的值上。此外,本发明的电磁减速器完全采用电磁结构来完成转矩的传递,不产生机械摩擦,因而具有噪音低,高寿命的优点。

[0023] (2) 本发明的电磁减速器,定子永磁体和/或转子永磁体(以下统称永磁体)均包括若干互相配合形成径向磁极的永磁体阵列,各个所述永磁体阵列之间交错布置,使永磁体形成单边磁场。即在本实施例中,只需要输入轴转动时,就可以产生电磁转矩,带动输出轴转动,从而用非常简便、可靠、价格低廉的方法实现了有效的转矩传递;同时在本发明中,永磁体包括若干形成径向磁极的永磁体阵列;其中,各个所述永磁体阵列之间交错布置,使所述定子永磁体或转子永磁体形成单边磁场,且该单边磁场为接近正弦分布,从而避免了传统结构中斜槽或斜极,很大程度上减少了加工量,降低了生产成本;同时,提高了气隙磁场

密度,忽略制造引起的偏心影响,相对常规设计理论上可提高气隙磁通量41.4%(仿真计算),从而节约了永磁体的用量,气隙磁密基波幅值可以达到1.1~1.4T,甚至更高可到1.5~1.6T,整体的功率密度高,而且永磁体的轭部可以采用导磁材料或非导磁材料,即永磁体的轭部材料选择自由度提高,增加了设计的灵活性。

[0024] (3) 本发明的电磁减速器,每个永磁体阵列包括若干单元磁块,各个所述单元磁块的磁化强度呈规律变化,可获得接近正弦形的气隙磁场,而不需采用传统方式如斜槽(或斜极)、非均匀气隙极靴或分布式定子电枢绕组等对气隙波形进行修正,简化了结构,降低了制造费用。

附图说明

[0025] 为了使本发明的内容更容易被清楚的理解,下面根据本发明的具体实施例并结合附图,对本发明作进一步详细的说明,其中

[0026] 图1是本发明实施例1电磁减速器的结构示意图;

[0027] 图2是本发明实施例1电磁减速器的一种变形方式的结构示意图;

[0028] 图3是本发明实施例1电磁减速器的另一种变形方式的结构示意图;

[0029] 图4是本发明实施例1电磁减速器的另一种变形方式的结构示意图;

[0030] 图5是本发明实施例1中转子或定子永磁体示意图;

[0031] 图6是本发明实施例1中转子或定子永磁体的磁场示意图;

[0032] 图7是本发明实施例1中第一铁芯或第二铁芯的结构示意图;

[0033] 图8是本发明实施例2中转子永磁体或定子永磁体示意图;

[0034] 图9是本发明实施例2中转子永磁体或定子永磁体的磁场示意图;

[0035] 图10是本发明实施例1中径向式永磁体的结构示意图;

[0036] 图11是本发明实施例1中径向式铁芯的结构示意图。

[0037] 图中附图标记表示为:1-壳体;3-输入轴;4-输出轴;11-定子永磁体;41-第一铁芯;42-第一绕组;43-第二铁芯;44-第二绕组;411-线槽;51-第一永磁体阵列;52-第二永磁体阵列;53-第一单元磁块;54-第二单元磁块;55-第三单元磁块;56-第四单元磁块;57-控制结构;60-第三永磁体阵列;61-第五单元磁块;62-第六单元磁块;63-第七单元磁块;64-第八单元磁块;71-第一顺序序列;72-第二顺序序列;73-第三顺序序列;74-第四顺序序列;91-第一轴承;92-第二轴承;93-第三轴承。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本发明的技术方案进行详细说明。

[0039] 实施例1

[0040] 本实施例提供一种电磁减速器,用于将电机的高转速动力转变为高转矩的低转速的动力,结构如图1所示,一种电磁减速器,包括壳体1,内部中空;

[0041] 输入轴3,一部分可转动地设置在壳体1内,另一部分位于壳体1外,输入轴3与壳体1之间设置第一轴承91;

[0042] 输出轴4,与输入轴3同轴且可相对转动地设置,一部分可转动地设置在壳体1内,另一部分位于壳体1外,输出轴4与壳体1之间设置有第二轴承92,输出轴4的一端还伸入到

成型在输入轴3一端的圆形孔槽内,圆形孔槽与输出轴4之间设置第三轴承93;

[0043] 发电结构,位于壳体1内,并设置在所述输入轴3与输出轴4之间,用于在输入轴3旋转时驱动输出轴4转动并产生电力;

[0044] 所述发电结构包括,

[0045] 转子永磁体31,固定设置在输入轴3上,具有一个以上磁极对数;

[0046] 第一铁芯41,固定设置在输出轴4上与转子永磁体31间隙配合;

[0047] 第一绕组42,绕设在第一铁芯41上。

[0048] 电动结构,位于壳体1内,并设置在输出轴4与壳体1的内壁之间,用于接收发电结构产生的电力并驱动输出轴4转动;

[0049] 所电动结构包括,

[0050] 定子永磁体11,固定设置在壳体1内壁上并环绕输出轴4设置;

[0051] 第二铁芯43,固定设置在输出轴4上与定子永磁体间隙配合;

[0052] 第二绕组44,绕设在第二铁芯43上。

[0053] 第一绕组42与第二绕组44电连接。

[0054] 转子永磁体31、第一铁芯41和第一绕组42构成电磁减速器的发电结构,定子永磁体11、第二铁芯43、第二绕组44,构成电磁减速器的电动结构定子永磁体11起增大输出转矩的作用。由于发电结构的存在,输入轴3旋转时,带动输出轴4一同旋转,由于输出轴4的旋转速度低于输入轴3,因而第一绕组42中会产生电流,电流经导线传递到电动结构处,在电动结构处,第二绕组44与定子永磁体11相互作用,增大了输出轴4的转矩,因此,输出轴4的转矩为发电结构处和电动结构处产生转矩的总和。假设输入轴的转速为 n_1 ,输出轴的转速为 n_2 ,转子永磁体31与第一铁芯41以 n_1-n_2 的相对速度运动,根据电磁感应原理,第一绕组42产生频率为 $f = \frac{(n_1-n_2)p_1}{60}$ 的电流供给第二绕组44,第二绕组44与定子永磁体11相互作用,

$n_2 = \frac{60f}{p_2}$, 可得减速比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1+p_2}{p_1}$, 其中 p_1 、 p_2 分别为转子永磁体31和定子永磁体11的磁

极对数。通过设置定子永磁体11和转子永磁体31的磁极对数,就可以得到减速比恒定的减速器,比如要设置减速比为10:1的减速器,应将 $p_1:p_2$ 设置为1:9。此外,实施例的电磁减速器还具有稳定减速比的功能,当减速器处于稳定工作状态后,如果输出轴承受的载荷增大,受大载荷的影响,输出轴的旋转速度降低,此时,转子永磁体31与第一绕组42和第一铁芯41之间的转速差增大,因而在发电机部分的第一绕组42中产生的电流增大,电流通入第二绕组44后,在电动机部分产生的旋转力增大,使输出轴的旋转速度提高,直到输出轴恢复到原稳定工作状态时的转速。如果输出轴承受的载荷减小,受小载荷的影响,输出轴的旋转速度增大,此时,转子永磁体31与第一绕组42和第一铁芯41之间的转速差减小,因而在发电机部分的第一绕组42中产生的电流减小,电流通入第二绕组44后,在电动机部分产生的旋转力减小,使输出轴的旋转速度减小,直到输出轴恢复到原稳定工作状态时的转速。因此,本实施例的电磁减速器可将输入的高转速的动力转变为低转速、大转矩输出动力,能够将减速比稳定在所需要的值上。此外,本发明的电磁减速器完全采用电磁结构来完成转矩的传递,不产生机械摩擦,因而具有噪音低,高寿命的优点。

[0055] 本实施例的电磁减速器,所述输入轴3的一端中心成型有圆形孔槽,所述输出轴4

伸入到所述圆形孔槽中,所述输出轴4与所述圆形孔槽的径向内壁之间设置有第三轴承93。以使输入轴3与输出轴4保持同轴设置。

[0056] 本发明中,发电结构和电动结构均可做成轴向式(第一铁芯41、第二铁芯43以及定子永磁体11、转子永磁体31沿着输出轴4的轴向设置)或径向式(第一铁芯41、第二铁芯43以及定子永磁体11、转子永磁体31沿着输出轴4的径向设置),因此,本发明共有4种结构型式的变形,图1中所示的电磁减速器的发电结构为径向式,电动结构为轴向式图2中所示的电磁减速器的发电结构和电动结构均为轴向式;图3中所示的电磁减速器的发电结构为轴向式,电动结构为径向式;图4中所示的电磁减速器的发电结构和电动结构均为径向式。同时采用轴向式时(图3),会增大减速器整体的轴向尺寸,而降低径向尺寸,具体表现为减速器“短而大”;同时采用径向式时(图4),会增大减速器整体的径向尺寸,而减小轴向尺寸,具体表现为减速器“长而小”;而轴向式和径向式各采用一个时(图1和3),减速器整体的径向和轴向尺寸均比较适中。发电结构采用径向式时,在输入轴3的一端成型与输入轴3轴线垂直的圆形安装部,安装部靠近输出轴4的一侧设置转子永磁体,输出轴4上也设置与输出轴4轴线垂直的圆形安装部用于安装第一铁芯41。发电结构采用轴向式时,安装部为轴线与所述输入轴3轴线重合的圆筒,所述转子永磁体31固定设置在所述圆筒内壁上,第一铁芯41直接沿输出轴4设置。电动结构采用径向式时,定子永磁体固定设置在壳体1的圆形的底面内壁上,输出轴4上也设置与输出轴4轴线垂直的圆形安装环用于安装第二铁芯43。电动结构采用轴向式时,定子永磁体固定设置在壳体1的轴向内壁上,第二铁芯43沿着输出轴4轴向设置。铁芯与对应设置的永磁体之间的间隙为0.3-5mm。

[0057] 在本实施例中,发电结构的转子永磁体31、第一铁芯41和第一绕组42可设置成与普通的发电机相同的结构,只是将转子永磁体31、第一铁芯41和第一绕组42均设置在旋转部件上。电动结构的定子永磁体11、第二铁芯43、第二绕组44也可设置成与普通电动机相同的结构。下面,就提供一种优选的轴向式发电结构和电动结构的实施方式。

[0058] 本实施例中,所述定子永磁体11和/或转子永磁体31(以下统称永磁体)均包括若干互相配合形成径向磁极的永磁体阵列,各个所述永磁体阵列之间交错布置,使永磁体形成单边磁场。即在本实施例中,只需要输入轴3转动时,就可以产生电磁转矩,带动输出轴4转动,从而用非常简便、可靠、价格低廉的方法实现了有效的转矩传递;同时在本发明中,永磁体包括若干形成径向磁极的永磁体阵列;其中,各个所述永磁体阵列之间交错布置,使所述定子永磁体11或转子永磁体31形成单边磁场,且该单边磁场为接近正弦分布,从而避免了传统结构中斜槽或斜极,很大程度上减少了加工量,降低了生产成本;同时,提高了气隙磁场密度,忽略制造引起的偏心影响,相对常规设计理论上可提高气隙磁通量41.4%(仿真计算),从而节约了永磁体的用量,气隙磁密基波幅值可以达到1.1~1.4T,甚至更高可到1.5~1.6T,整体的功率密度高,而且永磁体的轭部可以采用导磁材料或非导磁材料,即永磁体的轭部材料选择自由度提高,增加了设计的灵活性。

[0059] 所述永磁体阵列包括径向设置的第一永磁体阵列51和与所述第一永磁体阵列51周向正交设置的第二永磁体阵列52。

[0060] 具体的,所述第一永磁体阵列51包括成对且间隔设置的第一单元磁块53和第二单元磁块54,所述第一单元磁块53和所述第二单元磁块54的南北极方向分别为沿相应永磁体的径向(又分为沿着径向指向圆心方向,和沿着径向远离圆心方向);所述第二永磁体阵列

52包括成对且间隔设置的第三单元磁块55和第四单元磁块56,所述第三单元磁块55和所述第四单元磁块56的南北极方向分别为沿相应永磁体圆周的切向(又分为沿着切向的顺时针方向和沿着切向的逆时针方向);其中,所述第一永磁体阵列51和所述第二永磁体阵列52之间的交错布置满足如下关系:所述第一单元磁块53设置在相邻的所述第三单元磁块55和所述第四单元磁块56之间,所述第四单元磁块56设置在相邻的所述第一单元磁块53和所述第二单元磁块54之间。

[0061] 在本实施例中,如图5所示,优选所述第一永磁体阵列51包括八个所述第一单元磁块53和八个所述第二单元磁块54,而所述第二永磁体阵列52包括八个所述第三单元磁块55和八个所述第四单元磁块56;而上述结构的而该所述永磁体5可以得到图6所示的磁感线,即该磁场为单线磁场,并获得接近正弦的气隙磁场。

[0062] 所述定子永磁体11和转子永磁体31还包括嵌入在所述第一永磁体阵列51和所述第二永磁体阵列52之间的 $2n$ 个永磁体阵列($n=1,2,3,\dots$),并且他们与所述第一和第二永磁体阵列共同作用形成单边磁场;其中,永磁体阵列的单元磁块的磁化强度矢量 M 有规律地逐渐变化,即, $\theta_m=(1+p)\theta$ 或 $\theta_m=(1-p)\theta$ ($p=1,2,3,\dots$),式中的 p 为永磁磁极对数, θ_m 为磁化强度矢量 M 与 X 轴的夹角, θ 为通过某一扇形单元磁块中心的半径与 X 轴的夹角。在本实施例中,每个所述永磁体阵列包括若干单元磁块,各个所述单元磁块的磁化强度呈规律变化,可获得正弦形的气隙磁场不需采用传统方式如斜槽(或斜极)、非均匀气隙极靴或分布式定子电枢绕组等对气隙波形进行修正,简化了结构,降低了制造费用。

[0063] 进一步,在上述实施例的基础上,所述第一绕组42和/或第二绕组44以分数槽集中绕组方式缠绕在第一铁芯41和/或第二铁芯43上,且所述绕组5的线圈节距设为1,所述第一绕组42和/或第二绕组44采用分数槽集中绕组后,一方面每相每级槽数相对于常规设计大大减小,而槽数的减少极大的缩小了该减速器的体积,从而提供了功率密度。

[0064] 在电机学理论中,绕组转子的极对数必须与定子的极对数相等,按常规分布绕组设计,例如三相16极电机的设计,绕组转子冲片最少得48个槽子,此时每极每相槽数 $q=1$,按交流电机理论,为改善电动势波形,一般规定 $2\leq q\leq 6$,因此三相16极电机的理想设计至少得96个槽($q=2$),为了保证放置足够的铜线,槽面积还需足够大,为了保证齿部磁密不过于饱和,还需保证齿部足够宽,这就必然要加大绕组转子的直径,导致整个装置的体积大,难以做到高功率密度。

[0065] 转子的线圈分布采用分数槽集中绕组后,每极每相槽数 q 可在 $1/4\sim 1/2$ 之间选取,与常规设计的 $2\leq q\leq 6$ 相比,绕组转子的冲片槽数只有它的 $1/8\sim 1/2$,例如上文所述的三相16极96槽的电机,就可以采用18槽16极的设计。而在本实施例中,设计的就是16极18槽。槽数的减少极大的缩小了装置的体积,提高了功率密度。

[0066] 分数槽集中绕组在电机设计中也有应用,但有局限性,这是因为定速电机在设计的时候会受到工况对转速要求的限制,转速决定极数,也就是说电机设计在选择极数时会受到限制,而本实施例的电磁减速器的工作方式与电机是不同的,它只是利用永磁转子与绕组转子间的转速差来传递转矩,因此,它本身对极数是没有限制的,可以任意选取,可以更方便地选择最合适的槽数和极数的组合。所以,分数槽集中绕组应用到减速器中,大幅度地缩小结构装置的体积。

[0067] 具体地,如图7所示,轴向式发电结构和电动结构中铁芯(第一铁芯41和/或第二铁

芯43)为叠片铁芯,所述叠片铁芯上成型有若干供所述绕组缠绕的槽。所述槽的个数设为 $3n$ ($n=1,2,3\cdots$)个。本实施例采用三相绕组Y形接法,优选将 n 设为6,即所述槽的个数设为十八个。同时,由图8所示,优选绕组设为双层绕组;即设为A、B、C三相,每相具有六组绕组;当然绕组也可以设为单层绕组。

[0068] 本实施例中,优选地,铁芯采用电工硅钢片制成;且任意两个所述电工硅钢片之间绝缘;采用分数槽集中绕组后,每个绕组的绕组只缠绕在所述铁芯的一个齿上,短了绕组周长和绕组端部伸出长度,绕组电阻减小,铜耗随之降低,提高了装置的效率,同时又能降低时间常数、提高响应速率;另外,各个绕组端部没有重叠,不必设相间绝缘,节省了绝缘材料,降低了成本;同时,每个绕组只绕在一个齿上,更容易实现专用绕线机的自动化生产,取代传统手工嵌线工艺,提高生产效率。

[0069] 在本实施例中,径向式发电结构和电动结构中永磁体的永磁体阵列之间的具体结构如图10所示,由多个重复的永磁体南北极排布序列构成,每个永磁体南北极排布序列中包括,沿着永磁体顺时针或逆时针依次设置的南北极方向沿切线顺时针方向的第一顺序序列71,南北极方向沿轴向向左的第二顺序序列72,南北极方向沿切线逆时针方向的第三顺序序列73,南北极方向沿轴向向右的第四顺序序列74;上述结构的永磁体可以得到单面磁场,并获得接近正弦的气隙磁场。

[0070] 径向式发电结构和电动结构中铁芯(第一铁芯41和第二铁芯43)设置为卷绕铁芯,所述卷绕铁芯上成型有若干供所述绕组缠绕的槽。所述槽的个数设为 $3n$ ($n=1,2,3\cdots$)个。本实施例中,优选将 n 设为8,即所述槽的个数设为24个,具体结构如图11所示。

[0071] 实施例2

[0072] 本实施例提高一种电磁减速器,是在实施例1基础上的变形,本实施例与实施例1的不同之处在于:

[0073] 在实施例1的基础上,本实施例中的轴向式永磁体的永磁体阵列还包括嵌入的所述第一永磁体阵列51和所述第二永磁体阵列52之间的第三永磁体阵列60;其中,所述第一永磁体阵列51、所述第二永磁体阵列52和所述第三永磁体阵列60各自的磁场方向分别与相应半径形成非钝角的第一夹角、第二夹角和第三夹角,所述第一夹角、第二夹角与所述第三夹角之间的角度差分别为45度。

[0074] 具体地,所述第三永磁体阵列60包括依次间隔设置的第五单元磁块61、第六单元磁块62、第七单元磁块63和第八单元磁块64;其中,所述第五单元磁块61嵌入在所述第三单元磁块55和所述第一单元磁块53之间,所述第六单元磁块62嵌入在所述第一单元磁块53和所述第四单元磁块56之间,所述第七单元磁块63嵌入在所述第四单元磁块56和所述第二单元磁块54之间,所述第八单元磁块64嵌入在所述第二单元磁块54和所述第三单元磁块55之间。

[0075] 在本实施例中,如图9所示,优选所述第一永磁体阵列51包括四个所述第一单元磁块53和四个所述第二单元磁块54,所述第二永磁体阵列52包括四个所述第三单元磁块55和四个所述第四单元磁块56,所述第三永磁体阵列60包括四个所述第五单元磁块61、四个所述第六单元磁块62、四个所述第七单元磁块63和四个所述第八单元磁块64;而上述结构的永磁体可以得到图10所示的磁感线,即该磁场为单线磁场,并获得正弦形的气隙磁场。

[0076] 当然,还可以在本实施例中设置更多个永磁体阵列,如第四永磁体阵列,此时所述

第一永磁体阵列51、所述第二永磁体阵列52、所述第三永磁体阵列60和所述第四永磁体阵列各自的磁场方向分别与相应半径形成非钝角的第一夹角、第二夹角、第三夹角和第四夹角,所述第一夹角、第二夹角、所述第三夹角和第四夹角之间的角度差分别为30度;当然,还可以同时设置第四永磁体阵列和第五永磁体阵列,而且各夹角之间的角度差也可设为30度。

[0077] 作为可变换的实施例形式,可以在所述第一永磁体阵列51和第二永磁体阵列52之间插入更多的永磁铁阵列,并且插入永磁铁阵列之间有更小的角度变化值,以最终获得正弦形的单边磁场。

[0078] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

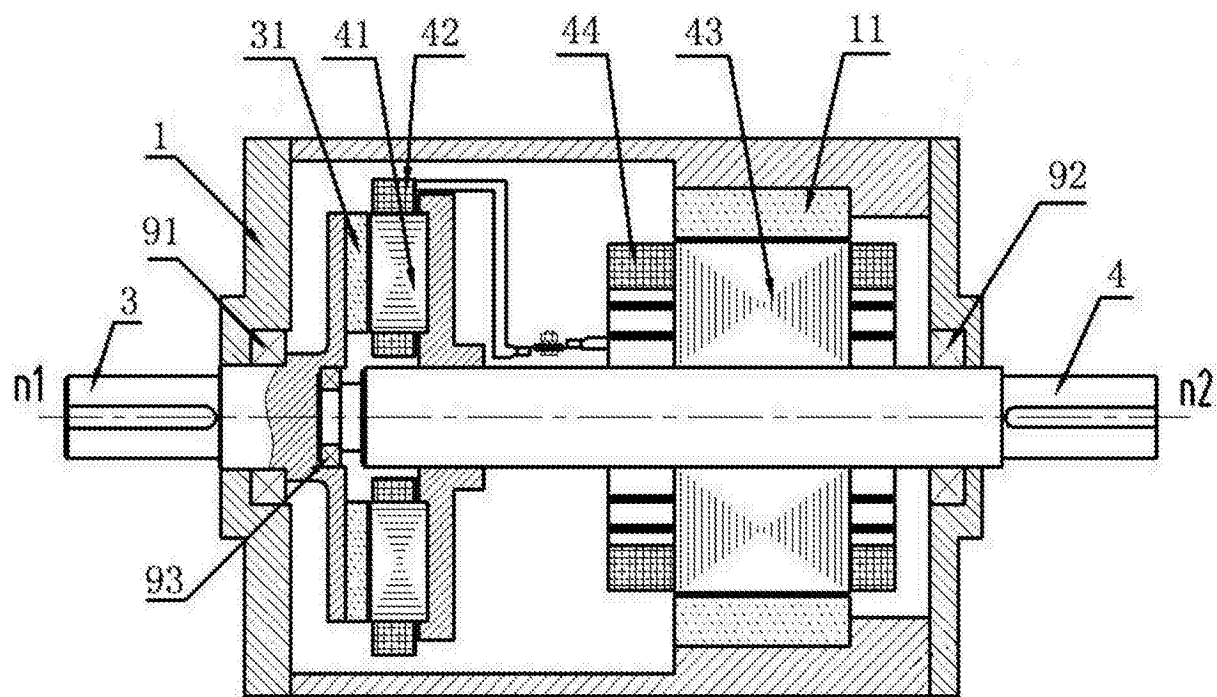


图1

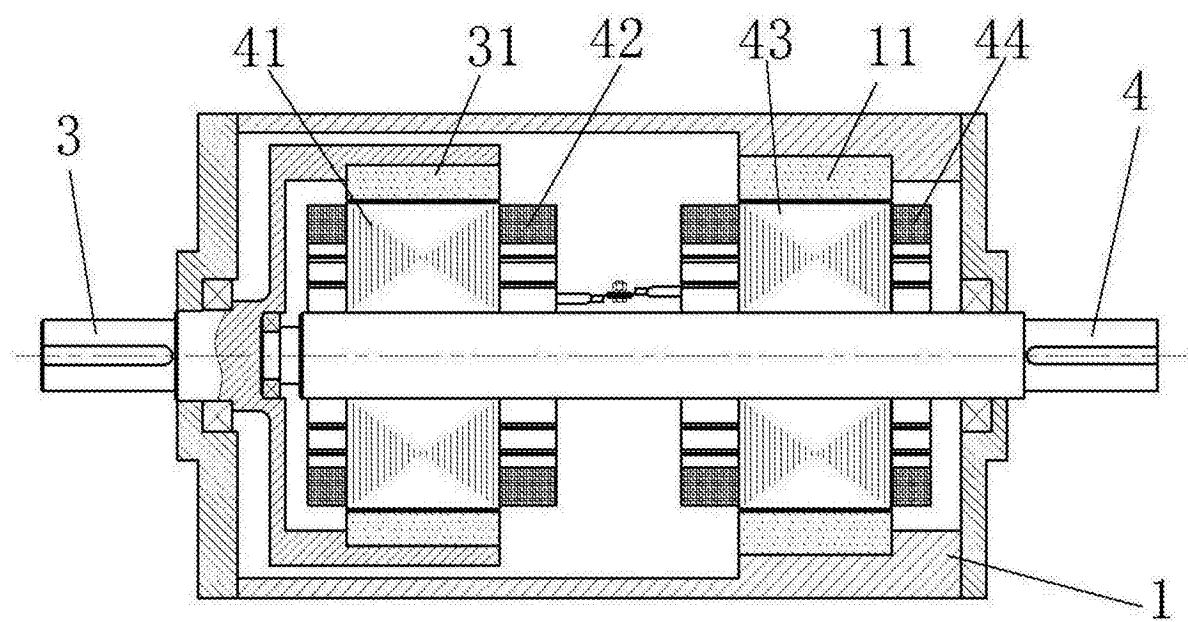


图2

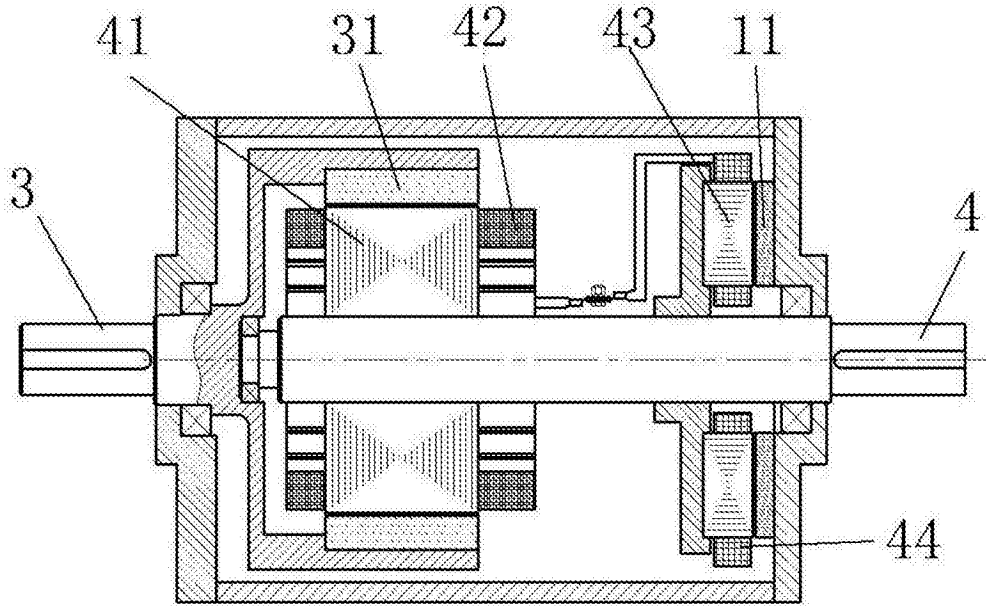


图3

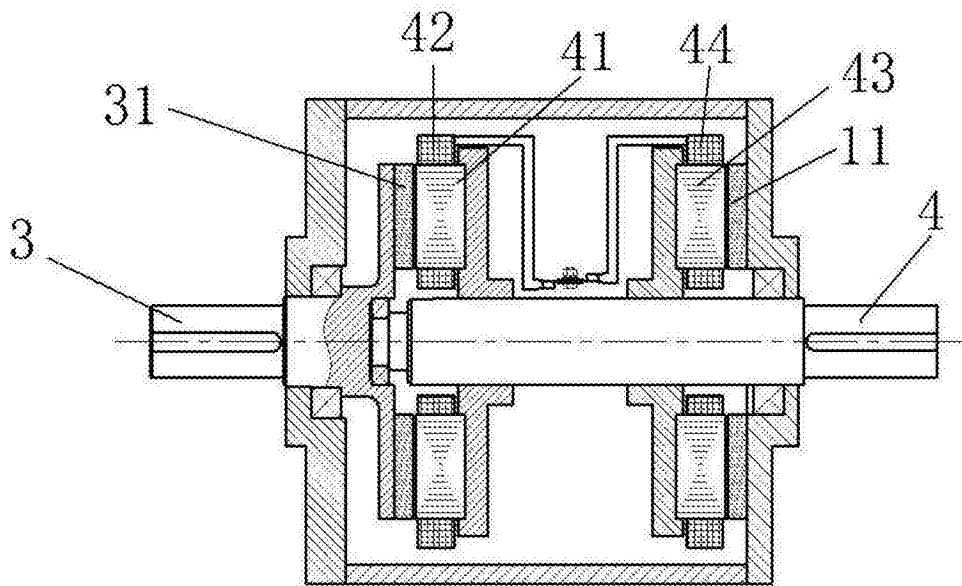


图4

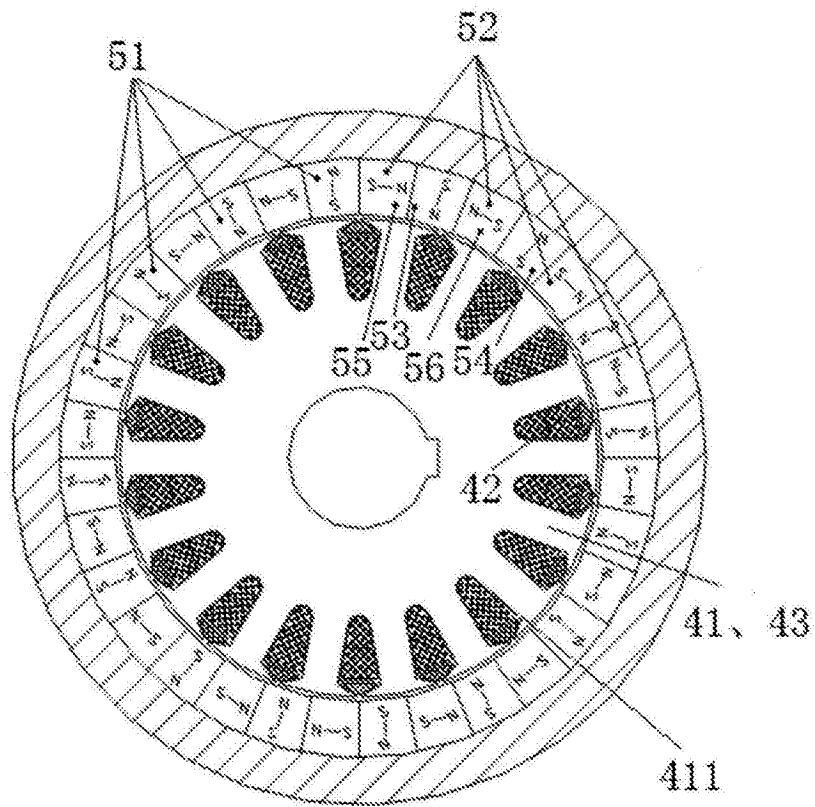


图5

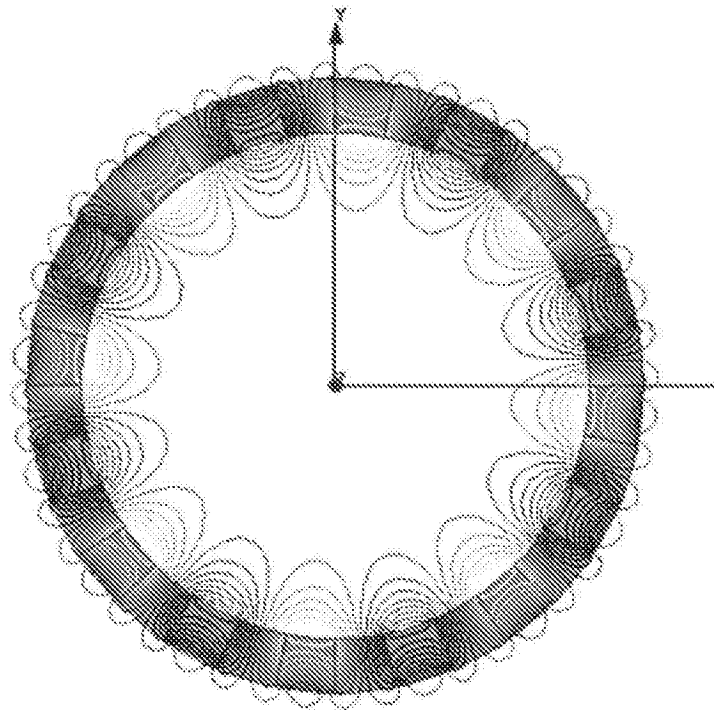


图6

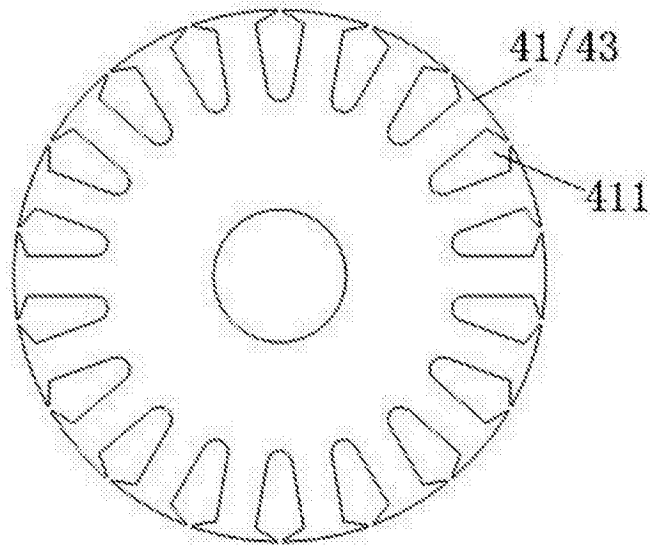


图7

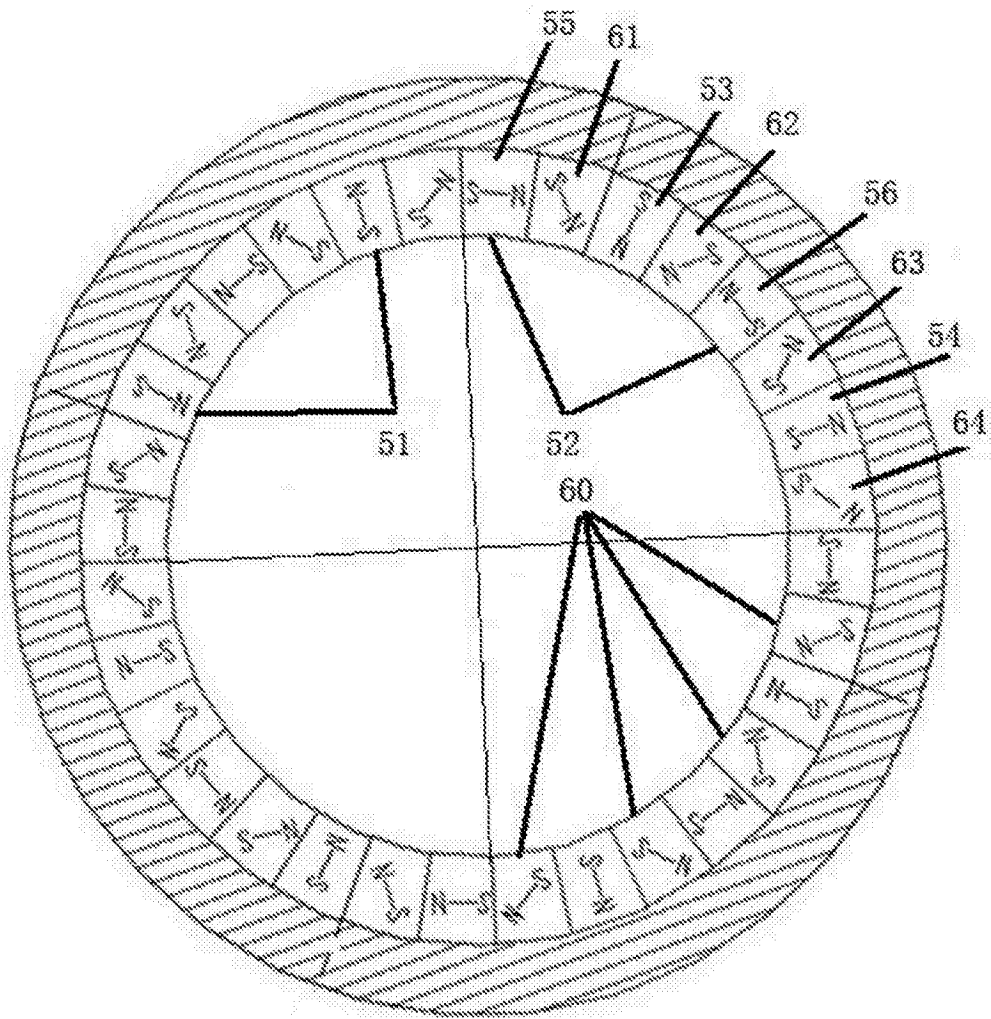


图8

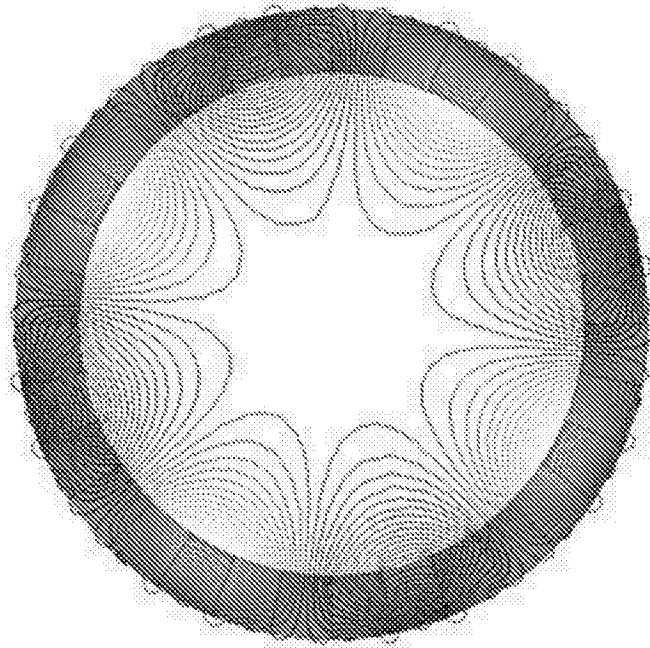


图9

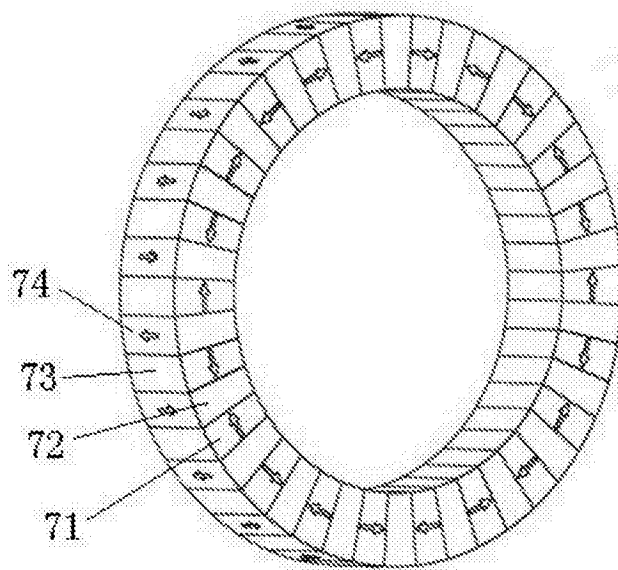


图10

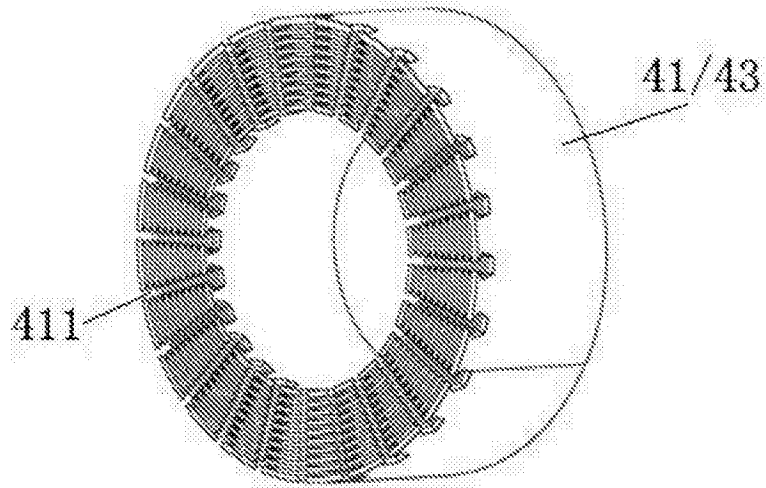


图11