(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101807840 A
(43)申请公布日 2010.08.18

(21)申请号 200910105431.3

(22)申请日 2009.02.13

(71)申请人 德昌电机(深圳)有限公司
地址 518125 广东省深圳市宝安区沙井镇新二工业村

(72)发明人 秦锐锋 杜成顺 梁吉玉 刘飞

(74)专利代理机构 深圳市德力知识产权代理事务所 44265
代理人 林才桂

(51)Int.Cl.
H02K 23/04(2006.01)
H02K 23/26(2006.01)
H02K 1/17(2006.01)

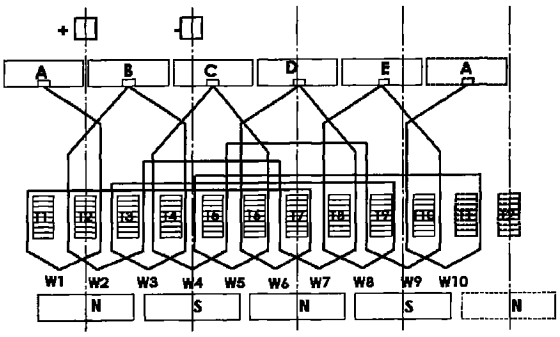
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54)发明名称

一种永磁直流有刷电机

(57)摘要

本发明提供一种永磁直流有刷电机，包括定子和转子，所述转子包括转轴(31)、固定到转轴的转子铁芯(32)和换向器(33)、缠绕在转子铁芯(32)的齿上的绕组，其中：换向器(33)的换向片数量小于转子铁芯(32)的齿数量；所述绕组包括若干元件组，每个元件组包括至少两个直接串接的元件，位于每个元件组首尾的两个元件直接连接到换向片，每个元件组仅直接连接两个换向片。本发明具有以下有益效果：因为每个元件组包括直接串接的至少两个元件，且每个元件组仅直接连接两个换向片，减少了换向片数，从而使换向器加工变得更简单，这对换向器直径较小的情况尤其有利。此外，实施本发明不需要在换向器上设置均压线。



CN 101807840 A

1. 一种永磁直流有刷电机，包括定子和转子，所述转子包括转轴 (31)、固定到转轴的转子铁芯 (32) 和换向器 (33)、缠绕在转子铁芯 (32) 的齿上的绕组，其特征在于：

换向器 (33) 的换向片数量小于所述转子铁芯 (32) 的齿数量；

所述绕组包括若干元件组，每个元件组包括至少两个直接串接的元件，位于每个元件组首尾的两个元件直接连接到换向片，每个元件组仅直接连接两个换向片。

2. 根据权利要求 1 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于：所述换向器 (33) 的换向片数量等于所述转子铁芯 (32) 的齿数量的一半；每个元件组包括直接串接的两个元件。

3. 根据权利要求 2 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，每个元件组所包括的两个元件之间相距的电角度是 360° 的整数倍。

4. 根据权利要求 1 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，所述定子包括 4P 个磁极，其中，P 为大于或等于 1 的整数。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任意一项所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，所述换向器包括 n 个换向片，其中，n 为大于或等于 5 的整数。

6. 根据权利要求 5 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，所述定子包括 4 个磁极，所述换向器包括 5 个换向片，所述转子铁芯包括 10 个齿；所述定子包括两个碳刷与换向器摩擦接触，所述两个碳刷在换向器的外圆周方向大约相距 90° 的机械角度。

7. 根据权利要求 5 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，所述定子包括 4 个磁极，所述换向器包括 7 个换向片，所述转子铁芯包括 14 个齿；所述定子包括两个碳刷与换向器摩擦接触，所述两个碳刷在换向器的外圆周方向大约相距 90° 的机械角度。

8. 根据权利要求 5 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，所述定子包括 8 个磁极，所述换向器包括 9 个换向片，所述转子铁芯包括 18 个齿；所述定子包括两个碳刷与换向器摩擦接触，所述两个碳刷在换向器的外圆周方向大约相距 135° 的机械角度。

9. 根据权利要求 6 至 8 中任意一项所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，每个换向片都直接连接两个元件。

10. 根据权利要求 9 所述的永磁直流有刷电机，其特征在于，所述换向器不包含均压线。

一种永磁直流有刷电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种永磁直流有刷(PMDC)电机，尤其涉及一种多极PMDC电机，这里采用的术语“多极”意指具有四个或者更多定子极的电机。本发明尤其适用于具有四个或者八个定子极的PMDC电机。

背景技术

[0002] 图10所示为广泛使用的一种PMDC电机。该电机包括定子和转子，定子包括外壳21、安装在外壳内侧的永磁磁极22、安装到外壳两端的端盖23和24。转子安装到定子内可相对于定子转动，转子包括转轴31、转子铁芯32、换向器33和绕组(图中未标出)，其中，转子铁芯32和换向器33固定到转轴31上，转子铁芯32具有若干齿34形成凸极，绕组缠绕在齿上并与换向器33的换向片电连接。定子的端盖安装有轴承26用来支承转子的转轴31，其中一个端盖23上还安装有碳刷25用于与换向器33的换向片摩擦接触。

[0003] 图11是现有的一种4极(4个定子极)10槽(10个电枢槽)PMDC电机的碳刷和换向器的位置关系示意图。如图11所示，该电机使用4个碳刷，这4个碳刷排列在换向器的周围，相邻的两个碳刷在换向器的外圆周方向相距180°的电角度，对应的机械角度是90°。换向器包括10个换向片，即，换向片数量等于槽数，为了便于说明，沿换向器的圆周方向将这10个换向片顺次标记为换向片A～J，相邻的两个换向片在换向器的圆周方向相距72°的电角度，对应的机械角度为36°。

[0004] 图12是图11所示的4极10槽电机的绕组连接示意图，它是假想把绕组从某个槽的中心线剖开，然后沿着圆周方向展开绕组元件、齿和碳刷。图12中，第一行是四个碳刷，为了便于描述，在行末重复绘制了位于行首的碳刷。第二行是换向器的10个换向片A～J，类似地，在行末重复绘制了位于行首的2个换向片A和B。第三行是转子的10个齿以及缠绕其上的10个元件，类似地，沿转子铁芯的圆周方向将这10个齿顺次标记为齿T1～T10，将这10个元件顺次标记为元件W1～W10，并在行末重复绘制了齿T1、T2和元件W1以便于描述。第四行是4个磁极(定子极)，同样，为了便于描述，在行末重复绘制了行首的1个定子极，相邻的两个定子极在圆周方向相距180°电角度(对应于90°机械角度)。

[0005] 再次参考图12，元件W1从换向片A出发，上元件边绕在1号槽(齿T1左边的槽)，下元件边绕在3号槽(齿T3左边的槽)，然后挂在换向片B上；接着，元件W2从换向片B出发，上元件边绕在2号槽(齿T2左边的槽)，下元件边绕在4号槽(齿T4左边的槽)，然后挂在换向片C上。其他元件以此类推，最后的元件W10从换向片J出发，上元件边绕在10号槽，下元件边绕在2号槽并回到换向片A，整个绕组形成一个闭合回路。

[0006] 上述现有的PMDC电机的缺陷在于，在某些应用领域特别是汽车用微电机领域，由于空间限制，电机换向器的直径通常比较小。在换向器直径不变的情况下，如果采用槽数较多的极槽配合，这会增加换向器的制造难度；另一方面，换向片数越多，必然要求相应地减小碳刷宽度，这也会导致很多不利影响。

[0007] 因此，有必要设计一种能充分利用换向器空间的电机。

发明内容

[0008] 本发明提供一种永磁直流有刷电机，包括定子和转子，所述转子包括转轴、固定到转轴的转子铁芯和换向器、缠绕在转子铁芯的齿上的绕组，其中：换向器的换向片数量小于所述转子铁芯的齿数量；所述绕组包括若干元件组，每个元件组包括至少两个直接串接的元件，位于每个元件组首尾的两个元件直接连接到换向片，每个元件组仅直接连接两个换向片。

[0009] 在一个优选实施例中，换向器的换向片数量等于所述转子铁芯的齿数量的一半；每个元件组包括直接串接的两个元件，这两个元件相距 360° 电角度。

[0010] 本发明具有以下有益效果：因为每个元件组包括直接串接的至少两个元件，且每个元件组仅直接连接两个换向片，使绕线工艺变得更简单，减少了换向片数，从而使换向器加工变得更简单，充分利用了换向器的空间。

[0011] 为了能更进一步了解本发明的特征以及技术内容，请参阅以下有关本发明的详细说明与附图，然而所附图仅提供参考与说明用，并非用来对本发明加以限制。

附图说明

[0012] 附图中：

[0013] 图 1 是本发明第一实施例 4 极 10 槽 5 换向片的 PMDC 电机的碳刷和换向器的位置关系示意图；

[0014] 图 2 是本发明第一实施例的 PMDC 电机的绕组连接关系示意图；

[0015] 图 3 是图 2 所示的绕组的某个元件组的两个元件的示意图；

[0016] 图 4 是图 3 所示的两个元件在转子铁芯中的相对位置示意图；

[0017] 图 5 是本发明第一实施例的 PMDC 电机的槽电势相量图；

[0018] 图 6 是本发明第二实施例 4 极 14 槽 7 换向片的 PMDC 电机的碳刷与换向器的位置关系示意图；

[0019] 图 7 是本发明第二实施例的 PMDC 电机的绕组连接关系示意图；

[0020] 图 8 是本发明第三实施例 8 极 18 槽 9 换向片的 PMDC 电机的碳刷与换向器的位置关系示意图；

[0021] 图 9 是本发明第三实施例的 PMDC 电机的绕组连接关系示意图；

[0022] 图 10 是现有的一种 PMDC 电机的分解示意图；

[0023] 图 11 是现有的 4 极 10 槽 10 换向片的 PMDC 电机的碳刷与换向器的位置关系示意图；

[0024] 图 12 是现有的 4 极 10 槽 10 换向片的 PMDC 电机的绕组连接关系示意图。

具体实施方式

[0025] 本发明的 PMDC 电机可参考图 10，包括定子和转子，定子包括外壳 21、安装在外壳内壁的永磁磁极 22 及安装在外壳端部的端盖 23 和 24，转子安装到定子内可相对于定子转动。转子包括转轴 31、转子铁芯 32、换向器 33 和绕组（图中未标出），其中，转子铁芯 32 和换向器 33 固定到转轴 31 上，转子铁芯 32 具有若干齿 34 形成凸极，绕组缠绕在齿 34 上

并与换向器 33 的换向片电连接。定子的端盖 23 和 24 上安装有轴承 26 用来支承转子的转轴 31，其中一个端盖 23 上还安装有碳刷 25 用于与换向器 33 的换向片摩擦接触。本发明的 PMDC 电机的特点在于，换向片数量小于转子铁芯的齿数量，并配合有新型的绕组结构。下面将结合附图对本发明的具体实施方式详细描述，以阐明本发明的技术方案及其他有益效果。

[0026] 第一实施例

[0027] 图 1 是本发明第一实施例的 4 极 10 槽 5 换向片的 PMDC 电机的碳刷和换向器的位置关系示意图。如图 1 所示，该电机使用 2 个碳刷和换向器摩擦接触，这两个碳刷在换向器的外圆周方向相距 180° 的电角度，对应的机械角度大约是 90° 。换向器包括 5 个换向片，即，换向片数量等于槽数的一半，为了便于说明，沿换向器的圆周方向将这 5 个换向片顺次标记为换向片 A ～ E，相邻的两个换向片沿换向器的外圆周方向相距 144° 的电角度，对应的机械角度为 72° 。

[0028] 图 2 为图 1 所示的 PMDC 电机的绕组连接示意图，它是假想把绕组从某个槽的中心线剖开，然后沿着圆周方向展开绕组元件、齿和碳刷。在图 2 中，第一行是两个碳刷。第二行是换向器的 5 个换向片 A ～ E，为了便于说明，在行末重复绘制了位于行首的换向片 A。第三行是转子的 10 个齿以及缠绕其上的 10 个元件，每个元件缠绕相邻的两个齿，沿转子铁芯的圆周方向将这 10 个齿顺次标记为齿 T1 ～ T10，将这 10 个元件顺次标记为元件 W1 ～ W10，类似地，在行末重复绘制了位于行首的两个齿 T1 和 T2 以便于描述。第四行是 4 个磁极（定子极），相邻的磁极在转子的圆周方向大约相距 180° 电角度，对应的机械角度大约是 90° ，类似地，在行末重复绘制了位于行首的 1 个磁极。

[0029] 如图 2 所示，元件 W1 直接串接元件 W6 形成一个元件组，这个元件组首尾分别直接连接换向片 A 和 D，并且不与其他换向片（例如换向片 B、C 或者 E）直接连接。类似地，元件 W2 直接串接元件 W7 形成一个元件组，该元件组首尾分别直接连接换向片 B 和 E，并且不与其他换向片直接连接；其他依此类推。也就是说，这 10 个元件 W1 ～ W10 共组成 5 个元件组，每个元件组包括直接串接的两个元件，每个元件组的首尾直接连接到换向片，每个元件组仅直接连接两个换向片，使得换向片的数量是齿数量（或者槽数）的一半，绕组包含的元件总数等于齿数。

[0030] 图 3 是图 2 所示的绕组的其中一个元件组的示意图。如图 3 所示，该元件组包括直接串接的元件 W1 和 W6。元件 W1 从换向片 A 出发，接着跨绕齿 T2 和齿 T1，上元件边位于 1 号槽（位于齿 T1 左边的槽），下元件边位于 3 号槽（位于齿 T3 左边的槽）；元件 W6 和元件 W1 直接连接并跨绕齿 T7 和齿 T6，上元件边位于 6 号槽（位于齿 T6 左边的槽），下元件边位于 7 号槽（位于齿 T7 左边的槽），元件 W6 连接到换向片 D。在绕线时，导线在换向片 A 挂钩之后，跨绕齿 T2 和齿 T1 形成元件 W1，然后直接跨绕齿 T7 和齿 T6 形成元件 W6，之后才挂钩到换向片 D。接下来从换向片 D 出发，跨齿 T8 和齿 T7 绕线形成元件 W7；然后再跨齿 T3 和齿 T2 绕线形成元件 W2，之后才挂钩到换向片 B。其它元件组的绕线与此类似。本实施例中，每个元件组所包含的两个元件具有相同的绕线方向。

[0031] 作为一种替换的绕线方式，上述各个元件可以分两次绕成。例如，第一层绕制各个元件的一半匝数，第二层绕制各个元件的另外一半匝数。这种替换的绕线方式下，每个元件都包括并联的两部分（在本说明书中成为“前半部”和“后半部”），例如，元件 W1 由元件 W1

的前半部和后半部并联而成，元件 W2 由元件 W2 的前半部和后半部并联而成。在这种替换的绕线方式下，元件 W1 的前半部、元件 W2 的前半部、元件 W1 的后半部和元件 W2 的后半部顺次缠绕齿 T2。

[0032] 图 4 是图 3 所示的元件组的元件 W1 和 W6 在转子铁芯上的相对位置示意图。如图 4 所示，元件 W1 和元件 W6 在圆周方向相距 360° 电角度，对应的机械角度是 180°，这样在槽电势相量图上元件 W1 和元件 W6 将处于同一位置。与此类似，在槽电势相量图上元件 W2 和 W7、W3 和 W8、W4 和 W9、W5 和 W10 将分别处于同一位置，并且相邻两个槽的槽电势相量在圆周方向相距 72° 的电角度。

[0033] 图 5 是图 2 所示的电机绕组的槽电势相量图，沿转子的外圆周方向，10 个元件 W1 ～ W10 与 5 个换向片 A ～ E 的相位关系如图 5 所示，即元件 W1 和 W6 作为一个串联关系的元件组，W2 和 W7 作为一个串联关系的元件组，W3 和 W8 作为一个串联关系的元件组，W4 和 W9 作为一个串联关系的元件组，W5 和 W10 作为一个串联关系的元件组。

[0034] 实施图 2 和图 3 所示的绕线方法，绕组的元件数量将等于槽数或者齿数量（都是 10），且所需要的换向片数量等于槽数的一半，也就是说，减少了换向片的数量，使得换向器的加工工艺变得简单，这在换向器直径较小的情况下无疑是有利的，避免换向片宽度太窄。在不采用均压线的情况下，本实施例的 PMDC 可以采用两个碳刷，与图 10 所示的现有方案相比节省了两个碳刷。

[0035] 第二实施例

[0036] 图 6 是本发明第二实施例的 4 极 14 槽 7 换向片的 PMDC 电机的碳刷和换向器的位置关系示意图。如图 6 所示，该电机使用 2 个碳刷与换向器摩擦接触，这 2 个碳刷在换向器的外圆周方向大约相距 180° 的电角度，对应的机械角度大约是 90°。换向器包括 7 个换向片，即换向片数量等于槽数的一半，为了便于说明，沿换向器的圆周方向将这 7 个换向片顺次标记为换向片 A ～ G。

[0037] 图 7 为图 6 所示的 PMDC 电机的绕组连接示意图，它是假想把绕组从某个槽的中心线剖开，然后沿着圆周方向展开绕组元件、齿和碳刷。在图 7 中，第一行是两个碳刷。第二行是换向器的 7 个换向片 A ～ G，为了便于说明，在行末重复绘制了位于行首的换向片 A。第三行是转子的 14 个齿以及缠绕其上的 14 个元件，每个元件缠绕相邻的三个齿，沿转子铁芯的圆周方向将这 14 个齿顺次标记为齿 T1 ～ T14，将这 14 个元件顺次标记为元件 W1 ～ W14，类似地，在行末重复绘制了位于行首的两个齿 T1 和 T2 以便于描述。第四行是 4 个磁极（定子极），相邻的磁极在圆周方向大约相距 180° 电角度，对应的机械角度大约是 90°，类似地，在行末重复绘制了位于行首的 1 个磁极。

[0038] 在图 7 所示的绕组中，元件 W1 直接串接元件 W8 形成一个元件组，这个元件组首尾分别直接连接换向片 A 和 E，并且不与其他换向片直接连接。类似地，元件 W2 直接串接元件 W9 形成一个元件组，该元件组首尾分别直接连接换向片 B 和 F，并且不与其他换向片直接连接；其他依此类推。也就是说，这 14 个元件 W1 ～ W14 共组成 7 个元件组，每个元件组包括直接串接的两个元件，每个元件组的首尾直接连接到换向片，每个元件组仅直接连接两个换向片，使得换向片的数量是齿数量（或者槽数）的一半，绕组包含的总元件数等于齿数。在本实施例中，每个元件组所包含的两个元件具有相同的绕线方向。

[0039] 第三实施例

[0040] 图 8 是本发明第三实施例的 8 极 18 槽 9 换向片的 PMDC 电机的碳刷和换向器的位置关系示意图。如图 8 所示，该电机使用 2 个碳刷与换向器摩擦接触，这两个碳刷在换向器的圆周方向相距 540° 的电角度，对应的机械角度为 135° 。换向器包括 9 个换向片，即，换向片数量等于槽数的一半，为了便于说明，沿换向器的圆周方向将这 9 个换向片顺次标记为换向片 A ～ I。

[0041] 图 9 为图 8 所示的 PMDC 电机的绕组连接示意图，它是假想把绕组从某个槽的中心线剖开，然后沿着圆周方向展开绕组元件、齿和碳刷。在图 9 中，第一行是两个碳刷。第二行是换向器的 9 个换向片 A ～ I，为了便于说明，在行末重复绘制了位于行首的换向片 A。第三行是转子的 18 个齿以及缠绕其上的 18 个元件，每个元件缠绕相邻的两个齿，沿转子铁芯的圆周方向将这 18 个齿顺次标记为齿 T1 ～ T18，将这 18 个元件顺次标记为元件 W1 ～ W18，类似地，在行末重复绘制了位于行首的齿 T16 以便于描述。第四行是 8 个磁极（定子极），相邻的磁极在圆周方向大约相距 180° 电角度，对应的机械角度大约是 45° ，类似地，在行末重复绘制了位于行首的 1 个磁极。

[0042] 在图 9 所示的绕组中，元件 W1 直接串接元件 W10 形成一个元件组，这个元件组首尾分别直接连接换向片 A 和 H，并且不与其他换向片直接连接。类似地，元件 W2 直接串接元件 W11 形成一个元件组，该元件组首尾分别直接连接换向片 D 和 F，并且不与其他换向片直接连接；其他依此类推。也就是说，这 18 个元件 W1 ～ W18 共组成 9 个元件组，每个元件组包括直接串接的两个元件，每个元件组的首尾直接连接到换向片，每个元件组仅直接连接两个换向片，使得换向片的数量是齿数量（或者槽数）的一半，绕组包含的总元件数等于齿数。在本实施例中，每个元件组所包含的两个元件具有相同的绕线方向。

[0043] 以上通过 4 极 10 槽 5 换向片、4 极 14 槽 7 换向片、8 极 18 槽 9 换向片的 PMDC 电机对本发明进行了阐述。但是，本发明还可以应用到其他极槽数的 PDMC 电机。本发明优选极数为 4P(P 为≥ 1 的整数)、齿数为 2n(n 为≥ 5 的整数)、换向片数量等于或小于 n 的 PMDC 电机。

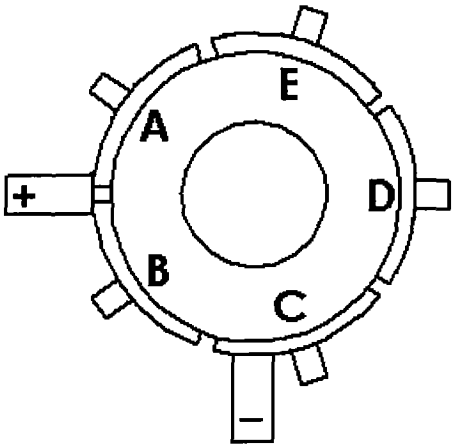

E
A
D
+
B
C
−

图 1

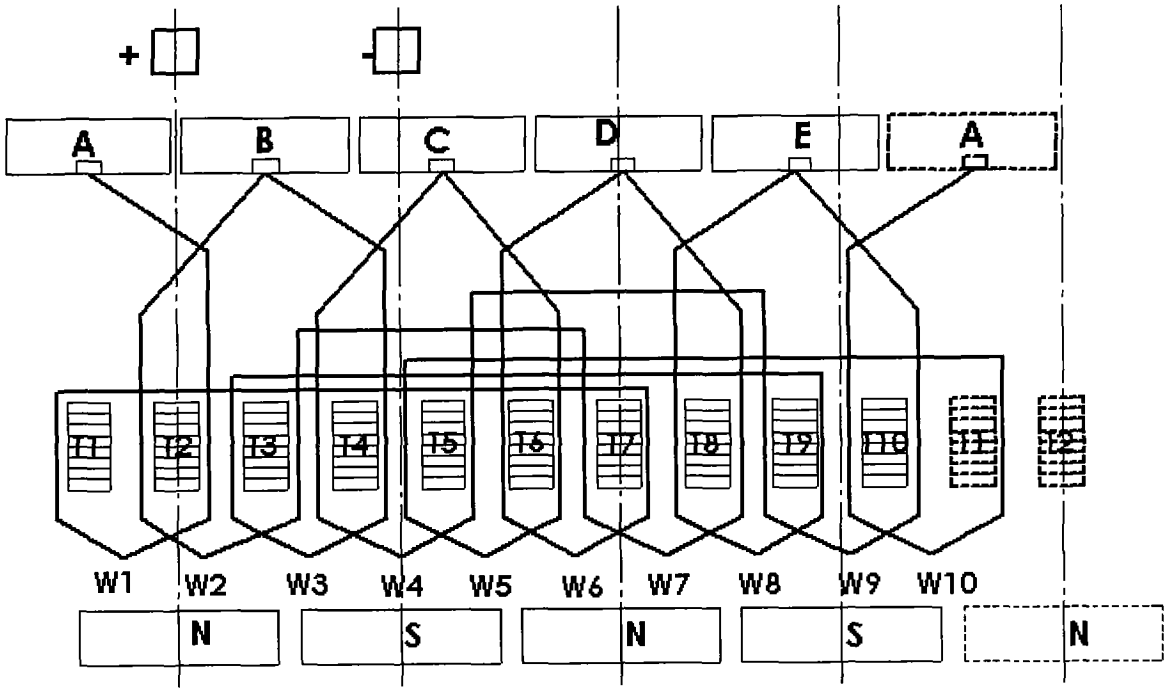

+
−
A
B
C
D
E
A
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
W1
W2
W3
W4
W5
W6
W7
W8
W9
W10
N
S
N
S
N

图 2

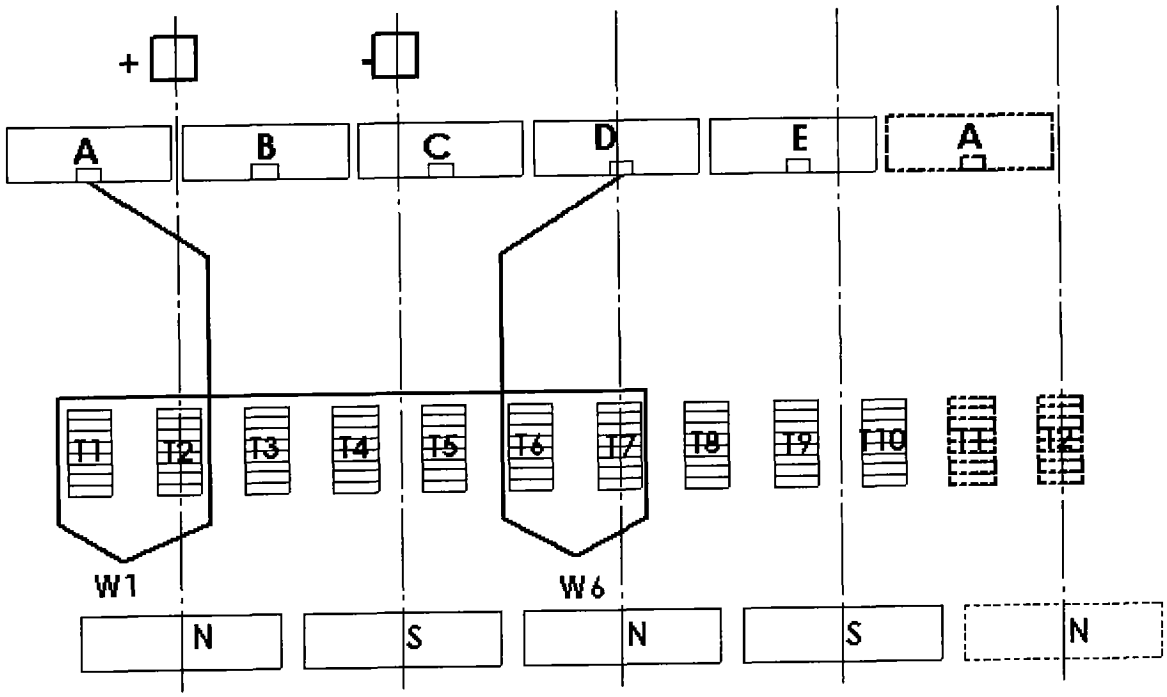

+
-
A
B
C
D
E
A
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
W1
W6
N
S
N
S
N

图 3

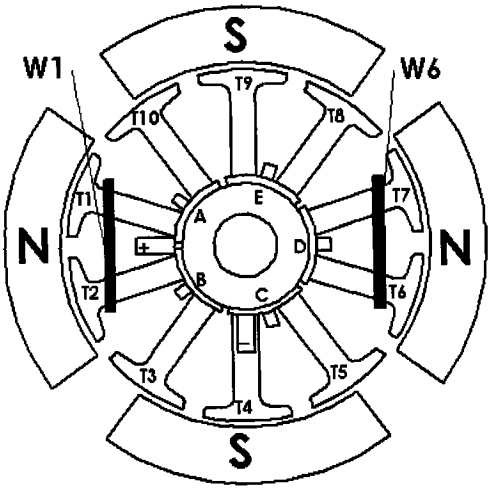

S
W1
W6
T9
T10
T8
T1
T7
N
N
A
E
D
B
C
T2
T6
T3
T5
T4
S

图 4

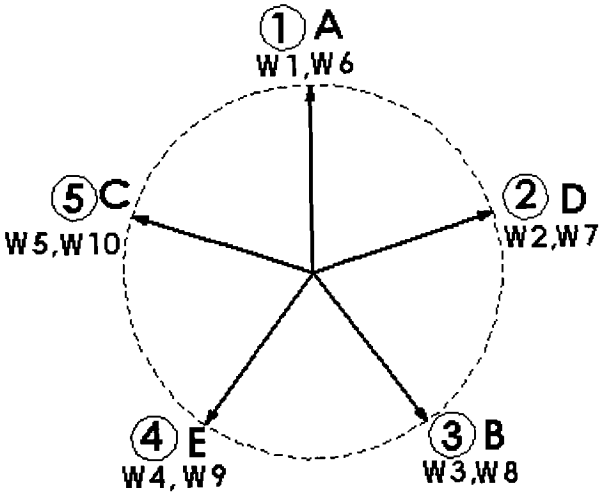

① A
W1,W6
⑤ C
W5,W10
② D
W2,W7
④ E
W4,W9
③ B
W3,W8

图 5

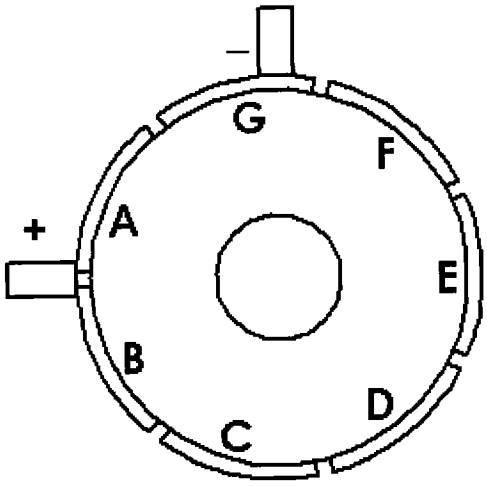

−
G
F
+
A
E
B
D
C

图 6

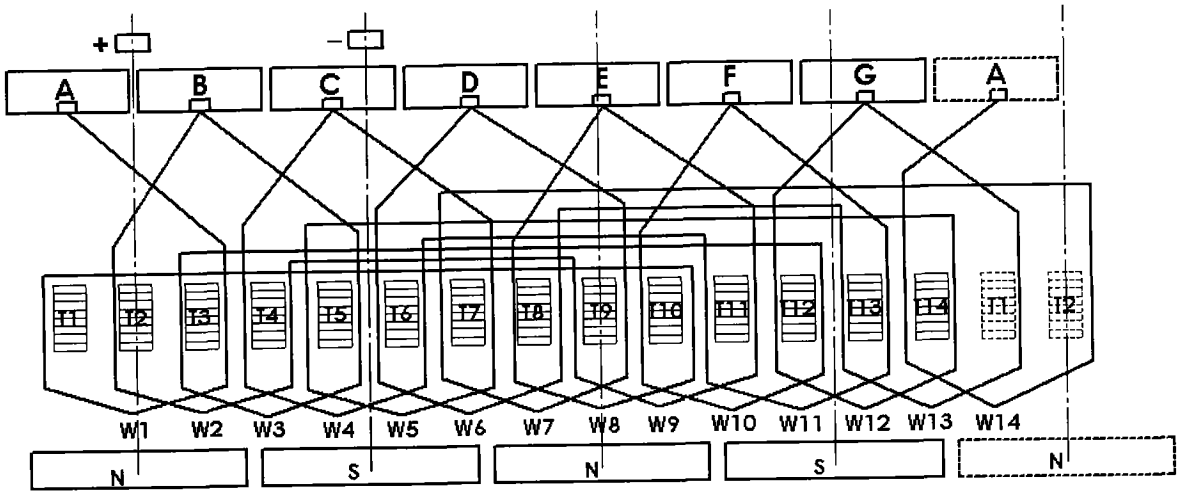

+
−
A
B
C
D
E
F
G
A
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
T13
T14
T1
T2
W1
W2
W3
W4
W5
W6
W7
W8
W9
W10
W11
W12
W13
W14
N
S
N
S
N

图 7

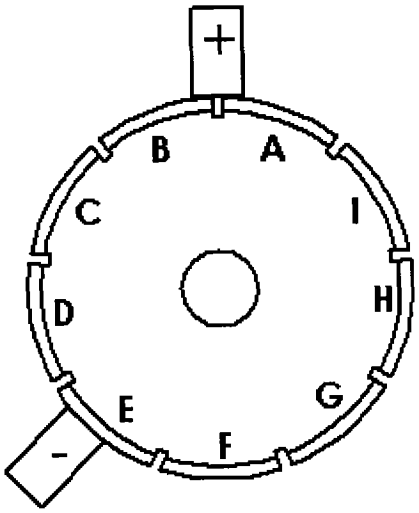

+
B
A
C
I
D
H
E
G
F
-

图 8

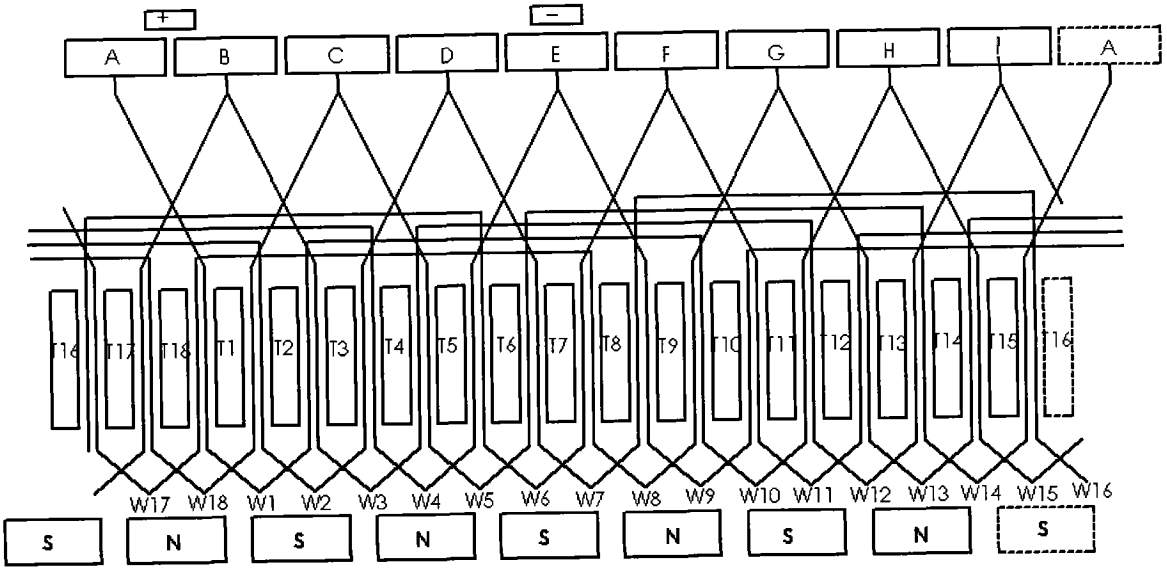

+
-
A
B
C
D
E
F
G
H
I
A
T16
T17
T18
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
T13
T14
T15
T16
W17
W18
W1
W2
W3
W4
W5
W6
W7
W8
W9
W10
W11
W12
W13
W14
W15
W16
S
N
S
N
S
N
S
N
S

图 9

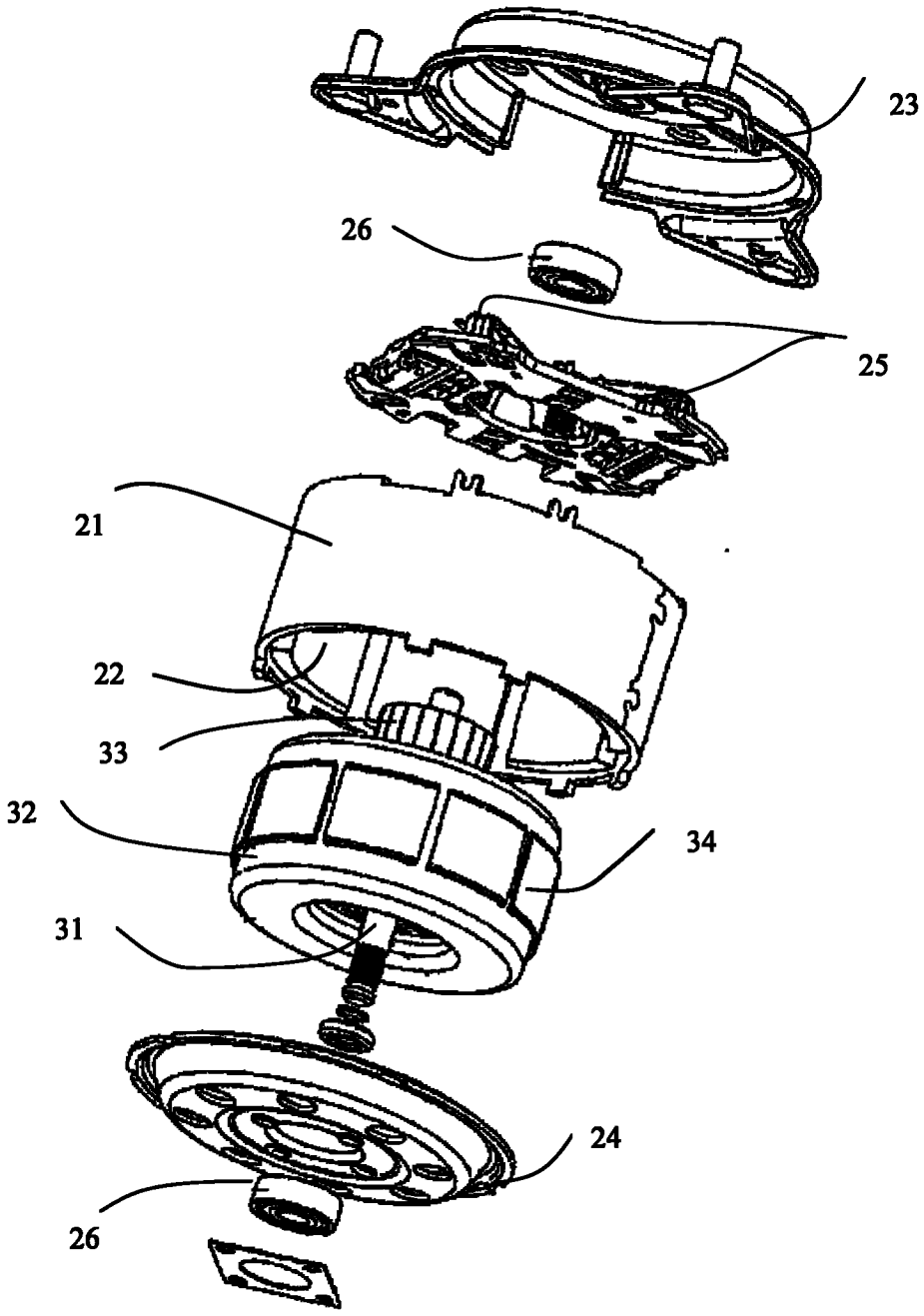


图 10

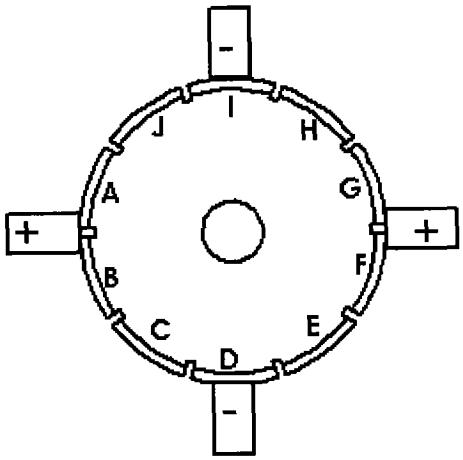

-
I
H
G
+
F
E
D
-
C
B
+
A
J

图 11

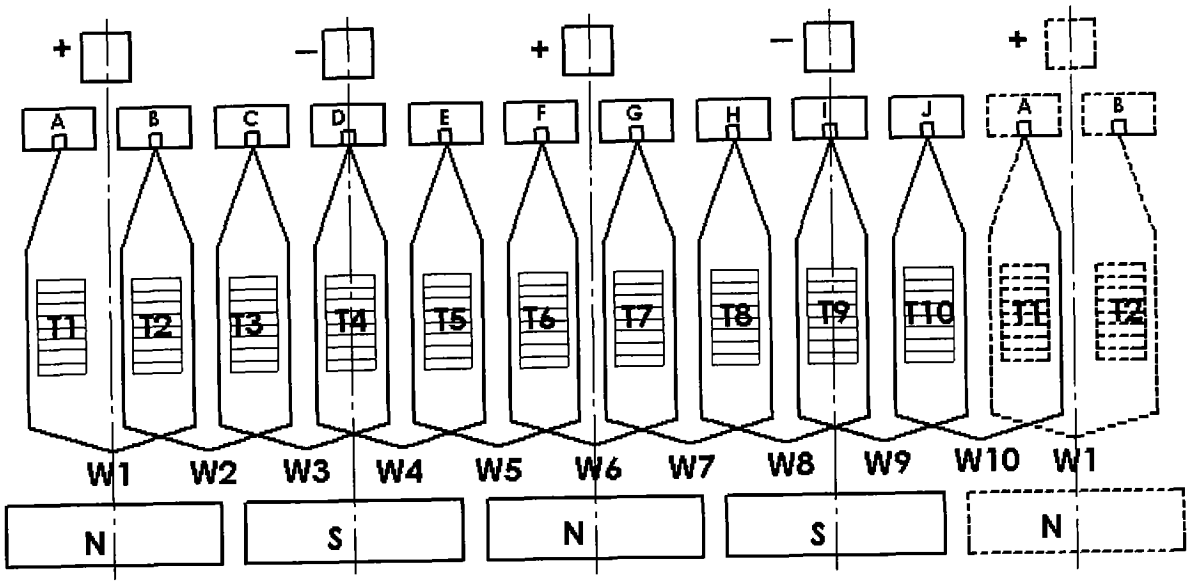

+
-
+
-
+
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
A
B
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T1
T2
W1
W2
W3
W4
W5
W6
W7
W8
W9
W10
W1
N
S
N
S
N

图 12