(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 104821697 A
(43)申请公布日 2015.08.05

(21)申请号 201510210371.7

(22)申请日 2015.04.29

(71)申请人 江苏大学
地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路301号

(72)发明人 孙晓东 薛正旺 陈龙 江浩斌 陈建锋 袁朝春 汪少华 张厚忠 徐兴 盘朝奉

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 楼高潮

(51)Int.Cl.
H02K 19/10(2006.01)
H02K 1/14(2006.01)
H02K 1/22(2006.01)

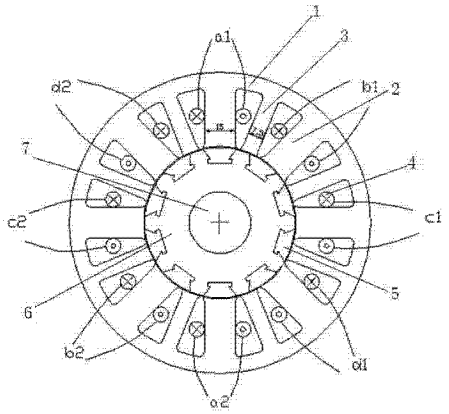
权利要求书1页 说明书3页 附图8页

(54)发明名称

电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机

(57)摘要

本发明公开一种电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，定子由定子轭和定子齿组成，有8个宽齿和8个窄齿沿定子轭内圈的圆周方向相互交替分布形成定子齿；转子由转子铁心块和转子套组成，有10个转子铁心块沿转子套外圈的圆周方向均匀布置并均固定嵌入转子套中，与转子套一起组成圆柱形的转子；所述8个宽齿上均集中缠绕一个定子绕组，相邻宽齿上的绕线方向相同，形成NNNNSSSS的极性分布，相对的两个宽齿上的绕组正向串联成一相；在电动机不对齐位置情况下，转矩输出能力提高；采用分块型的转子铁心块嵌入不导磁的转子套中，磁路更短，减少漏磁，风阻小；没有绕线的窄齿既可以作为磁通的回路实现更短磁路，也可以起隔离的作用。



CN 104821697 A

1. 一种电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，包括定子和转子，转子同轴套在定子内，定子与转子之间留有径向气隙，其特征是：定子由定子轭（1）和定子齿组成，有 8 个宽齿（2）和 8 个窄齿（3）沿定子轭（1）内圈的圆周方向相互交替分布形成定子齿；转子由转子铁心块（5）和转子套（6）组成，有 10 个转子铁心块（5）沿转子套（6）外圈的圆周方向均匀布置并均固定嵌入转子套（6）中，与转子套（6）一起组成圆柱形的转子；所述 8 个宽齿（2）上均集中缠绕一个定子绕组（4），相邻宽齿（2）上的绕线方向相同，形成 NNNNSSSS 的极性分布，相对的两个宽齿（2）上的绕组正向串联成一相。

2. 根据权利要求 1 所述电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，其特征是：转子铁心块（5）由横截面呈 T 型的底部和横截面呈扇形的顶部组成，T 型的底部嵌入在转子套（6）中对应的 T 型槽内，扇形的顶部外弧面与转子套（6）的外圈在同一个圆上。

3. 根据权利要求 1 所述电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，其特征是：转子套（6）由不导磁材料制成，转子铁心块（5）由硅钢片叠压而成。

4. 根据权利要求 1 所述电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，其特征是：定子轭（1）、宽齿（2）和窄齿（3）均由电工硅钢片叠压制成。

5. 根据权利要求 1 所述电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，其特征是：宽齿（2）的齿宽为窄齿（3）的齿宽的两倍；转子铁心块（5）的齿高、定子轭的厚度、窄齿的齿宽三者相等。

电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机

技术领域

[0001] 本发明属于电机制造应用技术领域，涉及一种用于电动汽车的开关磁阻电动机。

背景技术

[0002] 随着能源危机、环境污染等问题的日益加剧，具有高效率、低污染、低噪声和电力来源广等突出优点的电动汽车受到关注。开关磁阻电动机以其效率高、成本低、结构简单、工作可靠、调速范围广等优势，成为电动汽车驱动系统的最优选方案之一。

[0003] 传统的开关磁阻电动机，其定子和转子均呈双凸极结构，使得运转时的转矩脉动和振动噪音相对较大，而且高速运转时定子和转子的双凸极结构使得转子风阻大，这些缺点已经成为传统开关磁阻电动机在电动汽车领域推广应用的难点和瓶颈之一。

[0004] 目前研究较多的传统三相开关磁阻电动机如图 1 所示，属于凸极式磁阻电机，转子同轴套在定子内，转轴同轴固定在转轴 16 上，由转轴 16 带动旋转。转子由转子齿 14 和转子轭 15 组成，定子由定子轭 11 和定子齿 12 组成，在定子齿 12 上绕有定子绕组 13。为了简化结构，图 1 只绘制出一相绕组的缠绕方式。该电动机虽然有结构简单的优点，但也有如下缺点 ：①由于定子齿的齿宽与转子极距的比值不能放大很多（若比值较大，那么在定子极与转子极间轴线对齐即自感最小时，会使得最小电感增加），从而使得输出转矩能力低，装车时不利于电动汽车的低速启动运行 ；②在高速运转时定子和转子的双凸极结构使得转子风阻大 ；③如图 2 所示的传统三相开关磁阻电机的某一相磁路示意图，从图 2 中可知其磁路属于四极型，较长的磁路会导致铁心损耗增加，从而使电机效率降低 ；④在图 2 中，当某一相绕组励磁时，不仅只产生四极型的主磁路，而且会产生漏磁现象，这样当三相顺序通电时，相邻齿间的磁路之间的耦合作用不可忽视，这样就影响了电机的容错性能。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了克服上述传统三相开关磁阻电动机用于电动汽车驱动时存在的不足之处，提出一种输出转矩大、风阻小、磁路短、效率高、具有容错功能的用于电动汽车驱动的新型四相开关磁阻电动机，以进一步提高电机容错性能，提高其带故障运行能力。

[0006] 为实现上述目的，本发明采用的技术方案是 ：本发明包括定子和转子，转子同轴套在定子内，定子与转子之间留有径向气隙，定子由定子轭和定子齿组成，有 8 个宽齿和 8 个窄齿沿定子轭内圈的圆周方向相互交替分布形成定子齿 ；转子由转子铁心块和转子套组成，有 10 个转子铁心块沿转子套外圈的圆周方向均匀布置并均固定嵌入转子套中，与转子套一起组成圆柱形的转子 ；所述 8 个宽齿上均集中缠绕一个定子绕组，相邻宽齿上的绕线方向相同，形成 NNNNSSSS 的极性分布，相对的两个宽齿上的绕组正向串联成一相。

[0007] 本发明的有益效果是 ：

1、本发明的定子齿采用宽齿与窄齿搭配的结构形式，转子采用分块的铁心块形状，在电动机不对齐位置情况下（图 4 所示），由于转子铁心块间始终存在的间隙，使得不对齐位置的最小电感可以比普通开关磁阻电动机不对齐位置的最小电感还要小，从而使电动机的转

矩输出能力提高。

[0008] 2、采用分块型的转子铁心块嵌入不导磁的转子套中，不仅磁路更短，减少了漏磁，而且风阻小，最终可以提高电动机运行效率。

[0009] 3、没有绕线的窄齿既可以作为磁通的回路实现更短磁路，也可以起隔离的作用，有效地实现了磁路、电路、温度之间的隔离。当电动机某一相发生故障时，窄齿可以提供磁回路来降低电机互感，减小对其他相绕组的影响，提高了电动机带故障运行的能力。

[0010] 4、不导磁的转子套由铝制成，转子的机械强度得到提高，以及整个电动机的重量得到减轻。

附图说明

[0011] 图 1 是传统三相开关磁阻电动机的截面结构示意图，为了简化结构，此图只绘制出一相绕组的缠绕方式；

图 1 中标号及名称为：11. 定子轭；12. 定子齿；13. 定子绕组；14. 转子齿；15. 转子轭；16. 转轴。

[0012] 图 2 是图 1 所示传统三相开关磁阻电动机某一相绕组励磁时对齐位置（电感最大）磁力线回路图；

图 3 是本发明电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机横截面结构示意图；

图 3 中标号及名称为：1. 定子轭；2. 宽齿；3. 窄齿；4. 定子绕组；5. 转子铁心块；6. 转子套；7. 转轴。

[0013] 图 4 是图 3 所示本发明的某一相绕组励磁时的不对齐位置（电感最小）磁力线回路图，定义此时转子位置角为 0 度；

图 5 是图 3 所示本发明的某一相绕组励磁时转子位置角为 10.8 度时的磁力线回路图；

图 6 是图 3 所示本发明的某一相绕组励磁时对齐位置（电感最大）的磁力线回路图，此刻转子位置角为 18 度；

图 7 是图 3 所示本发明的某一相绕组励磁时转子位置角为 28.8 度时的磁力线回路图；

图 8 是图 3 所示本发明的某一相绕组励磁时转子位置角为 36 度时的磁力线回路图。此刻转子又回到 0 度位置。

具体实施方式

[0014] 如图 3 所示，本发明电动汽车驱动用容错式四相开关磁阻电动机，包括定子和转子，转子同轴套在定子内，且固定套在转轴 7 外表面，由转轴 7 带动旋转，定子由定子轭 1 和定子齿组成，8 个宽齿 2 和 8 个窄齿 3 形成定子齿，8 个宽齿 2 和 8 个窄齿 3 沿定子轭 1 内圈的圆周方向相互交替分布，每个宽齿 2 两侧是窄齿 3，每个窄齿 3 两侧是宽齿 2。定子轭 1、宽齿 2 和窄齿 3 均由电工硅钢片叠压制成。

[0015] 转子由转子铁心块 5 和转子套 6 组成，转子套 6 由不导磁材料例如铝制成，以便提高机械强度。转子铁心块 5 均由硅钢片叠压而成。10 个转子铁心块 5 沿转子套 6 外圈的圆周方向均匀布置，固定嵌入转子套 6 中，与转子套 6 一起组成圆柱形的转子。

[0016] 转子铁心块 5 由横截面呈 T 型的底部和横截面呈扇形的顶部组成，T 型的底部嵌入在转子套 6 中对应的 T 型槽内，以便转子在旋转时径向固定住转子铁心块 5。转子铁心块 5

的扇形的顶部外弧面与转子套 6 的外圈在同一个圆上，使转子铁心块 5 与转子套 6 形成一个外表面平齐光滑的圆柱形转子。

[0017] 定子与转子之间留有径向气隙，径向气隙为 0.3mm。

[0018] 窄齿 3 上不缠绕定子绕组，在 8 个宽齿 2 上均集中缠绕一个定子绕组 4，分别是定子绕组 a2、b2、c3、d4、a2、b2、c3、d4。定子绕组 4 的电流方向如图 3 所示，其中“⊕”表示电流方向垂直于纸面向里，“⊙”表示电流方向垂直于纸面向外，根据“安培定则二”可以得到定子绕组 a1、b1、c1、d1 为 NNNN 极，而定子绕组 a2、b2、c3、d4 为 SSSS 极，相邻宽齿 2 上的绕线方向相同，从而形成 NNNNSSSS 的极性分布。相对的两个宽齿 2 上的绕组正向串联成一相，即相对的定子绕组 a1、a2 正向串联成 A 相，相对的定子绕组 b1、b2 正向串联成 B 相，相对的定子绕组 c1、c2 正向串联成 C 相，相对的定子绕组 d1、d2 正向串联成 D 相，总共是 A、B、C、D 四相绕组。各相绕组通过外电路连接并在各相绕组的自感上升期通以电流，宽齿 2 对转子铁心块 5 产生吸力，使转子运转起来。

[0019] 本发明电动机在一个转子周期内逆时针旋转，某一相绕组励磁时的具体磁回路路线如图 4~ 图 8 所示。在图 4 中，当本发明电动机处于转子位置角为 0 度时，宽齿 2 的中心线与转子铁心块 5 的中心线对齐，某一相绕组建立起的磁场主回路为：由宽齿 2 经过定子和转子间的气隙到转子铁心块 5，然后从转子铁心块 5 上对称分为两路，经由气隙到宽齿 2 两侧的两个窄齿 3 上，再由窄齿 3 经过定子轭 1 回到励磁极上。所形成的磁回路为四极型。与图 2 中普通开关磁阻电动机的磁回路相比，本发明电动机的磁回路相对更短。由于此时定子宽齿 2 的中心线与转子铁心块 5 的中心线对齐，此时磁阻最大，所以自感最小。在图 5 中，当转子铁心块 5 逆时针转离励磁的宽齿 2，下一个转子铁心块 5 转向励磁的宽齿 2 并且其转子铁心块 5 的前沿与励磁宽齿后沿重合时，此刻由于定子和转子间的气隙减小，磁阻减小，从而自感增大。当转子转到如图 6 所示自感最大位置时，励磁的宽齿 2 的中心线与转子铁心块 5 的中心线重合，定子和转子间磁阻最小。当转子铁心块 5 转离自感最大位置时，如图 7 所示，此刻定子和转子间气隙又增大，磁阻相应增加，从而自感下降，直到转子铁心块 5 转过一个周期，又回到转子位置角为 0 度时，自感最小，电机完成一个转子周期的运行，如图 8 所示。

[0020] 为了使从宽齿 2 中流出的磁力线均匀分布于相邻两侧的窄齿 3，宽齿 2 的齿宽为窄齿 3 的齿宽的两倍；为了保证定子轭部、定子齿部及转子铁心块 5 内的磁密基本一致，转子铁心块 5 的齿高、定子轭的厚度、窄齿的齿宽三者要相等。

[0021] 根据以上所述，便可以实现本发明。对本领域的技术人员在不背离本发明的精神和保护范围的情况下做出的其它的变化和修改，仍包括在本发明保护范围之内。

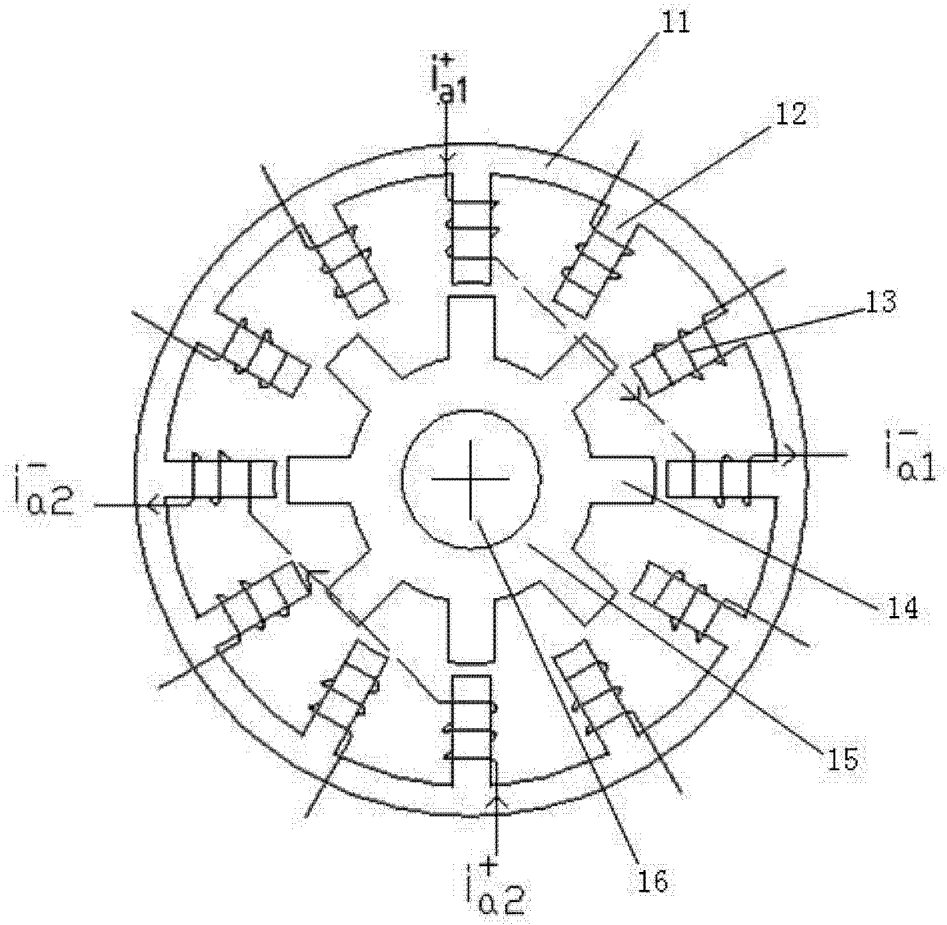


图 1

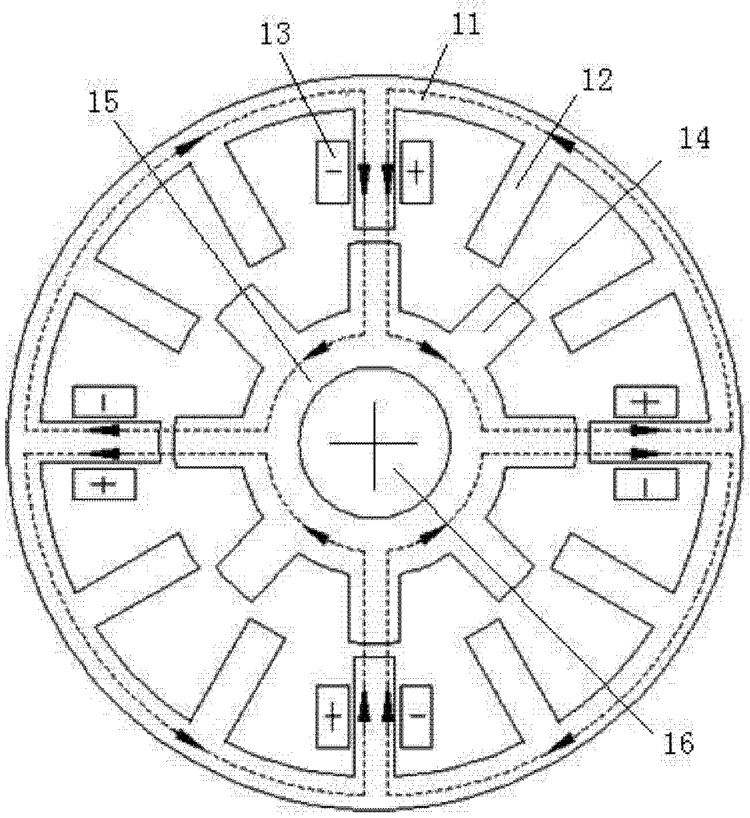


图 2

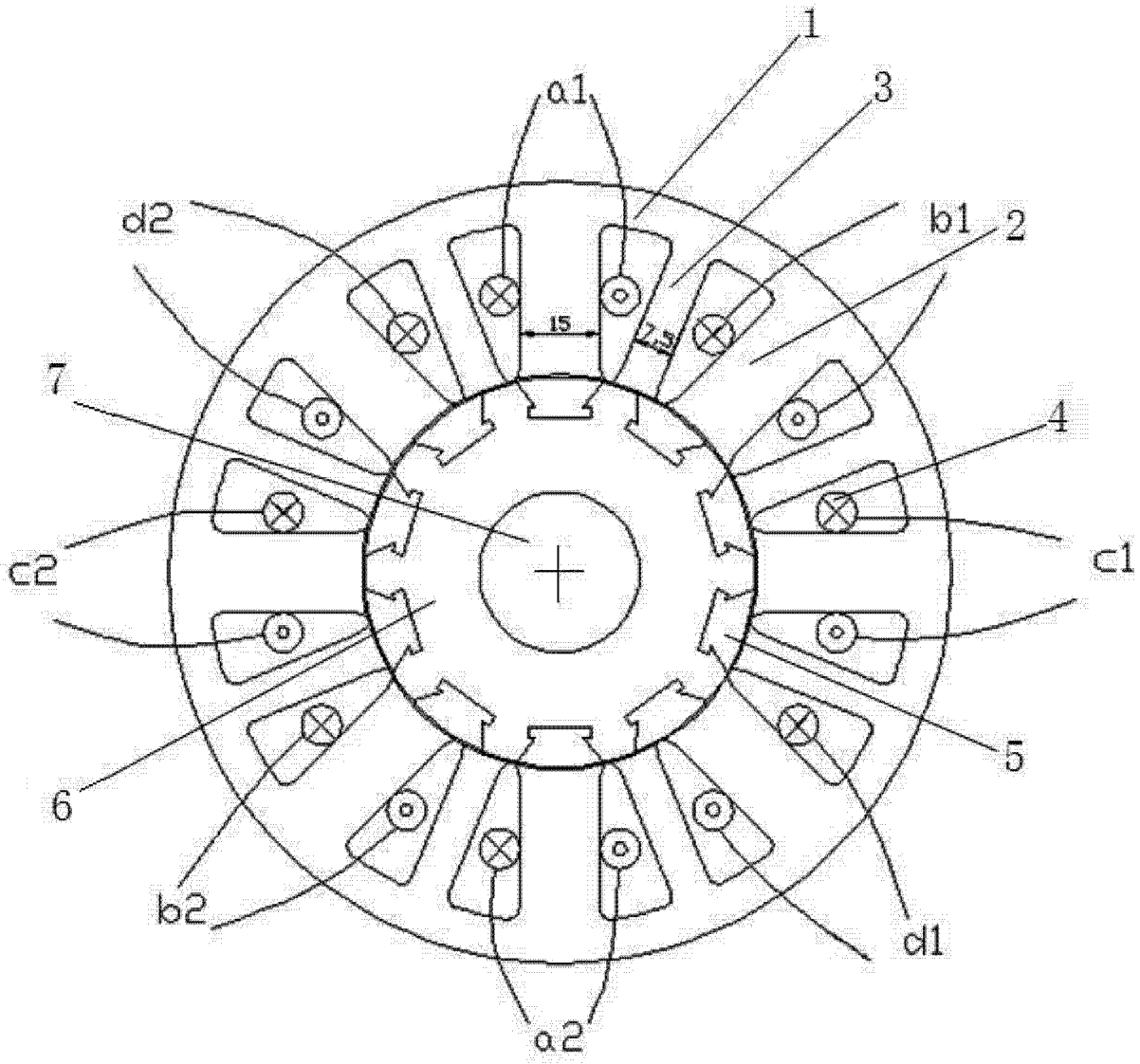


图 3

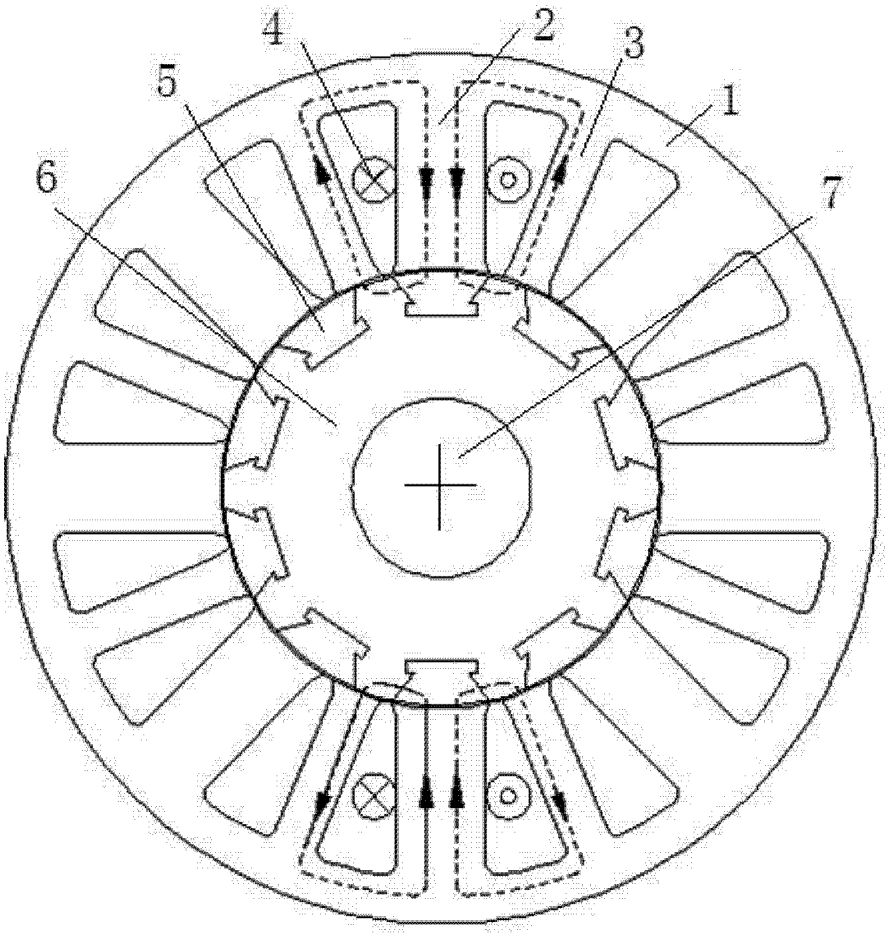


图 4

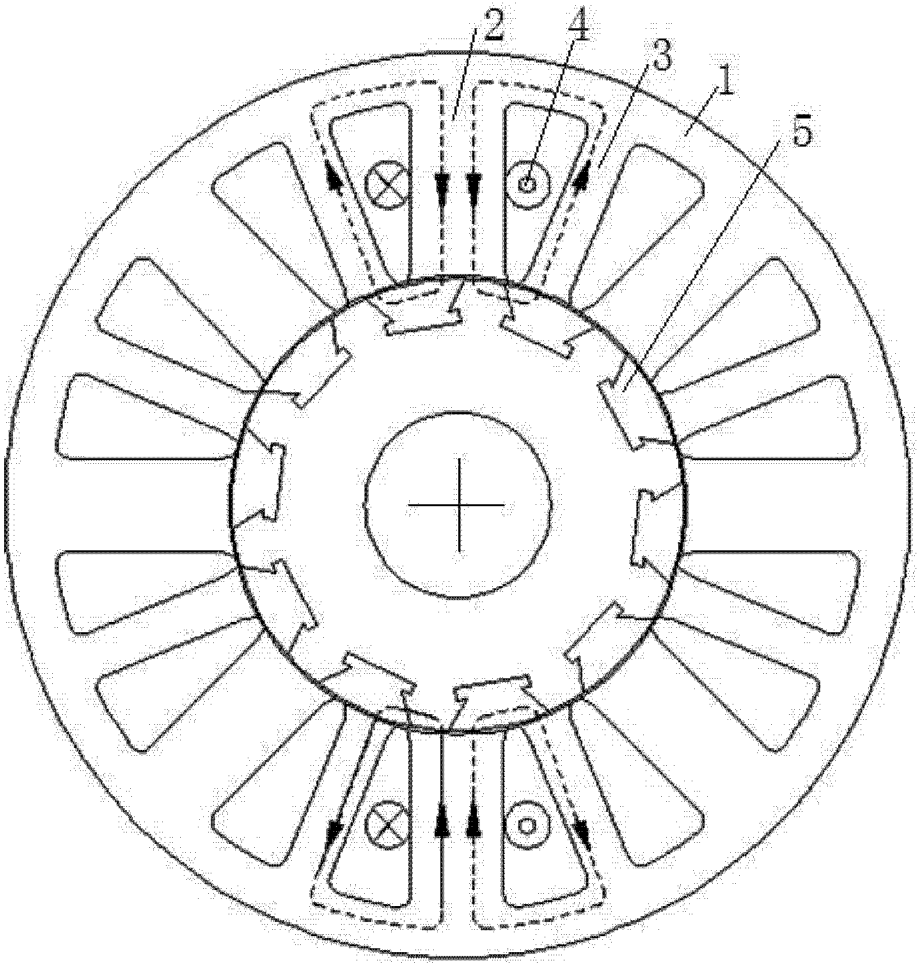


图 5

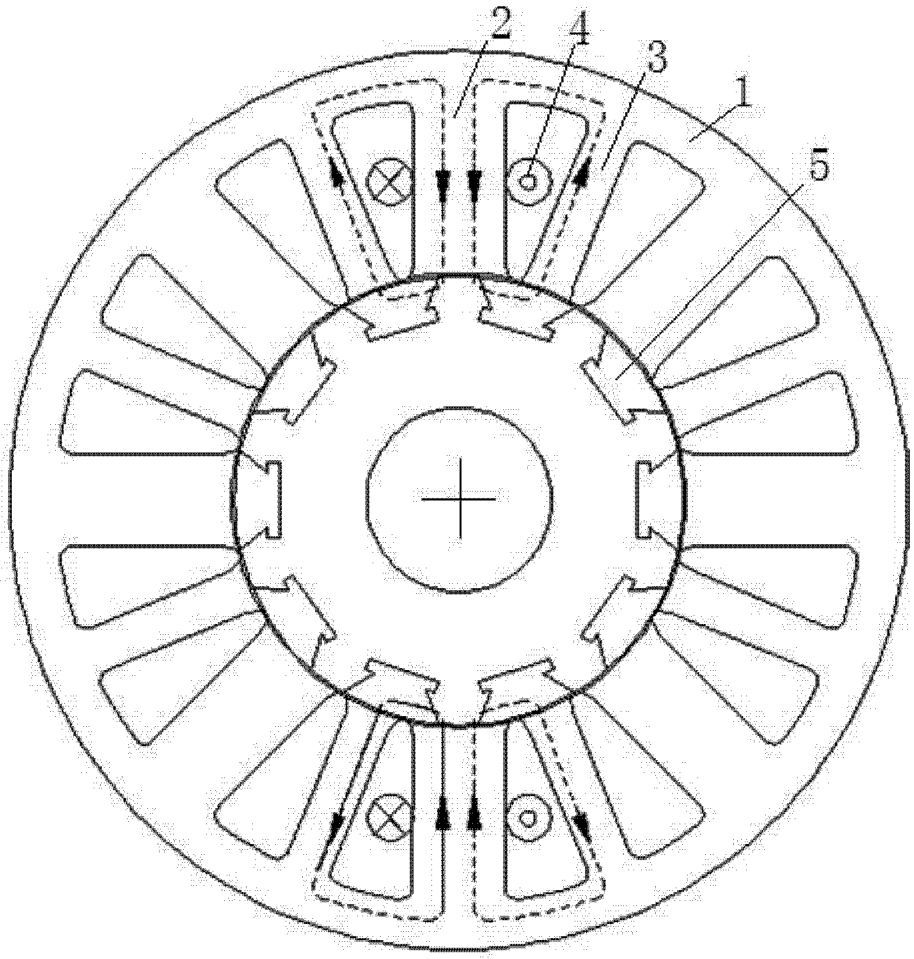


图 6

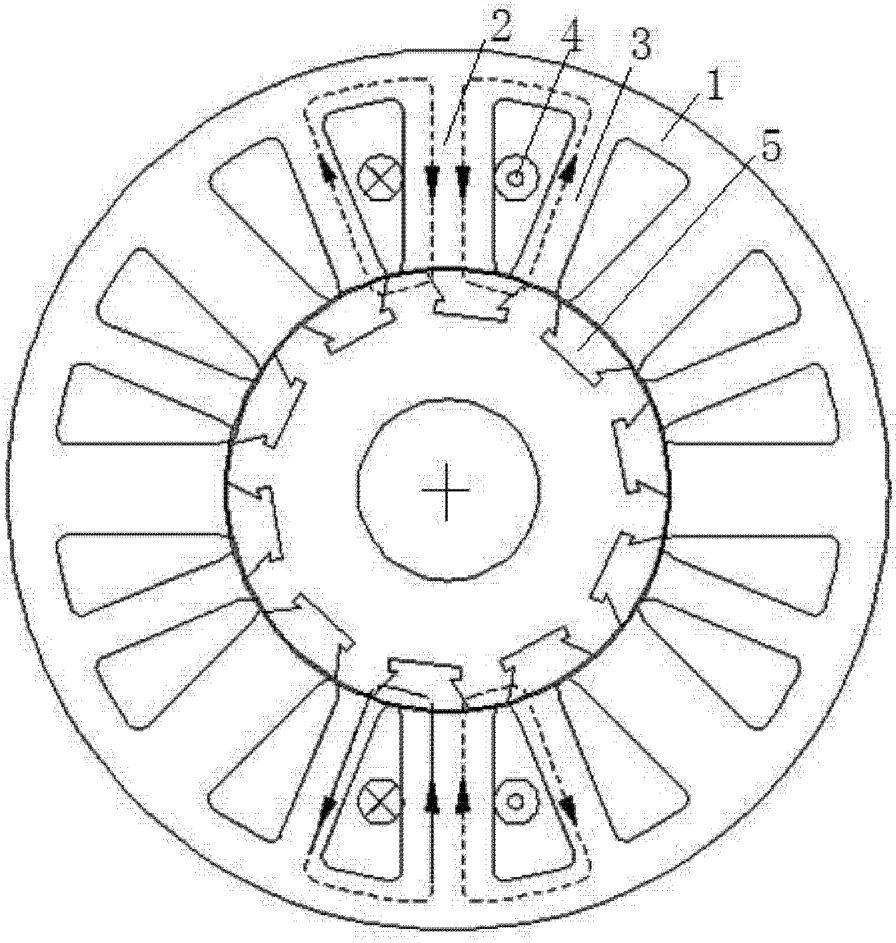


图 7

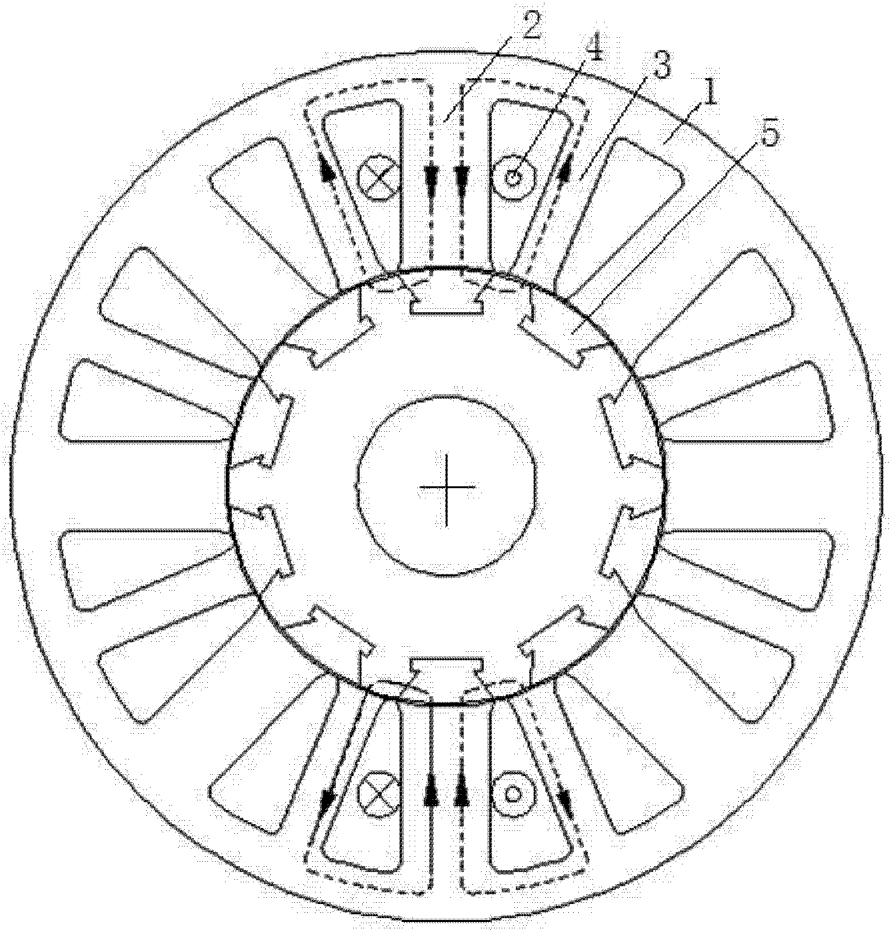


图 8