



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101227130 B

(45) 授权公告日 2010.04.14

(21) 申请号 200710144627.4

(22) 申请日 2007.11.19

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 寇宝泉 白相林 吴红星 李立毅

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 徐爱萍

(51) Int. Cl.

H02K 19/26(2006.01)

H02K 21/14(2006.01)

H02K 1/27(2006.01)

(56) 对比文件

US 5682073 A, 1997.10.28, 全文.

CN 1767316 A, 2006.05.03, 全文.

CN 1710787 A, 2005.12.21, 全文.

赵朝会等. 混合励磁同步电机发展现状与应用前景. 电机与控制学报 10 2. 2006, 10(2), 113-117.

审查员 薛梅

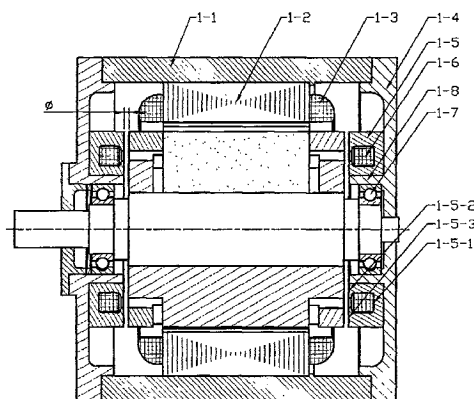
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 5 页

(54) 发明名称

转子磁场直接控制混合励磁同步电机

(57) 摘要

转子磁场直接控制混合励磁同步电机, 本发明涉及电机领域, 它解决了现有该种电机结构复杂、调节范围小、可靠性低的缺点。它的定子的导磁环为中间开有环形槽, 环形的直流励磁绕组嵌在其中, 导磁环安在端盖的环形孔肩的外径上; 转子的永磁体为 2p 个; 导磁轭为 2p 个形状大小相同的扇形体, 导磁轭的 N 极和 S 极导磁轭沿圆周方向交替排列; N 极和 S 极导磁轭分别与永磁体的 N 极和 S 极相连; 导磁端环为四个圆环体, 导磁端环的 N 极导磁端环的内径大于 S 极导磁端环的外径; N 极和 S 极导磁端环分别与 N 极和 S 极导磁轭的扇形侧面相连; 导磁轭套于转轴的外表面上; N 极和 S 极导磁端环与导磁环之间有轴向气隙并相对。它具有结构简单、调节范围大、可靠性高的优点。



1. 一种转子磁场直接控制混合励磁同步电机,它由定子(1)、转子(2)组成;定子(1)由机壳(1-1)、电枢铁心(1-2)、电枢绕组(1-3)、端盖(1-4)、导磁环(1-5)、直流励磁绕组(1-6)和轴承(1-7)组成;电枢铁心(1-2)与电枢绕组(1-3)固定于机壳(1-1)的内表面上,其特征在于导磁环(1-5)为中间开有环形槽(1-5-1)的环状结构,端盖(1-4)的中轴上开有向端盖内侧延伸的环形孔肩(1-8),导磁环(1-5)安装在端盖(1-4)的环形孔肩(1-8)的外径侧面上,轴承(1-7)固定在端盖(1-4)的环形孔肩(1-8)的内径侧面上,环形的直流励磁绕组(1-6)嵌放在导磁环(1-5)的环形槽(1-5-1)中;转子(2)由永磁体(2-1)、导磁轭、导磁端环和转轴(2-6)组成;永磁体(2-1)为 $2p$ 个;导磁轭为 $2p$ 个形状大小相同的扇形体,导磁轭由 p 个N极导磁轭(2-2)和 p 个S极导磁轭(2-3)组成,导磁轭的N极导磁轭(2-2)和S极导磁轭(2-3)沿圆周方向均匀交替排列;N极导磁轭(2-2)与永磁体(2-1)的N极相连,S极导磁轭(2-3)与永磁体(2-1)的S极相连;导磁端环为四个圆环体,导磁端环由两个N极导磁端环(2-4)和两个S极导磁端环(2-5)组成;N极导磁端环(2-4)的内径大于S极导磁端环(2-5)的外径; p 个N极导磁轭(2-2)的一侧扇形侧面与一个N极导磁端环(2-4)的一个环形侧面相连, p 个N极导磁轭(2-2)的另一侧扇形侧面与另一个N极导磁端环(2-4)的一个环形侧面相连; p 个S极导磁轭(2-3)的一侧扇形侧面与一个S极导磁端环(2-5)的一个环形侧面相连, p 个S极导磁轭(2-3)的另一侧扇形侧面与另一个S极导磁端环(2-5)的一个环形侧面相连;导磁轭的内底面套装于转轴(2-6)的外表面上;N极导磁端环(2-4)的另一个环形侧面与导磁环(1-5)的环形槽(1-5-1)外侧的外环侧面(1-5-2)相对,S极导磁端环(2-5)的另一个环形侧面与导磁环(1-5)的环形槽(1-5-1)外侧的内环侧面(1-5-3)相对,导磁端环与导磁环(1-5)之间有轴向气隙(Φ)。

2. 根据权利要求1所述的转子磁场直接控制混合励磁同步电机,其特征在于永磁体(2-1)为矩形平板,永磁体(2-1)沿圆周方向呈辐射状嵌于N极导磁轭(2-2)和S极导磁轭(2-3)之间,永磁体(2-1)为切向充磁,每相邻两个永磁体(2-1)的充磁方向相反。

3. 根据权利要求1所述的转子磁场直接控制混合励磁同步电机,其特征在于永磁体(2-1)为矩形平板,导磁轭的轴向方向开有矩形孔(2-8),永磁体(2-1)嵌于N极导磁轭(2-2)和S极导磁轭(2-3)的轴向矩形孔(2-8)内,永磁体(2-1)为平行充磁,每相邻两个永磁体(2-1)的充磁方向相反。

4. 根据权利要求1所述的转子磁场直接控制混合励磁同步电机,其特征在于永磁体(2-1)为圆弧形板,永磁体(2-1)的N极面和S极面分别粘贴于N极导磁轭(2-2)和S极导磁轭(2-3)的径向外表面上,永磁体(2-1)为径向充磁或平行充磁,每相邻两个永磁体(2-1)的充磁方向相反。

5. 根据权利要求1所述的转子磁场直接控制混合励磁同步电机,其特征在于永磁体(2-1)为圆弧形板,导磁轭的外表面轴向方向开有圆弧形台肩(2-7),永磁体(2-1)的N极面和S极面分别粘贴于N极导磁轭(2-2)和S极导磁轭(2-3)的圆弧形台肩(2-7)内,永磁体(2-1)为径向充磁或平行充磁,每相邻两个永磁体(2-1)的充磁方向相反。

6. 根据权利要求1所述的转子磁场直接控制混合励磁同步电机,其特征在于转轴(2-6)采用非导磁材料。

7. 根据权利要求1所述的转子磁场直接控制混合励磁同步电机,其特征在于导磁环(1-5)采用导磁材料。

转子磁场直接控制混合励磁同步电机

技术领域：

[0001] 本发明涉及电机领域，特别涉及一种混合励磁同步电机。

背景技术

[0002] 永磁同步电机以永磁体励磁，消除了电励磁同步电机的励磁消耗，还消除了机械接触装置，具有结构简单、运行可靠和功率密度大、效率高的显著优点。但是，永磁电机固有的永磁磁场调节困难已经成为它在发电机和调速电动机方面应用和推广的瓶颈。混合励磁同步电机与传统的电励磁同步电机以及永磁同步电机结构不同，它既有永磁体又有励磁绕组，两个磁势源同时存在，集成了电励磁同步电机调磁方便且调磁容量小和永磁同步电机效率高、转矩 / 质量比大等优点，同时又克服了永磁同步电机磁场调节难的缺陷，有较大的推广应用价值。

[0003] 现有常见的混合励磁永磁同步电机有磁极分割型混合励磁永磁同步电机和混合励磁转子磁极同步电机两种。

[0004] 磁极分割型混合励磁永磁同步电机除了转子上的永磁体提供励磁磁通外，在定子上还有一套直流励磁绕组，其气隙磁场是两种励磁方式所建立的合成磁场。电机的定子由定子绕组和定子铁心、定子背轭组成；定子铁心被直流环形励磁绕组分为 N 极侧铁心及 S 极侧铁心两部分；定子背轭把 N 极侧铁心和 S 极侧铁心在机械上和磁场上连接起来。相应地，电机的转子也分为两个部分：一部分为 N 极永磁体和铁心极交错排列，一部分为 S 极永磁体和铁心极交错排列；且两部分间的永磁体也相互错开，在转子的磁极和转轴之间有转子背轭把两个极在机械上和磁场上相互连接起来。这种磁极分割型混合励磁永磁同步电机存在定、转子结构复杂，磁场调节范围小的缺点。

[0005] 混合励磁转子磁极同步电机的转子由八个磁极组成，其中四个磁极为永磁磁极，其余四个磁极为具有电励磁绕组的铁心磁极。改变电励磁绕组的直流励磁电流的大小、方向，可控制铁心磁极的磁密大小以及方向，从而达到控制电机磁场的目的。由于励磁绕组在转子上，故转子中有电刷和滑环装置，存在可靠性低的问题。

发明内容

[0006] 本发明为了解决现有的混合励磁同步电机存在的定、转子结构复杂，磁场调节范围小以及由于带有电刷和滑环装置导致的电机可靠性低的缺点，而提供一种转子磁场直接控制混合励磁同步电机。

[0007] 本发明的转子磁场直接控制混合励磁同步电机由定子 1、转子 2 组成；定子 1 由机壳 1-1、电枢铁心 1-2、电枢绕组 1-3、端盖 1-4、导磁环 1-5、直流励磁绕组 1-6 和轴承 1-7 组成；电枢铁心 1-2 与电枢绕组 1-3 固定于机壳 1-1 的内表面上，导磁环 1-5 为中间开有环形槽 1-5-1 的环状结构，端盖 1-4 的中轴上开有向端盖内侧延伸的环形孔肩 1-8，导磁环 1-5 安装在端盖 1-4 的环形孔肩 1-8 的外径侧面上，轴承 1-7 固定在端盖 1-4 的环形孔肩 1-8 的内径侧面上，环形的直流励磁绕组 1-6 嵌放在导磁环 1-5 的环形槽 1-5-1 中；转子由永磁

体 2-1、导磁轭、导磁端环和转轴 2-6 组成；永磁体 2-1 为 $2p$ 个；导磁轭为 $2p$ 个形状大小相同的扇形体，导磁轭由 p 个 N 极导磁轭 2-2 和 p 个 S 极导磁轭 2-3 组成，导磁轭的 N 极导磁轭 2-2 和 S 极导磁轭 2-3 沿圆周方向均匀交替排列；N 极导磁轭 2-2 与永磁体 2-1 的 N 极相连，S 极导磁轭 2-3 与永磁体 2-1 的 S 极相连；导磁端环为四个圆环体，导磁端环由两个 N 极导磁端环 2-4 和两个 S 极导磁端环 2-5 组成；N 极导磁端环 2-4 的内径大于 S 极导磁端环 2-5 的外径； p 个 N 极导磁轭 2-2 的一侧扇形侧面与一个 N 极导磁端环 2-4 的一个环形侧面相连， p 个 N 极导磁轭 2-2 的另一侧扇形侧面与另一个 N 极导磁端环 2-4 的一个环形侧面相连； p 个 S 极导磁轭 2-3 的一侧扇形侧面与一个 S 极导磁端环 2-5 的一个环形侧面相连， p 个 S 极导磁轭 2-3 的另一侧扇形侧面与另一个 S 极导磁端环 2-5 的一个环形侧面相连；导磁轭的内底面套装于转轴 2-6 的外表面上；N 极导磁端环 2-4 的另一个环形侧面与导磁环 1-5 的环形槽 1-5-1 外侧的环侧面 1-5-2 相对，S 极导磁端环 2-5 的另一个环形侧面与导磁环 1-5 的环形槽 1-5-1 外侧的内环侧面 1-5-3 相对，导磁端环与导磁环 1-5 之间有轴向气隙 Φ 。

[0008] 本发明的转子磁场直接控制混合励磁同步电机，采用对转子磁场进行直接控制的方式来调节气隙磁通密度，消除了电刷和滑环装置，具有结构简单、磁场调节范围大、可靠性高的优点。本发明既可以作为电动机，也可以作为发电机；当永磁体的用量减为零时，本发明的混合励磁电机则变成了一台电励磁的无刷同步电机，该无刷同步电机除了具有普通电励磁同步电机的优点外，还具有可靠性高和免维护的优点，其应用前景广阔。

附图说明

[0009] 图 1 是本发明的纵剖图；图 2 是端盖与导磁环结构示意图；图 3 是具体实施方式二的转子剖面图；图 4 是具体实施方式二的转子整体图；图 5 是具体实施方式二的转子组合方式图；图 6 是具体实施方式三的转子剖面图；图 7 是具体实施方式三的转子整体图；图 8 是具体实施方式三的转子组合方式图；图 9 是具体实施方式四的转子剖面图；图 10 是具体实施方式四的转子整体图；图 11 是具体实施方式四的转子组合方式图；图 12 是具体实施方式五的转子剖面图；图 13 是具体实施方式五的转子整体图；图 14 是具体实施方式五的转子组合方式图。

具体实施方式

[0010] 具体实施方式一：如图 1～图 14 所示，本实施方式由定子 1、转子 2 组成；定子 1 由机壳 1-1、电枢铁心 1-2、电枢绕组 1-3、端盖 1-4、导磁环 1-5、直流励磁绕组 1-6 和轴承 1-7 组成；电枢铁心 1-2 与电枢绕组 1-3 固定于机壳 1-1 的内表面上，导磁环 1-5 为中间开有环形槽 1-5-1 的环状结构，端盖 1-4 的中轴上开有向端盖内侧延伸的环形孔肩 1-8，导磁环 1-5 安装在端盖 1-4 的环形孔肩 1-8 的外径侧面上，轴承 1-7 固定在端盖 1-4 的环形孔肩 1-8 的内径侧面上，环形的直流励磁绕组 1-6 嵌放在导磁环 1-5 的环形槽 1-5-1 中；转子 2 由永磁体 2-1、导磁轭、导磁端环和转轴 2-6 组成；永磁体 2-1 为 $2p$ 个；导磁轭为 $2p$ 个形状大小相同的扇形体，导磁轭由 p 个 N 极导磁轭 2-2 和 p 个 S 极导磁轭 2-3 组成，导磁轭的 N 极导磁轭 2-2 和 S 极导磁轭 2-3 沿圆周方向均匀交替排列；N 极导磁轭 2-2 与永磁体 2-1 的 N 极相连，S 极导磁轭 2-3 与永磁体 2-1 的 S 极相连；导磁端环为四个圆环体，导磁端环

由两个 N 极导磁端环 2-4 和两个 S 极导磁端环 2-5 组成 ;N 极导磁端环 2-4 的内径大于 S 极导磁端环 2-5 的外径 ;p 个 N 极导磁轭 2-2 的一侧扇形侧面与一个 N 极导磁端环 2-4 的一个环形侧面相连 ,p 个 N 极导磁轭 2-2 的另一侧扇形侧面与另一个 N 极导磁端环 2-4 的一个环形侧面相连 ;p 个 S 极导磁轭 2-3 的一侧扇形侧面与一个 S 极导磁端环 2-5 的一个环形侧面相连 ,p 个 S 极导磁轭 2-3 的另一侧扇形侧面与另一个 S 极导磁端环 2-5 的一个环形侧面相连 ;导磁轭的内底面套装于转轴 2-6 的外表面上 ;N 极导磁端环 2-4 的另一个环形侧面与导磁环 1-5 的环形槽 1-5-1 外侧的环侧面 1-5-2 相对 ,S 极导磁端环 2-5 的另一个环形侧面与导磁环 1-5 的外环形槽 1-5-1 外侧的内环侧面 1-5-3 相对 ,导磁端环与导磁环 1-5 之间有轴向气隙 Φ 。导磁环 1-5 采用导磁材料,当端盖 1-4 采用导磁材料时,直接在端盖上加工出导磁环 1-5。转轴 2-6 采用非导磁材料。

[0011] 具体实施方式二 :如图 3~图 5 所示,本实施方式与具体实施方式一不同点在于永磁体 2-1 为矩形平板,永磁体 2-1 沿圆周方向呈辐射状嵌于 N 极导磁轭 2-2 和 S 极导磁轭 2-3 之间,永磁体 2-1 为切向充磁,每相邻两个主磁极的永磁体 2-1 的充磁方向相反。其它组成和连接方式与具体实施方式一相同。本实施方式的直流励磁磁势通过导磁环、轴向气隙和导磁端环引入转子,直流励磁磁势与永磁体磁势并联,当控制直流励磁电流的方向使二者产生的磁场方向相同时,定转子之间的径向气隙磁密增强;当控制直流励磁电流的方向使二者产生的磁场方向相反时,定转子之间的径向气隙磁密减弱;调节直流电流的大小,则可以控制气隙磁场增强或减弱的程度。

[0012] 具体实施方式三 :如图 6~图 8 所示,本实施方式与具体实施方式一不同点在于永磁体 2-1 为矩形平板,导磁轭的轴向方向开有矩形孔 2-8,永磁体 2-1 嵌于 N 极导磁轭 2-2 和 S 极导磁轭 2-3 的轴向矩形孔 2-8 内,永磁体 2-1 为平行充磁,每相邻两个主磁极的永磁体 2-1 的充磁方向相反。其它组成和连接方式与具体实施方式一相同。

[0013] 具体实施方式四 :如图 9~图 11 所示,本实施方式与具体实施方式一不同点在于永磁体 2-1 为圆弧形板,永磁体 2-1 的 N 极面和 S 极面分别粘贴于 N 极导磁轭 2-2 和 S 极导磁轭 2-3 的径向外表面上,永磁体 2-1 为径向充磁或平行充磁,每相邻两个主磁极的永磁体 2-1 的充磁方向相反。其它组成和连接方式与具体实施方式一相同。

[0014] 具体实施方式五 :如图 12~图 14 所示,本实施方式与具体实施方式一不同点在于永磁体 2-1 为圆弧形板,导磁轭的外表面轴向方向开有圆弧形台肩 2-7,永磁体 2-1 的 N 极面和 S 极面分别粘贴于 N 极导磁轭 2-2 和 S 极导磁轭 2-3 的圆弧形台肩 2-7 内,永磁体 2-1 为径向充磁或平行充磁,每相邻两个主磁极的永磁体 2-1 的充磁方向相反。其它组成和连接方式与具体实施方式一相同。

[0015] 具体实施方式三、具体实施方式四和具体实施方式五的直流励磁磁势通过导磁环、轴向气隙和导磁端环引入转子,直流励磁磁势与永磁体磁势串联,当控制直流励磁电流的方向使二者方向相同时,定转子之间的径向气隙磁密增强;当控制直流励磁电流的方向使二者方向相反时,定转子之间的径向气隙磁密减弱;调节直流电流的大小,则可以控制气隙磁场增强或减弱的程度。

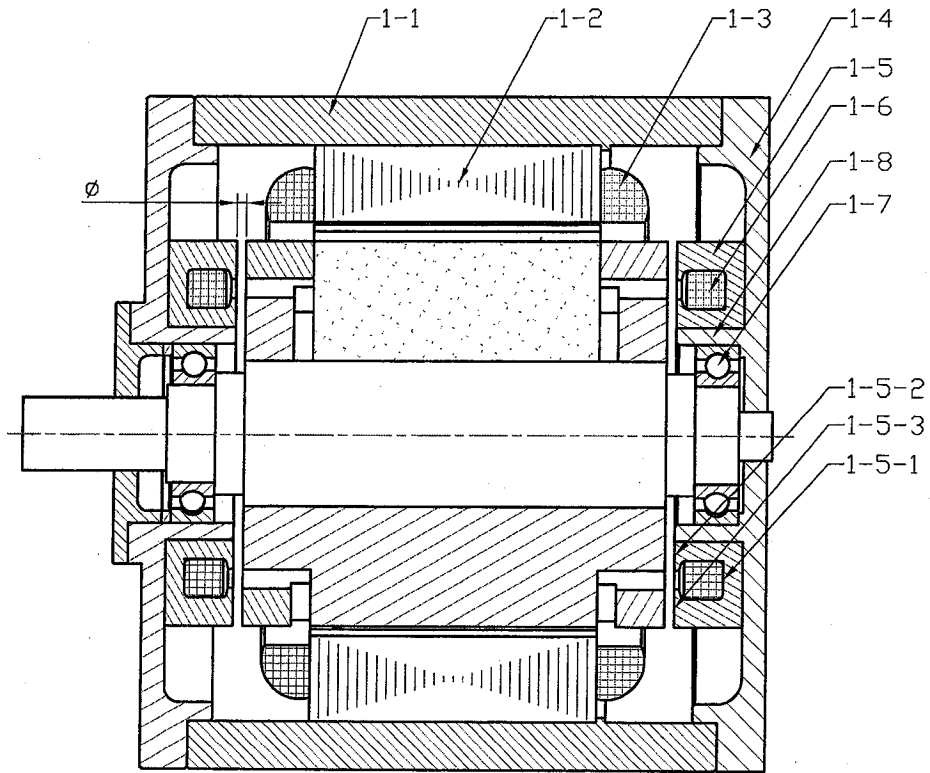


图 1

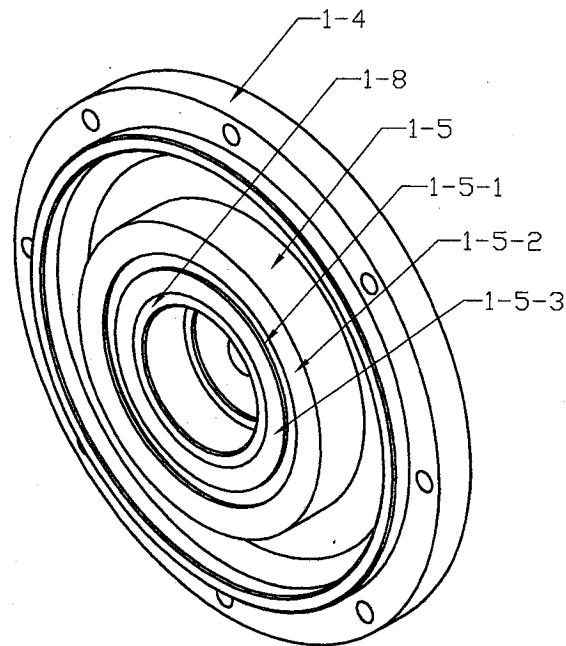


图 2

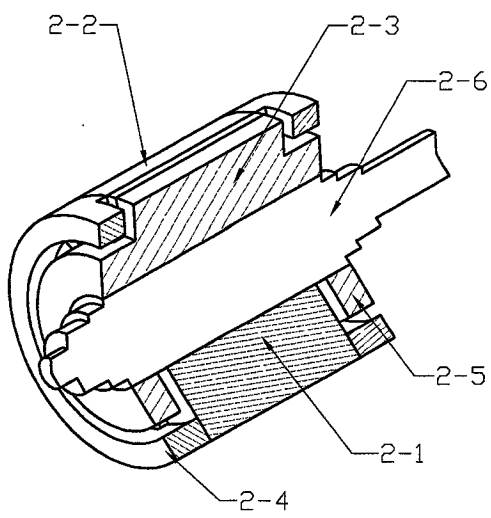


图 3

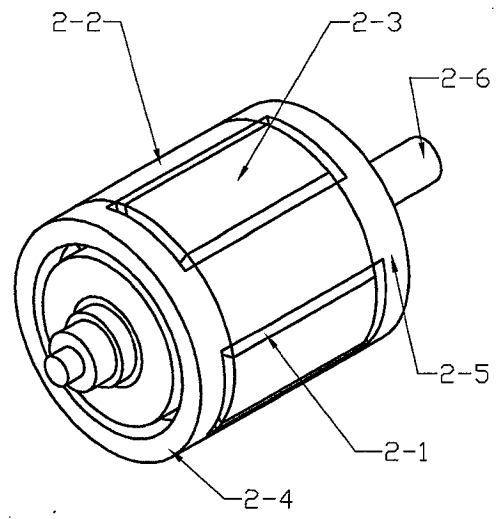


图 4

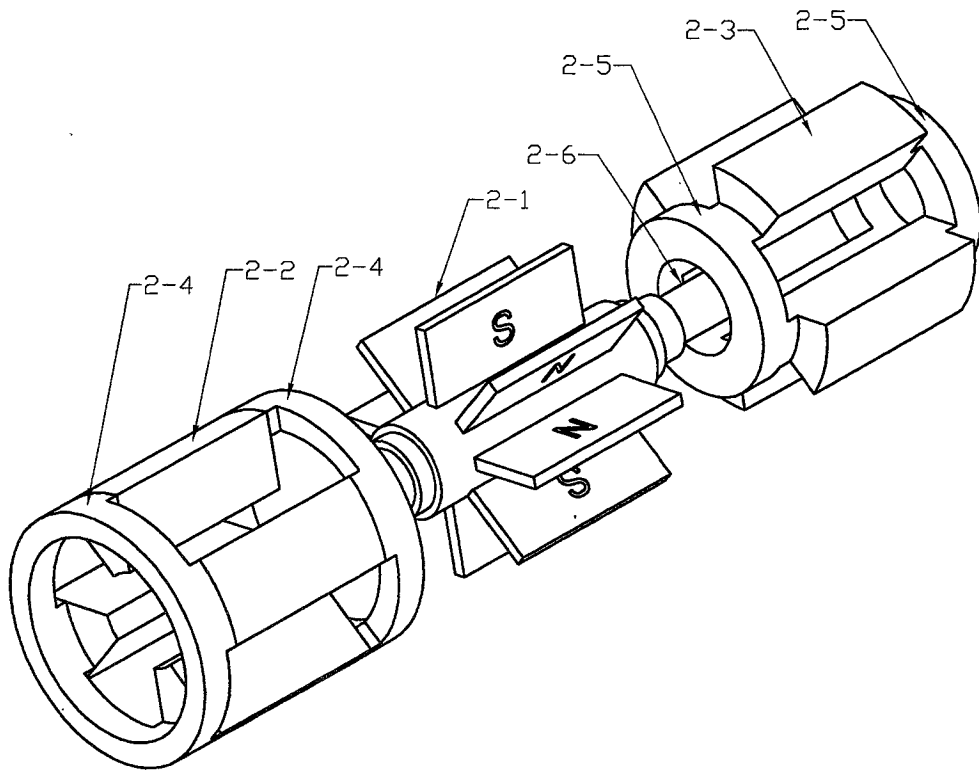


图 5

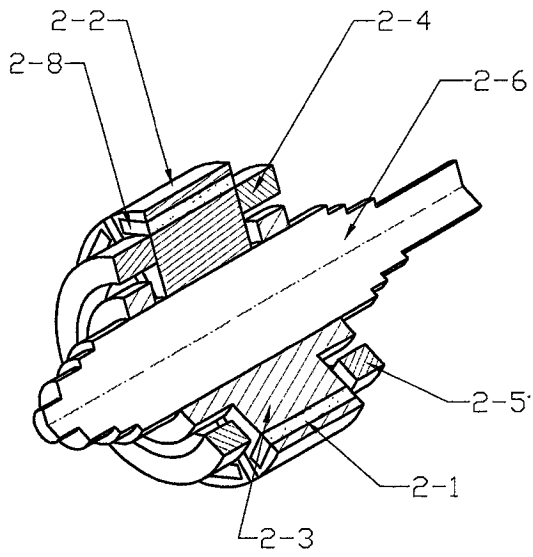


图 6

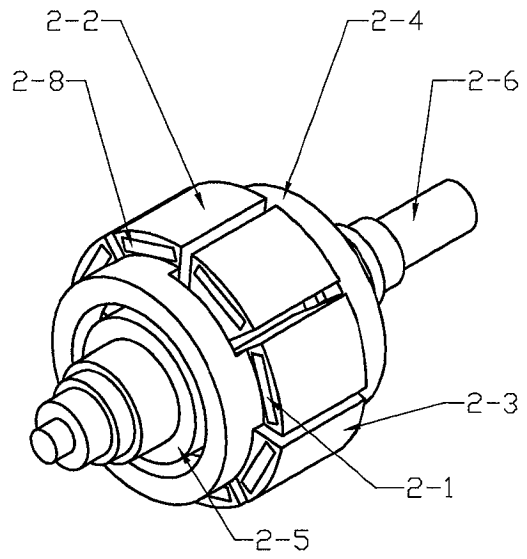


图 7

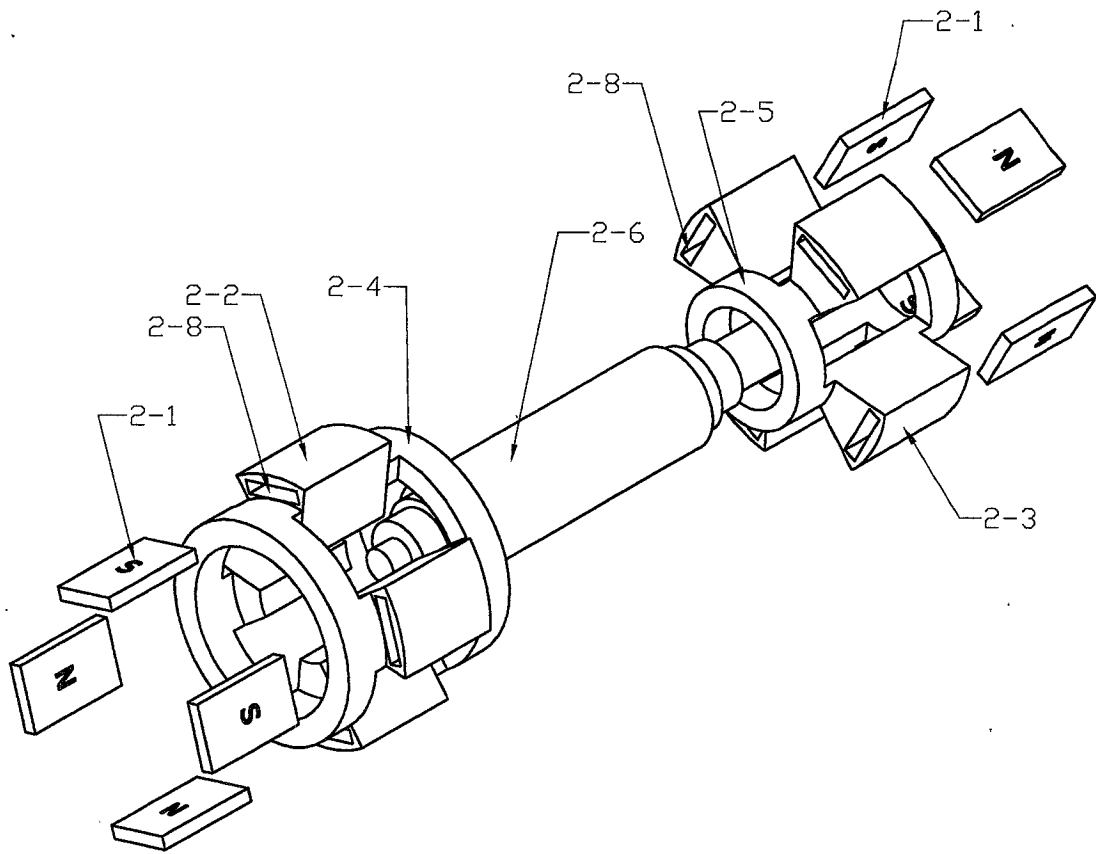


图 8

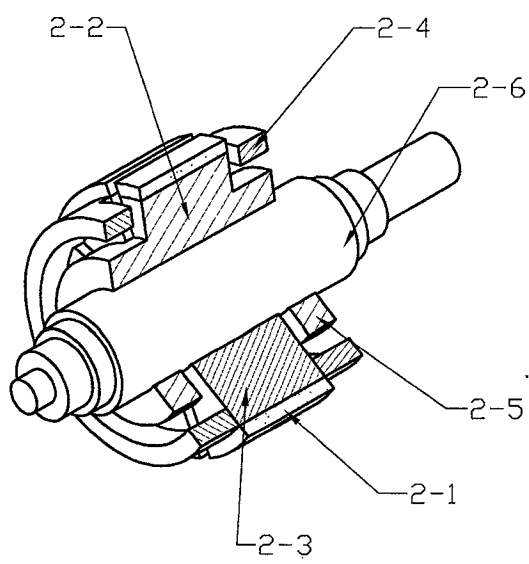


图 9

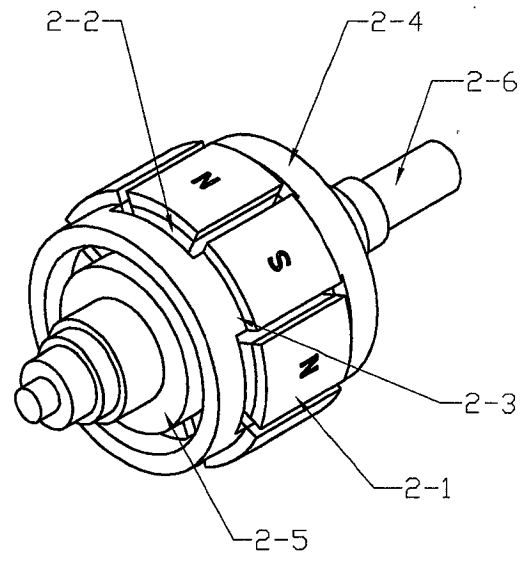


图 10

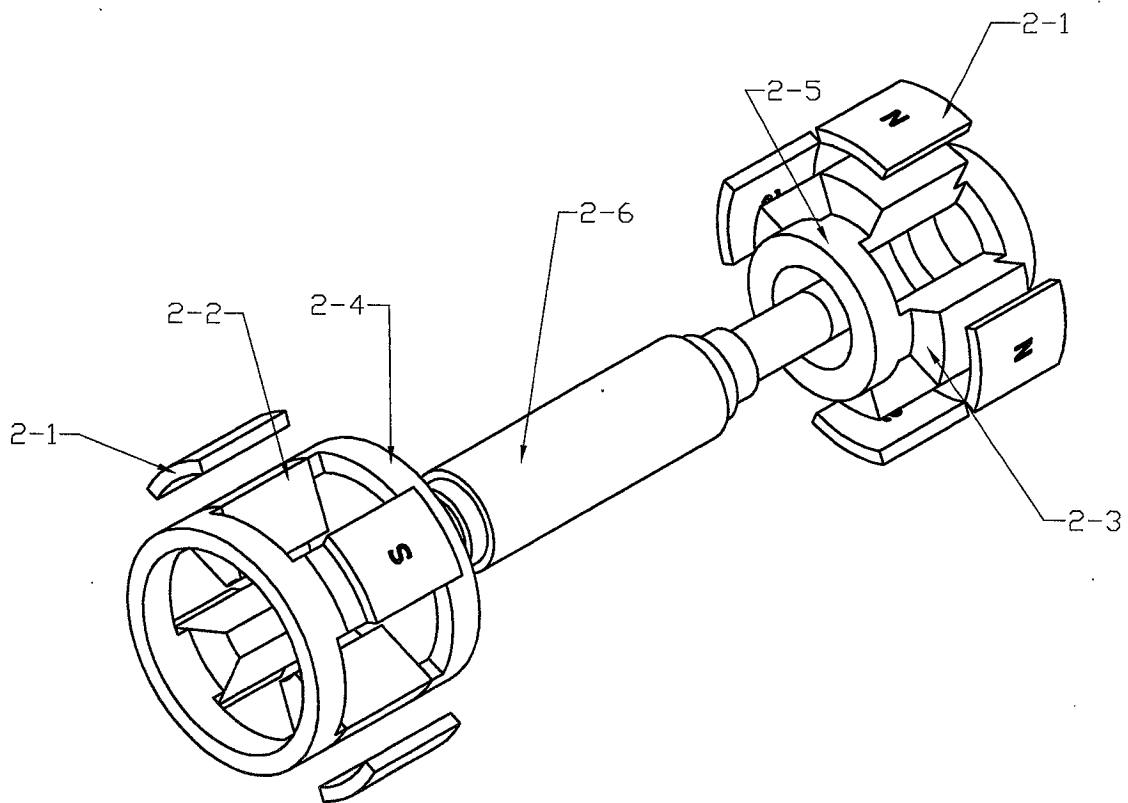


图 11

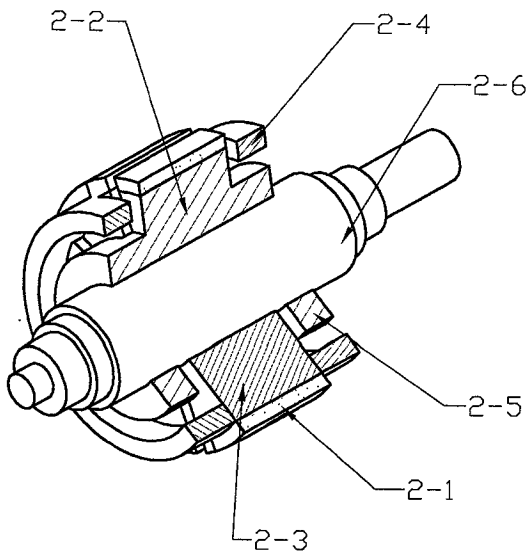


图 12

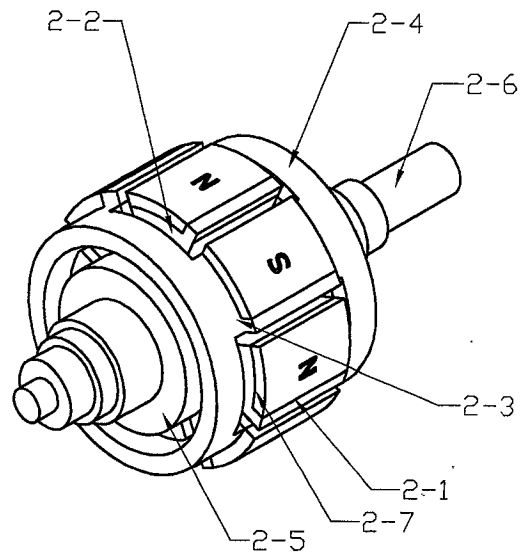


图 13

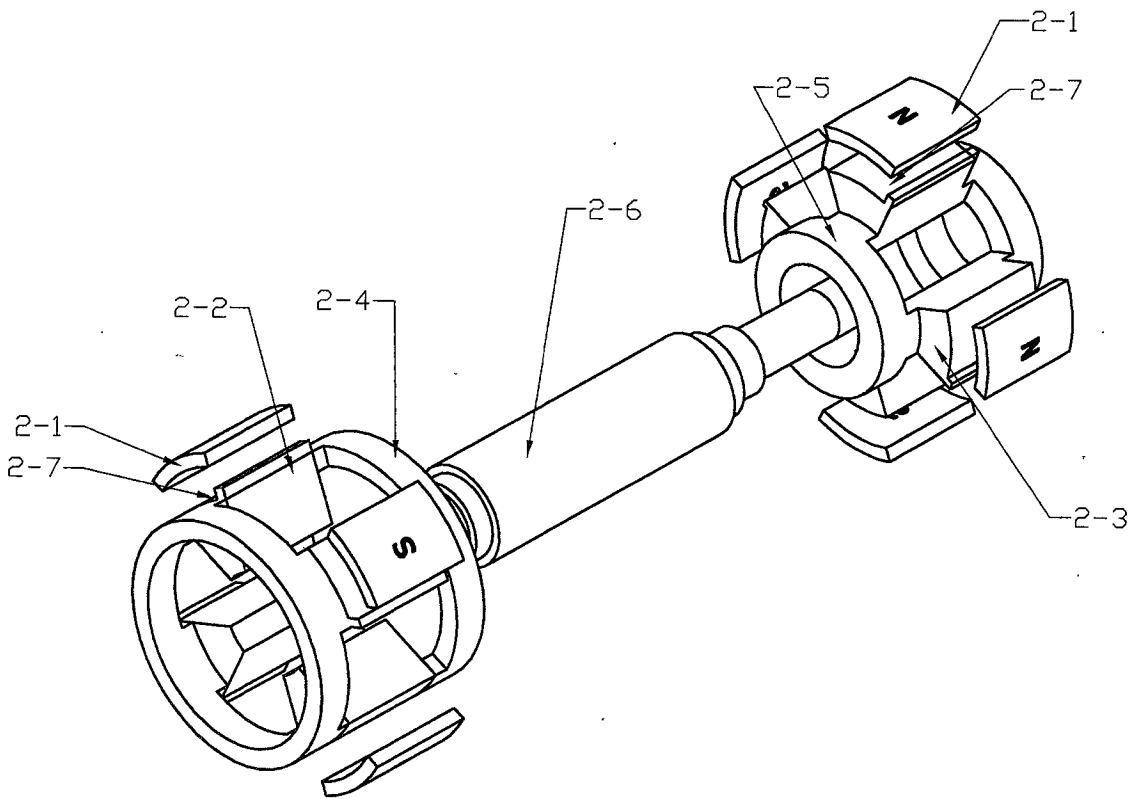


图 14