



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102545508 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201010578049. 7

(22) 申请日 2010. 12. 08

(71) 申请人 余虹锦

地址 400041 重庆市九龙坡区石桥铺南方花园 C1 区科元五路 100 号 4-3 室

(72) 发明人 余虹锦

(51) Int. Cl.

H02K 21/12(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

H02K 3/16(2006. 01)

H02K 1/32(2006. 01)

H02K 21/02(2006. 01)

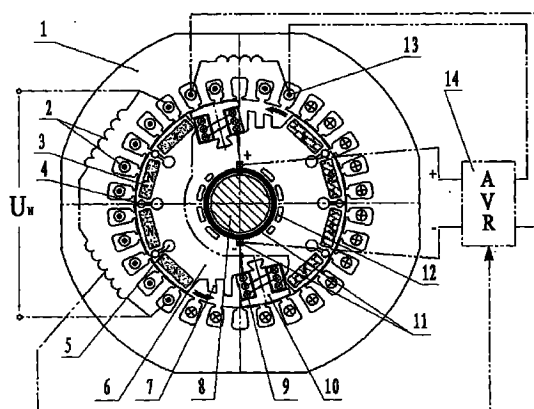
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机

(57) 摘要

一种采用“稀土永磁+AVR有刷电励磁”的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,与汽油机配套组成内燃发电机组作为备用交流电源使用。其特征是:该发电机由分布于转子铁芯6表面的多片同极性稀土永磁体3组成一个磁极而形成的每极下空载气隙磁场建立起发电机空载电压,发电机负载时维持端电压 U_N 稳定的强励磁场由定子副绕组13、转子磁极后极靴附近的电励磁极上的励磁绕组9、电刷和集电环11与AVR励磁调压器14所组成的辅助电励磁回路流过的励磁电流而产生,AVR励磁调压器14根据从定子主相绕组2取样的电压大小改变送入转子电励磁极上的励磁绕组9中的励磁电流来调节负载时的气隙磁场大小。



1. 一种复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,其特征是发电所需磁场由两部分组成:一、转子铁芯(6)上并排分布的多片同极性稀土永磁体(3)组成一个磁极提供发电机所需的每磁极下空载气隙磁场,保证发电机定子主绕组(2)感应出额定空载电压;二、发电机负载时维持端电压 U_N 稳定的强励磁场由定子副绕组(13)、转子磁极后极靴附近的电励磁极上的励磁绕组(9)、电刷和集电环(11)与AVR励磁调压器(14)所组成的辅助电励磁回路流过的励磁电流而产生,AVR励磁调压器(14)根据从定子主相绕组(2)取样的电压大小改变送入转子电励磁极上的励磁绕组(9)中的励磁电流来调节负载时的气隙磁场大小。

2. 根据权利要求1所述的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,其结构特征是转子铁芯(6)每个磁极极靴部位并排安装有多片同极性稀土永磁体(3),永磁体采用平板矩形结构并内嵌于每个磁极极靴部位的矩形槽中,每个磁极下同极性磁体排列数量与尺寸根据发电机空载电压所需的空载气隙磁场大小、气隙极弧系数和稀土永磁体的制造工艺决定,其磁路结构为“同极性磁体并联、异极性磁体串联”的复合磁路结构。

3. 根据权利要求1所述的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,其结构特征是在转子铁芯(6)顺旋转方向的每个磁极后极靴附近设置辅助电励磁极,电励磁极由励磁绕组(9)和磁极铁芯(10)组成,与转子铁芯(6)之间采用燕尾方式铆压连接,励磁绕组头尾线按磁场和电流方向连接于紧固于驱动转轴(8)上的集电环(11)正负极上;每磁极的同极性磁体之间设置有阻尼孔(4)以安装能改善电压波形的阻尼铜条。

4. 根据权利要求1所述的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,其结构特征是转子铁芯(6)靠近驱动转轴(8)附近设置有起隔离汽油机动力轴传递来的热量作用的空气隔热槽(12),同时在磁极之间的过渡部位设置有起刮风散热作用的散热筋(7),在每磁极下靠近稀土磁体附近设置有冷却散热孔(5)。

5. 根据权利要求1所述的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,其定子结构特征是定子主相绕组(2)设有取样电压抽头,取样电压信号送入AVR励磁调压器作为比较信号;在定子铁芯(1)的嵌线槽中设置有独立的副绕组(13)用于向转子辅助电励磁绕组(9)提供励磁电流。

一种复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机

技术领域

[0001] 本发明是一种采用“稀土永磁+AVR有刷电励磁”的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机,与汽油机或柴油机配套组成发电机组,可作为便携电源及备用应急电源使用。

背景技术

[0002] 目前,汽油发电机行业主流机型是以铜线和铝线为主的有刷电励磁类型发电机,功率范围涵盖 1kW ~ 20kW,这种采用 AVR 调压器调节励磁电流的有刷电励磁方式是交流同步发电机的主流励磁方式,其最大优势就是其磁场可以通过调节转子励磁电流来实现自动调整,从而使单机运行的发电机可以在空载到额定负载的全范围保持输出电压的稳定。图 5 是现有技术普遍采用的传统电励磁有刷交流同步发电机结构原理示意图,图中:标号 1 为定子铁芯,标号 2 为定子主绕组,标号 6 为转子铁芯,标号 8 为驱动转轴,标号 9 为励磁绕组,标号 11 为电刷与集电环,标号 13 为定子副绕组,标号 14 为 AVR 励磁调压器。此种类型发电机核心部件是定子和转子各一套,其定子铁芯 1 和转子铁芯 6 上设置铜线或铝线做成的定子主绕组 2 和励磁绕组 9,其中定子主绕组 2 对外供给电力,转子上的励磁绕组 9 用来建立电机气隙磁场,使电机产生电磁感应,定、转子铁芯属于导磁部件,电励磁产生的两异极性磁极磁场通过转子铁芯磁轭部分构成闭合磁路,转子铁芯 6 固定于驱动转轴 8 上;同时,为调节磁场,发电机组还必须配置相应的定子副绕组 13、AVR 电压调节器 14、引入转子电流的电刷和集电环 11 等部件,这种全电励磁方式的发电机所需励磁容量较大,转子电励磁回路的损耗比例占电机全部损耗的 55% ~ 65%,因此发电机的能量效率难以提高,而且该类型发电机转子用铜量也占电机全部用铜量的 55% ~ 65%,故其成本也较高,铜、铝等有色金属的资源消耗也大。

[0003] 我国是世界上稀土永磁材料最丰富的国家,但同时也是铜、铝等有色金属资源贫乏的国家;因此,大力发展稀土材料的应用对我国有现实的意义。随着控制技术的进步,稀土永磁电机在电动机行业驱动领域已经得到广泛应用,稀土永磁材料做成的电动机产品,其单位体积材料传送的功率密度大,电机效率高而能耗小,显示出其稀土电机巨大的优越性;但稀土永磁材料用到发电机领域却一直受到电压稳定技术的瓶颈制约,由于永磁材料制成的发电机磁场无法调节,从而导致发电机端电压控制很困难,电机带负载后电压下降很厉害,进而影响永磁发电机组的发电质量,限制了永磁材料在此类发电机上的应用范围。而且,按传统电机惯例简单地采用稀土材料代替电励磁发电机转子绕组,也并不能充分而彻底地利用稀土材料传送高能量密度的优点。因此,拓展稀土材料在独立运行的移动电源领域的应用范围就必须得解决以下技术难题:一、为充分利用稀土材料的优势,必须研究设计能传送高功率密度的永磁发电机新型结构;二、研究克服永磁电机无法调节磁场而稳定发电机电压的技术途径和有效方法。

发明内容

[0004] 针对现有行业技术存在的问题,本技术发明的目的在于提供一种采用“稀土永磁

+AVR有刷电励磁”的复合励磁方式的交流同步发电机新结构。本发明的基本构思是,采用分布于转子铁芯表面的稀土永磁体形成的永久磁场来提供发电机空载时电磁感应所需要的基本气隙磁场,保证发电机定子绕组感应出额定空载电压。由于永磁体的退磁曲线为直线,因而仅靠该永磁磁场难以维持单机运行的发电机负载端电压在一定范围稳定,本发明利用传统的有刷电励磁方式的特点,在转子铁芯每个磁极后极靴附近设置辅助电励磁极,电励磁极由励磁绕组和磁极铁芯组成,与转子铁芯之间采用燕尾方式铆压连接;发电机负载时维持端电压 U_N 稳定的强励磁场由定子副绕组、转子磁极后极靴附近的电励磁极上的励磁绕组、电刷和集电环及 AVR 励磁调压器所组成的辅助电励磁回路流过的励磁电流而产生, AVR 励磁调压器根据从定子主相绕组取样的电压大小改变送入转子电励磁极上的励磁绕组中的励磁电流来调节负载时的气隙磁场大小,弥补负载时的气隙永磁磁场的不足并维持发电机端电压 U_N 在一定范围稳定。这样的技术处理既充分利用了稀土永磁体所具备高磁能积的特点,又克服了全永磁式发电机不能通过调节励磁而稳定电压的缺点,使发电机励磁功率大大减少,有效提高发电机的能量转换效率,降低发电机的发热损耗和温升,同时还可以适当减小发电机的体积,减少材料消耗及单机成本,提高电机转子可靠性和寿命。该新型复合励磁无刷单相发电机可与汽油机或柴油机配套组成内燃机动力发电机组,作为便携电源或备用应急单、三相电源使用,比传统的全电励磁机组整机可靠性高、电能效率高、燃油消耗节省、 CO_2 排放降低。

[0005] 为达到上述目的,以下结合图 1、图 2、图 3 和图 4 所示实施案例来阐明本发明涉及的发电机技术方案和特点:

[0006] 第一,发电所需磁场由两部分组成:一、转子铁芯上分布的多片同极性稀土永磁体组成一个磁极提供发电机所需的每磁极下空载气隙磁场,保证发电机定子主绕组感应出额定空载电压;二、发电机负载时维持端电压 U_N 稳定的强励磁场由定子副绕组、转子磁极后极靴附近的电励磁极上的励磁绕组、电刷和集电环及 AVR 励磁调压器所组成的辅助电励磁回路流过的励磁电流而产生。

[0007] 第二,转子铁芯每个磁极极靴部位并排安装有多片同极性稀土永磁体,永磁体采用平板矩形结构并内嵌于每个磁极极靴部位的矩形槽中,每个磁极下同极性磁体排列数量与尺寸根据发电机空载电压所需的空载气隙磁场大小、气隙极弧系数和稀土永磁体的制造工艺决定,其磁路结构为“同极性磁体并联、异极性磁体串联”的复合磁路结构。图 1 为四片同极性永磁体组成一个磁极的永磁有刷交流发电机结构示意图案例,图 2 为三片同极性永磁体组成一个磁极的永磁有刷交流发电机结构示意图案例。

[0008] 第三,在转子铁芯顺旋转方向的每个磁极后极靴附近设置辅助电励磁极,电励磁极由励磁绕组和磁极铁芯组成,与转子铁芯之间采用燕尾方式铆压连接,励磁绕组头尾线按磁场和电流方向连接于紧固于驱动转轴上的集电环正负极上;每磁极的同极性磁体之间设置有阻尼孔以安装能改善电压波形的阻尼铜条。

[0009] 第四,转子铁芯靠近驱动转轴附近设置有起隔离汽油机动力轴传递来的热量作用的空气隔热槽,同时在磁极之间的过渡部位设置有起刮风散热作用的散热筋,在每磁极下靠近稀土磁体附近设置有冷却散热孔。

[0010] 第五,定子结构特征是定子主相绕组设有取样电压抽头,取样电压信号送入 AVR 励磁调压器作为比较信号;在定子铁芯的嵌线槽中设置有独立的副绕组用于向转子辅助电

励磁绕组提供励磁电流。

[0011] 采用上述技术方案所达到的技术经济效果：

[0012] 一、产品技术性能优势和效果

[0013] 本技术发明适用于 1 ~ 20kW、2 ~ 4 极结构、内燃机动力拖动的交流同步发电机组。

[0014] 该技术发明的产品由于电励磁回路为辅助励磁，所以转子绕组的电阻发热损耗得以有效降低，从而使此类发电机能量输出效率比全电励磁机组平均可以提高 5 ~ 8% 以上，其转子绕组温升也可以显著下降。用此类型发电机所组成的内燃机组，可降低燃油消耗 5 ~ 8% 以上，从而减少单位 kW 数的 CO₂ 排放量。

[0015] 由于转子采用稀土永磁 +AVR 有刷辅助电励磁方式，AVR 励磁调压器使用的功率模块等电子元件容量大大减小，使发电机电气控制系统可靠性提高、寿命延长、成本降低。

[0016] 二、产品的经济成本优势和效果

[0017] 本技术发明可使发电机转子制造工艺简化，有色金属材料节省，机组整机成本下降，其综合成本比同容量的全电励磁有刷机组相比平均可节约 10%，因而其经济性十分显著。

附图说明

[0018] 图 1 是四片磁体组成一极的“复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机”的结构原理示意图。

[0019] 图 2 是三片磁体组成一极的“复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机”的结构原理示意图。

[0020] 图 3 是“复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机”定转子装配结构立体示意图。

[0021] 图 4 是“复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机”转子装配结构立体示意图。

[0022] 以上图中：1. 定子铁芯，2. 定子主相绕组，3. 稀土永磁体，4. 阻尼孔，5. 冷却散热孔，6. 转子铁芯，7. 散热筋，8. 驱动转轴，9. 电励磁绕组，10. 磁极铁芯，11. 电刷与集电环，12. 空气隔热槽，13. 定子副绕组，14. AVR 励磁调压器，15. 滚动轴承，16. 风扇。

[0023] 图 5 是现有技术的传统有刷全电励磁类型交流同步发电机结构原理示意图。

[0024] 图中：1. 定子铁芯，2. 定子主相绕组，6. 转子铁芯，8. 驱动转轴，9. 电励磁绕组，11. 电刷与集电环，13. 定子副绕组，14. AVR 励磁调压器。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图及具体实施方式对本发明做进一步的说明：

[0026] 在图 1 和图 2 所示实施例中，本发明所述的一种新型复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机定子铁芯 1 及定子主相绕组 2 与传统的有刷和无刷电励磁单相同步发电机基本相同，仅定子主绕组参数随永磁材料性能而有所变化，定子副绕组 13 比传统发电机的副绕组用铜量节省、AVR 励磁调压器 14 容量也大大降低，定子结构和工艺更简单，因而完全可沿用现有的各系列状态定子冲片，便于系列化、标准化生产。

[0027] 本发明所述的复合励磁方式的永磁有刷交流同步发电机与传统的有刷电励磁发电机所不同的在于转子结构：

[0028] 首先,转子铁芯 6 每个磁极极靴部位并排安装了多片同极性稀土永磁体 3 构成一个磁极,永磁体采用平板矩形结构并内嵌于极靴部位的矩形槽中,每个磁极下同极性磁体排列数量与尺寸根据发电机空载电压所需的空载气隙磁场大小、气隙极弧系数和稀土永磁体的制造工艺决定,其磁路结构为“同极性磁体并联、异性磁体串联”的复合磁路结构。图 1 给出了四片同极性永磁体组成一个磁极的 2 极发电机结构案例示意图,图 2 给出了三片同极性永磁体组成一个磁极的 2 极发电机结构案例示意图,图 3 给出了常规汽油发电机组使用的本类型发电机的定转子装配结构立体示意图。以上描述的磁体排列方式和复合磁路结构并不仅仅局限于 2 极发电机,还完全可以推广延伸至 4 极单相同步发电机。此种永磁磁路结构的发电机转子装配工艺简单,磁钢适合批量生产,材料利用率较高。

[0029] 第二,参见图 4 所示的本发明涉及的永磁转子装配结构立体示意图,转子铁芯 6 采用 0.5mm 厚硅钢板冲制成铁芯冲片结构并与驱动转轴 8 叠压成整体,铁芯叠压长度随发电机功率而变化,永磁体 3 的长度与铁芯长度相同,每磁极的同极性磁体之间设置有阻尼孔 4 以安装能改善电压波形的阻尼铜条,驱动转轴 8 上前后端分别安装有散热用的风扇 16、集电环 11 和滚动轴承 15。

[0030] 第三,参见图 4 所示的本发明涉及的永磁转子装配结构立体示意图,在转子铁芯 6 顺旋转方向的每极后极靴附近设置辅助电励磁极,电励磁极由励磁绕组 9 和磁极铁芯 10 组成,与转子铁芯 6 之间采用燕尾方式铆压连接,磁极铁芯 10 采用 0.5mm 厚硅钢板冲制成铁芯冲片结构并铆焊成整体;该励磁绕组与普通的线圈绕制、接线、浸漆等绝缘处理工艺完全一样。见图 1 和图示例,励磁绕组头尾线按磁场和电流方向连接于集电环 11 的正负极上,该辅助电励磁回路通过电刷与定子副绕组 13 和 AVR 励磁调压器 14 构成的外电路联结,在负载时起到辅助励磁作用。

[0031] 第四,参见图 4 所示的本发明涉及的永磁转子装配结构立体示意图,转子铁芯 6 靠近驱动转轴 8 附近设置有空气隔热槽 12 以隔离来自汽油机动力轴传递的热量,同时在磁极之间的过渡部位设置有散热筋 7 并起到刮风散热的作用,在每磁极下靠近稀土磁体附近设置有冷却散热孔 5,装配后可保证发电机负载时转子永磁体工作温度控制在允许范围以内。

[0032] 第五,见图 1 和图示例,定子主相绕组 2 设有取样电压抽头,取样电压信号送入 AVR 励磁调压器 14 作为比较信号;在定子铁芯 1 的嵌线槽中设置有独立的副绕组 13 用于向转子辅助电励磁绕组 9 提供励磁电流。

[0033] 以上所述的仅是本技术发明的优选实施方式,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本技术发明原理的前提下,还可以作出若干结构变形和改进,这些也应该视为本技术发明的保护范围,这些都不会影响本技术发明实施的效果和实用性。

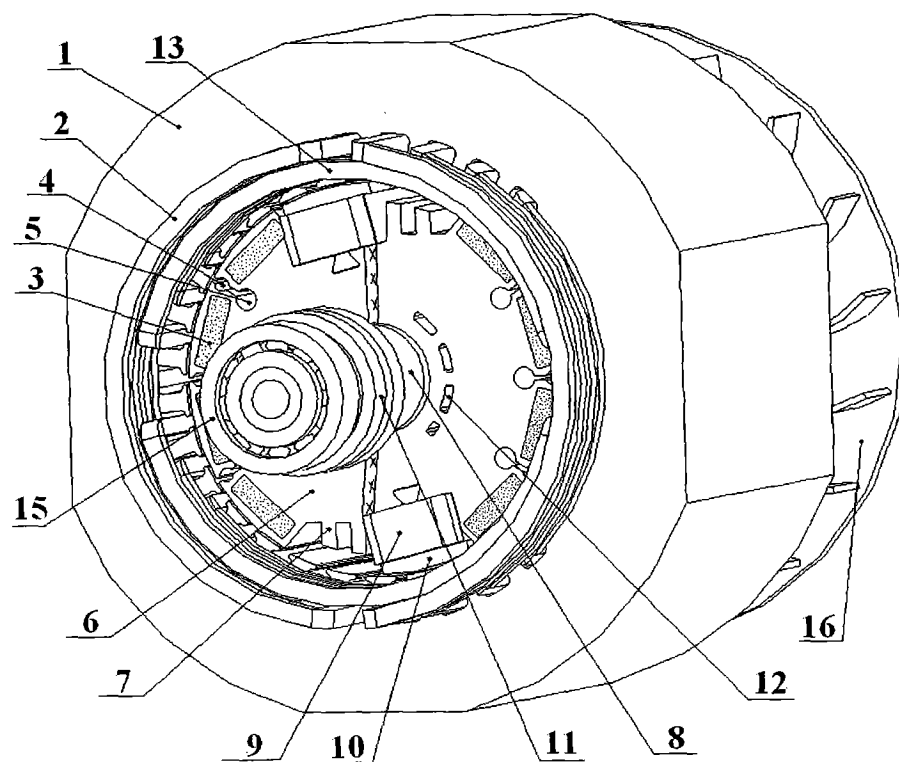


图 3

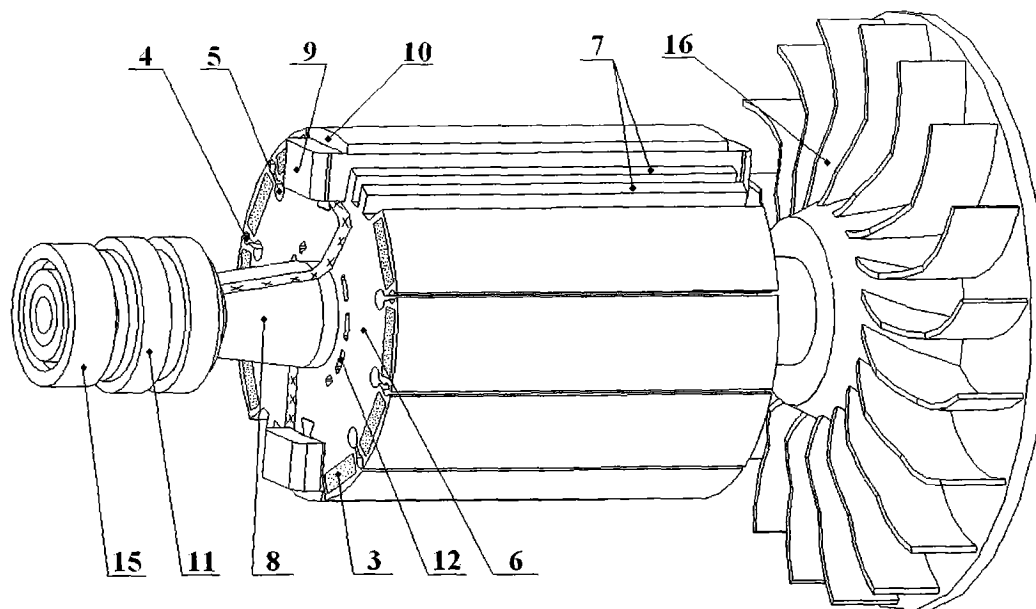


图 4

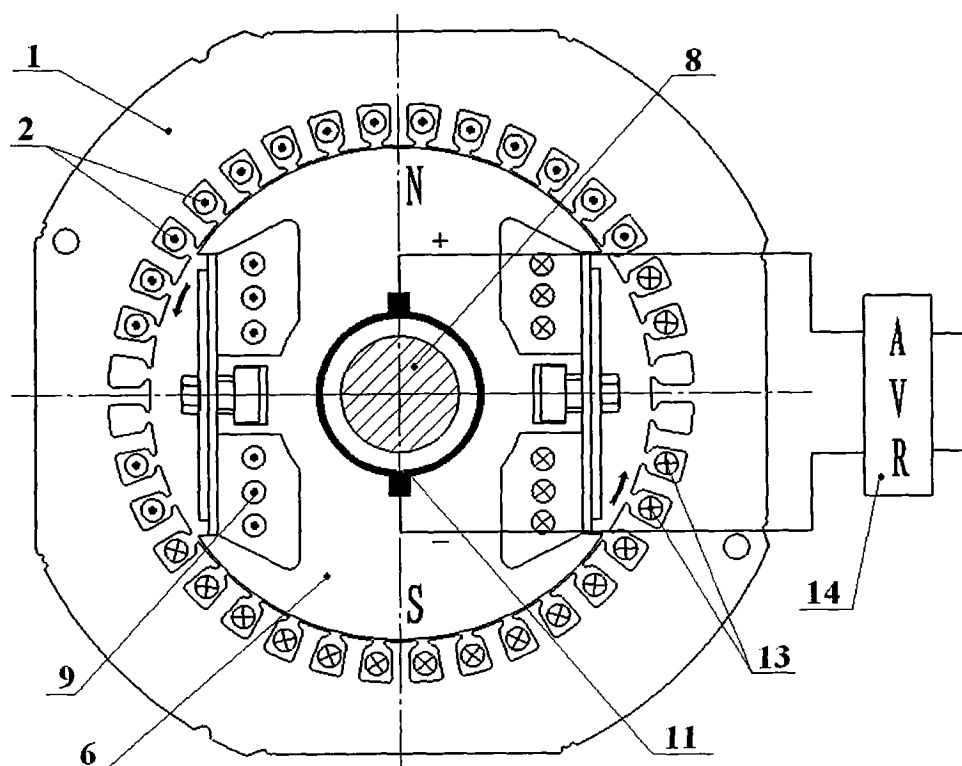


图 5