



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107508440 A

(43)申请公布日 2017.12.22

(21)申请号 201710916406.8

(22)申请日 2017.09.30

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 叶才勇 杨江涛

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 张彩锦 曹葆青

(51) Int. Cl.

H02K 17/02(2006.01)

H02K 1/24(2006.01)

H02K 5/16(2006.01)

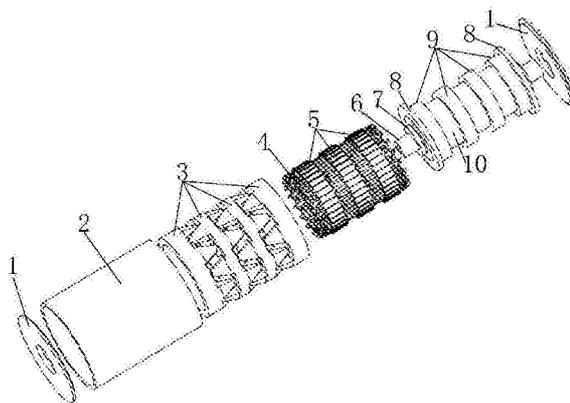
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机

(57)摘要

本发明属于交流电机领域,并公开了一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机。该电机包括转子铁芯、定子铁芯、电枢绕组、励磁绕组、定子磁轭和电机轴,电机轴是电机的中心轴,贯穿所述定子磁轭,该定子磁轭的外表面沿轴向方向设置有多组励磁绕组,相邻的该励磁绕组之间设置有定子铁芯,定子铁芯在轴向上放置有电枢绕组且设置在励磁绕组外部,其将励磁绕组包裹在其中,转子铁芯设置在定子铁芯的外部,包括多段相对设置的环形模块,相邻的环形模块相对设置的两个侧面在圆周方向上均设置有多组凸起的爪极,不同侧面上的爪极交错排列,极性相反。通过本发明,提高定子电励磁感应子电机的磁场利用率,降低电机的自放电损耗,提高电机的储能密度和功率密度。



1. 一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 该电机包括转子铁芯 (3)、定子铁芯 (5)、电枢绕组 (4)、励磁绕组 (9)、定子磁轭 (10) 和电机轴 (6), 其特征在于,

所述电机轴 (6) 是电机的中心轴, 该电机轴贯穿所述定子磁轭 (10), 该定子磁轭的外表面沿轴向方向设置有多组并行排列的所述励磁绕组 (9), 相邻的该励磁绕组之间设置有所述定子铁芯 (5), 该定子铁芯在轴向上设置有电枢绕组 (4), 该电枢绕组设置在所述励磁绕组 (9) 的外部, 将所述励磁绕组包覆在其中, 所述转子铁芯 (3) 设置在所述定子铁芯 (5) 的外部, 该转子铁芯 (3) 的外部还设置有转子套筒 (2), 且该转子套筒随所述转子铁芯一起转动,

其中, 所述转子铁芯 (3) 包括多段相对设置的环形模块, 相邻的环形模块相对设置的两个侧面在圆周方向上均设置有多组凸起的爪极, 且不同所述侧面上的爪极交错排列, 磁极极性相反。

2. 如权利要求1所述的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 其特征在于, 所述转子套筒 (2) 的两端设置有转子端盖 (1), 所述转子套筒和转子端盖将所述转子封装在其中。

3. 如权利要求2所述的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 其特征在于, 所述转子端盖与所述电机轴之间设置有轴承 (7), 所述电机轴 (6) 和所述定子磁轭 (10) 之间设置有电机轴支架 (11), 该电机轴支架采用非导磁材料, 所述定子磁轭的两端设置有定子端板 (8), 作为励磁绕组形成的励磁磁路的一部分。

4. 如权利要求1-3任一项所述的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 其特征在于, 所述励磁绕组 (9) 的数量为 $M+1$, M 为大于或者等于1的正整数, 所述定子铁芯的数量为 M 。

5. 如权利要求1-4任一项所述的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 其特征在于, 所述定子铁芯 (5)、定子端板 (8)、定子磁轭 (10) 和转子铁芯 (3) 均采用导磁材料。

6. 如权利要求1-5任一项所述的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 其特征在于, 所述转子端盖 (1) 和转子套筒 (2) 采用非导磁材料。

7. 如权利要求1-6任一项所述的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机, 其特征在于, 所述爪极的截面优选采用梯形。

一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机

技术领域

[0001] 本发明属于交流电机领域,更具体地,涉及一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机。

背景技术

[0002] 能量存储是能源系统中的关键性技术,是实现能量高效利用的重要途径。在目前的能量存储技术中,飞轮储能技术以其原理简单、易于控制等优点而备受关注。在飞轮储能系统中,电能和机械能的转换是以电机及相关的电力电子器件为核心来实现的,其中电机的性能对整个飞轮储能系统的性能具有较大的影响。

[0003] 飞轮储能系统用电机大多采用了内转子的永磁同步电机,其具有效率高、功率密度高等优点。由于其高速旋转,永磁体需承受较大离心力,必须采取紧固措施防止永磁体脱落损毁电机,然而永磁体紧固装置会使高速永磁电机性能和可靠性大幅降低。同时,在高速空载运行时,由于永磁磁场导致的自放电损耗会降低整个系统的效率。为了解决自放电损耗问题,在一些飞轮储能场合中,采用了电励磁形式的同极性式感应子电机,其结构简单,可靠性高,储能密度高。在高速空载运行时,切断励磁电流供电,可大幅度的降低自放电损耗,但是由于其气隙磁场为单极性,其功率密度较低。

发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机,通过电励磁绕组和转子爪极结构的设计,以及采用多单元电机形式,由此解决飞轮储能系统用电机的空载运行自放电损耗高、功率密度低的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机,该电机包括转子铁芯、定子铁芯、电枢绕组、励磁绕组、定子磁轭和电机轴,其特征在于,

[0006] 所述电机轴是电机的中心轴,该电机轴贯穿所述定子磁轭,该定子磁轭的外表面沿轴向方向设置有多个并行排列的所述励磁绕组,相邻的该励磁绕组之间设置有所述定子铁芯,该定子铁芯在轴向上设置有电枢绕组,该电枢绕组设置在所述励磁绕组的外部,将所述励磁绕组包覆在其中,所述转子铁芯设置在所述定子铁芯的外部,该转子铁芯的外部还设置有转子套筒,且该转子套筒随所述转子铁芯一起转动,

[0007] 其中,所述转子铁芯包括多段相对设置的环形模块,相邻的环形模块相对设置的两个侧面在圆周方向上均设置有多个凸起的爪极,且不同所述侧面上的爪极交错排列,磁极极性相反。

[0008] 进一步优选地,所述转子套筒的两端设置有转子端盖,所述转子套筒和转子端盖将所述转子封装在其中。

[0009] 进一步优选地,所述转子端盖与所述电机轴之间设置有轴承,所述电机轴和所述定子磁轭之间设置有电机轴支架,该电机轴支架采用非导磁材料,所述定子磁轭的两端设

置有定子端板,作为励磁绕组形成的励磁磁路的一部分。

[0010] 进一步优选地,所述励磁绕组的数量为 $M+1$, M 为大于或者等于1的正整数,所述定子铁芯的数量为 M 。

[0011] 进一步优选地,所述定子铁芯、定子端板、定子磁轭和转子铁芯均采用导磁材料。

[0012] 进一步优选地,所述转子端盖和转子套筒采用非导磁材料。

[0013] 进一步优选地,所述爪极的截面优选采用梯形。

[0014] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0015] 1、本发明通过采用转子端盖,转子套筒、定子端板、电机轴支架等构件,并通过采用稳固的转子铁芯结构,无永磁体的设计及电枢绕组和励磁绕组的设置,使得电机整体结构紧凑、功能集中,强度高,使用于电机高速运转的场合;

[0016] 2、本发明采用了励磁绕组的设置,与传统的电机相比,在空载运行时切断励磁电源,由此励磁绕组不产生磁场,因此降低转子铁芯损耗,从而大幅度降低自放电损耗,此外,采用励磁绕组结构形式,气隙磁场可方便调节灵活;

[0017] 3、本发明通过采用多段环形模块的爪极结构的设计,多段爪极结构配合的形式,相对交错设置的爪极上的磁极极性相反,使得励磁绕组形成的气隙磁场为双极性,有效地提高了电机的转矩密度和功率密度。

附图说明

[0018] 图1是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机的三维结构示意图;

[0019] 图2是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机的剖视图;

[0020] 图3是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机中形成的励磁回路的示意图;

[0021] 图4是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机的转子铁芯结构示意图。

[0022] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中:

[0023] 1-转子端盖,2-转子套筒,3-转子铁芯,4-电枢绕组,5-定子铁芯,6-电机轴,7-轴承,8-定子端板,9-励磁绕组,10-定子磁轭,11-电机轴支架,12-励磁磁路。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0025] 本发明提供了一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机,根据本发明的实施例,通过电励磁绕组和转子爪极结构的设计,以及采用多单元电机形式,由此解决飞轮储能系统用电机空载运行自放电损耗高、功率密度低的技术问题。

[0026] 图1是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机的三维结构示意图,图2是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机的剖视图,如图1和图2所示,一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机,包括同轴安装的转子端盖1、转子套筒2、转子铁芯3、电枢绕组4、定子铁芯5、电机轴6、轴承7、定子端板8、励磁绕组9、定子磁轭10和电机轴支架11;其中:

[0027] 电机轴6与电机的轴中心线重合设置,电机轴6穿过两个环形电机轴支架11,且两端放置在电机轴支架11上;定子磁轭10为圆筒形,环形套设在电机轴支架11上,作为电机主磁路的一部分; M ($M \geq 1$,且为整数)段定子铁芯5和 $M+1$ 套环形集中励磁绕组9套同轴设置在定子磁轭10上,并且环形集中励磁绕组9和定子铁芯5依次按轴向交替放置,集中励磁绕组9用于产生励磁磁场,图3是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机中形成的励磁回路的示意图,,其形成的励磁磁路12如图3所示;电枢绕组4包围着环形集中励磁绕组9,且嵌放在 M 段定子铁芯5上;两个环形定子端板8套设在定子磁轭10的两端;定子铁芯5和转子铁芯3之间、转子铁芯3和定子端板8之间有气隙间隔。

[0028] 转子铁芯3为环形爪极结构,包括 $M+1$ 段,依次沿电机轴向放置;轴向两端的两段爪极结构相同,在圆周方向上,这两段爪极结构在靠近定子铁心5一侧分别均匀分布着 N ($N \geq 1$,且为整数)个爪极;其余 $M-1$ 段爪极结构相同,且在该 $M-1$ 段爪极结构的两侧分别沿圆周方向均匀分布 N 个爪极; $M+1$ 段转子铁芯3上的爪极结构形状、尺寸完全相同,构成电机的磁极;在轴向方向上,相邻的爪极结构上的爪极交错设置,形成异极性磁极,且相邻的爪极结构之间在轴向和圆周方向上具有相同长度的气隙间隔,图4是按照本发明的优选实施例所构建的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机的转子铁芯结构示意图,如图4所示;转子铁芯3的 $M+1$ 段爪极结构固定在外转子套筒2的内壁上;转子端盖1与外转子套筒2紧密连接,且通过轴承7设置在电机轴6上;转子铁芯3、转子端盖1和外转子套筒2共同旋转。

[0029] 电机6和定子磁轭10之间可以设置有电机轴支架11,也可以是电机轴6穿过定子磁轭10直接接触放置在定子磁轭10上,省去电机轴支架11。

[0030] 示例性地,定子铁芯5采用硅钢片冲制或者SMC材料压制而成。

[0031] 示例性地,定子磁轭10和爪极结构3采用合金钢等导磁材料制成。

[0032] 示例性地,转子端盖1、转子套筒2和电机轴支架11采用铝合金或钛合金等非导磁材料制成。

[0033] 示例性地,转子铁芯凸起的爪极的截面为梯形,也可为其他形状,具体形状可以根据需要设定,本发明不对此进行限制,但根据本发明的实验效果来看,梯形效果更佳。

[0034] 下面按照本发明的一个具体实施例即3相12极的轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机进一步说明本发明。

[0035] 电机轴6与电机的轴中心线重合设置;电机轴6穿过两个结构完全相同的环形电机轴支架11,且两端放置在电机轴支架11上;定子磁轭10为圆筒形,环形套设在电机轴支架11上,作为电机主磁路的一部分;3段结构、尺寸相同的定子铁芯5和4套结构、尺寸相同的环形集中励磁绕组9套同轴设置在定子磁轭10上,并且环形集中励磁绕组9和定子铁芯5依次按轴向交替放置,集中励磁绕组9用于产生励磁磁场,其形成的励磁磁路12如图3所示;电枢绕组4包围着环形集中励磁绕组9,且嵌放在3段定子铁芯5上;两个结构、尺寸完全相同的环形定子端板8套设在定子磁轭10的两端;定子铁芯5、定子端板8与转子铁芯3之间有相同的径

向气隙长度。

[0036] 转子铁芯3为环形爪极结构,包括4段,依次沿电机轴向放置;轴向两端的两段爪极结构相同,在圆周方向上,这两段爪极结构在靠近定子铁心5一侧分别均匀分布着6个爪极;其余2段爪极结构相同,且在该2段爪极结构的两侧分别沿圆周方向均匀分布6个爪极;转子铁芯3的4段爪极结构上的爪极形状、尺寸完全相同,构成电机的磁极;在轴向方向上,相邻的转子铁芯3上的爪极交错设置,形成异极性磁极,且转子铁芯3的相邻爪极结构之间在轴向和圆周方向上具有相同长度的气隙间隔,如图4所示;转子铁芯3的4段爪极结构固定在外转子套筒2的内壁上;转子端盖1与外转子套筒2紧密连接,且通过轴承7设置在在电机轴6上;转子铁芯3、转子端盖1和外转子套筒2共同旋转。

[0037] 本电机的运行原理如下:

[0038] 根据磁阻最小闭合原理,在环形集中励磁绕组5中通入直流励磁电流,形成的励磁磁路经过定子铁芯5或定子端板8、气隙、转子铁芯3进行闭合,如图3所示,相邻的爪极结构上的爪极之间互为异性,如图4所示。在一个轴向平面的气隙中形成6对极的气隙磁场,作为发电机使用时,转子铁芯3被原动机拖动旋转,3相电枢绕组中较链的磁链发生变化,感应出电势,从而实现电机的发电运行,同时,通过调节环形集中励磁绕组5中的励磁电流的大小与方向,调节气隙磁场,从而实现发电机电势的调节,作为电动机使用时,在电枢绕组中通入三相对称电流,驱动爪极电机运行,通过调节环形集中励磁绕组5中励磁电流的大小和方向,能平滑的调节气隙磁场,从而方便实现电机的弱磁控制。

[0039] 本发明提出的一种轴向多单元定子电励磁双极性感应子电机,转子铁芯采用实心钢锻造而成,无永磁体及绕组等附属元件,结构简单,强度高,可高速运行;同时,采用了多段爪极结构配合的形式,励磁绕组形成的气隙磁场为双极性,有效地提高了电机的转矩密度和功率密度;最后,本发明采用了电励磁结构形式,气隙磁场可方便调节灵活。在飞轮储能系统中,当电机高速空载运行时,可切断励磁电流,大幅度降低由于铁芯损耗导致的自放电损耗,提高整个系统的效率。该电机适合应用于飞轮储能等高速运行场合。

[0040] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

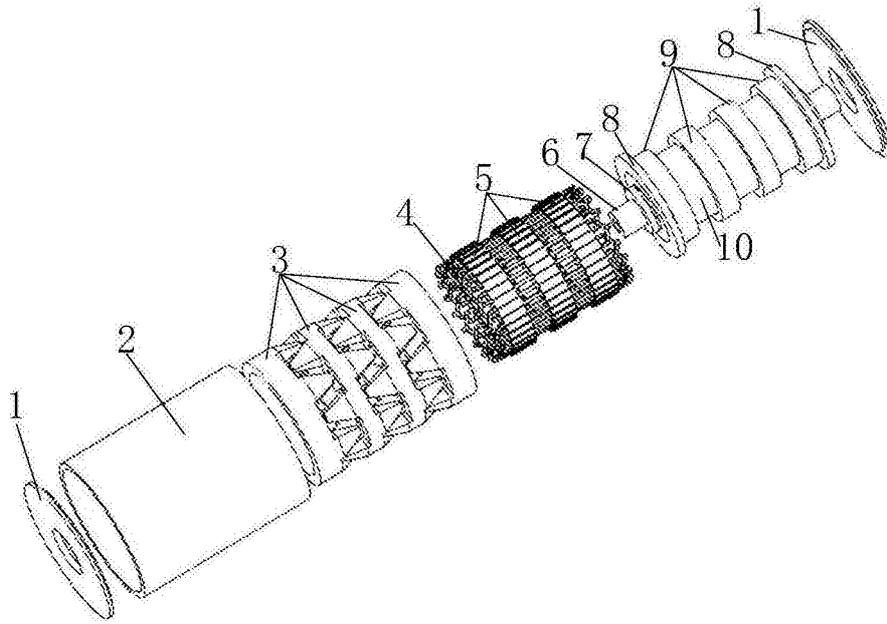


图1

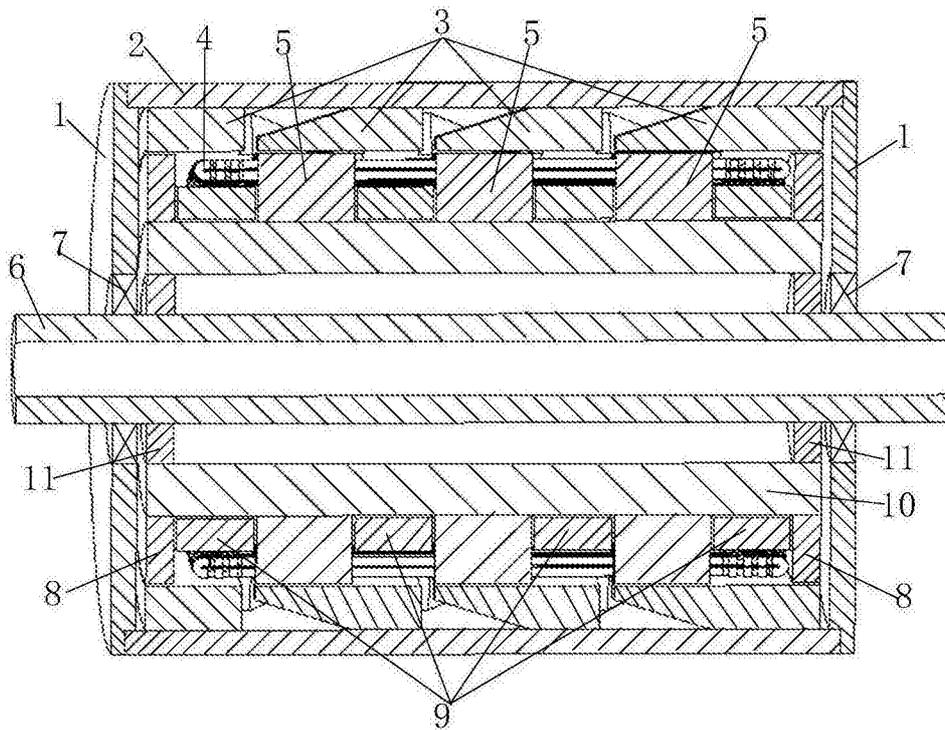


图2

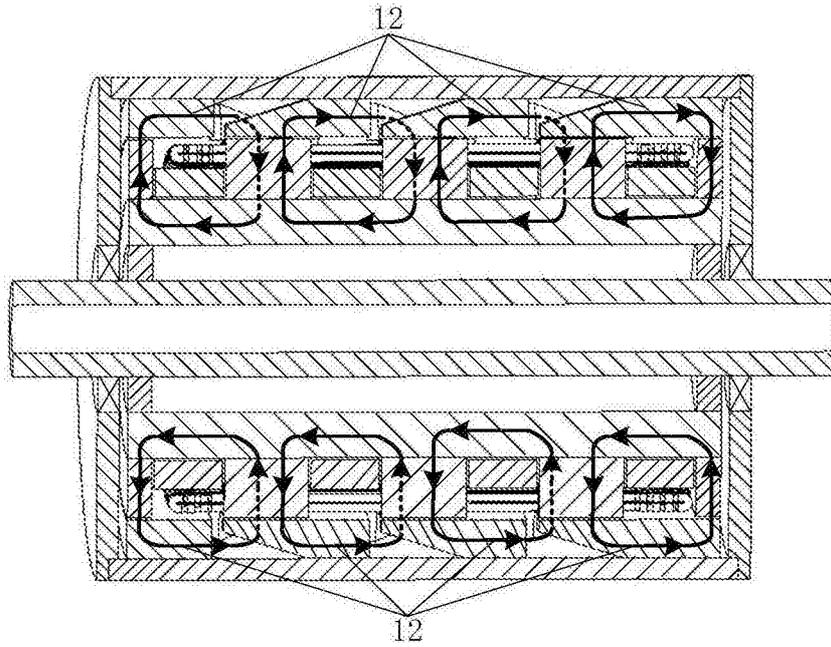


图3

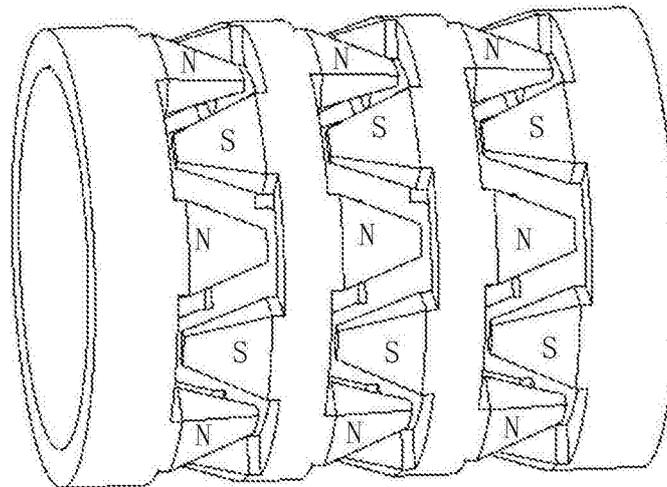


图4