



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102832771 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201210274466. 1

(22) 申请日 2012. 08. 03

(73) 专利权人 东南大学

地址 224007 江苏省盐城市经济技术开发区  
东环路 69 号

(72) 发明人 花为 张淦 程明

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所  
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

H02K 16/02(2006. 01)

H02K 1/24(2006. 01)

H02K 1/14(2006. 01)

审查员 谢检生

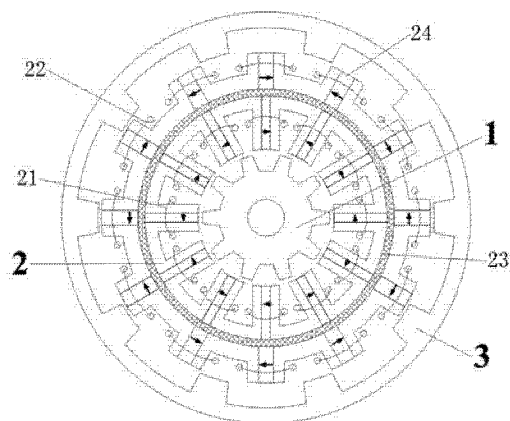
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种复合式磁通切换电机

(57) 摘要

本发明公开了一种复合式磁通切换永磁电机,包括内转子、环绕内转子的定子、环绕定子的外转子,两个转子与定子之间均设置有气隙;内转子和外转子朝向定子的一侧均设置有无绕组的凸极,定子的内外两侧均设置有凸极,定子内外两侧的凸极上分别套有内侧绕组和外侧绕组,定子的轭部嵌有隔磁环,定子内外两侧的凸极齿中均设置有励磁装置,励磁装置的充磁方向为沿定子圆周切向,且在定子的同一侧,两相邻凸极齿中励磁装置的充磁方向相反。本发明在原有磁通切换电机的空间内集成了两套电机系统,内外电机相互独立,可以分别控制,工作于不同状态以满足负载的要求,提供了两条功率路径,大大提高了系统的可靠性和灵活性。



1. 一种复合式磁通切换电机,其特征在于,该电机包括内转子(1)、环绕所述内转子(1)的定子(2)、环绕所述定子(2)的外转子(3),所述的两个转子与定子(2)之间均设置有气隙;

内转子(1)和外转子(3)朝向定子(2)的一侧均设置有无绕组的凸极齿,定子(2)的内外两侧均设置有凸极齿,定子(2)内外两侧分别设置有套在凸极齿上的内侧绕组(21)和外侧绕组(22),定子(2)的轭部嵌有隔磁环(23),定子(2)内外两侧的凸极齿中均设置有励磁装置(24),所述励磁装置(24)的充磁方向为沿定子(2)圆周切向,且在定子(2)的同一侧的两相邻凸极齿中励磁装置(24)的充磁方向相反;定子(2)的内侧凸极齿数和外侧凸极齿数相同;位于隔磁环(23)两侧的相邻的励磁装置(24)径向对齐,并且充磁方向切向一致;电机具备电动-电动、发电-发电、电动-发电、发电-电动工作模式。

2. 根据权利要求1所述的复合式磁通切换电机,所述的励磁装置(24)为永磁体、电励磁装置或混合励磁装置。

3. 根据权利要求1所述的复合式磁通切换电机,其特征在于,所述内侧绕组(21)和外侧绕组(22)均为多相集中式电枢绕组。

4. 根据权利要求3所述的复合式磁通切换电机,其特征在于,所述定子(2)外侧的凸极齿数为 $P_{s_o}$ ,外侧绕组(22)由对称分布的 $P_{s_o}$ 个套在定子(2)外侧凸极齿上的线圈构成,外侧绕组(22)为 $m$ 相集中绕组,满足 $P_{s_o} = 2k_o m$ ,其中 $k_o$ 为正整数,外侧绕组(22)的每相线圈数为 $P_{s_o}/m$ ,外转子(3)的凸极齿数为 $P_{r_o}$ ,满足 $P_{r_o} = P_{s_o} \pm 2$ ;

所述定子(2)内侧的凸极齿数为 $P_{s_i}$ , $P_{s_o} = P_{s_i}$ ,内侧绕组(21)由对称分布的 $P_{s_i}$ 个套在定子(2)内侧凸极齿上的线圈构成,内侧绕组(21)为 $n$ 相集中绕组,满足 $P_{s_i} = 2k_i n$ ,其中 $k_i$ 为正整数,内侧绕组(21)的每相线圈数为 $P_{s_i}/n$ ,内转子(1)的凸极齿数为 $P_{r_i}$ ,满足 $P_{r_i} = P_{s_i} \pm 2$ 。

## 一种复合式磁通切换电机

### 技术领域

[0001] 本发明属于电机制造及其应用的领域,涉及一种复合式磁通切换电机,适合于任意相数、任意定转子齿槽数配合、任意励磁方式的磁通切换电机。

### 背景技术

[0002] 随着能源危机的不断加剧,采用永磁励磁取代电励磁以节省能源消耗已成为全世界的共识。同时,由于我国是世界上稀土资源最丰富的国家,开放研究和推广应用新型结构的稀土永磁电机,可以显著提高电机的效率和功率密度,具有重要的理论意义和使用价值。尤其是近年来出现的定子永磁型电机,由于永磁体和电枢绕组均位于定子上,使得该类型电机的转子上既无绕组也无电刷,导致电机结构非常坚固、紧凑,鲁棒性高,十分适合于高速运行。磁通切换永磁电机作为定子永磁型电机的主要代表,具有感应电势正弦度高、效率高、功率密度高、结构坚固可靠、转矩出力大的优点,非常适合于低速大扭转、高速宽调速运行的应用场合。因此,磁通切换永磁电机具备十分广泛的应用潜力,在工业调速系统、家用电器、电气传动等方面已展现出较强的竞争力,特别是在电动汽车领域,它所具备的高功率密度、容错性能强等优势,更成为目前国内外的研究热点。

[0003] 然而,目前所提出的磁通切换永磁电机主要都是一个定子、一个转子的结构,其中应用最多是内转子结构,该类结构在某些场合并不能产生足够的功率密度和调控灵活性。

### 发明内容

[0004] 技术问题:本发明提供了一种具备更高功率密度和调控灵活性的复合式磁通切换电机。

[0005] 技术方案:本发明的复合式磁通切换电机,包括内转子、环绕内转子的定子、环绕定子的外转子,两个转子与定子之间均设置有气隙;内转子和外转子朝向定子的一侧均设置有无绕组的凸极,定子的内外两侧均设置有凸极,定子内外两侧的凸极上分别套有内侧绕组和外侧绕组,定子的轭部嵌有隔磁环,定子内外两侧的凸极齿中均设置有励磁装置,励磁装置的充磁方向为沿定子圆周切向,且在定子的同一侧,两相邻凸极齿中励磁装置的充磁方向相反。

[0006] 本发明中,励磁装置为永磁体、电励磁装置或混合励磁装置。

[0007] 本发明中,内侧绕组和外侧绕组均为多相集中式电枢绕组。

[0008] 本发明中,定子外侧的凸极齿数为 $P_{so}$ ,外侧绕组由对称分布的 $P_{so}$ 个套在定子外侧凸极齿上的线圈构成,外侧绕组为 $m$ 相集中绕组,满足 $P_{so} = 2k_0m$ ,其中 $k_0$ 为正整数,外侧绕组的每相线圈数为 $P_{so}/m$ ,外转子的凸极齿数为 $P_{ro}$ ,满足 $P_{ro} = P_{so} \pm 2$ ;定子内侧的凸极齿数为 $P_{si}$ , $P_{so} = P_{si}$ ,内侧绕组由对称分布的 $P_{si}$ 个套在定子内侧凸极齿上的线圈构成,内侧绕组为 $n$ 相集中绕组,满足 $P_{si} = 2k_1n$ ,其中 $k_1$ 为正整数,内侧绕组的每相线圈数为 $P_{si}/n$ ,内转子的凸极齿数为 $P_{ri}$ ,满足 $P_{ri} = P_{si} \pm 2$ 。

[0009] 本发明的复合式磁通切换电机,内转子和定子的内侧组成内电机,由外转子和定

子的外侧组成外电机,内外两个电机完全独立,无电磁耦合,有两条功率流动通道。内电机与外电机的磁路可以通过隔磁环隔离。因此,可以将该新型复合式磁通切换电机看作为两台互不影响、独立运行的电机,仅仅依靠定子部分实现机械上的集成,但无磁路与电路的耦合。内电机和外电机均可采用其他的定子永磁型电机结构,如内电机和外电机之一或者两者都可以采用磁通反向电机、双凸极永磁电机等。

[0010] 需要指出的是本发明提出的新型复合式磁通切换电机的内电机和外电机定转子齿槽配合、相数、励磁方式等均可以依据系统性能要求灵活调整。

[0011] 有益效果:本发明提出了一种新型的复合式磁通切换电机,通过将两台磁通切换电机巧妙组合,形成了一台具备多种工作模式的复合式磁通切换电机,进一步拓展了磁通切换电机的应用范围。本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0012] 1. 电机的内外两个旋转部分均不需绕组,从而省去了电刷和滑环,大大提高了电机的可靠性,降低了维护成本,尤其避免了常见双转子电机中绕线式内转子温升严重的问题,可工作于较恶劣的环境。

[0013] 2. 电机的内转子上既没有绕组,也没有电刷和滑环,转动惯量小,调速响应快,宜于高速运行。

[0014] 3. 电枢绕组为集中式线圈,绕制难度低,端部较短,有效的减少了铜耗,并且利于电机的效率。

[0015] 4. 电机具有内外两套多相定子电枢绕组,且两者之间的互感可以忽略(电路、磁路完全隔离),实现了内电机和外电机的完全解耦,可以独立灵活控制,有多种工作模式。

[0016] 5. 内外两个电机系统相互独立,可工作在电动-电动、发电-发电、电动-发电、发电-电动等多种工作模式,在故障情况下,内电机与外电机可以互为冗余,极大程度提高了系统可靠性,并可以保证电机在故障状态下依然能高性能输出转矩与功率。

[0017] 6. 极大程度提高了电机的空间利用率,使得电机系统效率和功率密度相比普通电机更高,结构更紧凑。

[0018] 7. 所提出的复合式电机结构适用于其他的定子永磁型电机,如外电机和内电机之一或两者都可以采用磁通反向电机、双凸极永磁电机等,提高了系统灵活性。

[0019] 8. 结构灵活,包含多种形式,适合于任意相数、任意定转子极数、任意励磁方式的组合。可以根据需要选择内电机和外电机的相数与定子齿槽数配合,且内外电机的参数可以独立自由选取。可以根据需要选择内电机和外电机的励磁方式,可以为纯永磁励磁、纯电励磁励磁或者混合励磁,且内外电机的励磁方式可以独立自由选取。

[0020] 9. 内外两个转子可以完成电气无级调速的功能,以取代行星齿轮和有刷电机调速装置,在混合动力汽车、风力发电系统等领域中有较大的应用前景。

#### 附图说明

[0021] 图1是一台本发明的内电机三相定子12槽/转子10极、外电机三相定子12槽/转子10极的复合式磁通切换电机的横向剖视结构示意图。

[0022] 其中有:内转子1,定子2,外转子3,内侧绕组21,外侧绕组22,隔磁环23,励磁装置24。

### 具体实施方式

[0023] 以如图 1 所示的一台内电机三相定子 12 槽 / 转子 10 极、外电机三相定子 12 槽 / 转子 10 极的复合式磁通切换电机为例,具体说明本发明的技术方案。

[0024] 本发明的电机包括内转子 1、环绕内转子 1 的定子 2、环绕定子 2 的外转子 3,两个转子与定子 2 之间均设置有气隙;内转子 1 和外转子 3 朝向定子 2 的一侧均设置有无绕组的凸极齿,定子 2 的内外两侧均设置有凸极齿,定子 2 内外两侧分别设置有套在凸极齿上的内侧绕组 21 和外侧绕组 22,定子 2 的轭部嵌有隔磁环 23,定子 2 内外两侧的凸极齿中均设置有励磁装置 24,励磁装置 24 的充磁方向为沿定子 2 圆周切向,且在定子 2 的同一侧,两相邻凸极齿中励磁装置 24 的充磁方向相反。本实施例中的励磁装置 24 采用永磁体,当然也可采用电励磁装置或混合励磁装置。

[0025] 对于定子 2 的内侧而言,沿圆周分布有 12 块“U”型导磁铁心和位于“U”型铁心之间的 12 块永磁体,定子 2 的外侧也有沿圆周分布的 12 块“U”型导磁铁心和位于“U”型之间的 12 块永磁体。对于定子 2 的任一侧,永磁体均为切向交替充磁。内转子 1 的凸极齿为 10 个,定子 2 为双凸极结构,定子 2 内侧和外侧的凸极齿均为 12 个,外转子 3 的凸极齿为 8 个。需要指出的是,这里所说的转子凸极与定子凸极朝向均指在径向上。

[0026] 定子内侧的凸极齿上套有线圈,每四组串联组成一相集中绕组,从而构成三相集中的内侧绕组 21。定子外侧的凸极齿上套有线圈,每四组串联组成一相集中绕组,从而构成三相集中的外侧绕组 22。

[0027] 此复合式磁通切换电机的内外两个电机系统之间无电磁耦合,可以按照两个普通磁通切换电机进行独立控制,可控参数大大多于普通磁通切换电机,十分灵活。

[0028] 此复合式磁通切换电机的内外电机系统都做电动运行时,可以输出两组不同功率、不同转速、不同转矩的机械能量,以应用于不同负载。

[0029] 此复合式磁通切换电机的内外电机系统都做发电运行时,可以输出两组不同功率、不同频率、不同幅值、不同电压等级的电能。

[0030] 此复合式磁通切换电机的内外电机系统可以一个做发电运行,另一个做电动运行,以满足不同的应用场合与性能需求。

[0031] 本发明所提出的新型复合式磁通切换电机在一个电机的空间内将两个普通的磁通切换电机集成起来,提供两条功率流动路径。内电机和外电机均可采用其他的定子永磁型电机结构,如内电机和外电机之一或者两者都可以采用磁通反向电机、双凸极永磁电机等。大大提高了系统的灵活性,拓展了应用范围。

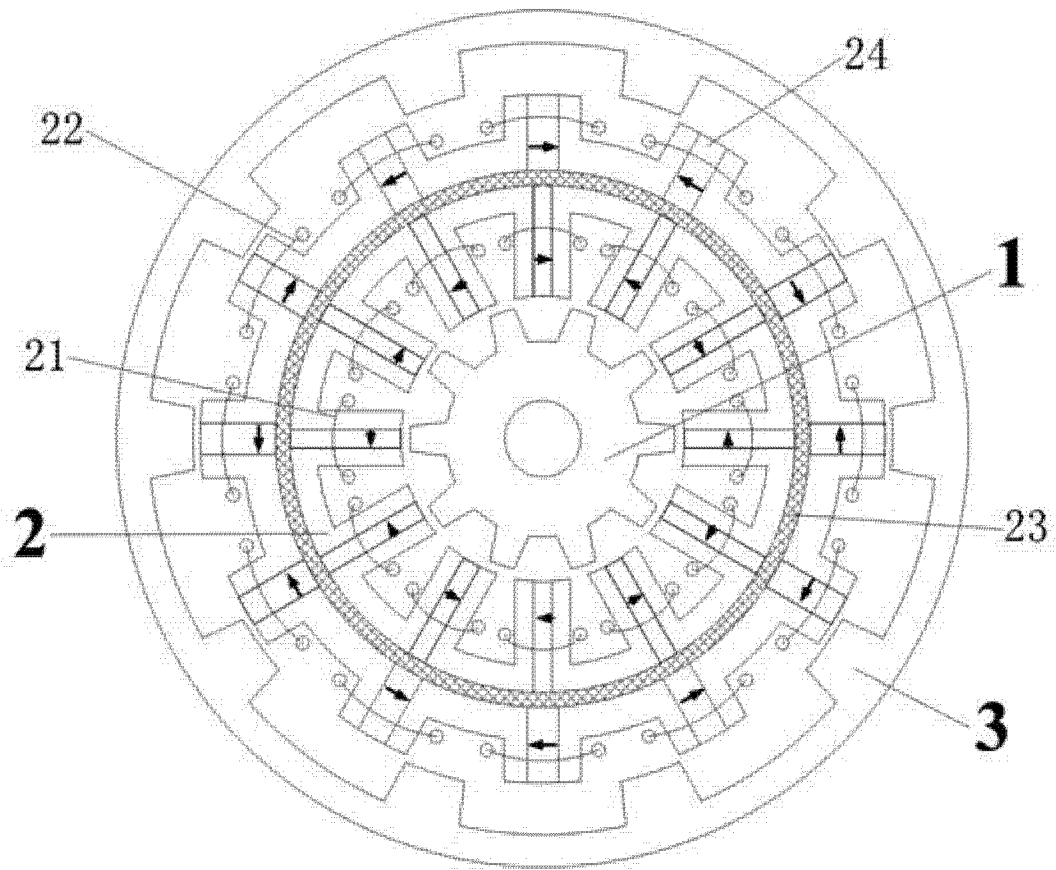


图 1