



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105811696 B

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201610267296.2

H02K 1/14(2006.01)

(22)申请日 2016.04.27

H02K 1/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H02K 3/28(2006.01)

申请公布号 CN 105811696 A

H02K 1/24(2006.01)

(43)申请公布日 2016.07.27

审查员 谢检生

(73)专利权人 大连名阳实业有限公司

地址 116314 辽宁省大连市瓦房店市复州
城新城街3段3号

专利权人 东南大学

(72)发明人 花为 周令康 曹平

(74)专利代理机构 大连科技专利代理有限责任
公司 21119

代理人 宋春昕

(51)Int.Cl.

H02K 16/00(2006.01)

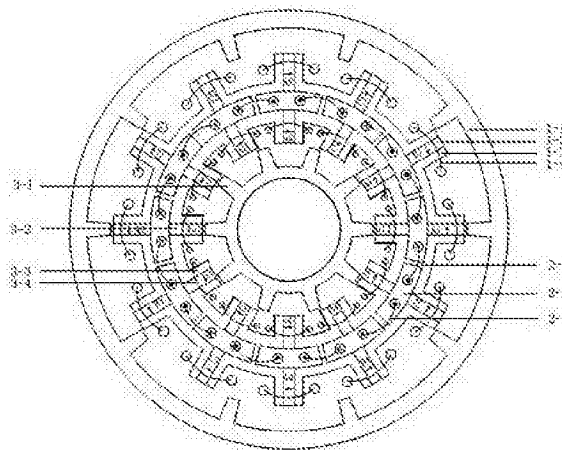
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

混合励磁型复合磁通切换永磁电机

(57)摘要

混合励磁型复合磁通切换永磁电机,包括内转子、内定子、隔磁槽、导磁桥、外定子和外转子,定子部分采用了集中电枢绕组,永磁体嵌套于定子齿上,转子部分为凸极,既无永磁体也无绕组,内外定子间集中励磁绕组安放在隔磁槽中,隔磁槽通过导磁桥相连接,结构非常坚固对称。在结构上保留了永磁磁通切换电机紧凑、简单、鲁棒性好、适于高速运行的优势;在性能上保留了永磁式电机转矩出力大、功率密度高、效率高的优势;增加的一套电励磁绕组即可隔磁又可调磁;电机中的电枢和励磁两套绕组都采用集中绕组,端部较短;与已有的混合励磁电机相比结构简单,励磁绕组不会占用电枢绕组的槽面积,反而会双向调节电机磁场。



1. 混合励磁型复合磁通切换永磁电机,其特征在於:包括内转子(3-1)、内定子(3-3)、隔磁槽(2-2)、导磁桥(2-1)、外定子(1-3)和外转子(1-1),外定子(1-3)位于外转子(1-1)的内部,组成外转子结构,外转子(1-1)和外定子(1-3)均为凸极结构,每个外定子齿上嵌套外电机永磁体(1-2),外定子齿上设有外电机三相集中电枢绕组(1-4),外电机三相集中电枢绕组(1-4)横跨于外定子齿上;内转子(3-1)位于内定子(3-3)的内部,组成内转子结构,内转子(3-1)和内定子(3-3)都为凸极结构,每个内定子齿上嵌套内电机永磁体(3-2),内定子齿上设有内电机三相集中电枢绕组(3-4),内电机三相集中电枢绕组(3-4)横跨于内定子齿上;导磁桥(2-1)和隔磁槽(2-2)间隔分布在外定子(1-3)和内定子(3-3)之间,隔磁槽(2-2)内设有励磁线圈(2-3);每套定子含有内外两个定子,每套定子齿下的两块永磁体极性相反,相邻定子齿下的磁钢极性分布交错;隔磁槽(2-2)中每个励磁线圈(2-3)与相邻励磁线圈(2-3)反相串联,组成单相励磁绕组。

2. 根据权利要求1所述的混合励磁型复合磁通切换永磁电机,其特征在於:所述导磁桥(2-1)由硅钢片叠压而成,其厚度为定子轭部厚度的1/3。

3. 根据权利要求1所述的混合励磁型复合磁通切换永磁电机,其特征在於:所述外电机三相集中电枢绕组(1-4)、内电机三相集中电枢绕组(3-4)和励磁线圈(2-3)均为集中绕组。

4. 根据权利要求1所述的混合励磁型复合磁通切换永磁电机,其特征在於:所述内转子(3-1)和外转子(1-1)为直槽或斜槽转子。

5. 根据权利要求1所述的混合励磁型复合磁通切换永磁电机,其特征在於:所述外定子(1-3)和内定子(3-3)均为导磁铁心和永磁体拼装而成,铁心部分由导磁铁心组成。

混合励磁型复合磁通切换永磁电机

技术领域

[0001] 本发明涉及电机制造的技术领域,尤其涉及一种能够实现混合励磁功能的电机。

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,开发研究和推广应用新型结构的稀土永磁电机,具有重要的理论意义和实用价值。特别是目前广泛研究的混合动力汽车,要求其中的电机驱动系统体积小、重量轻、效率高、可靠性强,免维护、转矩出力大、调速范围宽。然而,由于永磁电机自身存在气隙磁场无法调节的瓶颈,限制了其在混合动力汽车中的应用。

[0003] 绝大多数的永磁电机空载永磁磁链都大于直轴电感与额定电流的乘积,永磁电机在恒转矩区的最大转矩和恒功率区的最高运行转速之间是一对无法调和的矛盾:一方面,增大永磁磁链固然可以提高电机的最大转矩输出能力,同时会限制电机的高速运行(由于不断增大的空载反电动势);另一方面,当逆变器的电流限额和电机的直轴电感固定时,减小永磁磁链有利于提高电机的恒功率运行范围但会限制转矩出力。因此,上述永磁电机的缺点成了限制其应用推广的瓶颈。而目前出现的以转子永磁型电机为原型的混合励磁电机大部分都将直流励磁绕组放置定子。为了给电励磁磁通提供一条不论是径向还是轴向与永磁磁通并行的路径,所提出的电机结构都非常复杂,不论从制造工艺还是成品化大规模生产而言,都面临巨大的挑战。混合励磁型的电机如果为了实现磁场的调节而从结构复杂度上需要做出重大牺牲,其竞争力将会大打折扣。

[0004] 另一方面,从上个世纪末国际上陆续出现了三种新型结构的定子永磁型电机,即双凸极永磁电机、磁通切换永磁电机和磁通反向永磁电机,其结构共性为将永磁体和电枢绕组都置于定子,转子仅由硅钢片等软磁材料组成。针对前两者的混合励磁结构方案都已提出,本发明正是在磁通反向永磁电机结构基础之上提出一种新型结构的混合励磁型磁通反向电机,以避免出现复杂结构,而力图在保持纯永磁式电机基础之上不做重大修改即可实现混合励磁功能。

发明内容

[0005] 本发明的目的是在磁通反向永磁电机结构基础之上提出一种新型结构的混合励磁型磁通反向电机,以避免出现复杂结构,而力图在保持纯永磁式电机基础之上不做重大修改即可实现混合励磁功能。

[0006] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:混合励磁型复合磁通切换永磁电机,包括内转子3-1、内定子3-3、隔磁槽2-2、导磁桥2-1、外定子1-3和外转子1-1,外定子1-3位于外转子1-1的内部,组成外转子结构,外转子1-1和外定子1-3都为凸极结构,每个外定子齿上嵌套外电机永磁体1-2,外定子齿上设有外电机三相集中电枢绕组1-4;内转子3-1位于内定子3-3的内部,组成内转子结构,内转子3-1和内定子3-3均为凸极结构,每个内定子

齿上嵌套内电机永磁体3-2,内定子齿上设有内电机三相集中电枢绕组3-4;导磁桥(2-1)和隔磁槽2-2间隔分布在外定子1-3和内定子3-3之间,隔磁槽2-2内设有励磁线圈2-3;每套定子含有内外两个定子,每套定子齿下的两块永磁体极性相反,相邻定子齿下的磁钢极性分布交错;隔磁槽2-2中每个励磁线圈2-3与相邻励磁线圈2-3反相串联,组成单相励磁绕组。

[0007] 所述导磁桥2-1由硅钢片叠压而成,其厚度为定子轭部厚度的1/3。

[0008] 所述外电机三相集中电枢绕组1-4、内电机三相集中电枢绕组3-4和励磁线圈2-3均为集中绕组。

[0009] 所述内转子3-1和外转子1-1为直槽或斜槽转子。

[0010] 所述外定子1-3和内定子3-3均为导磁铁心和永磁体拼装而成,铁心部分由导磁铁心组成。

[0011] 本发明的混合励磁型复合磁通切换永磁电机,一方面定子部分采用了集中电枢绕组,永磁体嵌套于定子齿上,转子部分为凸极,既无永磁体也无绕组,另一方面内外定子间集中励磁绕组安放在隔磁槽中,隔磁槽通过导磁桥相连接,结构非常坚固对称,一相电枢绕组的若干集中电枢线圈的电磁性能由相应的励磁绕组线圈通过励磁电流进行控制。在结构上保留了永磁磁通切换电机紧凑、简单、鲁棒性好、适于高速运行的优势;在性能上保留了永磁式电机转矩出力大、功率密度高、效率高的优势;增加的一套电励磁绕组即可隔磁又可调磁;电机中的电枢和励磁两套绕组都采用集中绕组,端部较短;与已有的混合励磁电机(包括转子永磁型和定子永磁型)相比结构简单,励磁绕组不会占用电枢绕组的槽面积,反而会双向调节电机磁场;特别适合于要求体积小出力大的应用场合,能够实现恒转矩区的大转矩和恒功率区的宽调速功能。

附图说明

[0012] 图1是本发明混合励磁型复合磁通切换永磁电机结构图。

[0013] 图2是本发明混合励磁型复合磁通切换永磁电机原理图。

[0014] 图中:外转子1-1、外电机永磁体1-2、外定子1-3、外电机三相集中电枢绕组1-4、导磁桥2-1、隔磁槽2-2、励磁线圈2-3,内转子3-1、内电机永磁体3-2、内定子3-3、内电机三相集中电枢绕组3-4、外部结构永磁磁通路径4-1、外部结构励磁磁通路径4-2、内部结构永磁磁通路径5-1、内部结构励磁磁通路径5-2。

具体实施方式

[0015] 本发明的混合励磁型复合磁通切换永磁电机结构如图1所示,包括:定子,永磁体,三相集中电枢绕组,单相集中励磁绕组,隔磁槽2-2,导磁桥2-1和转子,其结构可等效为通过导磁桥和隔磁槽连接的两个永磁磁通切换电机的复合体,结构由内而外分别为:内转子3-1、内定子3-3、隔磁槽2-2、导磁桥2-1、外定子1-3和外转子1-1,外定子1-3位于外转子1-1的内部,组成外转子结构,外转子1-1和外定子1-3都为凸极结构,其中外定子铁心部分由导磁铁心组成,每个定子齿上嵌套外电机永磁体1-2,并且在外定子齿上设置有外电机三相集中电枢绕组1-4;导磁桥2-1和隔磁槽2-2间隔分布在外定子1-3和内定子3-3之间,隔磁槽2-2内安放励磁线圈2-3;内转子3-1位于内定子3-3的内部,组成内转子结构,内转子3-1和内定子3-3都为凸极结构,其中内定子铁心部分由导磁铁心组成,每个定子齿上嵌套内电机永

磁体3-2,并且在定子齿上设置有内电机三相集中电枢绕组3-4。隔磁槽2-2和导磁桥2-1间隔分布在定子3-3和外定子1-3之间。每套定子含有内外两个定子,如定子齿A1和定子齿a1。每个定子铁心中嵌有永磁体,每套定子齿下的两块永磁体极性相反,而相邻定子齿下的磁钢极性分布交错,即第一套定子齿下永磁体极性分布若为N-S,则与之相邻的那套定子齿下的永磁体极性为S-N。导磁槽中安放励磁线圈,达到隔磁和调磁的作用。若内外定子齿数都为 P_s ,则一共有 $2P_s$ 块永磁体嵌套于定子齿,一共有 P_s 个隔磁槽提供给励磁绕组。每套三相集中电枢绕组的各线圈均横跨于每套定子齿上,其中,以外定子为例,三相集中电枢绕组一共有 P_s 个集中电枢线圈以ABC三相的顺序依次交替分布,每相由 $P_s/3$ 个电枢线圈组成,属于同相的各个线圈空间彼此相差 $1080^\circ/P_s$ (空间机械角度)。若以一台定子12个槽,转子10个极的混合励磁复合磁通切换永磁电机为例,则第一集中电枢线圈、第四集中电枢线圈、第七集中电枢线圈及第十集中电枢线圈(空间相差 90°),顺序串连(或并连)后组成A相电枢绕组;则第二集中电枢线圈、第五集中电枢线圈、第八集中电枢线圈及第十一集中电枢线圈(空间相差 90°),顺序串连(或并连)后组成B相电枢绕组;则第三集中电枢线圈、第六集中电枢线圈、第九集中电枢线圈及第十二集中电枢线圈(空间相差 90°),顺序串连(或并连)后组成C相电枢绕组;对于组成A相的4个电枢绕组线圈而言,四个集中线圈在任何转子位置,其绕组中匝链的磁链数量相同方向相同,直接向串连组成A相,对B相和C相情况类似。电枢绕组为集中绕组,励磁绕组亦为集中绕组,隔磁槽中每个集中励磁线圈与相邻励磁线圈反相串联,组成单相励磁绕组。内外定子均为导磁铁心和永磁体拼装而成。导磁桥由硅钢片叠压而成,其厚度一般设计为定子轭部厚度的 $1/3$ 。转子为直槽或斜槽转子,转子上既无永磁体也无绕组。永磁体是铁氧体、钕钴或者钕铁硼等其他类型永磁材料。

[0016] 在励磁绕组不通电流时,由于导磁桥2-1厚度极薄,永磁磁势较大,导磁桥2-1极易导到饱和,此时该结构可看成相互独立的两个永磁磁通切换电机。本发明在内外定子间增加了隔磁槽2-2和导磁桥2-1,并在隔磁槽2-2中安放励磁线圈2-3,可以起到弱磁扩速的效果。给励磁线圈2-3通入相应直流励磁电流,使其产生与导磁桥2-1中永磁磁势方向相反的电励磁磁势,此时永磁磁势在保证导磁桥饱和的同时,还需抵消与其方向相反的电励磁磁势,因此,定子中的永磁磁链将被削弱。通过调节隔磁槽2-2槽面积和励磁电流密度的大小,可调节电励磁磁势大小,从而可以根据设计者要求,达到调磁扩速目的,克服纯永磁式电机中的缺点。

[0017] 如图1以一台内外定/转子均为12槽/10极电机为例,外定子1-3有12个齿,每个定子齿上嵌套外电机永磁体1-2,并且在外定子齿上设置有外电机三相集中电枢绕组1-4;内定子3-3有12个齿,每个定子齿上嵌套内电机永磁体3-2,并且在定子齿上设置有内电机三相集中电枢绕组3-4;外电机三相电枢绕组1-4的A相四个绕组线圈分别套于外定子1-3中每个齿的两侧槽中,且四个集中绕组线圈同向串连组成A相;外电机三相电枢绕组1-4的B相四个绕组线圈分别套于外定子1-3中每个齿的两侧槽中,且四个集中绕组线圈同向串连组成B相;外电机三相电枢绕组1-4的C相四个绕组线圈分别套于外定子1-3中每个齿的两侧槽中,且四个集中绕组线圈同向串连组成C相;内电机三相电枢绕组3-4的A相四个绕组线圈分别套于内定子3-3中每个齿的两侧槽中,且四个集中绕组线圈同向串连组成A相;内电机三相电枢绕组3-4的B相四个绕组线圈分别套于内定子3-3中每个齿的两侧槽中,且四个集中绕组线圈同向串连组成B相;内电机三相电枢绕组3-4的C相四个绕组线圈分别套于内定子3-3中每个齿的两侧槽中,且四

个集中绕组线圈同向串连组成C相；励磁绕组2-3一共有12个集中线圈，置于内外定子齿间的隔磁槽中。每个隔磁槽中的两个线圈通电极性一致，相邻的12个励磁绕组一次反相串联连接，组成单相双层励磁绕组。在内外定子1-3、3-3均含有12个定子齿，每个定子嵌套了永磁体，每套定子齿下的永磁体极性相反，即同一径向上的内定子和外定子所嵌套的永磁体极性相反。并且，切向相邻的永磁体极性相反。

[0018] 如图2所示，当电机转子在此位置时，内外转子均有一个齿与定子齿相对齐，根据永磁体的磁化方向，两个电枢线圈中的永磁磁通方向数值最大。因此，若通过磁绕组线圈施加与永磁磁势方向相反的电励磁磁势，使产生的电励磁磁通与永磁磁通方向相反，则可以同时减小内外电枢线圈中的合成磁链，进而减小电枢绕组中感应的电势。如图2中永磁磁链4-1所示，当电机转子在图2所示位置时，以外电机为例，外定子1-3有一个齿与外转子1-1的转子齿相对，根据永磁体的磁化方向判别，线圈中匝链的永磁磁通穿出该定子齿，经过气隙穿入转子极，此时永磁磁通数值最大。给励磁绕组通入弱磁电流，将产生与永磁磁势相反的电励磁磁链，如图2中励磁磁链4-2所示，励磁磁链穿出转子齿，经过气隙，穿入定子，减小了电枢线圈所匝链的磁通量，从而减小了感应出的电势。同样，内部结构具有相同的工作原理。同时采用电励磁和永磁体作为电机的励磁源，可以大大提高电机气隙磁场可控性，从而提高电机性能和工作效率。

[0019] 内外结构的永磁体1-2、3-2是铁氧体、钕钴或者钕铁硼等其他类型永磁材料，内外定子1-3、3-3，内外转子1-1、3-1以及导磁桥都可以采用硅钢片冲片压叠制成，内外定子间开出的隔磁槽2-2用于放置励磁绕组。

[0020] 此外，该电机结构上的特点导致其空载气隙磁通密度较大，电机具有较强的转矩输出能力，功率密度较高；同时，电枢绕组与励磁绕组都是集中绕组，端部短，电阻较小，效率较高。

[0021] 本发明是通过实施例进行描述的，本领域技术人员知悉，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以对这些特征和实施例进行各种改变或等效替换。另外，在本发明的教导下，可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的精神和范围。因此，本发明不受此处所公开的具体实施例的限制，所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明的保护范围。

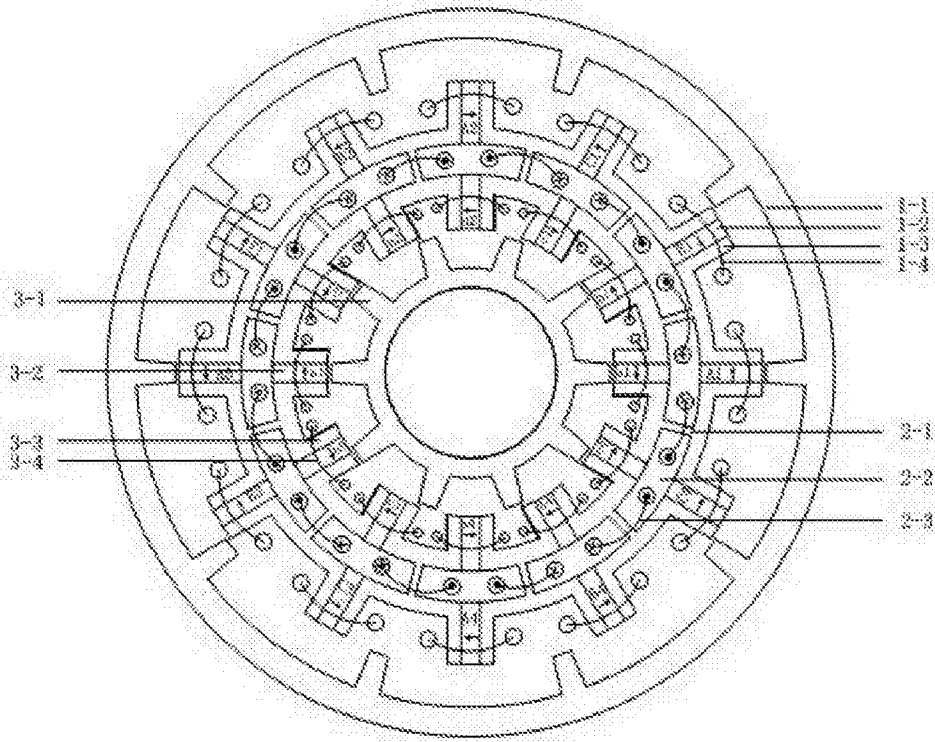


图1

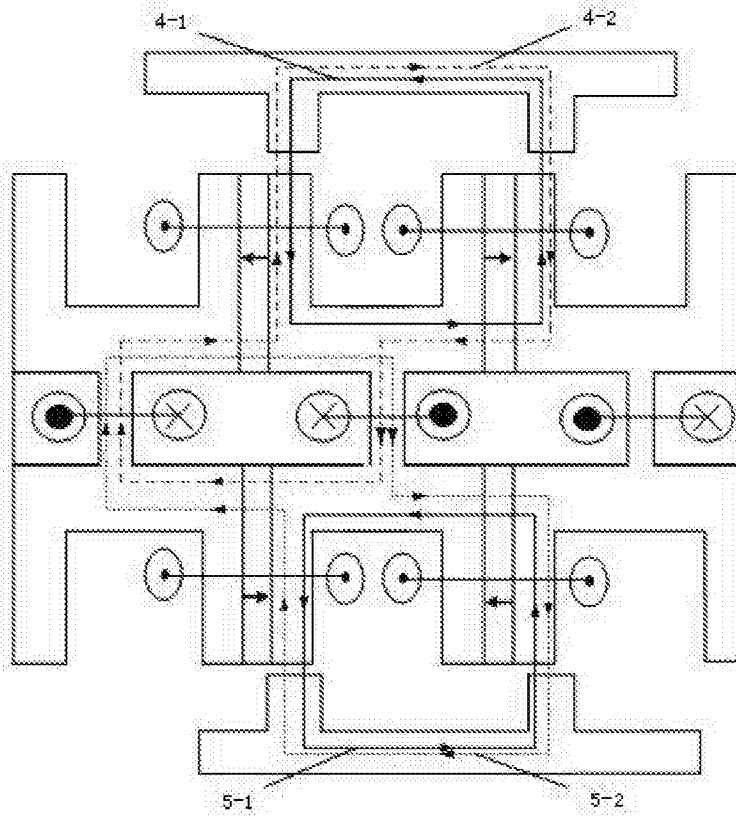


图2