



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105553207 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201610075741. 5

(22) 申请日 2016. 02. 03

(71) 申请人 万向钱潮传动轴有限公司

地址 311215 浙江省杭州市萧山经济技术开  
发区万向路 1 号

申请人 万向集团公司

(72) 发明人 方国平

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公  
司 33101

代理人 陈继亮

(51) Int. Cl.

H02K 21/22(2006. 01)

H02K 1/16(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

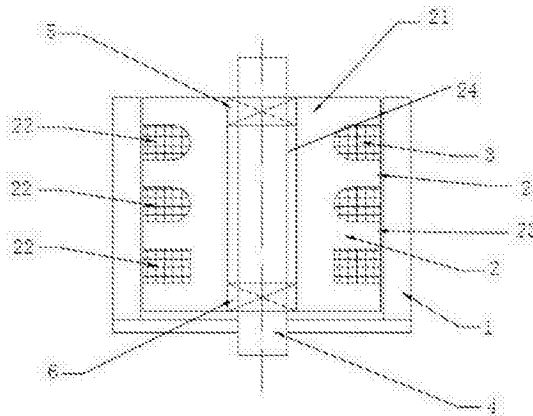
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种高功率密度电动汽车电机

(57) 摘要

本发明涉及一种高功率密度电动汽车电机，由转子和定子组成，所述的定子位于转子内，该定子的环向区域上设有若干个呈上下等均分布的定子槽，该定子槽内设有环状线圈；相邻的定子槽间的区域为导磁区域，该导磁区域由磁极、绕组槽底及圆环型绕组组成，磁极与磁极间呈直线状分布；所述的转子由永磁体和斜导磁体组成，所述的永磁体呈斜向等均布置，斜导磁体与永磁体呈相对应分布；所述的定子的中心为小通孔或无通孔，所述的定子槽的结构为圆形或近圆形或有圆角的方形的形状；本发明可以提高电机的功率密度，尤其能够提高电机的扭矩密度。结构上可以充分发挥导磁材料的导磁和频率性能。



1. 一种高功率密度电动汽车电机,由转子(1)和定子(2)组成,其特征在于:所述的定子(2)位于转子(1)内,该定子(2)的环向区域(21)上设有若干个呈上下等均分布的定子槽(22),该定子槽(22)内设有环状线圈(3);相邻的定子槽(22)间的区域为导磁区域(23),该导磁区域(23)由磁极(231)、绕组槽底(232)及圆环型绕组(233)组成,磁极(231)与磁极(231)间呈直线状分布;所述的转子(1)由永磁体(11)和斜导磁体(12)组成,所述的永磁体(11)呈斜向等均布置,斜导磁体(12)与永磁体(11)呈相对应分布。

2. 根据权利要求1所述的高功率密度电动汽车电机,其特征在于:所述的定子(2)的中心为小通孔(24)或无通孔,即定子(2)的中心为小通孔(24)时,该小通孔(24)内穿插有转轴(4),在该小通孔(24)与转轴(4)间分别设有上轴承(5)和下轴承(6),且该转轴(4)与转子(1)相固定连接;定子(2)的中心无通孔时,转子(1)与外部驱动结构相固定连接。

3. 根据权利要求1所述的高功率密度电动汽车电机,其特征在于:所述的定子槽(22)的结构为圆形或近圆形或有圆角的方形的形状。

## 一种高功率密度电动汽车电机

### 技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,尤其涉及一种高功率密度电动汽车电机。

### 背景技术

[0002] 电机技术的发展,寻求更高的功率密度和扭矩密度是其中一个重要发方向。受到目前常规材料的性能极限限制,该两指标的提高受到限制,目前技术中有高功率的电机设计,往往需要通过提高转速来实现,在应用中尤其是在电动汽车的应用中,工作区的匹配需要通过减速器来实现,整个系统的结构复杂性增加,指标有所降低。

[0003] 比如目前流行的电动车标杆tesla电动车,主电机需要匹配一个9:1左右的减速器实现驱动电机和车轮的连接,对精简车辆结构不利。

[0004] 大功率密度电机,如YASA电机有限公司的CN103329410A(YASA电机结构及其过模制造),通过采用了轴向磁通的电机结构,实现了极高的功率密度的电机,实现了3Kw/Kg的额定功率密度和6Kw/Kg的峰值功率密度;该设计中通过轴向磁通结构具有极端短的定子磁路,通过对定子的高效冷却实现了高电流密度的,从而提高了电机的功率重量比。

[0005] 西门子公司的CN103283126A专利中提出了一种电动直升机用的电机,可以实现近8Kw/Kg的高功率重量比,该设计中利用了横向磁通结构,通过提高电机的周向半径增加,和磁极对的增加,实现了高的功率密度。

[0006] CN103329410A和CN103283126A均实现了极高的性能,但从电机结构优化的角度,两者通过电机机械结构和电池路结构的改进,仍然可以作一定的提高。

[0007] CN103329410A中的电机需要再提高功率密度,将会收到电流密度的限制,YASA的这个电机的设计中,具有很多个(典型的如24个)集中绕组的定子组件构成,这样在定子的有效平面中一方面存在定子导磁磁路同时又存在定子的绕组截面,结构的两者彼此存在竞争关系,另一方面定子的绕组也存在一个绕组效率的问题,绕组的有效截面和实际周长比决定了一个绕组的效率,显然绕组外形越复杂、或绕组越小,绕组效率就越低,从电机的设计中反映就是电机的铜损部分的增加。现代电机设计中集中绕组结构的增加,就是通过减少电机绕组的端部周长来降低电机的铜损,从而提高电机的效率。由于定子中的这个矛盾的存在,导致了中一定体积限制下的电机功率密度的进一步提高的限制。在一定的体积下电机不能通过增加磁极来实现功率和扭矩的同步增加,增加存在一个极限值的限制。

[0008] CN103283126A的设计即横向磁通电机结构,从结构上避免了轴向和径向磁通结构电机的问题,将电机的电路和磁路占有的截面上进行了分离,从而可以通过增加电机的极数来实现电机的功率和扭矩的增加。当然,CN103283126A的结构中也存在一些可改进之处,设计中电机的绕组效率并不是太高,绕组中间的大部分的面积为非有效面积,同时,从转子的结构可以看到,电机采用的表面安装的永磁体结构,磁路是串联结构,电机的磁场工作点不可能太高,相当于降低了定子的绕组效率。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的在于克服现有技术存在的不足,而提供一种高功率密度电动汽车电机,可以用于对电机功率重量要求敏感的电动汽车,或有紧凑的电机驱动要求的系统,如EPS系统等各方面对功率密度要求高的应用。

[0010] 本发明的目的是通过如下技术方案来完成的,由转子和定子组成,所述的定子位于转子内,该定子的环向区域上设有若干个呈上下等均分布的定子槽,该定子槽内设有环状线圈;相邻的定子槽间的区域为导磁区域,该导磁区域由磁极、绕组槽底及圆环型绕组组成,磁极与磁极间呈直线状分布;所述的转子由永磁体和斜导磁体组成,所述的永磁体呈斜向等均布置,斜导磁体与永磁体呈相对应分布。

[0011] 作为优选,所述的定子的中心为小通孔或无通孔,即定子的中心为小通孔时,该小通孔内穿插有转轴,在该小通孔与转轴间分别设有上轴承和下轴承,且该转轴与转子相固定连接;定子的中心无通孔时,转子与外部驱动结构相固定连接。

[0012] 作为优选,所述的定子槽的结构为圆形或近圆形或有圆角的方形的形状。

[0013] 本发明的有益效果为:

[0014] 本设计通过改进电机的结构,优化电机的整体绕组效率,提高电机的驱动力矩,同时充分利用导磁材料的频率特性,达到提高电机的功率密度的目的;同时由于电机结构上对极数的不敏感,一定程度上可以通过提高极数来提高输出扭矩,实现高扭矩和功率的输出;

[0015] 本设计的绕组的电效率高,相对与常规的横向磁通电机没有功率因素低的缺点,同时电机的结构紧凑,适应于电动汽车等对结构有要求的场合;

[0016] 本设计在机械结构上具有稳固的优势,圆形的外转子结构,结构刚度高,对于电机的径向磁力的承受能力强,电机可靠性高,在结构上这是相对于轴向磁通电机的平面转子具有明显优势。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明的主视结构示意图。

[0018] 图2是本发明的导磁区域结构示意图。

[0019] 图3是本发明的转子展开截面结构示意图。

[0020] 附图中的标号分别为:1、转子;2、定子;3、环状线圈;4、转轴;5、上轴承;6、下轴承;11、永磁体;12、斜导磁体;21、环向区域;22、定子槽;23、导磁区域;24、小通孔;231、磁极;232、绕组槽底;233、圆环型绕组。

## 具体实施方式

[0021] 下面将结合附图对本发明做详细的介绍:如附图1至3所示,本发明由转子1和定子2组成,所述的定子2位于转子1内,该定子2的环向区域21上设有若干个呈上下等均分布的定子槽22,该定子槽22内设有环状线圈3;相邻的定子槽22间的区域为导磁区域23,该导磁区域23由磁极231、绕组槽底232及圆环型绕组233组成,磁极231与磁极231间呈直线状分布,减少对定子导磁回路的工艺难度,定子可以采用高导磁材料的卷绕结构,比如相对经济的单取向硅钢片的卷绕组合结构,可以达到2T的饱和磁通强度,同时在成本上又不明显增加,避免在一些设计上需要用BMC材料,导致导磁性能的下降,进而导致电机的整体的性能

的下降。该导磁区域23以略低于电机的最大工作磁通,因此截面略大于电机的磁极231面积;电机的转子1采用聚磁结构,转子1由永磁体11和斜导磁体12组成,所述的永磁体11呈斜向等均布置,斜导磁体12与永磁体11呈相对应分布;该永磁体11的不同的磁化方形,将斜导磁体12磁化为为不同磁极,显而易见由于工作面积原小于磁体的面积,工作极上将得到增强的磁场强度,从而实现电机的高的功率密度。

[0022] 显然转子的斜导磁体12除了向磁极231提供磁通外,同时自身的漏磁也是很强烈的,尤其是在两个磁体的间隔之间,具有强大的磁场强度,空间的漏磁最为明显。应对转子漏磁的方法有几个,一是增加励磁永磁体的极面积,牺牲一部分永磁体的源磁通来提供漏磁通,二是在漏磁部位,电机中是除了定子极下部位之外的导磁表面,覆盖永磁体,利用永磁体磁场提供的反向磁场减弱空间的漏磁场强度,从而减少漏磁通。当然实际中可以两种方法共同结合采用,实现所具备的工艺条件下的性能和成本的平衡。

[0023] 通过聚磁结构的转子,可以提供的气息磁通达到导磁体的饱和磁通,当导磁体采用为取向材料时,选择取向方向为磁极方向,可以得到最大的转子磁通输出。

[0024] 采用聚磁结构的电机,电机极下为饱和磁场状态,因而电机表现为方波永磁电机的特性,具有最大的功率和扭矩输出。

[0025] 当在一些特定的应用场合,如EPS电动助力转向系统中,对扭矩的平顺性要求高,这时通过改变磁极231的形状,将磁极磁场变化修正为正弦,磁极231端面的形状为接近圆形或圆形,减少磁场的谐波,从而提高电机的平顺性。

[0026] 按照方形磁极设计的一个电机,

[0027] 外径:150mm

[0028] 气息直径:110mm

[0029] 极数:32极

[0030] 电机高:113mm

[0031] 扭矩:约600NM

[0032] 功率:80Kw,当电源频率为660Hz时,导磁材料为取向硅钢时,工作磁通1.8T

[0033] 电机的有效结构重:11Kg

[0034] 电机的功率重量比为:7.27KW/Kg

[0035] 定子绕组冷却方式:水冷或油冷。

[0036] 定子2结构为横向磁通结构,区别于通常的横向磁通结构的电机,定子2的中心为小通孔24或无通孔,即定子2的中心为小通孔24时,该小通孔24内穿插有转轴4,在该小通孔24与转轴4间分别设有上轴承5和下轴承6,且该转轴4与转子1相固定连接;定子2的中心无通孔时,转子1与外部驱动结构相固定连接。当然,从定子效率的角度看,定子空相当于定子绕组的端部损失,只是孔径较小,最大不超过线圈底层直径的70%,中间的结构为非导磁材料。

[0037] 定子结构部分中的环向区域21的环向截面较定子磁极面积大,使之处于线性的高导磁性能区,对中间轴形成磁屏蔽效应。

[0038] 定子槽22中依次有环状线圈3,依据电机的相数的多少,依次分布。

[0039] 所述的定子槽22的结构为圆形或近圆形或有圆角的方形的形状;从优化磁路的角度和加工的工艺性结合考虑,有较大圆角的长方形结构可以进一步达到导电电路和正交的

磁路之间的组合达成一个最佳值。

[0040] 从工艺和性能的平衡考虑,电机可以采用相同或不同的定子槽22的槽型组合,尤其是中间槽型与两端的槽型。

[0041] 在本电机中定子绕组具有规整简单的圆环形结构,因此对定子绕组实施强制的冷却措施以提高定子的电流密度比较容易实现,尤其是通过中空的导线进行内部强制冷却,可以容易实施。由于电机为多极数的结构,工作频率相应增加,导线的趋肤效应的作用,导线中空对导电性能的影响并不会明显。由于有接近规整圆形的线圈形状,导线的发热和散热均匀稳定,同样有利于散热。

[0042] 也可以对导线进行外部冷却,在绕组槽中设置冷却液槽,将绕组浸泡在冷却液槽中。应电机的结构中绕组的形状规整,此冷却液槽的设置相对容易。

[0043] 可以理解的是,对本领域技术人员来说,对本发明的技术方案及发明构思加以等同替换或改变都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

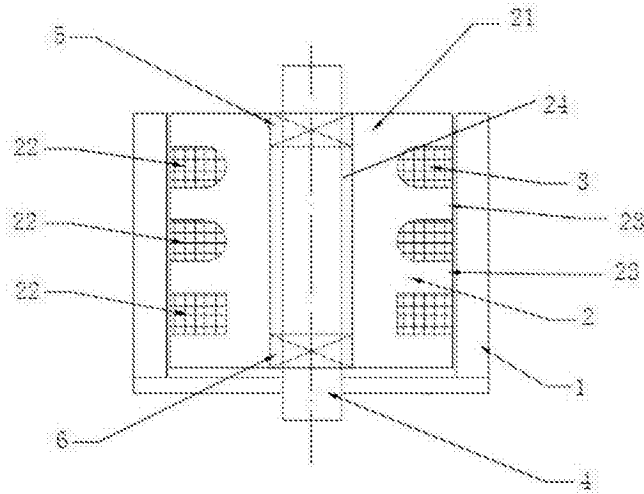


图1

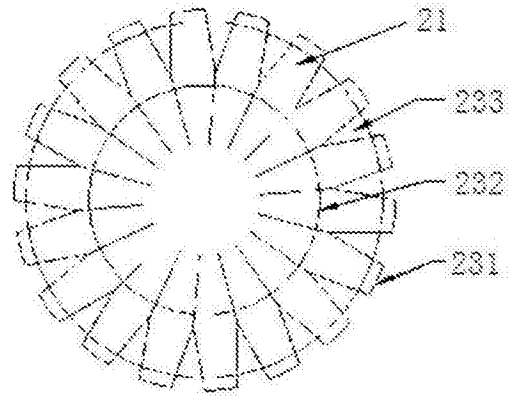


图2

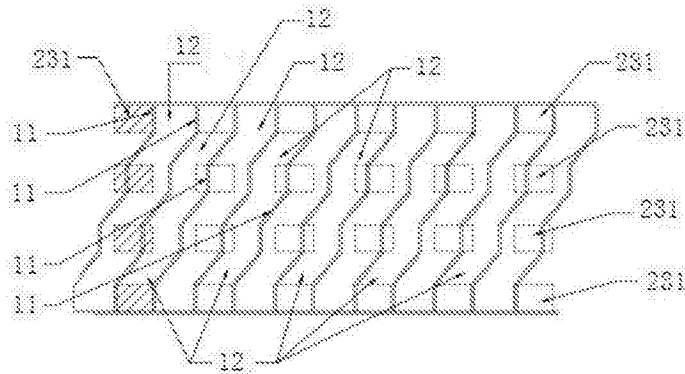


图3