



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203722441 U

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201420002078. 2

(22) 申请日 2014. 01. 02

(73) 专利权人 东南大学

地址 224007 江苏省盐城市盐城经济技术开发区东环路 69 号东南大学盐城新能源汽车研究院

(72) 发明人 程明 孙乐

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51) Int. Cl.

H02K 16/02 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

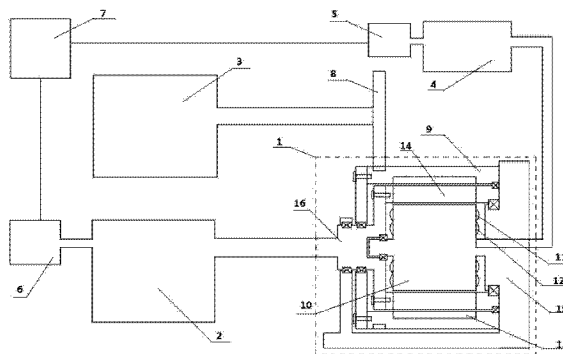
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机

(57) 摘要

本实用新型公开了一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机,包括外转子、定子、调磁环转子、支架。其中支架设置在电机的最外侧,支架内侧设置外转子,定子设置在电机最内层,并与支架固定连接;调磁环转子设置在外转子和定子之间。双转子磁齿轮电机的两个转子分别连接发动机曲轴和车轮主减速器,实现了电磁转矩与发动机转矩的无接触耦合,从而让整个系统实现无摩擦的能量传输。双转子磁齿轮电机可以使发动机最大程度地工作在效率最高的工作点,在发动机启动、提速过程中,可以由电机辅助驱动,从而避免了瞬时油耗的增加。电机的两套绕组可以同时运行在发电和电动两种模式,功率密度高。



1. 一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机,其特征在于,包括外转子(9)、定子(10)、调磁环转子(16)、支架(15);其中,所述支架(15)设置在电机的最外侧,所述支架(15)内侧设置外转子(9),所述定子(10)设置在电机最内层,并与所述支架(15)固定连接;所述调磁环转子(16)设置在外转子(9)和定子(10)之间;所述外转子(9)上设有外转子永磁体(13),外转子(9)连接所述差速齿轮(8);所述调磁环转子(16)中设有调磁块与永磁体(14),调磁块与永磁体间隔设置;所述定子(10)中设有外层绕组(11)与内层绕组(12);所述内层绕组(12)产生的旋转磁场极对数与调磁环转子(16)中永磁体极对数相同;所述外转子永磁体(13)极对数 P_o 、外层绕组(11)产生磁场的极对数 P_i 以及调磁环转子(16)中调磁块个数 P_s 满足 $P_o+P_i=P_s$ 。

2. 根据权利要求2所述的一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机,其特征在于,所述定子中设置的外层绕组(11)与内层绕组(12)均采用双层分数槽集中绕组排布。

3. 根据权利要求2所述的一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机,其特征在于,所述外转子永磁体(13)采用内嵌式单向充磁结构设置在所述外转子(9)上。

一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种双转子电机,特别涉及一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机。

背景技术

[0002] 目前常规混合动力汽车采用以行星齿轮组为核心,辅以两台电机与一台发动机共同组成混合动力系统的结构。由于齿轮组在运行中存在齿间的接触和间隙,容易产生噪声和磨损。

[0003] 国内外有学者提出利用同轴磁齿轮结构形成差动装置,从而取代传统的机械行星齿轮。但是传统结构的磁齿轮复合电机中,调磁块之间的空隙没有得到利用;同时,定子绕组与发动机曲轴之间无法直接产生电磁转矩,而必须通过外转子磁场。

[0004] 有学者在调磁块中间插入永磁体,希望在定子上多加一套绕组对其进行利用,这就需要在定子上布置极数较多的绕组,从而造成定子齿槽数的增多,这会造成诸多不良后果,例如:槽面积减小,造成在相同槽满率情况下下线困难;槽绝缘增多,导致槽满率下降,电机出力减小;端部增多,导致用铜量增加;极靴增多,从而导致定子铁损增加,电机效率下降;定子铁芯的加工难度提高。

发明内容

[0005] 发明目的:针对上述现有技术,提出一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机,实现电机的电磁转矩与汽车发动机转矩的无接触耦合,从而让混合动力汽车无极调速系统实现无摩擦的能量传输。

[0006] 技术方案:一种用于混合动力汽车的双转子磁齿轮电机,包括外转子、定子、调磁环转子、支架;其中,所述支架设置在电机的最外侧,所述支架内侧设置外转子,所述定子设置在电机最内层,并与所述支架固定连接;所述调磁环转子设置在外转子和定子之间;所述外转子上设有外转子永磁体,外转子连接所述差速齿轮;所述调磁环转子中设有调磁块与永磁体,调磁块与永磁体间隔设置;所述定子中设有外层绕组与内层绕组;所述内层绕组产生的旋转磁场极对数与调磁环转子中永磁体极对数相同;所述外转子永磁体极对数 P_o 、外层绕组产生磁场的极对数 P_i 以及调磁环转子中调磁块个数 P_s 满足 $P_o + P_i = P_s$ 。

[0007] 作为本实用新型的改进,所述定子中设置的外层绕组与内层绕组均采用双层分数槽集中绕组排布。

[0008] 作为本实用新型的进一步改进,所述外转子永磁体采用内嵌式单向充磁结构设置在所述外转子上。

[0009] 有益效果:本实用新型与现有技术相比,有如下显著优点:(1) 双转子磁齿轮电机通过利用定子侧的分数槽绕组的谐波磁场,可以在定子槽数很少的情况下,产生极数足够的磁场,从而与调磁环中永磁体产生电磁转矩;(2) 在多绕组定子中采用双层分数槽集中绕组,减少了绕组间的磁场相互耦合的影响,同时减小了绕线和加工的难度;(3) 磁齿轮

结构调磁环设计成运动部件,作为双转子磁齿轮电机的一个转子,在调磁块的空隙中填充永磁体,实现了定子磁场对发动机曲轴的直接驱动,而不会对外转子产生影响,从而可以直接实现发动机启动;(4) 磁齿轮的调磁环将发动机机械能输入,外转子将发动机转矩与电磁转矩直接耦合以后,向车轮输出,使系统结构紧凑,易于装配;(5) 整个电机采用外转子结构,减小了离心力对外转子永磁体的影响;(6) 在外转子极对数较多的情况下,采用内嵌式单向充磁结构,即永磁体全部采用同一种充磁方向,减小了漏磁,从而提高永磁体利用率;(7) 采用磁齿轮双转子电机,系统运行时避免了动力耦合过程中的齿轮磨损和噪声。

附图说明

[0010] 图 1 是双转子磁齿轮电机用于混合动力汽车无极调速系统的结构示意图;

[0011] 图 2 是双转子磁齿轮电机的结构示意图;

[0012] 图 3 是双转子磁齿轮电机定子的绕组示意图。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图对本实用新型做更进一步的解释。

[0014] 如图 1 所示,本实用新型的双转子磁齿轮电机用于混合动力汽车无极调速系统,该系统包括双转子磁齿轮电机 1,发动机 2,车轮主减速器 3,逆变器 4,电机控制单元 5,发动机机控制单元 6,动力管理单元 7,差速齿轮 8。动力管理单元 7 分别连接电机控制单元 5 和发动机控制单元 6,电机控制单元 5 控制逆变器 4 驱动双转子磁齿轮电机 1,所述发动机控制单元 6 控制发动机 2 运行,发动机 2 连接双转子磁齿轮电机 1。车轮主减速器 3 通过差速齿轮 8 连接双转子磁齿轮电机 1。

[0015] 双转子磁齿轮电机 1 如图 2 所示,包括外转子 9、定子 10、调磁环转子 16、支架 15。支架 15 设置在电机的最外侧,支架 15 内侧设置外转子 9;定子 10 设置在电机最内层,并与支架 15 固定连接;调磁环转子 16 设置在外转子 9 和定子 10 之间,并连接发动机 2 的曲轴;外转子 9 上设有外转子永磁体 13,外转子 9 连接差速齿轮 8;调磁环转子 16 中设有调磁块与永磁体 14,调磁块与永磁体间隔设置;定子 10 中设有外层绕组 11 与内层绕组 12;内层绕组 12 产生的旋转磁场极对数与调磁环转子 16 中永磁体极对数相同;外转子永磁体 13 极对数 P_o 、外层绕组 11 产生磁场的极对数 P_i 以及调磁环转子 16 中调磁块个数 P_s 满足 $P_o + P_i = P_s$,而其转速比则是: $P_o \times \Omega_o + P_i \times \Omega_i = P_s \times \Omega_s$,其中 Ω_o 是外转子转速, Ω_i 是定子外层绕组磁场的转速, Ω_s 是调磁环磁场的转速,即为发动机转速。现有行星齿轮组的速比关系为: $\Omega_{\text{motor}} + p \times \Omega_{\text{ICE}} = (1+p) \times \Omega_{\text{ring}}$;其中, Ω_{motor} 是太阳轮转速,相当于本实用新型中的定子外层绕组 11 磁场转速 Ω_i ; Ω_{ICE} 是行星轮架的转速,相当于本实用新型中调磁环转子 15 转速 Ω_s ; Ω_{ring} 是齿圈转速,相当于本实用新型中外转子 9 转速 Ω_o ;速比 p 相当于本实用新型中参数 P_o / P_i 。

[0016] 现有混合动力汽车上的行星齿轮组的速比 p 一般选取在 2 ~ 3 之间,考虑到速比关系的相似性,对本实用新型的优选实例,将参数 P_o / P_i 配置为 2.7,这样的做法好处是,在不影响原车动力性和经济性的情况下,发挥本实用新型的优点。

[0017] 其中,发动机 2 可以采用普通乘用车发动机;动力管理单元 7,发动机控制单元 6,电机控制单元 5 全部接入 CAN 总线,以实现整车工况、转矩分配等数据的传输;动力管理单

元 7 作为整车与动力总成的接口,分析驾驶员意图和整车工况,从而计算出动力总成的转矩分配;发动机控制单元 6 根据动力管理单元 7 发出的转矩需求指令,对发动机进行控制;电机控制单元 5 根据动力管理单元 7 的指令,对逆变器 4 进行控制,将电机的电磁转矩与发动机 2 的机械转矩进行耦合,共同作用于外转子;电机外转子再通过差速齿轮 8 将转矩输出至车轮主减速器 3。

[0018] 根据以上原理,同时为了兼顾加工制造的方便,与定位力矩的减小这两方面考虑,双转子磁齿轮电机的定子槽数选择为 18,外层绕组 11 采用 7 对极的分数槽集中绕组,调磁环转子 15 采用 26 个调磁块,外转子 9 的永磁体 13 采用 19 对极的内嵌式单向充磁结构布置。

[0019] 调磁环转子 15 的调磁块中间插入 26 对极永磁体,内层绕组 12 用于直接驱动发动机曲轴,因此其磁极对数必须为 26;本实用新型对内层绕组 12 的谐波磁场进行利用,利用内层绕组的谐波磁场,产生极对数与调磁环永磁体极对数相同的旋转磁场,从而减少定子槽数。内层绕组 12 在 18 槽定子上采用 8 对极的分数槽集中绕组,这种绕组产生 26 对极的谐波磁场,恰好满足要求。绕组展开图如图 3 所示,为了减小 18 槽定子中内层绕组 12 与外层绕组 11 的磁场相互耦合,对二者分别采用双层分数槽集中绕组排布,从而减小绕组之间的互感。

[0020] 本实用新型中,双转子磁齿轮电机传动的无级调速系统有如下几种工作模式可以选择:

[0021] 1、发动机启动模式:内层绕组 12 直接驱动调磁环转子,内层绕组 12 不会对外转子 9 产生转矩;

[0022] 2、纯电动模式:发动机 2 锁止,外层绕组 11 的磁场直接驱动外转子,此时内层绕组 12 中不会产生反电势;

[0023] 3、混合动力驱动模式:内层绕组 12 开路,发动机 2 运行,此时通过对外层绕组 11 施以空间矢量控制可以实现混合动力驱动;

[0024] 4、充电模式:此时发动机 2 动能可以同时通过外层绕组 11 和内层绕组 12 对电池进行充电,充电效率可以高于普通行星齿轮组的太阳轮电机效率;

[0025] 5、小负荷充电模式:在混合动力驱动模式中,如果负荷较小,定子铁芯处于不饱和状态,可以同时利用内层绕组 12 对电池充电,此时需要适当提高发动机 2 转矩;

[0026] 6、能量回收模式:理论上只要外转子 9 处于外力拖动的情況下,都可以对外层绕组 11 施以空间矢量控制,使其处于发电状态,从而实现能量回收。

[0027] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

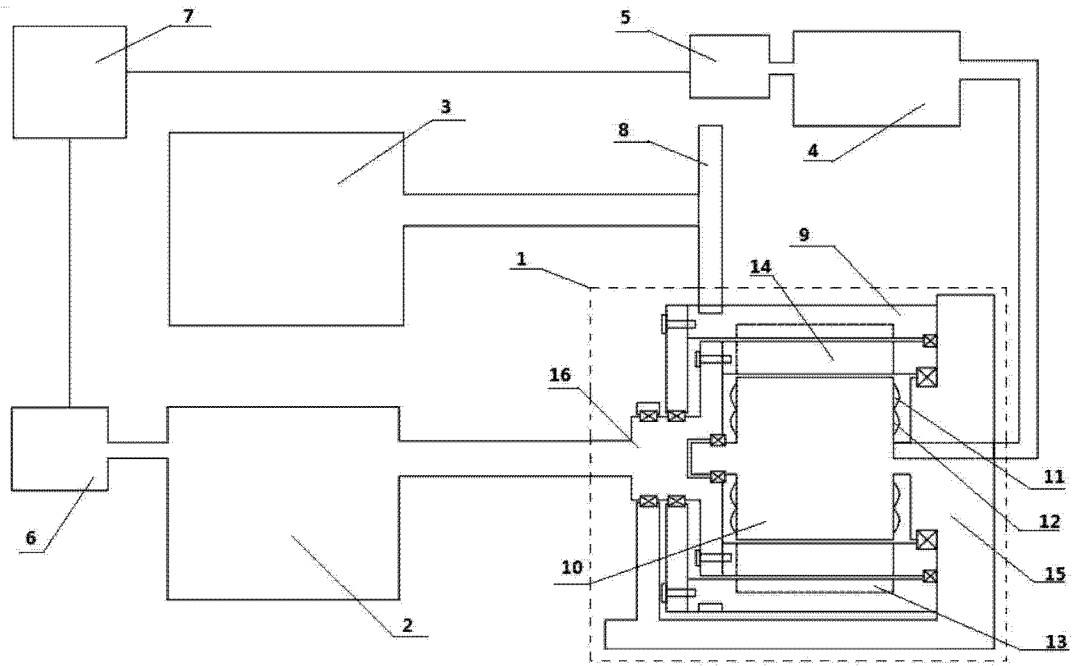


图 1

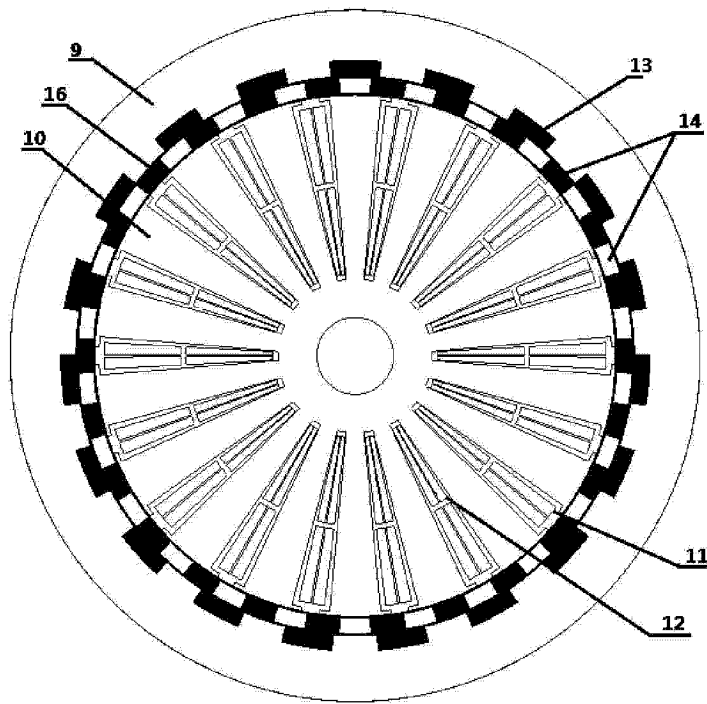


图 2

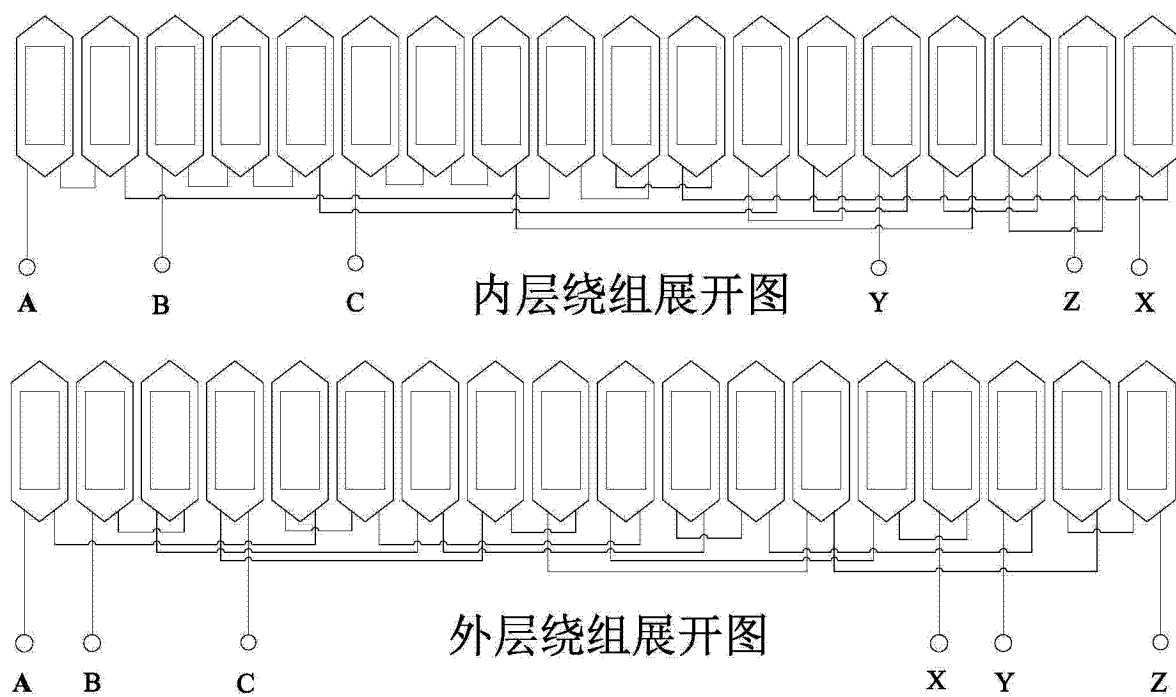


图 3