

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102255460 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 23

(21) 申请号 201110165580. 6

(22) 申请日 2011. 06. 20

(71) 申请人 上海电机学院

地址 200240 上海市闵行区江川路 690 号

(72) 发明人 曹书豪 赵朝会 项峰 陈垒

李键 张迪

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所

(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

(51) Int. Cl.

H02K 21/14 (2006. 01)

H02K 1/27 (2006. 01)

H02K 1/16 (2006. 01)

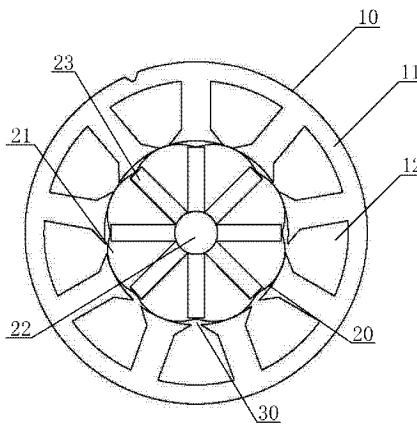
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

具有聚磁作用的永磁同步电机

## (57) 摘要

本发明提供一种具有聚磁作用的永磁同步电机,包含定子和转子,定子和转子间具有气隙,所述定子包含定子铁心和定子绕组,所述转子包含转子铁心、转轴和永磁磁钢,所述定子绕组为集中式绕组,所述转子为偏心转子,所述永磁磁钢端部直接相连,所述定子和所述转子之间的气隙为非均匀气隙。本发明的积极效果是:(1)通过对转子结构的改进,优化了气隙磁密度的分布,利用非均匀气隙使气隙磁通更好地接近正弦波形;(2)永磁磁钢端部直接相连,有效地减少了端部漏磁,同时,使得转轴侧无需安装隔磁衬套,并降低了对转轴材料的要求,转轴采用导磁材料和非导磁材料均可。



1. 一种具有聚磁作用的永磁同步电机,包含定子和转子,定子和转子间具有气隙,所述定子包含定子铁心和定子绕组,所述转子包含转子铁心、转轴和永磁磁钢,其特征在于,所述定子绕组为集中式绕组,所述转子为偏心圆弧形的转子,所述永磁磁钢端部直接相连,磁钢宽度取极限值,所述定子和所述转子之间的气隙为非均匀气隙。

2. 根据权利要求 1 所述的具有聚磁作用的永磁同步电机,其特征在于,所述定子有九个槽,定子绕组为分数槽绕组。

3. 根据权利要求 1 所述的具有聚磁作用的永磁同步电机,其特征在于,所述永磁磁钢为径向磁钢。

## 具有聚磁作用的永磁同步电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种交流同步电机,特别是涉及一种具有聚磁作用的永磁同步电机。

### 背景技术

[0002] 永磁同步电机(Permanent Magnet Synchronous Machine, PMSM)由于没有励磁绕组和励磁装置,不消耗励磁功率,还可以省去滑环和电刷,所以与电励磁电机相比,具有结构简单、运行可靠、功率密度高、损耗少、形状和尺寸灵活多样等显著优点,应用范围极为广泛。

[0003] 传统的永磁同步电机按永磁体在转子上的位置不同可以分为表面式和内置式两种结构。定子和转子之间的气隙是均匀的,定子绕组采用分布式绕组使电机的气隙磁通更好的接近正弦分布。

[0004] 附图 1 所示的是典型的表面径向式转子磁路结构,永磁体贴在转子表面,直接面向气隙,漏磁系数较小。附图 2 所示的是典型的内置径向式转子磁路结构,永磁体外表面与定子内圆之间有铁磁物质制成的极靴,其直轴电抗和交轴电抗是不等的,类似于凸极电机。附图 1 和 2 均采用径向磁路结构,在径向结构中,一对极的两块永磁体是串联的,一块永磁体截面对每极气隙提供磁通,两块永磁体对磁路提供磁势,因此,电机气隙磁感应强度近似等于永磁体工作点的磁感应强度。

[0005] 图 3 所示的是内置切向式转子磁路结构,相邻两块永磁体是并联的,由两块永磁体截面通过磁极向气隙提供磁通,只有一块永磁体向磁路提供磁势,其气隙磁感应强度可能大于永磁体工作点的磁感应强度,是一种聚磁结构形式。

[0006] 图 4 所示的是本申请人申请的另一中国专利“采用集中绕组的新型永磁同步电机”(申请号:200910054368.5),采用集中绕组,转子为偏心圆弧设计,相对于径向结构而言,气隙磁密度较高,电机效率有所提高。

[0007] 采用如附图 1 所示的转子结构的永磁同步电机,转子的重量较大、转动惯量大,其采用的瓦片形和弧形永磁体的形状复杂,加工费时,加工成本高;并且,电枢反应直接作用于永磁体上,容易引起不可逆的退磁;转子表面无法安装启动绕组,无异步启动能力,不能用于异步启动永磁同步电机,且电机的电磁功率和电磁转矩较小。

[0008] 采用如附图 2 所示的转子结构的永磁同步电机,虽然其直轴电抗和交轴电抗不相等,属于凸极电机,具有较高的电磁功率,但是为了是气隙磁通更好的接近正弦分布,定子采用分布式绕组。而使用分布式绕组具有以下缺点:(1)分布式绕组端部较长、浪费大量铜;(2)漏抗较大;(3)下线困难,结构复杂。

[0009] 采用图 3 和图 4 所示的转子结构的永磁同步电机,虽然都具有一定的聚磁作用,但其转轴侧漏磁大,且转轴侧需采用非导磁衬套来隔磁,转轴材料为非导磁材料,具有以下缺点:(1)重量大;(2)结构复杂;(3)对转轴材料要求高。

[0010] 因此,我们需要一种结构简单、重量轻、对转轴材料要求低、电机性能好的永磁同步电机。

## 发明内容

[0011] 为解决现有技术的不足,本发明提供一种具有聚磁作用的永磁同步电机,其减少了端部漏磁,取消了非导磁衬套,拓宽了转轴材料的选择范围,简化了电机结构,优化了电机性能,并且下线容易、结构简单、制造周期短、重量轻。

[0012] 本发明采取的技术方案是:

一种具有聚磁作用的永磁同步电机,包含定子和转子,定子和转子间具有气隙,所述定子包含定子铁心和定子绕组,所述转子包含转子铁心、转轴,和永磁磁钢,所述定子绕组为集中式绕组,所述转子为偏心圆弧形的转子,所述永磁磁钢端部直接相连,磁钢宽度取极限值,所述定子和所述转子之间的气隙为非均匀气隙。

[0013] 所述定子有九个槽,定子绕组为分数槽绕组。

[0014] 所述永磁磁钢为径向磁钢。

[0015] 所述偏心圆弧形的转子是指,所述转子外形为由若干个圆弧组成的莲花瓣式,所述圆弧的圆心  $O'$  偏离定子圆心  $O$ 。

[0016] 本发明的有益效果是:

(1) 通过对转子结构的改进,优化了气隙磁密的分布,利用非均匀气隙使气隙磁通更好地接近正弦波形;

(2) 所采用偏心的圆弧形转子具有重量小、转动惯量小的优点,因此电机具有更好的起动性能;

(3) 采用集中式绕组具有端部短、用铜量少、漏抗小、效率高、下线方便、制造周期短、结构简单、绕组端部不重叠、发生匝间短路故障概率低的优点;

(4) 永磁磁钢端部直接相连,有效地减少了端部漏磁,同时,使得转轴侧无需安装隔磁衬套,并降低了对转轴材料的要求;

(5) 通过采用内置式切向转子的磁路结构,使转子表面的涡流损耗大大减少,同时减少了永磁材料的成本;并且,内置式切向转子使交轴电感大于直轴电感,提高了电机的同步牵入能力、过载能力和功率密度,使电机在机械结构和转矩转速特性方面的设计具有更大的自由度;

(6) 进一步采用分数槽绕组,使等效的每极每相槽数增加,从而削弱高次谐波的影响;另一方面,采用分数槽绕组的重要意义在于它可以有效地削弱齿谐波,从而保证使电机的气隙磁通更好的接近正弦分布;

(7) 转子的直轴电抗和交轴电抗是不等的,所以本发明的新型永磁同步电机类似于凸极电机,由功角特性可知,本发明具有更大的电磁功率和电磁转矩。

## 附图说明

[0017] 附图 1-4 分别是现有永磁同步电机的结构示意图;

附图 5 是本发明的定子和转子的平面结构示意图;

附图 6 是本发明的转子平面结构示意图。

[0018] 其中:

10. 定子

11. 定子铁心

12. 定子绕组

20. 转子

- |          |         |
|----------|---------|
| 21. 转子铁心 | 22. 转轴  |
| 23. 永磁磁钢 | 30. 气隙。 |

### 具体实施方式

[0019] 以下结合附图对本发明的具体实施方式给予详细阐释。

[0020] 请参考图 5, 本发明一种具有聚磁作用的永磁同步电机, 采用内置切向式转子磁路结构, 包含定子 10 和转子 20, 定子 10 和转子 20 间具有气隙 30, 所述定子 10 包含定子铁心 11 和定子绕组 12, 所述转子 20 包含转子铁心 21、转轴 22 和永磁磁钢 23。

[0021] 请继续参考图 5, 所述定子 10 具有九个槽, 相应定子绕组 12 可以被进一步设置为分数槽绕组, 这样可以使等效的每极每相槽数增加, 从而削弱高次谐波的影响; 另一方面, 采用分数槽绕组的重要意义还在于它可以有效地削弱齿谐波, 从而保证电机的气隙磁通更好的接近正弦分布。

[0022] 请继续参考图 5, 所述定子绕组 12 为集中式绕组, 使电机能有效利用铜, 具有端部短、用铜量少、漏抗小、效率高、下线方便、制造周期短、结构简单、绕组端部不重叠、发生匝间短路故障概率低的优点。

[0023] 请继续参考图 5, 所述定子 10 和所述转子 20 之间的气隙 30 为非均匀气隙, 削弱了电枢反应, 使气隙磁通更好地接近正弦波形。

[0024] 请参考图 6, 所述转子 20 为偏心转子, 外形为由若干个圆弧组成的莲花瓣式, 所述圆弧的圆心  $O'$  相对于定子圆心  $O$  发生偏离, 两者有一定偏移。

[0025] 请继续参考图 6, 所述永磁磁钢 23 为径向磁钢, 端部直接相连, 磁钢宽度取极限值, 有效地减少了端部漏磁, 提高了气隙磁密, 使得转轴侧无需安装隔磁衬套。因此, 无论转轴是采用导磁材料还是非导磁材料, 电机的气隙磁密度和每极磁通都有所提高, 从而降低了对转轴材料的要求。

[0026] 本发明采用内置切向式转子磁路结构, 使气隙磁密度提高, 有效地提高了电机的出力, 改善电机的性能。本发明中, 转子的直轴电抗和交轴电抗不等, 可以提高电机的同步牵入能力、过载能力和功率密度。由功角特性公式:

$$P_{em} = \frac{E_0 U}{X_d} \sin\theta + m \frac{U^2}{2} \left( \frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) \sin 2\theta$$

可知, 本发明具有更高的电磁功率和电磁转矩, 因而使电机具有更大的启动转矩, 启动更快, 效率更高。

[0027] 本发明继承了传统的内置切向式转子磁路结构永磁同步电机的优点, 永磁磁钢的形状和结构相对简单、加工方便、电磁转矩大、功率密度高, 且具有聚磁作用。通过偏心的圆弧形转子, 使得气隙磁通更好地接近正弦波形。此外, 通过将永磁磁钢的端部直接相连, 使磁钢宽度取极限值, 有效地减少了端部磁漏, 提高了气隙磁密度, 使得转轴侧无需安装隔磁衬套, 降低了对转轴材料的要求, 增大了磁钢的利用率, 优化了电机的结构, 减轻了电机重量。

[0028] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人

员,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干改变、改进和润饰,这些改变、改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

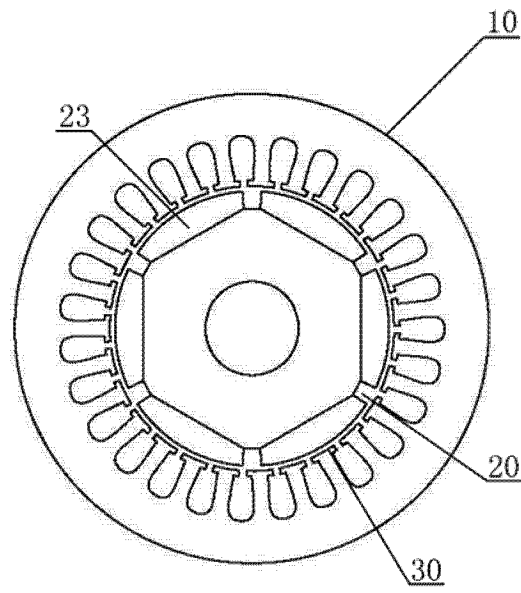


图 1

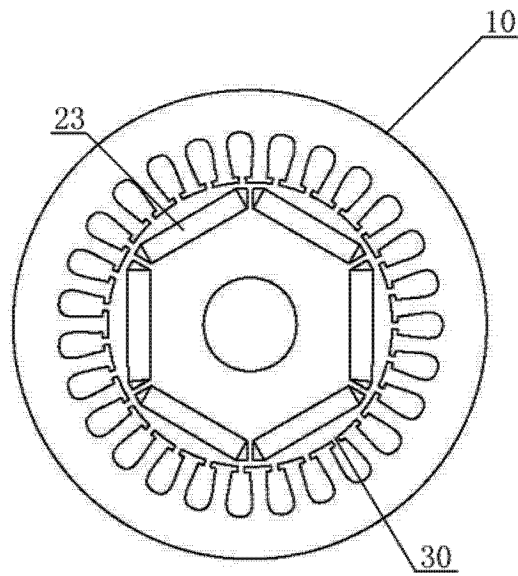


图 2

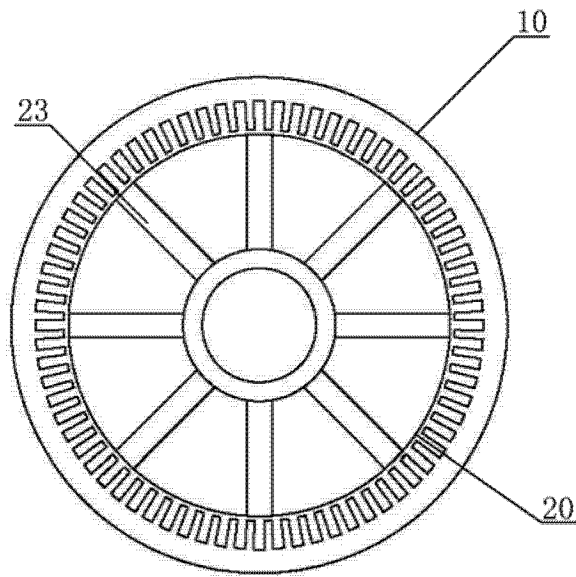


图 3

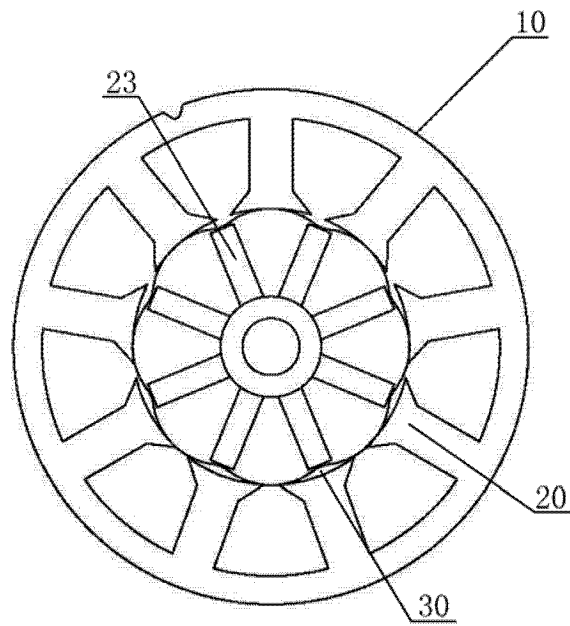


图 4



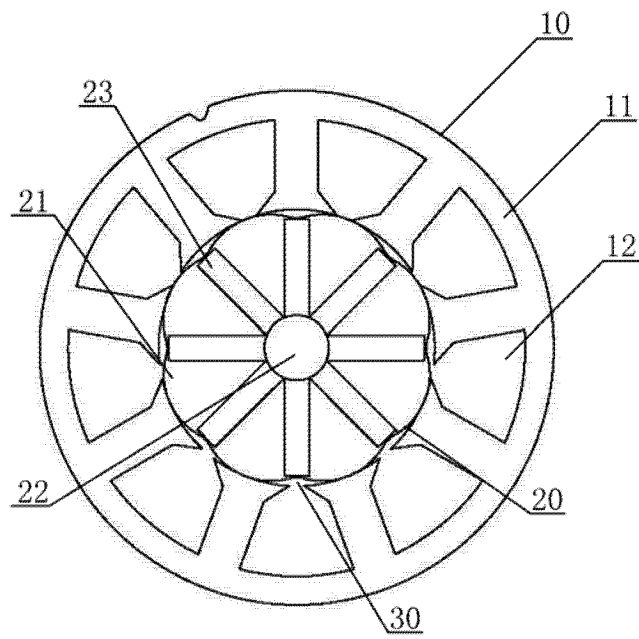


图 5

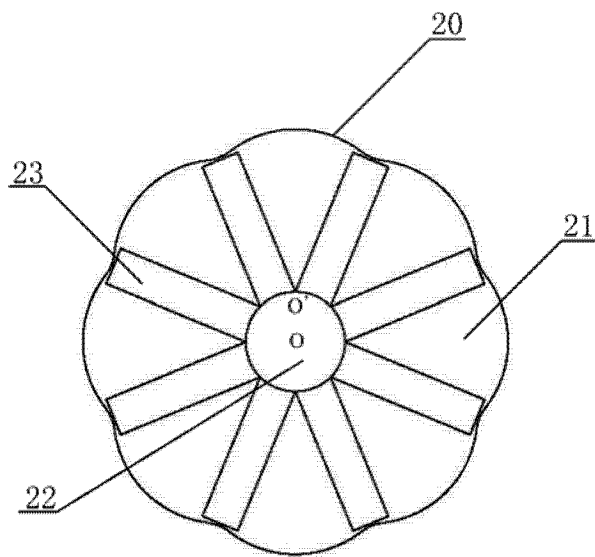


图 6