



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112383194 B

(45) 授权公告日 2022.08.12

(21) 申请号 202011315225.8

H02K 9/10 (2006.01)

(22) 申请日 2020.11.20

H02K 1/32 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H02K 1/16 (2006.01)

申请公布号 CN 112383194 A

H02K 16/04 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.02.19

H02K 1/2796 (2022.01)

(73) 专利权人 安徽大学

(56) 对比文件

地址 230601 安徽省合肥市经济技术开发区  
九龙路111号

CN 111864966 A, 2020.10.30

CN 110707871 A, 2020.01.17

(72) 发明人 陈起旭 王群京 李国丽 卞晓林  
刘霄

CN 105576919 A, 2016.05.11

CN 101363444 A, 2009.02.11

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责  
任公司 11251

审查员 巢颖菲

专利代理师 杨学明

(51) Int. Cl.

H02K 9/06 (2006.01)

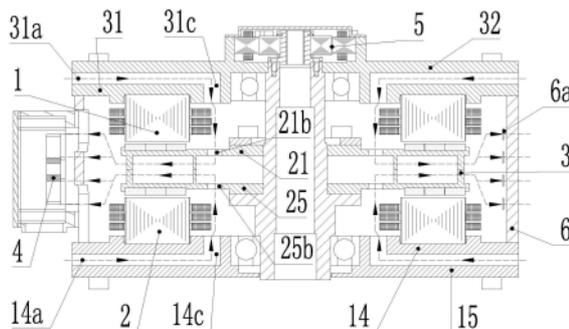
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

## (54) 发明名称

一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机

## (57) 摘要

本发明提出一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机,采用双定子/单转子拓扑,单个转子位于两个定子中间。包括驱动端定子、非驱动端定子、转子、出线盒、旋转变压器、驱动端端盖、非驱动端端盖以及由内置离心风机构成的冷却系统。其中非驱动端侧的转子背铁作为内置离心风机的叶轮前盘、驱动端侧的转子背铁作为内置离心风机的叶轮后盘、叶片由非驱动端侧转子背铁的叶片和驱动端侧转子背铁的叶片组成。内置离心风机、旋转变压器转子以及转子同轴连接。驱动端端盖、非驱动端端盖与机壳通过螺钉连接。旋转变压器的定子固定到非驱动端侧盖板上,出线盒则通过螺钉固定到机壳上。从而提高了换热效率。实现功率密度、扭矩密度的显著提高。



1. 一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机,其特征在于:采用双定子/单转子架构,冷却方案采用内置离心风扇散热方案;电机包括非驱动端定子、驱动端定子、转子、出线盒、旋转变压器;

离心风机集成于转子内部,负责排风;

其内置的离心风机主要实现两条风路支路流动;其中一条风路支路,是从非驱动端端盖上的径向通风槽进风,流经非驱动端端盖的腰形孔、非驱动端转子背铁的通风孔进入离心风机内部;另一条支路,是从驱动端端盖上的径向通风槽进风,流经驱动端端盖的腰形孔、驱动端转子背铁的通风孔进入离心风机内部;最后两条风支路,在离心风机作用下,从机壳的通风孔排出;

磁路分成两个独立的支路,其中一个支路经过非驱动端定子、气隙、非驱动端磁钢和非驱动端转子背铁;另一个支路经过驱动端定子、气隙、驱动端磁钢和驱动端转子背铁;两个转子背铁两侧相同位置的磁钢充磁方案按N-S-S-N配置;

定子铁芯的固定采用筋板螺钉固定到端盖的工艺,代替定子铁芯端面焊接,使用螺钉拧紧到定子铁芯端面的传统工艺;

驱动端端盖与驱动端盖板装配形成径向通风的通道;

所述的带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机采用双定子/单转子架构,转子(3)位于两个非驱动端定子(1)和驱动端定子(2)的中间,通过第三螺钉(9)、第四螺钉(10)分别将非驱动端定子(1)、驱动端定子(2)和机壳(6)三者固定,机壳(6)的圆周面上设计有第一通风孔(6a);

出线盒(4)通过第四螺钉(10)固定到机壳(6)上,旋转变压器(5)的定子通过第二螺钉(8)、固定到非驱动端端盖(31)上,旋转变压器(5)的转子通过第一螺钉(7)固定到主轴(23)上,实现精确的转子位置信号检测;

所述的离心风机集成于转子(3)的内部;

非驱动端转子背铁(21)设计第二通风孔(21b)和第一叶片(21a),同理,驱动端转子背铁(25)设计有第三通风孔(25b)和第二叶片(25a),非驱动端转子背铁(21)和驱动端转子背铁(25)分别起到叶轮前盘和叶轮后盘的作用,第一叶片(21a)和第二叶片(25a)装配成一体,起到离心风机叶片的作用,电机主轴(23)带动离心风机旋转,风从第二通风孔(21b)和第三通风孔(25b)进风,从非驱动端转子背铁(21)和驱动端转子背铁(25)的外圆周甩出;

所述的驱动端定子(2),结构与非驱动端定子(1)相同,驱动端定子(2)包括定子铁芯(13),定子铁芯(13)由高磁导率、低损耗的硅钢片卷绕而成,定子铁芯(13)的定子槽设计有矩形凹槽(13a),使用第五螺钉(16)、第六螺钉(17)、第一筋板(12)将定子铁芯(13)固定到驱动端端盖(14)上,驱动端端盖(14)的一侧端面设计有盖板(15),目的是规划风的路径只能按照径向通风槽方向流动,定子铁芯(13)上缠绕有定子绕组(11),采用18槽6极或者24槽8极分布绕组设计;

所述的驱动端端盖(14)与非驱动端端盖(31)相同,端面上设计有沿圆周分布的翅片(14b),相邻翅片形成第一径向通风槽(14a),驱动端端盖(14)内圆位置开设有第二筋板(14d),相邻筋板之间设计有第一腰形孔(14c);

所述的转子(3)包含转子铁芯、第一磁钢(19)、第二磁钢(26)、非驱动端转子背铁(21)、驱动端转子背铁(25),其中第一磁钢(19)位于非驱动端转子背铁(21)的外侧,第二磁钢

(26) 位于驱动端转子背铁 (25) 的外侧, 使用第七螺钉 (28)、压板 (18) 将第一磁钢 (19) 压紧固定到非驱动端转子背铁 (21) 上; 使用第九螺钉 (30)、第二压板 (27) 将第二磁钢 (26) 压紧固定到驱动端转子背铁 (25) 上;

非驱动端转子背铁 (21)、驱动端转子背铁 (25) 与主轴 (23) 通过花键副传递扭矩, 且使用法兰 (20)、第八螺钉 (29) 轴向固定, 为了降低其涡流损耗, 第一磁钢 (19)、第二磁钢 (26) 采用径向分段、圆周斜极设计;

非驱动端定子 (1) 和驱动端定子 (2) 与转子 (3) 的相对运动, 通过一对轴承即第一轴承 (22)、第二轴承 (24) 实现, 第一轴承 (22)、第二轴承 (24) 选型为角接触轴承或者深沟球轴承, 位于转子 (3) 的两端。

## 一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于应急发电、新能源汽车领域的集成起动/发动机,具体涉及一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机。

### 背景技术

[0002] 在应急发电、新能源汽车领域的集成起动/发动机多为径向磁通的交流永磁同步电动机、直流电机或者交流异步电动机,由于传统径向磁通电机轴向安装尺寸较大,功率密度和效率都偏低,在应急发电领域空间要求严格、便携性、功率密度要求高的场合应用受到限制。

[0003] 常规的小功率轴向磁通电机,一般采用机座或者两侧端盖上的翅片散热,在定子铁芯与端盖装配误差较大、较大负载或者高转速工况下,电机产生大量热量仅仅靠机座翅片或者端盖翅片来换热往往不能及时将热量散带走,给电机绝缘、温升带来极大挑战。

### 发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提出一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机。离心风机位于转子背铁内部,负责排风。风路主要包含两个支路,其中一个风路支路,从非驱动端端盖与盖板构成的径向翅片沟槽进风,经非驱动端端盖的腰形孔、非驱动端侧转子背铁的通风孔,经离心风机的叶片,从机壳通风孔流出;另一个风路支路,从驱动端端盖与盖板构成的径向翅片沟槽进风,经驱动端端盖的腰形孔、驱动端侧转子背铁的通风孔,经离心风机的叶片,从机壳通风孔流出。采用集成内置离心风扇散热方案的轴向磁通电机,两条风路支路提高了定子内外端部绕组、转子背铁、驱动端端盖和非驱动端端盖的径向翅片表面、驱动端端盖和非驱动端端盖的腰形孔内圆周面的对流换热系数,将电机产生热量快速的散热到外界空气中,从而提高了换热效率,实现功率密度、扭矩密度的显著提高。

[0005] 为了达到上述目的,本发明所采取的技术方案为:

[0006] 一种带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机,采用双定子/单转子架构,为了降低定子绕组的空间谐波和磁钢涡流损耗,绕组采用分布绕组,极槽配合选用18槽6极或者24槽8极设计,转子磁钢径向分段且圆周方向斜极设计;冷却方案采用内置离心风扇散热方案;电机包括非驱动端定子、驱动端定子、转子、出线盒、旋转变压器;

[0007] 离心风机集成于转子内部,负责排风;非驱动端转子背铁设计通风孔和叶片,同理,驱动端转子背铁设计有通风孔和叶片;非驱动端转子背铁和驱动端转子背铁分别起到叶轮前盘和叶轮后盘的作用,两个转子背铁的叶片装配成一体,起到离心风机叶片的作用;主轴带动离心风机旋转,风从两侧的通风孔进风,从非驱动端转子背铁和驱动端转子背铁的外圆周甩出。

[0008] 进一步地,其内置的离心风机主要实现两条风路支路流动;其中一条风路支路,是从非驱动端端盖上的径向通风槽进风,流经非驱动端端盖的腰形孔、非驱动端转子背铁的

通风孔进入离心风机内部；另一条支路，是从驱动端端盖上的径向通风槽进风，流经驱动端端盖的腰形孔、驱动端转子背铁的通风孔进入离心风机内部。最后两条风支路，在离心风机作用下，从机壳的通风孔排出。

[0009] 进一步地，磁路分成两个独立的支路，其中一个支路经过非驱动端定子、气隙、非驱动端磁钢和非驱动端转子背铁；另一个支路经过驱动端定子、气隙、驱动端磁钢和驱动端转子背铁；两个转子背铁两侧相同位置的磁钢充磁方案按N-S-S-N配置。

[0010] 进一步地，非驱动端定子和驱动端定子，包括定子铁芯，定子铁芯由高磁导率、低损耗的硅钢片卷绕而成。定子铁芯上套有定子绕组，采用分布绕组设计。

[0011] 进一步地，非驱动端定子和驱动端定子与转子的相对运动，通过一对轴承实现，轴承位于中间转子两侧，可以选型为角接触轴承或者深沟球轴承。

[0012] 进一步地，驱动端盖与非驱动端端盖结构相同，端面上设计有沿圆周分布的径向辐条状翅片，相邻翅片形成通风槽，驱动端端盖内圆位置开设有轮辐和轮毂，相邻轮辐之间设计有腰形孔，驱动端端盖与驱动端盖板装配形成径向通风的通道。

[0013] 本发明原理在于：所述的集成内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机，采用双定子/单转子架构，为了降低定子绕组的空间谐波和磁钢涡流损耗，绕组采用分布绕组，转子磁钢径向分段；冷却方案采用内置离心风扇散热方案。电机包括非驱动端定子1、驱动端定子2、转子3、出线盒4、旋转变压器5。

[0014] 所述的带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机的磁路分成两个独立的支路，其中一个支路经过非驱动端定子1、气隙、非驱动端磁钢19和非驱动端转子背铁21。另一个支路经过驱动端定子2、气隙、驱动端的第二磁钢26和驱动端转子背铁25。两个转子背铁两侧相同位置的磁钢充磁方案按N-S-S-N配置。

[0015] 所述的非驱动端定子1和驱动端定子2，包括定子铁芯13，定子铁芯13由高磁导率、低损耗的硅钢片卷绕而成。定子铁芯13上套有定子绕组11，采用分布绕组设计。

[0016] 定子铁芯13与定子绕组11的槽内绕组产生的一部分热量传导散热到驱动端端盖14的第一翅片14b上；另一热量在内置离心风机的吸风/排风作用下，定子铁芯13与定子绕组11的内外端部绕组通过表面对流散热，将热量扩散到周围环境中。

[0017] 非驱动端定子1和驱动端定子2与转子3的相对运动，通过一对轴承即第一轴承22、第二轴承24实现，第一轴承22、第二轴承24可以选型为角接触轴承或者深沟球轴承。

[0018] 所述的出线盒组件4通过第四螺钉10固定到机壳6上。

[0019] 所述的转子3中的第一磁钢19、第二磁钢26，为了降低其涡流损耗和齿谐波，采用径向分段且沿圆周方向斜极设计。

[0020] 所述的旋转变压器5的转子通过第一螺钉7固定到电机主轴23上，旋转变压器5的定子，通过第二螺钉8固定到非驱动端盖板32上，实现精确的转子位置信号检测。

[0021] 本发明的有益效果：

[0022] 从降低损耗方面，定子绕组采用了18槽6极或者24槽8极分布绕组设计，相对分数槽集中绕组，降低了定子绕组空间谐波；转子磁钢采用径向分段且圆周方向斜极设计，表面涂覆环氧树脂，削弱了定子铁芯齿谐波，降低了磁钢的涡流损耗。

[0023] 从提高散热能力方面，采用了内置无蜗壳离心风机设计，转子背铁轴向方向分成两半，在功能上起到离心风机的叶轮前盘和叶轮后盘的作用，从而省掉了前后叶盘的重量，

而且转子背铁端面的叶片,起到离心风机叶片的作用。内置离心风机主要实现的风路从非驱动端的端盖和驱动端端盖的径向通风槽吸风,经过转子背铁内部的离心风机,从机壳排风。在离心风机吸风/排风作用下,外界的空气在电机内部表面双支路快速流出至周围环境,提高了电机的传热、换热效率,从而实现电机的冷却和减重效果。采用该拓扑和冷却方案的电机,可以承受更大的负载,结构更加紧凑,提高了电机功率密度和扭矩密度。

### 附图说明

[0024] 图1为本发明轴向磁通电机的总体结构剖面图,其中,1为非驱动端定子,2为驱动端定子,3为转子,4为出线盒,5为旋转变压器,6为机壳,6a为第一通风孔,14为驱动端端盖,14a为第一径向通风槽,14c为第一腰形孔,15为驱动端盖板,21为非驱动端转子背铁,21b为第二通风孔,25为驱动端转子背铁,25b为第三通风孔,31为非驱动端端盖,31a为第二径向通风槽,31c为第二腰形孔,32为非驱动端盖板。

[0025] 图2为本发明轴向磁通电机的总体结构爆炸图,其中,1为非驱动端定子,2为驱动端定子,3为转子,4为出线盒,5为旋转变压器,6为机壳,6a为第一通风孔,7为第一螺钉,8为第二螺钉,9为第三螺钉,10为第四螺钉。

[0026] 图3为本发明轴向磁通电机的轴侧图,其中,6为机壳,6a为第一通风孔,14为驱动端端盖,14a为第一径向通风槽,15为驱动端盖板,31为非驱动端端盖,31a为第二径向通风槽,32为非驱动端盖板。

[0027] 图4为本发明轴向磁通电机的定子组件结构爆炸图,其中,11为定子绕组,12为筋板,13为定子铁芯,13a为矩形凹槽,14为驱动端端盖,14a为第一径向通风槽,14b为第一翅片,14c为第一腰形孔,14d为第一轮辐,14e为第一轮毂,15为驱动端盖板,16为第五螺钉,17为第六螺钉。

[0028] 图5为本发明轴向磁通电机的端盖结构图,其中,14a为第一径向通风槽,14b为翅片,14c为第一腰形孔,14d为第二筋板,31a为第二径向通风槽,31b为第二翅片,31c为腰形孔,31d为第二轮辐,31e为第二轮毂。

[0029] 图6为本发明轴向磁通电机的转子组件结构爆炸图,其中,5为旋转变压器,7为第一螺钉,18为第一压板,19为第一磁钢,20为法兰,21为非驱动端转子背铁,21a为第一叶片,21b为第二通风孔,22为第一轴承,23为电机主轴,24为第二轴承,25为驱动端转子背铁,25a为第二叶片,25b为第三通风孔,26为第二磁钢,27为第二压板,28为第七螺钉,29为第八螺钉,30为第九螺钉。

### 具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明作详细描述。

[0031] 所述的带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机的磁路贯穿非驱动端定子1、驱动端定子2和转子3。风路采用内置离心风机散热方案,非驱动端盖板32与非驱动端端盖31装配构成一条非驱动端的通风槽道;同理,驱动端盖板15与驱动端端盖14装配构成驱动端的径向通风槽道。其内置的离心风机主要实现两条风路支路流动。其中一条风路支路,是从非驱动端端盖31上的第二径向通风槽31a进风,流经非驱动端端盖31的腰形孔31c、非驱动端转子背铁21的通风孔21b进入离心风机内部;另一条支路,是从驱动端端盖14上的第一径向

通风槽14a进风,流经驱动端端盖14的第一腰形孔14c、驱动端转子背铁25的第三通风孔25b进入离心风机内部。最后两条风支路从机壳6的第一通风孔6a排出。整个风路路径2D剖面,如图1所示。其进风/出风3D标识,如图2所示。

[0032] 所述的带内置离心风机的自扇冷轴向磁通电机采用双定子/单转子架构。转子3位于两个非驱动端定子1和驱动端定子2的中间,通过第三螺钉9、第四螺钉10分别将非驱动端定子1、驱动端定子2和机壳6三者固定。机壳6的圆周面上设计有第一通风孔6a。

[0033] 出线盒4通过第四螺钉10固定到机壳6上。旋转变压器5的定子通过第二螺钉8、固定到非驱动端端盖31上,旋转变压器5的转子通过第一螺钉7固定到主轴23上,实现精确的转子位置信号检测。整个电机的结构图,如图3所示。

[0034] 所述的离心风机集成于转子3的内部,下面阐述离心风机构成和原理:

[0035] 非驱动端转子背铁21设计第二通风孔21b和第一叶片21a,同理,驱动端转子背铁25设计有第三通风孔25b和第二叶片25a。非驱动端转子背铁21和驱动端转子背铁25分别起到叶轮前盘和叶轮后盘的作用,第一叶片21a和第二叶片25a装配成一体,起到离心风机叶片的作用。电机主轴23带动离心风机旋转,风从第二通风孔21b和通风孔25b进风,从非驱动端转子背铁21和驱动端转子背铁25的外圆周甩出,如图1、图3所示。

[0036] 所述的驱动端定子2,结构与非驱动端定子1相同,以驱动端定子2为例,包括定子铁芯13,定子铁芯13由高磁导率、低损耗的硅钢片卷绕而成。定子铁芯13的定子槽设计有矩形凹槽13a,使用第五螺钉16、第六螺钉17、第一筋板12将定子铁芯13固定到驱动端端盖14上。驱动端端盖14的一侧端面设计有盖板15,目的是规划风的路径只能按照径向通风槽方向流动。定子铁芯13上缠绕有定子绕组11,采用18槽6极或者24槽8极分布绕组设计。驱动端定子2的爆炸图,如图4所示。

[0037] 所述的驱动端端盖14与非驱动端端盖31相同,端面上设计有沿圆周分布的翅片14b,相邻翅片形成第一径向通风槽14a,驱动端端盖14内圆位置开设有第二筋板14d,相邻筋板之间设计有第一腰形孔14c,如图5所示。

[0038] 所述的转子3包含转子铁芯、第一磁钢19、第二磁钢26、非驱动端转子背铁21、驱动端转子背铁25。其中第一磁钢19位于非驱动端转子背铁21的外侧,第二磁钢26位于驱动端转子背铁25的外侧,使用第七螺钉28、压板18将第一磁钢19压紧固定到非驱动端转子背铁21上;使用第九螺钉30、第二压板27将第二磁钢26压紧固定到驱动端转子背铁25上。

[0039] 非驱动端转子背铁21、驱动端转子背铁25与主轴23通过花键副传递扭矩,且使用法兰20、第八螺钉29轴向固定。为了降低其涡流损耗,第一磁钢19、第二磁钢26采用径向分段、圆周斜极设计,如图6所示。

[0040] 非驱动端定子1和驱动端定子2与转子3的相对运动,通过一对轴承即第一轴承22、第二轴承24实现,第一轴承22、第二轴承24可以选型为角接触轴承或者深沟球轴承,位于转子3的两端,如图6所示。

[0041] 尽管本说明书已经图示和描述了具体的实施实例,但本领域技术人员应该理解,在不背离本发明的范围的情况下,各种替换或等同实现都可以替代所示和所描述的这些具体实施实例。本申请旨在覆盖任何改变和本发明所讨论的各种具体实施实例。因此本发明仅由权利要求及其等同物限定。

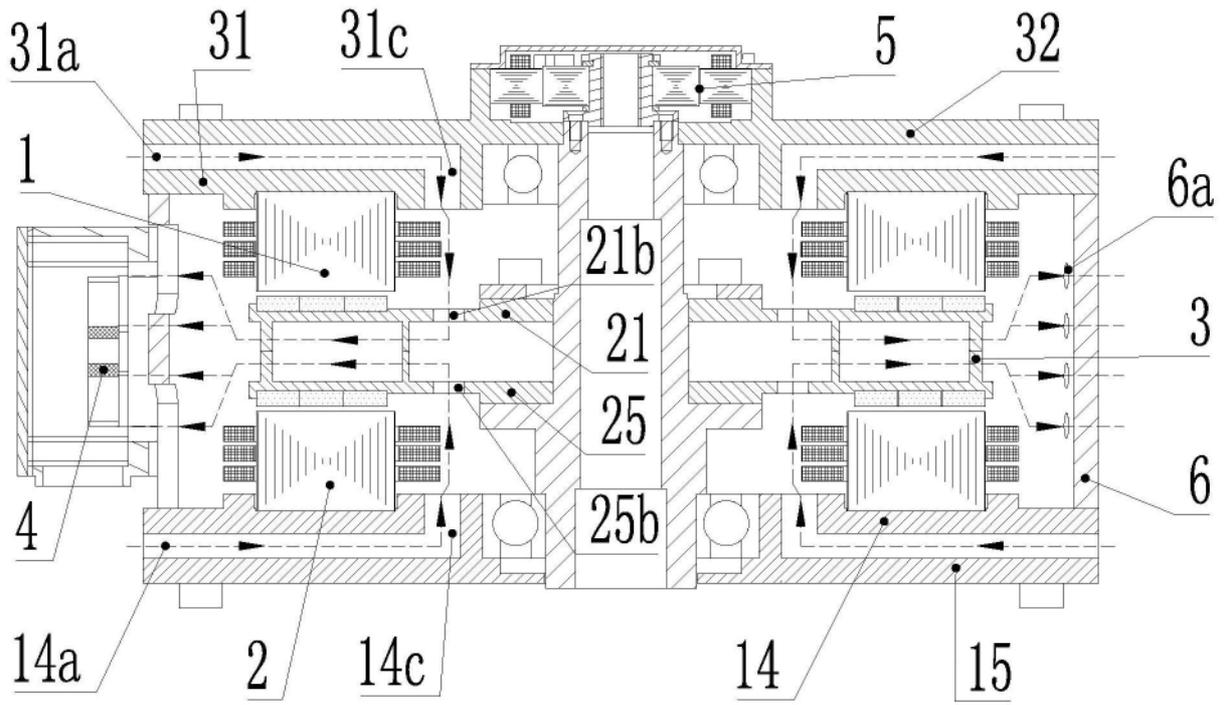


图1

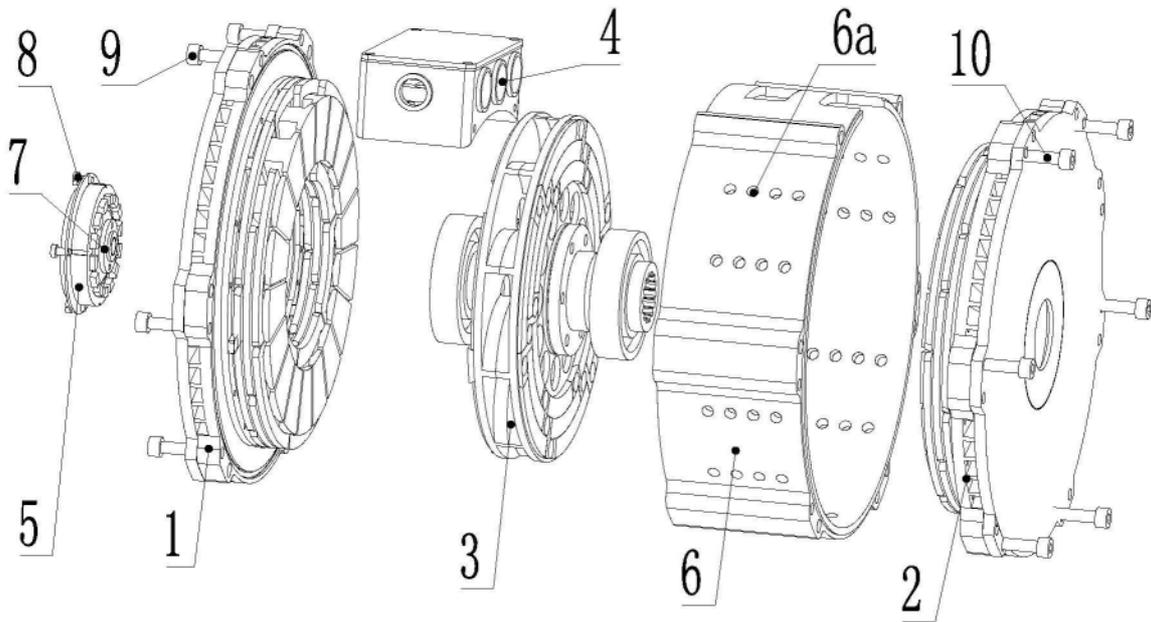


图2

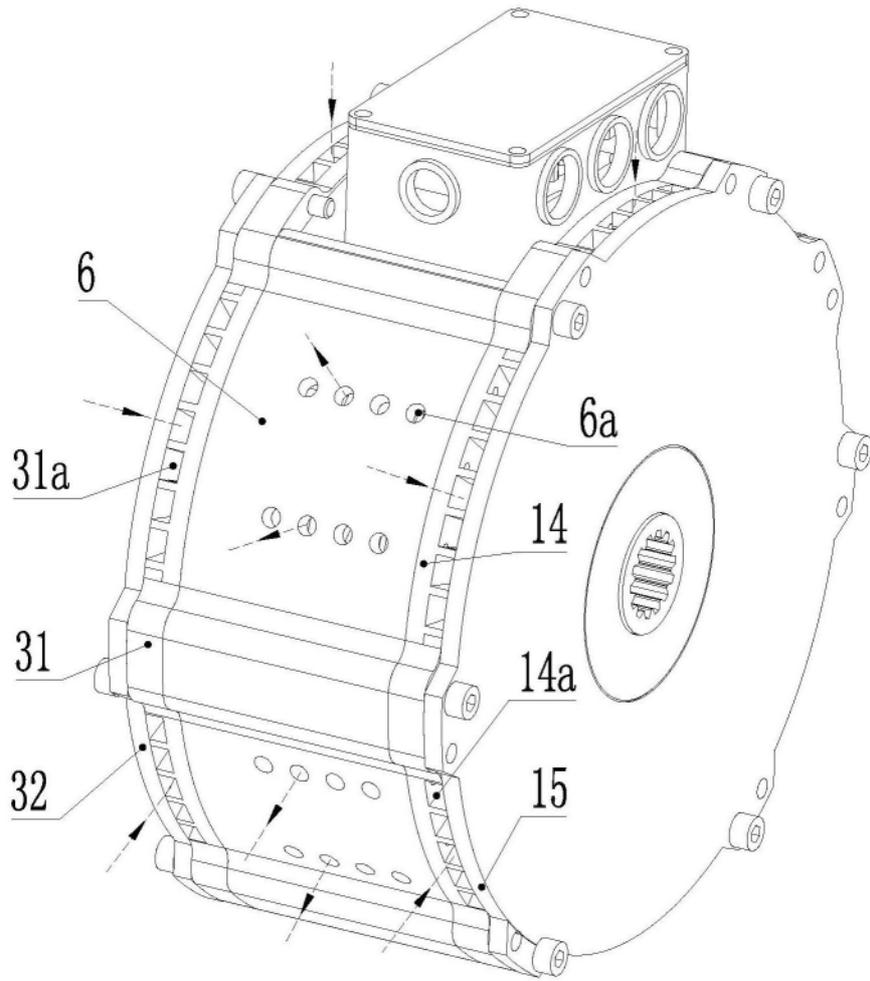


图3

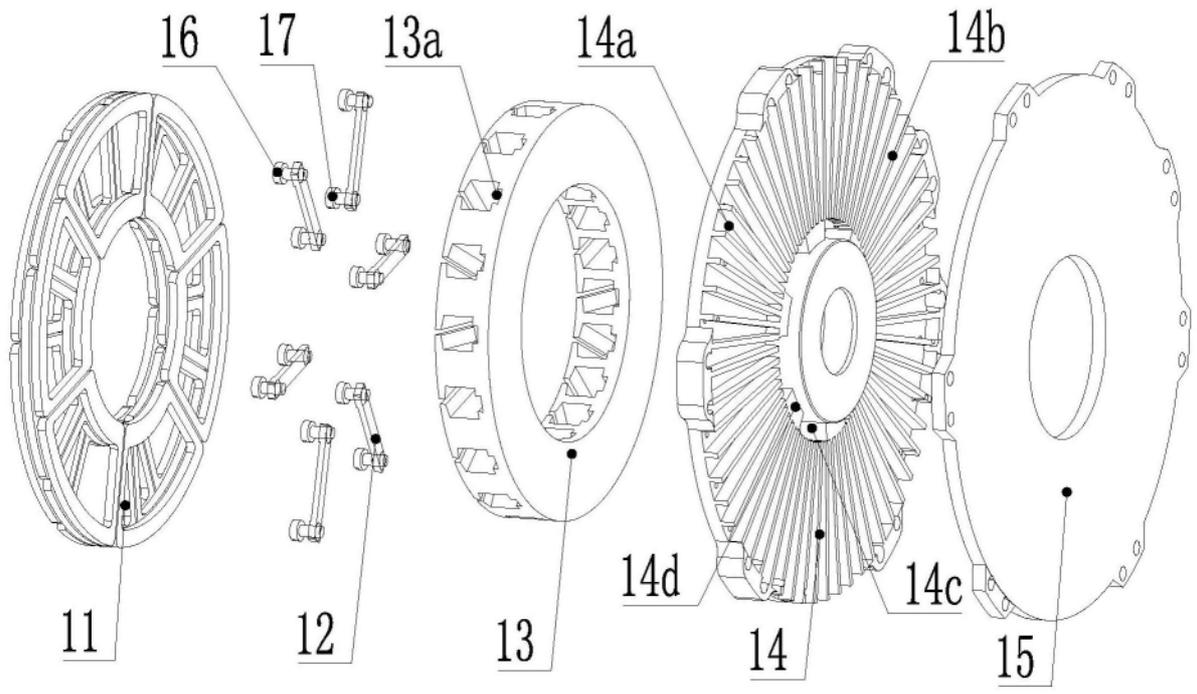


图4

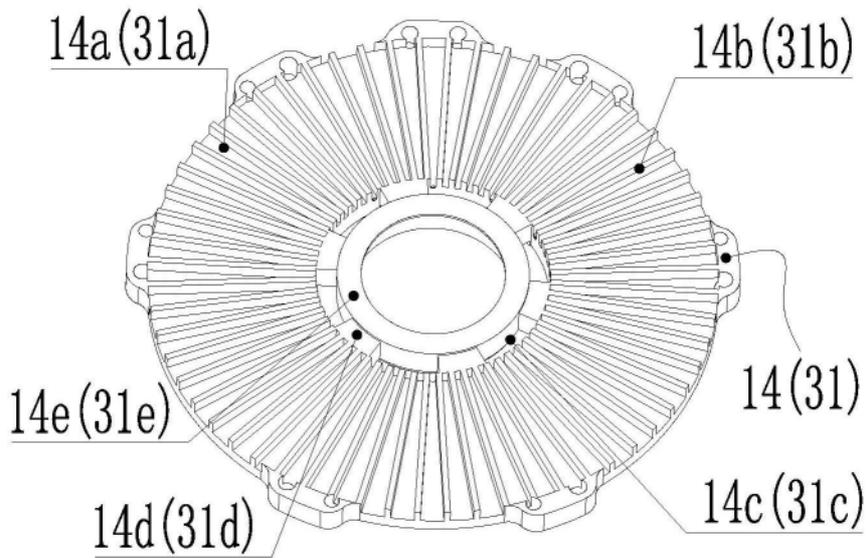


图5

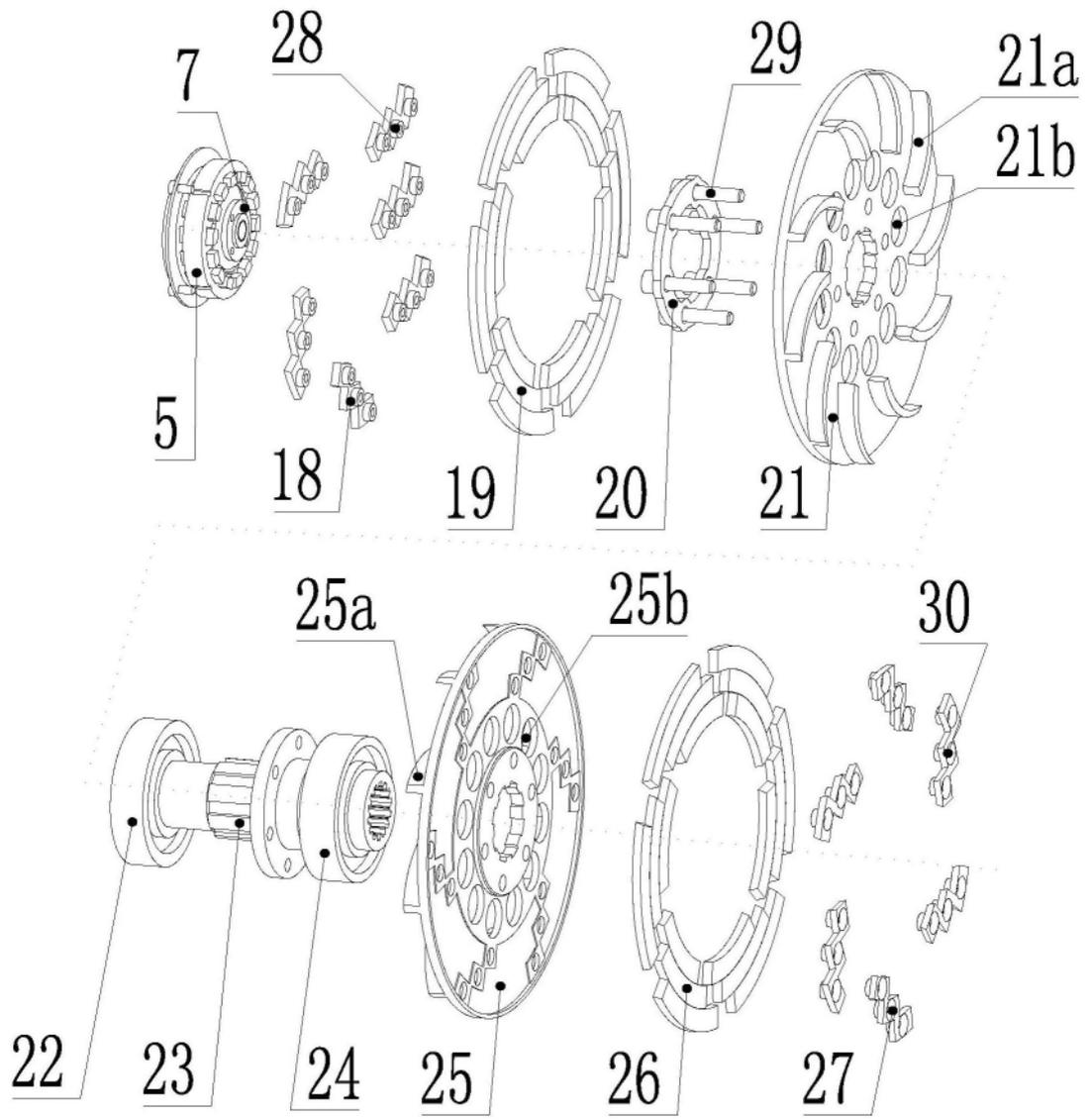


图6