



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105186740 B

(45)授权公告日 2018.01.23

(21)申请号 201510649663.0

(22)申请日 2015.10.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105186740 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(73)专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区100084信箱82

分箱清华大学专利办公室

专利权人 北京泰豪装备科技有限公司

(72)发明人 王善铭 毛勇 戴兴建 黄天诚

姜新建 饶智芳 孙旭东 柴建云

王祥珩

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 徐宁 何家鹏

(51)Int.Cl.

H02K 1/24(2006.01)

H02K 1/16(2006.01)

H02K 7/09(2006.01)

H02J 15/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102878202 A,2013.01.16,

CN 102290911 A,2011.12.21,

CN 202616922 U,2012.12.19,

CN 202713053 U,2013.01.30,

JP 2004194440 A,2004.07.08,

Eric Severson等.Dual purpose no voltage winding design for the bearingless ac homopolar and consequent pole motors.《Power Electronics Conference (IPEC-Hiroshima 2014- ECCE-ASIA)》.2014,

审查员 张婷

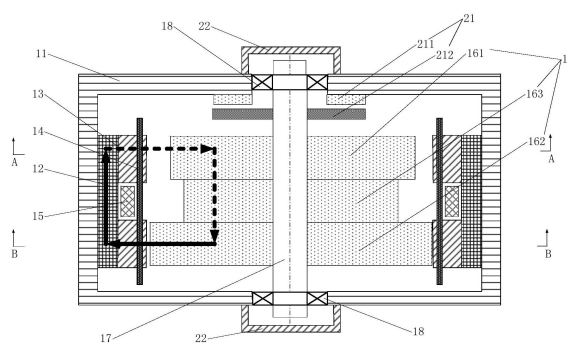
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种惯性储能系统

(57)摘要

本发明涉及一种惯性储能系统,它包括壳体、定子背轭、定子铁芯、定子绕组、定子励磁绕组、磁阻转子和轴;所述定子背轭固定连接在所述壳体的内壁上;所述轴通过上、下两轴承转动支撑在所述壳体内,在所述轴上固定套设所述磁阻转子;所述磁阻转子包括磁阻转子第一段、磁阻转子第二段和磁阻转子连接段,其中,所述磁阻转子第一段与磁阻转子第二段通过磁阻转子连接段连接;在所述定子背轭的内壁上、下间隔固定连接两所述定子铁芯,在两所述定子铁芯的内侧布置所述定子绕组,在两所述定子铁芯之间布置所述定子励磁绕组;所述定子励磁绕组在高度方向上与所述磁阻转子连接段对应,两所述定子铁芯在高度方向上分别与所述磁阻转子第一段、所述磁阻转子第二段一一对应。



1. 一种惯性储能系统,其特征在于:它包括壳体、定子背轭、定子铁芯、定子绕组、定子励磁绕组、磁阻转子和轴;所述定子背轭固定连接在所述壳体的内壁上;所述轴通过上、下两轴承转动支撑在所述壳体内,在所述轴上固定套设所述磁阻转子;所述磁阻转子包括磁阻转子第一段、磁阻转子第二段和磁阻转子连接段,其中,所述磁阻转子第一段与磁阻转子第二段通过磁阻转子连接段连接;在所述定子背轭的内壁上、下间隔固定连接两所述定子铁芯,在两所述定子铁芯的内侧布置所述定子绕组,在两所述定子铁芯之间布置所述定子励磁绕组;所述定子励磁绕组在高度方向上与所述磁阻转子连接段对应,两所述定子铁芯在高度方向上分别与所述磁阻转子第一段、所述磁阻转子第二段一一对应;

所述磁阻转子第一段和所述磁阻转子第二段均为在外圆上交替布置有突出的第一齿和凹陷的第一槽的具有厚度的圆盘;所述磁阻转子连接段为具有厚度的圆盘,所述磁阻转子连接段的直径小于所述磁阻转子第一段、所述磁阻转子第二段的所述第一齿所在处圆的直径;所述磁阻转子第一段的所述第一齿在轴向上与所述磁阻转子第二段的所述第一槽相对;所述磁阻转子第一段的所述第一槽在轴向上与所述磁阻转子第二段的所述第一齿相对;

在所述轴与所述壳体之间设置有永磁悬浮轴承;所述永磁悬浮轴承包括永磁环和动环,其中,所述永磁环固定连接在所述壳体的上部,所述动环固定连接在所述轴上;

在所述壳体上连接一抽真空装置,在位于两所述轴承外围的所述壳体上分别密封连接一密封罩;

在两所述定子铁芯内圆均匀开有第二槽,所述第二槽之间形成第二齿,在所述第二槽内布置所述定子绕组,所述定子绕组为三相或者多相绕组。

## 一种惯性储能系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种惯性储能系统,属于电能的转换与存储技术领域。

### 背景技术

[0002] 飞轮储能是利用旋转物体具有的动能来进行能量存储的,其基本原理是首先利用与飞轮机械连接的电动机带动飞轮加速旋转,将电能转换成飞轮的动能进行存储,此时飞轮维持高速旋转。在忽略各种损耗的理想状态下,飞轮的转速将一直维持不变,存储的动能也维持不变。当需要释放能量时,利用与飞轮机械连接的发电机进行发电,飞轮作为发电机的原动机,飞轮存储的动能转换为电能向外输出能量,这一过程中,动能减少,飞轮减速。飞轮的加速和减速实现了能量的存储和利用。飞轮储能具有储能密度高、无充放电次数限制、峰值功率大、转换效率高、无污染等特点,在不间断UPS、电力调峰、航空航天等领域具有重要的应用价值。飞轮储能在工程中早已得到大量应用,在2000年前后,现代飞轮储能电源商业化产品已开始推广。

[0003] 飞轮储能用于UPS电源系统可以替代传统的化学蓄电池储能系统为关键负载提供可靠、环保的优质电力。飞轮储能UPS电源系统与现有的电池系统相比具有众多特点:寿命长;适应恶劣的工作环境;适应频繁充放电;维护工作量小;安全性好;占地面积小等。因此,飞轮储能用于UPS电源系统具有广阔的前景,UPS电源系统对飞轮储能系统也有特殊要求:效率高,维持状态的损耗小,结构简单,体积小等。

[0004] 图1给出了现有的飞轮储能系统的典型结构,其包括机壳1、定子铁芯2、定子绕组3、永磁体4、转子铁芯5、轴承6、转子轴7和飞轮8。其中,机壳1可采用常规的安装方式固定,定子铁芯2固定连接在机壳1内,定子铁芯2是电机磁路的一部分,定子铁芯2内圆布置定子绕组3,定子绕组3一般为三相绕组。飞轮8固定连接在转子轴7上,转子轴7通过轴承6转动支撑在机壳1内,转子铁芯5固定连接在转子轴7上,转子铁芯5上布置有永磁体4,永磁体4充磁方向为径向,永磁体4的极性沿圆周向交替布置,转子轴7能够带动飞轮8、转子铁芯5和永磁体4绕轴心旋转。采用永磁体4形成永磁电机与飞轮组合形成飞轮储能系统,一般认为永磁电机效率高,体积小,转子无绕组,结构简单,适合高速运行。但是永磁电机飞轮储能系统也存在明显的不足:1、作为UPS应用,飞轮储能系统储能后一直运行在高速,此时的损耗决定了飞轮储能系统自身能够维持运行的时间,决定了系统的效率,而永磁电机永磁体磁场无法调节,导致铁损耗一直存在,而且铁损耗与磁场变化频率的1.5次方成正比,高速运行正好运行在铁损耗最大的时候,因此损耗大。2、永磁体布置在转子上,转子散热存在困难,为了减小飞轮储能系统的损耗,一般飞轮储能系统布置在真空腔体内,减小高速旋转空气带来的摩擦损耗,没有空气进行散热后转子的热量只能靠辐射散出,其散热能力有限。永磁体本身受温度限制,过高温度会导致永磁体失磁。3、永磁电机与飞轮通过转子轴连接,飞轮储能装置的高度方向尺寸较大。4、飞轮重量较大,轴承承受的载荷大,导致轴承损耗增大,寿命受限。

## 发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种无永磁材料的、可有效降低系统高速运行时的铁损耗的惯性储能系统。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:一种惯性储能系统,其特征在于:它包括壳体、定子背轭、定子铁芯、定子绕组、定子励磁绕组、磁阻转子和轴;所述定子背轭固定连接在所述壳体的内壁上;所述轴通过上、下两轴承转动支撑在所述壳体内,在所述轴上固定套设所述磁阻转子;所述磁阻转子包括磁阻转子第一段、磁阻转子第二段和磁阻转子连接段,其中,所述磁阻转子第一段与磁阻转子第二段通过磁阻转子连接段连接;在所述定子背轭的内壁上、下间隔固定连接两所述定子铁芯,在两所述定子铁芯的内侧布置所述定子绕组,在两所述定子铁芯之间布置所述定子励磁绕组;所述定子励磁绕组在高度方向上与所述磁阻转子连接段对应,两所述定子铁芯在高度方向上分别与所述磁阻转子第一段、所述磁阻转子第二段一一对应。

[0007] 所述磁阻转子第一段和所述磁阻转子第二段均为在外圆上交替布置有突出的第一齿和凹陷的第一槽的具有厚度的圆盘;所述磁阻转子连接段为具有厚度的圆盘,所述磁阻转子连接段的直径小于所述磁阻转子第一段、所述磁阻转子第二段的所述第一齿所在处圆的直径;所述磁阻转子第一段的所述第一齿在轴向上与所述磁阻转子第二段的所述第一槽相对;所述磁阻转子第一段的所述第一槽在轴向上与所述磁阻转子第二段的所述第一齿相对。

[0008] 在两所述定子铁芯内圆均匀开有第二槽,所述第二槽之间形成第二齿,在所述第二槽内布置所述定子绕组,所述定子绕组为三相或者多相绕组。

[0009] 在所述轴与所述壳体之间设置有永磁悬浮轴承;所述永磁悬浮轴承包括永磁环和动环,其中,所述永磁环固定连接在所述壳体的上部,所述动环固定连接在所述轴上。

[0010] 在所述壳体上连接一抽真空装置,在位于两所述轴承外围的所述壳体上分别密封连接一密封罩。

[0011] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明采用电励磁磁阻电机而不采用永磁体,即通过定子励磁绕组励磁从而使电机的磁场大小可以根据需要进行调节,这样当储能系统处于高速运行时,维持所需电压的励磁电流不大,此时可以通过调节减小磁场,使高速运行时的铁损耗大大减小,提高系统效率。2、本发明将飞轮和电机转子进行集成,实现磁阻转子储能,简化系统结构,降低系统高度。3、本发明转子为实心结构,不需要布置绕组和永磁体,因此强度高,适合高速运行。4、本发明在轴与壳体之间设置有永磁悬浮轴承,利用永磁环与铁磁材料制成的动环的相互吸引力抵消整个储能系统的转子系统重量,调整永磁环与动环之间的轴向气隙,可使得转子系统轴向上的重力与永磁悬浮轴承的吸力接近平衡,这样轴承上的轴向载荷仅为最后剩余的微小的不平衡重量,轴承的载荷大为降低,损耗大为降低,寿命大大延长。5、本发明在壳体上连接一抽真空装置,并且在位于两轴承外围的壳体上分别密封连接一密封罩,因此可使整个储能系统处于真空环境,不存在通常情况下转子与空气之间的摩擦损耗,从而使转子系统高速旋转时的摩擦损耗能够大幅度降低。本发明可以广泛应用于不间断UPS、电力调峰、航空航天等领域,具有重要的应用价值。

## 附图说明

[0012] 图1是现有的飞轮储能系统的典型结构;

[0013] 图2是本发明的整体结构示意图;

[0014] 图3是图2中A-A向的剖视示意图;

[0015] 图4是图2中B-B向的剖视示意图。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0017] 如图2所示,本发明包括壳体11、定子背轭12、定子铁芯13、定子绕组14、定子励磁绕组15、磁阻转子16和轴17。其中,定子背轭12固定连接在壳体11的内壁上。轴17通过上、下两轴承18转动支撑在壳体11内,在轴17上固定套设磁阻转子16,磁阻转子16包括磁阻转子第一段161、磁阻转子第二段162和磁阻转子连接段163。在定子背轭12内壁上、下间隔固定连接两定子铁芯13,定子铁芯13和定子背轭12都是电机磁路的一部分,具有导磁性。在两定子铁芯13的内侧布置定子绕组14,在两定子铁芯13之间布置定子励磁绕组15,定子励磁绕组15的为圆环形,由励磁电源(未画出)供直流电建立磁场。其中,定子励磁绕组15在高度方向上与磁阻转子连接段163对应,两定子铁芯13在高度方向上分别与磁阻转子第一段161、磁阻转子第二段162一一对应。

[0018] 上述实施例中,如图3所示,在两定子铁芯13内圆均匀开有槽19,槽19之间形成齿20,在槽19内布置定子绕组14,定子绕组14一般为三相绕组,也可为多相绕组。

[0019] 上述实施例中,如图3、图4所示,磁阻转子第一段161和磁阻转子第二段162均为在外圆上交替布置有突出的齿164和凹陷的槽165的具有一定厚度的圆盘,齿164和槽165使磁阻转子的径向的磁阻不同。磁阻转子连接段163为具有一定厚度的圆盘,其直径小于磁阻转子第一段161、磁阻转子第二段162的齿164处的直径。磁阻转子第一段161的齿164在轴向上与磁阻转子第二段162的槽165相对,同时,磁阻转子第一段161的槽165在轴向上与磁阻转子第二段162的齿164相对。磁阻转子第一段161、磁阻转子第二段162、磁阻转子连接段163均为磁路的一部分,具有导磁性。

[0020] 上述实施例中,在轴17与壳体11之间设置有永磁悬浮轴承21,永磁悬浮轴承21包括永磁环211和动环212,其中,永磁环211固定连接在壳体11的上部,动环212固定连接在轴17上。利用永磁环211与铁磁材料制成的动环212的相互吸引力抵消整个储能系统的转子系统重量,调整永磁环211与动环212之间的轴向气隙,可使得转子系统轴向上的重力与永磁悬浮轴承21的吸力接近平衡,这样轴承18上的轴向载荷仅为最后剩余的微小的不平衡重量,轴承18的载荷大为降低,损耗大为降低,寿命大大延长。

[0021] 上述实施例中,在壳体11上连接一抽真空装置(图中未示出),并且在位于两轴承18外围的壳体11上分别密封连接一密封罩22。这样,可以使整个储能系统处于真空环境,不存在通常情况下转子与空气之间的摩擦损耗,因此转子系统高速旋转时的摩擦损耗能够大幅度降低。

[0022] 本发明中的磁阻转子16和轴17可以为一整体,由整块锻件制成。

[0023] 本发明的工作原理如下:如图2所示,当定子励磁绕组15通入直流电后建立磁场,

磁力线(图2中的箭头所示)由定子铁芯13径向出发,达到定子背轭14,由轴向经过定子背轭14,到达另一段定子铁芯13,沿径向经过定子铁芯13的齿20、定子铁芯13与磁阻转子16之间的间隙、磁阻转子第一段161的齿164,再沿轴向经过磁阻转子连接段163达到磁阻转子第二段162,再沿径向经过磁阻转子第二段162的齿164、定子铁芯13与磁阻转子16之间的间隙、定子铁芯13的齿20,最后回到定子铁芯13,形成完整的磁路。磁力线经过定子铁芯13的齿20时,与定子铁芯13的槽19内的定子绕组14相切割,在定子绕组14中感应电动势,实现机电能量转换。当系统运行在储能过程时,电机作为电动机运行,带动磁阻转子16加速,直到运行的最高转速,然后一直维持在该转速下运行。当需要释放能量时,电机作为发电机运行,磁阻转子16失去动能,速度下降。本发明采用磁阻电机,不采用永磁体。采用定子励磁绕组15励磁,使电机的磁场大小可以根据需要调节。当储能系统处于高速运行时,维持所需电压的励磁电流不大,此时可以通过调节减小磁场,使高速运行时的铁损耗大大减小,提高系统效率。

[0024] 本发明仅以上述实施例进行说明,各部件的结构、设置位置及其连接都是可以有所变化的,在本发明技术方案的基础上,凡根据本发明原理对个别部件进行的改进和等同变换,均不应排除在本发明的保护范围之外。

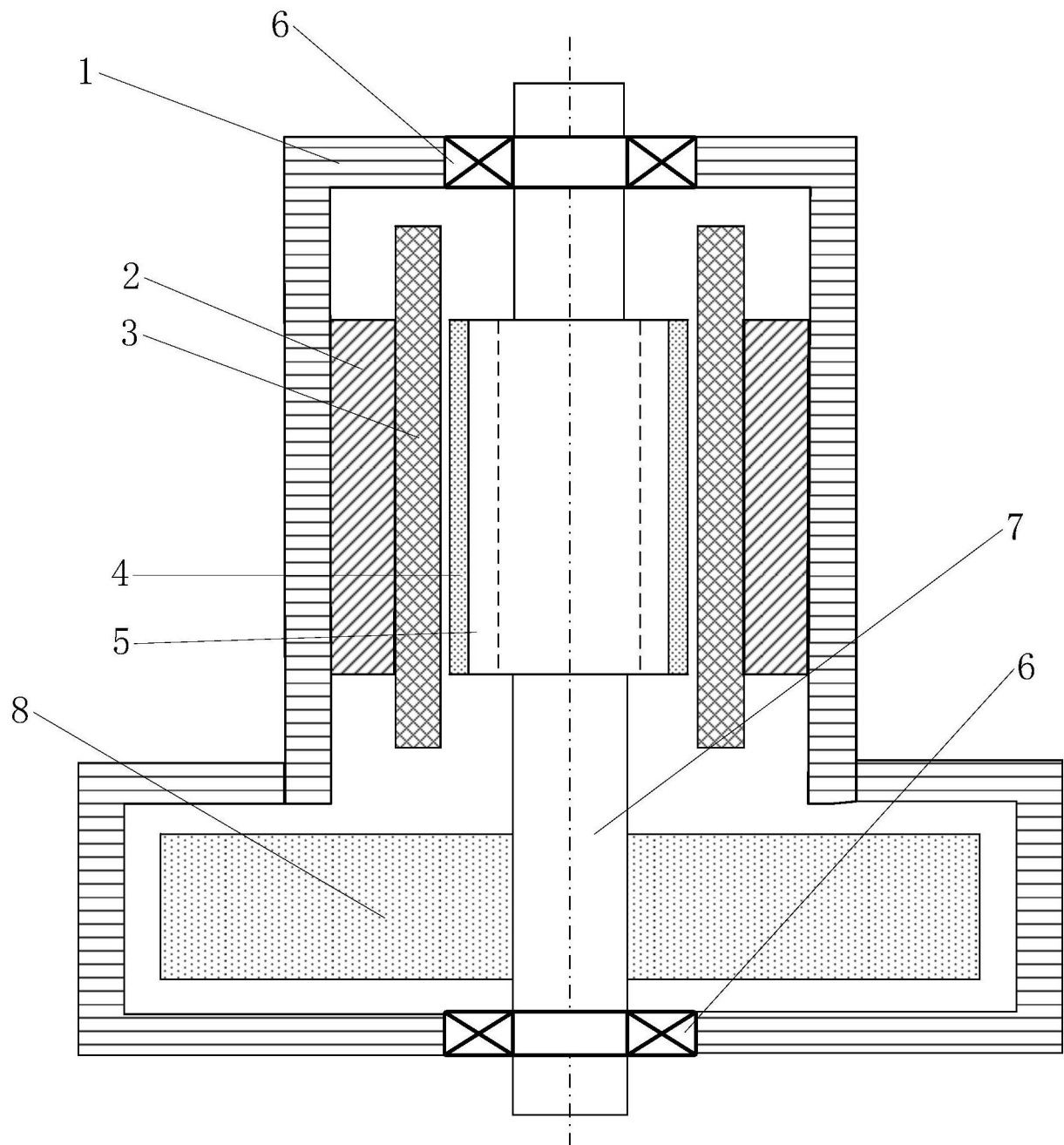


图1



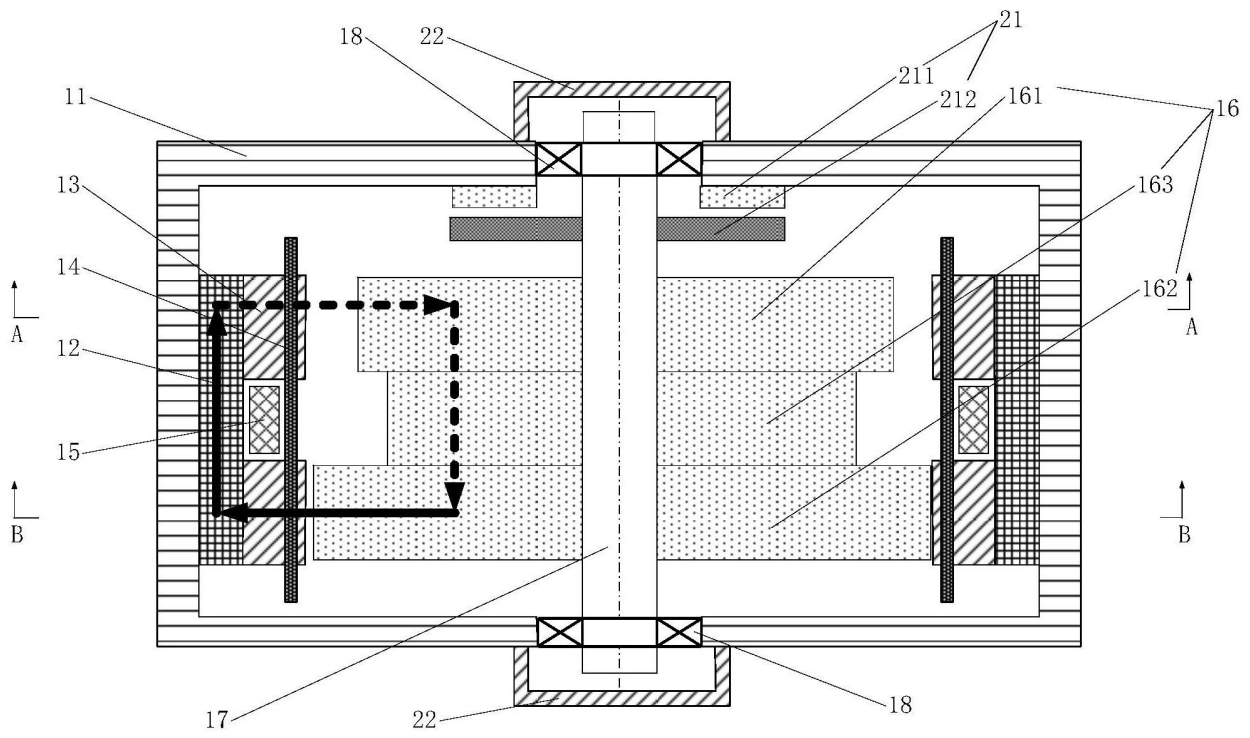


图2

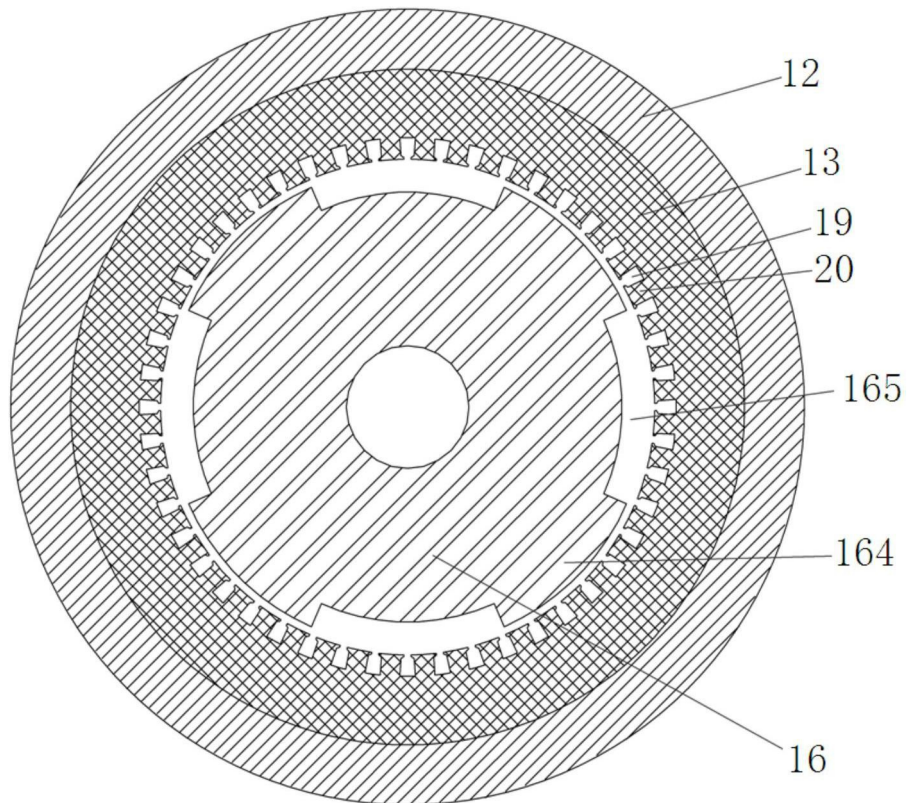


图3



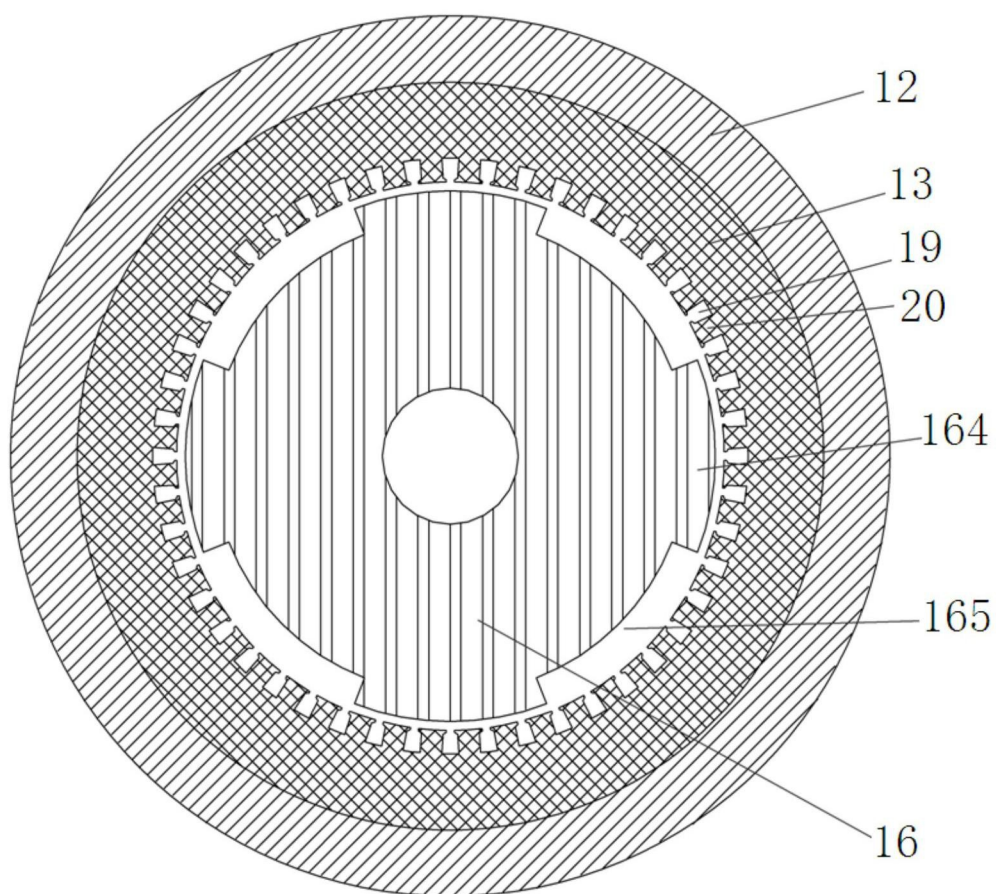


图4