



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110994911 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911183612.8

(22)申请日 2019.11.27

(71)申请人 赛卓电子科技(上海)有限公司

地址 200241 上海市闵行区东川路555号乙楼A2109室

(72)发明人 陶骋 杨莹 宋红刚

(74)专利代理机构 上海段和段律师事务所

31334

代理人 李佳俊 郭国中

(51) Int. Cl.

H02K 11/21(2016.01)

H02K 11/225(2016.01)

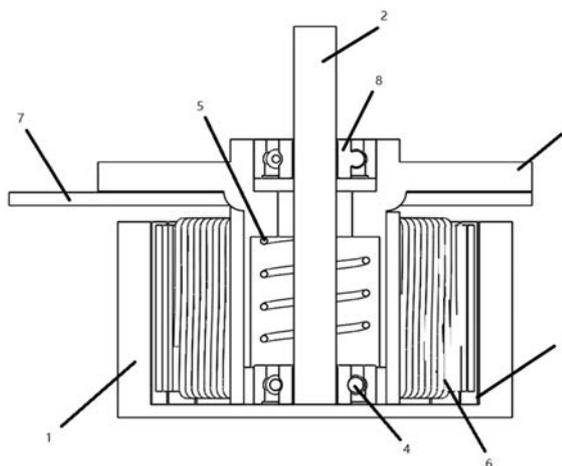
权利要求书1页 说明书6页 附图11页

(54)发明名称

带有位置编码器的外转子直驱电机

(57)摘要

本发明带有位置编码器的外转子直驱电机,包括外转子以及设置在外转子内的定子;其中定子包括:定子底盘;定子印刷电路板,定子印刷电路板设置在定子底盘的一侧,在定子印刷电路板至少印制有激励线圈和接收线圈;定子绕组,定子绕组设置在定子印刷电路板上;外转子改变激励线圈和接收线圈之间的耦合强度。本发明具有如下优点:灵活的安装方式,支持穿轴安装,无需占用太多电机本体空间;稳固的传感器结构,转子刻度区和感应线圈都印制在印刷电路板上,即使在转速过快的情况下也不会发生变形、碎裂的情况,同时,其非接触式感应方式不受油污、电磁等外界环境干扰;在不增加额外成本、不改变电机结构的情况增加电机编码器信号的分辨率。



1. 一种带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,包括外转子以及设置在所述外转子内的定子;其中

所述定子包括:

定子底盘;

定子印刷电路板,所述定子印刷电路板设置在所述定子底盘的一侧,在所述定子印刷电路板至少印制有激励线圈和接收线圈;

定子绕组,所述定子绕组设置在所述定子印刷电路板上;

所述外转子改变所述激励线圈和所述接收线圈之间的耦合强度。

2. 根据权利要求1所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述外转子包括:

电机外壳;

电机转轴,所述电机转轴的一端伸入所述电机外壳内、与所述电机外壳的底部连接;

永久磁钢,所述永久磁钢设置在所述电机外壳的内侧壁上;

感应机构,所述感应机构设置在所述电机外壳上,所述感应机构与所述激励线圈和所述接收线圈对应;其中

所述感应机构改变所述激励线圈和所述接收线圈之间的耦合强度。

3. 根据权利要求2所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述感应机构包括转子印刷电路板,所述转子印刷电路板设置在所述电机外壳上,在所述转子印刷电路板上印制有沿圆周方向上的多个周期性重复的导电材料刻度区。

4. 根据权利要求3所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述转子印刷电路板上印制的所述导电材料刻度区在垂直方向和所述定子印刷电路板上印制的所述激励线圈和所述接收线圈重叠。

5. 根据权利要求2所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述感应机构包括锯齿结构,所述锯齿结构呈周期性重复,且设置在所述电机外壳侧壁的底部。

6. 根据权利要求5所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述电机外壳侧壁底部的所述锯齿结构与所述定子印刷电路板上印制的所述激励线圈和所述接收线圈在垂直方向上重叠。

7. 根据权利要求2所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述永久磁钢沿所述电机外壳的内壁极性交替均匀分布。

8. 根据权利要求7所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,所述永久磁钢的极对数为大于等于1的正整数。

9. 根据权利要求7所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,在所述电机转轴上设有转子轴承,在所述定子底盘上设有定子轴承。

10. 根据权利要求1所述的带有位置编码器的外转子直驱电机,其特征在于,在所述外转子与所述定子之间设有弹簧。

带有位置编码器的外转子直驱电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种带有位置编码器的外转子直驱电机。

背景技术

[0002] 在日常生活中会看到一些电机直接带动皮带轮工作,无需使用减速机去连接工作与电机。这些电机在驱动负载时,需要经过传动装置(如传动皮带等)来进行驱动。然后,实际上还有一种电机可以省去传动装置,直接驱动负载,这种电机就是采用了“直接驱动技术”的直驱电机。我们都知道,传统电机的传动机构是电机定子通过电机轴再通过一系列的机械传动机构如联轴器、丝杆、同步带、齿条、减速机等连接负载,在这个过程中,从机械角度上就已经增加了存在间隙、弹性变形、摩擦阻尼等等因素的可能性,从而造成设备刚性、响应特性的降低与损失。

[0003] 与传统电机不同的是,直驱电机是将移动负载和电机定子直接耦合在一起,从而省去了诸如减速器、齿轮箱和皮带轮等连接机构,从而使整个系统具有高效低耗、高速、高可靠免维护、高刚度快响应、无需润滑、运行安静等优点。

[0004] 同时,由于直驱电机输出力矩大,所以也被成为力矩电机。而为了使输出力矩最大化,一般采用外转子直驱电机的设计方式。外转子电机就是转子是外面的永磁体磁极,里面的线圈部分是固定不动的;内转子电机就是转子是里面的线圈部分,外面的永磁体磁极是固定不动的。在相同的电机尺寸下,外转子电机的输出扭矩要比内转子电机的输出扭矩要大的多,所以,为了使输出力矩最大化,许多设计人员一般采用外转子直驱电机的设计方式。

[0005] 而在作为电机控制系统中最为重要一环的位置编码器选择上,外转子直驱电机在技术上存在很多壁垒:

[0006] 1) 目前很多伺服电机编码器采用磁效应编码器或者光电编码器,其中,磁效应编码器需要安装在电机轴端,而外转子直驱电机的电机轴一端与电机外壳相连接,另一端直接与移动负载相连接,没有剩余的空间用于磁效应编码器的安装;由于某些工作环境的恶劣,譬如振动、油污等都会造成光电编码器的损坏,加上价格昂贵,光电编码器同样不是外转子直驱电机设计人员的首选;

[0007] 2) 目前市场上很多外转子直驱电机采用的位置编码器就是简单的三个霍尔开关,其最基本的作用就是作为电机三相电流切换的位置信号采集,而该位置编码器的分辨率受限于电机极对数,例如电机极对数为1,那电机旋转一周,只能得到6个位置信号,分辨率远远低于普通伺服电机,从而无法精确反应电机旋转的位置信息,使得控制系统无法有效地控制电机效率、速度和输出力矩等参数,并造成能源浪费。

发明内容

[0008] 针对现有技术中的缺陷,本发明目的在于提供一种解决上述技术问题的带有位置编码器的外转子直驱电机。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明带有位置编码器的外转子直驱电机,包括外转子以及设置在所述外转子内的定子;其中所述定子包括:定子底盘;定子印刷电路板,所述定子印刷电路板设置在所述定子底盘的一侧,在所述定子印刷电路板至少印制有激励线圈和接收线圈;定子绕组,所述定子绕组设置在所述定子印刷电路板上;所述外转子改变所述激励线圈和所述接收线圈之间的耦合强度。

[0010] 优选地,所述外转子包括:电机外壳;电机转轴,所述电机转轴的一端伸入所述电机外壳内、与所述电机外壳的底部连接;永久磁钢,所述永久磁钢设置在所述电机外壳的内侧壁上;感应机构,所述感应机构设置在所述电机外壳上,所述感应机构与所述激励线圈和所述接收线圈对应;其中所述感应机构改变所述激励线圈和所述接收线圈之间的耦合强度。

[0011] 优选地,所述感应机构包括转子印刷电路板,所述转子印刷电路板设置在所述电机外壳上,在所述转子印刷电路板上印制有沿圆周方向上的多个周期性重复的导电材料刻度区。

[0012] 优选地,所述转子印刷电路板上印制的所述导电材料刻度区在垂直方向上和所述定子印刷电路板上印制的所述激励线圈和所述接收线圈重叠。

[0013] 优选地,所述感应机构包括锯齿结构,所述锯齿结构呈周期性重复,且设置在所述电机外壳侧壁的底部。

[0014] 优选地,所述电机外壳侧壁底部的所述锯齿结构与所述定子印刷电路板上印制的所述激励线圈和所述接收线圈在垂直方向上重叠。

[0015] 优选地,所述永久磁钢沿所述电机外壳的内壁极性交替均匀分布。

[0016] 优选地,所述永久磁钢的极对数为大于等于1的正整数。

[0017] 优选地,在所述电机转轴上设有转子轴承,在所述定子底盘上设有定子轴承。

[0018] 优选地,在所述外转子与所述定子之间设有弹簧。

[0019] 与现有技术相比,本发明相较传统外转子直驱电机不同的地方是采用电磁感应式位置编码器,电磁感应式位置编码器相较霍尔开关、磁效应编码器和光电编码器有如下优点:

[0020] a) 灵活的安装方式,支持穿轴安装,无需占用太多电机本体空间;

[0021] b) 稳固的传感器结构,转子刻度区和感应线圈都印制在印刷电路板上,即使在转速过快的情况下也不会发生变形、碎裂的情况,同时,其非接触式感应方式不受油污、电磁等外界环境干扰;

[0022] c) 高精度高分辨率,接收线圈具有一个或多个周期性重复的特定几何图形结构特点,重复周期数越多,得到的信号数量越多,输出信号的分辨率越高,不仅加快电路处理速度,更可以提高编码信号的精度。不同于传统电机增加电机极对数来提高分辨率,本实例中,增加接收线圈周期数只需要定子印刷电路板上多绘制一些接收线圈,并不会增加额外的成本;

[0023] d) 在不增加额外成本、不改变电机结构的情况增加电机编码器信号的分辨率。

附图说明

[0024] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征目

的和优点将会变得更明显。

- [0025] 图1为外转子直驱电机外观示意图；
- [0026] 图2为传统外转子直驱电机外观剖面图；
- [0027] 图3为传统外转子直驱电机爆炸结构示意图；
- [0028] 图4为传统外转子直驱电机外转子示意图；
- [0029] 图5为传统外转子直驱电机定子印刷电路板示意图；
- [0030] 图6为本发明实例一剖面图
- [0031] 图7为本发明实例一爆炸结构示意图；
- [0032] 图8为本发明实例一外转子示意图；
- [0033] 图9为本发明实例一定子印刷电路板示意图；
- [0034] 图10为本发明实例二爆炸结构示意图；
- [0035] 图11为本发明实例二外转子示意图。

具体实施方式

[0036] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。

- [0037] 图1为外转子直驱电机外观示意图。
- [0038] 图2为传统外转子直驱电机外观剖面图。
- [0039] 图3为传统外转子直驱电机爆炸结构示意图。

[0040] 如图1、图2和图3所示,传统外转子直驱电机由外转子与定子组成,外转子安装在定子外面,外转子包括:电机外壳1、电机转轴2、永久磁钢3和转子轴承4,其中,电机外壳1形成储物空间,将定子绕组6包裹在内,电机转轴2一端与电机外壳1直接连接在一起,同时,电机外壳1的内壁侧表面安装有永久磁钢3(或嵌入电机外壳内壁),转子轴承4安装在电机转轴2上,其作用是减小转轴2在转动过程中的摩擦;定子包括:定子绕组6、定子印刷电路板7、定子轴承8和定子底盘9,其中,定子绕组6安装在定子印刷电路板7上,定子印刷电路板7安装在定子底盘9上,定子轴承8安装在定子底盘9上,其作用也是减小转轴2在转动过程中的摩擦。弹簧5安装在外转子与定子之间,当两者受到外力发生挤压等情况,弹簧5会起到缓冲和恢复形变的作用。

- [0041] 图4为传统外转子直驱电机外转子示意图。
- [0042] 如图4所示,外转子由电机外壳1、电机转轴2、永久磁钢3和转子轴承4构成。永久磁钢3沿电机外壳1的内壁侧表面(或嵌入电机外壳内壁)均匀分布,极性交替分布,永久磁钢的极对数为大于等于1的整数(本实例中,极对数为10)。电机转轴2一端与电机外壳1直接连接在一起。转子轴承4安装在电机转轴2上,其作用是减小转轴2在转动过程中的摩擦。
- [0043] 图5为传统外转子直驱电机定子印刷电路板示意图。
- [0044] 如图5所示,传统外转子直驱电机的定子印刷电路板7上设置有三颗霍尔开关芯片(10a、10b和10c),三颗霍尔开关芯片分别沿圆周方向相距120度相位差焊接在定子印刷电路板7上,其电源、地及输出信号通过定子印刷电路板7连接到接插件12上,同时,这三颗霍尔开关芯片(10a、10b和10c)与永久磁钢3在垂直方向上在同一直线上。焊接孔(11a、11b、

11c、11d、11e和11f)用于安装定子绕组6,焊接孔(11d、11e和11f)作为定子绕组6三相电流的公共端在定子印刷电路板7上连接在一起,焊接孔(11a、11b和11c)作为定子绕组6三相电流的引出端通过定子印刷电路板7连接到接插件12上。接插件12连接到电机控制系统中,用于输出电机位置UVW信号并控制三相电流的切换。

[0045] 基于上述传统外转子直驱电机结构,其工作方式如下:

[0046] 系统供电后,三颗霍尔开关芯片(10a、10b和10c)感应正上方永久磁钢3产生的磁场,分别产生U、V和W开关信号,并传输到电机控制系统来控制三相电流的切换,最终控制电机的启动和停止。

[0047] 但是基于上述结构的外转子直驱电机存在如下问题:

[0048] 1) 外转子直驱电机采用的位置编码器就是简单的三个霍尔开关,其最基本的作用就是作为电机三相电流切换的位置信号采集,而该位置编码器的分辨率受限于电机极对数,例如电机极对数为1,那电机旋转一周,只能得到6个位置信号,分辨率远远低于普通伺服电机,从而无法精确反应电机旋转的位置信息,使得控制系统无法有效地控制电机效率、速度和输出力矩等参数,并造成能源浪费。如果要提高分辨率,就要增加电机极对数,又会使成本大大增加。

[0049] 2) 目前很多伺服电机编码器采用磁效应编码器或者光电编码器,其中,磁效应编码器需要安装在电机轴端,而外转子直驱电机的电机轴一端与电机外壳相连接,另一端直接与移动负载相连接,没有剩余的空间用于磁效应编码器的安装;由于某些工作环境的恶劣,譬如振动、油污等都会造成光电编码器的损坏,加上价格昂贵,光电编码器同样不是外转子直驱电机设计人员的首选。

[0050] 为了解决上述问题,本发明基于上述外转子直驱电机结构进行了改进,采用电磁感应式位置编码器替换霍尔开关。

[0051] 图6为本发明外转子直驱电机实例一外观剖面图。

[0052] 图7为本发明外转子直驱电机实例一爆炸结构示意图。

[0053] 如图6和图7所示,本发明外转子直驱电机实例一由外转子与定子组成,外转子安装在定子外面,外转子包括:电机外壳1、电机转轴2、永久磁钢3、转子轴承4和转子印刷电路板13,其中,电机外壳1形成储物空间,将定子绕组6包裹在内,电机转轴2一端与电机外壳1直接连接在一起,同时,电机外壳1的内壁侧表面安装有永久磁钢3(或嵌入电机外壳内壁),转子印刷电路板13安装在电机外壳1侧壁底部上,转子轴承4安装在电机转轴2上,其作用是减小转轴2在转动过程中的摩擦;定子包括:定子绕组6、定子印刷电路板14、定子轴承8和定子底盘9,其中,定子绕组6安装在定子印刷电路板14(至少包括激励线圈15及接收线圈16)上,定子印刷电路板14安装在定子底盘9上,定子轴承8安装在定子底盘9上,其作用也是减小转轴2在转动过程中的摩擦。弹簧5安装在外转子与定子之间,当两者受到外力发生挤压等情况,弹簧5会起到缓冲和恢复形变的作用。

[0054] 图8为本发明外转子直驱电机实例一外转子示意图;

[0055] 如图8所示,外转子由电机外壳1、电机转轴2、永久磁钢3、转子轴承4和转子印刷电路板13构成。永久磁钢3沿电机外壳1的内壁侧表面(或嵌入电机外壳内壁)均匀分布,极性交替分布,永久磁钢的极对数为大于等于1的整数(本实例中,极对数为10)。电机转轴2一端与电机外壳1直接连接在一起。转子轴承4安装在电机转轴2上,其作用是减小转轴2在转动

过程中的摩擦。转子印刷电路板13安装在电机外壳1侧壁底部上,同时,转子印刷电路板13沿圆周方向上印制有多个周期性重复的导电材料刻度区。

[0056] 图9为本发明外转子直驱电机实例一定子印刷电路板示意图。

[0057] 如图9所示,定子印刷电路板14沿圆周方向印制有激励线圈15及接收线圈16,分别接入处理芯片17,该处理芯片的电源、地及输出信号通过定子印刷电路板14连接到接插件12上,同时,激励线圈15、接收线圈16与转子印刷电路板13上的导电材料刻度区在垂直方向上重叠。焊接孔(11a、11b、11c、11d、11e和11f)用于安装定子绕组6,焊接孔(11d、11e和11f)作为定子绕组6三相电流的公共端在定子印刷电路板7上连接在一起,焊接孔(11a、11b和11c)作为定子绕组6三相电流的引出端通过定子印刷电路板7连接到接插件12上。接插件12连接到电机控制系统中,用于输出电机位置编码信号并控制三相电流的切换。

[0058] 基于上述本发明外转子直驱电机实例一结构,其工作方式如下:

[0059] 系统供电后,处理芯片17配合激励线圈15产生高频周期性交流电压和电流,流过激励线圈的交变电流将在其周边区域内形成交变电磁场。

[0060] 根据法拉第电磁感应定律可知,通过闭合线圈的磁通量发生变化,会在闭合线圈上产生感应电动势。当激励线圈上产生的交变电磁场穿过闭合接收线圈组件时,由于通过闭合接收线圈组件的磁通量发生交变,在每个扇环形线圈上产生频率相同的交变感应电动势。

[0061] 转子印刷电路板13上的导电材料刻度区用于影响激励线圈15和接收线圈16之间的耦合关系,当外转子转动时,带动电机外壳1及转子印刷电路板13一起旋转,激励线圈15的交变电磁场使得转子印刷电路板13上的导电材料刻度区产生涡流场,从而削弱激励线圈15的交变电磁场强度。不均匀的电磁场强度将接收线圈16上的感应电动势发生变化。当转子印刷电路板13相对定子印刷电路板14旋转一圈后,在接收线圈16上分别得到多个周期的接收信号;接收信号输入处理芯片17后,经过计算输出高精度高分辨率的编码信号,并传输到电机控制系统,从而精准地控制电机启停、速度控制及功率密度监控等。

[0062] 本发明外转子直驱电机实例一中结构,相较传统外转子直驱电机结构,多了一个转子印刷电路板13,如果考虑到成本的增加及安装复杂性,本发明提供另一种外转子直驱电机结构。

[0063] 图10为本发明外转子直驱电机实例二爆炸结构示意图。

[0064] 如图10所示,本发明外转子直驱电机实例二由外转子与定子组成,外转子安装在定子外面,外转子包括:电机外壳1、电机转轴2、永久磁钢3、转子轴承4,其中,电机外壳1形成储物空间,将定子绕组6包裹在内,电机转轴2一端与电机外壳1直接连接在一起,同时,电机外壳1的内壁侧表面安装有永久磁钢3(或嵌入电机外壳内壁),转子轴承4安装在电机转轴2上,其作用是减小转轴2在转动过程中的摩擦;定子包括:定子绕组6、定子印刷电路板14、定子轴承8和定子底盘9,其中,定子绕组6安装在定子印刷电路板14(至少包括激励线圈15及接收线圈16)上,定子印刷电路板14安装在定子底盘9上,定子轴承8安装在定子底盘9上,其作用也是减小转轴2在转动过程中的摩擦。弹簧5安装在外转子与定子之间,当两者受到外力发生挤压等情况,弹簧5会起到缓冲和恢复形变的作用。

[0065] 图11为本发明外转子直驱电机实例二外转子示意图。

[0066] 如图11所示,外转子由电机外壳1、电机转轴2、永久磁钢3、转子轴承4构成。永久磁

钢3沿电机外壳1的内壁侧表面(或嵌入电机外壳内壁)均匀分布,极性交替分布,永久磁钢3的极对数为大于等于1的整数(本实例中,极对数为10)。电机转轴2一端与电机外壳1直接连接在一起。转子轴承4安装在电机转轴2上,其作用是减小转轴2在转动过程中的摩擦。电机外壳1侧壁底部呈周期性重复的锯齿结构18,且电机外壳1侧壁底部与定子印刷电路板14上的激励线圈15和接收线圈16在垂直方向上重叠。

[0067] 基于上述本发明外转子直驱电机实例二结构,其工作方式如下:

[0068] 系统供电后,处理芯片17配合激励线圈15产生高频周期性交流电压和电流,流过激励线圈的交变电流将在其周边区域内形成交变电磁场。

[0069] 根据法拉第电磁感应定律可知,通过闭合线圈的磁通量发生变化,会在闭合线圈上产生感应电动势。当激励线圈上产生的交变电磁场穿过闭合接收线圈组件时,由于通过闭合接收线圈组件的磁通量发生交变,在每个扇环形线圈上产生频率相同的交变感应电动势。

[0070] 电机外壳1侧壁底部周期性重复的锯齿结构用于影响激励线圈15和接收线圈16之间的耦合关系,当外转子转动时,带动电机外壳1一起旋转,激励线圈15的交变电磁场使得电机外壳1侧壁底部上的锯齿结构18产生涡流场,从而削弱激励线圈15的交变电磁场强度。不均匀的电磁场强度将接收线圈16上的感应电动势发生变化。当电机外壳1相对定子印刷电路板14旋转一圈后,在接收线圈16上分别得到多个周期的接收信号;接收信号输入处理芯片17后,经过计算输出高精度高分辨率的编码信号,并传输到电机控制系统,从而精准地控制电机启停、速度控制及功率密度监控等。

[0071] 本发明外转子直驱电机相较传统外转子直驱电机不同的地方是采用电磁感应式位置编码器,电磁感应式位置编码器相较霍尔开关、磁效应编码器和光电编码器有如下优点:

[0072] a) 灵活的安装方式,支持穿轴安装,无需占用太多电机本体空间;

[0073] b) 稳固的传感器结构,转子刻度区和感应线圈都印制在印刷电路板上,即使在转速过快的情况下也不会发生变形、碎裂的情况,同时,其非接触式感应方式不受油污、电磁等外界环境干扰

[0074] c) 高精度高分辨率,接收线圈具有一个或多个周期性重复的特定几何图形结构特点,重复周期数越多,得到的信号数量越多,输出信号的分辨率越高,不仅加快电路处理速度,更可以提高编码信号的精度。不同于传统电机增加电机极对数来提高分辨率,本实例中,增加接收线圈周期数只需要定子印刷电路板上多绘制一些接收线圈,并不会增加额外的成本。

[0075] d) 在不增加额外成本、不改变电机结构的情况增加电机编码器信号的分辨率。

[0076] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

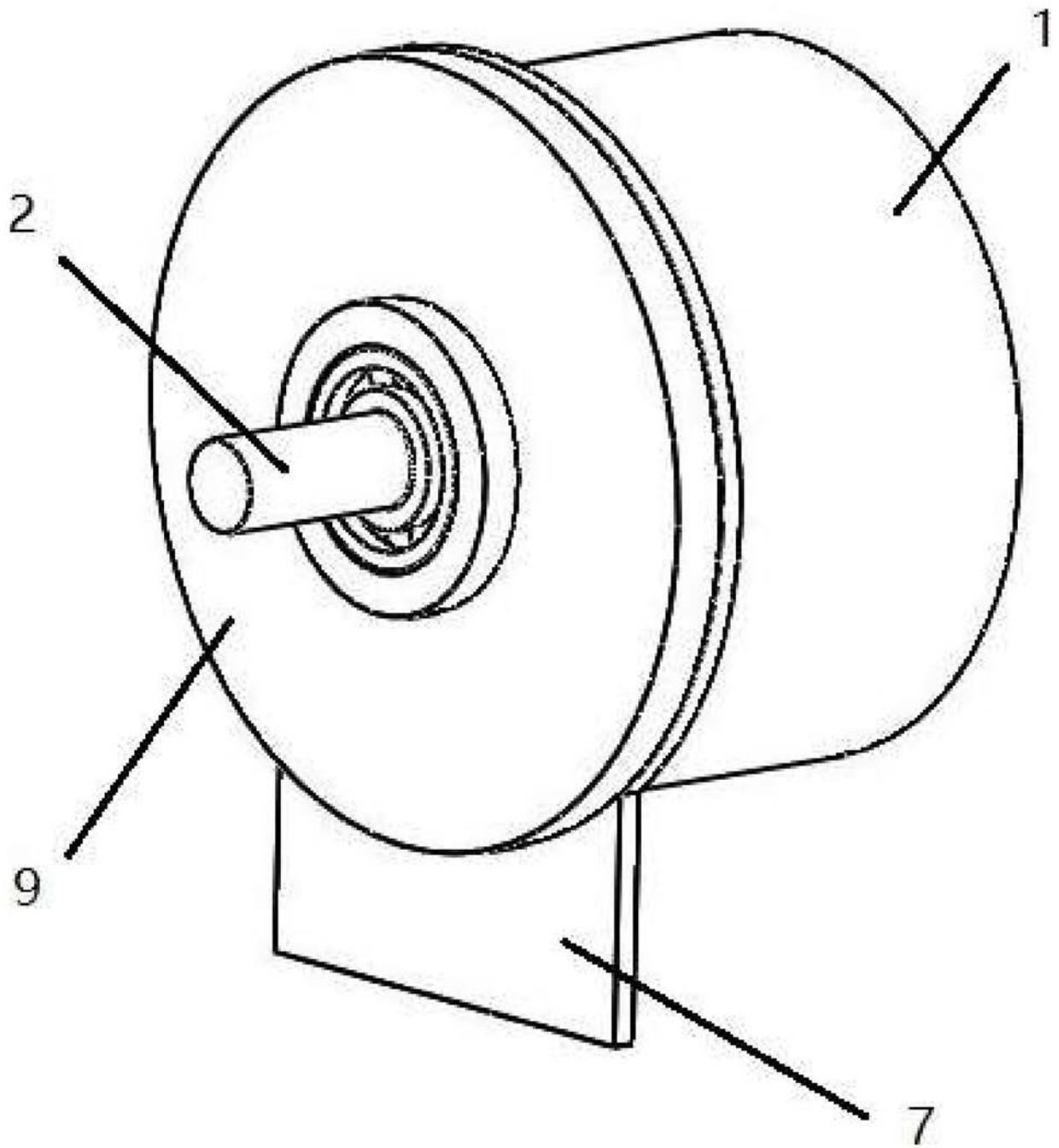


图1

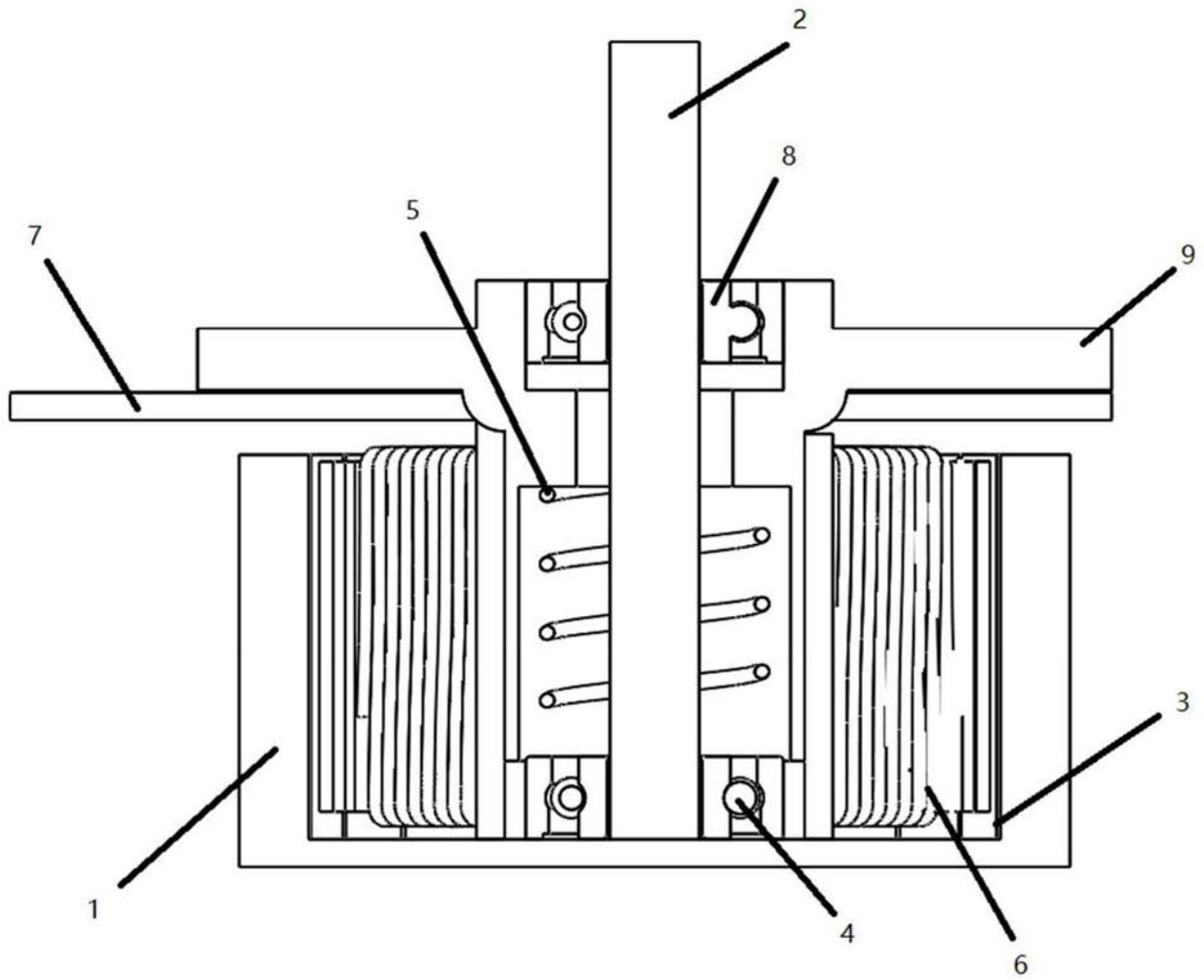


图2

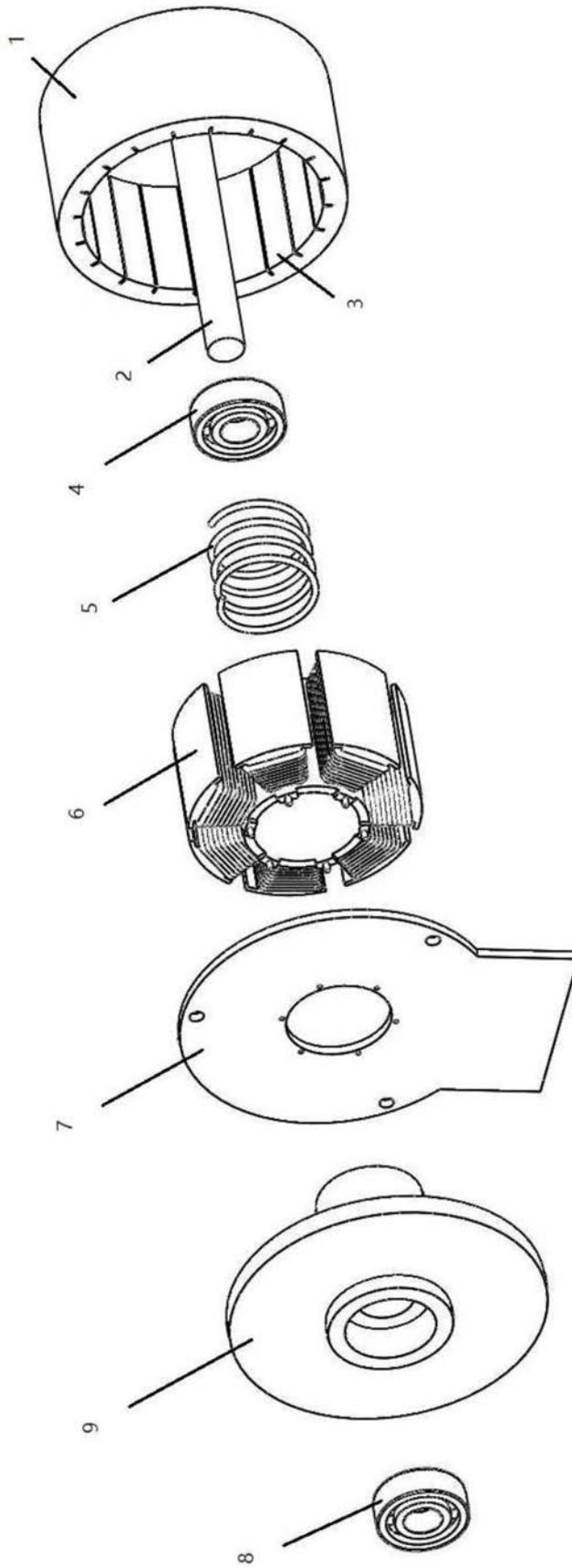


图3

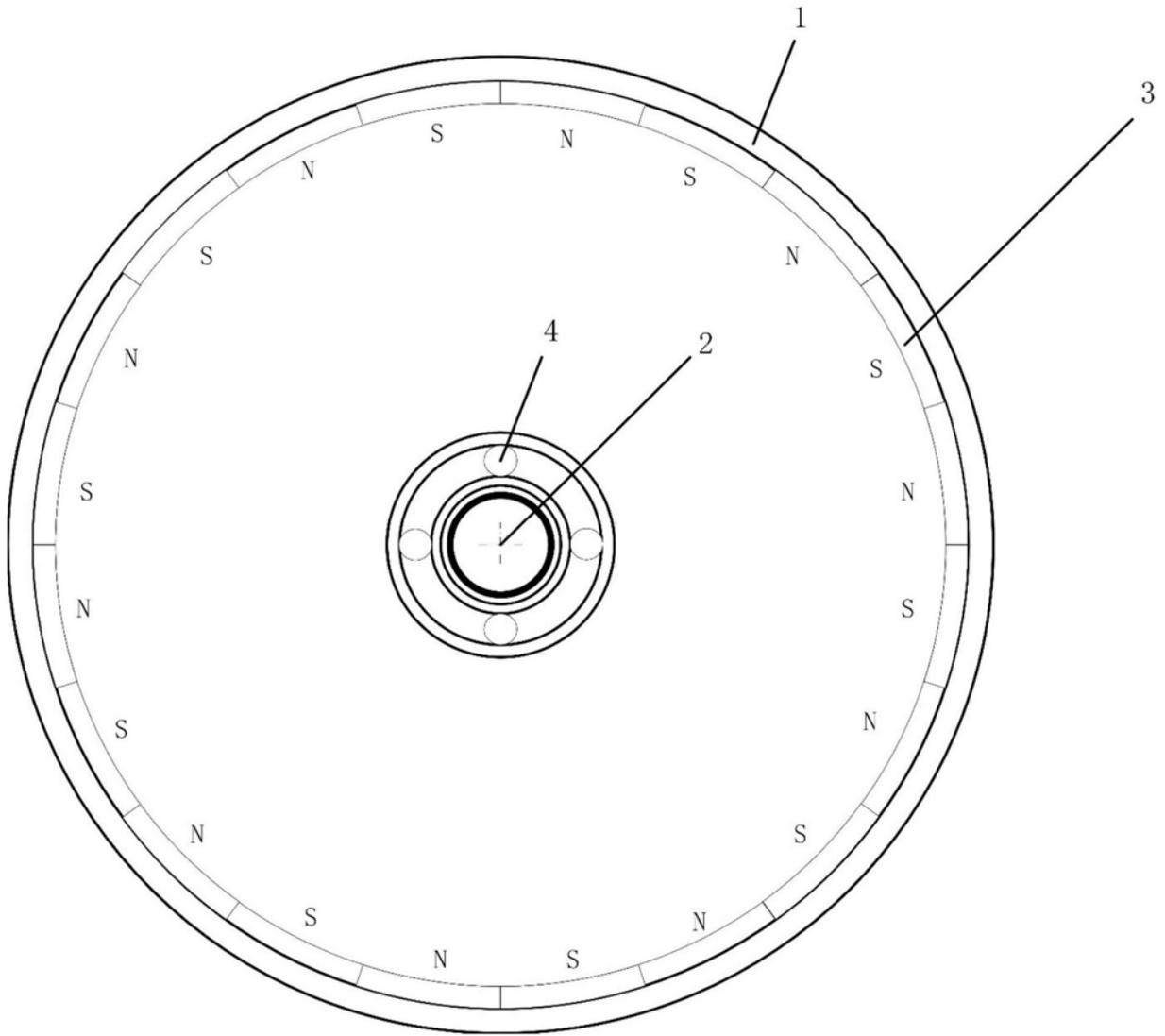


图4

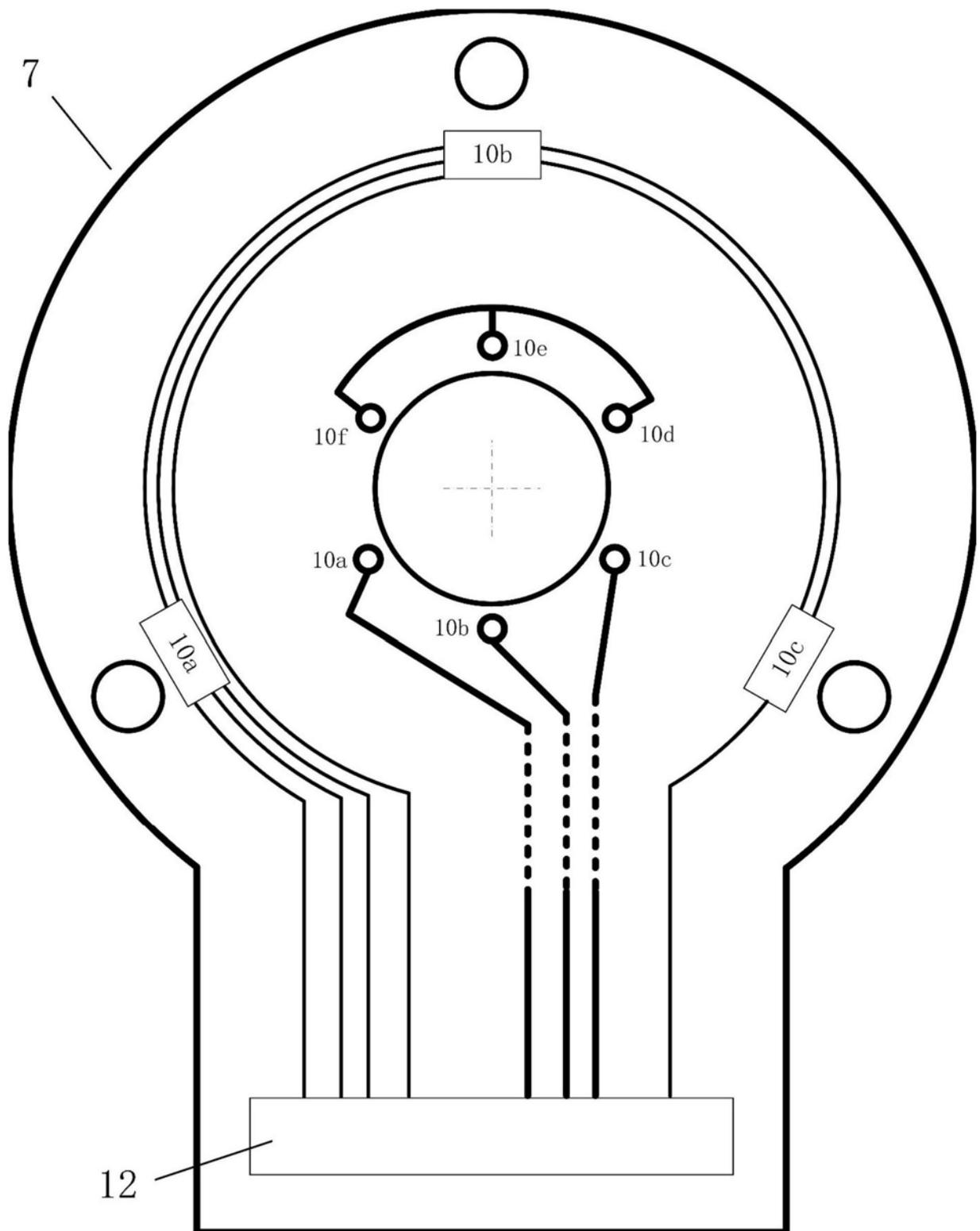


图5

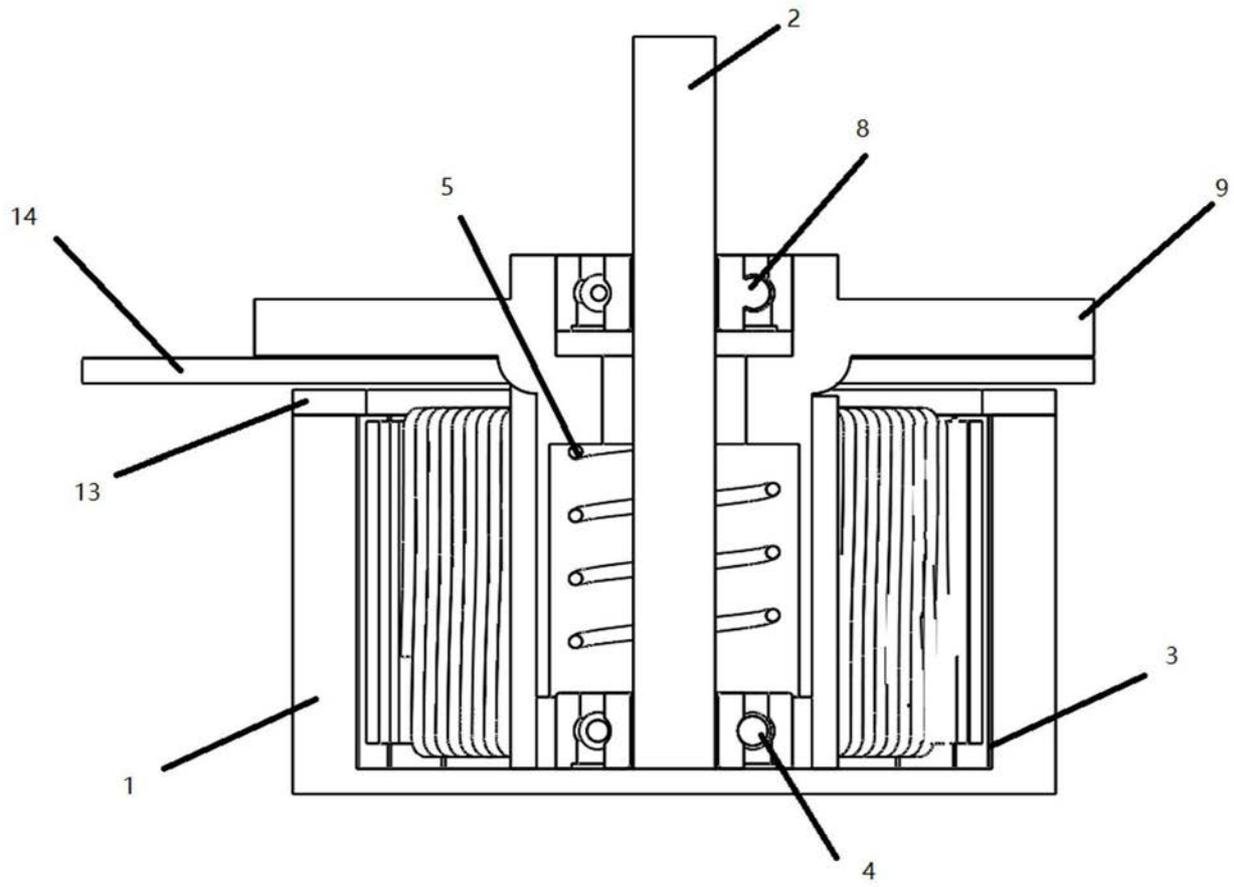


图6

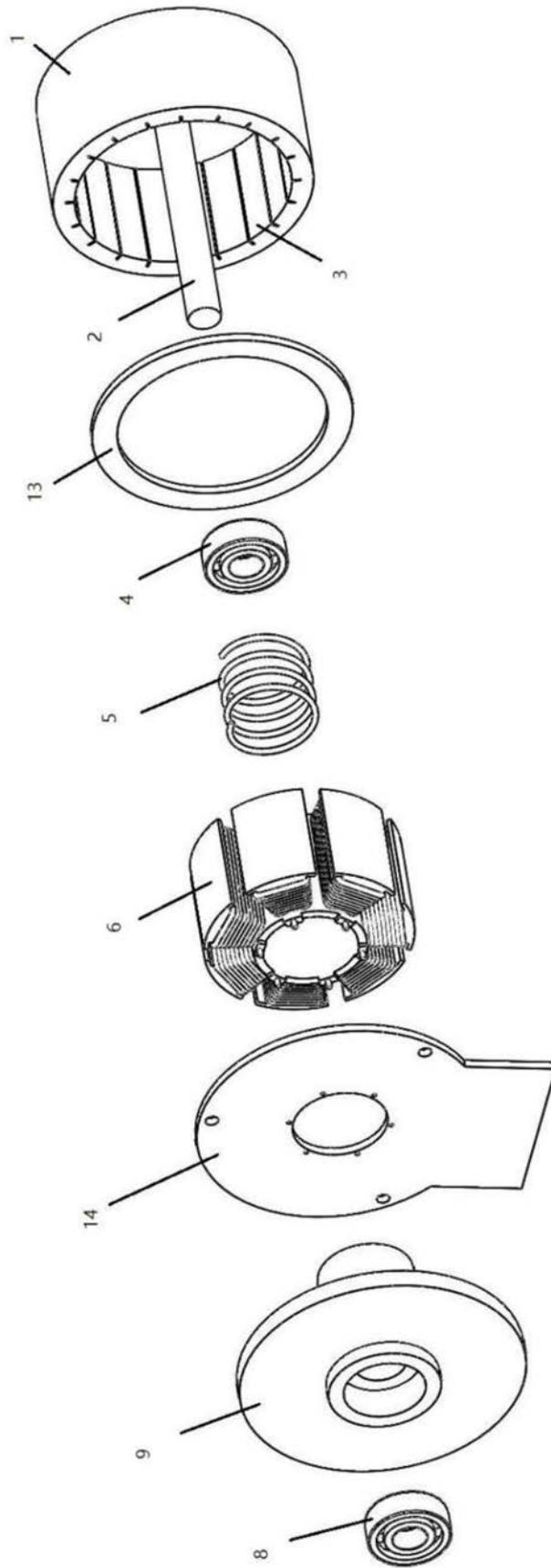


图7

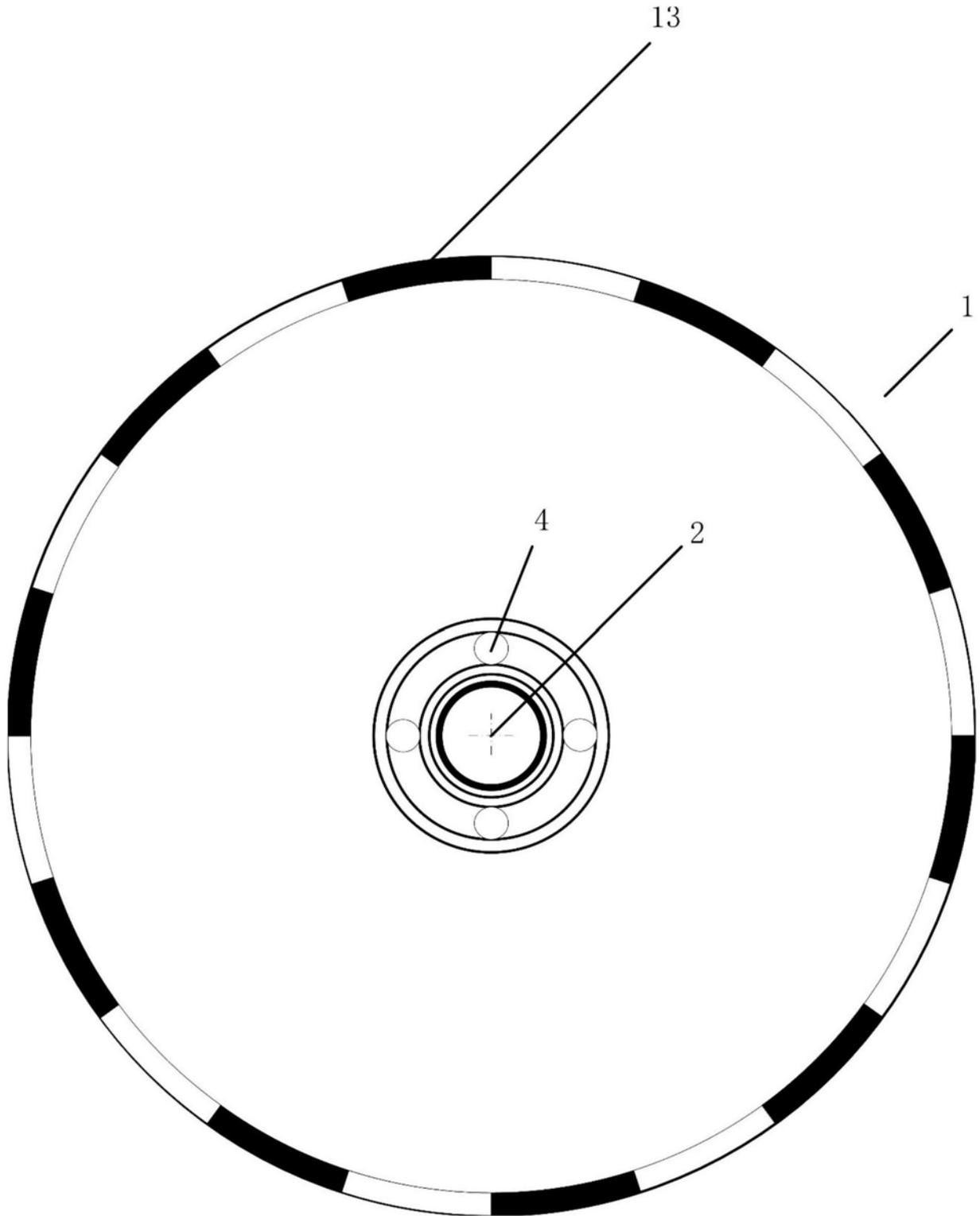


图8

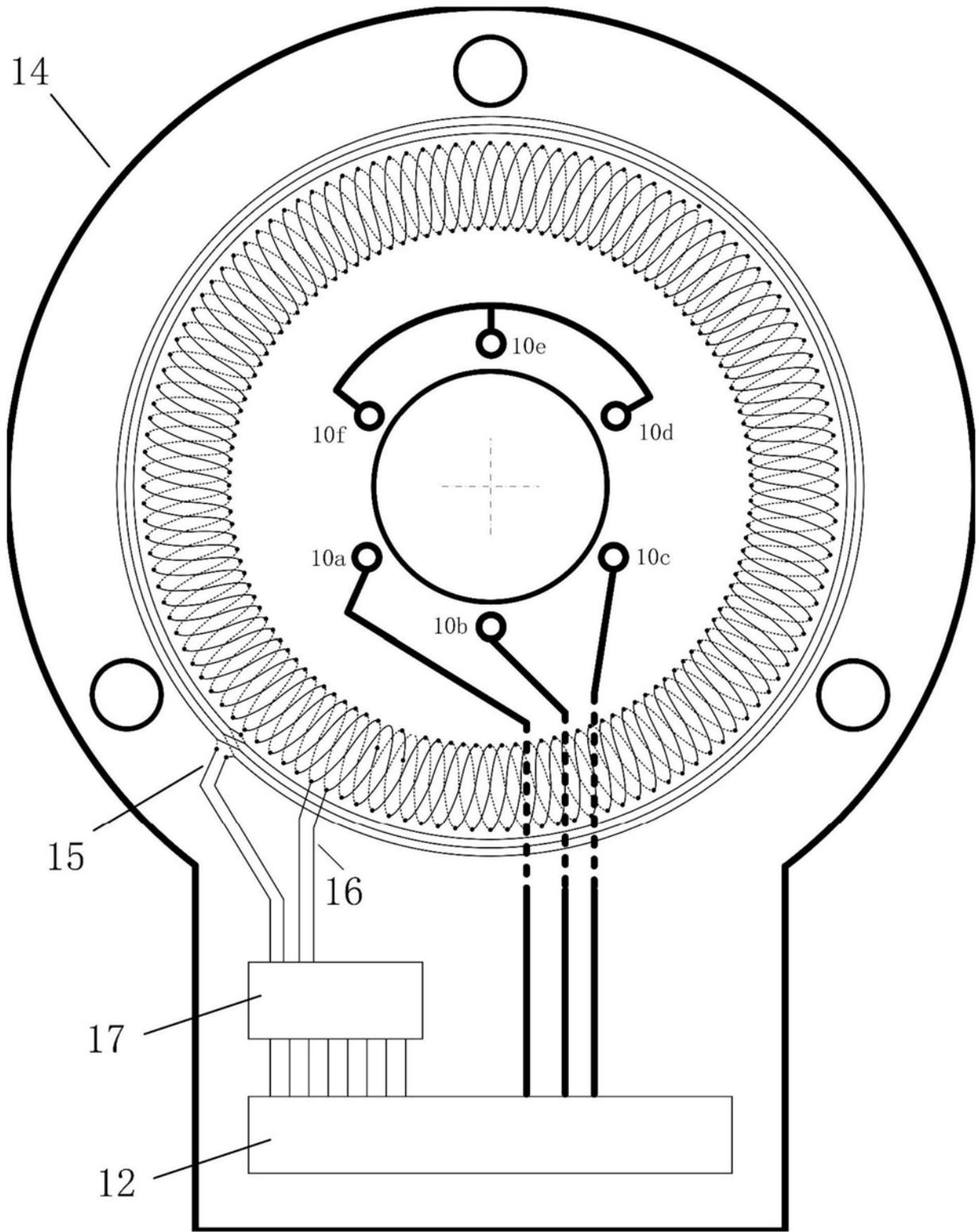


图9

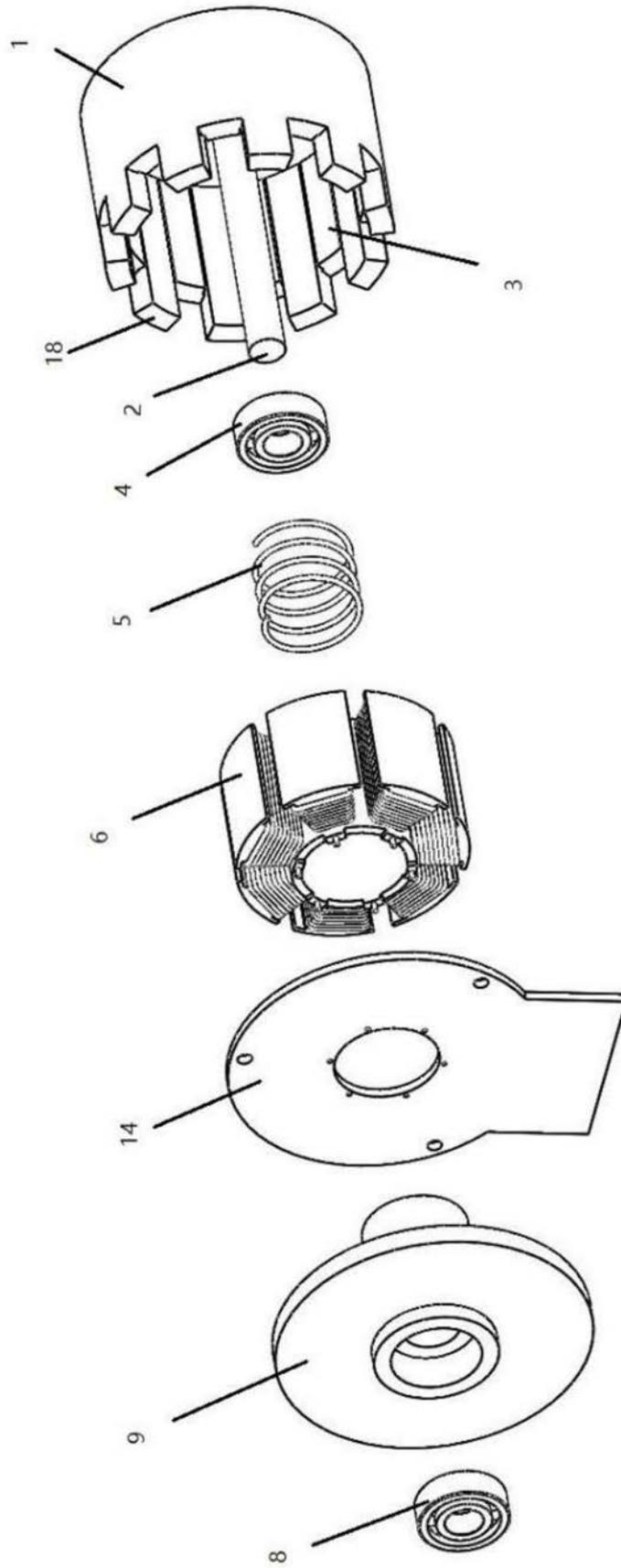


图10

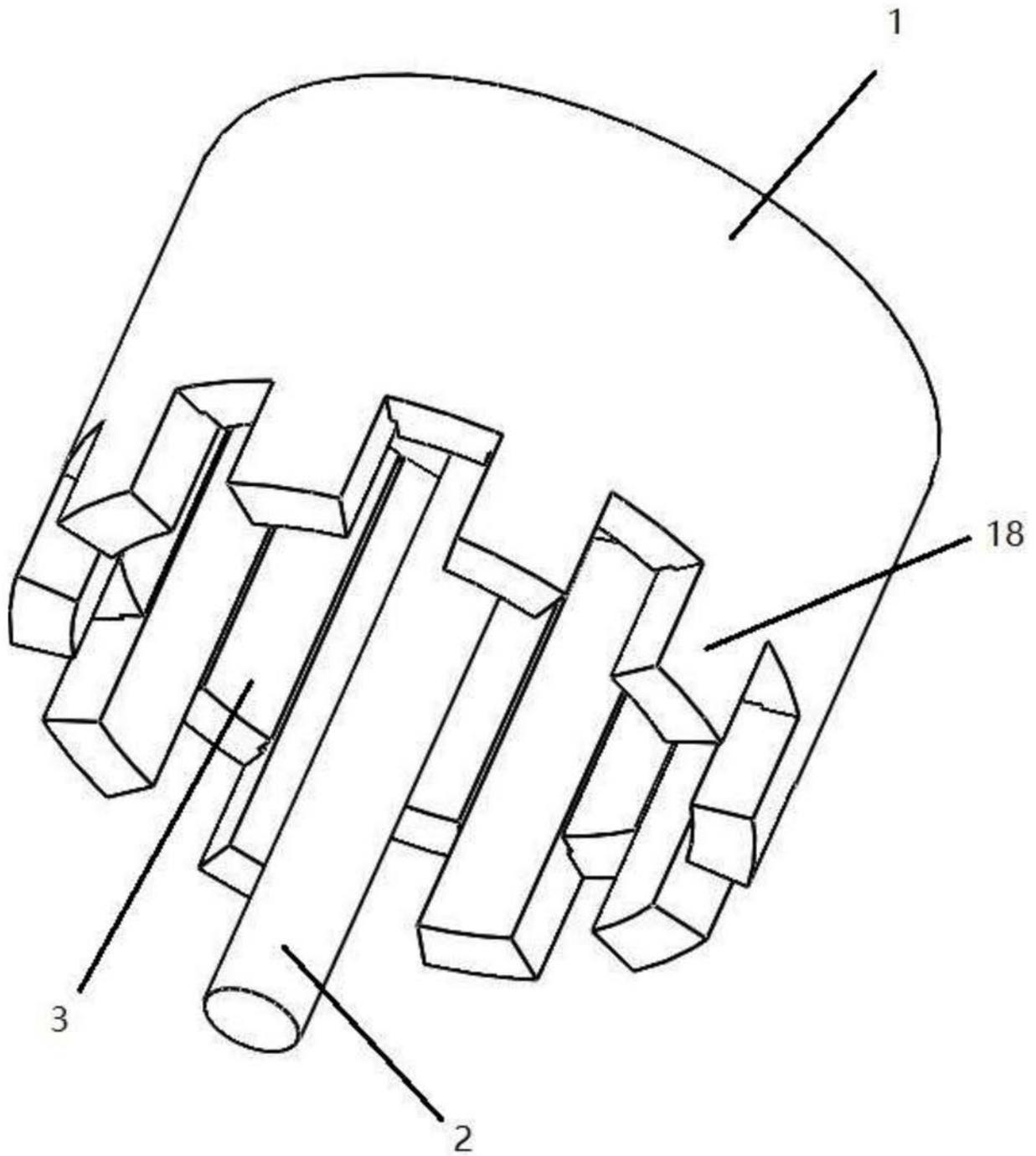


图11