



(10) 授权公告号 CN 114825691 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 27

(21) 申请号 202210738042.X

(22) 申请日 2022.06.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114825691 A

(43) 申请公布日 2022.07.29

(73) 专利权人 江苏交科能源科技发展有限公司

地址 210000 江苏省南京市建邺区水西门大街223号

(72) 发明人 王勤 袁新涛 陈玮 周洋 林健

邹庆 张丽 郭乐之

(74) 专利代理机构 南京创略知识产权代理事务

所(普通合伙) 32358

专利代理师 陈雅洁

(51) Int. Cl.

H02K 1/18 (2006.01)

H02K 9/22 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

H02K 3/46 (2006.01)

H02K 15/02 (2006.01)

H02K 15/12 (2006.01)

审查员 宗雪娇

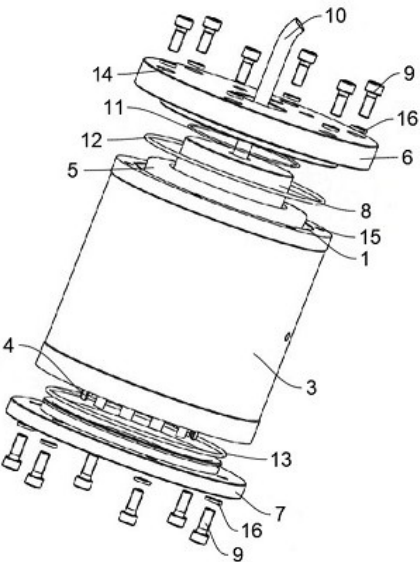
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一体式灌封驱动电机定子、灌封成型装置及其灌封方法

(57) 摘要

本发明公开了一种一体式灌封驱动电机定子、灌封成型装置及其灌封方法,包括定子铁心、线圈绕组和水冷外壳,定子铁心的内侧设置有绝缘固定条,线圈绕组上的电磁线之间、绝缘固定条之间以及定子铁心和水冷外壳之间的空隙处均设置有环氧树脂胶层,线圈绕组的两端部均设置有厚度均匀的环氧树脂胶层;定子铁心、线圈绕组、水冷外壳、绝缘固定条和环氧树脂胶层之间灌封固化成一个整体,使得电机定子具有良好的导热能力,能够提高了线圈绕组、定子铁心热传导和对流能力,快速降低电机运行过程中产生的热量,挖掘电机的功率潜力,从而提高功率密度和功率上限,延长电机使用寿命,同时具有良好的耐化学品性能,提高电机绝缘效果和使用安全性。



1. 一种一体式灌封驱动电机定子用的灌封成型装置, 一体式灌封驱动电机定子包括定子铁心(1)、线圈绕组(2)和水冷外壳(3), 所述定子铁心(1)的内侧设置有用于将所述线圈绕组(2)固定在所述定子铁心(1)上的呈圆形阵列分布的绝缘固定条(4), 所述定子铁心(1)安装在所述水冷外壳(3)内; 所述线圈绕组(2)上的电磁线之间、呈圆形阵列分布的所述绝缘固定条(4)之间以及所述定子铁心(1)和所述水冷外壳(3)之间的空隙处均设置有环氧树脂胶层(5), 所述线圈绕组(2)的两端部均设置有厚度均匀的环氧树脂胶层(5); 所述定子铁心(1)、所述线圈绕组(2)、所述水冷外壳(3)、所述绝缘固定条(4)和所述环氧树脂胶层(5)之间灌封固化成一个整体; 所述定子铁心(1)设置在所述水冷外壳(3)的内孔中; 所述定子铁心(1)和所述水冷外壳(3)通过热套方式过盈连接; 所述线圈绕组(2)嵌绕在所述定子铁心(1)上, 且所述绝缘固定条(4)安装在所述定子铁心(1)的槽内, 并将所述线圈绕组(2)固定住;

其特征在于: 一体式灌封驱动电机定子用的灌封成型装置包括顶模(6)、底模(7)以及设置在所述顶模(6)和所述底模(7)之间的模芯(8), 所述模芯(8)上套设有电机定子, 所述顶模(6)和所述底模(7)均通过螺栓(9)将所述电机定子固定住, 所述顶模(6)、所述底模(7)、所述电机定子和所述模芯(8)之间形成密封腔体;

所述模芯(8)的中部开设有中心孔(801), 所述中心孔(801)内设置有与所述底模(7)连通的注胶管(10), 所述模芯(8)的底部开设有与所述注胶管(10)连通的胶水引导槽(802), 所述胶水引导槽(802)与所述密封腔体连通;

所述顶模(6)和所述模芯(8)的连接处设置有第一密封圈(11);

所述顶模(6)和所述电机定子上的所述水冷外壳(3)的连接处设置有第二密封圈(12);

所述底模(7)和所述电机定子上的所述水冷外壳(3)的连接处设置有第三密封圈(13);

所述顶模(6)和所述底模(7)上均开设有与所述螺栓(9)相适配的第一螺纹孔(14);

所述水冷外壳(3)上对应所述第一螺纹孔(14)的位置处开设有第二螺纹孔(15), 所述第一螺纹孔(14)和所述第二螺纹孔(15)对齐分布;

所述顶模(6)和所述底模(7)与所述螺栓(9)的连接处均设置有密封垫圈(16)。

2. 根据权利要求1所述的一种一体式灌封驱动电机定子用的灌封成型装置的灌封方法, 其特征在于: 包括如下步骤:

S1: 首先将电机定子套设在模芯(8)上, 然后将顶模(6)和底模(7)分别安放在电机定子和模芯(8)的上下端, 然后将第一密封圈(11)、第二密封圈(12)和第三密封圈(13)分别安放到指定连接处, 并使用螺栓(9)套上密封垫圈(16)将顶模(6)、底模(7)和电机定子安装起来, 此时第一螺纹孔(14)和第二螺纹孔(15)对齐, 然后将螺栓(9)套上密封垫圈(16)逐渐旋入第一螺纹孔(14)和第二螺纹孔(15)内, 然后旋紧, 电机定子和灌封成型装置装配完成;

S2: 然后将注胶管(10)沿着模芯(8)中部的中心孔(801)放入, 直至注胶管(10)接触到底模(7)的表面, 并通过胶水引导槽(802)与电机定子和灌封成型装置形成的密封腔体连通;

S3: 然后将电机定子和灌封成型装置的装配体置于真空控制箱内, 并预加-0.1Mpa压力, 然后将注胶管(10)的接头端连接到注胶系统中, 注胶系统将环氧树脂胶注入注胶管(10)内, 环氧树脂胶沿着注胶管(10)进入模芯(8)底部的胶水引导槽(802)内, 并逐渐通过底模(7)灌注到密封腔体内, 此时环氧树脂胶在真空条件下, 由密封腔体的底部逐渐灌满至

顶部,再由模芯(8)均匀填充至线圈绕组(2)上的电磁线之间、绝缘固定条(4)之间以及定子铁心(1)和水冷外壳(3)之间的空隙处,直至将密封腔体灌满;

S4:灌封完成后,将灌封成型装置和电机定子整体置于烘箱中,并将电机定子中的环氧树脂胶加温固化,然后拆除灌封成型装置,将灌封后的一体式灌封驱动电机定子取出即可;

在S4中,灌封成型装置和电机定子整体在烘箱中加温固化4小时,灌封成型装置和电机定子整体分别在85-95℃和115-125℃的温度下烘干2小时。

一体式灌封驱动电机定子、灌封成型装置及其灌封方法

技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域，具体涉及一种一体式灌封驱动电机定子、灌封成型装置及其灌封方法。

背景技术

[0002] 永磁同步电机因其功率因数大，效率高，功率密度大，已被广泛应用于新能源汽车的驱动电机，驱动电机被装在空间紧凑的机动车上，工作时伴随高低温冲击、外部腐蚀、频繁振动等恶劣环境，因此对驱动电机的各项性能提出了较高要求。

[0003] 其中优化电机的冷却系统效率是设计驱动电机必须要考虑的一个问题，电机冷却散热效果的好坏直接决定其性能和寿命，现有的永磁同步电机存有以下问题：

[0004] 1. 目前市面上普遍应用的机壳循环水道冷却方式因热阻较大，散热效率较低，已难以满足高功率密度电机的冷却散热需要；

[0005] 2. 而定转子浸油冷却方式因冷却油在行驶过程中，温度、湿度和油品老化所形成的小分子和酸性物质会对绝缘材料或者绝缘系统带来腐蚀的风险，影响电机绝缘效果和使用安全性，因油冷风险因素的存在，无法短时间内应用在可靠性要求较高的驱动电机上；

[0006] 针对上述电机冷却散热问题提出一种一体式灌封驱动电机定子、灌封成型装置及其灌封方法。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种一体式灌封驱动电机定子、灌封成型装置及其灌封方法，能够提高了线圈绕组、定子铁心热传导和对流能力，快速降低电机运行过程中产生的热量，挖掘电机的功率潜力，从而提高功率密度和功率上限，延长电机使用寿命，同时具有良好的耐化学品性能，提高电机绝缘效果和使用安全性。

[0008] 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：一种一体式灌封驱动电机定子，包括定子铁心、线圈绕组和水冷外壳，所述定子铁心的内侧设置有用于将所述线圈绕组固定在所述定子铁心上的呈圆形阵列分布的绝缘固定条，所述定子铁心安装在所述水冷外壳内；

[0009] 所述线圈绕组上的电磁线之间、呈圆形阵列分布的所述绝缘固定条之间以及所述定子铁心和所述水冷外壳之间的空隙处均设置有环氧树脂胶层，所述线圈绕组的两端部均设置有厚度均匀的环氧树脂胶层；

[0010] 所述定子铁心、所述线圈绕组、所述水冷外壳、所述绝缘固定条和所述环氧树脂胶层之间灌封固化成一个整体。

[0011] 优选的，所述定子铁心设置在所述水冷外壳的内孔中；

[0012] 所述定子铁心和所述水冷外壳通过热套方式过盈连接。

[0013] 优选的，所述线圈绕组嵌绕在所述定子铁心上，且所述绝缘固定条安装在所述定子铁心的槽内，并将所述线圈绕组固定住。

[0014] 一种灌封成型装置，其包括顶模、底模以及设置在所述顶模和所述底模之间的模

芯,所述模芯上套设有电机定子,所述顶模和所述底模均通过螺栓将所述电机定子固定住,所述顶模、所述底模、所述电机定子和所述模芯之间形成密封腔体;

[0015] 所述模芯的中部开设有中心孔,所述中心孔内设置有与所述底模连通的注胶管,所述模芯的底部开设有与所述注胶管连通的胶水引导槽,所述胶水引导槽与所述密封腔体连通。

[0016] 优选的,所述顶模和所述模芯的连接处设置有第一密封圈;

[0017] 所述顶模和所述电机定子上的所述水冷外壳的连接处设置有第二密封圈;

[0018] 所述底模和所述电机定子上的所述水冷外壳的连接处设置有第三密封圈。

[0019] 优选的,所述顶模和所述底模上均开设有与所述螺栓相适配的第一螺纹孔;

[0020] 所述水冷外壳上对应所述第一螺纹孔的位置处开设有第二螺纹孔,所述第一螺纹孔和所述第二螺纹孔对齐分布。

[0021] 优选的,所述顶模和所述底模与所述螺栓的连接处均设置有密封垫圈。

[0022] 一种灌封成型装置的灌封方法,包括如下步骤:

[0023] S1:首先将电机定子套设在模芯上,然后将顶模和底模分别安放在电机定子和模芯的上下端,然后将第一密封圈、第二密封圈和第三密封圈分别安放到指定连接处,并使用螺栓套上密封垫圈将顶模、底模和电机定子安装起来,此时第一螺纹孔和第二螺纹孔对齐,然后将螺栓套上密封垫圈逐渐旋入第一螺纹孔和第二螺纹孔内,然后旋紧,电机定子和灌封成型装置装配完成;

[0024] S2:然后将注胶管沿着模芯中部的中心孔放入,直至注胶管接触到底模的表面,并通过胶水引导槽与电机定子和灌封成型装置形成的密封腔体连通;

[0025] S3:然后将电机定子和灌封成型装置的装配体置于真空控制箱内,并预加-0.1Mpa压力,然后将注胶管的接头端连接到注胶系统中,注胶系统将环氧树脂胶注入注胶管内,环氧树脂胶沿着注胶管进入模芯底部的胶水引导槽内,并逐渐通过底模灌注到密封腔体内,此时环氧树脂胶在真空条件下,由密封腔体的底部逐渐灌满至顶部,再由模芯均匀填充至线圈绕组上的电磁线之间、绝缘固定条之间以及定子铁心和水冷外壳之间的空隙处,直至将密封腔体灌满;

[0026] S4:灌封完成后,将灌封成型装置和电机定子整体置于烘箱中,并将电机定子中的环氧树脂胶加温固化,然后拆除灌封成型装置,将灌封后的一体式灌封驱动电机定子取出即可。

[0027] 优选的,在S4中,灌封成型装置和电机定子整体在烘箱中加温固化4小时。

[0028] 优选的,灌封成型装置和电机定子整体分别在90℃和120℃的温度下烘干2小时。

[0029] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0030] 1、本发明中通过灌封环氧树脂胶方式将定子铁心、线圈绕组、水冷外壳和绝缘固定条之间灌封固化成一个整体,电机在运行过程中,线圈绕组中通过三相交流电并产生旋转磁场,线圈绕组在电流作用下产生热量,热量通过定子铁心、灌封的环氧树脂胶层传导至水冷机壳外,环氧树脂胶层具有良好的导热能力,作为导热介质将电机运行时产生的热量由线圈绕组、定子铁心快速传递至水冷机壳外部,降低电机运行温度,因环氧树脂胶 $\geq 1.1\text{W/m.K}$ 的导热系数,提高了线圈绕组、定子铁心热传导和对流能力,快速降低电机运行过程中产生的热量,挖掘电机的功率潜力,从而提高功率密度和功率上限,延长电机使用寿命。

命；

[0031] 2、通过环氧树脂胶灌封，绕组线圈、定子铁心、绝缘固定条与水冷机壳的间隙和绕组线圈的两端部均被环氧树脂胶浸渍填满，烘干后固化为一个整体，采用一体式灌封定子的驱动电机刚度增加，运行过程中振动减少，噪音降低，能够改善电机运行过程中的NVH品质；

[0032] 3、采用环氧树脂胶灌封固化后的一体式灌封定子，其具有良好的耐化学品性能，满足油冷电机耐油需求，提高电机绝缘效果和使用安全性；

[0033] 4、本发明中的电机定子与灌封成型装置通过螺栓固定连接并形成密封腔体，在真空环境下进行灌封，避免出现气泡，环氧树脂胶均匀浸渍在电机定子内部间隙中，灌封后电机定子外观成型好，线圈绕组端部尺寸控制性优良。

附图说明

[0034] 图1为本发明的爆炸立体结构示意图；

[0035] 图2为本发明的整体立体结构示意图；

[0036] 图3为本发明的剖视立体结构示意图；

[0037] 图4为本发明的灌封成型装置的立体结构示意图；

[0038] 图5为本发明的一体式灌封驱动电机定子的立体结构示意图。

[0039] 图中：1、定子铁心；2、线圈绕组；3、水冷外壳；4、绝缘固定条；5、环氧树脂胶层；6、顶模；7、底模；8、模芯；801、中心孔；802、胶水引导槽；9、螺栓；10、注胶管；11、第一密封圈；12、第二密封圈；13、第三密封圈；14、第一螺纹孔；15、第二螺纹孔；16、密封垫圈。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0041] 请参阅图1-图5，本发明提供的一体式灌封驱动电机定子，包括定子铁心1、线圈绕组2和水冷外壳3，定子铁心1的内侧设置有利于将线圈绕组2固定在定子铁心1上的呈圆形阵列分布的绝缘固定条4，定子铁心1安装在水冷外壳3内，定子铁心1设置在水冷外壳3的内孔中，定子铁心1和水冷外壳3通过热套方式过盈连接，线圈绕组2嵌绕在定子铁心1上，且绝缘固定条4安装在定子铁心1的槽内，并将线圈绕组2固定住；

[0042] 线圈绕组2上的电磁线之间、呈圆形阵列分布的绝缘固定条4之间以及定子铁心1和水冷外壳3之间的空隙处均设置有环氧树脂胶层5，线圈绕组2的两端部均设置有厚度均匀的环氧树脂胶层5；

[0043] 定子铁心1、线圈绕组2、水冷外壳3、绝缘固定条4和环氧树脂胶层5之间灌封固化成一个整体；

[0044] 本发明中通过灌封环氧树脂胶方式将定子铁心1、线圈绕组2、水冷外壳3和绝缘固定条4之间灌封固化成一个整体，电机在运行过程中，线圈绕组2中通过三相交流电并产生旋转磁场，线圈绕组2在电流作用下产生热量，热量通过定子铁心1、灌封的环氧树脂胶层5

传导至水冷机壳3外,环氧树脂胶层5具有良好的导热能力,作为导热介质将电机运行时产生的热量由线圈绕组2、定子铁心1快速传递至水冷机壳外部,降低电机运行温度,因环氧树脂胶 $\geq 1.1\text{W/m.K}$ 的导热系数,提高了线圈绕组2、定子铁心1热传导和对流能力,快速降低电机运行过程中产生的热量;挖掘电机的功率潜力,从而提高功率密度和功率上限,延长电机使用寿命;

[0045] 灌封后的电机性能参数如下表格所示:

[0046]

转速 (rpm)	轴上转矩 (N·m)	相电流有效值(A)	母线电流 (A)	母线电压 (V)	输出功率 (kW)	输入功率 (kW)	效率 (%)
Spd(rpm)	TN(N·m)	Iacrms(A)	Idc(A)	Vdc(V)	PO(kW)	PI(kW)	h(%)
2400	65.943	57.1	34.1	539.5	16.57206283	18.39695	93.83384%
2400	84.621	727.0	43.3	539.5	21.26601047	23.36035	94.82775%
2400	101.44	87.6	52.0	539.5	25.49277487	28.054	94.65664%
2400	117.30	102.5	60.7	539.5	29.47853403	32.74765	93.76797%
2400	134.31	117.4	69.2	539.5	33.75329843	37.3334	94.17756%
2400	150.13	132.3	77.7	539.5	37.72900524	41.91915	93.75440%
2400	161	143	83.6	539.5	40.46073298	45.1022	93.44687%

[0047] 从上述表格数据可知,灌封后的电机各项性能指标合格;

[0048] 灌封前后的电机定子的温升数据如下表格所示:

[0049]

运行时间 (min)	额定转速 (rpm)	灌封前槽内 温度(°C)	灌封后槽内 温度(°C)	灌封前端部 温度(°C)	灌封后槽内 温度(°C)
10	2400	139.5	113.5	165.3	125.2
11	2400	169.4	120.5	176.7	133.4
12	2400	174.7	131.1	183.1	142.5
13	2400	177.6	138.5	186.6	148.8
14	2400	179.4	145.4	188.9	158.3
15	2400	179.9	150.6	189.6	160.5
16	2400	180	150.8	189.6	160.7

[0050] 从上述表格数据可知,在额定转速工况条件下,灌封后电机定子温升得到了大幅度改善,灌封前电机定子端部温度 189.6°C ,槽内温度 180°C ,灌封后电机定子端部温度 160.7°C ,槽内温度 150.8°C ,电机定子整体温升下降 30°C 左右;

[0051] 同时通过环氧树脂胶灌封,绕组线圈2、定子铁心1、绝缘固定条4与水冷机壳3的间隙和绕组线圈2的两端部均被环氧树脂胶浸渍填满,烘干后固化为一个整体,采用一体式灌封定子的驱动电机刚度增加,运行过程中振动减少,噪音降低,能够改善电机运行过程中的NVH品质;

[0052] 同时采用环氧树脂胶灌封固化后的一体式灌封定子,其具有良好的耐化学品性能,满足油冷电机耐油需求,提高电机绝缘效果和使用安全性。

[0053] 请参阅图1-图5所示,本发明提供的灌封成型装置,其包括顶模6、底模7以及设置在顶模6和底模7之间的模芯8,模芯8上套设有电机定子,顶模6和底模7均通过螺栓9将电机定子固定住,顶模6、底模7、电机定子和模芯8之间形成密封腔体;

[0054] 模芯8的中部开设有中心孔801,中心孔801内设置有与底模7连通的注胶管10,模芯8的底部开设有与注胶管10连通的胶水引导槽802,胶水引导槽802与密封腔体连通;

[0055] 本发明中的电机定子与灌封成型装置通过螺栓固定连接并形成密封腔体,在真空环境下进行灌封,避免出现气泡,环氧树脂胶均匀浸渍在电机定子内部间隙中,灌封后电机定子外观成型好,线圈绕组2端部尺寸控制性优良。

[0056] 在本实施例中,如图1和图3所示,顶模6和模芯8的连接处设置有第一密封圈11;

[0057] 顶模6和电机定子上的水冷外壳3的连接处设置有第二密封圈12;

[0058] 底模7和电机定子上的水冷外壳3的连接处设置有第三密封圈13;

[0059] 本发明设有第一密封圈11、第二密封圈12和第三密封圈13,提高顶模6、底模7、模芯8和电机定子之间的密封性,保障灌封成型装置的正常使用。

[0060] 在本实施例中,如图1所示,顶模6和底模7上均开设有与螺栓9相适配的第一螺纹孔14;

[0061] 水冷外壳3上对应第一螺纹孔14的位置处开设有第二螺纹孔15,第一螺纹孔14和第二螺纹孔15对齐分布。

[0062] 在本实施例中,如图1所示,顶模6和底模7与螺栓9的连接处均设置有密封垫圈16。

[0063] 本实施例提供的灌封成型装置的灌封方法,包括如下步骤:

[0064] S1:首先将电机定子套设在模芯8上,然后将顶模6和底模7分别安放在电机定子和模芯8的上下端,然后将第一密封圈11、第二密封圈12和第三密封圈13分别安放到指定连接处,并使用螺栓9套上密封垫圈16将顶模6、底模7和电机定子安装起来,此时第一螺纹孔14和第二螺纹孔15对齐,然后将螺栓9套上密封垫圈16逐渐旋入第一螺纹孔14和第二螺纹孔15内,然后旋紧,电机定子和灌封成型装置装配完成;

[0065] S2:然后将注胶管10沿着模芯8中部的中心孔801放入,直至注胶管10接触到底模7的表面,并通过胶水引导槽802与电机定子和灌封成型装置形成的密封腔体连通;

[0066] S3:然后将电机定子和灌封成型装置的装配体置于真空控制箱内,并预加-0.1Mpa压力,然后将注胶管10的接头端连接到注胶系统中,注胶系统将环氧树脂胶注入注胶管10内,环氧树脂胶沿着注胶管10进入模芯8底部的胶水引导槽802内,并逐渐通过底模7灌注到密封腔体内,此时环氧树脂胶在真空条件下,由密封腔体的底部逐渐灌满至顶部,再由模芯8均匀填充至线圈绕组2上的电磁线之间、绝缘固定条4之间以及定子铁心1和水冷外壳3之间的空隙处,直至将密封腔体灌满;

[0067] S4:灌封完成后,将灌封成型装置和电机定子整体置于烘箱中,并将电机定子中的

环氧树脂胶加温固化,然后拆除灌封成型装置,将灌封后的一体式灌封驱动电机定子取出即可;

[0068] 在S4中,灌封成型装置和电机定子整体在烘箱中加温固化4小时;

[0069] 灌封成型装置和电机定子整体分别在90℃和120℃的温度下烘干2小时。

[0070] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

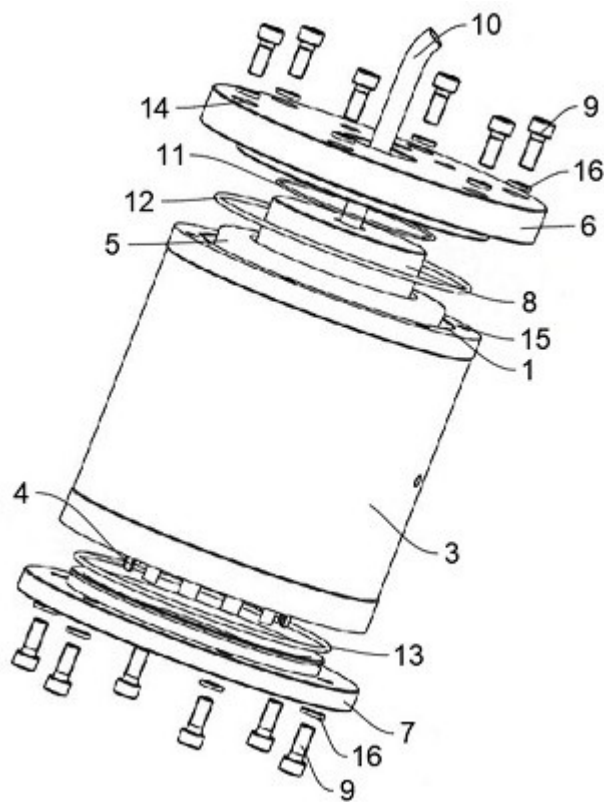


图1

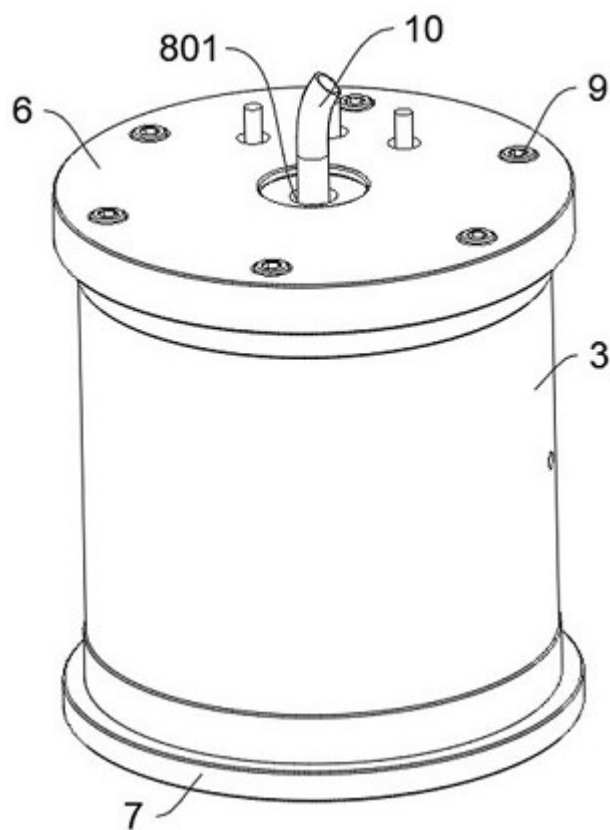


图2

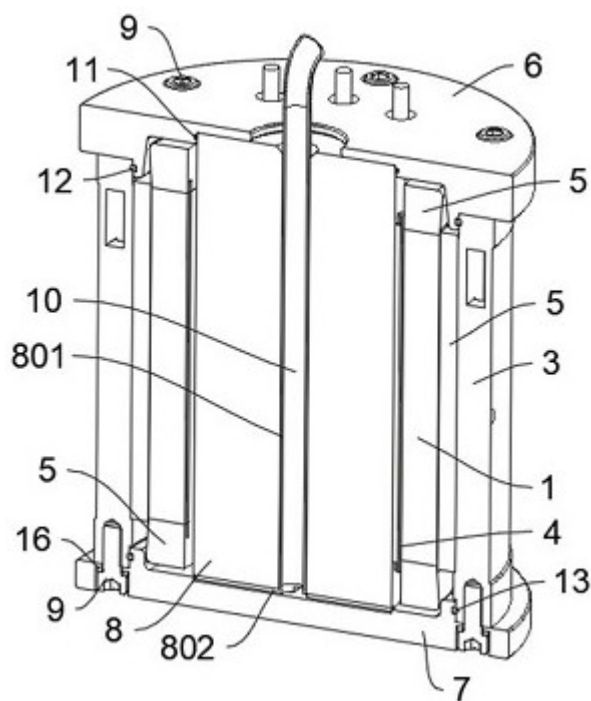


图3

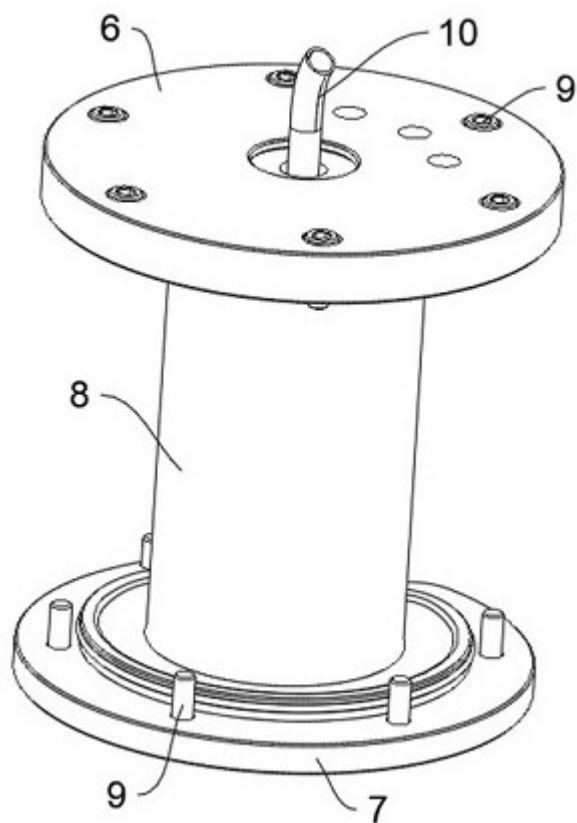


图4

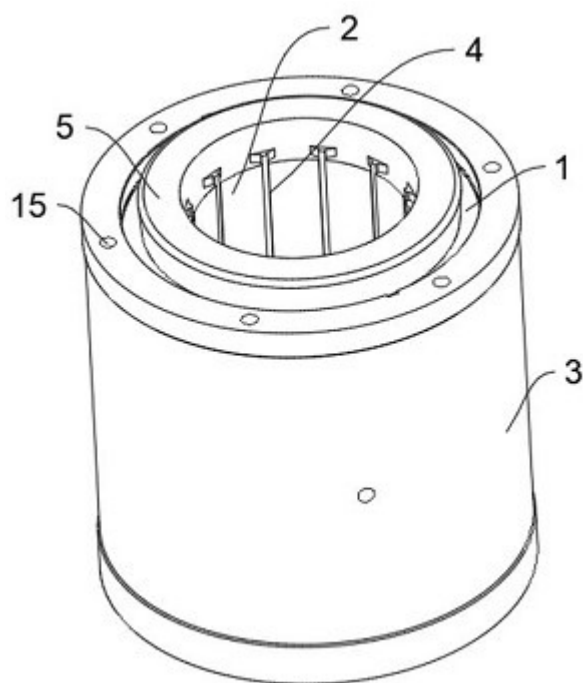


图5