



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110459386 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 28

(21) 申请号 201910767673.2

(22) 申请日 2019.08.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110459386 A

(43) 申请公布日 2019.11.15

(73) 专利权人 全球能源互联网研究院有限公司  
地址 102209 北京市昌平区未来科技城滨  
河大道18号

专利权人 国家电网有限公司  
国网浙江省电力有限公司

(72) 发明人 刘远 张升 王成昊 高冲  
孙泽来

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理  
有限公司 11250  
专利代理师 贾晓燕

(51) Int.Cl.

H01F 27/24 (2006.01)

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/32 (2006.01)

H01F 27/36 (2006.01)

H01F 38/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109599258 A, 2019.04.09

CN 103151904 A, 2013.06.12

TW M543449 U, 2017.06.11

CN 201585177 U, 2010.09.15

CN 208922888 U, 2019.05.31

CN 210467524 U, 2020.05.05

审查员 马金驹

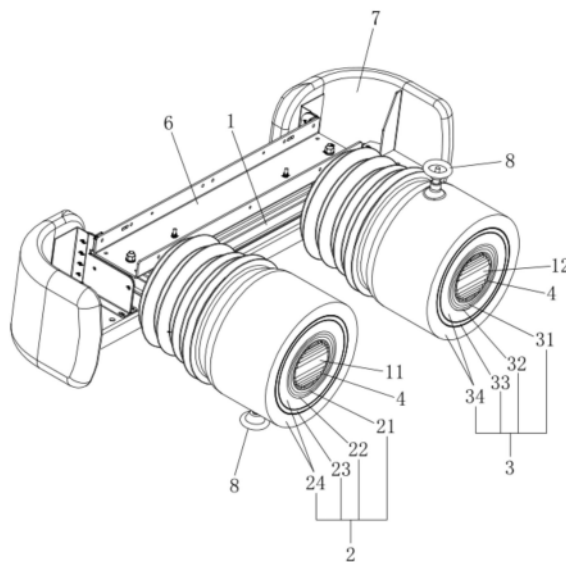
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

## (54) 发明名称

一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器

## (57) 摘要

本发明公开了一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,由若干个采用级联形式连接的子变压器组成,子变压器包括:铁芯组件,包括第一铁芯柱和第二铁芯柱;输入侧绕组,包括依次套设在第一铁芯柱上的输入侧内绕组、输入侧绝缘支撑件、输入侧外绕组套管,输入侧外绕组套管内含有输入侧外绕组;输出侧绕组,包括依次套设在第二铁芯柱上的输出侧内绕组、输出侧绝缘支撑件、输出侧外绕组套管,输入侧外绕组套管内含有输入侧外绕组;输入侧内绕组的两端和输出侧内绕组的两端分别相连构成传输能量的回路。采用同铁芯结构的子变压器,可以实现同一铁芯下的双倍绝缘隔离能力;而且若干子变压器可以通过级联方式进行扩展,可以实现更高电压等级的绝缘隔离。



1. 一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,由若干个采用级联形式连接的子变压器组成,所述子变压器包括:

铁芯组件(1),包括第一铁芯柱(11)和第二铁芯柱(12);

输入侧绕组(2),包括套设在所述第一铁芯柱(11)上的输入侧内绕组(21)、套设在所述输入侧内绕组(21)外周的输入侧外绕组套管(24)、以及位于所述输入侧内绕组(21)和所述输入侧外绕组套管(24)之间的输入侧绝缘支撑件(22),所述输入侧外绕组套管(24)的内部包裹有输入侧外绕组(23);

输出侧绕组(3),包括套设在所述第二铁芯柱(12)上的输出侧内绕组(31)、套设在所述输出侧内绕组(31)外周的输出侧外绕组套管(34)、以及位于所述输出侧内绕组(31)和所述输出侧外绕组套管(34)之间的输出侧绝缘支撑件(32),所述输出侧外绕组套管(34)的内部包裹有输出侧外绕组(33);

所述输入侧内绕组(21)的两端和所述输出侧内绕组(31)的两端分别相连构成传输能量的回路;所述输入侧外绕组(23)具有伸出所述输入侧外绕组套管(24)的绝缘层的输入端子(25),所述输出侧外绕组(33)具有伸出所述输出侧外绕组套管(34)的绝缘层的输出端子(35);

当所述子变压器为一个时,所述输入侧外绕组(23)接输入电压,所述输出侧外绕组(33)接第一负载;

当所述子变压器为多个时,后一个所述子变压器的输入侧外绕组(23)连接前一个所述子变压器的输出侧外绕组(33);所述输入侧内绕组(21)或所述输出侧内绕组(31)连接有第二负载;

所述输入侧外绕组套管(24)由硅橡胶浇注成型于所述输入侧外绕组(23)和所述输入侧绝缘支撑件(22)的外周,所述输出侧外绕组套管(34)由硅橡胶浇注成型于所述输出侧外绕组(33)和所述输出侧绝缘支撑件(32)的外周。

2. 根据权利要求1所述的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,所述输入侧内绕组(21)和所述输入侧绝缘支撑件(22)之间、所述输出侧内绕组(31)和所述输出侧绝缘支撑件(32)之间均具有内屏蔽层(4)。

3. 根据权利要求1或2所述的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,所述铁芯组件(1)为矩形铁芯,所述第一铁芯柱(11)和所述第二铁芯柱(12)位于所述矩形铁芯的两条长边上;所述子变压器还包括:分别夹持所述矩形铁芯的两条短边上作为所述子变压器主体支撑结构的第一铁芯夹板(5)和第二铁芯夹板(6);以及安装所述第一铁芯夹板(5)和所述第二铁芯夹板(6)上且在所述铁芯组件(1)的四周围合形成有屏蔽空间的屏蔽罩(7)。

4. 根据权利要求3所述的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,所述屏蔽罩(7)包括四个角屏蔽罩(7),所述角屏蔽罩(7)的主体呈L型且在拐角位置处具有弧形结构,四个所述角屏蔽罩(7)分别连接在所述第一铁芯夹板(5)的两端和所述第二铁芯夹板(6)的两端。

5. 根据权利要求1所述的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,所述输入端子(25)和所述输出端子(35)上均设有端子屏蔽环(8)。

6. 根据权利要求1所述的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,所述输入

端子(25)的接线端口方向与所述输出端子(35)的接线端口方向相反。

7.根据权利要求1所述的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,其特征在于,所述输入侧外绕组套管(24)上和所述输出侧外绕组套管(34)上分别形成有位于所述输入侧外绕组(23)或所述输出侧外绕组(33)两端的伞裙结构(9)。

## 一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高压直流输电技术领域,具体涉及一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器。

### 背景技术

[0002] 高压直流断路器是实现柔性直流输电系统短路电流分断与故障隔离的核心装备,也是高压大容量直流电网的关键联络节点。

[0003] 目前具有工程化应用意义的直流断路器普遍采用电力电子开关与机械开关组合的混合式技术路线,统称为混合式直流断路器。混合式直流断路器内部包括了大量的半导体级联组件和多组机械开关模块,这些部件需要在外部供给电能的情况下才能工作,但是直流断路器的特殊运行工况,使其无法像换流阀一样在线取得电能,而需要从站用电系统供给能量。站用电在地电位,断路器在直流高电位,需要实现两者之间的直流高电位隔离。目前研究的方法有带有变压器的电磁能量传输及隔离,无变压器的无线能量电磁传输,激光能量传输等能量输送方式。工程化可操作的方法为带有变压器的电磁能量传输及隔离方法,这种场合要求变压器同时具有电力输送高电压隔离的功能。

[0004] 目前电力领域应用的35kV以上变压器,为了实现电压隔离,提供必要的主绝缘,基本都采用油浸式变压器。但是采用油浸式变压器存在漏油及着火的风险,对于一些特殊的高压应用工况,尤其是灵活交流输电领域的电力电子设备和高压大容量直流输电领域的直流设备,要求电力设备都采用无油化设计。

[0005] 而采用无油化设计的变压器包括采用气体绝缘的变压器或者纯干式绝缘变压器或者气体与干式混合绝缘的变压器代替油浸式变压器。由于气体绝缘变压器需要检测气体压力和温度,同时还要考虑防爆问题,因此采用纯干式绝缘变压器是目前的优先选择。

[0006] 但是,目前的纯干式绝缘变压器,通常采用将输入绕组、输出绕组同设在一个铁芯柱上的结构形式,普遍存在主绝缘距离、干弧距离、爬电距离不足,绝缘耐压能力较差,在高于35kV电压等级的高压系统中容易出现局部放电的问题,基于常规设计方法,在高于35kV电压等级,干式变压器存在技术瓶颈,在高电压下的局部放电问题一直无法解决。

### 发明内容

[0007] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的干式隔离变压器的绝缘耐压能力差,在高电压等级中容易出现局部放电的技术问题,从而提供一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案如下:

[0009] 一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,由若干个采用级联形式连接的子变压器组成,所述子变压器包括:

[0010] 铁芯组件,包括第一铁芯柱和第二铁芯柱;

[0011] 输入侧绕组,包括套设在所述第一铁芯柱上的输入侧内绕组、套设在所述输入侧

内绕组外周的输入侧外绕组套管、以及位于所述输入侧内绕组和所述输入侧外绕组套管之间的输入侧绝缘支撑件,所述输入侧外绕组套管的内部包裹有输入侧外绕组;

[0012] 输出侧绕组,包括套设在所述第二铁芯柱上的输出侧内绕组、套设在所述输出侧内绕组外周的输出侧外绕组套管、以及位于所述输出侧内绕组和所述输出侧外绕组套管之间的输出侧绝缘支撑件,所述输出侧外绕组套管的内部包裹有输出侧外绕组;

[0013] 所述输入侧内绕组的两端和所述输出侧内绕组的两端分别相连构成传输能量的回路;所述输入侧外绕组具有伸出所述输入侧外绕组套管的绝缘层的输入端子,所述输出侧外绕组具有伸出所述输出侧外绕组套管的绝缘层的输出端子。

[0014] 进一步地,所述输入侧内绕组和所述输入侧绝缘支撑件之间、所述输出侧内绕组和所述输出侧绝缘支撑件之间均具有内屏蔽层。

[0015] 进一步地,所述铁芯组件为矩形铁芯,所述第一铁芯柱和所述第二铁芯柱位于所述矩形铁芯的两条长边上;所述子变压器还包括:分别夹持所述矩形铁芯的两条短边上作为所述子变压器主体支撑结构的第一铁芯夹板和第二铁芯夹板;以及安装所述第一铁芯夹板和所述第二铁芯夹板上且在所述铁芯组件的四周围合形成有屏蔽空间的屏蔽罩。

[0016] 进一步地,所述屏蔽罩包括四个角屏蔽罩,所述角屏蔽罩的主体呈L型且在拐角位置处具有弧形结构,四个所述角屏蔽罩分别连接在所述第一铁芯夹板的两端和所述第二铁芯夹板的两端。

[0017] 进一步地,所述输入端子和所述输出端子上均设有端子屏蔽环。

[0018] 进一步地,当所述子变压器为一个时,所述输入侧外绕组接输入电压,所述输出侧外绕组接第一负载;

[0019] 当所述子变压器为多个时,后一个所述子变压器的输入侧外绕组连接前一个所述子变压器的输出侧外绕组。

[0020] 进一步地,所述输入侧内绕组或所述输出侧内绕组连接有第二负载。

[0021] 进一步地,所述输入侧外绕组套管由硅橡胶浇注成型于所述输入侧外绕组和所述输入侧绝缘支撑件的外周,所述输出侧外绕组套管由硅橡胶浇注成型于所述输出侧外绕组和所述输出侧绝缘支撑件的外周。

[0022] 进一步地,所述输入端子的接线端口方向与所述输出端子的接线端口方向相反。

[0023] 进一步地,所述输入侧外绕组套管上和所述输出侧外绕组套管上分别形成有位于所述输入侧外绕组或所述输出侧外绕组两端的伞裙结构。

[0024] 本发明技术方案,具有如下优点:

[0025] 1. 本发明提供的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,子变压器中输入侧内绕组和输入侧外绕组、输出侧外绕组和输出侧外绕组均采用同铁芯结构设计,且输入侧内绕组的两端和输出侧内绕组的两端分别相连,可以实现绝缘电压的双倍直流隔离,提高了子变压器的绝缘隔离能力,克服了主绝缘局部放电的问题;而且多个子变压器可以通过级联方式进行扩展,可以实现更高电压等级的直流隔离。

[0026] 2. 本发明提供的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,在铁芯组件四周设置屏蔽罩以及在输出端子和输出端子上设置端子屏蔽环,可以实现紧凑化空间的电场最优化。

[0027] 3. 本发明提供的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,子变压器的输入侧内绕组或输出侧内绕组可以连接第二负载,使由多个子变压器级联而成的直流隔离变压器可以实

现多路不同输出,以满足不同电压隔离需求的负载要求。

[0028] 4.本发明提供的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,在内绕组的外周设置屏蔽结构可以均衡界面过渡电场。

### 附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1为本发明实施例提供的同铁芯直流隔离变压器的俯视图;

[0031] 图2为本发明实施例提供的同铁芯直流隔离变压器的后视图;

[0032] 图3为本发明实施例提供的同铁芯直流隔离变压器的整体结构示意图,其中部分已经切除展示其内部结构;

[0033] 图4为本发明实施例提供的同铁芯直流隔离变压器的电气原理图;

[0034] 图5为本发明实施例提供的同铁芯直流隔离变压器可扩展结构的电气原理图;

[0035] 图6为本发明实施例提供的同铁芯直流隔离变压器的内绕组连接负载时的电气原理图。

[0036] 附图标记说明:1、铁芯组件;11、第一铁芯柱;12、第二铁芯柱;2、输入侧绕组;21、输入侧内绕组;22、输入侧绝缘支撑件;23、输入侧外绕组;24、输入侧外绕组套管;25、输入端子;3、输出侧绕组;31、输出侧内绕组;32、输出侧绝缘支撑件;33、输出侧外绕组;34、输出侧外绕组套管;35、输出端子;4、内屏蔽层;5、第一铁芯夹板;6、第二铁芯夹板;7、屏蔽罩;8、端子屏蔽环;9、伞裙结构。

### 具体实施方式

[0037] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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。

[0038] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0039] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0040] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0041] 如图1—6所示的一种同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,由若干个采用级联形式连接的子变压器组成,级联的数量取决于应用的电压等级,子变压器的电压等级可以在几十千伏到百千伏灵活设计。子变压器包括铁芯组件1、输入侧绕组2和输出侧绕组3。铁芯组件1包括两个并行的第一铁芯柱11和第二铁芯柱12,第一铁芯柱11和第二铁芯柱12均具有轴线。

[0042] 输入侧绕组2包括套设在第一铁芯柱11上的输入侧内绕组21、套设在2输入侧内绕组21外周的输入侧外绕组套管24、以及位于输入侧内绕组21和所述输入侧外绕组套管24之间的输入侧绝缘支撑件22,输入侧外绕组套管24的内部包裹有输入侧外绕组23。

[0043] 输出侧绕组包括套设在第二铁芯柱12上的输出侧内绕组31、套设在输出侧内绕组31外周的输出侧外绕组套管34、以及位于输出侧内绕组31和输出侧外绕组套管34之间的输出侧绝缘支撑件32,所述输出侧外绕组套管34的内部包裹有输出侧外绕组33。

[0044] 输入侧内绕组21的两端和输出侧内绕组31的两端分别相连,从而构成用于传输能量的回路。输入侧外绕组套管24和输出侧外绕组套管34分别用于实现输入侧外绕组23和输出侧外绕组33与外部部件的绝缘隔离。输入侧绝缘支撑件22用于实现输入侧外绕组23和输入侧内绕组21的绝缘隔离,输出侧绝缘支撑件32用于实现输出侧外绕组33和输出侧内绕组31的绝缘隔离。输入侧外绕组23具有伸出输入侧外绕组套管24的绝缘层的输入端子25,输出侧外绕组33具有伸出输入侧外绕组套管24的绝缘层的输出端子35,输入端子25与外部输入电压连接,输出端子35与负载相连。

[0045] 这种采用同铁芯结构的子变压器,输入侧内绕组21和输入侧外绕组23、输出侧外绕组33和输出侧外绕组33均采用同铁芯结构设计,且输入侧内绕组21的两端和输出侧内绕组31的两端分别相连形成回路,可以提高了子变压器的绝缘隔离能力;而且若干子变压器可以通过级联方式进行扩展,可以实现更高电压等级的直流隔离。

[0046] 在本实施例中,输入侧内绕组21和输入侧绝缘支撑件22之间、输入侧内绕组21和输出侧绝缘支撑件32之间均具有内屏蔽层4。内屏蔽层4的设置可以均衡输入侧内绕组21和输入侧内绕组21界面处的过渡电场。

[0047] 在本实施例中,铁芯组件1为矩形铁芯,第一铁芯柱11和第二铁芯柱12位于矩形铁芯的两条长边上。子变压器还包括:分别夹持矩形铁芯的两条短边上作为子变压器主体支撑结构的第一铁芯夹板5和第二铁芯夹板6;以及安装第一铁芯夹板5和第二铁芯夹板6上且在铁芯组件1的四周围合形成有屏蔽空间的屏蔽罩7。屏蔽罩7的设置可以实现紧凑化空间的电场最优化。

[0048] 具体的,屏蔽罩7采用四个角屏蔽罩7组成,角屏蔽罩7的主体呈L型且在拐角位置处具有弧形结构,四个角屏蔽罩7分别连接在第一铁芯夹板5的两端和第二铁芯夹板6的两端。在一些实施例中,屏蔽罩7还可以是一个四面围合、中间镂空的结构。

[0049] 在本实施例中,为了避免输入端子25和输出端子35与外部接线连接处的局部放电问题,在输入端子25和输出端子35上均设有端子屏蔽环8。

[0050] 在本实施例中,当直流隔离变压器仅由一个子变压器组成时,子变压器的输入侧外绕组23接输入电压,输出侧外绕组33接第一负载。当直流隔离变压器由多个子变压器级联而成时,后一个子变压器的输入侧外绕组23连接前一个子变压器的输出侧外绕组33。这种子变压器可扩展的结构设计,可以实现更高电压等级的直流隔离。

[0051] 在本实施例的一些实施方式中,在输入侧内绕组21或输出侧内绕组31上还可以连接有第二负载,从而实现直流隔离变压器的多路不同输出要求。

[0052] 在本实施例中,输入侧外绕组套管24由硅橡胶浇注成型于输入侧外绕组23和输入侧绝缘支撑件22的外周,输出侧外绕组套管34由硅橡胶浇注成型于输出侧外绕组33和输出侧绝缘支撑件32的外周。输入侧外绕组套管24和输出侧外绕组套管34采用硅橡胶浇注成型的方式,可以将传输能量用的变压器绕组包裹在绝缘套管中,实现变压器绕组与外部部件的绝缘隔离,可以解决绝缘套管在长期直流电压下电荷积累和局部放电的问题,实现了变压器能量传输和绝缘隔离的可靠性。

[0053] 在本实施例中,输入端子25的接线端口方向与输出端子35的接线端口方向相反。如此设置,方便多个子变压器采用纵向的方式进行级联连接,方便实现有限空间内的电场优化布置。

[0054] 在本实施例中,输入侧外绕组套管24上和输出侧外绕组套管34上分别形成有位于输入侧外绕组23或输出侧外绕组33两端的伞裙结构9。伞裙结构9的设置增加了单位长度的爬距,降低了输入侧外绕组套管24和输出侧外绕组套管34的体积和尺寸。具体的,伞裙结构9包括两种直径大小不同的大伞裙和小伞裙,大伞裙和小伞裙交错间隔布置。这种伞裙结构9增大了大伞裙与小伞裙之间的间距,可有效地防止因雨雪天气形成的污水或冰柱引发设备故障,保障供电可靠性,结构简单,易于实现。在一些实施方式中,伞裙结构9还可以包括三种或以上直径大小不同的伞裙。

[0055] 综上所述,本发明实施例提供的同铁芯可扩展结构的直流隔离变压器,子变压器中输入侧内绕组21和输入侧外绕组23、输出侧外绕组33和输出侧外绕组33均采用同铁芯结构设计,且输入侧内绕组21的两端和输出侧内绕组31的两端分别相连,可以实现绝缘电压的双倍直流隔离,提高了子变压器的绝缘隔离能力;而且多个子变压器可以通过级联方式进行扩展,可以实现更高电压等级的直流隔离;另外还可以在输入侧内绕组21上连接负载,可以实现多路不同输出,满足不同电压隔离需求的负载要求。

[0056] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

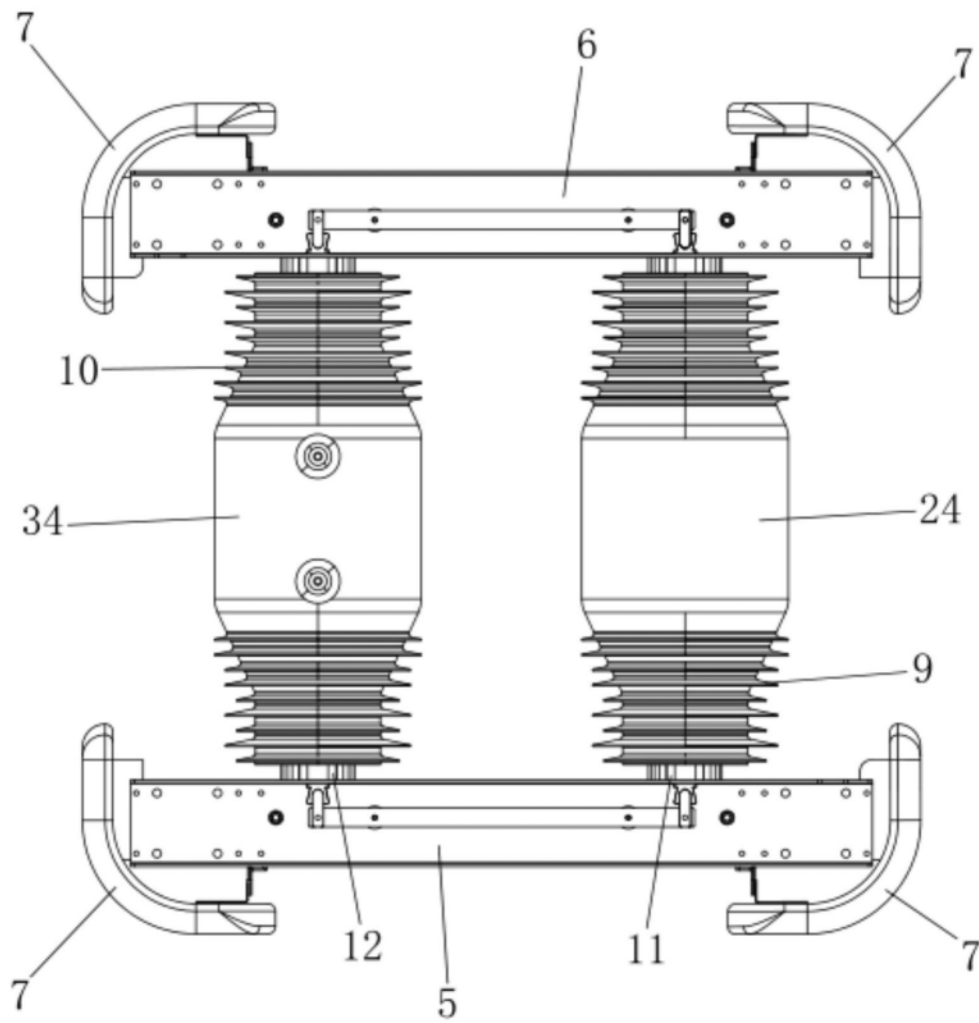


图1

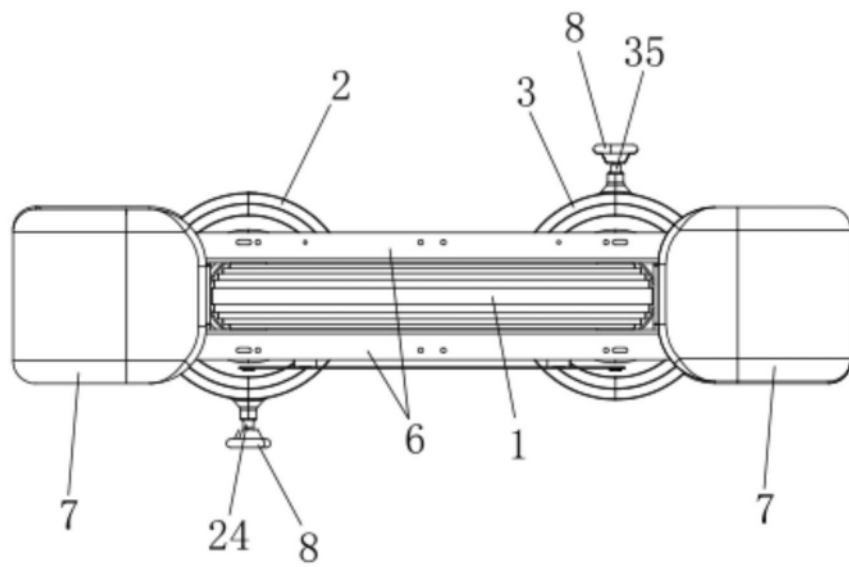


图2

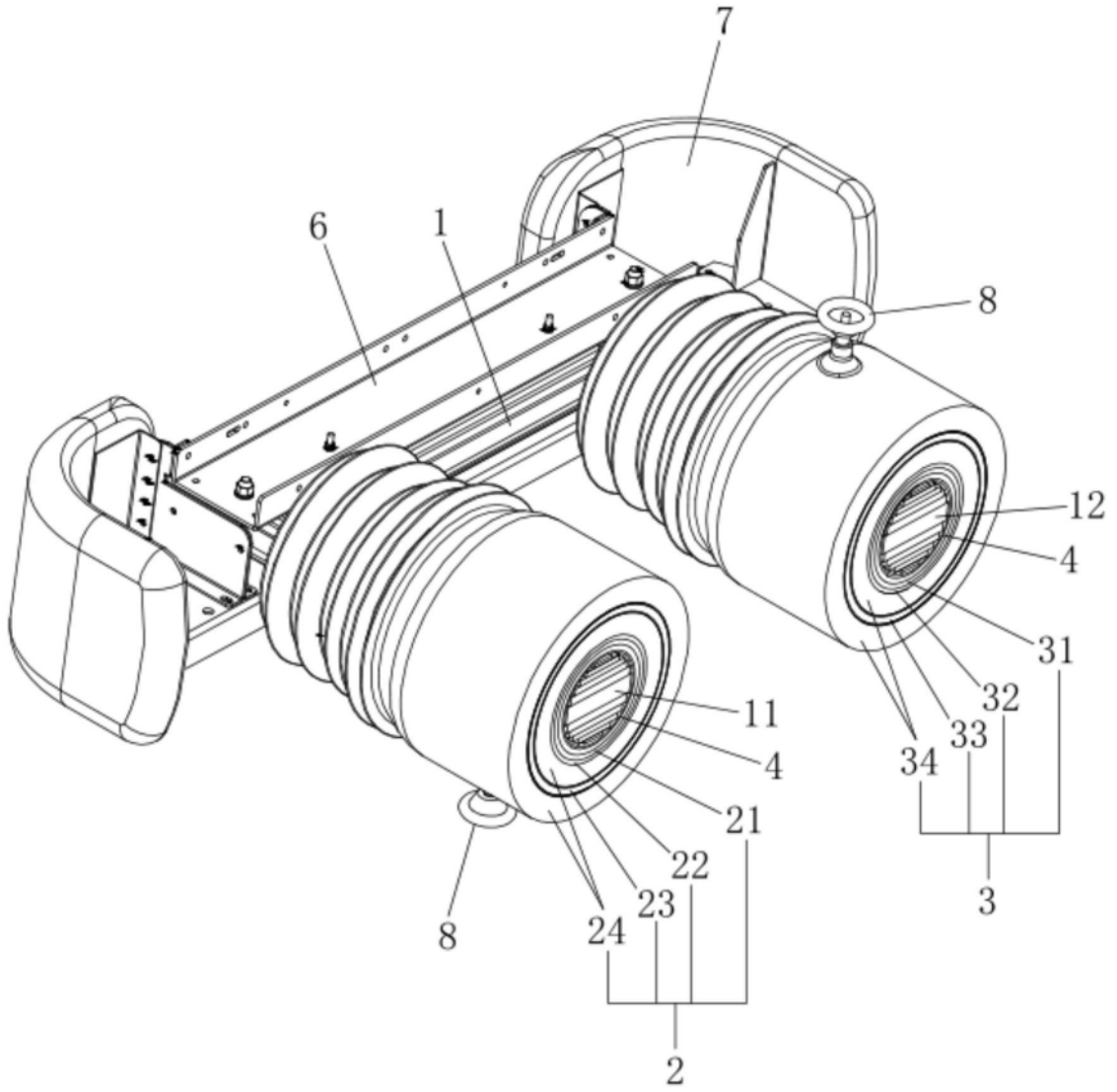


图3

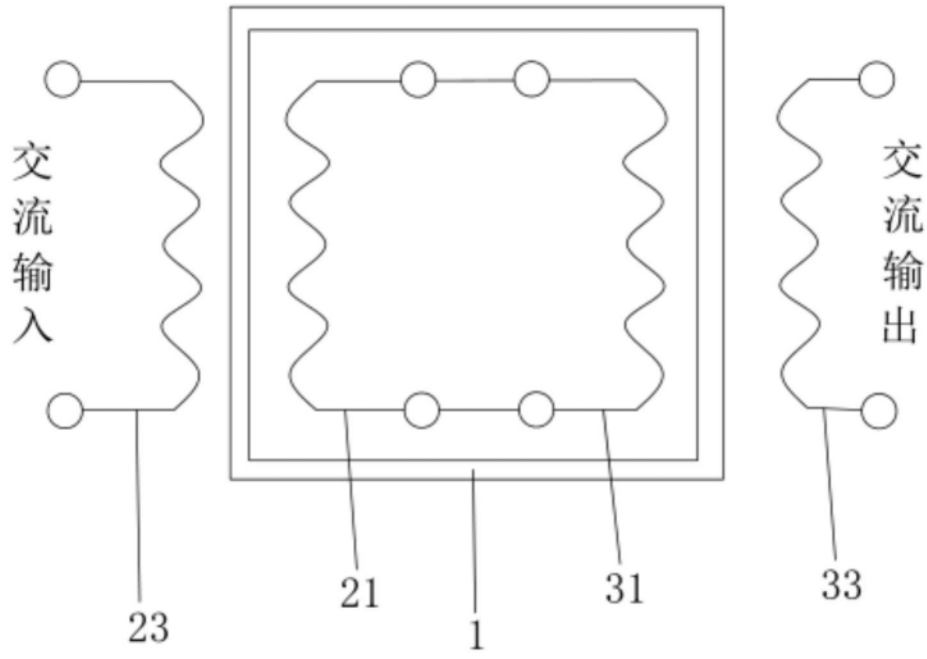


图4

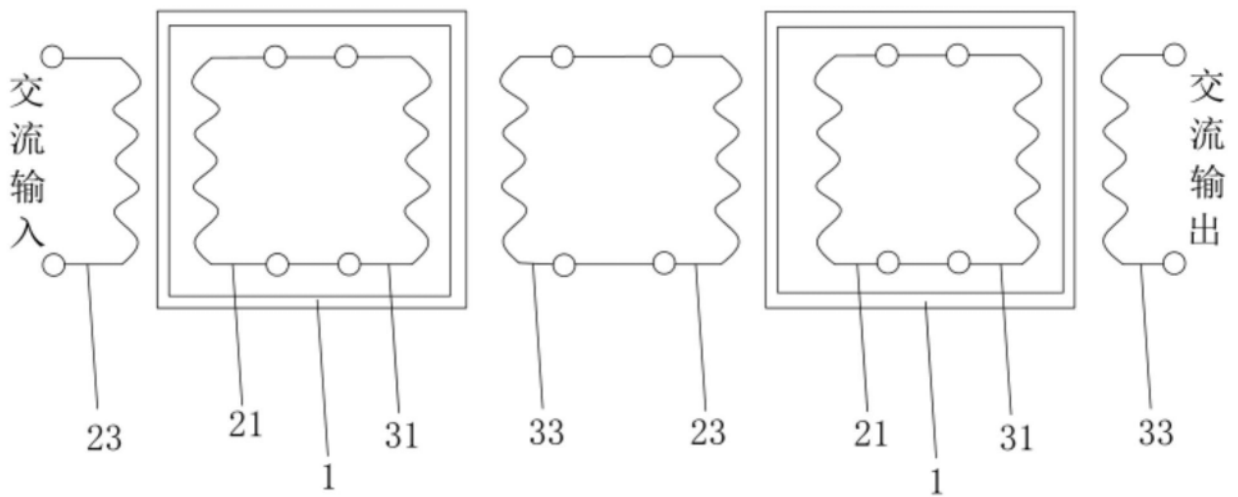


图5

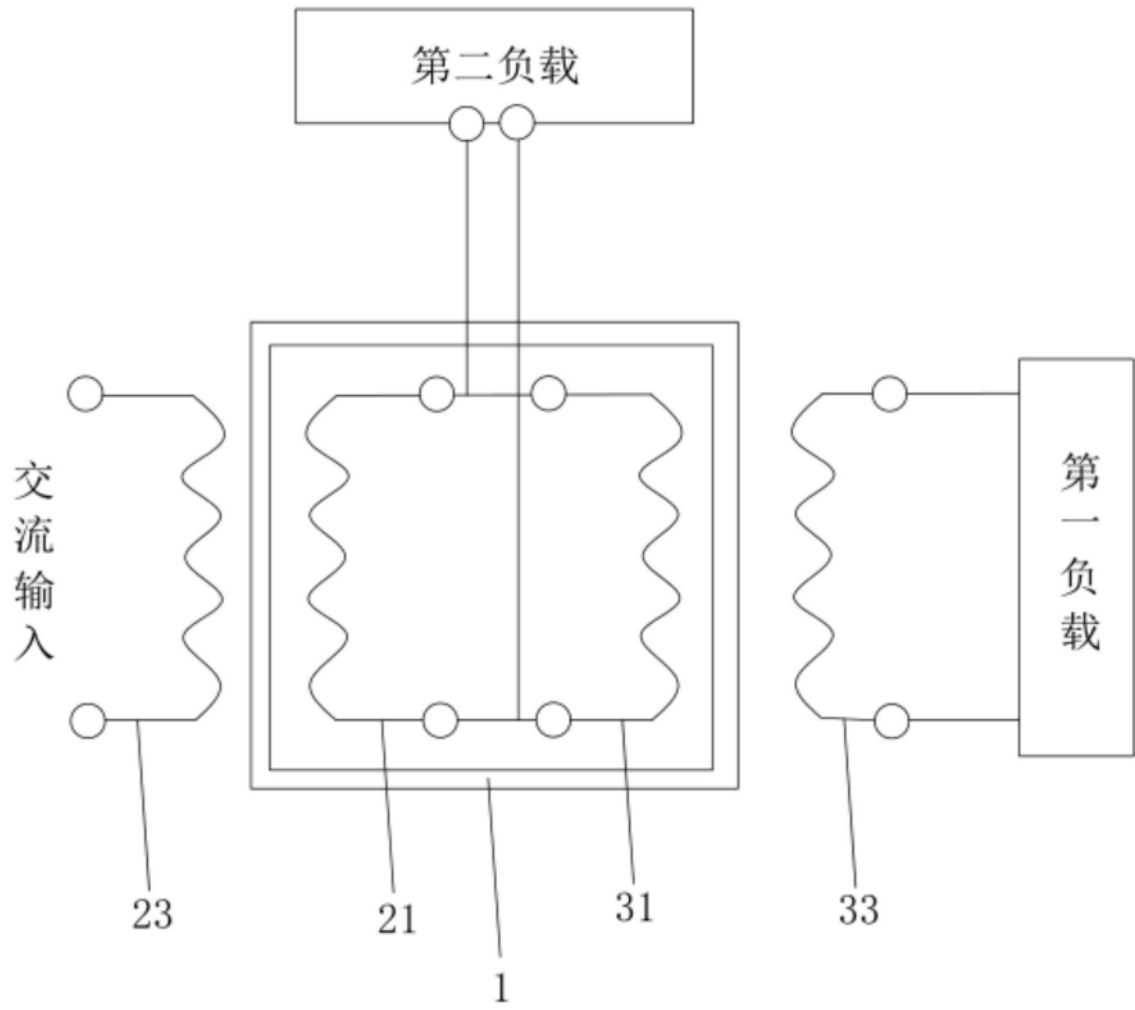


图6