(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 215222037 U
(45)授权公告日 2021.12.17

(21)申请号 202121115187.1

(22)申请日 2021.05.20

(73)专利权人 新疆金风科技股份有限公司
地址 830026 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市乌鲁木齐经济技术开发区上海路107号

(72)发明人 符松格 袁小峰

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司 11258
代理人 彭琼

(51)Int.Cl.
H02M 7/487(2007.01)
H02M 7/5387(2007.01)
H02M 7/00(2006.01)

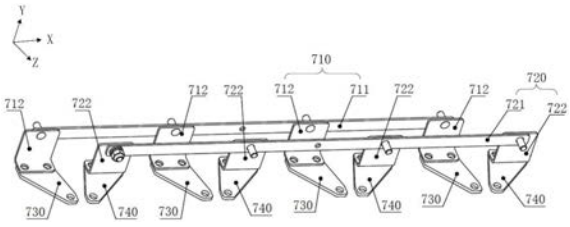
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)实用新型名称

汇流连接装置、NPC三电平功率组件及NPC三电平变流器

(57)摘要

本申请提供了一种汇流连接装置、NPC三电平功率组件及NPC三电平变流器。汇流连接装置包括：第一并联汇流母排、第二并联汇流母排、N个第一串联母排及N个第二串联母排；每个第一串联母排均与第一并联汇流母排电连接，每个第二串联母排均与第二并联汇流母排电连接；N个第一串联母排用于：分别将N个三电平桥臂中的第一桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第一直流端串联连接并汇入第一并联汇流母排；N个第二串联母排用于：分别将N个三电平桥臂中的第二桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第二直流端串联连接并汇入第二并联汇流母排。本申请的技术方案可实现不同三电平桥臂的并联均流设计。



CN 215222037 U

1.一种汇流连接装置,应用于NPC三电平功率组件,所述NPC三电平功率组件包括N个并联的三电平桥臂,N为大于1的整数,每个所述三电平桥臂包括第一桥臂模块、第二桥臂模块和第三桥臂模块;其特征在于,所述汇流连接装置包括:第一并联汇流母排、第二并联汇流母排、N个第一串联母排及N个第二串联母排;

每个所述第一串联母排均与所述第一并联汇流母排电连接,每个所述第二串联母排均与所述第二并联汇流母排电连接;

N个所述第一串联母排用于:分别将N个三电平桥臂中的第一桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第一直流端串联连接并汇入所述第一并联汇流母排;

N个所述第二串联母排用于:分别将N个三电平桥臂中的第二桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第二直流端串联连接并汇入所述第二并联汇流母排。

2.根据权利要求1所述的汇流连接装置,其特征在于,

N个所述第一串联母排沿第一方向依次固定连接在所述第一并联汇流母排上;

N个所述第二串联母排沿所述第一方向依次固定连接在所述第二并联汇流母排上;

所述第一串联母排与所述第二串联母排成对设置。

3.根据权利要求2所述的汇流连接装置,其特征在于,所述第一并联汇流母排和所述第二并联汇流母排均包括第一连接排和N个第二连接排;

N个所述第二连接排的第一连接端均与所述第一连接排固定连接;

所述第一并联汇流母排中的N个所述第二连接排的第二连接端,分别与N个所述第一串联母排固定连接;

所述第二并联汇流母排中的N个所述第二连接排的第二连接端,分别与N个所述第二串联母排固定连接。

4.根据权利要求3所述的汇流连接装置,其特征在于,所述第二连接排为具有第一弯折角度的弯折结构,所述第一弯折角度在预设的角度范围内。

5.根据权利要求3所述的汇流连接装置,其特征在于,所述第一连接排在第二方向的尺寸小于第一尺寸阈值,所述第一连接排在第三方向的尺寸小于第二尺寸阈值;

所述第一方向、所述第二方向和所述第三方向相互垂直。

6.根据权利要求3至5中任意一项所述的汇流连接装置,其特征在于,第一距离和第二距离均大于第一距离阈值,第三距离大于第二距离阈值;

所述第一距离为所述第一并联汇流母排中的所述第一连接排与所述第一串联母排之间的距离;

所述第二距离为所述第二并联汇流母排中的所述第一连接排与所述第二串联母排之间的距离;

所述第三距离为所述第一并联汇流母排中的所述第一连接排与所述第二并联汇流母排中的所述第一连接排之间的距离。

7.根据权利要求1所述的汇流连接装置,其特征在于,所述第一并联汇流母排和所述第二并联汇流母排均包括主体部分、以及在所述主体部分的部分区域延伸出的N个弯折部分;

所述第一并联汇流母排的N个弯折部分分别与N个所述第一串联母排连接,所述第二并联汇流母排的N个弯折部分分别与N个所述第二串联母排连接;

所述第一并联汇流母排的弯折部分具有第一弯折角度,所述第二并联汇流母排的弯折

部分具有第二弯折角度；

所述第二弯折角度大于所述第一弯折角度且所述第一弯折角度在预设的角度范围内。

8.根据权利要求7所述的汇流连接装置，其特征在于，第四距离和第五距离均小于第三距离阈值；

所述第四距离为所述第一并联汇流母排中的所述主体部分与所述第一串联母排之间的距离；

所述第五距离为所述第二并联汇流母排中的所述主体部分与所述第二串联母排之间的距离。

9.根据权利要求8所述的汇流连接装置，其特征在于，所述第一并联汇流母排和所述第二并联汇流母排上均覆盖有绝缘层。

10.根据权利要求7-9中任意一项所述的汇流连接装置，其特征在于，所述第一串联母排和所述第二串联母排在第三方向的尺寸均小于预设的第三尺寸阈值。

11.一种NPC三电平功率组件，其特征在于，包括N个并联的三电平桥臂以及如权利要求1至10中任意一项所述的汇流连接装置，N为大于1的整数；

每个所述三电平桥臂均包括第一桥臂模块、第二桥臂模块和第三桥臂模块；

所述第一桥臂模块的第一直流端与所述NPC三电平功率组件的正直流母线电连接，所述第二桥臂模块的第二直流端与所述NPC三电平功率组件的负直流母线电连接，所述第一桥臂模块的第二直流端和所述第二桥臂模块的第一直流端均与中性点电连接；

所述第一桥臂模块的交流端、所述第二桥臂模块的交流端分别与所述第三桥臂模块的第一直流端、第二直流端电连接，所述第三桥臂模块的交流端与所述NPC三电平功率组件的总交流输出端电连接；

各所述三电平桥臂中的所述第一桥臂模块的交流端、所述第三桥臂模块的第一直流端，通过所述汇流连接装置的所述第一串联母排串联连接后汇入所述第一并联汇流母排；

各所述三电平桥臂中的所述第二桥臂模块的交流端、所述第三桥臂模块的第二直流端通过所述汇流连接装置的所述第二串联母排串联连接后汇入所述第二并联汇流母排。

12.一种NPC三电平变流器，其特征在于，包括：散热板以及如权利要求11所述的NPC三电平功率组件；

所述NPC三电平功率组件设置于所述散热板的两侧。

13.根据权利要求12所述的NPC三电平变流器，其特征在于，还包括：直流母排、交流母排和电容池；

所述NPC三电平功率组件的正直流母线和负直流母线通过所述直流母排与所述电容池电连接，所述NPC三电平功率组件的总交流输出端与所述交流母排电连接。

汇流连接装置、NPC三电平功率组件及NPC三电平变流器

技术领域

[0001] 本申请涉及变流器领域，尤其涉及一种汇流连接装置、NPC三电平功率组件及NPC三电平变流器。

背景技术

[0002] 中性点钳位三电平(Neutral Point Clamp,NPC)拓扑可以利用低阻断电压的绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor,IGBT)串联来实现直流母线电压的提高，进而提升交流输出电压，扩大系统功率等级，因此在风电变流器的中得到了广泛应用。在风电变流器的三电平功率组件中通常具有由IGBT模块形成的多个三电平桥臂，不同桥臂的IGBT的集电极连接在一起、发射极连接在一起，形成并联结构，使得每个IGBT模块承受的电应力基本一致，在两个并联桥臂之间同时串联有另一个IGBT模块。

[0003] 现有技术中采用叠层母排(由多层铜排结构叠层形成的母排结构，多层铜排之间采用绝缘设计相互隔离)来实现三电平桥臂电路中各桥臂串联和并联的汇流，叠层母排上形成的通路较多，且各个通路的长短不一，从而造成了叠层母排上各处的杂散电感不同，阻抗也不同，进而造成了电流的不均匀分配，不利于实现桥臂间的均流设计。

实用新型内容

[0004] 本申请实施例提供一种汇流连接装置、NPC三电平功率组件及NPC三电平变流器，能够解决现有技术采用的叠层母排电流不均匀的技术问题。

[0005] 第一方面，本申请实施例提供一种汇流连接装置，应用于NPC三电平功率组件，NPC三电平功率组件包括N个并联的三电平桥臂，N为大于1的整数，每个三电平桥臂包括第一桥臂模块、第二桥臂模块和第三桥臂模块；汇流连接装置包括：第一并联汇流母排、第二并联汇流母排、N个第一串联母排及N个第二串联母排；

[0006] 每个第一串联母排均与第一并联汇流母排电连接，每个第二串联母排均与第二并联汇流母排电连接；

[0007] N个第一串联母排用于：分别将N个三电平桥臂中的第一桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第一直流端串联连接并汇入第一并联汇流母排；

[0008] N个第二串联母排用于：分别将N个三电平桥臂中的第二桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第二直流端串联连接并汇入第二并联汇流母排。

[0009] 第二方面，本申请实施例提供了一种NPC三电平功率组件，包括N个并联的三电平桥臂以及本申请实施例第一方面提供的汇流连接装置，N为大于1的整数；

[0010] 每个三电平桥臂均包括第一桥臂模块、第二桥臂模块和第三桥臂模块；

[0011] 第一桥臂模块的第一直流端与NPC三电平功率组件的正直流母线电连接，第二桥臂模块的第二直流端与NPC三电平功率组件的负直流母线电连接，第一桥臂模块的第二直流端和第二桥臂模块的第一直流端均与中性点电连接；

[0012] 第一桥臂模块的交流端、第二桥臂模块的交流端分别与第三桥臂模块的第一直流

端、第二直流端电连接，第三桥臂模块的交流端与NPC三电平功率组件的总交流输出端电连接；

[0013] 各三电平桥臂中的第一桥臂模块的交流端、第三桥臂模块的第一直流端，通过汇流连接装置的第一串联母排串联连接后汇入第一并联汇流母排；

[0014] 各三电平桥臂中的第二桥臂模块的交流端、第三桥臂模块的第二直流端通过汇流连接装置的第二串联母排串联连接后汇入第二并联汇流母排。

[0015] 第三方面，本申请实施例提供了一种NPC三电平变流器，包括：散热板以及本申请实施例第二方面提供的NPC三电平功率组件；

[0016] NPC三电平功率组件设置于散热板的两侧。

[0017] 本申请实施例提供的技术方案，至少能够实现如下有益效果：

[0018] 通过互相独立的2N个串联母排来实现和两个并联汇流母排来实现不同桥臂之间的汇流连接。具体地，通过N个第一串联母排可实现N个三电平桥臂中第一桥臂模块和第三桥臂模块的串联，通过与N个第一串联母排具有连接关系的第一并联汇流母排可实现该串联结构的电流的汇流；通过N个第二串联母排可实现N个三电平桥臂中第二桥臂模块和第三桥臂模块的串联，通过与N个第二串联母排具有连接关系的第二并联汇流母排可实现该串联结构的电流的汇流。通过上述方式可将串联通路和并联通路在连接处之外的空间上分离开来，在实现汇流连接的基础减少了并联通路对串联通路的影响，可使各三电平桥臂之间串联通路的阻抗趋于一致，从而使各三电平桥臂之间的电流实现均匀分配，进而实现不同三电平桥臂的并联均流设计。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单的介绍，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。

[0020] 图1是本申请涉及的一种中性点钳位三电平电路的拓扑示意图；

[0021] 图2是本申请涉及的一种主动中性点钳位三电平电路的拓扑示意图；

[0022] 图3是本申请涉及的一种三电平电路的封装结构示意图；

[0023] 图4是本申请涉及的一种三电平功率组件的电路原理示意图；

[0024] 图5是相关技术中实现三电平功率组件中各三电平桥臂并联汇流的叠层母排的结构示意图；

[0025] 图6是相关技术中叠层母排与三电平功率组件中各三电平桥臂的连接关系示意图；

[0026] 图7A是本申请实施例提供的一种汇流连接装置的结构示意图；

[0027] 图7B是本申请实施例提供的另一种汇流连接装置的结构示意图；

[0028] 图8A是本申请实施例提供的NPC三电平功率组件的一种汇流连接结构示意图；

[0029] 图8B是本申请实施例提供的NPC三电平功率组件的另一种汇流连接结构示意图；

[0030] 图9A是本申请实施例提供的一种NPC三电平变流器中的封装结构示意图；

[0031] 图9B是图9A中液冷板左侧各部件的封装结构示意图；

[0032] 图9C是图9A中液冷板右侧各部件的封装结构示意图。

具体实施方式

[0033] 下面将详细描述本申请的各个方面的特征和示例性实施例，为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及具体实施例，对本申请进行进一步详细描述。应理解，此处所描述的具体实施例仅意在解释本申请，而不是限定本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本申请的示例来提供对本申请更好的理解。

[0034] 需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0035] 首先对本申请涉及的三电平拓扑结构进行介绍：

[0036] 图1示出了本申请涉及的一种中性点钳位三电平电路的拓扑示意图，该种三电平电路一般通过二极管进行中点钳位。

[0037] 具体地，如图1所示的三电平电路的直流侧通过C1和C2两组直流电容串联形成正直流端DC+、中性点NP和负直流端DC-的三个电位，T1至T4四个IGBT(分别并联有续流二极管D1至D4)串联于正直流端DC+和负直流端DC-之间，T2和T3的连接点作为交流输出端即AC端。

[0038] 如图1所示的三电平电路，中性点NP通过二极管D5连接到T1和T2之间的A点，通过二极管D6连接到T3和T4之间的B点，在T2导通时，二极管D5将A点电位钳位到中性点NP，在T3导通时，二极管D6将B点电位钳位到中性点NP。

[0039] 图2示出了本申请涉及的一种主动中性点钳位三电平(Active Neutral Point Clamp，ANPC)电路的拓扑示意图，该种三电平电路一般通过IGBT器件进行中点钳位。具体地，如图2所示的三电平电路中采用T5和T6两个IGBT(分别并联有续流二极管D5和D6)代替图1中的二极管D5和D6，形成双管IGBT开关结构。

[0040] 图2所示的三电平电路拓扑可以按照例如EconoDUAL3形式进行封装，由于EconoDUAL3模块为双管IGBT开关，因此其组成的NPC桥臂中，T1和T5为一个IGBT模块，T2和T3为一个IGBT模块，T4和T6为一个IGBT模块，各个IGBT模块所包括的内容如图2中虚线框所示。按照EconoDUAL3形式封装的IGBT模块具有结构设计简单、易于并联扩展、成本低等优点，逐渐成为风电变流器的半导体主流选型方案。

[0041] 在如图2所示的三电平电路的封装结构中，主流方案为如图3所示的品字型结构。具体地，IGBT T1和T5及其续流二极管D1和D5作为一个IGBT模块(下称T1/T5模块)，IGBT T2和T3及其续流二极管D2和D3作为一个IGBT模块(下称T2/T3模块)，IGBT T4和T6及其续流二极管D4和D6作为一个IGBT模块(下称T4/T6模块)。参照图3，T1/T5模块和T4/T6模块并列放置，T1/T5模块的两个直流端分别连接正直流端DC+和中性点NP，T4/T6模块的两个直流端子分别连接中性点NP和负直流端DC-，T2/T3模块的直流端子A和直流端子B分别连接T1/T5模块的交流端子和T4/T6模块的交流端子，T2/T3模块的交流端子连接至三电平电路拓扑的总交流输出端。

[0042] 由于三电平电路拓扑的封装结构的电流限制，随着风电变流器容量的不断提升，在实际应用中，多采用NPC桥臂直接硬并联的结构形式形成功率组件，从而得到所需电流。

[0043] 图4示出了四个三电平桥臂并联的三电平功率组件示意图，每个三电平桥臂的电路原理如图2所示，包括三个IGBT模块，例如前面所述的T1/T5模块、T2/T3模块和T4/T6模块。

[0044] 在如图4所示的三电平功率组件中，各三电平桥臂中同类IGBT(例如不同三电平桥臂中的T1为一种同类IGBT，T2为另一种同类IGBT)的集电极并联连接、发射极并联连接，以使三电平功率组件中每个IGBT模块承受的电应力基本一致，在图4中的各三电平桥臂中A点和B点的结构位置处，需要设计IGBT模块的串联和并联的组合方案。为区分各三电平桥臂的A点和B点，在图4中将四个三电平桥臂的A点分别标示为A1、A2、A3和A4，将四个三电平桥臂的B点分别标示为B1、B2、B3和B4。

[0045] 现有技术中采用如图5所示的叠层母排直接实现A点和B点的汇流连接，即A点的电气连接和B点的电气连接形成上下叠层且绝缘的母排结构，汇流连接结构如图6所示。参照图5，叠层母排500分为连接母排501和连接母排502，连接母排501用于连接如图4所示的各三电平桥臂的A点，连接母排502用于连接如图4所示的各三电平桥臂的B点，连接母排501和连接母排502之间采用绝缘膜隔离开并压缩叠合在一起。参照图6，叠层母排500直接压覆在T1/T5模块的交流端子、T4/T6模块的交流端子以及T2/T3的直流端子上，以实现各三电平桥臂的A点汇流连接和B点汇流连接。

[0046] 在现有技术的上述汇流连接结构中，叠层母排500上形成的通路较多，且各个通路的长短不一，从而造成了叠层母排500上各处的杂散电感不同，例如在图6中，叠层母排500上靠外侧的区域的杂散电感和中心处的杂散电感不同，造成A1、A2、A3和A4四个位置处的阻抗不同，B1、B2、B3和B4四个位置处的阻抗也不同，进而造成了电流的不均匀分配，不利于实现桥臂间的均流设计。

[0047] 此外，现有技术中基于叠层母排500的汇流连接结构的加工设计和成本较高，且叠层母排500对于温度较敏感，不利于IGBT模块各端子的辅助散热。

[0048] 为了解决现有技术问题，本申请实施例提供了一种汇流连接装置、NPC三电平功率组件及NPC三电平变流器。

[0049] 本申请实施例提供了一种汇流连接装置，可应用于NPC三电平功率组件，NPC三电平功率组件包括N个并联的三电平桥臂，N为大于1的整数，每个三电平桥臂包括第一桥臂模块、第二桥臂模块和第三桥臂模块。

[0050] 参照图7A和图7B，本申请实施例提供的汇流连接装置包括：第一并联汇流母排710、第二并联汇流母排720、N个第一串联母排730及N个第二串联母排740；每个第一串联母排730均与第一并联汇流母排710电连接，每个第二串联母排740均与第二并联汇流母排720电连接。

[0051] N个第一串联母排730用于：分别将N个三电平桥臂中的第一桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第一直流端串联连接并汇入第一并联汇流母排710；N个第二串联母排740用于：分别将N个三电平桥臂中的第二桥臂模块的交流端与第三桥臂模块的第二直流端串联连接并汇入第二并联汇流母排720。

[0052] 本申请实施例提供汇流连接装置至少可实现如下有益效果：

[0053] 1)通过互相独立的2N个串联母排来实现和两个并联汇流母排来实现不同桥臂之间的汇流连接。具体地,通过N个第一串联母排可实现N个三电平桥臂中第一桥臂模块和第三桥臂模块的串联,通过与N个第一串联母排具有连接关系的第一并联汇流母排可实现该串联结构的电流的汇流;通过N个第二串联母排可实现N个三电平桥臂中第二桥臂模块和第三桥臂模块的串联,通过与N个第二串联母排具有连接关系的第二并联汇流母排可实现该串联结构的电流的汇流。通过上述方式可将串联通路和并联通路在连接处之外的空间上分离开来,在实现汇流连接的基础上减少了并联通路对串联通路的影响,可使各三电平桥臂之间串联通路的阻抗趋于一致,从而使各三电平桥臂之间的电流实现均匀分配,进而实现不同三电平桥臂的并联均流设计。

[0054] 2)各串联母排和并联汇流母排可独立设计,然后进行连接,从而可降低了设计难度和成本,由串联母排和并联汇流母排形成的汇流连接结构对于温度的敏感性较低,有利于三电平桥臂各端子的辅助散热。

[0055] 在一个可选的实施方式中,参照图7A和图7B,N个第一串联母排730沿第一方向X依次固定连接在第一并联汇流母排710上;N个第二串联母排740沿第一方向X依次固定连接在第二并联汇流母排720上;第一串联母排730与第二串联母排740成对设置。

[0056] 每一对第一串联母排730和第二串联母排740可实现并联的一个三电平桥臂中相应桥臂模块之间的串联,成对设置的第一串联母排730和第二串联母排740依次固定在第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720上,可实现各三电平桥臂的并联汇流设计。

[0057] 参照图7A和图7B,本申请实施例中的第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720可以是第一方向X的尺寸远大于其它方向尺寸的细长型结构,以便第一并联母排740在第一方向X上有足够的位置容纳第一串联母排730的连接,第二并联母排750在第一方向X上有足够的位置容纳第二串联母排740的连接。此时,第一方向X为如图7A和图7B中标示的第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720的长度方向。

[0058] 参照图7A和图7B,本申请实施例中的第一串联母排730和第二串联母排740可以是在第二方向Y上的长度小于其它方向长度的板状结构,便于在第二方向Y上与第一并联汇流母排710或第二并联汇流母排720建立连接,同时可降低串联回路的阻抗,提高三电平桥臂的内部换热能力。第二方向Y如图7A和图7B中所标示的第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720的宽度方向,也是第一串联母排730和第二串联母排740的厚度方向。在一个示例中,第一串联母排730和第二串联母排740在第二方向Y上的尺寸即厚度可以是6mm(毫米)。

[0059] 本申请实施例中对不同母排之间的连接方式不作限定,可以通过螺栓连接或铆接,可其它可实现紧固连接的方式。

[0060] 在一个可选的实施方式中,参照图7A,第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720均包括第一连接排和N个第二连接排,在图7A中,将第一并联汇流母排710中的第一连接排、第二连接排分别标示为711、712,第二并联汇流母排720中的第一连接排、第二连接排分别标示为721、722。

[0061] N个第二连接排的第一连接端均与第一连接排固定连接。具体地,第一并联汇流母排710中的N个第二连接排712的第一连接端与第一连接排711固定连接,例如沿第一方向X依次固定连接在第一连接排711上,第二并联汇流母排720中的N个第二连接排722的第连接端与第一连接排721上固定连接,例如沿第一方向X依次固定连接在第一连接排721上。

[0062] 第一并联汇流母排710中的N个第二连接排712的第二连接端，分别与N个第一串联母排730固定连接；第二并联汇流母排720中的N个第二连接排722的第二连接端，分别与N个第二串联母排740固定连接。

[0063] 由第一连接排和第二连接排的搭接结构所形成的第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720，便于组装和拆卸，同时可提高并联回路的阻抗。

[0064] 在一个可选的实施方式中，第二连接排为具有第一弯折角度的弯折结构，第一弯折角度在预设的角度范围内。角度范围以及第一弯折角度的具体数值均可根据实际需求设置。

[0065] 在一个示例中，第一弯折角度可以为90度，形成如图7A所示的L型结构，作为关联汇流母排和串联母排之间的过渡排，用于连接并联汇流母排和串联母排，可节省整个汇流连接装置的空间，该L型结构的一部分可与对应的串联母排叠合并共同与第一桥臂模块或第二桥臂模块的交流端子固定连接。

[0066] 在一个示例中，考虑到汇流连接结构的安装维护操作的可行性，第二连接排的用于与桥臂模块连接的部分可预留螺钉固定的操作空间，第连接排的用于与并联汇流母排(第一并联汇流母排710或第二并联汇流母排720)连接的部分可铆接连接件(例如M6铜柱或其它金属连接件)，以便与并联汇流铜排紧固连接。

[0067] 在一个可选的实施方式中，第一连接排在第二方向Y的尺寸小于第一尺寸阈值，第一连接排在第三方向Z的尺寸小于第二尺寸阈值；第一方向X、第二方向Y和第三方向Z相互垂直。

[0068] 本申请实施例中的第一尺寸阈值、第二尺寸阈值以及第一连接排在第二方向Y和第三方向Z上的具体尺寸值，均可根据实际需求设置，例如设置为一个较小的数值，使第一连接排在第二方向Y和第三方向Z的尺寸较小，以提高并联汇流回路的阻抗，实现并联回路的等电位连接，以平衡各并联桥臂模块的电应力。

[0069] 第三方向Z可以是如图7A中标示的第一连接排的厚度方向，在一个示例中，第一连接排在第三方向Z上的尺寸即厚度可以是1mm。

[0070] 在一个可选的实施方式中，第一距离和第二距离均大于第一距离阈值，第三距离大于第二距离阈值。第一距离为第一并联汇流母排710中的第一连接排711与第一串联母排730之间的距离；第二距离为第二并联汇流母排720中的第一连接排721与第二串联母排740之间的距离；第三距离为第一并联汇流母排710中的第一连接排711与第二并联汇流母排720中的第一连接排721之间的距离。

[0071] 参照图7A，本申请实施例中的第一距离和第二距离可以是第二方向Y上的距离，第三距离可以是第三方向Z上的距离，第一距离阈值和第二距离阈值均可根据实际需求设置，例如设置为一个较大的数值，使第一连接排711与第一串联母排730之间、第一连接排721与第二串联母排740之间以及第一连接排711和第一连接排721之间均保持较大的距离，以满足整个直流母线的电气间隙要求。

[0072] 当第二距离阈值设置为一个较大的数值，使第一连接排711和第一连接排721之间均保持较大的距离时，相应地，第一串联母排730和第二串联母排740在第三方向Z上的尺寸也较大，以实现与第一连接排711和第二连接排721的匹配连接。

[0073] 在另一个可选的实施方式中，参照图7B，第一并联汇流母排710和第二并联汇流母

排720均包括主体部分、以及在主体部分的部分区域延伸出的N个弯折部分;第一并联汇流母排的N个弯折部分分别与N个第一串联母排连接,第二并联汇流母排的N个弯折部分分别与N个第二串联母排连接;第一并联汇流母排710的弯折部分具有第一弯折角度,第二并联汇流母排720的弯折部分具有第二弯折角度;第二弯折角度大于第一弯折角度且第一弯折角度在预设的角度范围内。

[0074] 如前所述,本申请实施例中的角度范围及该角度范围中第一弯折角度的具体值均可根据实际需求设置,第二弯折角度也可根据实际需求设置。在一个示例中,第一弯折角度可以是90度,以避免对第二并联汇流母排720与第二串联母排740和第三桥臂模块的直流端子的固定连接位置的影响,第二弯折角度可以是135度,以避让第一并联汇流母排710与第一串联母排730的固定连接位置,预留足够的操作空间。

[0075] 如图7B所示的一体式并联汇流母排结构,采用主体部分延伸出的弯N个弯折部分来代替如图7A所示的作为过渡排的第二连接排,与相应的串联母排桑拿并共同与第一桥臂模块或第二桥臂模块的交流端子固定连接,可节省一部分装配空间,减小汇流连接装置的整体尺寸。

[0076] 在一个可选的实施方式中,第四距离和第五距离均小于第三距离阈值。第四距离为第一并联汇流母排710中的主体部分与第一串联母排730之间的距离;第五距离为第二并联汇流母排720中的主体部分与第二串联母排740之间的距离。

[0077] 参照图7B,本申请实施例中的第四距离和第五距离均可以是第二方向Y上的距离,第三距离阈值可根据实际需求设置,例如设置为小于第一距离阈值的数值,第一并联汇流母排710中的主体部分与第一串联母排730之间、第二并联汇流母排720中的主体部分与第二串联母排740之间均保持较小的距离,以减小汇流连接装置的整体尺寸,进而减小NPC三电平功率组件的整体尺寸。

[0078] 在一个可选的实施方式中,第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720上均覆盖有绝缘层。

[0079] 在一个示例中,当第一并联汇流母排710中的主体部分与第一串联母排730之间、第二并联汇流母排720中的主体部分与第二串联母排740之间的距离较小时,在第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720上覆盖绝缘层,可提高第一并联汇流母排710和第二并联汇流母排720的绝缘能力。

[0080] 本申请实施例对绝缘层的厚度不作限定,可根据实际情况设置,例如,第一并联汇流母排710中的主体部分与第一串联母排730之间、第二并联汇流母排720中的主体部分与第二串联母排740之间的距离越小,绝缘层可以越厚。在一个示例中,绝缘层的厚度可以是100μm(微米)。

[0081] 本申请实施例对绝缘层的材质不作限定,可实现本申请实施例中母排的绝缘性要求和附着要求即可,例如可以是以树脂(例如聚酷树脂、聚醋酞亚胺树脂、聚氨酷、环氧树脂、双马来酞亚胺树脂、有机硅树脂中的至少一种)为基料的多种类型的绝缘漆。

[0082] 在一个可选的实施方式中,第一串联母排730和第二串联母排740在第三方向Z的尺寸均小于预设的第三尺寸阈值。

[0083] 本申请实施例中的第三尺寸阈值可根据实际需求设置,例如设置为一个较小的数值,以减小第一串联母排730和第二串联母排740在第三方向Z的尺寸,例如图7B中所示的近

似方形的设计，进而减小汇流连接装置的整体尺寸，在应用于NPC三电平功率组件时，可减小NPC三电平功率组件的整体尺寸。

[0084] 基于同一发明构思，本申请实施例还提供了一种NPC三电平功率组件，如图8A和图8B所示，该NPC三电平功率组件包括N个并联的三电平桥臂以及本申请实施例提供的任意一种汇流连接装置，N为大于1的整数，图8A和图8B以N为4作为示例。

[0085] 参照图8A和图8B，每个三电平桥臂均包括第一桥臂模块810、第二桥臂模块820和第三桥臂模块830。

[0086] 第一桥臂模块810的第一直流端与NPC三电平功率组件的正直流母线电连接，第二桥臂模块820的第二直流端与NPC三电平功率组件的负直流母线电连接，第一桥臂模块810的第二直流端和第二桥臂模块820的第一直流端均与中性点电连接；第一桥臂模块810的交流端、第二桥臂模块820的交流端分别与第三桥臂模块830的第一直流端、第二直流端电连接，第三桥臂模块830的交流端与NPC三电平功率组件的总交流输出端电连接。

[0087] 各三电平桥臂中的第一桥臂模块810的交流端、第三桥臂模块830的第一直流端，通过汇流连接装置的第一串联母排730串联连接后汇入第一并联汇流母排710；各三电平桥臂中的第二桥臂模块820的交流端、第三桥臂模块830的第二直流端通过汇流连接装置的第二串联母排740串联连接后汇入第二并联汇流母排720。

[0088] 在一个示例中，每个三电平桥臂的电路原理如图2所示，第一桥臂模块810(可参照图2中的T1/T5模块)包括串联的第一IGBT单元和第二IGBT单元，第一IGBT单元包括并联的IGBT T1和续流二级管D1，第二IGBT单元包括并联的IGBT T5和续流二级管D5；第一IGBT单元和第一钳位单元的连接端为第一桥臂模块810的交流端，第一IGBT单元的另一端(即不与第一钳位单元连接的一端)为第一桥臂模块810的第一直流端，第一钳位单元的另一端(即不与第一IGBT单元连接的一端)为第一桥臂模块810的第二直流端。

[0089] 第二桥臂模块820(可参照图2中的T4/T6模块)包括串联的第三IGBT单元和第四IGBT单元，第三IGBT单元包括并联的IGBT T6和续流二级管D6，第四IGBT单元包括并联的IGBT T4和续流二级管D4；第三IGBT单元和第四IGBT单元的连接端为第二桥臂模块820的交流端，第三IGBT单元的另一端(即不与第四IGBT单元连接的一端)为第二桥臂模块820的第一直流端，第四IGBT单元的另一端(即不与第三IGBT单元连接的一端)为第二桥臂模块810的第二直流端。

[0090] 第三桥臂模块830(可参照图2中的T2/T3模块)包括串联的第五IGBT单元和第六IGBT单元，第五IGBT单元包括并联的IGBT T2和续流二级管D2，第六IGBT单元包括并联的IGBT T3和续流二级管D3；第五IGBT单元和第六IGBT单元的连接端为第三桥臂模块830的交流端，第五IGBT单元的另一端(即不与第六IGBT单元连接的一端)为第三桥臂模块830的第一直流端，第六IGBT单元的另一端(即不与第五IGBT单元连接的一端)为第三桥臂模块830的第二直流端。

[0091] 在另一个示例中，参照图1，第一桥臂模块810中的第二IGBT单元可以仅包括二极管D5，第二桥臂模块820中的第三IGBT单元可以仅包括二极管D6。

[0092] 本申请实施例对各IGBT单元的数量不作限定，可根据实际需求设置。

[0093] 汇流连接装置的具体结构和原理可参照前面的实施例部分，此处不再赘述。

[0094] 本申请实施例提供的NPC三电平功率组件，基于本申请实施例提供的汇流连接装

置，可使串联通路的阻抗远远低于并联汇流通路的阻抗，使得并联汇流通路之间的电流远低于串联通路的电流，三电平桥臂A点和B点电流按照预期的流向导通，从而达到较好的并联均流效果，其它有益效果可参照汇流连接装置的实施例部分，此处不再赘述。

[0095] 基于同一发明构思，本申请实施例还提供了一种NPC三电平变流器，包括：散热板以及本申请实施提供的NPC三电平功率组件；NPC三电平功率组件设置于散热板的两侧。

[0096] 在一个可选的实施方式中，NPC三电平变流器还包括：直流母排、交流母排和电容池。NPC三电平功率组件的正直流母线和负直流母线通过直流母排与电容池电连接，NPC三电平功率组件的总交流输出端与交流母排电连接。

[0097] 图9A至图9C示出了本申请实施例提供的NPC三电平变流器的一种可选实施方式的部分结构示意图，其中，图9A为散热板厚度方向的端部结构示意图，图9B为图9A所示的散热板100左侧的结构示意图，图9B为图9A所示的散热板100右侧的结构示意图。图9A至图9C所示的NPC三电平功率组件以4个三电平桥臂并联为例进行说明，该数量不用于限制本申请中三电平桥臂的数量范围。

[0098] 在一个示例中，参照图9A至图9C，散热板900的两侧对称设置有NPC三电平功率组件，形成两相NPC三电平功率组件。

[0099] 参照图9B，散热板900的左侧具体设置有：第一并联桥臂组合模块911、第二并联桥臂组合模块912和第一汇流连接装置913。第一并联桥臂组合模块911包括四组并联的第一桥臂模块和第二桥臂模块(共8个桥臂模块)，各组第一桥臂模块和第二桥臂模块依次沿第一方向X(对应图9A中的竖直方向)设置于散热板900左侧的第一散热区域；第二并联桥臂组合模块912包括四个并联的第三桥臂模块，各第三桥臂模块依次沿第一方向X设置于散热板900左侧的第二散热区域；第一汇流连接装置913用于连接该侧的各第一桥臂模块、各第二桥臂模块和各第三桥臂模块，具体连接方式可参照前面所述的汇流连接装置的实施例内容。

[0100] 参照图9C，散热板900的右侧具体设置有：第三并联桥臂组合模块921、第四并联桥臂组合模块922和第二汇流连接装置923。第三并联桥臂组合模块921包括四组并联的第一桥臂模块和第二桥臂模块，各组第一桥臂模块和第二桥臂模块依次沿第一方向X(对应图9A中的竖直方向)设置于散热板900右侧的第一散热区域；第四并联桥臂组合模块922包括四个并联的第三桥臂模块，各第三桥臂模块依次沿第一方向X设置于散热板900右侧的第二散热区域；第二汇流连接装置923用于连接该侧的各第一桥臂模块、各第二桥臂模块和各第三桥臂模块，具体连接方式可参照前面所述的汇流连接装置的实施例内容。

[0101] 在一个示例中，参照图9B，散热板900的左侧还设置有：第一驱动板914、第二驱动板915和第一驱动核心板916。第一驱动板914与第一并联桥臂组合模块911中的各桥臂模块电连接，用于驱动所连接的各桥臂模块；第二驱动板915与第二并联桥臂组合模块912中的各桥臂模块电连接，用于驱动所连接的各桥臂模块；第一驱动核心板916分别与第一驱动板914和第二驱动板915电连接，用于驱动第一驱动板914和第二驱动板915。

[0102] 在一个示例中，参照图9B，第一驱动板914可在第一并联桥臂组合模块911的远离散热板900的一侧覆盖在第一并联桥臂组合模块911上，并通过设置的连接端与第一并联桥臂组合模块911中的各桥臂模块电连接；第二驱动板915可在第二并联桥臂组合模块912的远离散热板900的一侧覆盖在第二并联桥臂组合模块912上，并通过设置的连接端与第二并

联桥臂组合模块912中的各桥臂模块电连接;第一驱动核心板916可在第二驱动板915的远离散热板900的一侧覆盖在第二驱动板915上,并通过设置的连接端与第一驱动板914、第二驱动板915电连接。第一驱动板914和第二驱动板915可以是栅极驱动板,与相应的桥臂模块中IGBT中的栅极电连接以实现对桥臂模块的驱动。

[0103] 在一个示例中,参照图9C,散热板900的右侧还设置有:第三驱动板924、第四驱动板925和第二驱动核心板926。第三驱动板914与第三并联桥臂组合模块921中的各桥臂模块电连接,用于驱动所连接的各桥臂模块;第四驱动板925与第四并联桥臂组合模块922中的各桥臂模块电连接,用于驱动所连接的各桥臂模块;第二驱动核心板926分别与第三驱动板924和第四驱动板925电连接,用于驱动第三驱动板924和第四驱动板925。

[0104] 在一个示例中,参照图9C,第三驱动板924可在第三并联桥臂组合模块921的远离散热板900的一侧覆盖在第三并联桥臂组合模块921上,并通过设置的连接端与第三并联桥臂组合模块921中的各桥臂模块电连接;第四驱动板925可在第四并联桥臂组合模块922的远离散热板900的一侧覆盖在第四并联桥臂组合模块922上,并通过设置的连接端与第四并联桥臂组合模块922中的各桥臂模块电连接;第二驱动核心板926可在第四驱动板925的远离散热板900的一侧覆盖在第四驱动板925上,并通过设置的连接端与第三驱动板924、第四驱动板925电连接。第三驱动板924和第四驱动板925可以是栅极驱动板,与相应的桥臂模块中IGBT中的栅极电连接以实现对桥臂模块的驱动。

[0105] 在一个示例中,参照图9A至9C,散热板900的左侧还设置有:第一直流母排917和第一交流母排918。第一直流母排917位于第一散热区域的远离第二散热区域的一侧区域,第一直流母排917的靠近第一散热区域的连接端与第一并联桥臂组合模块911的直流端子电连接,第一直流母排917的远离第一散热区域的连接端与电容池(图中未示出)电连接。第一交流母排918位于第二散热区域的远离第一散热区域的一侧区域,第一交流母排918的靠近第二散热区域的连接端与第二并联桥臂模块912的交流端子电连接,第一交流母排918的远离第二散热区域的连接端与交流输出相连接。

[0106] 在一个示例中,参照图9A至9C,散热板900的右侧还设置有:第二直流母排927和第二交流母排928。第二直流母排927位于第一散热区域的远离第二散热区域的一侧区域,第二直流母排927的靠近第一散热区域的连接端与第三并联桥臂组合模块921的直流端子电连接,第二直流母排927的远离第一散热区域的连接端与电容池连接。第二交流母排928位于第二散热区域的远离第一散热区域的一侧区域,第二交流母排928的靠近第二散热区域的连接端与第四并联桥臂模块922的交流端子电连接,第二交流母排928的远离第二散热区域的连接端与交流输出相连接。

[0107] 在一个示例中,参照图9A至9C,本申请实施例中的第一直流母排917和第二直流母排927均可以是叠层母排,第一交流母排918和第二交流母排928均可以是单层母排。在其它示例中,根据实际连接需求的不同,各直流母排和各交流母排还可以是其它形式的母排,例如可以是多个单层母排搭接而成的母排。

[0108] 在一个可选的实施方式中,本申请实施例中的各直流母排和各交流母排均可以是弯折结构,便于对于相关器件的排布设计,以压缩NPC三电平变流器的整体尺寸。在一个示例中,参照图9A至9C,第一直流母排917和第二直流母排927均可以是L型结构,第二交流母排918和第二交流母排928可以是由两个L型部分形成的弯折结构。

[0109] 根据实际的安装和连接需求，本申请实施例提供的NPC三电平变流器的各部件之间可通过螺栓连接或铆接，也可以通过其它方式连接。

[0110] 本申请实施例提供的NPC三电平变流器的散热方式可以是液冷冷却散热方式，散热板900可以是液冷板。

[0111] 本申请实施例提供的NPC三电平变流器中，两相NPC三电平功率组件设置于散热板的两侧，散热板可同时对两相三电平变流器冷却散热，以提升冷却散热的效果。此外，基于NPC三电平变流器中汇流连接装置在第二方向Y上尺寸的减小，每一相(即散热板每一侧)三NPC三电平功率组件的整体厚度也随之减小，基于NPC三电平变流器中汇流连接装置在第三方向Z上尺寸的减小，散热板在第三方向Z(对应图9A至图9C中第一交流母排指向第一直流母排的方向)的尺寸也随之减小，进而可减小NPC三电平变流器的整体尺寸，以实现紧凑的结构设计从而降低结构设计成本，也便于在800mm的标准柜体内部进行安装，实现高功率密度的要求。

[0112] 需要说明的是，在本申请的描述中，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“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申请和简化描述，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申请的限制。

[0113] 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，可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0114] 在本说明书的描述中，具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0115] 以上所述，仅为本申请的部分实施方式，应理解，本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改或替换都应涵盖在本申请的保护范围之内。

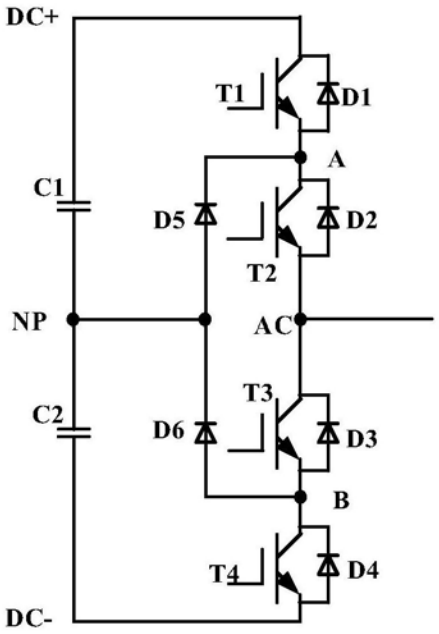

DC+
T1
D1
A
C1
D5
D2
T2
NP
AC
T3
C2
D6
D3
B
T4
D4
DC-

图1

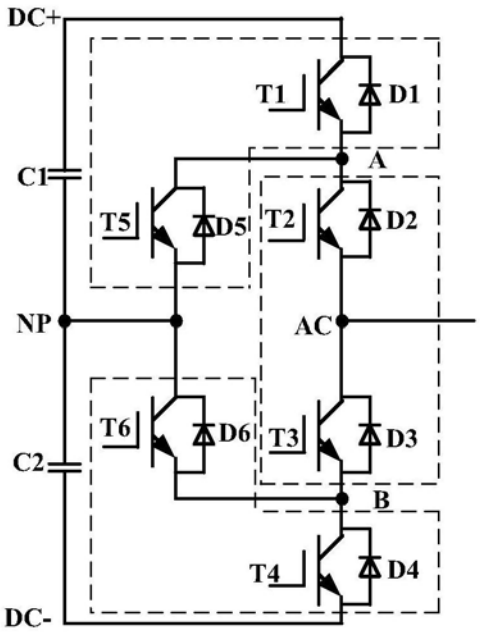

DC+
T1
D1
C1
A
T5
D5
T2
D2
NP
AC
T6
D6
T3
D3
C2
B
T4
D4
DC-

图2

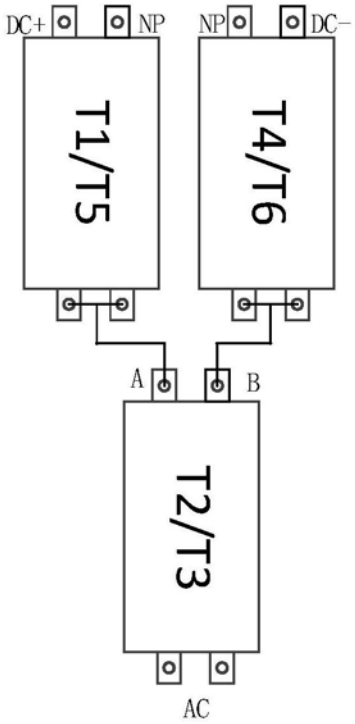

DC+
NP
NP
DC−
T1/T5
T4/T6
A
B
T2/T3
AC

图3

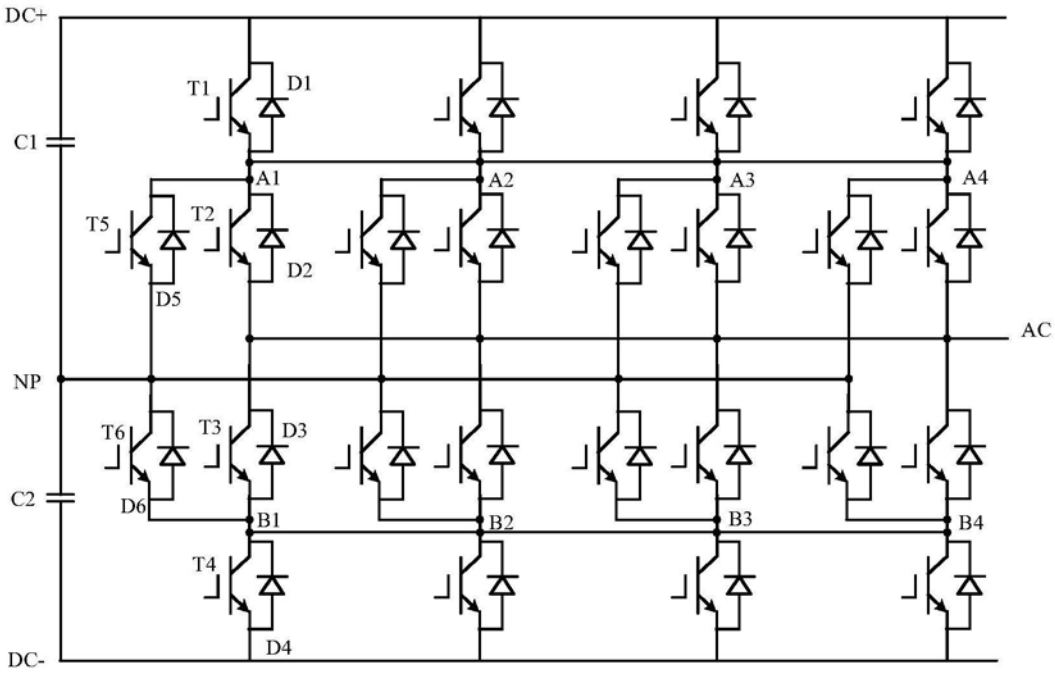

DC+
C1
NP
C2
DC-
T1
D1
A1
A2
A3
A4
T5
T2
D2
D5
AC
T6
T3
D3
D6
B1
B2
B3
B4
T4
D4

图4

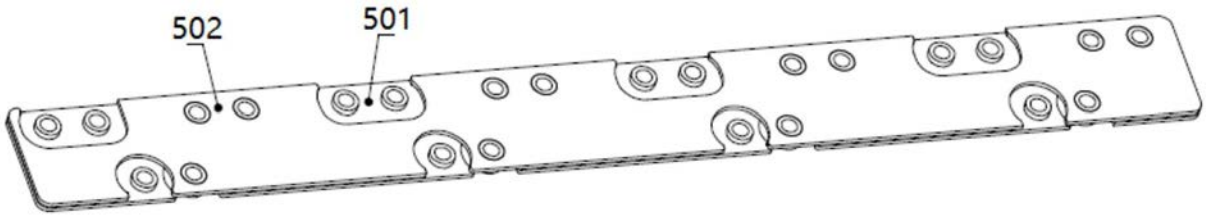

502
501

图5

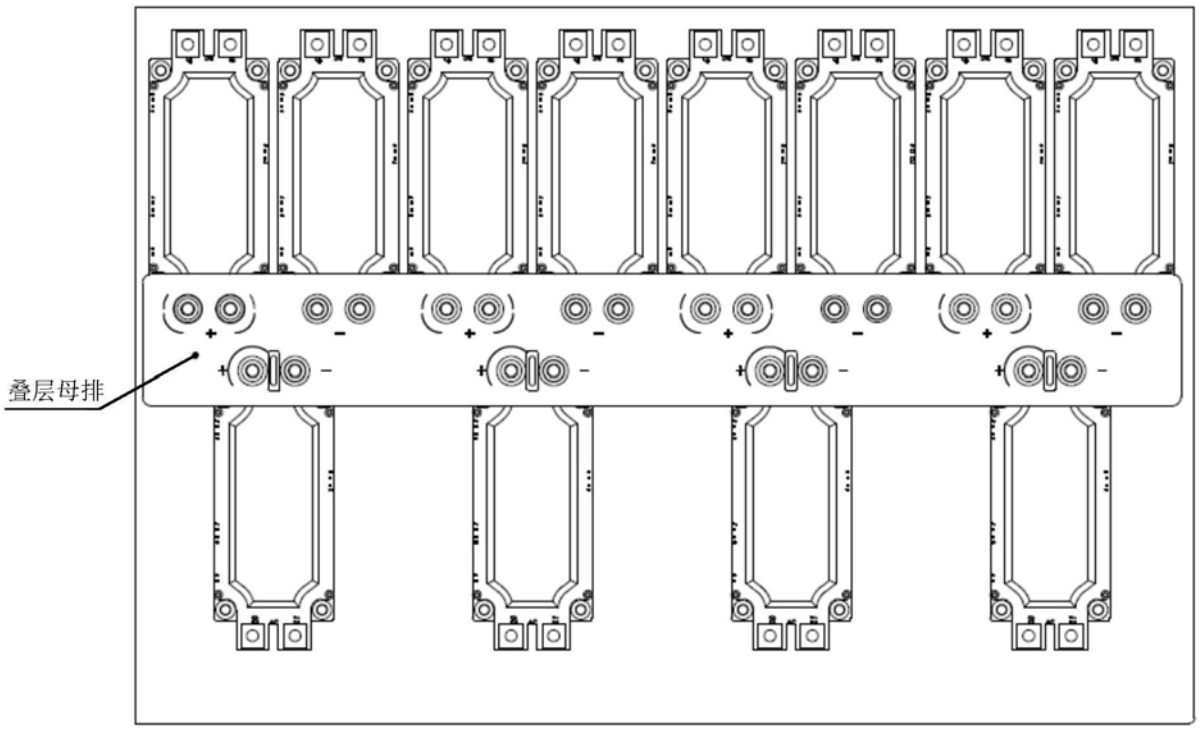

叠层母排

图6

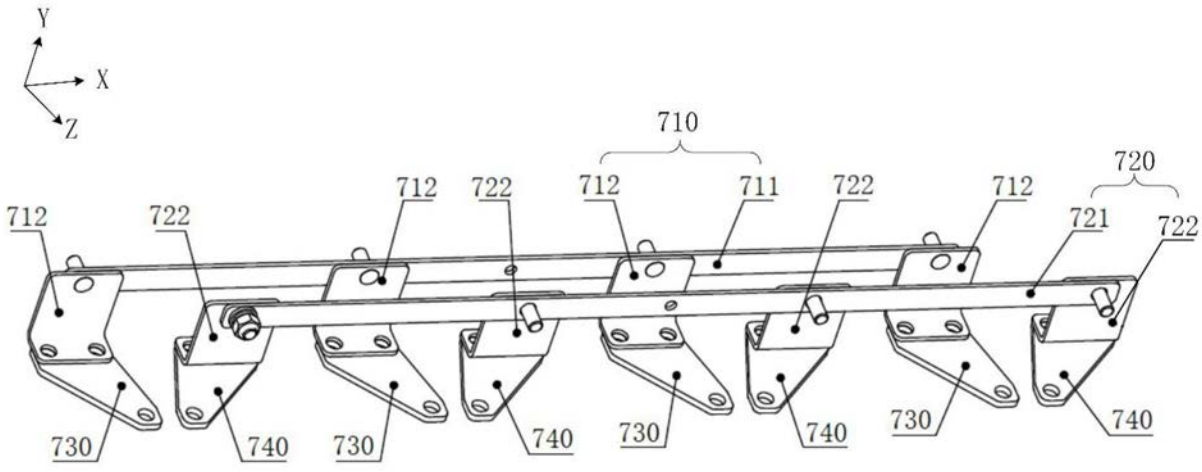

Y
X
Z
710
712
722
712
711
722
712
720
721
722
730
740
730
740
730
740
730
740

图7A

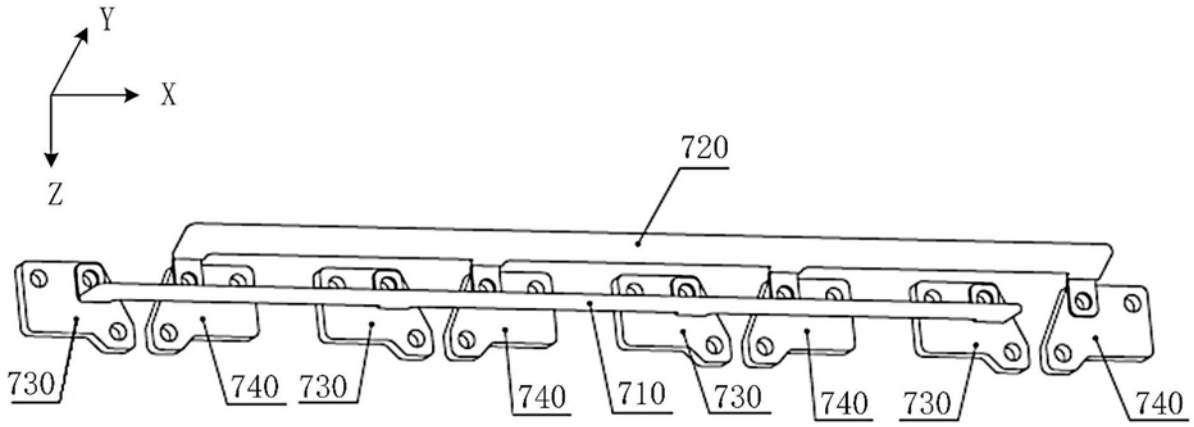

Y
X
Z
720
730
740
730
740
710
730
740
730
740

图7B

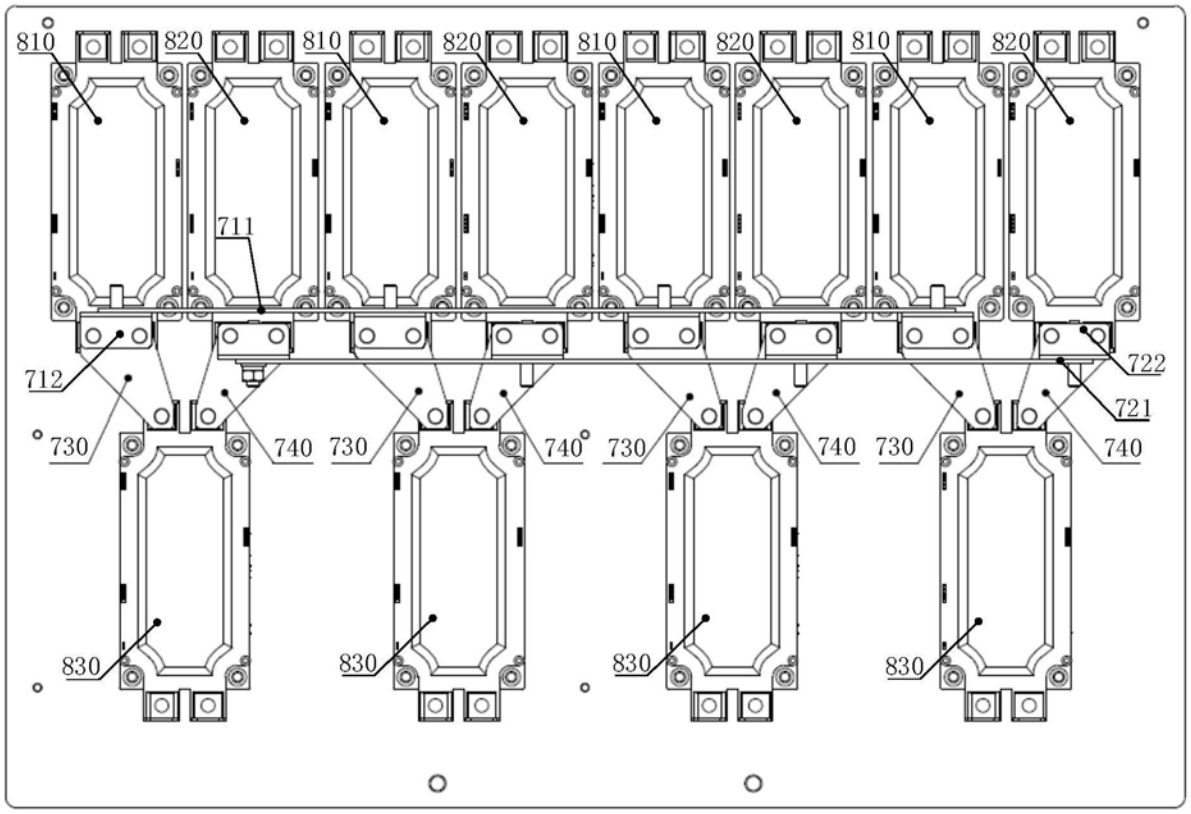

810
820
810
820
810
820
810
820
711
712
722
721
730
740
730
740
730
740
730
740
830
830
830
830

图8A

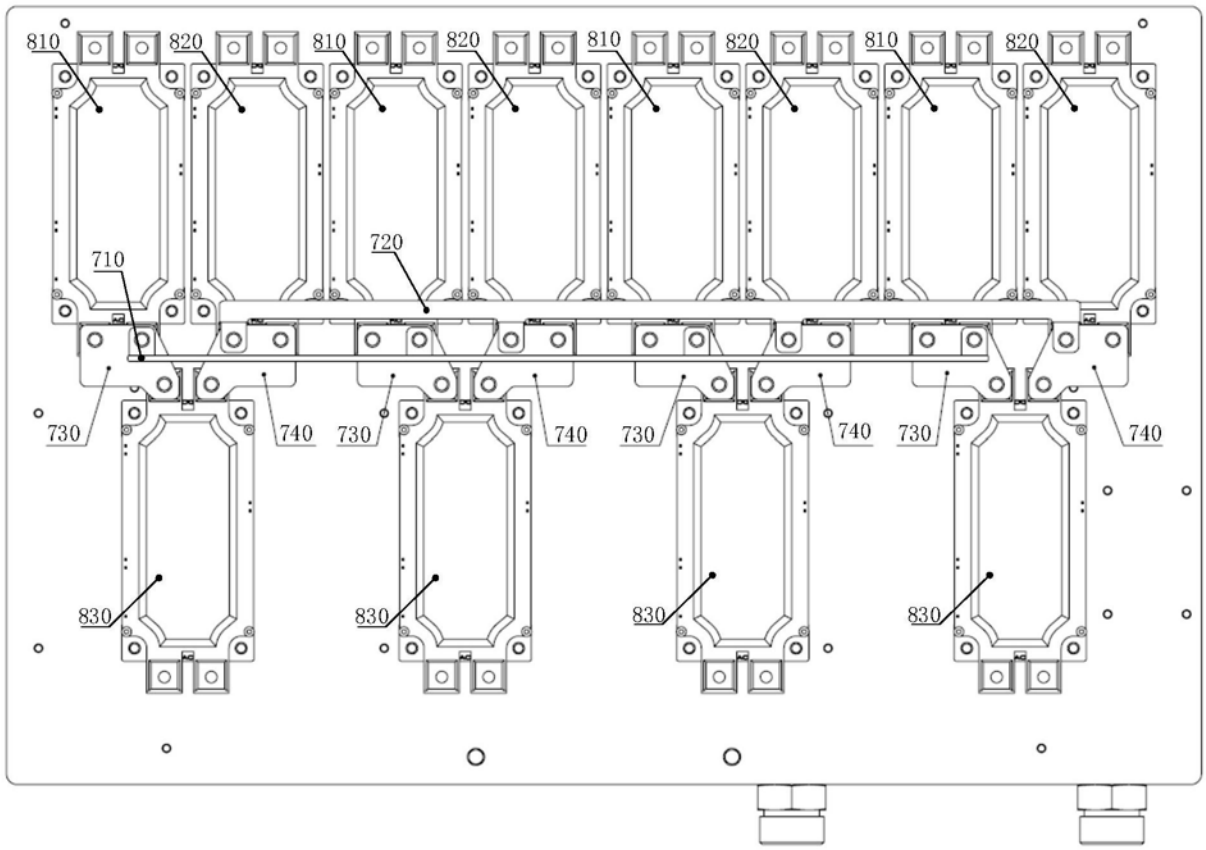

810
820
810
820
810
820
810
820
710
720
730
740
730
740
730
740
730
740
830
830
830
830

图8B

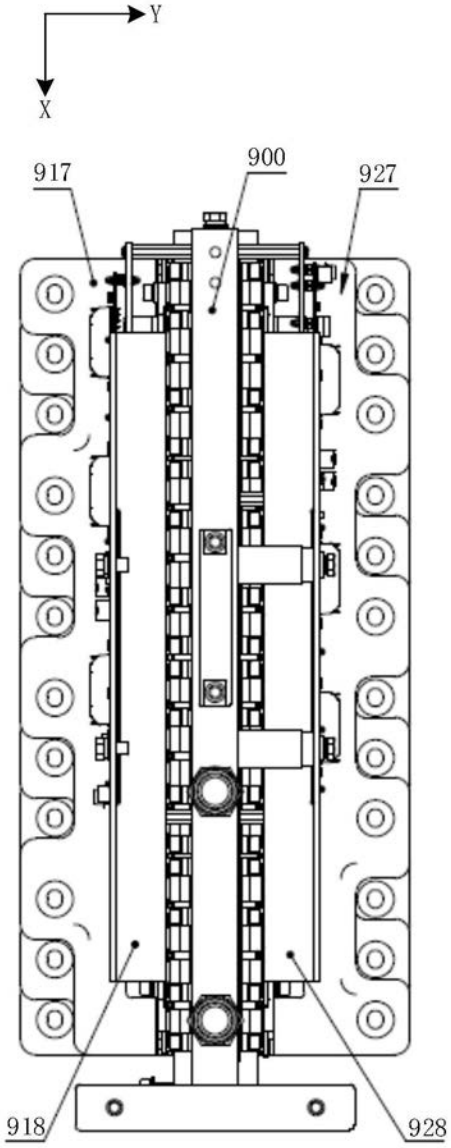


图9A

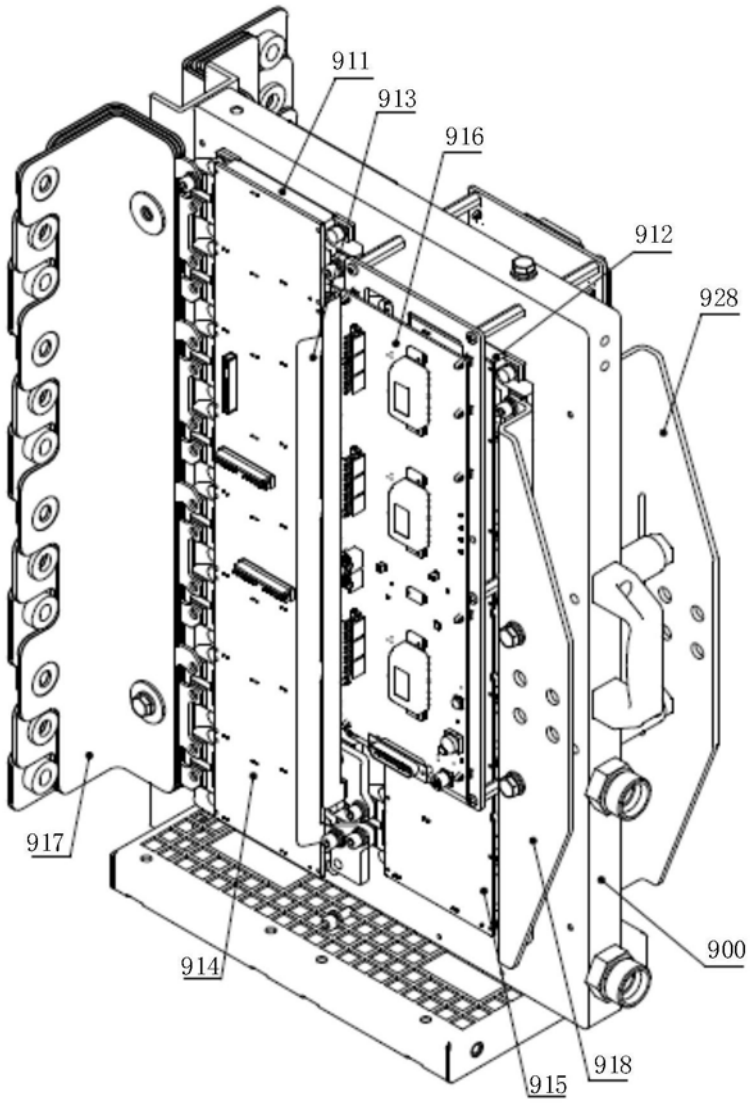


图9B

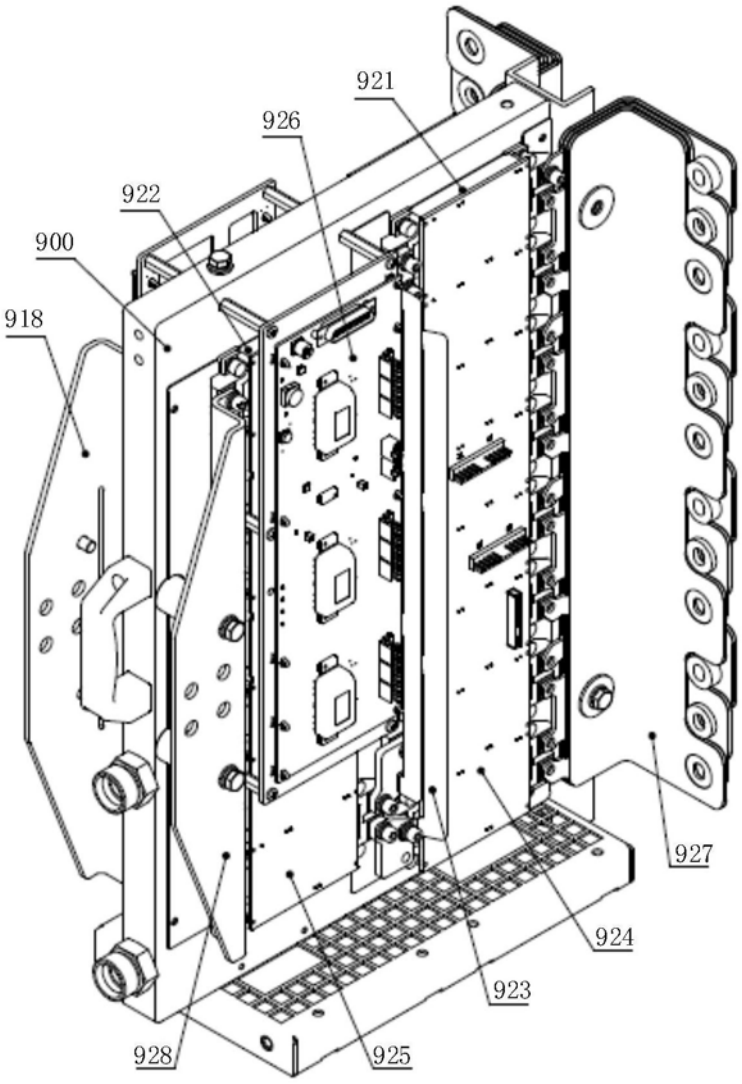


图9C