(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 216016761 U
(45)授权公告日 2022.03.11

(21)申请号 202121242910.2
(22)申请日 2021.06.04
(73)专利权人 浙江伊控动力系统有限公司
地址 314200 浙江省嘉兴市平湖市经济开发区新兴三路1088号
(72)发明人 张超
(74)专利代理机构 嘉兴启帆专利代理事务所(普通合伙) 33253
代理人 程开生
(51)Int.Cl.
H02P 27/06(2006.01)
H02M 7/5387(2007.01)
H02M 7/00(2006.01)
H02M 1/44(2007.01)
H05K 7/20(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

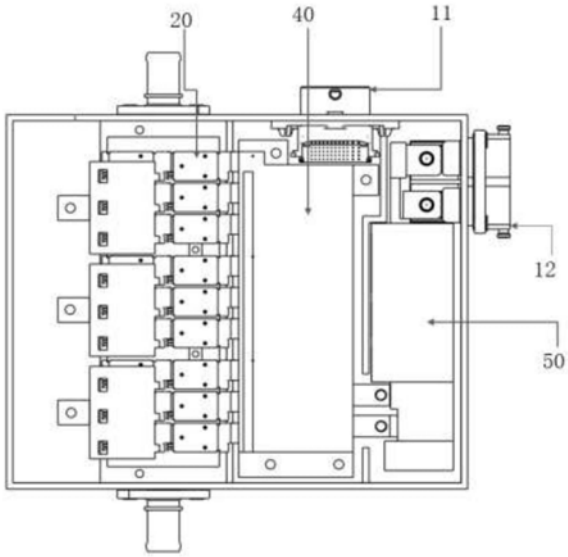
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)实用新型名称

一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，包括外壳、分立器件模块、驱动电路板、控制电路板、电容模块、滤波模块和水冷模块，所述分立器件模块、所述驱动电路板、所述控制电路板、所述滤波模块和所述水冷模块均安装于所述外壳。本实用新型公开的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其基于SIC基功率半导体分立器件，使用分立器件进行单管并联，满足不同功率、电流等级电动汽车用逆变器需求。



CN 216016761 U

1.一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其特征在于，包括外壳、SIC MOSEFET分立器件总成、驱动电路板、控制电路板、电容模块、滤波模块和水冷模块，所述SIC MOSEFET分立器件总成、所述驱动电路板、所述控制电路板、所述滤波模块和所述水冷模块均安装于所述外壳，其中：

所述SIC MOSEFET分立器件总成分别与所述水冷模块、所述驱动电路板、所述控制电路板和所述电容模块连接，所述电容模块与所述滤波模块电性连接；

所述SIC MOSEFET分立器件总成包括数量为n1的SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构，所述SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构包括数量为n2的SIC MOSEFET分立器件全桥结构，所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构与所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构从结构和电气之间均进行并联连接。

2.根据权利要求1所述的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其特征在于，所述SIC MOSEFET分立器件总成包括U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结、V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结和W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结，所述U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结、所述V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结和所述W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结均设有三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构；

所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构包括第一SIC分立器件和第二SIC分立器件，所述第一SIC分立器件和所述第二SIC分立器件电性连接。

3.根据权利要求2所述的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其特征在于，所述U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结还包括U相交流铜排端子，所述U相交流铜排端子分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构连接；

所述V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结还包括V相交流铜排端子，所述V相交流铜排端子分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构连接；

所述W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结还包括W相交流铜排端子，所述W相交流铜排端子分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构连接。

4.根据权利要求3所述的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其特征在于，所述水冷模块为并联式水道结构，所述水冷模块包括散热基板、第一散热翅片、第二散热翅片和水道底板，每个所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构的散热底面与所述散热基板连接，所述散热基板远离所述第一SIC分立器件的一侧通过第一散热翅片与水道底板连接，所述散热基板远离所述第二SIC分立器件的一侧通过第二散热翅片与水道底板连接。

5.根据权利要求4所述的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其特征在于，所述外壳包括独立设置的SIC MOSEFET分立器件总成腔体和滤波模块腔体，所述SIC MOSEFET分立器件总成内置于所述SIC MOSEFET分立器件总成腔体并且所述滤波模块内置于所述滤波模块腔体，所述驱动电路板和所述控制电路板之间设有金属绝缘屏蔽板。

6.根据权利要求5所述的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器，其特征在于，所述电容模块包括电容主体、电容输入铜排、电容输出正极铜排和电容输出负极铜排，所述电容输入铜排通过高压接插件与直流电流电性连接，所述电容输出正极铜排与所述第一SIC分立器件电性连接，所述电容输出负极铜排与负极铜排电性连接，所述负极铜排远离所述电容输出铜排的一端与所述第二SIC分立器件电性连接。

7.根据权利要求4-6任一项所述的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制

器，其特征在于，所述外壳包括低压信号接口、直流高压接口、交流三相电机接口、冷却水道出水口、冷却水道进水口、压力平衡阀和安装脚，其中：

所述直流高压接口与高压接插件连接，所述冷却水道出水口和所述冷却水道进水口分别与所述水道底板连接。

一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器

技术领域

[0001] 本实用新型属于电力电子控制器技术领域，具体涉及一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器。

背景技术

[0002] 驱动电机的电机驱动系统中，使用电力电子控制器PEU对驱动电机转速进行控制调节，PEU同时将例如动力电池输入的直流高压电逆变为交流高压电，作为驱动电机的电流输入。PEU主要功能包括如下两点：

[0003] 第一，作为动力电池与驱动电机之间的能量传输装置，其具有逆变功能，也即DC-AC转换功能，例如，其可以将动力电池输入的高压直流电转换为三相高压交流电传输给驱动电机；

[0004] 第二，作为控制信号接口电路与驱动电机控制电路，接收由整车控制器VCU(Vehicle Control Unit)发送的信号以及电机温度、速度、功率等信号，做出相应反馈，再将信号反馈给VCU和驱动电机，从而起到驱动电机控制作用。目前，电力电子控制器采用单一的传统三相全桥逆变功率模块，对于例如功率较大的电动汽车的驱动电机来说，容易受到功率器件最大允许电流的限制。目前市场中大部分PEU使用标准封装的IGBT功率模块，以SI基功率半导体为基础。

[0005] 目前市场上逆变器产品主要存在以下不足：

[0006] 1、新能源电动车市场上量产逆变器产品以SI基功率半导体为基础，使用 IGBT模块设计。

[0007] 2、电动车市场上量产逆变器产品，除TELSA外，均是将功率器件(SI基或SIC基半导体)封装成一个功率模块，逆变器以功率模块为基础，如英飞凌 FS820产品系列。这样做存在的问题是无法满足不同功率等级电动汽车需求。逆变器输出功率固定在一个范围，如英飞凌FS820系列150KW左右。功率等级不可扩展，受限于IGBT封装模块。

[0008] 3、SIC基功率半导体控制器的EMC问题。目前市场上Si基逆变器EMC均不同程度存在一定问题。SIC基功率半导体EMC问题更加严峻。相比于SI基半导体，SIC基功率半导体因为开关频率更高，因此带来的EMC问题更加严峻。

[0009] 4、产品普遍存在体积大，集成度低的问题。成本高而功率密度低。以SI 基IGBT封装模块(英飞凌FS820系列)逆变器为例，国内电动车市场上逆变器体积普遍在7L左右，功率密度低于25KW/L。造成这一现象原因主要是由于 SI基功率半导体本身能力偏低，其次使用标准封装的IGBT模块限制了结构设计，而且英飞凌的标准封装模块成本很高。国内量产的电动车逆变器控制电路板，驱动电路板分体结构，驱动板与控制电路板用排线连接，或用板对板接插件连接，成本高，集成度低。

[0010] 5、以SI基IGBT模块为基础设计的逆变器产品，普遍存在逆变器回路杂散电感较大的问题，一般逆变器回路电感大于25nH。其中以封装IGBT模块本身回路电感就在15nH左右(以英飞凌FS820为例)。逆变器回路杂散电感大，会比较严重的影响逆变器的效率和功耗等

性能。

[0011] 因此,针对上述问题,予以进一步改进。

实用新型内容

[0012] 本实用新型的主要目的在于提供一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,其基于SIC基功率半导体分立器件,使用分立器件进行单管并联,满足不同功率、电流等级电动汽车用逆变器需求。

[0013] 本实用新型的另一目的在于提供一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,其采取分立式功率器件(SIC基半导体),进行分立器件单管并联设计方案。使用SIC分立器件进行单管并联设计,可以有效解决IGBT封装模块存在的输出功率等级限制问题。SIC分立器件单管并联,可以根据电动车型具体功率需求,而选择分立器件并联数量,功率等级可连续扩展,满足各个功率等级(60KW-300KW)要求。同时分立器件方案,成本要远低于封装模块方案。有效降低逆变器产品成本。

[0014] 本实用新型的另一目的在于提供一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,其通过使用大面积叠层铜排方案,可以有效将逆变器回路杂散电感降低到10nH以内。显著降低逆变器回路杂散电感,有效提高逆变器转换效率,降低功耗。

[0015] 本实用新型的另一目的在于提供一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,其提高PEU的散热效率,提高PEU集成度,逆变器低成本,并且逆变器整体体积约5L,功率密度约40KW/L,优于国内市场同类产品;

[0016] 1、使用分立式SIC功率半导体进行单管并联,方案成本显著低于封装模块方案。半导体封装模块技术难度高,目前成熟掌握该技术的厂家少,导致封装模块价格极高。而分立器件由于本身技术门槛低,使用分立器件,可有效降低功率器件总成本约30%。

[0017] 2、本案使用整体式驱动-控制PCB电路板。将SIC分立器件的驱动电路板与控制电路板集成为一块电路板。有效减小PCB面积,同时减少电路板连接所用的排线和插件等零件。减小逆变器体积,降低成本。

[0018] 3、本案使用并联式冷却水道,水道由一个进口,一分为二,同时独立的冷却SIC分立器件上,下半桥,分立器件底部使用高筋PIN FIN结构,有效为功率器件散热。

[0019] 本实用新型的另一目的在于提供一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,其使用集成式滤波器,同时设计独立腔体结构,将SIC功率器件腔体与滤波器腔体隔绝,保证滤波器滤波有效性。同时设计绝缘屏蔽结构,将 PCBA与SIC分立器件隔绝,保证SIC分立器件的电磁干扰降到最低。

[0020] 为达到以上目的,本实用新型提供一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,包括外壳、SIC MOSEFET分立器件总成、驱动电路板、控制电路板、电容模块、滤波模块和水冷模块,所述SIC MOSEFET分立器件总成、所述驱动电路板、所述控制电路板、所述滤波模块和所述水冷模块均安装于所述外壳,其中:

[0021] 所述SIC MOSEFET分立器件总成分别与所述水冷模块、所述驱动电路板、所述控制电路板和所述电容模块连接,所述电容模块与所述滤波模块电性连接;

[0022] 所述SIC MOSEFET分立器件总成包括数量为n1(n1=1,2,3,4,5…)的 SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构,所述SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构包括数量为n2

(n2＝1,2,3,4,5…)的SIC MOSEFET分立器件全桥结构,所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构与所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构从结构和电气之间均进行并联连接。

[0023] 作为上述技术方案的进一步优选的技术方案,所述SIC MOSEFET分立器件总成包括U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构、V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构和W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构(SIC全桥并联结构的数量可根据实际需求进行设置),所述U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构、所述V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构和所述W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构均设有三个(数量可根据实际需求进行设置)并排排布的 SIC MOSEFET分立器件全桥结构(以U相为例,三个SIC MOSEFET分立器件全桥结构U1,U2,U3相并排布置,最终通过U相汇流交流铜排端子,并联成为整体 U相,V相,W相概念类似);

[0024] 优选地,使用SIC分立器件单管并联设计,可以根据匹配电动车型具体功率需求,而选择分立器件并联数量,功率等级可连续扩展,满足各个功率等级 (60KW-300KW)要求。如下图所示。分别是SIC分立器件全桥2并,3并,4并方案。理论上全桥并联个数没有上限(5并,6并……),所对应的逆变器功率等级自由匹配。

[0025] 使用SIC分立器件单管并联方案设计,可设计平台化逆变器产品,功率等级可根据需求自由配置选择,可以有效利用SIC功率器件性能。区别于目前IGBT 封装模块的能力冗余或者能力不足。

[0026] 所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构包括第一SIC分立器件和第二SIC 分立器件,所述第一SIC分立器件和所述第二SIC分立器件电性连接(第一SIC 分立器件的负极与第二SIC分立器件的正极电性连接,并且连接端作为AC输出,第一SIC分立器件作为上半桥,第二SIC分立器件作为下半桥,两个分立器件组成一个全桥结构)。

[0027] 作为上述技术方案的进一步优选的技术方案,所述U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构还包括U相交流铜排端子,所述U相交流铜排端子分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构连接;

[0028] 所述V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构还包括V相交流铜排端子,所述V相交流铜排端子分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构连接;

[0029] 所述W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构还包括W相交流铜排端子,所述W相交流铜排端子分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构连接。

[0030] U相交流铜排端子、V相交流铜排端子和W相交流铜排端子构成交流铜排。

[0031] 优选地,以U相为例,U1相、U2相与U3相通过整体式U相AC铜排完成汇流并联。U相AC铜排端子到U1相、U2相和U3相的距离,有效尺寸,电阻完全相等,达到均流的效果。V相与W相原理类似,该设计从结构上保证并联的静态均流、动态均流效果。

[0032] 作为上述技术方案的进一步优选的技术方案,所述水冷模块为并联式水道结构,所述水冷模块包括散热基板、第一散热翅片(优选为PIN FIN)、第二散热翅片(优选为PIN FIN)和水道底板,每个所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构的散热底面与所述散热基板连接,所述散热基板远离所述第一SIC分立器件的一侧通过第一散热翅片与水道底板连接,所述散热基板远离所述第二SIC 分立器件的一侧通过第二散热翅片与水道底板连接。

[0033] 优选地,为保证SIC分立器件并联均流效果,必须要求每个全桥中的上半桥和下半桥分立器件近似相同工况,设计并联式水道结构。理论保证上半桥、下半桥水道独立并且相

对应的SIC分立器件流速,流量,温度相等,保证每个全桥内部,上半桥与下半桥分立器件有相同的水冷效果。

[0034] SIC分立器件散热底面与散热基板连接,散热基板背面设计有高筋PIN FIN 结构。散热基板材料可选择Al,Cu等散热材料。

[0035] 作为上述技术方案的进一步优选的技术方案,所述外壳(金属结构)包括独立设置的SIC MOSEFET分立器件总成腔体和滤波模块腔体,所述SIC MOSEFET 分立器件总成内置于所述SIC MOSEFET分立器件总成腔体并且所述滤波模块内置于所述滤波腔体,所述驱动电路板和所述控制电路板之间设有金属绝缘屏蔽板。

[0036] 将驱动电路板和控制电路板集成设计,为一块整板。该设计概念大大简化电路结构,同时优化排线与排线接插件等零件,结构集成度提高,降低成本。本案逆变器功率密度约40KW/L,优于目前国内市场逆变器产品的20KW/L的水平。

[0037] 逆变器屏蔽结构,首先通过金属壳体设计,将滤波器腔体与SIC功率器件腔体分成两个独立腔体结构,保证SIC器件高开关频率带来的电磁干扰控制在 SIC功率器件腔体内。在控制-驱动电路板中间,增加一层金属绝缘屏蔽板结构实现,再配合金属上盖板形成密封式腔体,将电路板与SIC功率器件分割成类独立腔体。最大程度减小SIC功率器件的电磁干扰。

[0038] 作为上述技术方案的进一步优选的技术方案,所述电容模块包括电容主体、电容输入铜排、电容输出正极铜排和电容输出负极铜排,所述电容输入铜排通过高压接插件与直流电流电性连接,所述电容输出正极铜排与所述第一SIC分立器件电性连接,所述电容输出负极铜排与(独立)负极铜排电性连接,所述负极铜排远离所述电容输出铜排的一端与所述第二SIC分立器件电性连接。

[0039] 直流电流由高压接插件输入,经直流BUSBAR接口与电容接口相连接,经过集成式电容将连接SIC分立器件。其中电容输出正极铜排连接上桥SIC分立器件铜排端子,电容输出负极铜排连接一个独立的负极铜排零件,该负极铜排面积覆盖住所有的SIC功率器件区域,面积很大。利于散热同时,也利于消除杂散电感。该负极铜排另一端连接下桥SIC分立器件端子。电流经过SIC分立器件上桥,下桥后,在下桥通过负极铜排零件形成回路。本案电流回路结构,正极电流,负极电流互感相互抵消,利于降低整个回路杂散电感。本案逆变器回路杂散电感理论控制在10nH以内。

[0040] 作为上述技术方案的进一步优选的技术方案,所述外壳包括低压信号接口 (连接BMS、VCU及电机旋变,温度信号)、直流高压接口、交流三相电机接口 (即为交流铜排,连接电机三相端子)、冷却水道出水口、冷却水道进水口、压力平衡阀和安装脚(将PEU固定在电驱动系统上的固定点),其中:

[0041] 所述直流高压接口与高压接插件连接,所述冷却水道出水口和所述冷却水道进水口分别与所述水道底板连接(接通整车水路)。

[0042] 本实用新型的有益效果在于:本实用新型的电力电子控制器用于为交流电机提供交流输入并控制所述交流电机,基于SIC基功率半导体,使用分立器件进行单管并联,功率等级可连续扩展,满足不同功率、电流等级电动汽车用逆变器需求,有效降低逆变器产品成本,填补国内空白。

[0043] 本案实现逆变器整体回路低杂散电感设计,逆变器效率高,功耗少。同时逆变器散

热效率,集成度,EMC性能均优良。本案逆变器整体体积约5L,功率密度约40KW/L,优于国内市场同类产品。

附图说明

[0044] 图1A是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的结构示意图。

[0045] 图1B是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的结构示意图。

[0046] 图2A是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC MOSEFET分立器件全桥结构的结构示意图。

[0047] 图2B是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC MOSEFET分立器件全桥结构的结构示意图。

[0048] 图2C是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC分立器件结构示意图

[0049] 图3A是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构的结构示意图(隐去U相交流铜排端子)。

[0050] 图3B是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC MOSEFET分立器件总成的结构示意图(隐去各相交流铜排端子)。

[0051] 图4是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC MOSEFET分立器件总成的结构示意图。

[0052] 图5A是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的水冷模块的结构示意图。

[0053] 图5B是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的水冷模块的结构示意图。

[0054] 图6A是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的结构示意图。

[0055] 图6B是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的结构示意图。

[0056] 图7A是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC MOSEFET分立器件总成和电容模块的结构示意图。

[0057] 图7B是本实用新型的一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器的SIC MOSEFET分立器件总成和电容模块的结构示意图。

[0058] 附图标记包括:10、外壳;11、低压信号接口;12、直流高压接口;13、交流三相电机接口;14、冷却水道出水口;15、冷却水道进水口;16、压力平衡阀;17、安装脚;20、SIC MOSEFET分立器件总成;21、U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构;22、V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构;23、W 相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构;24、SIC MOSEFET分立器件全桥结构; 241、第一SIC分立器件;242、第二SIC分立器件;25、U相交流铜排端子; 26、V相交流铜排端子;27、W相交流铜排端子;30、驱动电路板和控制电路板;40、电容模块;41、电容主体;42、电容输入铜排;43、电容输出正极铜排;44、电容输出负极铜排;45、负极铜排;

50、滤波模块;60、水冷模块; 61、散热基板;62、第一散热翅片;63、第二散热翅片;64、水道底板;70、金属绝缘屏蔽板。

具体实施方式

[0059] 以下描述用于揭露本实用新型以使本领域技术人员能够实现本实用新型。以下描述中的优选实施例只作为举例,本领域技术人员可以想到其他显而易见的变型。在以下描述中界定的本实用新型的基本原理可以应用于其他实施方案、变形方案、改进方案、等同方案以及没有背离本实用新型的精神和范围的其他技术方案。

[0060] 本实用新型公开了一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,下面结合优选实施例,对实用新型的具体实施例作进一步描述。

[0061] 在本实用新型的实施例中,本领域技术人员注意,本实用新型涉及的高压接插件、滤波模块和电路板等可被视为现有技术。

[0062] 优选实施例。

[0063] 本实用新型公开了一种基于SIC功率半导体单管并联的电力电子控制器,包括外壳10、SIC MOSEFET分立器件总成20、驱动电路板、控制电路板30(与驱动电路板集成一起)、电容模块41、滤波模块50和水冷模块60,所述SIC MOSEFET分立器件总成20、所述驱动电路板、所述控制电路板、所述滤波模块 50和所述水冷模块60均安装于所述外壳10,其中:

[0064] 所述SIC MOSEFET分立器件总成20分别与所述水冷模块60、所述驱动电路板、所述控制电路板和所述电容模块40连接,所述电容模块40与所述滤波模块50电性连接;

[0065] 所述SIC MOSEFET分立器件20总成包括数量为n1(n1=1,2,3,4,5…) 的SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构,所述SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构包括数量为n2(n2=1,2,3,4,5…)的SIC MOSEFET分立器件全桥结构,所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构与所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构从结构和电气之间均进行并联连接。

[0066] 优选地,使用SIC分立器件单管并联设计,可以根据匹配电动车型具体功率需求,而选择分立器件并联数量,功率等级可连续扩展,满足各个功率等级 (60KW-300KW)要求。如下图所示。分别是SIC分立器件全桥2并,3并,4并方案。理论上全桥并联个数没有上限(5并,6并……),所对应的逆变器功率等级自由匹配。

[0067] 使用SIC分立器件单管并联方案设计,可设计平台化逆变器产品,功率等级可根据需求自由配置选择,可以有效利用SIC功率器件性能。区别于目前 IGBT封装模块的能力冗余或者能力不足。

[0068] 具体的是,所述SIC MOSEFET分立器件总成20包括U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构21、V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构22和W相 SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构23(SIC全桥并联结构的数量可根据实际需求进行设置),所述U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构21、所述V相 SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构22和所述W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构23均设有三个(数量可根据实际需求进行设置)并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构24(以U相为例,三个SIC MOSEFET分立器件全桥结构U1,U2,U3相并排布置,最终通过U相汇流交流铜排端子,并联成为整体U 相,V相,W相概念类似);

[0069] 所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构24包括第一SIC分立器件241和第二SIC分立器件242,所述第一SIC分立器件241和所述第二SIC分立器件242 电性连接(第一SIC分立器

件的负极与第二SIC分立器件的正极电性连接，并且连接端作为AC输出，第一SIC分立器件作为上半桥，第二SIC分立器件作为下半桥，两个分立器件组成一个全桥结构)。

[0070] 如图2C所示为第一/二SIC分立器件的结构示意图，设有漏极、门极和源极，第一SIC分立器件源极与第二SIC分立器件的漏极电性连接，以第一SIC 分立器件的漏极作为正极，以第二SIC分立器件的源极作为负极。

[0071] 更具体的是，所述U相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构21还包括U相交流铜排端子25，所述U相交流铜排端子25分别与三个并排排布的SIC MOSEFET 分立器件全桥结构24连接；

[0072] 所述V相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构22还包括V相交流铜排端子 26，所述V相交流铜排端子26分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构24连接；

[0073] 所述W相SIC MOSEFET分立器件全桥并联结构23还包括W相交流铜排端子27，所述W相交流铜排端子27分别与三个并排排布的SIC MOSEFET分立器件全桥结构24连接。

[0074] U相交流铜排端子25、V相交流铜排端子26和W相交流铜排端子27构成交流铜排。

[0075] 优选地，以U相为例，U1相、U2相与U3相通过整体式U相AC铜排完成汇流并联。U相AC铜排端子到U1相、U2相和U3相的距离，有效尺寸，电阻完全相等，达到均流的效果。V相与W相原理类似，该设计从结构上保证并联的静态均流、动态均流效果。

[0076] 进一步的是，所述水冷模块60为并联式水道结构，所述水冷模块60包括散热基板61、第一散热翅片62(优选为PIN FIN)、第二散热翅片63(优选为 PIN FIN)和水道底板64，每个所述SIC MOSEFET分立器件全桥结构24的散热底面与所述散热基板连接61，所述散热基板61远离所述第一SIC分立器件241 的一侧通过第一散热翅片62与水道底板64连接，所述散热基板61远离所述第二SIC分立器件242的一侧通过第二散热翅片63与水道底板64连接。

[0077] 优选地，为保证SIC分立器件并联均流效果，必须要求每个全桥中的上半桥和下半桥分立器件近似相同工况，设计并联式水道结构。理论保证上半桥、下半桥水道独立并且相对应的SIC分立器件流速，流量，温度相等，保证每个全桥内部，上半桥与下半桥分立器件有相同的水冷效果。

[0078] SIC分立器件散热底面与散热基板连接，散热基板背面设计有高筋PIN FIN 结构。散热基板材料可选择Al，Cu等散热材料。

[0079] 更进一步的是，所述外壳10(金属结构)包括独立设置的SIC MOSEFET分立器件总成腔体和滤波模块腔体，所述SIC MOSEFET分立器件总成20内置于所述SIC MOSEFET分立器件总成腔体并且所述滤波模块50内置于所述滤波腔体，所述驱动电路板和所述控制电路板之间设有金属绝缘屏蔽板70。

[0080] 将驱动电路板和控制电路板集成设计，为一块整板。该设计概念大大简化电路结构，同时优化排线与排线接插件等零件，结构集成度提高，降低成本。本案逆变器功率密度约40KW/L，优于目前国内市场逆变器产品的20KW/L的水平。

[0081] 逆变器屏蔽结构，首先通过金属壳体设计，将滤波器腔体与SIC功率器件腔体分成两个独立腔体结构，保证SIC器件高开关频率带来的电磁干扰控制在 SIC功率器件腔体内。在控制-驱动电路板中间，增加一层金属绝缘屏蔽板结构实现，再配合金属上盖板形成密封式腔体，将电路板与SIC功率器件分割成类独立腔体。最大程度减小SIC功率器件的电磁干

扰。

[0082] 优选地，所述电容模块40包括电容主体41、电容输入铜排42、电容输出正极铜排和43电容输出负极铜排44，所述电容输入铜排42通过高压接插件与直流电流电性连接，所述电容输出正极铜排43与所述第一SIC分立器件241电性连接，所述电容输出负极铜排44与(独立)负极铜排45电性连接，所述负极铜排45远离所述电容输出铜排44的一端与所述第二SIC分立器件242电性连接。

[0083] 直流电流由高压接插件输入，经直流BUSBAR接口与电容接口相连接，经过集成式电容将连接SIC分立器件。其中电容输出正极铜排连接上桥SIC分立器件铜排端子，电容输出负极铜排连接一个独立的负极铜排零件，该负极铜排面积覆盖住所有的SIC功率器件区域，面积很大。利于散热同时，也利于消除杂散电感。该负极铜排另一端连接下桥SIC分立器件端子。电流经过SIC分立器件上桥，下桥后，在下桥通过负极铜排零件形成回路。本案电流回路结构，正极电流，负极电流互感相互抵消，利于降低整个回路杂散电感。本案逆变器回路杂散电感理论控制在10nH以内。

[0084] 优选地，所述外壳10包括低压信号接口11(连接BMS、VCU及电机旋变，温度信号)、直流高压接口12、交流三相电机接口13(即为交流铜排，连接电机三相端子)、冷却水道出水口14、冷却水道进水口15、压力平衡阀16和安装脚17(将PEU固定在电驱动系统上的固定点)，其中：

[0085] 所述直流高压接口12与高压接插件连接，所述冷却水道出水口14和所述冷却水道进水口15分别与所述水道底板64连接(接通整车水路)。

[0086] 值得一提的是，本实用新型专利申请涉及的高压接插件、滤波模块和电路板等技术特征应被视为现有技术，这些技术特征的具体结构、工作原理以及可能涉及到的控制方式、空间布置方式采用本领域的常规选择即可，不应被视为本实用新型专利的发明点所在，本实用新型专利不做进一步具体展开详述。

[0087] 对于本领域的技术人员而言，依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或对其中部分技术特征进行等同替换，凡在本实用新型的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围。

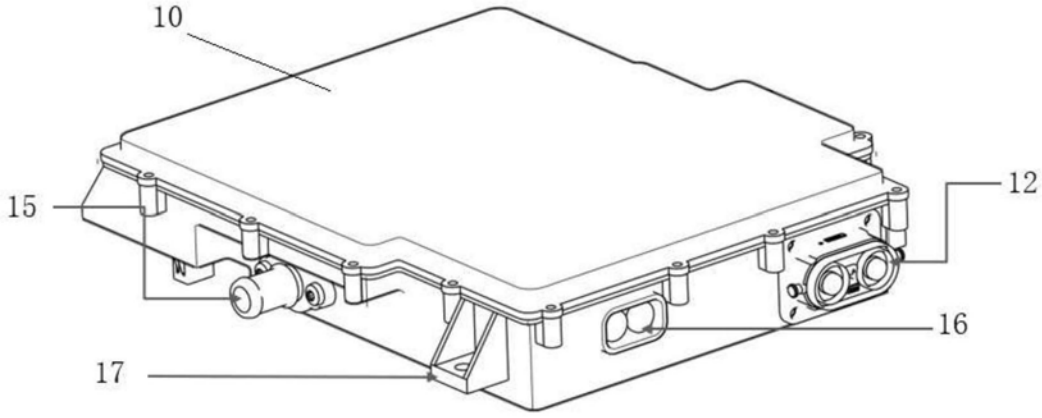


图1A

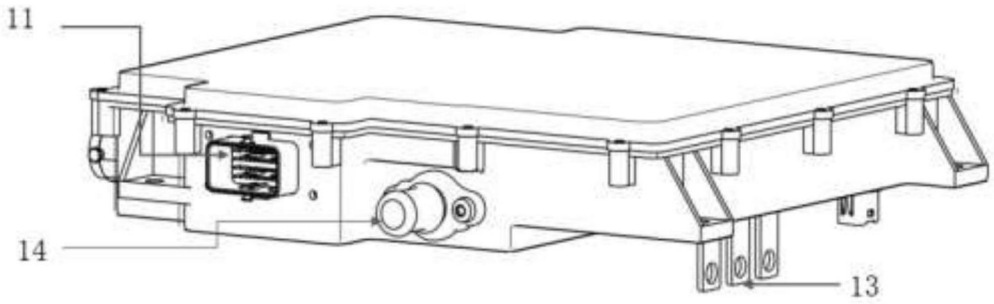


图1B

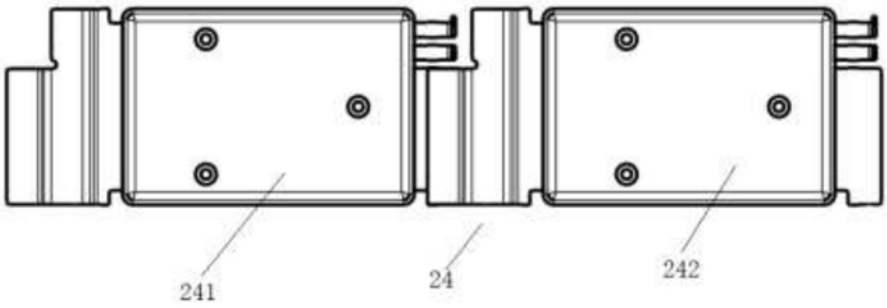


图2A

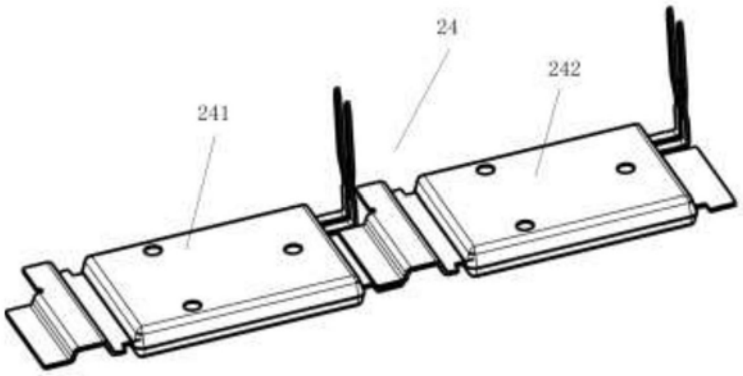


图2B

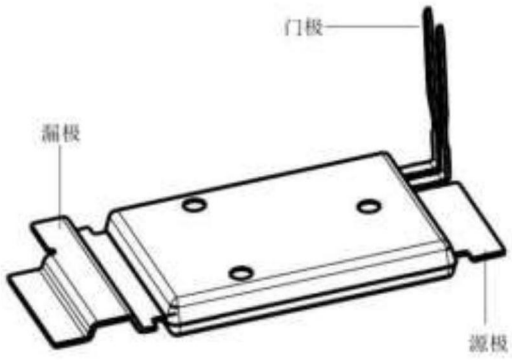


图2C

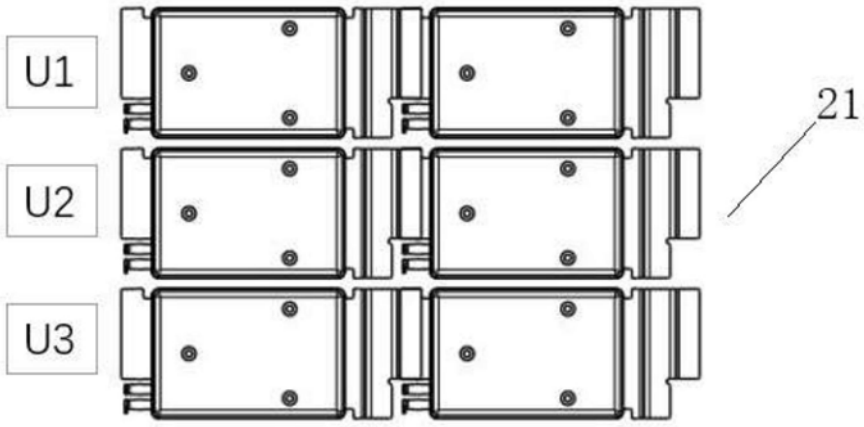


图3A

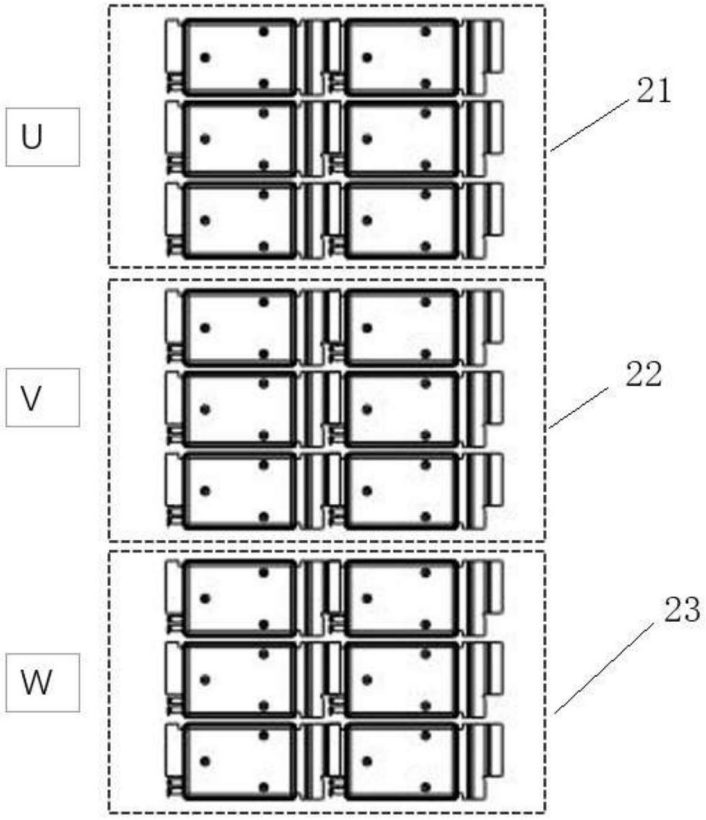


图3B

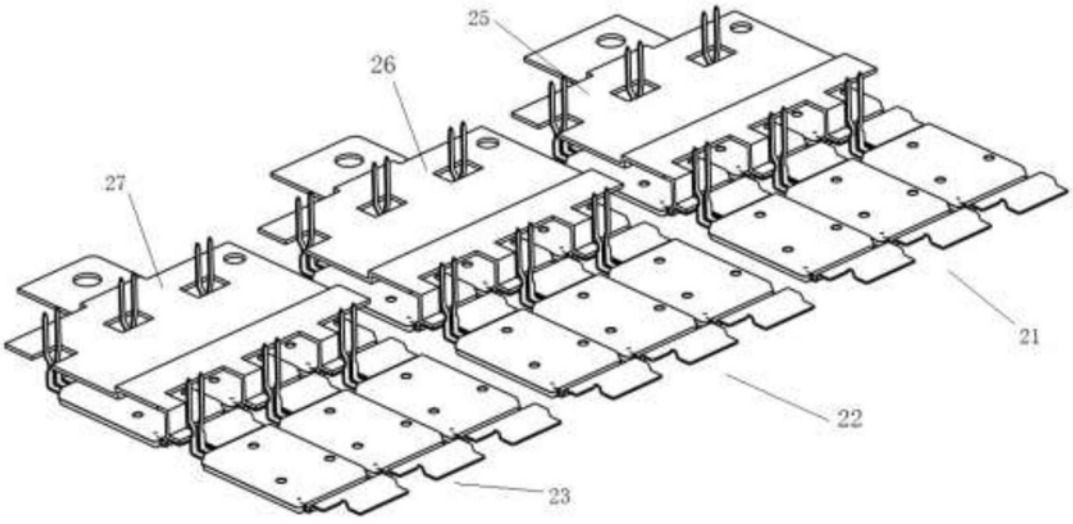


图4

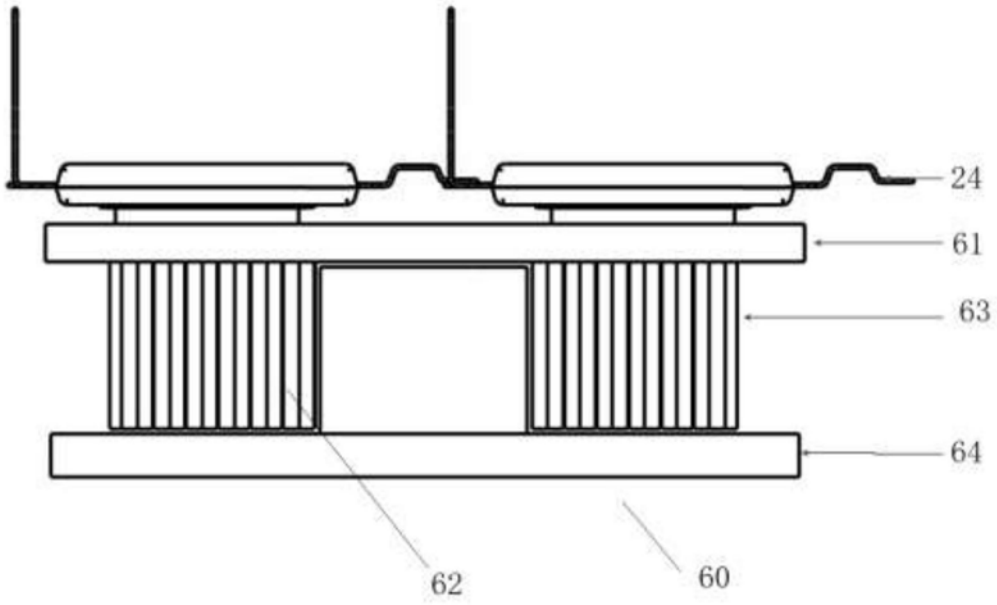


图5A

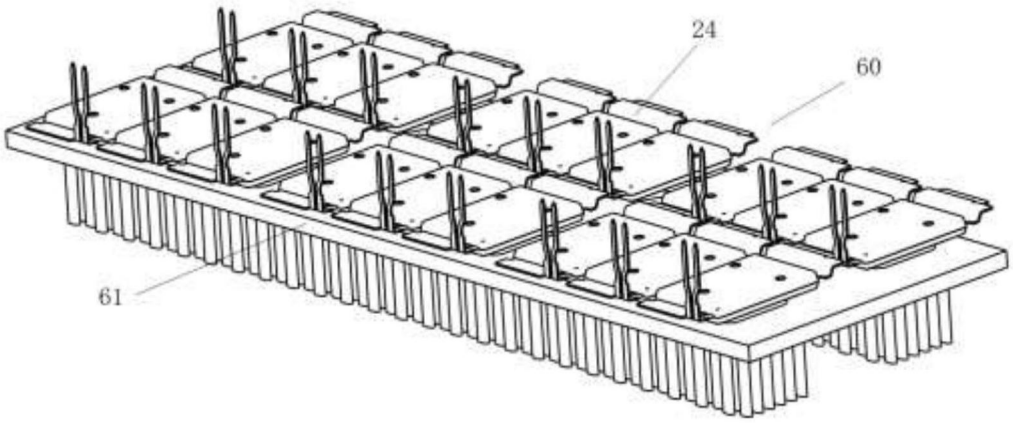


图5B

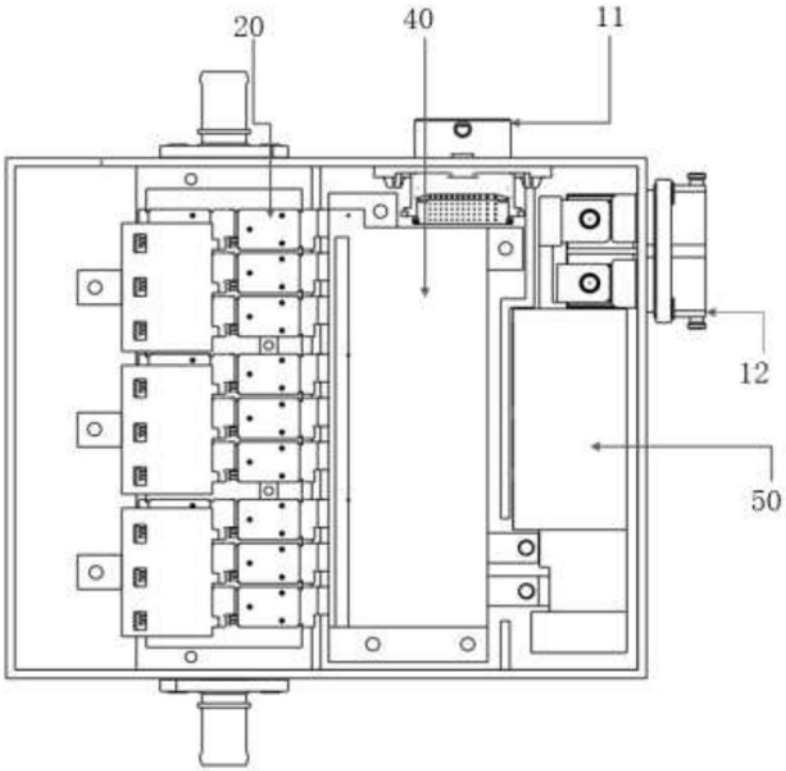


图6A

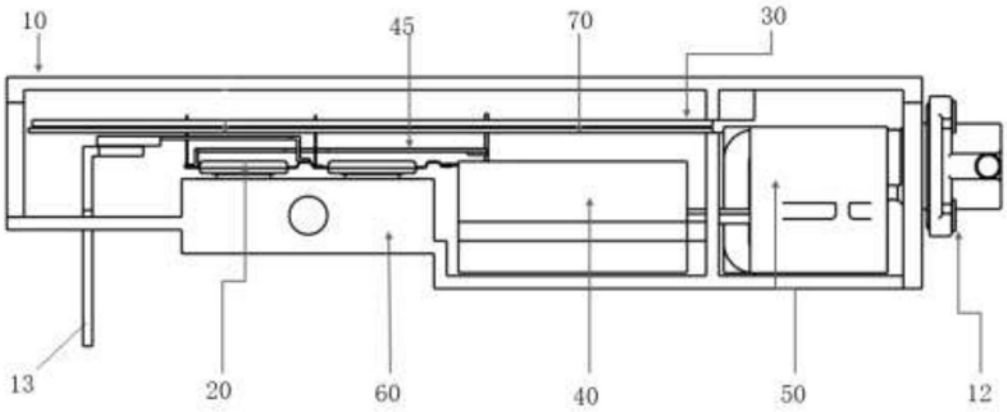


图6B

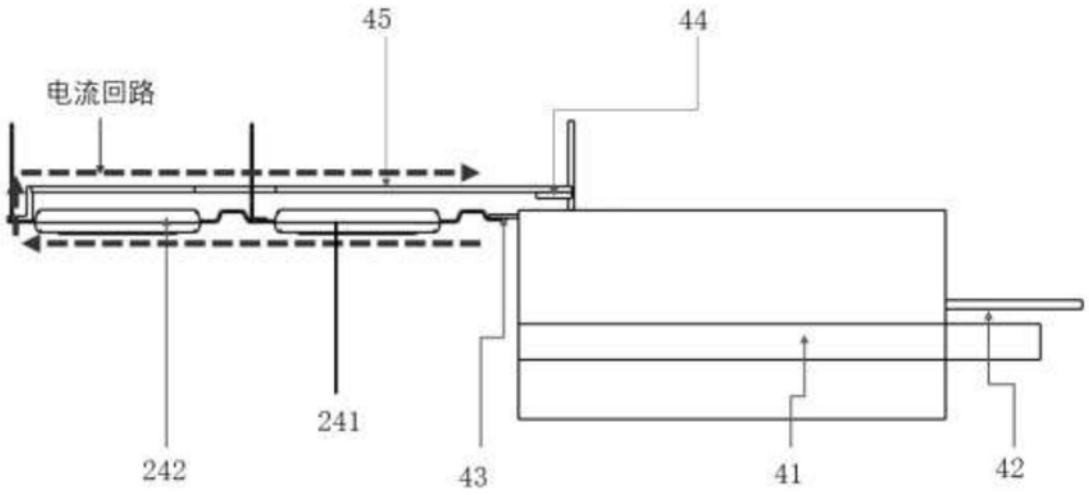


图7A

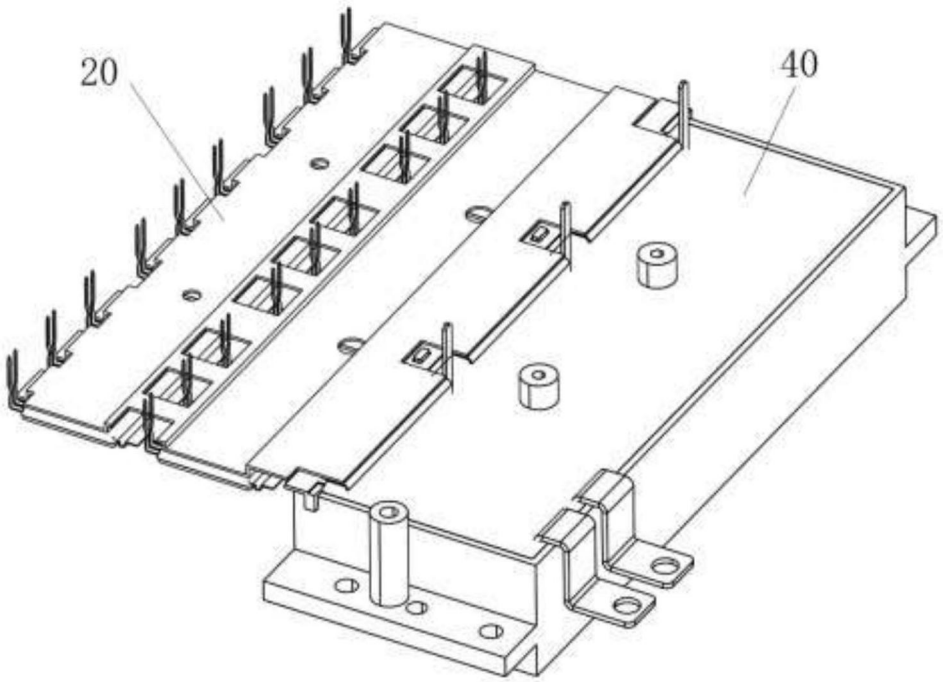


图7B