



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114123813 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 09

(21) 申请号 202111350042.4

H05K 1/18 (2006.01)

(22) 申请日 2021.11.15

H05K 7/02 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114123813 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(73) 专利权人 上海大学

地址 200444 上海市宝山区上大路99号

(72) 发明人 赵剑飞 鞠灏 刘晓滢 杨子阳

王爽

(74) 专利代理机构 南京禹为知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 32272

专利代理师 吴肖敏

## (56) 对比文件

JP 2009106073 A, 2009.05.14

CN 111865106 A, 2020.10.30

CN 207559896 U, 2018.06.29

JP 2007020238 A, 2007.01.25

US 2011051371 A1, 2011.03.03

CN 110034664 A, 2019.07.19

CN 203562963 U, 2014.04.23

JP 2008211945 A, 2008.09.11

审查员 王宁

(51) Int. Cl.

H02M 7/00 (2006.01)

H05K 5/02 (2006.01)

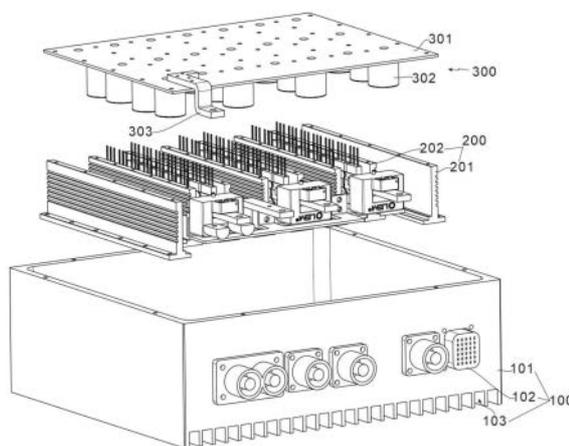
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

## (54) 发明名称

一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,包括壳体组件,包括外壳体,设置于所述外壳体端部的外接件,以及设置于所述外壳体底部的第一散热槽;安装组件,包括设置于所述外壳体内部的限位件、设置于所述限位件之间的固定件;以及,逆变单元,包括设置于所述外壳体顶部的电路板、设置于所述电路板底部的电子元件,以及设置于所述固定件端部的连接件。本发明通过壳体组件、安装组件以及逆变单元的设置,形成了便携可拆装式逆变器装置,减少了其他逆变器中的散热与供电独立以及空间布置松散的缺陷,据此实现了车用逆变器的结构紧凑、高散热效果,高可靠性等要求。



1. 一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其特征在于:包括,  
壳体组件(100),包括外壳体(101),设置于所述外壳体(101)端部的外接件(102),以及设置于所述外壳体(101)底部的第一散热槽(103);  
安装组件(200),包括设置于所述外壳体(101)内部的限位件(201)、设置于所述限位件(201)之间的固定件(202);以及,  
逆变单元(300),包括设置于所述外壳体(101)顶部的电路板(301)、设置于所述电路板(301)底部的电子元件(302),以及设置于所述固定件(202)端部的连接件(303);  
所述限位件(201)包括设置于所述外壳体(101)内部两侧的限位母排(201a),以及设置于所述限位母排(201a)侧面的第二散热槽(201a-1);  
所述固定件(202)包括设置于所述限位母排(201a)之间的固定母排(202a),所述固定母排(202a)包括第一固定母排(202a-1)、第二固定母排(202a-2)、第三固定母排(202a-3),所述固定母排(202a)侧面还同样设置有第二散热槽(201a-1);  
所述固定件(202)还包括设置于固定母排(202a)另一侧边的弹性件(202c);  
所述电子元件(302)包括设置于所述电路板(301)底部的电容(302a)。
2. 如权利要求1所述的基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其特征在于:所述外接件(102)包括设置于所述外壳体(101)端部的直流接线座(102a)、设置于所述直流接线座(102a)侧边的交流接线座(102b),以及传感器接线座(102c)。
3. 如权利要求2所述的基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其特征在于:所述固定件(202)还包括设置于所述固定母排(202a)之间的固定板(202b)。
4. 如权利要求3所述的基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其特征在于:所述电子元件(302)还包括设置于所述电路板(301)底部的功率模块(302b)。
5. 如权利要求4所述的基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其特征在于:所述连接件(303)包括设置于所述固定件(202)端部的连接条(303a),所述连接条(303a)包括设置于所述第一固定母排(202a-1)端部的直流母线N极(303b),以及设置于所述电路板(301)边缘的直流母线P极(303c)。
6. 如权利要求5所述的基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其特征在于:所述连接件(303)还包括设置于所述固定母排(202a)端部稳定电流传感器(303d)。

## 一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车载逆变器技术领域,特别是一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置。

### 背景技术

[0002] 电动汽车的发展是解决化石能源短缺的一个重要方案,其相关技术领域发展迅速,作为汽车“心脏”电机驱动器的核心——逆变器,该装置的好坏会直接影响到电动汽车的性能与寿命。通常,逆变器与控制器一起组合在电机驱动模块中,控制器是接受驱动电机的需求信号,当车辆制动或者加速时,控制器控制逆变器的频率升降使汽车行驶。逆变器接受动力电池输出的直流电能,逆变成三相交流电提供给电机运转,在电动汽车制动过程中又起到制动回收电能的作用。

[0003] 逆变器前级电路所采用的MOSFET的质量将影响到逆变器的转换效率、安全性能、物理性能、带负载适应性和稳定性,想要提高电动车的电池续航,MOSFET的选取尤为重要。目前,电动汽车用逆变器装置普遍存在成本高、体积大、功率密度等级低等问题,这对逆变器的结构设计提出了较高的要求。

### 发明内容

[0004] 本部分的目的在于概述本发明的实施例的一些方面以及简要介绍一些较佳实施例。在本部分以及本申请的说明书摘要和发明名称中可能会做些简化或省略以避免使本部分、说明书摘要和发明名称的目的模糊,而这种简化或省略不能用于限制本发明的范围。

[0005] 鉴于上述和/或现有的基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置中存在的问题,提出了本发明。

[0006] 因此,本发明所要解决的问题在于普通车载逆变器体积大、制造成本高、散热效果不好、功率密度等级低。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,其包括,壳体组件,包括外壳体,设置于所述外壳体端部的外接件,以及设置于所述外壳体底部的第一散热槽;安装组件,包括设置于所述外壳体内部的限位件、设置于所述限位件之间的固定件;以及,逆变单元,包括设置于所述外壳体顶部的电路板、设置于所述电路板底部的电子元件,以及设置于所述固定件端部的连接件。

[0008] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述外接件包括设置于所述外壳体端部的直流接线座、设置于所述直流接线座侧边的交流接线座,以及传感器接线座。

[0009] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述限位件包括设置于所述外壳体内部两侧的限位母排,以及设置于所述限位母排侧面的第二散热槽。

[0010] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所

述固定件包括设置于所述限位母排之间的固定母排,所述固定母排包括第一固定母排、第二固定母排、第三固定母排,所述固定母排侧面还同样设置有第二散热槽。

[0011] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述固定件还包括设置于所述固定母排之间的固定板。

[0012] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述固定件还包括设置于固定母排另一侧边的弹性件。

[0013] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述电子元件包括设置于所述电路板底部的电容。

[0014] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述电子元件还包括设置于所述电路板底部的功率模块。

[0015] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述连接件包括设置于所述固定件端部的连接条,所述连接条包括设置于所述第一固定母排端部的直流母线N极,以及设置于所述电路板边缘的直流母线P极。

[0016] 作为本发明所述基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种优选方案,其中:所述连接件还包括设置于所述固定母排端部稳定电流传感器。

[0017] 本发明有益效果为:本发明通过壳体组件、安装组件以及逆变单元的设置,将母排、功率模块、电流传感器和交流接线座通过特定的位置关系集成于壳体底端,母线电容、功率器件、直流接线座以特定的位置关系集成于主电路板上,形成了便携可拆装式逆变器装置,减少了其他逆变器中的散热与供电独立以及空间布置松散的缺陷,据此实现了车用逆变器的结构紧凑、高散热效果,高可靠性等要求。

## 附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。其中:

[0019] 图1为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的爆炸图。

[0020] 图2为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的外接件正视图。

[0021] 图3为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的内部部分结构图。

[0022] 图4为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的母排结构正视图。

[0023] 图5为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的单个母排轴侧图。

[0024] 图6为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的单个母排正视图。

[0025] 图7为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的电子元件结构图。

[0026] 图8为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置在5KHz下与其他逆变器之间的功率损耗对比图。

[0027] 图9为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置在不同大范围开关频率下和其他几种逆变器装置的功率损耗对比图。

[0028] 图10基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置在不同小范围开关频率下和其他几种逆变器装置的功率损耗对比图。

[0029] 图11为基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置的一种应用场景的理论框图。

### 具体实施方式

[0030] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0031] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0032] 其次,此处所称的“一个实施例”或“实施例”是指可包含于本发明至少一个实现方式中的特定特征、结构或特性。在本说明书中不同地方出现的“在一个实施例中”并非均指同一个实施例,也不是单独的或选择性的与其他实施例互相排斥的实施例。

#### [0033] 实施例1

[0034] 参照图1,为本发明第一个实施例,该实施例提供了一种基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置,基于SiC功率器件的电动汽车驱动装置包括壳体组件100、安装组件200以及逆变单元300。通过壳体组件100和安装组件200使得逆变器装置安装方便,便于拆卸,散热性能良好,再通过逆变单元300提高了功率密度,满足大电流输出。

[0035] 具体的,壳体组件100,包括外壳体101,设置于外壳体101端部的外接件102,以及设置于外壳体101底部的第一散热槽103。

[0036] 外壳体101可通过机械装置固定于电动汽车舱内,外接件102方便通过电装置与电机连接,第一散热槽103利于散热。

[0037] 优选的,安装组件200,包括设置于外壳体101内部的限位件201、设置于限位件201之间的固定件202。

[0038] 限位件201和固定件202对装置的内部整体起到限位和固定作用,通过螺栓和外壳体101连接,方便以后拆卸。

[0039] 较佳的,逆变单元300,包括设置于外壳体101顶部的电路板301、设置于电路板301底部的电子元件302,以及设置于固定件202端部的连接件303。

[0040] 电子元件302焊接在电路板301上,方便直接插入固定件202,连接件303方便与外接件102相连。

[0041] 在使用时,外壳体101可通过机械装置固定于电动汽车舱内,相关电装置通过外接件102与电机连接,外壳体101底部散热板上第一散热槽103采用沟槽设计,利于散热。限位件201和固定件202对装置的内部整体起到限位和固定作用,其通过螺栓和外壳体101连接,方便以后拆卸。电子元件302焊接在电路板301上,采用直插式,可以直接插入固定件202中,简化连接,连接件303方便与外接件102相连。

#### [0042] 实施例2

[0043] 参照图2~7,为本发明第二个实施例,该实施例基于上一个实施例。

[0044] 具体的,外接件102包括设置于外壳体101端部的直流接线座102a、设置于直流接线座102a侧边的交流接线座102b,以及传感器接线座102c。

[0045] 优选的,限位件201包括设置于外壳体101内部两侧的限位母排201a,以及设置于限位母排201a侧面的第二散热槽201a-1。

[0046] 限位母排201a,对装置的内部整体起到限定框架作用,方便固定其余元器件,第二散热槽201a-1同样采用沟槽设计,利于散热。

[0047] 优选的,固定件202包括设置于限位母排201a之间的固定母排202a,固定母排202a包括第一固定母排202a-1、第二固定母排202a-2、第三固定母排202a-3,固定母排202a侧面还同样设置有第二散热槽201a-1。

[0048] 第一固定母排202a-1、第二固定母排202a-2,以及第三固定母排202a-3,每个都包含两个相对设置的母排,分别构成U、V、W三相的上下桥臂。

[0049] 优选的,固定件202还包括设置于固定母排202a之间的固定板202b。

[0050] 固定板202b可使用电木,电木具有较高的机械强度、良好的绝缘性,耐热、耐腐蚀性,不产生静电,可以防止桥臂间的短路,同时每块固定板上都开有螺孔以便利用M4螺母将其安装在外壳体101底部的散热底板上。

[0051] 较佳的,固定件202还包括设置于固定母排202a另一侧边的弹性件202c。

[0052] 弹性件202c,可使用弹性钢片,每相的上下桥臂都有7块弹性钢片通过M4螺母固定在相应母排上以实现功率器件的并联提高逆变器的流过大电流的能力。弹性钢片与母排之间形成空隙,形成直插式设计,结构紧凑,简化了连接方式。

[0053] 较佳的,电子元件302包括设置于电路板301底部的电容302a。

[0054] 电路板301上焊接有4排电容,每排并联有4个电容302a来有效降低主回路寄生电感带来的负面影响以及谐振电压,电容302a采用电解电容,单位体积的电容量大,额定的容量,且价格便宜。

[0055] 较佳的,电子元件302还包括设置于电路板301底部的功率模块302b。

[0056] 功率模块302b采用碳化硅MOSFET,在有效提升开关频率、功率密度的同时,大幅度降低了驱动器的体积,电路板301上焊接有6排碳化硅MOSFET,每排碳化硅MOSFET都可以压入母排上的弹性件202c内,实现了电路板301与安装组件200之间的便携与可拆卸性,同时每排采用7个碳化硅MOSFET并联的设计,有效提高了本发明的功率密度和输出电流。

[0057] 进一步的,连接件303包括设置于固定件202端部的连接条303a,连接条303a使用紫铜材料,包括设置于第一固定母排202a-1端部的直流母线N极303b,以及设置于电路板301边缘的直流母线P极303c。

[0058] 第一固定母排202a-1、第二固定母排202a-2,以及第三固定母排202a-3之间通过连接条303a连接在直流母线N极303b,同时直流母线N极303b通过两颗M3螺母固定在第一固定母排202a-1上,直流母线P极303c,通过M3螺母固定在电路板301边缘。

[0059] 进一步的,连接件303还包括设置于固定母排202a端部稳定电流传感器303d。

[0060] 电流传感器303d采用HASS-300型号,通过螺栓与两相输出线相连。

[0061] 在使用时,外壳体101可通过机械装置固定于电动汽车舱内,直流接线座102a、交流接线座102b以及传感器接线座102c可通过相关电装置与电机连接。限位母排201a、第一固定母排202a-1、第二固定母排202a-2,以及第三固定母排202a-3侧面都设置有第二散热槽201a-1,利于散热。第一固定母排202a-1、第二固定母排202a-2,以及第三固定母排202a-3,每个都包含两个相对设置的母排,分别构成U、V、W三相的上下桥臂。固定母排202a之间的固定板202b具有较高的机械强度、良好的绝缘性,耐热、耐腐蚀性,不产生静电,可以防止桥臂间的短路,同时每块固定板上都开有螺孔以便利用M4螺母将其安装在外壳体101底部的

散热底板上。弹性件202c与母排之间形成空隙,形成直插式设计,结构紧凑,简化了连接方式。电路板301上焊接有4排电容,每排并联有4个电容302a来有效降低主回路寄生电感带来的负面影响以及谐振电压,功率模块302b采用碳化硅MOSFET,在有效提升开关频率、功率密度的同时,大幅度降低了驱动器的体积,电路板301上焊接有6排碳化硅MOSFET,每排碳化硅MOSFET都可以压入母排上的弹性件202c内,实现了电路板301与安装组件200之间的便携与可拆卸性,同时每排采用7个碳化硅MOSFET并联的设计,有效提高了本发明的功率密度和输出电流。

[0062] 参照图8,显示了在开关频率为5kHz下50Kw的功率设计中,几种逆变器装置的功率损耗对比。以传统的功率器件逆变装置为基准,与之相比,从图中可以看出,在同类装置中,本发明装置的功耗最低,损耗总和仅有传统装置的41%。且所有逆变器功率器件的导通损耗差别不大,而开关损耗差别很大。这是因为在电导调制的情况下,IGBT的导通电阻也很低,甚至超过了硅的理论极限。总体而言,在所有晶体管中,本发明装置具有功耗低的优点。

[0063] 参照图9和图10,在不同开关频率下,随着开关频率的增加,本发明装置中的功率损耗逐渐降低,且降速平缓,从而与一般逆变器相比提高了运行的稳定性,有效显示了本装置的功率密度高的优势。

[0064] 在结构、特性指标方面,根据表1可见本装置效率高,体积小,各项试验数据指标均优于市面上常见的SiC逆变器装置,本装置结构紧凑,可靠性高。

[0065] 表1:几种控制器的指标对比

装	传统逆变器	其它 SiC 逆变器	本发明逆变器
体积/L	5.5	4.8	2.5
供电电压/V	600	600	600
最高效率/%	92.5	97.8	98.5
峰值输出功率/kW	72.9	78.2	86
峰值输出电流/Arms	100	132	180
开关频率/kHz	20	20	20
峰值功率密度/kW/L	13.2	16.3	34.4

[0067] 实施例3

[0068] 参照图11,为本发明第三个实施例,本发明还提供了一种控制系统。

[0069] 本发明的控制系统采用了,在主回路中,基于SiC功率器件的逆变器将蓄电池中提供的直流电根据需求去更好地驱动永磁同步电机400,在系统的运行过程中,期间可以利用传感器401(比如电流传感器HASS-300、电压传感器、温度传感器)对定子两相电流进行采样,并将采集到的电流信号经AD采样电路403送入DSP数字处理芯片500(比如TMSF28335),即ADC信号503,结合DSP数字处理芯片500的eQEP外设501获取到磁编码器402(比如TLE5012B)得到的电机转子实时位置信息,输出匹配的ePWM驱动信号502给本发明逆变器装置的SiC功率器件驱动电路,实现对图示控制系统的闭环控制,提高该控制系统的运行效率

以及稳定性。

[0070] 在电动汽车的控制系统中,DSP控制芯片500需要通过CAN总线504和上位机600进行通信以获取电机控制信号和电机运行状态(比如电机转速、电机温度、控制器温度、系统工作状态信号等),来进行在线控制,此外DSP控制芯片500需要一些电机参数来控制永磁同步电机400,为了实际中电机的更换方便,可以将修改好的参数(比如母线电压、电机磁链、PID参数等等)写入EEPROM存储器505中,从而避免了对整个控制系统的调整修改。为了保证系统在面对过压、过流、过温的时候能够及时反应进行保护,相应的硬件保护电路404必不可少,同时开启DSP控制芯片500的外部中断,当出现故障的时候,能够尽快禁止程序内的PWM驱动信号502a,以封锁外部的PWM驱动芯片502a,从而实现软硬件的双重保护效果,电源模块700提供电力来源。根据表2可见,在电动车续航仿真实验中,本装置的实际应用效果要远远优于其他的逆变器,具体表现在续航里程、驱动效率,以及发电效率上。

[0071] 表2:高压平台下几种控制器应用在电动汽车上的CLTC工况标准下的续航仿真结果对比

[0072]

装	传统逆变器	其它 SiC 器件逆变器	本发明逆变器
体积/L	5.5	4.8	2.5
供电电压/V	600	600	600
最高效率/%	92.5	97.8	98.5
峰值输出功率/kW	72.9	78.2	86
峰值输出电流/Arms	100	132	180
开关频率/kHz	20	20	20
峰值功率密度/kW/L	13.2	16.3	34.4

[0073] 应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

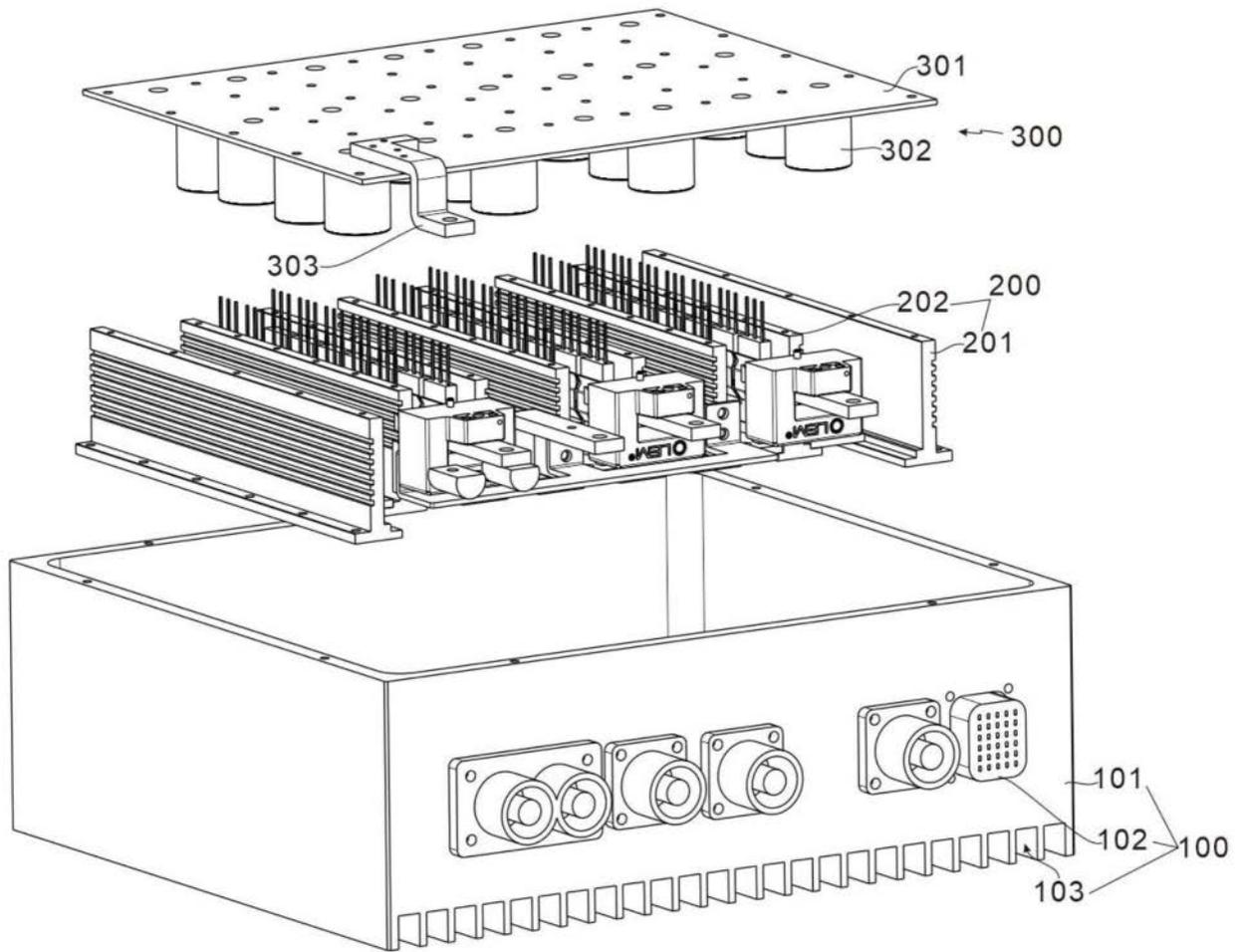


图1

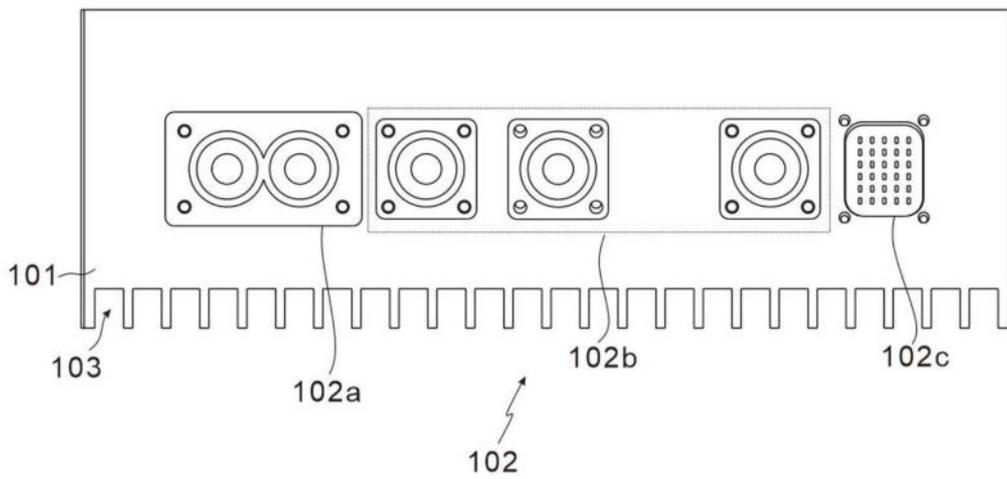


图2

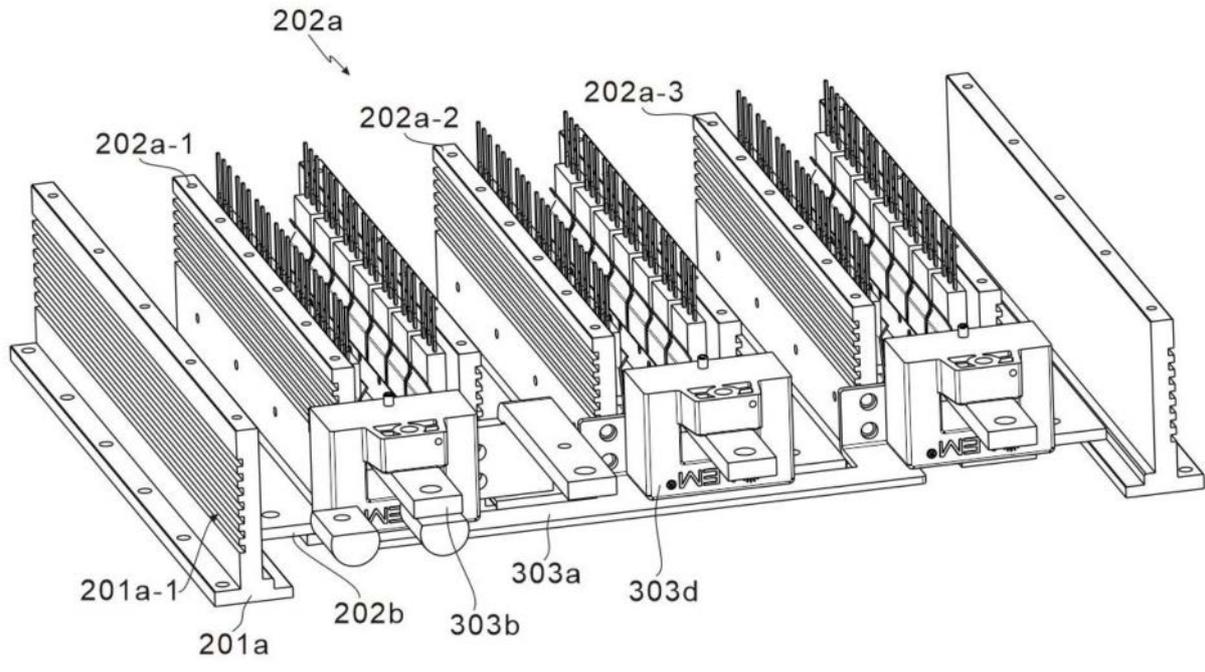


图3

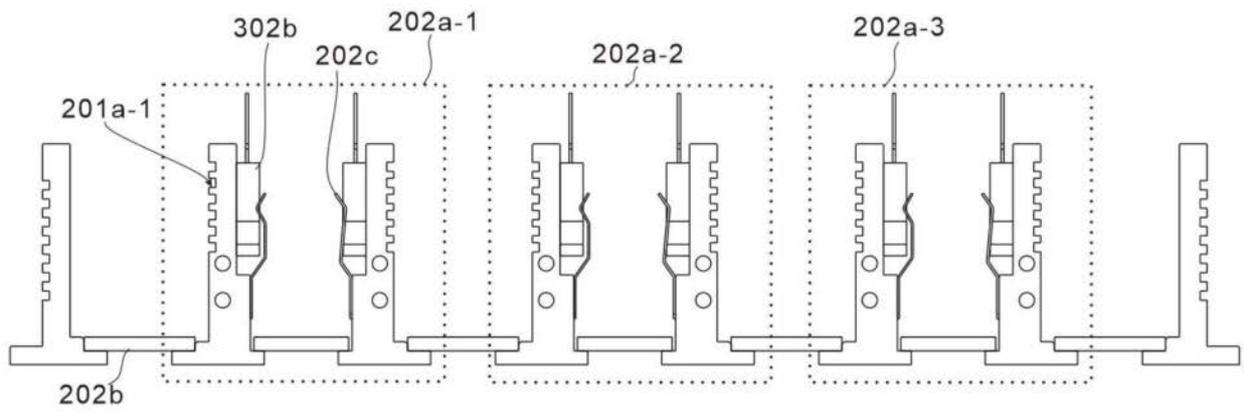


图4

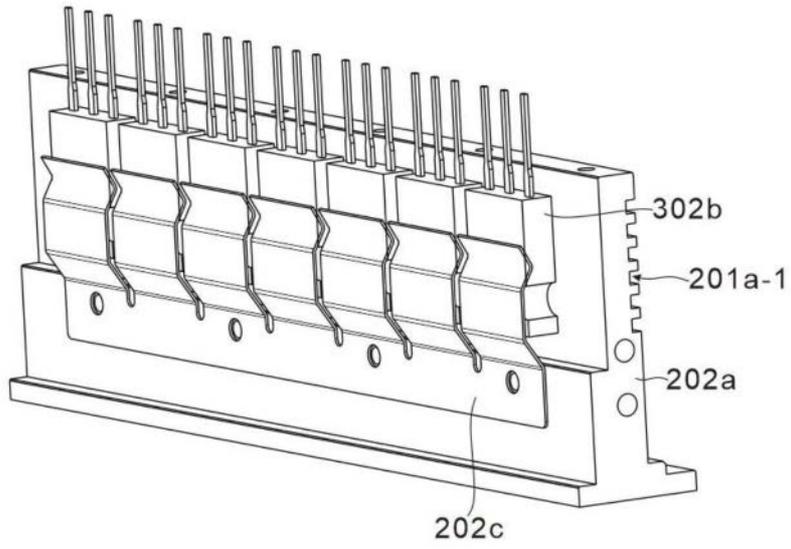


图5

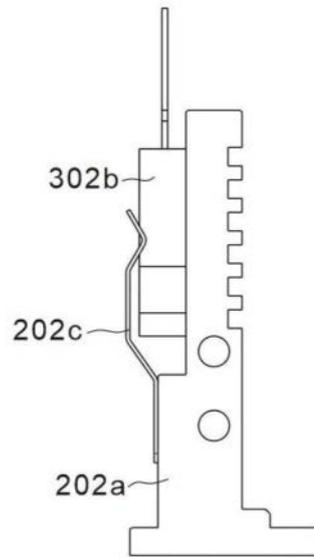


图6

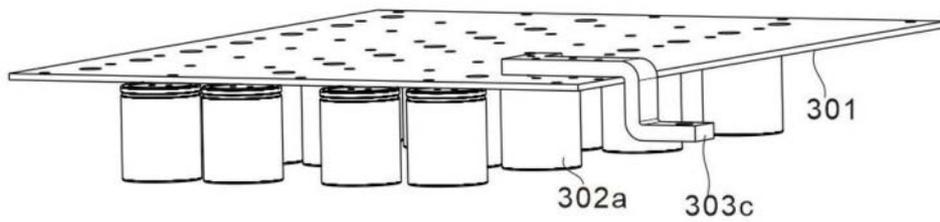


图7

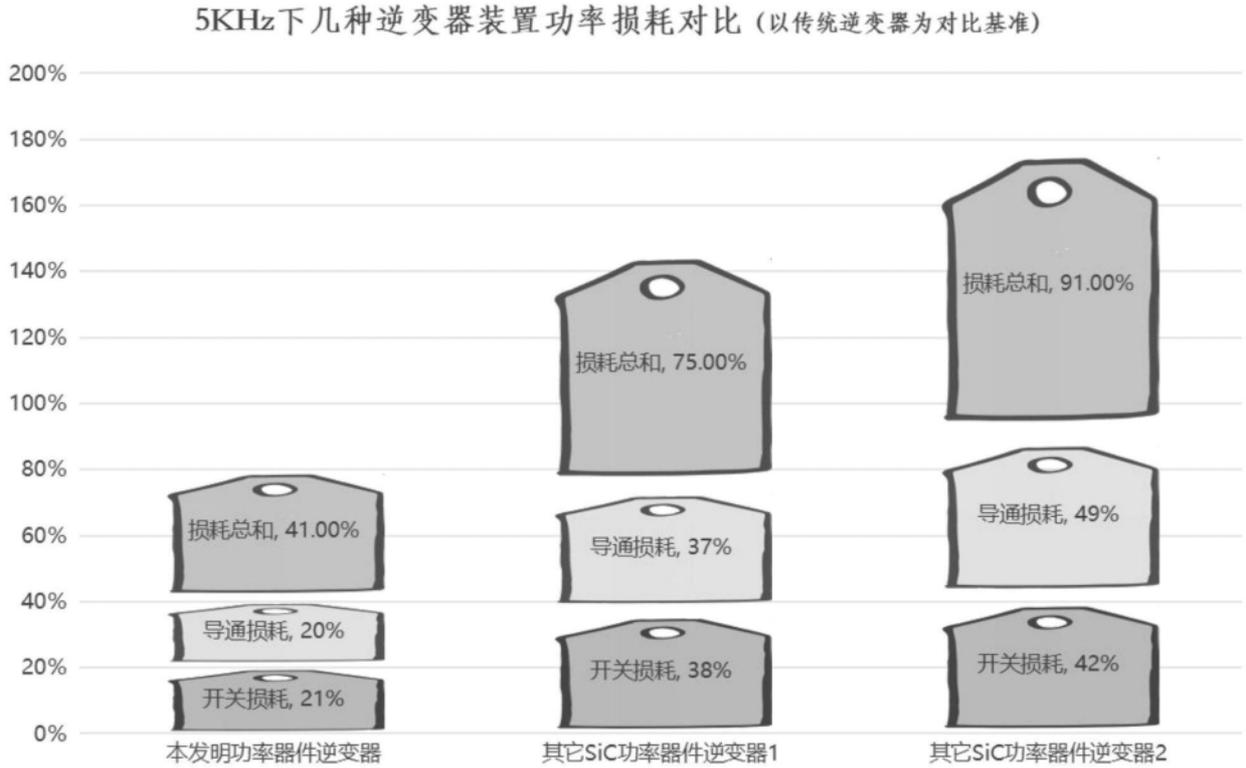


图8

不同开关频率下几种逆变器装置的功率损耗对比 (以传统逆变器装置为对比基准)

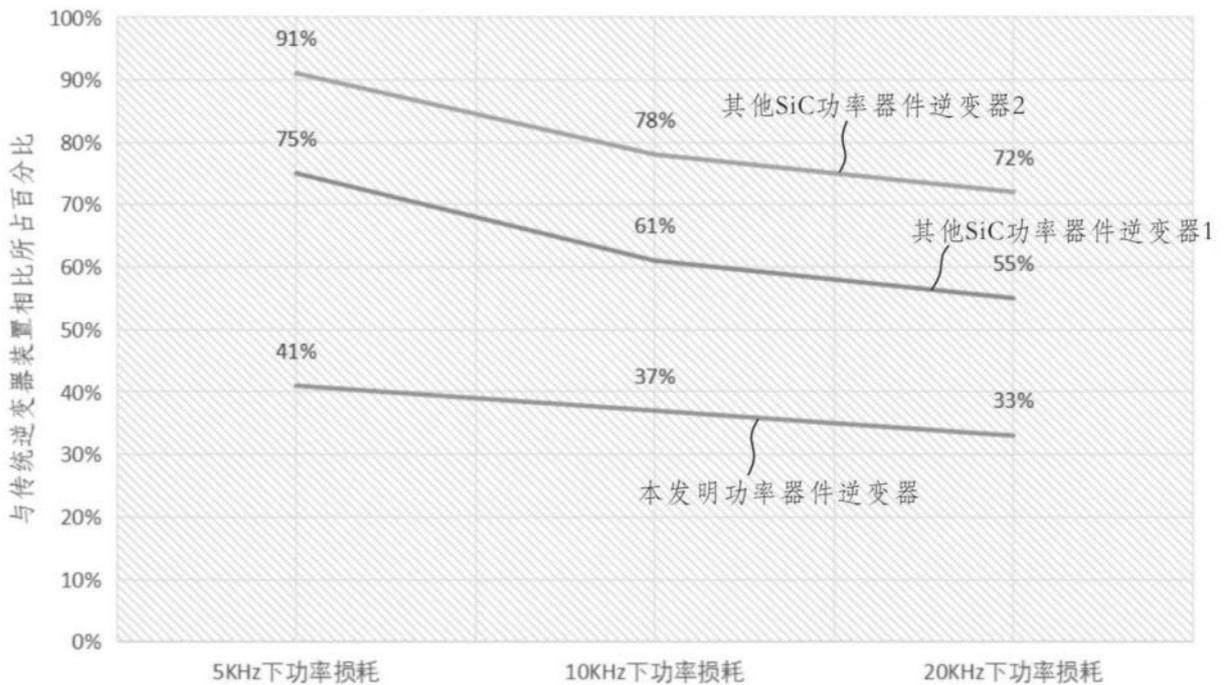


图9

不同开关频率下几种逆变器装置的功率损耗  
(以传统逆变器装置为对比基准)

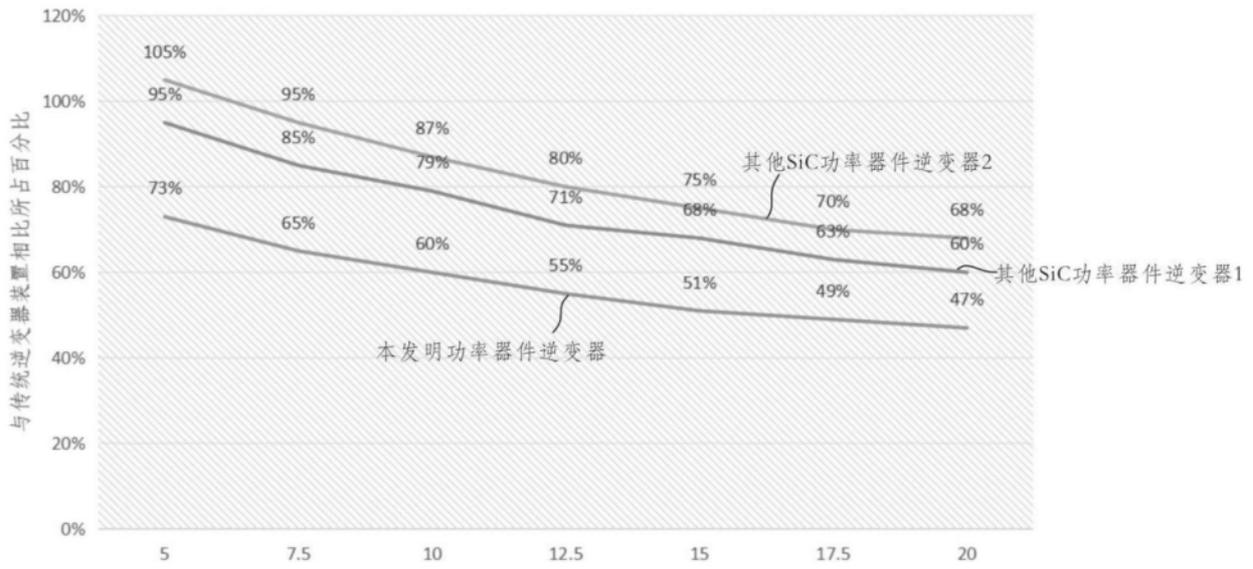


图10

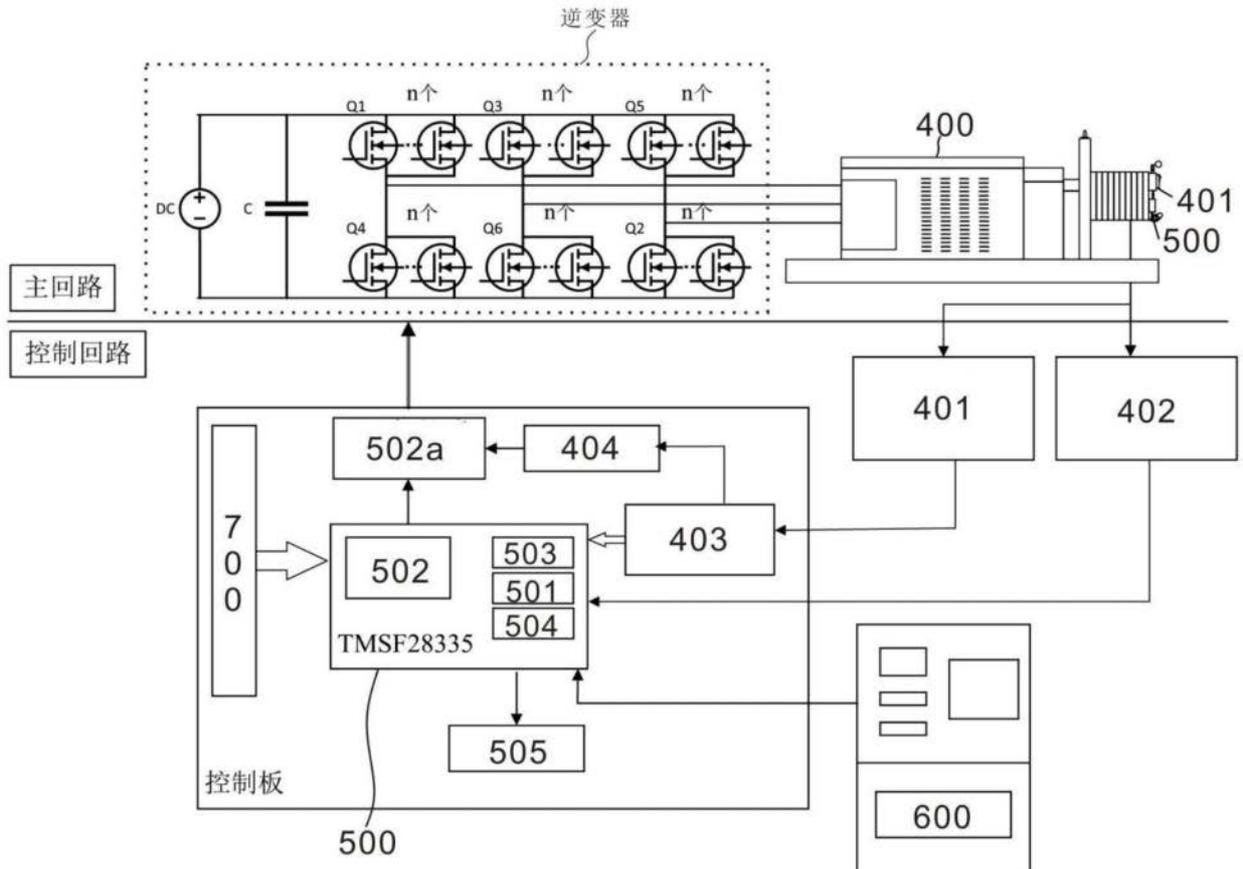


图11