



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105870081 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610203192.5

(22)申请日 2016.04.01

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 敬登伟 周建东 沈少华 耿嘉峰

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 闵岳峰

(51)Int.Cl.

H01L 23/367(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

H01L 23/40(2006.01)

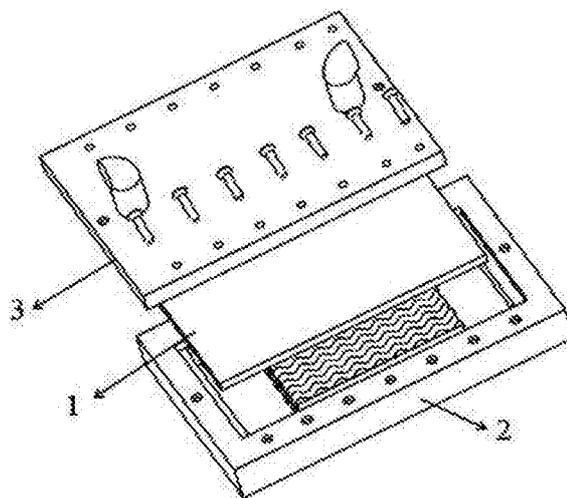
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种波形微通道式换热器

(57)摘要

本发明公开了一种波形微通道式换热器,其特征在于,包括基座(2)以及与基座(2)配合使用的盖板(3);其中,基座(2)与盖板(3)的配合面的中心处开设有波形微通道(201),波形微通道(201)的进出口处均开设有储液池(202),盖板(3)上开设有分别与两个储液池(202)相连通的进水口(301)和出水口(302)。本发明波形微通道的设计以及密封设计与现有针型柱结构相比,具有良好的密封性和较强的换热效果。本发明换热器厚度较薄,换热面积较大,流动阻力较小,换热效果较强,非常适用于机车IGBT模块的散热。



1. 一种波形微通道式换热器,其特征在于,包括基座(2)以及与基座(2)配合使用的盖板(3);其中,

基座(2)与盖板(3)的配合面的中心处开设有波形微通道(201),波形微通道(201)的进出口处均开设有储液池(202),盖板(3)上开设有分别与两个储液池(202)相连通的进水口(301)和出水口(302)。

2. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,基座(2)与盖板(3)的配合面的中心处通过电火花加工方式加工出波形微通道(201)。

3. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,波形微通道(201)与两个储液池(202)的周向上开设有密封圈(203),密封圈(203)上设置有密封垫片(3),且密封垫片(3)位于基座(2)与盖板(3)之间。

4. 根据权利要求3所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,密封垫片(3)为硅胶垫片。

5. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,基座(2)与盖板(3)的配合面的周向上开设有若干螺纹孔(204),盖板(3)上开设有若干与螺纹孔(204)相对应的直孔(303),盖板(3)与基座(2)之间通过螺钉、直孔(303)以及螺纹孔(204)连接在一起。

6. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,盖板(3)采用有机玻璃或者与基座(2)相同材料制成。

7. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,盖板(3)的进水口(301)和出水口(302)均有管路连接。

8. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,波形微通道(201)的形状符合正弦曲线。

9. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,波形微通道(201)的通道高度为3-5mm,长度为100mm,通道宽度为0.5-1mm。

10. 根据权利要求1所述的一种波形微通道式换热器,其特征在于,基座(2)采用紫铜材料或者铝材料制成。

## 一种波形微通道式换热器

### 技术领域：

[0001] 本发明属于热能工程领域,具体涉及一种用于冷却机车IGBT模块的波形微通道式换热器。

### 背景技术：

[0002] 散热是影响电力电子设备可靠性的重要因素,一般电力电子设备元器件的工作温度如果超过一定的限制范围,元器件的性能就会显著下降,有关资料表明,电子器件温度每升高2℃,可靠性下降10%。而在机车中,牵引系统的一个重要功率元件是IGBT(绝缘栅双极型晶体管)模块,它是一种高频的开、关功率元件,由于工作时通过的电流较大,开、关频率较高,所以器件的发热量很大。因此,IGBT模块散热性能的好坏直接影响到整个牵引系统的稳定性。

[0003] 目前,功率器件的冷却方式主要以自然冷却和强迫风冷为主,即在被冷却的电子器件表面加装散热翅片,通过强迫流动的冷风将器件散发出的热量带走。但根据传热学知识,强迫水冷的散热具有更高的换热效率。但是,水冷散热有一个很大的问题就是散热器内水流流动阻力过大导致换热效率降低。目前常用的有针柱状矩阵散热器和平直矩形通道散热器。对于针柱状矩阵散热器,由于每个针柱都很矮小,而且针柱之间的构造会影响流体的流动,使流体无法形成低阻力的流场,所以,这类针柱状换热器存在明显的设计缺陷;而对于平直矩形通道,由于通道表面平整,由传热学知识可知,平直通道对流体流动的扰动很小,在流体流动时形成的边界层较厚,故而换热效果较差。因此,如何有效地提高液冷式换热器的换热效果是当今研究高热流密度电子器件冷却的难点。

### 发明内容：

[0004] 本发明的目的在于提供一种用于冷却机车IGBT模块的波形微通道式换热器,在减小流动阻力的情况下,能显著提高IGBT的散热效果。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案来实现的:

[0006] 一种波形微通道式换热器,包括基座以及与基座配合使用的盖板;其中,

[0007] 基座与盖板的配合面的中心处开设有波形微通道,波形微通道的进出口处均开设有储液池,盖板上开设有分别与两个储液池相连通的进水口和出水口。

[0008] 本发明进一步的改进在于,基座与盖板的配合面的中心处通过电火花加工方式加工出波形微通道。

[0009] 本发明进一步的改进在于,波形微通道与两个储液池的周向上开设有密封圈,密封圈上设置有密封垫片,且密封垫片位于基座与盖板之间。

[0010] 本发明进一步的改进在于,密封垫片为硅胶垫片。

[0011] 本发明进一步的改进在于,基座与盖板的配合面的周向上开设有若干螺纹孔,盖板上开设有若干与螺纹孔相对应的直孔,盖板与基座之间通过螺钉、直孔以及螺纹孔连接在一起。

- [0012] 本发明进一步的改进在于,盖板采用有机玻璃或者与基座相同材料制成。
- [0013] 本发明进一步的改进在于,盖板的进水口和出水口均有管路连接。
- [0014] 本发明进一步的改进在于,波形微通道的形状符合正弦曲线。
- [0015] 本发明进一步的改进在于,波形微通道的通道高度为3-5mm,长度为100mm,通道宽度为0.5-1mm。
- [0016] 本发明进一步的改进在于,基座采用紫铜材料或者铝材料制成。
- [0017] 相对于现有技术,本发明具有下列优点与效果:
- [0018] 1、呈正弦曲面的波形换热通道能有效的增大换热面积并且增大了对流体流动的扰动,极大地提高了换热效果。
- [0019] 2、采用硅胶垫片密封,螺丝紧固,拆卸方便,易于安装。
- [0020] 3、相比于常规矩形微通道,波形壁换热器在相同压降下,换热效果得到显著提高。
- [0021] 4、相比于常规针柱状矩阵微型换热器,在相同换热效果下,压力损失减小很大。
- [0022] 5、可根据实际换热需求调整波形壁的波长、振幅以及流量,使之达到相应的换热需求。
- [0023] 6、流体入口、出口与基板上的流道垂直,方便安装和集成;入口、出口均位于储液池的中心位置,有利于将换热工质均匀地分配到各个流道。

#### 附图说明:

- [0024] 图1是波形微通道换热器的组装图。
- [0025] 图2是本发明中基座以及微通道设置的立体结构图。
- [0026] 图3是本发明中盖板的立体结构图。
- [0027] 图4是波形微通道的结构示意图。
- [0028] 图5是常规直通道的结构示意图。
- [0029] 图6是针柱状矩阵通道的结构示意图。
- [0030] 图中:1为密封垫片,2为基座,3为盖板,201为波形微通道,202为储液池,203为密封圈,204为螺纹孔,301为进水口,302为出水口,303为直孔。

#### 具体实施方式:

- [0031] 以下结合附图通过具体实施例对本发明作进一步详细说明。
- [0032] 如图1至图3所示,本发明提供的波形微通道式换热器,由基座2、密封垫片1和盖板3组成,其具体是:基座2的上表面通过电火花加工出波形微通道201,通道两端设有储液池202,在通道及储液池四周设有密封台阶,台阶四周设有安放密封垫片的密封圈203,用来防止液体从基座和盖板接触间隙流出,基座座台四周设有螺纹孔204,通过螺丝来连接盖板3。垫片1为硅胶垫片,为长方形,厚度为5mm。盖板3的左右两端对应储液池中心处分别设有进水口301、出水口302,进出口可以互换。盖板四周对应于基座螺纹孔处,设有与螺纹孔孔径相同的直孔303,用来放置螺丝连接基座。组装时将垫片平铺在流道上方,卡在密封台阶上,将盖板扣压在基座上,盖板上的直孔与基座上的螺纹孔对齐,然后用螺丝紧固即可。已通过具体实验证明,密封性良好。使用时换热器底托与被散热器件紧密接触固定,底托与被散热

器件之间涂有高导热率的结合材料。

[0033] 在盖板的进水口、出水口均设有连接座与管路连接。

[0034] 基座可采用紫铜材料或者铝材料,盖板可采用有机玻璃、铜或者铝材料制作。

[0035] 作为实施例,采用CFD软件fluent对波形微通道(如图4所示)和常规直通通道(如图5所示)、针柱状通道(如图6所示)进行了数值模拟,用来证明波形微通道的优越性。如图4所示,波形壁通道长80mm,肋高5mm,通道宽0.5mm,肋厚0.5mm,正弦曲线满足 $Y=0.005 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot x/0.01)$ ,即振幅为0.5cm,波长为1cm,换热工质为水,水流速为0.1m/s,通道底面施加 $100\text{w}/\text{m}^2$ 的热流密度,用来模拟电子器件发热;常规直通通道的长、宽,肋高、肋厚等参数及工质流动参数与波形微通道相同。计算表明,波形微通道的努塞尔数比常规直通通道的努塞尔数提高了20倍,而摩擦系数只增大了10倍。同时,也对相同水力直径的针柱状通道,在相同流动条件下和波形壁进行了对比。数值计算模拟表明,在相同换热努塞尔数下,针柱状通道的压力损失是波形微通道的2倍。因此,综合而言,与当前同类产品比较,波形微通道的换热效果得到很大的提升。

[0036] 除了换热器的结构,冷却水的流动方式与现有的技术对比:冷却水经过入水口直角转弯后进入储液池,然后分散开来进入各个流道,由于入口、出口均对应于储液池的中心,所以能将流体均匀的分配到每一个微通道。流道的方向与水流方向相同,大大降低了流动阻力。同时,整个换热波形壁完全浸没在水中,流体能够形成均匀的流场,使得与基座接触的IGBT模块能够很好的得到冷却。

[0037] 基于强化传热原理和流动阻力理论,微通道壁面采用正弦曲面式波形壁,波形壁的控制方程为 $Y=A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot x/\gamma)$ ,其中,A为振幅, $\gamma$ 为波长,可根据实际散热需求选取不同的振幅、波长值。波形壁的采用可有效加强对流体的扰动,使流体边界层被破坏,减小了热阻。同时,波形曲面又符合流动特性,与常见的针柱矩阵状通道相比,流动阻力大大降低。

[0038] 换热工质可选用水、制冷剂,换热以单相对流换热来实现冷却技术要求。同时可根据不同散热需求通过控制换热工质的流量来控制换热效率。

[0039] 本发明可用于机车IGBT模块的冷却也可用于计算机芯片的冷却。

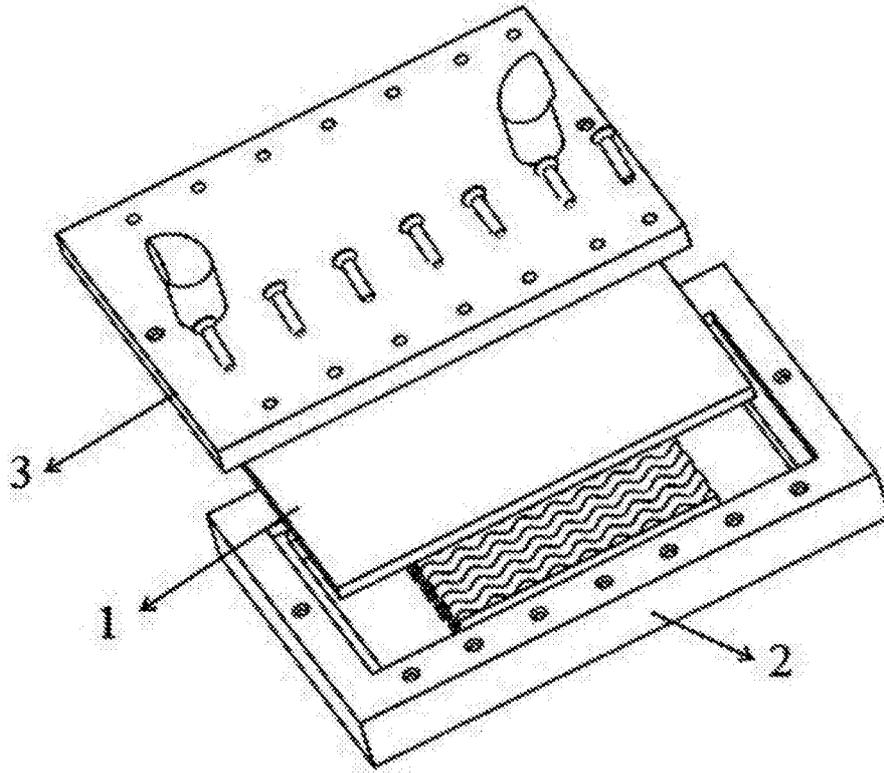


图1

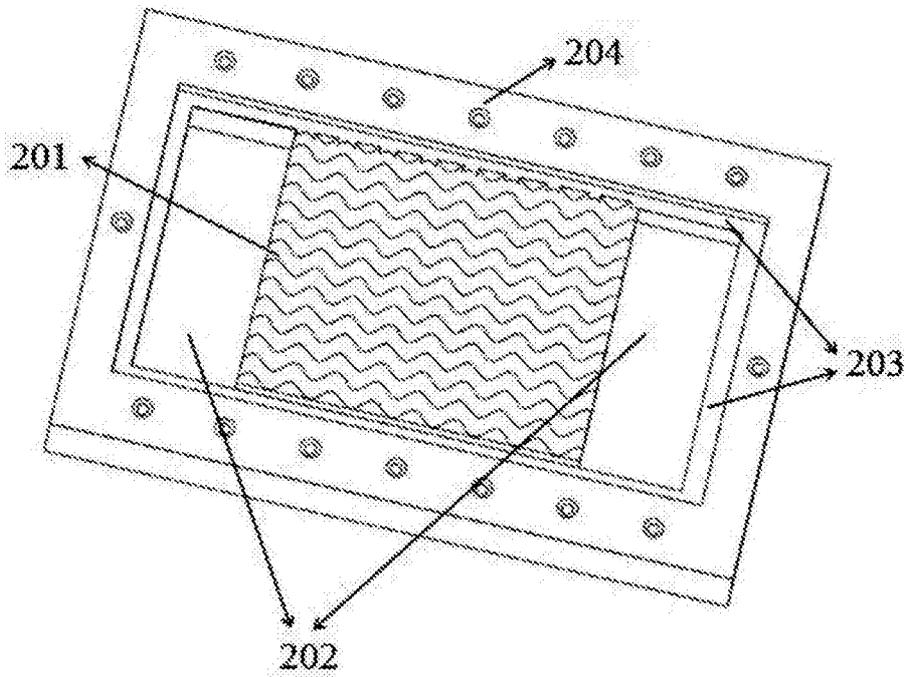


图2

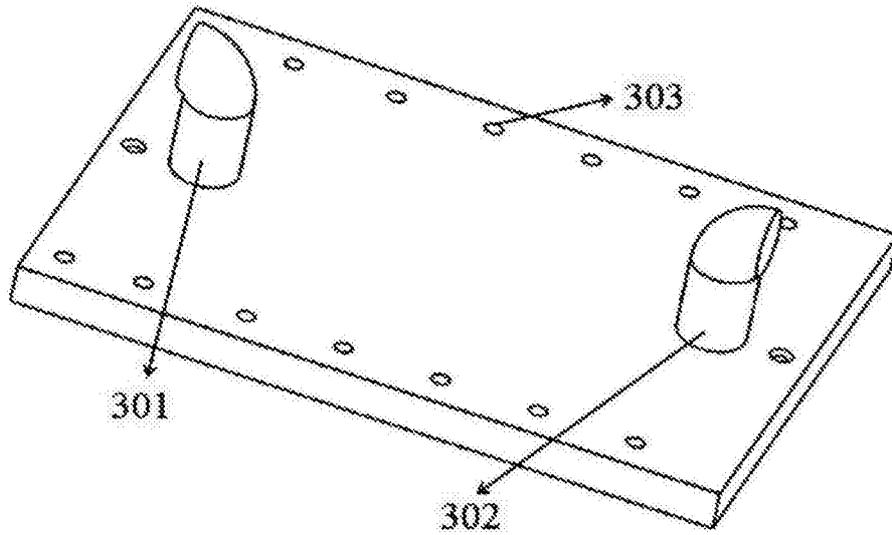


图3

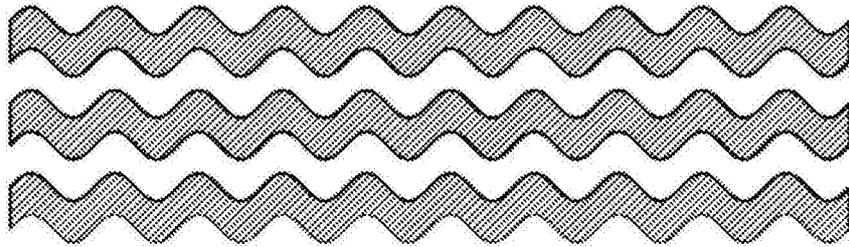


图4

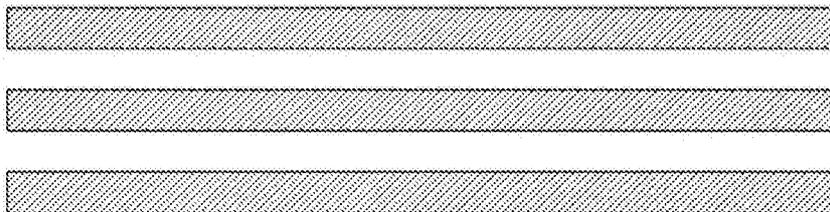


图5

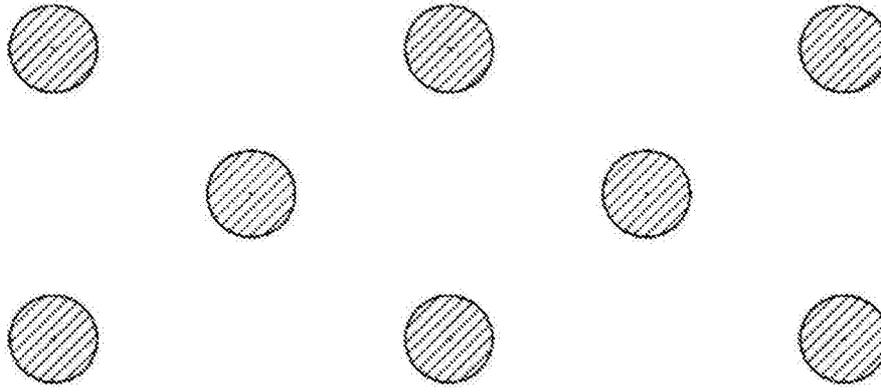


图6