



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108336045 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201810126288.5

(22)申请日 2018.02.07

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 徐冲 徐尚龙 李垚滢 丰瑞鑫

(74)专利代理机构 成都弘毅天承知识产权代理
有限公司 51230

代理人 廖祥文

(51) Int. Cl.

H01L 23/367(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

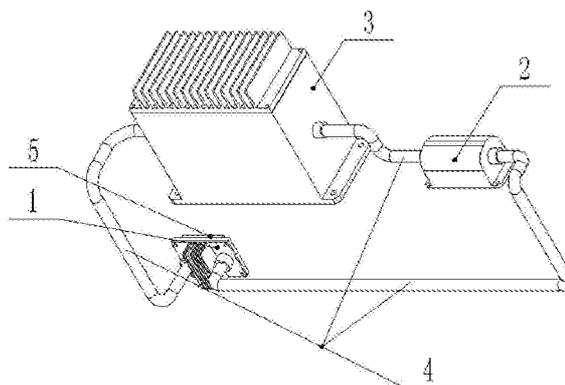
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统

(57)摘要

本发明涉及一种采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,包括微通道散热冷板、微流泵及循环水冷却器;微通道散热冷板包括相互贴合的微通道热沉和盖板,微通道热沉与盖板贴合的侧面内凹形成有集液腔,集液腔两端分别为集液腔进口端和集液腔出口端;集液腔内还并排设置有多组散热肋组,每组散热肋组包括多个由3D打印形成的散热肋,散热肋为仿飞机翼截面的流线形结构,任意两组相邻散热肋组交错设置,任意散热肋之间形成相互连通的微流道。本发明仿机翼截面形的散热肋可增加散热肋的表面积,散热肋背流面的流线型还可避免回流区,间错布置的散热肋形成的复杂微通道可以增强流体的扰动和相互渗混,极大的提高了冷板的散热效率。



1. 采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,包括通过管道(4)相互顺次排列与连通的微通道散热冷板(1)、微流泵(2)及循环水冷却器(3);

其特征在于:

所述微通道散热冷板(1)包括相互贴合的微通道热沉(11)和盖板(12),所述微通道热沉(11)与盖板(12)贴合的侧面内凹形成有集液腔,集液腔两端分别为集液腔进口端(113)和集液腔出口端(114);

所述集液腔内位于集液腔进口端(113)和集液腔出口端(114)之间还并排设置有多组散热肋组,每组散热肋组包括呈直线排列的多个由3D打印形成的散热肋(112),散热肋(112)为仿飞机机翼截面的流线形结构,任意两组相邻散热肋组交错设置,所述任意散热肋(112)之间形成相互连通的微流道(115)。

2. 根据权利要求1所述的采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,其特征在于:从集液腔进口端(113)到集液腔出口端(114)方向的每组所述散热肋(112)的整体尺寸依次增大。

3. 根据权利要求1所述的采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,其特征在于:所述盖板(12)包括两个分别与集液腔进口端(113)和集液腔出口端(114)对应设置的进口接口(121)和出口接口(122),进口接口(121)和出口接口(122)均与管道(4)连通,所述盖板(12)的外侧面位于进口接口(121)和出口接口(122)之间还设置有盖板翅片(123)。

4. 根据权利要求1所述的采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,其特征在于:所述微通道热沉(11)位于集液腔外围还设置有一圈密封槽(111),密封槽(111)内设置有O型密封圈(13)。

5. 根据权利要求1所述的采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,其特征在于:所述循环水冷却器(3)由水箱体(31)、橡胶密封垫(32)及金属盖板(33)组成,所述金属盖板(33)通过橡胶密封垫(32)密封在水箱体(31)上端,水箱体(31)与管道(4)连通,所述金属盖板(33)两侧分别设置有散热柱(331)和翅片(332),所述散热柱(331)位于水箱体(31)内部。

6. 根据权利要求5所述的采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,其特征在于:所述水箱体(31)为透明结构。

7. 根据权利要求1所述的采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,其特征在于:所述管道(4)与微通道散热冷板(1)、微流泵(2)及循环水冷却器(3)的连接方式为焊接或胶接。

采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电子芯片类散热系统,属于电子芯片散热技术领域,更具体地说,本发明涉及一种采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,结合了仿生理论与数值仿真分析方法设计的一种新型散热结构。

背景技术

[0002] 近年来,电子设备趋向大功率、集成化和微型化发展,出现TAB、COB、FC等新型互连技术和多芯片组件(MCM),使微电子组装技术进入一个新的时代,尤其多芯片器件和三维组装技术的发展,为提高微电子组装密度与电器性能、减小体积与功耗提供了很好的技术支撑,但是,随之而来的问题是器件的局部热流密度会急剧增加,有研究表明,芯片级的热流密度可以高达 $100\text{W}/\text{cm}^2$ 以上,而采用三维组装技术的功率模块的热流密度还要高出很多,比如,一些微系统的热流密度高达 $1000\text{W}/\text{cm}^2$ 。电子设备的散热问题已经是制约其功能发展的“瓶颈”,目前对热设计提出了极高的要求,并且散热需求在不断的增长。传统的风冷散热方式已经不能适应这种要求,微通道液冷散热技术正是在这样的背景下产生,并成为近几年来一个新的研究热点。

[0003] 现有的微通道液冷散热系统,一般由微通道冷板、微流泵和冷却水箱以及管道组成。冷板和发热元件贴合连接,发热元件热量通过热传导的方式被冷板吸收,微流泵的动力将冷却水箱中的冷却液体泵入冷板,流动的液体工质通过对流换热的方式带走冷板的热量,冷板出口的高温液体回流入冷却水箱,高温液体在冷却水箱中冷却,这样完成一个循环。其中微通道冷板是完成传质传热的关键部件,是在很薄的硅片或金属薄板表面加工出微流道,并盖上盖板,密封形成微通道冷板。微通道由于尺寸小,结构复杂,传统的机械加工不仅效率低,且合格率也较低。当前市面上的微流道结构通常为直通道或均布圆柱或方向柱的微通道,散热能力差、压降大、壁面温差大,很多都无法满足微通道散热系统的高使用要求。

[0004] 在申请号为201520260907.1,名称为《一种应用3D打印技术的新型水冷板结构》的专利文件中,公开了一种3D打印微通道水冷板结构,其结构包含若干等大小的梯形主水道和圆孔微通道,圆孔微通道间是互不相通的,流体不能实现流动过程中的混合。

[0005] 在申请号为201520346707.8,名称为《一种激光3D打印微通道水冷反射镜》的专利文件中,公开了一种3D打印的微通道水冷反射镜,其结构特点为若干条同心圆沟槽组成的进口端和出口端组成,多条流道并列布置,进口端和出口端的流道间分别有微小开口,可以实现流道间的互通,但流体在环状流道中有180度的流向改变,增大了流动阻力。

发明内容

[0006] 基于以上技术问题,本发明结合仿生与CFD数值仿真方法设计了新型微通道散热结构,并采用了激光烧结3D打印方法,提供了一种采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,可实现复杂结构微通道散热结构的快速制造、获得更高散热能力与更均

匀的散热壁面温度,从而解决了以往微通道散热系统散热能力差、散热壁面温度不均匀的技术问题。

[0007] 为解决以上技术问题,本发明采用的技术方案如下:

[0008] 采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统,包括通过管道相互顺次排列与连通的微通道散热冷板、微流泵及循环水冷却器;

[0009] 所述微通道散热冷板包括相互贴合的微通道热沉和盖板,所述微通道热沉与盖板贴合的侧面内凹形成有集液腔,集液腔两端分别为集液腔进口端和集液腔出口端;

[0010] 所述集液腔内位于集液腔进口端和集液腔出口端之间还并排设置有多组散热肋组,每组散热肋组包括呈直线排列的多个由3D打印形成的散热肋,散热肋为仿飞机机翼截面的流线形结构,任意两组相邻散热肋组交错设置,所述任意散热肋之间形成相互连通的微流道。

[0011] 基于以上技术方案,从集液腔进口端到集液腔出口端方向的每组所述散热肋的整体尺寸依次增大。

[0012] 基于以上技术方案,所述盖板包括两个分别与集液腔进口端和集液腔出口端对应设置的进口接口和出口接口,进口接口和出口接口均与管道连通,所述盖板的外侧面位于进口接口和出口接口之间还设置有盖板翅片。

[0013] 基于以上技术方案,所述微通道热沉位于集液腔外围还设置有一圈密封槽,密封槽内设置有O型密封圈。

[0014] 基于以上技术方案,所述循环水冷却器由水箱体、橡胶密封垫及金属盖板组成,所述金属盖板通过橡胶密封垫密封在水箱体上端,水箱体与管道连通,所述金属盖板两侧分别设置有散热柱和翅片,所述散热柱位于水箱体内部。

[0015] 基于以上技术方案,所述水箱体为透明结构。

[0016] 基于以上技术方案,所述管道与微通道散热冷板、微流泵及循环水冷却器的连接方式为焊接或胶接。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0018] 1、本发明采用交错布置仿机翼截面的散热肋的方法形成微通道,再结合盖板的盖板翅片散热相结合的传热传质的方法,仿机翼截面形的散热肋不仅可以增加散热肋的表面积,散热肋背流面的流线型还可以避免回流区,同时尽可能的降低进出口压降,交错布置的散热肋形成的复杂微通道可以增强流体的扰动和相互渗混,打破边界层,改善液体工质和散热肋之间的对流传热,极大的提高了冷板的散热效率,散热也更为均匀。

[0019] 2、本发明通过每组散热肋的整体尺寸依次增大这种渐变布置的方式,散热肋从进口到出口方向逐渐按比例增大,这样的布置可以使微流道的宽度沿进口到出口方向逐渐减小,使液体工质在前半程换热量较小,而后半程加大换热,使其分布更加均匀,不会出现局部温度过高、散热不均的情况,使得该微通道冷却装置结构紧凑,可长期稳定运行。

[0020] 3、本发明散热肋、微通道冷板均利用3D打印形成,从而加工简单快捷,加工出任意复杂结构散热结构,还可解决微尺寸下复杂结构散热肋加工不便的技术问题。

附图说明

[0021] 图1是本发明的结构示意图;

- [0022] 图2是微通道散热冷板的结构示意图；
- [0023] 图3是微通道热沉的结构示意图；
- [0024] 图4是热沉盖板的结构示意图；
- [0025] 图5是循环水冷却器的结构示意图；
- [0026] 图6是金属盖板的结构示意图；
- [0027] 图7是圆柱形散热肋微通道冷板的底面温度分布云图；
- [0028] 图8是均匀仿机翼截面散热肋微通道冷板的底面温度分布云图；
- [0029] 图9是渐变型仿机翼截面散热肋微通道冷板的底面文图分布云图；
- [0030] 图中标记分别表示为：1、微通道散热冷板；11、微通道热沉；111、密封槽；112、散热肋；113、集液腔进口端；114、集液腔出口端；115、微流道；12、盖板；121、进口接口；122、出口接口；123、盖板翅片；13、O型密封圈；2、微流泵；3、循环水冷却器；31、水箱体；32、橡胶密封垫；33、金属盖板；331、散热柱；332、翅片；4、管道；5、CPU。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。本发明的实施方式包括但不限于下列实施例。

[0032] 实施例1

[0033] 如图1-3所示，采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统，包括通过管道4相互顺次排列与连通的微通道散热冷板1、微流泵2及循环水冷却器3；所述微通道散热冷板1包括相互贴合的微通道热沉11和盖板12，所述微通道热沉11与盖板12贴合的侧面内凹形成有集液腔，集液腔两端分别为集液腔进口端113和集液腔出口端114；所述集液腔内位于集液腔进口端113和集液腔出口端114之间还并排设置有多组散热肋组，每组散热肋组包括呈直线排列的多个由3D打印形成的散热肋112，散热肋112为仿飞机机翼截面的流线形结构，任意两组相邻散热肋组交错设置，所述任意散热肋112之间形成相互连通的微流道115。

[0034] 本实施例的工作原理是：微通道散热冷板1的微通道热沉11与电子设备的CPU 5贴合，将液体工质充满整个管路系统后进行密封，微流泵2产生的动力使液体工质在管道4中流动，具体流动方式为冷却液体从循环水冷却器3中进入微流泵2，液体在微流泵2的驱动下进入到微通道散热冷板1，通过集液腔进口端113进入集液腔，液体在散热肋112之间形成的微流道115内流动并从集液腔出口端114流出，再通过管道4进入循环水冷却器3中进行冷凝，如此循环形成一个封闭的液冷系统，持续进行散热。

[0035] 本实施例的CPU 5产生的热量通过微通道热沉11内的液体工质通过对流传热的方式吸收带走，而微流道115通过交错布置的仿机翼截面的散热肋112的方法形成，从而可利用散热肋112背流面的流线型避免回流区的形成，同时降低集液腔进口端113和集液腔出口端114之间的压降，微通道115还可以增强其内流体的扰动和相互渗混，打破边界层，改善液体工质和散热肋112之间的对流传热，极大的提高了散热效率，散热也更为均匀。

[0036] 本实施例的散热肋112由3D打印技术形成，从而对于现有技术来说，减少了这种微型件的加工难度和成本，缩短了加工时间，同时，3D打印技术形成的散热肋112其尺寸精度更高，表面更为光滑，也进一步提高了系统整体的精度。

[0037] 实施例2

[0038] 本实施例在实施例1基础上增加了以下结构:从集液腔进口端113到集液腔出口端114方向的每组所述散热肋112的整体尺寸依次增大。

[0039] 本实施例中,任意相邻两组散热肋112的整体尺寸均所有不同,且从集液腔进口端113到集液腔出口端114方向整体尺寸依次增大,即散热肋112从集液腔进口端113到集液腔出口端114方向的宽度和长度均按比例依次增大和延长,从而通过这种渐变布置的方式,散热肋112从进口到出口方向逐渐按比例增大,可以使每排的微流道115的宽度沿进口到出口方向逐渐减小,使液体工质在前半程换热量较小,而后半程加大换热,使其分布更加均匀,不会出现壁面局部温度过高、散热不均的情况,进一步增加微通道散热冷板1的换热均匀性,保证CPU 5均匀换热。

[0040] 实施例3

[0041] 如图4所示,本实施例在实施例1或实施例2基础上优化了盖板结构,具体为:所述盖板12包括两个分别与集液腔进口端113和集液腔出口端114对应设置的进口接口121和出口接口122,进口接口121和出口接口122均与管道4连通,所述盖板12的外侧面位于进口接口121和出口接口122之间还设置有盖板翅片123。

[0042] 本实施例中,进口接口121和出口接口122分别与集液腔进口端113和集液腔出口端114对应设置,从而可通过进口接口121送入冷凝的液体工质,再通过出口接口122排出换热后的液体工质,保证液体工质的正确流向,而盖板翅片123位于盖板12外侧直接与空气接触,可通过与空气自然对流散去热,提高微通道散热冷板1整体的散热效果。

[0043] 实施例4

[0044] 本实施例在实施例1-实施例3中任一实施例基础上增加了以下结构:所述微通道热沉11位于集液腔外围还设置有一圈密封槽111,密封槽111内设置有O型密封圈13。

[0045] 本实施例为保证微通道热沉11和盖板12的贴合度,减少密封泄露,在集液腔外围设置密封槽111,密封槽111内设置O型密封圈13,通过密封圈13实现集液腔的密封,同时也不影响微通道热沉11和盖板12的贴合。

[0046] 实施例5

[0047] 如图5、图6所示,本实施例在上述任一实施例基础上,对循环水冷却器做了进一步优化,具体是:所述循环水冷却器3由水箱体31、橡胶密封垫32及金属盖板33组成,所述金属盖板33通过橡胶密封垫32密封在水箱体31上端,水箱体31与管道4连通,所述金属盖板33两侧分别设置有散热柱331和翅片332,所述散热柱331位于水箱体31内部。

[0048] 本实施例中,循环水冷却器3中的液体工质通过金属盖板33上的导热柱331吸收大部分热量,少部分由翅片332通过空气自然对流散去,另一部分热量则由水箱体31通过空气的自然对流散去,从而循环水冷却器3整体均可散热,提高了其冷却效果。

[0049] 本实施例考虑到液体工质在水箱体31的流动情况,将金属盖板33深入水箱体31内部的散热柱331设计成圆柱形结构,可减少液体工质的扰动和流动阻力,提高液体的换热均匀度和效率。

[0050] 基于以上,本实施例所述水箱体31为透明结构。水箱体31设计成透明结构,即可从外部观察液体工质流动情况,以方便检修和了解系统运行情况。

[0051] 实施例6

[0052] 本实施例在上述任一实施例基础上做了如下优化：所述管道4与微通道散热冷板1、微流泵2及循环水冷却器3的连接方式为焊接或胶接。焊接或胶接可根据具体电器件和系统进行选择。

[0053] 为更好的实现本发明，下面列举具体实施例，具体实施例将结合具体数据对本发明做进一步说明。

[0054] 具体实施例

[0055] 如图1-6所示，采用3D打印的仿机翼截面散热肋构成的微通道散热系统，包括通过管道4相互顺次连通的微通道散热冷板1、微流泵2及循环水冷却器3；所述微通道散热冷板1包括相互贴合的微通道热沉11和盖板12，所述微通道热沉11与盖板12贴合的侧面内凹形成有集液腔，集液腔两端分别为集液腔进口端113和集液腔出口端114；所述集液腔内位于集液腔进口端113和集液腔出口端114之间还并排设置有五组散热肋组，每组散热肋组包括呈直线排列的多个由3D打印形成的散热肋112，散热肋112为仿飞机机翼截面的流线形结构，任意两组相邻散热肋组交错设置，所述任意散热肋112之间形成相互连通的微流道115；从集液腔进口端113到集液腔出口端114方向的每组所述散热肋112的整体尺寸依次增大；所述盖板12包括两个分别与集液腔进口端113和集液腔出口端114对应设置的进口接口121和出口接口122，进口接口121和出口接口122均与管道4连通，所述盖板12的外侧面位于进口接口121和出口接口122之间还设置有盖板翅片123；所述微通道热沉11位于集液腔外围还设置有一圈密封槽111，密封槽111内设置有O型密封圈13；所述循环水冷却器3由水箱体31、橡胶密封垫32及金属盖板33组成，所述金属盖板33通过橡胶密封垫32密封在水箱体31上端，水箱体31与管道4连通，所述金属盖板33两侧分别设置有散热柱331和翅片332，所述散热柱331位于水箱体31内部；所述水箱体31为透明结构；所述管道4与微通道散热冷板1、微流泵2及循环水冷却器3的连接方式为焊接。

[0056] 将整个系统在主机箱上安装好，充满液体工质后进行密封，微流泵2产生的动力使液体工质在管路中流动，具体流动方式为冷却液体从循环水冷却器3中进入微流泵2，液体在微流泵2的驱动下进入到微通道散热冷板1，CPU 5产生的热量通过传导的方式被微通道散热冷板1吸收，微通道散热冷板1吸收的热量大部分通过对流传热的方式被液体工质吸收，另一部分热量由盖板12通过空气自然对流散去，流经微通道散热冷板1的液体工质通过管道4进入循环水冷却器3中进行冷凝，循环水冷却器3中的水通过金属盖板33上的导热柱331吸收大部分热量，由翅片332通过空气自然对流散去，另一部分热量由水箱体31通过空气的自然对流散去，经冷却后的液体工质通过管道4再次进入微流泵2，如此循环形成一个封闭的液冷系统。CPU5与微通道散热冷板1通过导热硅胶进行胶结，并通过螺栓，将微通道散热冷板1和主板连接，并压紧CPU 5固定。五组散热肋组从集液腔进口端113到集液腔出口端114方向按照每组数量为9、8、9、8、9的散热肋112设置，从而任意相邻散热肋组内散热肋112均交错设置形成微流道115；管道4为透明塑料材料，内径约为7-8mm，外径约为9.5mm，与微通道散热冷板1和微流泵2采用胶结，端面采用O型密封圈13进行密封。所有零部件在装配前，均采用超声波清洗仪进行清洗，清洗溶液为丙酮。微流泵2可选用东远牌SC-300T型号或P67A、B、D、F系列微水泵。微通道热沉11采用铝粉材料，激光3D打印加工，微通道热沉11中部整体沉台腔包含集液腔进口端113、集液腔出口端114及微流道115，微流道115为2.5mm深，散热肋112高度也为2.5mm。盖板12由铝合金铸造加工，两端的进口接口121、出口接口122内

径为9.5mm、外径为13mm,其中进口接口121和出口接口122内设置腰型孔,腰型孔宽度为4mm,长度为9mm,进口接口121和出口接口122向外凸出,凸台高为7mm;盖板翅片123底端宽1.5mm、顶端宽1mm,总高为10mm。

[0057] 仿真实验:

[0058] 试验条件:微通道散热冷板1的材质为铝合金,液体工质为纯水。

[0059] 入口条件:采用速度入口为0.3m/s,水温为27℃。

[0060] 出口条件:压力出口,基准为标准大气压。

[0061] 发热设置:微通道散热冷板1底面中间30*30mm区域,设置了热流密度为50w/cm²的恒定热源。

[0062] 其余设置:微通道散热冷板1暴露在空气中的面,均设置对流传热系数为5W/(m²*K)的恒定热源。

[0063] 如图7所示为现有技术圆柱形散热肋微通道冷板的底面温度分布云图,峰值温度为58.3℃,最低温度为33.1℃。图8所示为本发明均匀仿机翼截面散热肋微通道冷板的底面温度分布云图,其峰值温度为57.7℃,最低温度为29.9℃。图9所示为现有技术渐变型仿机翼截面散热肋微通道冷板的底面温度分布云图,其峰值温度为57.2℃,最低温度为29.8℃。从图8可以看出,采用仿机翼截面散热肋微通道冷板的峰值温度和最低温度,都明显小于采用圆柱形散热肋微通道冷板的峰值温度和最低温度。

[0064] 如上所述即为本发明的实施例。前文所述为本发明的各个优选实施例,各个优选实施例中的优选实施方式如果不是明显自相矛盾或以某一优选实施方式为前提,各个优选实施方式都可以任意叠加组合使用,所述实施例以及实施例中的具体参数仅是为了清楚表述发明人的发明验证过程,并非用以限制本发明的专利保护范围,本发明的专利保护范围仍然以其权利要求书为准,凡是运用本发明的说明书及附图内容所作的等同结构变化,同理均应包含在本发明的保护范围内。

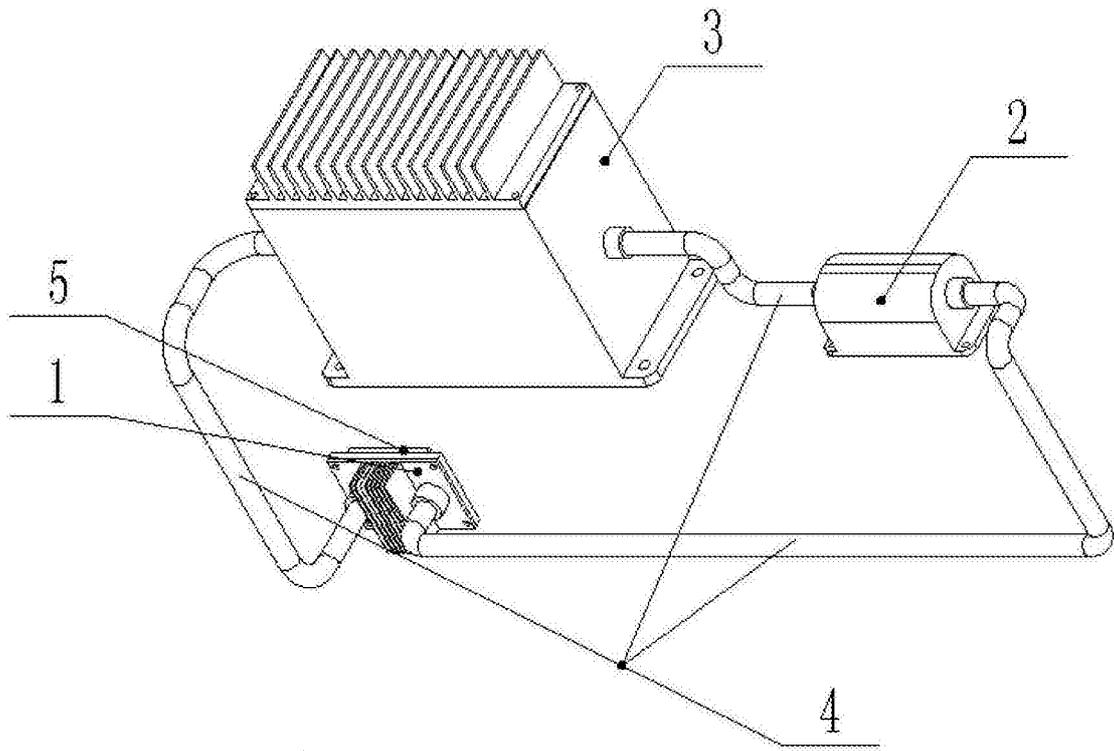


图1

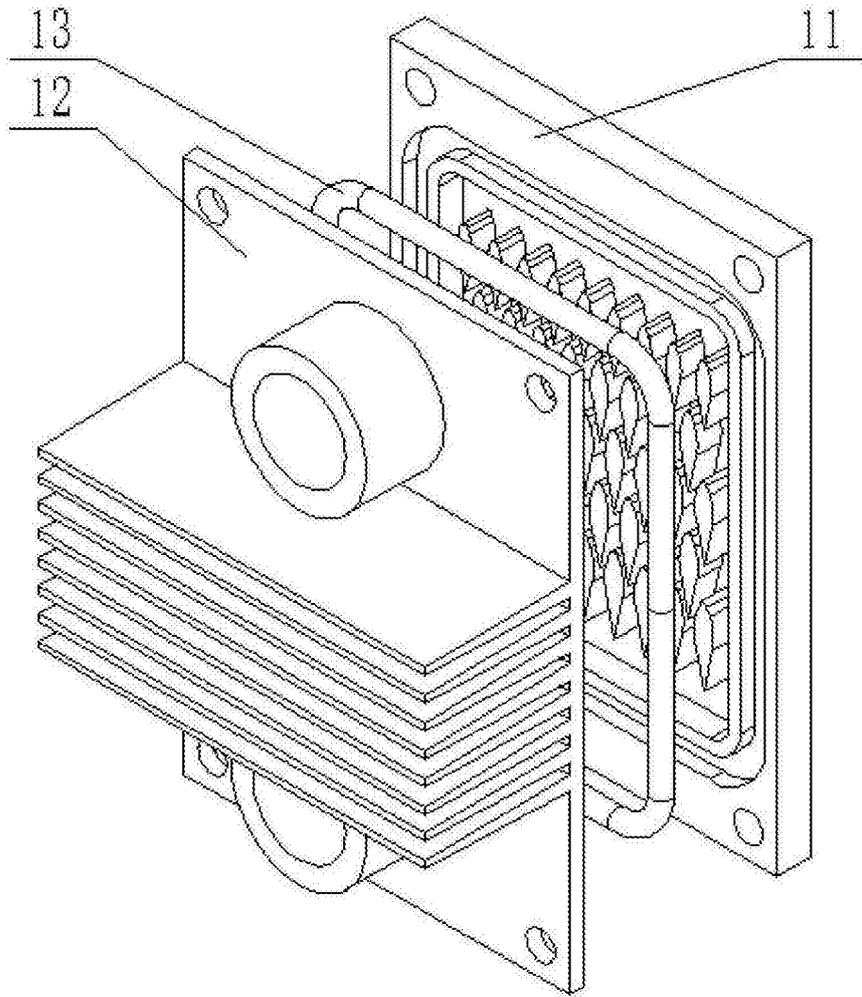


图2

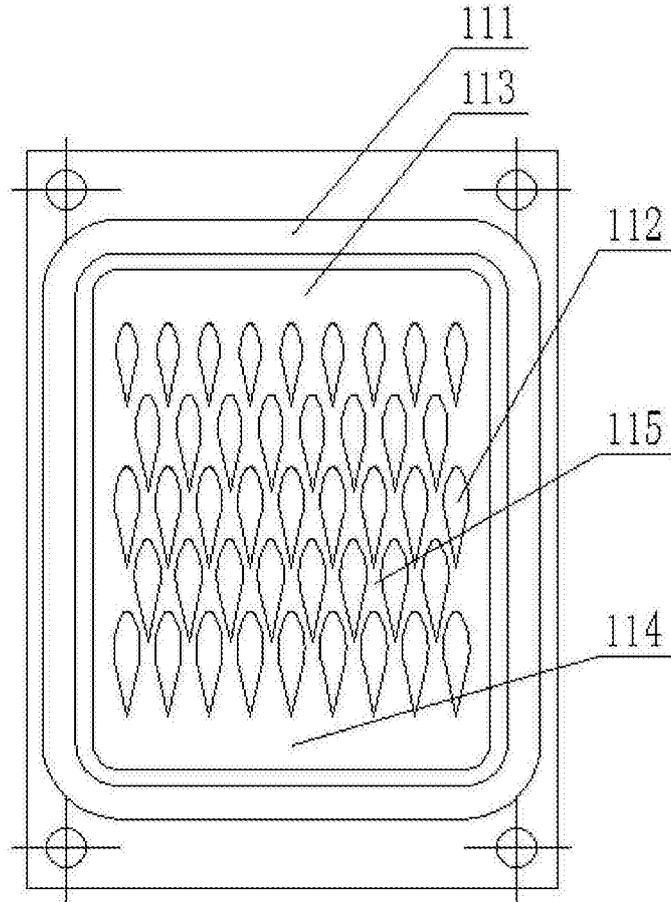


图3

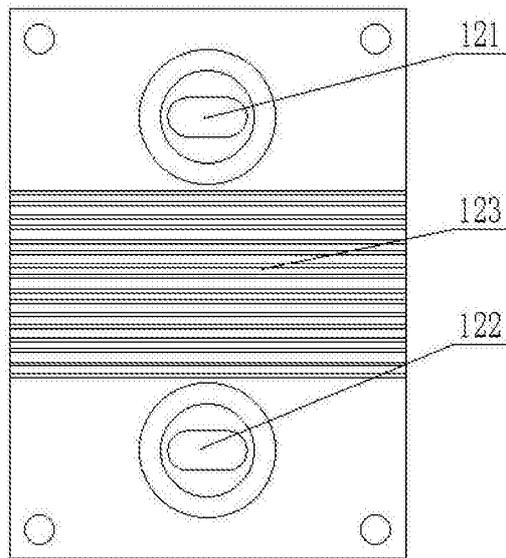


图4

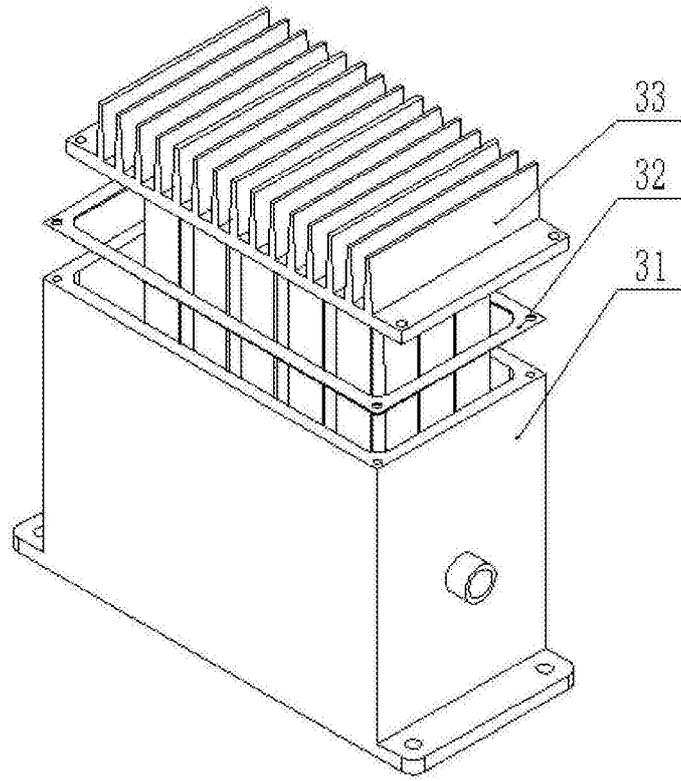


图5

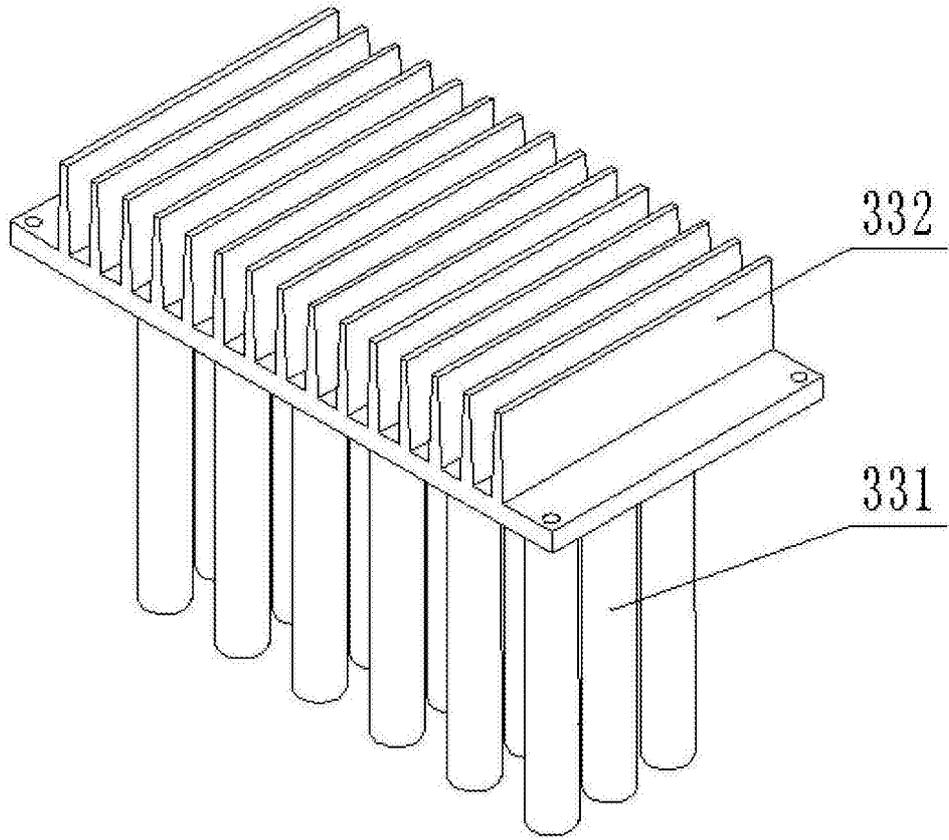


图6

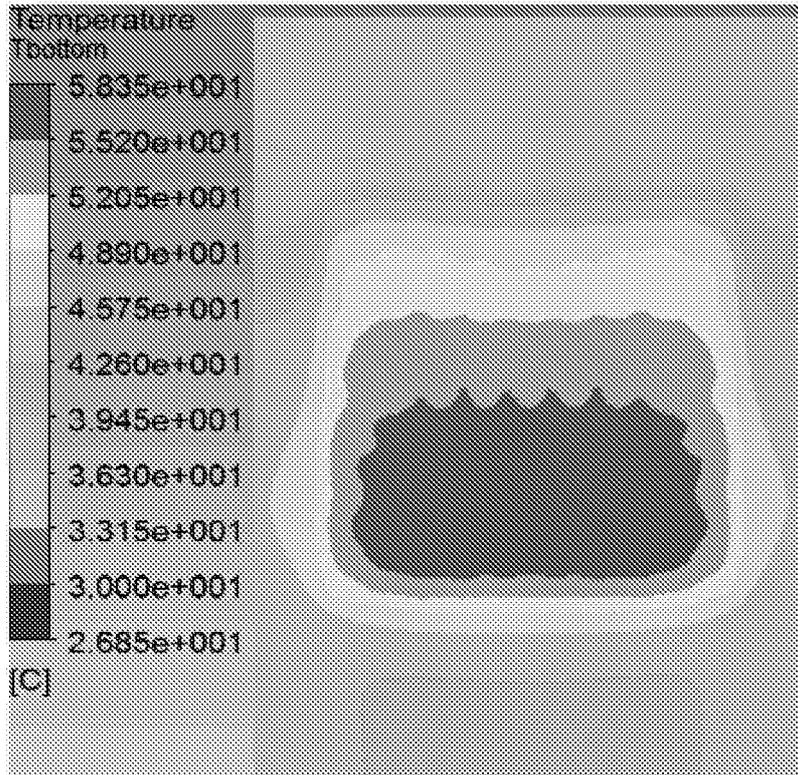


图7

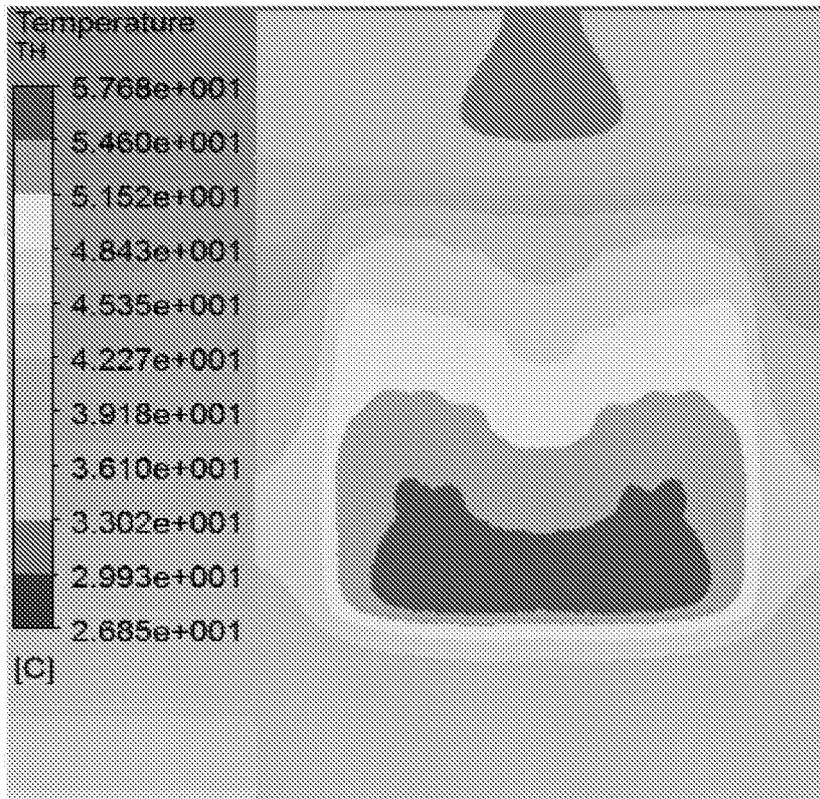


图8

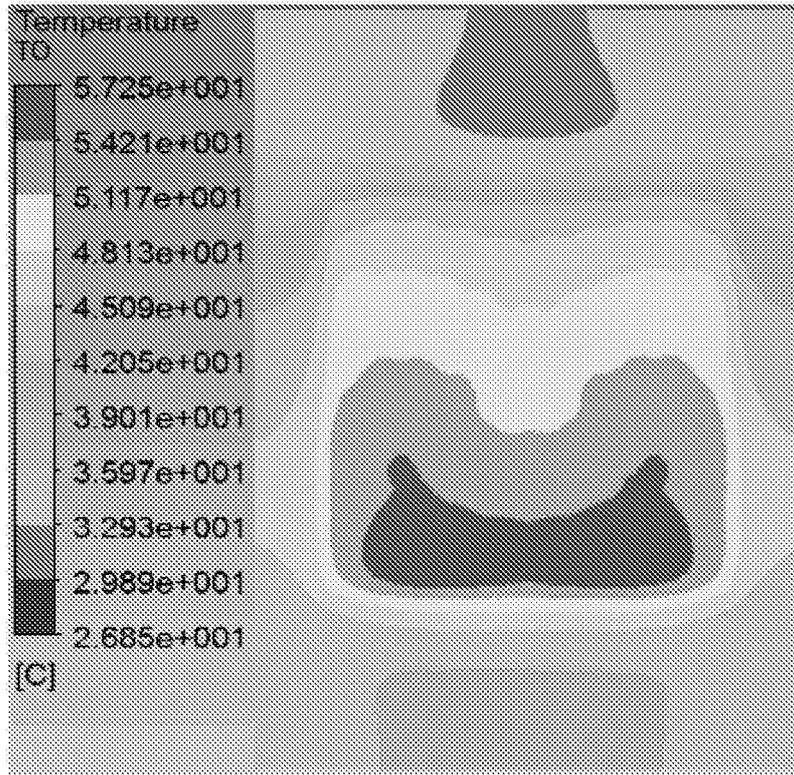


图9