



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102683307 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201210174280. 9

(22) 申请日 2012. 05. 31

(73) 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 张程宾 陈永平 刘向东 许飞  
施明恒

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所  
32250

代理人 王斌

(51) Int. Cl.

H01L 23/427(2006. 01)

F28D 15/04(2006. 01)

G06F 1/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102121802 A, 2011. 07. 13, 全文.

US 2011/0209864 A1, 2011. 09. 01, 全文.

JP 特开平 6-29683 A, 1994. 02. 04, 全文.

审查员 李艳红

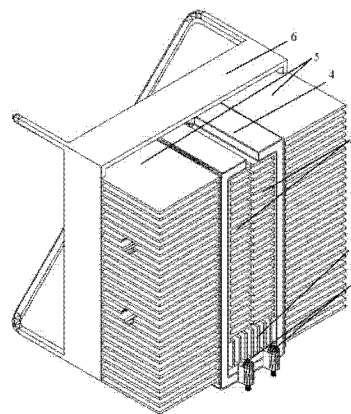
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器

(57) 摘要

本发明公开了一种复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,包括热管、紧固翅片、侧部散热翅片和风扇,热管包括基部以及两个侧部,侧部与基部垂直,基部为蒸发段,侧部为冷凝段,在基部和侧部内均设置有毛细槽道,基部的毛细槽道与所述侧部的毛细槽道连通,毛细槽道设置在一基板的正面和反面,在基板的正面和反面上再均设置一密封毛细槽道的盖板,基部通过所述的紧固翅片与 CPU 芯片紧贴并固定,侧部与侧部散热翅片紧贴并相互连接,风扇固定在热管的背面。本发明结构简单,装配方便,散热能力强且能适应水平甚至逆重力方向的散热需求;复合式双并联三角形槽道提高了工作的可靠性;金属多孔层和聚合物疏水层,强化了两部分槽道内相应的沸腾及冷凝换热。



1. 一种复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,包括热管(4)、紧固翅片(2)、侧部散热翅片(3、5)和风扇(6),其特征在于:所述的热管为复合式角管型平板自激励毛细热管(4),该复合式角管型平板自激励毛细热管(4)包括基部以及两个侧部,所述的侧部与所述的基部垂直,基部为蒸发段,侧部为冷凝段,在所述的基部和侧部内均设置有毛细槽道,基部的毛细槽道与所述侧部的毛细槽道连通,所述毛细槽道设置在一基板的正面和反面,在基板的正面和反面上再均设置一密封所述毛细槽道的盖板(10),所述的基部通过所述的紧固翅片(2)与 CPU 芯片紧贴并固定,所述的侧部与所述的侧部散热翅片(3、5)紧贴并相互连接,所述风扇(6)固定在所述热管的背面。

2. 如权利要求 1 所述的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,其特征在于:所述复合式角管型平板自激励毛细热管(4)的正面和反面的毛细槽道相间布置并在部分端部位置相互贯通,在所述的基板上形成两个相互复合、相互并联的闭路式角管型自激励毛细热管。

3. 如权利要求 1 所述的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,其特征在于:在所述基部的毛细槽道内表面加工有金属多孔层;所述的侧部的毛细槽道内表面制备了聚合物疏水层。

4. 如权利要求 2 所述的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,其特征在于:在所述侧部散热翅片(5)背侧外边缘上设有卡口(7),在所述风扇(6)外框边缘内侧设有与所述卡口(7)相互配合的卡槽(8)。

5. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,其特征在于:所述毛细槽道截面为三角形,当量直径介于 0.5 ~ 3.5mm。

## 复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种散热装置,具体涉及的是一种为高热流密度 CPU 芯片散热而设计的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器。

### 背景技术

[0002] 随着电子技术的迅猛发展,电子器件及设备正向着高性能、紧凑化、小型化的方向发展,导致芯片的集成度、封装密度以及工作频率的不断提高,使得高热流密度发热芯片(如 CPU、GPU、LED)的能耗与日俱增,如 Intel core i7-3960X CPU 的功耗为 135W, NVIDIA 高端显卡 GeForce GTX 590 的功耗则高达 365W。而传统的基座与翅片一体成型加风扇强制对流组成的散热器已经很难满足散热要求,因而迫切需要研发高热流密度的散热技术来加以解决。为此,目前发展出了热管散热、主动式液体循环散热、热电制冷、液滴射流/喷淋式制冷等多种新型的散热技术。其中,热管散热技术以其成本低、散热性能好、可靠性高等特点得到了较为广泛的应用。目前,在电子芯片散热领域较为常用的有普通毛细芯热管和重力热管等。而普通毛细芯热管要在内管壁上烧结毛细芯,制作工艺较为复杂。而重力热管虽不需吸液芯,但冷凝段工质必须依靠重力辅助回流至蒸发段实现循环,所以在水平或是逆重力方向工作时,热管传热性能会大大的降低甚至产生失效,因此,重力热管散热装置不适用于竖直或是散热面朝向为逆重力方向的发热芯片,如一般的显卡发热芯片(GPU)等。

[0003] 自激励毛细热管是上世纪 90 年代提出的一种新型、高效的传热元件。该类热管一般是由完成蛇形的毛细通道抽真空后充入部分工质构成的,可分为首尾相连的闭路式和首尾不连的开路式两种,其运行原理与传统毛细热管有很大不同。由于通道直径达到毛细尺度,表面张力克服重力的作用使管内工质形成随机分布的气栓和液栓。热管内工质在蒸发段吸热升温,液体气化迅速膨胀而升压,推动工质流向冷凝段;在冷凝段工质放热降温,气泡收缩,气体冷凝成液体,压力下降。由于两端压差,以及气/液栓分布的随机性和局部传热的不均匀性导致在相邻管内压力不平衡,造成工质在蒸发段和冷凝段间自激振荡流动,实现热量由一端到另一端的传递。该类热管不仅具有传统吸液芯热管及重力热管成本低、散热性能好的特点,而且具有结构简单,加工方便,易弯折布置,可逆重力运行(通道弯数大于 16 时)等特殊优势,适合于各种角度放置的大功率发热芯片散热。但是,常规的管式自激励毛细热管一般由金属毛细管经多次弯曲而成,其外形与发热芯片很难匹配,而且其多为单毛细管一次成型,良品率较低,可靠性不好。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种结构简单合理,结构紧凑、传热性能优良的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了一种复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,包括热管、紧固翅片、侧部散热翅片和风扇,其特征在于:所述的热管为复合式角管型平板自激励毛细热管,该复合式角管型平板自激励毛细热管包括基部以及两个侧部,所述

的侧部与所述的基部垂直,基部为蒸发段,侧部为冷凝段,在所述的基部和侧部内均设置有毛细槽道,基部的毛细槽道与所述侧部的毛细槽道连通,所述毛细槽道设置在一基板的正面和反面,在基板的正面和反面上再均设置一密封所述毛细槽道的盖板,所述的基部通过所述的紧固翅片与 CPU 芯片紧贴并固定,所述的侧部与所述的侧部散热翅片紧贴并相互连接,所述风扇固定在所述热管的背面。

[0006] 所述复合式角管型平板自激励毛细热管的正面和反面的毛细槽道相间布置并在部分端部位置相互贯通,在所述的金属基板上形成两个相互复合、相互并联的闭路式角管型自激励毛细热管。

[0007] 在所述基部的毛细槽道表面加工有金属多孔层;所述的侧部的毛细槽道表面制备有聚合物疏水层。

[0008] 所述侧部散热翅片包括一对内翅片组和一对外翅片组,所述的一对内翅片组固定在所述的两个侧部中间,所述的一对外翅片组固定在所述的两个侧部外表面。

[0009] 在所述的一对侧部散热翅片背侧外边缘上设有卡口,在所述风扇外框边缘内侧设有与所述卡口相互配合的卡槽。

[0010] 所述毛细槽道截面为三角形,当量直径介于 0.5 ~ 3.5mm。

[0011] 本发明采用了新型高效的角管型平板自激励毛细热管作为基本的传热元件,与传统的毛细芯和重力热管相比,此热管无需烧结或制作槽道内的毛细芯,制作简单,成本低廉;部分相邻的所述正反面槽道端部对应位置处的金属壁被打通,使得所述的部分相邻正反面槽道贯通,从而在同一块所述金属基板上形成两个相互复合、相互并联的闭路式自激励毛细热管,采用这样的设计,充分利用了所述基板的空间,提高了结构紧凑性,而且当其中有一个所述的闭路式自激励毛细热管工作失效时,与其并联的另外一个闭路式自激励毛细热管则可以继续维持所述散热器的正常工作,从而提高了所述的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器的工作可靠性。

[0012] 作为本发明的优选技术方案,所述侧部散热翅片包括一对内翅片组和一对外翅片组。所述复合式角管型平板自激励毛细热管的蒸发段和两侧的冷凝段两面均涂有导热硅脂,以减小接触热阻。所述内翅片组位于所述复合式角管型平板自激励毛细热管两个侧部的内部,所述外翅片组位于所述复合式角管型平板自激励毛细热管两个侧部的内部,所述复合式角管型平板自激励毛细热管两个侧部和所述的内、外翅片组上的对应位置开有螺纹孔,紧固螺钉穿过螺纹孔将三者串接并紧固在一起。所述复合式角管型平板自激励毛细热管的紧固翅片包括基座和固定在基座上的翅片,在所述基座上的四角各有一个凸缘,上面开有螺纹孔供紧固螺钉旋压固定,所述的基部通过所述的紧固翅片与需要散热的部件紧贴并固定连接。采用所述的蒸发段紧固翅片,可以在固定所述的复合式角管型平板自激励毛细热管的同时,为所述的基部蒸发段提供除了所述热管自身工作散热量之外的辅助散热,进一步提高了所述散热器的综合散热性能。

[0013] 在所述一对侧部散热翅片背侧外边缘上设有卡口,在所述风扇外框边缘内侧设有与所述卡口相互配合的卡槽。卡口和卡槽的设计使得风扇的安装和拆卸都很方便。

[0014] 所述毛细槽道截面为三角形,当量直径介于 0.5 ~ 3.5mm。这样的设计使得所述毛细槽道在其尖角处产生很大的毛细力,在相同当量直径及相同加热温差下,其蒸发传热量要比矩形和圆形截面槽道的要大。此外,该毛细尺度下,表面张力作用凸显,所述的复合式

角管型平板自激励毛细热管内表面张力可以克服重力的影响,在水平安装甚至逆重力运行时仍具有良好的传热性能。

[0015] 作为本发明的进一步改进,在所述基部的槽道内表面喷涂金属多孔层,而在所述的侧部槽道内表面制备一层聚合物疏水层。采用喷涂金属多孔层的设计可以大大的增加沸腾过程中所述基部蒸发段槽道内表面上的汽化核心和有效换热面积,从而有效的强化所述蒸发段的沸腾换热强度;采用制备一层聚合物疏水层的设计,可以促进冷凝换热系数很大的滴状冷凝的产生,此外,聚合物表面各种键能含量的不同,促使聚合物表面形成较多的成核中心,从而有效的强化了所述侧部冷凝段的冷凝换热强度。

[0016] 本发明是一种为高热流密度 CPU 芯片散热而设计的复合式角管型平板自激励毛细热管散热器,结构简单,装配方便。该散热器采用了新型高效的角管型平板自激励毛细热管作为基本的传热元件,与传统的毛细芯和重力热管相比,此热管无需烧结或制作槽道内的毛细芯,制作简单,成本低廉;热管槽道水力直径为毛细尺度,削弱了重力对管内工质流动及传热的影响,使其可以水平甚至逆重力运行;槽道横截面为三角形,使毛细槽道在其尖角处产生很大的毛细力,在相同当量直径及相同加热温差下,其蒸发传热量要比矩形和圆形截面槽道的要大;采用正反面双并联复合式槽道的设计,提高了换热器的结构紧凑性,并使两并联的闭路式自激励毛细热管互为备份,提高了散热器工作的可靠性。另外,在热管基部蒸发段和侧部冷凝段槽道内表面分别喷涂金属多孔层和制备聚合物疏水层,可以分别强化相应工作段内的沸腾及滴状冷凝换热,进一步提高了散热器的整体散热性能。

#### 附图说明

[0017] 图 1 是本发明的立体结构示意图;

[0018] 图 2 是本发明的立体结构装配示意图;

[0019] 图 3 是本发明的复合式角管型平板自激励毛细热管的制作流程图;

[0020] 图 4 是本发明的金属基板上双面双并联复合式槽道侧面剖视图;

[0021] 图 5 是双面槽道的贯通示意图。

[0022] 图 6 是本发明的基部蒸发段紧固翅片结构示意图;

[0023] 图 7 是本发明的基部蒸发段槽道截面示意图;

[0024] 图 8 是本发明的侧部冷凝段槽道截面示意图。

[0025] 其中,1- 紧固螺钉,2- 基部蒸发段紧固翅片,3- 侧部冷凝段内翅片组,4- 复合式角管型平板自激励毛细热管,5- 侧部冷凝段外翅片组,6- 风扇,7- 卡口,8- 卡槽,9- 基板,10- 盖板,11- 基座,12- 一体成型翅片,13- 凸缘,14- 金属多孔层,15- 聚合物疏水层,16- 槽道 A,17- 槽道 B,18- 贯通通道。

#### 具体实施方式

[0026] 下面结合附图详细说明本发明的优选技术方案。

[0027] 如图 1、2 所示,本发明的复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器,包括复合式角管型平板自激励毛细热管 4、一对侧部冷凝段内翅片组 3、一对侧部冷凝段外翅片组 5、一个基部蒸发段紧固翅片 2 和风扇 6。

[0028] 如图 3 所示,所述复合式角管型平板自激励毛细热管 4 是由一窄长平板状自激励

毛细热管经过两次热弯折而形成的一方框形结构,其开口位于顶部,基部和两侧分别为蒸发段和冷凝段;所述窄长平板状自激励毛细热管由基板9两面分别焊接一层盖板10密封而成,所述基板9正反面分别刻有多条槽道,且正反面槽道相间布置,所述正反面槽道端部对应位置相通,所述槽道截面为三角形,当量直径介于0.5~3.5mm,并且在所述蒸发段的槽道内表面喷涂金属多孔层14,而在所述冷凝段的槽道内表面制备一层聚合物疏水层15。

[0029] 所述蒸发段紧固翅片2包括基座11和加工在基座11上的翅片12,在所述基座11上的四角各有一个凸缘13,上面开有螺纹孔,供紧固螺钉1穿过并固定。所述侧部冷凝段内翅片组3位于所述复合式角管型平板自激励毛细热管4方框形结构内部,所述侧部冷凝段外翅片组5位于所述复合式角管型平板自激励毛细热管4方框形结构两侧;所述复合式角管型平板自激励毛细热管4两侧的冷凝段和所述侧部冷凝段内翅片组3、侧部冷凝段外翅片组5上对应位置开有螺纹孔,供紧固螺钉1穿过并连接固定。在所述侧部冷凝段外翅片组5背侧外边缘上设有卡口7,在所述风扇6外框边缘内侧设有与所述卡口7相互配合的卡槽8。

[0030] 如图2所示,装配前,首先要将各个导热接触面加工平整并清洗干净,并对所述的方框形复合式角管型平板自激励毛细热管4进行密封检查,而后抽真空充入30%~60%的工质,工质种类可根据工作温度及管体材料相容性等来选择,如水、氨、乙醇、甲醇、丙酮、R123等制冷剂,以及可以起到强化换热效果的高比热容、高导热系数的纳米流体等。然后,将所述冷凝段内翅片组3和冷凝段外翅片组5与冷凝段间的导热接触面上涂上导热硅脂,并利用所述紧固螺钉1将三者串接并紧密贴合固定起来。同样的,在所述基部蒸发段与所述蒸发段紧固翅片2和发热CPU芯片间的导热接触面上涂上导热硅脂,利用所述紧固螺钉1穿过所述蒸发段紧固翅片2中四角凸缘13上的螺孔并与主板上相应的固定螺孔旋紧,将所述的基部蒸发段紧固在所述发热CPU芯片上。最终,通过所述的冷凝段外翅片组5背侧外边缘及风扇6外框边缘内侧相应的卡口7和卡槽8,将所述的风扇6卡固在散热器主体的背面。

[0031] 在工作过程中,所述复合式角管型平板自激励毛细热管CPU散热器的蒸发段吸收需要散热的部件如芯片所发出的热量,工质升温气化迅速膨胀而升压,推动工质流向所述的冷凝段,该段内工质放热冷凝,压力下降,所释放的热量经过管壁传导至所述冷凝段内、外翅片组,而后依靠所述风扇所提供的冷气流以强制对流的方式将热量带走。同时,所述冷凝段内的冷凝液相工质又回流至所述蒸发段内再次吸热蒸发。如此往复,工质在所述的蒸发段及冷凝段间实现自激振荡循环流动,将所述芯片产生的热量输运至所述的冷凝段并释放到周围空间中。

[0032] 图4、图5给出了所述的金属基板9上双面双并联复合式槽道的空间结构。如图所示,为节省空间,在所述的高导热率金属(合金)基板9正反两面同时机械加工出多条毛细槽道,正反面槽道相间布置,在部分相邻正反面槽道端部对应位置处,隔断所述正反面槽道的金属壁被打通形成贯通通道18,从而使得所述正反面槽道16和17贯通。通过这样的方式,可以在同一块所述的高导热率金属(合金)基板9上加工成两个相互复合、相互并联的槽道。在加盖所述的高导热率金属(合金)盖板10并焊接密封后,便形成了两个并联的闭路式自激励毛细换热管路。这样的设计充分利用了所述的高导热率金属(合金)基板9的立体空间,提高了结构紧凑性,而且当其中有一个所述的闭路式自激励毛细热管工作失效时,与其

并联的另外一个闭路式自激励毛细热管则可以继续维持所述散热器的正常工作,从而提高了所述复合式角管型平板自激励毛细热管 CPU 散热器的工作可靠性。所述毛细槽道的横截面为三角形,当量直径介于 $0.5 \sim 3.5\text{mm}$ 。采用三角形截面槽道可以使得槽道尖角处产生很大的毛细力,在相同当量直径及相同加热温差下,其蒸发传热量要大于矩形和圆形截面槽道。此外,该毛细尺度下,所述的复合式角管型平板自激励毛细热管内表面张力可以克服重力的影响,在水平安装时仍具有良好的传热性能,且槽道越多,重力影响越小,当槽道弯数大于 16 时,重力对所述热管传热性能的影响几乎可以忽略不计。

[0033] 所述的复合式角管型平板自激励毛细热管的高导热率金属(合金)基板、密封盖板基座和翅片可以根据工作条件、管体材料相容性等选择不同的材料,如碳素钢、低合金钢、不锈钢、铜(合金)、铝(合金)、镍(合金)等。

[0034] 如图 7 所示,采用火焰喷涂金属粉末法在所述蒸发段的槽道内表面上加工一层平均孔径为 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ ,平均厚度为 $0.2 \sim 0.5\text{mm}$ ,孔隙率为 $30\% \sim 45\%$ 的金属多孔涂层。所述的金属粉末可根据工作条件、基板材料、与工质相容性等选择不同的材料,如铜(合金)粉,铝(合金)粉,不锈钢粉等。采用这样的设计可以大大的增加沸腾过程中所述蒸发段槽道内表面上的汽化核心和有效换热面积,从而有效的强化所述蒸发段的沸腾换热强度。

[0035] 如图 8 所示,采用等离子体表面聚合方法,在所述的冷凝段槽道内表面制备一层聚合物疏水层,如在黄铜表面制备六氟丙烯聚合物层、紫铜表面制备聚八氟环丁烷层等。采用这样的设计,可以获得较好的冷凝换热系数很大的滴状冷凝,此外,聚合物表面各种键能含量的不同,促使聚合物表面形成较多的成核中心,从而有效的强化了所述冷凝段的冷凝换热强度。

[0036] 本发明是一种为高热流密度 CPU 芯片散热而设计的复合式角管型平板自激励毛细热管散热器,结构简单,装配方便。该散热器采用了新型高效的角管型平板自激励毛细热管作为基本的传热元件,与传统的毛细芯和重力热管相比,此热管无需烧结或制作槽道内的毛细芯,制作简单,成本低廉;热管槽道水力直径为毛细尺度,削弱了重力对管内工质流动及传热的影响,使其可以水平甚至逆重力运行;槽道横截面为三角形,使毛细槽道在其尖角处产生很大的毛细力,在相同当量直径及相同加热温差下,其蒸发传热量要比矩形和圆形截面槽道的要大;采用正反面双并联复合式槽道的设计,提高了换热器的结构紧凑性,并使两并联的闭路式自激励毛细热管互为备份,提高了散热器工作的可靠性。另外,在热管蒸发段和冷凝段槽道内表面分别喷涂金属多孔层和制备聚合物疏水层,可以分别强化相应工作段的沸腾及滴状冷凝换热,进一步提高了散热器的整体散热性能。

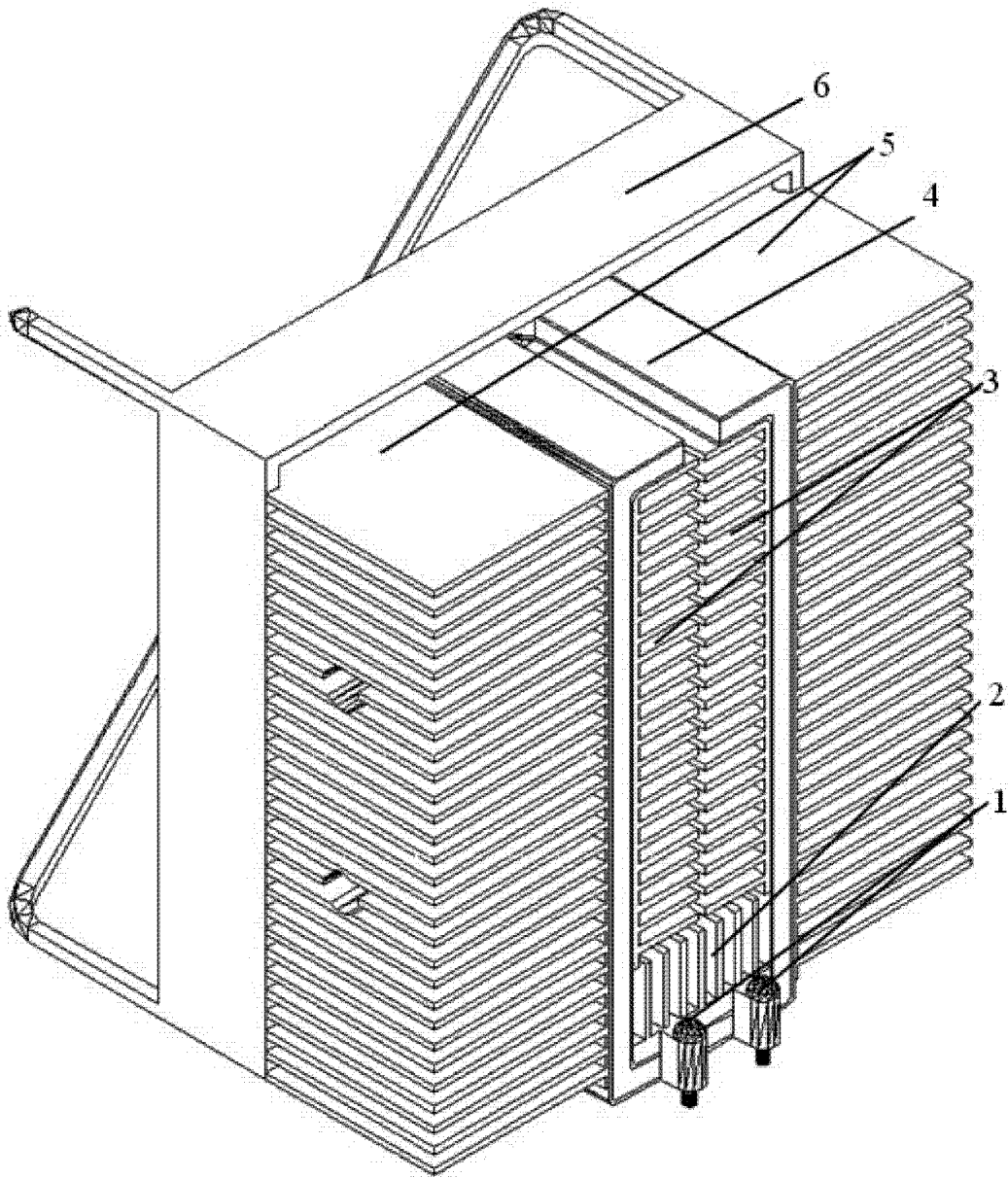


图 1



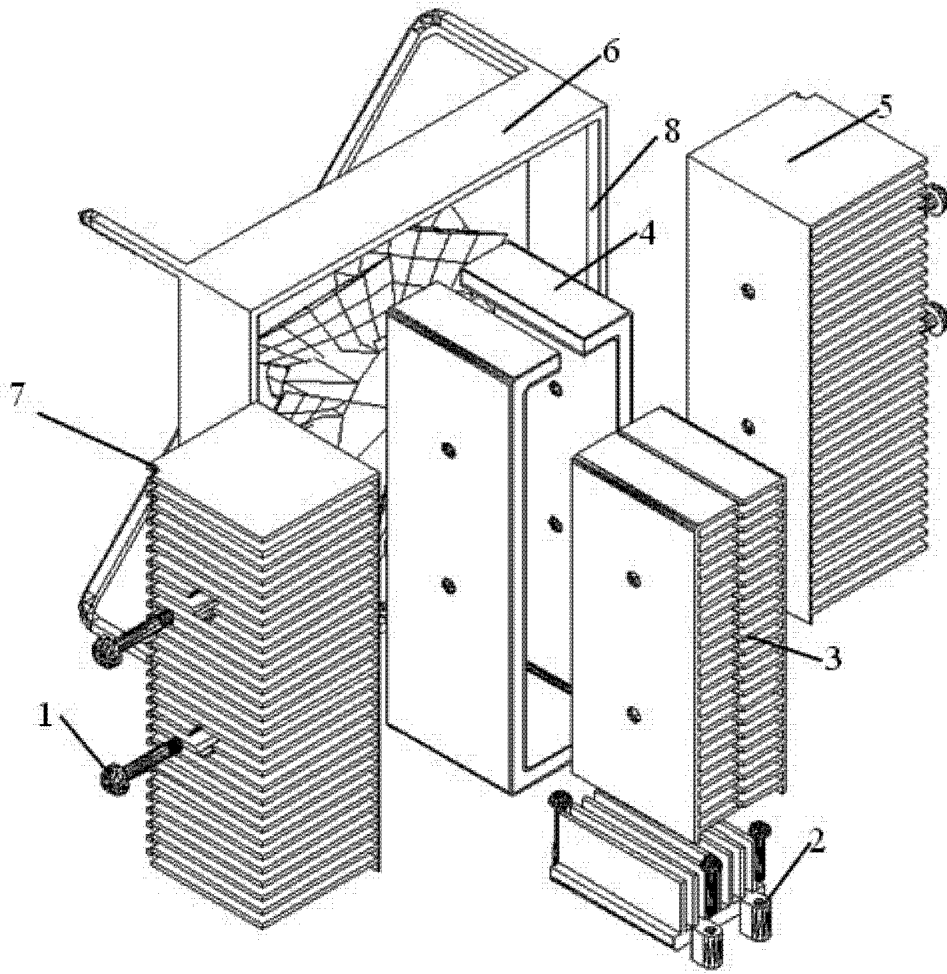


图 2

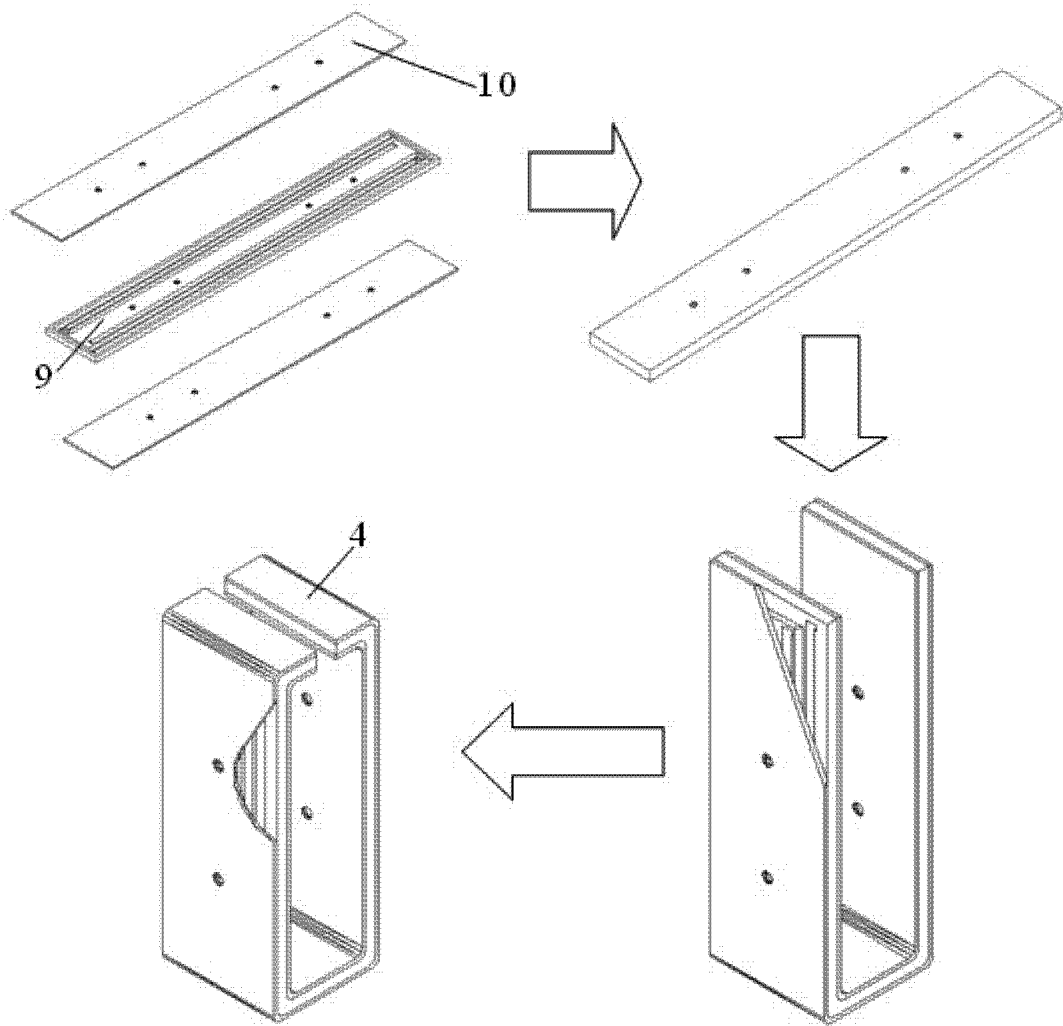


图 3

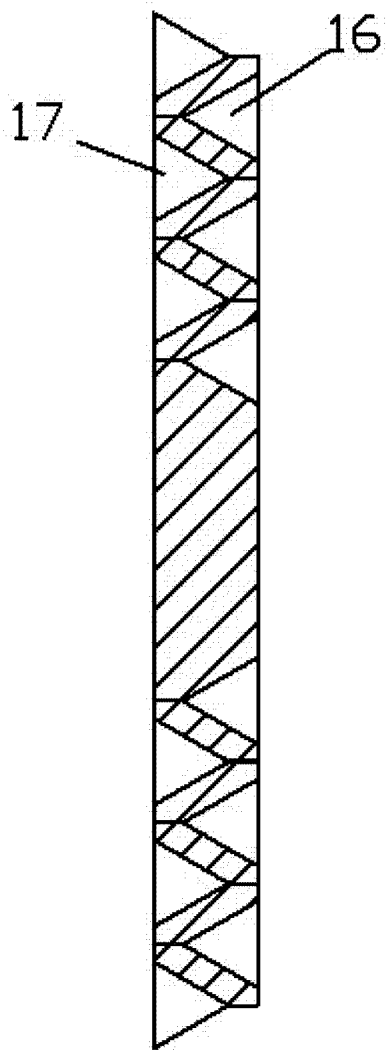


图 4

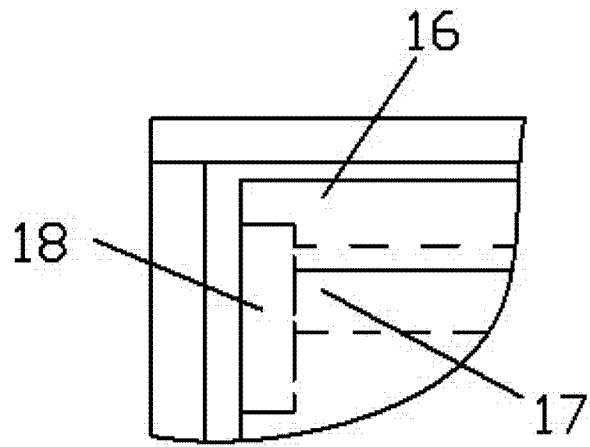


图 5

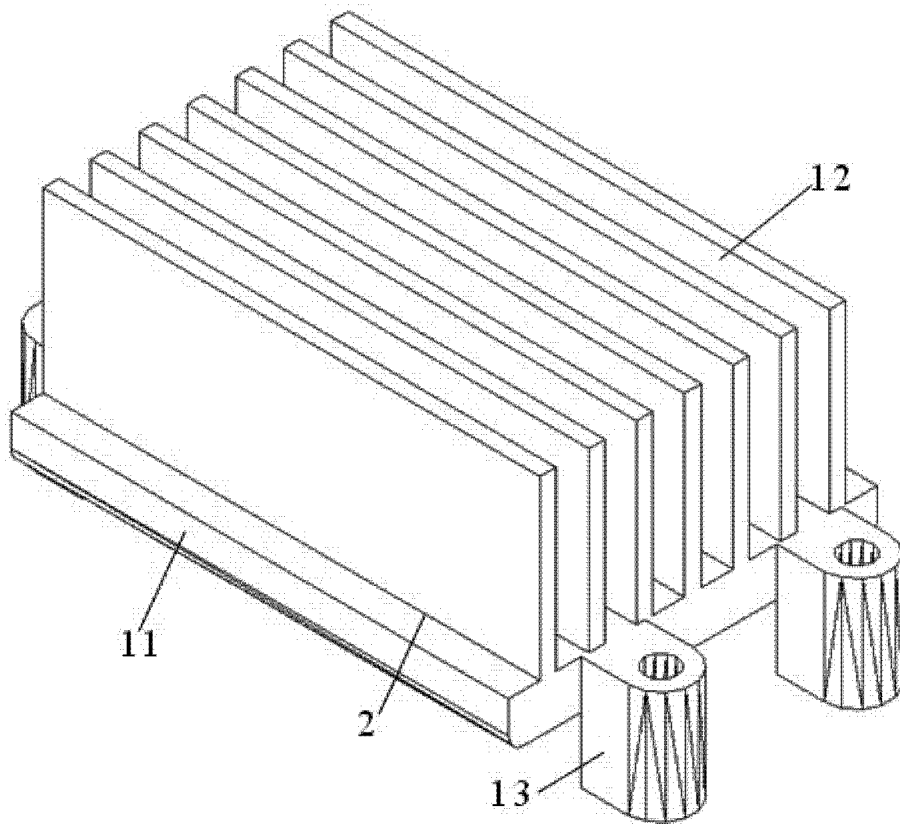


图 6

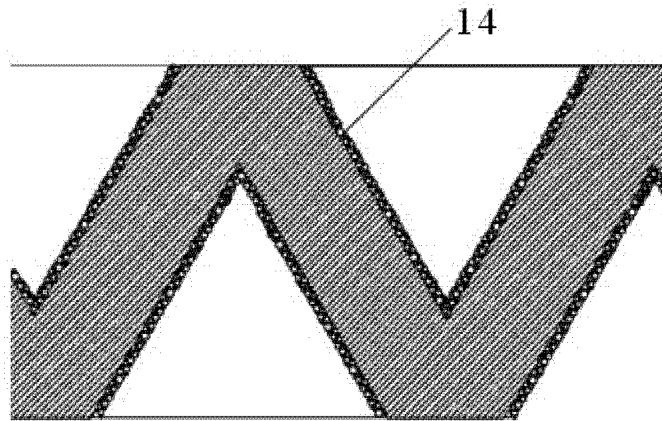


图 7

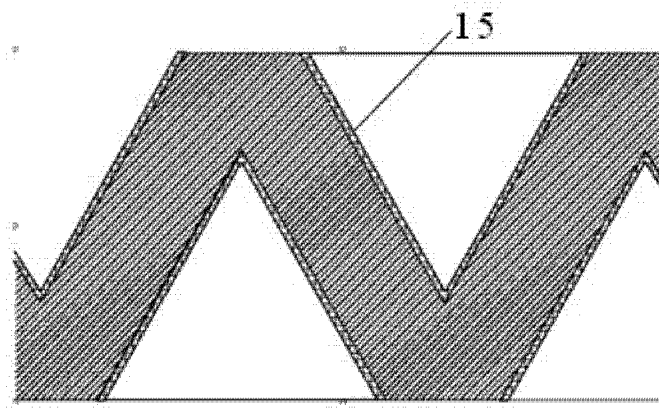


图 8