



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105140194 B

(45)授权公告日 2018.02.02

(21)申请号 201510452092.1

(22)申请日 2015.07.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105140194 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(66)本国优先权数据  
201510398422.3 2015.07.03 CN

(73)专利权人 浙江嘉熙科技有限公司  
地址 314100 浙江省嘉兴市嘉善县姚庄镇  
锦绣大道188号内1号厂房

(72)发明人 全爱星 斯正明

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所(普通  
合伙) 31219  
代理人 余明伟

(51)Int.Cl.

H01L 23/367(2006.01)

(56)对比文件

CN 205104482 U, 2016.03.23,  
CN 103247584 A, 2013.08.14,  
CN 201327002 Y, 2009.10.14,  
CN 2571137 Y, 2003.09.03,  
CN 102700218 A, 2012.10.03,  
CN 103464966 A, 2013.12.25,  
US 5381859 A, 1995.01.17,

审查员 穆晓龄

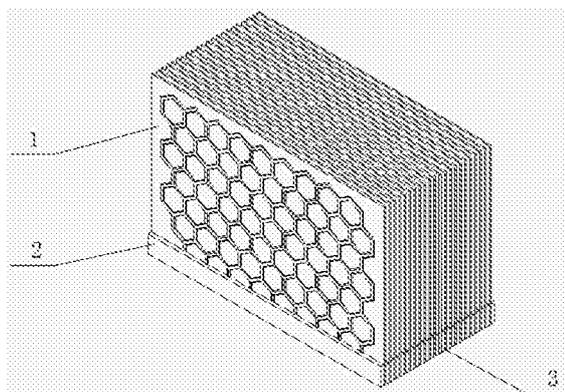
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

热超导散热器及其制造方法

(57)摘要

本发明提供一种热超导散热器及其制造方法,热超导散热器包括若干个隔板及若干个热超导散热翅片;所述隔板与所述热超导散热翅片交替排布,且所述隔板的一端面与所述热超导散热翅片的一端面相平齐,共同构成适于安装功率器件的安装面;所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。采用热超导散热翅片替代现有技术中的常规散热片,使得热超导散热器导热速率更快、翅片效率更高、散热片的翅片效率不受高度影响,提高了散热器的散热能力;本发明的热超导散热器制造方便灵活,成本低,散热能力大,重量轻、体积小,具有广阔的市场前景和巨大的经济价值。



1. 一种热超导散热器,其特征在于,所述热超导散热器包括:若干个隔板及若干个热超导散热翅片;其中,

所述热超导散热翅片包括两块通过辊压工艺复合在一起的板材,所述两块板材之间通过吹胀工艺形成相互连通的具有一定结构形状的封闭管道,且所述两块板材的表面形成有与所述封闭管道相对应的凸起结构;所述封闭管道内填充有传热工质;

所述隔板与所述热超导散热翅片交替排布,且所述隔板的一端面与所述热超导散热翅片的一端面相平齐,共同构成适于安装功率器件的安装面;所述隔板包括侧边隔板及位于所述侧边隔板之间的中间隔板;所述侧边隔板靠近所述中间隔板的一侧及所述中间隔板的两侧均设有沟槽,所述沟槽的形状与所述热超导散热翅片位于隔板之间的凸起结构的形状相匹配;所述热超导散热翅片位于隔板之间的凸起结构位于所述沟槽内;

所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

2. 根据权利要求1所述的热超导散热器,其特征在于:所述封闭管道的形状为六边形蜂窝状、纵横交错的网状、首尾串联的多个U形、菱形结构、三角形结构、圆环形结构、或其中任一种以上任意组合。

3. 根据权利要求1所述的热超导散热器,其特征在于:部分所述封闭管道位于所述隔板之间,位于所述隔板之间所述封闭管道包括第一直边子管道及第二直边子管道;所述第一直边子管道沿所述热超导散热翅片的长度方向分布,所述第二直边子管道与所述第一直边子管道的两端垂直连接。

4. 根据权利要求3所述的热超导散热器,其特征在于:位于所述隔板之间所述封闭管道还包括弧形子管道,所述第一直边子管道及所述第二直边子管道经由所述弧形子管道相连接。

5. 根据权利要求1所述的热超导散热器,其特征在于:所述热超导散热翅片为板状相变抑制热管或板状脉动热管。

6. 根据权利要求1所述的热超导散热器,其特征在于:所述热超导散热翅片及所述隔板的材料为铜、铜合金、铝或铝合金或其中任一种以上的任意组合。

7. 根据权利要求1所述的热超导散热器,其特征在于:所述热超导散热翅片与所述隔板通过压合工艺、导热胶粘结工艺、钎焊焊接工艺、压合与导热胶粘结组合工艺、压合与钎焊组合工艺或是机械压合与摩擦搅拌焊组合工艺固定连接。

8. 一种热超导散热器的制造方法,其特征在于,所述制造方法包括:

采用吹胀工艺制造热超导散热翅片,以在所述热超导散热翅片内部形成有相互连通且具有一定结构形状的封闭管道,并在所述热超导散热翅片表面形成与所述封闭管道相对应的凸起结构;

提供若干个隔板,将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布,并使所述热超导散热翅片的一端面与所述隔板的一端面相平齐;其中,所述隔板包括侧边隔板及位于所述侧边隔板之间的中间隔板;在将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布之前,还包括在所述侧边隔板靠近所述中间隔板的一侧及所述中间隔板的两侧开设与位于所述隔板之间的凸起结构的形状相匹配的沟槽的步骤;所述沟槽适于在所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布时容纳所述凸起结构;

将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

9. 根据权利要求8所述的热超导散热器的制造方法,其特征在于:采用吹胀工艺制造热超导散热翅片的具体方法为:

提供两块剪切成型且具有相同厚度的板材,将所述两块板材一面打毛并吹干净;

采用石墨印刷法在至少一所述板材的打毛面上形成相互连通的具有一定形状的石墨线路,所述石墨线路定义出所述封闭管道的形状;

将所述两块板材的打毛面贴合并三边对齐,沿边铆合;

将铆合在一起的所述两块板材加热至一定温度并维持一段时间后进行热轧加工以形成复合板材;

将所述复合板材进行软化退火,待冷却至室温后在所述板材对应石墨线路的位置钻工艺孔至石墨层;

经所述工艺孔向所述复合板材内充入高压流体至所述复合板材膨胀,在所述复合板材两表面形成所述凸起结构的同时在所述复合板材内部形成相互连通且具有一定形状的管道;

经所述工艺孔向所述管道内注入传热工质,并密封所述工艺孔。

10. 根据权利要求8所述的热超导散热器的制造方法,其特征在于:所述封闭管道的形状为六边形蜂窝状、纵横交错的网状、首尾串联的多个U形、菱形结构、三角形结构、圆环形结构、或其中的任一种以上的任意组合。

11. 根据权利要求8所述的热超导散热器的制造方法,其特征在于:部分所述封闭管道位于所述隔板之间,位于所述隔板之间所述封闭管道包括第一直边子管道及第二直边子管道;所述第一直边子管道沿所述热超导散热翅片的长度方向分布,所述第二直边子管道与所述第一直边子管道的两端垂直连接。

12. 根据权利要求11所述的热超导散热器的制造方法,其特征在于:所述热超导散热片位于隔板之间所述封闭管道还包括弧形子管道,所述第一直边子管道及所述第二直边子管道经由所述弧形子管道相连接。

13. 根据权利要求8所述的热超导散热器的制造方法,其特征在于:所述热超导散热翅片为板状相变抑制热管或板状脉动热管。

14. 根据权利要求8所述的热超导散热器的制造方法,其特征在于:通过压合工艺、导热胶粘结工艺、钎焊焊接工艺、压合与导热胶粘结组合工艺、压合与钎焊组合工艺或是机械压合与摩擦搅拌焊组合工艺将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

## 热超导散热器及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种大功率电子器件散热用散热器,特别是涉及一种热超导散热器及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 由于电力电子技术的飞速发展,IGBT(绝缘栅双极型晶体管)、二极管、晶闸管等大功率元器件的集成度越来越高,功率密度也越来越大,工作时产生的热量也越来越大。为了保证功率器件的正常工作,必须及时有效地将热量散掉。因为若不能及时快速将功率器件产生的热散除,会导致功率器件中的芯片温度升高,轻则造成效能降低,缩短使用寿命,重则会导致功率器件的失效和芯片的烧毁炸管。因此解决大功率器件散热问题一直是困扰大功率器件封装厂商和使用厂商的核心问题之一。

[0003] 目前通用的散热方式是强制风冷散热和液冷散热。比如大功率SVG(静止无功发生器)、MVD(中高压变频器)、UPS(不间断电源)、PCS(功率变换器)等功率模块的散热采用强制风冷散热方式;风电变流器、高铁驱动变流器等功率模块的散热则采用液冷散热方式。

[0004] 风冷散热器通常为铝合金基板上设置有多个铝散热片的铝挤型散热器、插片散热器、和铲片散热器。由于铝和铝合金的导热系数在 $220\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以内,散热片的翅片效率比较低,热扩散性能差,已不能满足高热流密度大功率模块的散热需求。

[0005] 液冷散热器通常由吸热冷板、循环泵、储液槽、热交换器、连接管道和阀门等组成,系统复杂、体积大、价格高、有腐蚀和结垢和防冻等问题,并且系统中有多个连接头,容易漏液,造成系统安全问题。

[0006] 因此,急需开发一种既能满足高热流密度、大功率模块散热需求,又高效可靠、体积小、性价比高、可代替液冷散热的通用性高效散热器。

### 发明内容

[0007] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种热超导散热器及其制造方法,用于解决现有技术中风冷散热器存在的散热片效率低,不能满足散热需求的问题及液冷散热器存在的系统复杂,成本高及有安全风险等问题,以大幅提高风冷散热器的翅片效率和散热能力,满足大功率模块的散热需求。

[0008] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种热超导散热器,所述热超导散热器包括:若干个隔板及若干个热超导散热翅片;其中

[0009] 所述隔板与所述热超导散热翅片交替排布,且所述隔板的一端面与所述热超导散热翅片的一端面相平齐,共同构成适于安装功率器件的安装面;

[0010] 所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

[0011] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,所述热超导散热翅片包括两块通过辊压工艺复合在一起的板材,所述两块板材之间通过吹胀工艺形成相互连通的具有一定结构形状的封闭管道,且所述两块板材的表面形成有与所述封闭管道相对应的凸起结构;所

述封闭管道内填充有传热工质。

[0012] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,所述隔板包括侧边隔板及位于所述侧边隔板之间的中间隔板;所述侧边隔板靠近所述中间隔板的一侧及所述中间隔板的两侧均设有沟槽,所述沟槽的形状与所述热超导散热翅片位于隔板之间的凸起结构的形状相匹配;所述热超导散热翅片位于隔板之间的凸起结构位于所述沟槽内。

[0013] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,所述封闭管道的形状为六边形蜂窝状、纵横交错的网状、首尾串联的多个U形、菱形结构、三角形结构、圆环形结构、或其中任何一种以上任意组合。

[0014] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,部分所述封闭管道位于所述隔板之间,位于所述隔板之间所述封闭管道包括第一直边子管道及第二直边子管道;所述第一直边子管道沿所述热超导散热翅片的长度方向分布,所述第二直边子管道与所述第一直边子管道的两端垂直连接。

[0015] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,位于所述隔板之间所述封闭管道还包括弧形子管道,所述第一直边子管道及所述第二直边子管道经由所述弧形子管道相连接。

[0016] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,所述热超导散热翅片为板状相变抑制热管或板状脉动热管。

[0017] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,所述热超导散热翅片及所述隔板的材料为铜、铜合金、铝或铝合金或其中任何一种以上的任意组合。

[0018] 作为本发明的热超导散热器的一种优选方案,所述热超导散热翅片与所述隔板通过压合工艺、导热胶粘结工艺、钎焊焊接工艺、压合与导热胶粘结组合工艺、压合与钎焊组合工艺或是机械压合与摩擦搅拌焊组合工艺固定连接。

[0019] 本发明还提供一种热超导散热器的制造方法,所述制造方法包括:

[0020] 采用吹胀工艺制造热超导散热翅片,以在所述热超导散热翅片内部形成有相互连通且具有一定结构形状的封闭管道,并在所述热超导散热翅片表面形成与所述封闭管道相对应的凸起结构;

[0021] 提供若干个隔板,将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布,并使所述热超导散热翅片的一端面与所述隔板的一端面相平齐;

[0022] 将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

[0023] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,采用吹胀工艺制造热超导散热翅片的具体方法为:

[0024] 提供两块剪切成型且具有相同厚度的板材,将所述两块板材一面打毛并吹干净;

[0025] 采用石墨印刷法在至少一所述板材的打毛面上形成相互连通的具有一定形状的石墨线路,所述石墨线路定义出所述封闭管道的形状;

[0026] 将所述两块板材的打毛面贴合并三边对齐,沿边铆合;

[0027] 将铆合在一起的所述两块板材加热至一定温度并维持一段时间后进行热轧加工以形成复合板材;

[0028] 将所述复合板材进行软化退火,待冷却至室温后在所述板材对应石墨线路的位置钻工艺孔至石墨层;

[0029] 经所述工艺孔向所述复合板材内充入高压流体至所述复合板材膨胀,在所述复合板材两表面形成所述凸起结构的同时在所述复合板材内部形成相互连通且具有一定形状的管道;

[0030] 经所述工艺孔向所述管道内注入传热工质,并密封所述工艺孔。

[0031] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,所述隔板包括侧边隔板及位于所述侧边隔板之间的中间隔板;在将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布之前,还包括在所述侧边隔板靠近所述中间隔板的一侧及所述中间隔板的两侧开设与位于所述隔板之间的凸起结构的形状相匹配的沟槽的步骤;所述沟槽适于在所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布时容纳所述凸起结构。

[0032] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,所述封闭管道的形状为六边形蜂窝状、纵横交错的网状、首尾串联的多个U形、菱形结构、三角形结构、圆环形结构、或其中任一种以上结构的任意组合。

[0033] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,部分所述封闭管道位于所述隔板之间,位于所述隔板之间所述封闭管道包括第一直边子管道及第二直边子管道;所述第一直边子管道沿所述热超导散热翅片的长度方向分布,所述第二直边子管道与所述第一直边子管道的两端垂直连接。

[0034] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,位于所述隔板之间所述封闭管道还包括弧形子管道,所述第一直边子管道及所述第二直边子管道经由所述弧形子管道相连接。

[0035] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,所述热超导散热翅片为板状相变抑制热管或板状脉动热管。

[0036] 作为本发明的热超导散热器的制造方法的一种优选方案,通过压合工艺、导热胶粘结工艺、钎焊焊接工艺、压合与导热胶粘结组合工艺、压合与钎焊组合工艺或是机械压合与摩擦搅拌焊组合工艺将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

[0037] 如上所述,本发明的热超导散热器及其制造方法,具有以下有益效果:

[0038] 1. 采用热超导散热翅片替代现有技术中的常规散热片,使得所述热超导散热器导热速率更快、翅片效率更高、热超导散热片的翅片效率高达90%以上,且几乎不随散热片的高度增加和风速的增大而变化,大大提高了散热器的散热能力以及应用范围;

[0039] 2. 将隔板与热超导散热翅片交替排布,且热超导散热翅片的一端与散热器的安装面相平齐,安装于安装面上的功率器件工作时产生的热量一部分可以通过隔板传导给热超导散热翅片,另一部分直接传导给热超导散热翅片,两种传导方式相结合,使得散热器的散热效率大大提高;

[0040] 3. 本发明的热超导散热器制造方便灵活,成本低,散热能力大,重量轻、体积小,可替代热管散热器和部分水冷散热器,尤其适合大功率高热流密度的电子器件散热需求,具有广阔的市场前景和巨大的经济价值。

## 附图说明

[0041] 图1显示为本发明实施例一中提供的热超导散热器的结构示意图。

[0042] 图2显示为本发明实施例一中提供的热超导散热器的立体结构示意图。

- [0043] 图3显示为本发明实施例一中提供的热超导散热器的立体结构组装示意图。
- [0044] 图4显示为本发明实施例一中提供的热超导散热器中的热超导散热翅片的管路结构示意图。
- [0045] 图5显示为图2沿AA方向的截面结构示意图。
- [0046] 图6显示为图3中B区域的放大示意图。
- [0047] 图7显示为本发明实施例一中提供的热超导散热器中的中间隔板的结构示意图。
- [0048] 图8显示为图5沿BB方向的截面结构示意图。
- [0049] 图9显示为本发明实施例一中提供的热超导散热器中的侧边隔板的结构示意图。
- [0050] 图10显示为图7沿CC方向的截面结构示意图。
- [0051] 图11显示为本发明实施例二中提供的热超导散热器中的热超导散热翅片的管道结构示意图。
- [0052] 图12显示为本发明实施例三中提供的热超导散热器中的热超导散热翅片的管道结构示意图。
- [0053] 图13显示为本发明实施例四中提供的热超导散热器中的热超导散热翅片的管道结构示意图。
- [0054] 图14显示为本发明实施例五中提供的热超导散热器的制造方法的流程图。
- [0055] 元件标号说明
- |        |    |         |
|--------|----|---------|
| [0056] | 1  | 热超导散热翅片 |
| [0057] | 11 | 板材      |
| [0058] | 12 | 封闭管道    |
| [0059] | 13 | 凸起结构    |
| [0060] | 14 | 传热工质    |
| [0061] | 15 | 非管道部分   |
| [0062] | 16 | 第一直边子管道 |
| [0063] | 17 | 第二直边子管道 |
| [0064] | 18 | 弧形子管道   |
| [0065] | 2  | 中间隔板    |
| [0066] | 21 | 基材      |
| [0067] | 22 | 沟槽      |
| [0068] | 3  | 侧边隔板    |
| [0069] | 4  | 功率器件    |

### 具体实施方式

[0070] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0071] 请参阅图1至图14需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,虽图示中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数

目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0072] 实施例一

[0073] 请参阅图1至图10,本发明提供一种热超导散热器,所述热超导散热器包括:若干个隔板及若干个热超导散热翅片1;其中

[0074] 所述隔板与所述热超导散热翅片1交替排布,且所述隔板的一端面与所述热超导散热翅片1的一端面相平齐,共同构成适于安装功率器件的安装面;所述隔板及位于所述隔板之间的所述热超导散热翅片1共同构成所述热超导散热器的基板;

[0075] 所述热超导散热翅片1与所述隔板固定连接。

[0076] 作为示例,请结合图1至图3参阅图4至图6,所述热超导散热翅片1包括两块通过辊压工艺复合在一起的板材11,所述两块板材11之间通过吹胀工艺形成相互连通的具有一定结构形状的封闭管道12,且所述两块板材11的表面形成有与所述封闭管道12相对应的凸起结构13;所述封闭管道12内填充有传热工质14。

[0077] 作为示例,所述传热工质14为流体,优选地,所述传热工质14为气体或液体或液体与气体的混合物,更为优选地,本实施例中,所述传热工质14为液体与气体混合物。

[0078] 作为示例,所述热超导散热翅片1可以为板状相变抑制热管或板状脉动热管。

[0079] 通过采用所述热超导散热翅片1替代现有技术中的常规散热片,使得所述热超导散热器具有更快的导热速率、更高的翅片效率、散热片的翅片效率不受散热片的高度影响,大大提高了散热器的散热能力;将所述隔板与所述热超导散热翅片1交替排布,且所述热超导散热翅片1的一端与散热器的安装面相平齐,安装于安装面上的所述功率器件4工作时产生的热量一部分可以通过隔板传导给所述热超导散热翅片1,另一部分直接传导给所述热超导散热翅片1,两种传导方式相结合,使得散热器的散热效率大大提高。

[0080] 作为示例,请结合图1至图3参阅图7至图10,所述隔板包括侧边隔板3及位于所述侧边隔板3之间的中间隔板2;所述侧边隔板3靠近所述中间隔板2的一侧及所述中间隔板2的两侧均设有沟槽22,所述沟槽22的形状与位于所述隔板之间的凸起结构13的形状相匹配;位于所述隔板之间的凸起结构13位于所述沟槽22内。将所述沟槽22的形状设计为与位于所述隔板之间的凸起结构13的形状相匹配,在将所述隔板与所述超导热散热翅片1进行间隔排布时使得二者能够紧密贴合,压合后二者的结合比较好,导热性比较好,机械强度比较高。

[0081] 作为示例,所述沟槽22的深度(即垂直所述隔板表面方向的尺寸)小于所述隔板(即图7至图10中基材21)的厚度;所述沟槽22的形状与深度且与热超导散热翅片1部分凸出结构形状和凸出高度相匹配。

[0082] 作为示例,请结合图1至图3参阅图4,所述封闭管道12的形状为六边形蜂窝状。图4中六边形部分为非管道部分15,环绕各六边形周围并相互连通的结构即为所述封闭管道12。

[0083] 作为示例,所述封闭管道12位于所述隔板之间;图4中,虚线以下的部分即为所述热超导散热翅片1与所述隔板结合的部分,即位于所述虚线以下的所述封闭管道12即为位于所述隔板之间的封闭管道;位于所述隔板之间所述封闭管道12包括第一直边子管道16及第二直边子管道17;所述第一直边子管道16沿所述热超导散热翅片1的长度方向分布,所述

第二直边子管道17位于所述第一直边子管道16的两端,且与所述第一直边子管道的两端垂直连接。

[0084] 需要说明的是,图4中对应的所述热超导散热翅片1的平面对应于图1中左视方向的平面,所述热超导散热翅片1的长度方向即对应图1中所述隔板的长度方向。所述第二直边子管道17的长度方向对应为所述热超导散热翅片1的高度方向,即图1中垂直于所述散热器基板表面的方向。

[0085] 作为示例,位于所述隔板之间所述封闭管道12还包括弧形子管道18,所述弧形子管道18位于所述第一直边子管道16与所述第二直边子管道17之间,所述第一直边子管道16及所述第二直边子管道17经由所述弧形子管道18相连接。

[0086] 将位于所述隔板之间的所述封闭管道12设置为直边形管道,亦即将位于所述热超导散热翅片1底部及底部两端的所述封闭管道12设置为直边形,便于开模具加工所述隔板两侧的所述沟槽22,且这样的设计使得所述热超导散热翅片1与所述隔板配合方便,工艺容易实现,可以使得所述沟槽22与所述凸起结构13紧密结合,压合后二者的结合性、导热性均比较好,且机械强度比较高。

[0087] 作为示例,所述热超导散热翅片1及所述隔板的材料应为导热性较好的材料;优选地,本实施例中,所述热超导散热翅片1的材料及所述隔板的材料均可以为铜、铜合金、铝或铝合金或其中任一种以上的任意组合。所述热超导散热翅片1的材料与所述隔板的材料可以相同,也可以不同;优选地,本实施例中,所述热超导散热翅片1的材料与所述隔板的材料相同。

[0088] 作为示例,所述热超导散热翅片1与所述隔板可以通过压合工艺、导热胶粘结工艺、钎焊焊接工艺、压合与导热胶粘结组合工艺、压合与钎焊组合工艺或是机械压合与摩擦搅拌焊组合工艺实现固定连接。优选地,本实施例中,所述热超导散热翅片1与所述隔板通过压合工艺压合在一起;所述热超导散热翅片1与所述隔板通过压合工艺压合在一起,不需要借助其他材料进行固定连接,可以有效地降低散热器的热阻,进而提高散热器的散热效率。

[0089] 本发明的热超导散热器的工作原理为:利用热超导散热翅片1的快速导热特性,将固定在散热器基板平面上的功率器件工作时产生的热量,一部分通过所述隔板传导给所述热超导散热翅片1,另一部分直接传导给所述热超导散热翅片1,所述热超导散热翅片1内部所述封闭管道12中的传热工质14将热量快速传导至整个所述热超导散热翅片1表面,再由流经所述热超导散热翅片1间隙的空气流带走。在整个散热过程中,所述热超导散热翅片1的导热速率快,温度均匀,翅片效率高,且所述热超导散热翅片1的翅片效率不随热超导散热翅片的高度而变化,大大提高了散热器的散热能力。

[0090] 实施例二

[0091] 请参阅图11,本发明还提供一种热超导散热器,本实施例中的所述热超导散热器的结构与实施例一中的所述的热超导散热器的结构大致相同,二者的不同点在于:本实施例中,所述热超导散热翅片1内的所述封闭管道12的形状为纵横交错的网状。图11中各四边形即为非管道部分15,围绕每个所述四边形四中并相互连通的结构即为所述封闭管道12。

[0092] 本实施例中的所述热超导散热器的其他结构及特征均与实施例一中的所述的热超导散热器的结构及特征相同,具体请参阅实施例一,这里不再累述。

### [0093] 实施例三

[0094] 请参阅图12,本实施例还提供一种热超导散热器,本实施例中的所述热超导散热器的结构与实施例一中所述的热超导散热器的结构大致相同,二者的不同点在于:本实施例中,所述热超导散热翅片1内的所述封闭管道12的形状为首尾串联的多个U形,即本实施例中,所述封闭管道12的形状为由多个U形通过首尾连接形成的形状。图12中虚线以下的部分即为所述热超导散热翅片1与所述隔板相结合部分,即位于所述隔板之间的部分,图中各相互连接U形结构即为所述封闭管道12,位于所述封闭管道12之间的部分即为非管道部分15。虚线的长度方向即为所述热超导散热翅片1的长度方向,所述虚线的两端对应的即为所述热超导散热翅片1的两端,位于所述热超导散热翅片1两端的U形管道通过位于所述隔板之间的管道相连接,以实现整个所述封闭管道12的封闭连通。

[0095] 本实施例中的所述热超导散热器的其他结构及特征均与实施例一中所述的热超导散热器的结构及特征相同,具体请参阅实施例一,这里不再累述。

### [0096] 实施例四

[0097] 请参阅图13,本实施例还提供一种热超导散热器,本实施例中的所述热超导散热器的结构与实施例三中所述的热超导散热器的结构大致相同,二者的不同点在于:本实施例中,位于所述热超导散热翅片1两端的U形管道通过位于所述热超导散热翅片1顶部的管道相连接,以实现整个所述封闭管道12的封闭连通,即本实施例中的所述封闭管道12的形状相当于实施例三中所述的封闭管道12的形状旋转了180°。

[0098] 本实施例中的所述热超导散热器的其他结构及特征均与实施例一中所述的热超导散热器的结构及特征相同,具体请参阅实施例一,这里不再累述。

[0099] 需要说明的是,上述实施例对于所述封闭管道12的形状仅列举了六边形蜂窝状、纵横交错的网状及首尾串联的多个U形三种示例,然而所述封闭管道12的形状并不限于此,除了上述三种示例,所述封闭管道12的形状还可以是菱形结构、三角形结构、圆环形结构或其中任一种以上结构的任意组合。

### [0100] 实施例五

[0101] 请参阅图14,本发明还提供一种热超导散热器的制造方法,所述制造方法包括:

[0102] S1:采用吹胀工艺制造热超导散热翅片,以在所述热超导散热翅片内部形成有相互连通且具有一定结构形状的封闭管道,并在所述热超导散热翅片表面形成与所述封闭管道相对应的凸起结构;

[0103] S2:提供若干个隔板,将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布,并使所述热超导散热翅片的一端面与所述隔板的一端面相平齐;

[0104] S3:将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

[0105] 执行S1步骤,请参阅图14中的S1步骤,采用吹胀工艺制造热超导散热翅片,以在所述热超导散热翅片内部形成有相互连通且具有一定结构形状的封闭管道,并在所述热超导散热翅片表面形成与所述封闭管道相对应的凸起结构。

[0106] 作为示例,采用吹胀工艺制造热超导散热翅片的具体方法为:

[0107] S11:提供两块剪切成型且具有相同厚度的板材,将所述两块板材一面打毛并吹干净;

[0108] S12:采用石墨印刷法在至少一所述板材的打毛面上形成相互连通的具有一定形

状的石墨线路,所述石墨线路定义出所述封闭管道的形状;

[0109] S13:将所述两块板材的打毛面贴合并三边对齐,沿边铆合;

[0110] S14:将铆合在一起的所述两块板材加热至一定温度并维持一段时间后进行热轧加工以形成复合板材;

[0111] S15:将所述复合板材进行软化退火,待冷却至室温后在所述板材对应石墨线路的位置钻工艺孔至石墨层;

[0112] S16:经所述工艺孔向所述复合板材内充入高压流体至所述复合板材膨胀,在所述复合板材两表面形成所述凸起结构的同时在所述复合板材内部形成相互连通且具有一定形状管道;

[0113] S17:经所述工艺孔向所述管道内注入传热工质,并密封所述工艺孔。

[0114] 作为示例,所述封闭管道的形状为六边形蜂窝状、纵横交错的网状或首尾串联的多个U形、菱形结构、三角形结构、圆环形结构、或其中任一种以上的任意组合;即所述封闭管道的形状可以为六边形蜂窝状、纵横交错的网状、首尾串联的多个U形、菱形结构、三角形结构、圆环形结构、六边形蜂窝状与纵横交错的网状的组合、六边形蜂窝状结构与圆环形结构及纵横交错的网状结构的组合等。

[0115] 作为示例,所述热超导散热翅片为板状相变抑制热管或板状脉动热管。

[0116] 执行S2步骤,请参阅图14中的S2步骤,提供若干个隔板,将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布,并使所述热超导散热翅片的一端面与所述隔板的一端面相平齐。

[0117] 作为示例,所述隔板包括侧边隔板及位于所述侧边隔板之间的中间隔板;在将所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布之前,还包括在所述侧边隔板靠近所述中间隔板的一侧及所述中间隔板的两侧开设与位于所述隔板之间的凸起结构的形状相匹配的沟槽的步骤;所述沟槽适于在所述隔板与所述热超导散热翅片间隔排布时容纳位于所述隔板之间的凸起结构。

[0118] 作为示例,所述封闭管道位于所述隔板之间,位于所述隔板之间所述封闭管道包括第一直边子管道及第二直边子管道;所述第一直边子管道沿所述热超导散热翅片的长度方向分布,所述第二直边子管道与所述第一直边子管道的两端垂直连接。

[0119] 作为示例,位于所述隔板之间所述封闭管道还包括弧形子管道,所述第一直边子管道及所述第二直边子管道经由所述弧形子管道相连接。

[0120] 作为示例,所述热超导散热翅片及所述隔板的材料应为导热性较好的材料;优选地,本实施例中,所述热超导散热翅片的材料及所述隔板的材料均可以为铜、铜合金、铝或铝合金或其中任一种以上的任意组合。所述热超导散热翅片的材料与所述隔板的材料可以相同,也可以不同;优选地,本实施例中,所述热超导散热翅片的材料与所述隔板的材料相同。

[0121] 执行S3步骤,请参阅图14中的S3步骤,将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。

[0122] 作为示例,通过压合工艺、导热胶粘结工艺、钎焊焊接工艺、压合与导热胶粘结组合工艺、压合与钎焊组合工艺或是机械压合与摩擦搅拌焊组合工艺将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接。优选地,本实施例中,通过压合工艺将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接;将所述热超导散热翅片与所述隔板固定连接,不需要借助其他材料进行固定

连接,可以有效地降低散热器的热阻,进而提高散热器的散热效率。

[0123] 综上所述,本发明提供一种热超导散热器及其制造方法,通过采用热超导散热翅片替代现有技术中的常规散热片,使得所述热超导散热器导热速率更快、翅片效率更高、散热片的翅片效率不受散热片的高度影响,大大提高了散热器的散热能力;将隔板与热超导散热翅片交替排布,且热超导散热翅片的一端与散热器的安装面相平齐,安装于安装面上的功率器件工作时产生的热量一部分可以通过隔板传导给热超导散热翅片,另一部分直接传导给热超导散热翅片,两种传导方式相结合,使得散热器的散热效率大大提高;本发明的热超导散热器制造方便灵活,成本低,散热能力大,重量轻、体积小,可替代热管散热器和部分水冷散热器,尤其适合大功率高热流密度的电子器件散热需求,具有广阔的市场前景和巨大的经济价值。

[0124] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

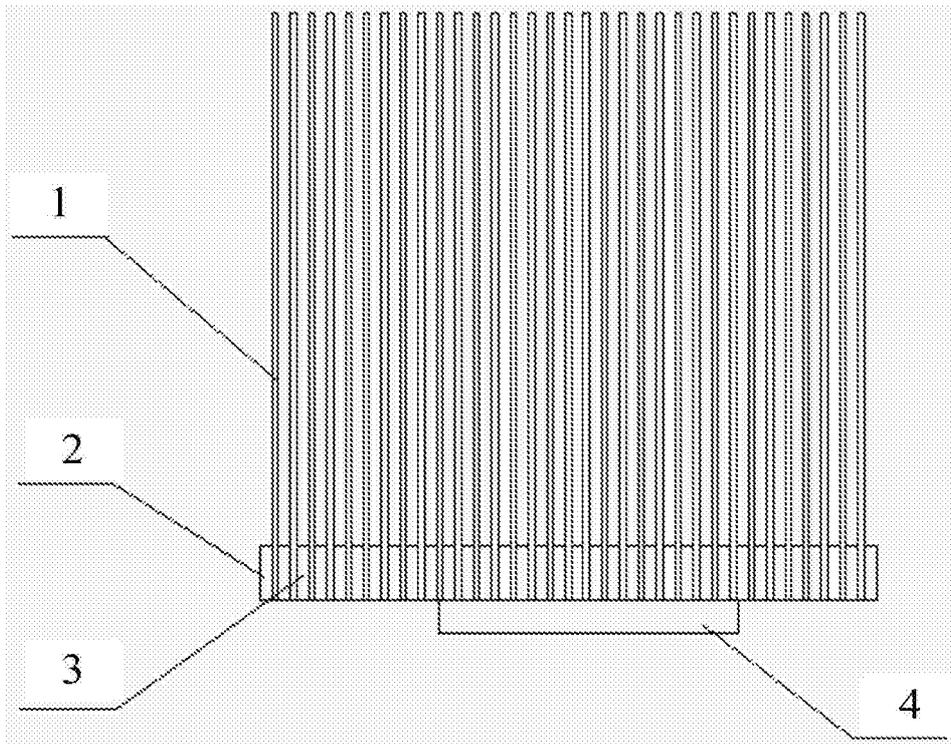


图1

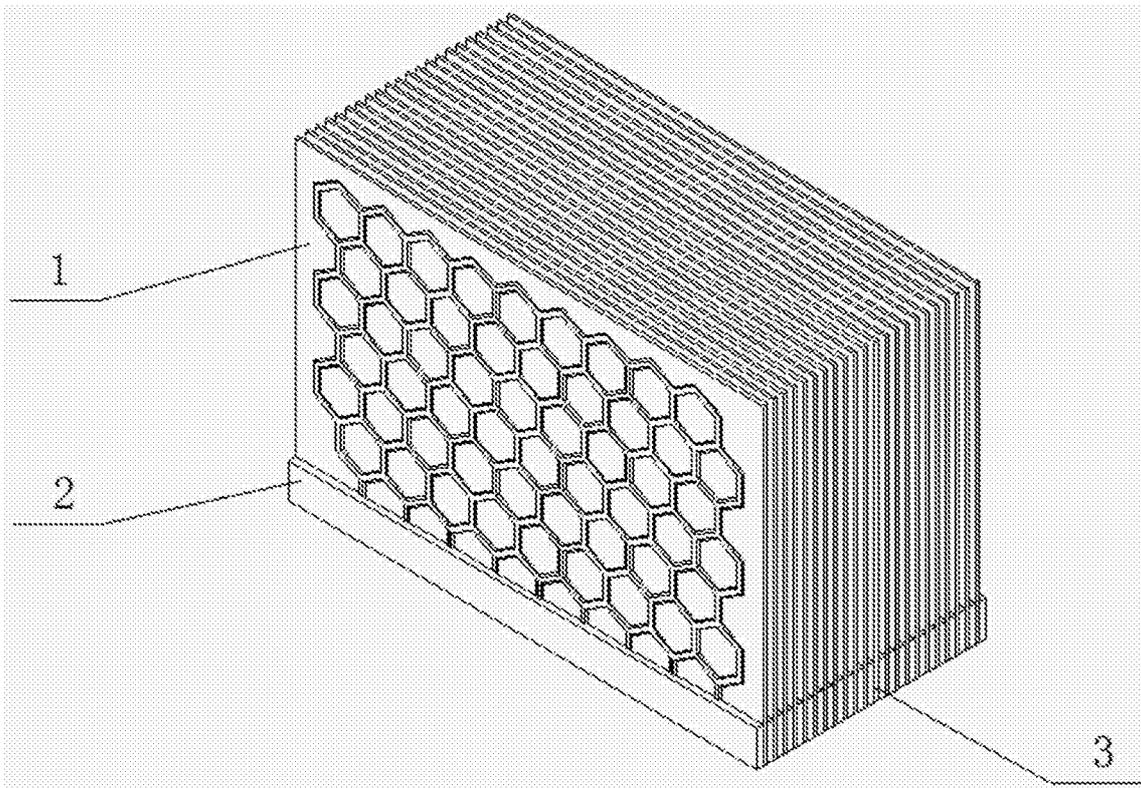


图2

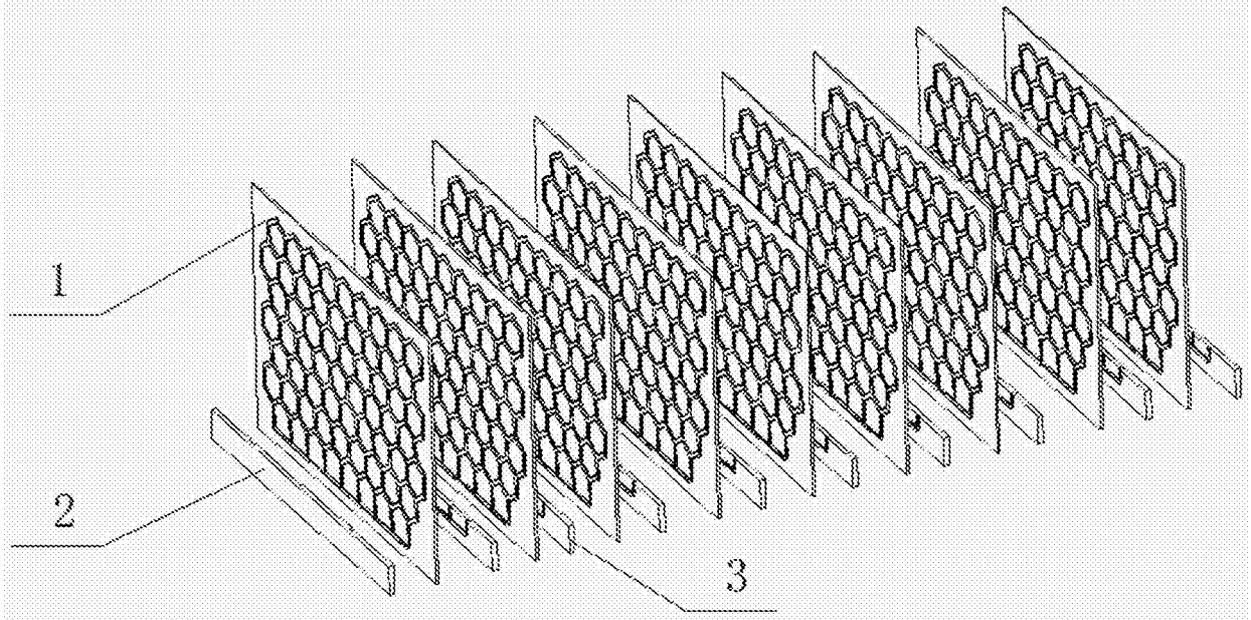


图3

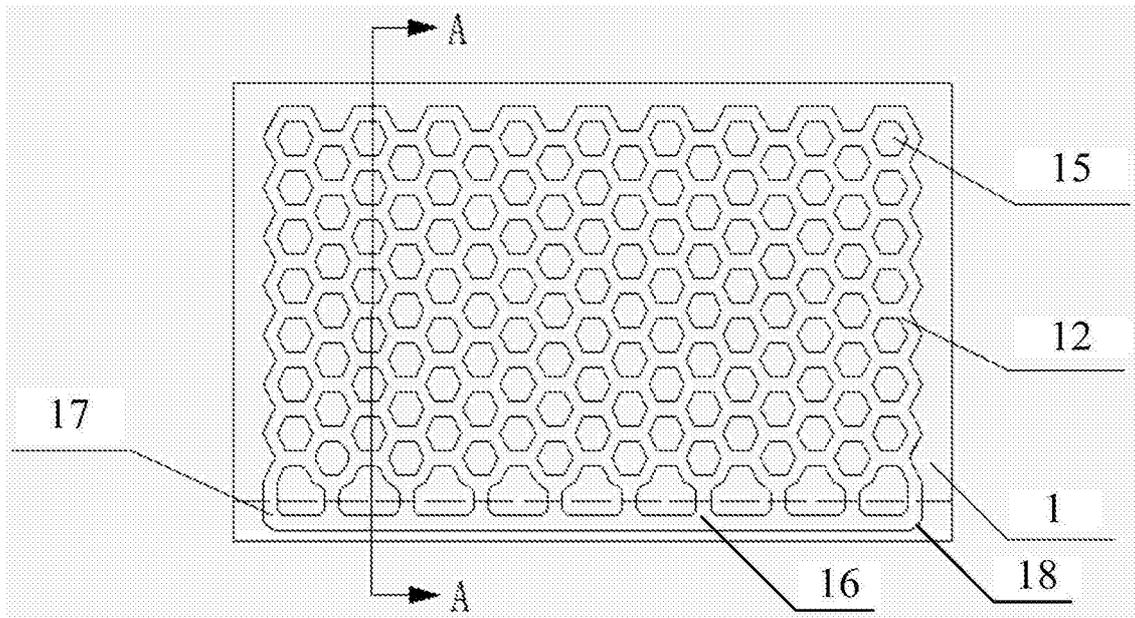


图4

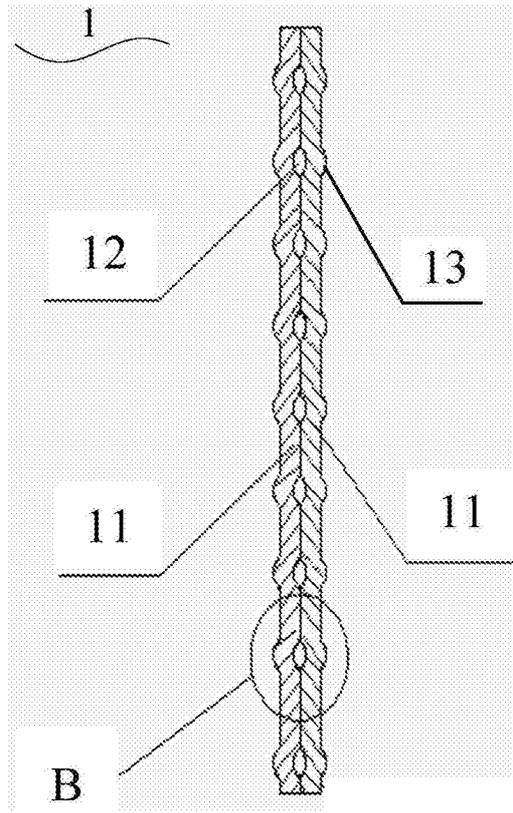


图5

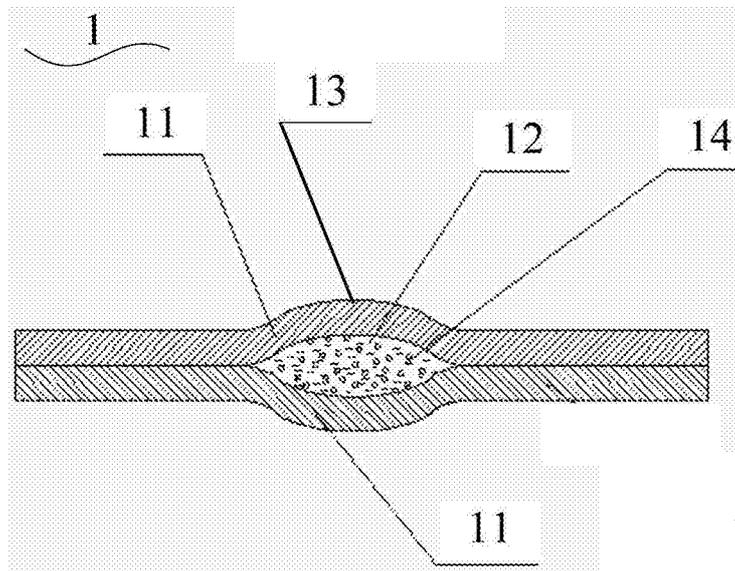


图6

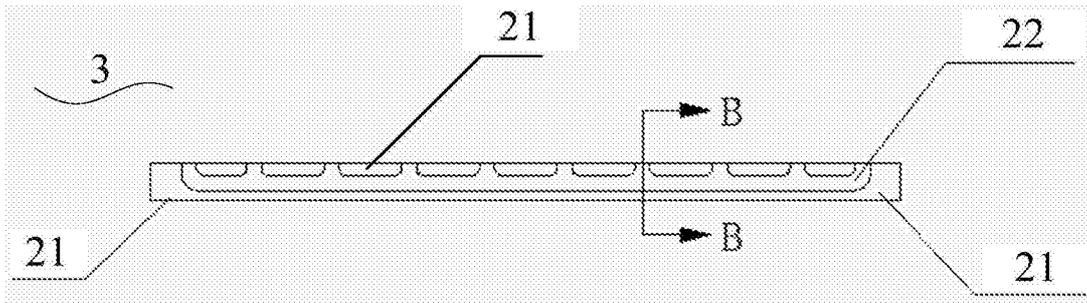


图7

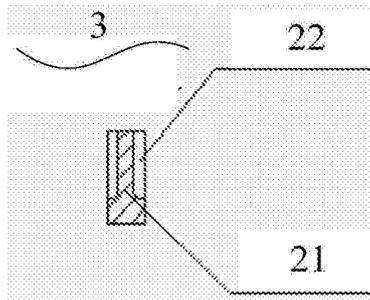


图8

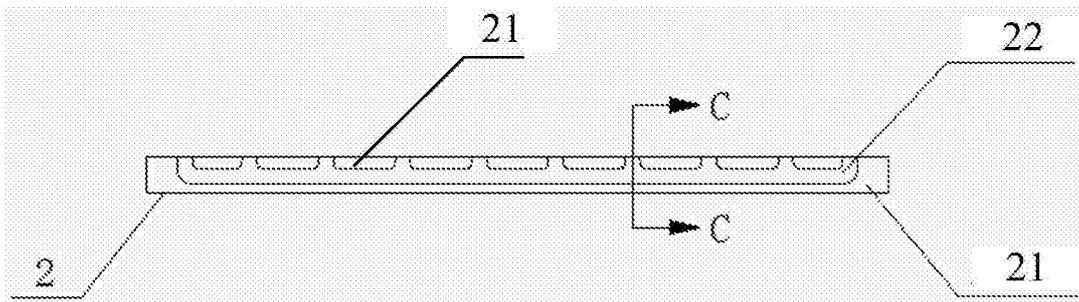


图9

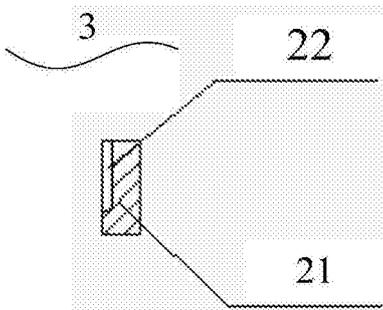


图10

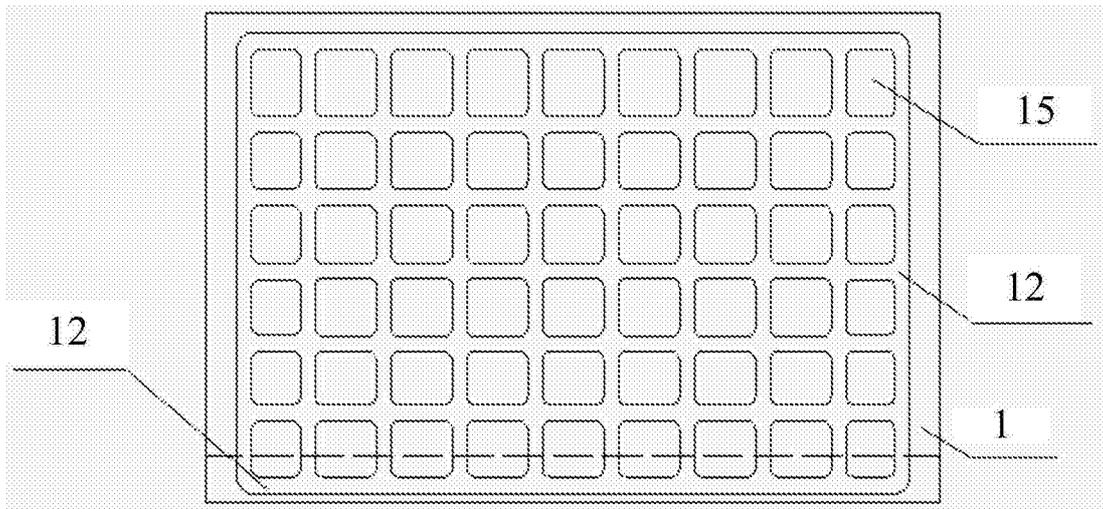


图11

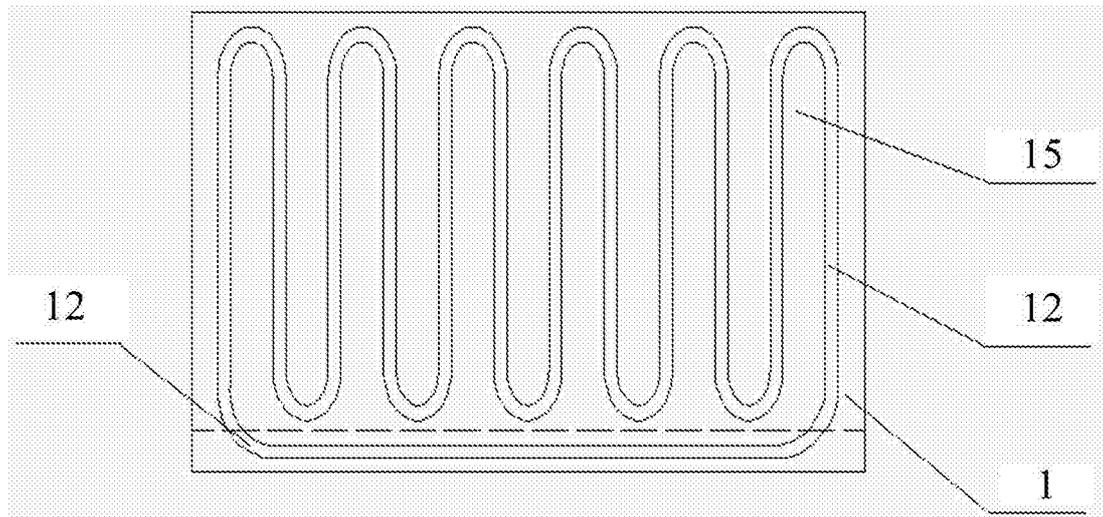


图12

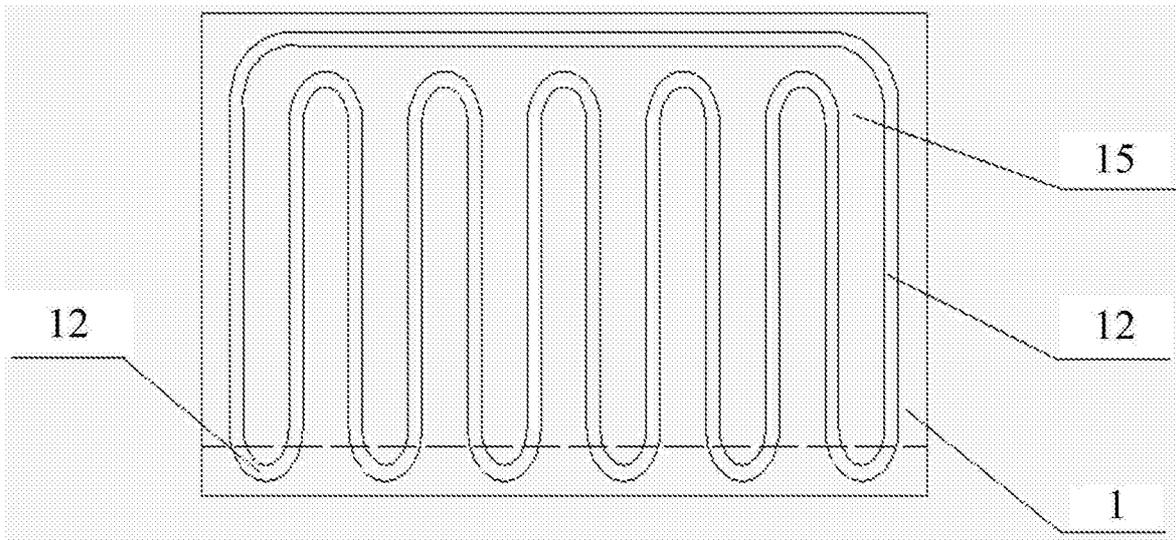


图13

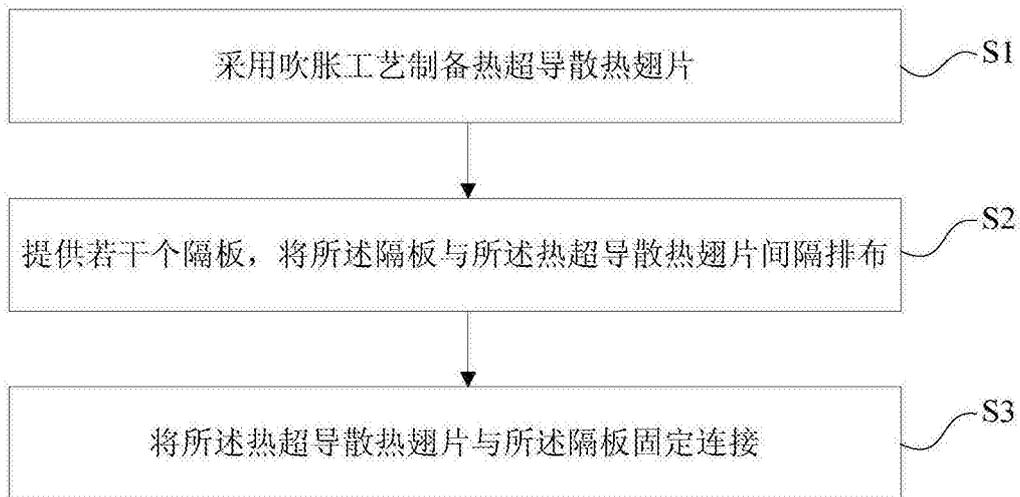


图14