



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1969382 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200580019711. 2

F28D 15/02(2006. 01)

(22) 申请日 2005. 05. 20

F28F 13/18(2006. 01)

(30) 优先权数据

10/870, 201 2004. 06. 16 US

(56) 对比文件

US 6192979 B1, 2001. 02. 27, 说明书第 6 栏第 38-67 行.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2006. 12. 15

US 4995451, 1991. 02. 26, 说明书第 1 栏第 15-41 行、第 2 栏第 46-68 行、附图 1.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2005/017873 2005. 05. 20

审查员 刘婧

(87) PCT 申请的公布数据

W02006/007163 EN 2006. 01. 19

(73) 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 H·埃尔图克 I·索西尤克

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

司 31100

代理人 顾嘉运

(51) Int. Cl.

H01L 23/427(2006. 01)

F28D 15/04(2006. 01)

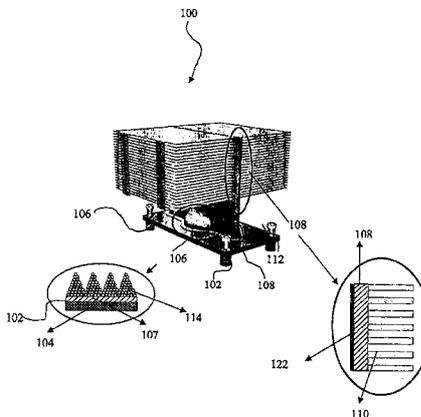
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

带有增强的沸腾 / 冷凝结构的热耗散设备

(57) 摘要

一种热耗散设备 (100)。该热耗散设备包括被放置在一产热设备上的接收器板 (102)、耦合至该接收器板 (102) 的蒸发器 (106)、被放置成与该蒸发器 (106) 液体连通的冷凝器柱 (108)、以及从冷凝器 (108) 中伸出的一组冷凝器扩展表面 (110)。蒸发器 (106) 包括已调节多孔层 (114) 并存有液体。冷凝器柱 (108) 包括不润湿表面 (122)。冷凝器扩展表面 (110) 促进热耗散。



1. 一种热耗散设备,包括:  
被放置在产热设备上的接收器板;  
耦合至所述接收器板的蒸发器,所述蒸发器涂覆有已调节多孔层并存有液体;以及  
被放置成与所述蒸发器液体连通的冷凝器柱,所述冷凝器柱具有不润湿的表面,  
其中所述已调节多孔层是层厚具有周期性变化或设计变化的涂层。
2. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,还包括:  
从所述冷凝器柱中伸出的一组冷凝器扩展表面,所述冷凝器扩展表面促进热耗散。
3. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,所述接收器板被放置在所述产热设备之上以便密封所述产热设备。
4. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,还包括被放置在所述接收器板和所述产热设备之间的热界面层。
5. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,所述冷凝器柱涂覆有疏水材料以形成所述不润湿表面。
6. 如权利要求 2 所述的热耗散设备,其特征在于,所述冷凝器扩展表面包括翼片、通道和平板中的任何一种。
7. 如权利要求 2 所述的热耗散设备,其特征在于,跨所述冷凝器扩展表面吹气以便散热。
8. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,跨所述冷凝器柱吹气以便散热。
9. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,所述蒸发器的尺寸与所述产热设备的尺寸大致相同。
10. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,所述产热设备是晶体管、电容器、电阻器、传感器、光学元件、微处理器、存储器、电源、显示驱动器和显示元件中的任何一种。
11. 如权利要求 1 所述的热耗散设备,其特征在于,所述产热设备是半导体器件。
12. 一种从产热设备中散热的方法,包括:  
将来自所述产热设备的热量经由被放置成与所述产热设备相接触的接收器板传递至蒸发器,所述蒸发器内壁涂覆有已调节多孔层并且其中含有液体;  
响应于传递至所述蒸发器的热量将至少一部分所述液体蒸发成蒸汽;以及  
将所述蒸汽冷凝回液体并通过具有不润湿表面的冷凝器柱回收所述液体,所述冷凝器柱被放置成与所述蒸发器液体连通,  
其中所述已调节多孔层是层厚具有周期性变化或设计变化的涂层。
13. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,蒸发所述液体是通过由所述已调节多孔层形成的毛细抽吸作用来实现的。
14. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,冷凝所述蒸汽是由耦合至所述冷凝器柱的一组冷凝器扩展表面来促进的。
15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,冷凝所述蒸汽是通过跨所述一组冷凝器扩展表面吹气来促进的。
16. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述冷凝器扩展表面包括翼片、通道和平板中的任何一种。
17. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,将来自所述产热设备的热量传递至所述

蒸发器还包括在所述接收器板和所述产热设备之间放置一热界面层。

18. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述冷凝器柱涂覆有疏水材料以形成所述不润湿表面。

19. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述蒸汽在所述蒸汽接触所述不润湿表面后立即以逐滴的方式被冷凝。

20. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述产热设备是晶体管、电容器、电阻器、传感器、光学元件、微处理器、存储器、电源、显示驱动器和显示元件中的任何一种。

21. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述产热设备是半导体器件。

22. 一种计算机系统,包括:

主逻辑板;

与所述主逻辑板互连的集成电路设备;

放置在所述集成电路设备之上并与所述主逻辑板相耦合的接收器板;

耦合至所述接收器板的蒸发器,所述蒸发器涂覆有已调节多孔层并存有液体;以及被放置成与所述蒸发器液体连通的冷凝器柱,所述冷凝器柱具有不润湿的表面,其中所述已调节多孔层是层厚具有周期性变化或设计变化的涂层。

23. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,还包括:

从所述冷凝器柱中伸出的一组冷凝器扩展表面,所述冷凝器扩展表面促进热耗散。

24. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,所述集成电路设备是晶体管、电容器、电阻器、传感器、光学元件、微处理器、存储器、电源、图形控制器芯片、显示驱动器和显示元件中的任何一种。

25. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,所述集成电路设备是半导体器件。

26. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,还包括显示装置。

27. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,所述计算机系统是笔记本计算机、台式计算机和服务器计算机中的任何一种。

28. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,所述接收器板被放置在所述集成电路设备之上以便密封所述集成电路设备。

29. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,还包括被放置在所述接收器板和所述集成电路设备之间的热界面层。

30. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,所述冷凝器柱涂覆有疏水材料以形成所述不润湿表面。

31. 如权利要求 23 所述的计算机系统,其特征在于,所述冷凝器扩展表面包括翼片、通道和平板中的任何一种。

32. 如权利要求 23 所述的计算机系统,其特征在于,跨所述冷凝器扩展表面吹气以便散热。

33. 如权利要求 22 所述的计算机系统,其特征在于,所述冷凝器柱将所述液体向下回收至所述蒸发器。

## 带有增强的沸腾 / 冷凝结构的热耗散设备

### [0001] 背景

[0002] 本发明的实施例涉及用于散热的装置以及散热的方法。本发明尤其涉及因为使用新颖的沸腾 / 冷凝结构而具有低热阻的增强型热虹吸设备。

[0003] 集成电路被许多设备使用并且它们的性能对电子工业至关重要。集成电路趋向于小型化以实现更有效率的系统。随着集成电路变得越来越小,集成电路的速度、容量和性能增加。与此同时,由集成电路产生的能量也有所增加,并且因此产生了更多热量。当前的趋势是开发耗散集成电路产生的热并冷却集成电路以避免损伤和性能故障的装置和方法。

[0004] 冷却集成电路的一种方法被称为热交换。用于冷却集成电路的传统热交换设备包括放置在集成电路顶部的固体底板。该底板与一组增加用于热耗散的表面积 of 扩展表面相耦合。由集成电路产生的热量被传递至底板。随后热量被传递至扩展表面。并且通常对扩展表面吹气以便散热。

[0005] 此外,还有利用热虹吸管和热管原理来冷却电路元件的其他两种方法。在热虹吸管中,在蒸发器部分内设有带有冷却液的容器,并且输入该部分的热量导致在用于排热的冷凝器部分内冷凝的蒸汽。热虹吸管依靠诸如重力等外力使得冷凝物沿着侧壁垂直地返回蒸发器部分。结果,热虹吸管是受定向限制的单向热传递设备(热二极管)。

[0006] 在热管中,在蒸发器部分内设有带有冷却液的容器,并且输入该部分的热量导致在用于排热的冷凝器部分内冷凝的蒸汽的形成。热管使用内部芯结构的毛细管力使冷凝物回流到蒸发器部分。

[0007] 期望改善使用加热、冷凝和蒸发来冷却集成电路的装置和方法的效率。

### [0008] 附图简述

[0009] 本发明的实施例在附图中作为示例而非限制示出,在附图中,相同的标号指示类似的元素。本发明可以通过参考以下描述和用于示出本发明实施例的附图来更好地理解。应该注意到,在此公开中对本发明的“一”或者“一个”实施例的参考无需针对同一实施例,并且指代至少一个实施例。在附图中:

[0010] 图 1 示出了根据本发明的一个示例性热耗散设备;

[0011] 图 2 示出了涂覆在图 1 所示的热耗散设备的蒸发器内壁上的示例性已调节多孔层;

[0012] 图 3 示出了冷凝器柱和该冷凝柱上的逐滴冷凝的示例性实施例;

[0013] 图 4 示出了根据本发明的实施例构造热耗散设备的示例性方法;

[0014] 图 5 示出了从诸如集成电路设备等设备中散热的示例性方法。

### [0015] 详细描述

[0016] 参考特定配置和技术来描述示例性实施例。本领域普通技术人员将认识到,可以在保持在所附权利要求书的范围内的同时做出各种变化和修改。此外,对公知的元件、设备、部件、电路、工艺步骤等不做详细阐述。

[0017] 本发明的实施例涉及用于散热的装置和用于散热的方法。更具体地,本发明的实施例涉及具有低热阻以在沸腾 / 冷凝结构中使用的增强型热虹吸设备。此外,各示例性实

施例还涉及冷却高功率电子电路的装置和方法。

[0018] 本发明的实施例提供了一种包括带有高效沸腾结构和冷凝器结构的低热阻热虹吸管设备的热耗散装置。图 1 示出了带有增强型蒸发结构和冷凝结构的利用热虹吸管概念的热耗散装置 100 的示例性实施例。在热虹吸管概念中,在蒸发器部分内设有装有冷却液的容器,并且输入该部分的热量导致在用于排热或散热的冷凝器部分内冷凝的蒸汽。在热虹吸管是基于重力和浮力工作的这一事实下,热虹吸管的性能完全依赖定向。于是,为增强热虹吸管性能,恰当的是关注热性能而非方向独立性。

[0019] 图 1 示出了包含接收器板 102、蒸发器 106 和冷凝器柱 108 的热耗散装置 100。在一个实施例中,热耗散装置 100 还包括一组冷凝器扩展表面 110。在一个实施例中,将接收器板 102 放置成与产生热量或是需要热耗散的集成电路设备 104 相接触。接收器板 102 通常被放置在集成电路设备 104 之上。接收器板 102 能够以完全覆盖、部分覆盖、或是密封接收器板 102 之下的集成电路的方式放置在集成电路设备 104 之上。集成电路设备 104 可以是诸如半导体器件、晶体管、电容器、电阻器、传感器、光学元件、微处理器、硬盘驱动器元件、光学元件、存储器结构、电源、显示驱动器或显示元件之类的各种电子设备,此处仅举几个例子。在一个实施例中,接收器板 102 包括一组例如螺丝 112 的机械固定结构,以便将接收器板 102 固定在集成电路设备上。可以将接收器板 102 固定在与集成电路设备耦合的板或外壳上,以将接收器板 102 放置成与集成设备相接触或位于集成设备之上。在一个实施例中,接收器板 102 被放置成与集成电路设备 104 直接接触。在另一个实施例中,一热界面(未示出)被放置在接收器板 102 和集成电路设备 104 之间。热界面是导热的,并且可以是导热油(例如,银油)。在一个实施例中,接收器板 102 与集成电路设备的尺寸大致相等或更大。接收器板 102 可由具有良好导热性质的刚性材料(例如,铜或铝)制成。

[0020] 蒸发器 106 被耦合至或放置在接收器板 102 上。蒸发器 106 是空心的,并由诸如铜或铝等传导材料制成。在一个实施例中,蒸发器 106 的内壁 107 涂覆有已调节多孔层。蒸发器 106 储有冷却液(例如,水),并且当有热量输入时,蒸发器 106 煮沸由于从集成电路设备传来的热量而产生的液体,并形成将向上传播至冷凝器柱 108 的蒸汽。(市场上可购买的)已调节多孔层如图 2 所示形成或增强蒸发器 106 中的蒸汽溢出通道。蒸汽于是就能更快且更有效地溢向冷凝器柱 108。

[0021] 如图 2 所示,已调节多孔层 114 是其层厚具有周期性变化或设计变化的涂层。施加调节以形成用于蒸汽溢出以及高度毛细辅助液体抽吸的低阻交变区 116。已调节多孔层 114 在层 114 内产生优先液体蒸汽逆流通路 118,从而便于热从内壁 107 的表面传递至液体池 120。已调节多孔层 114 由经窄带筛眼尺寸过筛以提供接近统一的颗粒直径的球形传导颗粒(例如,铜颗粒)组成。在一个实施例中,通过干相扩散烧结技术在管式炉内使用具有惰性气体(例如,氮)和氢气的还原性气氛将松散颗粒相互固结(例如,粘结)并固结在内壁 107 上来形成已调节多孔层 114。烧结时间和温度随颗粒大小变化。例如,对 150 至 250  $\mu\text{m}$  标称直径的颗粒尺寸,烧结在约 900 至 1200 $^{\circ}\text{C}$  之间持续约几小时(例如,2 至 4 小时)。在一个实施例中,在烧结期间,使用敞面铸模将颗粒保持在期望的调节形状。将松散颗粒注入铸模并将多余颗粒去除,从而在内壁 107 层上留下厚度基本均匀的已调节多孔层 114。在烧结之后,从铸模中取出有已调节多孔层 114 附着其上的内壁 107。

[0022] 已调节多孔层 114 可以有各种图案或设计。示例性设计或图案包括交错地、呈直

线地以及高度随机排列的传导颗粒。

[0023] 因为蒸发器电阻通常是最大的,所以降低蒸发器电阻必须是进行改善的优先目标。在蒸发器内使用均匀的多孔层是被广泛接受的用于池沸腾的增强技术,并且在许多研究中证明使用该技术能使性能增强为使用平坦表面的三倍。这主要是因为形成了更多的核化点,从而增加了导热面积和通过该层的毛细抽吸。然而,通过使用已调节多孔层,能将蒸发器的性能进一步增强至使用均匀多孔涂层的两倍。已调节多孔层有助于通过多孔结构和基底层两者的液体毛细抽吸,同时蒸汽也能够通过多孔结构之间防止阻塞的“谷”轻松溢出(图2)。

[0024] 冷凝器柱 108(图1和图3)被放置成与蒸发器 106 液体连通,使得来自蒸发器 106 的蒸汽能够进入冷凝器柱 108,并使得来自冷凝器柱 108 的液滴能够向下回流至蒸发器 106。对冷凝器柱 108 吹气以便散热和冷凝蒸汽。在一个实施例中,接收器板 102、蒸发器 106 以及冷凝器柱 108 被制成一个整体单元。在其它实施例中,接收器板 102、蒸发器 106 和冷凝器柱 108 各自是使用本领域中已知的方法组装在一起的独立部分。冷凝器柱 108 是空心的。图3示出了具有基本不润湿表面 122 的冷凝器柱 108。在一个实施例中,冷凝器柱 108 内壁涂有不润湿或疏水材料,使得当蒸汽在冷凝器柱 108 的内壁上凝结时,能形成蒸汽滴 124 而非蒸汽膜。这一疏水材料的示例包括同样可以商品名 TEFLON<sup>®</sup> (DuPont Chemicals 的商标) 购买到的聚四氟乙烯 (PTFE)。这样,蒸汽滴 124 就能被迅速向下回收至蒸发器 106。若没有不润湿表面 122,蒸汽将在冷凝器柱 108 内壁上聚集成膜式冷凝物,直到液滴或液层多到足以返回蒸发器 106。回收液体能消除对将冷却液补充或再补给到蒸发器 106 内的需求。此外,与逐滴冷凝相关联的传热系数通常比与膜式冷凝相关联的传热系数大一个数量级。而且,当在不润湿表面上形成小液滴时,热耗散装置 100 尽快回收蒸汽滴是更有效的。

[0025] 一组冷凝器扩展表面 110 可以从冷凝器柱 108 中伸出的平板、翼片或通道。冷凝器扩展表面 110 可以由诸如铜或铝等导热材料制成。冷凝器扩展表面 110 促进热耗散。冷凝器扩展表面 110 为耗散由集成电路设备产生的热量提供更多的表面积。若没有该组冷凝器扩展表面 110,就只能通过冷凝器柱 108 来散热。此外,冷凝器扩展表面 110 的存在允许热耗散装置 100 的传热系数比没有冷凝器扩展表面 110 时低。

[0026] 在一个实施例中,一组冷凝器扩展表面 110 从冷凝器柱 108 的冷凝器壁中伸出。对该组冷凝器扩展表面 110 吹气以便散热。吹气以保持冷凝器扩展表面 110 和/或冷凝器柱 108 的冷却。当存储在蒸发器 106 中的冷却液被来自集成电路并通过接收器板 102 传入的热量煮沸时,冷却液就转换成蒸汽,蒸汽随后遇到冷却的冷凝器柱 108 并开始冷凝,并且冷凝的蒸汽被向下回收至蒸发器 106。

[0027] 热耗散设备 100 的一个重要部分是冷凝器柱 108。使用能够抑制润湿的表面涂层能够实现逐滴冷凝而非膜式冷凝,这向热耗散设备 100 提供了一种以高传热系数将蒸汽滴快速向下回收至蒸发器 106 的有效方法。与逐滴冷凝相关联的传热系数通常比与膜式冷凝相关联的传热系数大一个数量级(图3)。

[0028] 通过在蒸发器内添加已调节多孔层以及在冷凝器内壁上添加不润湿表面涂层,降低了热耗散设备内的总电阻。随着传热比的增大(由于结合了已调节多孔层和不润湿表面涂层),热耗散设备的温差降低,并且热阻也有所降低。于是,热耗散设备也就更为高效。此外,已调节多孔层能实现在蒸发器、冷凝器柱和冷凝器扩展表面的边缘和中心之间温差较

低时更多的热传导。这样,蒸发器壁内的温度和液体更平均地分布,并且冷凝器柱的壁温也因为冷凝器柱内壁的不润湿表面涂层而变得更低。

[0029] 图 4 示出了根据本发明的示例性实施例构造热耗散设备的示例性方法 400。这一热耗散设备可用于散热或冷却诸如半导体器件、晶体管、电容器、电阻器、传感器、光学元件、微处理器、中央处理单元、电路板 / 卡、存储器结构、电源、显示驱动器或显示元件之类的设备。在框 402 处,将接收器板放置成与集成电路设备接触或将接收器板放在集成电路设备上。可以包括诸如一组螺丝等机械连接部件以便将接收器固定在集成电路设备上。在框 404 处,将涂有已调节多孔层的蒸发器耦合至接收器板。接收器板和蒸发器被放置成与集成电路设备相接触,以使从集成电路产生的热量能被传递至接收器板和蒸发器。在一个实施例中,一导热层被放置在接收器板和集成电路设备之间以便热量传递。接收器板和蒸发器可以被组装或制造在一起为一个单元并被放置在集成电路设备之上。在框 406 处,冷却液(例如,在一个实施例中的水)被注入蒸发器。接收器板和带有冷却液的蒸发器可以被组装或制造在一起为一个单元并且被放置在集成电路设备之上。在框 408 处,具有基本不润湿表面的冷凝器柱被放置成与蒸发器液体连通。在框 410 处,一组冷凝器扩展表面被耦合至冷凝器柱。与上述讨论类似,接收器板和带有冷却液的蒸发器,以及带有冷凝器扩展表面的冷凝器柱可以被组装或制造在一起为一个单元并且被放置在集成电路设备之上。

[0030] 通过接收器板传递至蒸发器的热量导致冷却液沸腾并形成将上行至冷凝器柱的蒸汽。已调节多孔层促进蒸汽的有效溢出以使其上行至冷凝器柱。基本不润湿表面促进蒸汽的快速冷凝以便它们能被向下快速回收至蒸发器。冷凝器扩展表面帮助热耗散并保持冷凝器柱的冷却。

[0031] 图 5 示出了耗散来自诸如集成电路设备、半导体器件、晶体管、电容器、电阻器、传感器、光学元件、微处理器、中央处理单元、电路板 / 卡、存储器结构、电源、显示驱动器或显示元件之类的产生热量的设备的热量的示例性实施例 500。在框 502 处,热量通过被放置成与设备接触的接收器板从设备传入。蒸发器的内壁涂覆有已调节多孔层。蒸发器中还包含冷却液(例如,在一个实施例中的水)。在框 504 处,响应于通过接收器板传递至蒸发器的热量,该蒸发器内所含的至少一部分液体被蒸发。液体通过由蒸发器内的已调节多孔层形成的毛细抽吸作用蒸发。在框 506 处,蒸发的液体通过具有(例如由冷凝器柱内壁上的疏水涂层或 TEFLON<sup>®</sup> 涂层所形成的)基本不润湿表面的冷凝器柱被冷凝并被回收。冷凝器柱被放置成与蒸发器液体连通,以便冷凝的液体能够被向下回收至蒸发器。在一个实施例中,使用一组与冷凝器柱相耦合的冷凝器扩展表面来促进蒸发的液体(蒸汽)冷凝,例如对冷凝器扩展表面吹气以保持冷凝器柱使蒸汽冷凝。在一个实施例中,蒸发的液体几乎以逐滴的方式或是在蒸发的液体一接触基本不润湿表面时基本立即冷凝。在一个实施例中,一热界面层被放在加热器部件和设备之间,以便热量能从设备传递至蒸发器。

[0032] 本发明的实施例可并入计算机系统。在某些实施例中,热耗散设备被放置在计算机系统的一个或多个部件之上,以便耗散来自这些部件的热量。计算机系统可以包括用于至少临时存储数据和程序的存储器设备或结构;用于保存大量数据的大容量存储设备(例如,硬盘驱动器、磁盘驱动器、CD 驱动器或 DVD 驱动器);用于向计算机输入数据和指令的输入设备(例如,键盘或鼠标);输出设备(例如,显示屏);以及包括为计算机系统执行指令的中央处理单元(CPU)的微处理器、计算机系统还可以包括主逻辑板。计算机系统还可以

包括用于控制计算机系统的显示装置并可以与主逻辑板通信的图形控制器芯片。在某些实施例中,根据本发明实施例的一个或多个热耗散设备可以被放置在图形控制器芯片、微处理器、CPU 和 / 或存储器设备上。热耗散设备可以在类似于上述集成电路设备被放置在特定设备上。

[0033] 虽然已经根据各实施例描述了本发明,但是本领域的普通技术人员应该认识到,本发明不限于这些所描述的实施例。而是本发明的方法和装置可以通过所附权利要求书的精神和范围内的修改和变化来实践。于是,认为上述说明是示意性而非限制性的。

[0034] 在公开了示例性实施例之后,可以在保持在由所附权利要求书限定的本发明精神和范围内的同时对公开的实施例做出各种修改和变化。

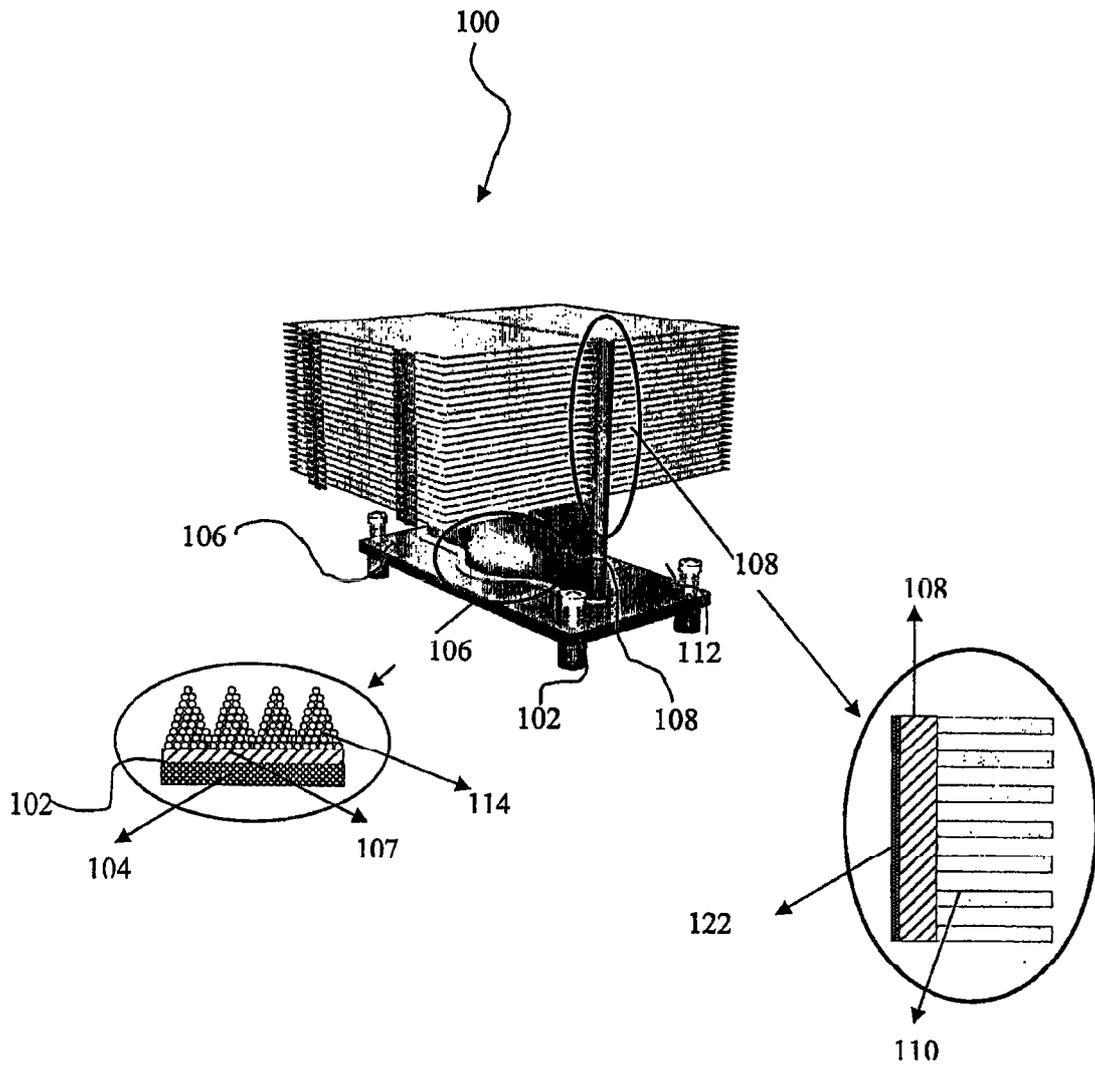


图 1

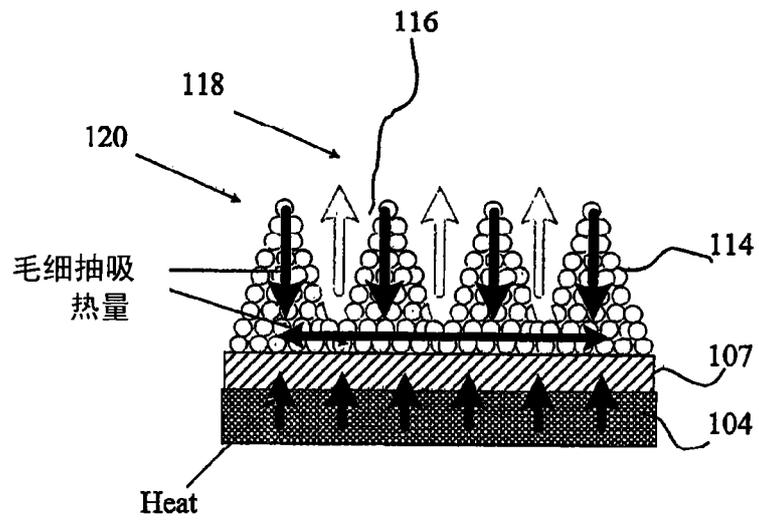


图 2

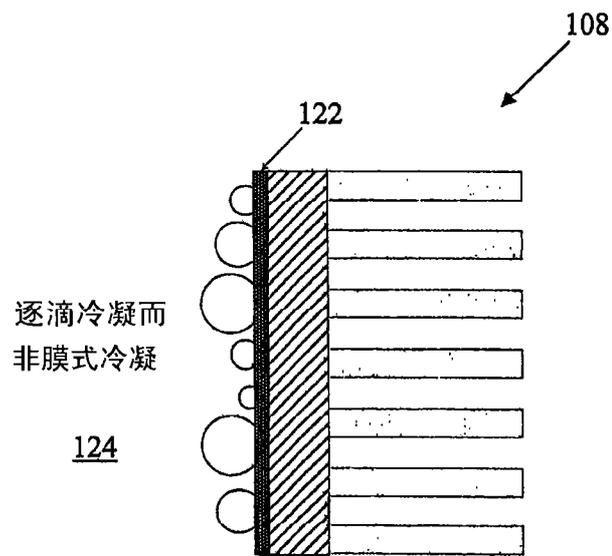


图 3

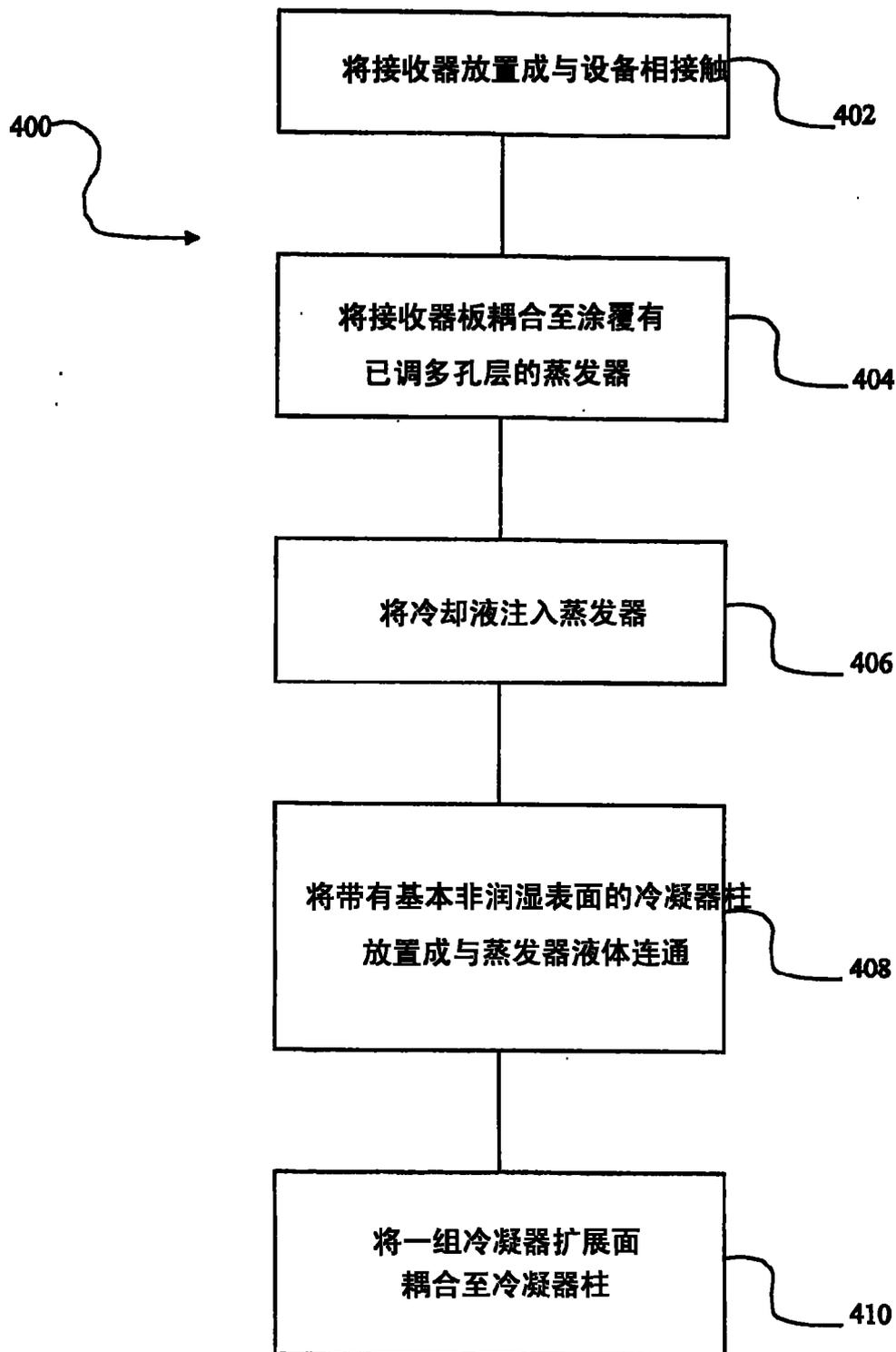


图 4

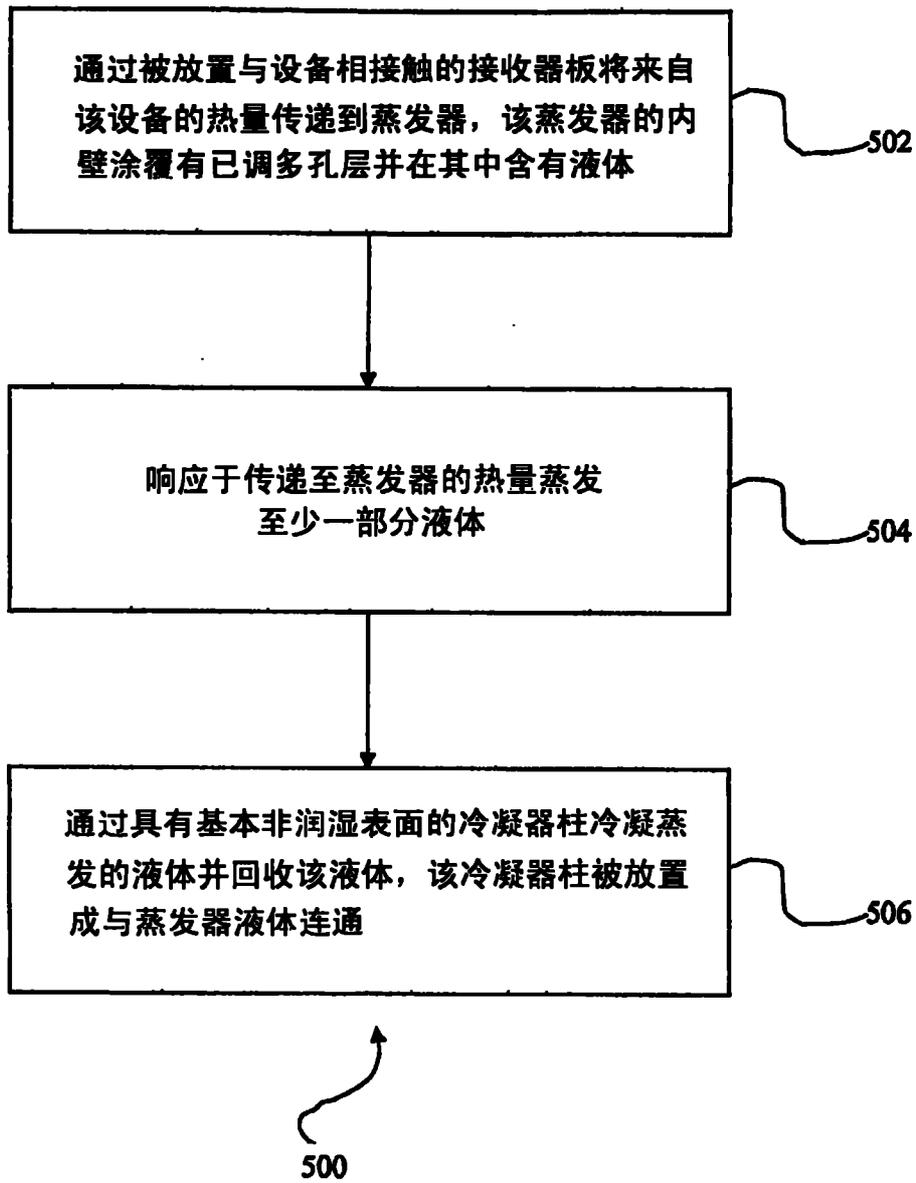


图 5