(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 120092494 A
(43)申请公布日 2025.06.03

(21)申请号 202380073555.6

(22)申请日 2023.08.24

(30)优先权数据
PA202200782 2022.08.24 DK

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.04.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/073271 2023.08.24

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/042182 EN 2024.02.29

(71)申请人 阿塞泰克丹麦公司
地址 丹麦

(72)发明人 安诺斯·约灵加德·萨克萨格

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 金成哲 张会娟

(51)Int.Cl.
H05K 7/20(2006.01)

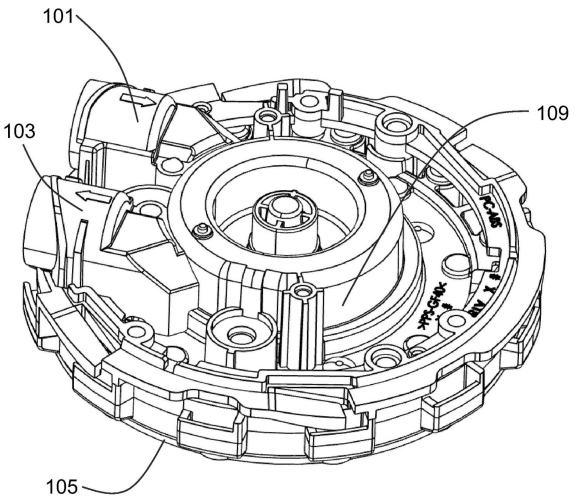
权利要求书2页 说明书20页 附图13页

(54)发明名称

用于电子设备的液体冷却的冷板组件

(57)摘要

一种用于在用于冷却具有多个工作区域的计算设备的液体冷却系统中使用的冷板组件,热量以从一个或多个高强度区域到一个或多个低强度区域的变化的强度从所述多个工作区域扩散。冷板组件具有用于在所述计算设备与冷却液体之间交换热量的冷板和被配置为安装到冷板上的分配层。冷板包括用于将冷却液体以预定模式沿着冷板的内表面从入口通道引导到出口通道的引导装置,该预定模式使液体流集中通过一个或多个预定高优先级区域。入口通道被布置为使得当冷板组件被布置为冷却计算设备时,该入口通道至少部分地与计算设备的高强度区域重合。冷板组件的冷板可以3D打印,这允许灵活的冷板设计,该冷板设计可以通过迭代优化方法获得。



CN 120092494 A

1.一种用于在液体冷却系统中使用的冷板组件,所述液体冷却系统用于冷却具有多个工作区域的计算设备,热量以变化的强度从所述多个工作区域扩散,所述冷板组件包括:

用于在所述计算设备与所述液体冷却系统的冷却液体之间交换热量的冷板,所述冷板包括用于面向所述计算设备的外表面和相对的适于与所述冷却液体接触的内表面,所述内表面还包括用于将所述冷却液体以预定模式沿着所述内表面引导的引导装置,所述预定模式使液体流集中通过一个或多个区域;

被配置为安装到所述冷板的所述内表面上的分配层,所述分配层包括:

-液体入口,所述冷板的所述内表面通过所述液体入口从所述液体冷却系统接收冷却液体,以及

-液体出口,冷却液体通过所述液体出口从所述内表面排出到所述液体冷却系统中,

所述液体入口与入口通道液体连通,所述入口通道和所述液体出口与出口通道液体连通,

使得所述冷板组件的至少第一区域适于具有分流、合流或直流中的一种流动类型的液体流动,所述冷板的第二区域适于分流、合流或直流类型中的一种液体流动类型,并且所述第二流动类型不同于所述第一流动类型。

2.根据权利要求1所述的冷板组件,其中所述冷板组件的所述第一区域具有分流类型的液体流动,并且所述第二区域具有合流类型的液体流动。

3.根据前述权利要求中任一项所述的冷板组件,其中所述第一区域与所述计算设备的第一工作区域重叠,并且所述第二区域与所述计算设备的第二工作区域重叠。

4.根据前述权利要求中任一项所述的冷板组件,其中所述第一工作区域和所述第二工作区域彼此分离。

5.根据前述权利要求中任一项所述的冷板组件,其中所述第一区域和所述第二区域不重叠,使得所述合流的所述出口通道从所述分流接收液体。

6.根据前述权利要求中任一项所述的冷板组件,其包括连接成入口网络的多个入口通道和/或连接成出口网络的多个出口通道。

7.根据权利要求6所述的冷板组件,其中所述入口网络和所述出口网络经由微通道连接。

8.根据前述权利要求中任一项所述的冷板组件,其中入口通道和出口通道布置在工作区域的局部温度最高部的相对两侧上。

9.根据前述权利要求中任一项所述的冷板组件,其中至少一个入口通道包括收缩部,使得通过逐渐减小和/或逐级减小所述入口通道的横截面面积,所述横截面面积在第一位置处比在第二位置处大。

10.一种设计冷板组件的方法,其包括以下步骤:获得目标计算设备的表面温度分布图、限定所述冷板组件的固定入口位置和固定出口位置、将所述冷板组件的入口通道、出口通道和/或微通道的放置和/或数量和/或尺寸迭代地优化,以使所述冷板组件和计算设备的集合系统的基于所述表面温度分布图模拟的温度降至最低。

11.根据权利要求10所述的方法,在优化期间要降至最低的所述温度是整体温度最大值或平均温度,例如与所述温度分布图的最高10%的温度范围相对应的区域的总平均值或平均温度。

12.根据权利要求10或11所述的方法,其还包括以下步骤:

基于所述表面温度分布图,根据每个优先级区域的预定温度限制定义多个优先级区域,根据每个所述区域的最高表面温度将所述多个优先级区域分为至少两个类别,所述至少两个类别中的一个类别是高优先级区域,使得分配至少一个高优先级区域,以及

将所述高优先级区域定义为温度最小化区域以便所述冷板组件的后续优化。

13.根据权利要求12所述的方法,其中所述至少两个类别中的一个类别为低优先级区域,使得分配至少一个低优先级区域,其中所述优化被限制为将所述低优先级区域的最高温度保持低于预定阈值。

14.根据权利要求12或13所述的方法,其包括多于两个类别,所述类别分级排序,其中在分级结构中最高的类别是所述高优先级区域,并且每个其他类别被分配不同的预定阈值,因此所述温度的所述预定阈值对于在分级结构中最低的区域是最高的。

15.根据权利要求10至14中任一项所述的方法,其还预定一个或多个入口通道的固定位置。

用于电子设备的液体冷却的冷板组件

技术领域

[0001] 本发明涉及电子设备、特别是计算机设备的处理单元的液体冷却,以及如何设计用于各个计算机芯片的冷板组件。

背景技术

[0002] 随着现代计算系统的功率密度不断增加,诸如计算机和服务器的电子设备的有效冷却已经变得非常重要。由于对更大计算能力的需求,如中央处理单元或图形处理单元的电子设备中的主要热源的数量趋于增加。此外,如果局部温度变得过高,则计算设备可能受到热压制。由于这些原因,能够有效地冷却计算设备并且使得电子设备可以继续运行并执行复杂的任务是非常重要的。

[0003] 辅助热源采用被动冷却来冷却。这是通过使用尺寸取决于功率密度的散热器来完成的。当功率密度增加时,散热器变得非常大,因此不再实用,需要另一种技术。

[0004] 对于具有高功率密度的电子设备,使用主动冷却。主动冷却通常使用空气冷却或液体冷却。空气冷却使用风扇和气流来将热量从电子设备传输出去,因此需要用于良好气流的高效的路径。由于这些电子设备紧密地封装在一起,因此气流可能受到其他设备、它们的冷却系统和其他内部结构的限制,从而冷却效率降低。为此,使用液体冷却来冷却密集封装的电子设备。液体冷却是一种可以高效地冷却并且比空气冷却在局部占用更少空间的技术。

[0005] 对于液体冷却,使用冷板将热量从需要冷却的设备交换带走。然后,热量被交换到冷板内部的液体并被输送到散热器,在该散热器中,液体被冷却并准备好再次被泵回到冷板中以再次冷却冷板。因为许多液体的热容量比空气的热容量大得多,因此使用液体来冷却。

[0006] 在液体冷却系统中,难以产生从冷板到液体的有效热交换。这需要在通过系统不损失太多压力的情况下完成,同时保持液体流量足够高。冷板中的通道的表面积是从冷板到液体交换热量的位置。表面积越大,传热越好。随着冷板中的通道的表面积增加,流动阻力也增加,这限制了通过冷板的流量。存在影响冷板冷却的更多参数,例如通道和槽的放置和尺寸、通道和槽的数量以及材料。

[0007] 以前的液体冷却是通过冷却整个冷板来完成的,例如EP3907584A1中所公开的。

[0008] EP3907584A1中公开的发明是一种在用于在冷却计算设备的液体冷却系统中使用的冷板组件,其包括一种方法,该方法包括:

[0009] -提供具有至少两个不同的电气部件的计算系统的热图,所述至少两个不同的电气部件相互间隔开并具有两种不同的热量产生速率,所述热图映射了所述至少两个电气部件的相关热量产生以及它们的相关位置,

[0010] -提供模板冷板组件设计,

[0011] -通过相互调整与入口歧管、入口槽、腔室、翅片、出口槽和出口歧管相关的参数来修改所述模板设计,以实现与计算系统的热图相匹配的冷板外表面的冷却分布,以及

[0012] -根据修改后的模板设计生产冷板组件。

[0013] 已知的冷板被设计为以优化的速率将液体流均匀地引导到待冷却的区域上。然而,一旦液体通过了最暖区域并且温度升高,冷却效率就会降低,从而降低冷却效果的效率,使得其对于具有不均匀热量产生的紧密封装的发热部件来说效率低下。

发明内容

[0014] 本公开的第一方面是:

[0015] 一种用于在液体冷却系统中使用的冷板组件,所述液体冷却系统用于冷却具有多个工作区域的计算设备,热量以从一个或多个高强度区域到一个或多个低强度区域的变化的强度从所述多个工作区域扩散,所述冷板组件包括:

[0016] 用于在所述计算设备与所述液体冷却系统的冷却液体之间交换热量的冷板,所述冷板包括用于面向所述计算设备的外表面和相对的适于与所述冷却液体接触的内表面,所述内表面还包括用于将所述冷却液体以预定模式沿着所述内表面引导的引导装置,所述预定模式使液体流集中通过一个或多个预定的高优先级区域;

[0017] 被配置为安装到所述冷板的所述内表面上的分配层,所述分配层包括:

[0018] -液体入口,所述冷板的所述内表面通过所述液体入口从所述液体冷却系统接收冷却液体,以及

[0019] -液体出口,冷却液体通过所述液体出口从所述内表面排出到所述液体冷却系统中,

[0020] 所述液体入口与入口通道液体连通,所述入口通道和所述液体出口与出口通道液体连通,

[0021] 使得所述液体流经由所述引导装置从所述入口通道被引导穿过所述冷板到达所述出口通道,所述入口通道被布置为使得当所述冷板组件被布置为冷却所述计算设备时,所述入口通道至少部分地与所述计算设备的高强度区域重合。

[0022] 因此,来自计算设备的热量被传递到冷却液体中。高效传热的一个促进因素是为冷板提供可传递热量的大的表面积的引导装置。通过冷却计算设备,计算设备可以执行更多任务,而不会有工作部件过热的风险,因此它可以运行得更快。

[0023] 计算设备被理解为包括一个或多个芯片的设备。计算设备可以例如包括电子电路。计算设备可以是单个工作部件,或者它可以是包括多个工作部件的集成电路。这样的计算设备在处理数据时会产生热量。对于许多计算设备,热量的产生不均匀,例如,在集成电路中,芯片的工作部件之间将存在间距,在这样的空间中不产生热量。计算设备上的产生热量的位置被描述为工作区域。热量将从这样的工作区域扩散到整个计算设备。

[0024] 高强度区域被理解为计算设备的对应于由工作区域产生的高温的区域。因此,高强度区域可能与工作区域重合。因此,高强度被理解为高热通量。对于本发明的不同实施方式,被认为是高强度的范围可以变化。高强度区域被理解为在计算设备上发现的热通量的最高预定部分内的区域。例如,在一些变型中,高强度区域可以包括热通量在计算设备的热通量的最高10%以内的区域。

[0025] 低强度区域被理解为计算设备的对应于计算设备几乎不产生热量的区域。因此,低强度区域可能位于远离计算设备的工作区域的位置,或者与产生的热量比相同计算设备

的其他工作区域产生的热量少的工作区域重合。低强度区域被理解为在计算设备上发现的热通量的最低预定部分内的区域。例如,在一些变型中,低强度区域可以包括热通量在计算设备的热通量的最低50%以内的区域。

[0026] 引导装置被理解为可以引导液体流通过引导装置的任何形式的一个或多个通道。引导装置可以是直通道或弯通道,使得引导装置具有任意形状。引导装置的一个例子可以是微通道,因为它们可以引导液体流。在下文中,引导装置和微通道将可互换使用。

[0027] 在冷板组件的变型中,当冷板组件被布置为冷却计算设备时,一个或多个预定高优先级区域中的至少一个与计算设备的一个或多个高强度区域中的一个重合。

[0028] 通过使高优先级区域与高优先级区域中的一个或多个重合,冷却将集中在产生最多热量的区域上。

[0029] 在冷板组件的变型中,当冷板组件被布置为冷却计算设备时,所述一个或多个预定高优先级区域中的至少一个与计算设备的工作区域重合。

[0030] 通过使高优先级区与计算设备的工作区域重合,确保了在产生热量的区域以及存在可以通过冷却来保护的电子部件的区域中进行最多的冷却。

[0031] 在冷板组件的一个变型中,将界定高强度区域和低强度区域,使得它们覆盖计算设备的所有区域,例如高强度区域包括热通量在计算设备的10%最高温度通量内的区域,因此低强度区域必须包括热通量在计算设备的90%最低热通量内的所有区域。在其他变型中,可以存在另外的中间强度区域。

[0032] 应当理解,虽然工作区域是计算设备的工作区域,但是高强度区域和低强度区域可以被映射到冷板中,因为当冷板的外表面接触计算设备时,接触要冷却的计算设备的冷板将经历相同的热通量空间分布。

[0033] 为了定义计算设备的每个区域需要冷却多少,使用优先级区域。高优先级区域是指需要尽可能多地冷却的区域;这意味着温度最大值或温度平均值应最小化。低优先级区域是指需要将温度保持低于特定温度阈值的区域。可以通过具有不同的温度阈值来定义不同的低强度区域。其可以是,如果温度超过例如70℃,则计算设备的特定电气部分可能会发生故障。在大多数情况下,一个或多个高优先级区域将与一个或多个高强度区域相匹配,因为这是从计算设备扩散热量最大的区域。如果例如在敏感电气部件的位置处或者在越冷表现越好的部件处,则可以将高优先级区域放置在低强度区域中。

[0034] 通过具有穿过高强度区域的引导装置并将入口通道至少部分地放置在高强度区域的顶部上,热量被有效地从工作区域输送离开,而从其他区域输送离开的热量较少。产生有效的差异化冷却系统。

[0035] 分配层确保液体通过入口进入并从那里分配。此外,分配层有助于使系统不透液体以防止泄漏。

[0036] 冷板组件的变型包括连接成入口网络的多个入口通道和/或连接成出口网络的多个出口通道。通过具有多个入口通道,可以靠近高优先级区域引入冷液体以有效地冷却。另一个效果是可以使液体流动路径更短,从而使流动阻力更小并且使液体流动更快。

[0037] 具有多个出口通道有助于保持短的液体流动路径并且能够将热液体从高优先级区域输送离开。

[0038] 在冷板组件的变型中,入口网络和出口网络经由微通道连接。

[0039] 通过具有微通道,冷板具有将热量从冷板传递到液体的大的表面积,因此确保了冷板与冷却液体之间的良好的热传递。

[0040] 在本发明的变型中,冷板组件包括布置在工作区域的局部温度最高部的相对两侧上的入口通道和出口通道。

[0041] 通过将入口通道和出口通道放置在局部温度最高部的相对两侧上,当液体通过入口通道和出口通道之间的微通道时,确保了具有局部温度最大值的区域的冷却。此外,放置在相对两侧上(即邻近最高部而不是完全与温度最高部重合)确保了热量辐射到的区域的至少一部分被冷却,这是相关的,因为冷板是传导温度的,因此热量将在温度最高部周围的所有方向上传播。

[0042] 在本发明的变型中,冷板组件具有包括收缩部的至少一个入口通道,使得通过逐渐减小和/或逐级减小入口通道的横截面面积,该横截面面积在第一位置处比在第二位置处大。

[0043] 通过在入口通道中具有锥形截面形式的收缩部或通过具有台阶的截面,可以以受控的方式操纵计算设备的冷却。这是由于流动阻力随着通道尺寸的减小而增加。因此,可以控制液体流量,使得流量在某些区域中高于其他区域。这可以用于将高优先级区域冷却得比其他区域(例如低优先级区域)更多。

[0044] 在本发明的变型中,冷板组件具有包括在分配层和冷板两者中的入口通道和/或包括在分配层和冷板两者中的出口通道。

[0045] 当入口通道包括在冷板和分配层中时,更容易设计系统并使其不透液体。

[0046] 在本发明的变型中,所有微通道被布置成冷板的一部分。

[0047] 可以这样布置微通道,即,使得从冷板到液体的热传递最大化。例如,如果冷板的传热能力优于分配层的传热能力,则将微通道限制到冷板上可能是有益的。仅在冷板中具有微通道还可以使冷板组件更多地被保护免于液体泄漏。

[0048] 在本发明的变型中,冷板组件包括多个微通道和/或入口通道和/或出口通道,它们相对于所述冷板的所述外表面彼此叠置地布置在多个层中。

[0049] 通过具有彼此叠置的多个通道,可以获得更好的热传递。通道的更自由的放置还能够缩短流动路径。

[0050] 在一个变型中,冷板组件包括在一个或多个微通道内至少部分地横向于微通道内的液体流动方向突出的一个或多个微结构。

[0051] 通过具有在微通道内突出的微结构,冷板的表面积可以增加,增加的表面积可以导致提高的热传递。此外,微结构可以在通道内引入湍流,这又可提高到冷却液体的热传递。

[0052] 在本发明的变型中,冷板组件具有经由3D打印构建的冷板。

[0053] 3D打印是一种可以构建许多不同形状的非常通用的技术。其为所有通道提供了设计和优化热传递的可能性。通道可以包括液体流过的弯曲部和/或金属的格子。在流动路径中引入格子可以提高热传递,因为冷板和液体之间的接触表面积增加。引入弯曲部和不规则形状可用于控制流动阻力。通过设计每个通道,可以使冷却差异化以适合许多不同的计算设备。

[0054] 本公开的第二方面是:

[0055] 一种设计冷板组件的方法,其包括以下步骤:

[0056] 获得目标计算设备的表面温度分布图,

[0057] 限定所述冷板组件的固定入口位置和固定出口位置,

[0058] 迭代地优化所述冷板组件的入口通道、出口通道和/或微通道的放置和/或数量和/或尺寸,以使所述冷板组件和计算设备的集合系统的基于所述表面温度分布图模拟的温度降至最低。

[0059] 在该方法的变型中,在优化期间降至最低的温度是整体温度最大值或平均温度,例如与温度分布图的最高10%的温度范围相对应的区域的总平均值或平均温度。

[0060] 在一个变型中,该方法还包括以下步骤:

[0061] 基于所述表面温度分布图,根据每个优先级区域的预定温度限制定义多个优先级区域,

[0062] 在优化所述冷板组件之前,根据每个所述区域的最高表面温度将所述多个优先级区域分为至少两个类别,所述至少两个类别中的一个类别是高优先级区域,使得分配至少一个高优先级区域,以及

[0063] 将所述高优先级区域定义为温度最小化区域。

[0064] 通过将冷板组件的区域划分为高优先级区域和低优先级区域,选择重要的是冷却计算设备的哪些区域以及哪些区域不太重要。

[0065] 在该方法的变型中,冷板的区域被定义为一个高优先级区域,使得该高优先级区域覆盖所述热图的全部。

[0066] 如果要使计算设备的最高整体温度降至最低,则可以使用覆盖热图的全部的一个高优先级区域。高强度区域可以具有使该区域内的整体最高温度降至最低的标准。这可以使用描述热图的单个函数来完成,即描述计算设备的区域上的热通量的二维变化的函数(如果可以获得这样的函数的话)。如果热图由多个函数描述,则热图的区域可以被划分为多个优先级区域。通过多个函数的描述还可以包括热图的离散化以及将指示相关热通量的值分配给热图的每个像素,即离散区段。

[0067] 换句话说,设计冷板组件的方法的变型包括以下所有步骤:

[0068] 获得目标计算设备的表面温度分布图,

[0069] 基于所述表面温度分布图,根据每个优先级区域的预定温度限制定义多个优先级区域,

[0070] 根据每个所述区域的最高表面温度将所述多个优先级区域分为至少两个类别,所述至少两个类别中的一个类别是高优先级区域,使得分配至少一个高优先级区域,

[0071] 限定固定入口位置和固定出口位置,

[0072] 迭代地优化入口通道、出口通道和/或微通道的位置和/或数量和/或尺寸,以使所述至少一个高优先级区域中的温度降至最低。

[0073] 在所述方法的变型中,所述至少两个类别中的一个类别是低优先级区域,使得分配至少一个低优先级区域,其中所述优化被限制为将所述低优先级区域的最高温度保持低于预定阈值。

[0074] 为了使计算设备的冷却差异化,重要的是具有冷却不如高优先级区域重要的区域。这是通过具有温度保持低于一定阈值的低优先级区域来完成的。可以选择阈值以确保

计算设备的任何部分都不会过热,例如,基于哪个最大操作温度对于计算设备是可接受的。对于不同区域,可以不同地设置该阈值,可以选择每个区域的重要性。

[0075] 在包括多于两个类别的方法的变型中,所述类别分级排序,在分级结构中最高的类别是所述高优先级区域,并且每个其他类别被分配不同的预定阈值,因此温度的预定阈值对于在分级结构中最低的区域是最高的。

[0076] 通过具有不同的阈值,可以区分区域的冷却重要性。

[0077] 在该方法的变型中,所述高优先级区域包括表面温度分布图的至少一个局部温度最高部。

[0078] 通过在高优先级区域中具有局部温度最高部,确保了冷板被构造为在最高温度区域中最有效地冷却。此外,确保了高优先级区域被放置在计算设备的工作区域中。

[0079] 在该方法的变型中,还预定一个或多个入口通道的固定位置。

[0080] 通过固定一个或多个入口通道,可以控制流体将进入冷板的位置。因此,如果热图的对称性使得将入口通道放置在热图上的温度最大值附近变得简单,则这可以使优化更快且更好。另一方面可以是入口通道可以受到机械限制,因此需要处于固定位置。

[0081] 在替代变型中,该方法包括预定至少两个入口通道的固定位置。

[0082] 将参照附图更详细地解释根据本公开的方面的以下具体例子。然而,本公开可以以与下面的描绘不同的形式来体现,并且不应被解释为限于本文阐述的任何例子。相反,任何例子被提供为使得本公开透彻和完整,并将本发明的范围充分传达给本领域技术人员。相同的附图标记始终指代相同的元件。因此,相同的元件将不会关于每个图的描述来详细描述。

附图说明

[0083] 图1示出了组装好的冷板组件。

[0084] 图2示出了双CCD CPU芯片。

[0085] 图3示出了从图2所示的CPU芯片获得的热图。

[0086] 图4A示出了图2所示的CPU芯片的优化的流动路径设计。

[0087] 图4B示出了具有四个CCD和一个IOD的CPU芯片的优化的流动路径设计。

[0088] 图5A示出了设计有微通道的冷板的例子。

[0089] 图5B示出了图5A中的冷板上的放大的特写。

[0090] 图5C示出了从下方观察的图5A的冷板。

[0091] 图6A示出了放置在冷板顶部的分配层。

[0092] 图6B示出了从下方观察的分配层。

[0093] 图7示出了冷板组件的横截面。

[0094] 图8示出了内部具有微结构的微通道的横截面。

[0095] 图9示出了内部具有圆柱体的微通道的横截面。

[0096] 图10示出了制成3D格子的微通道。

[0097] 图11示出了引导分流的通道的布置。

[0098] 图12示出了引导合流的通道的布置。

[0099] 图13示出了引导直流的通道的布置。

[0100] 图14示出了引导直流的通道的替代布置。

[0101] 图15示出了包括分流和两个合流的冷板设计以及待冷却的部件的示例热图。

具体实施方式

[0102] 在下文中,通过本发明的实施方式详细描述本发明,这些实施方式不应当被认为是对本发明范围的限制。

[0103] 在图1中可以看到本发明的一个实施方式。在所示的系统中,冷板组件包括三个部分:冷板105、分配层和顶层107。该系统具有用于冷却液体进入冷板组件的入口101和用于将冷却液体从冷板组件引导出去的出口103。

[0104] 冷板105用于计算设备与冷却液体之间的热交换。冷却液体被理解为可以在液体冷却系统中使用以传递热量的任何液体,例如水或具有关于热传递、热容量和热膨胀的合适特性的液体的混合物,例如已知适合于液体冷却系统的任何冷却剂。当冷板组件被安装成冷却计算设备时,冷板105被布置成外表面与要冷却的计算设备热接触。顶层107用于接收冷却液体并将其引导到分配层和冷板105中。顶层107还适于引导冷却液体离开冷板和分配层。顶层可以由多个部分组成。在优选的实施方式中,顶层可以具有出口103和入口101。

[0105] 分配层用于将冷却液体分配到冷板中并确保不透液体的系统。在一些实施方式中,可以放弃顶层109,并且液体入口和液体出口可以直接布置在分配层中。为了驱动冷却液体通过冷板组件,可以使用泵。泵将通过将液体通过入口管抽吸到入口开口101中通过冷板组件以接收来自电子设备的热能,并从出口103出来以在另一个位置(通常在液体与空气散热器或液体与液体热交换器中)冷却来使冷却液体在冷却回路中循环。

[0106] 将冷板组件紧固成冷板的外表面与计算设备热接触可以通过常规支架从上方抵靠冷板组件的顶部紧固或通过安装到计算设备的印刷电路板(PCB)上的接口孔来完成。替代地,冷板组件可以具有集成的安装接口,以使得易于将它安装到诸如CPU的计算设备上。冷板组件可以具有另外的安装装置以促进牢固的保持,例如使用螺钉,这在将冷板组件安装到处理卡或图形卡等上时可能是有用的。

[0107] 图2示出了计算设备200的示例设计,其包括输入/输出晶片(IOD)203、一些核心复合晶片(CCD)201,并且可包括分布于计算设备200上的一些连接。计算设备的电气元件使用电能来进行计算操作,该过程产生热量作为副产物。该热量主要在一些特定区域(即,计算机设备的工作区域)中产生,但是温度分布强烈地取决于如何放置核心,并且还可能取决于核心运行哪些任务。本发明试图基于在芯片上的不同区域中产生多少热量来设计用于以高效方式冷却该芯片的冷却系统。计算设备可以被制成许多不同的形状并且具有不同数量的核心。因此,图2仅是本发明的液体冷却系统可以用于冷却的计算设备的一个例子。

[0108] 为了识别计算设备产生热量的位置,可以通过绘制出与计算设备相对应的不同位置处的温度分布来获得工作计算设备的热分布。这样的绘图可以由表面温度分布图(也被称为热图)来表示,这是一种用于在2D中使数据值可视化的技术。这通常通过用颜色或灰度表示数据值来完成。对于本发明,使用温度热图。温度分布可以通过测量或模拟来获得,也可以由第三方提供。例如,可以使用红外相机在电子设备执行任务时进行测量以记录电子设备。在电子设备的热量产生的模拟中,设备的内部结构可以用于估计在计算设备工作时的热量产生情况。计算设备的热图可以示出设备的工作区域中的温度升高。计算设备的工

作区域是用于计算的能量至少部分地转化为热能的区域。

[0109] 类似于图2所示的设备的设备的热图可以在图3中看到。仅示出了芯片的工作部件的热图,非工作区域没有数据值并且是白色的。图3所示的热图的标度使得黑色代表最低温度,白色代表最高温度。如果具有白色的像素在IOD 203或CCD 201内部,则它对应于高温。如果像素是白色的并且放置在IOD 203和CCD 203的位置之外,则它不示出数据。在图3的示例热图中,可以看出,在CCD 201内部存在多个局部温度最高部303。热图表明,与IOD 301产生的较少量的热量相比,所产生的热量的大部分由CCD 201产生。热图可以被划分成各自具有最高和平均温度的较小区域;这些区域可以被指定为高强度或低强度区域。替代地,可以基于在该区域中出现的最高和最低温度来划分这些区域。

[0110] 根据本发明的冷板组件的实施方式在图4A中示出。该图示出了通过冷板的液体流动和热传递。冷板直接放置在需要冷却的计算设备的顶部上,其中冷板的外表面与计算设备之间直接接触。冷板可以优选地由具有高导热性的材料制成,例如铜、铝或其他金属。

[0111] 图4A所示的实施方式是冷板组件的优化设计,用于提供设备(如图2所示的设备)的有效冷却,即用于包括与IOD间隔开的两个并排CCD的CPU芯片。图中的箭头示出了液体流动,箭头的宽度对应于液体流量的大小。如果箭头较大,则该点处的流速高于具有较小箭头的区段处的流速。

[0112] 在图4A所示的实施方式中,液体经由入口405进入分配层,液体从入口405被引导到流体连通的三个入口通道403中。这三个入口通道403形成入口网络,该入口网络的通道直接流体连通。入口通道304的区段彼此平行布置。入口通道403连接到微通道401。入口通道可以具有不同的尺寸,以便控制通过它们的液体流量。例如,可以通过在通道的横截面面积中具有逐级差异来进行收缩。在另一个示例中,收缩可以采取通道的至少一部分逐渐减小的形式,使得通道在第一位置处比在第二位置处宽。如果通道的尺寸减小,则流量减小。图4A的实施方式的中间入口通道包括尺寸减小的收缩区段404;在图4A中,这由流动箭头的宽度指示。收缩区段404尺寸的减小(即,入口通道的横截面面积的减小)降低了经过该收缩部的流速。减少的流量位于冷板的应该布置在计算设备的IOD 301的顶部上的区域中,即,比计算设备的其他发热区域需要更少的冷却的区域。

[0113] 微通道401也可以具有不同的尺寸以引导冷却液体的流动,在图中,这由图示微通道401的箭头的宽度指示。

[0114] 冷板组件包括液体通道。这些液体通道的布置可以被分为不同的液体流动类型,特别相关的是分流、合流和直流。

[0115] 分流描述了从入口通道分支到多个通道中的液体流动,其中分支的通道在至少两个方向上引导液体流远离入口通道。图11示出了分流,其中入口通道与多个微通道液体连通,多个微通道被布置成当冷却液体流从入口通道被引导到微通道中时使冷却液体流分开,并且液体流801被引导到入口通道的两侧。在一些优选的实施方式中,在多个方向上引导流远离入口通道的通道是微通道。在一些优选的实施方式中,分流在垂直于入口通道的两个相反方向上引导液体流801远离入口通道,如图11所示。液体流可以从入口通道分到任何数量的通道中,例如两个、三个、四个、五个、六个或更多个通道中。在一些实施方式中,冷板组件的多个区域包括分流。

[0116] 在优选的实施方式中,当冷板组件的区域包括通过引导装置流体连接到位于入口

通道的两侧上的至少两个出口通道的入口通道时,冷板组件的该区域可以被认为适于分流类型的液体流动,使得冷却液体流以分流的方式从入口通道引导到出口通道。

[0117] 分流的例子在图4A中示出,并且当部分液体流从入口通道404的收缩区段分开并被引导到多个微通道401中时发生。如图11所示,液体流可从入口通道分到多个微通道中。

[0118] 在优选的实施方式中,分流可以将冷却液体引导到需要有效冷却的位置,因为冷的冷却液体通过入口通道进入并通过微通道分配,在微通道中冷却液体被加热。冷却液体可以通过一个或多个入口被引导到冷板组件中,并且通过一个或多个分流在冷板组件中分配。

[0119] 合流描述了一种流动类型,其中在不同方向上引导流的多个通道连接成使得该流进入单个通道。在优选的实施方式中,流在沿着单个通道的多个点处结合。在优选的实施方式中,单个通道可以是出口通道。图12示出了当出口通道两侧的微通道连接到出口通道时合流类型的流动。液体流801由微通道从出口通道的每一侧引导到出口通道中。可以存在将流合并或结合到单个通道中的任何数量的通道。在一些实施方式中,合流被布置成使得液体流从出口通道的相对两侧以垂直方式从多个微通道引导到出口通道中,如图12所示。在一些实施方式中,冷板组件的多个区域包括合流。

[0120] 在优选的实施方式中,当冷板组件的区域包括通过引导装置流体连接到位于出口通道的两侧上的至少两个入口通道的出口通道时,冷板组件的该区域可以被认为适于合流类型的液体流动,使得冷却液体流以合流的方式从入口通道引导到出口通道。

[0121] 如图4A所示,当微通道401从出口通道409的两侧流体连接到同一出口通道409时,其可以是合流的例子。引导装置可以被限定为在它们流体地连接到出口通道的位置处终止,使得当多个微通道从该出口通道的相对两侧终止在同一出口通道中时,发生出口流动。根据本发明的冷板组件的实施方式可以包括任何数量的出口通道,此外,出口通道可以包括不同流动类型的区段,例如包括具有分流的区段和具有合流类型的流动的另一个区段。在一些实施方式中,出口通道可以仅在组件的冷板中。在其他实施方式中,出口通道可以位于冷板和分配层中。出口通道可以连接到分配层中的一个或多个出口。合流在冷板组件中的定位可以取决于出口通道布置的位置和微通道进入出口通道的连接点。合流的位置可以取决于计算设备产生热量的位置。合流可以是冷板组件的区域的一种流动类型。具有合流的区域可以不同于具有分流的区域。在优选的实施方式中,冷板组件包括具有合流的一个或多个区域和具有分流的一个或多个区域。在一些优选的实施方式中,一个或多个分流区域与合流区域不同且分开。

[0122] 合流可以将加热的冷却液体合并到更少的通道中,以有效地引导加热的冷却液体远离冷板。由于来自计算设备的热量最有效地传递到微通道中的冷却液体,因此冷却液体在离开具有合流的区域时可能是热的。

[0123] 直流描述了液体流通过在相同方向上的多个通道从第一通道引导到第二通道的情况,例如这可以是在相同方向上从一个通道分开并合并到第二通道中的多个通道。图13示出了直流的一个例子,其中入口通道通过多个微通道连接到出口通道,所述多个微通道在相同方向上将液体流从入口通道平行地引导到出口通道。微通道进入出口通道,液体流在出口通道中合并。这提供了在一个区域上沿相同方向的流动,因此被表示为直流。在图14中示出了直流类型的流动的另一个例子,在这种情况下,液体在入口通道的中间进入,使得

流在入口通道中沿相反方向扩展,随后在微通道中沿相同方向扩展,然后再次组合成单个流。

[0124] 计算设备的冷却效率可以取决于通道的分布和连接方式并且因此取决于在冷板组件中使用的流动类型以及这些类型的流动的位置。

[0125] 在一个实施方式中,入口通道的至少一部分位于计算设备的高强度区域上方,并且从入口通道离开的微通道从与高强度区域重叠的入口通道的边缘离开。这可以通过使分流至少部分地与高强度区域重叠来实现。

[0126] 在一个实施方式中,入口通道和连接的出口通道位于计算设备的高强度区域的相对两侧上,冷板组件被设计为冷却该高强度区域。入口通道和出口通道可以定位成使得其放置在高强度区域中的温度最高部的两侧。入口通道可以与高强度区域重叠。出口通道可以与高强度区域重叠。入口通道可以与计算设备的温度最高部重叠。替代地,入口通道可以定位成与计算设备的温度最高部相邻。

[0127] 冷板的微通道可以全部具有相同的尺寸。冷板的微通道可以具有两种或更多种不同的尺寸,以在不同的区域中提供变化的流量,例如,在一个区域中提供较高的冷却液体流量,而在另一个区域中提供较低的冷却液体流量。

[0128] 分配层的开口(例如入口和出口)可以被优化以冷却计算设备。优化冷却可以以不同的方式执行。开口可以靠近计算设备的高强度区域定位。更具体地,分配层的开口可以位于计算设备的一个或多个温度最高部附近。分配层的开口可以表示为入口和/或出口。分配层可具有一个或多个入口和一个或多个出口。

[0129] 冷板组件可以通过包括冷却液体可以从两侧从微通道进入的出口通道而包括合流。这可以垂直于出口通道的侧面,使得当从微通道进入出口通道时,液体流将方向改变90°。当液体可以从两侧进入出口通道时,出口通道可以定位在两个入口通道之间。出口通道可以放置在两个入口通道之间的中间(即,使得出口通道与每个相邻的入口通道之间的间距相等),或者放置在两个入口通道之间的任何位置,使得从一个入口通道到出口通道的微通道比从另一个入口通道到出口通道的微通道短。出口通道可以布置在冷板组件中的任何位置。出口通道可以至少部分地与计算机芯片的工作区域重叠。出口可以至少部分地与高强度区域重叠。出口可以布置在两个高强度区域之间。出口可以布置在低强度区域中。出口可以布置在计算机芯片的两个局部温度最高部之间。如图4A所示,两个出口通道409中的每一个的端点409’位于三个入口通道403之间。一个或多个入口通道可以位于冷板组件中的任何位置。这可以在冷板组件的用于冷却计算设备的区域之外,或者在用于冷却计算设备的冷板的区域之内。一个或多个入口通道可以被定位成与计算设备的工作区域部分重叠。一个或多个入口通道可以被定位成与计算设备的高强度区域部分重叠。一个或多个入口通道可以被定位成与计算设备的温度最大值点/区域部分重叠。将出口通道放置在两个入口通道之间可以提供计算设备的优化冷却。改进冷却的一个原因可能是诸如CCD、IOD等的计算设备的工作部件通常在部件的边缘处产生最多的热量。因此,可能有利的是将微通道放置在这些热量产生区域上,其中入口靠近热量产生区域或与热量产生区域重叠。

[0130] 为了提供最有效的冷却,冷板的流动类型可以根据产生热量的区域和不产生热量的区域来定位。

[0131] 计算设备可以具有产生热量的第一工作区域和第二工作区域。两个工作区域可以

彼此分离。第一工作区域可以由第一流动类型来冷却,第一流动类型是分流、合流或直流中的任何一种流动类型,并且第二工作区域可以由第二流动类型来冷却,第二流动类型是分流、合流或直流中的任何一种流动类型。第一流动类型和第二流动类型可以是不同的流动类型,例如第一流动类型是分流,并且第二流动类型是合流或直流。第一流动类型和第二流动类型可以是相同的流动类型,例如都是分流或都是合流。通过在第一工作区域中具有第一流动类型并且在第二工作区域中具有第二流动类型,可以以两种不同的方式或两种类似的方式来冷却计算设备。这可以为具有相似或不同的工作区域和工作部件的计算设备提供最佳冷却。如果分流是两种流动类型之一,则分流可以位于工作区域的边缘或工作区域的中心。如果两种流动中的一种流动类型是合流,则合流可以位于工作区域的中心。

[0132] 图4A所示的实施方式的冷板组件还包括两个出口通道409。出口通道409被布置成使得当冷板组件被安装在目标计算设备上时,出口通道将被布置成与低热能区域接触。每个出口通道409的一个或多个区段平行于至少一个入口通道的一个或多个区段布置。

[0133] 微通道401连接到出口通道409和入口通道403,使得液体可以从入口通道403通过微通道401流入出口通道409。出口通道409连接到至少一个出口407。液体从出口407流出,液体被引导远离出口407以在冷板组件外冷却,之后再次被泵送回到入口405中。

[0134] 在一些实施方式中,微通道之间的间距可以在冷板的不同区域处不同,例如,它可以在要安装在目标的IOD 203或CCD 201的顶部上的区域中或在没有工作区域的区域中不同。

[0135] 在图4A所示的实施方式中,通道形成在冷板和分配层的组合中。在一些实施方式中,所有微通道形成在冷板中,而入口通道和出口通道形成在分配层中。在其他实施方式中,所有微通道形成在冷板中,而入口通道和出口通道的至少一部分形成在分配层中,并且入口通道和出口通道的一部分形成在冷板中。在所有实施方式中,冷板中将存在微通道。此外,入口通道和出口通道将穿过分配层。

[0136] 在优选的实施方式中,冷板组件包括具有至少两种不同的流动类型的两个或更多个不同的流动区域,即,第一流动区域是分流类型,第二流动区域是合流类型。

[0137] 在优选的实施方式中,冷板组件包括一个或多个出口通道,该出口通道可以被分成分支,使得每个分支被布置为在相同的流动方向上引导冷却液体的连续流动。在这种实施方式的优选变型中,出口的至少一个分支可以沿着出口通道的分支的流动方向被分成两个或更多个出口区段,使得至少两个区段被配置为接收两种不同流动类型的冷却液体,例如,出口通道的分支的第一区段被配置为接收处于分流配置的冷却液体,而该出口通道的相同分支的第二区段被配置为接收处于合流配置的冷却液体。这种情况的一个例子在图4A中示出,其中出口409的最右侧分支最初在端点409'附近具有合流配置的区段,而沿流动方向稍后(即,更靠近出口407),出口通道409具有放置在区域203的顶部上的从分流接收液体的区段。具有两种不同流动的区域可以不重叠,使得分流的出口通道也在同一区域中或在沿着出口通道的相同位置处在相反方向上接收冷却液体,即出口通道不能同时支持分流和合流。因此,具有两种流动类型的两个区域可以是两个单独的区域。

[0138] 本发明的另一个实施方式在图4B中示出。所示的实施方式是用于具有四个CCD 201和一个IOD 203的计算设备的冷却系统的设计。IOD 203被绘制为图中间的矩形,CCD 201也被绘制为在IOD 203的相对两侧上的彼此相邻布置的矩形,从而形成沿着以IOD为中

心的两个垂直轴线成镜像对称的结构。所绘制的通道示出了由冷板和分配层形成的通道。箭头示出了仅存在于通道内的液体流动。微通道401中的液体流动由箭头401示出。

[0139] 在图4B所示的实施方式中,液体通过两个入口405进入。液体从入口分配到六个入口通道403中。液体可以从入口通道403流入微通道401中。微通道在冷却系统的入口通道403和出口通道409之间延伸。液体可以从出口通道409流出,直到其到达两个出口407中的一个。在该实施方式中,至少一些入口通道404的一部分具有小于该入口通道的第一端部的端部,入口通道的第一端部是液体流进入的入口通道的端部,即连接到入口405的端部。随着通道的横截面面积变小,流量减小。

[0140] 总的来说,本发明可以具有许多不同的实施方式,这些实施方式具有不同形状和特征。这些实施方式的共同之处在于它们可以包括用于冷板组件的一个或多个入口和一个或多个出口。此外,冷板组件可以包括除了多个微通道之外的一个或多个入口通道和一个或多个出口通道。一个或多个入口通道可以与一个或多个入口直接流体连接/连通。直接流体连接被理解为两个通道之间的流体连通不通过另一组管道或通道进行传递。如果两个部件直接流体连接,则应理解为两个部件直接连接。入口通道可以与微通道直接流体接触。微通道可以与出口通道直接流体接触。在这样的配置中,入口通道和出口通道可以是经由微通道传递的间接流体连通。出口通道可以与出口直接流体接触。出口、入口、出口通道、入口通道和微通道可以由冷板、分配层、顶层形成,可以仅形成在这些层中的一个中,或者可以形成在这三个层的组合中。入口通道可以包括收缩部,使得入口通道的横截面的面积减小,例如通过逐渐减小的通过逐级变化。

[0141] 本发明的一部分是一种用于设计冷板组件的方法,该冷板组件有效地且以差异化的冷却来冷却特定的计算设备。当系统被设计为从冷板的某些部分输送离开的热量比其他部分更多时,其可以理解为差异化冷却。当产生用于特定冷板的设计时,存在许多重要参数,这些参数中的一些是:液体的压力、微通道的尺寸、微通道的数量、微通道的形状、冷却液体的温度、冷却液体的流量、系统中的流动阻力、入口和出口槽的数量和放置。

[0142] 为了设计具有优化冷却的冷板组件,基于区域中的热量产生将热图分成更小的区域,这些区域被称为如前所述的强度区域。此后,每个强度区域被分为至少两个类别,即高优先级区域或低优先级区域。高优先级区域被定义为优化目标是将最高温度降至尽可能低的区域。高优先级区域的标准可以替代地是将该区域的平均温度降至尽可能低。

[0143] 低优先级区域被定义为使得优化目标是该区域中的最高温度保持低于定义的阈值温度。对于低优先级区域,标准也可以是平均温度应当低于阈值。

[0144] 如果需要,所有强度区域可被分为高优先级区域,使得不存在低优先级区域。如果热图可以通过单个函数来描述,则可以使热图的全部的整体温度最大值最小化,就好像它是一个高优先级区域一样。如果热图通过多个函数和/或通过离散区域的划分来描述,则这可能更加困难。热图可以被划分为多个强度区域,以提供对优化的更多控制,特别是对于热图由多于单个函数来描述的情况。

[0145] 在一些实施方式中,高优先级区域可以与热图的高强度区域完全或部分重合。在其他实施方式中,一个或多个高优先级区域可以位于相对于目标计算设备的其他地方,例如,在具有特殊冷却需求的工作区域上方,即使它本身产生的热量不如计算设备的其他工作区域那样多。

[0146] 其他类别的中间优先级区域或低优先级区域的细分可以具有需要将温度保持在例如20-50℃的范围内的条件。通过为低优先级区域引入多个阈值温度值,这些低优先级区域可以被分成多个低优先级类别。这些类别可以分级排序,使得高优先级区域在分级结构中最高。具有最高阈值温度的低优先级区域在分级中最低,并且具有最低阈值的低优先级区域在分级结构中高于其他低优先级区域,但在分级结构中低于高优先级区域。这种分级结构的一个例子具有三个区域:阈值为40℃的低优先级区域、高优先级区域以及阈值为60℃的低优先级区域。这三个区域的优化的分级结构将首先具有最高优先级:其中优化目标是使温度降至最低的高优先级区域、阈值为40℃的低优先级区域以及阈值为60℃的低优先级区域。

[0147] 一种设计冷板组件的方法包括以下步骤:

[0148] • 获得要被冷却的计算设备的热图,即计算设备的热通量的映射。

[0149] • 将热图划分为较小的区域,并根据在该区域中产生多少热量来将这些区域分为高强度区域或低强度区域。

[0150] • 基于计算设备的期望冷却对所有强度区域进行分类,使得每个区域属于以下类别之一:高优先级区域、低优先级区域。在该过程中,至少一个强度区域应当被分配为高强度区域。

[0151] • 限定冷板组件的入口和出口的位置。

[0152] • 放置入口通道、出口通道和微通道。这可以通过初始猜测或通过使用计算机程序的完全优化来完成。

[0153] ●进行入口通道、微通道和出口通道的位置、数量和尺寸的迭代优化。在每个步骤中,计算热通量并且优化该系统以使至少一个高优先级区域中的温度降至最低。

[0154] 在优选的变型中,该方法将导致入口通道被定位成使得其与高强度区域部分地重合。这意味着入口通道到计算设备上的投影将与高强度区域的至少一些区域重叠。

[0155] 在用于获得针对特定计算设备优化的冷板组件的方法中,可以为特定冷板组件指定不同的参数,使得它为特定计算设备提供最佳冷却。如前部分所述,优化的冷板组件的参数可以至少是流动类型的数量、流动类型位置、流动类型组合、入口的数量、入口位置、入口尺寸、出口的数量、出口位置、出口尺寸、入口通道的数量、入口通道的位置、入口通道的高度和宽度、出口通道的数量、出口通道的位置、出口通道的高度和宽度、入口通道和出口通道中的收缩部、微通道的数量、微通道的位置、微通道的宽度和高度、微通道之间的壁的厚度。

[0156] 用于冷却特定计算设备的特定冷板组件所需的流动类型可以是在通过优化设计冷板组件时确定的第一参数。可以基于特定计算设备的热图来确定流动类型。流动类型可以被确定为直流和/或分流和/或合流。计算设备的不同区域可以由特定的流动类型来最佳地冷却。例如,高强度区域趋于被大量加热,因此在该区域中具有冷的冷却液体的分流可能是最佳的。这仅仅是一个例子,可能有许多不同位置分流可能是最佳的使用流。分流可以靠近高强度区域定位或位于两个高强度区域之间。

[0157] 另外,为了确定应使用哪些流动类型以及它们应当在冷板组件中的位置,可以确定描述如何形成分配层的其他参数。这些参数可以是入口的数量、出口的数量、入口的位置、出口的位置、入口的形状、出口的形状、分配层的形状以及分配层中的通道的位置和形

状。这些参数可以基于特定的计算设备的热图来确定。

[0158] 参数可以按优先级顺序基于热图来确定：

[0159] 1.流动类型。

[0160] 2.分配层中的入口和出口的位置、尺寸、数量和形状。

[0161] 3.冷板组件中的通道的尺寸、位置、形状和数量，例如入口通道、出口通道和微通道。

[0162] 这些参数中的每个参数可以通过从初始猜测开始并进行优化来确定，或者可以在没有对参数的任何猜测的情况下开始，并且可以使计算机程序使用算法优化所有参数，或者可以手动确定参数。手动确定的参数可以用于确保冷板组件可以制造或具有特定的期望特征。

[0163] 在用于获得冷板组件的方法中，该方法可以包括以下步骤或仅包括以下步骤中的一些：

[0164] ●602获得要冷却的计算设备的热图，即计算设备的热通量的映射。

[0165] ●604基于热图确定要在冷板组件中使用的流动类型。

[0166] ●606基于热图确定至少一个分流应在冷板组件中的位置以及至少一个合流的位置以提供计算设备的最佳冷却。

[0167] • 608基于热图确定用于在冷板组件中使用的所有流动类型的位置。

[0168] • 610基于热图确定分配层的入口和出口的数量、尺寸、形状和位置，使得这些参数适合在所有先前步骤中获得的特定流动类型。

[0169] ●612基于热图确定冷板中的通道的尺寸、位置、形状和数量，使得这些参数适合在先前步骤中获得的特定流动类型。

[0170] 任何步骤可以通过初始猜测或通过使用计算机进行完全优化来完成，这可能是使用在计算设备上运行的算法。

[0171] 以下步骤可以是该方法的一部分：

[0172] • 614将热图划分为较小的区域，并根据在该区域中产生多少热量来将这些区域分为高强度区域或低强度区域。

[0173] • 616基于计算设备的期望冷却对所有强度区域进行分类，使得每个区域属于以下类别之一：高优先级区域或低优先级区域。在该过程中，至少一个强度区域应当被分配为高强度区域。

[0174] • 618限定冷板组件的入口和出口的位置。

[0175] • 620进行入口通道、微通道和出口通道的流动类型、位置、数量和尺寸的迭代优化。在每个步骤中，计算热通量并且优化该系统以使至少一个高优先级区域中的温度降至最低。

[0176] 所有步骤可以是可选的，并且它们的执行顺序不需要像这里所列出的那样，因此步骤可以按任何顺序执行。

[0177] 方法600中的步骤顺序可以如这里列出的那样，并且步骤可能需要按连续的顺序执行。

[0178] 当确定类似通道的元件的位置时，这可以通过使用计算机进行优化来完成。该优化可以使最大温度、给定区域内的平均温度降至最低。不同的区域可能存在不同的标准。

[0179] 通过方法600获得的冷板的例子在图15中示出。所得到的设计包括一个分流和两个合流。微通道401在将流结合到出口通道中时合并。一个或多个入口通道可以定位成部分地与高强度区域重叠。一个或多个出口通道可以位于两个高强度区域之间。所示的设计为该特定的热图提供了最佳的冷却,热图是呈三个矩形的灰度图。

[0180] 用于图4A所示的实施方式的冷板可以在图5A中看到。冷板具有用于面向计算设备的外表面。冷板具有适于与冷却液体接触的内表面。冷板组件还具有分配层。冷板具有用于紧固装置的安装孔501,使得系统的顶层可以与分配层一起保持在冷板上,并且使得系统变得不透液体。在其他实施方式中,冷板组件可以通过其他紧固方式(如夹具或胶水)保持在一起。入口通道部分地由特征405和407与分配层结合形成。虽然冷板中的凹槽一直围绕微通道401延伸,但是图4A的冷却系统实施方式的入口通道407被分配层的一部分阻挡,使得入口通道被限制到微通道的一部分上,如图4A所示。随着分配层中的入口通道的横截面面积在收缩部409上方的区域中减小,中间入口通道405在收缩部409处的尺寸减小。

[0181] 在图5B中可以看到图5A所示的冷板中间的放大。中间入口通道405是可见的,并且可以看到微通道401。入口通道405中的收缩部409的形状被视为延伸穿过入口通道的区域的微通道的区域,然而,该实施方式的入口通道不被阻挡,因为它在冷板上方的分配层中延伸。入口通道在收缩部409之后再次扩大。收缩部409导致液体在收缩部409的位置处的流动阻力增加。这降低了收缩部409之后的通道中的压力。随着入口通道尺寸的再次增加,压力不会从收缩部之后立即明显降低,并且直到液体进入微通道。通常,当通道的尺寸最小时,流动阻力最高。因此,压力随着通道尺寸的减小而减小。随着通道变得更长,压力也会降低。由此看出,最大的流动阻力和压力损失是由于冷板组件中的微通道造成的。

[0182] 为了能够在冷板上的某些地方冷却得比其他地方更多,重要的是能够控制液体的流速并且能够对此进行区分。此外,重要的是液体可以与冷板交换热量。冷板和液体之间的热交换取决于它们之间的接触表面积。冷板的冷却液体和材料的选择也是用于控制热交换的相关因素。另一个重要参数是入口和出口处的液体压力。压力可以由泵控制,因此冷却系统中的最大压力受到泵的选择的限制。

[0183] 在图5C中从下方观察冷板,即,示出了冷板的外表面。该表面是要被布置为与计算设备接触以进行冷却的表面。冷板具有用于紧固组件的不同部分以将它们保持在一起的孔501。

[0184] 放置在冷板的顶部上的分配层可以在图6A中看到。示出了入口405,并且还可以看到出口407。组件的顶层未在图6A中示出,但是在安装的冷却组件中将用于通过紧固装置保持分配层,该紧固装置可以通过安装孔501紧固。

[0185] 分配层形成入口通道405和出口通道409的一部分。这可以在图6B中看到,其中从下方看到分配层,即,示出了当组装冷板组件时与冷板接触的一侧,从而可以看到用于分配冷却液体的通道。分配层可以由诸如橡胶的可变形材料制成。可变形材料有利于使冷板组件不透液体,因此分配层107也用作密封层。

[0186] 冷板组件的一个实施方式的横截面在图7中示出。这里可以看到一些通道,例如部分地形成在分配层107和冷板105中的入口通道405。顶层、分配层107和冷板通过紧固装置例如使用安装孔501保持在一起。

[0187] 由于本发明的一个重要方面是将热量从冷板传递到流过冷板组件的液体,因此微

通道的布置对于有效冷却具有重要意义。微通道可以以不同的方式制成并且具有不同的形状。产生微通道的一种方式是通过机械劈开制造翅片,从而在翅片之间形成微通道。图5A的实施方式可以通过这种劈开来产生。

[0188] 制造微通道的另一种方法是3D打印它们。由于3D打印是一种非常通用的方法,因此可以产生几乎任何形状的微通道。通过3D打印冷板,可以在彼此叠置的多个层中制造微通道。通道还可以制造成具有弯曲部。通过3D打印产生的通道可以在顶层中开始并且在需要时可以改到更靠近冷板的外表面的新层。这可以帮助改善液体与冷板之间的热交换,而不会损失太多的压力。

[0189] 在图8、图9和图10中示出了具有3D打印微通道的冷板的实施方式的微结构的可能布置。

[0190] 在图8中示出了3D打印的微通道的沿着液体流动方向的横截面。微通道具有壁805以限定微通道。液体的流动由箭头801示出。该微通道具有延伸到微通道中的翅片形状的突起803。翅片可以从微通道的底部开始并在顶部结束,或者它们可以仅延伸该路径的一部分。突出的微结构可以以其他方式成形,例如图9所示的圆柱体或不规则形状。可以制造不同的形状以优化热传递。

[0191] 图9所示的微通道具有壁805、液体流801和作为微结构突起的圆柱体901。

[0192] 在图8和图9中仅示出了一个微通道,但这可能是冷板组件中的所有或一些微通道的形式。同样,可以在同一冷板组件的各种微通道上发现不同类型的微结构。使用3D打印,微通道也可以被制造成使得它们完全包含在冷板中。这可以帮助保持系统不透液体。

[0193] 在图10中示出了具有3D打印微结构的本发明的通道的另一个实施方式。流动路径沿着箭头951。所示的3D结构可以通过将材料梁放置在3D格子中来制成。由箭头951所示的液体进入通道的一侧被称为第一端部。在图10中可见的另外两侧被称为顶部955和第一侧957。在横跨流的方向上具有矩形截面的微通道还具有底部和第二侧(在图10中不可见)。白色矩形953示出了一直延伸穿过微通道的通道。由于这些通道从所有三个侧面延伸穿过微通道,微通道在第一端部开始被分成9个通道,但所有这些通道在微通道内彼此连接。为了引导液体通过微通道,顶部955、底部、第一侧957和第二侧可以被固体材料覆盖,使得没有液体可以流入或流出这四个表面。这是一个微通道的图示,冷板组件中的一些或所有微通道的形状可以像这样。

[0194] 下面是在本公开的详细描述中和本公开的详细描述中参照的附图中使用的附图标记的列表。

[0195] 101 用于冷却液体的入口

[0196] 103 用于冷却液体的出口

[0197] 105 具有引导装置的冷板

[0198] 109 顶层

[0199] 200计算设备

[0200] 201核心复合晶片(CCD)

[0201] 203I/O晶片(IOD)

[0202] 301IOD的热图

[0203] 303图2中的芯片设计的热量最高部的位置

[0204] 401 微通道

[0205] 403 入口通道

[0206] 404 入口通道的收缩区段

[0207] 405 入口

[0208] 407 用于冷却液体的出口

[0209] 409 出口通道

[0210] 409’出口通道的端点

[0211] 501用于将所述部分紧固在一起的孔

[0212] 600用于获得冷板组件的方法

[0213] 602 获得热图

[0214] 604 获得流动类型

[0215] 606获得冷板组件的至少一个分流和一个合流的位置

[0216] 608获得冷板组件中的所有流动类型的位置

[0217] 610获得分配层的入口和出口的数量、尺寸、形状和位置

[0218] 612获得冷板中的通道的尺寸、位置、形状和数量

[0219] 614将热图划分为较小的区域,并将这些区域分为高强度或低强度区域

[0220] 616对所有强度区域进行分类,使得每个区域属于以下类别之一:高优先级区域或低优先级区域

[0221] 618限定冷板组件的入口和出口的位置。

[0222] 620进行流动类型、入口通道、微通道和出口通道的位置、数量和尺寸的迭代优化

[0223] 801 指示液体流动的箭头

[0224] 803 微通道中的突出微结构

[0225] 805 微通道的壁

[0226] 901形成为圆柱体的微结构突起

[0227] 951指示液体流动方向的箭头

[0228] 953延伸穿过微通道结构的通道

[0229] 955 微通道的顶侧

[0230] 957 微通道的第一侧

[0231] 下面是构成本公开的方面的一组项目,本公开的这些方面可以被认为是可独立授利的,因此下面多组构成未来可能的多组权利要求的基础:

[0232] 1.一种用于在液体冷却系统中使用的冷板组件,所述液体冷却系统用于冷却具有多个工作区域的计算设备,热量以从一个或多个高强度区域到一个或多个低强度区域的变化的强度从所述多个工作区域扩散,所述冷板组件包括:

[0233] 用于在所述计算设备与所述液体冷却系统的冷却液体之间交换热量的冷板,所述冷板包括用于面向所述计算设备的外表面和相对的适于与所述冷却液体接触的内表面,所述内表面还包括用于将所述冷却液体以预定模式沿着所述内表面引导的引导装置,所述预定模式使液体流集中通过一个或多个预定高优先级区域

[0234] 被配置为安装到所述冷板的所述内表面上的分配层,所述分配层包括:

[0235] -液体入口,所述冷板的所述内表面通过所述液体入口从所述液体冷却系统接收

冷却液体,以及

[0236] -液体出口,冷却液体通过所述液体出口从所述内表面排出到所述液体冷却系统中,

[0237] 所述液体入口与入口通道液体连通,所述入口通道和所述液体出口与出口通道液体连通,

[0238] 使得所述液体流通过所述引导装置从所述入口通道被引导穿过所述冷板到达所述出口通道,所述入口通道被布置为使得当所述冷板组件被布置为冷却所述计算设备时,所述入口通道至少部分地与所述计算设备的高强度区域重合。

[0239] 2.根据项目1的冷板组件,其中当所述冷板组件被布置为冷却所述计算设备时,所述一个或多个预定高优先级区域中的至少一个与所述计算设备的所述一个或多个高强度区域中的一个重合。

[0240] 3.根据前述项目中任一项的冷板组件,其包括连接成入口网络的多个入口通道和/或连接成出口网络的多个出口通道。

[0241] 4.根据项目3的冷板组件,所述入口网络和所述出口网络经由微通道连接。

[0242] 5.根据前述项目中任一项的冷板组件,入口通道和出口通道布置在工作区域的局部温度最高部的相对两侧上。

[0243] 6.根据前述项目中任一项的冷板组件,至少一个入口通道包括收缩部,使得通过逐渐减小和/或逐级减小所述入口通道的横截面面积,所述横截面面积在第一位置处比在第二位置处更大。

[0244] 7.根据前述项目中任一项的冷板组件,其包括多个微通道和/或入口通道和/或出口通道,所述多个微通道和/或入口通道和/或出口通道相对于所述冷板的所述外表面彼此叠置地布置在多个层中。

[0245] 8.根据前述项目中任一项的冷板组件,其包括在一个或多个所述微通道内至少部分地横向于所述微通道内的液体流动方向突出的一个或多个微结构。

[0246] 9.根据前述项目中任一项的冷板组件,所述冷板经由3D打印构建。

[0247] 10.一种设计冷板组件的方法,其包括以下步骤:

[0248] 获得目标计算设备的表面温度分布图,

[0249] 限定所述冷板组件的固定入口位置和固定出口位置,

[0250] 将所述冷板组件的入口通道、出口通道和/或微通道的放置和/或数量和/或尺寸迭代地优化,以使所述冷板组件和计算设备的集合系统的基于所述表面温度分布图模拟的温度降至最低。

[0251] 11.根据项目10的方法,在优化期间要降至最低的所述温度是整体温度最大值或平均温度,例如与所述温度分布图的最高10%的温度范围相对应的区域的总平均值或平均温度。

[0252] 12.根据项目10和11中任一项的方法,其还包括以下步骤:

[0253] 基于所述表面温度分布图,根据每个优先级区域的预定温度限制定义多个优先级区域,

[0254] 在优化所述冷板组件之前,根据每个所述区域的最高表面温度将所述多个优先级区域分为至少两个类别,所述至少两个类别中的一个类别是高优先级区域,使得分配至少

一个高优先级区域,以及

[0255] 将所述高优先级区域定义为温度最小化区域。

[0256] 13.根据项目12的方法,所述至少两个类别中的一个类别为低优先级区域,使得分配至少一个低优先级区域,其中所述优化被限制为将所述低优先级区域的最高温度保持低于预定阈值。

[0257] 14.根据项目12和13中任一项的方法,其包括多于两个类别,所述类别分级排序,在分级结构中最高的类别是所述高优先级区域,并且每个其他类别被分配不同的预定阈值,因此所述温度的所述预定阈值对于在分级结构中最低的区域是最高的。

[0258] 15.根据项目10至14中任一项的方法,其还预定一个或多个入口通道的固定位置。

[0259] 16.一种用于在液体冷却系统中使用的冷板组件,所述液体冷却系统用于冷却具有多个工作区域的计算设备,热量以变化的强度从所述多个工作区域扩散,所述冷板组件包括:

[0260] 用于在所述计算设备与所述液体冷却系统的冷却液体之间交换热量的冷板,所述冷板包括用于面向所述计算设备的外表面和相对的适于与所述冷却液体接触的内表面,所述内表面还包括用于将所述冷却液体以预定模式沿着所述内表面引导的引导装置,所述预定模式使液体流集中通过一个或多个区域;

[0261] 被配置为安装到所述冷板的所述内表面上的分配层,所述分配层包括:

[0262] -液体入口,所述冷板的所述内表面通过所述液体入口从所述液体冷却系统接收冷却液体,以及

[0263] -液体出口,冷却液体通过所述液体出口从所述内表面排出到所述液体冷却系统中,

[0264] 所述液体入口与入口通道液体连通,所述入口通道和所述液体出口与出口通道液体连通,

[0265] 使得所述冷板组件的至少第一区域适于具有分流、合流或直流中的一种流动类型的液体流动,所述冷板的第二区域适于分流、合流或直流类型中的一种液体流动类型,并且所述第二流动类型不同于所述第一流动类型。

[0266] 17.根据项目16的冷板组件,其中所述冷板组件的所述第一区域具有分流类型的液体流动,并且所述第二区域具有合流类型的液体流动。

[0267] 18.根据前述项目中任一项的冷板组件,其中所述第一区域与所述计算设备的第一工作区域重叠,并且所述第二区域与所述计算设备的第二工作区域重叠。

[0268] 19.根据前述项目中任一项的冷板组件,其中所述第一工作区域和所述第二工作区域彼此分离。

[0269] 20.根据前述项目中任一项的冷板组件,其中所述第一区域和所述第二区域不重叠,使得所述合流的所述出口通道从所述分流接收液体。

[0270] 21.根据前述项目中任一项的冷板组件,其包括连接成入口网络的多个入口通道和/或连接成出口网络的多个出口通道。

[0271] 22.根据项目21的冷板组件,所述入口网络和所述出口网络经由微通道连接。

[0272] 23.根据前述项目中任一项的冷板组件,其中入口通道和出口通道布置在工作区域的局部温度最高部的相对两侧上。

[0273] 24.根据前述项目中任一项的冷板组件,其中至少一个入口通道包括收缩部,使得通过逐渐减小和/或逐级减小所述入口通道的横截面面积,所述横截面面积在第一位置处比在第二位置处大。

[0274] 25.一种设计冷板组件的方法,其包括以下步骤:获得目标计算设备的表面温度分布图、限定所述冷板组件的固定入口位置和固定出口位置、将所述冷板组件的入口通道、出口通道和/或微通道的放置和/或数量和/或尺寸迭代地优化,以使所述冷板组件和计算设备的集合系统的基于所述表面温度分布图模拟的温度降至最低。

[0275] 26.根据项目25的方法,在优化期间要降至最低的所述温度是整体温度最大值或平均温度,例如与所述温度分布图的最高10%的温度范围相对应的区域的总平均值或平均温度。

[0276] 27.根据项目25或26的方法,其还包括以下步骤:

[0277] 基于所述表面温度分布图,根据每个优先级区域的预定温度限制定义多个优先级区域,根据每个所述区域的最高表面温度将所述多个优先级区域分为至少两个类别,所述至少两个类别中的一个类别是高优先级区域,使得分配至少一个高优先级区域,以及

[0278] 将所述高优先级区域定义为温度最小化区域以便所述冷板组件的后续优化。

[0279] 28.根据项目27的方法,其中所述至少两个类别中的一个类别为低优先级区域,使得分配至少一个低优先级区域,其中所述优化被限制为将所述低优先级区域的最高温度保持低于预定阈值。

[0280] 29.根据项目27或28的方法,其包括多于两个类别,所述类别分级排序,其中在分级结构中最高的类别是所述高优先级区域,并且每个其他类别被分配不同的预定阈值,因此所述温度的所述预定阈值对于在分级结构中最低的区域是最高的。

[0281] 30.根据项目25至29中任一项的方法,其还预定一个或多个入口通道的固定位置。

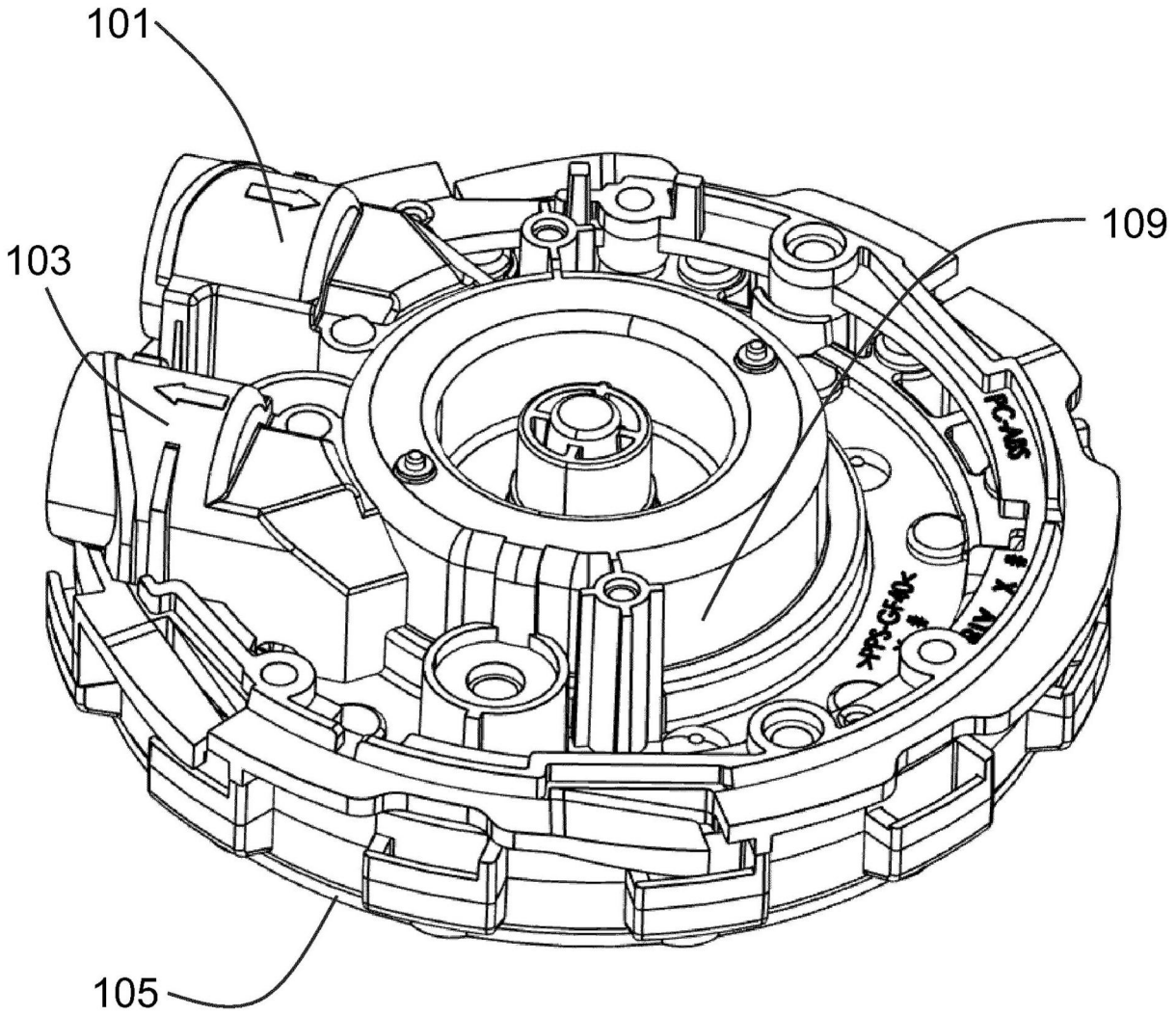


图1

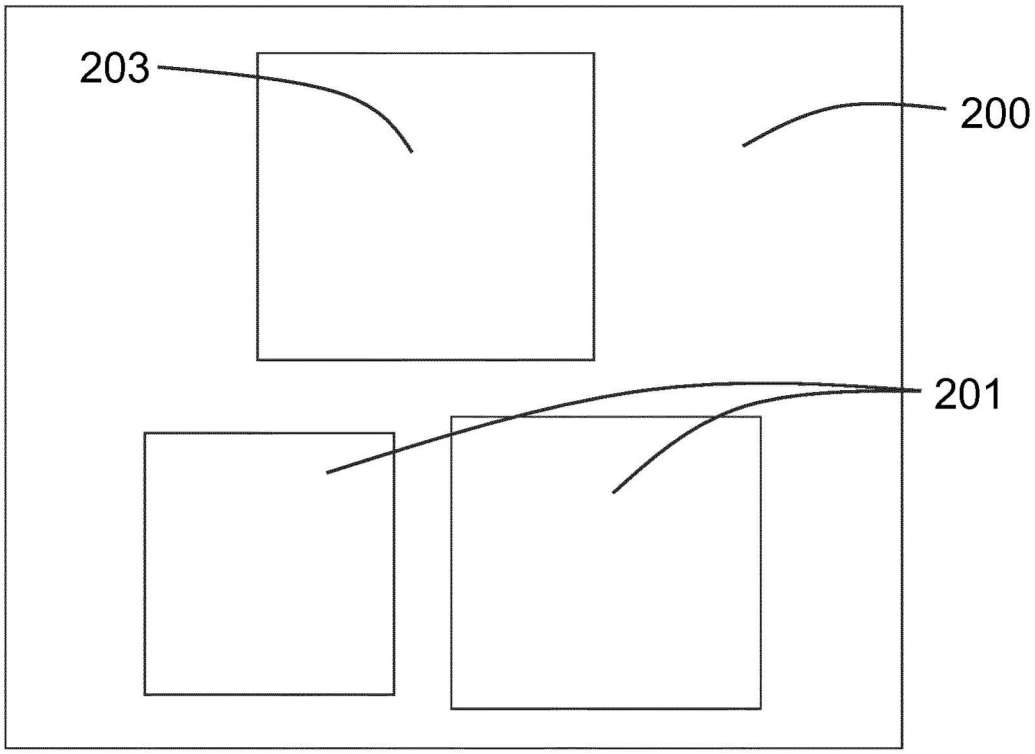


图2

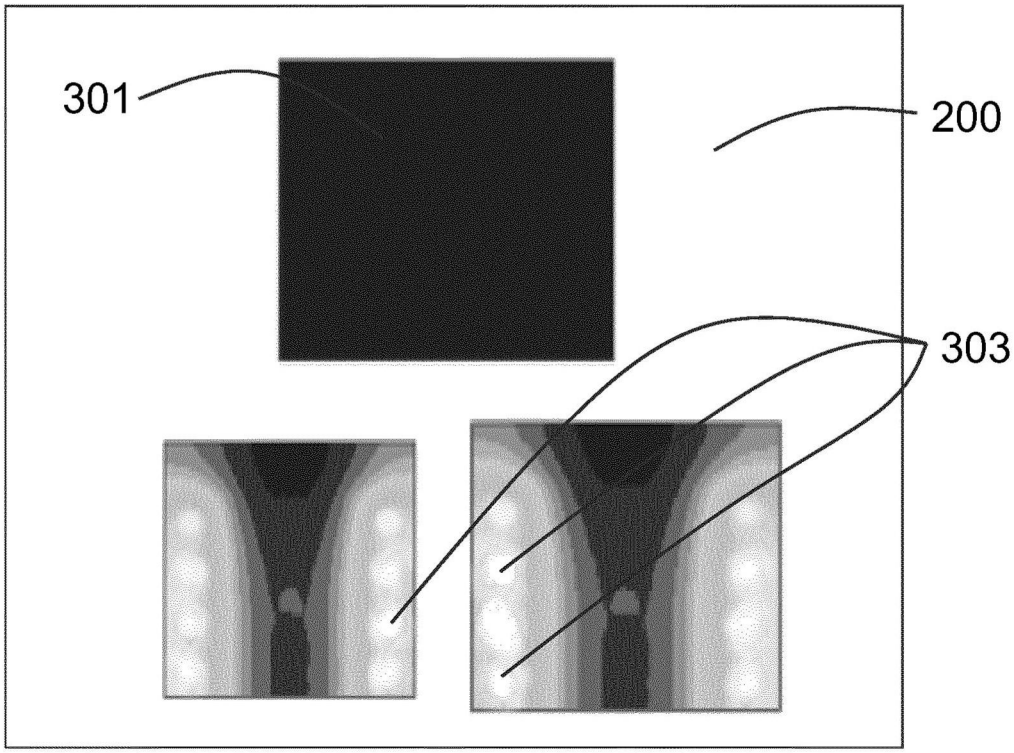


图3

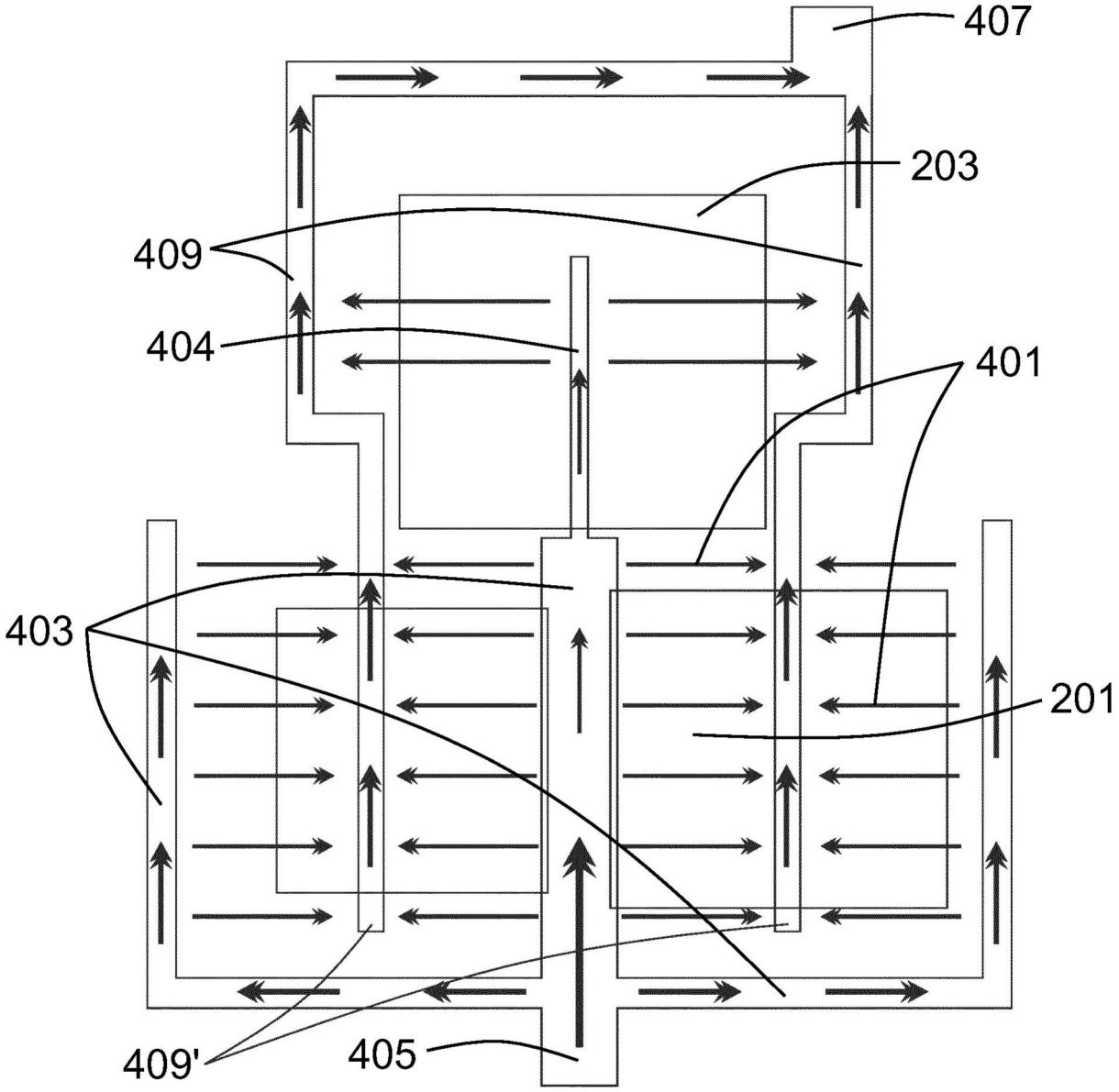


图4A

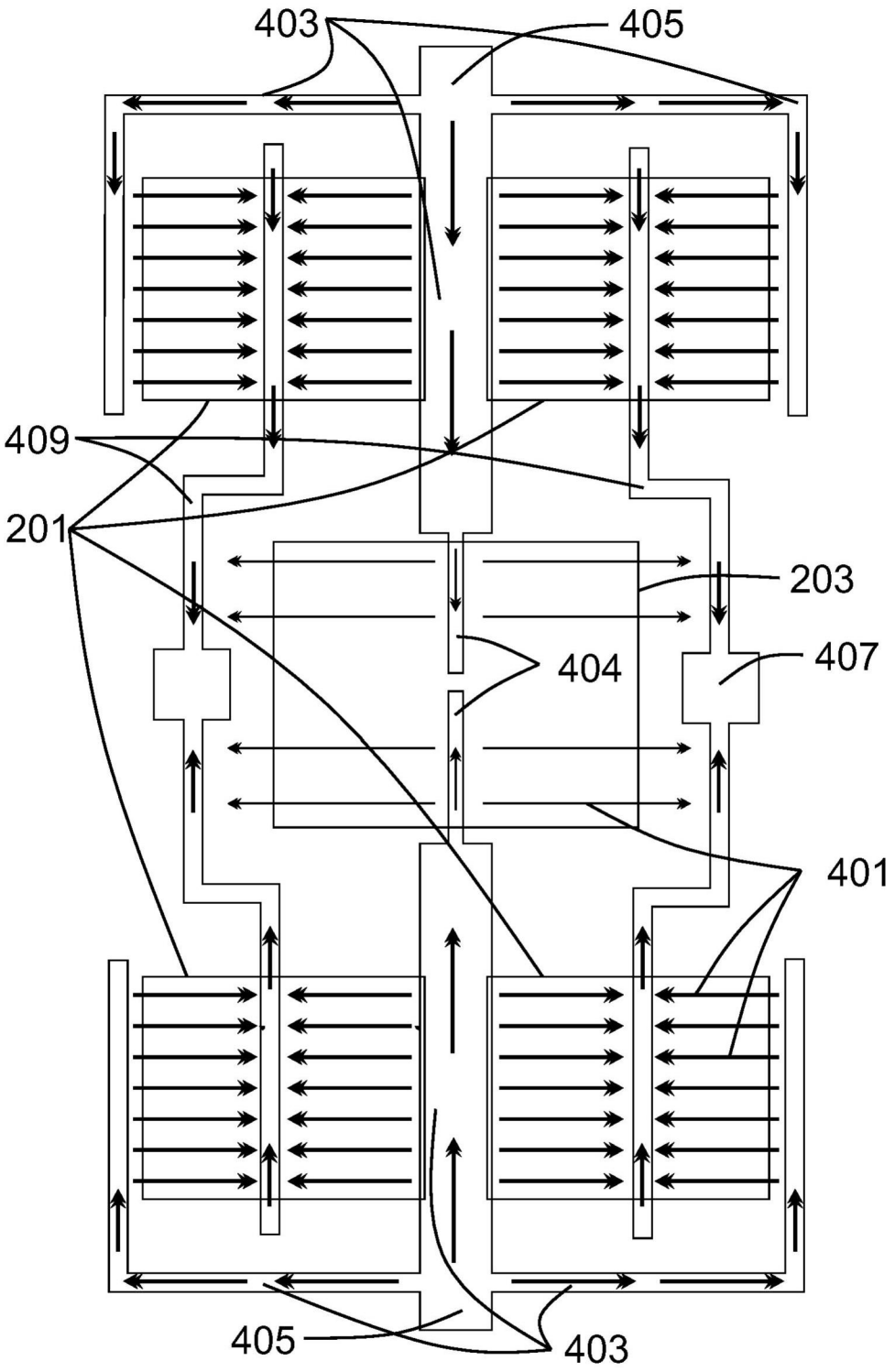


图4B

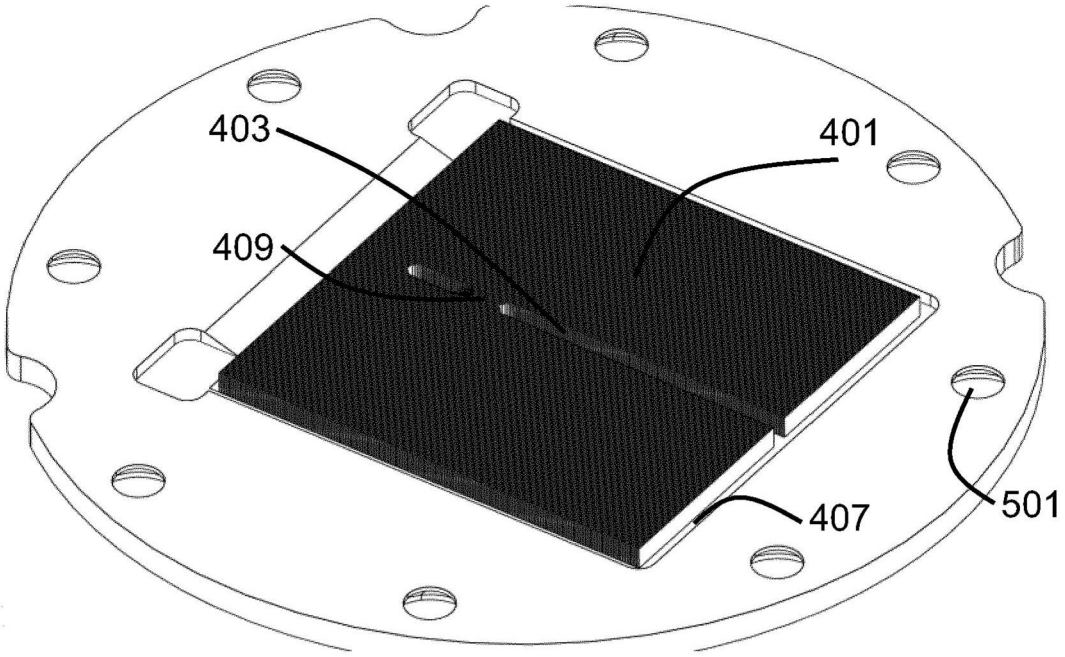


图5A

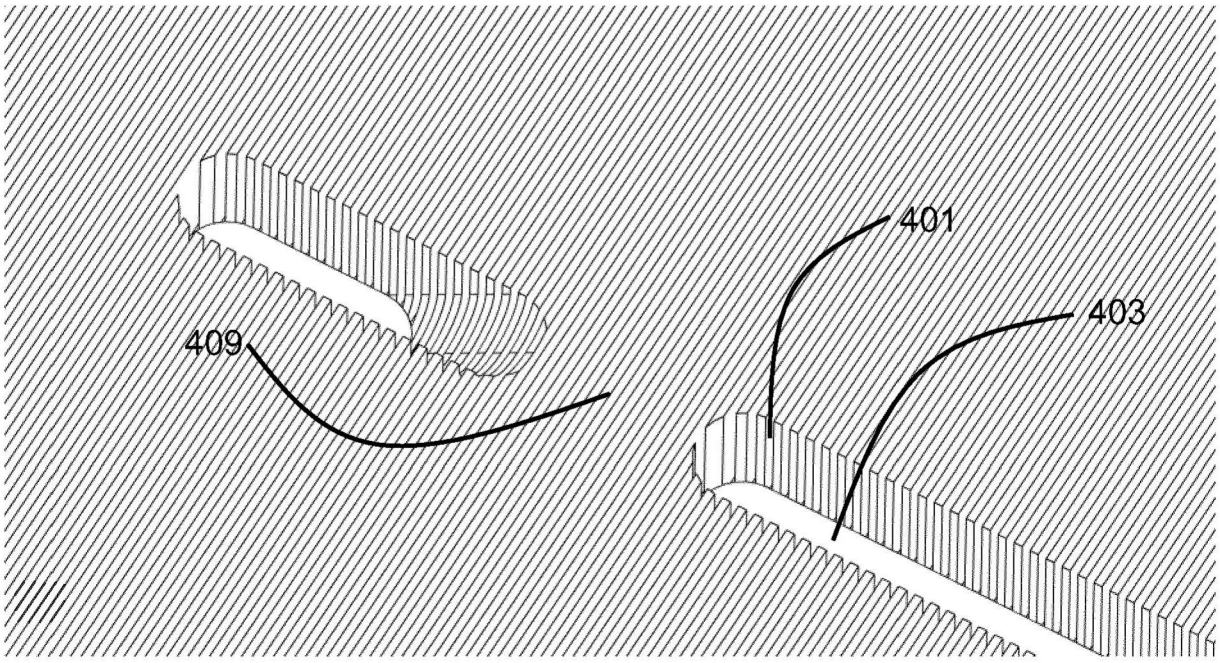


图5B