



(10) 申请公布号 CN 116868335 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 10

(21) 申请号 202280014299.9

(22) 申请日 2022.01.19

(30) 优先权数据

63/139,698 2021.01.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/012915 2022.01.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/159447 EN 2022.07.28

(71) 申请人 捷控技术有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 B·马洛英 J·米泽拉克

S·普兹

(74) 专利代理机构 北京世峰知识产权代理有限公司 11713

专利代理师 卓霖 许向彤

(51) Int.Cl.

H01L 23/46 (2006.01)

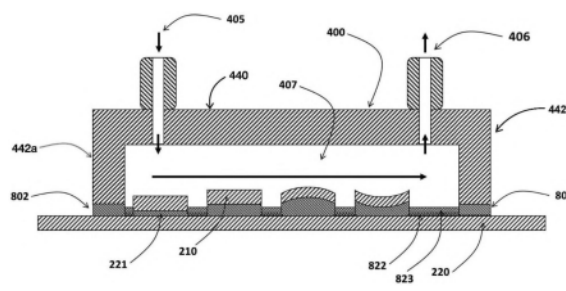
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

用于多晶粒电子组件的具有基板防流体的共形冷却组件

(57) 摘要

一种用于诸如印刷电路板、集成电路等的多晶粒电子组件的共形冷却组件，其处理和解决与使用液冷式冷板和电介质浸没冷却以管理由多个晶粒产生的热量相关联的多个挑战和问题。所述共形冷却组件包括共形冷却模块，其包含入口通道和出口通道以及充填部，其被配置为允许冷却流体自其穿过，由此促进与产热元件直接流体接触，所述产热元件被贴附至所述电子组件的基板。所述共形冷却组件也包括：紧固件，其用于将所述共形冷却模块附接至所述基板；和流体屏障，其放置在所述基板与所述充填部之间。所述流体屏障被调适以最小化、抑制或防止所述冷却流体穿透所述基板和被所述基板吸收。



1. 一种用于冷却电子组件的装置,所述电子组件包括基板以及贴附至所述基板的表面的至少一个产热元件,当所述电子组件处于操作中时,所述产热元件能够产生热量,所述装置包括:

共形冷却模块,所述共形冷却模块包括顶壁和一个或多个侧壁,其中所述一个或多个侧壁连接至所述顶壁以限定流体充填部,所述流体充填部被所述顶壁和所述一个或多个侧壁部分地包围和围封、并在所述充填部的与所述顶壁相对的侧面上是开放的;

紧固件,所述紧固件放置在所述基板与所述共形冷却模块的所述一个或多个侧壁之间,所述紧固件将所述共形冷却模块的所述一个或多个侧壁附接至所述基板的所述表面;和

流体屏障,所述流体屏障放置在所述一个或多个侧壁与实质上被所述充填部包围和围封的所述基板的所述表面的部分之间,以抑制在冷却流体与实质上被所述一个或多个侧壁和所述充填部的开放的侧面包围和围封的所述基板的所述表面的所述部分之间的接触;

其中,所述共形冷却模块还包括被流体连接至所述充填部的至少一个入口通道以及被流体连接至所述充填部的至少一个出口通道,所述至少一个入口通道和所述至少一个出口通道被配置为准许所述冷却流体经由所述至少一个入口通道进入所述共形冷却模块、流经且穿过所述充填部以与所述至少一个产热元件直接接触、且接着经由所述至少一个出口通道离开所述共形冷却模块;

由此,在所述冷却流体与在所述充填部中的所述产热元件之间的直接接触允许所述冷却流体吸收由所述产热元件产生的待由所述冷却流体吸收且待经由所述出口通道从所述共形冷却模块排出的热量中的至少一些。

2. 根据权利要求1的装置,其中所述流体屏障包括液体密封剂,诸如硅树脂。

3. 根据权利要求1的装置,其中所述流体屏障包括至少一种粘合材料。

4. 根据权利要求3的装置,其中所述至少一种粘合材料包括液体粘合剂,诸如环氧树脂。

5. 根据权利要求3的装置,其中所述至少一种粘合材料包括干膜粘合剂,诸如热粘合剂或UV反应性粘合剂。

6. 根据权利要求3的装置,其中所述至少一种粘合材料包括压敏粘合剂。

7. 根据权利要求3的装置,其中所述流体屏障还包括由固体材料制成的第二基板或薄膜。

8. 根据权利要求1的装置,其中所述流体屏障横跨整个所述基板。

9. 根据权利要求1的装置,其中所述流体屏障由所述紧固件的周边限界。

10. 根据权利要求9的装置,其中所述流体屏障还由所述至少一个产热元件的衬垫材料限界。

11. 根据权利要求9的装置,其中所述流体屏障还由所述至少一个产热元件的周边限界。

12. 根据权利要求11的装置,其中所述流体屏障包括在所述至少一个产热元件的所述周边处的高温粘合剂。

13. 根据权利要求1的装置,其中所述入口通道流体连接至在所述充填部中的一组冲击喷嘴,使得流动通过所述入口通道的所述冷却流体被准许在直接接触所述产热元件之前流

动通过所述一组冲击喷嘴。

14. 根据权利要求13的装置,其中所述一组冲击喷嘴被组织成阵列。

15. 根据权利要求13的装置,其中所述一组冲击喷嘴被定位为靠近所述至少一个产热元件,以向所述至少一个产热元件提供更好的冷却流体递送。

16. 根据权利要求13的装置,其中所述一组冲击喷嘴被定位为向在所述至少一个产热元件内的局部化热点提供更好的冷却流体递送。

17. 根据权利要求1的装置,其中所述紧固件包括弹性垫片。

18. 根据权利要求1的装置,其中所述紧固件为粘合材料。

19. 根据权利要求18的装置,其中所述紧固件的粘合材料与所述流体屏障的至少一种粘合剂相同。

20. 根据权利要求1的装置,其中所述基板还包括至少一个导电迹线。

21. 根据权利要求20的装置,其中所述紧固件包括所述导电迹线。

22. 根据权利要求20的装置,其中所述导电迹线包括焊料迹线。

23. 根据权利要求1的装置,其中所述电子组件包括多个产热元件,且所述入口通道和所述出口通道被配置为准许所述冷却流体直接接触在所述充填部内部的所述多个产热元件。

24. 根据权利要求1的装置,其中所述共形冷却模块还包括多个入口通道,所述入口通道被配置为准许所述冷却流体流入所述共形冷却模块的所述充填部且直接接触在所述充填部内部的所述至少一个产热元件。

25. 根据权利要求1的装置,其中所述共形冷却模块还包括多个出口通道,所述多个出口通道被配置为准许所述冷却流体在直接接触在所述充填部内部的所述至少一个产热元件之后离开所述共形冷却模块的所述充填部。

26. 一种用于冷却放置在基板上的至少一个产热元件的电子冷却组件,包括:

放置在所述基板上的防流体机构;

共形冷却模块,所述共形冷却模块包括:

第一表面,所述第一表面横跨所述共形冷却模块的外部边界;

第二表面,所述第二表面与所述第一表面间隔开、横跨所述共形冷却模块的内部边界;

至少一个第一入口导管,所述至少一个第一入口导管提供使流体经由所述第一表面传送到所述共形冷却模块中的通道;

至少一个第一出口导管,所述至少一个第一出口导管提供使流体经由所述第二表面从所述共形冷却模块传送出来并进入在与所述至少一个产热元件接触的充填部中的通道;

至少一个第二入口导管,所述至少一个第二入口导管提供使流体经由所述第二表面从所述充填部传送到所述共形冷却模块中的通道;

至少一个第二出口导管,所述至少一个第二出口导管提供使流体经由所述第一表面从所述共形冷却模块传送出来的通道;以及在所述共形冷却模块与所述基板之间的附接机构,所述附接机构在所述共形冷却模块与所述基板之间形成不透流体的密封件,其中所述不透流体的密封件的周边围封所述至少一个产热元件和所述基板的至少一部分。

27. 根据权利要求26的组件,其中所述防流体机构包括液体密封剂,诸如硅树脂。

28. 根据权利要求26的组件,其中所述防流体机构包括至少一种粘合材料。

29. 根据权利要求28的组件,其中所述至少一种粘合材料包括液体粘合剂,诸如环氧树脂。

30. 根据权利要求28的组件,其中所述至少一种粘合材料包括干膜粘合剂,诸如热粘合剂或UV反应性粘合剂。

31. 根据权利要求28的组件,其中所述至少一种粘合材料包括压敏粘合剂。

32. 根据权利要求28的组件,其中所述防流体机构还包括由固体材料制成的第二基板或薄膜。

33. 根据权利要求26的组件,其中所述防流体机构横跨整个基板。

34. 根据权利要求26的组件,其中所述防流体机构由所述附接机构的周边限界。

35. 根据权利要求34的组件,其中所述防流体机构还由所述至少一个产热元件的衬垫材料限界。

36. 根据权利要求34的组件,其中所述防流体机构还由所述至少一个产热元件的周边限界。

37. 根据权利要求36的组件,其中所述防流体机构包括在所述至少一个产热元件的所述周边处的高温粘合剂。

38. 根据权利要求26的组件,其中所述至少一个第一出口导管包括一组冲击喷嘴。

39. 根据权利要求38的组件,其中所述冲击喷嘴被配置为形成阵列。

40. 根据权利要求38的组件,其中所述冲击喷嘴被定位为靠近所述至少一个产热元件,以向所述至少一个产热元件提供更好的流体递送。

41. 根据权利要求38的组件,其中所述冲击喷嘴被定位为向在所述至少一个产热元件内的局部化热点提供更好的流体递送。

42. 根据权利要求26的组件,其中所述附接机构是具有至少一个机械紧固件的弹性垫片。

43. 根据权利要求26的组件,其中所述附接机构是粘合材料。

44. 根据权利要求43的组件,其中所述附接机构的粘合材料与所述防流体机构的至少一种粘合剂相同。

45. 根据权利要求26的组件,其中所述基板还包括至少一个导电迹线。

46. 根据权利要求45的组件,其中所述附接机构包括所述导电迹线。

47. 根据权利要求45的组件,其中所述导电迹线是焊料迹线。

用于多晶粒电子组件的具有基板防流体的共形冷却组件

背景技术

[0001] 用于无线通信装置、计算机系统和自动化工业制造中的处理单元每年都在变得更小、更快且更强大。这些进步已促使设计者和整合者依赖于电子组件以执行额外和更复杂的计算任务和功能。因此,在一些行业中,例如,诸如高效能计算,对于中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)和其他类型的利用高效能、多功能和多任务电子组件的处理单元的需求继续以极快的速度增长。

[0002] 在日益数字化的世界中,为了满足对于更强大、多功能和多任务电子组件的日益增长的需求,一种越来越流行的技术是在单个电子组件中使用多个晶粒(管芯)。传统上在处理单元中的每个电子组件均包括单个晶粒以执行所述处理单元的特定功能(例如,处理核心、内存、I/O、功率管理等),而新兴的处理单元已经由多个晶粒形成在处理单元中的每一电子组件上。在电子组件中的每个晶粒可以被优化以执行所述处理单元的各个功能,使得当组合使用时,所有晶粒在一起提供了与传统的单晶粒电子组件相比改进的处理效能。

[0003] 随着在电子组件的结构和性能能力中的这种范式转变(paradigm shift),在实施中出现了新的挑战。其中一些挑战属于热管理类别。在无适当的热管理的情况下,单个电子组件上的多个晶粒容易过热,从而可能导致计算效能下降、寿命缩短或半导体晶粒完全失效。

[0004] 用于管理由电子组件产生的热量的常用技术涉及使用液冷式冷板。液冷式冷板典型地包括由导热材料(通常为金属)制成的板,所述板包含用于供冷却流体流动通过导热材料的通道或通路。所述板的平坦表面借助于热界面材料(TIM)与产热元件(例如,半导体晶粒)进行热接触。热量从元件流出,穿过TIM,经由传导扩散通过所述板,并被流动通过冷板的内部通道或通路的液体冷却剂带走。

[0005] 虽然传统的液冷式冷板在冷却当今的许多电子组件方面非常有效,但其在从单晶粒至多晶粒电子组件的范式转变中面临挑战,特别是在无盖多晶粒组件中。面临的挑战可能包括例如不均匀的晶粒高度、半导体晶粒的弯曲(bowing)和局部热点。在这些情况下,冷板可能不再有效地冷却多个半导体晶粒,因为其平坦表面可能会失去横跨产热表面的均匀接触,且进而限制其将热量(尤其是从局部化热点)散发至流动冷却剂中的能力。

[0006] 随着行业转向多晶粒电子组件,需要一种更有效的热管理解决方案,其解决冷却多晶粒电子组件的关键挑战。更具体地,相当需要一种用于多晶粒电子组件的冷却装置,其提供在产热元件的不同高度和形状范围共形的冷却。

发明内容

[0007] 总的来说,本发明的实施例提供了一种用于诸如印刷电路板、集成电路等的多晶粒电子组件的共形冷却组件,其处理且解决了与使用常规的液冷式冷板以管理由多个晶粒产生的热量相关联的上文所描述的挑战和问题。所述共形冷却组件包括共形冷却模块、紧固件和流体屏障。所述共形冷却模块包括入口通道和出口通道以及充填部。所述入口通道和出口通道被配置为准许冷却流体流经充填部,以准许在冷却流体与贴附至电子组件的基

板的至少一个产热元件之间的直接接触。所述紧固件将共形冷却模块附接至基板。所述流体屏障放置在基板与充填部之间,且其被配置为最小化、抑制或防止冷却流体穿透在充填部内部的基板和被所述基板吸收。

[0008] 更具体地,本发明的具体实施例提供了一种用于冷却电子组件的装置,所述电子组件包括基板和贴附至所述基板的表面的至少一个产热元件。所述装置包括共形冷却模块,其具有第一壁以及一个或多个侧壁,其中所述一个或多个侧壁连接至所述第一壁以界定流体充填部。所述流体充填部是部分地由第一壁以及一个或多个侧壁包围和围封的,并且在充填部的与第一壁相对的侧面上是开放的。所述装置也包括:紧固件,其放置在基板与共形冷却模块的所述一个或多个侧壁之间,所述紧固件将共形冷却模块的所述一个或多个侧壁固定地附接至基板的表面,使得一个或多个侧壁和充填部的开放的侧面实质上包围和围封所述产热元件、以及产热元件所贴附至的基板的表面的一部分。也可以存在贴附至基板且由侧壁、第一壁和充填部包围的多个产热元件。

[0009] 流体屏障放置在一个或多个侧壁与实质上由充填部包围和围封的基板的表面的一部分之间。所述流体屏障限制、抑制或防止在经泵送通过充填部的冷却流体与实质上由侧壁和充填部的开放的侧面包围和围封的基板的表面的一部分之间的直接接触。

[0010] 所述共形冷却模块还包括流体连接至充填部的至少一个入口通道和也流体连接至充填部的至少一个出口通道。所述入口通道和出口通道两者皆被配置为准许冷却流体经由入口通道进入共形冷却模块、流经且穿过充填部以直接接触至少一个产热元件、且接着经由出口通道离开所述共形冷却模块。当冷却流体穿过充填部时,在冷却流体与在充填部中的产热元件之间的直接接触允许所述冷却流体吸收由产热元件产生的待由冷却流体吸收并待经由出口通道从共形冷却模块排出的热量中的至少一些。

[0011] 在一种使用案例情境中,多个半导体晶粒经放置在印刷电路板(PCB)上。根据本发明的一个具体实施例,所述共形冷却模块紧固至PCB,且被配置为促进在加压的冷却剂与多个半导体晶粒之间的直接的共形流体接触,这使得能够实现热交换以最小化热阻且降低PCB的操作温度。优选地,但不是必需的,所述冷却流体是可重入的(re-entrant)(即,其循环进出所述冷却模块)。

[0012] 在共形冷却模块被附接至PCB之后将位于共形冷却模块的充填部内部的产热元件在名义上可与冷却流体安全接触。然而,对于在充填部外部的电子装置来说,这通常并非真的,其可能会因曝露于冷却流体而受到损坏。因此,除了将共形冷却模块附接至PCB基板之外,所述紧固件也用作在共形冷却模块的侧壁与PCB基板之间的密封件。所述密封件的主要功能在于,通过防止或至少最小化被注入至充填部中的冷却流体可流经共形冷却模块的侧壁下方并损坏在充填部外部的电子装置的可能性,来保护在充填部外部的电路电子装置以免曝露于流体。优选地,但不是必需的,用作在共形冷却模块与PCB基板之间的密封件的紧固件是完全地不透流体的(防漏的)。在一些具体实施例中(未必在所有具体实施例中),紧固件的辅助功能可以是将在周围环境中的灰尘或其他颗粒保持在流体充填部之外。

[0013] 在充填部内部,流体屏障可以放置在PCB基板的顶部上,包围半导体晶粒,以进一步抑制流体穿透至位于充填部内部的PCB基板中。这种流体屏障用于限制PCB在长时间曝露于加压的流体冷却剂时的流体吸收,从而最小化例如:电阻抗的改变;机械特性的折衷;和潜在的短路。

[0014] 使用这种共形冷却组件,解决了新兴的多晶粒电子组件的许多上文所描述的热管理挑战。首先,与在多晶粒电子组件中常见的一样,晶粒表面典型地在高度上并非完全平坦的,这是由于在晶粒附接至基板的制程中固有的可变性。与将平坦的冷板表面连接至不同高度的多个不同晶粒的常规的热管理系统不同,本发明的组件和技术可以支持在晶粒表面的高度中的各种变化,而不会损害电子组件的总体效能。此外,由于例如在焊料回焊晶粒附接制程中的变化,每一个别晶粒可能会在晶粒表面上发生偏转。这种技术可以各自地支持每个晶粒的偏转,以及跨多个晶粒的累积偏转,而不会影响操作原理。通过解决非平坦晶粒高度和晶粒偏转的问题,共形技术避免了由制程引起的在热接触中的变化、机械疲劳/热界面材料的降低功效、以及器件的应力集中(例如,由于在产热器件上的不均匀的附接压力)。避免这些问题会使得电子组件具有更有效的热管理能力、更长的使用寿命和更高的产量。

[0015] 在另一具体实施例中,所述共形冷却模块包括多个冲击喷嘴以促进更有效的冷却。当被加压的流体穿过冲击喷嘴时,所述喷嘴用于产生小冷却射流,以高速度垂直地冲击所述产热表面。这提供了高的对流热传递能力,因为在高温产热表面与低温冷却剂流体之间的热梯度被最小化以允许有效地移除热量。这些冲击喷嘴可以被配置为在产热表面上形成阵列,且具体地说,可以被不均匀地配置以瞄准在半导体晶粒上的局部高产热区域。这用于最小化在所述半导体晶粒中以及横跨所述半导体晶粒的热梯度,从而降低局部热点区域的峰值温度。

[0016] 因此,这种配置为多晶粒电子组件热管理的另一挑战提供了有效的解决方案:热点管理。通常,半导体晶粒将包括局部产热区域,其会成为可能会限制或降低整体器件效能的热瓶颈。结合非平坦晶粒高度和多晶粒偏转的问题,当在平坦的冷板表面与半导体晶粒表面之间的附接不均匀时,局部热点可能会变得尤其严重。若不加以解决,这些局部热点往往会限制整体器件效能、可靠性和使用寿命。

[0017] 因此,根据本发明的具体实施例构建且使用的共形冷却组件被设计为通过促进与产热元件表面的直接流体接触来提供对多晶粒电子组件的高效热管理和长使用寿命操作,且通过抑制流体吸收来保护基板,同时避免与非平坦晶粒高度、晶粒偏转或弯曲和局部化热点相关联的通常的多晶粒组件缺陷。本发明的具体实施例也非常适合用于在半导体或电路板制造行业中常见的许多自动化组件制程中。

附图说明

[0018] 为了更好地理解本发明,请参考附图,其中:

[0019] 图1表示现有技术的液冷式冷板的示意图。

[0020] 图2表示实施在多晶粒电子组件中的现有技术的液冷式冷板的横截面视图。

[0021] 图3表示用于描述共形冷却组件的具体实施例的流程图。

[0022] 图4表示共形冷却组件的具体实施例的横截面视图。

[0023] 图5表示共形冷却组件的另一具体实施例的横截面视图,其包括被建置在冷却模块中的具有不均匀喷嘴配置的直接晶粒冲击喷嘴,以对局部产热热点提供更好的冷却。

[0024] 图6表示共形冷却组件的具体实施例的横截面视图,所述共形冷却组件具有不同配置的直接晶粒冲击喷嘴以最小化在不同的热量负载之间的热梯度。

[0025] 图7表示共形冷却组件的另一具体实施例的横截面视图,其中用于对基板进行流

体防护和将共形冷却模块紧固至基板的屏障是相同的。

[0026] 图8表示共形冷却组件的另一具体实施例,其中流体屏障是在两步制程中完成。

[0027] 图9表示共形冷却组件的另一具体实施例的横截面视图,其中流体屏障放置在产热元件的竖直壁上以提供对基板的一些防流体保护。

[0028] 图10表示共形冷却组件的另一具体实施例的横截面视图,其中所述紧固件是使用在基板上的内置焊料迹线的焊料。

[0029] 图11表示共形冷却组件的另一具体实施例的横截面视图,其中包括焊料迹线以用作流体检测电路。

具体实施方式

[0030] 本公开描述了共形冷却组件的用途,以提供对多晶粒电子组件的高有效性、高寿命的热管理。

[0031] 所述共形冷却组件将在下面在附图的各个具体实施例中描述。请注意,所述附图并不按比例且可以具有放大的特征以便传达重要概念。

[0032] 许多电子组件包括多个元件,包括例如电气元件和印刷电路板(PCB)。这些电子组件通常包括热管理硬件,诸如风扇、散热器或冷板。在图1中表示这种配置,其中电子组件(100)包括放置在冷板(101)上的一个或多个产热元件或组件(102)。产热元件或组件(102)可以是例如被封装的、带盖的或裸露的晶粒器件。在一些情况下,例如,液冷式冷板(101)可以放置在电脑处理器(102)上,所述电脑处理器可以安装到如PCB的另一组件或基板(103)。

[0033] 图2描绘通过现有技术的冷板(201)冷却的包括多个晶粒(210a至210d)的电子组件(200)的详细横截面。

[0034] 在这个非限制性实施例中,印刷电路板(220)具有安装在其上的四个半导体晶粒(210a至210d)。晶粒(210a至210d)借助于晶粒附接机构(221)贴附至PCB(220),所述晶粒附接机构通常为焊料、衬垫粘合材料或它们的某些组合。利用其他材料或技术的晶粒附接机构是可能的。尽管在图2中,晶粒(210a至210d)看起来具有相同尺寸,但同一组件中可以存在具有不同尺寸和形状因子的晶粒。

[0035] 图2显示可在包括多个晶粒的电子组件中发生的两个重要现象。首先,由于晶粒构建本身或晶粒附接制程的可变性,因此半导体晶粒(210a至210d)的上表面(212a至212d)在高度上可能不共面。其次,由于例如焊球的不均匀熔融,各个半导体晶粒(210a至210d)的顶部表面可能是不平坦的(例如,弯曲的、偏转的、凹形的、凸形的或倾斜的)。

[0036] 在图2中的各个实施例中描绘了这两个重要现象。半导体晶粒(210a)和(210b)不展现任何弯曲,但它们的上表面(212a)和(212b)定位在PCB(220)上方的不同高度处。晶粒高度的差可以例如在50至925微米的范围内变化(多晶粒堆叠的状况可能如此)。

[0037] 此外,半导体晶粒(210c)和(210d)定位在PCB(220)上方的相同中心线高度处,但展现了晶粒偏转。半导体晶粒(210c)展现了下凹的晶粒偏转,而半导体晶粒(210d)展现了上凹的晶粒偏转。晶粒偏转的差可以相差10或100微米量级,例如在10至500微米的范围内。应当注意,晶粒偏转无需限于在此处所描绘的晶粒偏转;在整个晶粒中,凹面可能不向上或向下,且凹面的中心可能不在所述中心。实际上,晶粒偏转可以在无限数目的不同形状、尺寸和定向中的任一者上发生。

[0038] 这些半导体晶粒通常为产热元件,且必须恰当地管理由这些晶粒产生的热量以避免过热。半导体晶粒的过热可能会产生多种问题,包括但不限于:热诱导应力;缩减的使用寿命;折衷的装置效能;器件故障;衬垫材料故障。

[0039] 给定半导体晶粒的过热温度受多种因素影响,但尤其受半导体材料本身影响。半导体晶粒典型地由硅(Si)或氮化镓(GaN)制成。众所周知,硅在低至100℃至125℃的温度处会过热。众所周知,氮化镓在低至200℃至250℃的温度处会过热。为了避免使半导体晶粒过热(以及其他热量相关故障),必须在产热元件达到过热温度之前移除由产热元件产生的热量。典型地,这是通过将导热热沉或液冷式冷板附接至产热元件来实现的。

[0040] 再次参考图2,包含内部通道(202)、入口导管(203)和出口导管(204)的液冷式冷板(201)是典型的半导体冷却机构。冷板的下部表面(207)通过使用热界面材料或TIM(211)和某种紧固件(图中未显示)安装至半导体晶粒(210a至210d)的顶部表面(212a至212d)。来自产热半导体晶粒(210a至210d)的热量传导经过TIM(211)并进入液冷式冷板(201)中。热量扩散遍及所述冷板(201),此时经由入口导管(203)进入的冷却流体(205)行进通过内部通道或通路(202),拾取所述冷板从半导体晶粒(210a至210d)吸收的热量。被加热的流体(206)接着通过出口导管(204)排出并且经由另一个热交换器(图中未显示)冷却,所述另一个热交换器诸如冷却塔、具有散热器的空气或风扇热交换器、冷却器回路或热虹吸管,之后所述被加热的流体返回到入口导管(203)以吸收且携带走更多热量。

[0041] TIM(211)对于所述冷板的操作是特别重要的。TIM促进在固体表面(212)和(207)的界面处的热传导。在无TIM的情况下,微观气隙可以在两个表面之间形成。因为空气是极差的热导体,所以微观气隙可以中断热量从半导体晶粒(210a至210d)的顶部表面(212)至冷板(201)的下部表面(207)的平稳流动。

[0042] 尽管TIM(约1至10W/m-K)具有高于空气(约0.015W/m-K)的热导率,但其与例如金属冷板(201)相比仍具有适中的热导率,所述金属冷板通常由诸如铝(约200W/m-K)或铜(约350W/m-K)的导电金属构成。因此,尽管填充了微观气隙,但应用TIM仍然存在热损失。系统设计者和整合者竭尽全力将TIM的厚度最小化并优化TIM热属性,证实了这一点。TIM厚度可以为约100至500微米,或在特殊状况下,可以甚至更低,诸如10至50微米。

[0043] 再次观察图2,非平坦晶粒高度以及弯曲和偏转的晶粒表面这两种现象为TIM在多晶粒组件中的应用带来了挑战。因为冷板的安装表面(207)是平坦的,所以必须使用不同的TIM厚度以将冷板(207)附接至半导体晶粒(212)的上部表面。实务上,横跨不同半导体晶粒的TIM厚度可以存在100或1000微米量级的变化。因为TIM的厚度为10至100微米量级,所以每个TIM的热效能可能相差100%或更大。因为横跨TIM的温度梯度与TIM厚度成正比例地变化,且TIM的热效能与温度梯度成比例地变化,所以TIM的厚度的极端变化可以显著地减小液冷式冷板的吸收和移除热量的能力。

[0044] 额外问题可以由于与制造多晶粒电子组件的方式及其操作的方式相关联的两种现象而出现。首先,半导体晶粒具有固有的非均匀产热,无论TIM厚度如何,这都会在半导体的表面上产生热点。其次,如果在一个点的TIM厚度比在另一个点的TIM厚度更厚,这将倾向于使具有较厚TIM的点比TIM不那么厚的位置更热,而与不均匀的产热模式无关。这两种现象都可独立地导致过热。当然,当这两种现象同时发生时,就产热和热管理来说,这是最坏的情况。

[0045] 在图2中,例如,半导体晶粒(210d)的顶部表面本质上可以在其中心(245)处具有

较高局部温度(即,热点)。因为热点位置的温度将始终高于所述表面的其余部分,所以热点位置将在与不会产生那么多热量的其他表面位置相比更低的功率水平处接近和超出半导体材料的过热温度。此外,在半导体晶粒的表面上的位置中的TIM愈厚,在该位置处的功率密度将愈高,且较高的功率密度可以导致热点形成在半导体晶粒的表面上的该位置处。在图2中,如果半导体晶粒(210d)在其中心(245)处具有上凹的偏转形状,则凹面的中心(245)将是TIM最厚的地方。因此,半导体晶粒(210d)的中心(245)相对于在上表面的其他位置更有可能具有最高的局部温度,且因此与其他表面位置相比更有可能在较低功率水平处达到或超出过热。最高的功率密度将直接邻近所述中心(245)。

[0046] 晶粒高度的可变性的最终现象涉及在半导体晶粒(210)上的潜在应力集中。为了最小化TIM厚度并进而限制横跨TIM层的热梯度的目标,通常将冷板夹持至产热装置,以确保TIM紧密接触并完全覆盖半导体表面(212)。如果弯曲的半导体晶粒(诸如图2中的半导体晶粒(210c))的顶部表面的顶点位于在所有其他晶粒的顶部表面的高度上方的水平面上,则来自夹持力的应力集中可能会在半导体晶粒(210c)的顶部表面(212c)的顶点上产生。

[0047] 此外,如果施加在TIM中的每一个上的压力不均匀,则随着时间的推移,TIM的某些区域可能会变干或破裂。特别是随着这些加热的热组件的热循环,TIM劣化可能会加速发生,并导致热管理效率随着时间的推移而恶化,且严重影响电子组件的使用寿命。

[0048] 总的来说,对于类似于图2中所表示的多晶粒电子组件的多晶粒电子组件,当尝试使用液冷式冷板以降低热量时,在器件晶粒的几何形状、制造和与印刷电路板的附接制程的可变性带来了各种挑战。解决这些挑战的替代冷却组件将可以用于多晶粒电子组件的高效率的和长使用寿命的操作。

[0049] 图3表示线性流程图,其作为实例说明由根据本发明的一个具体实施例构建和使用的共形冷却组件执行的主要步骤。如图3所示的,第一步骤(步骤301)包括将包含多个产热元件的电子组件放置在基板上。在步骤302中,将防流体机构或屏障放置在基板上,以防止流体穿透至基板中。防流体机构和屏障的实施例包括但不限于涂层、金属膜、非渗透性聚合物膜、反应性干膜粘合剂、压敏粘合剂、内衬、密封件、或其两者或多于两者的任一组合。接下来,在步骤303中,使用附接机构将类似于图4中所示的共形冷却模块400的共形冷却模块附接至基板。附接机构的非限制性实施例包括螺钉、弹性垫片、粘合材料、化学结合件、焊接件、铜焊件、弹簧夹、焊料、或其两者或多于两者的任一组合。在步骤304处,被加压的冷却剂(典型地由电子系统中的外部来源供应)进入共形冷却模块、流经在共形冷却模块中的腔室(或充填部)以在产热元件上方流动,且由此在被加压的冷却剂从共形冷却模块的另一端部排出时(步骤305)从产热元件吸收且移除热量。

[0050] 尽管图3中的流程图显示了特定次序和特定数量的步骤,但应当注意,取决于特定应用的情形和要求,由本发明的不同具体实施例执行的次序和步骤数量可以不同于图3中所说明的实施例中所表示的次序和步骤数量。例如,产热元件可以首先通过使用衬垫材料而放置在基板上,此时施加掩膜以沉积流体屏障,使得流体屏障将由产热元件限界。这个步骤之后可以是通过使用紧固件来将共形冷却模块附接至基板的步骤。在另一实施例中,可以首先沉积流体屏障,接着借助于衬垫材料来附接产热元件,之后是紧固件。整个基板可以是防流体的,或仅某些部分可以是防流体的。当存在共形冷却模块时,可以在施加用于提供防流体屏障的涂层的同时施加紧固件,尤其是在例如相同的粘合材料被用于防流体屏障和

紧固件的情况下。当然,其他步骤顺序和技术也是可能的,使得共形冷却组件具有潜在的供应链灵活性以被整合在制程的不同步骤中。

[0051] 图4作为实例表示根据本发明的一个具体实施例构建的共形冷却组件。如图4所示,基板(220),诸如印刷电路板(有时简称为「PCB」),具有放置在其上的至少一个产热元件(210),诸如半导体晶粒。在一个非限制性实施例中,存在四个产热元件。产热元件(210)借助于衬垫材料(221)(无论是焊料、粘合剂或其他材料或其某一组合)放置在基板(220)上。半导体晶粒(210)的顶部可以具有或不具有不同的高度和形状。共形冷却模块(400)经由紧固件(402)附接,以围封基板(220)和半导体晶粒(210)的一部分,以形成密封。存在放置在基板上的流体屏障(422),以防止位于共形冷却模块的内壁内部的基板曝露于流体。

[0052] 在操作中,被加压的冷却流体(405)通过至少一个第一入口导管(403)进入共形冷却模块(400),穿过共形冷却模块(400)的外边界(440)。所述流体接着通过至少一个第一出口导管(413)离开共形冷却模块(400),穿过共形冷却模块(400)的内边界(441)。所述流体接着直接接触在流体充填部(407)中的产热元件(210),所述流体充填部定位在共形冷却模块(400)的内边界(441)与基板(220)和在基板(220)上携带的产热元件(210)之间。所述流体在其穿过流体充填部时从产热元件(210)吸收热量。现在被加热的流体接着通过至少一个第二入口导管(414)重新进入共形冷却模块(400),穿过共形冷却模块(400)的内边界(441)。最终,所述流体通过至少一个第二出口导管(404)排出,穿过共形冷却模块(400)的外边界(440)。在一些具体实施例中,被加热的流体(406)可以经由另一个热交换器冷却,所述另一个热交换器诸如冷却塔、冷却器回路或热虹吸管,之后所述被加热的流体返回至至少一个第一入口导管(403)。

[0053] 应当注意,在共形冷却组件的这个具体实施例的操作中,可以不需要热界面材料。因为所述流体离开冷却模块且共形地直接接触产热元件,所以不存在其中需要间隙填充的固-固界面。由于这个事实,TIM在多晶粒电子组件上的热挑战(包括可变的总TIM厚度、局部热点TIM厚度和TIM热循环)被缓解了。此外,在紧固件(402)用于将冷却模块(400)附接至基板(220)的情况下,所述组件的机械挑战(包括应力集中、不均匀TIM压力和可能的TIM劣化)也被缓解了。这些属性用于产生对于多晶粒电子组件的高效持久的热管理系统。

[0054] 冷却流体可以包括例如水、水-乙二醇混合物、电介质流体、矿物油、氨水等等。应当理解,在此上下文中的术语「防流体(fluid proofing)」未必意味着流体屏障对于冷却流体完全不可渗透,或未必意味着其100%地防止冷却流体接触基板。而是,应当理解,即使在所述屏障就位时,一些量的冷却流体仍可以一直穿过屏障以到达基板和/或由基板吸收。取决于应用情况,屏障能够防止冷却流体中的至少一些接触基板、进而用于将基板对于冷却流体的曝露限制或缩减为可接受水平,就足够了。然而,也应当理解,在本发明的一些具体实施例中,所述流体屏障实际上可以提供对流体的全面屏障,使得没有任何冷却流体可以穿过所述屏障且到达基板。

[0055] 基板可以由多种材料制成,诸如金属(例如,铜-钼、铜、镀镍铜等)、环氧基塑胶(例如,FR-4/5、G-10/11)、或其他聚合物或复合材料。在使用金属基板的状况下,基板典型地显示出良好的流体阻挡特性,并且可以实施最低程度的防流体。

[0056] 然而,在许多塑料和环氧树脂的状况下,正如在PCB中常见的那样,当经受被加压的且被加热的流体时,随着时间的推移,存在轻量级的流体吸收趋势。如果在这些基板中未

实施防流体,则流体吸收可能会导致诸如电路板阻抗改变、机械变化或在极端状况下发生短路等现象。其他现象也是可能的。与例如金属基基板相比,例如环氧基基板将需要更显著的流体屏障。

[0057] 再次参考图4,流体屏障(422)可以沉积在基板(220)上,由紧固件(402)和产热元件衬垫材料(221)或产热元件(210)限界。取决于所述应用情况所需的防流体程度,流体屏障(422)可以包括液体基密封剂,诸如硅树脂;其也可以包括液体基粘合剂,诸如环氧树脂或胶。流体屏障(422)也可以包括这些或其他液体基密封剂和粘合剂的组合。例如,流体屏障(422)可以包括与用于衬垫材料(221)中的粘合材料相同的粘合材料。流体屏障(422)可以包括接近产热元件(210)的高温粘合剂,同时使用接近紧固件(402)的低温粘合剂。粘合剂可以是热激活的、UV激活的、压力激活的或其它激活方法的、或它们的某一组合。防流体屏障(422)也可以包括由上文所提及的材料中的一者或某一组合制成的共形涂层。当然,其他流体屏障是可能的。

[0058] 在某些配置中,可以与粘合剂或密封剂材料相结合地施加疏水性表面活性剂。这可以允许流体与所关注表面的水排斥。表面活性剂可以与基板直接接触以排出穿过流体屏障的任何痕量液体,或可以施加至经受被加压的流体的流体屏障。其他配置可以是可能的。应当注意,疏水性表面活性剂或防流体材料通常不施加在实际晶粒热传递表面。

[0059] 在共形冷却模块(400)与基板(220)之间的紧固件(402)可以用作附接机构和密封件两者以帮助保护在共形冷却模块外部的元件,所述紧固件也可以采用多种形式。例如,所述紧固件可以是借助于紧固件(图中未示)压缩的弹性垫片。所述紧固件可以是液体粘合剂或环氧树脂,其与流体屏障相同或不同。所述紧固件也可以是焊料材料。类似于流体屏障,这可以取决于多种应用情况的具体因素,诸如:流体压力和温度;基板材料;冷却模块材料;流体类型;在基板上的产热样本的配置;基板的尺寸和形状。其他因素也可以是重要的。并且,如在下文更详细地论述的,所述紧固件可以实际上位于共形冷却模块与流体屏障之间,且不必与基板直接接触。

[0060] 共形冷却模块(400)也可以采用多种形式。虽然用于产热装置的典型热管理硬件是由高导热金属制成的,但根据本发明的具体实施例构建的共形冷却组件可以由多种不同材料制成。因为冷却组件并不依赖于待由内部通道移除的热量在整个板中的扩散或传导,所以其可以由具有较低热导率的材料制成,以用于成本的潜在节约、归因于腐蚀问题缓解的增加了的使用寿命和环境益处。所述模块可以由高导电率金属(铜、铝)、低导电率金属(钢、铜-钼、不变钢(invar))、聚合物、复合物等等制成。因为共形冷却模块促进了流体与产热元件的直接接触,所以其热属性并非主要问题。

[0061] 第一入口导管(403)和第二出口导管(404)可以采用多种形式。在某些状况下,其可以是流体配件,诸如带倒钩配件、压缩配件、焊管柱、推接配件、螺纹配件、或其他材料。在其他状况下,所述导管可以附接至流体歧管或分流板。

[0062] 在某些其他具体实施例中,产热元件(210)可以具有放置在其上、放置在共形冷却模块的外部周边内的热传递增强特征,如鳍片、通路或接脚。这种热量增强特征可以允许增加的表面积、诸如湍流的局部流体流动效应、或其某一组合。增加的表面积和湍流允许借助于流体与产热元件(210)的更紧密接触而增加热传递。

[0063] 总结图3和图4,在一个具体实施例中呈现了共形冷却组件。在其中放置多个产热

元件的基板中,共形冷却模块经由紧固件附接至基板以促进冷却剂流体与包含在其外部周边内的产热元件的直接流体接触。流体屏障放置在基板上以防止流体穿透至基板中。

[0064] 图5至图11表示共形冷却组件的其他具体实施例。当然,其他具体实施例是可能的,但图5至图11意欲表示用于多种可能的情况的可能实施的代表样本。

[0065] 图5显示具有共形冷却模块(500)的变型的具体实施例。冷却流体(405)通过至少一个第一入口导管(503)进入冷却模块(500),穿过冷却模块(500)的外边界(540),且进入中间储存器(508)。在这个阶段,所述流体尚未离开共形冷却模块(500)。所述流体接着穿过第一组出口导管(513),现在为多个出口导管,穿过冷却模块(500)的内边界(541)。离开了共形冷却模块(500)且进入了流体充填部(507)的流体借助于与产热装置(210)的直接流体接触而从产热元件(210)带走热量。所述流体接着可以借由至少一个第二入口导管(514)重新进入共形冷却模块(500),穿过冷却模块(500)的内边界(541)。所述流体接着借由至少一个第二出口导管(504)离开共形冷却模块(500),其中被加热的流体(406)接着经由另外的热交换器冷却,所述另外的热交换器诸如冷却塔、冷却器回路、风扇和散热器或热虹吸管,之后所述被加热的流体返回至入口导管(503)。当然,相同的冷却剂不是必需返回至共形冷却模块。共形冷却模块使用紧固件(502)附接至基板(220),且流体屏障(522)放置在基板(220)上。共形冷却模块也可以经由紧固件(502)附接至流体屏障(522),而非基板。

[0066] 在图5的某些具体实施例中,第一组出口导管(513)可以是冲击喷嘴,其产生微射流(531),以冲击产热元件(210)的上部表面(212)。微射流冷却是高效的对流热传递机构,其借助于边界层抑制通过使用垂直指向热传递表面(212)的高速射流来促进每单位面积的极高热传递。这个方法借由单个共形冷却模块在多晶粒组件上提供共形冷却。热传递通常通过热传递系数来量化,其中,微射流冷却可以针对单相操作产生在 $50,000$ 至 $400,000\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ 范围内的热传递系数(作为参考,冷板约为 $1,000$ 至 $5,000\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$,微通道冷板约 $10,000$ 至 $30,000\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$)。通过在共形冷却模块(500)中利用单相微射流冷却,可以实现产热元件(210)的极有效的热管理。

[0067] 图6是沿着与具有冲击喷嘴的图5的共形冷却模块类似的共形冷却模块的截面A-A截取的横截面,显示了第一组出口导管(513)的可能的具体实施例。因为产热元件(210)最需要热管理,所以图6中所表示的这种配置更好地将流体递送至产热元件,而非基板的很少出现产热或没有产热的区域。冲击喷嘴(513)可以按间隔(603)配置成阵列(601)以移除热量。每个产热元件可以具有不同尺寸、不同热负载或横跨表面的不同热负载分配。因此,冲击喷嘴阵列(601)可以针对每个产热元件分别地定制,以在最需要最有效热管理的区域中提供最有效热管理。此外,在单个产热元件内,可以存在具有较高产热的热点区,其中可以实施更好的流体递送以提供更有效热管理。例如,在图2中描述了具有高产热的热点区(245)被显示为在最右边的产热元件(210d)的中间。在图6中,喷嘴(604)的密集阵列可以针对具有高产热的热点区,以在最小化横跨产热元件的热梯度之外也最小化在产热元件内的热梯度。

[0068] 如图6所示,冲击喷嘴阵列的可能性是多种多样的,包括包含不同喷嘴尺寸、不同喷嘴间距、不同数量喷嘴、不同阵列尺寸和不同阵列布局的喷嘴阵列。其他几何配置也为可能的。

[0069] 图7表示共形冷却组件的另一具体实施例,其中紧固件(702)和流体屏障(722)在

单个步骤中完成。在这个具体实施例中,可以使用诸如具有低吸水性率的环氧树脂的液体粘合材料来实现流体屏障(722)和紧固件(702)。这可以通过使用相同材料来实现两个机构而提供共形冷却组件的精简组装制程。

[0070] 图8表示共形冷却组件的另一具体实施例,其中流体屏障是在两步制程中完成的。流体屏障(823),诸如金属膜、非渗透性聚合物膜或其他高度抗流体材料,可以使用粘合剂(822)或沉积制程放置在基板(220)上。粘合剂(822)可以是如图7中所讨论的液体粘合剂,或其可以是反应性干膜粘合剂或压敏粘合剂。具有反应性干膜粘合剂或压敏粘合剂(822)的流体屏障(823)的实施例可以使其很好地适用于晶粒切割制程,且可以简化所述制程,而无需如同许多液体粘合剂所需的任何热激活、UV激活或其他激活技术。如果需要的话,辅助液体粘合剂可以用于填充在晶粒切割流体屏障(823)与晶粒衬垫(821)、产热元件(210)和紧固件(802)之间产生的任何间隙。替代地,流体屏障(823)可以延伸使得紧固件(802)将共形冷却模块(400)附接至流体屏障(823),所述流体屏障附接至基板(220)。再次应当注意,各个附图不是按比例;在某些实施例中,所述流体屏障(823)可以薄至0.001至0.005",而典型的产热半导体晶粒厚度可以是约0.010至0.030"。

[0071] 在迄今所示的每一个具体实施例中,所述流体屏障已经由产热元件衬垫材料(221)限界。然而,在某些具体实施例中,更优选的可以是将流体屏障结合至产热元件(210)的壁。图9表示这个具体实施例,其中流体屏障(922)由产热元件(210)限界,所述产热元件在衬垫材料(221)上方延伸。例如,这可以在以下的实施例中实现:其中预定体积的密封剂沉积至在围封体周边内部的基板上,且所述密封剂被熔融且流动,以产生包围产热元件(210)的高达指定高度的均匀的层。在某些情况下,所述流体屏障(922)可以向上延伸,且在一般防流体层的高度之上接触产热表面(210)的壁。在其他情况下,例如,所述流体屏障可以突出至产热元件(210)的向上表面之上。值得注意的是,晶粒衬垫(221)和流体屏障(922)可以同时施加以简化制造制程。

[0072] 图10表示共形冷却组件的另一具体实施例,其中存在替代性紧固件(1002)。在这个具体实施例中,基板(220)包括预先制造的铜和/或焊料迹线(1024),在该处进行与共形冷却模块(400)的附接。在这个情况下,所述组件可以经过焊料回焊制程,其中来自焊料迹线(1024)的焊料熔融。被熔融的焊料在基板(220)与冷却模块(400)之间形成结合(1002)。这可以允许在设计制程中被建置在基板(220)中的强附接接合(1002),以允许与当前基板制造制程兼容的紧固过程,例如自动化液体分配设备或自动化取放机器以及焊料回焊组件设备。

[0073] 其他迹线功能也可以被建置在多晶粒冷却组件中。例如,在图11中,两个基板迹线(1125)可以放置成在基板的外表面上彼此紧密接近,其中在它们之间具有电绝缘材料(例如,基板材料(220))。当这些迹线被放置在共形冷却模块(400)的周边内且延伸通过流体屏障(1122)时,其可以被实施为流体检测装置。即,当导电流体(例如,水)填充由共形冷却模块(400)和基板(220)(或流体屏障(1122))限界的充填部(407)时,通常为开路连接的邻近迹线可以形成闭合电路。这可以用作遥测或诊断工具以判定流体是否在组件内,而无需视觉检测。

[0074] 此外,类似的邻近迹线(1126)也可以放置在共形冷却模块(400)的周边外部。其操作原理将是类似的,但其功能性将是相反的。例如,通过流体桥接在它们之间的绝缘间隙且

使电路闭合,所述迹线(1126)可以用于产生流体已经流出共形冷却模块(400)外部的电信号,指示紧固件(1102)、流体屏障(1122)或组件的某些其它方面的泄漏或故障。这有助于形成集成式的紧凑组件,其向多个产热元件(210)提供共形冷却,同时具有内置故障报告的能力。

[0075] 根据本发明的具体实施例构建的共形冷却组件可以与许多类型和各种各样的产热电子组件一起使用。产热电子组件被构建为使得至少一个产热元件放置在基板上。然而,典型地,产热电子组件被构建为具有贴附至基板的表面的多个产热元件,如图4至图7和图9至图11中所示。如各附图所示且如上文详细描述,本发明的共形冷却组件包括经由紧固件附接至基板的共形冷却模块,且所述基板表面经由放置在基板的表面与充填部之间的流体屏障而是防流体的。所述共形冷却模块通过至少一个第一入口导管从加压源接收冷却流体,通过至少一个第一出口导管离开冷却模块,以流经充填部,以与至少一个产热元件直接流体接触。所述冷却流体通过至少一个第二入口导管重新进入冷却模块,且接着通过至少一个第二出口导管排出。

[0076] 就其物理几何形状和结构来说,从图4至图11应当显而易见的是,在某些具体实施例中,共形冷却模块包括顶壁、一个或多个侧壁、流体充填部、至少一个入口通道和至少一个出口通道。可能在图8中最佳地显示的,例如,可以观察到,共形冷却模块(400)包括顶壁(440)、两个侧壁(442a和442b)、流体充填部(407)、入口通道(405)和出口通道(406)。因为图8中的图示仅表示本发明的共形冷却组件的横截面图,所以应当理解,为了易在理解,共形冷却模块(400)两个额外的侧壁未在图8中显示。然而,应当理解,共形冷却模块(400)可以仅具有一个侧壁、或任何数目的侧壁,这取决于共形冷却组件的总体形状。例如,共形冷却组件的总体形状可以是圆柱形(仅需要一个圆周侧壁)、三角形(三个侧壁)、梯形(四个侧壁)、六边形(八个侧壁),仅举几个可能的总体形状和对应数量侧壁的实例。

[0077] 侧壁(442a和442b)的顶部部分接合至顶壁(440)的周边边缘,以界定围绕流体充填部(407)的边界。因此,流体充填部(407)部分地由顶壁(440)和侧壁(442a和442b)包围和围封。然而,共形冷却模块(400)的流体充填部(407)的底侧,即流体充填部(407)的与顶壁(440)相对的侧面,是开放的,这是因为共形冷却模块(400)本身在流体充填部(407)的与顶壁(440)相对的底侧上不具有壁。因此,共形冷却模块(400)的底部保持开放,直至共形冷却模块的侧壁(442a和442b)的侧面底部部分用紧固件(802)紧固至基板(220),以便完成共形冷却组件的构建。当共形冷却模块(400)用紧固件(802)紧固至基板(220)时,所有侧壁,包括侧壁(442a和442b)和流体充填部(407)的开放的侧面,均实质上包围和围封产热元件210和产热元件(210)贴附至的基板的表面的一部分。由于延伸通过共形冷却模块(400)的顶壁(440)的入口通道(405)和出口通道(406)的存在,流体充填部(407)被认为「实质上经包围和围封」和没有完全地包围和围封。

[0078] 尽管本说明书将与充填部的开放侧面相对的壁称为「顶」壁,但应当认识且理解,顶壁未必一直「在」基板和产热元件「上方」。因此,在本说明书中引用的「顶壁」实际上可以在基板和产热元件下方或右侧或左侧,这取决于在被组装的处理单元中的电子组件和共形冷却组件的最终定位和定向。也应当理解,取决于特定处理单元的要求,在一些具体实施例中,入口通道和出口通道可以被定位且延伸通过共形冷却模块的侧壁而非顶壁,而不脱离本发明的范围。

[0079] 如先前在图5和图6中所描述和说明的,共形冷却模块(400)可被配置为向某些产热元件(210)或产热元件(210)的某些部分提供更好的流体递送,以最小化局部化热点。所述共形冷却模块也可以包括冲击喷嘴以促进流体与产热元件的特别高的热传递。本发明的共形冷却组件向包含多个不同产热元件的基板(尤其是具有非平坦晶粒高度、晶粒偏转或弯曲和具有高产热的局部热点的多晶粒组件)的热管理提供了高效选项。这些特征和优点也倾向于提高使用所述特征和优点的电子组件的使用寿命。

[0080] 共形冷却组件可以提供现有热管理技术的替代方案,诸如液冷式冷板和电介质浸没冷却。液冷式冷板在多晶粒组件中可能具有可变的热界面材料层厚度、应力集中、由于TIM压力不均匀而导致TIM劣化风险增加以及热点不可预测性的热挑战和机械挑战。同时,电介质浸没冷却是一种成本可能更高的冷却方法,在管理热量方面效率较低,并且根据所使用的浸没冷却剂可能对环境不友好,往往会生产出寿命不长且在需要高功率密度的应用中运行不良的多晶粒组件。虽然与本文中所揭示和主张的防流体解决方案类似的防流体解决方案可能对浸没冷却技术感兴趣,但浸没冷却可能需要整个PCB必须是防流体的,这将是制程密集型的且成本高的,并且可能仍然难以利用某些硬件组件(诸如光学连接器)以实现足够的效能。对于需要功率密集处理单元的应用,提供局部流体防护的本发明的具体实施例是更有效、更持久且对环境友好的解决方案。

[0081] 本发明的范围不受本文中所描述的特定具体实施例限制。实际上,除本文中所描述的具体实施例和修改之外,本发明的其他各种具体实施例和对本发明的修改对于本领域技术人员来说根据前述的描述和附图将是显而易见的。因此,这些其他具体实施例和修改意欲属于本发明的范围内。此外,尽管本文已经出于特定目的在特定环境下的特定实施的上下文中描述了本发明,但本领域技术人员将认识到,其有效性不限于此且本发明可出于任何数目的目的而有益地实施在任何数目的环境下。因此,下文阐述的本申请专利保护范围应鉴于如本文中所描述的本发明的全部范围和精神来解释。

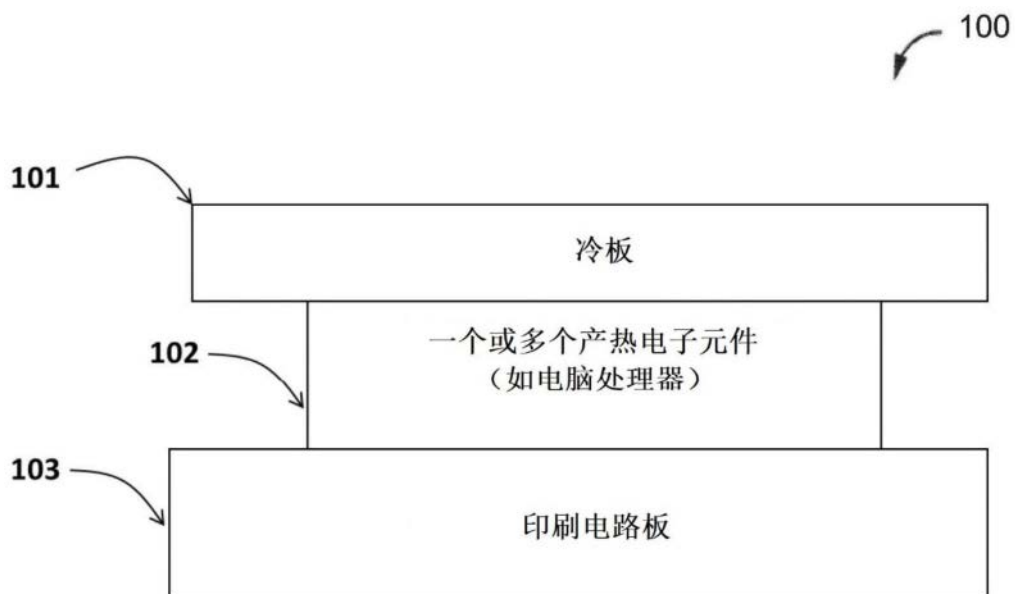


图1(现有技术)

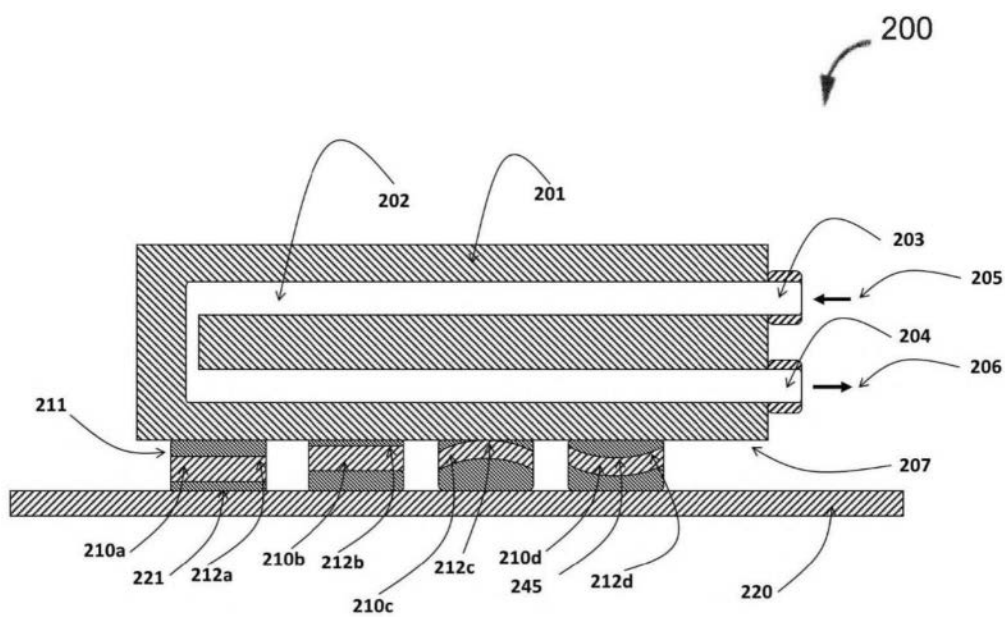


图2(现有技术)

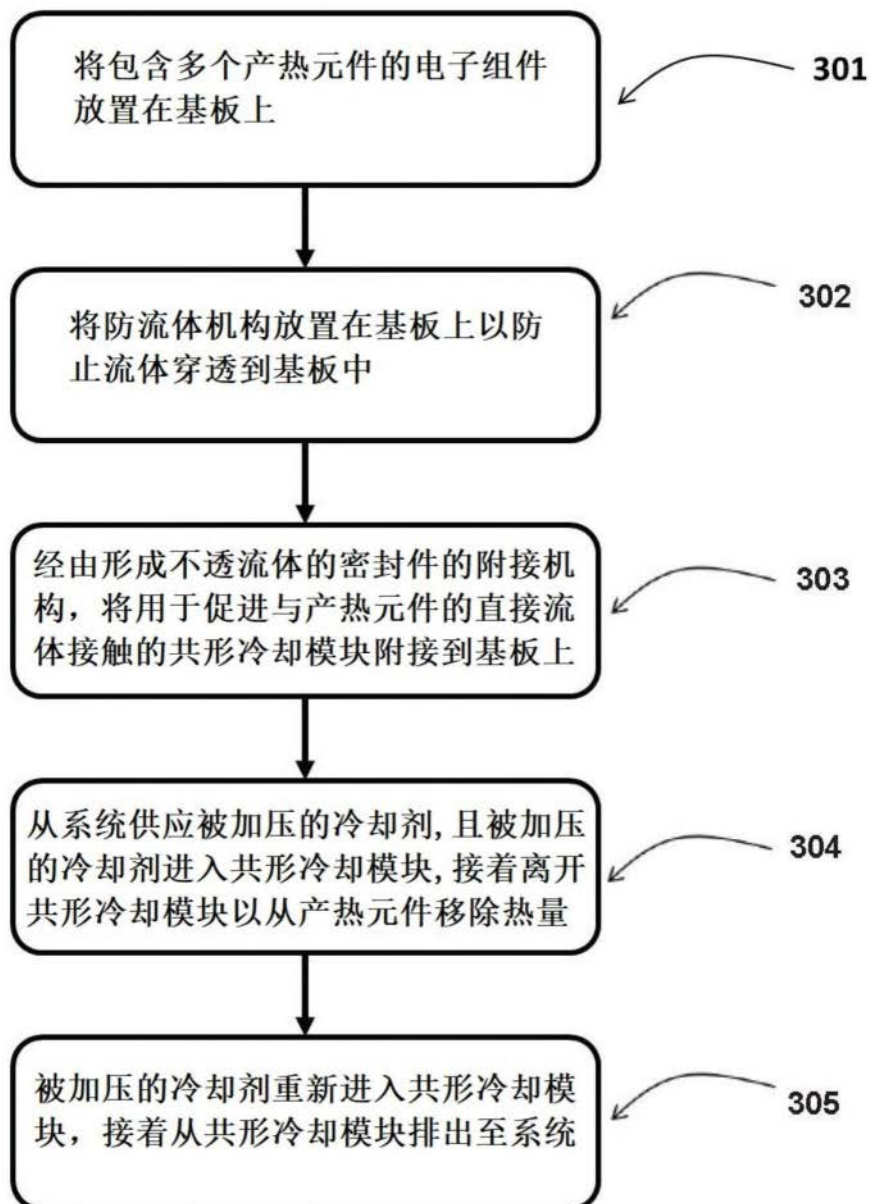


图3

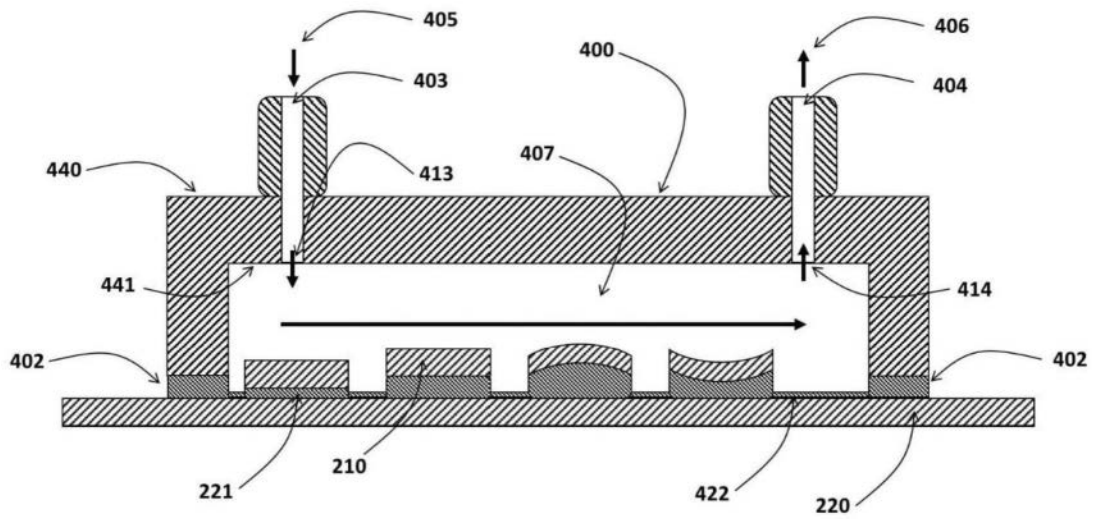


图4

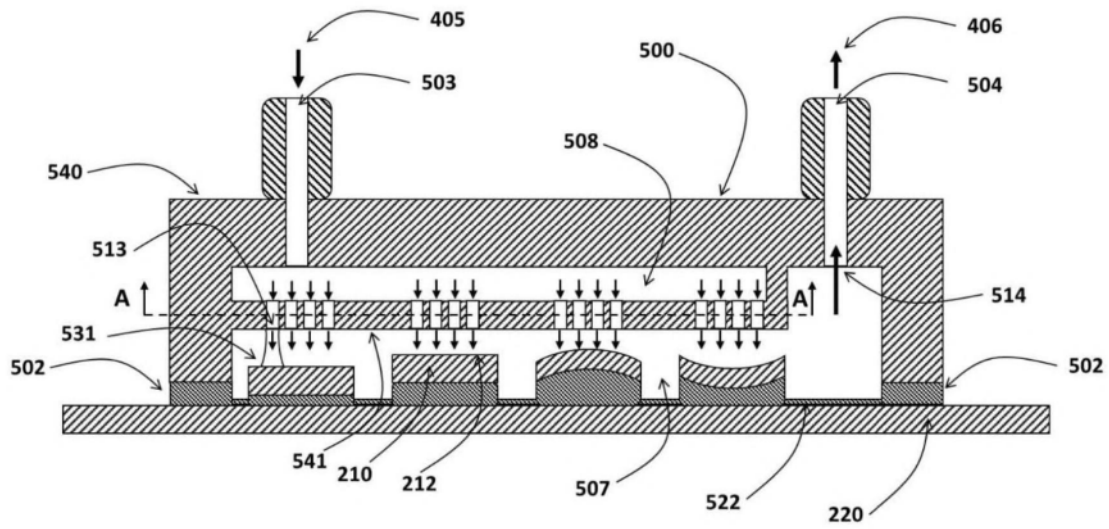


图5

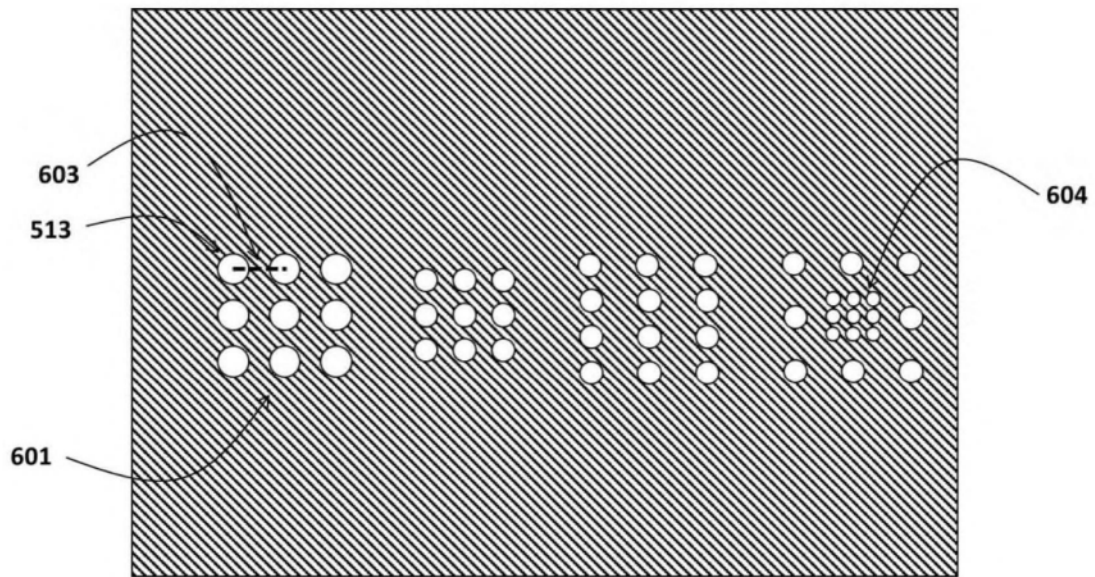


图6

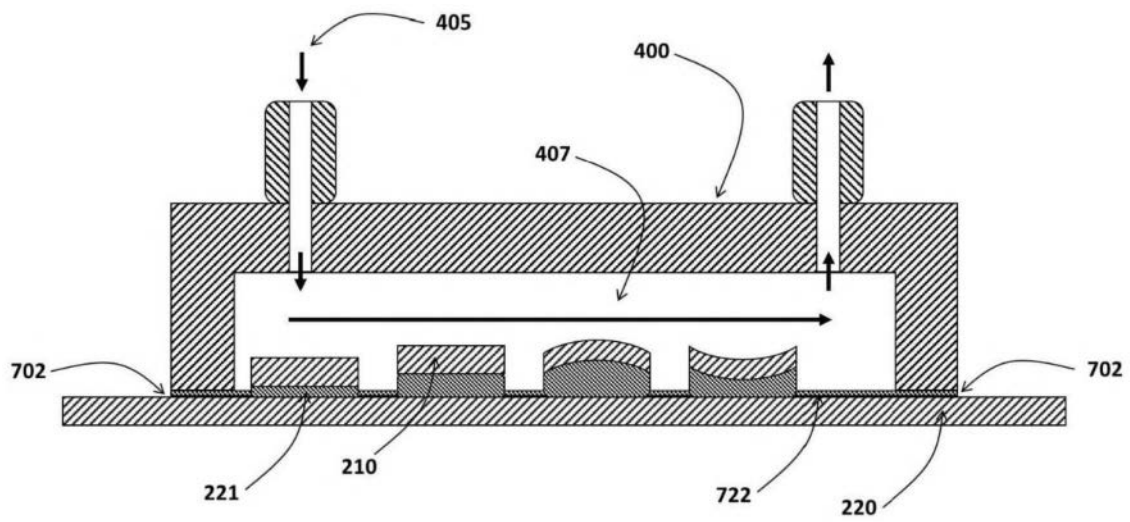


图7

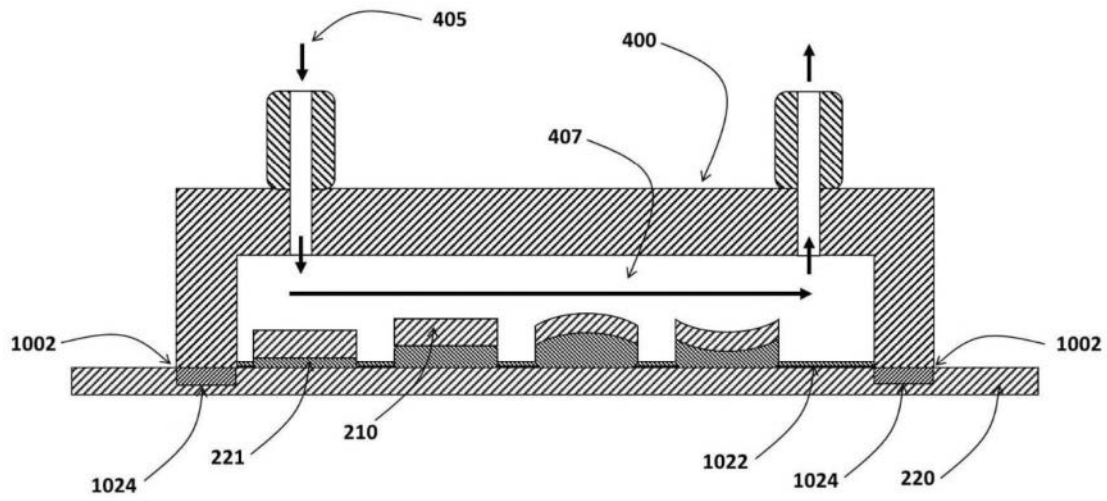


图10

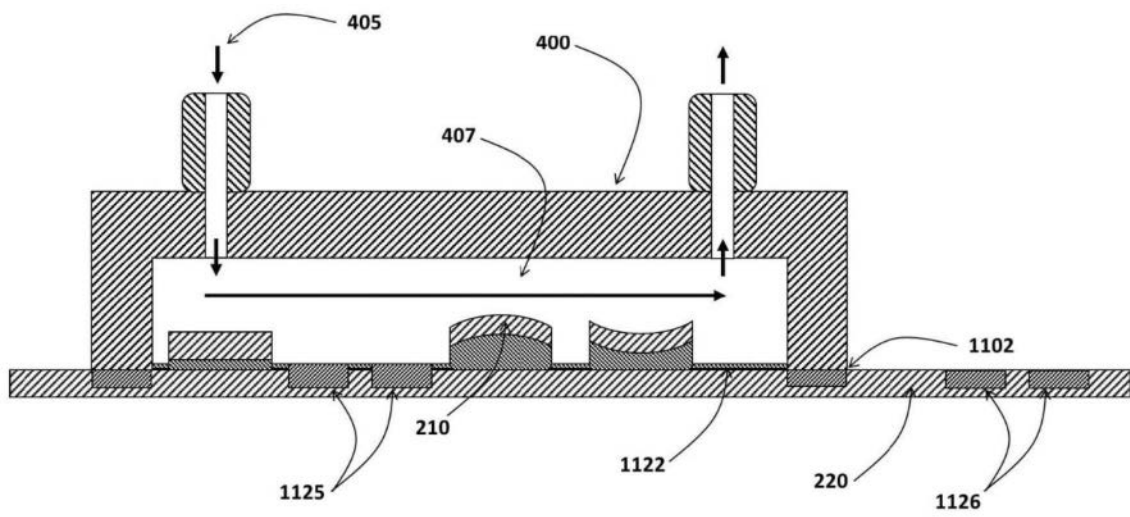


图11