



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102112840 A

(43) 申请公布日 2011.06.29

(21) 申请号 200980130617.2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009.08.04

F28F 3/12 (2006.01)

(30) 优先权数据

61/085,931 2008.08.04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011.01.31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/004462 2009.08.04

(87) PCT申请的公布数据

W02010/016890 EN 2010.02.11

(71) 申请人 集群系统公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 菲利普·N·休斯 罗伯特·J·利普

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 李冬梅 郑霞

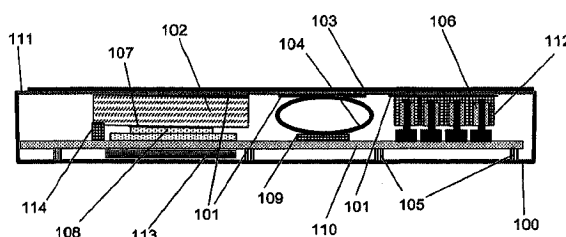
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 7 页

(54) 发明名称

接触式冷却的电子外壳

(57) 摘要

不同的实施方式公开一种系统,并且向在电子外壳中彼此靠近安装的多个电子部件提供冷却的一种关联方法被公开。该系统包括冷板,其被安装在电子外壳上以热传导热。冷板具有靠近多个电子部件安装的第一表面和远离多个电子部件安装的第二表面。一个或多个热提升装置被配置以在冷板的第一表面和多个电子部件中的至少一个之间热耦合。



1. 一种提供冷却的系统,所述系统向在电子外壳中彼此靠近安装的多个电子部件提供冷却,所述系统包括:

冷板,其热传导并被配置以安装在所述电子外壳上,所述冷板具有靠近所述多个电子部件安装的第一表面和远离所述多个电子部件安装的第二表面;以及

一个或多个热提升装置,所述一个或多个热提升装置中的每个具有被配置以热耦合到所述冷板的所述第一表面的第一端和热耦合到所述多个电子部件中的至少一个的第二端。

2. 根据权利要求1所述的系统,还包括:热界面材料,所述热界面材料被配置以在所述一个或多个热提升装置中的至少一个与所述冷板的所述第一表面之间热耦合。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述电子外壳是标准的1U类型的电子外壳。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述冷板由热传导材料制作并形成用于所述电子外壳的盖。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置中的至少一个具有热耦合到所述多个电子部件中的至少一个的第一表面,所述第一表面具有第一表面积,所述一个或多个热提升装置中的所述至少一个具有热耦合到所述冷板的第二表面,所述第二表面具有比所述第一表面积大的第二表面积。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中,所述第二表面积比所述第一表面积大二到二十倍左右。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述多个电子部件和所述冷板之间的热阻小于约 $0.25^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置中的每个具有约2.3厘米到3.3厘米的总长度。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置中的至少一个由固定到第一热传导板和第二热传导板的多个热管制作,所述第一热传导板被热耦合到所述多个热管的每个端部,而所述第二热传导板被热耦合到所述多个热管的另一部分。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置中的至少一个由固定到第一热传导板和第二热传导板的平的热管制作,所述第一热传导板被热耦合到所述平的热管的每个端部,而所述第二热传导板被热耦合到所述平的热管的另一部分。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置中的至少一个是由柔性热传导材料制作的弹簧提升装置。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述弹簧提升装置具有在约 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 到约 $2^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 的范围内的热阻。

13. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述冷板是用热传导流体填充的袋。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中,所述热传导流体是自流平流体。

15. 根据权利要求13所述的系统,其中,所述袋被金属化以提供EMI屏蔽。

16. 根据权利要求1所述的系统,还包括:被应用在所述一个或多个热提升装置和所述冷板之间的热传导灌注化合物。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述热传导灌注化合物的热阻抗小于约 $0.016^{\circ}\text{C}/\text{W}/\text{cm}^2$ 。

18. 根据权利要求1所述的系统,还包括:被封装在袋内的自流平热传导流体,所述袋

被配置成在所述一个或多个热提升装置中的至少一个上提供热界面和平面化结构。

19. 根据权利要求 18 所述的系统,其中,所述袋的与所述一个或多个提升装置中的至少一个热耦合的部分具有是所述一个或多个提升装置中的所述至少一个的顶部部分的表面积的约 5%到 20%的面积。

20. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置的所述第一端被配置成物理上粘附到所述冷板。

21. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述冷板是柔性蒸汽腔,所述柔性蒸汽腔由有弹性且热传导的材料制作。

22. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述一个或多个热提升装置中的至少一个的所述第一端在所述第一端上被图案化以便接合所述冷板的所述第一表面上的匹配图案。

23. 根据权利要求 22 所述的系统,其中,所述图案中的至少一个包括热传导界面材料。

24. 一种提供冷却的系统,所述系统向在电子外壳中彼此靠近安装的多个电子部件提供冷却,所述系统包括:

冷板,其热传导热并被配置以安装在所述电子外壳的外部;

一个或多个热提升装置,其被配置以在第一端上热耦合到所述多个电子部件中的至少一个;

盖,其被配置以安装在所述电子外壳上,所述盖具有靠近所述多个电子部件安装的第一表面和远离所述多个电子部件安装的第二表面,所述盖还具有多个孔,所述孔被定位以使所述一个或多个热提升装置适于穿过其安装;以及

热界面材料层,其使所述一个或多个热提升装置的第二端热耦合到所述冷板。

25. 一种使电子外壳中的多个发热部件热耦合到冷板的方法,所述方法包括:

计算所述多个发热部件中的每个的功耗;

确定所述冷板和所述多个发热部件之间可接受的温度提升;

确定可接受的热阻抗以保持所述可接受的温度提升;

计算将热从所述多个发热部件中的每个传导至所述冷板所需的所述冷板的表面积;以及

根据所述热阻抗选择多个热提升装置中的每个的类型,所述多个热提升装置中的至少一个与所述多个发热部件中的每个关联。

26. 根据权利要求 25 所述的方法,还包括:

确定所述多个发热部件中的每个和所述冷板的邻近表面之间的距离;

使所述多个热提升装置中的每个平面化以实质上与所述冷板的邻近表面共面;以及

使所述多个热提升装置热耦合到所述冷板。

27. 根据权利要求 26 所述的方法,还包括:通过在所述多个热提升装置和所述冷板之间放置热界面材料来使所述多个热提升装置耦合到所述冷板。

28. 一种向多个电子部件提供冷却的设备,所述设备包括:

第一热界面材料的第一层,所述第一热界面材料具有第一热传导性;

第二柔顺的热界面材料的第二层,所述第二柔顺的热界面材料具有不同于所述第一热传导性的第二热传导性,所述第二层连接到所述第一层。

29. 根据权利要求 28 所述的设备,其中,连接到所述第二层的所述第一层形成空腔,并

且在所述空腔内封装了热传导流体。

30. 根据权利要求 29 所述的设备,还包括:第三多孔层,所述第三多孔层在所述第一层和所述第二层之间制作以向所述设备提供强度,所述第三多孔层还被配置以允许所述热传导流体移动通过所述第三多孔层。

31. 根据权利要求 28 所述的设备,其中,所述第一层实质上包括铝,而所述第二层实质上包括聚酯。

32. 根据权利要求 28 所述的设备,其中,所述热传导流体是自流平流体。

33. 根据权利要求 28 所述的设备,其中,所述袋被金属化以提供 EMI 屏蔽。

34. 根据权利要求 28 所述的设备,其中,所述袋的每层为近似 18 微米厚。

35. 根据权利要求 28 所述的设备,其中,所述第一层是电子外壳的盖。

36. 根据权利要求 28 所述的设备,还包括:热脂层,在于所述多个电子部件中的一个或多个和冷板之间热耦合所述设备之前,所述热脂层被放置在所述第一层和所述第二层中的一个或两个的外部表面上。

37. 一种向多个电子部件提供冷却的设备,所述设备包括:

柔顺的热界面材料的层,所述柔顺的热界面被配置以热耦合到电子外壳的盖并在所述柔顺的材料的层和所述盖之间形成空腔;以及

热传导流体,其被配置以被封装在所述空腔内。

38. 一种向多个电子部件提供冷却的设备,所述设备包括:热界面材料,所述热界面材料包括至少两层,所述两层包括第一层和第二层,所述第一层被配置以向所述设备提供强度并且热耦合到所述多个电子部件中的至少一个,所述第二层被配置以热扩散从所述多个电子部件中的所述至少一个传递的热。

39. 根据权利要求 38 所述的设备,其中,所述第一层实质上包括聚酯,而所述第二层实质上包括铝。

接触式冷却的电子外壳

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2008 年 8 月 4 日提交的题为“A Contact Cooled Electronic Enclosure”的第 61/085,931 号美国临时申请的优先权利益,其全部内容在此通过引用并入。

技术领域

[0003] 本申请大体涉及计算和存储系统的冷却,并且在具体的示例性实施方式中,涉及用于通过连接到冷板来冷却已冷却的模块化部署的系统(modularly deployed system)中的电子装备的系统和方法。

[0004] 背景

[0005] 在各种同时代的应用中,各类型的流体基的冷却系统(fluid-based cooling system)冷却计算机及其他电子装备。在最简单的情况下,流体将热从难以冷却的位置移动到不同的区域。例如,柔性的流体填充的热管被用来将热从热的电子部件排除至计算机外壳的翅片侧面,在此处利用环境空气的对流冷却排除热而无需使用强制气流。

[0006] 以企业为基础的计算和存储系统被逐渐地部署为具有安装在标准化支持结构中的标准化形状因数的电子外壳模块的模块化系统。标准化的电子外壳模块可被用于执行一些不同的功能如计算、存储或联网中的任一项。外壳模块通常安装在标准化的支持结构如 19 英寸(约 0.482 米)或 24 英寸(约 0.610 米)宽的支架中。这样的外壳通常是行业标准 1U(1.75 英寸;约 4.45 厘米)、2U(3.5 英寸;约 8.89 厘米)、3U(5.25 英寸;约 13.3 厘米)或 4U(7 英寸;约 17.8 厘米)高。通常,采用较大的 2U、3U 或 4U 模块的原因是为了通过用于冷却的改进气流增加电子部件的可靠性,并提供用于更多适配卡的空间。

[0007] 模块化外壳经常进行空气冷却。外壳从它们所在的房间依靠使空气加速的风扇吸入空气,并使空气处在外壳的内部部件上,从而冷却部件。所产生的热空气被排放回到房间中。

[0008] 其他冷却方法集中于使用冷板装置的流体冷却系统。冷板装置通常是复杂的。例如,对于每个部件使用单独的弹簧承载的冷板。每个冷板则与单独的软管连接。每个冷板包括至少温度控制阀、温度传感器和控制器。

[0009] 其他冷却方法采用可压缩热传导材料散热片组件。为了是可压缩的,散热片组件必须适合待冷却的部件。然而,所有适合的材料具有与纯金属或热管相比相对低的热传导性。因此,适合的散热片组件具有相对高的热阻。因此,提供了很少的热扩散,使得为使组件有效,每个热界面必须具有非常低的热阻。另外,组件不可延伸到主板上垂直的子卡,如例如用在计算机和其他存储系统中的双列直插存储模块(DIMM)。

[0010] 重要的是,没有现成的解决方案包括可连接到所有部件的具有高热传导性的常规的、模块化部署的系统。另外,没有这样的系统还包括在包含可拆卸的子卡和存储卡的常规主板上至公共冷板的高热耗散。此外,这样的系统也应该是容易服务的。此外,没有解决方案提出,通过外壳侧面的热上升(thermal elevation)和共平面化,将所有这样的高热耗散

器件热连接至公共的冷却板。现有的系统当中没有进一步包括通过作为热排除系统的一部分的可拆卸盖可接近的容易服务的系统。

[0011] 附图的简要说明

[0012] 附图的不同图仅示出本发明的示例性实施方式，而不得被视为限制本发明的范围。

[0013] 图 1 是示出具有热提升装置和热界面材料 (thermal interface material) (TIM) 的外壳的示例性实施方式的横截面图；

[0014] 图 2 是由高热传导材料如金属块制造的热提升装置 / 散热器的示例性实施方式的仰视图和侧视图；

[0015] 图 3 是使用安装在例如金属板中的热管的热提升装置 / 散热器的示例性实施方式的仰视图和侧视图；

[0016] 图 4 是由平的热管制造的热提升装置 / 散热器的示例性实施方式的仰视图和侧视图；

[0017] 图 5 是弹簧热提升装置 (spring heat riser) 的示例性实施方式的仰视图和侧视图；

[0018] 图 6 是可与 DIMM 一起使用的热提升装置的示例性实施方式的正视图和侧视图；

[0019] 图 7 是示出具有辅助卡和主板的外壳的示例性实施方式的横截面图；

[0020] 图 8 是平面化 TIM 袋的示例性实施方式的等距视图；以及

[0021] 图 9 示出中间的热提升装置与盖之间的凹槽界面的示例性实施方式。

[0022] 详述

[0023] 如下的描述包括说明性系统、方法和技术，其涵盖通过本公开内容的各个方面定义的各种示例性实施方式。在下面的说明中，为了解释的目的，许多具体的细节被陈述以提供发明主题的各种实施方式的理解。然而，对于本领域技术人员将明显的是，发明主题的实施方式可以被实践而无需这些具体细节。另外，众所周知的指令实例、协议、结构和技术没有被详细示出。

[0024] 如本文所使用的，术语“或”可被解释成包含性的或排他性的意义。类似地，术语“示例性的”可仅被解释成意指某事件的示例或范例，并不一定是完成目标的优选手段。此外，虽然以下讨论的各种示例性实施方式集中于用于电子部件的热冷却系统，但是为在公开内容中清楚起见仅给出实施方式。因此，任何类型的热冷却应用被认为是在本发明的范围内。

[0025] 本文所公开的是用于使常规的电子外壳 (electronic enclosure)、部件、主板、子组件和类似部件适于传导性的冷却系统的综合系统。本文还公开了方法和结构，以计算并通过外壳的侧面使封装在常规电子外壳中的电子部件或子组件热耦合到邻近的冷板。在具体的示例性实施方式中，冷板包括外壳的盖。在另一具体的示例性实施方式中，该盖接触外部冷板，在其中占据冷板本身的功能的至少一部分。

[0026] 电子部件、子组件或类似的部件依靠热提升装置和热界面材料 (TIM) 而被热提升、平面化和耦合到外壳的侧面，外壳的侧面则接触邻近的冷板。外壳可以是上述普通的电子外壳、其他形状因数的外壳或没有被围住的系统如服务器刀片 (server blade) 或裸服务器主板。这些部件中的每个在本领域中是独立已知的。

[0027] 本文所述的接触式冷却的外壳 (contact-cooled enclosure) 可以, 除别的以外, 包括由 Lipp 和 Hughes 先前提交的专利申请中提到的接触式冷却的外壳的示例。专利申请描述支架安装的冷板系统, 该支架安装的冷板系统被发现在于 2007 年 12 月 19 日提交的题为“A Cooling System for Contact Cooled Electronic Modules”的第 61/008,136 号美国临时专利申请和于 2008 年 12 月 19 日提交的具有相同题目的第 12/339,583 号美国专利申请中, 这两者的全部内容在此通过引用并入。

[0028] 在示例性实施方式中, 一种向在电子外壳中彼此靠近安装的多个电子部件提供冷却的系统被公开。该系统包括冷板, 其安装在电子外壳上并热传导热 (thermally conduct heat)。冷板具有靠近多个电子部件安装的第一表面和远离多个电子部件安装的第二表面。一个或多个热提升装置被配置以在冷板的第一表面和多个电子部件中的至少一个之间热耦合。

[0029] 在另一示例性实施方式中, 一种向在电子外壳中彼此靠近安装的多个电子部件提供冷却的系统被公开。该系统包括提供热传导的冷板。冷板被配置以安装在电子外壳的外部。一个或多个热提升装置被配置以在第一端上热耦合到多个电子部件中的至少一个。被配置以安装在电子外壳上的盖具有靠近多个电子部件安装的第一表面和远离多个电子部件安装的第二表面。盖具有多个孔, 其被定位以使一个或多个热提升装置适于穿过盖。热界面材料层使一个或多个热提升装置的第二端热耦合到冷板。

[0030] 在另一示例性实施方式中, 一种使电子外壳中的多个发热部件热耦合到冷板的方法被公开。该方法包括: 计算多个发热部件中的每个的功耗、确定冷板和多个发热部件之间可接受的温度提升和确定可接受的热阻抗以保持可接受的温度提升。计算从多个发热部件中的每个传导热所需要的冷板的表面积。根据热阻抗确定为多个热提升装置中的每个选择的热提升装置的类型, 其中多个热提升装置中的至少一个与多个发热部件中的每个关联。

[0031] 在另一示例性实施方式中, 一种向多个电子部件提供冷却的设备被公开。该设备包括第一热界面材料的第一层。第一热界面材料具有第一热传导性。第二柔顺的热界面材料的第二层被连接到第一层。第二柔顺的热界面材料具有比第一热传导性低的第二热传导性。在具体的示例性实施方式中, 第一热界面材料被连接到第二柔顺的热界面材料, 从而形成袋。在袋内封装了热传导流体。

[0032] 在本文所述的具体的示例性实施方式中, 用于使 1U 外壳中的一个或多个发热部件热耦合到例如外壳的可拆卸盖的一种系统被公开。盖可以进一步耦合到用于额外热排除的外部冷板。虽然本文提供的实际描述被限于 1U 外壳, 但是技术人员将认识到, 类似的系统、方法和装置可被应用到各种样式和尺寸的外壳的其它样式。此外, 在阅读公开内容时, 技术人员将进一步认识到, 热可能会耦合到除了盖以外的外壳的不同侧面, 如底部。耦合到外壳的不同侧面可以通过重新安排所述的各种实施方式的各种元件来完成。

[0033] 概述

[0034] 在示例性实施方式中, 在下面详细描述的电子外壳中的一个或多个发热部件主要通过经由外壳的盖至邻近冷板的传导冷却来维持在可接受的温度。热从发热部件被热耦合到热提升装置或散热器。热通量可在较大区域上扩散, 并进一步通过外壳盖耦合到用于热排除的冷板。虽然热和热通量是关注的要素, 但是为了本文的目的, 功率和功耗有时被用作热通量的代替。

[0035] 在示例性实施方式,设计用于给定电子部件的冷却机制的一种方法可以从计算设计窗口开始。设计的物理实现可以使用从计算步骤得到的信息。

[0036] 在此示例性实施方式中,设计窗口可以通过识别和量化(例如计算)所有发热部件的功耗来计算,所有发热部件通过自然对流和传导冷却方式而没有维持十分低的温度。然后确定从冷板界面至发热部件的最大或可接受的温度提升。在冷板/外壳界面的最大或可接受的每单位面积容许的热通量(或功率)被确定以保持最大可接受的温度提升。每单位面积的热通量通常被称为热阻抗。为每个发热部件计算将热传导至冷板所需要的冷板表面积。冷板表面积决定每个部件和冷板之间的总热阻。这些计算中的每个和相关的控制方程在本领域中是独立已知的。

[0037] 物理实施

[0038] 一旦确定初步计算,就确定一个或多个部件中的每个和冷板界面之间的距离。额外的空间容差有助于一个或多个TIM,一般在一个或多个部件中的每个和冷板界面之间。然而,在某些应用中,TIM可能也被放置在一个或多个部件和相邻的部件之间。一个或多个TIM可被放置在不同的地点,如下所述的。热提升装置或散热器中的每个的类型和大小基于热通量、扩散信息以及一个或多个部件中的每个和冷板之间的距离来确定。热提升装置或散热器被产生并被安装。热提升装置或散热器一般被放置为与冷板界面实质上共面,其中利用一个或多个TIM在热提升装置或散热器和冷板界面之间热耦合。

[0039] 1U 外壳实施方式

[0040] 常规主板被部署在1U形状因数的电子外壳中。在一个实施方式中,1U电子外壳标称是具有可拆卸的顶盖的1.75英寸(约4.45厘米)高乘19英寸(约0.482米)宽乘24英寸(约0.610米)深。外壳可以包含一个或多个计算机服务器、存储器件、网络交换机、电源、其他电子器件或其单个或多个的任何组合。

[0041] 参考图1,电子外壳100的示例性横截面图包括盖111并具有安装在其中的主板110。电子外壳100和盖111可以每个由热传导材料制作,如本领域独立已知的。主板110载有VLSI部件(例如,除分立电子部件外的集成电路)中的部分或全部,以及如果不是全部那么大多数的辅助电路。主板110通过多个支座(standoff)105耦合到电子外壳100。主板110充当连接到其上的部件的散热片。通过至电子外壳100的对流和辐射热传递,主板110具有充分的热耗散,以便为低功率电路提供大体充分的热排除。来自主板110的热耗散可进一步通过安置在电子外壳100的一个或多个壁和主板110之间的一层或多层热界面材料(TIM)113来增强。一层或多层TIM113操作以使主板110与电子外壳100热接触。盖111的外侧也可以用柔顺的TIM103的薄层覆盖,以优化与外部冷板(未在图1中示出)的接触。

[0042] 在具体的示例性实施方式中,柔顺的TIM103可以包括被层压或以其他方式连接在一起的两层。这两层可以在边缘或边缘附近以波浪状的图案(quilted pattern),或以对于技术人员来说可识别的各种其他样式连接。在此具体的示例性实施方式中,这些层可以实质上包括聚酯和铝;每层的厚度大概约为0.7密耳(约18微米)。技术人员将意识到,其他厚度和材料可以被很容易地采用。实质上的聚酯层为柔顺的TIM103提供强度和刚度,但是由于聚酯层相对薄,所以热传导性仍然高。实质上的聚酯层表面也提供从外部冷板(未显示)至其本身(即柔顺的TIM103)的良好热耦合。铝层使被耦合到聚酯层的热通量

从外部热源 / 冷板扩散或扩散至外部热源 / 冷板,从而确保至邻近的热传导流体的更均匀的热通量并且降低总热阻抗。在另一具体的示例性实施方式中,双层袋可被形成,并进一步用第三层压(不直接显示,但技术人员很容易理解)加强以提高强度,如多孔玻璃纤维,热传导流体可以流动通过多孔玻璃纤维,从而在保持良好的热传导性的同时,提供额外的强度。此双层袋的变化形式在下面参考图 8 进行描述。

[0043] 高功耗器件,特别是高密度(例如 LSI、VLSI、ULSI 等)集成电路器件,如 CPU 108、图形芯片 109、存储器 106、电源晶体管 114 以及电感(未显示),要求热提升装置提供至通过例如盖 111 定义的公共面板的低热阻抗路径。热提升装置将热从部件传导至盖 111,即,例如从 0.9 英寸(约 2.3 厘米)至盖 111 下面的 1.3 英寸(约 3.3 厘米)。因此,在具体的示例性实施方式中,多个热提升装置 102、104、112 中的每个具有从约 0.9 英寸(约 2.3 厘米)到 1.3 英寸(约 3.3 厘米)的总长度。多个热提升装置 102、104、112 的顶部通过使用多个提升装置 TIM 101 被有效地平面化,以便多个热提升装置 102、104、112 中的至少一个适合盖 111。使从高功耗器件至外部冷板的热阻抗最小化(未显示)可以通过使热通量在较大区域上扩散来实现。例如,多个热提升装置 102 中的一个,其也是散热器,被设计成使热通量在于其顶部对于盖 111 的与多个提升装置 TIM 101 中的一个的热接触比在底部与 CPU 108 的热接触 107 大 10 倍左右的区域扩散。从而,10 倍的较大面积减少横穿多个提升装置 TIM 101 中的一个、盖 111 和柔顺的 TIM 103 的约十倍的热通量和热梯度。由于较大面积引起的热通量减少将在下面借助 VLSI 冷却更完整地描述。如技术人员在阅读公开内容时将认识到的,热提升装置可被用来从一个以上的部件带走热。例如,多个热提升装置 102 中的一个也与电源晶体管 114 热接触,将其中产生的热和来自 CPU 108 的热一起运输至盖 111。

[0044] 用于高耗散、高热通量的集成电路器件的热路径(例如,根据 VLSI 或 ULSI 设计原则制作的器件)通过组合热提升装置 / 散热器来提供。这样的热提升装置 / 散热器具有比其底部表面大大约二到二十倍的顶部表面。例如,现参考图 2,也具有热扩散特征的多个热提升装置 102 中的一个被进一步详细检验。在示例性实施方式中,多个热提升装置 102 中的至少一个由高热传导材料如金属块构造。

[0045] 在具体的示例性实施方式中,金属块由铝制作。在此具体的示例性实施方式中,热提升装置 102 是 3 英寸(约 7.6 厘米)宽乘 6 英寸(约 15.2 厘米)长乘 1 英寸(约 2.5 厘米)高。衬垫区(pad area)202 被配置以安装到 CPU 108。热提升装置 102 从衬垫区 202 的高热通量区接收热,并使该热通量在较大区域 203 上扩散(由多个虚线箭头 204 示出)以减少热通量。较大区域 203 的表面积比衬垫区 202 的表面积大 10 倍左右,从而成比例地(即 10 倍)减少热通量。减少热通量允许使用具有较低热传导性的热界面材料,同时仍保持从电子部件通过盖 111(或电子外壳 100 的另一侧)的小于约 0.25℃ / 瓦特的热阻。

[0046] 热提升装置 102 被安装成使用与通常被用来保持常规散热片相同的固定物来与 VLSI 部件如 CPU 108 接触。在此具体的示例性实施方式中,两个螺钉 205 将热提升装置 102 固定到 VLSI 部件。

[0047] 在其他具体的示例性实施方式中,热提升装置 102 可以使用传导材料如铝或石墨的简单块来构造。这些中的每个以及相关材料,可被加工成或被铸造成更复杂的形状以优化每单位重量的性能,从而装入有限的区域,或接触多个发热部件。可选地,热提升装置 102

可以使用例如热管由更复杂的构造来制造。

[0048] 参考图 3, 热提升装置 102a 的另一示例性实施方式使用多个热管 301。多个热管 301 可以是管状或实心圆形、方形或各种其他形状, 并且可以由高热传导材料如例如铜制作。多个热管 301 与包括小板 302 和大板 303 的两个或多个平行板 (为清楚起见只示出两块板) 热耦合。小板 302 和大板 303 可以由任何高热传导材料如铜制作。小板 302 专用于放置在待冷却的器件的顶部, 如 CPU 108, 而大板 303 可以被放置成紧靠电子外壳 100 的盖 111 (见图 1)。

[0049] 多个热管 301 被安置以便其中心部分与小板 302 良好热接触, 并且多个热管 301 的每个端部被安置成与大板 303 良好热接触。在具体的示例性实施方式中, 与小板 302 和大板 303 的热接触通过将多个热管中的每个放置在铣入小板 302 和大板 303 中的凹槽 (未明确示出, 但是技术人员可理解) 中来增加。凹槽的直径大概等于多个热管 301 中的每个。在另一具体的示例性实施方式中, 多个热管 301 中的每个通过焊接固定。使用本文所述的设计和制造技术, 热提升装置 102a 具有小于约 $0.07^{\circ}\text{C} / \text{瓦特}$ 的热阻。

[0050] 多个热管 301 的总数与小板 302 和大板 303 的尺寸可被调整以适应各种应用。大板 303 相对于小板 302 越大, 在大板 303 上热通量的减少越大。在具体的示例性实施方式中, 小板 302 具有约 2 英寸乘 2 英寸 (约 5.1 厘米见方) 的尺寸, 并且大板具有约为 6 英寸乘 3 英寸 (约 15.2 厘米乘 7.6 厘米) 的尺寸。由于待冷却的器件如 CPU 108 (见图 1) 具有约 1.3 英寸乘 1.3 英寸 (约 3.3 厘米见方) 的顶部表面, 所以所生成的热通量在大板 303 的与小板 302 相比大十倍左右的区域上有效地扩散。

[0051] 多个热管 301 可由单一宽的平的热管 (未显示, 但技术人员可以理解) 替代。如在图 4 的示例性实施方式中进一步示出的, 图 3 的小板 302 和大板 303 可以被除去, 而由平的、宽热管 401 取代。平的、宽热管 401 可通过其本身全部被用来作为热提升装置 / 散热器。平的、宽热管 401 由高热传导材料如金属 (例如铜) 制作。在具体的示例性实施方式中, 平的、宽热管 401 为 3 英寸 (约 7.6 厘米) 宽, 并被放置以便其中心部分直接定位在待冷却的器件的顶部, 如 CPU 108, 并且平的、宽热管的端部的大部分与电子外壳 100 的盖 111 (见图 1) 接触。与参考图 2 的上述热管 / 热提升装置 / 散热器相比, 平的、宽热管 401 的热性能稍微好一点, 并且部件 (例如 CPU 108) 和盖 111 之间的共面性的不足可以由热管的柔性补偿。在其他示例性实施方式 (未显示) 中, 平的、宽热管 401 可与图 3 的多个热管 301 结合使用。

[0052] 热提升装置

[0053] 在以上公开的各种示例性实施方式中, 提升装置中的每个也使热在较大区域上扩散。对于使热耗散比上述高密度集成电路中的各个少的部件, 较简单的提升装置可以充分地用于有效冷却部件。例如, 具有 1 英寸乘 1 英寸乘 1 英寸 (边长约 2.5 厘米) 的尺寸的简单块热提升装置可以由铝制作。因为与部件接触的任何面具有热耦合到盖 111 的相对的面, 所以具有相同的表面积, 无热扩散发生。

[0054] 参考图 5, 有效的热提升装置的一种类型的示例性实施方式是所示的弹簧提升装置 (spring riser) 500。弹簧提升装置 500 与图 1 的多个热提升装置 104 中的一个和图 4 的平的、宽热管 401 类似。弹簧提升装置 500 可由高传导柔性材料如例如铜来构造。弹簧提升装置得益于由至少稍微弹性的材料如铜制作, 以向弹簧提升装置 500 提供类似弹簧的

特性。

[0055] 在具体的示例性实施方式中,弹簧提升装置 500 可以是圆形或椭圆形弹簧,其具有约 1 英寸(约 2.5 厘米)宽的宽度 506 和约 5 密耳(0.005 英寸或约 127 微米)的厚度 505。然而,除了圆形以外的各种形状以及其他尺寸可以被很容易地采用。

[0056] 弹簧提升装置 500 通过至盖 111 的传导以及自然对流和辐射热传递的组合而将热从部件如图 1 的图形芯片 109 排除到部件的本地环境。弹簧提升装置 500 可通过胶粘或其他手段固定到部件,并具有使弹簧提升装置 500 热耦合到盖 111 的多个提升装置 TIM 101 中的至少一个。弹簧提升装置 500 的类似弹簧的性质保证到盖 111 的良好机械和热接触,同时自动地对高度和共面性的偏差进行补偿。弹簧提升装置 500 重量轻并且成本低。上述弹簧提升装置 500 的示例性实施方式的热阻从约 $0.5^{\circ}\text{C} / \text{瓦特}$ 到 $2^{\circ}\text{C} / \text{瓦特}$ 变动。

[0057] 现参考图 6,各种类型的易失性和非易失性存储子组件如 VRAM 或 DRAM 双列直插存储模块 (DIMM) 可通过传导性热传递来冷却。在示例性实施方式中,DIMM 606 用作热提升装置的一个或多个热传导片 612 在其两侧包裹。一个或多个热传导片 612 与 DIMM 606 内的存储部件 613 在热界面 607 处进行热接触。热界面 607 可以是本领域独立已知的热传导脂 (thermally conductive grease)。因此,热界面 607 可以是热脂基 TIM。

[0058] 一个或多个热传导片 612 的垂直侧面提供从 DIMM 606 到一个或多个热传导片 612 的最上面的部分 614 的低热阻抗路径。在具体的示例性实施方式中,1 毫米厚的铝块被用于一个或多个热传导片 612。一个或多个热传导片 612 可以通过例如多个弹簧夹 611 保持在适当位置。

[0059] 在可选示例性实施方式中,一个或多个热传导片 612 可被胶粘到存储部件 613 的部件,而无需多个弹簧夹 611。胶因此同时提供机械和热连接。

[0060] 一个或多个热传导片 612 的最上面的部分 614 实质上正交于侧面,并且被制作成与 DIMM 606 的间距允许(例如,0.4 英寸或约 10 毫米)的一样宽,从而使 DIMM 606 至电子外壳 100 的盖 111(见图 1)的界面的热阻最小化。DIMM 606 和盖 111 之间的界面的典型热阻为 $1.6^{\circ}\text{C} / \text{瓦特}$,具有 0.2 毫米厚的 TIM。一般来说,对于所示的示例性实施方式,最差情况的热阻是 $2^{\circ}\text{C} / \text{瓦特}$,从而导致用于 10 瓦 DIMM 的约 20°C 的温度提升。

[0061] 注意,虽然一个或多个热传导片 612 被示出处在存储子组件的两侧面上,但是在许多情况下部件只安装在一个侧面上。因此,在这样的应用中,只有单个被安装的侧面只需要一个或多个热传导片 612 中的一个。

[0062] 在本文所述的热冷却电子部件的各种实施方式的具体应用中,电压调节模块 (VRM, 未显示) 将内部 12V 电源转换成单独部件如 CPU 108 和存储器 106(见图 1)所需的电压。VRM 通常在稍稍超过 1VDC 时提供超过 100 安培的电流,而功耗高达 30 瓦特。在同时代的设计中,功率一般在六个晶体管和电感之间耗散。

[0063] 大多数服务器设计都具有建立到具有电感和开关晶体管的主板上的 VRM,其被摆置成行,长达 4 英寸(约 10 厘米)。因此,所生成的热通量相对低。金属片如 4 英寸长乘 1/8 英寸厚(约 10 厘米长乘 3.2 毫米厚)的铝片(未显示)被放置在晶体管和电感上,其间具有薄热界面涂层。金属片则可以通过所示的用于电源晶体管 114 的多个热提升装置 102 中的一个或固体金属如图 3 的热提升装置 102a 而耦合到图 1 的盖 111,或者弹簧提升装置中的一个如图 4 和 5 的平的、宽热管 401 或弹簧提升装置 500 可以分别被用来热提升

并且使铝片耦合到盖 111。

[0064] 在本文所述的热冷却电子部件的各种实施方式的另一具体应用中,输入功率转换器将输入功率转换成较低的中间电压,标称 12VDC。功率通过一个或多个电子连接器输送到主板。输入功率转换器子组件通常通过螺钉直接安装(未显示)到电子外壳 100 的盖 111。覆盖物和器件之间的热界面材料层确保良好的热接触。

[0065] 在本文所述的热冷却电子部件的各种实施方式的另一具体应用中,磁盘驱动器(未显示)消耗约 10 瓦特,因此适当的冷却通常通过外壳内的传导和自然对流热传递完成。磁盘驱动器的冷却可以通过插入 TIM 113 来增强,例如对于图 1 的磁盘驱动器和电子外壳 100 之间的主板 110 所做的。

[0066] 在本文所述的热冷却电子部件的各种实施方式的另一具体应用中,辅助电路板子组件通常具有低耗散(例如,低于 30 瓦特),并且只有数个集成电路部件。参考图 7,在 1U 大小的系统中,辅助电路板 701 一般被插入到主板 110 中,以便辅助电路板 701 与所示的主板 110 共面并且略高于所示的主板 110。被安装到辅助电路板 701 的部件可以通过铝块或弹簧提升装置 704 冷却,弹簧提升装置 704 被胶粘、被耦合或以其他方式粘附在部件的顶部上,并且以与上述其他器件类似的方式耦合到电子外壳 100 的盖 111。

[0067] 另外,多个辅助电路板(未明确显示)可被放置在先前由风扇和通常被用于强制空气对流冷却的关联控制机构占有的区域中。多个辅助电路板可连接到具有高速界面如 **HyperTransport®**、**PCI Express®** 或任何其他类似的被广泛接受的协议的主板。在先前由风扇和关联控制机构占有的区域中安装多个辅助电路板使 1U 外壳能够提供与 2U、3U 或 4U 外壳相同的功能。

[0068] 其他对象,如上面刚刚描述的辅助电路板子组件,可能妨碍主板 110 部件和盖 111 之间的直接的热路径。在这种情况下,由部件产生的热被引导至障碍物的周围。例如并继续参考图 7,部件如图形芯片 109,不再具有到盖 111 的直接的无阻路径。辅助电路板 701(被插入到插口 702 中)直接定位在图形芯片 109 的上方。在这种情况下,示例性的半弹簧提升装置 703 具有与图形芯片 109 热接触的一端,环绕辅助电路板 701,并且热接触盖 111 下的多个提升装置 TIM 101 中的至少一个。对于中功率和低功率器件,半弹簧提升装置 703 可以是用于弹簧提升装置之一(如图 5 的弹簧提升装置 500)的上述简单的铜片。如果需要较低的热阻,那么半弹簧提升装置 703 可以很像参考图 4 所述的平的、宽热管 401 那样构造。

[0069] 可选地,半弹簧提升装置 703 可以由较大尺寸的热传导材料,或者甚至是以从障碍物的下方延伸出来并上升至盖 111 的这样的方式切割的金属块制作。在另一示例性实施方式中,TIM(未显示)可被插入在阻碍的部件下方,以将热传导至以上涉及的外壳底部。所描述的变化形式并不是所有都未显示,原因在于它们太多而不能详细列明,并且其对于本领域的技术人员使用本文所提供的公开内容和实施方式是容易明显的。

[0070] 热提升装置平面化

[0071] 在热提升装置连接到电子外壳 100 内的许多或全部部件从而使热提升装置名义上达到盖 111 的下侧上的下部分的水平之后,平面化步骤可以被包括,从而进一步提高到具有低热阻的盖 111 的热耦合。

[0072] 主板 110 的装配可能会导致部件的顶部部分不彼此共面,或连接到其上的热提升

装置的最上面的部分不与盖 111 下面的下部分共面。因此,连接的热提升装置的上部分可能不处于盖 111 下方的精确距离处。例如,集成电路可能具有带大约 0.2 毫米的安装高度偏差的 33 毫米 × 33 毫米的尺寸,以及两组平行面的任何一组之间的约 0.3 毫米的表面共面偏差。例如,多个热提升装置 102 (见图 2) 之一的较大区域 203 的顶面或表面,增加主要由于所增加的表面积引起的偏差的效应。此外,主板 110 和电子外壳 100 都是柔性的,并可以远离其各自的支撑结构下垂。在此实施例中,共面性偏差可达到约 1.4 毫米或以上。

[0073] 虽然本文所述的各种弹簧提升装置中的任一种是柔性的,并且将因此自动地调整高度和平面化的偏差,但是较大的提升装置 / 散热器 (例如,多个热提升装置 102 之一) 的顶部可以受益于平面化和产生的高度调整,从而保证到盖 111 的良好的、低热阻耦合。现有技术的普通橡胶状的 TIM 片材没有足够的柔性来克服大共面差异。

[0074] 几种方法可能会被采用以抵消共面性的不足。在示例性实施方式中,柔顺的热传导物质,如本领域独立已知的热脂,可以提高接触表面之间的传导热传递。此外,自流平热传导灌注化合物 (self-leveling thermally conductive potting compound) 可以被灌入提升装置上的掩模中并被允许凝固。在另一示例性实施方式中,热脂或热传导灌注化合物可以被封入袋中并被放在一个或多个提升装置上,作为多个提升装置 TIM 101 中的至少一个。此示例性实施方式的袋在下面参考图 8 进行详细描述。自流平热传导灌注化合物在本领域是独立已知的。

[0075] 在具体的示例性实施方式中,热提升装置 102 的最上面的顶部部分在取代电子外壳 100 上的盖 111 之前由适度高的传导 (如 3 瓦特 / m² · K) 灌注化合物覆盖。灌注化合物被凝固在热提升装置 102 和盖 111 之间的适当位置。凝固的灌注化合物然后作为上述多个提升装置 TIM 101 中的至少一个,具有小于约 0.1 °C / 瓦特 / 平方英寸 (约 0.016 °C / 瓦特 / 平方厘米) 的热阻抗。

[0076] 另外,由于提升装置 / 散热器的顶部和盖 111 的下面之间的接触表面从来没有完全平或共面,并且甚至可能是非刚性和柔性的,所以热脂或弹性垫 (在本领域中分别且独立已知) 可被插入接触表面之间。可选地或此外,提升装置可通过螺钉或夹具物理地夹紧到盖,或者以其他方式粘附 (例如,通过环氧树脂或化学粘接剂),从而使用主板 110 和盖 111 一般所固有的柔性来补偿非共面性和高度偏差。主板 110 的柔性可以补偿部分或全部的高度和共面性问题。在将热提升装置 102 安装在被冷却的部件上并取代盖 111 后,热提升装置 102 被夹紧到盖 111,以使热提升装置 102 紧靠其。通过使紧靠盖 111 的热提升装置 102 平整并使多个提升装置 TIM 101 中的一个或多个的厚度最小化来最小化热阻。拧紧或锁定滑块 (未显示,但技术人员容易理解) 是连接的一种形式,但是其他连接方法也将有效。夹紧过程可以受益于,当力被施加到坚固外壳盖 111 上时,坚固外壳盖 111 能够保持相对平。热提升装置 102 被提升而与坚固的盖 111 进行接触,并且主板 110 被弯曲以补偿由于例如各种部件如盖、主板、热提升装置等的尺寸公差造成的任何机械高度的差异。

[0077] 在另一示例性实施方式中,提升装置或散热器中的任一个在最上面的部分 (即,被配置成接触盖 111 的部分) 被图案化 (未显示,但技术人员容易理解)。盖 111 的对应于图案化的提升装置或散热器的接触点的部分被类似地图案化以与提升装置或散热器图案接合。图案化的表面增加接触表面的总表面积,从而增加热接触面积。在下面参考图 9 更详细地讨论被促使彼此接触的相对表面的图案化。

[0078] 在另一示例性实施方式中,柔顺的热传导泡沫(未显示)可以作为多个提升装置TIM 101中的至少一个。柔顺的热传导泡沫通过盖111进行压缩,从而提供热提升装置102和盖111之间的共面性。柔顺的热传导泡沫在平面化偏差小或者相对高的压力可被施加以按下盖111的情况下是有用的。

[0079] 在又一示例性实施方式中,由有弹性且热传导的材料制作而成的柔性蒸汽腔(未显示)可以被固定到待冷却的提升装置或器件。然后利用高压锅效应来使蒸汽腔顶部扩大达到与盖111平面化,从而提供增强的传导热传递。技术人员将会认识到,上述的任何或所有方法和装置可被结合用于各种应用。

[0080] 现参考图8,上面简要讨论的袋801用自流平热传导流体802(注意,热传导流体802被包含在袋801内)填充。流体可以是例如热脂。热脂的各种类型在本领域独立已知。对于单个提升装置,袋801可被制作成略大于提升装置的顶部表面,例如边长大5%至20%左右。例如,对于上面讨论的热提升装置102(见图2)的较大区域203的3英寸乘6英寸(约7.6厘米乘15.2厘米)尺寸,袋可以是3.3英寸乘6.6英寸(约8.4厘米乘16.8厘米)。袋801可被制作成足够大的大小,以在配合紧密时允许过量的热传导流体802有地方逃跑,但没有那么大以致于多数热传导流体802将流走超出热提升装置102的一个或多个边缘,从而在热提升装置102上方留下空隙。被用在袋801中的热传导流体802的量取决于如上所述的最差情况下的共面偏差。袋801也可以大到足以覆盖多数部件,简单地覆盖在许多或所有部件上。在另一示例性实施方式中,袋801可以充当电子外壳100的盖111。

[0081] 在具体的示例性实施方式中,袋801可以使用双层聚酯和铝构造制作。此实施方式参考上述构造柔顺的TIM 103的具体的示例性实施方式进行描述。对于袋801,双层可以用各种类型的流体如热传导流体802来填充。在相关的具体示例性实施方式中,袋的层之一可以是电子外壳100的盖111。双层的第二层被耦合到盖111,以便在盖111和双层的第二层之间形成空腔。双层的第二层可以实质上包括例如铝或聚酯。在这种情况下,袋801可与整个盖111的一个表面接触,或者可选地,只与某些部分接触。当然,袋801的多个实例也可以与盖111的不同区域接触。此外,双层的任一层可以包括当与热传导流体802或热脂接触时一般不反应并具有相当良好热传导性的任何其他材料。此外,用于双层的材料在被用于封装各种类型的流体如热传导流体802时,应该是对于泄漏来说相对不渗透的。在其他示例性实施方式中,其中袋801与盖111获得接触,在袋801和盖111之间应该存在良好的热接触。

[0082] 在另一示例性实施方式中,袋801可以在一个侧面上使用双层聚酯和铝构造以及另一侧面包括电子外壳100的盖111(见图1)来制作。双层聚酯和铝构造的侧面通过胶粘或其他手段固定到盖111。此实施方式参考上述构造柔顺的TIM 103的具体的示例性实施方式进行描述。对于袋801,双层和盖111之间的空间可以用各种类型的流体如热传导流体802来填充。

[0083] 热传导流体802可以是凝固或非凝固化合物,这取决于具体应用。例如,如果电子外壳100内的部件在装备的使用寿命上改变,那么非凝固化合物可适于一个或多个新部件的新尺寸。然而,凝固化合物不太可能泄漏或以不向于非凝固化合物的其他方式失败。因此,凝固化合物可能更适合不被修改的应用。

[0084] 在具体的示例性实施方式中,袋801被用来实现上述的高压锅效应。此具体的示

例性实施方式类似于在袋中密封热脂或热传导灌注化合物的上述技术。然而,对于高压锅效应,袋 801 由柔性且热传导的材料制作。袋 801 被排空,除了稍高于冷板工作温度沸腾的少量热传导流体 802。作为蒸汽腔的袋 801 被固定到热提升装置 102。当袋 801 冷却时,其因缺乏蒸汽抵消的空气压力而被压平。当热提升装置 102 开始传导热时,袋 801 升温直到热传导流体 802 沸腾,扩大袋 801 并迫使其紧靠盖 111。在这一点上,与盖 111 热接触的袋 801 的顶部上的热传导流体 802 冷却并凝结,从而释放热到盖 111 中。在这种方式下,热从热提升装置 102 转移到盖 111。

[0085] 现参考图 9,热提升装置 102 和盖 111 之间的开槽的界面的示例性实施方式举例说明了弥补共面性不足的上述技术之一。在此示例性实施方式中,热提升装置 102 被图案化成具有多个凹槽 901。多个凹槽 901 啮合形成盖 111 的下部分的多个对应的凹槽 902。

[0086] 在具体的示例性实施方式中,多个凹槽 901 和多个对应的凹槽 902 中的每个被形成成为 3 毫米的深度,沿 z 轴(z 轴被定义为正交于图)的凹槽间距 903 为 1 毫米,使得每个“齿”的宽度略小于凹槽间距 903 的一半。这个比例保证在 x 轴以及 y 轴和 z 轴中的某一倾斜偏差(skew tolerance)。然而,齿的宽度可以在多个凹槽 901 和多个对应的凹槽 902 之间变化,或者甚至从齿到齿变化。唯一的要求是这两个部件正确地匹配,使得表面积和所产生的对流热传递增大。当盖 111 被更换时,两组凹槽啮合,并且因为倾斜偏差,所以补偿在热提升装置 102 和盖 111 之间的共面不足之间进行。

[0087] 开槽的表面因此确保用于热提升装置 102 和盖 111 之间较低热阻的较大界面面积。开槽的表面可以被制造成热提升装置 102 和盖 111 的部分,或者其也可以是应用到一个或两个表面的热传导材料的独立部分。为了进一步增加匹配表面之间的对流热传递,热脂被应用在表面之间以实现低热阻,或者一个或两个表面可以包括柔顺且热传导的 TIM。使用本文的教导,本领域的技术人员将认识到,除了凹槽之外的其他深度、间距和连锁图案(例如,棋盘图案)也可用于不同的应用中。

[0088] 盖修改和无盖外壳

[0089] 在本文所述的不同的实施方式中,热提升装置被用作待冷却的各种部件中的一个或多个和外壳盖之间的热路径。在示例性的实施方式中,通过盖利用例如图 1 所示的多个提升装置 TIM 101 中的至少两个或柔顺的 TIM103,将热从热提升装置的顶部恰当地耦合到冷板。在高功率应用中,如 200 瓦的 CPU,或当渴望在部件和下面的冷板之间具有温度差时,TIM 的两层可能会添加过多的热阻。在这种情况下,盖可能会被修改或被除去。

[0090] 在其中盖被修改的第一情况中,孔被切割穿过盖以匹配一个或多个热提升装置或散热器的大小。热提升装置/散热器被制作成略高于在上面的其他实施方式中所述的,因此热提升装置/散热器穿过盖,并与盖的顶部的外侧部分持平。TIM 的单层然后被添加到热提升装置的顶部,其然后通过此单一 TIM 层直接耦合到外部冷板。

[0091] 在其中盖被完全除去的第二情况中,上面图 8 的袋 801 被设计以安装在所有热提升装置部件的顶部上,从而取代并除去盖。在盖被用于其他目的的应用中,例如用于 EMI 的法拉第屏蔽(Faraday shielding),袋 801 可被金属化并且被电耦合到外壳以提供电隔离。这种技术也适用于刀片式服务器。此外,为使热在盖上更好的扩散,盖本身或其部分可使用上述技术构造成平的热管或蒸汽腔。

[0092] 虽然本文已描述了不同的实施方式,但是将明显的是,可对这些实施方式进行各

种修改和变化而不偏离本发明的各种形式的更广泛的精神和范围。因此,说明书和附图将被视为说明性的而不是限制性的意义。形成此一部分的附图通过说明而不是限制的方式示出可以实践主题的具体的实施方式。所示的实施方式被充分详细地描述,以使本领域的技术人员能够实践本文所述的教导。其他实施方式可以被利用并且由此衍生,使得可以进行结构和逻辑的替换和变化而没有偏离本公开内容的范围。因此,详述不被认为有限制的意义,并且各种实施方式的范围仅由所附的权利要求和这样的权利要求有权获得的等效物的全部范围来界定。

[0093] 本发明主题的这样的实施方式可能是指,在本文中,单独地或共同地,用术语“发明”只是为了方便,并不致力于自动地把本申请的范围限制在事实上公开的任何单一的发明或若有一个以上时的发明概念中。因此,虽然在本文中已经示出并且描述具体的实施方式,但是应该明白,被计算以实现相同或类似目的的任何安排可能用所示的具体实施方式取代。本公开内容旨在涵盖各种实施方式的任何及所有的改编或变化形式。上述实施方式以及本文没有具体描述的其他实施方式的组合对于本领域的技术人员在审阅上面的描述时将是明显的。

[0094] 例如,特定的实施方式描述系统的各种安排、尺寸、材料和拓扑结构。这样的安排、尺寸、材料和拓扑结构被提供以使技术人员能够理解本公开内容的原理。因此,例如,许多其他材料和安排可以被容易地利用,并仍然落在本公开内容的范围内。此外,然而,技术人员将认识到,基于本文给定的公开内容的阅读,可以确定额外的实施方式。

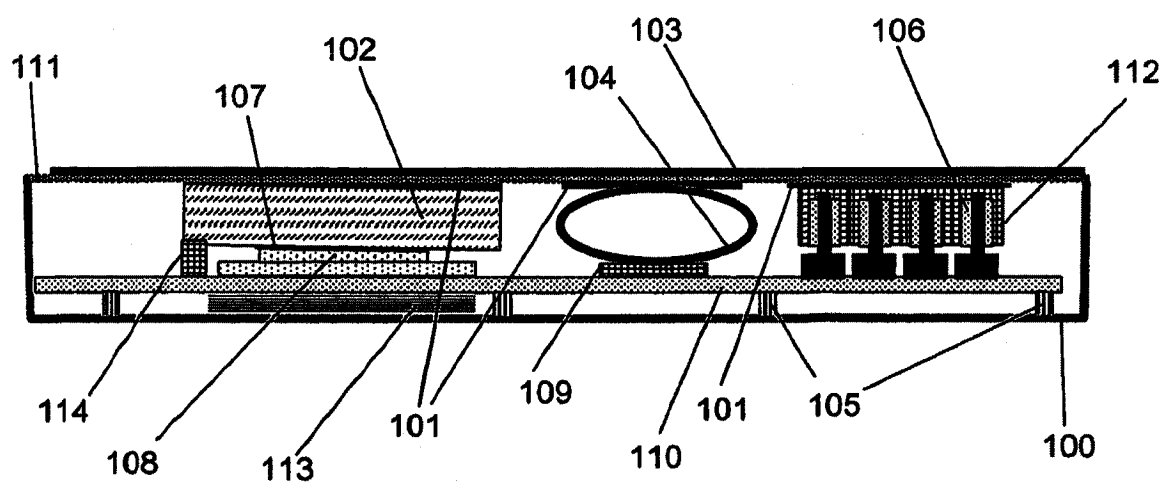


图 1

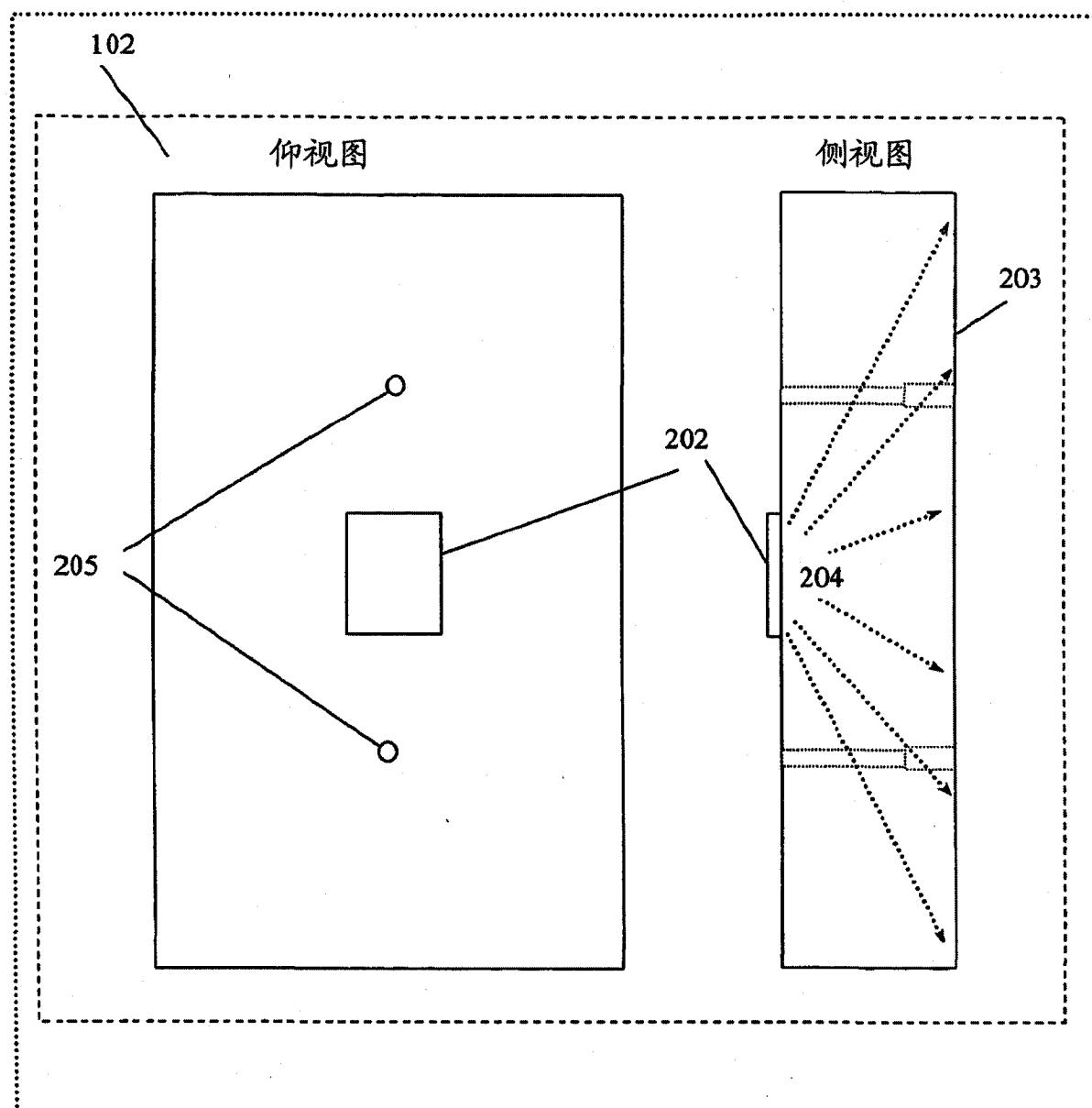


图 2

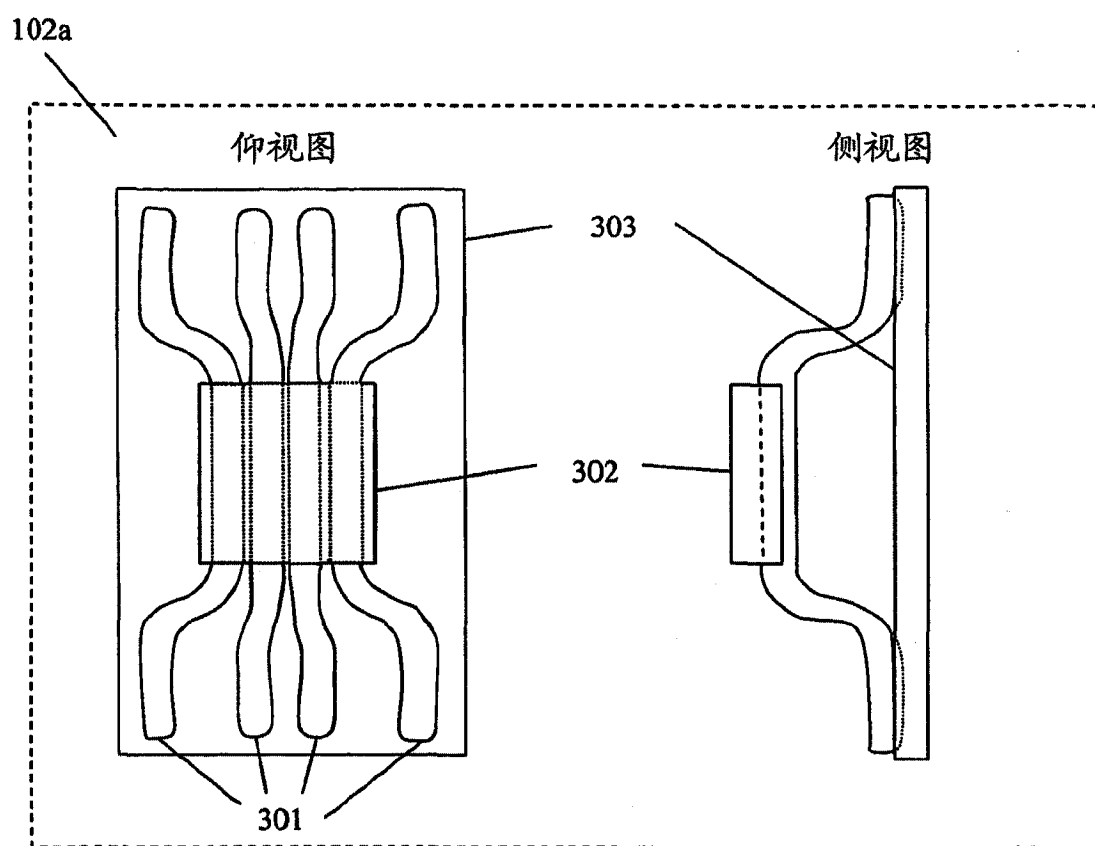


图 3

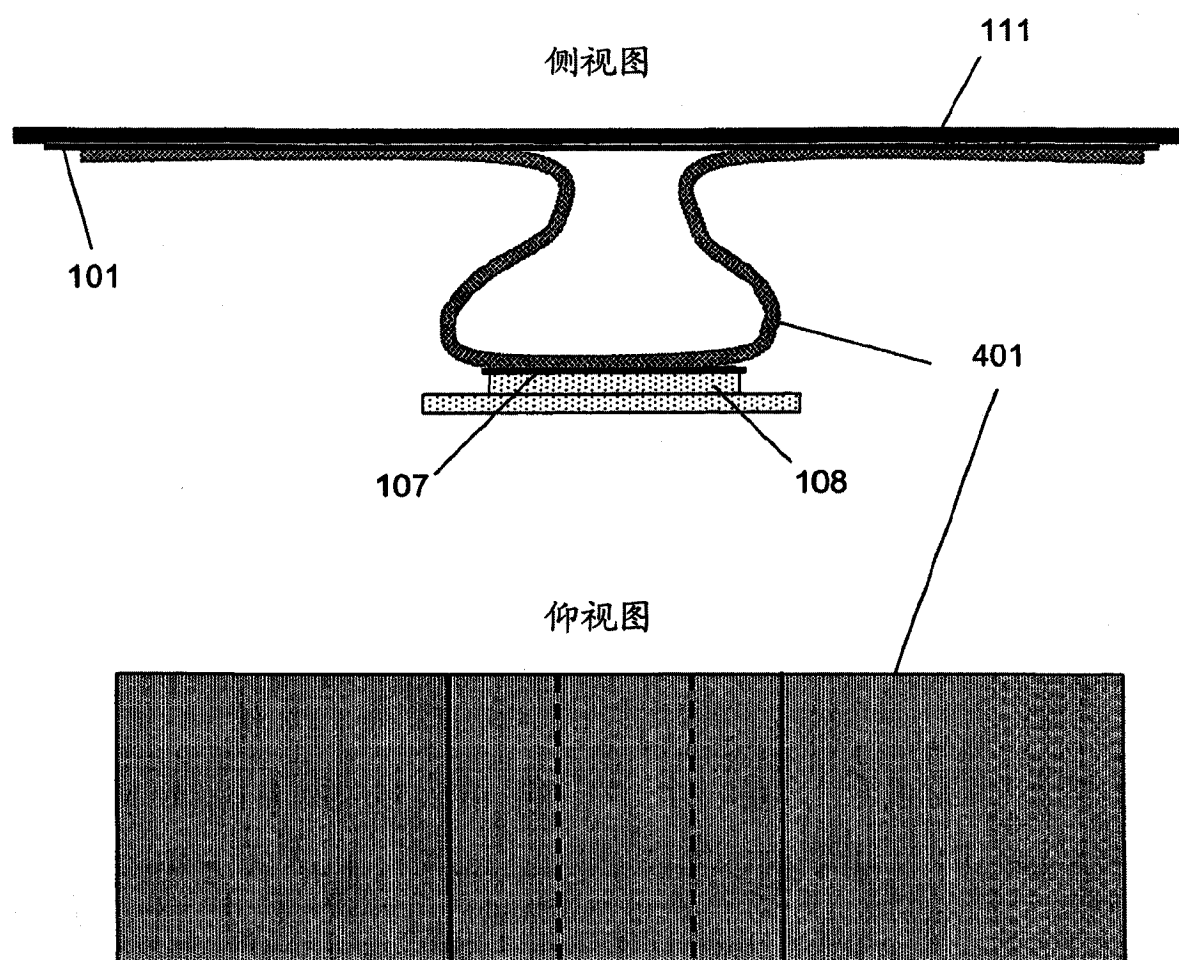


图 4

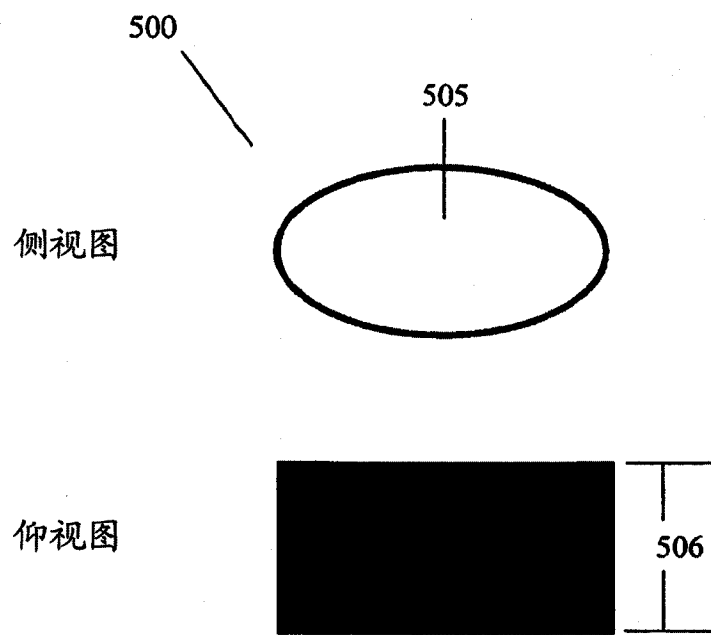


图 5

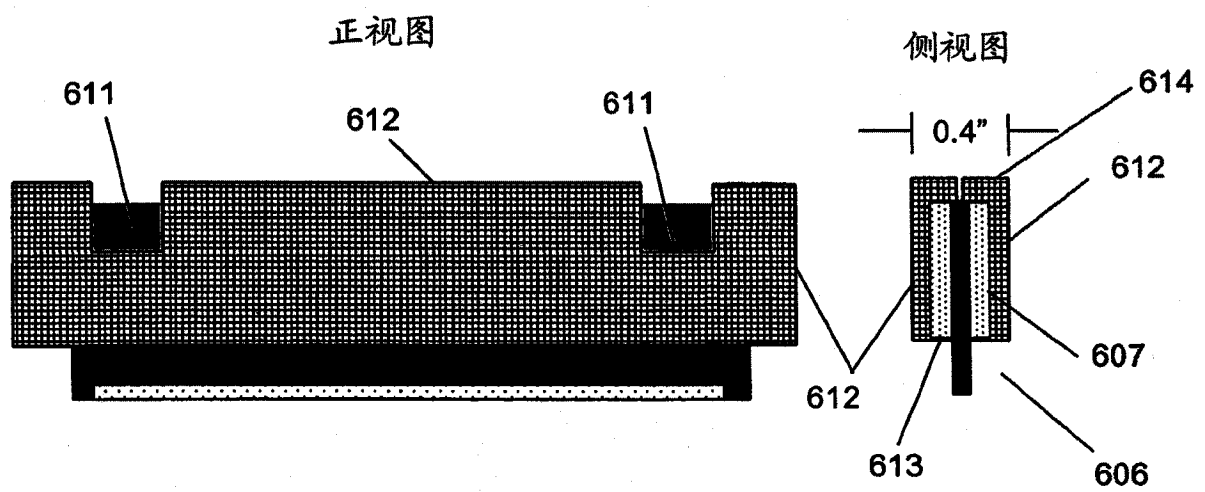


图 6

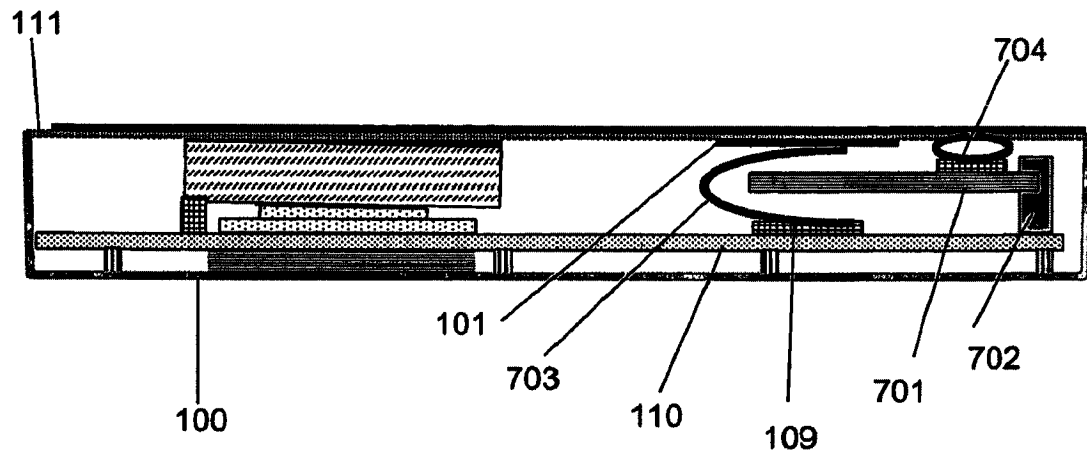


图 7

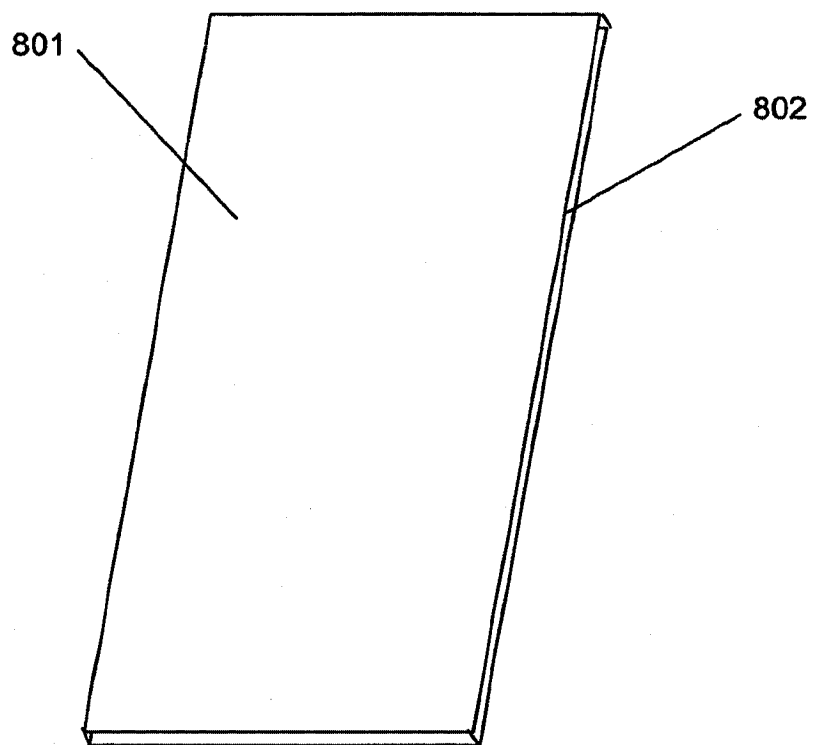
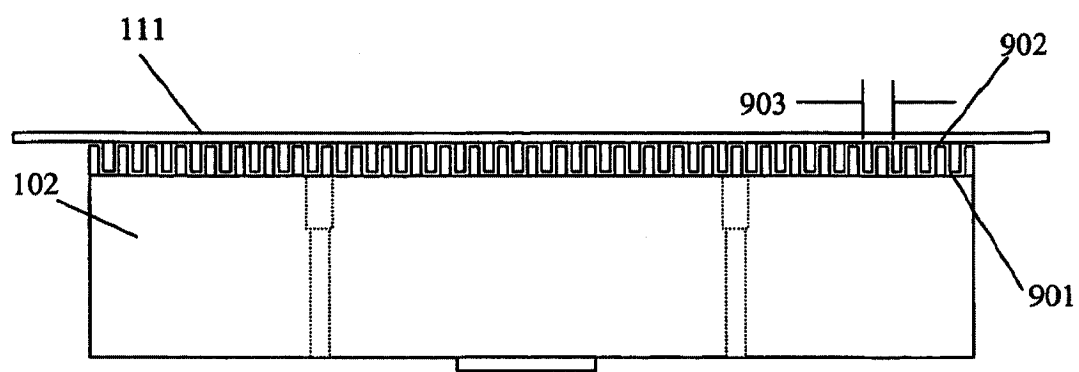


图 8



不按比例

图 9