



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102883583 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 16

(21) 申请号 201210068718. 5

(22) 申请日 2012. 03. 12

(30) 优先权数据

61/451, 771 2011. 03. 11 US

61/499, 949 2011. 06. 22 US

(71) 申请人 马维尔以色列 (M. I. S. L.) 有限公司

地址 以色列约克尼穆

(72) 发明人 D·埃尔卡斯拉瑟 D·卡尔曼奥维

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 鄞迅 边海梅

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006. 01)

H05K 1/18 (2006. 01)

H05K 3/30 (2006. 01)

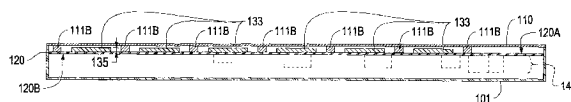
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

热耗散型高功率系统

(57) 摘要

本发明涉及热耗散型高功率系统。具体而言，一种电子系统包括印刷电路板 (PCB) 和热耗散元件。PCB 包括装配在该 PCB 的第一侧上的一个或多个第一电子部件以及装配在该 PCB 的第二侧上的一个或多个第二电子部件。第一电子部件具有大于阈值的功耗，并且具有在 PCB 第一侧之上的高度，该高度高于装配在 PCB 的第一侧上的任何其他电子部件的高度。第二电子部件中的至少一个具有在 PCB 的第二侧之上的高度，该高度高于第一电子部件的高度。热耗散元件与第一电子部件邻接以便提供用于耗散由第一电子部件生成的热量的热耦合。



1. 一种电子系统,包括:

印刷电路板 (PCB),其中:

一个或多个第一电子部件,其装配在所述 PCB 的第一侧上,所述第一电子部件具有高于阈值的功耗并且具有在所述 PCB 的第一侧之上的高度,所述高度高于装配在所述 PCB 的第一侧上的任何其他电子部件的高度;以及

一个或多个第二电子部件,其装配在所述 PCB 的第二侧上,并且所述第二电子部件中的至少一个具有在所述 PCB 的第二侧之上的高度,所述高度高于所述第一电子部件的高度;以及

热耗散元件,其与所述第一电子部件邻接以便提供用于耗散由所述第一电子部件生成的热量的热耦合。

2. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述热耗散元件是所述电子系统的外壳的一部分。

3. 根据权利要求 2 所述的电子系统,其中所述外壳是无风扇外壳。

4. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述热耗散元件与所述第一电子部件接触。

5. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述热耗散元件是金属平板。

6. 根据权利要求 2 所述的电子系统,其中所述 PCB 被装配在所述外壳上,其中所述第一侧面对所述热耗散元件。

7. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述第一电子部件中的至少一个是集成电路 (IC) 芯片。

8. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述第一电子部件是表面装配部件。

9. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述第二电子部件是无源非 IC 部件。

10. 根据权利要求 1 所述的电子系统,其中所述第一电子部件的功耗大于装配在所述 PCB 的第一侧上的任何其他电子部件或装配在所述 PCB 的第二侧上的第二电子部件的功耗。

11. 一种方法,包括:

将印刷电路板 (PCB) 与热耗散元件组装在一起,其中:

将一个或多个第一电子部件装配在所述 PCB 的第一侧上,所述第一电子部件具有高于阈值的功耗并且具有在所述 PCB 的第一侧之上的高度,所述高度高于装配在所述 PCB 的第一侧上的任何其他电子部件的高度;

将一个或多个第二电子部件装配在所述 PCB 的第二侧上,并且所述第二电子部件中的至少一个具有在所述 PCB 的第二侧之上的高度,所述高度高于所述第一电子部件的高度;以及

使所述第一电子部件邻接所述热耗散元件以便提供用于耗散由所述第一电子部件生成的热量的热耦合。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中将所述 PCB 与所述热耗散元件组装在一起还包括:

将所述 PCB 与电子系统的外壳组装在一起,其中所述热耗散元件是所述外壳的一部分。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中将所述 PCB 与所述热耗散元件组装在一起还包

括：

将所述 PCB 与所述电子系统的无风扇外壳组装在一起。

14. 根据权利要求 11 所述的方法,其中将所述 PCB 与所述热耗散元件组装在一起还包括：

将所述 PCB 和与所述热耗散元件接触的所述第一电子部件组装在一起。

15. 根据权利要求 11 所述的方法,其中将所述 PCB 与所述热耗散元件组装在一起还包括：

将所述 PCB 与是金属平板的所述热耗散元件组装在一起。

16. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括：

将是表面装配部件的所述第一电子部件装配在所述 PCB 的第一侧上。

17. 根据权利要求 11 所述的方法,还包括：

将是无源非 IC 部件的所述第二电子部件装配在所述 PCB 的第二侧上。

18. 一种印刷电路板 (PCB),包括：

一个或多个第一电子部件,其装配在所述 PCB 的第一侧上,所述第一电子部件具有高于阈值的功耗并且具有在所述 PCB 的第一侧之上的高度,所述高度高于装配在所述 PCB 的第一侧上的任何其他电子部件的高度 ;以及

一个或多个第二电子部件,其装配在所述 PCB 的第二侧上,所述第二电子部件中的至少一个具有在所述 PCB 的第二侧之上的高度,所述高度高于所述第一电子部件的高度。

19. 根据权利要求 18 所述的 PCB,其中：

所述第一电子部件是表面装配部件。

20. 根据权利要求 18 所述的 PCB,其中：

所述第二电子部件是无源非 IC 部件。

热耗散型高功率系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本公开要求2011年3月11日提交的名称为“Low Cost Thermal Design for High Power Systems”的美国临时申请61/451,771以及2011年6月22日提交的名称为“Low Cost Thermal Design for High Power Systems”的美国临时申请61/499,949的权益,以上申请在此通过引用整体并入本文。

背景技术

[0003] 在此提供的背景技术描述旨在总体上呈现本公开的上下文。在当前提名的发明人的工作(就在这个背景技术部分中描述的工作的程度而言)以及可能也不合格作为在提交申请时的现有技术的说明书的一些方面既非明示亦非暗示地被承认其为相对本公开的现有技术。

[0004] 在常规电子系统中,电子部件的放置通过与经济效益、定时、信号完整性等有关的各种事情确定。然而,消耗相对大的功率的各种电子系统要求冷却机构以耗散由电子部件生成的热量,以便将各种电子部件以及整个系统的温度维持在可接受的范围内。冷却机构可以包括例如用于高功耗部件的散热器以及甚至产生穿过系统的受迫气体流的风扇。

发明内容

[0005] 本公开的一些方面提供了一种电子系统。该电子系统包括印刷电路板(PCB)以及热耗散元件。PCB包括装配在该PCB的第一侧上的一个或多个第一电子部件,以及装配在该PCB的第二侧上的一个或多个第二电子部件。第一电子部件具有大于阈值的功耗并且具有在PCB的第一侧之上的高度,该高度高于装配在该PCB的第一侧上的任何其他电子部件的高度。第二电子部件中的至少一个具有在PCB的第二侧之上的高度,该高度高于第一电子部件的高度。热耗散元件与第一电子部件邻接以提供用于耗散由第一电子部件生成的热量的热耦合。

[0006] 根据本公开的一个方面,该热耗散元件是电子系统的外壳的一部分,并且PCB装配在外壳上,其中第一侧面对热耗散元件。在一个示例中,该外壳是无风扇外壳。

[0007] 在一个实施例中,热耗散元件与第一电子部件接触。热耗散元件具有相对高的热耗散能力。在一个示例中,热耗散元件是金属平板。

[0008] 根据本公开的一个实施例,第一电子部件是表面装配的部件,并且第一电子部件中的至少一个是集成电路(IC)芯片。此外,在一个实施例中,第二电子部件是无源非IC部件。在一个示例中,第一电子部件的功耗高于在PCB的第一侧上的任何其他电子部件或在PCB的第二侧上的第二电子部件的功耗。

[0009] 本公开的一些方面还提供了一种方法。该方法包括将印刷电路板(PCB)与热耗散元件组装在一起。该PCB板包括装配在PCB的第一侧上的一个或多个第一电子部件或装配在PCB的第二侧上的一个或多个第二电子部件。第一电子部件具有高于阈值的功耗并且具有在PCB的第一侧之上的高度,该高度高于PCB的第一侧上装配的任何其他电子部件的高

度。第二电子部件中的至少一个具有在 PCB 的第二侧之上的高度，该高度高于第一电子部件的高度。第一电子部件与提供用于耗散由第一电子部件生成的热量的热耦合的热耗散部件邻接。

附图说明

[0010] 将参照以下附图详细描述作为示例提出的本公开的各种实施例，其中相似的标号指代相似的元件，并且在附图中：

[0011] 图 1A 和图 1B 显示了根据本公开一个实施例的电子系统 100 的示意图；

[0012] 图 2 显示了根据本公开的一个实施例的印刷电路板 (PCB) 120 的一个侧的示意图；

[0013] 图 3 显示了根据本公开一个实施例的印刷电路板 (PCB) 120 的另一侧的示意图；以及

[0014] 图 4 显示了概述了根据本公开的一个实施例的过程 400 的流程图。

具体实施方式

[0015] 根据本公开的一个实施例，图 1A 显示了电子系统 100 的示意图并且图 1B 显示了电子系统 100 沿轴线 1B 的横截面。电子系统 100 包括外壳 101 内的印刷电路板 (PCB) 120。

[0016] 电子系统 100 可以包括任何适合的设备，诸如网络交换设备、路由器、机顶盒、膝上型笔记本、服务器、台式计算机等。根据本公开的一个方面，外壳 101 的一部分被配置成具有相对高的热耗散能力以充当用于耗散由外壳 101 内的电子部件生成的热量的散热器。

[0017] 在一个实施例中，电子系统 100 为无风扇系统，其不包括用于产生穿过电子系统 100 的热耗散气流的风扇。在一个实施例中，电子系统 100 被布置成使得各种高功耗型有源热生成部件被布置在 PCB120 的第一侧上，该第一侧定位为非常靠近热耗散热接口元件，该热耗散热接口元件形成于电子系统 100 的外壳 101 的一部分。热耗散元件形成于耗散在外壳 101 的内部生成的热量的热接口。类似地，在一个实施例中，电子系统 100 进一步被布置成使得各种低功耗型无源部件被布置在 PCB120 的远离热耗散元件的第二侧上，该低功耗型无源部件通常比有源热生成部件生成更少的热量。通过避免使用风扇以及通过基于部件的热生成特性和相对高度将部件布置在电路板的一侧上，从而使得有源的、高热生成部件可以被放置为相对非常靠近热耗散热接口，从而电子系统 100 可以以降低的成本来实现并且可以以相对纤细的设计来实现。

[0018] 在另一实施例中，除了热耗散热接口之外，电子系统 100 还可以包括风扇（未示出）以附加地耗散由外壳 101 的内部的电子部件生成的热量。

[0019] 在一个实施例中，外壳 101 的至少一个侧（诸如平面侧 110）具有相对高的热导率以充当散热器。在一个示例中，平面侧 110 由诸如金属平板、合金平板等的金属材料制成以充当散热器，从而耗散由电子系统 100 的电子部件在外壳 101 的内部生成的热量。此外，根据本公开的一个实施例，如前所述，消耗相对大的功率并且通常生成相当高水平的热量的电子部件被放置成相对非常靠近该平面侧 110。该布置通过平面侧 110 改进热耗散。

[0020] 一般而言，PCB120 包括第一侧 120A（例如顶部侧）和第二侧 120B（例如底部侧），并且包括装配在第一侧 120A 或第二侧 120B 上的各种电子部件。根据本公开的一个实施例，

具有相对大的功耗的电子部件被装配在 PCB120 的一个侧（诸如第一侧 120A）上，而具有相对大的高度的电子部件被装配在 PCB120 的另一侧（诸如第二侧 120B）上。如图 1B 所示，PCB120 被布置在外壳 101 内，其中具有所有的低高度部件的第一侧 120A 面对平面侧 110。正如所述的，在一个实施例中，低高度电子部件也是高的功耗和高的热生成部件。由于呈现出相对低的高度、高的功耗以及高的热生成的所有电子部件被布置在第一侧 120A 上，所以可以使得第一侧 120A 和平面侧 110 之间的距离相对较小以改进热耗散。

[0021] 在一个示例中，诸如集成电路（IC）芯片 133 之类的有源热生成部件被装配在第一侧 120A 上。在一个实施例中，当电子部件的功耗大于功率阈值（诸如 1W 等）时，该电子部件被装配在第一侧 120A 上。此外，装配在第一侧 120A 上的有源热生成部件具有最大的高度，诸如基本上等于高度阈值 135。装配在第一侧 120A 上的其他一些部件（诸如电阻器等）等于或低于高度阈值 135。在一个示例中，装配在第一侧 120A 上的部件是可以使用表面装配技术装配的表面装配器件。在一个示例中，高度阈值例如是表面装配器件的最大高度。

[0022] 此外，在一个实施例中，具有相对大的高度（诸如大于高度阈值 135）的电子部件 140 被装配在第二侧 120B 上，第二侧 120B 在图 1B 的示例中是底部侧。在一个示例中，诸如电感器、电容器、连接器等具有相对大的高度（例如高于高度阈值 135）并且并不消耗很多功率的无源电子部件被装配在第二侧 120B 上。

[0023] 在一个实施例中，使用如下的单侧组装来组装 PCB120：使用表面装配技术装配在第一侧 120A 上的电子部件并且使用通孔技术（其例如可以是手动组装）装配在第二侧 120B 上的电子部件。

[0024] 在另一实施例中，诸如消耗相对低的功率的 IC 芯片、具有相对高的可接受温度范围等之类的一个或多个 IC 芯片被装配在第二侧 120B 上。可以使用表面装配技术或通孔装配技术将 IC 芯片装配在第二侧 120B 上。

[0025] 此外，根据本公开的一个方面，PCB120 被布置在外壳 101 中，从而使得第一侧 120A 和平面侧 110 之间的距离相对小，诸如大体上等于高度阈值 135。注意到，可以使用任何合适的技术将 PCB120 布置在外壳 101 中。

[0026] 在图 1A 和图 1B 的示例中，PCB120 经由附附件附接至平面侧 110。附附件具有在平面侧 110 上的第一部分 111A 并且具有在 PCB120 上的第二部分 111B。在将 PCB120 组装进外壳 101 中的组装过程期间，将第一部分 111A 和第二部分 111B 对准并且附接在一起以固定 PCB120 相对于外壳 101 的位置。附附件合适地被配置成设置 PCB120 与平面侧 110 之间的距离。在一个实施例中，附附件合适地被配置成使得 IC 芯片 133 中的至少一些与平面侧 110 热接合。在一个实施例中，IC 芯片 133 非常靠近平面侧 110，但是不与平面侧 110 接触。在另一示例中，IC 芯片 133 基本上与平面侧 110 接触。在又一示例中，IC 芯片 133 中的一些非常靠近平面侧 110，而其他 IC 芯片 133 基本上与平面侧 110 接触。

[0027] 根据本公开的一个实施例，PCB120 是使铜用量最小化以降低材料成本账单的双层 PCB。因此，PCB120 具有相对差的热导性。在一个示例中，在 PCB120 上的 IC 芯片 133 在操作期间消耗比装配在第一侧 120A 上的诸如电阻器、电容器等之类的其他部件更多的功率。IC 芯片 133 生成热量，并且 IC 芯片 133 的温度高于 PCB120 上的其他部件或超出它们允许的最大结温（例如违反它们的规范），并且因此 IC 芯片 133 因而变成 PCB120 上的热点。根据本公开的一个实施例，IC 芯片 133 是 PCB120 的第一侧 120B 上的最高部件。当 IC 芯片

133 非常靠近平面侧 110 (诸如与平面侧 110 接触) 时, 平面侧 110 合适地耗散由 IC 芯片 133 生成的热量以使 IC 芯片 133 冷却下来。在一个示例中, 平面侧 110 由金属制成并且足够大以将由 IC 芯片 133 发射的热量耗散到环境 (诸如环境气体等), 并且因而将 IC 芯片 133 的温度 (诸如结温等) 维持在可接受的范围内。

[0028] 在一个示例中, 电子系统 100 是网络交换系统 100。网络交换系统 100 例如包括以太网交换机、控制器芯片和多个收发器芯片。交换机、控制器芯片和多个收发器芯片被实现为可以装配在 PCB120 的第一侧 120A 上的表面装配芯片。外壳 101 的平面侧 110 由大的金属平板制成。PCB120 经由附接件附接至平面侧 110, 其中第一侧 120A 面对平面侧 110 并且相对非常靠近平面侧 110。表面装配芯片具有在第一侧 120A 上装配的电子部件中的最大高度。在操作期间, 在一个示例中, 表面装配芯片生成最多的热量。在一个示例中, 附接件合适地被配置成使得 PCB120 和平面侧 110 之间的距离基本上等于表面装配芯片的高度。因此, 在一个示例中, 表面装配芯片与平面侧 110 热接合, 并且平面侧 110 可以有效地耗散由第一侧 120A 上的交换机、控制器芯片和收发器芯片生成的热量, 从而将芯片上的结温保持在可接受的范围内。在一个示例中, 表面装配芯片非常靠近平面侧 110, 但是不与平面侧 110 接触。在另一示例中, 表面装配 IC 芯片基本上与平面侧 110 接触。在又一示例中, 一些表面装配 IC 芯片非常靠近平面侧 110, 而其它表面装配 IC 芯片基本上与平面侧 110 接触。

[0029] 在一个示例中, 在操作期间对网络交换系统 100 的 IC 芯片执行结温测量。在一个实施例中, 根据测量, 交换机和控制器芯片的结温约为 52°C, 而收发器芯片的结温约为 75°C。网络交换系统 100 的结温比在有源部件上使用常规散热器的比较性网络交换设备的对应结温低出多于 25°C。

[0030] 图 2 显示了根据本公开的一个实施例的网络交换系统 100 的印刷电路板 (PCB) 120 的第一侧 120A (即顶部侧) 的示意图。在一个实施例中, PCB120 具有使用最少的铜以减少材料成本账单的两个印刷电路层。此外, 在一个实施例中, PCB120 要求单侧组装以进一步减少制造成本。

[0031] 在图 2 的示例中, IC 芯片装配在 PCB120 的第一侧 120A 上。在一个示例中, 网络交换系统 100 包括多个 IC 芯片, 诸如交换机和控制芯片 131、存储器芯片 132、六个收发器芯片 133 等。多个 IC 芯片是在操作期间一般而言消耗相对大的功率、生成热量并且具有相对高温度的有源部件。在一个实施例中, 多个 IC 芯片基本上具有在 PCB120 的第一侧 120A 的表面之上的相同高度。在一个示例中, 网络交换系统 100 中的 IC 芯片的功耗超过 18W。

[0032] 此外, 在一个实施例中, IC 芯片一般而言被设计成在温度范围内操作。当诸如 IC 芯片上的结温之类的温度在温度范围之外时, 芯片上的晶体管可能并不如期望地运行, 并且可以引起器件故障。

[0033] 根据本公开的一个实施例, 装配在第一侧 120A 上的其他部件的高度等于或小于产生最大热量的部件 (在一个实施例中为 IC 芯片) 的高度。在一个示例中, IC 芯片是表面装配 IC 芯片, 并且装配在第一侧面 120A 上的诸如电阻器、电容器等之类的其他部件也是具有与 IC 芯片约相同高度的表面装配器件。其他部件比表面装配 IC 芯片消耗更少的功率, 并且在操作期间一般而言具有比表面装配 IC 芯片更低的温度。因此, 在一个示例中, 当 PCB 板 120A 被组装在外壳 101 中时, 第一侧 120A 可以被布置成非常靠近平面侧 110。在一个示例中, IC 芯片与平面侧 110 接触, 并且平面侧 110 可以被配置成充当用于耗散由 IC 芯片生

成的热量的散热器,以便将 IC 芯片上的结温维持在可接受的范围内。

[0034] 在一个实施例中,在系统设计阶段中,基于在操作期间为最热部件的电子部件的高度来确定平面侧 110 和第一侧 120A 的表面之间的距离。因此,布置在第一侧 120A 上的任何其他部件具有等于或低于在操作期间为最热部件的电子部件的高度。根据本公开的一个方面,基于部件的功耗与表面面积之间的比率来做出哪个部件是最热部件的确定。在一个实施例中,当电子部件的功耗大于功率阈值并且电子部件的表面面积小于面积阈值时,该电子部件被确定为最热部件之一。

[0035] 图 3 显示了根据本公开的一个实施例的网络交换系统 100 中的印刷电路板 120 的第二侧 120B 的示意图。在图 3 的示例中,具有相对大尺寸(诸如具有比装配在第一侧 120A 上的 IC 芯片高的高度)的电子部件被装配在第二侧 120B 上。在一个实施例中,其高度比装配在第一侧 120A 上装配的 IC 芯片高的电子部件被装配在第二侧 120B 上。在一个示例中,比装配在第一侧 120A 上的表面装配 IC 芯片高的电连接器被装配在第二侧 120B 上,该电连接器诸如以太网连接器 141、小型化可插拔(SFP)笼式连接器 143、板连接器 145(例如联合任务动作组(JTAG)、跳线)等。在另一示例中,一般而言具有比表面装配 IC 芯片高的高度的大尺寸电容器 144 被装配在第二侧 120B 上。在另一示例中,在第二侧 120B 上装配磁性模块 142,该磁性模块是用于隔离和低共模发射并且高于表面装配 IC 芯片的以太网线缆接口。在一个实施例中,一般而言为无源非 IC 部件的高的部件在操作期间消耗较少的功率并且具有比装配在第一侧 120A 上的 IC 芯片低的温度。

[0036] 根据本公开的一个实施例,第二侧 120B 上的第二电子部件是通孔装配器件,而第一侧 120A 上的电子部件是表面装配器件。因此,可以使用单侧组装来组装 PCB120。

[0037] 根据本公开的另一实施例,第二侧 120B 可以还包括表面装配器件,诸如 IC 芯片等。在一个实施例中,装配在第二侧 120B 上的 IC 芯片比装配在第一侧 120A 上的 IC 芯片消耗更少的功率,并且具有比装配在第一侧 120A 上的 IC 芯片更低的温度。在另一实施例中,装配在第二侧 120B 上的 IC 芯片具有比装配在第一侧 120A 上的 IC 芯片更大的表面积以用于热耗散,从而使得装配在侧 120B 上的 IC 芯片具有比装配在第一侧 120A 上的 IC 芯片更低的温度。

[0038] 图 4 显示了概述根据本公开的一个实施例的用于组装电子系统 100 的过程 400。该过程始于 S401 处并且行进至 S410。

[0039] 在 S410 处,在 PCB120 的第一侧 120A 上装配第一部件。在一个实施例中,第一部件是有源热生成部件,诸如 IC 芯片等。在一个实施例中,还在第一侧 120A 上装配诸如无源、非 IC 部件之类的其他部件。在电子系统 100 的操作期间,第一部件的功耗高于装配在第一侧 120A 上的其他部件的功耗,并且第一部件的温度高于装配在第一侧 120A 上的其他部件的温度。第一部件具有比装配在第一侧 120A 上的其他部件更高的高度或具有与其大约相同的高度。在一个示例中,第一部件是表面装配 IC 芯片,而其他部件包括与表面装配 IC 芯片大约相同高度的表面装配电阻器、表面装配电容器等。在印刷电路板组装线处,表面装配 IC 芯片、表面装配电阻器和表面装配电容器合适地装配在它们在 PCB120 的第一侧 120A 上的相应位置处。

[0040] 在 S420 处,在 PCB120 的第二侧 120B 上装配第二部件。在一个示例中,第二部件包括具有相对大的高度(诸如高于第一侧 120A 上的 IC 芯片的高度)的电子部件。在一个

实施例中,第二部件是通孔装配部件,该通孔装配部件在第二侧 120B 上在印刷电路板组装线处手动组装。

[0041] 在 S430 处,将 PCB120 组装在外壳 101 中。外壳 101 包括平面侧 110,该平面侧 110 由金属材料制成以具有相对大的热耗散能力。在一个示例中,PCB120 在如下的外壳 101 中附接:第一侧 120A 上的 IC 芯片一般而言与平面侧 110 接触。因此,平面侧 110 充当散热器以耗散由第一侧 120A 上的 IC 芯片生成的热量。然后,该过程行进至 S499 并且终止。

[0042] 注意到,可以合适地修改过程 400。在一个示例中,可以交换步骤 S410 和 S420 的顺序。在另一示例中,在第一设备中执行 S410 和 S420。然后,PCB120 被输运至第二设备,并且在第二设备处执行 S430。

[0043] 尽管已经结合被提出作为示例的本发明的具体实施例描述了本发明,但是可以做出对以上示例的替代、修改和变化。因此,在此阐述的本发明的实施例旨在为示例性的而非限制性的。存在可以在不偏离以下阐述的权利要求的范围情况下可以做出的各种改变。

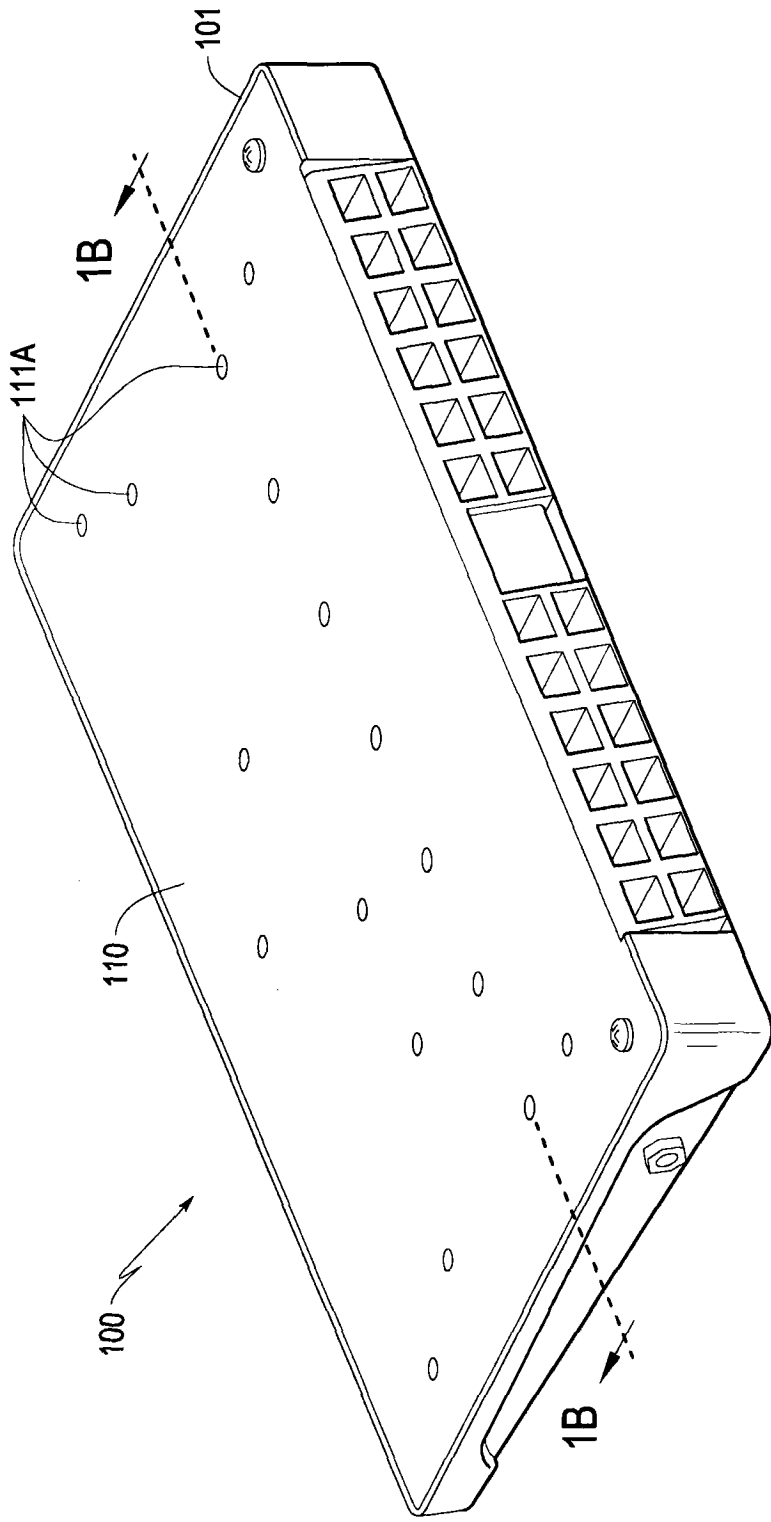


图 1A

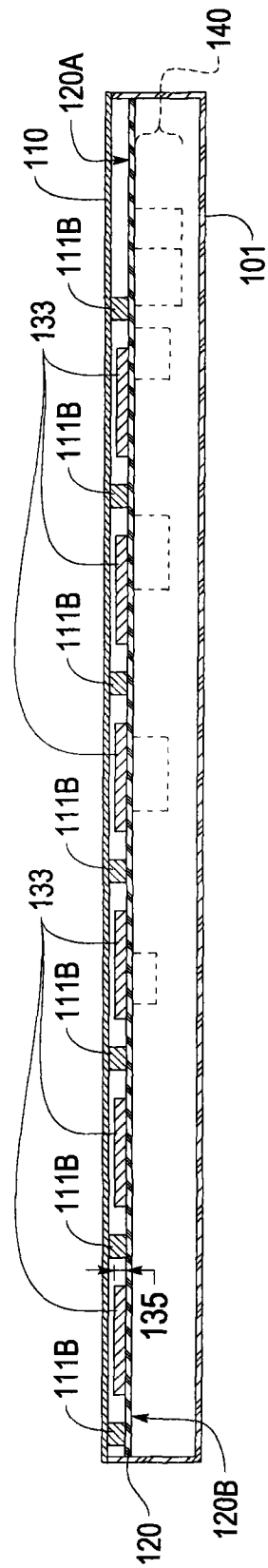


图 1B

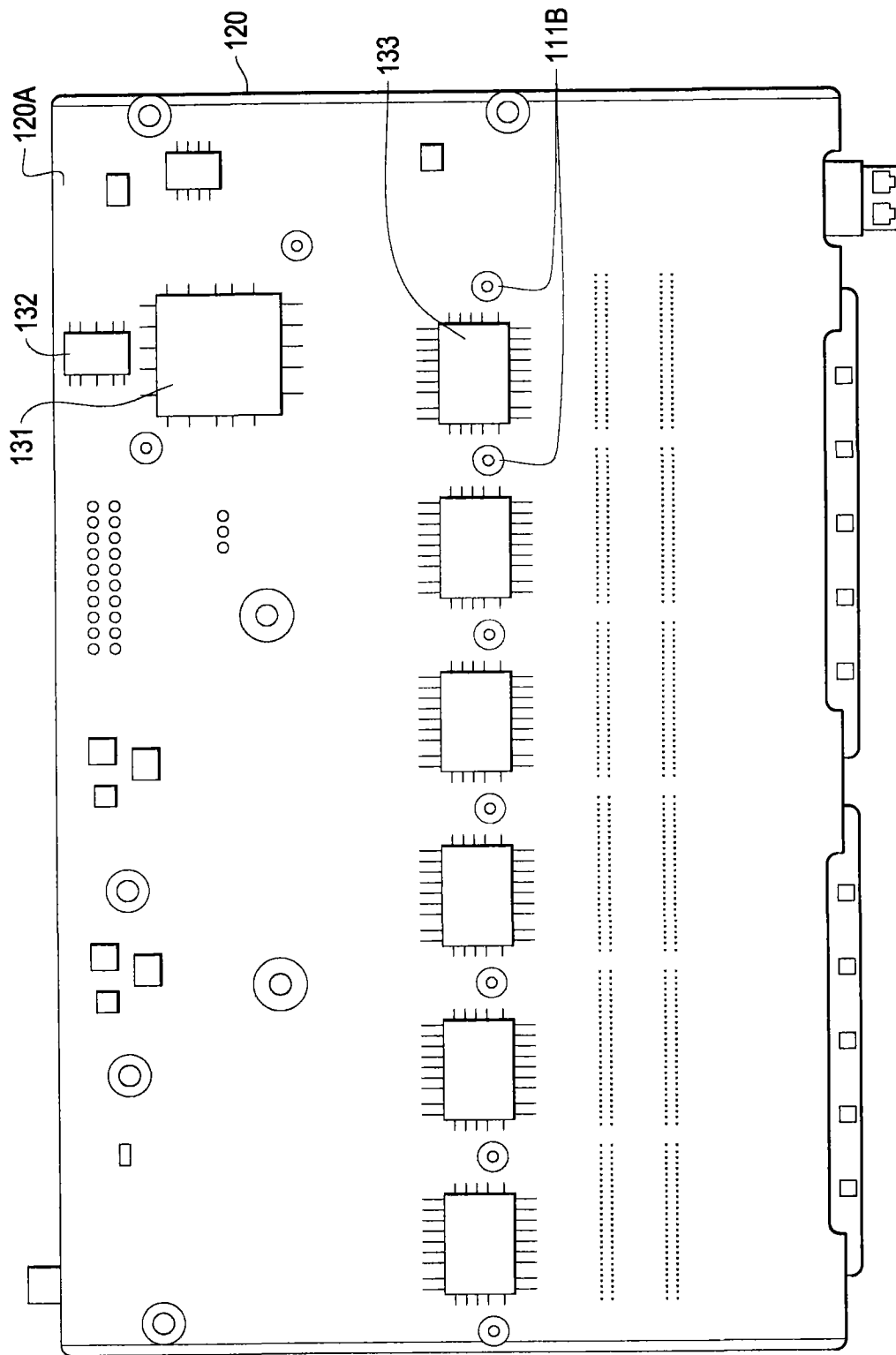


图 2

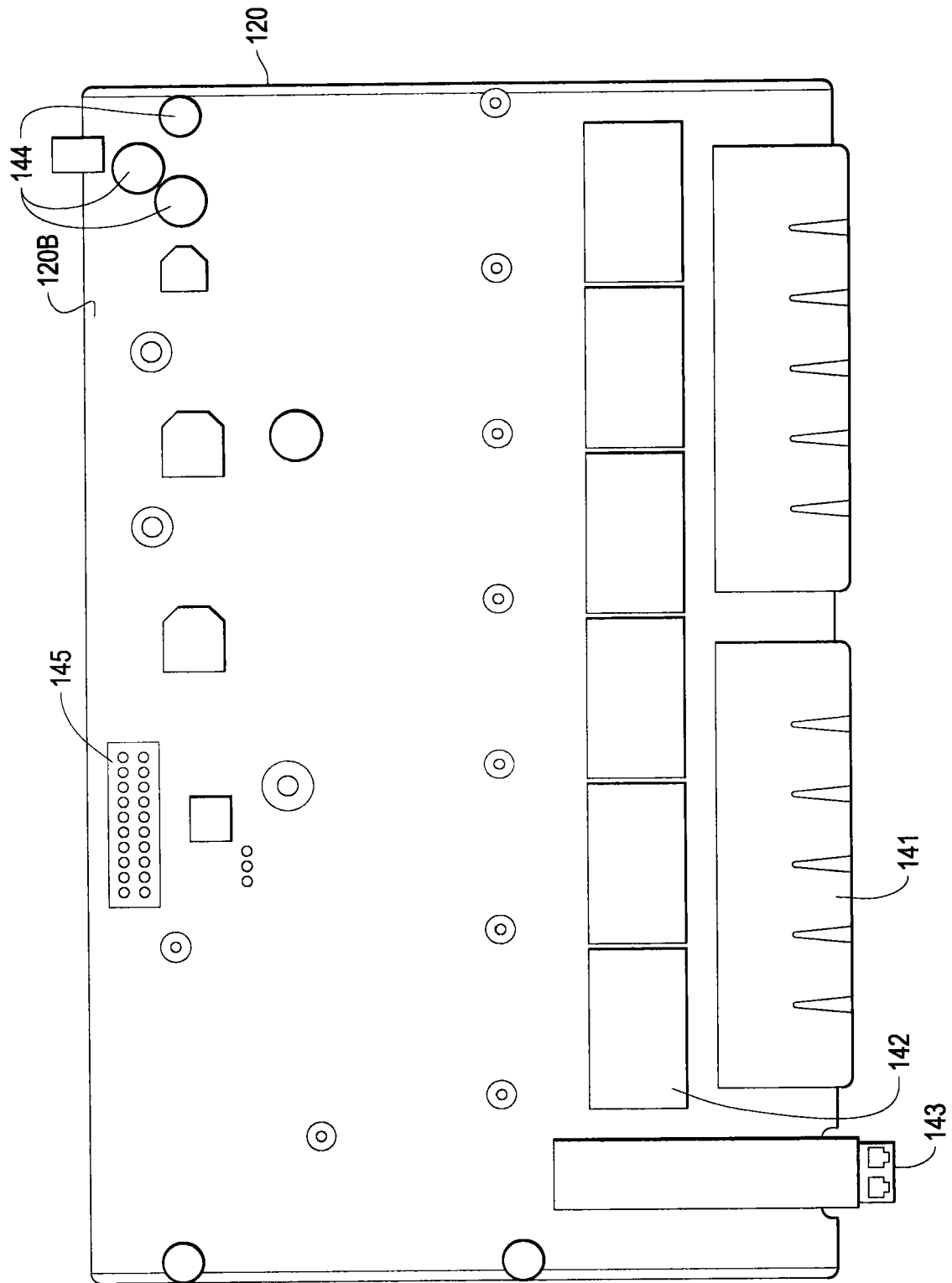


图 3

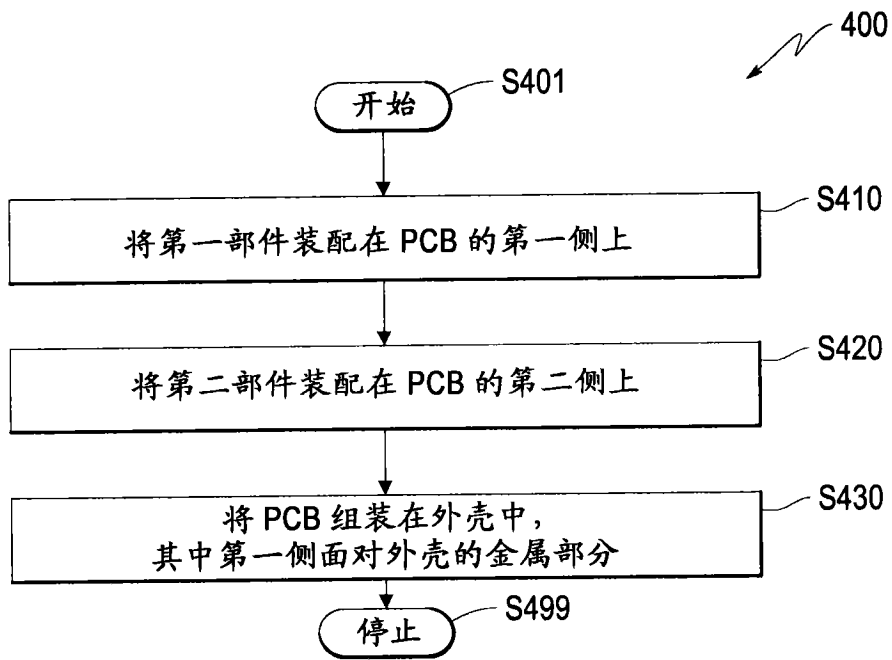


图 4