



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117501435 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 02

(21) 申请号 202280041725.8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.06.15

H01L 23/373 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.12.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2022/066255 2022.06.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/241788 EN 2023.12.21

(71) 申请人 华为数字能源技术有限公司
地址 518043 广东省深圳市福田区香蜜湖
街道香安社区安托山六路33号安托山
总部大厦A座研发39层01号

(72) 发明人 米尔科·贝尔纳多尼
吉尔伯托·库拉托拉

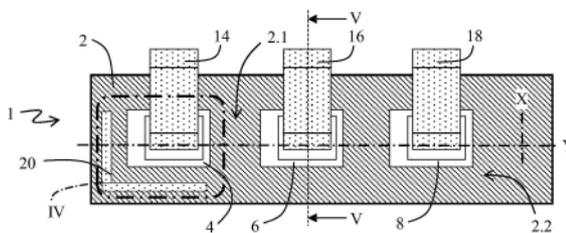
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

半导体封装和制造半导体封装的方法

(57) 摘要

本发明涉及半导体器件和封装领域,还涉及半导体封装中的热传递。本发明提供了一种半导体封装(1),包括:导热层(2);以及与所述导热层(2)热连接的半导体器件(4、6、8)。所述半导体器件(4、6、8)产生热量,所述导热层(2)至少部分地消散所述热量。一些热量从一个半导体器件(6)传递到另一个半导体器件(4、8)。所述半导体封装(1)还包括温度平衡元件(20),所述温度平衡元件(20)设置为:(i)与所述导热层(2)热连接,(ii)与其它半导体器件(6、8)热连接,以减小所述半导体器件(4、6、8)之间的温度梯度。



1. 一种半导体封装(1),例如功率模块,其特征在于,包括:
导热层(2);以及
至少两个半导体器件(4、6、8),设置为与所述导热层(2)热连接;其中:
所述至少两个半导体器件(4、6、8)在工作时产生热量;
所述导热层(2)用于消散所述热量中的至少一部分;
所述热量中的一部分至少从所述至少两个半导体器件(4、6、8)中的一个传递到所述至少两个半导体器件(4、6、8)中的另一个;以及
所述半导体封装(1)还包括至少一个温度平衡元件(20),所述至少一个温度平衡元件(20)设置为:(i)与所述导热层(2)热连接,(ii)与所述至少两个半导体器件(4、6、8)中的至少一个半导体器件热连接,以减小所述至少两个半导体器件(4、6、8)之间的温度梯度。
2. 根据权利要求1所述的半导体封装(1),其特征在于,所述至少一个温度平衡元件(20)设置为局部减小所述导热层(2)的厚度(T2)。
3. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述至少一个温度平衡元件(20)用于将所述导热层(2)的所述厚度(T2)局部减小5%至100%,例如局部减小20%至90%或局部减小40%至80%。
4. 根据权利要求2和3中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述至少一个温度平衡元件(20)包括绝热体,所述绝热体的热导率比所述导热层(2)低。
5. 根据权利要求4所述的半导体封装(1),其特征在于,所述绝热体设置在所述至少两个半导体器件(4、6、8)周围的外围区域中。
6. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述至少一个温度平衡元件(20)包括由导热材料制成的热导体,所述热导体的热导率比所述导热层(2)高,以及
所述热导体设置在所述至少两个半导体器件(4、6、8)之间。
7. 根据权利要求6所述的半导体封装(1),其特征在于,所述热导体由金、金合金、铜或铜合金制成,以及
所述导热层(2)由铝、铝合金、铜或铜合金制成。
8. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述热导体包括热界面,所述热界面设置在所述导热层(2)与所述至少两个半导体器件(4、6、8)中的一个之间,
其中所述热界面可选地覆盖所述半导体器件(4、6、8)的整个区域。
9. 根据权利要求8所述的半导体封装(1),其特征在于,所述热界面由与所述导热层(2)相同的材料制成,以及
所述热界面可选地与所述导热层(2)作为一个整体或者是一体化的。
10. 根据权利要求8至9中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述热界面用于将所述导热层(2)的所述厚度(T2)局部增加30%至200%,或局部增加50%至100%。
11. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述导热层(2)至少在包含所述至少两个半导体器件(4、6、8)的区域中具有基本上恒定的厚度。
12. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1),其特征在于,所述至少一个温度平衡元件(20)与所述至少两个半导体器件(4、6、8)中最近的一个半导体器件之间的距离

小于所述至少两个半导体器件(4、6、8)中最近的一个半导体器件的最大尺寸的300%或100%或50%或25%。

13. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1), 其特征在于, 所述至少一个温度平衡元件(20): (i) 在所述至少两个半导体器件(4、6、8)中最近的一个半导体器件的至少一侧延伸, (ii) 沿所述至少一侧的长度的50%至150%或50%至100%延伸。

14. 根据权利要求13所述的半导体封装(1), 其特征在于, 所述至少一个温度平衡元件(20): (i) 在所述至少两个半导体器件(4、6、8)中最近的一个半导体器件的至少两侧延伸, (ii) 沿所述至少两侧的各自长度的50%至150%或50%至100%延伸, 以及

所述至少一个温度平衡元件(20) 可选地基本上具有从包括以下形状的组中选择的一种形状: 多边形的一部分、矩形的一部分、L形、圆弧形状和椭圆弧形。

15. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1), 其特征在于, 所述导热层(2)的外表面包括不含半导体器件的扩展区域(2.2)。

16. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1), 其特征在于, 所述半导体封装(1) 具有至少两个温度平衡元件(20.1、20.2; 20.1-20.4; 20.1-20.5; 20.1、20.2、20.11、20.12), 所述温度平衡元件(20) 可选地设置在邻近温度平衡元件(20)的组(21)中。

17. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1), 其特征在于, 所述至少两个半导体器件(4、6、8) 排列成一个阵列, 以及

可选地, 所述至少两个半导体器件(4、6、8) 包括至少三个半导体器件。

18. 根据上述权利要求中任一项所述的半导体封装(1), 其特征在于, 所述半导体封装(1) 是功率模块, 所述至少两个半导体器件(4、6、8) 包括例如IGBT, 以及

可选地, 所述至少两个半导体器件(4、6、8) 嵌入在电绝缘层(26)中。

19. 一种用于制造半导体封装(1) (例如功率模块) 的方法(101), 其特征在于, 所述方法(101) 包括:

- (108) 提供导热层(2),

- (110) 提供至少两个半导体器件(4、6、8),

- (112) 将所述至少两个半导体器件(4、6、8) 设置为与所述导热层(2) 热连接, 所述至少两个半导体器件(4、6、8) 在工作时产生热量, 所述热量中的一部分至少从所述至少两个半导体器件(4、6、8) 中的一个传递到所述至少两个半导体器件(4、6、8) 中的另一个; 其中

所述导热层(2) 用于消散所述至少两个半导体器件(4、6、8) 产生的所述热量中的至少一部分, 以及

所述半导体封装(1) 具有至少一个温度平衡元件(20), 所述至少一个温度平衡元件(20) 设置为与所述导热层接触并与所述至少两个半导体器件(4、6、8) 中的至少一个半导体器件热连接, 以减小所述至少两个半导体器件(4、6、8) 中的两个相邻半导体器件(4-6、6-8) 之间的温度梯度。

半导体封装和制造半导体封装的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体器件和封装领域。在本领域中,本发明涉及半导体封装中的散热。本发明提出了一种半导体封装,其包括至少两个半导体器件和一个导热层。此外,本发明涉及一种用于制造这种半导体封装的方法。

背景技术

[0002] 传统的半导体封装可以包括两个或多个半导体器件。半导体器件在工作时,例如,当它被供电以执行其功能时,会产生热量。

[0003] 在传统的半导体封装中,半导体器件在工作时会交换热量,其中这些半导体器件可以例如排成一行。这些半导体器件被设置为与导热层热连接,导热层可以消散一部分热量。

[0004] 然而,由于传统半导体封装的设计,半导体器件中的一个会从相邻半导体器件接收到比相邻半导体器件更多的热量。当一个半导体器件在比其邻居更高的温度下工作时,半导体器件之间的电流分布就不均匀,这反过来会降低该半导体器件的效率,并降低半导体封装的长期可靠性和使用寿命。

[0005] 如果较热的半导体器件变得更加导电,那么较热的半导体器件可能会传导更多电流,这可能会引发热失控并导致故障。例如,当半导体封装是功率模块,该功率模块包含以负温度系数工作的绝缘栅双极型晶体管(Insulated-gate bipolar transistor, IGBT)时,可能会出现这种情况。

发明内容

[0006] 鉴于上述情况,本发明旨在提供改进半导体封装中半导体器件之间的热平衡的方法。本发明的目的包括设计和制造半导体封装,其增强了半导体封装的长期可靠性。

[0007] 这些和其它目的通过独立权利要求中描述的本发明的方案实现。有利的实现方式在从属权利要求中进一步定义。

[0008] 本发明的第一方面提供了一种半导体封装,例如功率模块,包括:

[0009] 导热层;以及

[0010] 至少两个半导体器件,设置为与所述导热层热连接;其中:

[0011] 所述至少两个半导体器件在工作时产生热量;

[0012] 所述导热层用于消散所述热量中的至少一部分;

[0013] 所述热量中的一部分至少从所述至少两个半导体器件中的一个传递到所述至少两个半导体器件中的另一个;以及

[0014] 所述半导体封装还包括至少一个温度平衡元件,所述至少一个温度平衡元件设置为:(i)与所述导热层热连接,(ii)与所述至少两个半导体器件中的至少一个半导体器件热连接,以减小所述至少两个半导体器件之间的温度梯度。

[0015] 在半导体封装中,热量可以在按以下情况设置的两个半导体器件之间传递:这两

个半导体器件设置为彼此靠近,因而排列在彼此附近、相邻或非常接近的位置。由于温度平衡元件与导热层以及一个或多个半导体器件直接或间接地例如通过零个、一个或多个导热材料进行热连接,所以这些因此而耦合的组件之间可能会有数量不可忽略的热量流动。

[0016] 在各种实现方式中,所述导热层可以与散热器热连接。例如,所述导热层可以通过以下方式直接或间接地安装在所述散热器上:(i) 通过提供电绝缘的隔热材料,(ii) 通过另一种导热材料,或(iii) 通过同时包括导热和隔热材料的堆叠。

[0017] 在各种实现方式中,可以对所述至少两个半导体器件并联提供电流。

[0018] 在各种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可设置为:(i) 与所述导热层接触,和/或(ii) 与所述至少两个半导体器件中的至少一个接触,例如,与所有这些半导体器件接触。

[0019] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可设置为局部减小所述导热层的厚度。

[0020] 例如,所述至少一个温度平衡元件可以包含在或嵌入在导热层的整体形状中。由于所述至少一个温度平衡元件不会从导热层中突出,所以半导体封装的紧密度可以得到增强。

[0021] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可用于将所述导热层的所述厚度局部减小5%至100%,例如局部减小20%至90%或局部减小40%至80%。

[0022] 例如,在制造半导体封装时,可以通过蚀刻导热层来减小厚度。有利的是,厚度的减小可能不会或基本上不会干扰半导体器件的电性能。半导体封装在具有靠近热平衡元件的半导体器件的分支中既不会显示电阻增加,也不会显示寄生电感增加。

[0023] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可包括绝热体,所述绝热体的热导率比所述导热层低。

[0024] 当这种实现方式运行时,绝热体可以例如增加较冷半导体器件附近的热阻,以便提升其平均或峰值温度,使其更接近最热半导体器件的平均或峰值温度。由于半导体器件之间的温度梯度减小,因此半导体封装中的热量平衡能够得到改善。

[0025] 作为本实现方式的一个示例,绝热体可以由隔热物质制成,该隔热物质选自包括以下物质的组:空气、非导电聚合物和绝缘包装材料。

[0026] 在各种实现方式中,所述绝热体的热导率可小于50W/m/K,或小于10W/m/K,或小于1W/m/K,而所述导热层的热导率可大于100W/m/K或200W/m/K。

[0027] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述绝热体可设置在所述至少两个半导体器件周围的外围区域中。

[0028] 例如,在所述至少两个相邻半导体器件之间延伸的区域中可能没有绝热体,而是由导热层占据。绝热体可以至少设置在这两个半导体器件中的一个的一侧上。

[0029] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可包括由导热材料制成的热导体,所述热导体的热导率比所述导热层高,以及

[0030] 所述热导体可设置在所述至少两个半导体器件之间。

[0031] 热导体设置在两个半导体器件“之间”可以理解为,从一个半导体器件通向另一个半导体器件的主要热流路径应穿过或靠近热导体。

[0032] 当这种实现方式运行时,温度平衡元件能够例如降低最热半导体器件与相邻的较

冷半导体器件之间的热阻,从而增强从最热半导体器件到该较冷半导体器件的热传递。由于半导体器件之间的温度梯度减小,因此半导体封装中的热量平衡能够得到改善。

[0033] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述热导体可由金、金合金、铜或铜合金制成,以及

[0034] 所述导热层由铝、铝合金、铜或铜合金制成。

[0035] 在各种实现方式中,所述热导体的热导率可大于200W/m/K,或大于300W/m/K,,或大于400W/m/K。

[0036] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述热导体可包括设置在所述导热层与所述至少两个半导体器件中的一个半导体器件之间的热界面,

[0037] 所述热界面可选地覆盖所述一个半导体器件下面的整个区域。

[0038] 在可选实现方式中,所述热界面可以表示所述一个半导体器件下方的附加导热层。所述热界面可以进一步延伸到所述一个半导体器件下面的整个区域之外。

[0039] 有利的是,热界面可通过局部增加导热层的厚度来形成。

[0040] 当这种实现方式运行时,温度平衡元件可以例如大幅降低最热半导体器件与相邻的较冷半导体器件之间的热阻,从而增强从最热半导体器件到该较冷半导体器件的热传递。

[0041] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述热界面可由与所述导热层相同的材料制成,以及

[0042] 所述热界面可选地与所述导热层作为一个整体或者是一体化的。

[0043] 这种配置可以简化半导体封装的制造。

[0044] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述热界面可用于将所述导热层的所述厚度局部增加30%至200%,或局部增加50%至100%。

[0045] 在各种实现方式中,所述导热层可由铝、铝合金、铜或铜合金制成。在各种实现方式中,所述导热层可以是单片式的,例如,所述导热层可以是单层。在各种实现方式中,所述导热层可以是直接铜键合(Direct Copper Bonding,DCB)衬底。

[0046] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述导热层至少在包含所述至少两个半导体器件的区域中可以具有基本上恒定的厚度。

[0047] 在各种实现方式中,所述导热层的厚度可以在0.1毫米到1毫米之间。

[0048] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述导热层的热导率可大于100W/m/K,或大于200W/m/K,,或大于300W/m/K。

[0049] 在各种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件与所述至少两个半导体器件中最近的一个半导体器件之间的距离可小于所述至少两个半导体器件中最近的一个半导体器件的最大尺寸的300%或100%或50%或25%。

[0050] 该分隔距离越小,所述至少一个温度平衡元件对局部热阻的影响就可能越大,因此对所述至少两个半导体器件之间的温度梯度的影响也就可能越大。

[0051] 如果所述至少两个半导体器件中最近的一个半导体器件基本上呈矩形形状,那么可将该半导体器件的最大尺寸选为该半导体器件的对角线的长度。

[0052] 在各种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件与所述至少两个半导体器件中最近的一个半导体器件之间的距离可小于2毫米,优选地小于1毫米,更优选地小于0.5毫米。

这样的分隔距离能够使所述至少一个温度平衡元件更有效地影响局部热阻。

[0053] 在各种实现方式中,所述半导体封装可包括两个以上的半导体器件,其中两个相邻半导体器件之间的距离可以大于另外两个相邻半导体器件之间的距离。这种不同的分隔距离可以在较近的半导体器件之间提供较大的热相互作用,而在更远的半导体器件之间提供较小的热相互作用。

[0054] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可以:(i)在所述至少两个半导体器件中最近的一个半导体器件的至少一侧延伸,(ii)沿所述至少一侧的长度的50%至150%或50%至100%延伸。

[0055] 所述至少一个温度平衡元件的这种延伸使其能够影响沿着该侧的所有或部分区域的热阻。

[0056] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可以:(i)在所述至少两个半导体器件中最近的一个半导体器件的至少两侧延伸,(ii)沿所述至少两侧的各自长度的50%至150%或50%至100%延伸,以及

[0057] 所述至少一个温度平衡元件可选地基本上具有从包括以下形状的组中选择的一种形状:多边形的一部分、矩形的一部分、L形、圆弧形和椭圆弧形。

[0058] 所述至少一个温度平衡元件的这种延伸使其能够很大程度地影响沿着这两侧的所有或部分区域的热阻。

[0059] 在各种实现方式中,所述至少一个温度平衡元件可围绕最近半导体器件的周长的约15%至约75%延伸。

[0060] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述导热层的外表面可包括不含半导体器件的扩展区域。

[0061] 这样的扩展区域使得所述导热层在所述至少两个半导体器件工作时能够消散相对较多的热量。

[0062] 所述扩展区域可以例如从一个半导体器件延伸到所述导热层的边缘。

[0063] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述半导体封装可具有至少两个温度平衡元件,所述温度平衡元件可选地设置在邻近温度平衡元件的组中。

[0064] 一组中两个这样的邻近温度平衡元件之间的距离可小于300微米。

[0065] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述至少两个半导体器件可排列成一个阵列,以及

[0066] 可选地,所述至少两个半导体器件包括至少三个半导体器件。

[0067] 半导体器件阵列可以简化半导体封装的制造。

[0068] 在一个实现方式示例中,该阵列可以有一行和两列,因此总共有两个半导体器件。在其它实现方式示例中,该阵列可以有不止一行和/或不止两列。例如,该阵列可以有2行3列。

[0069] 在所述第一方面的一种实现方式中,所述半导体封装可以是功率模块,所述至少两个半导体器件包括例如IGBT,以及

[0070] 可选地,所述至少两个半导体器件可以嵌入在电绝缘层中。

[0071] 在各种实现方式中,所述至少两个半导体器件可包括芯片,例如嵌入式芯片。

[0072] 本发明的第二方面提供了一种用于制造半导体封装的方法,所述方法包括:

- [0073] -提供导热层，
- [0074] -提供至少两个半导体器件，
- [0075] -将所述至少两个半导体器件设置为与所述导热层热连接，所述至少两个半导体器件在工作时产生热量；其中
- [0076] 所述导热层用于消散所述至少两个半导体器件产生的所述热量中的至少一部分；
- [0077] 所述热量中的一部分至少从所述至少两个半导体器件中的一个传递到所述至少两个半导体器件中的另一个；以及
- [0078] 所述半导体封装具有至少一个温度平衡元件，所述至少一个温度平衡元件设置为：(i) 与所述导热层热连接，(ii) 与所述至少两个半导体器件中的至少一个半导体器件热连接，以减小所述至少两个半导体器件中的两个相邻半导体器件之间的温度梯度。
- [0079] 所述第二方面的方法使得制造上述第一方面提供的半导体封装成为可能。因此，所述第二方面的方法实现了上文针对所述第一方面描述的所有优点。
- [0080] 所述第二方面的方法可以包括更多实现方式，这些实现方式对应于所述第一方面的半导体封装的实现方式。所述方法的实现方式可以用于制造所述第一方面的实现方式提供的半导体封装。

附图说明

- [0081] 结合所附附图，下面关于本发明的具体示例性实施列的描述将阐述上述各个方面及其实现方式，在附图中：
- [0082] 图1示出了传统半导体封装的一部分的示意性顶视图；
- [0083] 图2是示意性等温线图，其从上方展示了图1中传统半导体封装的半导体器件区域的温度(以摄氏度为单位)；
- [0084] 图3示出了第一实施列提供的半导体封装的一部分的示意性顶视图；
- [0085] 图4示出了图3中细节IV的示意性放大顶视图；
- [0086] 图5示出了沿图3中V-V线的示意性横截面；
- [0087] 图6是沿图4中所示Y方向的示意性横截面；
- [0088] 图7是一个示意图，绘制了随着沿图3中所示Y方向的位置的变化(以毫米为单位)，各种半导体封装(例如图3至图6所示的半导体封装)中的半导体器件的温度变化(以摄氏度为单位)；
- [0089] 图8至图10是各种实施列提供的半导体封装的一些部分的示意性顶部透视图，类似于图3；
- [0090] 图11至图19是各种实施列提供的半导体封装的示意性横截面，类似于图6；
- [0091] 图20示出了本发明另一实施列提供的一种用于制造本发明提供的半导体封装的方法。

具体实施方式

- [0092] 图1示出了包括导热层2和三个半导体器件4、6和8的传统半导体封装1的一部分。半导体器件4、6和8在工作时，例如被提供电流时，会产生热量。
- [0093] 半导体器件4、6和8设置为与导热层2热连接。导热层2用于消散半导体器件4、6和8

产生的热量中的至少一部分。该热量中的一部分在正在工作的半导体器件4、6和8之间传递。这种热传递经常经由导热层2发生,从半导体器件4、6、8中较热的一个或多个半导体器件传递到半导体器件4、6、8中较冷的一个或多个半导体器件。通常,半导体器件4、6、8越靠近,从一个半导体器件传递到另一个半导体器件的热量就越多。

[0094] 在图1的示例中,中央半导体器件6最热,而侧面半导体器件4和8较冷,如图2中的等温线图所示,图2中的数字代表以摄氏度为单位的温度。针对中央半导体器件6绘制的最热区域(中心)的温度可达到约180°C,中央峰为183.5°C,而针对侧面半导体器件4和8绘制的最热区域(中心)的温度可以达到约172°C。

[0095] 侧面半导体器件4和8产生的一些热量可传递到中央半导体器件6,同时,侧面半导体器件4和8产生的热量中的很大一部分可以流向导热层2的边缘。相比于远离侧面半导体器件4和8,导热层2在中央半导体器件6附近可以呈现出更高的热阻,因此热流更小。

[0096] 图3至图6示出了第一实施例提供的半导体封装1的一部分。图3至图6所示的半导体封装1包括导热层2和设置为与导热层2热连接的三个半导体器件4、6和8。半导体封装1可以是功率模块并形成系统级封装(system in package, SIP)。半导体器件4、6和8可嵌入在未示出的电绝缘层中。半导体器件4、6和/或8可包括IGBT。

[0097] 半导体器件4、6和8可排列成一个一行三列的阵列。图3至图6所示的半导体封装1还可包括夹子14、16和18,用于承载分别在半导体器件4、6和8与半导体封装1的其它组件之间循环的电流。半导体器件4、6和8可以并联连接。

[0098] 图3至图6所示的半导体器件4、6和8在工作时产生热量。导热层2用于消散该热量中的至少一部分。导热层2可与散热器24热连接,如图6中所见。产生的热量中的一部分可经由导热层2从半导体器件4、6、8中较热的一个或多个半导体器件(在这里是中央半导体器件)传递到半导体器件4、6、8中较冷的一个或多个半导体器件(在这里是侧面半导体器件)。

[0099] 图3至图6所示的半导体封装1还包括温度平衡元件20,其可设置为:

[0100] (i) 一方面,与导热层2热连接,以及

[0101] (ii) 另一方面,与半导体器件4、6、8中的每一个热连接,

[0102] 以减小中央半导体器件6与侧面半导体器件4和8之间的温度梯度。

[0103] 如图3至图4中所见,温度平衡元件20可设置在半导体器件4、6和8周围的外围区域中,例如,设置在图3所示虚线IV附近。此外,在两个相邻半导体器件(例如4与6或6与8)之间延伸的区域2.1可能没有温度平衡元件,而是仅由导热层2占据。另外,导热层2的顶面可包括至少一个不含半导体器件的扩展区域2.2。在图3的示例中,这一扩展区域2.2可在半导体器件8与导热层2的边缘之间延伸。

[0104] 温度平衡元件20可以是L形。该L形的两个分支可分别沿着半导体器件4的两个外侧长度的100%延伸。温度平衡元件20可围绕半导体器件4的周长的约50%延伸。

[0105] 如图4所示,温度平衡元件20与半导体器件4(在这里是最近的一个)之间的距离 y 可小于半导体器件4的最大尺寸的25%,在这里大约等于其10%。由于半导体器件4可以基本上呈矩形形状,所以半导体器件4的最大尺寸可以是该矩形的对角线长度。绝对值上,温度平衡元件20与半导体器件4之间沿图3所示Y方向的距离 y 可小于0.5毫米。

[0106] 可以看出,由于温度平衡元件20相对靠近半导体器件4,所以温度平衡元件20可以对半导体器件4附近的局部热阻产生相对较大的影响。

[0107] 如图6所示,温度平衡元件20可设置为将导热层2的厚度 T_2 局部减小约100%,从而穿过整个导热层2。换句话说,温度平衡元件20的深度 D_{20} 可以大约等于导热层2的厚度 T_2 。导热层2的厚度 T_2 可以例如通过在温度平衡元件20的位置蚀刻导热层2来减小。温度平衡元件20可以包含在导热层2的整体形状中。例如,温度平衡元件20不会从导热层2中突出来。

[0108] 导热层2可由铜制成,并且是单片式的。导热层至少在包含半导体器件4、6和8的区域中可以具有基本上恒定的厚度,例如0.3毫米。例如,导热层2可以是直接铜键合(Direct Copper Bonding, DCB)衬底。

[0109] 图3至图6所示的温度平衡元件20可包括绝热体,其热导率比导热层2低。绝热体20的热导率可以小于 50W/m/K ,例如约 30W/m/K ,而导热层2的热导率可以大于 200W/m/K ,例如约 300W/m/K 。

[0110] 绝热体可由隔热物质(例如空气)制成,在这种情况下,温度平衡元件20的体积可能不包含固体材料。另外,除了空气之外,也可以用非导电聚合物或绝缘包装材料,例如树脂,来填充温度平衡元件20的体积。

[0111] 如图6所示,半导体封装1还可包括:(i)设置在导热层2下面的电绝缘层22和(ii)设置在电绝缘层22下面的散热器24。换句话说,散热器24、电绝缘层22和导热层2依次相互堆叠。

[0112] 电绝缘层22可具有相对较高的热导率,以便有效地将热量传递到散热器24。电绝缘层22可以例如由纤维增强塑料或陶瓷材料制成。散热器24可用于帮助消散半导体器件2产生的热量。散热器24可由导热材料制成,例如铜或铜合金。

[0113] 在未示出的第二实施例中,温度平衡元件的全部或一部分(例如L的一个分支)的位置可比图3至图6中所示的温度平衡元件20离侧面半导体器件的位置更远,至少在Y方向上更远。在第二实施例中,温度平衡元件的侧向分支与半导体器件之间的距离 y 可以大约与半导体器件的最大尺寸(对角线)一样大,因此比图3至图6中的实施例中大多得多。

[0114] 可以看出,当温度平衡元件完全或部分远离半导体器件时,第二实施例中的温度平衡元件对半导体器件4附近的热阻的影响可能比图3至图6中所示的要小。

[0115] 图7示出了本发明提供的温度平衡元件20对半导体封装提供的效果。图7是一个示意图,绘制了随着沿图3或图5中所示Y方向的位置的变化(以毫米为单位),各种半导体封装中的半导体器件的温度变化(以摄氏度为单位)。例如,对于图3至图6中所示的半导体器件4,可以得到曲线C3(第一实施例),而对于未示出的第二实施例,可以得到图7。图7的曲线可以通过计算机模拟(例如通过有限元模拟软件)或通过测量实际半导体封装上的温度来获得。

[0116] 图7中左侧、中间和右侧部分的曲线分别对应于针对半导体封装所得到的温度,这些半导体封装类似于上文结合图3至图6以及图7所描述的。图7中左边的曲线对应于各种半导体封装,其中,温度平衡元件与最近半导体器件之间的距离 x 和 y (以毫米为单位)分别沿X方向和Y方向按以下方式递增:

[0117] -对于最低曲线C7, $x=1$ 且 $y=6$;

[0118] - $x=1$ 且 $y=2$;

[0119] - $x=1$ 且 $y=1$;

[0120] - $x=0.75$ 且 $y=0.75$;

[0121] $-x=0.5$ 且 $y=0.5$;以及

[0122] -对于最高曲线C3, $x=0.25$ 且 $y=0.25$ 。

[0123] 图7表明,温度平衡元件20离相应的半导体器件4越近,这些半导体器件4就可能平均上变得越热,它们的平均或峰值温度也变得越高。相反,温度平衡元件20离相应的半导体器件4越远,半导体器件4就可能平均上变得越冷,它们的平均或峰值温度也变得越低。

[0124] 图7中左侧的曲线表明,温度平衡元件越靠近,其对半导体器件中的热场产生的影响就可能越大,不仅仅涉及Y方向,而是涉及半导体器件4的整个区域和体积(未示出等温线图)。这可以通过比较最低曲线C7和最高曲线C3来看出,这两个曲线可分别表示针对图3至图6的半导体器件4所得到的温度和未示出的第二实施例的温度。半导体器件4的温度平衡元件20可以,例如,随着距离 y 的逐渐增加,帮助或多或少地减小两个半导体器件4与6之间的温度梯度(图7中的箭头表示距离 y 的值增加的方向)。

[0125] 图7所示的效果可以与例如图1的传统半导体封装中获得的温度场进行比较,在该温度场中,如图2所示,中央半导体器件6的温度显著高于侧面半导体器件4和8的温度,侧面半导体器件4和8可以经由导热层2排出大量的热量。

[0126] 可以看出,构成温度平衡元件20的绝热体可以增加较冷半导体器件4附近的热阻,以便提升其平均或峰值温度,使其分别更接近最热半导体器件6的平均或峰值温度。由于半导体器件4与6之间的温度梯度减小,因此半导体封装1中所产生的热量的平衡能够得到改善。

[0127] 图7中右边的叠加钟形曲线示出了针对半导体器件8等所得到的温度,这些半导体器件附近可能没有温度平衡元件。因此,半导体器件8中的热场可能不会或不太会受到远程温度平衡元件20的影响。所以,这些钟形曲线可以叠加。

[0128] 同样,图7中间部分的叠加钟形曲线也表明,半导体器件8中的热场可能不会或不太会受到远程温度平衡元件20的影响。

[0129] 在图7中右侧的曲线中,温度平衡元件20的影响可能是可以忽略不计的,该曲线达到的温度与图7中左侧的最低曲线C7大致相同(含有远程温度平衡元件20的第二实施例)。此外,图1中的传统半导体封装1没有温度平衡元件,其会产生位于图7中左侧最低曲线C7下方不远处的曲线。

[0130] 图8至图10示出了具有不同温度平衡元件配置的各种实施例。上文对于图3至图6的详细描述通常可以适用于图8至图10,除了至少下文提到的明显差异。图8至图10中的半导体封装1的元件被赋予与图3至图6中具有类似结构或功能的元件相同的参考符号。

[0131] 图8中的半导体封装1与图3至图6中的半导体封装1的不同之处在于,温度平衡元件20的L形分支可以沿着侧面半导体器件4的各侧长度的不到100%延伸,例如沿50%长度延伸。

[0132] 图9中的半导体封装1与图3至图6中的半导体封装1的不同之处在于,该半导体封装1可以具有邻近温度平衡元件20的组21。组21中的温度平衡元件20可通过导热层2形成的间隙(例如200微米)两两隔开。组21通常可以是L形,在这里,其中的分支是不连续的。组21的两个分支可以沿着侧面半导体器件4各侧的100%延伸。

[0133] 图10中的半导体封装1与图3至图6中的半导体封装1的不同之处在于,温度平衡元件20可以采用直杆或细长矩形的形式,其可以沿着侧面半导体器件4的一个侧面的100%延

伸。

[0134] 在其它未示出的实施例中,温度平衡元件可以沿着半导体器件的一侧长度的大于或小于100%延伸,例如沿着该长度的50%或150%延伸。

[0135] 图11与图6类似。上文对于图3至图6的详细描述可以适用于图11,除了下文提到的明显差异。图11中的半导体封装1的元件被赋予与图3至图6中具有类似结构或功能的元件相同的参考符号。

[0136] 图11中的半导体封装1与图3至图6中的半导体封装1的不同之处在于其可以包括两个温度平衡元件20.1和20.2。温度平衡元件20.1可以像图6中的温度平衡元件20一样设置在左侧半导体器件4与导热层2的左边缘之间,而温度平衡元件20.2可设置在右侧半导体器件8与导热层2的右边缘之间。

[0137] 温度平衡元件20.2可以与温度平衡元件20.1对称,并具有与温度平衡元件20.1相同或相似的尺寸。例如,温度平衡元件20.2可以是L形,该L形沿着半导体器件8的两侧延伸,如同图3至图6的示例中一样。此外,温度平衡元件20.2可以由相同的绝缘物质(例如空气)制成。

[0138] 图12与图11类似。上文对于图11的详细描述可以适用于图12,对相似的结构或功能元件赋予相似的参考符号,除了下文提到的明显差异。图12中的半导体封装1与图11中的半导体封装1的不同之处在于,温度平衡元件20.1和20.2可设置为,例如在蚀刻后,将导热层2的厚度局部减小仅约30%,而不是图11中的100%。

[0139] 例如,温度平衡元件20.1和20.2的深度D20可以是图11中温度平衡元件20的深度D20的约三分之一,因此约为导热层2的厚度T2的三分之一。深度D20可以局部地影响温度平衡元件周围的热阻,从而影响邻近半导体器件(一个或多个)中的热场。深度D20越高,在相应温度平衡元件20、20.1或20.2附近的热阻就越高。

[0140] 图13与图12类似。上文对于图12的详细描述可以适用于图12,对相似的结构或功能元件赋予相似的参考符号,除了下文提到的明显差异。图13中的半导体封装1与图12中的半导体封装1的不同之处在于其可以包括四个温度平衡元件20.1、20.2、20.3和20.4,而不是图12中的两个。附加温度平衡元件20.3和20.4可以分别具有与温度平衡元件20.1和20.2相似的L形。在未示出的与图3类似的顶视图中,温度平衡元件20.3和20.4的尺寸可以分别比温度平衡元件20.1和20.2更大(位似图像),并且可以设置为与其平行。

[0141] 图14与图13类似。上文对于图13的详细描述可以适用于图14,对相似的结构或功能元件赋予相似的参考符号,除了下文提到的明显差异。图14中的半导体封装1与图13中的半导体封装1的不同之处在于,温度平衡元件20.1和20.2可设置为将导热层2的厚度局部减小约100%,如同图11的实施例中一样,而温度平衡元件20.3和20.4可设置为将导热层2的厚度局部减小约30%,如同图13的实施例中一样。

[0142] 图15与图14类似。上文对于图14的详细描述可以适用于图15,对相似的结构或功能元件赋予相似的参考符号,除了下文提到的明显差异。

[0143] 图14中的半导体封装1与图13中的半导体封装1的不同之处在于,在图14的实施例中,半导体器件6与半导体器件8之间的距离D6-8可以大于图13的实施例中的距离。此外,图14中的半导体封装1与图13中的半导体封装1的不同之处在于,在图14的实施例中,半导体器件4与半导体器件6之间的距离D4-6可以小于图13的实施例中的距离。由于这种偏移,中

央半导体器件6可以更靠近左侧半导体器件4,而不是右侧半导体器件8。

[0144] 除此之外,每个半导体器件4、6或8还可以在与图14中的平面垂直的平面内(因此是X方向)相对于其它半导体器件偏移或偏位。

[0145] 图15中的半导体封装1与图14中的半导体封装1的不同之处还可以在于其还可以包括设置在半导体器件6与半导体器件8之间的附加温度平衡元件20.5。附加温度平衡元件20.5可以更靠近侧面半导体器件8,而不是中央半导体器件6。附加温度平衡元件20.5可以包括绝热体,例如空气。

[0146] 温度平衡元件20.5的形状可以与L形不同。例如,温度平衡元件20.5的形状可以是细长矩形。尽管如此,温度平衡元件20.5的形状也可以基本上是在与温度平衡元件20.2相对的两侧上延伸的L形。

[0147] 图16与图11类似。上文对于图11的详细描述可以适用于图16,除了下文提到的明显差异。图16中的半导体封装1的元件被赋予与图11中具有类似结构或功能的元件相同的参考符号。

[0148] 图16中的半导体封装1与图11中的半导体封装1的不同之处在于,温度平衡元件20.11和20.12中的每一个均可包括由导热材料制成的热导体,该热导体的热导率比导热层2高。例如,热导体可以由铜制成,而导热层2可以由铝合金制成。热导体的热导率可以大于300W/m/K,而导热层2的热导率可以小于300W/m/K。

[0149] 图16中的半导体封装1与图11中的半导体封装1的不同之处还可以在于,温度平衡元件20.11的热导体可以设置在半导体器件4与半导体器件6之间,而温度平衡元件20.12的热导体可以设置在半导体器件6与半导体器件8之间。

[0150] 图16中的半导体封装1与图11中的半导体封装1的不同之处还可以在于,温度平衡元件20.11和20.12的形状可以基本上是细长矩形,而不是像图11的实施例中的L形。温度平衡元件20.11和20.12可以沿着半导体器件6一侧的整个长度延伸。

[0151] 如同图11的实施例中一样,图16中的温度平衡元件20.11和20.12可用于将导热层2的厚度局部减小约100%。

[0152] 在工作时,温度平衡元件20.11和20.12能够降低最热半导体器件(这里是中央半导体器件6)与邻近的较冷半导体器件(这里是侧面半导体器件4和8)之间的热阻,以便增强从最热半导体器件6向较冷半导体器件6和8的热传递。

[0153] 考虑到图7时,图16中的温度平衡元件20.11和20.12会降低中央半导体器件6的平均或峰值温度,使这种温度更接近侧面半导体器件4和8中的温度。由于半导体器件4、6和8之间的温度梯度可以减小,因此半导体封装1中的热量平衡能够得到改善。

[0154] 图17与图16类似。上文对于图16的详细描述可以适用于图17,除了下文提到的明显差异。图17中的半导体封装1的元件被赋予与图16中具有类似结构或功能的元件相同的参考符号。

[0155] 图17中的半导体封装1与图16中的半导体封装1的不同之处在于,除了如同图16的实施例中一样包括两个含有热导体的温度平衡元件20.11和20.12,还可以如同图12的实施例中一样包括两个含有绝热体的温度平衡元件20.1和20.1。

[0156] 在工作时,半导体封装1可以累积温度平衡元件20.11和20.12的效果以及温度平衡元件20.1和20.2的效果,温度平衡元件20.11和20.12可以含有热导体,并且可以局部降

低热阻,而温度平衡元件20.1和20.2可以含有绝热体,并且可以局部增加热阻。这些效果中的每一个都可以帮助平衡半导体器件4、6和8之间的热量以及热场,从而平衡半导体封装1中的热量以及热场。

[0157] 图18与图16类似。上文对于图16的详细描述可以适用于图18,对相似的结构或功能元件赋予相似的参考符号,除了下文提到的明显差异。

[0158] 图18中的半导体封装1与图16中的半导体封装1的不同之处在于该半导体封装1可以仅包括一个温度平衡元件20,而不像图16的实施例中那样包括两个。

[0159] 如同图16的实施例中一样,图18中的热导体可以包含在温度平衡元件20中,该温度平衡元件20设置在两个半导体器件6与4或6与8之间。

[0160] 与图16中的热导体不同的是,图16中的热导体设置在中央半导体器件6的每一侧上,而图18中的热导体可以包括一个热界面,该热界面设置在导热层2与半导体器件6之间。

[0161] 图18中的半导体封装1与图16中的半导体封装1的不同之处还可以在于,构成热导体的热界面延伸到并超出半导体器件6的下表面。温度平衡元件20可以延伸到半导体器件6的下方。热界面的形状可以是板状,其大小略大于半导体器件6的下表面。

[0162] 热界面可通过导热层2的厚度 T_2 的局部增加 $T_2 \cdot 20\%$ 来形成。该热界面可以表示半导体器件6下方的附加导热层。热界面可使导热层的厚度局部增加75%。

[0163] 图18中的半导体封装1与图16中的半导体封装1的不同之处还可以在于,热界面可由与导热层2相同的材料制成,而图16的实施例中的热导体可由比导热层2具有更高热导率的材料制成。图18中的热界面可以与导热层2作为一个整体。

[0164] 在工作时,温度平衡元件20能够大幅降低最热半导体器件6与邻近的较冷半导体器件4和8之间的热阻,以便增强从最热半导体器件6向较冷半导体器件4和8的热传递。

[0165] 图19与图12类似。上文对于图12的详细描述可以适用于图19,对相似的结构或功能元件赋予相似的参考符号,除了下文提到的明显差异。

[0166] 图19中的半导体器件4、6和8可以嵌入在模塑料26中。图19中的半导体封装1与图12中的半导体封装1的不同之处在于,该半导体封装1可以由安装在引线框架上的器件构成,就像例如多芯片封装,而图12中的半导体封装1是安装在直接铜键合(Direct Copper Bonding, DCB)衬底上的功率模块。在其它未示出的实现方式中,半导体封装1可以是绝缘金属衬底(Insulated Metal Substrate, IMS)、功率PCB组装件等。

[0167] 图20(图纸3)示出了本发明第二实施例提供的用于制造上文详述实施例提供的半导体封装的方法101。制造方法101包括:

[0168] -步骤108:提供导热层,

[0169] -步骤110:提供至少两个半导体器件,以及

[0170] -步骤112:将所述至少两个半导体器件设置为与导热层热连接,所述至少两个半导体器件在工作时产生热量;其中

[0171] 导热层用于消散所述至少两个半导体器件产生的热量中的至少一部分;

[0172] 所述热量中的一部分至少从所述至少两个半导体器件中的一个传递到所述至少两个半导体器件中的另一个;以及

[0173] 半导体封装具有至少一个温度平衡元件,所述至少一个温度平衡元件设置为:(i)与导热层热连接,(ii)与所述至少两个半导体器件中的至少一个半导体器件热连接,以减

小所述至少两个半导体器件中的两个相邻半导体器件之间的温度梯度。

[0174] 制造方法101使得制造本发明提供的半导体封装成为可能。

[0175] 制造方法101首先可以包括步骤102: (例如通过软件) 在计算机上实现半导体封装的模型。此外, 方法101可以包括步骤104: (例如通过软件) 在计算机中输入一组工作条件, 以及步骤106: 根据所述一组工作条件, 用计算机和可能的软件来处理半导体器件中热场的模拟。

[0176] 本发明已结合各种实施例作为示例以及实现方式进行描述。但是, 根据对附图、本发明和独立权利要求的研究, 本领域技术人员在实施所要求保护的主体时, 能够理解和实现其它变型。在权利要求书以及说明书中, 词语“包括”不排除其它元件或步骤, 并且“一”或“一个”不排除多个。单个元件或其它单元可以满足权利要求书中描述的若干实体或项目的功能。在互不相同的从属权利要求中列举某些措施并不表示这些措施的组合不能被有效地使用。此外, 当技术上可行时, 本发明中描述的各种实现方式和示例可以组合起来, 以定义其它实现方式, 这些实现方式也是本发明的一部分。

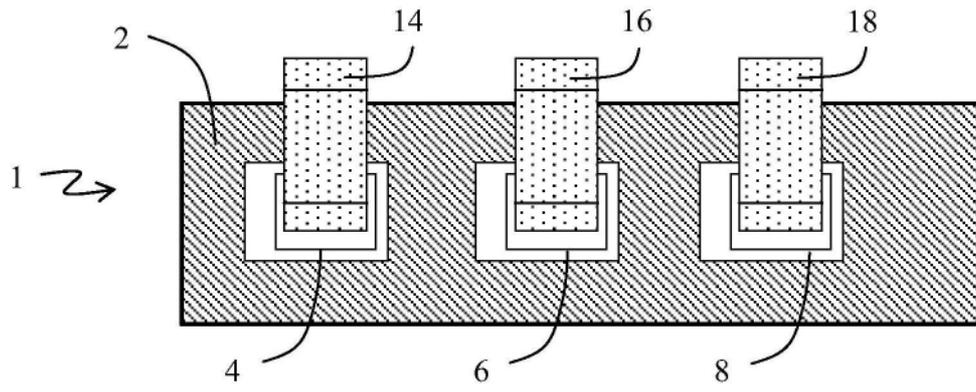


图1

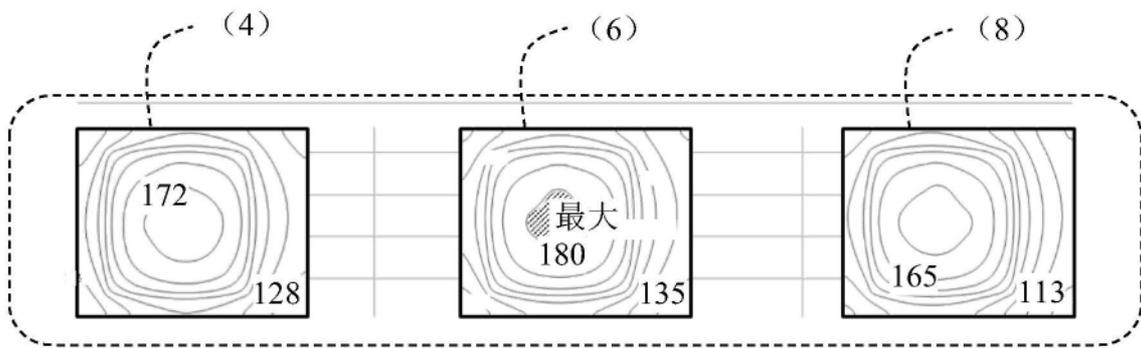


图2

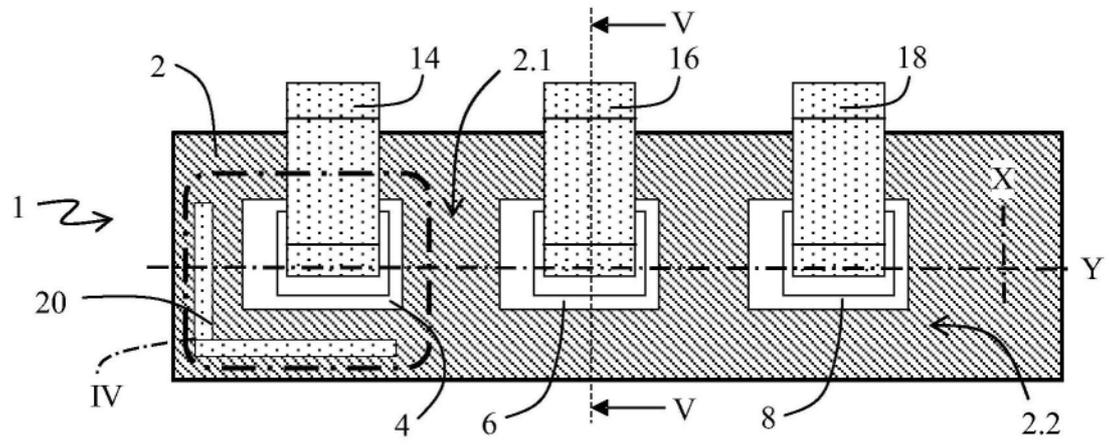


图3

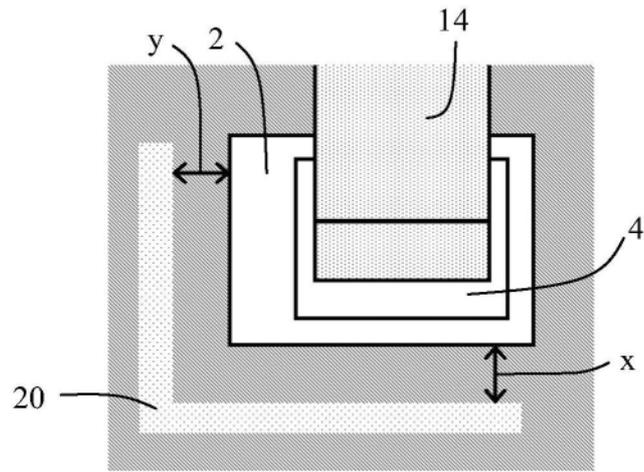


图4

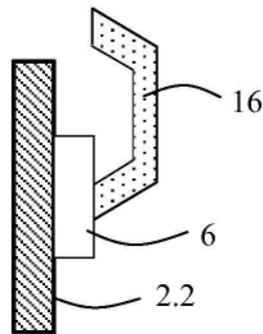


图5

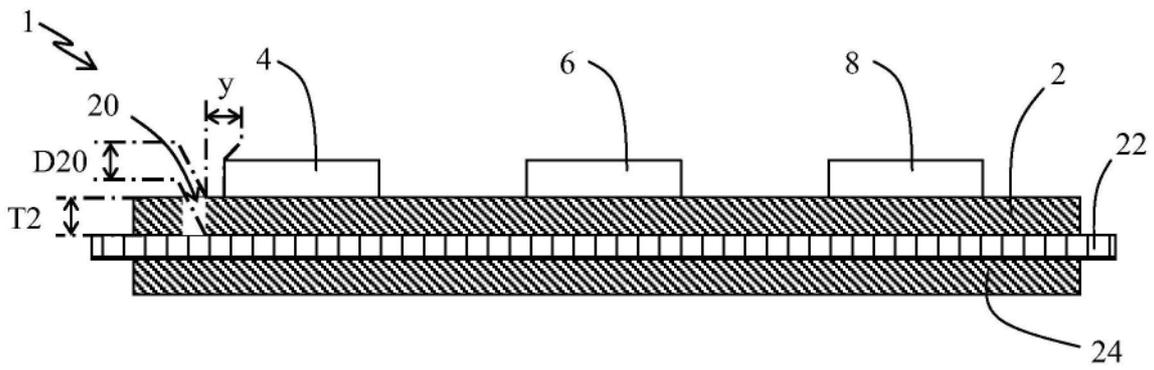


图6

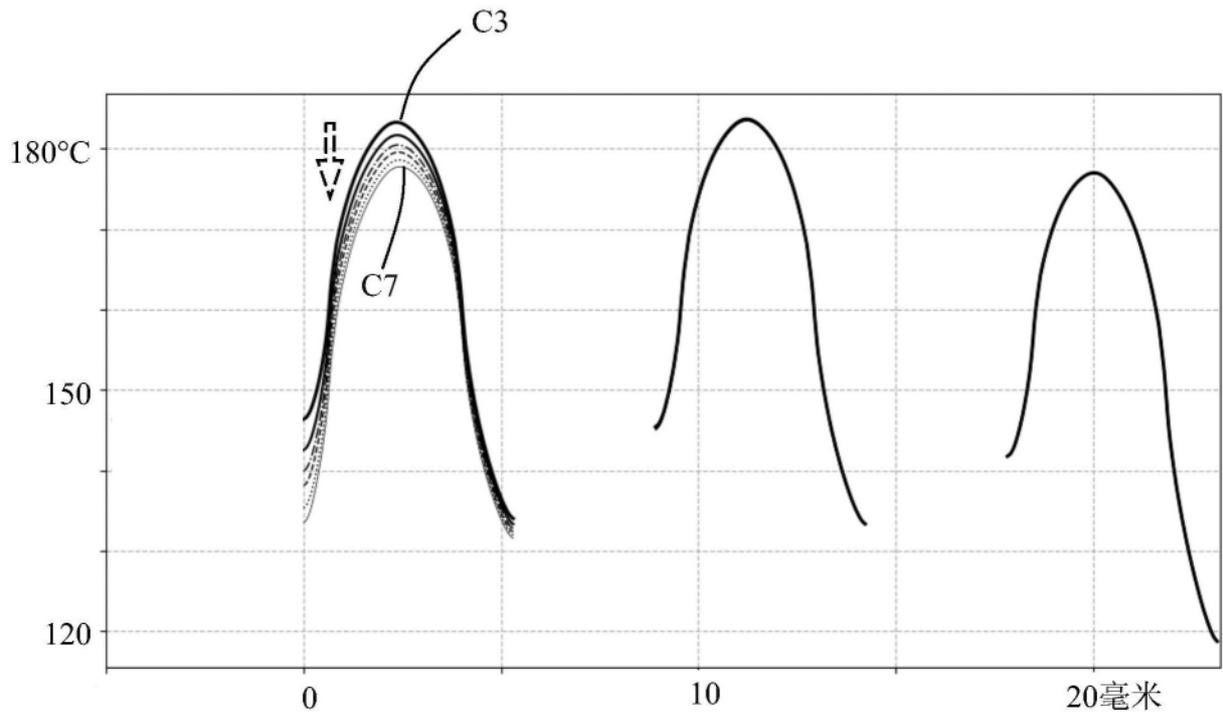


图7

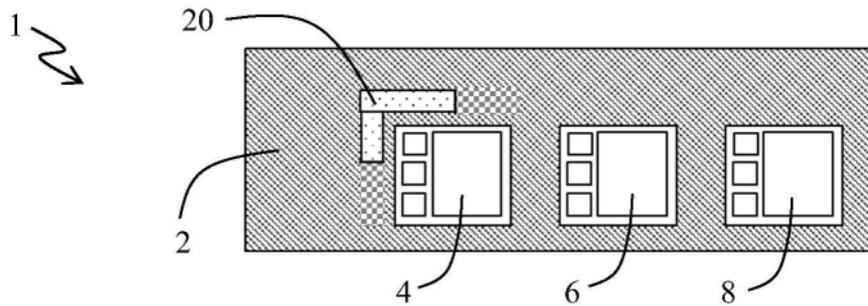


图8

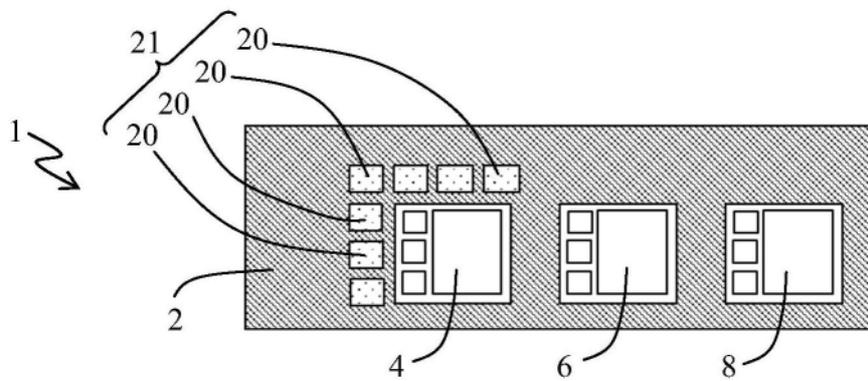


图9

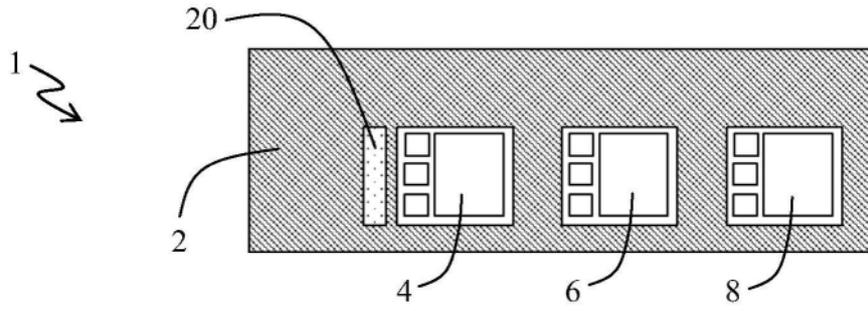


图10

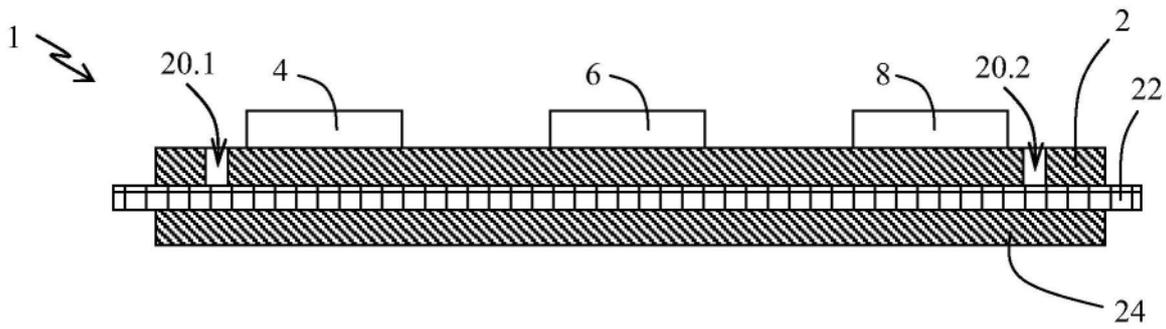


图11

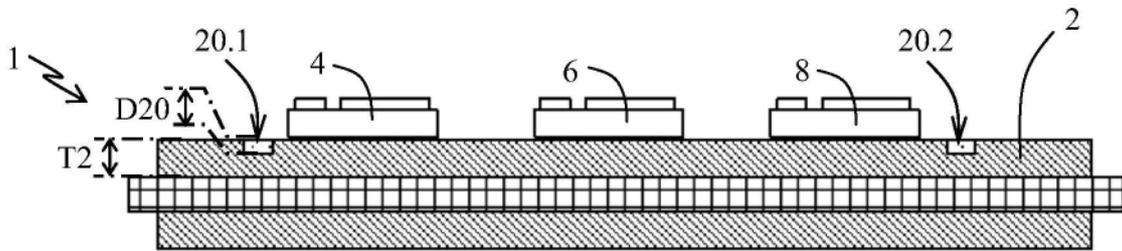


图12

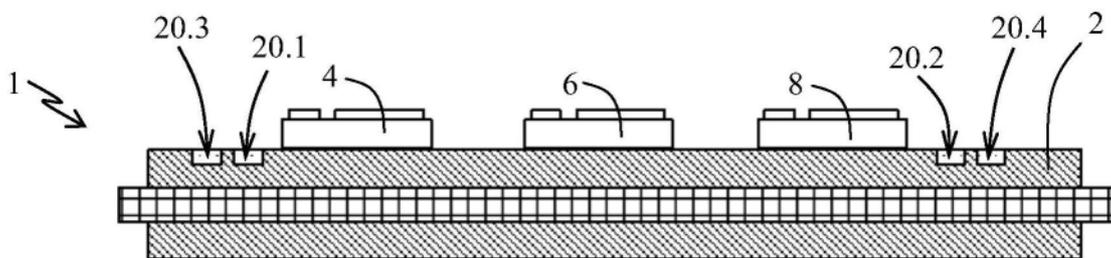


图13

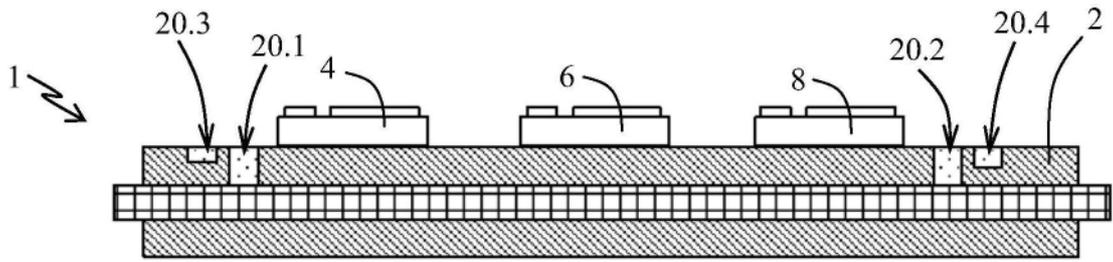


图14

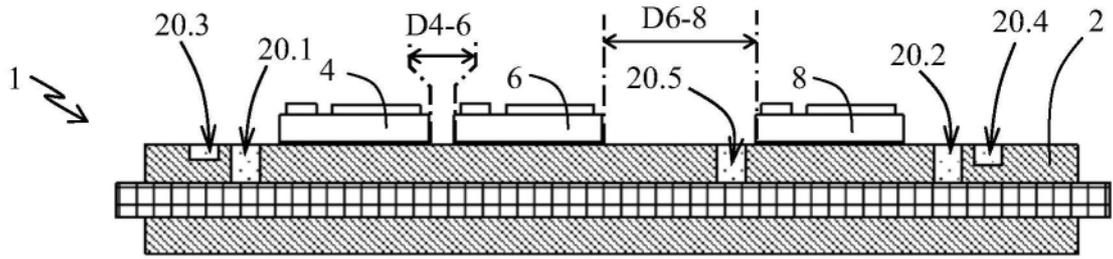


图15

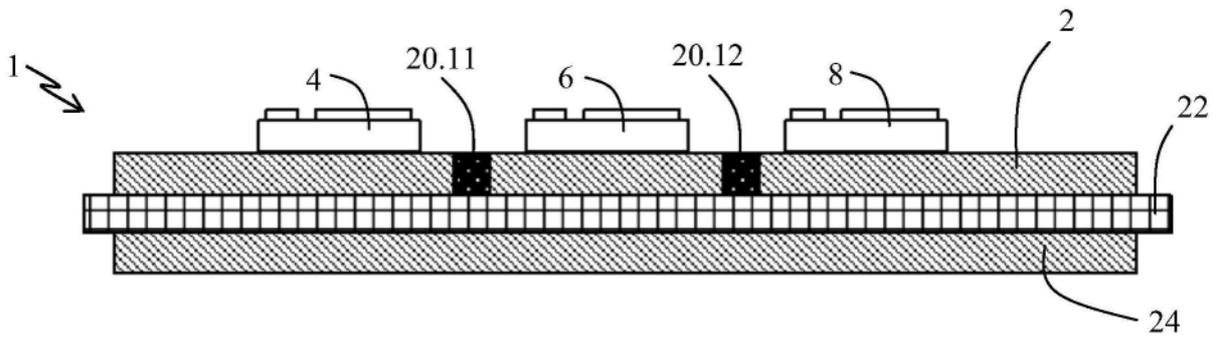


图16

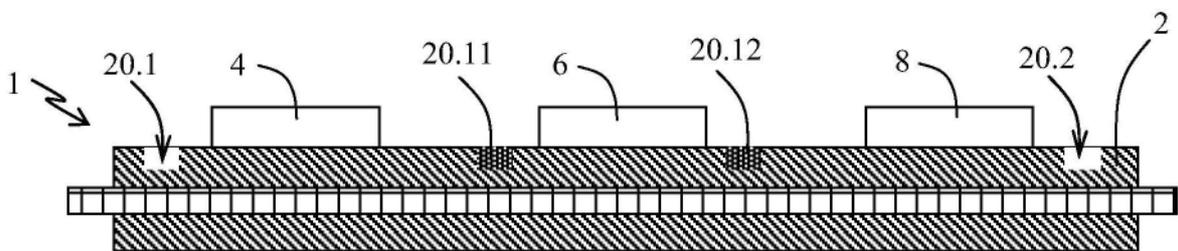


图17

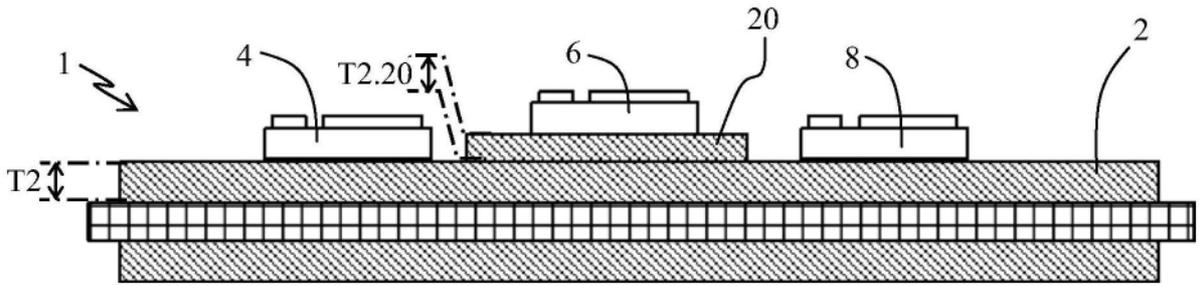


图18

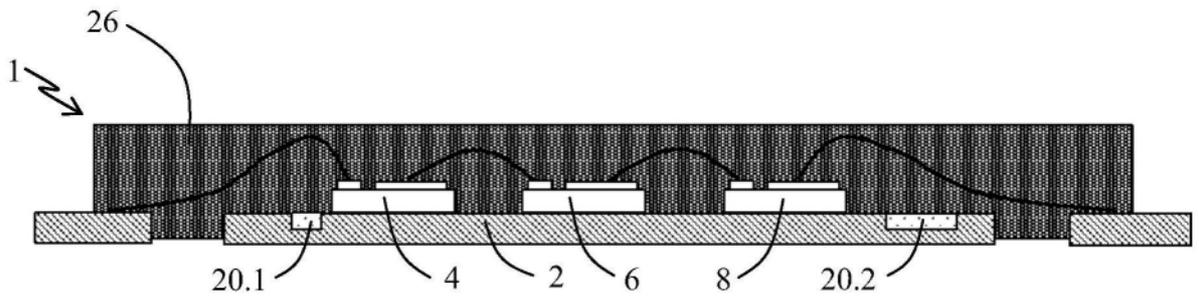


图19

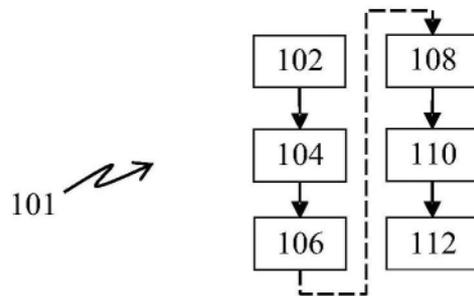


图20