(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 204559407 U
(45)授权公告日 2015.08.12

(21)申请号 201520166443.8

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2015.03.23

(73)专利权人 广东美的制冷设备有限公司
地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇美的工业城东区制冷综合楼
专利权人 美的集团股份有限公司

(72)发明人 冯宇翔

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所（普通合伙） 11201
代理人 黄德海

(51)Int.Cl.
H02M 7/00(2006.01)
H01L 25/16(2006.01)
H01L 23/367(2006.01)

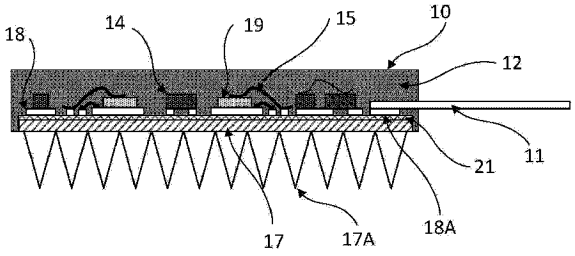
权利要求书1页 说明书8页 附图10页

(54)实用新型名称

智能功率模块

(57)摘要

本实用新型公开了一种智能功率模块，所述智能功率模块包括：散热器，所述散热器的上表面形成为平面，所述散热器的下表面设有散热褶皱；绝缘层，所述绝缘层设在所述散热器的上表面上；多个电路布线，多个所述电路布线间隔开设在所述绝缘层上；功率元件和非功率元件，所述功率元件和非功率元件分别设在多个所述电路布线上，所述功率元件和非功率元件分别通过金属线与所述电路布线电连接；多个引脚，多个所述引脚的一端分别与多个所述电路布线相连，另一端与外部相连；密封树脂，所述密封树脂完全密封多个所述电路布线并覆盖所述散热器的上表面。根据本实用新型的智能功率模块，散热性好、可靠性高和可制造性强。



CN 204559407 U

1. 一种智能功率模块，其特征在于，包括：

散热器，所述散热器的上表面形成为平面，所述散热器的下表面设有散热褶皱；

绝缘层，所述绝缘层设在所述散热器的上表面上；

多个电路布线，多个所述电路布线间隔开设在所述绝缘层上；

功率元件和非功率元件，所述功率元件和非功率元件分别设在多个所述电路布线上，所述功率元件和非功率元件分别通过金属线与所述电路布线电连接；

多个引脚，多个所述引脚的一端分别与多个所述电路布线相连，另一端与外部相连；

密封树脂，所述密封树脂完全密封多个所述电路布线并覆盖所述散热器的上表面。

2. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热器形成为湿式碳素复合材料功能纸质散热器。

3. 根据权利要求 2 所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热器的表面设有防水处理层。

4. 根据权利要求 2 所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热器与所述散热褶皱一体形成。

5. 根据权利要求 2 所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热器在上下方向上的厚度为 1.2mm-1.8mm，所述散热褶皱沿上下方向延伸的尺寸为 0.3mm-0.7mm。

6. 根据权利要求 2 所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热褶皱在所述散热器的下表面上的正投影面积小于所述散热器的下表面的面积。

7. 根据权利要求 6 所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热褶皱的外周缘与所述散热器的下表面的外周缘之间间隔的距离大于 1mm。

8. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，所述绝缘层的至少一侧的边缘设有多个焊垫，多个所述焊垫分别与多个所述电路布线一体形成。

9. 根据权利要求 8 所述的智能功率模块，其特征在于，多个所述引脚设在所述电路布线的一侧，多个所述引脚的一端分别与多个所述焊垫相连。

10. 根据权利要求 9 所述的智能功率模块，其特征在于，所述引脚为金属件，所述引脚的表面设有镍锡合金层。

智能功率模块

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电子器件技术领域，更具体地，涉及一种智能功率模块。

背景技术

[0002] 智能功率模块，即 IPM(Intelligent Power Module)，是一种将电力电子和集成电路技术结合的功率驱动类产品。智能功率模块把功率开关器件和高压驱动电路集成在一起，并内藏有过电压、过电流和过热等故障检测电路。智能功率模块一方面接收 MCU 的控制信号，驱动后续电路工作，另一方面将系统的状态检测信号送回 MCU。与传统分立方案相比，智能功率模块以其高集成度、高可靠性等优势赢得越来越大的市场，尤其适合于驱动电机的变频器及各种逆变电源，是变频调速，冶金机械，电力牵引，伺服驱动，变频家电的一种理想电力电子器件。

[0003] 由于智能功率模块一般工作在高温环境中，长期高温环境会严重降低智能功率模块的使用寿命，并且会影响智能功率模块性能的稳定性。尤其在极端情况下，会导致智能功率模块在工作过程中因内部器件过热而失控爆炸，造成人员伤亡和财产损失。

[0004] 选用高导热绝缘层和增加散热器是解决现行智能功率模块散热问题的主要方法。但是高导热绝缘层一方面成本非常高，另一方面由于高导热绝缘层使用了大量的参杂导致硬度很大，从而增加了智能功率模块的制造难度。如果采用在智能功率模块的内部增加散热器，然后将功率元件贴装在散热器上的方法，一方面会增加原材料成本，另一方面会增加智能功率模块的工艺难度。如果在智能功率模块的外部增加散热器，需要将散热器贴装在智能功率模块背面，一方面增加应用成本，另一方面增加了装配难度，都对智能功率模块的应用推广制造了困难，不利于智能功率模块在民用场合的普及。

实用新型内容

[0005] 本实用新型旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此，本实用新型提出了一种智能功率模块，所述智能功率模块的散热性好且制造难度低。

[0006] 根据本实用新型的智能功率模块，包括：散热器，所述散热器的上表面形成为平面，所述散热器的下表面设有散热褶皱；绝缘层，所述绝缘层设在所述散热器的上表面上；多个电路布线，多个所述电路布线间隔开设在所述绝缘层上；功率元件和非功率元件，所述功率元件和非功率元件分别设在多个所述电路布线上，所述功率元件和非功率元件分别通过金属线与所述电路布线电连接；多个引脚，多个所述引脚的一端分别与多个所述电路布线相连，另一端与外部相连；密封树脂，所述密封树脂完全密封多个所述电路布线并覆盖所述散热器的上表面。

[0007] 根据本实用新型的智能功率模块，极大地增加了智能散热模块的散热面积，使绝缘层无需使用高导热材料即可满足功率元件的散热要求，制造难度降低，智能功率模块在应用过程中，外部无需再接散热器，降低了应用难度和应用成本，提高了装配品质；该种结构在降低成本的同时提高了可靠性和可制造性，可设计成与现行智能功率模块的功能及引

脚兼容，便于智能功率模块的推广应用。

[0008] 另外，根据本实用新型的智能功率模块还可以具有如下附加的技术特征：

[0009] 根据本实用新型的一个实施例，所述散热器为湿式碳素复合材料功能纸质散热器。

[0010] 根据本实用新型的一个实施例，所述散热器的表面设有防水处理层。

[0011] 根据本实用新型的一个实施例，所述散热器与所述散热褶皱一体形成。

[0012] 根据本实用新型的一个实施例，所述散热器在上下方向上的厚度为 1.2mm-1.8mm，所述散热褶皱在上下方向上的尺寸为 0.3mm-0.7mm。

[0013] 根据本实用新型的一个实施例，所述散热褶皱在所述散热器的下表面上的正投影面积小于所述散热器的下表面的面积。

[0014] 根据本实用新型的一个实施例，所述散热褶皱的外周缘与所述散热器的下表面的外周缘之间间隔的距离大于 1mm。

[0015] 根据本实用新型的一个实施例，所述绝缘层的至少一侧的边缘设有多个焊垫，多个所述焊垫分别与多个所述电路布线一体形成。

[0016] 根据本实用新型的一个实施例，多个所述引脚设在所述电路布线的一侧，多个所述引脚的一端分别与多个所述焊垫相连。

[0017] 根据本实用新型的一个实施例，所述引脚为金属件，所述引脚的表面设有镍锡合金层。

[0018] 本实用新型的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本实用新型的实践了解到。

附图说明

[0019] 图 1(A) 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的结构示意图；

[0020] 图 1(B) 是图 1(A) 中沿线 X-X’的截面图；

[0021] 图 1(C) 是图 1(A) 的所示结构俯视图，其中去掉了密封树脂；

[0022] 图 2 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的制造方法的流程图；

[0023] 图 3(A) 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的散热器的结构示意图；

[0024] 图 3(B) 是图 3(A) 中沿线 X-X’的截面图；

[0025] 图 3(C) 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的散热器上设置绝缘层和铜箔层的结构示意图；

[0026] 图 3(D) 是图 3(C) 中所示结构中的铜箔层被腐蚀后的结构示意图；

[0027] 图 3(E) 是图 3(D) 中沿线 X-X’的截面图；

[0028] 图 3(F) 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的散热褶皱的结构示意图；

[0029] 图 3(G) 是图 3(E) 中所示结构装配散热褶皱后的结构示意图；

[0030] 图 4(A) 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的多个引脚的结构示意图；

[0031] 图 4(B) 是根据本实用新型一个实施例的智能功率模块的引脚的结构示意图；

[0032] 图 4(C) 是根据本实用新型另一个实施例的智能功率模块的引脚的结构示意图；

[0033] 图 5(A) 是根据本实用新型实施例的智能功率模块的电路布线在装配完成后的结构示意图；

[0034] 图 5(B) 是图 5(A) 中所示结构的俯视图；

[0035] 图 6(A) 是图 5(A) 中所示结构进行连接工序后的结构示意图；

[0036] 图 6(B) 是图 6(A) 中所示结构的俯视图；

[0037] 图 7 是图 6(A) 中所示结构添加密封树脂后的结构示意图；

[0038] 图 8 是图 7 中所示结构进行引脚切断的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 下面详细描述本实用新型的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本实用新型，而不能理解为对本实用新型的限制。

[0040] 下面结合附图详细描述根据本实用新型实施例的智能功率模块 10。

[0041] 参照图 1(A)、图 1(B) 和图 1(C) 所示，根据本实用新型实施例的智能功率模块 10 包括散热器 17、绝缘层 21，多个电路布线 18、功率元件 19、非功率元件 14、多个引脚 11 和密封树脂 12。

[0042] 具体而言，散热器 17 的上表面形成为平面，散热器 17 的下表面设有散热褶皱 17A。绝缘层 21 设在散热器 17 的上表面上。多个电路布线 18 间隔开设在绝缘层 21 上。功率元件 19 和非功率元件 14 分别设在多个电路布线 18 上。功率元件 19 通过金属线 15 与电路布线 18 电连接，非功率元件 14 通过金属线 15 与电路布线 18 电连接。多个引脚 11 的一端与多个电路布线 18 相连，多个引脚 11 的另一端伸出智能功率模块 10 与外部其他部件相连。密封树脂 12 完全密封多个电路布线 18 并覆盖散热器 17 的上表面。

[0043] 根据本实用新型实施例的智能功率模块 10，通过在绝缘层 21 的下方设置散热器 17 并在散热器 17 的下表面设置散热褶皱 17A，极大地增加了智能散热模块 100 的散热面积，使绝缘层 21 无需使用高导热材料即可满足功率元件的散热要求；同时，智能功率模块 10 在应用过程中，外部无需再接散热器，降低了应用难度和应用成本，提高了装配品质。该种结构在降低成本的同时提高了可靠性，并且可设计成与现行智能功率模块的功能及引脚兼容，便于智能功率模块 10 的推广应用。

[0044] 散热器 17 的种类可形成为多种，例如，根据本实用新型的一些实施例，散热器 17 可由湿式碳素复合材料功能纸构成。实际制备时可由粉末和纤维状碳素材料复合加工成石墨质，材料可耐受 350℃以上的高温并可根据需要折叠成任意形状，从而得到散热皱褶 17A。由该种纸质材料构成的纸质散热器重量轻，智能功率模块 10 总体重量降低，便于长途运输和工人装配，降低了成本。

[0045] 为了提高散热器 17 的抗腐蚀性和防水性能，散热器 17 的表面可进行防水处理，使散热器 17 的表面可形成防水处理层。

[0046] 散热器 17 与散热褶皱 17A 可一体形成。其中，散热器 17 的形状平整、散热皱褶 17A 的形状不规则，以提高散热面积。散热褶皱的结构可形成为多种，例如，如图 1(B) 所示，散热褶皱可以形成为多个纵截面为空心倒三角的结构。

[0047] 可以理解的是，散热器 17 和与散热皱褶 17A 也可以采用其它材料制造形成，例如，散热器 17 和与散热皱褶 17A 可以采用湿式碳素复合材料制造，其中，散热器 17 和与散热皱

褶 17A 的厚度（沿上下方向延伸的尺寸）不同。为了增加机械强度，散热器 17 采用了较厚的湿式碳素复合材料，厚度可在 1.2mm-1.8mm 之间变化，例如，厚度可设计为 1.5mm。为了降低成本和增加皱褶的密度，散热皱褶 17A 采用了较薄的湿式碳素复合材料，厚度可在 0.3mm-0.7mm 之间变化，例如，厚度可设计为 0.5mm。

[0048] 为方便描述，在此，散热器 17 的具有散热皱褶 17A 的一面可称为散热器 17 的背面，相对面可称为散热器 17 的表面。根据本实用新型的一些实施例，散热褶皱 17A 在散热器 17 下表面上的正投影面积小于散热器 17A 下表面的面积。散热褶皱 17A 的外周缘与散热器 17 的下表面的外周缘之间所间隔的距离大于 1mm。也就是说，散热皱褶 17A 并不能完全覆盖散热器 17 的背面，而是在散热器 17 的背面的边缘流出至少 1mm 的平整位置。

[0049] 如图 1(B) 所示，密封树脂 12 的下表面可与散热器 17 的背面平齐设置。由此，散热褶皱 17A 不会被密封树脂 12 密封，从而不会影响到散热褶皱 17A 的散热性能。密封树脂 12 可通过传递模方式使用热硬性树脂模制成，也可通过注入模方式使用热塑性树脂模制成。在此，树脂 12 完全密封纸质散热器 17 上表面上的所有元素。

[0050] 绝缘层 21 可以采用日东、日化、电化等厂家的绝缘材料。为了提高绝缘层 21 的导热性，绝缘层 21 可以为导热绝缘层，导热绝缘层内设有导热物质，导热物质可以为二氧化硅、氮化硅和碳化硅中的至少一种，二氧化硅、氮化硅和碳化硅可以为球形或角状。具体在制造时，可以在绝缘材料中可以加入二氧化硅、氮化硅、碳化硅等掺杂，并通过热压方式压合在散热器 17 的上表面。

[0051] 电路布线 18 可以由铜等金属构成，形成于绝缘层 21 上的特定位置。根据功率需要，可设计成 0.035mm 或 0.07mm 等的尺寸的厚度。对于一般的智能功率模块 10 而言，优先考虑设计成 0.07mm。在本实用新型的一个示例中，电路布线 18 采用了 0.07mm 的厚度。

[0052] 另外，根据本实用新型的一些实施例，绝缘层 21 的至少一侧的边缘设有多个焊垫 18A，多个焊垫 18A 分别与多个电路布线 18 一体形成。焊垫 18A 可以由电路布线 18 构成。如图 1(C) 所示，在绝缘层 21 的一侧的边缘设置了多个对准排列的焊垫 18A。根据功能需要，也可在绝缘层 21 的多个边缘处设置多个对准排列的焊垫 18A。

[0053] 功率元件 19 和非功率元件 14 被固定在电路布线 18 上构成规定的电路。可选地，功率元件 19 可以采用 IGBT 管、高压 MOSFET 管、高压 FRD 管等元件，功率元件 19 通过金属线 15 与电路布线 18 等连接。非功率元件 14 可以采用集成电路、晶体管或二极管等有源元件、或者电容或电阻等无源元件。面朝上安装的有源元件等通过金属线 15 与电路布线 18 连接。

[0054] 金属线 15 可以是铝线、金线或铜线等，通过邦定使各功率元件 19 之间、各非功率元件 14 之间以及各电路布线 18 之间建立电连接关系，有时还用于使引脚 11 和电路布线 18、引脚 11 和功率元件 19 或者引脚 11 和非功率元件 14 之间建立电连接关系。

[0055] 如图 1(C) 所示，智能功率模块 10 的一侧设有多个引脚 11，多个引脚 11 的一端分别与多个焊垫 18A 相连。也就是说，引脚 11 被固定在设于由绝缘层 21 和电路布线 18 等构成的电路基板 16 的一个边缘的焊垫 18A 上，其具有例如与外部进行输入、输出的作用。其中，引脚 11 和焊盘 18A 可以通过焊锡等导电电性粘结剂焊接。引脚 11 可形成为金属件，引脚 11 的表面可以设有镍锡合金层。例如，引脚 11 可以采用铜等金属制成，铜表面通过化学镀和电镀形成一层镍锡合金层，合金层的厚度一般为 5μm，镀层可保护铜不被腐蚀氧化，并

可提高可焊接性。

[0056] 为了使本申请的智能功率模块更为详尽具体，下面结合附图详细描述该智能功率模块的制造方法。

[0057] 如图 2 所示，智能功率模块的制造方法可以包括以下步骤：

[0058] S1：制造散热器和引脚，散热器的上表面形成为平面，散热器的下表面设有散热褶皱。

[0059] S2：在散热器的上表面上设置绝缘层，并在绝缘层的上表面上形成多个电路布线。

[0060] S3：在多个电路布线上分别设置多个功率元件和非功率元件，在每个电路布线上设置与外部相连的引脚。

[0061] S4：用金属线连接功率元件、非功率元件和电路布线。

[0062] S5：烘烤所述散热器并模制密封树脂，并对引脚进行成型，得到智能功率模块。

[0063] 该智能功率模块的制造方法的有益效果是：在纸质散热器上形成电路布线并完成有序加工，重量更轻的散热器对加工时所用载具要求低，定位容易，降低了制造成本，提高了过程合格率，省去了将功率元件贴装到内部散热器的工序，降低了设备投资费用。

[0064] 其中，散热器可以为湿式碳素复合材料功能纸质散热器。

[0065] 在步骤 S2 中，设置所述绝缘层的步骤为在绝缘材料中掺杂球形或角状的二氧化硅、氮化硅和碳化硅中的至少一种，然后热压在散热器的上表面上。在绝缘层的上表面上设置多个电路布线的同时，也可以设置多个焊垫。

[0066] 在所述步骤 S3 中，在电路布线上设置好引脚后还可进一步对所述散热器进行清洗。

[0067] 在步骤 S5 中，散热器进行烘烤的条件为：在在无氧环境中，烘烤时间大于 2h，烘烤温度为 110-140℃。

[0068] 进一步地，智能功率模块制造方法还可以包括步骤 S6：对智能功率模块进行模块功能测试。其中，模块功能测试包括绝缘耐压、静态功耗和延迟时间测试。

[0069] 以下结合附图进一步对采用上述制造方法制造根据本实用新型实施例的智能功率模块 10 的几个工序进行详细描述。

[0070] 一、制造散热器和散热褶皱

[0071] 具体而言，该工序为形成大小合适的湿式碳素复合材料形成纸质散热器 17 和散热皱褶 17A 的工序。

[0072] 首先，参照图 3(A) 和图 3(B)，根据需要的电路布局设计大小合适的纸质散热器 17。对于一般的智能功率模块，一枚的大小可选取 64mm×30mm，厚度为 1.5mm，对两面进行如涂敷防水胶的防蚀、防水处理。

[0073] 参考图 3(C)，使用具有角形或球形掺杂的绝缘材料和铜材，通过同时热压的方式，使绝缘材料形成于纸质散热器 17 的表面并作为绝缘层 21、铜材形成于绝缘层 21 表面作为铜箔层 18B。在此，为了提高耐压特性，绝缘层 21 的厚度可以设计为 110μm。为了提高散热特性，绝缘层 21 的厚度可以设计为 70μm。为了提高通流能力，铜箔层 18B 的厚度可以设计成 0.07mm。为了降低成本，铜箔层 18B 的厚度可以设计成 0.035mm 或 0.0175mm。

[0074] 参考图 3(D) 和沿图 3(D) 的 X-X’线的截面图 3(E)，将铜箔层 18B 的特定位置腐蚀掉，剩余部分为电路布线 18 及焊垫 18A。

[0075] 参考图 3(F)，使用厚度为 0.5mm 的湿式碳素复合材料形成不规则形状，作为散热皱褶 17A。对两面进行如涂敷防水胶的防蚀、防水处理。

[0076] 参考图 3(G)，使用耐受温度在 300℃以上的耐高温胶水，将散热皱褶 17A 粘附在纸质散热器 17 的背面，在此，散热皱褶 17A 不能完全覆盖纸质散热器 17 的背面，在纸质散热器 17 的背面的边缘需要流出至少 1mm 的平整位置。

[0077] 二、制造引脚

[0078] 该工序为制成独立的带镀层的引脚 11 的工序。

[0079] 每个引脚 11 都是用铜基材，通过冲压或者蚀刻的方式，制成如图 4(A) 所示的一排引脚 11。在本实施例中，引脚 11 由 12 个单独的引脚单元通过加强筋 11A 连接。如图 4(B) 所示，单独的引脚单元为长度 C 为 25mm，宽度 K 为 1.5mm，厚度 H 为 1mm 的长条状。为便于装配，也可以在引脚单元的一端压制出一定的弧度，如图 4(C) 所示。

[0080] 然后通过化学镀的方法形成镍层。具体为通过镍盐和次亚磷酸钠混合溶液，并添加了适当的络合剂，在已形成特定形状的铜材表面形成镍层。由于金属镍具有很强的钝化能力，能迅速生成一层极薄的钝化膜，能抵抗大气、碱和某些酸的腐蚀。镀镍结晶极细小，镍层厚度一般为 0.1μm。

[0081] 接着通过酸性硫酸盐工艺，在室温下将已形成形状和镍层的铜材浸在带有正锡离子的镀液中通电，在镍层表面形成镍锡合金层。合金层一般控制在 5μm，合金层的形成极大提高了保护性和可焊性。

[0082] 三、在电路布线上装配元器件

[0083] 具体而言，该工序为在电路布线 18 表面装配功率元件 19、非功率元件 14 和在焊垫 18A 表面装配引脚 11 的工序。

[0084] 首先，通过锡膏印刷机，使用钢网，对绝缘层 21 上的电路布线 18 的特定位置和焊垫 18A 进行锡膏涂装。为了提高爬锡高度，可使用 0.15mm 厚度的钢网。为了降低功率器件 19 和非功率元件 14 移位的风险，可使用 0.12mm 厚度的钢网。本实施例中，使用的功率元件 19 的高度为 0.07mm，为最轻的元器件，所以钢网厚度选择 0.12mm 厚度的钢网。

[0085] 然后，参照侧视图图 5(A) 和俯视图图 5(B)，进行功率元件 19、非功率元件 14 和引脚 11 的安装。功率元件 19 和非功率元件 14 可直接放置在电路布线 18 的特定位置，而引脚 11 则一端要安放在焊盘 18A 上，另一端需要载具 20 进行固定，载具 20 通过合成石等材料制成。在此，载具 20 需要进行底部镂空处理，使散热皱褶 17A 露出，纸质散热器 17 背面边缘至少 1mm 的未被散热皱褶 17A 覆盖的位置与载具 20 接触起支撑作用。

[0086] 然后，放于载具 20 上的绝缘层 21 通过回流焊，以及锡膏固化，非功率元件 14 和引脚 11 被固定。在此，可选用溶解温度为 280℃的锡膏。

[0087] 四、清洗散热器

[0088] 本工序是清洗纸质散热器 17 的工序。

[0089] 首先将纸质散热器 17 放入清洗机中进行清洗，将回流焊时残留的松香等助焊剂及冲压时残留的铝线等异物洗净，根据非功率元件 14 在电路布线 18 的排布密度，清洗可通过喷淋或超声或两者结合的形式进行。

[0090] 清洗时，通过机械臂夹持引脚 11，将纸质散热器 17 置于清洗槽中，并要注意不要让机械臂触碰纸质散热器 17，因为纸质散热器 17 具有脆性并容易形变，如果机械臂夹持纸

质散热器 17，在清洗时产生的震动，容易造成纸质散热器 17 发生崩裂。

[0091] 五、连接工序

[0092] 本工序为使功率元件 19、非功率元件 14、散热器 13 和电路布线 18 间形成连接的工序。

[0093] 根据通流能力需要，选择适当直径的铝线作为邦定线，对于用于信号控制的集成电路，也可考虑使用金线作为邦定线。在本实施例中，全部选择铝线，一般来说，对功率元件 19 的邦定使用 350μm-400μm 的铝线，对非功率元件 14 的邦定使用 38μm-200μm 的铝线，对散热器 13 的邦定使用 350μm-400μm 的铝线。

[0094] 此工序完成后的制品参看侧视图图 6(A) 和俯视图图 6(B)。

[0095] 六、密封散热器

[0096] 本工序是由密封树脂 12 密封纸质散热器 17 的工序。图 7 表示使用模具 50 由密封树脂 12 密封纸质散热器 17 的工序的剖面图。

[0097] 首先，在无氧环境中对纸质散热器 17 进行烘烤，烘烤时间不应小于 2 小时，烘烤温度和选择 125℃。

[0098] 将配置好引脚 11 的纸质散热器 17 搬送到模型 44 及 45。通过使引脚 11 的特定部分与固定装置 46 接触，进行纸质散热器 17 的定位。

[0099] 合模时，在形成于模具 50 内部的模腔中放置纸质散热器 17，然后由浇口 53 注入密封树脂 12。进行密封的方法可采用使用热硬性树脂的传递模模制或使用热硬性树脂的注入模模制。而且，对应自浇口 53 注入的密封树脂 12 模腔内部的气体通过排气口 54 排放到外部。

[0100] 在此，纸质散热器 17 的背面紧贴在下模 45 上。为了加强贴合，也可在上模增加顶针，但仍会有少量密封树脂 12 进入到纸质散热器 17 的背面和下模 45 之间，因此，在脱模后，需要进行激光蚀刻或者研磨，将残留在纸质散热器 17 背面的少量密封树脂 12 去除，使纸质散热器 17 的背面从密封树脂 12 露出，而纸质散热器 17 的背面以上的部分被密封树脂 12 密封。

[0101] 七、引脚成型、模块功能测试

[0102] 参照图 8 所示，本工序是进行引脚 11 切筋成型并进行模块功能测试的工序，智能功率模块 10 经由此工序作为制品完成。

[0103] 在前工序即传递模模装工序使除引脚 11 以外的其他部分都被树脂 12 密封。本工序根据使用的长度和形状需要，例如，在虚线 51 的位置将外部引脚 11 切断，有时还会折弯成一定形状，便于后续装配。

[0104] 然后将模块放入测试设备中，进行常规的电参数测试，一般包括绝缘耐压、静态功耗、迟延时间等测试项目，测试合格者为成品。利用上述工序，完成图 1(A) 至图 1(C) 所示的智能功率模块 10。

[0105] 由于根据本实用新型实施例的智能功率模块 10 的其他构成以及制造方法的其他操作步骤等对于本领域的普通技术人员来说是可知的，在此不再详细描述。

[0106] 在本实用新型的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本实用新型和简化描述，而不是指示或暗

示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0107] 在本实用新型的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0108] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0109] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0110] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0111] 尽管上面已经示出和描述了本实用新型的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本实用新型的限制，本领域的普通技术人员在本实用新型的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

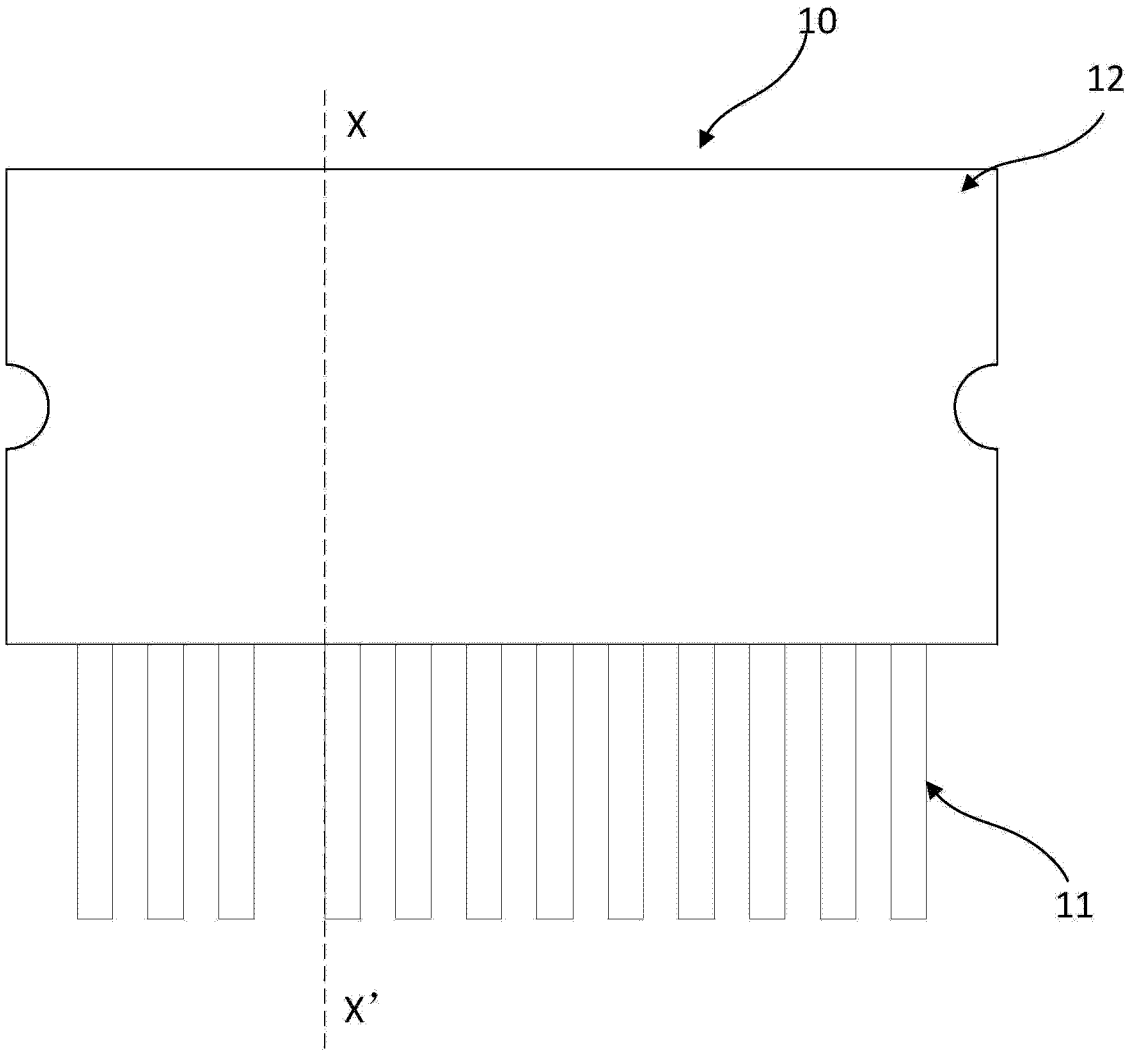


图 1(A)

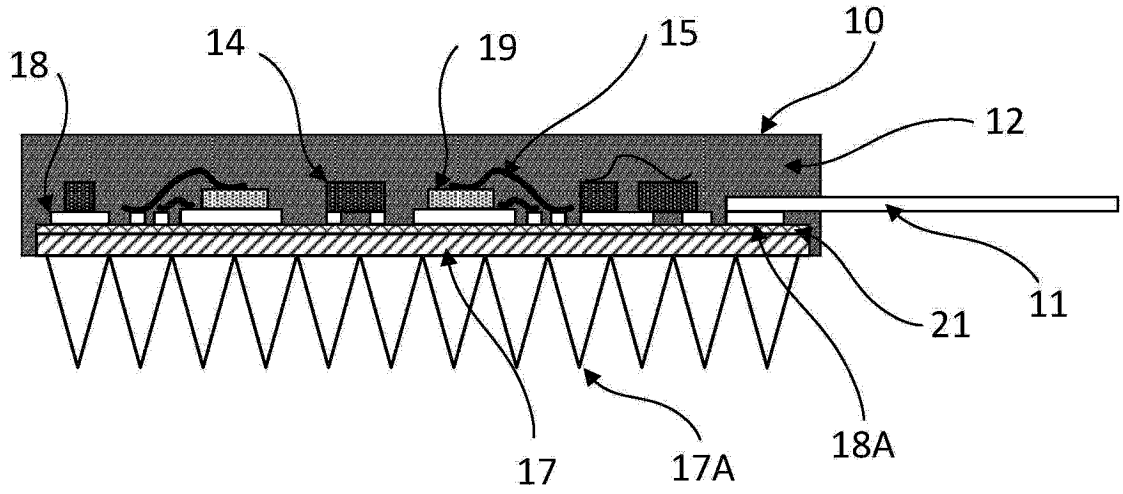


图 1(B)

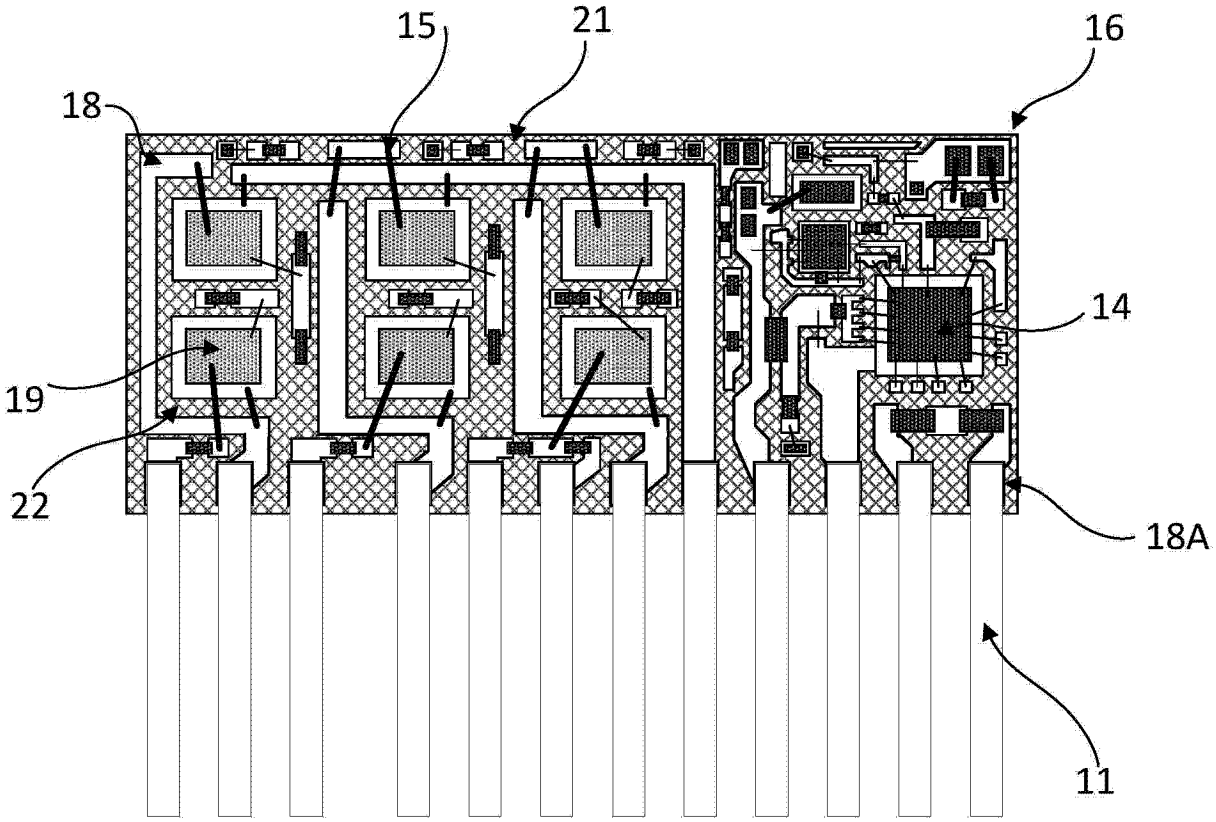


图 1(C)

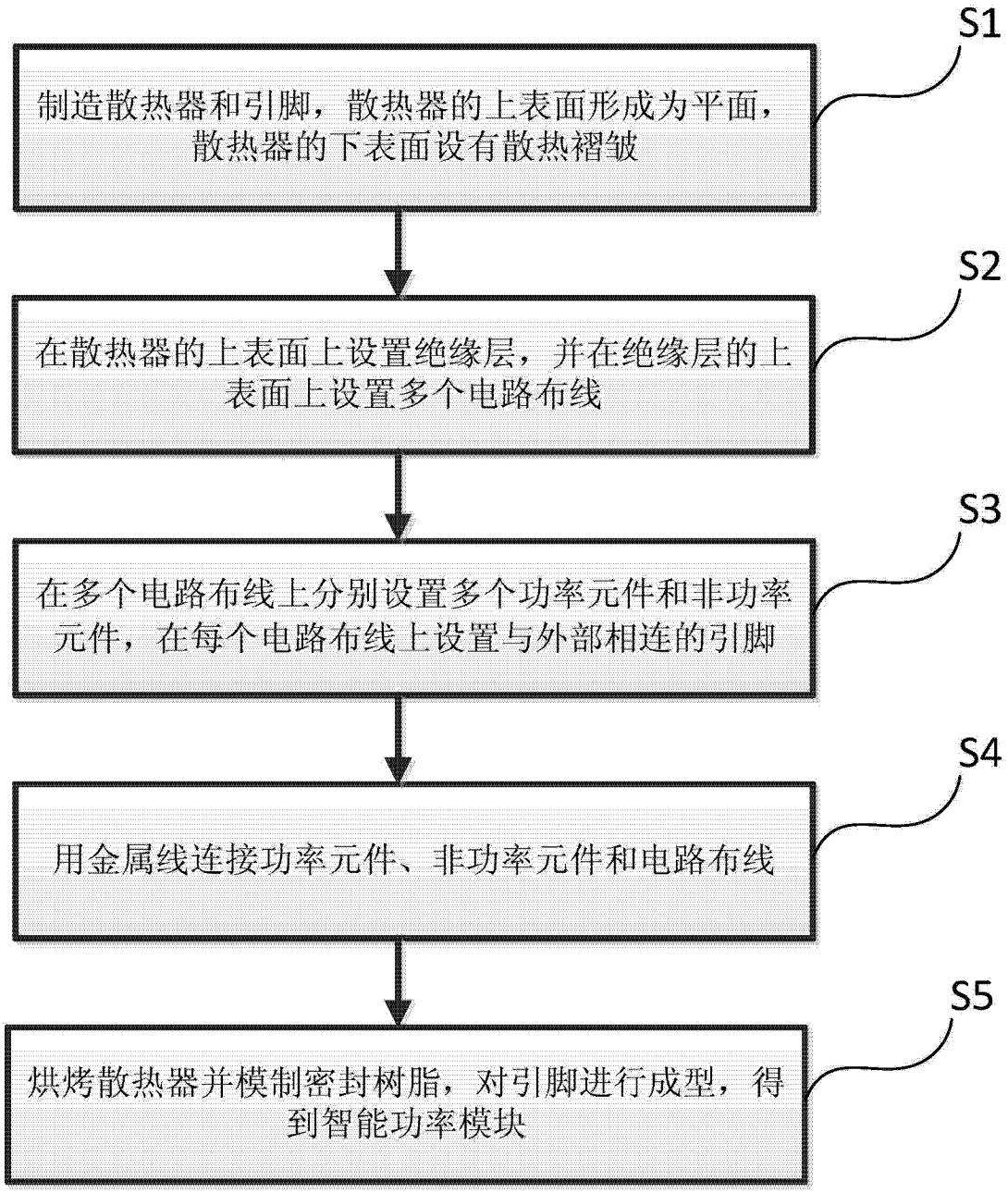

S1
制造散热器和引脚，散热器的上表面形成为平面，散热器的下表面设有散热褶皱
S2
在散热器的上表面上设置绝缘层，并在绝缘层的上表面上设置多个电路布线
S3
在多个电路布线上分别设置多个功率元件和非功率元件，在每个电路布线上设置与外部相连的引脚
S4
用金属线连接功率元件、非功率元件和电路布线
S5
烘烤散热器并模制密封树脂，对引脚进行成型，得到智能功率模块

图 2

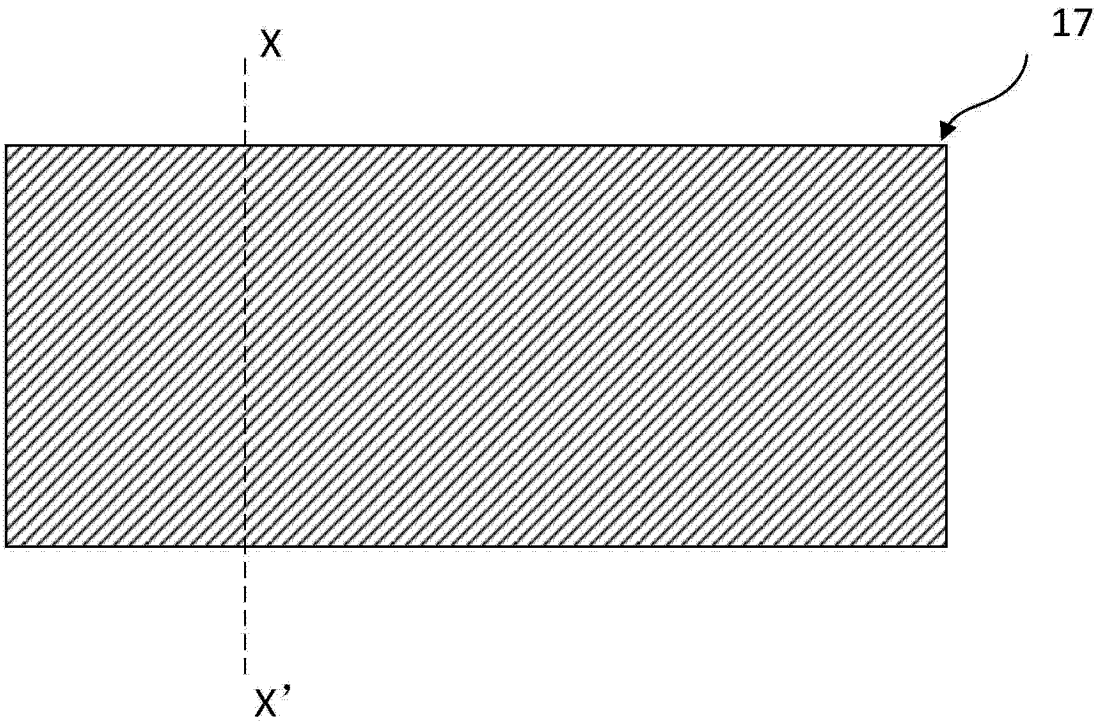


图 3(A)

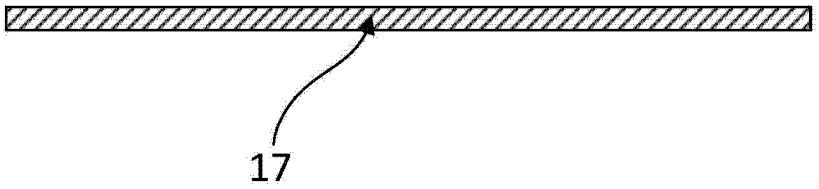


图 3(B)

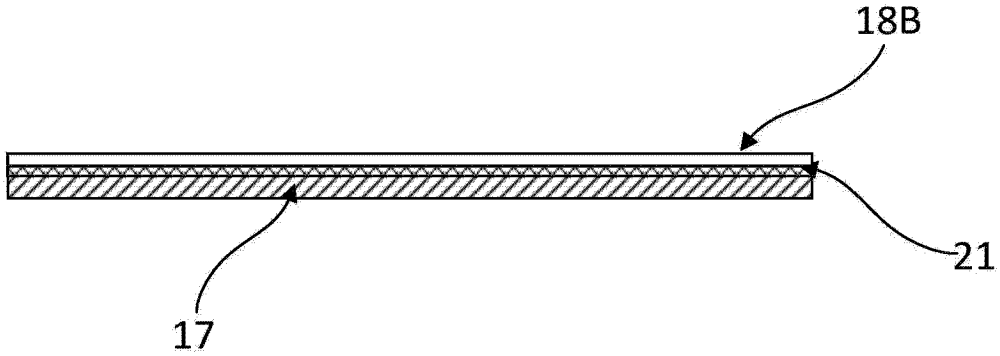


图 3(C)

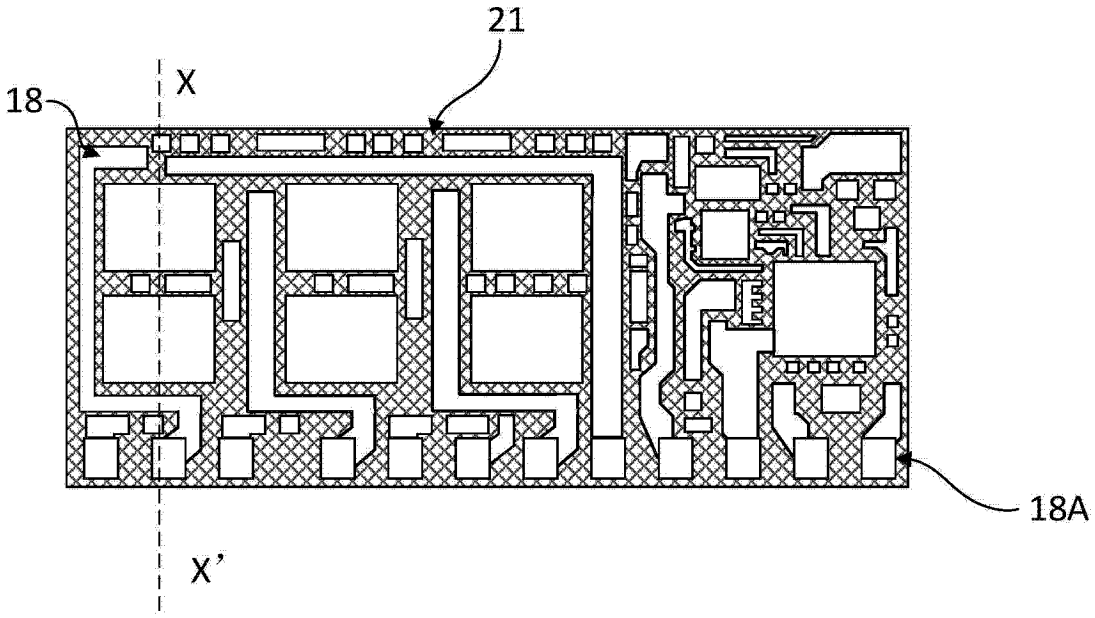


图 3(D)

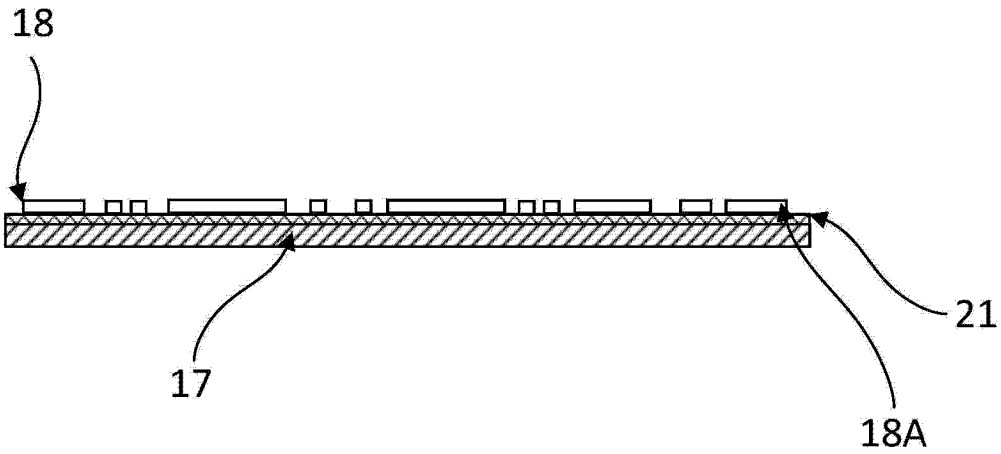


图 3(E)

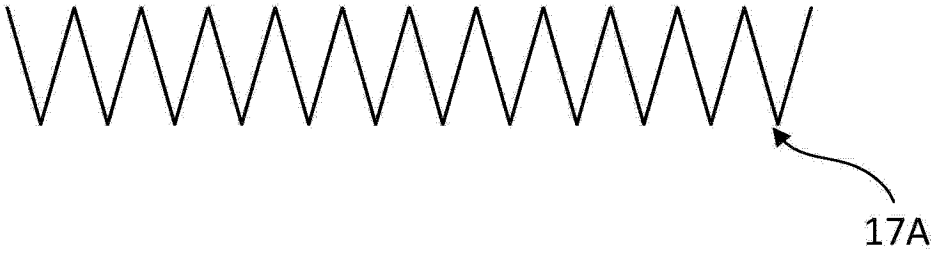


图 3(F)

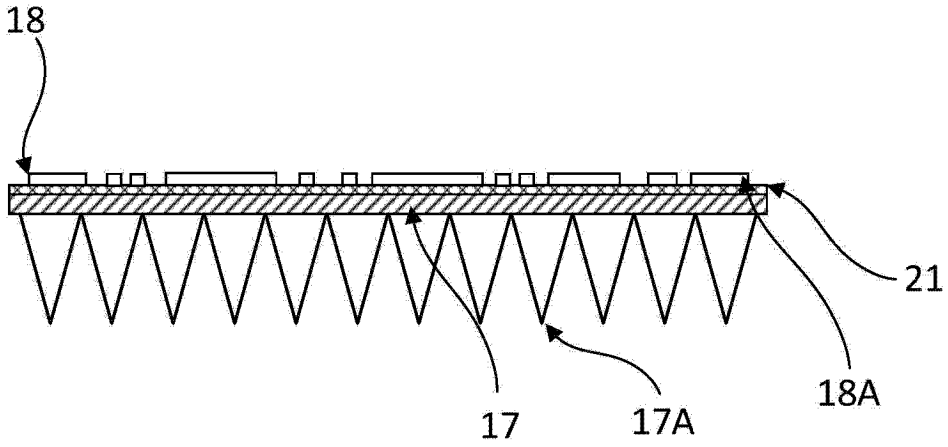


图 3(G)

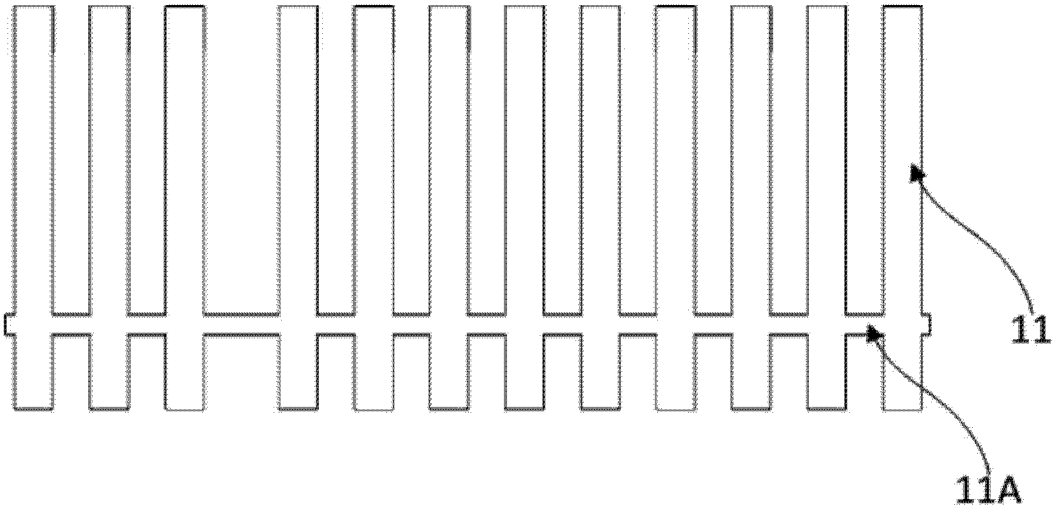


图 4(A)

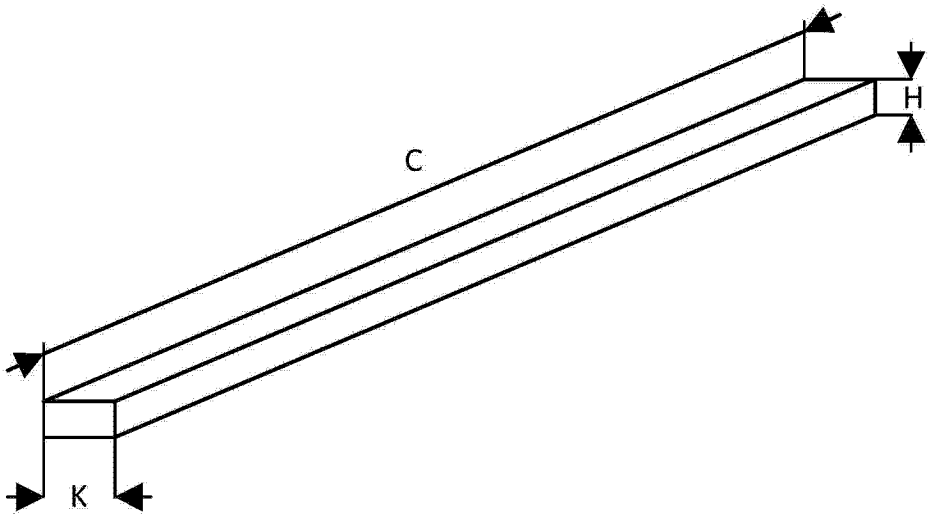


图 4(B)

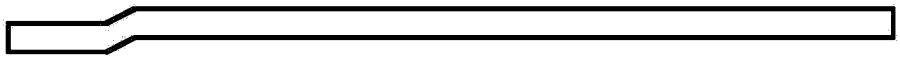


图 4(C)

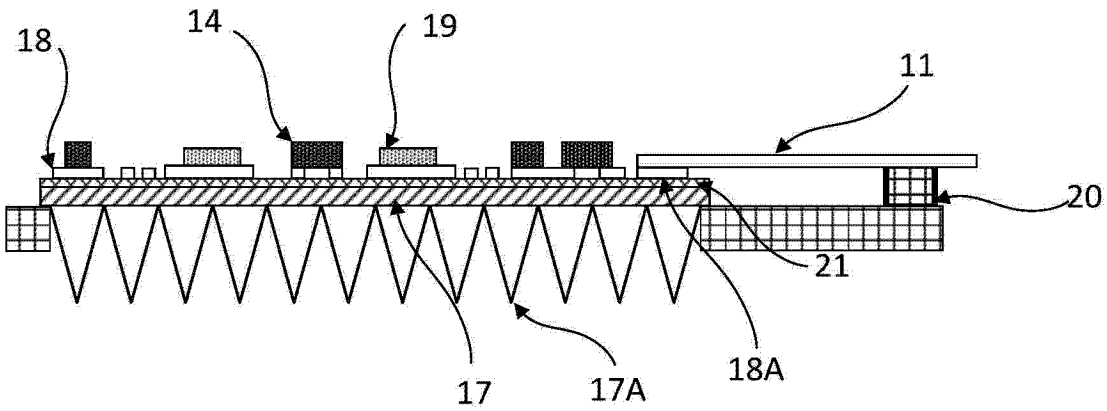


图 5(A)

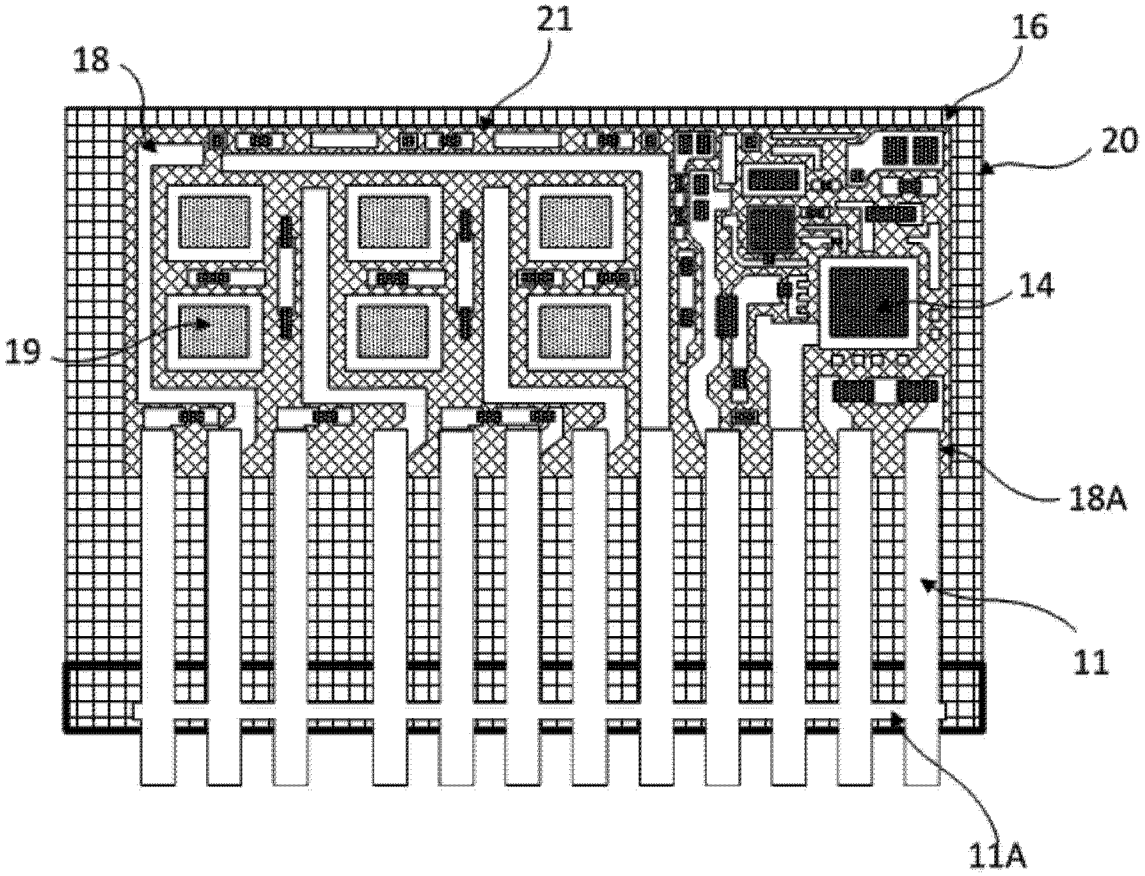


图 5(B)

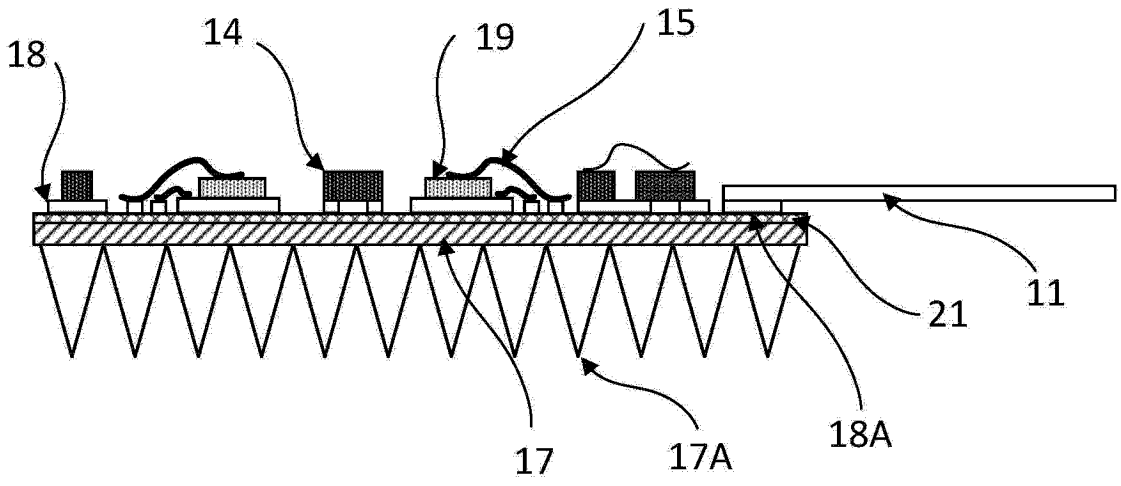


图 6(A)

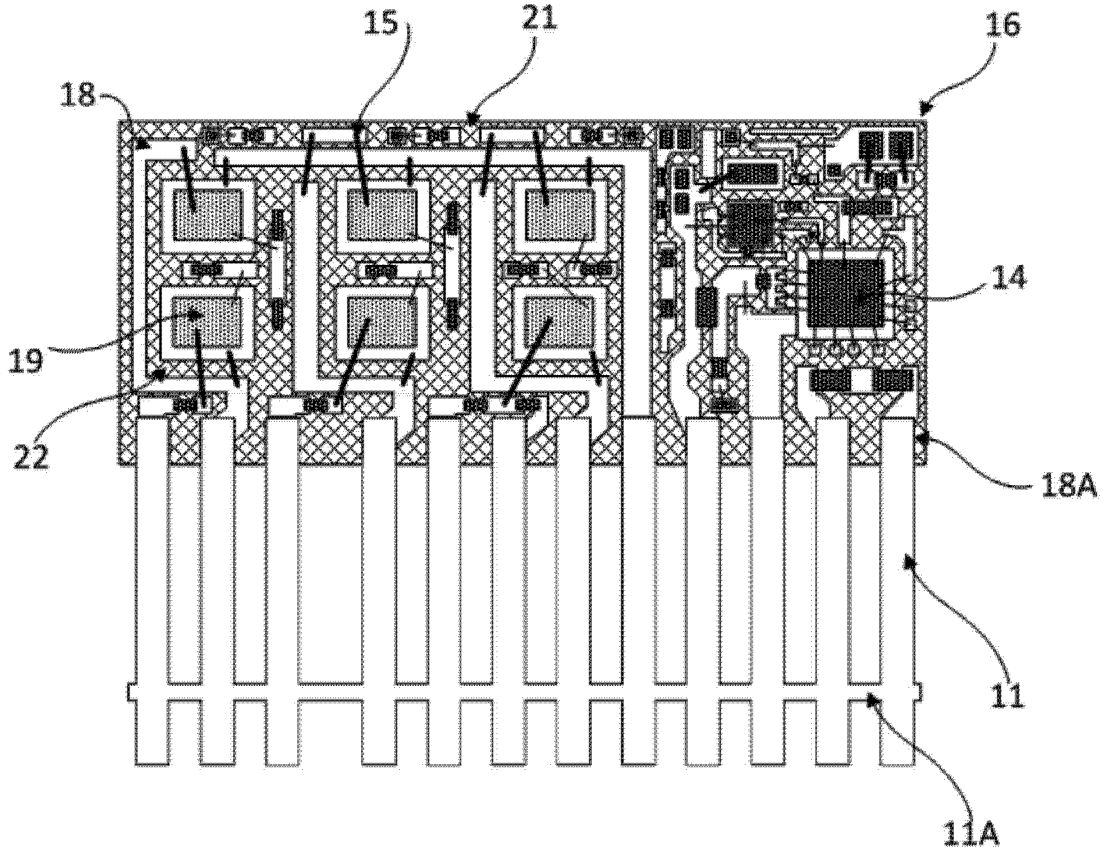

15
21
16
18
14
19
22
18A
11
11A

图 6(B)

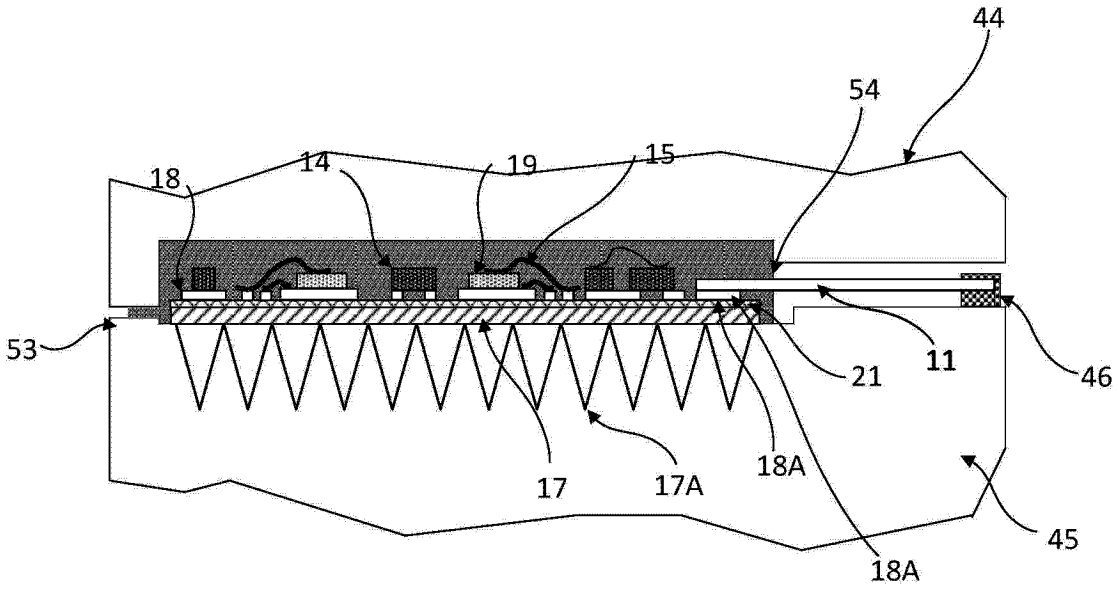

44
54
18
14
19
15
53
21
11
46
17
17A
18A
45
18A

图 7

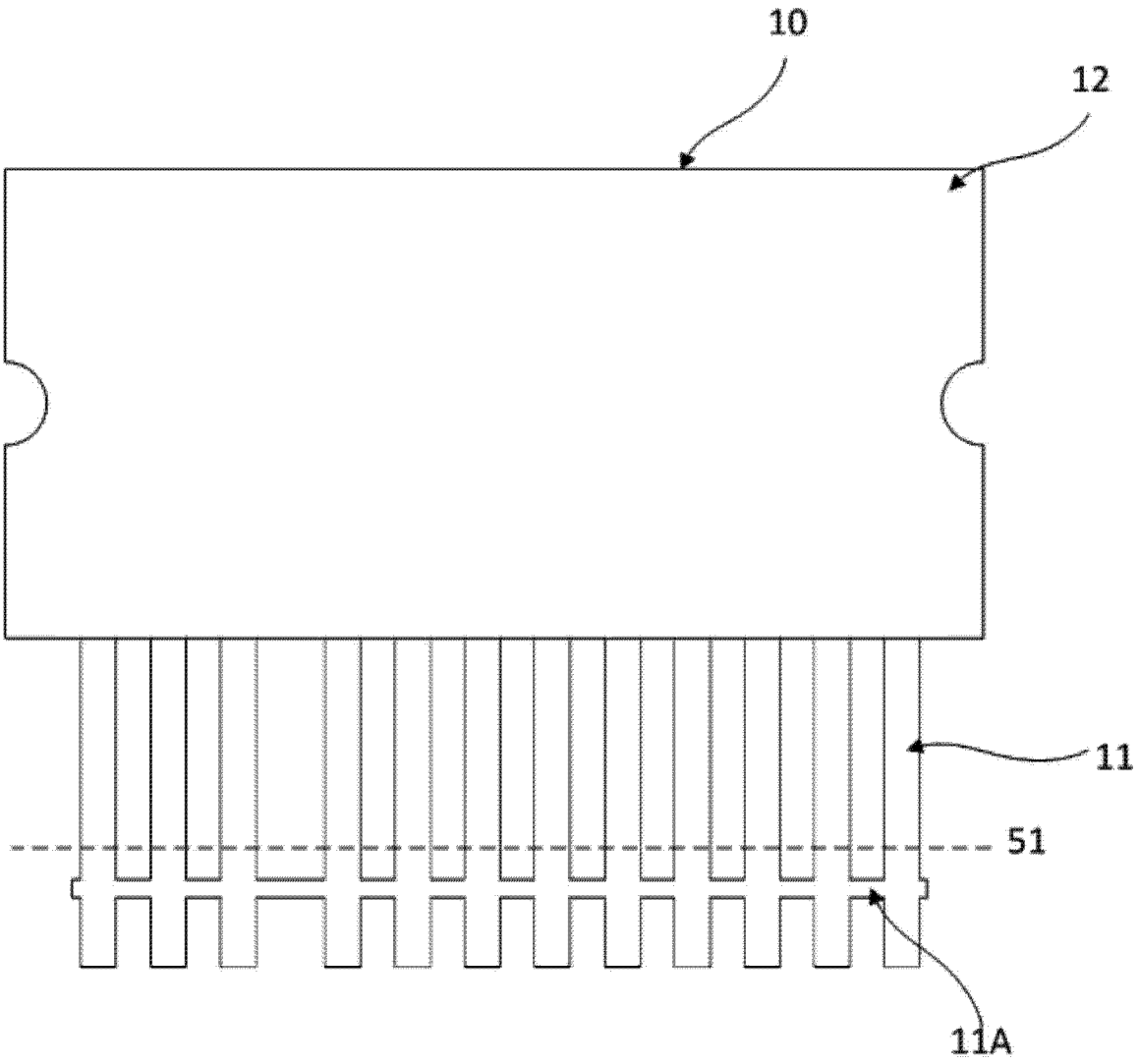


图 8