(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106024651 A
(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610616058.8

(22)申请日 2016.07.29

(71)申请人 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林港路
申请人 美的集团股份有限公司

(72)发明人 冯宇翔

(74)专利代理机构 深圳中一专利商标事务所 44237
代理人 张全文

(51)Int.Cl.
H01L 21/56(2006.01)
H01L 23/31(2006.01)
H01L 23/367(2006.01)
H01L 23/495(2006.01)
H01L 25/16(2006.01)

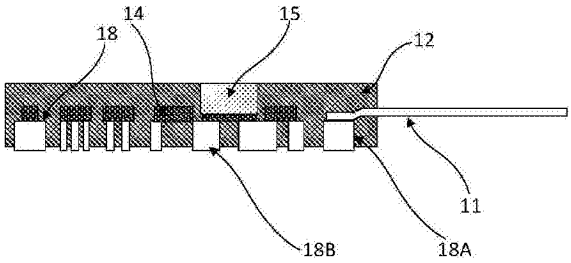
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种智能功率模块及其制造方法

(57)摘要

一种智能功率模块及其制造方法，智能功率模块包括：作为载体的电路布线层，所述电路布线层具有上表面和与该上表面相对的下表面；倒扣并焊接于所述电路布线层的上表面预定位置的电路元件；贴装于所述电路元件中的功率元件的散热器；及覆盖所述电路布线层的上表面和所述电路元件，并使所述散热器部分表面裸露的密封层。不再需要金属基板，通过可重复利用的底板固定电路布线层进行加工，通过树脂进行最后固定，不再需要金属邦定线，节省了成本，将电路布线背面和散热片完全露出在树脂外面，最大限度提高散热效果，电路布线间的间隙完全暴露，湿气难以附着，并且，即使外部湿气内侵，因为已不存在金属线，已难以构成腐蚀。



CN 106024651 A

1.一种智能功率模块,其特征在于,包括:

作为载体的电路布线层,所述电路布线层具有上表面和与该上表面相对的下表面;

倒扣并焊接于所述电路布线层的上表面预定位置的电路元件;

贴装于所述电路元件中的功率元件的散热器;及

覆盖所述电路布线层的上表面和所述电路元件,并使所述散热器部分表面裸露的密封层。

2.如权利要求1所述的智能功率模块,其特征在于,还包括引脚,所述电路布线层包括靠近边缘的引脚焊盘,所述引脚与所述引脚焊盘连接并自所述电路布线外延伸。

3.如权利要求2所述的智能功率模块,其特征在于,所述引脚表面覆盖有镀层。

4.如权利要求1所述的智能功率模块,其特征在于,所述功率元件为平面功率器件。

5.如权利要求1所述的智能功率模块,其特征在于,所述散热器为散热片。

6.如权利要求1所述的智能功率模块,其特征在于,所述密封层为树脂层。

7.一种智能功率模块的制造方法,其特征在于,包括以下步骤:

利用金属板材制作作为载体的电路布线层;

于所述电路布线层的表面装配电路元件,其中,所述电路元件以倒扣的方式装配;

于所述电路元件中的功率元件上贴装散热器;

于所述电路布线层的表面包覆密封层,将所述电路元件覆盖并使所述散热器至少部分表面裸露。

8.如权利要求7所述的智能功率模块的制造方法,其特征在于,在所述于所述电路布线层的表面包覆密封层,将所述电路元件覆盖并使所述散热器部分表面裸露的密封层步骤具体为:

在所述电路布线层的表面周围设置热硬性树脂框;

在所述热硬性树脂框的范围内注入热塑性树脂以密封所述电路布线层和电路元件。

9.如权利要求7所述的智能功率模块的制造方法,其特征在于,在所述于所述电路布线层的表面装配电路元件步骤之前还包括:

制成独立的带镀层的引脚;具体包括:

选取铜基材,对铜基材通过冲压或蚀刻的方式,制成一排引脚,引脚之间通过加强筋连接;

在所述引脚表面依次形成镍层和镍锡合金层,得到带镀层的引脚;

通过回流焊焊接所述引脚于所述电路布线层边缘的引脚焊盘上。

10.如权利要求7所述的智能功率模块的制造方法,其特征在于,在所述于所述电路布线层的表面包覆密封层,将所述电路元件覆盖并使所述散热器至少部分表面裸露的密封层的步骤之前还包括以下步骤:

清除残留在所述绝缘层的助焊剂。

一种智能功率模块及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明属于电子器件制造工艺领域，尤其涉及一种智能功率模块及其制造方法。

背景技术

[0002] 智能功率模块(Intelligent Power Module，IPM)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。IPM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。IPM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，IPM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] 智能功率模块一般会工作在恶劣的工况中，如变频空调的室外机，高温高湿的状态下，高温会使智能功率模块内部温度升高，对于现行智能功率模块被所述密封树脂完全密封的结构，智能功率模块内部非常容易产生热积聚，高湿会使水气通过所述密封树脂与引脚之间的间隙进入所述智能功率模块的内部电路，所述智能功率模块内部的高温使离子，特别是氯离子和溴离子在水气的作用下发生迁移，对金属线产生腐蚀，这种腐蚀往往出现在金属线与电路元件或金属线与所述电路布线的结合部，导致开路，对智能功率模块构成致命破坏，严重时会使智能功率模块发生失控爆炸事故，对其应用环境构成损害，造成重大经济损失。

[0004] 另外，智能功率模块有不同功率的器件，对于不同功率的器件，金属线的材质和粗细各不相同，增加了智能功率模块的加工难度，购买不同的邦线设备还增加了加工成本，并且，多种邦线工艺的组合使所述智能功率模块的制造直通率变低，生产良率难以提高。最终导致所述智能功率模块的成本居高不下，影响了智能功率模块的普及应用。

发明内容

[0005] 本发明旨在解决现有技术的不足，提供一种高可靠性的智能功率模块及适应此种结构的工序流程作为制造方法，可在保证智能功率模块有更良好接触可靠性的同时降低了智能功率模块的成本。

[0006] 本发明是这样实现的，一种智能功率模块，包括：

[0007] 作为载体的电路布线层，所述电路布线层具有上表面和与该上表面相对的下表面；

[0008] 倒扣并焊接于所述电路布线层的上表面预定位置的电路元件；

[0009] 贴装于所述电路元件中的功率元件的散热器；及

[0010] 覆盖所述电路布线层的上表面和所述电路元件，并使所述散热器部分表面裸露的密封层。

[0011] 进一步地，还包括引脚，所述电路布线层包括靠近边缘的引脚焊盘，所述引脚与所述引脚焊盘连接并自所述电路布线外延伸。

[0012] 进一步地，所述引脚表面覆盖有镀层。

[0013] 进一步地，所述功率元件为平面功率器件。

[0014] 进一步地，所述散热器为散热片。

[0015] 进一步地，所述密封层为树脂层。

[0016] 上述智能功率模块的有益效果是：不再需要金属基板，通过可重复利用的底板固定电路布线层进行加工，通过树脂进行最后固定，不再需要金属邦定线，节省了成本，将电路布线背面和散热片完全露出在树脂外面，最大限度提高散热效果，电路布线间的间隙完全暴露，湿气难以附着，并且，即使外部湿气内侵，因为已不存在金属线，已难以构成腐蚀。

[0017] 本发明的另一目的在于提供一种智能功率模块的制造方法，包括以下步骤：

[0018] 利用金属板材制作作为载体的电路布线层；

[0019] 于所述电路布线层的表面装配电路元件，其中，所述电路元件以倒扣的方式装配；

[0020] 于所述电路元件中的功率元件上贴装散热器；

[0021] 于所述电路布线层的表面包覆密封层，将所述电路元件覆盖并使所述散热器至少部分表面裸露。

[0022] 上述智能功率模块的制造方法有益效果是：免去制作基板及其上的绝缘层的工序，通过底座进行定位，降低了塑封时定位的难度，底部完全露出，降低了注胶时上下表面厚度悬殊对参数控制的难度，免去了金属线邦定和清洗工序，节省了设备投入，提高了生产效率，降低了工艺管控要求，使智能功率模块的制造难度大幅下降，制造良率得到提高，进一步降低了智能功率模块的成本。

附图说明

[0023] 图1(A)为本发明实施例提供的智能功率模块的俯视图；

[0024] 图1(B)是图1(A)中沿X-X'线的剖面图；

[0025] 图1(C)是本发明的智能功率模块去掉密封层后的俯视图；

[0026] 图1(D)是本发明的智能功率模块的下表面俯视图；

[0027] 图2为本发明实施例提供的智能功率模块的制造工艺流程图；

[0028] 图3(A)、3(B)分别是本发明智能功率模块的制造方法中制作电路布线的俯视和侧视工序示意图；

[0029] 图4(A)为引脚的尺寸标示图；

[0030] 图4(B)为制作引脚的工序示意图；

[0031] 图5为在功率元件的底部贴装在散热片的工序示意图

[0032] 图6(A)为在底座上配置电路布线的工序示意图；

[0033] 图6(B)和6(C)分别为装配电路元件、引脚的侧视和俯视工序示意图；

[0034] 图7为智能功率模块的制造方法的密封工序示意图；

[0035] 图8为智能功率模块的制造方法的检测工序示意图；

[0036] 图9为智能功率模块的制造方法的工序流程图。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合

附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0038] 如图1(A)、图1(B)、图1(C)、图1(D)所示，智能功率模块包括电路布线层(电路布线)18、电路元件14、散热器15构成的电路，和配置在所述电路布线层18边缘的引脚11，和密封该电路且完全覆盖所述电路元件14和所述电路布线18上表面的密封层12。其中，图1(A)是本发明的智能功率模块10的上表面俯视图，所述散热器15从上表面露出，图1(B)是沿图1(A)的X-X'线的截面图，图1(C)是去掉覆盖所述电路元件14的所述密封层12后的俯视图，图1(D)是本发明的智能功率模块10的下表面俯视图，所述电路布线18从下表面露出。

[0039] 具体地，电路布线层18作为智能功率模块10的载体，所述电路布线层18具有上表面和与该上表面相对的下表面；电路元件14倒扣并焊接于所述电路布线层18的上表面预定位置；散热器15贴装于所述电路元件14中的功率元件；密封层12覆盖所述电路布线层18的上表面和所述电路元件18，并使所述散热器15部分表面裸露。

[0040] 具体地，功率元件为平面功率器件，如IGBT管，必须使用LIGBT。散热器15为散热片，散热片表面可以考虑进行电镀银处理，增加沁润性。密封层12为密封树脂层。

[0041] 进一步地，电路布线18的靠近至少一个边缘上，有用于配置引脚11的特殊的电路布线，称为引脚焊盘18A。引脚11引脚焊盘18A连接并自所述电路布线18外延伸。所述引脚11表面覆盖有镀层。

[0042] 以下说明这样的各构成要素。

[0043] 电路布线18由厚度为5盎司以上的铜材通过冲压或刻蚀的形式制作而成，为了防止氧化，所述电路布线18的上表面可以进行镀金处理，为了成本，所述电路布线18的上表面也可以进行镀银处理，或者通过真空或充氮包装进行运输，上表面不作处理。

[0044] 所述电路元件14被倒装固定在所述电路布线18上。所述电路元件14采用晶体管或二极管等有源元件、或者电容或电阻等无源元件。另外，通过由铜等制成的散热器15贴装在功率元件等发热量大的元件背面。

[0045] 在此，设计成一边上设有多条引脚11，其具有例如与外部进行输入、输出的作用。引脚11和引脚焊盘18A通过焊锡等导电电性粘结剂焊接。

[0046] 引脚11一般采用铜等金属制成，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。

[0047] 所述密封层12可通过传递模方式使用热硬性树脂模制也可使用注入模方式使用热塑性树脂模制。在此，所述密封层12完全密封所述电路布线18的一面上的所有元素，并包裹所述电路布线18的大部分深度，只露出小部分电路布线下表面18B，电路布线下表面18B深度一般可以考虑设计成0.5盎司左右，如果电路布线下表面18B深度过小，可能会造成本发明的智能功率模块10后续焊接固定过程中难以被锡膏等焊料包裹，如果电路布线下表面18B深度过大，可能会造成本发明的智能功率模块10后续焊接固定过程中锡膏的爬锡高度不能完全包裹电路布线下表面18B；在此，所述散热器15从所述密封层12中露出，使功率元件的热量被快速散失。

[0048] 智能功率模块的有益效果是：不再需要金属基板，通过可重复利用的底板固定电路布线层进行加工，通过树脂进行最后固定，不再需要金属邦定线，节省了成本，将电路布线背面和散热片完全露出在树脂外面，最大限度提高散热效果，电路布线间的间隙完全暴

露，湿气难以附着，并且，即使外部湿气内侵，因为已不存在金属线，已难以构成腐蚀。

[0049] 参考图2，说明所述智能功率模块的制造方法，包括以下步骤：

[0050] 步骤S110，利用金属板材制作作为载体的电路布线层；

[0051] 步骤S120，于所述电路布线层的表面装配电路元件，其中，所述电路元件以倒扣的方式装配；

[0052] 步骤S120，于所述电路元件中的功率元件上贴装散热器；

[0053] 步骤S140，于所述电路布线层的表面包覆密封层，将所述电路元件覆盖并使所述散热器至少部分表面裸露。

[0054] 步骤S140具体为：在所述电路布线层的表面周围设置热硬性树脂框；在所述热硬性树脂框的范围内注入热塑性树脂以密封所述电路布线层和电路元件。

[0055] 在步骤S120之前还包括：制成独立的带镀层的引脚的步骤。该步骤具体包括：选取铜基材，对铜基材通过冲压或蚀刻的方式，制成一排引脚，引脚之间通过加强筋连接；在所述引脚表面依次形成镍层和镍锡合金层，得到带镀层的引脚。

[0056] 在步骤S140之前还包括以下步骤：清除残留在所述绝缘层的助焊剂。

[0057] 通过底座进行定位，降低了塑封时定位的难度，底部完全露出，降低了注胶时上下表面厚度悬殊对参数控制的难度，免去了金属线邦定和清洗工序，节省了设备投入，提高了生产效率，降低了工艺管控要求，使智能功率模块的制造难度大幅下降，制造良率得到提高，进一步降低了智能功率模块的成本。

[0058] 在更具体的实施例中，结合图3(A)至图9，智能功率模块的制造方法包括以下工序。

[0059] 第一工序，参照图3(A)和3(B)：

[0060] 本发明的第一工序是作为本发明特征的工序，本工序是在大小合适的铜基板上形成电路布线的工序。

[0061] 首先，参照图3(A)和延图3(A)的X-X'线的截面图3(B)，根据需要的电路布局设计，对于一般的智能功率模块，电路布局不应大于64mm×30mm。制造出合适的冲压模具冲压出特定的形状。也可通过锣刀使用高速钢作为材质，马达使用5000转/分钟的转速，锣刀与铝材平面呈直角下刀行程特定的形状。也可通过蚀刻工具，通过化学反应刻蚀出特定的形状。

[0062] 在此，这个特定形状就是所述电路布线18。

[0063] 在对抗氧化要求很高的场合，可以通过电镀金或化学沉金的方式，在所述电路布线18表面形成金层。

[0064] 在此，用于制造所述电路布线18的铜板的厚度应该不小于5盎司，保证能与后续的所述树脂12有更大的接触面积，使所述智能功率模块10成品有更强的固定效果。

[0065] 第二工序，参照图4(A)和图4(B)：

[0066] 本发明的第二工序是作为本发明特征的工序，本工序是制成独立的带镀层的引脚11的工序。

[0067] 每个引脚11都是用铜基材，制成长度C为25mm，宽度K为1.5mm，厚度H为1mm的长条状，如图4(A)所示；在此，为便于装配，在其中一端压制出一定的弧度，如图4(B)所示；

[0068] 然后通过化学镀的方法形成镍层：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，在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；

[0069] 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，镍层厚度一般控制在5μm，镍层的形成极大提高了保护性和可焊性；

[0070] 到此，所述引脚11制造完成。

[0071] 在此，本发明的所述引脚11是一个个单独的引脚，不同于现行技术的整排引脚，因为所述引脚11被固定在的所述电路布线18仅通过树脂部分包裹固定，抗冲击强度有限，单独的引脚避免了切除加强筋的工序，能够降低对本发明的智能功率模块10的系统性冲击。

[0072] 第三工序，参考图5：

[0073] 本发明的第三工序是作为本发明特征的工序，本工序是将制造出散热器15，并将L型功率元件14的底部贴装在所述散热器15上的工序。

[0074] 散热器15可设计为厚度为1.5mm左右的铜片，通过冲压或刻蚀的方式制作而成，铜片通过电镀的方式镀银，银层厚度可考虑设计为22～30μm。

[0075] 然后通过共晶工艺，用熔点300℃以上的高温锡膏，可考虑使用田村品牌，将L型功率元件14的背面贴装在所述散热器15上。在此，L型功率器件14即为平面型功率器件，此种功率器件的所有电极都位于功率器件的正面，正面的电极在下述工序中与所述电路布线18相连。

[0076] 在此，所述功率器件14的共晶平整度考虑控制在<0.1mm。

[0077] 第四工序，参考图6(A)、6(B)和6(C)：

[0078] 本发明的第三工序是作为本发明特征的工序，本工序是在底板16上配置所述电路布线18，并在所述电路布线18表面倒装所述电路元件14和配置所述引脚11的工序。

[0079] 首先，制作出如图6(A)的底板16，所述底板16可以使用高强度的不锈钢制作而成，在所述底板16的表面，有根据所述电路布线18形状挖出的凹陷17，所述凹陷17的宽度略大于对应的所述电路布线18的宽度，所述凹陷17的深度约为0.5盎司。

[0080] 其次，参照侧视图图6(B)和俯视图图6(C)，将制作好的电路布线18放置在所述底板16的对应所述凹陷处，并通过锡膏印刷机，使用钢网，对所述电路布线18的特定位置进行锡膏涂装，钢网可使用0.13mm的厚度。通过SMT机或DA机等设备，进行电路元件14，包括已经配置所述散热器15的电路元件14，和引脚11的安装，所述电路元件14可直接倒装在所述电路布线18的特定位置，而引脚11则一端要安放在所述焊盘18A上，另一端需要载具20进行固定，所述载具20通过合成石等材料制成。

[0081] 然后，放于所述载具20上的所述底板16通过回流焊，锡膏固化，所述电路元件14和所述引脚11被固定。

[0082] 第五工序，参照图7：

[0083] 本发明的第五工序是作为本发明特征的工序，参照图7，本工序是说明由密封树脂12密封电路布线18的工序。图7表示使用模具50由密封树脂密封被所述底板16承载的电路布线18的工序的剖面图。

[0084] 首先，在无氧环境中对电路布线18进行烘烤，烘烤时间不应小于2小时，烘烤温度和选择125℃。

[0085] 将配置好所述电路布线18的底板16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，进行所述电路基板16的定位。

[0086] 合模时，在形成于模具50内部的模腔中放置底板16，然后由浇口53注入密封树脂形成密封层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。

[0087] 在此，所述上模44应与所述散热器15接触，所述下模45应与底板16接触。

[0088] 第六工序，参照图8：

[0089] 本发明第六工序是进行所述引脚11成型和模块功能测试的工序，智能功率模块经由此工序作为制品完成。

[0090] 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折弯成一定形状，便于后续装配。

[0091] 然后将模块放入测试设备中，进行常规的电参数测试，因为所述引脚11相互独立，成型后可能会有部分引脚不在同一水平面上，影响接触，所以一般需要先进行测试机金手指与引脚的接触测试，如果接触测试不通过，需要对所述引脚11进行修调处理，直到接触测试通过后，再进行电气特性测试，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。

[0092] 利用上述工序，完成图2所示的智能功率模块10。

[0093] 以上仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

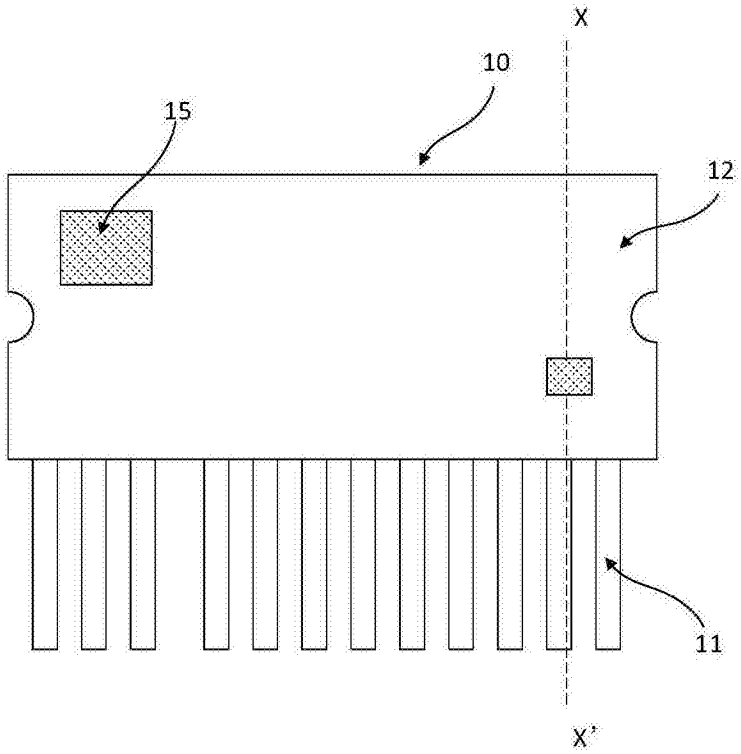


图1(A)

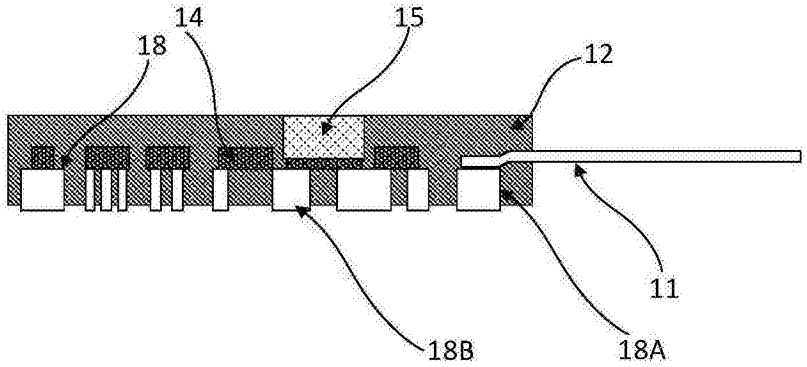


图1(B)

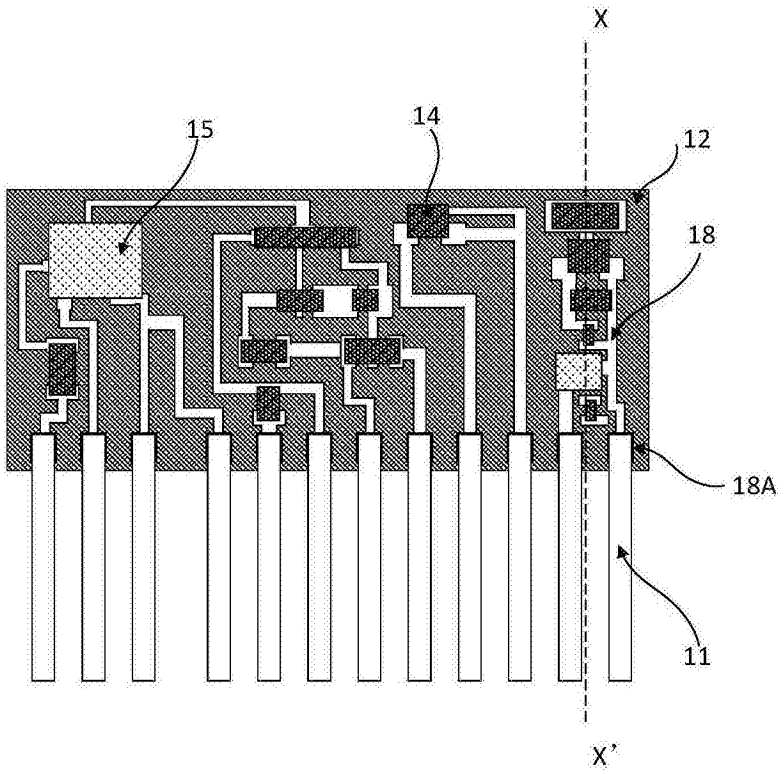


图1(C)

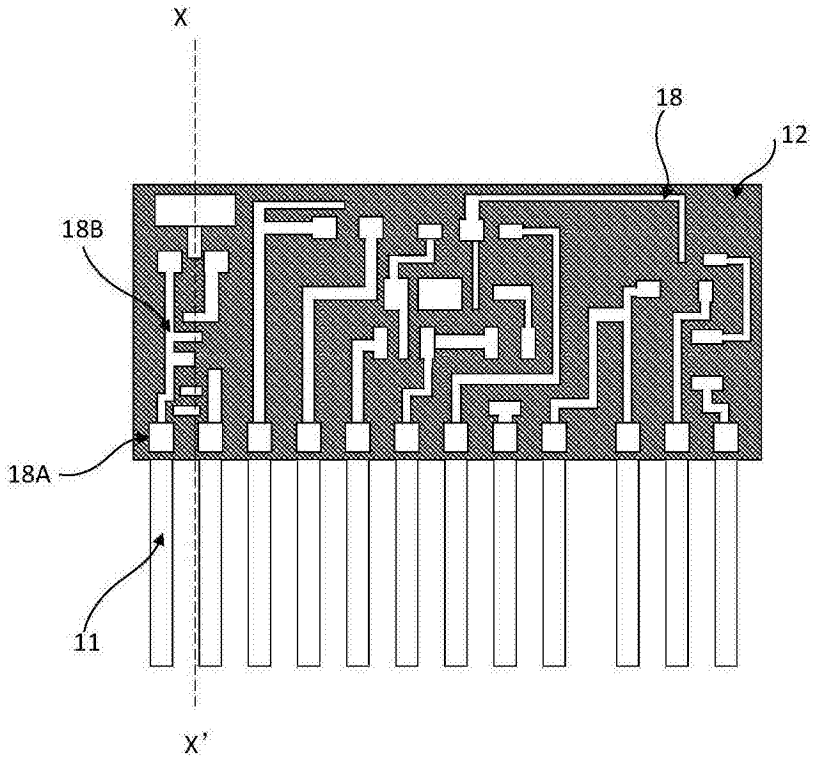


图1(D)

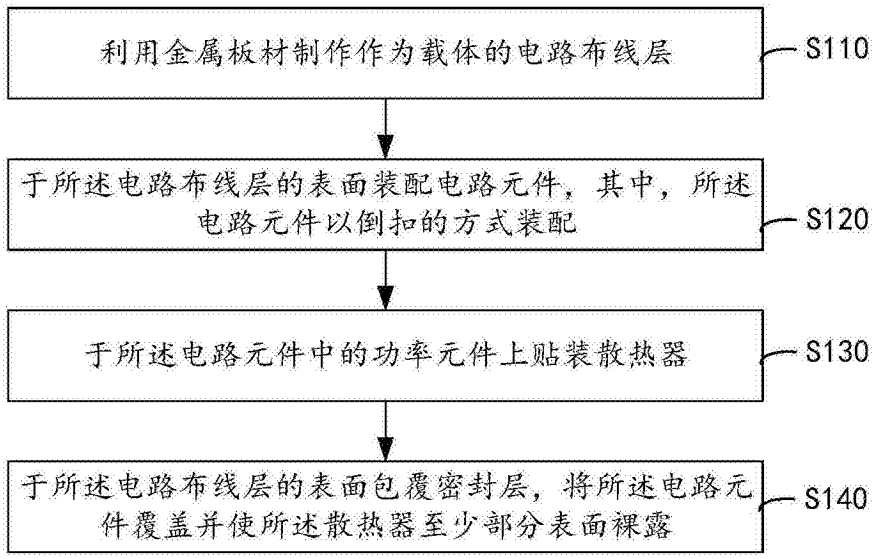

利用金属板材制作作为载体的电路布线层
S110
于所述电路布线层的表面装配电路元件，其中，所述电路元件以倒扣的方式装配
S120
于所述电路元件中的功率元件上贴装散热器
S130
于所述电路布线层的表面包覆密封层，将所述电路元件覆盖并使所述散热器至少部分表面裸露
S140

图2

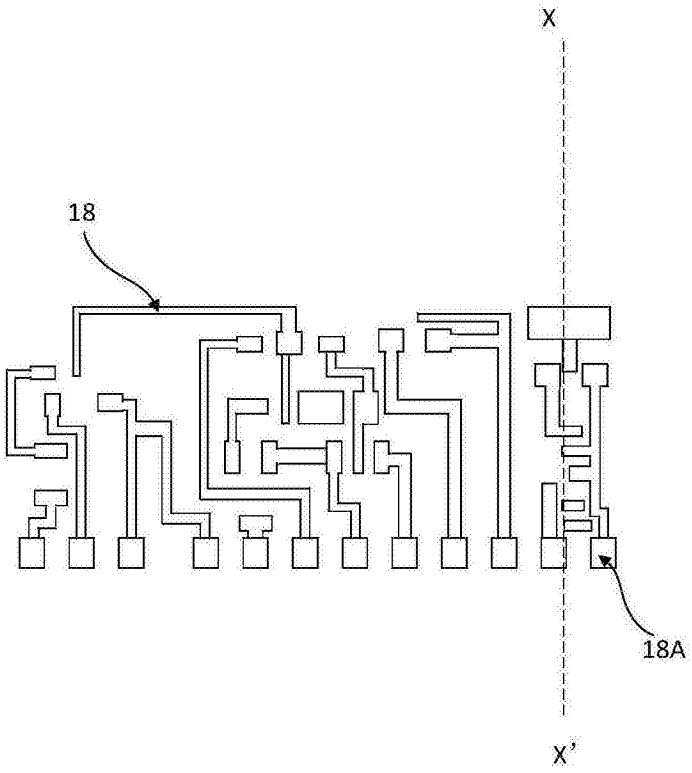

X
18
18A
X'

图3(A)

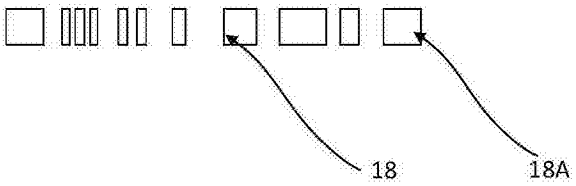


图3(B)

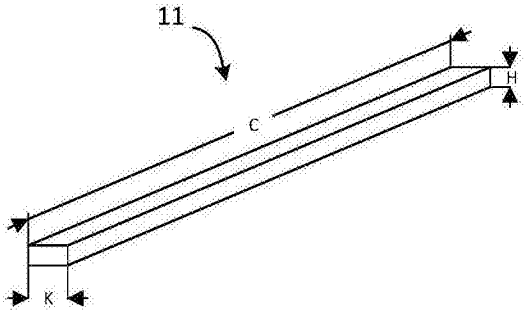


图4(A)

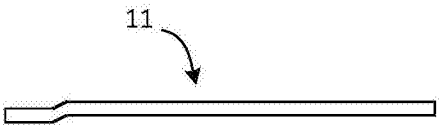


图4(B)

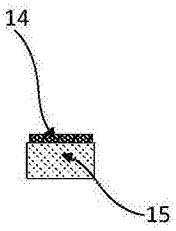


图5

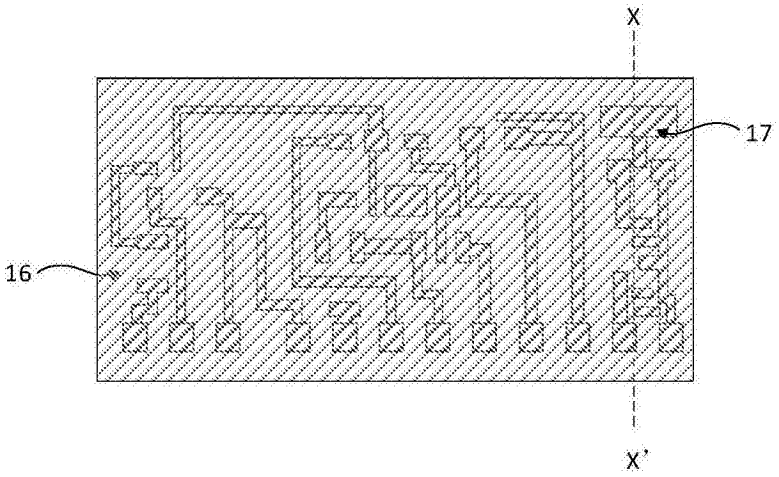


图6(A)

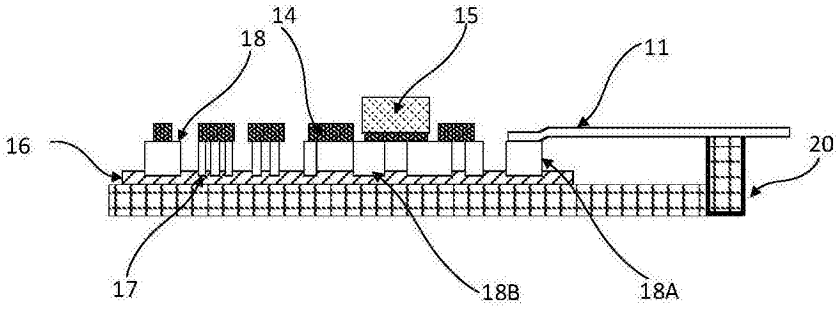


图6(B)

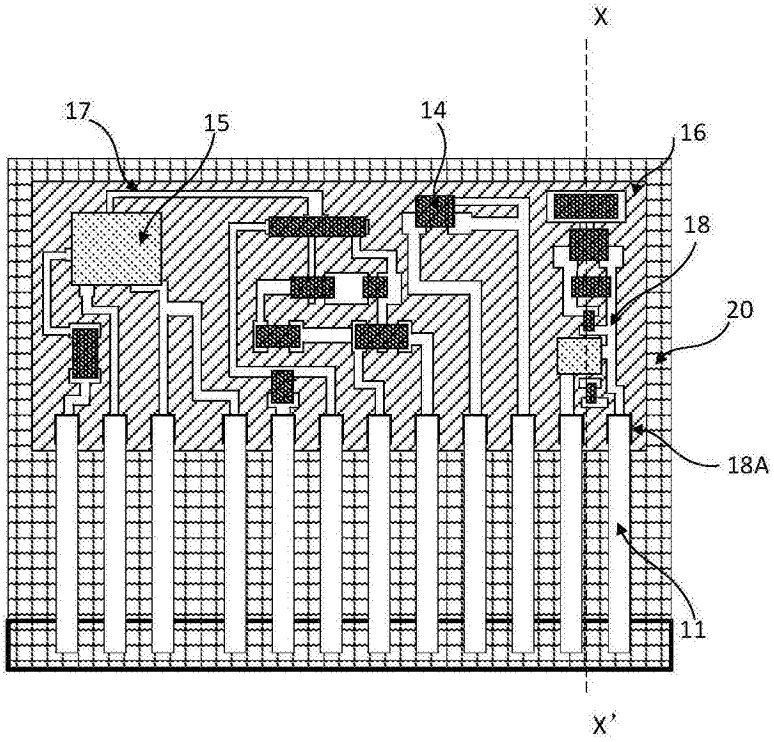


图6(C)

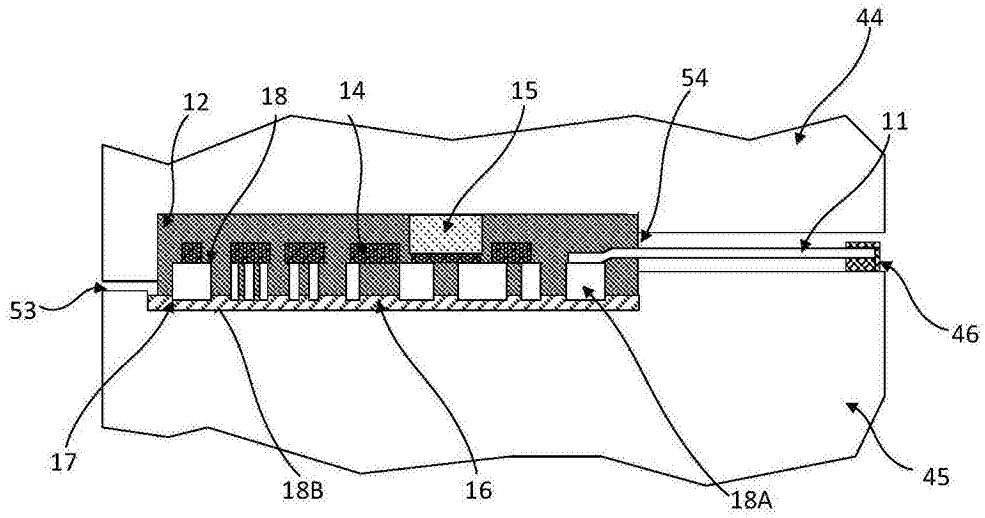


图7

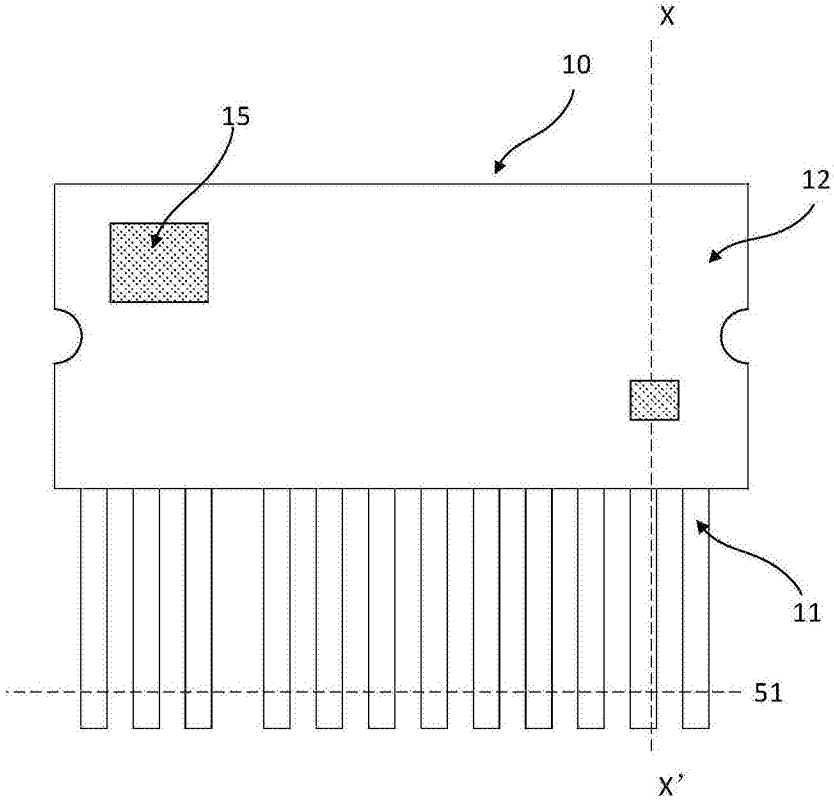


图8

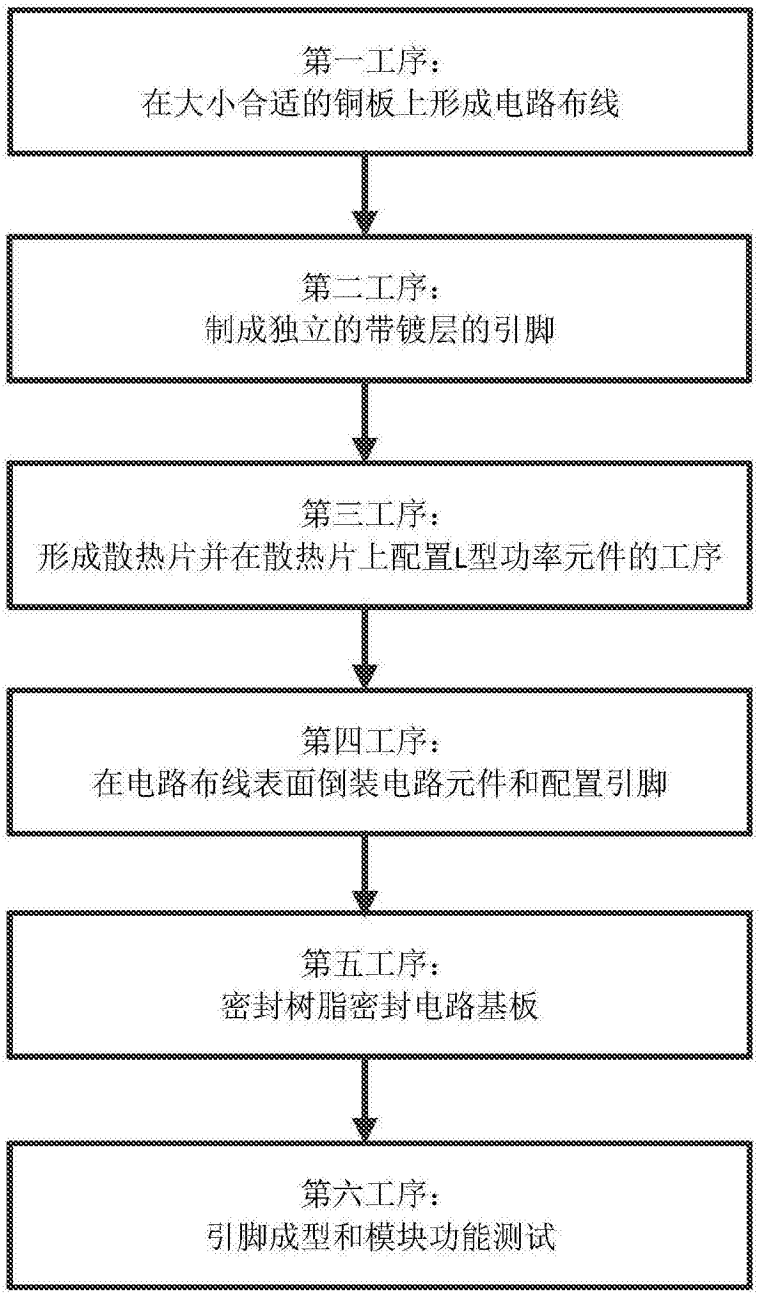

第一工序：
在大小合适的铜板上形成电路布线
第二工序：
制成独立的带镀层的引脚
第三工序：
形成散热片并在散热片上配置L型功率元件的工序
第四工序：
在电路布线表面倒装电路元件和配置引脚
第五工序：
密封树脂密封电路基板
第六工序：
引脚成型和模块功能测试

图9