(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104795378 B
(45)授权公告日 2018.05.08

(21)申请号 201510129259.0

(22)申请日 2015.03.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104795378 A

(43)申请公布日 2015.07.22

(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大道6号美的总部大楼B区26-28楼
专利权人 美的集团股份有限公司

(72)发明人 魏调兴 冯宇翔

(74)专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 44287
代理人 胡海国

(51)Int.Cl.
H01L 23/495(2006.01)
H01L 23/367(2006.01)
H01L 23/31(2006.01)
H01L 21/60(2006.01)
H01L 21/56(2006.01)

(56)对比文件
CN 104112719 A,2014.10.22,说明书第10段至第103段,附图1(A)-12.
CN 102484103 A,2012.05.30,说明书第0106段至第0111段,附图3.
CN 102263197 A,2011.11.30,说明书第13段至第93段,附图1-6.
CN 101963295 A,2011.02.02,全文.

审查员 刘玮德

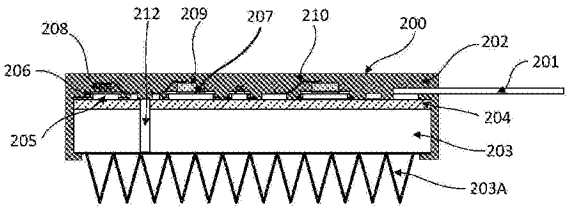
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54)发明名称

智能功率模块及其制造方法

(57)摘要

本发明公开一种智能功率模块及其制造方法，该智能功率模块包括电路布线、设置在所述电路布线预定位置的功率元件和非功率元件，以及作为载体的铝基板，所述铝基板的一面作为正面覆盖有绝缘层，所述电路布线设置在所述绝缘层上远离所述铝基板的一面；所述铝基板的另一面作为背面，设置有纸质散热翅片，所述铝基板上设置有用于隔开功率元件和非功率元件的隔热结构。本发明提出的智能功率模块具有良好的散热效果、隔热效果和电绝缘保障。



CN 104795378 B

1.一种智能功率模块，包括电路布线、设置在所述电路布线预定位置的多个功率元件和多个非功率元件，其特征在于，还包括：作为载体的铝基板，所述铝基板的一面作为正面覆盖有绝缘层，所述电路布线设置在所述绝缘层上远离所述铝基板的一面，所述铝基板的另一面作为背面，设置有纸质散热翅片，所述铝基板上设置有用于隔开所述功率元件和所述非功率元件的隔热结构；所述隔热结构为在所述铝基板上多个功率元件及多个非功率元件中各个元件之间的具有特定排布的多个通孔；所述散热翅片与密封树脂紧密相连。

2.根据权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热翅片距所述铝基板的各边缘的距离至少为5mm。

3.根据权利要求2所述的智能功率模块，其特征在于，还包括用于连接所述电路布线、所述功率元件和所述非功率元件以构成相应电路的金属线。

4.根据权利要求3所述的智能功率模块，其特征在于，还包括配置在所述功率模块边缘、与所述电路布线连接并向外延伸作为输入输出的引脚。

5.根据权利要求4所述的智能功率模块，其特征在于，所述电路布线、所述功率元件和非功率元件、金属线，以及所述引脚与电路布线的连接部分由树脂封装。

6.根据权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述散热翅片为湿式碳素复合材料功能纸；所述散热翅片的厚度为0.5mm～1.5mm。

7.一种智能功率模块制造方法，其特征在于，包括以下步骤：

形成具有隔热结构的铝基板，在所述铝基板的正面覆盖绝缘层，在绝缘层表面形成电路布线，在所述铝基板的背面覆盖预先制成的散热翅片，其中，所述绝缘层的材料包括二氧化硅、氮化硅及碳化硅，所述散热翅片与密封树脂紧密相连；

在所述电路布线的表面装配多个功率元件、多个非功率元件，以及在所述电路布线的预定位置装配预先制成的引脚，其中，所述功率元件和所述非功率元件通过所述隔热结构隔开，所述隔热结构为在所述铝基板上多个功率元件及多个非功率元件中各个元件之间的具有特定排布的多个通孔；

通过金属线将所述功率元件、非功率元件以及所述电路布线间连接形成相应的电路；

通过密封树脂将所述铝基板的正面密封。

8.根据权利要求7所述的智能功率模块制造方法，其特征在于，所述通过金属线将所述功率元件、非功率元件以及所述电路布线间连接形成相应的电路的步骤之前还包括：

将装配有各元素的铝基板置于清洗机中进行清洗。

9.根据权利要求7所述的智能功率模块制造方法，其特征在于，在所述电路布线的表面装配功率元件、非功率元件，以及在所述电路布线的预定位置装配预先制成的引脚的步骤之前还包括：

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，制成独立的引脚；

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。

10.根据权利要求9所述的智能功率模块制造方法，其特征在于，所述通过密封树脂将所述铝基板的正面密封的步骤之后还包括：

进行所述引脚的切筋成型，并进行模块功能测试。

11.根据权利要求7-9中任一项所述的智能功率模块制造方法，其特征在于，所述形成

具有隔热结构的铝基板，在所述铝基板的正面覆盖绝缘层，在绝缘层表面形成电路布线，在所述铝基板的背面覆盖预先制成的散热翅片的步骤包括：

根据设定的电路布局选取预定尺寸的铝基板；

在铝基板的正面，使用绝缘材料和铜材，通过热压的方式，使绝缘材料形成于所述的铝基板表面并作为所述绝缘层，使铜材形成于所述绝缘层的表面作为铜箔层；

将所述铜箔层的特定位置腐蚀掉，剩余部分形成电路布线；

在铝基板的特定位置加工通孔形成隔热结构；

使用湿式碳素复合材料形成散热翅片，通过耐高温胶水粘接于所述铝基板的背面。

12.根据权利要求11所述的智能功率模块制造方法，其特征在于，在所述电路布线的表面装配功率元件、非功率元件，以及在所述电路布线的预定位置装配预先制成的引脚的步骤中包括：

通过锡膏或银胶将所述功率元件、非功率元件及引脚固定。

智能功率模块及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能功率模块技术领域，尤其涉及一种具有隔热结构和绝缘散热器的智能功率模块及其制造方法。

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器件。由于具有高集成度、高可靠性等优势，智能功率模块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、变频家电常用的电力电子器件。

[0003] 现有的智能功率模块的结构如图1(A)、图1(B)和图1(C)所示。图1(A)是现有的智能功率模块100的俯视图，图1(B)是图1(A)的X-X'线剖面图，图1(C)是图1(A)去除树脂后的示意图，图1(D)是所述智能功率模块安装在铝散热器上的示意图。

[0004] 如图1(A)、图1(B)和图1(C)所示，现有的智能功率模块100具有如下结构，其包括：铝基板103；设于所述电路基板103表面上的绝缘层104上形成的所述电路布线105；覆盖于所述绝缘层104和所述电路布线105特定位置的阻焊层106；被锡膏107固定在所述电路布线105上的功率元件109和非功率元件108；连接所述非功率元件108、所述功率元件109和所述电路布线105的金属线110；与所述电路布线105连接的引脚101；所述铝基板103的至少一面被密封树脂102密封，为了提高密封性和绝缘性，会将铝基板103全部密封，为了提高散热性，会使所述铝基板103的背面露出到外部的状态下进行密封。

[0005] 由于所述智能功率模块100一般工作在高温环境中，并且所述功率元件109在工作时会发出大量的热，导致所述功率器件109的结温很高，虽然所述铝基板103具有散热作用，但是因为所述绝缘层104的存在，导致所述智能功率模块100的整体热阻较高。

[0006] 智能功率模块长期工作在高温下，会严重降低使用寿命，并且会影响性能的稳定性，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。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于提供一种具有良好的散热效果、隔热效果和电绝缘保障的智能功率模块及其制造方法。

[0008] 为了达到上述目的，本发明提出一种智能功率模块，包括电路布线、设置在所述电路布线预定位置的功率元件和非功率元件，以及作为载体的铝基板，所述铝基板的一面作为正面覆盖有绝缘层，所述电路布线设置在所述绝缘层上远离所述铝基板的一面；所述铝基板的另一面作为背面，设置有纸质散热翅片，所述铝基板上设置有用于隔开所述功率元件和所述非功率元件的隔热结构。

[0009] 优选地，所述隔热结构为在所述铝基板特定位置形成的通孔。

[0010] 优选地，所述散热翅片距所述铝基板的各边缘的距离至少为5mm。

[0011] 优选地，该智能功率模块还包括用于连接所述电路布线、所述功率元件和所述非功率元件以构成相应电路的金属线。

[0012] 优选地，该智能功率模块还包括配置在所述功率模块边缘、与所述电路布线连接并向外延伸作为输入输出的引脚。

[0013] 优选地，所述电路布线、所述功率元件和非功率元件、金属线，以及所述引脚与电路布线的连接部分由树脂封装。

[0014] 优选地，所述引脚固定在所述电路布线的预定位置。

[0015] 优选地，所述散热翅片为湿式碳素复合材料功能纸；所述散热翅片的厚度为0.5mm～1.5mm。

[0016] 本发明还提出了一种智能功率模块的制造方法，包括以下步骤：

[0017] 形成具有隔热结构的铝基板，在所述铝基板的正面覆盖绝缘层，在绝缘层表面形成电路布线，在所述铝基板的背面覆盖预先制成的散热翅片；

[0018] 在所述电路布线的表面装配功率元件、非功率元件，以及在所述电路布线的预定位置装配预先制成的引脚；

[0019] 通过金属线将所述功率元件、非功率元件以及所述电路布线间连接形成相应的电路；

[0020] 通过密封树脂将所述铝基板的正面密封。

[0021] 优选地，所述通过金属线将所述功率元件、非功率元件以及所述电路布线间连接形成相应的电路的步骤之前还包括：

[0022] 将装配有各元素的铝基板置于清洗机中进行清洗。

[0023] 优选地，所述在电路布线的表面装配功率元件、非功率元件，以及在所述电路布线的预定位置装配预先制成的引脚的步骤之前还包括：

[0024] 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，制成独立的引脚；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；

[0025] 优选地，所述通过密封树脂将所述铝基板的正面密封的步骤之后还包括：进行所述引脚的切筋成型，并进行模块功能测试。

[0026] 优选地，所述形成具有隔热结构的铝基板，在所述铝基板的正面覆盖绝缘层，在绝缘层表面形成电路布线，在所述铝基板的背面覆盖预先制成的散热翅片的步骤包括：

[0027] 根据设定的电路布局选取预定尺寸的铝基板；

[0028] 在铝基板的正面，使用绝缘材料和铜材，通过热压的方式，使绝缘材料形成于所述的铝基板表面并作为所述绝缘层，使铜材形成于所述绝缘层的表面作为铜箔层；

[0029] 将所述铜箔层的特定位置腐蚀掉，剩余部分形成电路布线；

[0030] 在铝基板的特定位置加工通孔形成隔热结构；

[0031] 使用湿式碳素复合材料形成散热翅片，通过耐高温胶水粘接于所述铝基板的背面。

[0032] 所述在电路布线的表面装配功率元件、非功率元件，以及在所述电路布线的预定位置装配预先制成的引脚的步骤中包括：

[0033] 通过锡膏或银胶将所述功率元件、非功率元件及引脚固定。

[0034] 本发明提出的智能功率模块及其制造方法，在智能功率模块中引入纸质散热翅

片，极大地增加了散热面积，绝缘层无需使用高导热材料即可满足所述功率元件散热要求，在应用过程中，外部无需再接散热器，降低应用难度和应用成本，提高装配品质；在功率元件与非功率元件之间具有隔热结构，能够有效阻止非功率元件结温的升高；而且，本发明所用散热翅片为高热导电绝缘纸质材料，与密封树脂紧密连接，对功率模块内部电路布线、功率元件和非功率元件形成良好的电绝缘保障；散热结构为纸质材料，重量轻，智能功率模块总体重量降低，便于长途运输和工人装配；本发明提供的智能功率模块具有良好的散热效果、隔热效果和电绝缘保障。

附图说明

[0035] 图1(A)是现有的智能功率模块的俯视图；

[0036] 图1(B)是图1(A)的X-X'线剖面图；

[0037] 图1(C)是图1(A)去除树脂后的示意图；

[0038] 图1(D)是现有智能功率模块安装在铝散热器上的示意图；

[0039] 图2(A)是本发明实施例智能功率模块较佳实施例的俯视图；

[0040] 图2(B)是图2(A)的X-X'线的截面图；

[0041] 图2(C)是图2(A)去除树脂后的示意图；

[0042] 图2(D)是本发明实施例智能功率模块较佳实施例的仰视图；

[0043] 图3(A)是本发明实施例第一工序中铝基板的主视图；

[0044] 图3(B)是图3(A)的X-X'线的截面图；

[0045] 图3(C)是在铝基板的正面形成绝缘层和铜箔层的示意图；

[0046] 图3(D)是在图3(C)所示的铜箔层上形成电路布线的示意图；

[0047] 图3(E)是图3(D)的X-X'线的截面图；

[0048] 图3(F)是形成散热翅片的示意图；

[0049] 图3(G)是本发明实施例第一工序中在所述铝基板的背面覆盖预先制成的散热翅片的示意图；

[0050] 图4(A)是本发明实施例第二工序中制成一排引脚的示意图；

[0051] 图4(B)是图4(A)中单个引脚的结构示意图；

[0052] 图4(C)是带有弧度的单个引脚示意图；

[0053] 图5(A)是本发明实施例第三工序中，装配功率元件、非功率元件及引脚的智能功率模块的侧视图；

[0054] 图5(B)是图5(A)的俯视图；

[0055] 图6(A)是本发明实施例第五工序中，通过金属线使功率元件、非功率元件和电路布线间形成连接的侧视图；

[0056] 图6(B)是图6(A)的俯视图；

[0057] 图7(A)是本发明实施例第六工序中，使用的模具的侧视图；

[0058] 图7(B)是本发明实施例第六工序中，使用模具由密封树脂密封铝基板的剖面图；

[0059] 图8是本发明实施例第七工序中，引脚切筋成型的示意图；

[0060] 图9是本发明实施例的智能功率模块的制造方法流程图。

[0061] 为了使本发明的技术方案更加清楚、明了，下面将结合附图作进一步详述。

具体实施方式

[0062] 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。

[0063] 如前所述，现有的智能功率模块由于散热效果不佳，长期工作在高温下，会严重降低其使用寿命，并且会影响智能模块性能的稳定性。

[0064] 本发明考虑到，在变频空调等特定的应用场合，高导热绝缘层和增加散热器虽然可以解决智能功率模块的散热问题，但是，选用高导热绝缘层散热，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而导致智能功率模块硬度很大，从而增加了智能功率模块的制造难度；如果在智能功率模块内部增加散热器，将功率元件贴装在散热器上，一方面会增加原材料成本，另一方面也增加了智能功率模块的工艺难度；如果在智能功率模块外部增加散热器，至少会造成以下两点不利：一方面增加了装配难度和总体重量；另一方面如果铝基板全部密封，虽然提高了密封性和绝缘性，但所述智能功率模块的整体热阻会进一步增大，如果铝基板的背面露出到外部的状态下进行密封，虽然提高散热性，但铝基板和铝散热器都不能提供电绝缘保障。这些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的市场普及。

[0065] 基于上述考虑，本发明实施例通过在铝基板的背面引入纸质散热翅片，在铝基板的正面形成绝缘层、电路布线、功率元件、非功率元件等元素，并完成有序加工，散热面积极大增加，绝缘层无需使用高导热材料即可满足所述功率元件散热要求，在应用过程，外部无需再接散热器，降低应用难度和应用成本，提供装配品质；在功率元件与非功率元件之间具有隔热结构，能够有效阻止非功率元件结温的升高；而且，本发明所用散热翅片为高热导电绝缘纸质材料，与密封树脂紧密连接，对功率模块内部电路布线、功率元件和非功率元件形成良好的电绝缘保障，使得智能功率模块性能稳定，进而提高了智能功率模块的可靠性。

[0066] 具体地，参照图2(A)、图2(B)、图2(C)及图2(D)所示，本发明实施例提出的一种智能功率模块200，本实施例以具有桥堆、压缩机逆变、功率因素校正、风机逆变功能的智能功率模块200为例进行说明，对于不需要风机逆变功能的应用场合，将风机逆变部分去除即可，其他部分完全相同。

[0067] 本实施例智能功率模块200包括作为载体的铝基板203、电路布线205、设置在所述电路布线205预定位置的功率元件209和非功率元件208；其中：

[0068] 所述铝基板上设置有用于隔开所述功率元件209和所述非功率元件208的隔热结构212。

[0069] 所述铝基板203的一面作为正面，另一面作为背面。

[0070] 在铝基板203的正面覆盖有绝缘层204，所述电路布线205设置在所述绝缘层204上远离铝基板203的一面。

[0071] 在所述铝基板203的背面，设置有纸质散热翅片203A。

[0072] 在此，所述散热散热翅片203A不能完全覆盖所述铝基板203的背面，在所述铝基板203的背面的边缘需要流出至少5mm的平整位置。

[0073] 其中，散热翅片203A可以采用湿式碳素复合材料功能纸。

[0074] 所述铝基板203与所述散热翅片203A可以通过高温胶水粘接。

[0075] 在本实施例中，所述电路布线205、所述功率元件209和非功率元件208、金属线

210，以及所述引脚201与电路布线205的连接部分由密封树脂202封装，只有引脚201部分露出。

[0076] (后续详述)。

[0077] 此外，所述智能功率模块200还包括：用于连接所述电路布线205、所述功率元件209和所述非功率元件208以构成相应电路的金属线210。

[0078] 在此，所述功率元件209、所述非功率元件208、所述电路布线205、所述金属线210组成的电路，具有桥堆、压缩机逆变和功率因素校正功能，或者具有桥堆、压缩机逆变、功率因素校正和风机逆变功能，使变频空调等应用领域的所有发热电路集中在一起同时散热；本实施例以具有桥堆、压缩机逆变、功率因素校正、风机逆变功能的智能功率模块200为例进行说明，对于不需要风机逆变功能的应用场合，将风机逆变部分去除即可，其他部分完全相同。

[0079] 此外，所述智能功率模块200还包括：配置在所述功率模块边缘、与所述电路布线205连接并向外延伸作为输入输出的引脚201。

[0080] 在此，根据智能功率模块200内部电路布局及外围应用需要，所述引脚201可以配置于智能功率模块200的一个边缘、两个边缘、三个边缘或四个边缘。

[0081] 以下详细阐述本发明实施例智能功率模块200各构成要素：

[0082] 其中，纸质散热翅片203A为湿式碳素复合材料功能纸，可由粉末和纤维状碳素材料复合加工成石墨质，该湿式碳素复合材料可耐受350℃以上的高温并可根据需要折叠成任意形状，得到所述散热散热翅片203A。为了提高抗腐蚀性和防水，表面可进行防水处理。

[0083] 其中，铝基板203的两面平整，而散热散热翅片203A的形状不规则；为了增加机械强度，所述纸质散热翅片203A采用了较厚的湿式碳素复合材料，厚度可设计为1.5mm，为了降低成本和增加皱褶的密度，所述散热翅片203A采用了较薄的湿式碳素复合材料，厚度可设计为0.5mm。在此，所述铝基板203的具有所述散热翅片203A及其平整的一面称为所述铝基板203的背面，相对面称为所述铝基板203的表面。在此，所述的皱褶部分不能完全覆盖所述铝基板203的背面，在所述铝基板203的背面散热翅片203A的边缘需要留出至少5mm的平整位置。

[0084] 所述绝缘层204可以加入二氧化硅、氮化硅、碳化硅等掺杂以提高导热性，在此，掺杂可以是球形或角形，通过热压方式，压合在所述铝基板203的表面，即正面。

[0085] 所述电路布线205由铜等金属构成，形成于所述绝缘层204上的特定位置，根据功率需要，可设计成0.035mm或0.07mm等的厚度，对于一般的智能功率模块，优先考虑设计成0.07mm，本实施例中采用0.07mm的厚度。所述阻焊层(俗称绿油)206是一种保护层，涂覆在电路布线205不需焊接的线路和绝缘层204上。

[0086] 所述功率元件209和非功率元件208被固定在所述电路布线205上构成规定的电路。在此，所述功率元件209采用IGBT管、高压MOSFET管、高压FRD管等元件，所述功率元件209通过金属线210与电路布线205等连接；所述非功率元件208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210与电路布线205连接。

[0087] 在铝基板203上设置有对所述功率元件209与所述非功率元件208进行热隔离的隔热结构212。所述隔热结构212是通过化学腐蚀或机械加工的方法在铝基板203的特定位置

上形成的具有特定排布的圆形或方形通孔。

[0088] 所述金属线210可以是铝线、金线或铜线，通过邦定使各功率元件209之间、各非功率元件208之间、各电路布线205之间建立电连接关系，有时还用于使所述引脚201和所述电路布线205或所述功率元件209、非功率元件208之间建立电连接关系。

[0089] 所述引脚201被固定在设于所述电路布线205上的特定位置上，其具有例如与外部进行输入、输出的作用。在此，设计成一边上设有多条引脚201，引脚201和电路布线205通过焊锡等导电电性粘结剂焊接。所述引脚201一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。

[0090] 所述树脂202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，所述树脂202完全密封所述铝基板203上表面上的所有元素。

[0091] 相比现有技术，本发明实施例的智能功率模块200具有如下有益效果：

[0092] 1、由于本发明智能功率模块200的背面具有散热散热翅片203A，散热面积极大增加，绝缘层204无需使用高导热材料即可满足功率元件209的散热要求。

[0093] 2、智能功率模块200具有了桥堆、压缩机逆变功能，或者具有桥堆、压缩机逆变、风机逆变功能，使变频空调等应用领域的所有发热电路集中在一起同时散热。

[0094] 3、本发明所用散热翅片为高热导电绝缘纸质材料，与密封树脂紧密连接，对功率模块内部电路布线、功率元件和非功率元件形成良好的电绝缘保障。

[0095] 4、在功率元件与非功率元件之间具有隔热结构，能够有效阻止非功率元件结温的升高。

[0096] 5、散热结构为纸质材料，重量轻，使得智能功率模块200总体重量降低，便于长途运输和工人装配；因为本发明智能功率模块本身具备散热翅片，所以在应用过程，外部无需再接散热器，降低应用难度和应用成本，提供装配品质。

[0097] 由上述可知，本发明的智能功率模块200在降低成本同时，具备良好的散热效果和隔热效果，提高了其可靠性。并且可设计成与现行智能功率模块200功能及引脚201定义兼容，便于智能功率模块200的推广应用。

[0098] 此外，本发明一实施例还提出一种智能功率模块200制造方法，包括：

[0099] 步骤S1，形成具有隔热结构212的铝基板203，在所述铝基板203的正面覆盖绝缘层204，在绝缘层204表面形成电路布线205，在所述铝基板203的背面覆盖预先制成的散热翅片203A；

[0100] 具体地，根据设定的电路布局选取预定尺寸的铝基板203。

[0101] 通过化学腐蚀或机械加工的方法在铝基板203的特定位置上形成的具有特定排布的通孔构成隔热结构212，在本实施例中的通孔为方形通孔，在其他的实时例中也可以设置为圆形等其他形状的通孔。

[0102] 在铝基板203的正面，使用绝缘材料和铜材，通过热压的方式，使绝缘材料形成于所述铝基板203的表面并作为所述绝缘层204，使铜材形成于所述绝缘层204的表面作为铜箔层。

[0103] 然后，将铜箔层的特定位置腐蚀掉，剩余部分形成电路布线205。

[0104] 步骤S2，在所述电路布线205的表面装配功率元件209、非功率元件208，以及在所

述电路布线205的预定位置装配预先制成的引脚201；

[0105] 步骤S3，通过金属线210将所述功率元件209、非功率元件208以及所述电路布线205间连接形成相应的电路；

[0106] 步骤S4，通过密封树脂202将所述铝基板203的正面密封。

[0107] 进一步地，在步骤S3之前还可以包括：

[0108] 步骤S5，将装配有各元素的铝基板203置于清洗机中进行清洗。

[0109] 进一步地，在步骤S2之前还可以包括：

[0110] 步骤S6，制成独立的带镀层的引脚201。

[0111] 具体地，首先，选取铜基材，对铜基材通过冲压或蚀刻的方式，制成多个单独的引脚201。

[0112] 然后，在所述引脚201表面依次形成镍层和镍锡合金层，得到带镀层的引脚201。

[0113] 进一步地，在上述步骤S5之后还包括：

[0114] 步骤S7，进行所述引脚201的切筋成型，并进行模块功能测试。

[0115] 以下参照附图对本实施例智能功率模块200的制造工序进行详细阐述：

[0116] 作为一种较佳实施例，本发明智能功率模块200的制造方法可以包括：形成具有隔热结构212的铝基板203、散热散热翅片203A、引脚201的工序，压合绝缘层204上形成电路布线205、阻焊层206的工序；在电路布线205上配置功率元件209、非功率元件208和引脚201的工序；清洗的工序；用金属线210连接所述非功率元件208、功率元件209和所述电路布线205的工序；使用树脂202注入模模制方式将上述要素密封的工序；进行功能测试的工序。具体工序图如图9所示。

[0117] 以下说明的各工序的详细情况。

[0118] 第一工序：参照图3(A)、图3(B)、图3(C)、图3(D)、图3(E)、图3(F)及图3(G)。

[0119] 图3(A)是本发明实施例第一工序中铝基板的主视图；

[0120] 图3(B)是图3(A)的X-X'线的截面图；

[0121] 图3(C)是在铝基板的正面形成绝缘层和铜箔层的示意图；

[0122] 图3(D)是在图3(C)所示的铜箔层上形成电路布线的示意图；

[0123] 图3(E)是图3(D)的X-X'线的截面图；

[0124] 图3(F)是形成散热翅片的示意图；

[0125] 图3(G)是本发明实施例第一工序中在所述铝基板的背面覆盖预先制成的散热翅片的示意图。

[0126] 本发明实施例的第一工序是形成大小合适的在特定位置具有隔热结构212、背面具有湿式碳素复合材料形成纸质散热翅片203A和正面具有电路布线205的铝基板203的工序。

[0127] 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大小合适的铝基板203，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，对两面进行如阳极氧化的防蚀处理。

[0128] 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，使绝缘材料形成于所述铝基板203的表面并作为所述绝缘层204、铜材形成于所述绝缘层204表面作为铜箔层205A。在此，为了提高耐压特性，所述绝缘层204的厚度可以设计为110μ

m，为了提高散热特性，所述绝缘层204的厚度可以设计为70μm。在此，为了提高通流能力，所述铜箔层205A的厚度可以设计成0.07mm，为了降低成本，所述铜箔层205A的厚度可以设计成0.035mm或0.0175mm。

[0129] 参考图3(D)和延图3(D)的X-X'线的截面图3(E)，将铜箔层205A的特定位置腐蚀掉，剩余部分为电路布线205。为了防止后续焊接工序的焊料扩散到电路布线205不需焊接的部位，在绝缘层204和电路布线205不需焊接的线路上涂覆阻焊层206。为了对功率元件209与非功率元件208之间进行热隔离，采用机械钻孔的方法在铝基板203的特定位置加工通孔形成隔热结构212。

[0130] 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，作为所述散热翅片203A。对两面进行如涂敷防水胶的防蚀、防水处理。

[0131] 参考图3(G)，使用耐受温度在300℃以上的耐高温胶水，将所述散热翅片203A粘附在所述铝基板203的背面，在此，所述散热翅片203A的皱褶部分不能完全覆盖所述铝基板203的背面，在所述铝基板203的背面的边缘需要留出至少5mm的平整位置。

[0132] 第二工序：参照图4(A)、图4(B)及图4(C)。

[0133] 图4(A)是本发明实施例第二工序中制成一排引脚的示意图；图4(B)是图4(A)中单个引脚的结构示意图；图4(C)是带有弧度的单个引脚示意图。

[0134] 本发明的第二工序是制成独立的带镀层的引脚201的工序。

[0135] 每个引脚201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201，在本实施例中，引脚201由单独的引脚单元通过加强筋201A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；有时，为便于装配，也在引脚单元其中一端压制出一定的弧度，如图4(B)所示；

[0136] 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，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；

[0137] 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。

[0138] 第三工序：参照图5(A)和5(B)。

[0139] 图5(A)是本发明实施例第三工序中，装配功率元件、非功率元件及引脚的智能功率模块的侧视图；图5(B)是图5(A)的俯视图。

[0140] 本发明的第三工序是在所述电路布线205表面装配功率元件209、非功率元件208和引脚201的工序。

[0141] 首先，通过锡膏印刷机，使用钢网，对所述绝缘层204上的所述电路布线205的特定位置进行锡膏涂装；在此，为了提高爬锡高度，可使用0.15mm厚度的钢网，为了降低所述功率器件209和非功率元件208移位的风险，可使用0.12mm厚度的钢网。本实施例中，使用的所述功率元件209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。

[0142] 然后，参照侧视图图5(A)和俯视图图5(B)，进行所述功率元件209、非功率元件208和引脚201的安装，所述功率元件209和所述非功率元件208可直接放置在所述电路布线205

的特定位置，而引脚201则一端要安放在所述电路布线205特定位置上，另一端需要载具211进行固定，所述载具211通过合成石等材料制成。在此，所述载具211需要进行底部镂空处理，使所述散热翅片203A露出。

[0143] 然后，放于所述载具211上的所述上述元素通过回流焊，锡膏固化，所述功率元件209、非功率元件208和所述引脚201被固定。

[0144] 上述过程中，作为一种优选方式，可选用溶解温度为280℃的锡膏。

[0145] 需要说明的是，在其他实施方式中，还可以选择银胶或银浆代替上述锡膏。

[0146] 第四工序：

[0147] 本发明的第四工序是清洗安装了上述元素的铝基板的工序。

[0148] 首先将所述铝基板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，根据所述非功率元件208在所述电路布线205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。

[0149] 第五工序：参照图6(A)和图6(B)。

[0150] 图6(A)是本发明实施例第五工序中，通过金属线使功率元件、非功率元件、铝基板和电路布线间形成连接的侧视图，图6(B)是图6(A)的俯视图。

[0151] 本发明的第五工序是通过邦定线，使所述功率元件209、非功率元件208和所述电路布线205间形成电连接的工序。

[0152] 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，对所述功率元件209的邦定使用350μm～400μm的铝线，对所述非功率元件208的邦定使用38μm～200μm的铝线。

[0153] 此工序完成后的制品参看侧视图图6(A)和俯视图图6(B)。

[0154] 第六工序：参照图7(A)和图7(B)。

[0155] 图7(A)是本发明实施例第六工序中，使用的模具的侧视图，图7(B)是本发明实施例第六工序中，使用模具由密封树脂密封铝基板的剖面图。

[0156] 第六工序是由密封树脂202密封所述铝基板203及在其上安装的上述元素构成的半成品的工序。

[0157] 将配置好引脚201的所述半成品搬送到模具213。通过使引脚201的特定部分与固定槽214接触，进行定位。

[0158] 合模时，在形成于模具213内部的模腔中放置所述半成品，然后由浇口215注入密封树脂202。进行密封的方法可采用使用热塑性树脂的传递模模制或使用热硬性树脂的注入模模制。在此，所述纸质散热翅片203A平整的边缘特定部位紧贴在下模上，为了加强贴合，也可在上模增加顶针。

[0159] 第七工序：参照图8

[0160] 图8是本发明实施例第七工序中，引脚切筋成型的示意图；

[0161] 本发明第七工序是进行所述引脚11切筋成型并进行模块功能测试的工序，智能功率模块经由此工序作为制品完成。

[0162] 在前工序即传递模密封工序使除所述引脚201以外的其他部分都被所述树脂202密封。本工序根据使用的长度和形状需要，例如，在虚线216的位置将外部引脚201切断，有

时还会折弯成一定形状，便于后续装配。

[0163] 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。

[0164] 利用上述工序，完成图2所示的智能功率模块200。

[0165] 本发明提出的智能功率模块及其制造方法，在智能功率模块中引入纸质散热翅片，极大地增加了散热面积，绝缘层无需使用高导热材料即可满足所述功率元件散热要求，在应用过程中，外部无需再接散热器，降低应用难度和应用成本，提高装配品质；在功率元件与非功率元件之间具有隔热结构，能够有效阻止非功率元件结温的升高；而且，本发明所用散热翅片为高热导电绝缘纸质材料，与密封树脂紧密连接，对功率模块内部电路布线、功率元件和非功率元件形成良好的电绝缘保障；散热结构为纸质材料，重量轻，智能功率模块总体重量降低，便于长途运输和工人装配；本发明提供的智能功率模块具有良好的散热效果、隔热效果和电绝缘保障。

[0166] 上述仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或流程变换，或直接或间接运用在其它相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

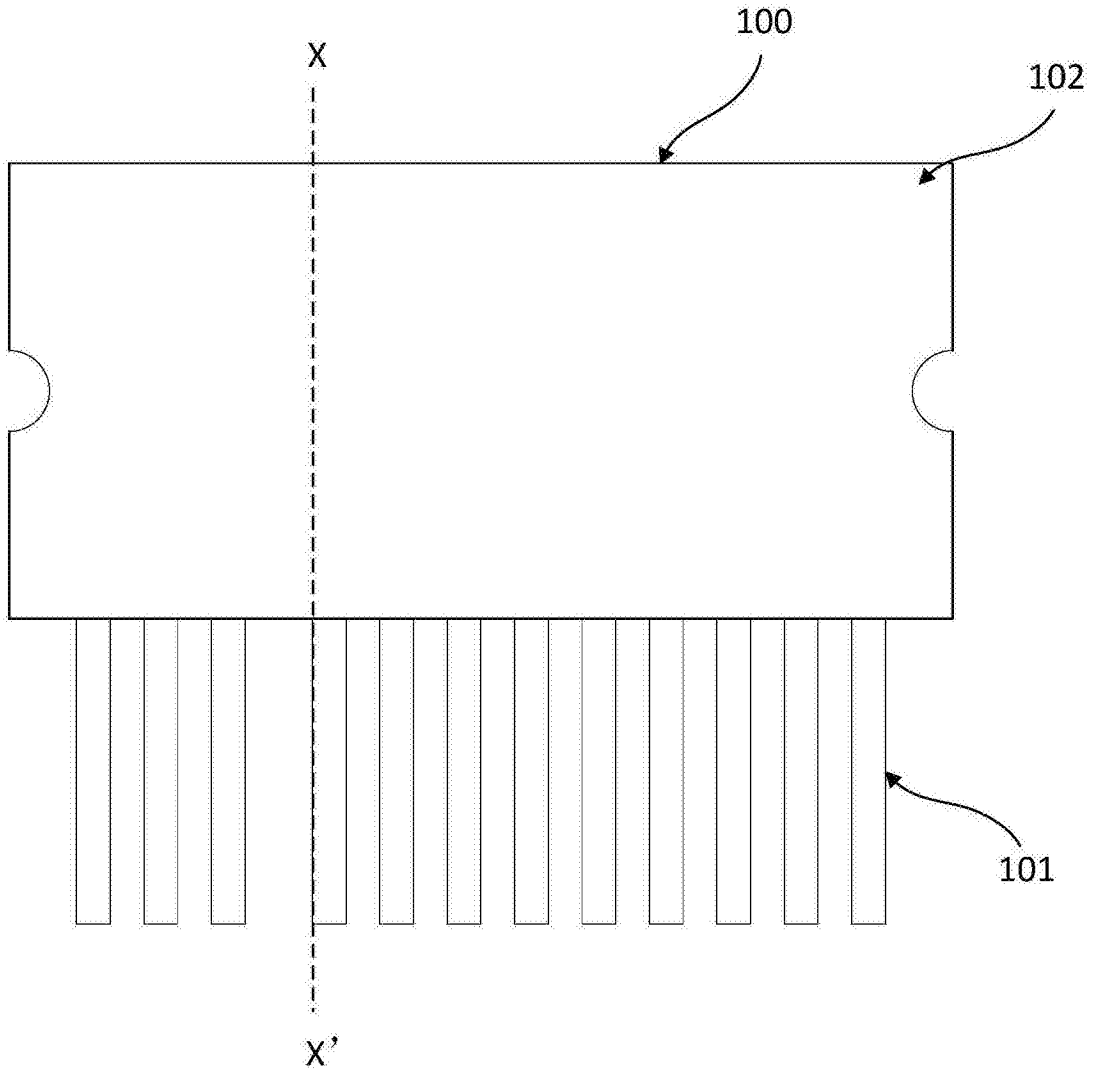


图1(A)

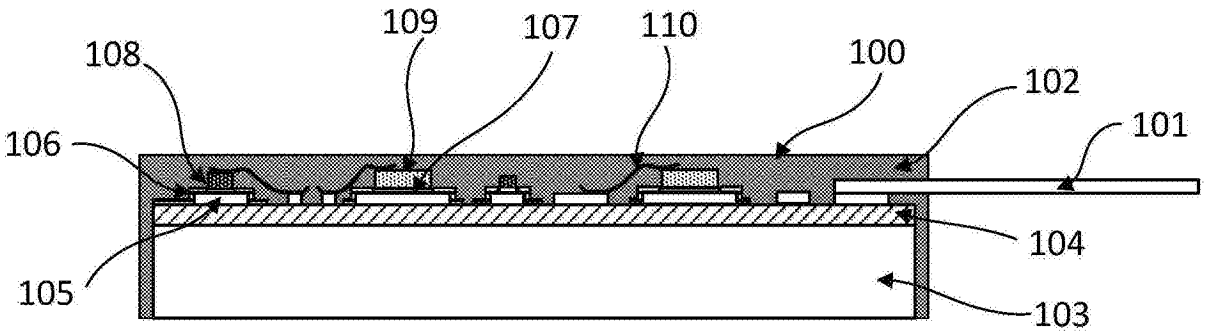


图1(B)

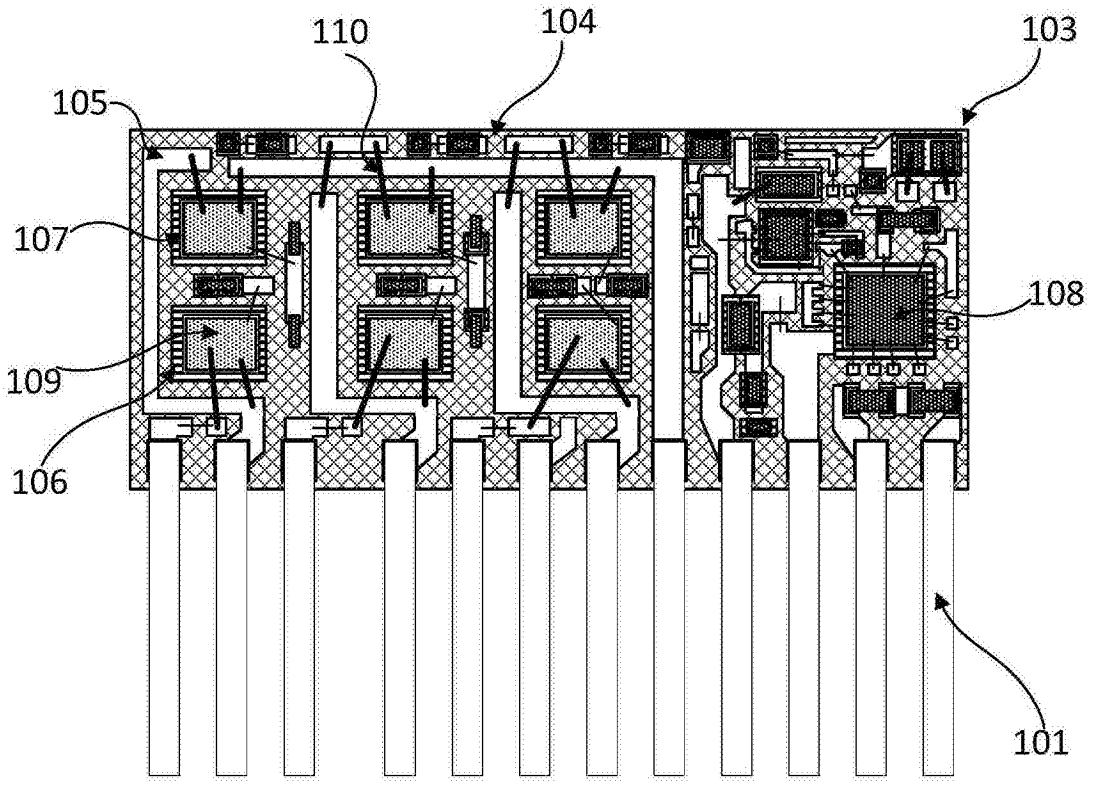

110
104
103
105
107
108
109
106
101

图1(C)

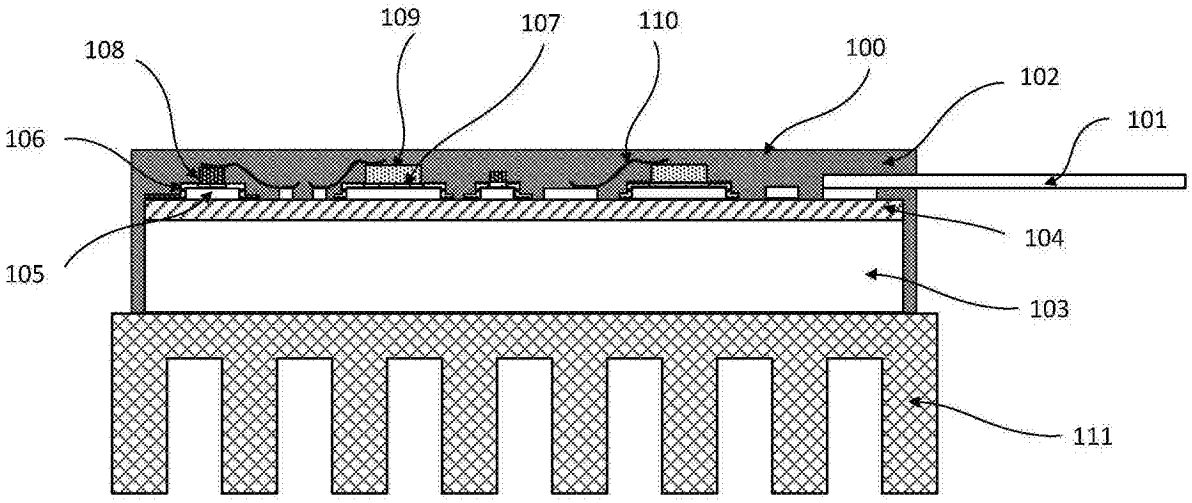

109
107
110
108
100
102
101
106
105
104
103
111

图1(D)

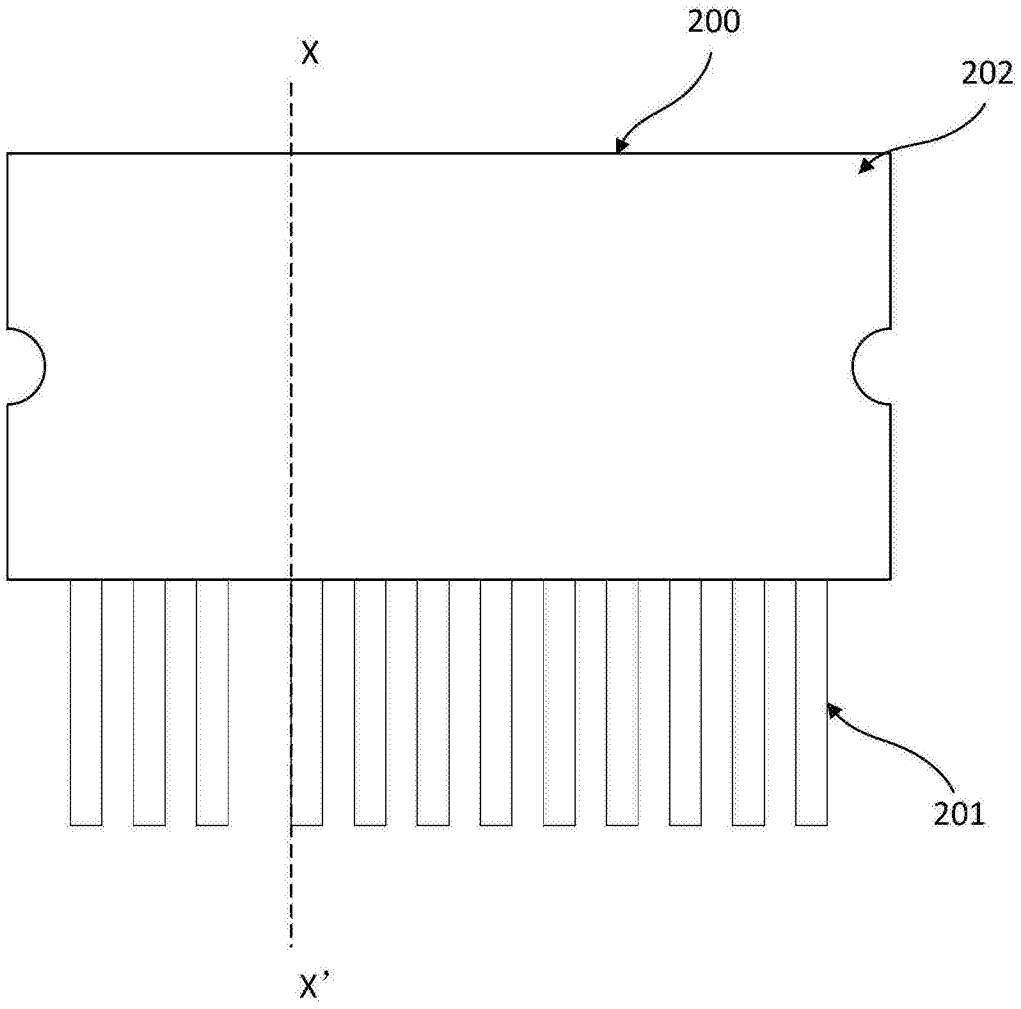

200
X
202
201
X'

图2(A)

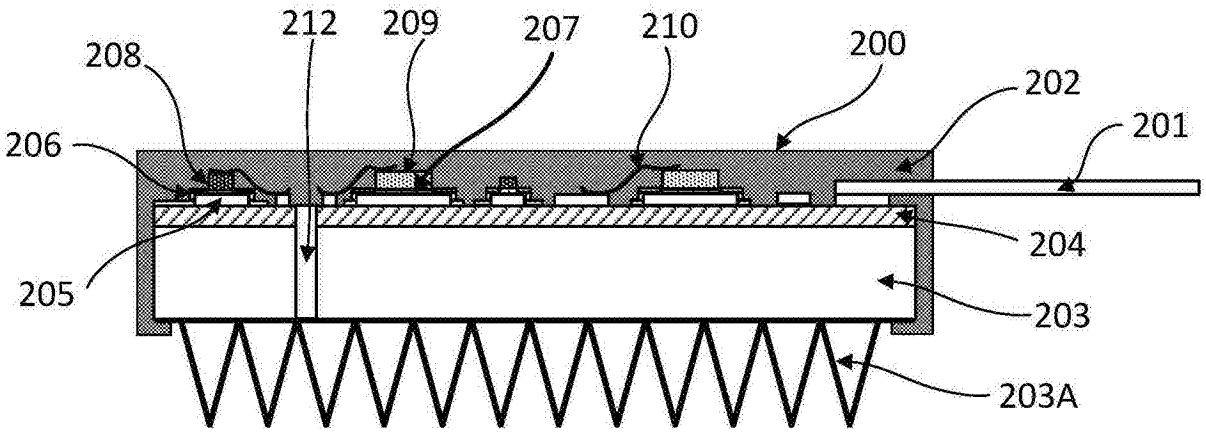

212
209
207
210
208
200
202
201
206
204
205
203
203A

图2(B)

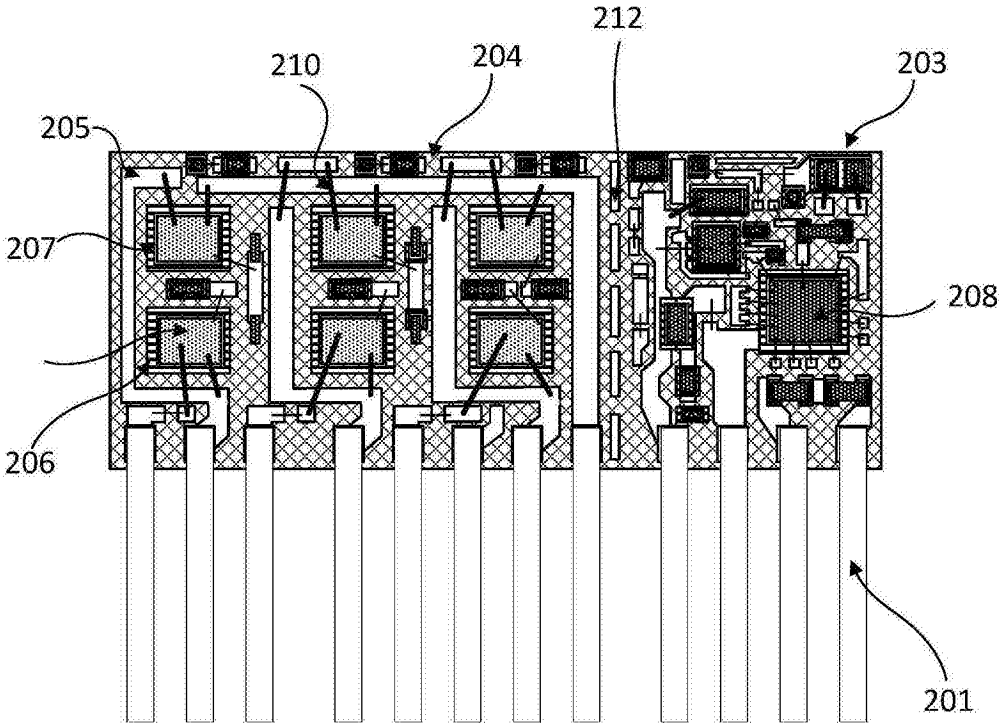


图2(C)

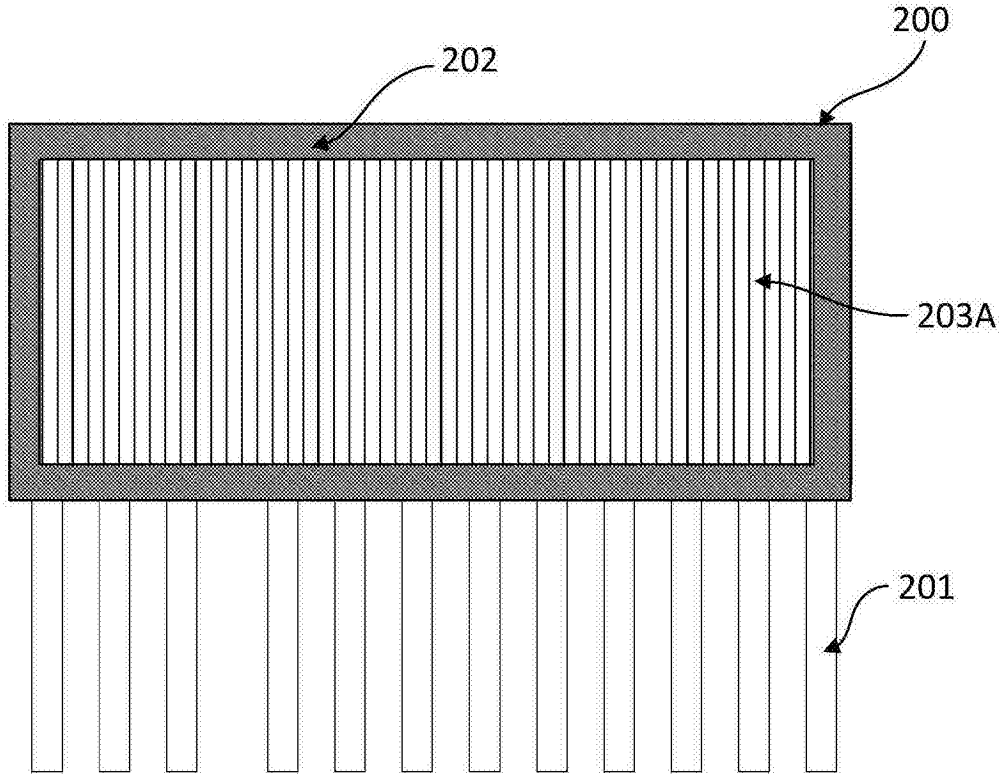


图2(D)

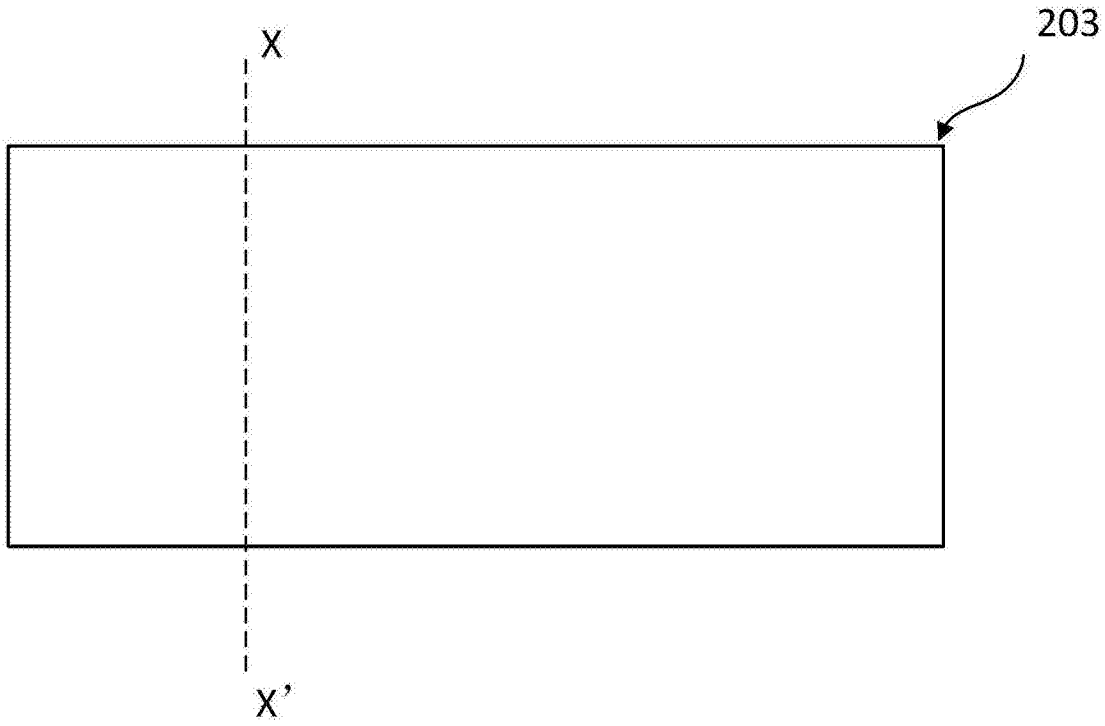


图3 (A)

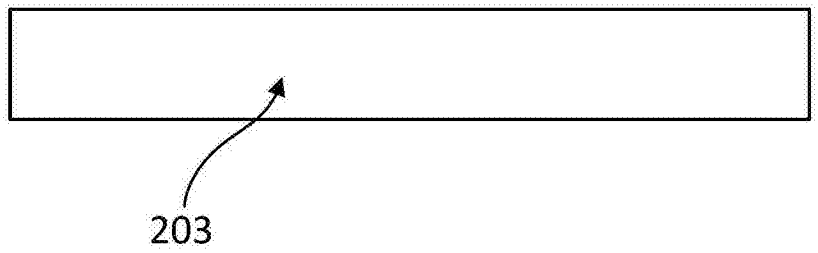


图3 (B)

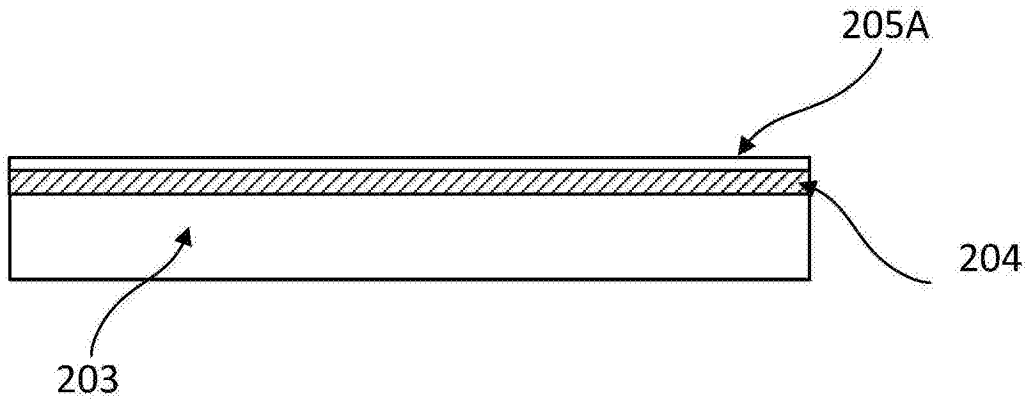


图3 (C)

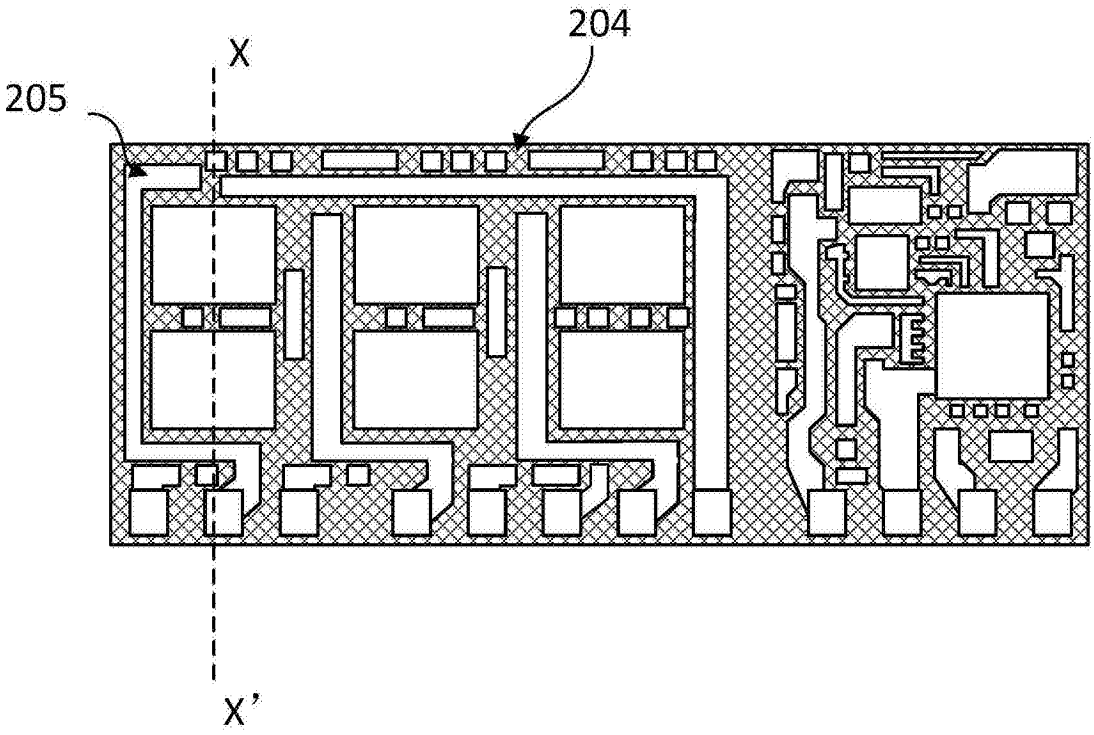


图3(D)

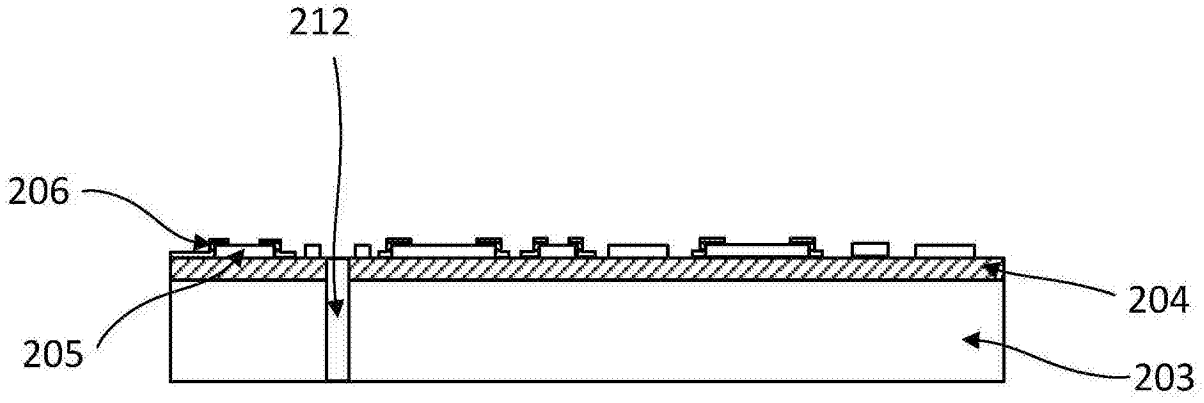


图3(E)



图3(F)

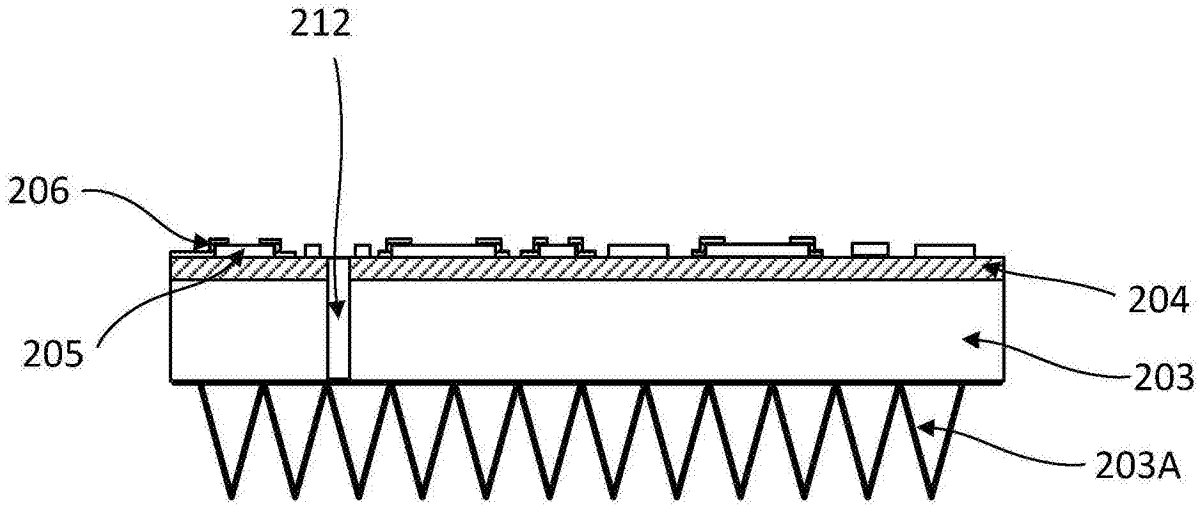


图3(G)

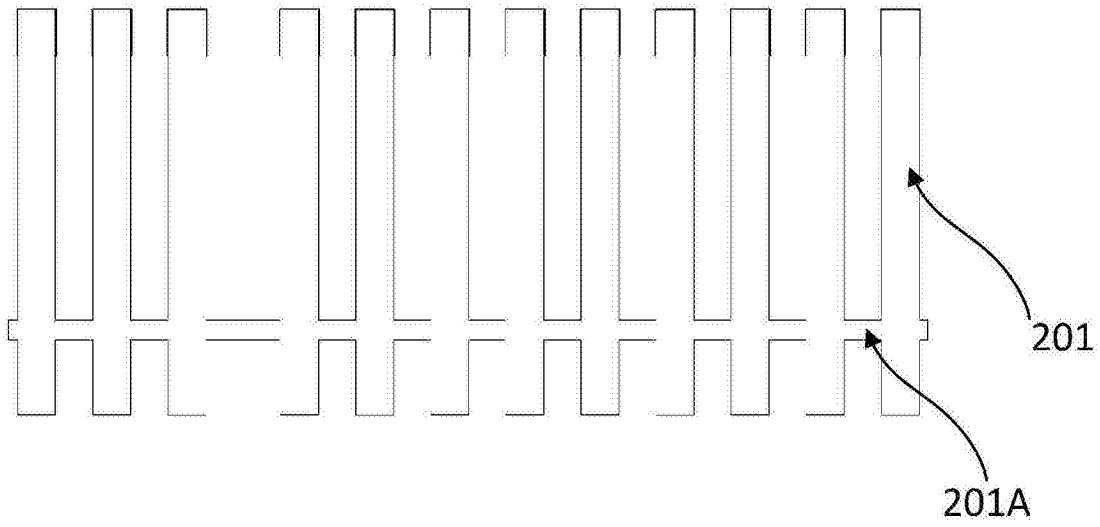


图4(A)

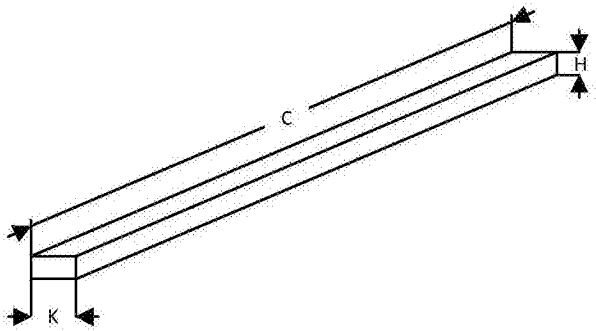


图4(B)



图4(C)

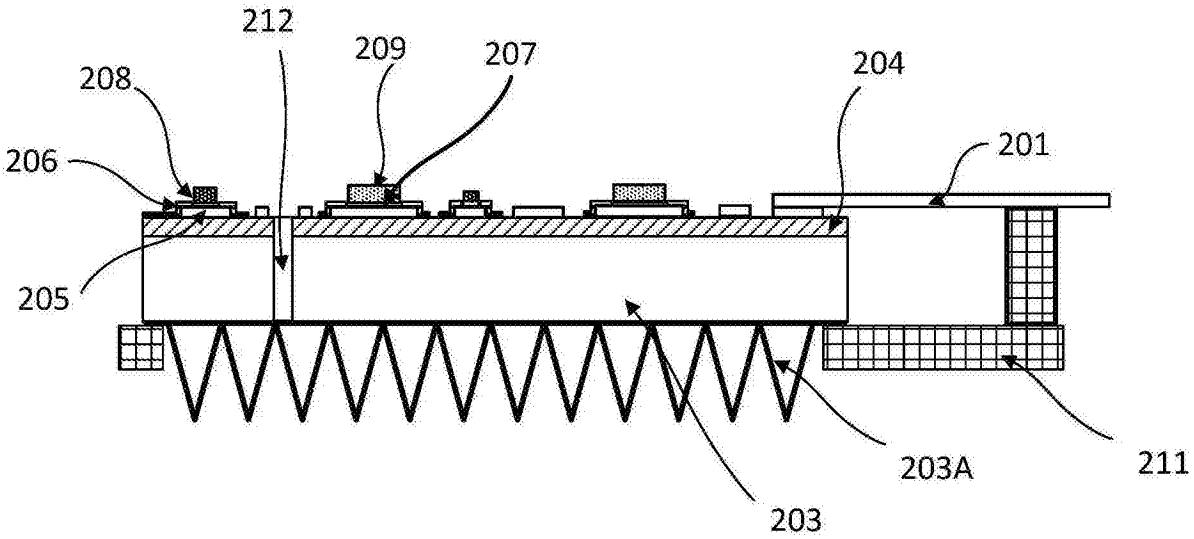

212
209
207
208
204
206
201
205
203A
211
203

图5(A)

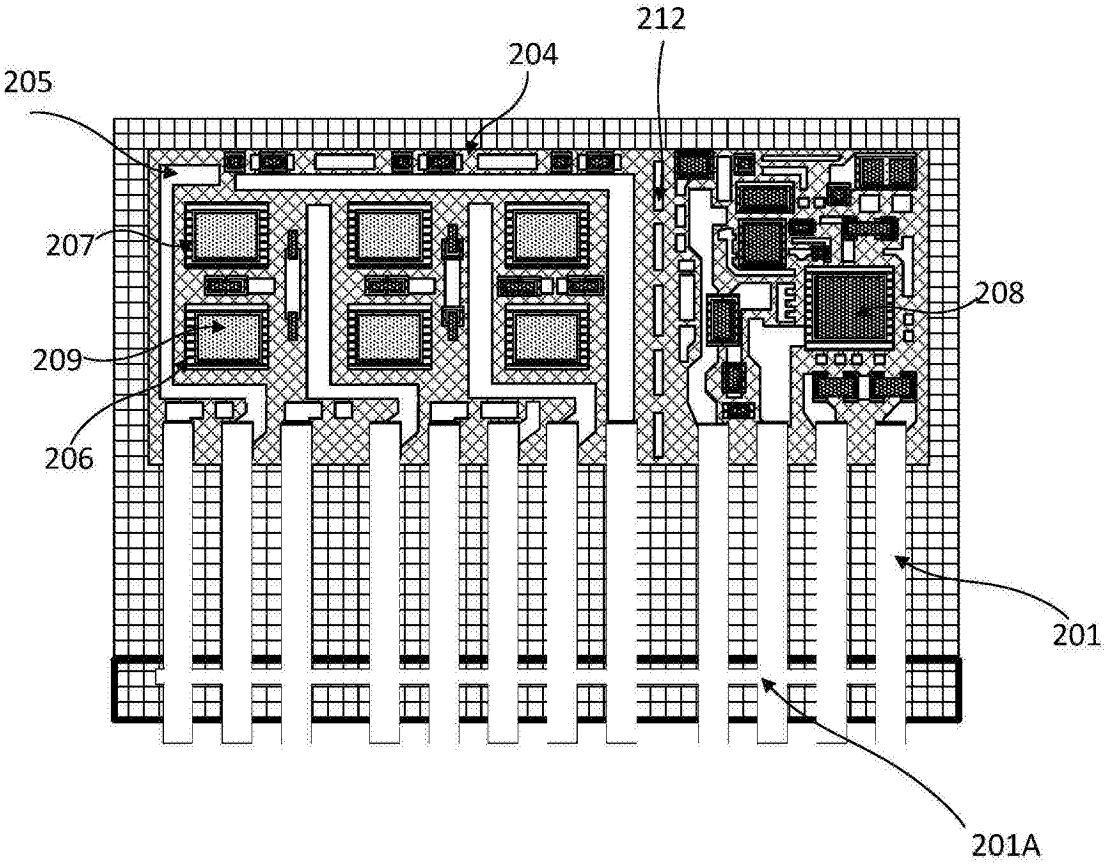

212
204
205
207
208
209
206
201
201A

图5(B)

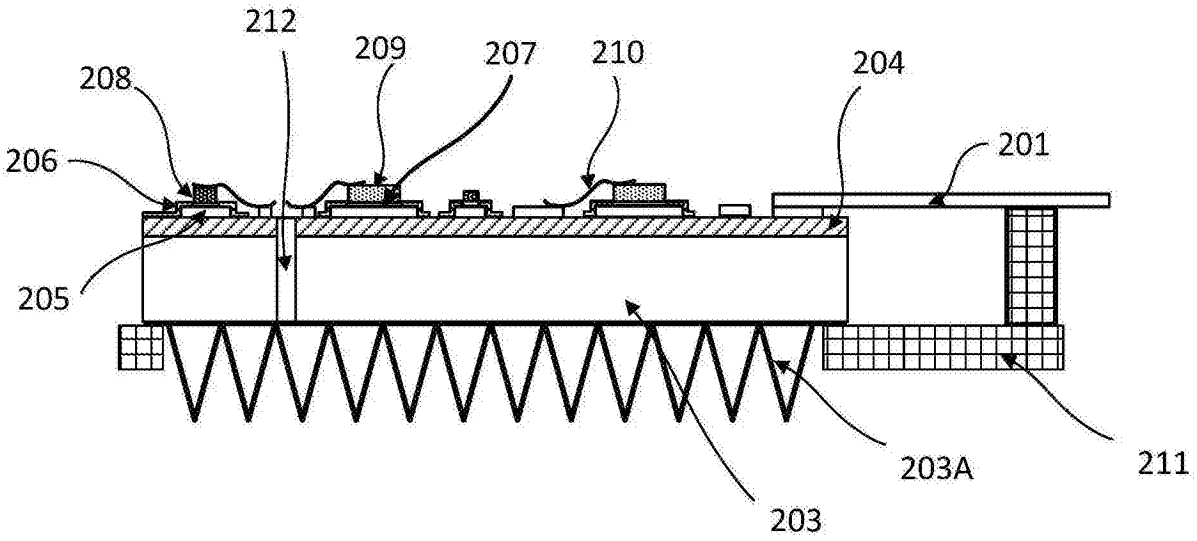

212
209
207
210
204
208
206
201
205
203A
211
203

图6 (A)

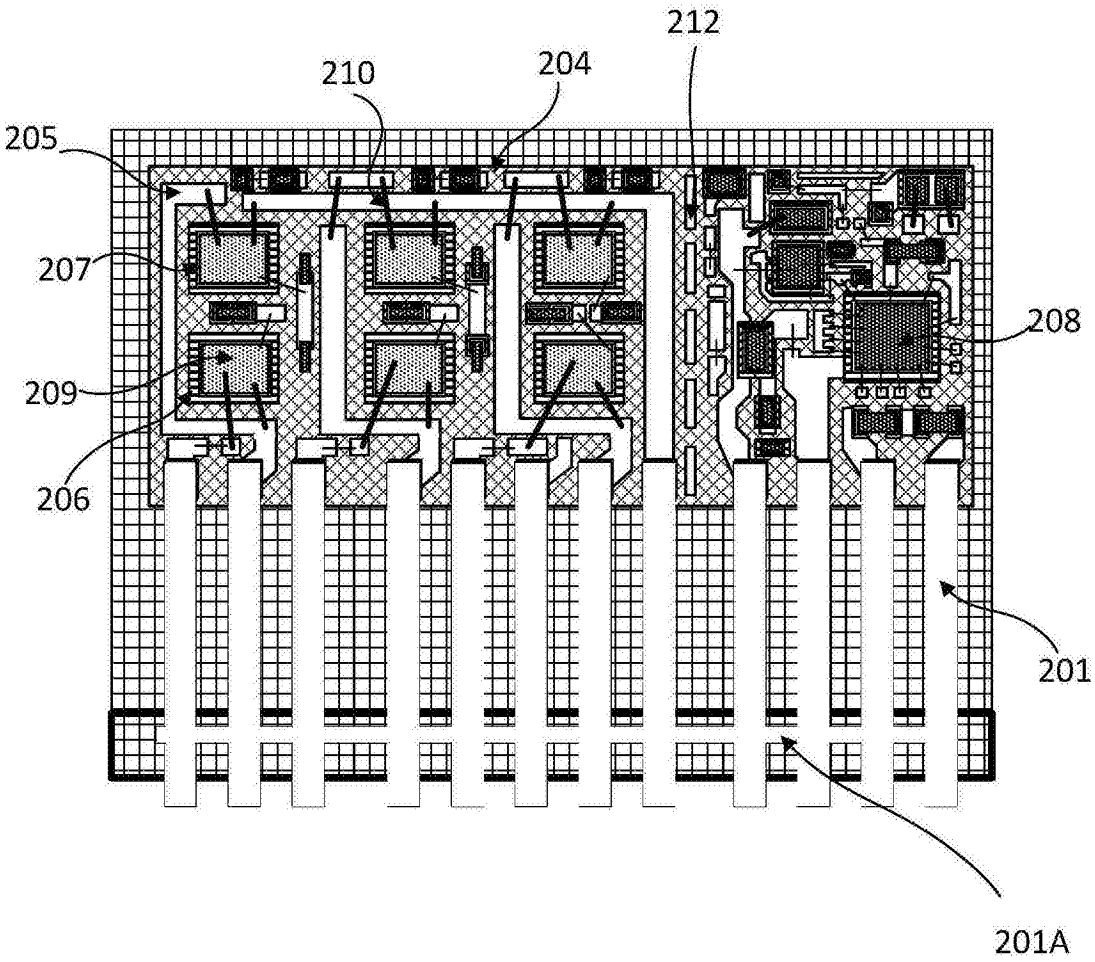

212
210
204
205
207
208
209
206
201
201A

图6 (B)

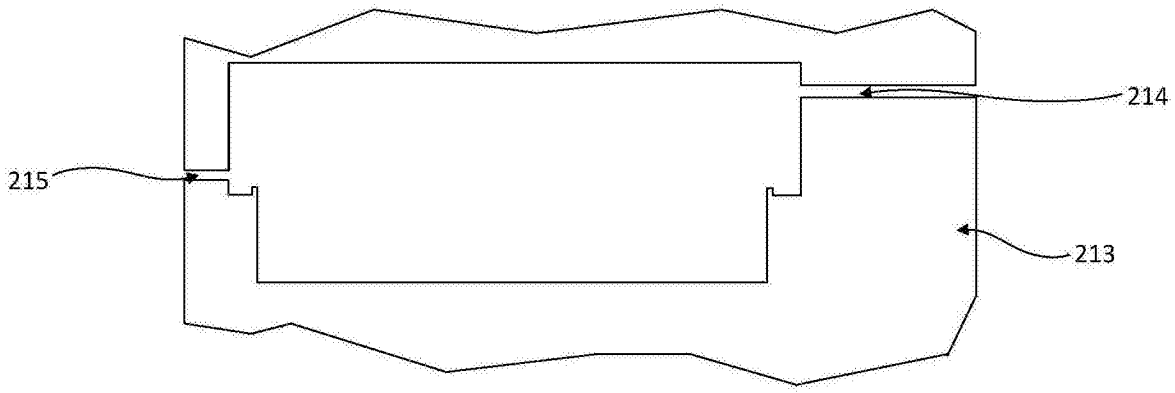


图7(A)

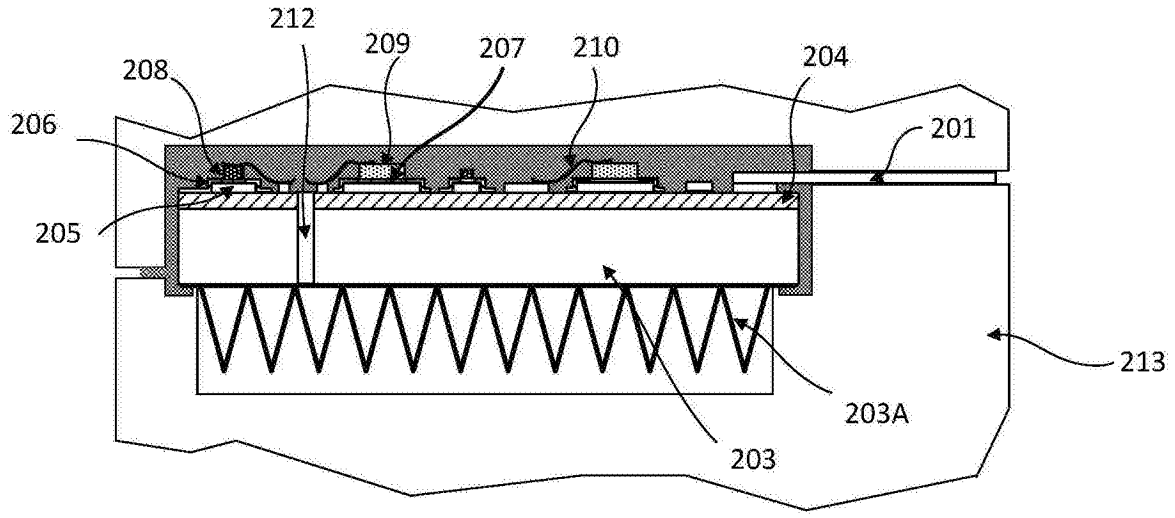


图7(B)

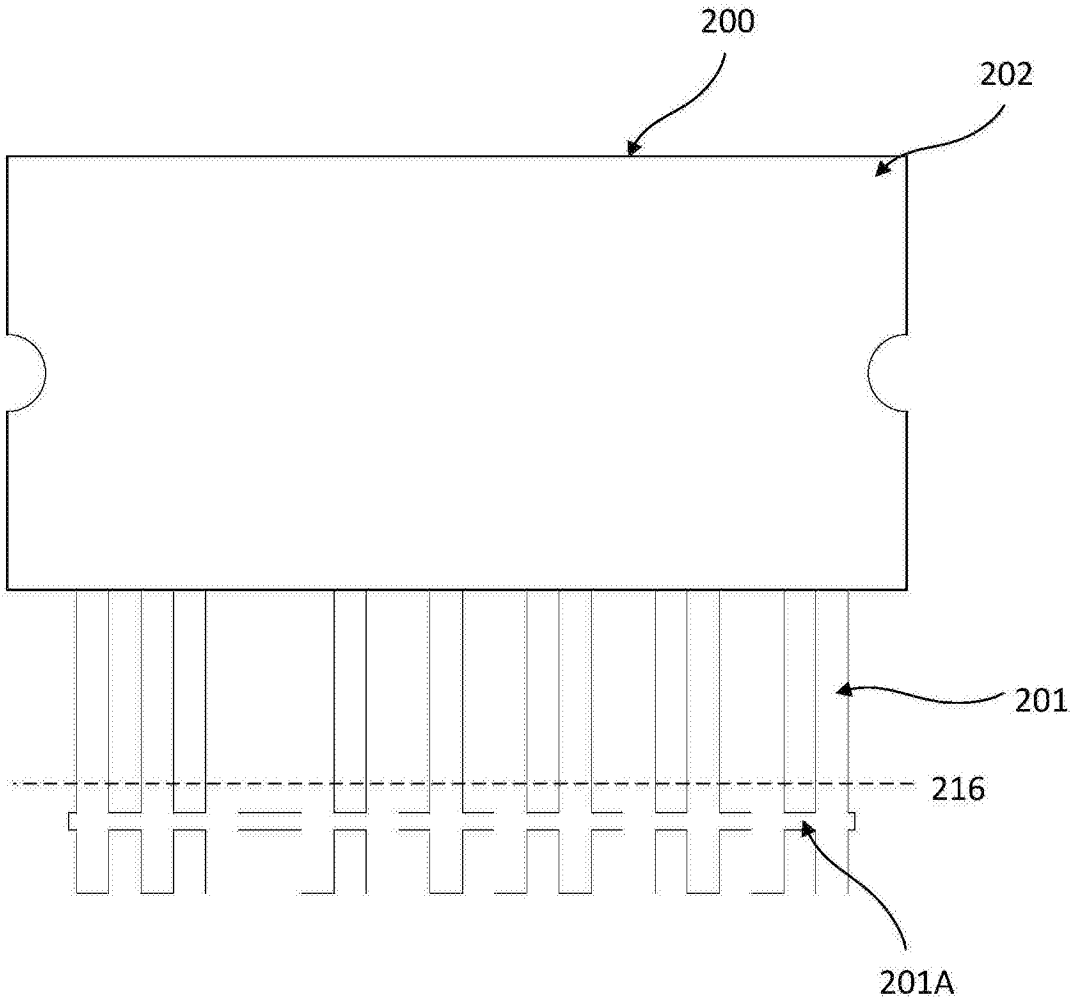


图8

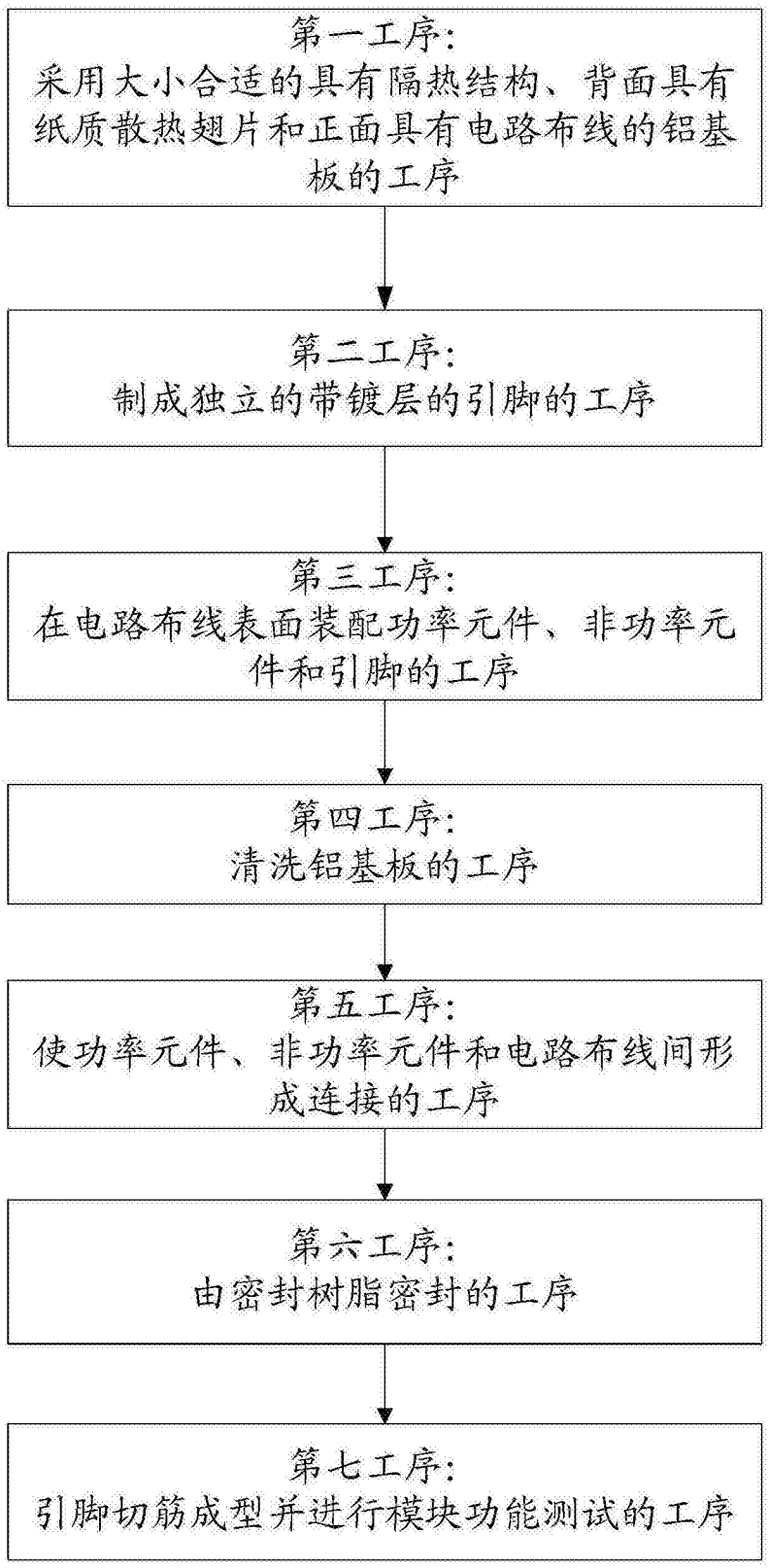

第一工序:
采用大小合适的具有隔热结构、背面具有纸质散热翅片和正面具有电路布线的铝基板的工序
第二工序:
制成独立的带镀层的引脚的工序
第三工序:
在电路布线表面装配功率元件、非功率元件和引脚的工序
第四工序:
清洗铝基板的工序
第五工序:
使功率元件、非功率元件和电路布线间形成连接的工序
第六工序:
由密封树脂密封的工序
第七工序:
引脚切筋成型并进行模块功能测试的工序

图9