



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105514095 B

(45)授权公告日 2020.05.12

(21)申请号 201510959099.2

(22)申请日 2015.12.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105514095 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(73)专利权人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区北农路2号

专利权人 国网智能电网研究院

国家电网公司

(72)发明人 唐新灵 崔翔 赵志斌 张朋

李金元 温家良

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

(51)Int.Cl.

H01L 25/07(2006.01)

H01L 23/367(2006.01)

(56)对比文件

CN 203481226 U, 2014.03.12, 说明书第[0036]-[0041]段, 图5-6.

CN 101296597 A, 2008.10.29, 说明书第2页第11行-第5页第9行, 图1-4.

US 2015102383 A1, 2015.04.16, 说明书第[0043]-[0066]段, 图4-16.

审查员 邱广猷

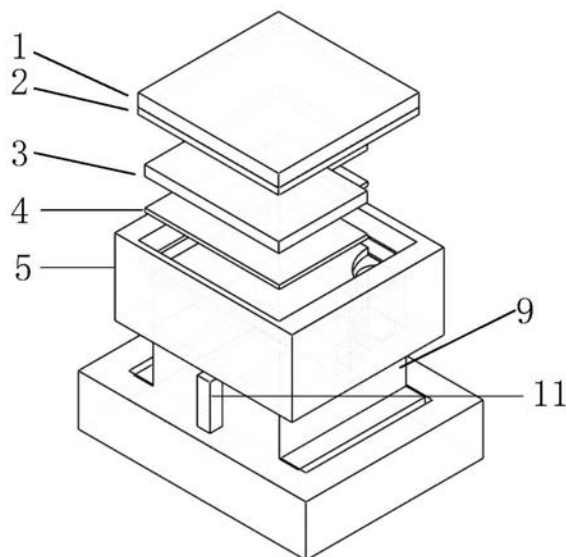
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种凸台高度可变的压接式IGBT模块

(57)摘要

本发明提供一种凸台高度可变的压接式IGBT模块, 包括管壳和同轴设于所述管壳上下两端的板状金属电极, 下端金属电极的内侧面上分布有凹槽, 每个凹槽中容纳一凸台, 所述凸台底部为向上凹陷的凹面; 所述凸台与上端金属电极之间压接有功率子模块。本发明提供的压接式IGBT模块整体结构简单紧凑、散热性能更好、驱动回路杂散参数更小, 对钼片、芯片、银片厚度一致性以及凸台高度一致性要求更低, 提高了器件的使用性能。



1. 一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,包括管壳和同轴设于所述管壳上下两端的板状金属电极,其特征在于:下端金属电极的内侧面上分布有凹槽,每个凹槽中容纳一凸台,所述凸台底部为向上凹陷的凹面;所述凸台与上端金属电极之间压接有功率子模块;

所述功率子模块包括由下至上依次压接的导电银片、底部钼片、半导体芯片和顶部钼片;所述导电银片的下表面与所述凸台的上表面压接,所述顶部钼片的上表面与所述上端金属电极的内侧面压接;

所述凹槽为矩形,所述凹槽的宽度等于凸台的对应边长,以将所述凸台限制在所述凹槽内;所述凹槽的长度略大于凸台的对应底部长度;所述凹面的横截面为拱形;所述凹面的横截面对称线垂直于所述凹槽的长度。

2. 根据权利要求1所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述导电银片、底部钼片、半导体芯片和顶部钼片设于矩形结构的绝缘框架内。

3. 根据权利要求1所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述功率子模块包括设于不同凸台上的IGBT功率子模块和Diode功率子模块;所述IGBT功率子模块的半导体芯片为绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片;所述Diode功率子模块的半导体芯片为二极管Diode芯片。

4. 根据权利要求3所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述IGBT功率子模块通过设于凸台之间的PCB板电气相连;所述PCB板的上、下表面分别涂覆有金属层,金属层之间通过绝缘材料电气隔离;上、下表面的金属层宽度小于对应的PCB板宽度,以使凸台之间电气隔离;连接外部驱动电路的接线端子分别经所述上、下表面的金属层引出。

5. 根据权利要求4所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述IGBT功率子模块所在的凸台侧部留有位于其对角线上的开口朝外的缺口;所述IGBT功率子模块的绝缘框架内侧转角位置设有与所述缺口相适应的通孔;所述PCB板的下表面金属层与所述缺口的底部相接触,其上表面金属层与所述通孔的底部相接触;所述通孔的顶部与绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的下表面相接触;所述PCB板的上表面金属层通过贯穿所述通孔的栅极顶针与所述IGBT功率子模块的绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的栅极电气相连;

所述IGBT功率子模块的导电银片和底部钼片的形状和大小与绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的发射极有源区形状和大小分别一致。

6. 根据权利要求3所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述Diode功率子模块对应的凹槽分布在下端金属电极的最外围区域和中心区域;所述IGBT功率子模块对应的凹槽分布在下端金属电极的最外围区域和中心区域之间。

7. 根据权利要求2所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述半导体芯片与所述顶部钼片的大小一致,并采用烧结工艺固定。

8. 根据权利要求1所述的一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,其特征在于:所述凸台的两侧设有平行于所述管壳轴线方向上的柱子,所述凹槽的两侧设有与所述柱子相适应的沟槽;所述柱子容纳于所述沟槽内,以将所述凸台限制在所述凹槽内;所述柱子的上表面与IGBT功率子模块所在凸台的缺口底部平齐;

所述IGBT功率子模块所在凸台的缺口深度为对应凸台高度的30%-80%。

一种凸台高度可变的压接式IGBT模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种压接式IGBT模块,具体讲涉及一种凸台高度可变的压接式IGBT模块。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极晶体管IGBT结合了MOSFET和BJT两者的优点,具有电压驱动、通态压降低、电流容量大等特点,被广泛应用于工业、交通、电力、军事、航空以及电子信息等领域。压接式IGBT结合了GTO和IGBT两者的优点,具有双面散热、高可靠性以及短路失效等特点,非常适合于电力系统、船舶等串联应用领域。

[0003] 对于压接式IGBT,施加在功率子模块上的压力大小决定了各接触面之间的热阻,因此压力分布的一致与否,决定了各个功率子模块的散热性能的好坏。已有研究表明,当超过一定的温度时,芯片的寿命随温度升高而下降,因此在器件的设计过程中必须考虑到压力分布的一致性。

[0004] 现有的两种主流压接形式为ABB公司推出的StakPak压接型IGBT和Westcode公司的Press Pack IGBT。公开号为CN1596472A的发明专利公开了ABB公司的一种大功率半导体模块,其压接通过碟簧来实现,有利于实现压力分布的均匀特性。但是由于碟簧的存在,降低了芯片集电极侧的散热性能,整体热阻有待改善。公开号为US6678163B1的发明专利公开了Westcode公司的压接型IGBT封装结构,这种结构有利于双面散热,但是垂直于芯片表面方向上全部为硬压接的方式,对于芯片、钼片、银片的厚度以及凸台高度的一致性要求极高,因为细微的厚度将会导致压力的极大差别,从而造成热阻差别太大或者直接由于过大压力造成芯片的物理损坏。

[0005] 此外,在公开号为US6678163B1的发明专利中,辅助发射极由发射极金属板的底端引出,给驱动回路带来了较大的电感,也使得器件开通一致性存在就较大的误差。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术中所存在的上述问题,本发明提供一种整体结构简单紧凑、散热性能更好、驱动回路杂散参数更小,对钼片、芯片、银片厚度一致性以及凸台高度一致性要求更低的压接式IGBT模块。

[0007] 本发明提供的技术方案是:一种凸台高度可变的压接式IGBT模块,包括管壳和同轴设于所述管壳上下两端的板状金属电极,其改进之处在于:下端金属电极的内侧面上分布有凹槽,每个凹槽中容纳一凸台,所述凸台底部为向上凹陷的凹面;所述凸台与上端金属电极之间压接有功率子模块。

[0008] 优选的,所述功率子模块包括由下至上依次压接的导电银片、底部钼片、半导体芯片和顶部钼片;所述导电银片的下表面与所述凸台的上表面压接,所述顶部钼片的上表面与所述上端金属电极的内侧面压接。

[0009] 进一步,所述导电银片、底部钼片、半导体芯片和顶部钼片设于矩形结构的绝缘框

架内。

[0010] 进一步,所述功率子模块包括设于不同凸台上的IGBT功率子模块和Diode功率子模块;所述IGBT功率子模块的半导体芯片为绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片;所述Diode功率子模块的半导体芯片为二极管Diode芯片。

[0011] 进一步,所述IGBT功率子模块通过设于凸台之间的PCB板电气相连;所述PCB板的上、下表面分别涂覆有金属层,金属层之间通过绝缘材料电气隔离;上、下表面的金属层宽度小于对应的PCB板宽度,以使凸台之间电气隔离;连接外部驱动电路的接线端子分别经所述上、下表面的金属层引出。

[0012] 进一步,所述IGBT功率子模块所在的凸台侧部留有位于其对角线上的开口朝外的缺口;所述IGBT功率子模块的绝缘框架内侧转角位置设有与所述缺口相适应的通孔;所述PCB板的下表面金属层与所述缺口的底部相接触,其上表面金属层与所述通孔的底部相接触;所述通孔的顶部与绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的下表面相接触;所述PCB板的上表面金属层通过贯穿所述通孔的栅极顶针与所述IGBT功率子模块的绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的栅极电气相连。

[0013] 进一步,所述Diode功率子模块对应的凹槽分布在下端金属电极的最外围区域和中心区域;所述IGBT功率子模块对应的凹槽分布在下端金属电极的最外围区域和中心区域之间。

[0014] 进一步,所述半导体芯片与所述顶部钼片的大小一致,并采用烧结工艺固定。

[0015] 优选的,所述凸台的两侧设有平行于所述管壳轴线方向上的柱子,所述凹槽的两侧设有与所述柱子相适应的沟槽;所述柱子容纳于所述沟槽内,以将所述凸台限制在所述凹槽内;所述柱子的上表面与IGBT功率子模块所在凸台的缺口底部平齐;

[0016] 所述IGBT功率子模块所在凸台的缺口深度为对应凸台高度的30%~80%。

[0017] 优选的,所述凹槽为矩形,所述凹槽的宽度等于凸台的对应边长,以将所述凸台限制在所述凹槽内;所述凹槽的长度略大于凸台的对应底部长度;所述凹面的横截面为拱形;所述凹面的横截面对称线垂直于所述凹槽的长度。

[0018] 与最接近的技术方案相比,本发明具有如下显著进步:

[0019] 1) 本发明提供的压接式IGBT模块的凸台底部设有向上凹陷的凹面,使得凸台在压力条件下,向下移动的位移远远大于顶部钼片、半导体芯片、底部钼片以及导电银片在压力方向上所产生的形变之和,降低了压接式IGBT模块对钼片、芯片、导电银片厚度的一致性要求、对凸台高度的一致性要求,在金属片厚度以及凸台高度存在容差的情况下,仍然可以保持各个芯片之间的压力差异性小,压力差异减小后将会降低各个芯片与散热器之间的热阻差异,从而改善了芯片散热的一致性,提高了器件的使用性能。

[0020] 2) 本发明提供的压接式IGBT模块的导电银片与凸台压接,PCB板的下表面金属层与凸台缺口底部相接触,使得IGBT功率子模块的绝缘栅双极型晶体管的发射极从凸台引出,极大降低了栅极回路的面积,从而降低了杂散参数对驱动回路的影响,提高了器件的电气性能。

[0021] 3) 本发明提供的压接式IGBT模块的顶部钼片与半导体芯片之间采用烧结工艺固定,使得顶部钼片与半导体芯片之间的热阻降低,进一步改善了半导体芯片的散热性能,从而整体提高了压接式IGBT模块的性能。

[0022] 4) 本发明提供的压接式IGBT模块结构灵活,凸台通过两侧的条形柱子限位在凹槽内,IGBT功率子模块所对应的凸台和Diode功率子模块所对应的凸台的数量以及位置可调,从而可以根据需求来设置IGBT和Diode芯片的比例以及相对位置。

附图说明

[0023] 图1是本发明提供的IGBT功率子模块、凸台以及凹槽的结构示意图。

[0024] 图2是图1中IGBT功率子模块的绝缘框架结构示意图。

[0025] 图3是Diode功率子模块所对应的凸台结构示意图。

[0026] 图4是IGBT功率子模块所对应的凸台结构示意图。

[0027] 图5是下端金属电极的结构示意图。

[0028] 图6是PCB板结构示意图。

[0029] 图7是PCB板与凸台的位置关系示意图。

[0030] 图8是压接式IGBT模块的内部结构俯视图。

[0031] 图9是图8中A1-A1处的剖视结构示意图。

[0032] 其中:1、顶部钼片;2、半导体芯片;3、底部钼片;4、导电银片;5、绝缘框架;6、通孔;7、Diode功率子模块对应的凸台;8、Diode功率子模块对应凸台的侧面条形柱子;9、IGBT功率子模块对应的凸台;10、IGBT功率子模块对应凸台的缺口;11、IGBT功率子模块对应凸台的侧面条形柱子;12、下端金属电极;13、PCB板;13-1PCB板与顶针接触部分;13-2PCB板连接;13-3PCB板连接外部驱动电路输入端口;13-4PCB板连接外部驱动电路输出端口。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0034] 为了彻底了解本发明实施例,将在下列的描述中提出详细的结构。显然,本发明实施例的施行并不限于本领域的技术人员所熟习的特殊细节。本发明的较佳实施例详细描述如下,然而除了这些详细描述外,本发明还可以具有其他实施方式。

[0035] 本发明提供的大功率压接式IGBT模块的整体为长方体或圆柱体,其外部由管壳和设置在管壳上、下两端的两个金属电极板组成,内部为功率子模块以及相应的凸台阵列。

[0036] 如图5所示:为了安装凸台和功率子模块,下端金属电极12的内侧面上分布有阵列式凹槽;每个凹槽中放置一个凸台,凸台侧面条形柱子8和11上放置PCB板13,每个凸台顶端与上端金属电极之间压接一个功率子模块。

[0037] 如图1所示,所述功率子模块包括由下至上依次压接的导电银片4、底部钼片3、半导体芯片2和顶部钼片1;所述导电银片4的下表面与所述凸台的上表面压接,所述顶部钼片1的上表面与所述上端金属电极的内侧面压接。所述半导体芯片2和所述顶部钼片1的大小一致,并采用烧结工艺固定。

[0038] 如图1-2所示:所述导电银片4、底部钼片3、半导体芯片2和顶部钼片1设于矩形结构的绝缘框架5内,绝缘框架5可采用塑料制作。

[0039] 如图7-9所示,所述功率子模块包括两种,一种是IGBT功率子模块,另一种是Diode功率子模块;所述Diode功率子模块对应的凹槽分布在下端金属电极12的最外围区域和中心区域;所述IGBT功率子模块对应的凹槽分布在下端金属电极12的最外围区域和中心区域

之间。

[0040] 所述IGBT功率子模块的半导体芯片2为绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片;所述Diode功率子模块的半导体芯片2为二极管Diode芯片。

[0041] 如图3和图4所示:凸台的底部为拱形,与凹槽接触的凸台底面为曲面或斜面,在1~2kN的压力条件下,凸台将会被下压,从而凸台底面与凹槽之间的空隙减小,凸台起到的作用类似于一个弹簧。凸台在压力条件下,向下移动的位移远远大于顶部钼片1、芯片、底部钼片3以及导电银片4在压力方向上所产生的形变之和。

[0042] 所述凸台分为两种,一是Doide功率子模块对应的凸台7,另一是IGBT功率子模块对应的凸台9。Doide功率子模块对应的凸台7和IGBT功率子模块对应的凸台9的底部曲面经过处理,在指定压力条件下,可以保证凸台底面与凹槽接触面之间的压力尽可能均匀分布。

[0043] Doide功率子模块对应的凸台7和IGBT功率子模块对应的凸台9的两侧面均具有条形柱,用于固定凸台,同时为PCB板13提供支撑。

[0044] 如图5和图7所示,所述凹槽为具有一定深度的凹槽,宽度与凸台对应的边长相同,从而起到固定凸台的作用,但长度略长于凸台底部长度,便于凸台下压形变时,凸台底部边缘具有一定的位移空间;在凹槽侧面留有沟槽,用于放置凸台侧面条形柱,从而起到固定凸台的作用。

[0045] 如图4所示:所述IGBT功率子模块所在的凸台侧部留有位于其对角线上的开口朝外的缺口10;缺口10深度约为凸台高度的30%~80%;如图2所示,所述IGBT功率子模块的绝缘框架5内侧转角位置设有与凸台侧部缺口10相适应的通孔6。

[0046] 如图6-9所示,所述IGBT功率子模块通过设于凸台之间的PCB板电气相连;所述PCB板的上、下表面分别涂覆有金属层(例如敷设铜或其他金属),金属层之间通过绝缘材料电气隔离;上、下表面的金属层宽度小于对应的PCB板宽度,以使凸台之间电气隔离;

[0047] 将PCB板放置在凸台之间,PCB板处于架空状态。调整PCB板位置,将PCB板的13-1放置在IGBT功率子模块对应的凸台的缺口10上,所述PCB板的下表面金属层与所述缺口10的底部相接触,其上表面金属层13-1与所述通孔6的底部相接触;所述通孔6的顶部与绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的下表面相接触;所述PCB板的上表面金属层13-1通过贯穿所述通孔6的栅极顶针与所述IGBT功率子模块的绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的栅极电气相连。

[0048] 所述IGBT功率子模块的导电银片4和底部钼片3的形状和大小与绝缘栅双极型晶体管IGBT芯片的发射极有源区形状和大小分别一致。IGBT功率子模块的顶部钼片1与上端金属电极压接,引出集电极;IGBT功率子模块的导电银片4与凸台表面压接,引出发射极。PCB板其他连接部分13-2通过Doide功率子模块对应的凸台侧面的条形柱子8和IGBT功率子模块对应的凸台侧面的条形柱子11支撑。

[0049] 如图6所示:PCB板的上表面和下表面分别引出端子13-3和13-4,连接外部驱动电路。

[0050] 将IGBT功率子模块的绝缘框架5扣压在凸台上时,绝缘框架5的通孔6与对应凸台的缺口10相接触,可以起到固定PCB板的作用;将栅极顶针穿过绝缘框架5的通孔6;通孔6深度可以取值为3~7mm不等,且满足条件:底部钼片3厚度+导电银片4厚度+IGBT功率子模块对应的凸台缺口10深度=通孔6深度+PCB板13厚度,这样可以使得绝缘框架5安装在凸台上时,导电银片4、底部钼片3、半导体芯片2和顶部钼片1可以依次压接。

[0051] 为了使栅极顶针可以将PCB板上表面金属层与绝缘栅双极型晶体管IGBT的栅极电气连接,IGBT功率子模块的底部钼片3和导电银片4设有与绝缘框架5的通孔6相适应的缺口,以将底部钼片3和导电银片4固定在绝缘框架5内。

[0052] 如图7所示,PCB板的上表面敷设金属,通过传输栅极驱动信号到顶针,从而驱动IGBT芯片。PCB板13下表面也敷设金属,并与凸台缺口10以及凸台侧面条形柱子8和11接触,辅助发射极回路由凸台以及PCB板下表面金属层构成。

[0053] 如图3所示,当功率子模块为Diode功率子模块时,Diode功率子模块对应凸台没有空缺,且凸台边长略大于IGBT子模块对应凸台边长;Diode功率子模块的顶部钼片1与上端金属电极压接,引出阴极;Diode功率子模块的导电银片4与凸台表面压接,引出阳极。

[0054] 本发明中IGBT功率子模块数量和Diode功率子模块数量的比例是可调的,相对位置也是可变的,从而可以根据不同的应用场合来改变凸台的形状、位置和方向,以达到所需目的。

[0055] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的权利要求保护范围之内。

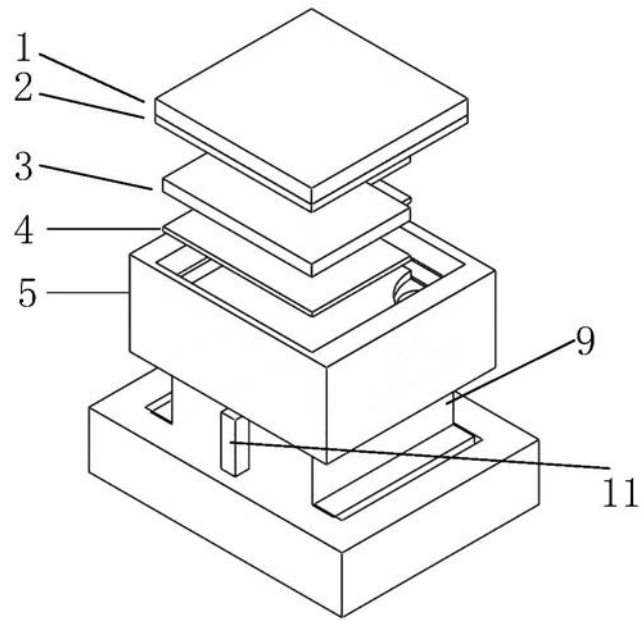


图1

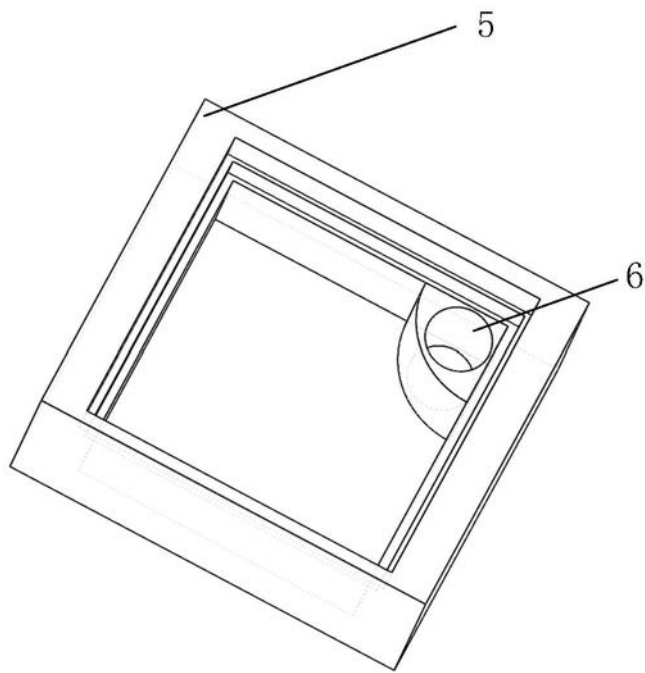


图2

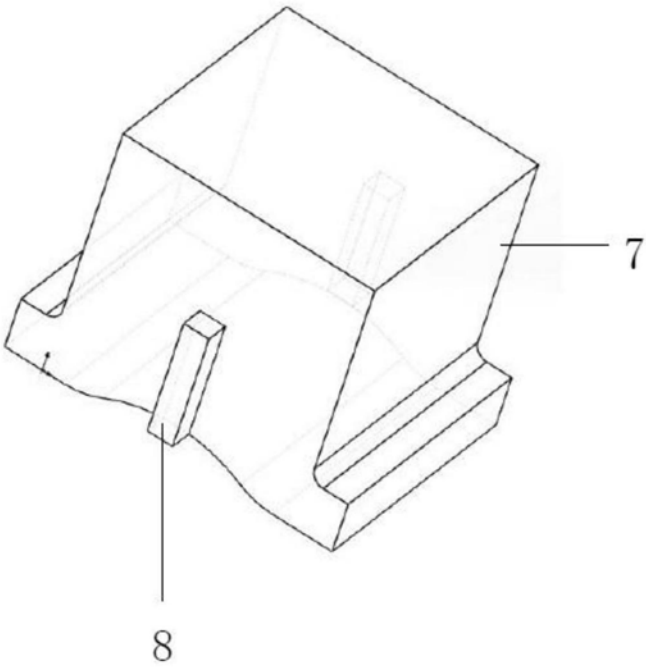


图3

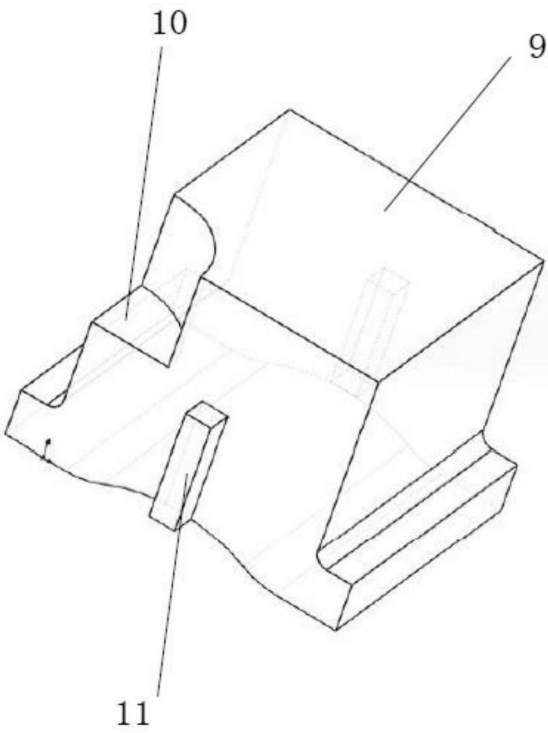


图4

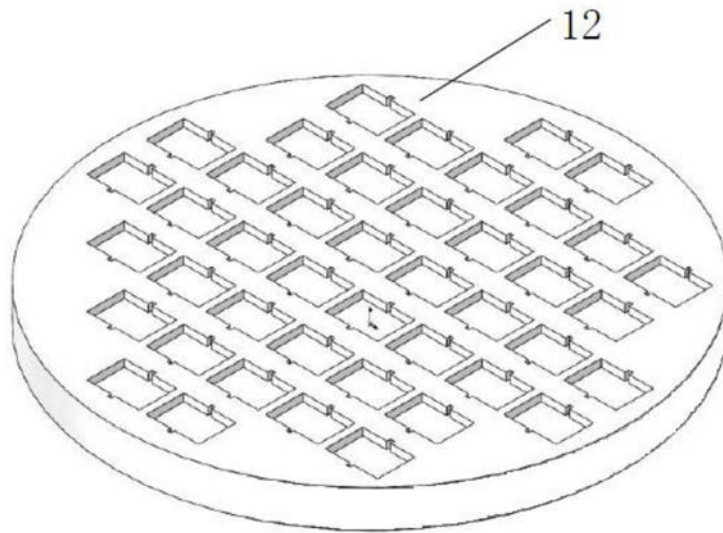


图5

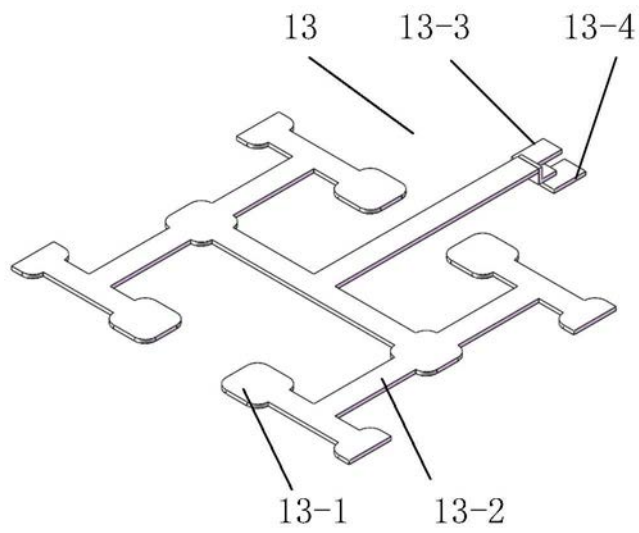


图6

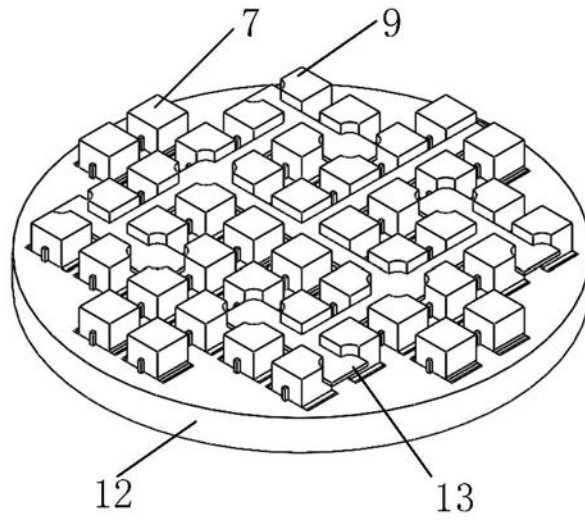


图7

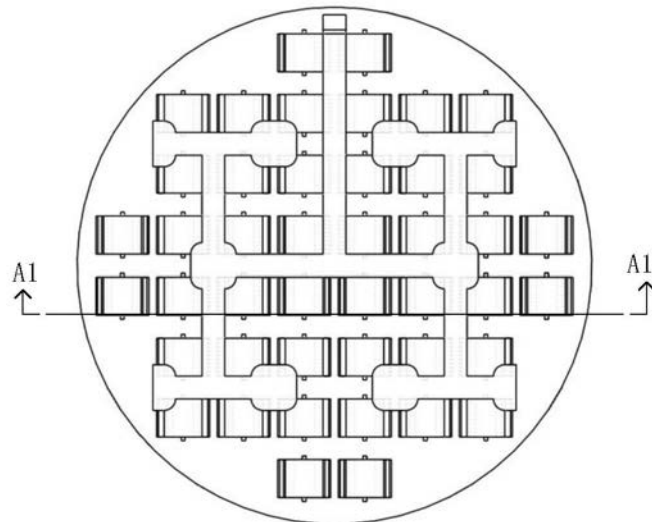


图8

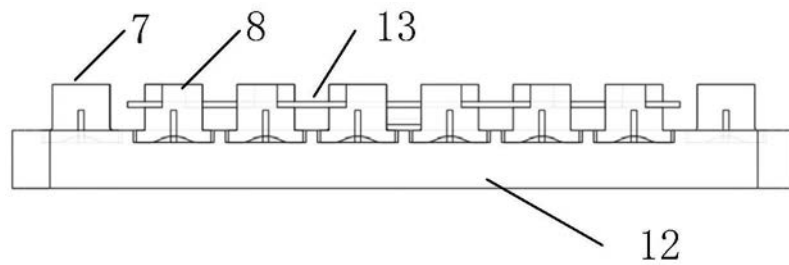


图9