(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 205645797 U
(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201620096547.0

(22)申请日 2016.01.29

(73)专利权人 南京银茂微电子制造有限公司
地址 211200 江苏省南京市溧水区秀山西路9号

(72)发明人 庄伟东 姚二现

(74)专利代理机构 南京正联知识产权代理有限公司 32243
代理人 黄智明

(51)Int.Cl.
H01L 23/367(2006.01)
H01L 23/373(2006.01)
H01L 23/473(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

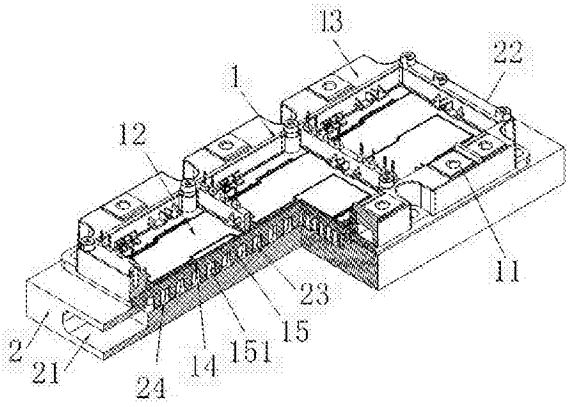
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)实用新型名称

功率模块的一体化液冷散热装置及其使用的底板

(57)摘要

本实用新型公开了功率模块的一体化液冷散热装置及其使用的底板，连接在功率模块的功率芯片、覆铜基板和底板的底部，包括固连在底板底部的方形液冷散热体，散热体内设有从左至右贯通的液体流道，液体流道的顶部位置处设有连接切口；底板的底部设有叉排状若干扰流柱，底板的扰流柱部分穿过连接切口扣入液体流道内。本实用新型的一体化液冷散热装置，将传热较差的导热硅脂层去掉，将功率模块与散热器做一体化设计，散热器即是模块的底板，散热路径更短，进而提高了功率模块的散热效率，并且精简了其整体结构，降低了制造成本。



CN 205645797 U

1.功率模块的一体化液冷散热装置，连接在功率模块(1)的功率芯片(12)、覆铜基板(14)和底板(15)的底部，其特征在于：包括固连在底板(15)底部的方形液冷散热体(2)，所述散热体(2)内设有从左至右贯通的液体流道(24)，所述液体流道(24)的顶部位置处设有连接切口(25)；所述底板(15)的底部设有叉排状若干扰流柱(151)，所述底板(15)的扰流柱部分穿过连接切口(25)扣入液体流道(24)内。

2.根据权利要求1所述的功率模块的一体化液冷散热装置，其特征在于：所述散热体(2)的连接切口(25)的形状和大小与功率模块(1)上的功率芯片(12)相适应。

3.根据权利要求2所述的功率模块的一体化液冷散热装置，其特征在于：位于所述散热体(2)的连接切口(25)的顶部边缘上还设有一圈U型缺口(26)。

4.根据权利要求3所述的功率模块的一体化液冷散热装置，其特征在于：所述散热体(2)的顶部位置还设有若干连接孔(27)，从而连接功率模块。

5.根据权利要求1-4任意一项所述的功率模块的一体化液冷散热装置，其特征在于：所述散热体(2)由铝碳化硅复合材料或者铜材制成。

6.根据权利要求1所述的功率模块的一体化液冷散热装置，其特征在于：所述底板(15)上的每一个扰流柱(151)为椭圆形扰流柱，所述椭圆形扰流柱的横截面为椭圆形，并且其从底板的底部往上延伸，椭圆形的长径和短径分别递减。

7.根据权利要求1所述的功率模块的一体化液冷散热装置，其特征在于：所述散热体(2)的液体流道(24)还包括设在其两端的流道入口(21)和出口(22)，以及位于入口(21)和出口(22)之间的散热部(23)，其中所述入口(21)和出口(22)为常开式，所述散热部(23)内容纳底板(15)的扰流柱(151)。

8.功率模块的一体化液冷散热装置使用的底板，其特征在于：连接在功率模块(1)的覆铜基板(14)和散热体(2)之间，所述底板(15)包括本体(152)和设在其一侧的若干叉排状扰流柱(151)；每一个扰流柱(151)为椭圆形扰流柱，并且所述椭圆形扰流柱的横截面为椭圆形，并且其从底板的底部往上延伸，椭圆形的长径和短径分别递减。

9.根据权利要求8所述的功率模块的一体化液冷散热装置使用的底板，其特征在于：所述底板(15)还包括设置在其周边的若干固定孔(153)。

10.根据权利要求8所述的功率模块的一体化液冷散热装置使用的底板，其特征在于：每一个扰流柱(151)与其相邻的扰流柱之间的列间距为3.5～6.0mm，行间距为3.0～10.0mm，扰流柱长轴3.0～8.0mm，短轴为2.0～6.0mm。

功率模块的一体化液冷散热装置及其使用的底板

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电力设备使用的功率模块散热技术领域，特别是涉及功率模块的一体化液冷散热装置及其使用的散热底板。

背景技术

[0002] 在设计电力变换设备时，由于变换设备本身存在相当可观的功率损耗，常常需要设计体积庞大的散热系统来使设备冷却下来，常用的散热方式有自然风冷，强迫风冷和液冷三种方式，由于空气的体积比热容很小，风冷散热器一般需要很大的散热面积，虽然近年来强化传热技术取得了很大进展，传热效率不断提高，使得风冷散热器越来越小，但散热介质本身的特性限制了风冷散热器的进一步缩小。因此，有必要采用体积比热容更大的液体来作为散热介质，进一步缩小散热器尺寸。

[0003] 常见的液冷散热系统，功率模块带有很厚的底板，与散热器是分离的，安装在散热器上时需要涂覆导热硅脂来填充接触面之间的空隙，由于导热硅脂的导热系数与金属相比是很小的。

实用新型内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足，本实用新型提供了功率模块的一体化液冷散热装置及其使用的底板，将传热较差的导热硅脂层去掉，减小液冷散热系统的尺寸，并且将功率模块与散热器做一体化设计，散热器即是模块的底板，散热路径更短。提高了功率模块的散热效率，提升了功率模块的功率密度，缩小了电力变送系统的体积。

[0005] 本实用新型所采用的技术方案是：功率模块的一体化液冷散热装置，连接在功率模块的功率芯片、覆铜基板和底板的底部，包括固连在底板底部的方形液冷散热体，散热体内设有从左至右贯通的液体流道，液体流道的顶部位置处设有连接切口；底板的底部设有叉排状若干扰流柱，底板的扰流柱部分穿过连接切口扣入液体流道内。本实用新型的一体化液冷散热装置，将传热较差的导热硅脂层去掉，将功率模块与散热器做一体化设计，散热器即是模块的底板，散热路径更短，进而提高了功率模块的散热效率，并且精简了其整体结构，降低了制造成本。

[0006] 本实用新型的进一步改进在于，散热体的连接切口的形状和大小与功率模块上的功率芯片相适应。

[0007] 本实用新型的进一步改进在于，位于散热体的连接切口的顶部边缘上还设有一圈U型缺口。

[0008] 本实用新型的进一步改进在于，散热体的顶部位置还设有若干连接孔，从而连接功率模块。

[0009] 本实用新型的进一步改进在于，散热体由铝碳化硅复合材料或者铜材制成。

[0010] 本实用新型的进一步改进在于，散热体的液体流道还包括设在其两端的流道入口和出口，以及位于入口和出口之间的散热部，其中入口和出口为常开式，散热部内容纳底板

的扰流柱。

[0011] 本实用新型的进一步改进在于，底板上的每一个扰流柱为椭圆形扰流柱，椭圆形扰流柱的横截面为椭圆形，并且其从底板的底部往上延伸，椭圆形的长径和短径分别递减。冷却液在流过椭圆扰流柱阵列时，与流过圆柱扰流柱阵列相比，由于偏折角度小，流动压力损失小于圆柱扰流柱阵列的，产生的流动漩涡(漩涡无助于强化换热)更小，换热效率更高。

[0012] 使用功率模块的一体化液冷散热装置的底板，连接在功率模块的覆铜基板和散热体之间，底板包括本体和设在其一侧的若干叉排状扰流柱；每一个扰流柱为椭圆形扰流柱，并且椭圆形扰流柱的横截面为椭圆形，并且其从底板的底部往上延伸，椭圆形的长径和短径分别递减。冷却液在流过椭圆扰流柱阵列时，与流过圆柱扰流柱阵列相比，由于偏折角度小，流动压力损失小于圆柱扰流柱阵列的，产生的流动漩涡(漩涡无助于强化换热)更小，换热效率更高。

[0013] 本实用新型的进一步改进在于，底板还包括设置在其周边的若干固定孔。

[0014] 本实用新型的进一步改进在于，每一个扰流柱与其相邻的扰流柱之间的列间距为3.5～6.0mm，行间距为3.0～10.0mm，扰流柱长轴3.0～8.0mm，短轴为2.0～6.0mm。

[0015] 与现有技术相比，本实用新型的有益效果是：功率模块的一体化液冷散热装置，将传热较差的导热硅脂层去掉，将功率模块与散热器做一体化设计，散热器即是模块的底板，散热路径更短。冷却液在流过椭圆扰流柱阵列时，与流过圆柱扰流柱阵列相比，由于偏折角度小，流动压力损失小于圆柱扰流柱阵列的，产生的流动漩涡(漩涡无助于强化换热)更小，换热效率更高。

[0016] 散热器采用铝碳化硅复合材料(热膨胀系数与芯片接近，热适配性好)或者铜材(导热系数高，散热效率高)。散热器背面有扰流柱，扰流柱形状为椭圆(常规设计扰流柱形状为圆柱)，扰流柱排列方式为叉排。

[0017] 与分体式散热器相比，该结构紧凑，换热效率高，流动阻力小，与相同密度排列的圆柱扰流柱相比，椭圆扰流柱散热底板在相同流动阻力损失的情况下，散热底板的温升比圆柱扰流柱底板低12.5％。提高了功率模块的散热效率，提升了功率模块的功率密度，缩小了电力变送系统的体积。

附图说明

[0018] 图1为功率模块的一体化液冷散热装置的一个实施例的结构示意图；

[0019] 图2为带椭圆扰流柱的功率模块底板的一个实施例的结构示意图；

[0020] 图3为图2的实施例改进前的结构示意图；

[0021] 图4为图1的实施例的散热体的一个实施例的三维结构示意图；

[0022] 图5为图4的实施例的俯视图；

[0023] 图6为图4的实施例的主视图；

[0024] 图7为图4的实施例的左视图；

[0025] 图8为功率模块的详细连接结构示意图；

[0026] 其中：

[0027] 1-功率模块，11-引线端子，12-功率芯片，13-壳体，14-覆铜基板，15-底板，151-扰流柱，152-本体，153-固定孔；2-散热体，21-入口，22-出口，23-散热部，24-液体流道，25-连

接切口，26-U型缺口，27-连接孔。

具体实施方式

[0028] 为了加深对本实用新型的理解，下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明，该实施例仅用于解释本实用新型，并不对本实用新型的保护范围构成限定。

[0029] 如图8所示，功率模块1一般由引线端子11、功率芯片12、壳体13、覆铜基板(DBC基板)14和底板15组成。

[0030] 如图1和图4、5、6和7所示，功率模块的一体化液冷散热装置，连接在功率模块1的功率芯片12、覆铜基板14和底板15的底部，包括固连在底板15底部的方形液冷散热体2，散热体2内设有从左至右贯通的液体流道24，液体流道24的顶部位置处设有连接切口25；底板15的底部设有叉排状若干扰流柱151，底板15的扰流柱部分穿过连接切口25扣入液体流道24内。本实用新型的一体化液冷散热装置，将传热较差的导热硅脂层去掉，将功率模块与散热器做一体化设计，散热器即是模块的底板，散热路径更短。其中底板15一般由铜制成，为铜底板。

[0031] 在上述实施例中，散热体2的连接切口25的形状和大小与功率模块1上的功率芯片12相适应。位于散热体2的连接切口25的顶部边缘上还设有一圈U型缺口26。散热体2的顶部位置还设有若干连接孔27，从而连接功率模块。散热体2由铝碳化硅复合材料或者铜材制成。散热体2的液体流道24还包括设在其两端的流道入口21和出口22，以及位于入口和出口22之间的散热部23，其中入口21和出口22为常开式，散热部23内容纳底板15的扰流柱151。

[0032] 此外，如图2所示，底板15上的每一个扰流柱151为椭圆形扰流柱，椭圆形扰流柱的横截面为椭圆形，并且其从底板的底部往上延伸，椭圆形的长径和短径分别递减。冷却液在流过椭圆扰流柱阵列时，与流过圆柱扰流柱阵列相比，由于偏折角度小，流动压力损失小于圆柱扰流柱阵列的，产生的流动漩涡(漩涡无助于强化换热)更小，换热效率更高。

[0033] 如图2所示，使用功率模块的一体化液冷散热装置的底板，连接在功率模块1的覆铜基板14和散热体2之间，底板15包括本体152和设在其一侧的若干叉排状扰流柱151；每一个扰流柱151为椭圆形扰流柱，并且椭圆形扰流柱的横截面为椭圆形，并且其从底板的底部往上延伸，椭圆形的长径和短径分别递减。冷却液在流过椭圆扰流柱阵列时，与流过圆柱扰流柱阵列相比，由于偏折角度小，流动压力损失小于圆柱扰流柱阵列的，产生的流动漩涡(漩涡无助于强化换热)更小，换热效率更高。该底板是代替原来的圆柱状扰流柱底板使用的，原来的圆柱状扰流柱底板结构参见图3所示。

[0034] 图2中，底板15还包括设置在其周边的若干固定孔153。每一个扰流柱与其相邻的扰流柱之间的列间距为3.5～6.0mm，行间距为3.0～10.0mm，扰流柱长轴3.0～8.0mm，短轴为2.0～6.0mm。

[0035] 在上述实施例中，以下为几种散热器扰流柱排列方式，压力损失和散热器平均温升的情况，

[0036] 正三角形排列圆柱扰流柱的计算结果如下，表1(扰流柱间距为5.0mm)：

[0037]

扰流柱直径d（mm）	d/D（D为扰流柱间距）	质量流量（kg/s）	出口水温(K)	散热器最高温度(K)	散热器上表面平均温度(K)	散热器平均温升(K)
3	0.6	0.202	299.33	341.8	336.95	38.95
3.5	0.7	0.154	299.74	341.58	335.58	37.38
4	0.8	0.117	300.85	340.64	334.83	36.83
4.5	0.9	0.078	302.2	341	335.5	37.5

[0038] 其中，边界条件：压力入口2.0atm+压力出口1.88atm，散热器上表面为热流密度，平均热流密度为0.5W/mm2；液冷介质：水+温度298K，计算区域为六列扰流柱(30mm)。

[0039] 相同宽度的椭圆扰流柱计算结果如下(长轴2a＝5mm，短轴2b＝3mm)，见表2：

[0040]

d	2b/d	质量流量	30mm进口等效流量	出口水温(K)	散热器最高温度(K)	散热器上表面平均温度(K)	散热器平均温升(K)
3.75	0.8	0.0855	0.1368	299.95	338.68	331.34	33.34
4	0.75	0.102	0.153	299.7	338.6	331.3	33.3
4.28	0.7	0.126	0.177	299.5	338.9	331.6	33.6
4.5	0.67	0.146	0.195	299.4	338.6	331.5	33.5
5	0.6	0.189	0.2268	299.17	339.1	332.4	34.4

[0041] 显然，在相同压力损失的情况下，即使较大的扰流柱间距，椭圆扰流柱散热器的温升要低于圆柱扰流柱散热器，流量要大于圆柱形扰流柱散热器的，即椭圆形扰流柱的散热效果要远好于圆柱扰流柱散热器。由于压力损失小，椭圆扰流柱散热器设计可以有效改善实际应用中液冷散热器流道堵塞的不良情形，提高了电动汽车的系统可靠性。

[0042] 功率模块的一体化液冷散热装置，与分体式散热器相比，结构紧凑，换热效率高，流动阻力小，与相同密度排列的圆柱扰流柱相比，椭圆扰流柱散热底板在相同流动阻力损失的情况下，散热底板的温升比圆柱扰流柱底板低12.5％。提高了功率模块的散热效率，提升了功率模块的功率密度，缩小了电力变送系统的的体积。

[0043] 本实用新型的实施例公布的是较佳的实施例，但并不局限于此，本领域的普 通技术人员，极易根据上述实施例，领会本实用新型的精神，并做出不同的引申和变化，但只要不脱离本实用新型的精神，都在本实用新型的保护范围内。

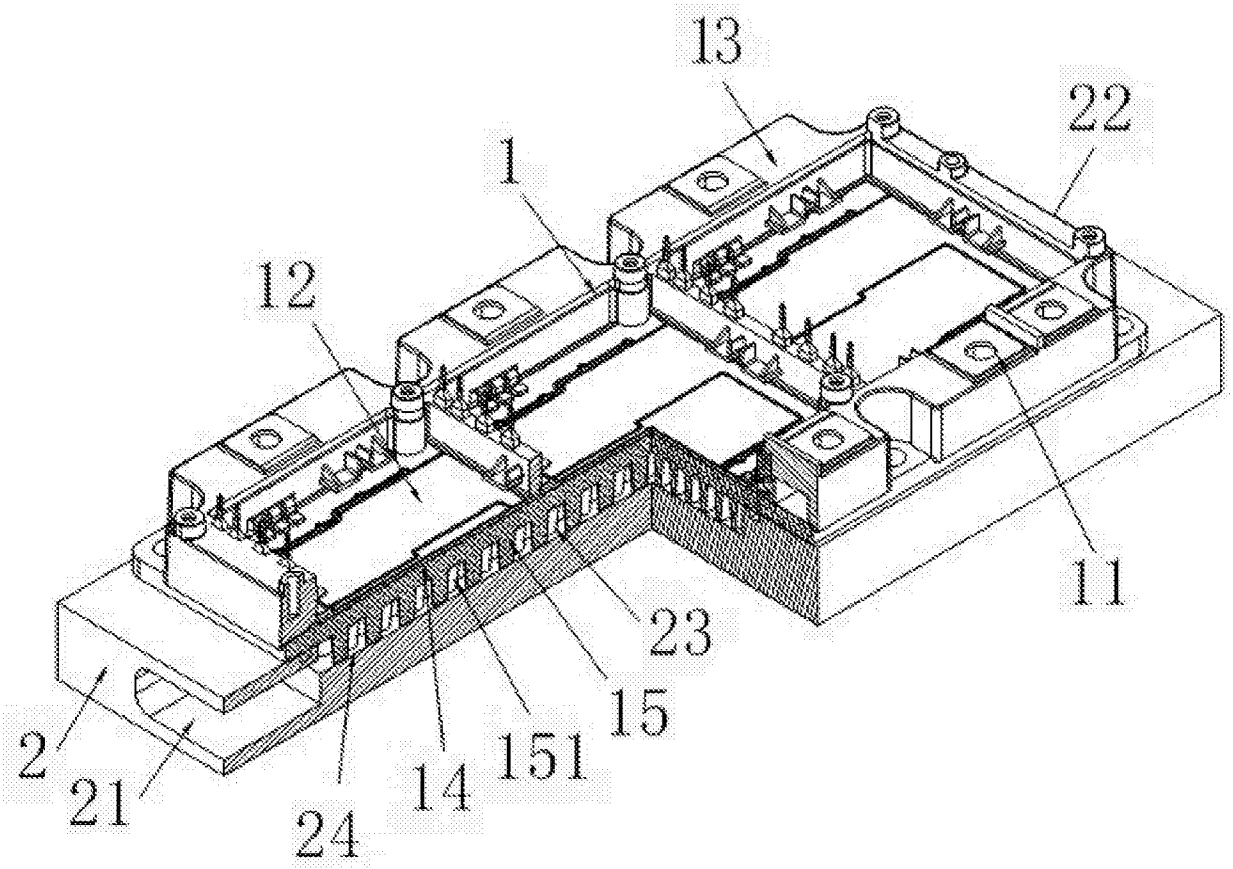


图1

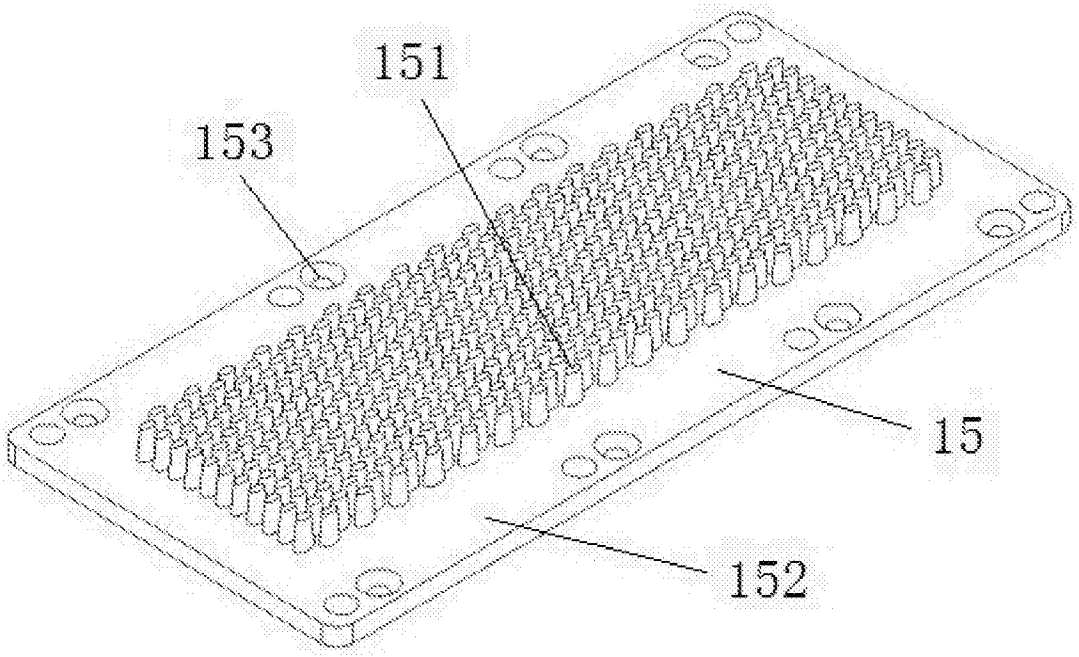


图2

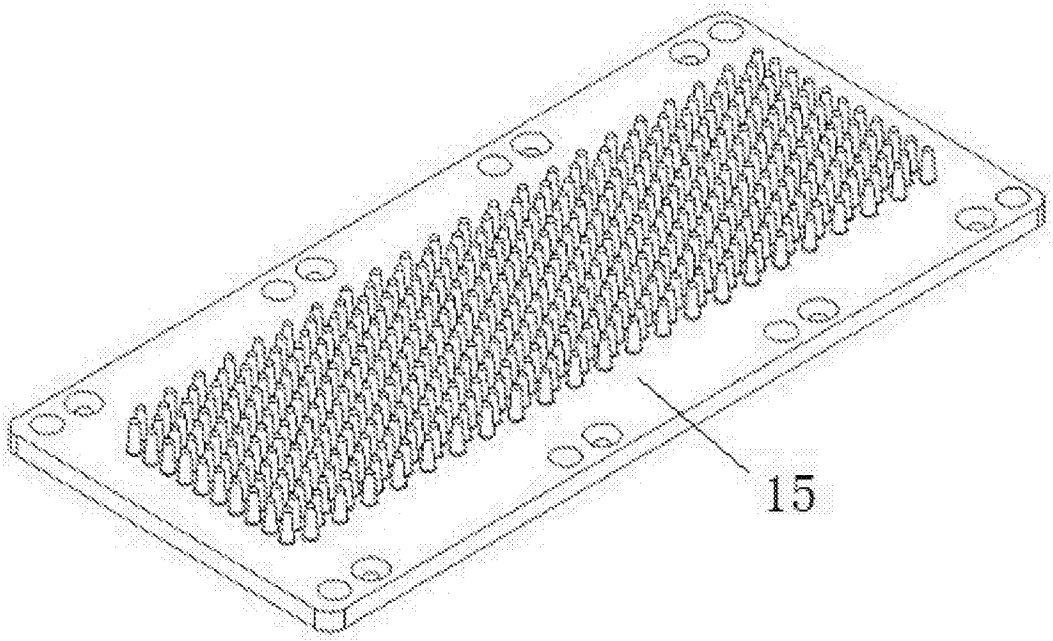


图3

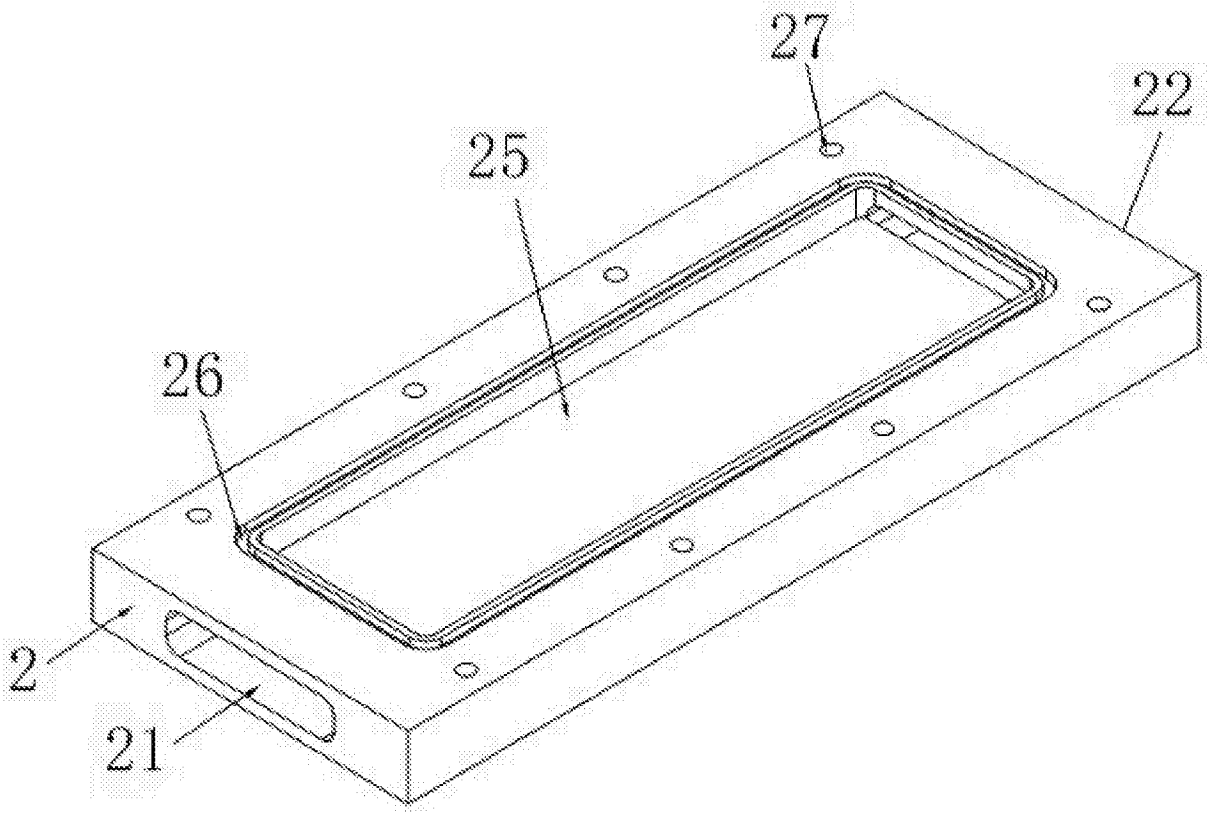


图4

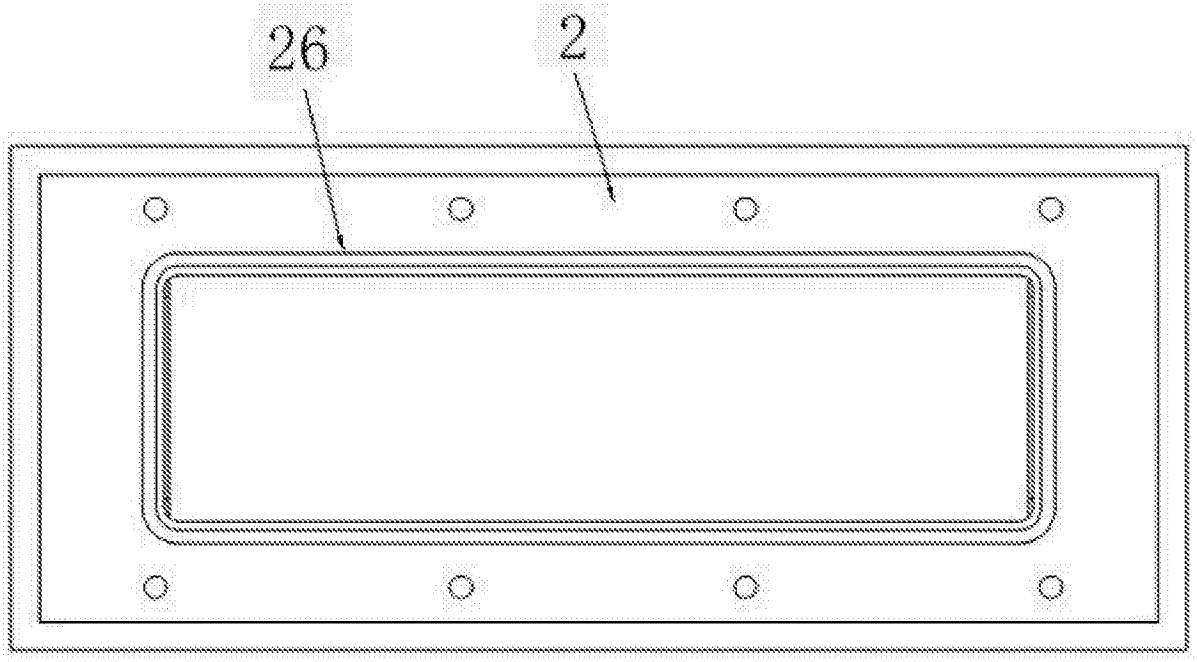


图5

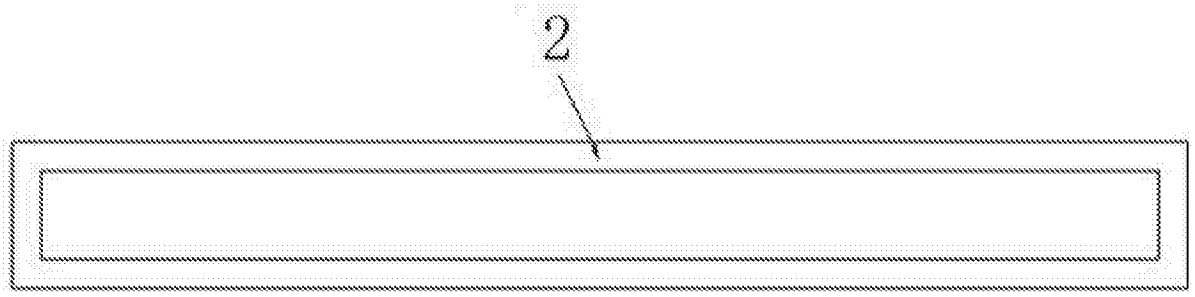


图6

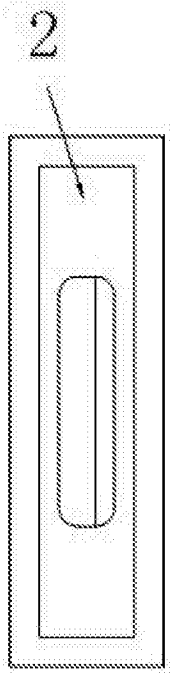


图7

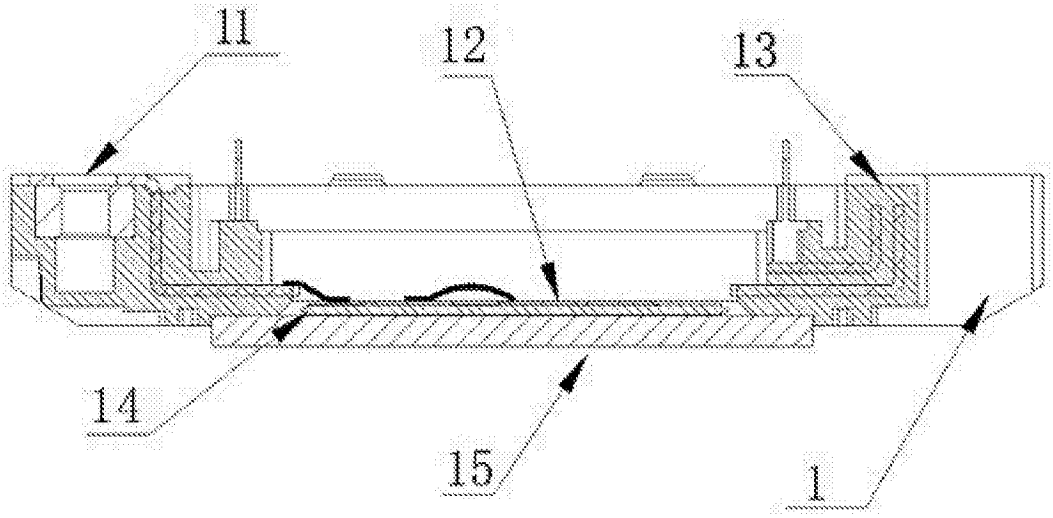


图8