



## [12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 01102990.0

[45] 授权公告日 2005 年 11 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1227732C

[22] 申请日 2001.2.12 [21] 申请号 01102990.0

[30] 优先权

[32] 2000.2.11 [33] DE [31] 10006215.6

[71] 专利权人 ABB 瑞士有限公司

地址 瑞士巴登

[72] 发明人 S·考夫曼

审查员 杨小明

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

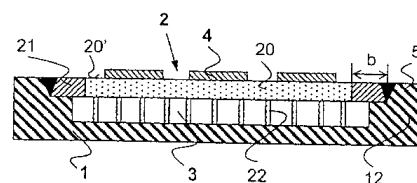
代理人 马铁良 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 大功率半导体模块的散热装置及其  
制造方法

## [57] 摘要

功率半导体模块的散热装置, 所述散热装置包括: 下半部(1), 所述下半部由固体金属制成; 以及上半部(2), 所述上半部针对需放置在其上的至少一个半导体元件(4)而包括一金属型片复合材料散热板(20), 所述上半部(2)包括环绕所述板外围的固体金属外围边沿(21), 所述散热板被所述外围边沿的金属所渗入, 形成单块上半部; 其中所述上半部通过位于固体金属外围边沿(21)和下半部(1)之间的材料结合连接而连接至下半部。 另外还建议一种相应的用于制造这种功率半导体模块的散热装置的方法。



1. 功率半导体模块的散热装置, 所述散热装置包括:  
下半部 (1), 所述下半部由固体金属制成; 以及  
上半部 (2), 所述上半部针对需放置在其上的至少一个半导体  
5 元件 (4) 而包括一金属型片复合材料散热板 (20), 所述上半部 (2)  
包括环绕所述散热板外围的固体金属外围边沿 (21), 所述散热板  
被外围边沿的金属所渗入, 形成单块上半部;  
其中所述上半部通过位于固体金属外围边沿 (21) 和下半部 (1)  
之间的材料结合连接而连接至下半部。
- 10 2. 根据权利要求 1 的散热装置, 其中所述下半部 (2) 是由和  
固体金属外围边沿相同的材料制成的。
3. 根据权利要求 1 的散热装置, 其中所述固体金属外围边沿  
具有 5 至 20mm 范围内的宽度。
4. 根据权利要求 1 的散热装置, 其中所述固体金属外围边沿  
15 和散热板均具有 2 至 4mm 范围内的厚度。
5. 根据权利要求 1 的散热装置, 其中所述散热板是由碳化硅  
复合材料组成的散热板。
6. 根据权利要求 1 的散热装置, 其中所述散热板是由碳化硅  
铝组成的散热板, 固体金属外围边沿是由铝组成的。
- 20 7. 用于制造功率半导体模块的散热装置的方法,  
形成散热器的金属固体下半部 (1) 和散热器上半部 (2), 散  
热器上半部 (2) 和散热器下半部 (1) 通过材料结合连接而彼此连  
接,  
其中:  
25 为了形成散热器上半部 (2), 散热板 (20) 由金属型片复合材  
料制造, 固体金属外围边沿 (21) 形成在其上,  
并且散热器上半部借助所述固体金属外围边沿连接至散热器下  
半部 (1)。
8. 根据权利要求 7 的方法, 其中, 为了制造散热器上半部 (2),  
30 将多孔陶瓷板 (2') 放置在模型 (6) 中, 其中陶瓷板 (2') 的端  
面 (20'') 与模型 (6) 的壁 (60) 构成一个围绕着陶瓷板 (2')

的外围的中间空腔(7), 将金属注入到陶瓷板(2')上和中间空腔(7)中, 并将金属(8)固化。

9. 按照权利要求8的方法,

其特征为,

5 借助于加压渗入将金属(8)引入。

10. 按照权利要求7的方法,

其特征为,

将金属边(21)用摩擦焊与散热器下半部(1)连接在一起。

10

## 大功率半导体模块的散热装置及其制造方法

### 技术领域

- 5 本发明涉及到功率电子学领域。本发明涉及在其中有散热器下半部和散热器上半部的功率散热装置，其中散热器上半部与散热器下半部是材料结合地连接在一起的，和在其中散热器上半部有由金属型片复合体制成的散热板用于安放至少一个半导体元件。以及涉及此种功率半导体模块散热装置的制造方法，其中成形散热器上半部  
10 部和散热器下半部和散热器上半部和散热器下半部相互是材料结合地连接的。

### 背景技术

- 例如在 EP-A-0'597'144 中已知大功率在半导体模块上有多个半导体元件（例如可控硅，IGBTs 或者二极管），在一个共同的壳  
15 体内将这些组合成合理的功能单元。目前这种大功率半导体模块运行在电压范围为 6.5 kV 和必须相应地散热。为此将半导体元件焊接在共同的散热装置上，一般来说使冷却液流过散热装置。作为散热装置常常使用铝散热器。然而铝的缺点是其热膨胀系数与半导体元件特别是其电绝缘板或者半导体芯片的相应的热膨胀系数不匹  
20 配。因此出现机械应力，这导致半导体元件和散热装置之间焊接层的疲劳和因此导致电触点脱开。

- 因此 DE-A-196'43'717 建议一种散热装置，其热膨胀系数与半导体元件的热膨胀系数是匹配的。为此使用由金属型片复合体制成的散热装置，特别是由铝碳化硅（AlSiC）或者铜碳化硅（CuSiC）  
25 制成的。例如将制造这样的金属陶瓷复合材料的方法叙述在 James A. Cornie 所著“先进的压力渗入铸造技术制造近似绝对网状的金属型片合成部件的成本竞争”，材料技术，10 卷，3/4 期，3 月/4 月 1995 年。

- 有利的是散热装置有横梢或者筋板形状的散热单元使散热面  
30 增加和因此改善热传导，以致散热装置具有相对复杂的几何形状。在一种第一实施形式中散热装置是由金属型片复合体整体浇注的。然而这样的散热装置相对比较贵，因为特别是在复杂的几何形状下

制造散热装置很麻烦和此外由相对比较贵的材料构成。在另外的实施形式中只是将散热板由金属型片复合体构成，其余零件是由价格便宜的材料特别是由塑料制成的，其中将两个零件粘结在一起。这种实施形式的缺点是粘结连接受到寿命决定的疲劳现象。

- 5       在 EP-A-0'661'917 中已知一种另外的散热装置。这种散热装置是由散热器下半部和散热器上半部构成的，其中散热器下半部与散热器上半部是材料结合连接在一起的。两个散热器零件是由金属型片复合体（MMC）组成的，例如由铝碳化硅构成的。在制造过程中将散热器零件材料结合连接在一起。为此首先制造散热器零件的陶瓷预成形件（预成形），上下重叠和随后将金属渗入到两个零件上。共同的渗入应该允许借助于毛细流使金属通过两个零件的细孔流动和这样将两个零件相互连接。这种散热装置由于制造复杂和由于材料选择相对比较贵。因为连接质量依赖于毛细流，根据散热器零件的形状难于制造足够结合密实的复合体。

15       发明内容

因此本发明的任务是创造开始叙述类型的价格便宜和容易制造的散热装置。

- 20       此任务是这样解决的，即在开始所述类型功率半导体模块的散热装置的散热板上成形一个金属边和在散热器上半部和散热器下半部之间经过金属边进行材料结合的连接。此功率半导体模块散热装置的制造方法是，成形散热器上半部和散热器下半部，散热器上半部和散热器下半部相互是材料结合连接的。为了构成散热器上半部将散热板由金属型片复合体制造，和在其上成形金属边，散热器下半部借助于金属边与散热器上半部相连接。

- 25       因此，根据本发明的功率半导体模块的散热装置，所述散热装置包括：下半部，所述下半部由固体金属制成；以及上半部，所述上半部针对需放置在其上的至少一个半导体元件而包括一金属型片复合材料散热板，所述上半部包括环绕所述散热板外围的固体金属外围边沿，所述散热板被所述外围边沿的金属所渗入，形成单块上半部；其中所述上半部通过位于固体金属外围边沿和下半部之间的材料结合连接而连接至下半部。

按照本发明的散热装置是由一个散热器下半部和一个散热器

上半部构成的，其中散热器上半部有由金属型片复合体制成的特别是铝碳化硅制成的散热板，在其上成形一个金属边。此时将两个散热器零件经过金属边相互材料结合地连接。

- 5 如果为了形成散热板在陶瓷预成形件的金属渗入时使用余下的金属构成金属边，则可以将散热板和金属边在共同制造步骤中制造。

- 10 由于在散热板上整体成形的金属边可以用简单的方式和方法制成固定的和时间耐久的散热器上半部与散热器下半部的连接。散热器下半部可以由价格便宜的，容易成形的和可加工的材料特别是由铝制造。通过散热器下半部适当的材料选择在连接处可以避免应力和弯曲。优先是散热器下半部与散热器上半部由同一种材料制造。作为连接方法最好是用摩擦焊，因为这只引起散热装置局部的热影响。

- 15 这样的散热装置将由金属型片复合体制成预先知道的散热元件的优点与预先知道的铝散热器的优点组合在一起，此时散热装置可以容易和价格便宜地制造。通过专门的边，用简单的方法可以与散热器下半部连接，此时可以避免弯曲。

- 20 本发明还涉及相应的用于制造功率半导体模块的散热装置的方法，其中：形成散热器的金属固体下半部和散热器上半部，散热器上半部和散热器下半部通过材料结合连接而彼此连接；为了形成散热器上半部，散热板由金属型片复合材料制造，固体金属外围边沿整体地形成在其上；并且散热器上半部借助所述固体金属外围边沿连接至散热器下半部。

#### 附图说明

- 25 在下面借助附图示出的优异实施例详细叙述本发明对象。附图表示：

附图 1 按照本发明的散热装置的横截面；

附图 2 按照附图 1 从上部看的散热装置的透视图和

附图 3 用于制造具有金属边散热板的模型的模型的横截面。

- 30 具体实施方式

附图 1 和附图 2 示出了按照本发明的散热装置。散热装置是由形状为半个盘子的散热器下半部 1 和主要为板形的散热器上半部 2

组成的。散热器上半部 2 和散热器下半部 1 围绕成一个空腔 3，特别是这个空腔可以由冷却介质特别是水流过。为此将必要的入口和出口 10, 11 安排在散热器下半部 1 中。散热器下半部 1 是由一种价格便宜的，容易成形的材料，特别是由一种金属例如铝或铜制造的。  
5 在这里示出的例子中散热器下半部 1 有一个矩形轮廓，然而其他形状也是可能的。

散热器上半部 2 有由金属型片复合体制成的散热板 20，特别是由碳化硅复合体制成的。散热板 20 优先是由铝碳化硅 (AlSiC) 构成的。然而也可以考虑其他材料例如铜碳化硅 (CuSiC) 或者碳化铜 (CuC)。将与散热器下半部 1 反向的散热板 20 的上表面 20'  
10 构成为平面的和用于安放半导体元件 4，例如 IGBT's，可控硅或者二极管。半导体元件 4 优先直接焊在散热板 20 上。如果半导体元件有氮化铝 (AlN) 的底面这是毫无问题的。因为这种材料有与铝碳化硅 (AlSiC) 近似的热膨胀系数。

15 与散热器下半部 1 相对的散热板 20 的底面上存在有形状为横梢或者散热筋板的散热元件 22，将这些用于提高热传导。

散热板 20 在其端面 20'' 上完全被金属边 21 包围。优先是金属边 21 是由金属型片复合体已经使用的同一种金属构成的，特别是由铝 (Al) 构成的。散热器下半部 1 也是由同一种材料构成的。

20 散热板 20 典型的厚度为 2 - 4 mm。金属边的宽度 b 典型的为 5 - 20 mm。特别是金属边 21 和散热板 20 有一样的厚度。如附图 2 所示，将散热板 20 和金属边成形为矩形的。然而其他形状也是可能的。

25 将散热器上半部 2 放在散热器下半部 1 上，和与散热器下半部是材料结合地连接的。在附图 1 上用 5 标志的连接在这里是由金属边 21 完成的。

在这里表示的实施例中将金属边 21 构成为平面的和位于散热器下半部 1 的环绕着的台阶 12 上。然而其他形状也是可能的。

30 借助将散热板 20 由一种金属型片复合体制造和在其上将金属边 21 成形，则可以用简单的方式和方法制造散热器上半部 2。制造金属边 21 和制造金属型片复合体可以在同一工艺步骤中进行。借助附图 3 叙述了本方法优异的变型。将造型为多孔陶瓷板 2' 的

预制件（预成形）放入一个大的模型 6 中，则陶瓷板 2' 的端面 20'' 与模型 6 的壁 60 构成为环绕的中间空腔 7。如按照当前技术水平现在将陶瓷板 2' 用金属 8 渗入。此时也将金属 8 注入中间空腔 7。当金属随后固化时一方面产生由金属型片复合体制成的散热板 20 和另一方面产生金属边 21。通过选择模型可以选择金属边 21 的造型。

为了制造成散热装置只还需要连接散热器上半部 2 和散热器下半部 1。当金属边 21 和散热器下半部 1 使用铝时为此特别适合于摩擦焊

10 按照本发明具有 AlSiC 板和浇注的 Al 边的散热装置，使价格便宜、容易制造和确保老化稳定、紧密的连接成为可能。

## 参考符号表

|    |      |               |
|----|------|---------------|
|    | 1    | 散热器下半部 (半盘形)  |
| 5  | 10   | 入口            |
|    | 11   | 出口            |
|    | 12   | 台阶            |
|    | 2    | 散热器上半部        |
|    | 2'   | 陶瓷板           |
| 10 | 20   | 散热板           |
|    | 20'  | 上表面           |
|    | 20'' | 端面            |
|    | 21   | 金属边           |
|    | 22   | 散热元件 (横梢, 筋条) |
| 15 | 3    | 空腔            |
|    | 4    | 半导体元件         |
|    | 5    | 连接            |
|    | 6    | 模型            |
|    | 60   | 壁             |
| 20 | 7    | 中间空腔          |
|    | 8    | 金属            |
|    | b    | 金属边宽度         |

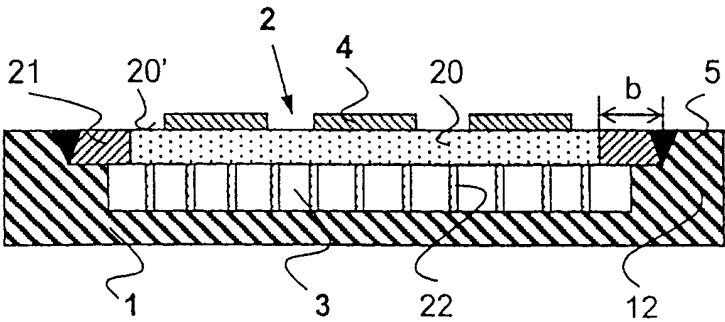


图 1

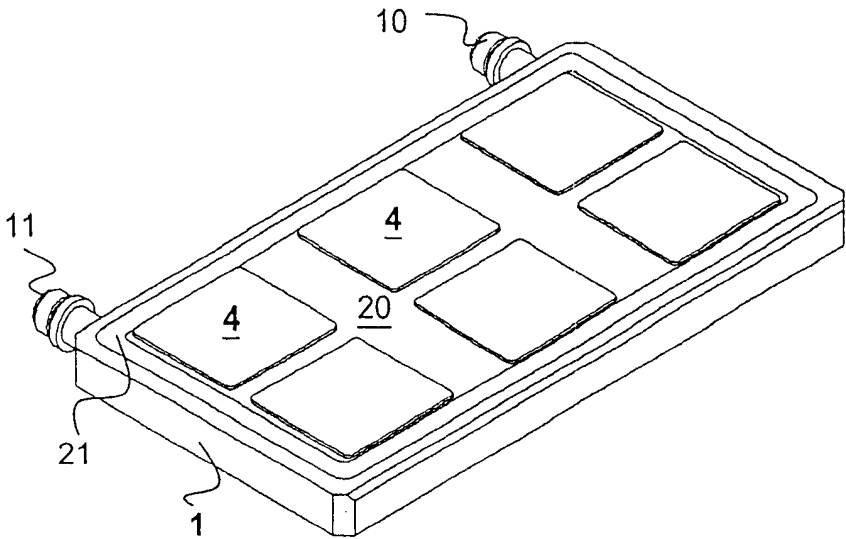


图 2

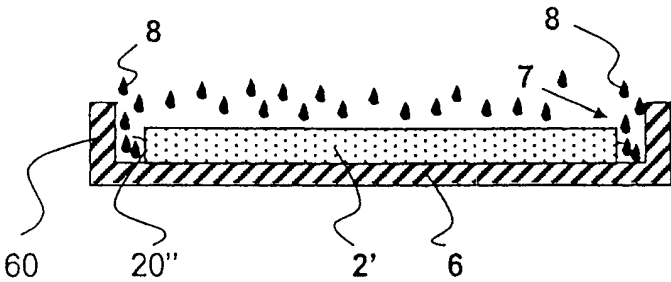


图 3