

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 23/34

H01L 23/12 H05K 7/20



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99124387.0

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1146041C

[22] 申请日 1999. 11. 26 [21] 申请号 99124387.0

[30] 优先权

[32] 1998. 11. 27 [33] FR [31] 9815155

[71] 专利权人 阿尔斯托姆控股公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 克里斯蒂·沙佛

米歇尔·莫迈特 - 古耶尼特

审查员 朱芳芳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

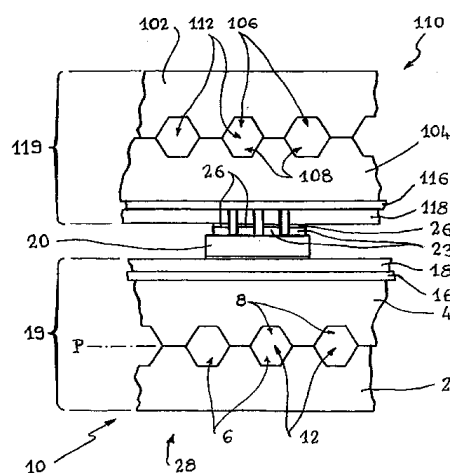
代理人 杜日新

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 包括冷却器的电力电子部件

[57] 摘要

电力电子部件，包括第一热传递和电绝缘复合结构，该复合结构包括第一和第二导电或半导体层，以及在其间的一个隔离层；安装在第一复合结构的上述第一导电或半导体层上的至少一个电力半导体电路，电力半导体电路包括多个位于其与第一复合结构相反侧面上的连接端；第二热传递和电绝缘复合结构，该复合结构包括互相绝缘的导电元件的一个平面阵列；和第三导电或半导体层，以及在其间的第二个隔离层；连接端被固定到平面阵列上，并且第一复合结构的第二导电或半导体层或第二复合结构的第三导电或半导体层中至少一个包括热传递流体的流送器；以改进电力电子部件的冷却，减小体积，降低成本。



ISSN 1008-4274

1. 一种电力电子部件 (28; 228), 包括第一热传递和电绝缘复合结构 (19, 208), 该复合结构包括第一和第二导电或半导体层 (18, 10; 206, 202), 以及在上述第一和第二导电或半导体层之间的一个隔离层 (16; 204); 安装在上述第一复合结构的上述第一导电或半导体层 (18; 206) 上的至少一个电力半导体电路 (20, 220), 上述电力半导体电路包括多个位于其与上述第一复合结构相反侧面上的连接端 (23; 223), 其特征在于: 第二热传递和电绝缘复合结构 (119; 308), 该复合结构包括互相绝缘的导电元件的一个平面阵列 (118; 306); 第三导电或半导体层 (110; 302), 以及在上述平面阵列和上述第三导电或半导体层之间的第二个隔离层 (116; 304); 其中, 上述连接端被固定到上述互相绝缘的导电元件的平面阵列上, 并且第一复合结构的第二导电或半导体层 (10; 202) 或第二复合结构的第三导电或半导体层 (110; 302) 中至少一个包括热传递流体的流送器 (12, 210; 112, 310)。

2. 根据权利要求 1 的部件 (28), 特征在于上述第二和第三导电或半导体层 (10, 110) 的至少一个层是由半导体材料特别是硅组成的。

3. 根据权利要求 2 的部件, 特征在于上述第二和第三导电或半导体层 (10, 110) 的至少一个包括组合在一起的第一和第二薄片 (2, 4; 102, 104), 至少其中的一片薄片具有凹槽 (6, 8; 106, 108); 以及热传递流体流送器包括在上述第二和第三导电或半导体层 (10, 110) 的至少一个中的贯穿通道 (12, 112), 上述通道是通过在上述的薄片 (2, 4; 102, 104) 上的上述槽 (6, 8; 106, 108) 之间结合形成的。

4. 根据权利要求 3 的部件, 特征在于上述的薄片具有相应的凹槽 (6, 8; 106, 108), 且通道 (12, 112) 通过在二片薄片 (2, 4; 102, 104) 的接合面 P 上的上述面对面的凹槽 (6, 8; 106, 108) 之间

结合形成。

5. 根据权利要求 4 的部件，特征在于上述的通道（12、112）具有六边形的横截面。

6. 根据权利要求 1 的部件（228），特征在于由金属材料组成上述第二和第三导电或半导体层（202、302）的至少一个。

7. 根据权利要求 6 的部件，特征在于上述的热传递流体流送器（210、310）通到上述第二和第三导电或半导体层（202、302）至少一个的末端面。

8. 根据权利要求 7 的部件，特征在于上述的流送器包括在上述第二和第三导电或半导体层（202、302）的至少一个层的面积中的至少一部分上延伸的至少一条通道（210、310）。

9. 根据前面的任一权利要求的部件（28；228），特征在于上述的连接端（23；223）是通过熔焊至少一个锡-铅-银凸起部（26；226）安装到第二复合结构（119；308）中的上述的平面阵列（118；306）。

10. 根据权利要求 9 的部件，特征在于通过附着该凸起部或每个凸起部（26；226）的敷层将上述的连接端（23；223）与该凸起部或每个凸起部（26；226）分开。

11. 根据权利要求 10 的部件，特征在于上述敷层为钛-镍-金沉积层（24）。

包括冷却器的电力电子部件

5 技术领域

本发明涉及电力（功率）电子部件。

背景技术

电力电子部件，特别是用于铁轨牵引的施工变压器的电力电子部件，通常包括用例如铜制成的基片。把具有热传递和电隔离功能的导体-绝缘体-导体复合结构安装到基片。基片成直接键合铜（DBC）的铜-陶瓷-铜叠片的形式。这些复合结构也可以成包括铝或铜底层、环氧树脂中间层和可以形成几个部分的铜顶层的绝缘金属基片（IMS）的形式。

在各种复合结构上排列许多例如绝缘栅双极晶体管（IGBT）或二极管的电力半导体电路。半导体电路的一个侧面上带有接线端而电路安装在没有接线端的侧面上的复合结构中的自由金属层上。电路用例如锡-铝或者锡-铅-银软熔焊料固定。

然后把一般具有直径在380到500微米范围内的铝引线焊到各个接线端。这与引线中的每根引线也被焊接到复合结构中的顶部金属层。然后把基片、复合结构和电力半导体电路的组合件放入填满硅酮胶的外壳并且用环氧树脂帽盖住而形成电力电子部件。

通常把部件放在可以是水冷板、空气散热器或者“热导管”蒸发器板的冷却装置上。这样的装置设计成能使电力电子部件的温度维持在125℃以下以保持其完整性。

25 由于大约125℃的阈值温度确定部件的额定电流所以在电力电子部件领域内冷却问题是特别关键的。

特别是，为了增大上述的部件的额定电流容量必须增加所使用的半导体材料，这显然增加单位成本。

发明内容

所以本发明的目的是改进电力电子部件的冷却以便或是增大一定体积的额定电流而因此提高单价或是对给定的额定电流来说,减少体积而因此降低单价。

5 本发明特此提出提供一种与在先技术部件的总结构不同的总结构而因此改进冷却的电力电子部件。

本发明包括一种电力电子部件,包括第一热传递和电绝缘复合结构,该复合结构包括第一和第二导电或半导体层,以及在上述第一和第二导电或半导体层之间的一个隔离层;安装在上述第一复合结构的上述第一导电或半导体层上的至少一个电力半导体电路,上述电力半导体电
10 路包括多个位于其与上述第一复合结构相反侧面上的连接端,其特征在于:第二热传递和电绝缘复合结构,该复合结构包括互相绝缘的导电元件的一个平面阵列;第三导电或半导体层,以及在上述平面阵列和上述第三导电或半导体层之间的第二个隔离层;其中,上述连接端被固定到
15 上述互相绝缘的导电元件的平面阵列上,并且第一复合结构的第二导电或半导体层或第二复合结构的第三导电或半导体层中至少一个包括热传递流体的流送器。

本发明的其它特征:

第二和第三导电或半导体层的至少一个层是由半导体材料特别是硅组成的;

20 第二和第三导电或半导体层的至少一个包括组合在一起的第一和第二薄片,至少其中的一片薄片具有凹槽;以及热传递流体流送器包括在上述第二和第三导电或半导体层的至少一个中的贯穿通道,上述通道是通过在上述的薄片上的上述槽之间结合形成的;

薄片具有相应的凹槽,且通道通过在二片薄片的接合面 P 上的上述面对
25 的凹槽之间结合形成;

通道具有六边形的横截面;

由金属材料组成上述第二和第三导电或半导体层的至少一个;

热传递流体流送器通到上述第二和第三导电或半导体层至少一个的末端面;

流送器包括在上述第二和第三导电或半导体层的至少一个层的面积中的至少一部分上延伸的至少一条通道;

连接端是通过熔焊至少一个锡-铅-银凸起部安装到第二复合结构中的上述的平面阵列;

- 5 通过附着该凸起部或每个凸起部的敷层将上述的连接端与该凸起部或每个凸起部分开;

敷层为钛-镍-金沉积层。

附图说明

在下文,参照仅仅是非限制性的例子给出的附图描述本发明,其中:

- 10 图1至3是表示形成包括在根据本发明的电力电子部件中的复合结构部分的层的制作的附图,

图4是表示由图1至3所示的层形成的复合结构和在上述的结构上的电力半导体电路的附图,

图5是表示图4中的半导体电路的放大比例图,

- 15 图6是表示包括二种像图4所示的复合结构的根据本发明的部件的附图,

图7至9是表示根据本发明的电力电子部件中的各种复合结构,和

图10是表示包括像图8和9所示的二种结构的根据本发明的部件的附图。

- 20 具体实施方式

图1至3表示使根据本发明的电力电子部件集成化的半导体层的制作。工艺过程使用图1所示的按惯例称之为第一薄片2和第二薄片4的二片单晶硅薄片。二片单晶硅薄片具有同样的尺寸,即厚度 e 大约为1毫米而主面积大约为50毫米 $\times$ 50毫米。

- 25 如图2所示,下一步骤是在第一薄片2中形成凹槽6。用湿法化学蚀刻工艺方法以技术上众所周知的方式形成凹槽。已知单晶硅的性质,那么这种操作是特别容易的并且形成具有带倾斜侧面的U形断面的凹槽,沿着晶面完成蚀刻。规定凹槽中的侧面6A的倾斜角度 α 大约为 57° 。凹槽与薄片中的其中的一个主方向平行并在薄片的相对的边缘的中间。

在凹槽的深度 P 大约等于凹槽的宽度 L 的一半时停止蚀刻。在所示的实施例中，在薄片 2 上形成大约 50 个凹槽，这相当于每厘米大约 10 个凹槽的密度。同样，凹槽 6 可以是 V 形的。

图 2 仅仅是表示在薄片 2 上形成凹槽 6，在所述的实施例中在第二薄片 4 上形成相似的凹槽 8 是不言而喻的。

下一步骤是把二片薄片 2 和 4 组合在一起。为此，使相应的连串的四槽 6、8 互相对挤以后使二片薄片结合在一起。在大约 600°C 的温度时进行这种操作。

通过用上述的方法把二片薄片 2 和 4 组合在一起而形成层 10。层 10 具有大量的通过在相应的薄片 2 和 4 中的面对的四槽 6 和 8 的形状结合形成通道 12。通道 12 是在二片薄片 2、4 之间接合面的相应的相对的侧面上，大体上是六边形的，并且具有大体上等于其高度 H 的宽度 L 。在通道从层 10 的二条相对的边缘中的一条边缘延伸到另一边缘的意义上通道是穿透的通道。

在以上的例子中，在二片薄片 2 和 4 的范围内形成凹槽。也可以只在一片薄片上形成凹槽，在这种情况下由该凹槽和另一薄片的表平面形成通道。

如图 4 所示，然后把隔离的氧化硅层 16 配置在层 10 的顶面上而把附加的单晶硅晶层 18 配置在隔离的氧化硅层 16 上以致形成复合结构 19。以采用在电子技术中众所周知的薄膜沉积和电镀的工艺技术的一般方法制作包括层 10、16 和 18 的结构 19。

像 IGBT 或二极管之类的电力半导体电路 20 一般靠锡-铅焊料组成的层 22 安装到晶层 18 的自由表面 (free face)。注意到，和标准电力电子部件不一样，电路 20 的连接端 23 不是用铝引线与晶层 18 连接。

图 5 表示在根据本发明的电力电子部件的制作中的后续步骤，后续步骤要点首先是用例如喷射工艺方法在连接端 23 的自由表面上沉积大约 0.8 微米厚的多层钛-镍-金覆盖层 24。

在多层覆盖层 24 上配置锡-铅-银凸起部 26，其尺寸相当于连接端 23 的尺寸。在以上的例子中，凸起部含有大约 2% 锡、95.5% 铅和 2.5

%银。注意到多层覆盖层 24 实现了凸起部 26 与接线端 23 的极好的机械结合。

下一步骤是制作具有热传递和电隔离功能的第二复合结构 119。

5 结构 119 包括与结构 19 中的层 10 和 16 相同的层 110 和 116。用构形和将要覆盖平面阵列 118 的半导体电路 20 的构形一样的互相绝缘的导电元件的平面阵列覆盖层 116。

然后把第二结构 119 翻过来并使其平面阵列 118 与电力半导体电路 20 中的连接端 23 上的各个凸起部 26 接触。然后通过使各个凸起部 26 加热到例如 330℃ 在 10 秒内熔化。就这样把连接端 23 安装到复合结构 10 119 中的平面阵列 118。在下文中阵列 118 被称之为相邻阵列，由于与层 110 相对，所以在下文中层 110 被称之为相对层。

然后通过层 10 和 110 能够使形成的电力电子部件 28 冷却。其中通道 12 和 112 能够输送气态或液态热传递流体而在后者的末端与上述的流体源连接。

15 本发明的电力电子部件 28 的构形不需要通常在在先技术部件中使用的铝引线。在这里，第二复合结构 119 中的平面阵列 118 具有与这些铝引线同样的功能。

图 7 至 9 表示为使根据本发明的电力电子部件集成化而设计的另一种复合结构的制作。

20 工艺过程从图 7 所示的通常构形中的导体-绝缘体-导体复合结构开始。这种结构包括在固定由例如铜组成的第二或上金属层 206 的隔离中间层 204 的顶面上的同样由铜组成的第一或底面层 202。导电层 202 和 206 为 3 至 4 毫米厚，并具有 48 毫米×48 毫米的主面积。隔离层 204 为 0.636 毫米厚并具有主面积 50 毫米×50 毫米。

25 图 8 和图 9 表示为使根据本发明的部件集成化而设计并根据图 7 所示的结构制作的复合结构 208。结构 208 的底面层 202 具有构成热传递流体输送器的许多通道或导管 210。特别是如图 8 所示，通道从底面层 202 的底面开始与底面层 202 的主面积中的一个主面积平行。每条通道延伸了相当大部分的底面层 202 的厚度，例如延伸到从 2 到 3 毫米范

围内的高度。通道 210 也可以延伸贯穿底面层 202 的厚度。通道为例如 200 微米宽和 40 至 50 毫米长。在所述的实施例中有大约 50 条通道 210 而所以二条相邻的通道相隔 200 至 300 微米。

如图 10 所示,然后把与图 4 至 6 中的电路 20 相同的二个电力半导体电路 220 配置在层 206 的顶面上。然后以与参照图 5 所描述的类似方法把锡-铅-银凸起部 226 配置在半导体电路中的各个连接端 23 上。

下一步骤是制作包括与层 202 和 204 一样的层 302 和 304 的第二复合结构 308。

用构形与覆盖平面阵列的半导体电路 220 的构形一样的互相隔离的导电元件的平面阵列 306 覆盖层 304。

然后把结构 308 翻过来并使其平面阵列 306 与凸起部 326 接触。然后用参照图 6 描述的方法使后者熔化。

就这样把连接端 223 安装到第二复合结构 308 中的平面阵列 306。阵列 306 在下文中被称之为相邻阵列,由于与层 302 相对所以层 302 在下文中被称之为相对层。

然后用与半导体电路相对的层 202、203 能够使形成的电力电子部件冷却。其中通道 210、310 能够输送气态或液态热传递流体而在后者的末端与上述的流体源连接。

在这个例子中,通道通到层 202 和 302 的远端面,即离半导体电路 20 较远距离的层 202 和 302 的表面。

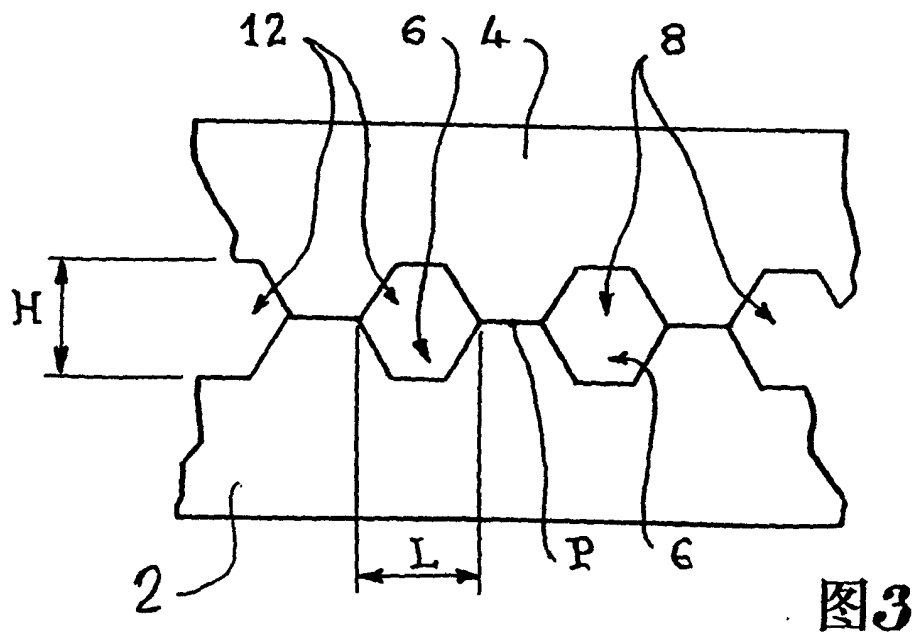
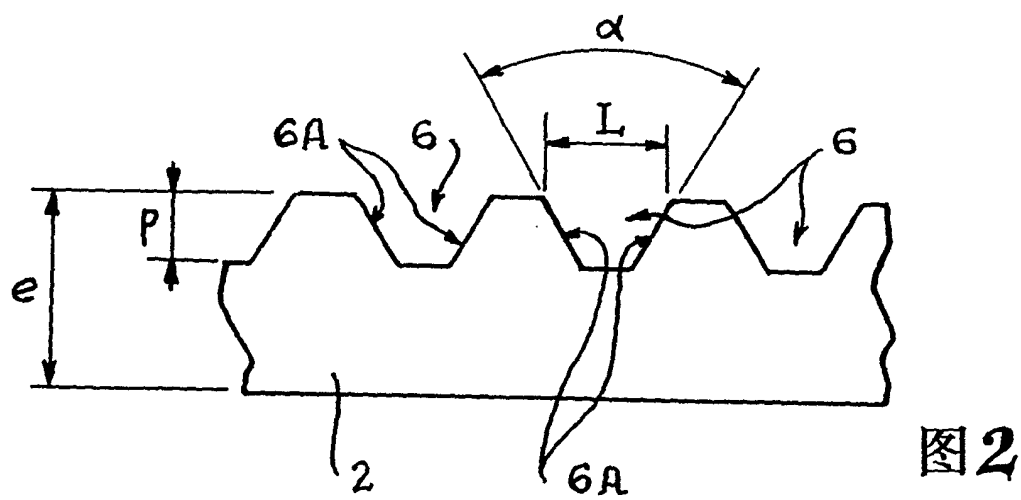
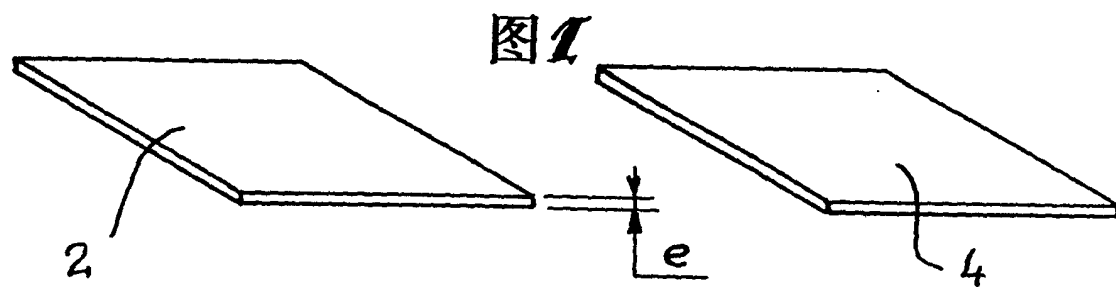
根据本发明的电力电子部件达到预先确定的目的,免除了对在先技术使用的铝引线的要求。由于引线是按与在引线中流动的电流的平方成正比地发热并因为引线是埋置在硅酮胶中因此难以使引线冷却,所以上述的引线构成有关冷却的限制因素。此外,铝引线会造成整个电力电子部件的严重故障。引线处于热循环使用时会使引线断裂。

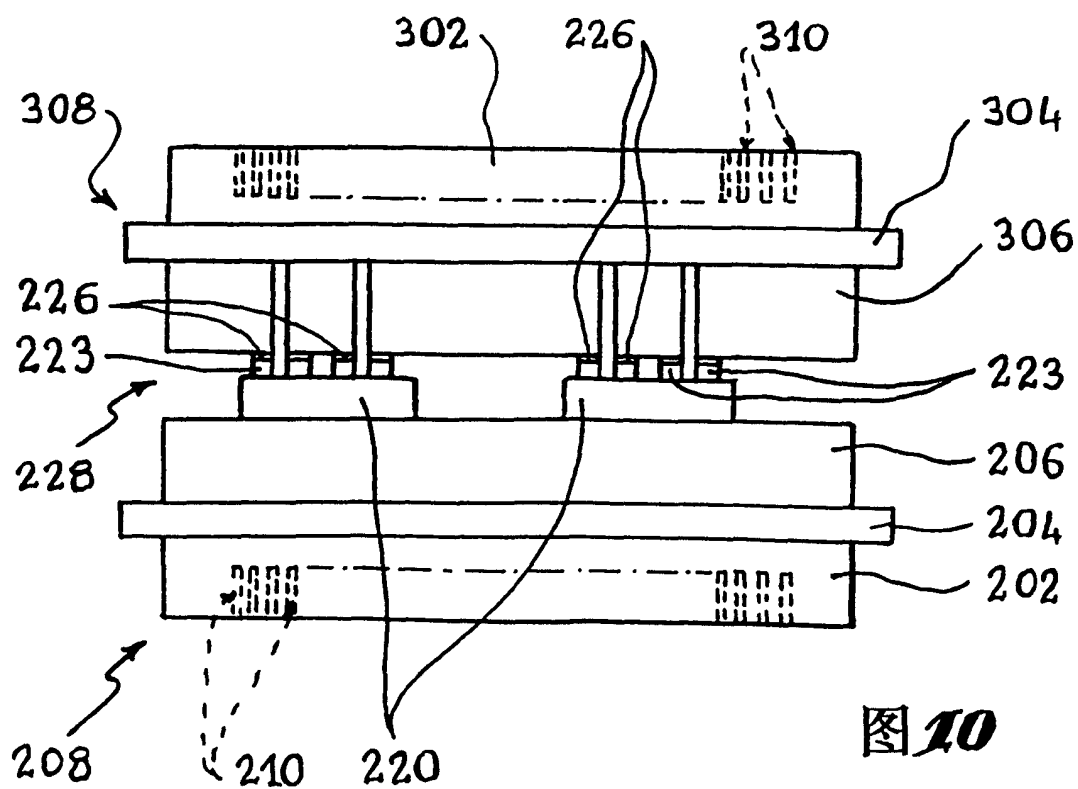
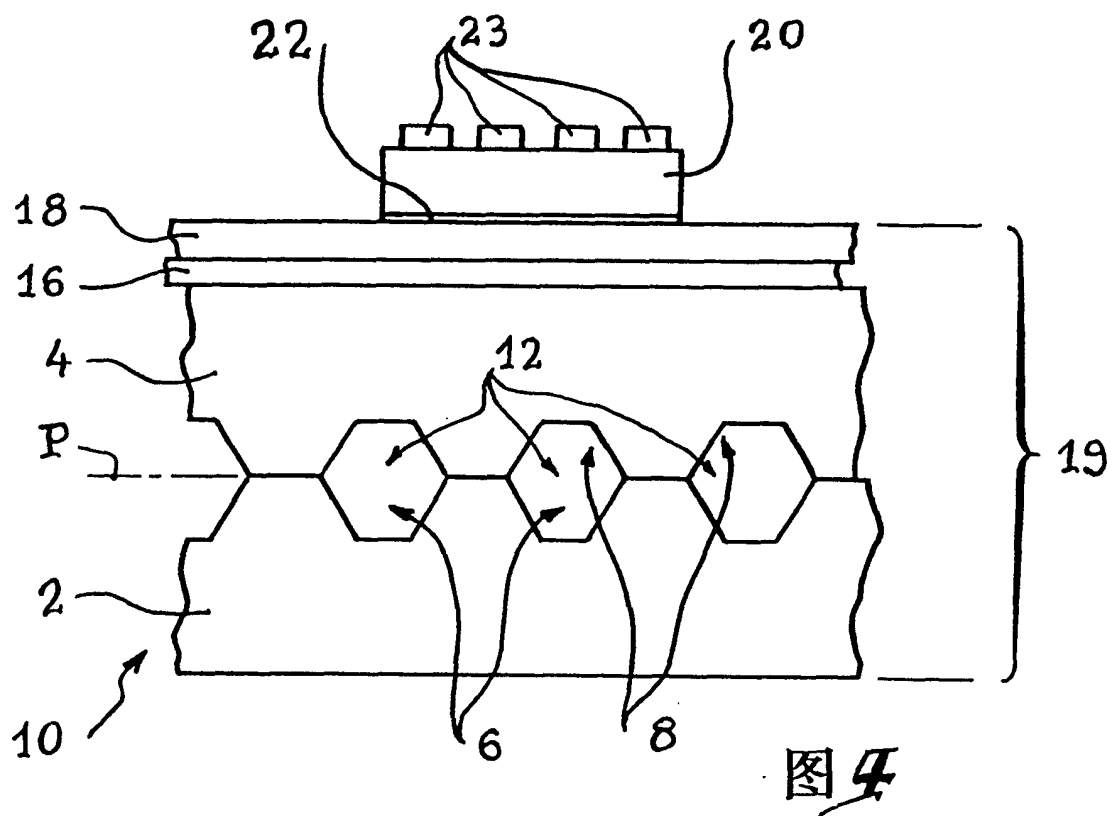
且不说部件不使用铝引线的实际情况,本发明的部件保证构成部件中的电力半导体电路从其顶面和底面同时冷却。

此外,形成根据本发明的部件的复合结构除了其使用的热传递和电隔离功能外具有冷却功能。把冷却元件集成到复合结构,限制了构成本

发明部件的各种层之间的界面的数目。这样通过与在相对各个复合结构的层中形成的通道内流动的热传递流体对流也增大热交换系数。

- 就一定的额定电流而言,与在先技术的电力电子部件需要的硅的体积相比较,上述情况非常可观地减少所需要的硅体积。此外,就与用于
- 5 在先技术的部件的硅体积相差不大的硅体积来说,本发明的部件具有非常大的额定电流。





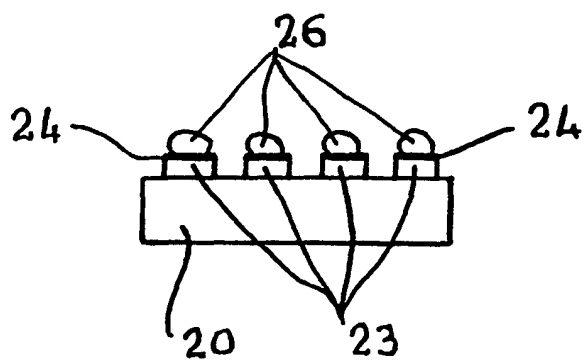


图5

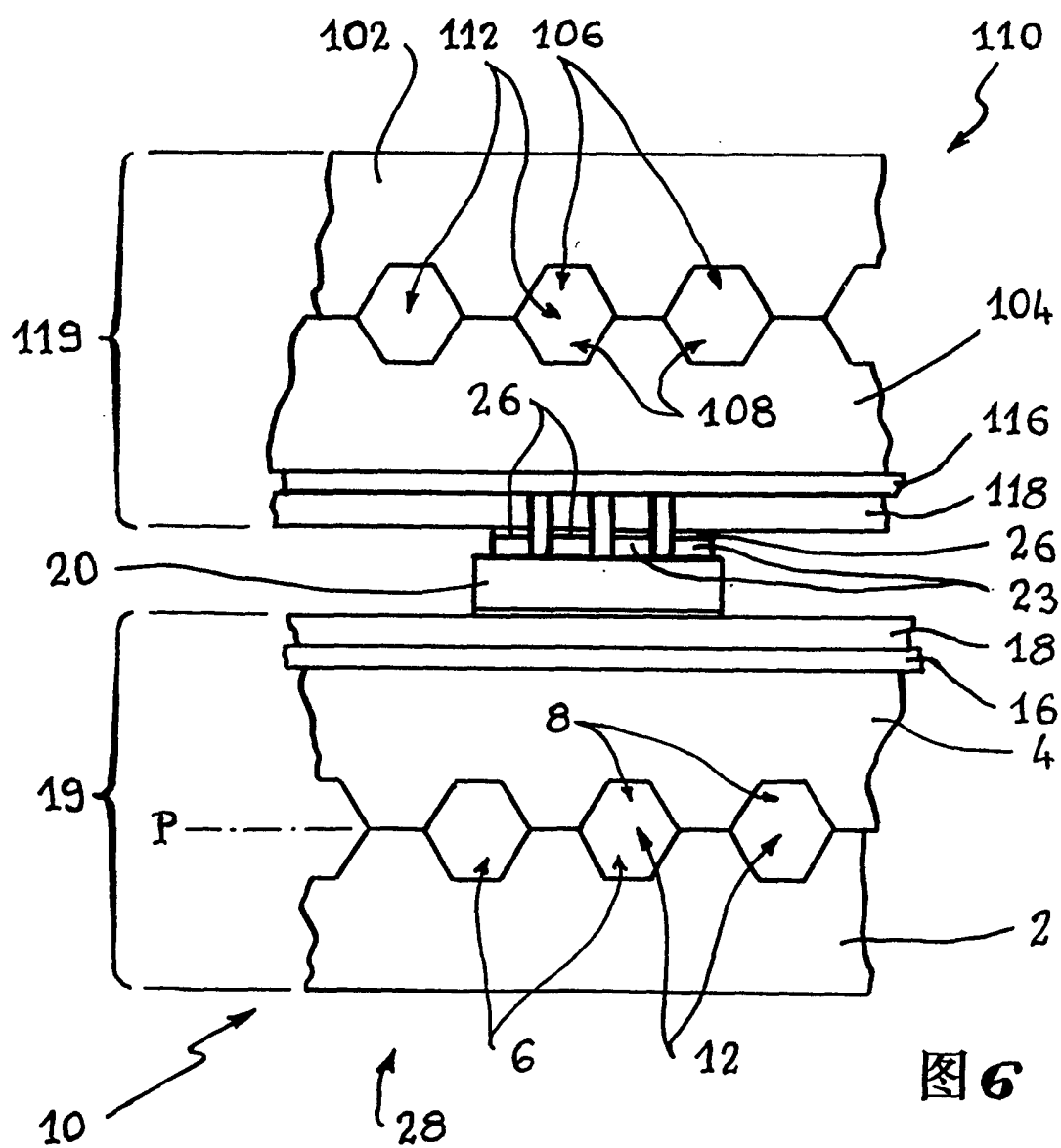


图6

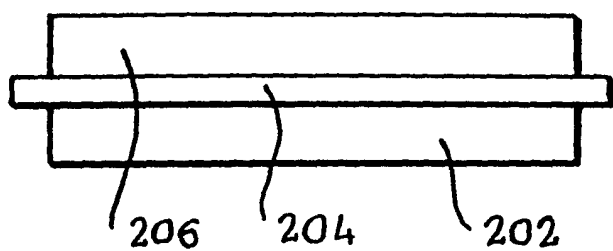


图 7

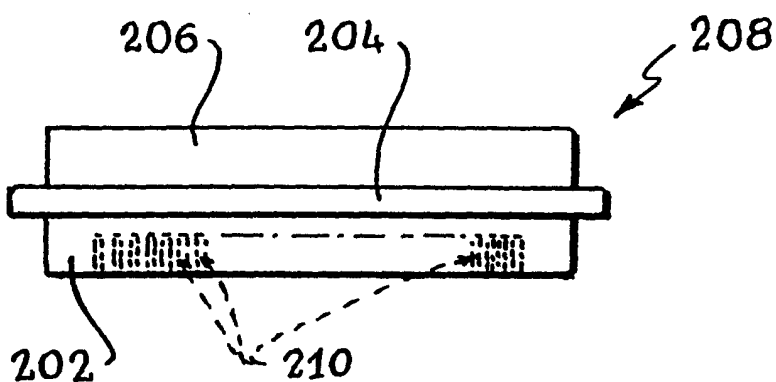


图 8

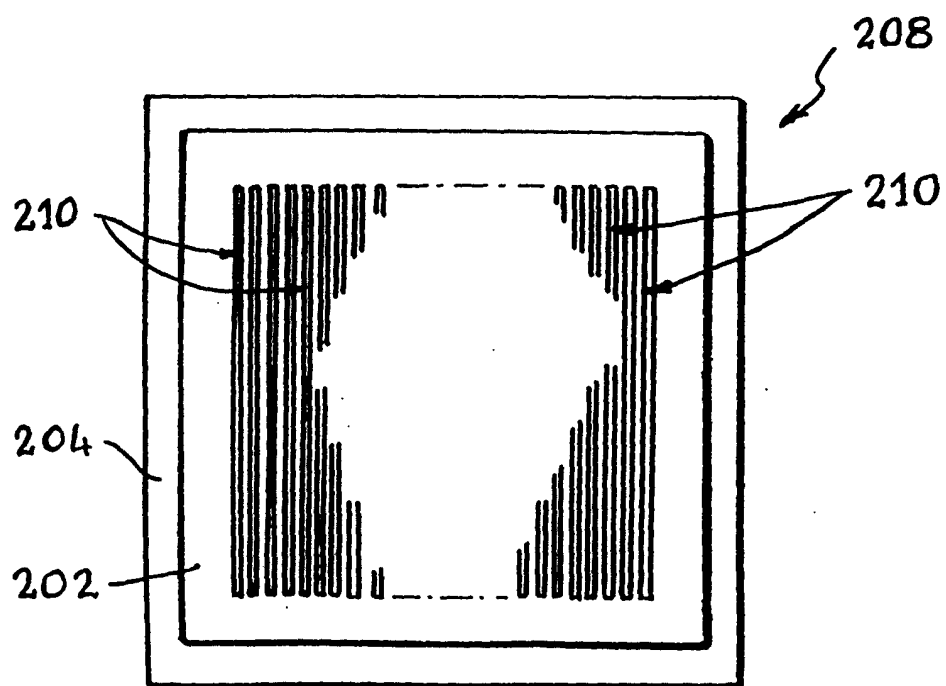


图 9