



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103378024 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201310132135. 9

H01L 23/473(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 04. 16

H01L 21/48(2006. 01)

(30) 优先权数据

2012-095485 2012. 04. 19 JP

(71) 申请人 株式会社丰田自动织机

地址 日本爱知县刈谷市

申请人 昭和电工株式会社

(72) 发明人 岩田佳孝 森昌吾 南和彦

平野智哉

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 顾晋伟 董文国

(51) Int. Cl.

H01L 23/373(2006. 01)

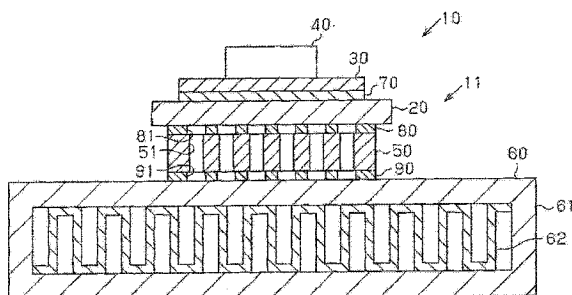
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

散热装置及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及散热装置及其制造方法。该散热装置包括：绝缘基板；金属层，该金属层通过第一钎焊填充材料连接至绝缘基板；应力松弛构件，该应力松弛构件通过第二钎焊填充材料连接至绝缘基板；以及冷却器，该冷却器通过第三钎焊填充材料连接至应力松弛构件。应力松弛构件具有一个或更多个应力松弛空间，所述应力松弛空间各自包括朝向应力松弛构件的正面和背面开放的开口。第二钎焊填充材料和第三钎焊填充材料中的至少之一具有一个或更多个通孔。每个通孔均包括开口，该开口与应力松弛空间的开口重叠或与应力松弛空间中的对应应力松弛空间的开口重叠，并且每个通孔开口的边缘位于对应应力松弛空间开口的边缘之外。



1. 一种散热装置,包括:

绝缘基板,所述绝缘基板具有正面和背面;

金属层,所述金属层连接至所述绝缘基板的所述正面,其中半导体器件能够接合至所述金属层;

应力松弛构件,所述应力松弛构件连接至所述绝缘基板的所述背面,其中所述应力松弛构件包括正面、背面以及一个或更多个应力松弛空间,其中每个应力松弛空间均包括朝向所述应力松弛构件的所述正面和所述背面中的至少之一开放的开口,以及

冷却器,所述冷却器连接至所述应力松弛构件的所述背面,

所述散热装置的特征在于,

所述应力松弛构件由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成,

所述绝缘基板和所述金属层通过第一钎焊填充材料彼此连接,所述绝缘基板和所述应力松弛构件通过第二钎焊填充材料彼此连接,并且所述应力松弛构件和所述冷却器通过第三钎焊填充材料彼此连接,并且

所述第二钎焊填充材料和所述第三钎焊填充材料中的至少之一具有一个或更多个通孔,其中每个通孔均包括开口,所述开口与所述应力松弛空间的所述开口重叠或与所述应力松弛空间中的对应应力松弛空间的所述开口重叠,并且每个通孔的开口的边缘位于所述对应应力松弛空间的开口的边缘之外。

2. 根据权利要求 1 所述的散热装置,其中所述应力松弛空间是沿所述应力松弛构件的厚度方向延伸穿过所述应力松弛构件的通孔。

3. 根据权利要求 1 所述的散热装置,其中所述应力松弛空间为凹部并且以不延伸穿过所述应力松弛构件的方式凹陷。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的散热装置,还包括:

第二绝缘基板,所述第二绝缘基板包括正面和背面,所述第二绝缘基板位于所述冷却器的与连接至所述应力松弛构件的部分不同的另一部分处;

第二金属层,所述第二金属层连接至所述第二绝缘基板的所述正面,其中另一个半导体器件能够接合至所述第二金属层;以及

第二应力松弛构件,所述第二应力松弛构件连接至所述第二绝缘基板的所述背面和所述冷却器,所述第二应力松弛构件包括正面、背面以及一个或更多个应力松弛空间,其中所述第二应力松弛构件的每个应力松弛空间均包括朝向所述第二应力松弛构件的所述正面和所述背面中的至少之一开放的开口,其中

所述第二应力松弛构件由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成,

所述第二绝缘基板和所述第二金属层通过第四钎焊填充材料彼此连接,所述第二绝缘基板和所述第二应力松弛构件通过第五钎焊填充材料彼此连接,并且所述第二应力松弛构件和所述冷却器通过第六钎焊填充材料彼此连接,并且

所述第五钎焊填充材料和所述第六钎焊填充材料中的至少之一具有一个或更多个第二通孔,其中每个第二通孔均包括开口,并且每个第二通孔均与所述第二应力松弛空间的所述开口重叠或与所述第二应力松弛空间中的对应应力松弛空间的开口重叠,并且每个第二通孔的所述开口的边缘位于所述对应应力松弛空间开口的边缘之外。

5. 一种用于制造散热装置的方法,包括下述步骤:

布置金属层、第一钎焊填充材料、绝缘基板、第二钎焊填充材料、应力松弛构件、第三钎焊填充材料以及冷却器,其中所述金属层经由所述第一钎焊填充材料布置在所述绝缘基板的正面上,所述应力松弛构件具有一个或更多个应力松弛空间,其中每个应力松弛空间均包括朝向所述应力松弛构件的正面和背面中的至少之一开放的开口,所述应力松弛构件由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成,所述第二钎焊填充材料布置在所述应力松弛构件的所述正面与所述绝缘基板的所述背面之间,所述第三钎焊填充材料布置在所述应力松弛构件的所述背面与所述冷却器之间,所述第二钎焊填充材料和所述第三钎焊填充材料中的至少之一具有一个或更多个通孔,其中所述第三钎焊填充材料的每个通孔均包括开口,并且所述第二钎焊填充材料和所述第三钎焊填充材料中的至少之一布置为使得每个通孔开口均与所述应力松弛空间的所述开口重叠,或与所述应力松弛空间中的对应应力松弛空间的所述开口重叠,并且所述第三钎焊填充材料的每个通孔开口的边缘位于所述对应应力松弛空间开口的边缘之外;以及

连接所述绝缘基板、所述金属层、所述应力松弛构件以及所述冷却器,其中所述绝缘基板和所述金属层通过熔化所述第一钎焊填充材料而彼此连接,所述应力松弛构件和所述绝缘基板通过熔化所述第二钎焊填充材料而彼此连接,并且所述应力松弛构件和所述冷却器通过熔化所述第三钎焊填充材料而彼此连接。

6. 根据权利要求 5 所述的用于制造散热装置的方法,其中所述应力松弛空间是通孔,所述通孔沿着所述应力松弛构件的厚度方向延伸穿过所述应力松弛构件。

7. 根据权利要求 5 所述的用于制造散热装置的方法,其中所述应力松弛空间为以不延伸穿过所述应力松弛构件的方式凹陷的凹部。

8. 根据权利要求 4 至 7 中任一项所述的用于制造散热装置的方法,其中,所述布置步骤还包括布置第二金属层、第四钎焊填充材料、第二绝缘基板、第五钎焊填充材料、第二应力松弛构件以及第六钎焊填充材料的步骤,其中所述第二金属层经由所述第四钎焊填充材料布置在所述第二绝缘基板的正面上,所述第二应力松弛构件包括一个或更多个应力松弛空间,其中每个应力松弛空间均包括朝向所述第二应力松弛构件的正面和背面中的至少之一开放的开口,所述应力松弛构件由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成,所述第五钎焊填充材料布置在所述第二应力松弛构件的所述正面与所述第二绝缘基板的所述背面之间,所述第六钎焊填充材料布置在所述第二应力松弛构件的所述背面与所述冷却器之间,所述第五钎焊填充材料与所述第六钎焊填充材料中的至少之一具有一个或更多个第二通孔,其中每个第二通孔均包括开口,所述开口与所述应力松弛空间的所述开口重叠,或与所述第二应力松弛构件的所述应力松弛空间中的对应应力松弛空间的所述开口重叠,所述第五钎焊填充材料和所述第六钎焊填充材料中的至少之一布置成使得每个第二通孔开口的边缘位于所述第二应力松弛构件的所述对应应力松弛空间开口的边缘之外,并且

所述连接步骤还包括连接所述第二绝缘基板、所述第二金属层、所述第二应力松弛构件以及所述冷却器的步骤,其中所述第二绝缘基板和所述第二金属层通过熔化所述第四钎焊填充材料而彼此连接,所述第二应力松弛构件和所述第二绝缘基板通过熔化所述第五钎焊填充材料而彼此连接,并且所述第二应力松弛构件和所述冷却器通过熔化所述第六钎焊填充材料而彼此连接。

散热装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及散热装置和用于制造该装置的方法。

背景技术

[0002] 已知一种应力松弛构件位于散热片与绝缘基板之间的结构。例如,参见日本公开特许公报 No. 2007-173405。在散热片与绝缘基板之间抵抗热循环的接合强度通过在散热片与绝缘基板之间布置应力松弛构件而提高。

[0003] 特别地,在上述公报中所公开的半导体模块中,金属面板接合至用作安装表面的正面,对于陶瓷板的半导体器件而言,金属背板接合至基板的背面,并且散热装置接合至金属背板。陶瓷板由氮化铝形成并且金属面板和金属背板中的每一个均由铝形成。由于应力松弛构件接合至散热装置,所以在金属背板的接合正面中形成了接合区域和非接合区域。接合区域的面积布置为在整个接合正面的面积的 65 重量%至 85 重量%的范围内。

[0004] 根据上述半导体模块,该非接合区域形成在用于将陶瓷板与散热装置接合的金属背板中,以便甚至在当热应力由于陶瓷板、金属背板和散热装置的线性热膨胀系数的差异而产生时也可以分散接合区域的热应力。因此,该应力得到松弛。由于该原因,防止了翘曲或裂纹的产生从而保持了散热性能。在形成非接合区域的情况下,在以有利的方式松弛热应力的同时,在将热应力的松弛与散热性能之间的平衡考虑在内的同时,将接合区域的面积布置为在接合正面的整个面积的 65 重量%至 85 重量%的范围内以获得良好的散热性能。

[0005] 在钎焊应力松弛构件的情况下,当使用钎焊填充材料箔时,钎焊填充材料可以进入形成在应力松弛构件中的通孔中。这可能降低应力松弛的效果。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供一种散热装置及制造该散热装置的方法,该方法可以在不降低应力松弛构件的应力松弛效果的情况下钎焊应力松弛构件。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种散热装置,该散热装置包括:具有正面和背面的绝缘基板;连接至绝缘基板的正面的金属层;连接至绝缘基板的背面的应力松弛构件;以及连接至应力松弛构件的背面的冷却器。半导体器件可以接合至金属层。应力松弛构件包括正面、背面和一个或更多个应力松弛空间。每个应力松弛空间均包括朝向应力松弛构件的正面和背面中的至少之一开放的开口。应力松弛构件由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成。绝缘基板和金属层通过第一钎焊填充材料彼此连接。绝缘基板和应力松弛构件通过第二钎焊填充材料彼此连接。应力松弛构件和冷却器通过第三钎焊填充材料彼此连接。第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的至少之一具有一个或更多个通孔。每个通孔均包括开口,该开口与应力松弛空间的开口重叠或与应力松弛空间中的对应应力松弛空间的开口重叠,并且每个通孔开口的边缘位于对应应力松弛空间开口的边缘之外。

[0008] 根据上述构造,第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的至少之一具有如下

状态与应力松弛空间开口重叠的每个通孔：在所述状态下，在第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的每一个的开口的边缘位于对应应力松弛空间开口的边缘之外。因此，抑制了钎焊填充材料进入进行钎焊时朝向正面和背面中的至少之一开放的应力松弛空间。由此，可以在不降低应力松弛构件的应力松弛效果的情况下钎焊应力松弛构件。

[0009] 根据本发明的另一个方面，提供了一种用于制造散热装置的方法，该方法包括布置步骤和连接步骤。在布置步骤中，布置金属层、第一钎焊填充材料、绝缘基板、第二钎焊填充材料、应力松弛构件、第三钎焊填充材料以及冷却器。金属层通过第一钎焊填充材料布置在绝缘基板的正面上。应力松弛构件具有一个或更多个应力松弛空间。每个应力松弛空间均包括朝向应力松弛构件的正面和背面中的至少之一开放的开口。应力松弛构件由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成。第二钎焊填充材料布置在应力松弛构件的正面与绝缘基板的背面之间。第三钎焊填充材料布置在应力松弛构件的背面与冷却器之间。第二钎焊材料和第三钎焊材料中的至少之一具有一个或更多个通孔。第三钎焊填充材料的每个通孔包括开口，并且第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的至少之一布置为使得每个通孔开口与应力松弛空间的开口重叠或与应力松弛空间中的对应应力松弛空间的开口重叠。每个第三钎焊填充材料的通孔开口的边缘位于对应应力松弛空间开口的边缘之外。在连接步骤中，连接绝缘基板、金属层、应力松弛构件以及冷却器。绝缘基板和金属层通过将第一钎焊填充材料熔化而彼此连接。应力松弛构件和绝缘基板通过将第二钎焊填充材料熔化而彼此连接。应力松弛构件和冷却器通过将第三钎焊填充材料熔化而彼此连接。

[0010] 通过结合附图、以示例的方式说明本发明的原理的以下描述，本发明的其他方面和优点将变得明显。

附图说明

[0011] 通过参照目前优选实施方案的下列描述连同附图，将更好地理解本发明及其目的和优点，在附图中：

[0012] 图 1 为示出根据一个实施方案的包括散热装置的半导体模块的垂直截面图；

[0013] 图 2 为示出在图 1 中的半导体模块的分解截面图；

[0014] 图 3A 为示出应力松弛构件的俯视图；

[0015] 图 3B 为沿图 3A 的线 3B-3B 截取的垂直截面图，其示出应力松弛构件；

[0016] 图 4A 为示出钎焊填充材料的俯视图；

[0017] 图 4B 为沿图 4A 的线 4B-4B 截取的垂直截面图，其示出钎焊填充材料；

[0018] 图 5 为说明用于制造半导体模块的程序的垂直截面图；

[0019] 图 6 为示出在应力松弛构件与钎焊填充材料之间的接口的重要部段的放大图；

[0020] 图 7 为示出根据另一个实施方案的在应力松弛构件与钎焊填充材料之间的接口的重要部段的放大图；

[0021] 图 8 为示出根据另一个实施方案的半导体模块的垂直截面图；

[0022] 图 9 为示出根据另一个实施方案的在应力松弛构件与钎焊填充材料之间的接口的重要部段的放大图；

[0023] 图 10 为示出用于比较的半导体模块的分解截面图；

[0024] 图 11A 为示出用于比较的应力松弛构件与钎焊填充材料的俯视图；

[0025] 图 11B 为沿图 11A 的线 11B-11B 截取的垂直截面图,其示出应力松弛构件和钎焊填充材料;以及

[0026] 图 12A 和图 12B 为示出应力松弛构件的部分放大图。

具体实施方式

[0027] 现在将参照附图描述根据一个实施方案的散热装置和用于制造该散热装置的方法。

[0028] 如图 1 和图 2 所示,半导体模块 10 包括对产生热的半导体器件 40 进行冷却的散热装置 11。该散热装置 11 适用于对作为半导体器件 40 的功率器件如绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 进行冷却。更具体地,散热装置 11 可优选地用于对功率器件如安装在电动车辆、混合动力车以及列车的电路上的功率转换器中使用的 IGBT 进行冷却。散热装置 11 具有绝缘基板 20、金属层 30、应力松弛构件 50、以及冷却器 (散热器) 60。金属层 30 可以接合至半导体器件 40。

[0029] 绝缘基板 20 由陶瓷板构成。金属层 30 由铝层构成,所述铝层由具有 99.99 重量% (4N:四个 9) 的纯度的铝形成。金属层 30 连接至绝缘基板 20 的正面 (上表面)。

[0030] 半导体器件 40 是功率器件的芯片。半导体器件 40 通过钎焊而连接至金属层 30 的正面 (上表面)。半导体器件 40 的电极连接至金属层 30,并且金属层 30 起电极的接线层的作用。

[0031] 应力松弛构件 50 由板材料构成,并且连接至绝缘基板 20 的背面 (下表面)。应力松弛构件 50 由纯度为 99.99 重量% (4N) 的铝形成。

[0032] 冷却器 60 设置有由铝制成的扁平容器 61,以及由波纹状薄板材料形成的隔板 62。隔板 62 布置在由铝制成的容器 61 中。冷却器 60 被构造成使得冷却流体穿过由铝制成的容器 61 中的空间。冷却器 60 连接至应力松弛构件 50 的背面 (下表面)。

[0033] 绝缘基板 20 和金属层 30 通过第一钎焊填充材料 (铝钎焊填充材料) 70 而彼此连接。绝缘基板 20 和应力松弛构件 50 通过第二钎焊填充材料 (铝钎焊填充材料) 80 而彼此连接。应力松弛构件 50 和冷却器 60 通过第三钎焊填充材料 (铝钎焊填充材料) 90 而彼此连接。第一钎焊填充材料 70、第二钎焊填充材料 80、以及第三钎焊填充材料 90 中的每一个均是钎焊填充材料箔,并且具有约几十微米的厚度,例如,小于或等于 $50\mu\text{m}$ 的厚度。

[0034] 如图 3A 和图 3B 所示,具有圆形截面形状的多个通孔 51 形成在应力松弛构件 50 中。应力松弛构件 50 具有朝向其正面 (上表面) 和背面 (下表面) 开放的应力松弛空间。即,应力松弛空间为沿着正面 - 背面方向,即厚度方向延伸的通孔 51。

[0035] 如图 4A 和图 4B 所示,第二钎焊填充材料 80 具有呈圆形截面形状的多个通孔 81。每个通孔 81 均按以下状态与应力松弛构件 50 的通孔 (应力松弛空间) 51 中的一个对应通孔的上侧开口重叠:在所述状态下,通孔 81 的边缘位于通孔 51 的上开口的边缘之外。更具体地,如图 6 所示,每个通孔 81 均按以下状态与对应的通孔 51 重叠:在所述状态下,应力松弛构件 50 中的通孔 51 的中心与在第二钎焊填充材料 80 中的通孔 81 的中心对应。在第二钎焊填充材料 80 中的通孔 81 的直径 $\phi 2$ 设置为比在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的直径 $\phi 1$ 大预定值 ΔL (即, $\phi 2 = \phi 1 + 2 \cdot \Delta L$)。

[0036] 类似地,第三钎焊填充材料 90 具有呈圆形截面形状的多个通孔 91。每个通孔 91

均按以下状态与在应力松弛构件 50 的通孔（应力松弛空间）51 中的一个对应通孔的下侧开口重叠：在所述状态下，通孔 91 的边缘位于通孔 51 的下开口边缘之外。更具体地，每个通孔 91 均按下述状态与对应的通孔 51 重叠：在所述状态下，在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的中心与在第三钎焊填充材料 90 中的通孔 91 中的对应通孔的中心相对应。在第三钎焊填充材料 90 中的通孔 91 的直径 $\phi 3$ 设置为比在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的直径 $\phi 1$ 大预定值 ΔL （即， $\phi 3 = \phi 1 + 2 \cdot \Delta L$ ）。

[0037] 接下来，将描述半导体模块 10（散热装置 11）的操作。

[0038] 半导体器件 40 根据驱动产生热。由半导体 40 产生的热通过绝缘基板 20 和应力松弛构件 50 传导至冷却器 60。该热被转移，即通过在冷却器 60 的铝制容器 61 中的冷却流体而被散发。

[0039] 此外，当半导体模块 10 的操作环境的温度改变时，由于绝缘基板 20 与冷却器 60 的热膨胀系数之间的差异产生热应力。由于热循环的应力通过包括通孔 51 的应力松弛构件 50 而松弛，所以提高了在绝缘基板 20 与冷却器 60 之间的接合强度。

[0040] 接下来，将描述用于制造半导体模块 10（散热装置 11）的方法。

[0041] 首先，如图 5 所示，金属层 30 经由第一钎焊填充材料 70 而布置在绝缘基板 20 的正面上。包括通孔 81 的第二钎焊填充材料 80 布置在应力松弛构件 50 的正面与绝缘基板 20 的背面之间。应力松弛构件 50 具有朝向其正面和背面开放的作为应力松弛空间的通孔 51，并且该应力松弛构件 50 由具有纯度 4N 的铝形成。包括通孔 91 的第三钎焊填充材料 90 布置在应力松弛构件 50 的背面与冷却器 60 之间。

[0042] 这时，如图 6 所示，每个通孔 51 均与对应的通孔 81 以下述状态重叠：在所述状态下，应力松弛构件 50 中的通孔 51 的中心与在第二钎焊填充材料 80 中的通孔 81 的中心对准。在第二钎焊填充材料 80 中的通孔 81 的尺寸比在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的尺寸大。类似地，每个通孔 51 均与对应的通孔 91 以下述状态重叠：在所述状态下，应力松弛构件 50 中的通孔 51 的中心与在第三钎焊填充材料 90 中的通孔 91 的中心对准。在第三钎焊填充材料 90 中的通孔 91 的尺寸比在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的尺寸大。这时，形成在第二钎焊填充材料 80 和第三钎焊填充材料 90 中的通孔 81 和 91 中的每一个均布置成使得通孔与在应力松弛构件 50 中的对应通孔 51 的开口重叠，并且通孔 81 和 91 中的每一个的开口的边缘均位于通孔 51 的开口的边缘之外。

[0043] 这种层叠体放置在基板上并且通过压板从上方压制。以此状态，在约 600℃ 的环境下，使第一钎焊填充材料 70 熔化以将绝缘基板 20 与金属层 30 彼此连接。使第二钎焊填充材料 80 熔化以将应力松弛构件 50 与绝缘基板 20 彼此连接。使第三钎焊填充材料 90 熔化以将应力松弛构件 50 与冷却器 60 连接。

[0044] 以这种方式，制造了散热装置 11。

[0045] 随后，如图 1 所示，半导体器件 40 通过焊接连接至金属层 30 的正面。

[0046] 在如上述制造的半导体模块 10（散热装置 11）中，第二钎焊填充材料 80 和第三钎焊填充材料 90 分别具有比在应力松弛构件 50 中的通孔 51 大的通孔 81 和 91，由此，防止了钎焊填充材料进入应力松弛构件 50 中的通孔 51 中，使得保持了缓冲效果。

[0047] 接下来，将详细描述优点。

[0048] 如图 10 中所示，作为本实施方案的一个对比例，考虑了当对应力松弛构件 50 进行

钎焊时使用钎焊填充材料箔 200 和 210 的情况。这时,如图 11A 和图 11B 所示,钎焊填充材料箔 200 和 210 彼此相同。

[0049] 图 12A 示出在钎焊之前的状态。随后,通过钎焊,钎焊填充材料 220 进入形成在应力松弛构件 50 中的通孔 51 中,使得通孔 51 变得更窄,如图 12B 所示的。因此,降低了应力松弛效果。

[0050] 与此相反,在本实施方案中,如图 6 所示,在俯视图中具有比通孔 51 的直径大的直径的通孔 81 和 91 分别地形成在第二钎焊填充材料 80 和第三钎焊填充材料 90 中。由此,限制了钎焊填充材料进入在钎焊期间朝向正面和背面开放的作为应力松弛空间的通孔 51。结果,可以在不降低应力松弛构件 50 的应力松弛效果的情况下钎焊应力松弛构件 50。

[0051] 如上文所描述的,本实施方案具有下列优点。

[0052] (1) 在散热装置 11 中,第二钎焊填充材料 80 和第三钎焊填充材料 90 具有通孔 81 和 91,所述通孔 81、91 与通孔 51 的开口以下述状态重叠:在所述状态下,通孔 81 和 91 的边缘中的每一个边缘位于通孔 51 的开口的边缘之外。由此,可以在不降低应力松弛构件 50 的应力松弛效果的情况下钎焊该应力松弛构件 50。

[0053] 特别地,当具有纯度为 2N(99 重量%) 的铝板用作应力松弛构件时,可以使用其正面上形成有钎焊填充材料的覆层材料。然而,当具有纯度为 4N 的铝板被用作应力松弛构件时,不能使用其正面上形成有钎焊填充材料的覆层材料。即,由于 2N- 铝板和钎焊填充材料两者是均硬的,所以该 2N- 铝板和钎焊填充材料可以通过对 2N- 铝板和钎焊填充材料以彼此层压的状态进行轧制来构造覆层材料。由于该 4N- 铝板比 2N- 铝板软并且具有与钎焊填充材料极为不同的伸长系数(extension coefficient),然而,不能保持 4N- 铝板相对于钎焊填充材料的接合状态,即使在对二者以层压的状态进行轧制的情况下亦是如此。

[0054] 在本实施方案中,可以在不使用该覆层材料的情况下,通过准备和相对于 4N- 铝板层压另外的钎焊填充材料来执行钎焊。

[0055] (2) 对于在应力松弛构件 50 与绝缘基板 20 之间布置的第二钎焊填充材料 80 而言,由于绝缘基板 20 相对于钎焊填充材料具有低的可湿性,所以熔化的钎焊填充材料易于进入在应力松弛构件 50 中的通孔 51 中。在该情况下,通过在第二钎焊填充材料 80 中形成通孔 81 对于防止钎焊填充材料进入应力松弛构件 50 中的通孔 51 是有用的。

[0056] (3) 对于在应力松弛构件 50 与冷却器 60 之间布置的第三钎焊填充材料 90 而言,由于毛细管作用(表面张力),熔化的钎焊填充材料易于进入在应力松弛构件 50 中的通孔 51。在该情况下,通过在第二钎焊填充材料 90 中形成通孔 91 对于防止钎焊填充材料进入应力松弛构件 50 中的通孔 51 是有用的。

[0057] (4) 散热装置的制造方法包括布置步骤和连接步骤。在布置步骤中,金属层 30 通过第一钎焊填充材料 70 布置在绝缘基板 20 的正面上。而且,第二钎焊填充材料 80 布置在应力松弛构件 50 的正面与绝缘基板 20 的背面。应力松弛构件 50 包括通孔 51 并且由具有 99.99 重量%的纯度的铝形成。而且,第三钎焊填充材料 90 布置在应力松弛构件 50 的背面与冷却器 60 之间。此时,分别形成在第二钎焊填充材料 80 与第三钎焊填充材料 90 中的通孔 81 和 91 中的每一个布置为使得其与在应力松弛构件 50 中的对应的通孔 51 的开口重叠并且通孔 81 和 91 中的每一个的开口的边缘位于通孔 51 的开口的边缘之外。在连接步骤中,将第一钎焊填充材料 70 熔化以使绝缘基板 20 与金属层 30 彼此连接。将第二钎焊填充

材料 80 熔化以使应力松弛构件 50 与绝缘基板 20 彼此连接。可以将第三钎焊填充材料 90 熔化以使应力松弛构件 50 与冷却器 60 彼此连接。

[0058] 因此,第二钎焊填充材料 80 布置在应力松弛构件 50 的正面与绝缘基板 20 的背面。而且,第三钎焊填充材料 90 布置在应力松弛构件 50 的背面与冷却器 60 之间。此时,分别形成在第二钎焊填充材料 80 与第三钎焊填充材料 90 中的通孔 81 和 91 中的每一个布置成使得与在应力松弛构件 50 中作为应力松弛空间的对应的通孔 51 的开口重叠,并且通孔 81 和 91 中的每一个的开口的边缘位于通孔 51 的开口的边缘之外。因此,抑制了钎焊填充材料进入当钎焊时朝向正面与背面开放的作为应力松弛空间的通孔 51。由此,可以在不降低应力松弛构件 50 的应力松弛效果的情况下钎焊应力松弛构件 50。

[0059] (5) 由于可以减少那些并不促进接合并且试图进入通孔 51 中的过量的钎焊填充材料,因此减少了钎焊填充材料的浪费。

[0060] 本实施方案并不限于上述说明的形式而可以进行例如以下修改。

[0061] 在上述实施方案中,在布置在应力松弛构件 50 与绝缘基板 20 之间的第二钎焊填充材料 80 中形成有通孔 81,并且在布置在应力松弛构件 50 与冷却器 60 之间的第三钎焊填充材料 90 中形成有通孔 91。然而,可以仅在布置于应力松弛构件 50 与绝缘基板 20 之间的第二钎焊填充材料 80 中形成通孔 81。可替代地,可以仅在布置于应力松弛构件 50 与冷却器 60 之间的第三钎焊填充材料 90 中形成通孔 91。

[0062] 简言之,第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的至少之一使其通孔与应力松弛空间的开口以下述状态重叠:在所述状态下,第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的每一个中的开口的边缘位于对应的应力松弛空间的开口的边缘之外。

[0063] 在散热装置 11 的制造方法中的布置步骤中,第二钎焊填充材料布置在应力松弛构件的正面与绝缘基板的背面之间。而且,第三钎焊填充材料布置在应力松弛构件的背面与冷却器之间。此时,在第二钎焊填充材料与第三钎焊填充材料中的至少之一中形成的通孔中的每一个可以布置为使得其与对应的应力松弛空间的开口重叠,并且通孔中的每一个的开口的边缘位于对应的应力松弛空间的开口的边缘之外。

[0064] 如图 7 所示,可以在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的开口中形成用于钎焊填充材料的槽部 (pool portion) (钎焊填料槽) 85。此时,优选的是,将在第二钎焊填充材料 80 中的通孔 81 的直径 $\phi 5$ 设置为小于或等于在应力松弛构件 50 中的用于钎焊填充材料的槽部 85 的直径 $\phi 10$,并且大于在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的直径 $\phi 1$ 。

[0065] 类似地,如上所述的在图 7 中的构造可以应用至与第三钎焊填充材料 90 面对的应力松弛构件 50 中的通孔 51 中的开口。即,用于钎焊填充材料的槽部 (钎焊填充槽) 可以形成在与第三钎焊填充材料 90 面对的应力松弛构件 50 中的开口中。此时,优选的是,将在第三钎焊填充材料 90 中的通孔 91 的直径值布置为小于或等于在应力松弛构件 50 中的钎焊填充材料槽部的直径值,并且布置为大于在应力松弛构件 50 中的通孔 51 的直径 $\phi 1$ 的值。

[0066] 如图 8 所示,散热装置还可以包括绝缘基板 (第二绝缘基板) 100、第二金属层 110 和应力松弛构件 (第二应力松弛构件) 130。即,由绝缘基板 (第二绝缘基板) 100、第二金属层 110 和应力松弛构件 (第二应力松弛构件) 130 构造成的层叠体可以例如布置在冷却器 60 的下表面上,也可以布置在冷却器 60 的上表面上。第二金属层 110 可以接合至产生热的半导体器件 (第二半导体器件) 120。即,第二绝缘基板 100 位于冷却器 60 的下表面

上,该冷却器 60 的下表面与冷却器 60 中的连接至应力松弛构件 50 的部分不同。

[0067] 在图 8 中,第二金属层 110 连接至第二绝缘基板 100 的正面(下表面)。第二半导体器件 120 通过钎焊连接至第二金属层 110 的正面(下表面)。第二应力松弛构件 130 具有朝向其正面和背面开放的作为应力松弛空间的通孔 131,并且该第二应力松弛构件 130 连接至第二绝缘基板 100 的背面(上表面)和冷却器 60。第二应力松弛构件 130 由具有 99.99 重量%(4N)的纯度的铝形成。第二绝缘基板 100 与第二金属层 110 通过第四钎焊填充材料 140 彼此连接。第二绝缘基板 100 和第二应力松弛构件 130 通过第五钎焊填充材料 150 彼此连接。第二应力松弛构件 130 与冷却器 60 通过第六钎焊填充材料 160 彼此连接。第五钎焊填充材料 150 和第六钎焊填充材料 160 具有通孔 151 和 161,所述通孔 151、161 与通孔 131 的开口以下述状态重叠:在所述状态下,在通孔 151 和 161 的边缘的每一个均位于对应的通孔(应力松弛空间)131 的开口的边缘之外。通孔 151 和 161 中的每一个与在第二应力松弛构件 130 中的对应的通孔 131 在下述状态下重叠:在该状态下,通孔 131 的每一个的中心与通孔 151 和 161 中对应的一组通孔中的每一个的中心对准。通孔 151 和 161 中的每一个的开口的直径比对应的通孔 131 的开口的直径大。

[0068] 因此,抑制了钎焊填充材料进入作为应力松弛空间的通孔 131,所述通孔 131 在钎焊期间朝向正面和背面是开放的。由此,可以在不降低第二应力松弛构件 130 的应力松弛效果的情况下钎焊第二应力松弛构件 130。

[0069] 在该情况下,可以仅布置第五钎焊填充材料 150 具有与通孔 131 的开口以下述状态重叠的通孔 151,即,通孔 151 的开口的边缘的每一个位于对应的通孔(应力松弛空间)131 的开口的边缘之外。可替换地,可以仅布置第六钎焊填充材料 160 具有与通孔 131 的开口以下述状态重叠的通孔 161:在所述状态下,通孔 161 的开口的边缘的每一个位于对应的通孔(应力松弛空间)131 的开口的边缘之外。简言之,可以使第五钎焊填充材料和第六钎焊填充材料中的至少之一具有与应力松弛空间的开口以下述状态重叠的通孔:在所述状态下,在第五钎焊填充材料和第六钎焊填充材料中的每一个中的开口的边缘位于对应的应力松弛空间的开口的边缘之外。

[0070] 就用于制造散热装置的方法方面而言,在布置步骤中,第二金属层 110 可以通过第四钎焊填充材料 140 布置在绝缘基板 100 的正面上。第二应力松弛构件 130 具有朝向其正面和背面中的至少之一开放的应力松弛空间(通孔 131),并且该第二应力松弛构件 130 由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成。而且,在布置步骤中,第五钎焊填充材料 150 布置在第二应力松弛构件 130 的正面与第二绝缘基板 100 的背面之间。此外,第六钎焊填充材料 160 布置在第二应力松弛构件 130 的背面与冷却器 60 之间。此时,在第五钎焊填充材料 150 与第六钎焊填充材料 160 中的至少之一中形成的通孔(151 和 161)中的每一个布置成使得其与在第二应力松弛构件 130 中的对应的应力松弛空间(通孔 131)的开口重叠,并且通孔(151 和 161)中的每一个的开口的边缘位于对应的应力松弛空间(通孔 131)的开口的边缘之外。而且,在连接步骤中,将第四钎焊填充材料 140 熔化以使第二绝缘基板 100 与第二金属层 110 彼此连接。将第五钎焊填充材料 150 熔化以使第二应力松弛构件 130 与第二绝缘基板 100 彼此连接。将第六钎焊填充材料 160 熔化以使第二应力松弛构件 130 与冷却器 60 彼此连接。

[0071] 因此,第五钎焊填充材料 150 布置在第二应力松弛构件 130 的正面与第二绝缘基

板 100 的背面之间。此外,第六钎焊填充材料 160 布置在第二应力松弛构件 130 的背面与冷却器 60 之间。此时,在第五钎焊填充材料 150 和第六钎焊填充材料 160 中的至少之一中形成的通孔 (151 和 161) 中的每一个布置成使得其与在对应的应力松弛空间 (通孔 131) 的开口重叠,并且通孔 (151 和 161) 中的每一个的开口的边缘位于对应的应力松弛空间 (通孔 131) 的开口的边缘之外。因此,可以抑制钎焊填充材料进入当钎焊时朝向正面与背面中的至少之一开放的应力松弛空间。因而,可以在不降低第二应力松弛构件 130 的应力松弛效果的情况下钎焊第二应力松弛构件 130。

[0072] 应力松弛构件 50 和 130 可以由例如具有 99.999 重量% (5N:五个 9) 的纯度的铝或具有 99.9999 重量% (6N:六个 9) 的纯度的铝形成。简言之,应力松弛构件可以由具有大于或等于 99.99 重量%的纯度的铝形成。

[0073] 在上述实施方案中,作为应力松弛空间的通孔 51 和 131 在应力松弛构件 50 和 130 中形成。可替代地,如图 9 所示,可在应力松弛构件 50 中形成作为应力松弛空间的凹部 52。凹部 52 是没有延伸穿过应力松弛构件 50 的凹陷部。可替代地,凹部 (52) 可以形成在如图 9 中的应力松弛构件 130 中。简言之,应力松弛构件 (50、130) 可以具有朝向其正面和背面中的至少之一开放的应力松弛空间。

[0074] 应力松弛构件 50 可以由除了铝之外的材料例如铜来形成。

[0075] 在用于制造散热装置的方法中,在图 1 的实施方案中,绝缘基板 20、金属层 30、应力松弛构件 50 以及冷却器 60 的部件依次布置。然而,可以任意改变布置这些部件的顺序。

[0076] 因此,本示例和实施方案被认为是说明性的而不是限制性的,并且本发明不限于本文所给出的细节,而是可以在所附权利要求的范围内和等同范围内被修改。

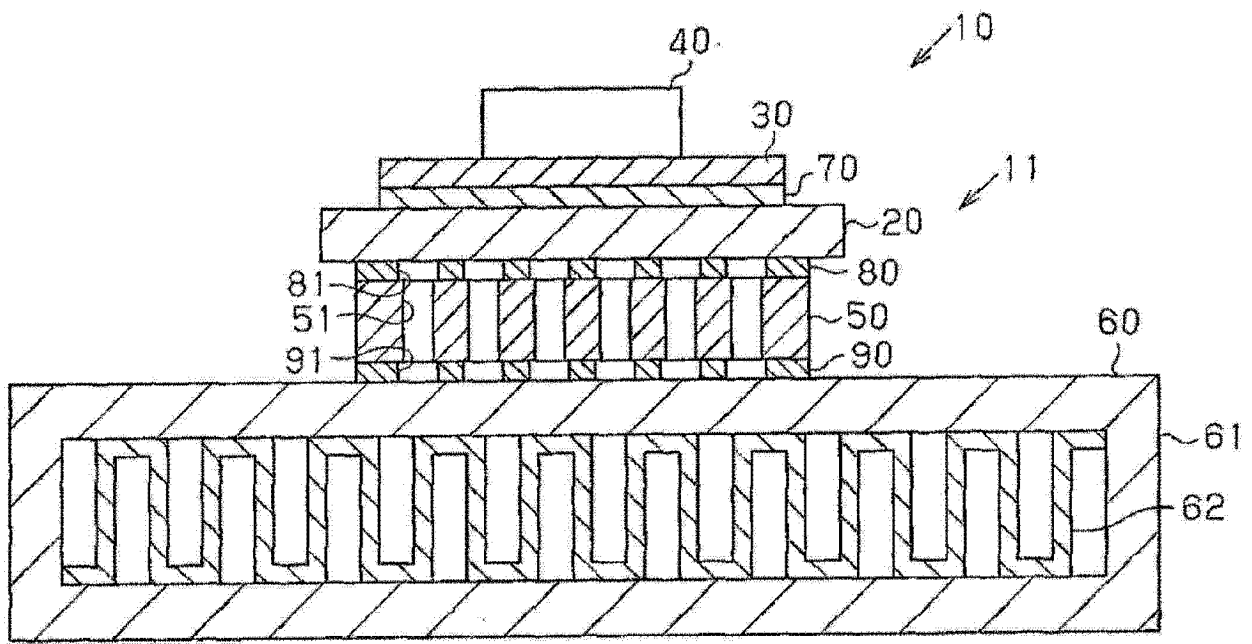


图 1

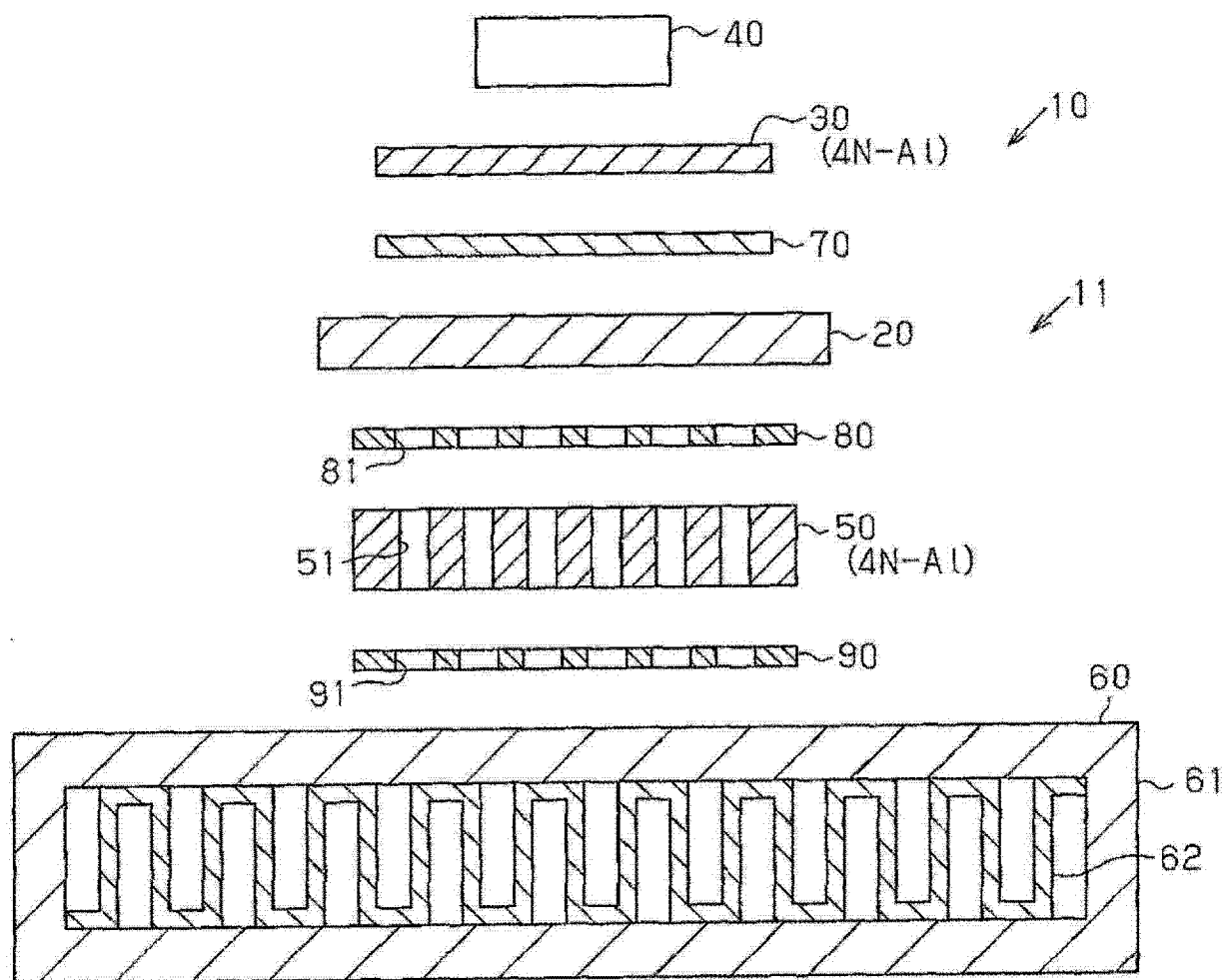


图 2

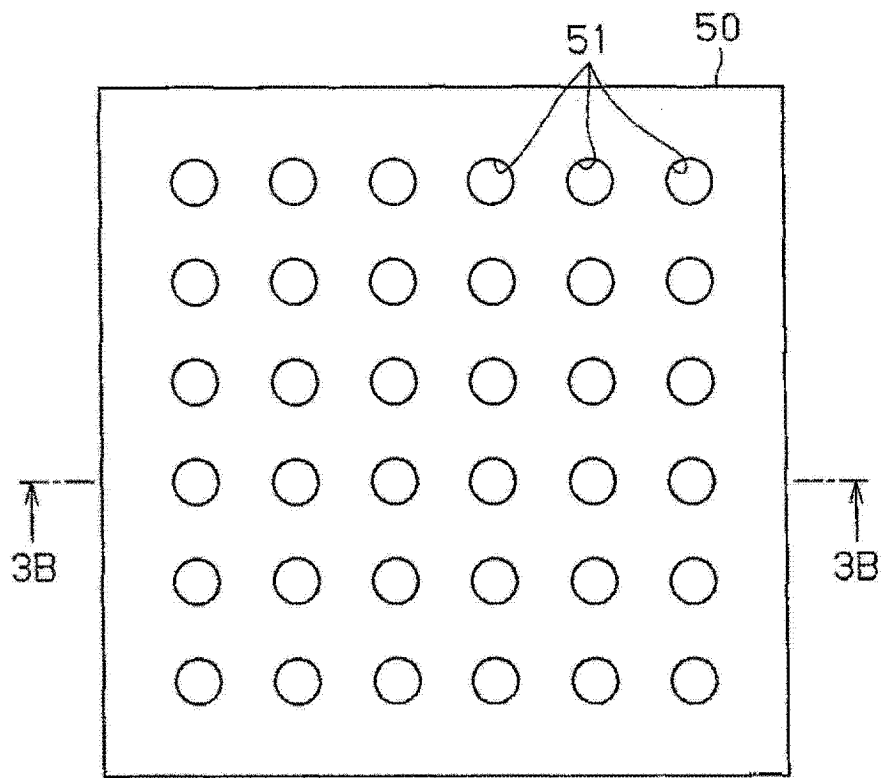


图 3A

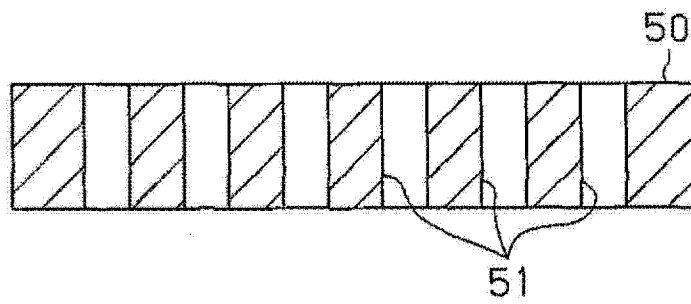


图 3B

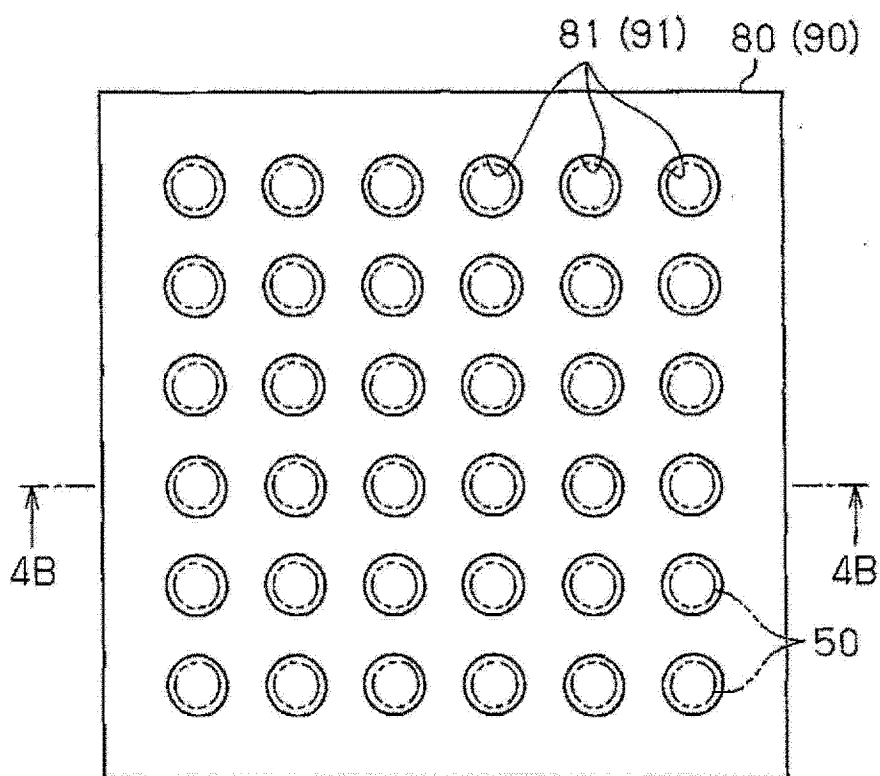


图 4A

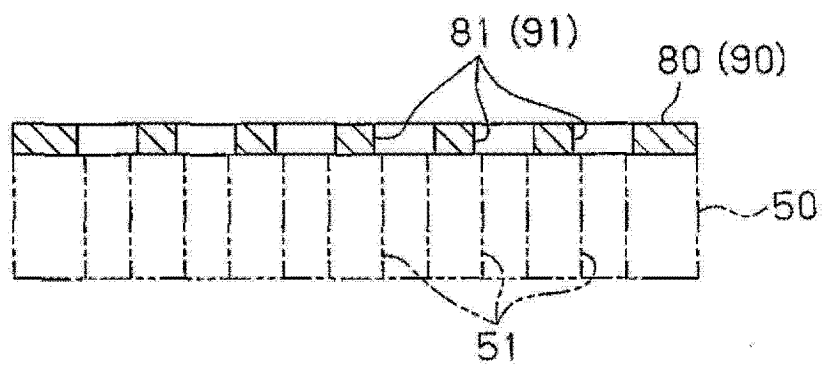


图 4B

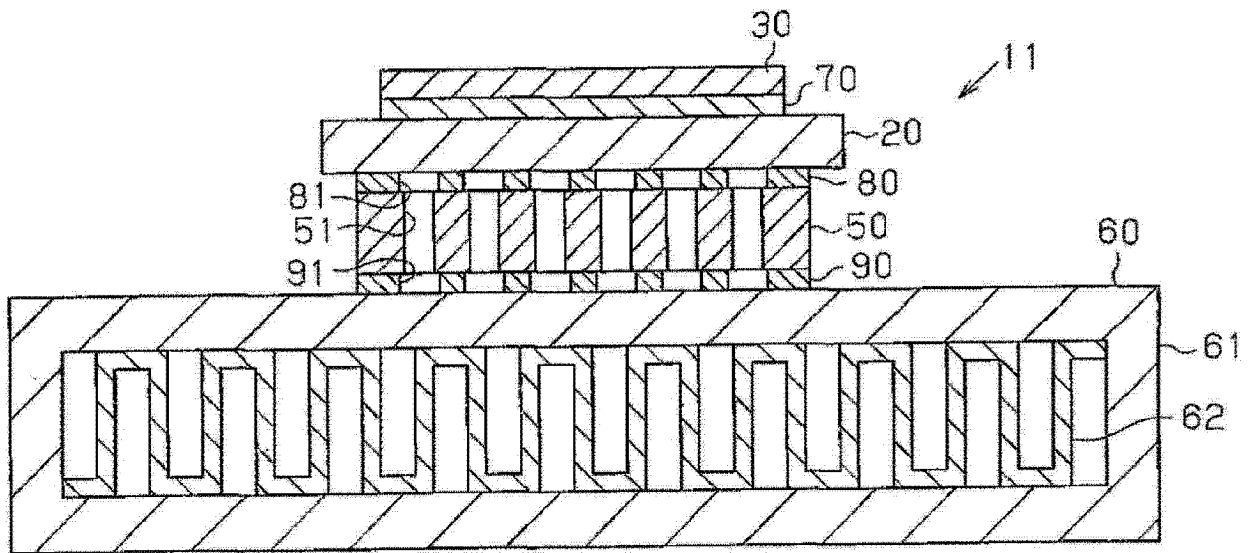


图 5

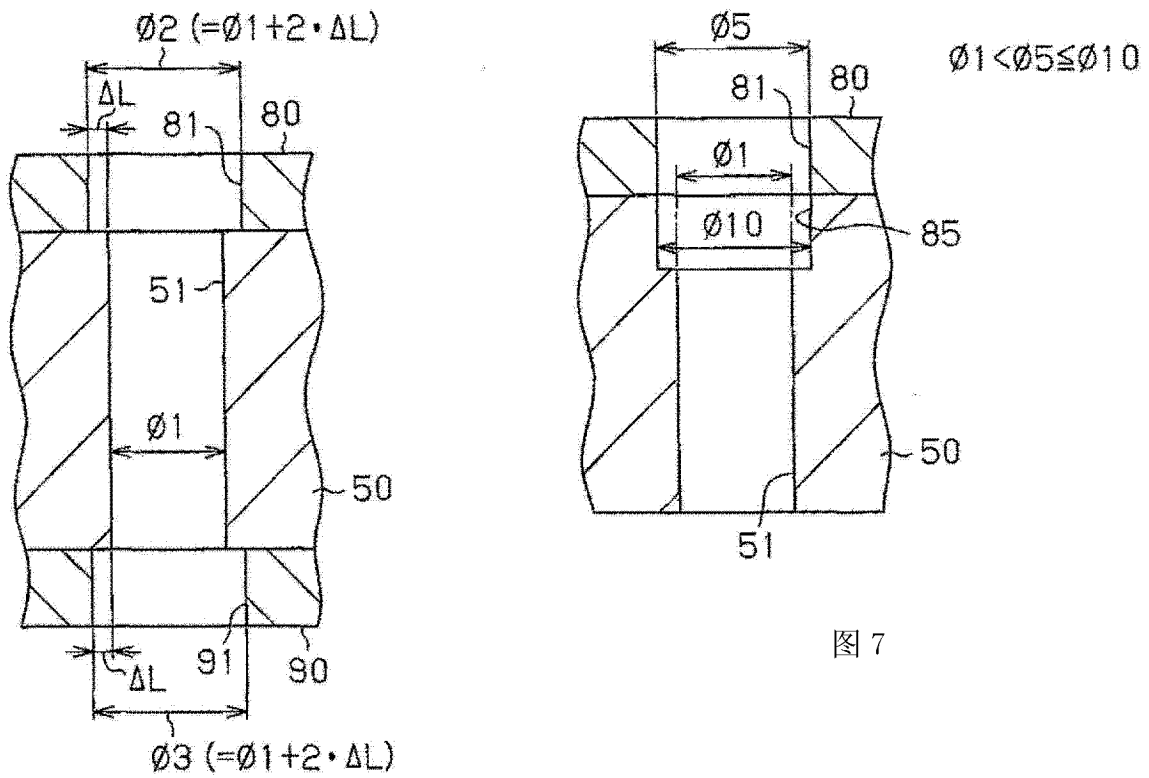


图 7

图 6

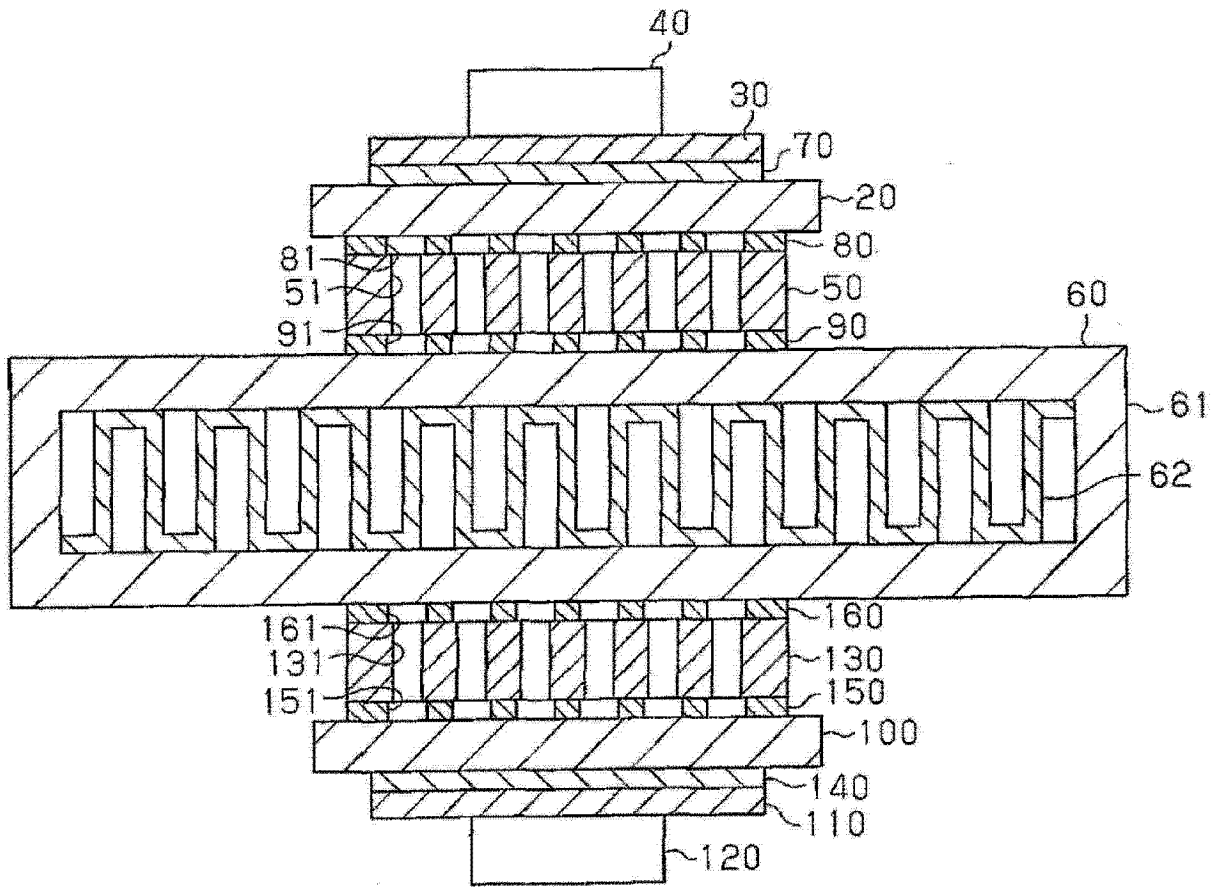


图 8

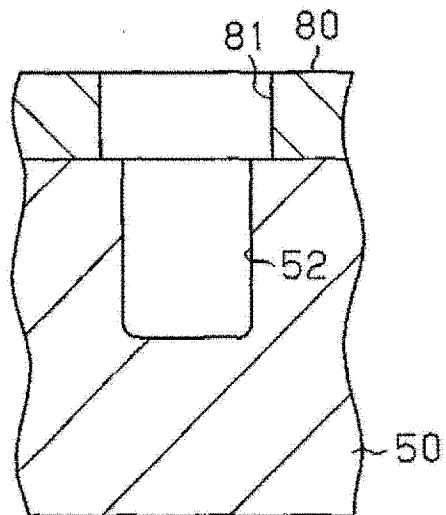


图 9

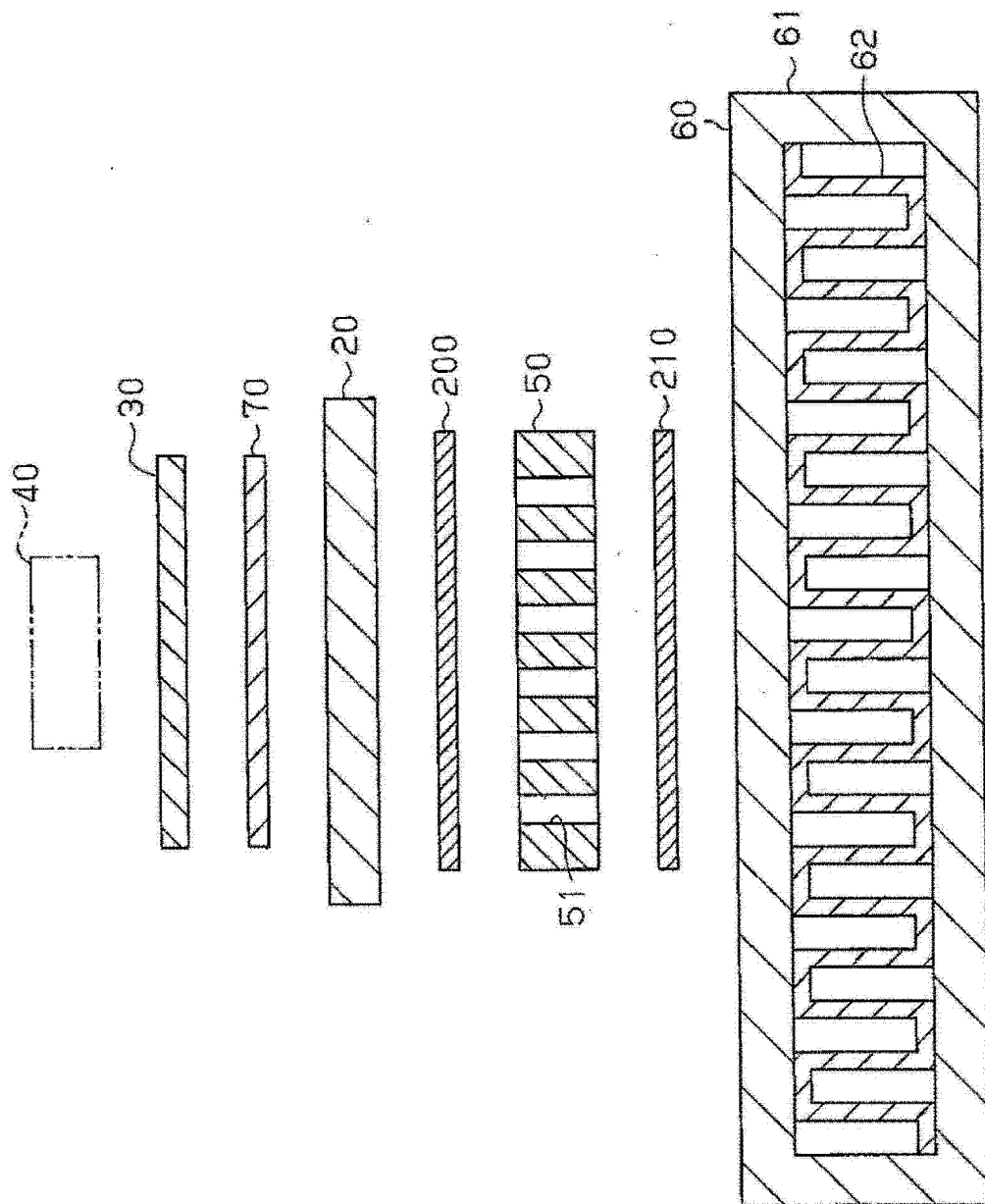


图 10

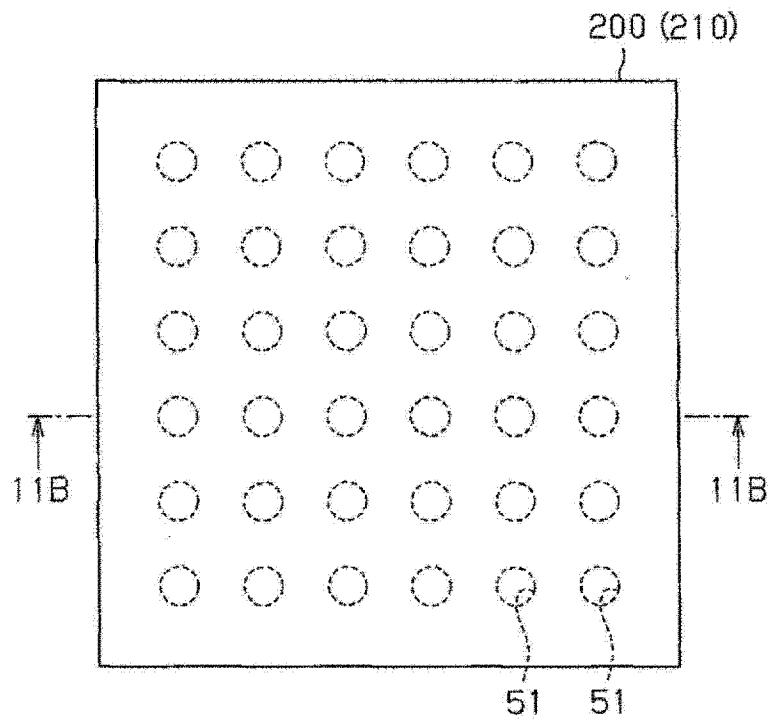


图 11A

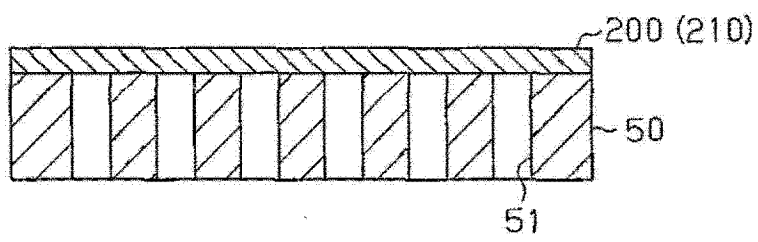


图 11B

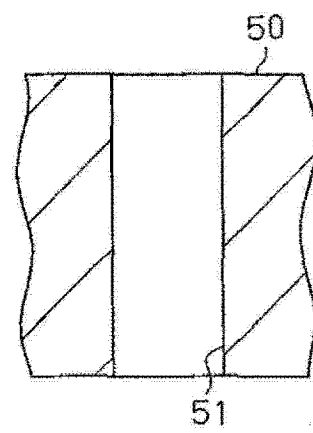


图 12A

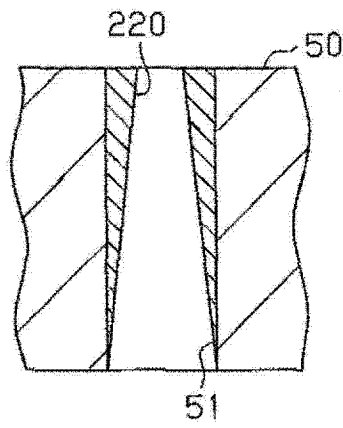


图 12B