

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103000559 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201210342534. 3

(22) 申请日 2012. 09. 14

(30) 优先权数据

2011-202923 2011. 09. 16 JP

(71) 申请人 富士电机株式会社

地址 日本川崎市

(72) 发明人 甲斐健志 小林孝敏 小田佳典

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 韩明星

(51) Int. Cl.

H01L 21/68(2006. 01)

H01L 21/60(2006. 01)

H05K 3/34(2006. 01)

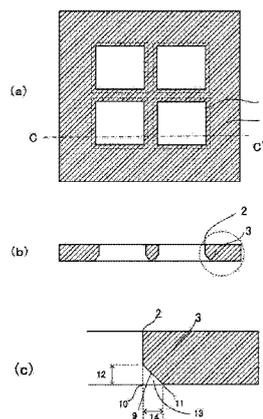
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

半导体芯片的定位夹具以及半导体装置的制造方法

(57) 摘要

本发明公开能够防止减压焊接接合工艺中产生的熔融焊料飞沫的飞散,并抑制前述飞沫引起的半导体芯片的污染或故障的产生的半导体芯片的定位夹具,该半导体芯片的定位夹具在将半导体芯片焊接于设置在绝缘电路基板的金属薄板上时使用,所述定位夹具具有用于嵌合所述半导体芯片的贯通孔,所述贯通孔的下端部具有切入部,该切入部为以面向所述半导体芯片的方式被切入的空间。



1. 一种半导体芯片的定位夹具, 在将半导体芯片焊接于设置在绝缘电路基板的金属薄板上时使用, 其特征在于, 所述定位夹具具有用于嵌合所述半导体芯片的贯通孔, 所述贯通孔的下端部具有切入部, 该切入部为以面向所述半导体芯片的方式切入的空间。

2. 根据权利要求 1 所述的半导体芯片的定位夹具, 其特征在于, 设置于所述贯通孔下端部的切入部的高度为熔融焊料的厚度以上且半导体芯片的上表面以下。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体芯片的定位夹具, 其特征在于, 沿着所述定位夹具的下端面的方向的所述切入部的距离在所述切入部的高度以上。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体芯片的定位夹具, 其特征在于, 所述切入部设置于贯通孔的整个内周或一部分内周。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体芯片的定位夹具, 其特征在于, 所述切入部通过所述贯通孔下端部的倒角加工而形成。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体芯片的定位夹具, 其特征在于, 所述半导体芯片的定位夹具的厚度大于焊料板和半导体芯片的厚度之和。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体芯片的定位夹具, 其特征在于, 所述半导体芯片的定位夹具将碳作为主材料。

8. 一种半导体装置的制造方法, 其特征在于, 包括如下工艺: 在金属散热板上的其中一个面隔着焊料板装载绝缘电路基板, 并在该绝缘电路基板的另一个面装载和固定半导体芯片的定位夹具, 在所述定位夹具的贯通孔内设置焊料板和半导体芯片, 在减压条件下加热至所述焊料板的熔融温度以上, 以分别焊接接合所述金属散热板、绝缘电路基板以及半导体芯片, 其中, 该贯通孔的下端部具有以面向所述半导体芯片的方式切入的空间。

9. 根据权利要求 8 所述的半导体装置的制造方法, 其特征在于, 所述半导体芯片为绝缘栅双极型晶体管芯片和二极管芯片。

半导体芯片的定位夹具以及半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在两面接合有金属薄板的绝缘电路基板的表面侧预定位置焊接接合一个以上的半导体芯片而作为半导体模块的半导体装置的制造方法以及用于将半导体芯片无偏斜地搭载于绝缘电路基板上的预定位置并使其良好地进行焊接接合的半导体芯片的定位夹具的改良。

背景技术

[0002] 在大电流、高电压环境下也能够运行的功率半导体模块应用于各种领域之中。通过图 4 的剖面模式图示出这种功率半导体模块的一例。关于图中的符号,使用括号内的符号。功率半导体模块 200 中主要装配有绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor,以下称为 IGBT)或续流二极管(Free Wheeling Diode,以下称为 FWD)等多个功率半导体芯片 101。这些多个功率半导体芯片 101 搭载于设置在绝缘电路基板 100 上的预定位置的、能够焊接接合的金属薄板(未图示)之上,且绝缘电路基板 100 进一步搭载于金属散热板 106 之上而被焊接接合。被焊接接合于绝缘电路基板 100 之上的半导体芯片 101,为了导电连接其表面的金属电极(未图示)和外部端子 108,通过铝线 105 等实施所需的配线连接处理,由此组装为半导体模块 200,并利用树脂进行密封而完成制作。

[0003] 图 5、图 6 示出应用于这种现有的半导体模块制造方法的焊接接合工艺中的、用于半导体芯片的定位的碳夹具以及使用该碳夹具在绝缘电路基板上安装了焊料板和半导体芯片的焊接接合装配组件。具体来讲,图 5 的(a)为碳夹具 103 的平面图,(b)为(a)的 A-A' 线的剖面图。图 6 为在绝缘电路基板 100 上装载碳夹具 103 进行固定,并在该碳夹具 103 的贯通孔 102 放入焊料板 104 和半导体芯片 101 的焊接接合装配组件的平面图(a)和该图(a)的 B-B' 线的剖面图(b)。斜线阴影线表示碳夹具 103。在此,前述图 4 中,仅示出被搭载的多个半导体芯片之中的一个半导体芯片,但实际上,搭载有未图示的多个半导体芯片。

[0004] 关于用于制造这种半导体模块的半导体芯片的焊接接合技术,存在如下文献(专利文献 1)。即,该文献中记载有在绝缘电路基板上安置具有对应于半导体芯片的尺寸的贯通孔的定位用碳夹具,从而防止半导体芯片的位置偏斜。而且,在焊接接合时产生气体,形成空隙的情况下,已知有确保该气体的排放通道,从而抑制空隙的形成的方法等(专利文献 2)。在裸片粘合时为了使溶剂顺利散开,存在认为形成气泡的排出通道即可的公开文献(专利文献 3)。通过在还原氛围中使用无焊剂类焊料,由此防止飞散的助焊剂引起的半导体元件的污染,从而防止成品率的下降的方法也变为公知(专利文献 4)。

[0005] 但是,如前所述,将半导体模块的装配组件投入到设定为焊料板 104 的熔融温度以上的减压加热炉而将半导体芯片 101 焊接接合到绝缘电路基板 100 之上时,如图 7 所示,存在如下问题,即,卷入到熔融焊料中的空气变成空隙 109 混入,在减压的同时空隙 109 从熔融焊料飞出,此时熔融的焊料变成焊料飞沫 107 而飞散。即,与如此被卷入到焊料板 104 的空隙 109 一起从熔融焊料飞出的焊料飞沫 107,若通过碳夹具 103 和半导体芯片 101 之间的间隙 110 飞散,则飞散的焊料飞沫 107 可能会落到半导体芯片 101 的表面而附着在该表

面。目前存在由于落到半导体芯片 101 上而附着的焊料飞沫 107 而导致半导体芯片 101 性能不良的情况,因而成为问题。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1:日本特开 2010-40881 号公报(段落 0013)

[0009] 专利文献 2:日本特开 2009-164203 号公报(段落 0007)

[0010] 专利文献 3:日本特开平 06-314718 号公报(摘要)

[0011] 专利文献 4:日本特开平 05-283452 号公报(摘要)

发明内容

[0012] 本发明是为了解决以上说明的问题而提出的,本发明的目的在于提供能够防止减压焊接接合工艺过程中发生的熔融焊料飞沫的飞散,并抑制半导体芯片的污染或故障的半导体装置的制造方法以及半导体芯片的定位夹具。

[0013] 为了解决所述问题而达到本发明的目的,本发明的半导体芯片的定位夹具设定为在将半导体芯片焊接于设置在绝缘电路基板的金属薄板上时使用,所述定位夹具具有用于嵌合所述半导体芯片的贯通孔,所述贯通孔的下端部具有切入部,该切入部为以面向所述半导体芯片的方式被切入的空间。

[0014] 在本发明中,优选地,所述切入部形成于贯通孔的整个内周。而且,优选地,设置在所述贯通孔下端部的切入部的高度为熔融焊料的厚度以上且半导体芯片的上表面以下。优选地,沿着所述定位夹具的下端面的方向的所述切入部的距离在所述切入部的高度以上。优选地,所述切入部通过所述贯通孔下端部的倒角加工而形成。优选地,所述半导体芯片的定位夹具将碳作为主材料。优选地,所述半导体芯片的定位夹具的厚度大于焊料板和半导体芯片的厚度之和。

[0015] 并且,通过包括如下工艺的半导体装置的制造方法,能够达到上述目的,即,在金属散热板上的其中一个面隔着焊料板装载绝缘电路基板,并在该绝缘电路基板的另一个面装载和固定半导体芯片的定位夹具,在所述定位夹具的贯通孔内设置焊料板和半导体芯片,在减压条件下加热至所述焊料板的熔融温度以上,以在所述金属散热板上焊接绝缘电路基板以及半导体芯片,其中,该贯通孔的下端部具有以面向所述半导体芯片的方式切入的空间。所述半导体芯片可以为绝缘栅双极型晶体管芯片和二极管芯片。

[0016] 根据本发明,能够提供防止减压焊接接合工艺过程中产生的熔融焊料飞沫的飞散,并抑制半导体芯片的污染或故障的发生的半导体装置的制造方法以及半导体芯片的定位夹具。

附图说明

[0017] 图 1 的(a)为本发明的碳夹具的平面图,(b)为(a)的 C-C' 线的剖面图,(c)为(b)的虚线圆圈部分的放大剖面图。

[0018] 图 2 为示出本发明的焊接接合工艺的焊接接合装配组件的主要部分的剖面图(其一)。

[0019] 图 3 为示出本发明的焊接接合工艺的焊接接合装配组件的主要部分剖面图(其

二)。

[0020] 图 4 为一般的半导体模块的剖面模式图。

[0021] 图 5 的(a)为现有的碳夹具的平面图,(b)为(a)的 A-A' 线剖面图。

[0022] 图 6 的(a)为现有的绝缘电路基板、碳夹具、焊料板、半导体芯片的焊接接合装配组件的平面图,(b)为(a)的 B-B' 线剖面图。

[0023] 图 7 为示出现有的焊接接合工艺的焊接接合装配组件的主要部分的剖面图。

[0024] 主要符号说明

[0025] 1:半导体芯片

[0026] 2:贯通孔

[0027] 3、3a、3b、3c:碳夹具

[0028] 4:焊料板

[0029] 5:绝缘电路基板

[0030] 6:空隙

[0031] 7:焊料飞沫

[0032] 8:间隙

[0033] 9、9a、9b:切入部

[0034] 10:下端部

[0035] 11:接触端部

[0036] 12:切入部的高度

[0037] 13:空间

[0038] 14:距离

[0039] 15:金属散热板

[0040] 16:铝线

[0041] 17:树脂框

[0042] 18:外部引出端子

具体实施方式

[0043] 关于本发明的半导体装置的制造方法以及半导体芯片的定位夹具的实施例,参照附图进行详细的说明。本发明在不脱离其主旨的范围之内,不限于以下说明的实施例。

[0044] 实施例 1

[0045] 图 1 为表示本发明的实施例 1 的半导体芯片的定位夹具的平面图(a)、该平面图(a)的 C-C' 线的剖面图(b),图(b)的虚线圆圈部分的放大剖面图(c)。图 2 为用于说明在绝缘电路基板 5 上分别装载和固定本发明的定位用碳夹具 3、3a、3b,并在这些碳夹具 3、3a、3b 的贯通孔 2 内放入焊料板 4 和半导体芯片 1,在减压加热炉(未图示)中使焊料板 4 熔融的、本发明的焊接接合工艺的焊接接合装配组件的主要部分的剖面图。图 2 的(a)、(b)、(c)为示出具有各自不同的形状的本发明的定位用碳夹具的焊接接合装配组件的主要部分剖面图。

[0046] 现有的焊接接合中,如前述对图 7 的说明,将由绝缘电路基板 100、碳夹具 103、焊料板 104、半导体芯片 101 等构成的焊接接合装配组件放入温度达到焊料板 104 的熔融温

度以上,例如 300℃左右的减压加热炉中(未图示),由此将半导体芯片 101 焊接接合在绝缘电路基板 100 的预定位置。在夹设于绝缘电路基板 100 上的金属薄板(未图示)和半导体芯片 101 之间的焊料板 104 熔融时,有时被卷入的空气变成空隙 109 并与熔融焊料一起变成焊料飞沫 107 飞出而导致飞散。以往存在如下问题,即,在这种状态下从熔融焊料飞散的焊料飞沫 107 容易从碳夹具 103 和半导体芯片 101 之间的间隙 110 飞散,而飞散的焊料飞沫 107 落到半导体芯片 101 的表面而附着在该表面,导致性能不良。

[0047] 该问题无法通过使间隙 110 变窄而解决。因为如果使间隙 110 变窄,则将半导体芯片 101 放入贯通孔 102 的操作性变差的同时,从间隙 110 飞出的压力反而变高,由此具有飞出距离变长的倾向。如果使间隙扩大,虽然飞出距离变短,但半导体芯片 101 的位置偏斜变大,因此难以采用。

[0048] 在此,发明人发现了如下情形,即,如图 2 所示,利用本发明的碳夹具 3、3a、3b 等实施例将半导体芯片 1 定位并焊接接合于绝缘电路基板 5 上时,即便不加宽碳夹具和半导体芯片之间的间隙,也能够抑制如前所述的焊料飞沫的飞散。其结果,能够获得半导体芯片不会产生位置偏斜,且还能够抑制性能不良的效果。以下,对于其理由进行说明。

[0049] 本发明的碳夹具 3 与以往的碳夹具相同,是将针对焊接接合材料的熔融温度具有充分的耐热性,且不会被熔融焊料浸湿的石墨等碳薄板削成必要的形状而制作。图 1 中通过平面图和剖面图示出了这种碳夹具 3 的一例。与作为以往的碳夹具的图 5 所示的碳夹具 103 的不同之处在于,例如,如图 1 的(b)以及(b)中的虚线圆圈的放大剖面图(c)所示,本发明的碳夹具 3 中,贯通孔 2 的与绝缘电路基板 5 接触的一侧的下端部 10 实施倒角加工,由此设置有根据通过倒角加工而形成的切入面 9 所形成的空间 13。该贯通孔 2 具备与以往相同的功能,即,装载和固定于绝缘电路基板 5 上的预定位置之后,放入焊料板 4 和半导体芯片 1,可使半导体芯片 1 无偏斜地焊接接合在绝缘电路基板 5 上的被确定的位置。贯通孔 2 的形状与半导体芯片 1 相似且略大于半导体芯片,例如,将半导体芯片 1 放入贯通孔 2 时与碳夹具 3 的一侧边的间隙优选为 $0.3\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 左右。若间隙 8 大于此范围,则焊料熔融之后容易发生位置偏斜,若小于此设定,则不仅放入半导体芯片的工作效率变差,而且即使使用本发明的碳夹具 3,被卷入焊料板 4 的空气等的空隙 6 也会以突沸状从熔融焊料飞出,从而形成焊料飞沫 7 而飞散,因此不能令人满意。

[0050] 但是,在本发明的碳夹具 3 中,如图 2 所示,由于在贯通孔 2 的下端部 10 的整个内周设置有如前所述的形成以面向所述半导体芯片的方式切入的空间的切入部 9、9a、9b,因而即便存在从熔融焊料飞出的焊料飞沫 7,大部分被截留于由切入部 9、9a、9b 所形成的碳夹具 3 的贯通孔 2 下端部的空间 13,因此能够抑制飞散到半导体芯片 1 的外侧。设置包含前述倒角部的切入部 9、9a、9b 的目的在于,在贯通孔 2 的下端部 10 形成空间 13。因此,只要能形成空间 13,则不仅可以采用所谓倒角加工的方法,例如,如图 2 的(b)所示,还可以形成为剖面是圆弧状的切入部 9a,如图 2 的(c)所示,也可以形成为剖面是矩形的切入部 9b。并且,还可以形成为除了图 2 以外的切入部。而且,切入部 9、9a、9b 的目的在于,如前所述,在贯通孔 2 的下端部 10 形成空间 13,因此切入部 9、9a、9b 没有必要在贯通孔 2 的整个下端部 10 的内周形成。在内周中的一部分或局部不存在切入部也无关紧要。

[0051] 另外,优选地,切入部 9、9a、9b 的自碳夹具的下端部 10 的高度 12 至少大于熔融焊料的厚度(或者半导体芯片的下面),且小于半导体芯片 1 的上表面。如果切入部 9、9a、9b 的

高度 12 小于熔融焊料的厚度,则存在将从熔融焊料飞散的焊料飞沫 7 截留于切入部 9、9a、9b 的空间 13 的功能变得不充分的顾虑。而且,若切入部 9、9a、9b 的高度 12 大于半导体芯片 1 的上表面时,暂时被收入于切入部 9、9a、9b 的空间 13 的焊料飞沫 7 沿半导体芯片 1 表面方向飞散的顾虑变大。而且,从碳夹具 3、3a、3b 的强度考虑,碳夹具 3、3a、3b 的上表面的高度优选大于焊料板 4 或熔融焊料和半导体芯片 1 的厚度之和。

[0052] 若沿着绝缘电路板 5 的基板面的方向的切入部 9a、9b 的距离 14 相对于切入部的高度 12 长,则碳夹具 3a、3b 的下端面的、与绝缘电路板 5 接触的接触端部 11a、11b 向外远离贯通孔 2,虽然优选地通过切入部 9a、9b 使空间 13 变大,但可能会产生绝缘电路板 5 和半导体芯片 1 之间的熔融焊料过度扩散的情况。若熔融焊料过度扩散,则熔融焊料的厚度相对预想过于变薄,从而存在应力缓冲功能变弱,接合强度的可靠性降低的顾虑,因此不能令人满意。因此,优选地,使水平方向的距离 14 与切入部 9a、9b 的高度 12 大致相同。所谓的倒角处理通常能将切入部 9 剪切成高度与水平距离大致相同,因此优选使用。但是,即便该水平距离相对于高度更大,仍能够达到发明的效果。

[0053] 图 3 为示出本发明的不同的焊接接合工艺的焊接结合装配组件的主要部分的剖面图,与前述图 2 所示的碳夹具 3、3a、3b 不同,是适用于绝缘电路板 5 在半导体芯片的搭载侧延伸为凹状的情况下的碳夹具 3c 的例。即,碳夹具的下端面具有实施了与绝缘电路板 5 的凹状的弯曲对应的曲面加工的形状。通过该曲面加工,即便绝缘电路板 5 延伸,碳夹具 3c 也不会从绝缘电路板 5 浮起,能够使下端面形成面接触,因此能够将半导体芯片 1 高精度地焊接接合于绝缘电路板 5 上的预定位置。

[0054] 绝缘电路板 5 上形成如前所述的弯曲的原因在于,如图 4 所示,绝缘电路板 5、接合于绝缘电路板 5 的两面的金属薄板(未图示)、焊料、焊接接合于绝缘电路板 5 的下侧的厚金属散热板 15 等之间存在线膨胀系数之差。相对于线膨胀系数为 $17 \sim 23 \times 10^{-6}$ ($1 / ^\circ\text{C}$) 的金属,作为绝缘电路板 5 的主材料的陶瓷的线膨胀系数为 $3.0 \sim 7.0 \times 10^{-6}$ ($1 / ^\circ\text{C}$),因此线膨胀系数的差异较大,这是在焊接接合绝缘电路板 5 和金属散热板时,产生弯曲的原因(双金属效应)。本发明的图 3 所示的碳夹具 3c 是适合应用于包含这种弯曲结构的半导体模块的焊接接合的结构。

[0055] 以下,对于本发明的半导体装置的制造方法进行说明。在以下说明中,作为半导体装置,以半导体模块进行说明。图 4 为为了说明本发明的这种半导体模块的制造方法而参照的一般的半导体模块的剖面模式图。图中的符号使用上述的符号进行说明,前述绝缘电路板 5 将氮化铝或氧化铝等绝缘性陶瓷基板作为主材料,并在两侧面粘贴了铜板等有利于焊接接合的金属薄板。尤其,表面侧的金属薄板分别以根据需要被划分的图案接合形成于基板表面,以使多个半导体芯片 1 分别根据需要能够单独焊接接合。该绝缘电路板 5 的背面几乎在整个面都接合有铜等金属薄板,并且通过焊料板 4 接合而紧贴作为半导体模块 200 的封装的基底基板的、具有机械强度和散热功能的厚的金属散热板 15。在接合于该绝缘电路板 5 的表面的、加工有前述的所需的划分图案的金属薄板上,通过焊料板 4 接合而紧贴必要的半导体芯片 1。并且,半导体芯片 1 的表面上的用于向外导出半导体功能的金属电极(集电极、发射极、栅极等)和外部引出端子 18 直接或根据需要通过前述绝缘电路板 5 内的中转位置焊接。被所述树脂框架 17 包围的部分中封入保护用树脂,并将未图示的树脂盖贴合于树脂框架 17,由此作为半导体模块 200。

[0056] 对于前述的半导体模块 200 内的半导体芯片 1 的焊接接合工艺,参照图 4 进行详细的说明。首先,在紧贴有外周设置外部端子 18 的树脂框架 17 的厚金属板 15 之上,中间夹着焊料板 4 而设置绝缘电路基板 5,该绝缘电路基板 5 通过未图示的基板用碳夹具定位并被搭载。在该绝缘电路基板 5 之上,利用前述图 1 所示的本发明提供的碳夹具 3 将 IGBT 或 FWD 等半导体芯片 1 和焊料板 4 一起设置在预定位置的贯通孔 2 并进行定位布置。碳夹具 3 中形成有形状几乎与半导体芯片 1 相同且略大的贯通孔 2,该贯通孔 2 构成为在将焊料板 4 和半导体芯片 1 放入该贯通孔 2 时,能够在绝缘电路基板 5 上的预定位置无偏斜地焊接接合半导体芯片 1。将这种金属散热板 15、绝缘电路基板 5、碳夹具 3、焊料板 4、半导体芯片 1 等装配组件投入到温度达到焊料板 4 的熔融温度以上,例如 300℃的减压加热炉(未图示)而将半导体芯片 1 焊接接合于绝缘电路基板 5 的预定位置。

[0057] 根据以上说明的实施例 1 中记载的半导体装置的制造方法以及半导体芯片的定位夹具,能够防止减压焊接接合工艺中产生的熔融焊料飞沫的飞散,并抑制半导体芯片的故障的产生。

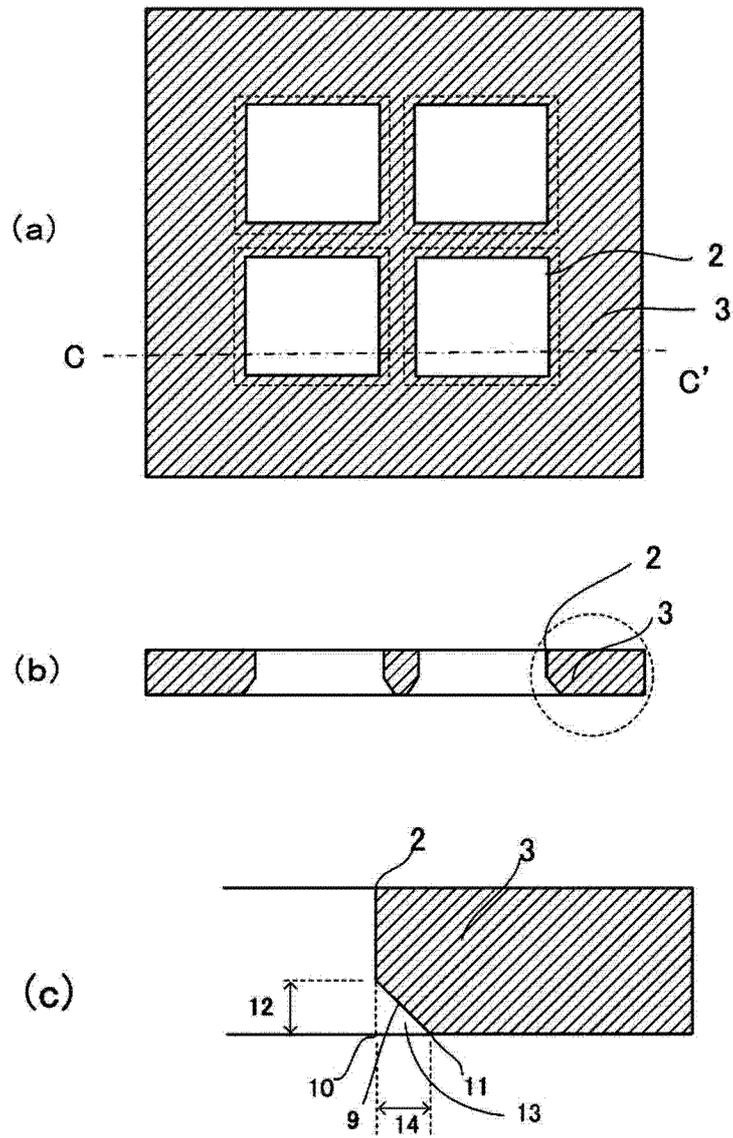


图 1

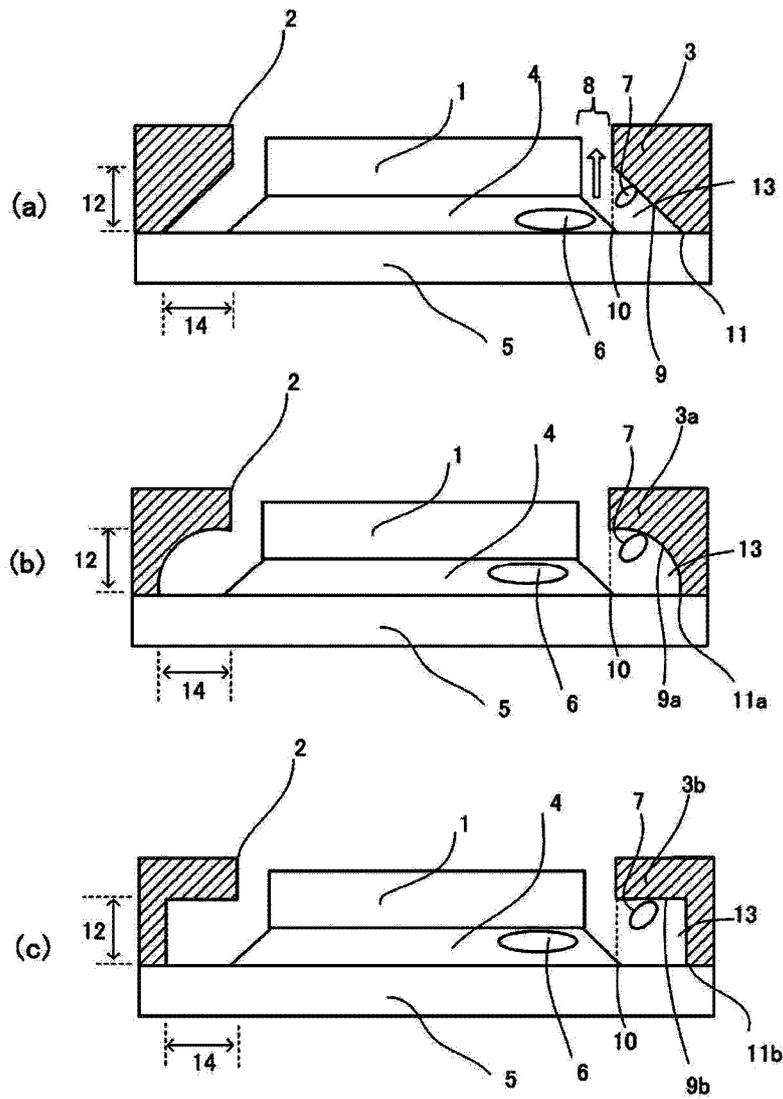


图 2

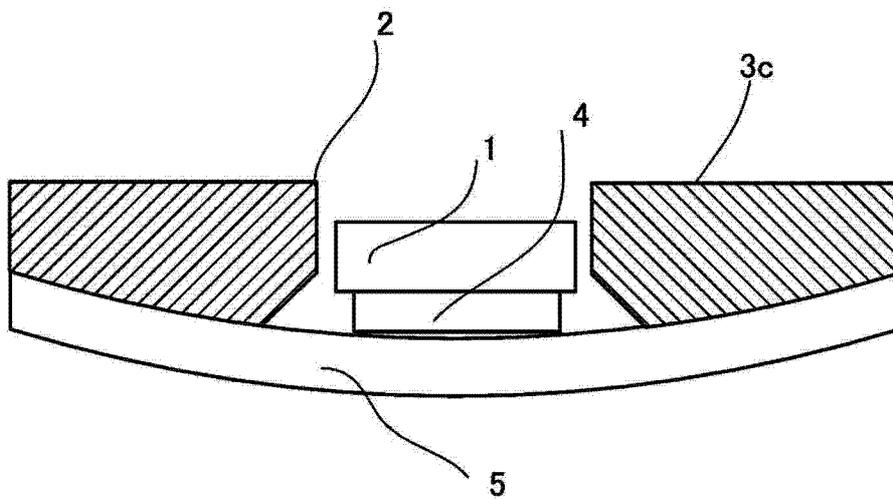


图 3

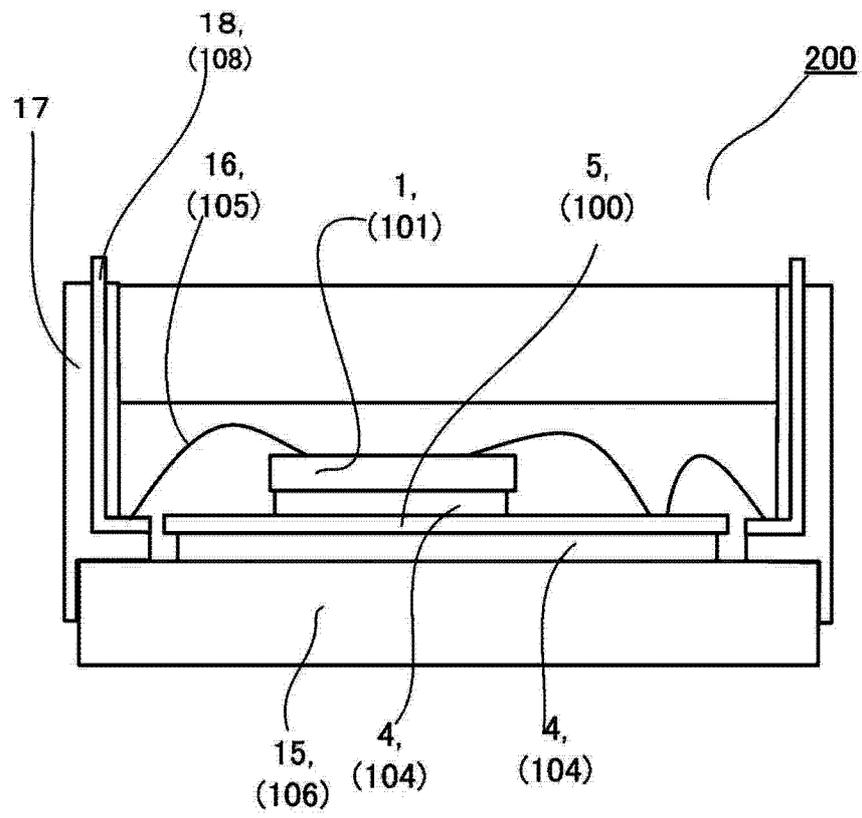


图 4

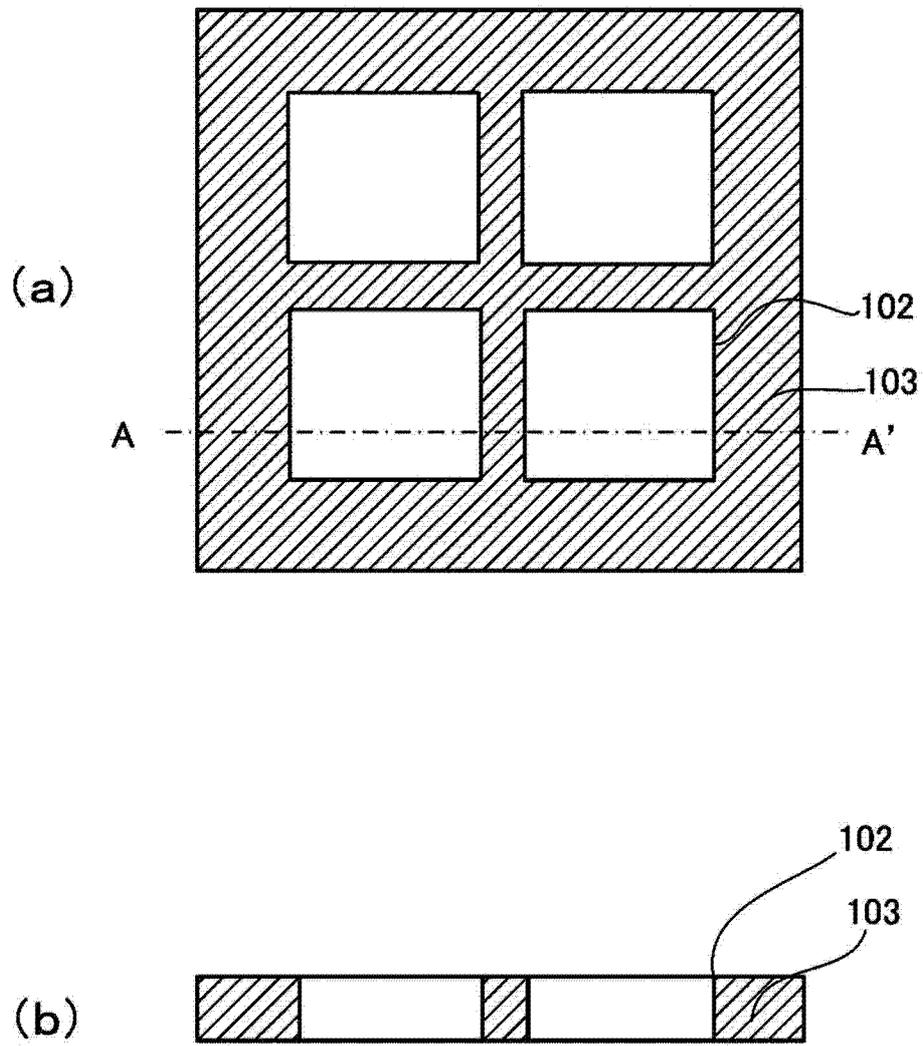


图 5

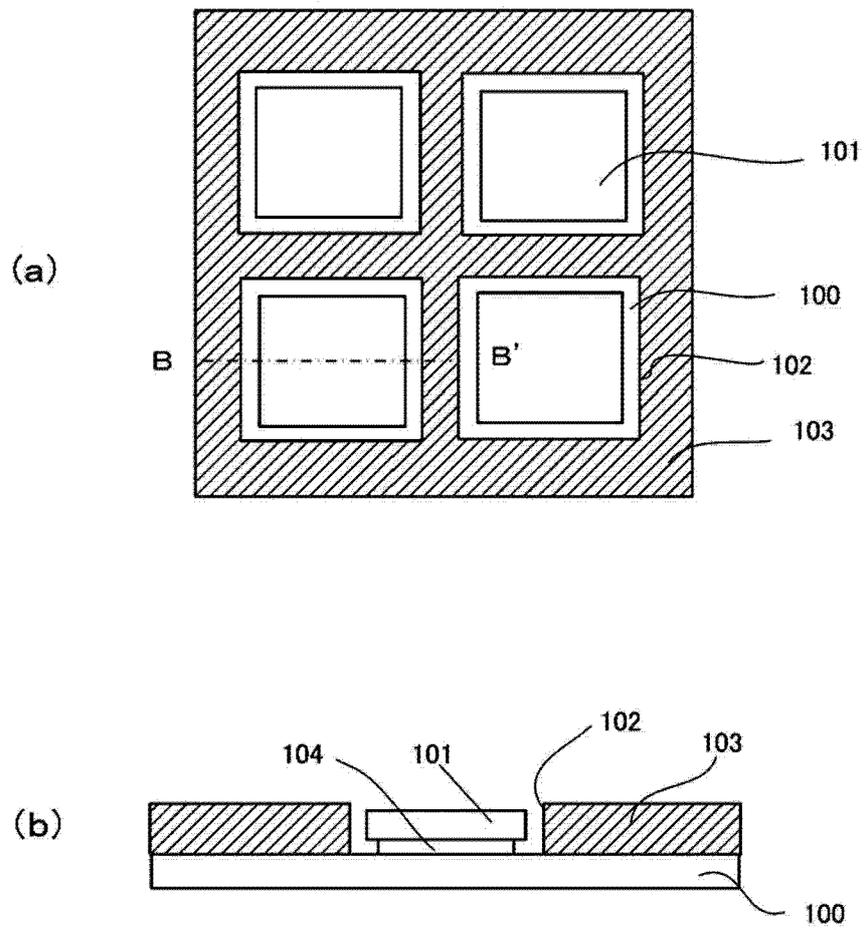


图 6

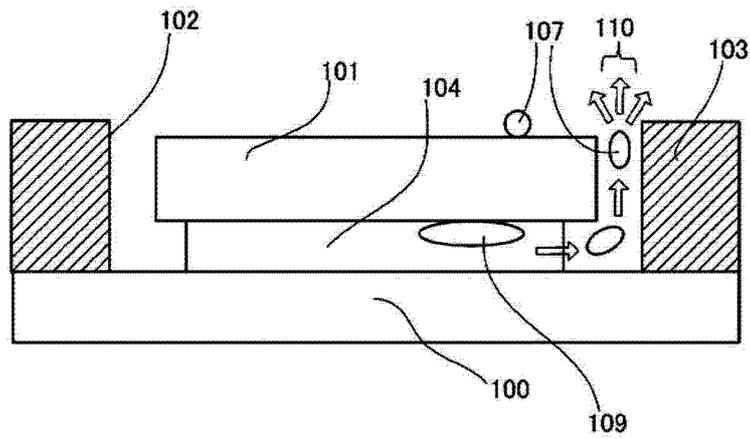


图 7