



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117855055 A

(43) 申请公布日 2024.04.09

(21) 申请号 202311281057.9

(22) 申请日 2023.10.07

(30) 优先权数据

2022-162340 2022.10.07 JP

(71) 申请人 株式会社力森诺科

地址 日本东京都

(72)发明人 南和彦 平野智哉 中子伟夫

石川大

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

专利代理师 张轶楠 段承恩

(51) Int.Cl.

H01L 21/50 (2006.01)

H01L 21/60 (2006.01)

H01L 23/367 (2006.01)

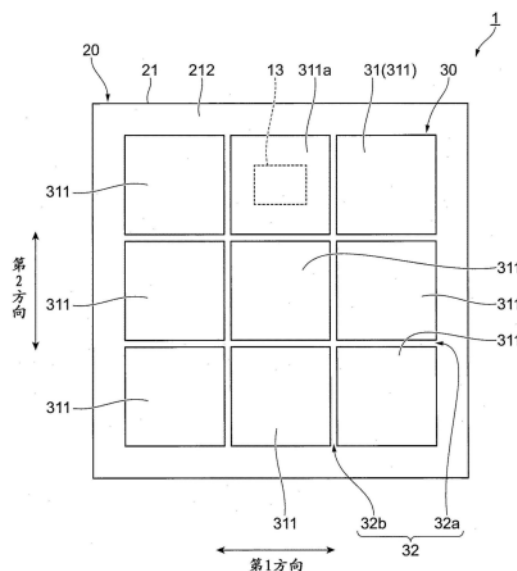
权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

半导体装置的制造方法及半导体装置

(57) 摘要

提供一种半导体装置的制造方法及半导体装置,在使用烧结体对装载有半导体元件的基板和散热器进行接合的半导体装置中,在抑制在烧结体形成空隙的同时,抑制由散热器实现的散热效率的降低,该烧结体是使包含金属粒子的接合基材烧结而成的。半导体装置的制造方法包括:基材设置工序,在接合面设置包含金属粒子的接合基材,该接合面是在一方的面装载半导体元件的基板的另一方的面和具有平板状的基体部的散热器的该基体部的与该另一方的面相对向的面中的任一者;层叠工序,隔着接合基材层叠基板和散热器;以及烧结工序,对接合基材进行烧结,形成对基板和散热器进行接合的烧结体,基材设置工序中,以在接合面中的、从基板和散热器的层叠方向观察没有装载半导体元件的区域形成不设置接合基材的非设置部的方式,在接合面设置接合基材。



1. 一种半导体装置的制造方法,包括:

基材设置工序,在接合面设置包含金属粒子的接合基材,所述接合面是在一方的面装载半导体元件的基板的另一方的面、和具有平板状的基体部的散热器的该基体部的与所述另一方的面相对向的面中的任一者;

层叠工序,隔着所述接合基材层叠所述基板和所述散热器;以及

烧结工序,对所述接合基材进行烧结,形成对所述基板和所述散热器进行接合的烧结体,

所述基材设置工序中,以在所述接合面中的从所述基板和所述散热器的层叠方向观察没有装载所述半导体元件的区域形成不设置所述接合基材的非设置部的方式,在该接合面设置该接合基材。

2. 根据权利要求1所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,

所述基材设置工序中,以在所述接合面中的从所述层叠方向观察装载所述半导体元件的区域、和处于距装载该半导体元件的区域为预先确定的距离的范围中不形成所述非设置部的方式,在该接合面设置所述接合基材。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,

所述基材设置工序中,以形成在沿着所述接合面的第1方向上延伸的多个第1槽和在沿着该接合面且与该第1方向交叉的第2方向上延伸的多个第2槽排列为格子状、且使得从所述层叠方向观察而该第1槽和该第2槽将装载所述半导体元件的区域包围的所述非设置部的方式,在该接合面设置所述接合基材。

4. 一种半导体装置的制造方法,包括:

基材设置工序,在接合面设置包含金属粒子的接合基材,所述接合面是具有一方的面及另一方的面的基板的该另一方的面、和具有平板状的基体部的散热器的该基体部的与所述另一方的面相对向的面中的任一者;

层叠工序,隔着所述接合基材层叠所述基板和所述散热器;

烧结工序,对所述接合基材进行烧结,形成对所述基板和所述散热器进行接合的烧结体;以及

接合工序,在所述基板的一方的面接合半导体元件,

所述基材设置工序中,以形成设置有所述接合基材的设置部、和没有设置该接合基材的非设置部的方式,在所述接合面设置该接合基材,

所述接合工序中,在所述基板的所述一方的面中的、从所述基板和所述散热器的层叠方向观察与所述设置部重叠的区域接合所述半导体元件。

5. 一种半导体装置,具有:

基板,在其一方的面装载有半导体元件;

散热器,其具有平板状的基体部,层叠于所述基板的另一方的面;以及

烧结体,其对所述基板的另一方的面和所述散热器的所述基体部进行接合,

在所述烧结体,在从所述基板和所述散热器的层叠方向观察而在该基板没有装载所述半导体元件的区域,形成有没有接合该基板和该散热器的非接合部。

6. 根据权利要求5所述的半导体装置,其特征在于,

从所述层叠方向观察,所述非接合部形成为将在所述基板装载有所述半导体元件的区

域包围,由该非接合部包围的所述烧结体的面积为该半导体元件的面积1.1倍以上且5.0倍以下。

半导体装置的制造方法及半导体装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体装置的制造方法及半导体装置。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了使用金属糊剂(paste)的烧结体对裸片焊盘(die pad)接合半导体芯片的技术。

[0003] 专利文献2公开了利用铜烧结体来连接第一构件和第二构件的构件连接方法。在该构件连接方法中,对于各构件的连接区域,使用印刷图案来形成铜糊剂的涂膜,所述印刷图案包括形成涂膜的涂膜形成区域和未形成涂膜的涂膜未形成区域。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献1:日本特开2020-17671号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2020-44480号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的技术问题

[0008] 有时使用包含金属粒子的金属糊剂等的接合基材烧结而得到的烧结体来对基板和散热器(heatsink)进行接合,所述基板装载有半导体元件,所述散热器对从半导体元件产生的热进行散热。在使用烧结体对基板和散热器进行接合的情况下,从抑制因在烧结接合基材时产生的气体而在烧结体中形成空隙的观点出发,优选在对基板和散热器进行接合的面形成没有设置接合基材的非设置部,经由该非设置部将气体排出到外部。另一方面,在没有设置接合基材的非设置部中,难以从基板向散热器传导热,因此,根据装载于基板的半导体元件的位置与非设置部的关系,由散热器实现的散热效率有可能会降低。

[0009] 本发明的目的在于,在使用使包含金属粒子的接合基材烧结而得到的烧结体来对装载了半导体元件的基板和散热器进行接合的半导体装置中,在抑制在烧结体中形成空隙的同时,抑制由散热器实现的散热效率的降低。

[0010] 用于解决问题的技术方案

[0011] 根据本发明,提供下述(1)~(6)的发明。

[0012] (1)一种半导体装置的制造方法,包括:

[0013] 基材设置工序,在接合面设置包含金属粒子的接合基材,所述接合面是在一方的面装载半导体元件(半导体元件13)的基板(绝缘性基板11)的另一方的面、和具有平板状的基体部(基体部21)的散热器(散热器20)的该基体部的与所述另一方的面相对向的面中的任一者;

[0014] 层叠工序,隔着所述接合基材层叠所述基板和所述散热器;以及

[0015] 烧结工序,对所述接合基材进行烧结,形成对所述基板和所述散热器进行接合的烧结体(烧结体层30、接合部31),

[0016] 所述基材设置工序中,以在所述接合面中的从所述基板和所述散热器的层叠方向

观察没有装载所述半导体元件的区域形成不设置所述接合基材的非设置部(非涂敷部42、第1槽42a、第2槽42b)的方式,在该接合面设置该接合基材。

[0017] (2) 根据(1)所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,

[0018] 所述基材设置工序中,以在所述接合面中的从所述层叠方向观察装载所述半导体元件的区域、和处于距装载该半导体元件的区域为预先确定的距离的范围中不形成所述非设置部的方式,在该接合面设置所述接合基材。

[0019] (3) 根据(1)或(2)所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,

[0020] 所述基材设置工序中,以形成在沿着所述接合面的第1方向上延伸的多个第1槽(第1槽42a)、和在沿着该接合面且与该第1方向交叉的第2方向上延伸的多个第2槽(第2槽42b)排列为格子状、且使得从所述层叠方向观察而该第1槽和该第2槽将装载所述半导体元件的区域包围的所述非设置部的方式,在该接合面设置所述接合基材。

[0021] (4) 一种半导体装置的制造方法,包括:

[0022] 基材设置工序,在接合面设置包含金属粒子的接合基材,所述接合面是具有一方的面及另一方的面的基板(绝缘性基板11)的该另一方的面、和具有平板状的基体部(基体部21)的散热器(散热器20)的该基体部的与所述另一方的面相对向的面中的任一者;

[0023] 层叠工序,隔着所述接合基材层叠所述基板和所述散热器;

[0024] 烧结工序,对所述接合基材进行烧结,形成对所述基板和所述散热器进行接合的烧结体(烧结体层30、接合部31);以及

[0025] 接合工序,在所述基板的一方的面接合半导体元件(半导体元件13),

[0026] 所述基材设置工序中,以形成设置有所述接合基材的设置部(涂敷部41)、和没有设置该接合基材的非设置部(非涂敷部42、第1槽42a、第2槽42b)的方式,在所述接合面设置该接合基材,

[0027] 所述接合工序中,在所述基板的所述一方的面中的、从所述基板和所述散热器的层叠方向观察而与所述设置部重叠的区域接合所述半导体元件。

[0028] (5) 一种半导体装置,具有:

[0029] 基板(绝缘性基板11),在其一方的面装载有半导体元件(半导体元件13);

[0030] 散热器(散热器20),其具有平板状的基体部(基体部21),层叠于所述基板的另一方的面;以及

[0031] 烧结体(烧结体层30、接合部31),其对所述基板的另一方的面和所述散热器的所述基体部进行接合,

[0032] 在所述烧结体,从所述基板和所述散热器的层叠方向观察,在该基板没有装载所述半导体元件的区域形成有没有接合该基板和该散热器的非接合部(非涂敷部42、第1槽42a、第2槽42b)。

[0033] (6) 根据(5)所述的半导体装置,其特征在于,

[0034] 从所述层叠方向观察,所述非接合部形成为将在所述基板装载有所述半导体元件的区域包围,由该非接合部包围的所述烧结体的面积为该半导体元件的面积1.1倍以上且5.0倍以下。

[0035] 发明效果

[0036] 根据本发明,在使用使金属糊剂烧结而得到的烧结体对装载有半导体元件的基板

和散热器进行接合的半导体装置中,能够在抑制在烧结体形成空隙的同时,抑制由散热器实现的散热效率的降低。

附图说明

[0037] 图1是表示应用本实施方式的半导体装置的构成的一个例子的图。

[0038] 图2是表示半导体装置的构成的一个例子的图,是表示在图1的II部将半导体装置切割而得到的截面的一个例子的图。

[0039] 图3是表示半导体装置的构成的一个例子的图,是从图2的III方向观察半导体装置而得到的图。

[0040] 图4是表示从装载半导体模块的一侧观察应用本实施方式的半导体装置中的烧结体层而得到的图。

[0041] 图5的(a)~(c)是对半导体装置的制造方法的一个例子进行说明的图。

[0042] 图6是对在散热器的涂敷面涂敷金属糊剂的区域进行说明的图。

[0043] 标号说明

[0044] 1半导体装置、10半导体模块、11绝缘性基板、13半导体元件、15接合层、20散热器、21基体部、22翅片(fin)、30烧结体层、31接合部、32非接合部、32a第1非接合部、32b第2非接合部、40涂膜层、41涂敷部、42非涂敷部、42a第1槽、42b第2槽

具体实施方式

[0045] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。

[0046] (半导体装置1)

[0047] 图1是表示应用本实施方式的半导体装置1的构成的一个例子的图。

[0048] 图2是表示半导体装置1的构成的一个例子的图,是表示在图1的II部将半导体装置1切割而得到的截面的一个例子的图。

[0049] 图3是表示半导体装置1的构成的一个例子的图,是从图2的III方向观察半导体装置1而得到的图。

[0050] 本实施方式涉及的半导体装置1具备半导体模块10、对从半导体模块10传递来的热进行散热的散热器20、以及对半导体模块10和散热器20进行接合的烧结体层30。

[0051] 虽然省略图示,但本实施方式的半导体装置1例如以散热器20的后述的翅片22与冷却液接触的方式安装于具有供冷却液流通的内部空间的壳体来进行使用。由此,在半导体模块10中产生且经由烧结体层30而传导给了散热器20的热通过冷却液来散热。

[0052] 半导体模块10具备作为基板的一个例子的绝缘性基板11、装载于绝缘性基板11的一方的面(图2中的上侧的面)的半导体元件13以及对绝缘性基板11的一方的面和半导体元件13进行接合的接合层15。

[0053] 绝缘性基板11具备:绝缘层111,其将半导体元件13与散热器20绝缘;布线层112,其形成于绝缘层111的一方的面(图2中的上侧的面),包括用于对半导体元件13供给电力的布线;以及传热层113,其形成于绝缘层111的另一方的面(图2中的下侧的面),将从半导体元件13产生的热传递给散热器20。

[0054] 作为绝缘层111,例如能够使用由氧化铝(Al_2O_3)、氮化硅(Si_3N_4)、氮化铝(AlN)等

形成的陶瓷基板。绝缘层111的厚度例如能够例示0.1mm以上且2.0mm以下的范围。

[0055] 布线层112形成于绝缘层111的一方的面中的预先确定的区域,构成用于对半导体元件13供给电力的布线。

[0056] 传热层113形成为将绝缘层111的另一方的面中的大致整个面覆盖。

[0057] 布线层112和传热层113由金属层形成。作为用于布线层112和传热层113的金属,可举出铜、镍、银、钯、金、铂、铅、钴、锡、铝或者从它们中选择出的两种以上的金属的合金,优选为铜、镍、银、钯、金或者从它们中选择出的两种以上的金属的合金,更优选为铜、镍、银。另外,布线层112和传热层113既可以由同种金属构成,也可以由不同种类的金属构成。

[0058] 布线层112和传热层113的厚度例如能够例示0.05mm以上且2.0mm以下的范围。

[0059] 作为这样的绝缘性基板11,能够例示在由陶瓷形成的绝缘层111的一方的面和另一方的面接合了由铜形成的布线层112和传热层113的DCB(Direct Copper Bond,直接铜键合)基板、在由陶瓷基板形成的绝缘层111的两面接合了由铝形成的布线层112和传热层113的DAB(Direct Aluminium Bond,直接铝键合)基板。

[0060] 此外,绝缘性基板11只要能够在整体上将半导体元件13与散热器20绝缘,则也可以包括如布线层112和传热层113那样具有导电性的层。

[0061] 半导体元件13例如为用于电力控制的晶体管、晶闸管(thyristor)、二极管等功率半导体。半导体元件13的材质能够例示硅(Si)、碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)、氧化镓(Ga_2O_3)。

[0062] 在本实施方式中,半导体元件13在整体上具有长方体状的形状。此外,虽省略图示,但也可以在半导体元件13设置有用对马达、计算机装置等其它装置供给电力的端子等。

[0063] 接合层15对形成于绝缘性基板11的表面的布线层112和半导体元件13进行接合。作为接合层15,只要能够将布线层112与半导体元件13电连接,则不被特别地限定。作为经由接合层15对绝缘性基板11(布线层112)和半导体元件13进行接合的方法,能够例示软钎焊、硬钎焊、烧结等。

[0064] 散热器20具备平板状的基体部21和从基体部21突出的多个翅片22。

[0065] 基体部21是具有正交的第1方向(图2、图3中的左右方向)和第2方向(图3中的上下方向)的矩形形状的构件。基体部21具有突出有多个翅片22的表面211、和隔着烧结体层30与半导体模块10相对向的背面212。在该例子中,基体部21的面积比半导体模块10中的绝缘性基板11的面积大。

[0066] 此外,在以下的说明中,有时将散热器20的基体部21中的第1方向和第2方向简记为第1方向和第2方向。

[0067] 散热器20的各个翅片22从基体部21的表面211向与基体部21的板面正交的方向突出。各个翅片22是在与基体部21的板面正交的方向以及基体部21的第2方向上延伸的平板状的构件。各个翅片22相对于基体部21的表面211而在第1方向上隔着间隙排列配置。

[0068] 另外,散热器20对于基体部21的背面212通过烧结体层30接合有半导体模块10的绝缘性基板11。

[0069] 散热器20的材质不被特别地限定,能够例示是铝、铝合金、铜、铜合金。另外,也可以在散热器20、特别是在散热器20中的基体部21的背面212形成有镀银、镀金等的镀层。通过在基体部21的背面212形成这些镀层,能够提高经由烧结体层30的与半导体模块10的绝

缘性基板11的接合强度。

[0070] 此外,对于散热器20的形状,只要具有经由烧结体层30而接合于绝缘性基板11的面,该所接合的面由金属形成,具备对从半导体模块10传导来的热进行散热的功能,则不限于具有平板状的基体部21、和从基体部21突出的平板状的翅片22的上述形态。散热器20例如也可以是在内部具有能够使冷却液流通的空间的、整体上为箱状的形状。另外,在散热器20中,作为用于接合绝缘性基板11的面的金属,可举出铜、镍、银、钯、金、铂、铅、钴、锡、铝或者从它们中选择出的两种以上的金属的合金,优选为铜、镍、银、钯、金或者从它们中选择出的两种以上的金属的合金,更优选为铜、镍、银。

[0071] 构成烧结体层30的烧结体,例如通过在绝缘性基板11与散热器20之间涂敷分散有金属粒子的金属糊剂并进行烧结来获得。另外,构成烧结体层30的烧结体例如通过在绝缘性基板11与散热器20之间层叠包含金属粒子的片材状的接合用片材并进行烧结来获得。在此,金属糊剂、接合用片材为包含金属粒子的接合基材的一个例子。作为对金属糊剂、接合用片材等的接合基材进行烧结来获得烧结体的方法,能够例示无加压烧结、加压烧结、通电烧结等。关于形成烧结体层30的步骤以及在烧结体层30的形成中使用的金属糊剂、接合用片材,将在后段中详细地进行说明。此外,对于接合基材,只要是包含金属粒子并能通过加热来获得金属粒子烧结而成的烧结体的基材,则并不限于糊剂状、片材状。

[0072] 作为在构成烧结体层30的烧结体中使用的金属粒子,例如能够使用从铜(Cu)、银(Ag)、铜与银的合金(Cu-Ag)中选择的金属的粒子。另外,作为金属粒子,例如也可以使用由用银覆盖了表面的铜形成的粒子。这些金属粒子中,也优选使用铜粒子。通过使用铜粒子来作为形成烧结体的金属粒子,能够使经由了烧结体层30的半导体模块10与散热器20之间的传热性提高。

[0073] 另外,构成烧结体层30的烧结体也可以包含金属间化合物、无机化合物、树脂等的金属以外的成分。

[0074] 烧结体层30的厚度能够例示10 μm 以上且500 μm 以下的范围。在烧结体层30的厚度小于10 μm 的情况下,有时由烧结体层30实现的半导体模块10与散热器20的接合强度会变得不足。另外,在烧结体层30的厚度超过500 μm 的情况下,经由了烧结体层30的从半导体模块10向散热器20的传热性容易降低。在该情况下,在半导体模块10的半导体元件13产生的热的散热效率有可能降低。

[0075] 此外,烧结体层30的厚度优选50 μm 以上且200 μm 以下的范围,更优选60 μm 以上且180 μm 以下的范围。

[0076] 构成烧结体层30的烧结体具有通过烧结而熔融的金属粒子彼此相联结的构造。另外,构成烧结体层30的烧结体优选在金属粒子间形成有微细的间隙。通过在烧结体的金属粒子间形成间隙,在烧结体层30产生的内部应力会容易被缓和。

[0077] 构成烧结体层30的烧结体中的金属的致密度能够例示40体积%以上且95体积%以下的范围,优选为50体积%以上且95体积%以下的范围,更优选为60体积%以上且95体积%以下的范围。通过构成烧结体层30的烧结体中的金属的致密度满足上述范围,会容易兼顾经由了烧结体层30的半导体模块10与散热器20的传热性、和由烧结体层30实现的内部应力的缓和。

[0078] 对于烧结体中的金属的致密度,测定烧结体的体积和用精密天平测定出的烧结体

的质量,根据该体积和质量,求出烧结体的表观密度 $M1(g/cm^3)$ 。接着,使用所求出的表观密度 $M1$ 和用于烧结体的金属的理论密度 Mx (例如在铜粒子的情况下,铜的理论密度为 $8.96g/cm^3$),从下述式(1)求出烧结体中的金属的致密度(体积%)。

[0079] 烧结体中的金属的致密度(体积%) = $[(M1)/(Mx)] \times 100 \cdots (1)$

[0080] 图4是从装载半导体模块10(参照图1等)的一侧(图2中的上侧)观察应用本实施方式的半导体装置1(参照图1等)中的烧结体层30而得到的图。附带来说,图4对应于从图3所示的半导体装置1省略了半导体模块10的图。在图4中,在半导体模块10中,用虚线表示了绝缘性基板11(参照图3等)装载有半导体元件13的位置。

[0081] 如图4所示,在从层叠方向进行了观察的情况下,烧结体层30整体上具有与绝缘性基板11以及散热器20中的基体部21的形状对应的、具有在第1方向以及第2方向上相对向的边的矩形形状的形状。并且,如图4所示,在烧结体层30形成有接合了绝缘性基板11和散热器20的接合部31、和没有接合绝缘性基板11和散热器20的非接合部32。

[0082] 非接合部32是没有形成烧结体的槽状的区域。在本实施方式中,从半导体模块10与散热器20的层叠方向观察,非接合部32形成于在绝缘性基板11没有装载半导体元件13的区域。

[0083] 另外,从层叠方向观察,非接合部32在烧结体层30中设置为格子状。具体而言,对于非接合部32,在散热器20的第1方向(图4的左右方向)上延伸的两个第1非接合部32a和在第2方向(图4的上下方向)上延伸的两个第2非接合部32b设置为格子状。

[0084] 在该例子中,各个第1非接合部32a从烧结体层30中的第1方向上的一端(图4的左侧)连续地设置到另一端(图4的右侧)。同样地,各个第2非接合部32b从烧结体层30中的第2方向上的一端(图4的上侧)连续地设置到另一端(图4的下侧)。附带来说,各个第1非接合部32a和第2非接合部32b的两端部连接于烧结体层30的外部。

[0085] 另外,相邻的第1非接合部32a彼此的间隔、相邻的第2非接合部32b彼此的间隔、从烧结体层30的周缘到各个第1非接合部32a为止的距离、以及从烧结体层30的周缘到各个第2非接合部32b为止的距离相互相等。

[0086] 进一步,第1非接合部32a的宽度(沿着第2方向的宽度)和第2非接合部32b的宽度(沿着第1方向的宽度)相互相等。第1非接合部32a的宽度和第2非接合部32b的宽度既可以相互相等,也可以相互不同。第1非接合部32a的宽度和第2非接合部32b的宽度也根据烧结体层30的面积等而不同,能够例示超过 $0\mu m$ 且 $1000\mu m$ 以下的范围。

[0087] 在此,非接合部32没有形成烧结体,因此,热的传导性比接合部31低。在本实施方式中,通过非接合部32形成于在绝缘性基板11没有装载半导体元件13的区域,能抑制在半导体元件13中产生的热向散热器20的传导被非接合部32妨碍。由此,在半导体装置1中,在半导体元件13中产生的热的散热效率提高。

[0088] 另外,对于本实施方式的烧结体层30,构成烧结体层30的烧结体由非接合部32分割为多个区域(后述的接合区域311)。由此,例如与在烧结体层30没有形成非接合部32而烧结体层30由一体的烧结体构成的情况相比,在烧结体层30中产生的内部应力会容易被缓和。附带来说,烧结体层30通过形成有非接合部32,因绝缘性基板11与散热器20之间的热膨胀率之差而产生于烧结体层30的内部应力会容易被缓和。由此,在使用半导体装置1时从半导体元件13产生的热所导致的烧结体层30的破损、半导体模块10与散热器20的剥离得以抑

制。

[0089] 此外,在该例子中,从层叠方向观察,非接合部32设置为格子状,但非接合部32不限于格子状。即,从对产生于烧结体层30的内部应力进行缓和的观点出发、或者从排出在后述的半导体装置1的制造方法的烧结工序中由金属糊剂产生的气体的观点出发,非接合部32的没有形成烧结体的槽状的区域延伸到烧结体层30的端部即可。

[0090] 接合部31为绝缘性基板11与散热器20通过烧结体接合的区域。接合部31包括由烧结体层30的周缘以及格子状的非接合部32包围的多个接合区域311。在该例子中,接合部31包括在第1方向上各3个、在第2方向上各3个的合计9个接合区域311。

[0091] 在从层叠方向观察的情况下,各个接合区域311具有正方形形状。在该例子中,各个接合区域311的形状以及大小(从层叠方向观察的情况下的面积)相互相等。

[0092] 在本实施方式中,从半导体模块10与散热器20的层叠方向观察,接合部31的一部分形成于在绝缘性基板11装载有半导体元件13的区域。在该例子中,接合部31的9个接合区域311中的从上数第一个、且从左数第二个的接合区域311形成于在绝缘性基板11装载有半导体元件13的区域。在以下的说明中,将接合部31的多个接合区域311中的、形成于装载有半导体元件13的区域的接合区域311记载为接合区域311a。

[0093] 在该例子中,附带来说,接合部31的多个接合区域311中的从上数第一个、且从左数第二个的接合区域311为形成于装载有半导体元件13的区域的接合区域311a。

[0094] 在本实施方式的烧结体层30中,通过在绝缘性基板11装载有半导体元件13的区域形成接合部31的接合区域311a,在半导体元件13中产生的热会容易经由接合区域311a向散热器20传导。由此,与在绝缘性基板11装载有半导体元件13的区域没有形成接合部31的情况相比,在半导体装置1中,在半导体元件13中产生的热的散热效率提高。

[0095] 在此,对于本实施方式的接合部31,从层叠方向观察接合区域311a而得到的面积比从层叠方向观察半导体元件13而得到的面积大。并且,从层叠方向观察,接合部31设置为装载有半导体元件13的区域与接合区域311a的中央重叠。由此,与设置为装载有半导体元件13的区域重叠于接合区域311a的端部的情况相比,从半导体元件13产生的热更容易经由接合区域311a向散热器20传导。

[0096] 另外,对于接合部31,优选从层叠方向观察接合区域311a的面积为从层叠方向观察半导体元件13的面积1.1倍以上且5.0倍以下。附带来说,在本实施方式中,从层叠方向观察,优选由非接合部32包围的接合区域311中的烧结体的面积为半导体元件13的面积1.1倍以上且5.0倍以下。

[0097] 通过接合区域311的面积满足上述的范围,与接合区域311的面积小于半导体元件13的面积1.1倍的情况相比,在半导体元件13中产生的热容易经由接合区域311向散热器20传导,在半导体装置1中,在半导体元件13中产生的热的散热效率提高。另外,通过接合区域311的面积满足上述的范围,与接合区域311的面积超过半导体元件13的面积5.0倍的情况相比,构成接合区域311的烧结体会难以因从半导体元件13产生的热所导致的内部应力而破损。

[0098] 接合区域311的从层叠方向观察的面积更优选为从层叠方向观察半导体元件13的面积1.3倍以上且4.0倍以下。

[0099] 另外,在烧结体层30中,由非接合部32分割的接合部31(接合区域311)的数量能够

例示2个以上且50个以下的范围,优选4个以上且30个以下的范围,更优选5个以上且15个以下的范围。

[0100] 另外,在本实施方式的烧结体层30中,接合部31的多个接合区域311具有彼此相同的形状和面积,但它们也可以互不相同。在各个接合区域311的形状互不相同的情况下,多个接合区域311中的、至少形成于装载半导体元件13的区域的接合区域311a的面积满足上述的要件即可。

[0101] 进一步,在本实施方式的烧结体层30中,非接合部32的第1非接合部32a和第2非接合部32b具有在第1方向或者第2方向上延伸的直线状的形状,但不限于此。非接合部32只要是将烧结体层30分割为多个接合部31(接合区域311)的形状,则也可以是曲线状。另外,在烧结体层30具有多个非接合部32的情况下,多个非接合部32的形状既可以彼此相同,也可以互不相同。

[0102] 另外,在本实施方式中,例示了在半导体模块10的绝缘性基板11上接合有一个半导体元件13的情况,但也可以在绝缘性基板11上接合有多个半导体元件13。在该情况下,对于烧结体层30,从层叠方向观察,在绝缘性基板11没有装载多个半导体元件13中的至少一个半导体元件13的区域形成有非接合部32即可。在该情况下,能抑制从该一个半导体元件13产生的热向散热器20的传导被非接合部32妨碍。此外,从提高半导体装置1中的散热效率的观点出发,对于烧结体层30,从层叠方向观察,更优选在绝缘性基板11没有装载任何半导体元件13的区域形成有非接合部32。

[0103] (半导体装置1的制造方法)

[0104] 接着,对半导体装置1的制造方法进行说明。

[0105] 图5的(a)~(c)是对半导体装置1的制造方法的一个例子进行说明的图。在此,以使用作为接合基材的一个例子的金属糊剂来形成构成烧结体层30的烧结体的情况为例来进行说明。

[0106] 图5的(a)~(c)表示半导体装置1的制造方法中的工序,按图5的(a)~(c)的顺序进行。图5的(a)~(c)是半导体装置1的制造方法中的代表性的工序,也可以包括其它工序。图5的(a)~(c)对应于图2所示的剖视图。

[0107] 本实施方式的半导体装置1的制造方法包括:涂敷工序,将金属糊剂涂敷于半导体模块10与散热器20之间的涂敷面来形成金属糊剂的涂膜层40;层叠工序,隔着金属糊剂的涂膜层40而层叠半导体模块10和散热器20;以及烧结工序,对金属糊剂的涂膜层40进行烧结来形成烧结体层30。

[0108] <涂敷工序>

[0109] 在涂敷工序中,在接合面涂敷金属糊剂来形成涂膜层40,所述接合面是在一方的面(布线层112上)装载半导体元件13的绝缘性基板11的另一方的面(传热层113上)、和散热器20的基体部21的背面212中的任一者。

[0110] 在该例子中,如图5的(a)所示,作为接合面的一个例子,在散热器20中的基体部21的背面212涂敷金属糊剂来形成涂膜层40。

[0111] 作为在接合面涂敷金属糊剂的方法,不被特别地限定,能够例示丝网印刷、转印印刷、平版印刷(offset printing)、喷墨印刷、使用各种分配器或涂布机的印刷法等。

[0112] 图6是对在散热器20的接合面涂敷金属糊剂的区域进行说明的图。图6对应于从背

面212侧观察散热器20的基体部21的图。此外,在图6中,在后述的层叠工序中隔着涂膜层40而层叠在散热器20上的半导体模块10(参照图5)中,由虚线表示在绝缘性基板11(参照图5)装载有半导体元件13的区域。进一步,在图6中,由虚线表示通过后述的烧结工序形成烧结体层30的范围。

[0113] 在涂敷工序中,对于接合面(在该例子中为基体部21的背面212),从层叠方向观察,在具有在第1方向(图6的左右方向)和第2方向(图6的上下方向)上相对向的边的矩形形状的范围涂敷金属糊剂,形成涂膜层40。

[0114] 在本实施方式的涂敷工序中,形成包括涂敷有金属糊剂的涂敷部41、和没有涂敷金属糊剂的非涂敷部42的涂膜层40。换言之,在涂敷工序中,通过在图6中的与涂敷部41(后述的涂敷区域411)对应的区域涂敷金属糊剂,而形成包括涂敷部41和非涂敷部42的涂膜层40。另外,在涂敷工序中,对于接合面,在从层叠方向观察没有装载半导体元件13的区域设置不涂敷金属糊剂的非涂敷部42。此外,在该例子中,涂敷部41为设置了接合基材的设置部的一个例子,非涂敷部42为没有设置接合基材的非设置部的一个例子。

[0115] 在通过涂敷工序形成的涂膜层40中,从层叠方向观察,非涂敷部42设置为格子状。具体而言,非涂敷部42的在第1方向上延伸的两个第1槽42a和在第2方向上延伸的第2槽42b设置为格子状。附带来说,从层叠方向观察,非涂敷部42的两个第1槽42a和两个第2槽42b设置为格子状,以使得不与装载半导体元件13的区域重叠。

[0116] 在该例子中,各个第1槽42a在涂膜层40中从第1方向的一端(图6的左侧)连续地设置到另一端(图6的右侧)。同样地,各个第2槽42b在涂膜层40中从第2方向的一端(图6的上侧)连续地设置到另一端(图6的下侧)。附带来说,各个第1槽42a和第2槽42b的两端部连接于涂膜层40的外部。

[0117] 详细内容,将在后面进行描述,涂膜层40的非涂敷部42用于将在烧结工序中从金属糊剂产生的气体排出到涂膜层40的外部。

[0118] 另外,在通过涂敷工序形成的涂膜层40中,涂敷部41包括由非涂敷部42的第1槽42a和第2槽42b分割出的多个涂敷区域411。在该例子中,涂敷部41包括在第1方向上各3个、在第2方向上各3个而合计9个涂敷区域411。

[0119] 在从层叠方向观察的情况下,各个涂敷区域411具有正方形形状。在该例子中,以使得各个涂敷区域411的形状以及大小(从层叠方向观察的情况下的面积)彼此相等的方式形成涂敷部41。

[0120] 在本实施方式的涂敷工序中,在接合面中的从层叠方向观察而在绝缘性基板11装载半导体元件13的区域、以及处于距装载半导体元件13的区域为预先确定的距离的范围中形成有涂敷部41(涂敷区域411)。换言之,在本实施方式的涂敷工序中,在接合面中的从层叠方向观察而在绝缘性基板11装载半导体元件13的区域、以及处于距装载半导体元件13的区域为预先确定的距离的范围中不设置非涂敷部42(第1槽42a和第2槽42b)。

[0121] 在涂敷工序中,通过这样形成包括涂敷部41和非涂敷部42的涂膜层40,从而在通过本实施方式的制造方法获得的半导体装置1中,会在从层叠方向观察而在绝缘性基板11装载半导体元件的区域、以及处于距装载半导体元件13的区域为预先确定的距离的范围中不形成没有形成烧结体的非接合部32。由此,在半导体装置1中,能抑制在半导体元件13中产生的热向散热器20的传导被非接合部32妨碍,半导体装置1的散热效率提高。

[0122] 此外,在通过涂敷工序形成的涂膜层40中,非涂敷部42(第1槽42a和第2槽42b)的宽度、涂敷部41(涂敷区域411)的面积等,设定为使得经过后述的层叠工序和烧结工序获得的烧结体层30的形状成为目标形状。附带来说,对于非涂敷部42的宽度、涂敷部41的面积等,考虑在涂膜层40的形成中使用的金属糊剂的粘度、在层叠工序中隔着涂膜层40层叠散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11时的按压力、烧结工序中的烧结条件等,设定为使得所获得的烧结体层30的形状成为目标形状。

[0123] 在使用金属糊剂作为接合基材的本实施方式中,涂敷工序相当于在接合面设置包含金属粒子的接合基材的基材设置工序。

[0124] <层叠工序>

[0125] 在层叠工序中,如图5的(b)所示,隔着通过涂敷工序形成的涂膜层40的金属糊剂,层叠散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11。在该例子中,在形成在散热器20中的基体部21的背面212上的涂膜层40上重叠半导体模块10中的绝缘性基板11的传热层113。

[0126] 在层叠工序中,通过涂膜层40由散热器20和半导体模块10夹着,涂膜层40中的涂敷部41(涂敷区域411)的金属糊剂在基体部21和绝缘性基板11的面方向上扩展,从层叠方向观察的涂敷部41的面积变大。与此相伴,设置在各个涂敷区域411之间的非涂敷部42(第1槽42a、第2槽42b)的宽度变窄。

[0127] 在隔着涂膜层40层叠散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11时,既可以对散热器20和半导体模块10提供按压力,也可以无加压。对提供给散热器20和半导体模块10的按压力进行设定,以使得即使是在涂敷部41的金属糊剂在面方向上扩展了的情况下,第1槽42a和第2槽42b的宽度也不成为0,换言之,在涂膜层40残存有非涂敷部42。作为这样的按压力,根据在涂膜层40的形成中使用的金属糊剂的粘度等而不同,但能够例示0.01MPa以下,优选能够例示0.005MPa以下的范围。另外,作为提供按压力的方法,不被特别地限定,但能够例示在半导体模块10上载置重物的方法等。

[0128] <烧结工序>

[0129] 如图5的(c)所示,烧结工序中,对涂膜层40(参照图5的(b)))进行加热,对构成涂膜层40的金属糊剂进行烧结,形成由对散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11进行接合的烧结体形成的烧结体层30。

[0130] 在烧结工序中,通过构成涂膜层40的涂敷部41的金属糊剂被烧结,而形成烧结体层30的接合部31。附带来说,从涂膜层40的涂敷部41中的各个涂敷区域411形成烧结体层30的接合部31中的各个接合区域311。另外,在烧结工序中,从涂膜层40的非涂敷部42中的各个第1槽42a和第2槽42b形成烧结体层30的非接合部32中的第1非接合部32a和第2非接合部32b。

[0131] 在此,在烧结工序中对构成涂膜层40的金属糊剂进行烧结时,产生金属糊剂所包含的溶剂挥发出的排出气体(out gas)等气体。并且,当在所产生的气体留在了涂膜层40的状态下构成涂膜层40的金属糊剂被烧结时,有可能在从涂膜层40形成的烧结体层30产生来自于从金属糊剂产生的气体的空隙。在该情况下,经由了烧结体层30的半导体模块10与散热器20的接合强度有可能降低。

[0132] 与此相对,在本实施方式中,在上述的涂敷工序中,在涂膜层40设置有不涂敷金属糊剂的非涂敷部42。由此,即使是在烧结工序中从涂膜层40的金属糊剂产生了气体的情况

下,气体也会容易经由非涂敷部42而排出到涂膜层40的外部。结果,能抑制在从金属糊剂产生的气体留在了涂膜层40的状态下金属糊剂被烧结,能抑制经由了烧结体层30的半导体模块10与散热器20的接合强度的降低。

[0133] 特别是,在本实施方式中,在上述的涂敷工序中,以非涂敷部42的第1槽42a和第2槽42b的两端部连接于涂膜层40的外部的的方式形成了涂膜层40。由此,在烧结工序中从涂膜层40的金属糊剂产生的气体会更容易经由非涂敷部42的第1槽42a和第2槽42b而排出到涂膜层40的外部。

[0134] 在烧结工序中对涂膜层40进行加热时的温度也根据金属糊剂所包含的金属粒子的种类等而不同,但能够例示150℃以上且500℃以下的范围。

[0135] 另外,在烧结工序中,既可以一边隔着涂膜层40在层叠方向上对半导体模块10和散热器20进行按压,一边进行烧结,也可以不按压半导体模块10和散热器20地以无加压的方式进行烧结。在烧结工序中对半导体模块10和散热器20进行按压的情况下,押压力优选为25MPa以下,更优选为10MPa以下。在烧结工序中对半导体模块10和散热器20进行按压的押压力超过10MPa的情况下,非涂敷部42的宽度变窄,从金属糊剂产生的气体难以经由涂膜层40的非涂敷部42排出。另外,在烧结工序中对半导体模块10和散热器20进行押压的押压力超过25MPa的情况下,绝缘性基板11等的构造物有可能破损。

[0136] 如以上说明过的那样,在本实施方式中,通过涂敷工序、层叠工序以及烧结工序,获得图1~图4的半导体装置1,该半导体装置1具备半导体模块10、散热器20以及烧结体层30,在半导体模块10的绝缘性基板11没有装载半导体元件13的区域形成了没有接合绝缘性基板11和散热器20的非接合部32。

[0137] 此外,在上述的半导体装置1的制造方法中,在绝缘性基板11上接合了半导体元件13的半导体模块10与散热器20之间形成了涂膜层40,但并不限于此。

[0138] 例如,也可以在接合半导体元件13之前的绝缘性基板11与散热器20之间形成涂膜层40,在进行烧结而形成了烧结体层30之后,在绝缘性基板11上接合半导体元件13来作为半导体模块10。在该情况下,在对接合面涂敷金属糊剂来形成涂膜层40的涂敷工序中,形成涂敷部41和非涂敷部42,通过层叠工序和烧结工序,形成具有接合部31和非接合部32的烧结体层30。并且,在之后的对绝缘性基板11接合半导体元件13的接合工序中,从层叠方向观察,在与涂膜层40的涂敷部41对应的与烧结体层30的接合部31重叠的绝缘性基板11的区域接合半导体元件13即可。

[0139] (金属糊剂)

[0140] 接着,在本实施方式的半导体装置1中,对在烧结体层30的形成中使用的金属糊剂的一个例子详细地进行说明。

[0141] 金属糊剂包含金属粒子和分散金属粒子的溶剂。另外,金属糊剂也可以包含金属粒子和溶剂以外的添加剂。作为这样的添加剂,可举出界面活性剂、消泡剂、离子捕集剂等。

[0142] <金属粒子>

[0143] 作为金属粒子,如上所述,能够例示从铜、银、铜与银的合金中选择出的金属的粒子。另外,作为金属粒子,也可以使用由用银覆盖了表面的铜形成的粒子。

[0144] 在这些中,从经由了烧结体层30的半导体模块10与散热器20的热传导性的观点出发,也优选使用铜粒子来作为金属粒子。

[0145] 金属粒子的平均粒径(50%堆积平均粒径)能够例示 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $500\mu\text{m}$ 以下的范围,优选 $1\mu\text{m}$ 以上且 $200\mu\text{m}$ 以下的范围,更优选 $10\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下的范围。

[0146] 此外,对于金属粒子的平均粒径,可以通过用光散射法粒度分布测定装置对使用公知的分散剂使从金属糊剂除去溶剂而干燥后的金属粒子分散的获得物进行测定的方法来求出。

[0147] 金属粒子的形状不被特别地限定,能够例示球状、旋转椭圆体等的大致球状、块状、针状、薄片(flake)状、它们的凝聚体等。金属粒子的这些形状既可以单独地使用,也可以组合来使用。从金属糊剂中的金属粒子的分散性、烧结体层30中的金属粒子的填充性等的观点出发,优选金属粒子的形状为球状、大致球状或者薄片状。

[0148] 另外,对于金属粒子,也可以通过公知的表面处理剂来实施表面处理。

[0149] <溶剂>

[0150] 作为溶剂,可以使用作为金属糊剂的溶剂而公知的挥发性溶剂。作为这样的溶剂,可举出戊醇、己醇、庚醇、辛醇、癸醇、乙二醇、二乙二醇、丙二醇、丁二醇、萘品醇、二氢萘品醇、异冰片基环己醇(MTPH)等一元及多元醇类;乙二醇丁基醚、乙二醇苯基醚、二甘醇甲基醚、二甘醇乙基醚、二甘醇丁基醚、二甘醇异丁基醚、二甘醇己基醚、三乙二醇甲基醚、二乙二醇二甲基醚、二乙二醇二乙基醚、二乙二醇二丁基醚、二乙二醇丁基甲基醚、二乙二醇异丙基甲基醚、三乙二醇二甲基醚、三乙二醇丁基甲基醚、丙二醇丙基醚、二丙二醇甲基醚、二丙二醇乙基醚、二丙二醇丙基醚、二丙二醇丁基醚、二丙二醇二甲基醚、三丙二醇甲基醚、三丙二醇二甲基醚等醚类;乙二醇乙基醚乙酸酯、乙二醇丁基醚乙酸酯、二甘醇乙基醚乙酸酯、二甘醇丁基醚乙酸酯、二丙二醇甲基醚乙酸酯(DPMA)、乳酸乙酯、乳酸丁酯、三丁酸甘油酯、硬脂酸丁酯、角鲨烷、癸二酸二丁酯、己二酸双(2-乙基己基)酯、 γ -丁内酯、碳酸丙烯酯等酯类;N-甲基-2-吡咯烷酮、N,N-二甲基乙酰胺、N,N-二甲基甲酰胺等酸酰胺;环己烷、辛烷、壬烷、癸烷、十一烷等脂肪族烃;苯、甲苯、二甲苯等芳香族烃;具有碳原子数为1~18的烷基的硫醇类;具有碳原子数为5~7的环烷基的硫醇类。

[0151] 另外,对于金属糊剂中的溶剂的含有量,在将金属粒子的总质量设为100质量份的情况下,能够例示5质量份以上且50质量份以下的范围。

[0152] (使用了接合用片材的烧结体的形成)

[0153] 如上所述,对于本实施方式的构成烧结体层30的烧结体,也可以使用作为包含金属粒子的接合基材的另一个例子的包含金属粒子的接合用片材来形成。具体而言,代替使用了上述的金属糊剂的情况下的半导体装置1的制造方法中的涂敷工序,进行以下的成形工序和粘贴工序即可。并且,在粘贴工序之后,与上述的例子同样地进行层叠工序和烧结工序即可。

[0154] <成形工序>

[0155] 在成形工序中,按照形成烧结体层30的区域的形状,对包含金属粒子的接合用片材进行成形。在成形工序中,例如以使得成为与上述的涂敷工序中的涂膜层40的涂敷部41同样的形状的方式对接合用片材进行成形。

[0156] 此外,在粘贴工序之后进行的层叠工序、烧结工序中,由于接合用片材由散热器20和半导体模块10夹着,因此接合用片材的面积有时会变大。因此,在成形工序中,以使得经过层叠工序和烧结工序获得的烧结体层30的形状成为目标形状的方式对接合用片材进行

成形。

[0157] <粘贴工序>

[0158] 在粘贴工序中,将在成形工序中进行了成形的接合用片材粘贴于在一方的面(布线层112上)装载半导体元件13的绝缘性基板11的另一方的面(传热层113上)和散热器20中的基体部21的背面212中的任一者。在该例子中,作为一个例子,在散热器20中的基体部21的背面212粘贴接合用片材。粘贴接合用片材的面为接合面。

[0159] 在粘贴工序中,对于基体部21的背面212,在从层叠方向观察的一部分区域粘贴接合用片材。具体而言,在粘贴工序中,对与在上述的涂敷工序中涂敷金属糊剂的涂敷部41对应的区域粘贴接合用片材。另外,在粘贴工序中,对与在上述的涂敷工序中不涂敷金属糊剂的非涂敷部42对应的区域不粘贴接合用片材。此外,在粘贴工序中,在接合面粘贴了接合用片材的区域是设置了接合基材的设置部的一个例子,在接合面不粘贴接合用片材的区域是没有设置接合基材的非设置部的一个例子。

[0160] 在使用接合用片材来作为接合基材的本实施方式中,粘贴工序相当于在接合面设置包含金属粒子的接合基材的基材设置工序。

[0161] <层叠工序>

[0162] 在层叠工序中,与上述的例子同样地,隔着在粘贴工序中粘贴了的接合用片材,层叠散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11。在该例子中,对粘贴在散热器20中的基体部21的背面212上的接合用片材重叠半导体模块10中的绝缘性基板11的传热层113。

[0163] <烧结工序>

[0164] 在烧结工序中,与上述的例子同样地,对接合用片材进行加热来对接合用片材所包含的金属粒子进行烧结,形成由对散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11进行接合的烧结体形成的烧结体层30的接合部31。此外,在烧结工序中,产生接合用片材所包含的溶剂挥发出的排出气体等气体。在本实施方式中,在上述的粘贴工序中,空开间隙地粘贴多个接合用片材。由此,即使是在烧结工序中从接合用片材产生了气体的情况下,气体也容易经由接合用片材的间隙排出到外部。

[0165] 如上所述,在使用了包含金属粒子的接合用片材的情况下,也能与使用了金属糊剂的情况同样地获得半导体装置1,该半导体装置1具备半导体模块10、散热器20以及烧结体层30,在半导体模块10的绝缘性基板11没有装载半导体元件13的区域形成了不接合绝缘性基板11和散热器20的非接合部32。

[0166] (接合用片材)

[0167] 接合用片材包含金属粒子。作为金属粒子,能够使用与上述的金属糊剂中所使用的金属粒子同样的金属粒子。作为接合用片材,能够例示以下的三个方式。

[0168] <第1方式>

[0169] 第1方式的接合用片材包含金属粒子和由热分解性树脂形成的粘合剂(binder)。对于第1方式的接合用片材,通过由热分解性树脂形成的粘合剂保持金属粒子,而呈现了片材状的形状。

[0170] 热分解树脂是指能够通过上述的烧结工序中进行加热来热分解的树脂。热分解性树脂优选通过热分解而几乎不残留在通过烧结工序形成的烧结体层30。作为热分解性树脂,例如可以使用聚碳酸酯、丙烯酸系树脂、乙基纤维素、聚乙烯醇等。这些既可以单独地使

用一种,也可以组合多种来使用。这些中也优选使用热分解性高的聚碳酸酯。

[0171] 第1方式的接合用片材中的热分解性树脂的含有量优选相对于接合用片材整体为30体积%以上且70体积%以下,更优选为35体积%以上且65体积%以下,进一步优选为40体积%以上且60体积%以下。

[0172] 另外,第1方式的接合用片材也可以在金属粒子和热分解性树脂之外还包含其它添加剂。

[0173] <第2方式>

[0174] 第2方式的接合用片材包含金属粒子和由在室温下为蜡状或者液体状的溶剂形成的粘合剂。对于第2方式的接合用片材,通过由溶剂形成的粘合剂保持金属粒子,由此,呈现片材状的形状。

[0175] 作为溶剂,例如可以使用乙二醇、聚乙二醇、甘油、丁烷三醇、聚氧丙烯三醇等。这些既可以单独地使用一种,也可以组合多种来使用。

[0176] 第2方式的接合用片材中的溶剂的含有量优选相对于接合用片材整体为1质量%以上且10质量%以下。

[0177] 另外,第2方式的接合用片材也可以在金属粒子和溶剂之外还包含其它添加剂。

[0178] <第3方式>

[0179] 第3方式的接合用片材由相邻的金属粒子彼此连续、且在金属粒子间形成了空孔的多孔质体形成。第3方式的接合用片材例如通过对金属粒子进行烧结来形成。此外,第3方式的接合用片材为如下状态:金属粒子没有完全地烧结,能够通过上述的烧结工序进一步对金属粒子进行烧结来对散热器20和半导体模块10的绝缘性基板11进行接合。

[0180] 第3方式的接合用片材优选空孔率为15体积%以上且50体积%以下,更优选为15体积%以上且30体积%以下。

[0181] 另外,第3方式的接合用片材也可以在金属粒子之外还包含助粘剂、还原剂等其它添加剂。

[0182] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于本实施方式。只要不违反本发明的宗旨,就也可以进行各种各样的变形、组合。

[0183] 另外,本发明也应用于通过本制造方法制作的、如图1~图4所示的半导体装置1。

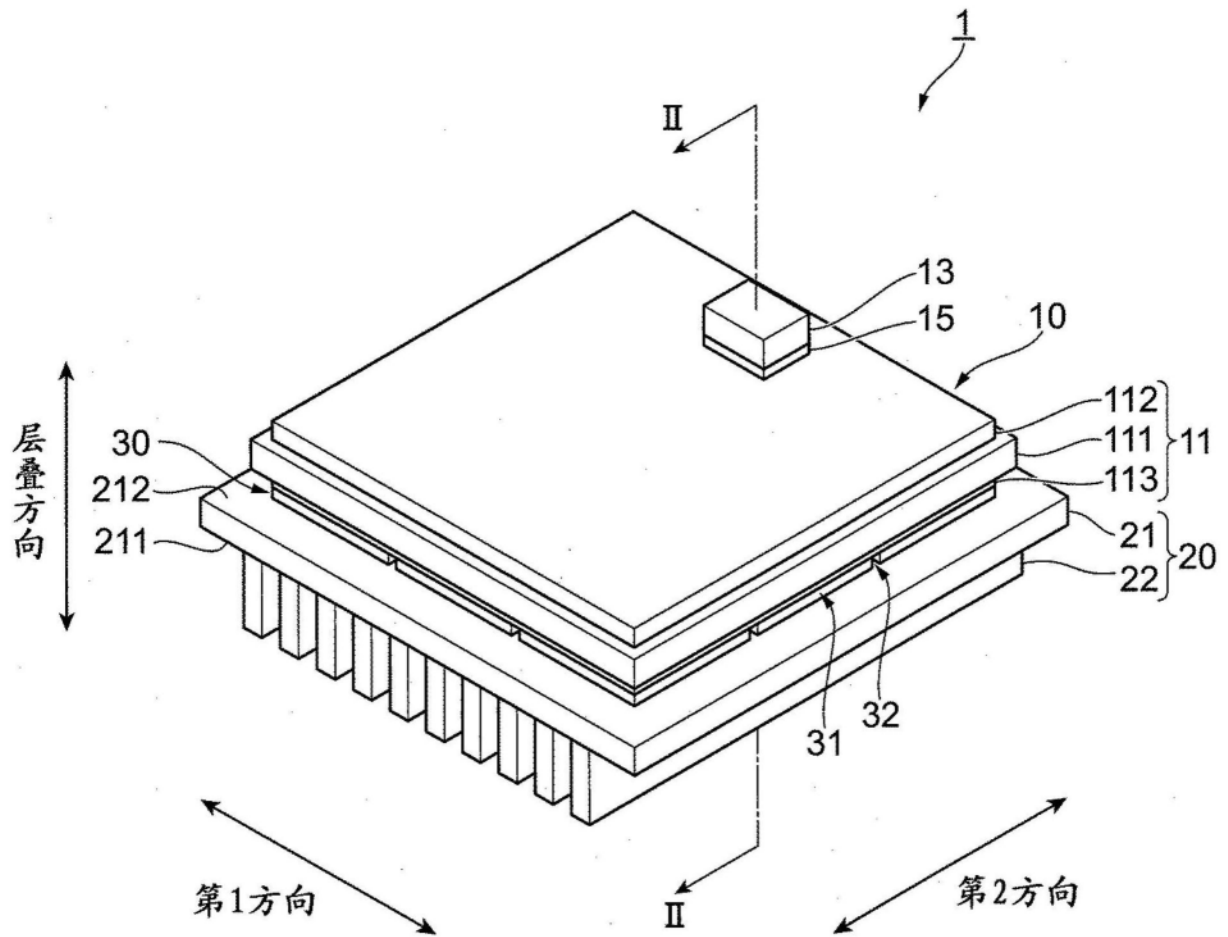


图1

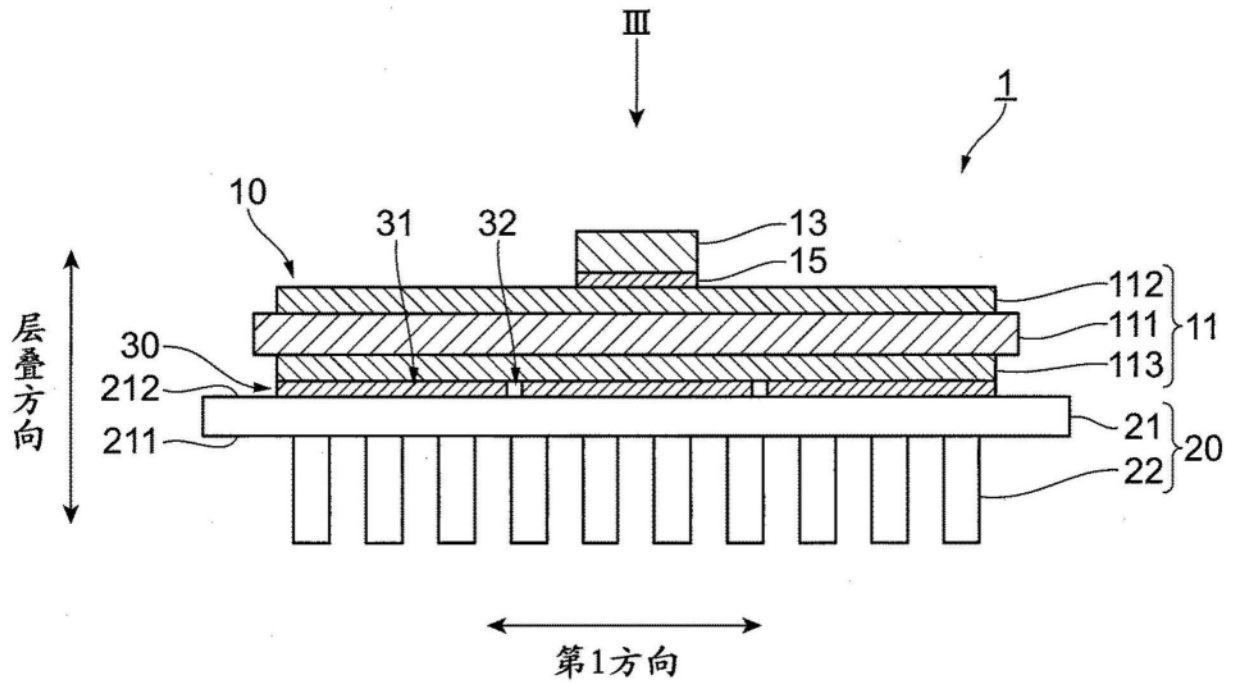


图2

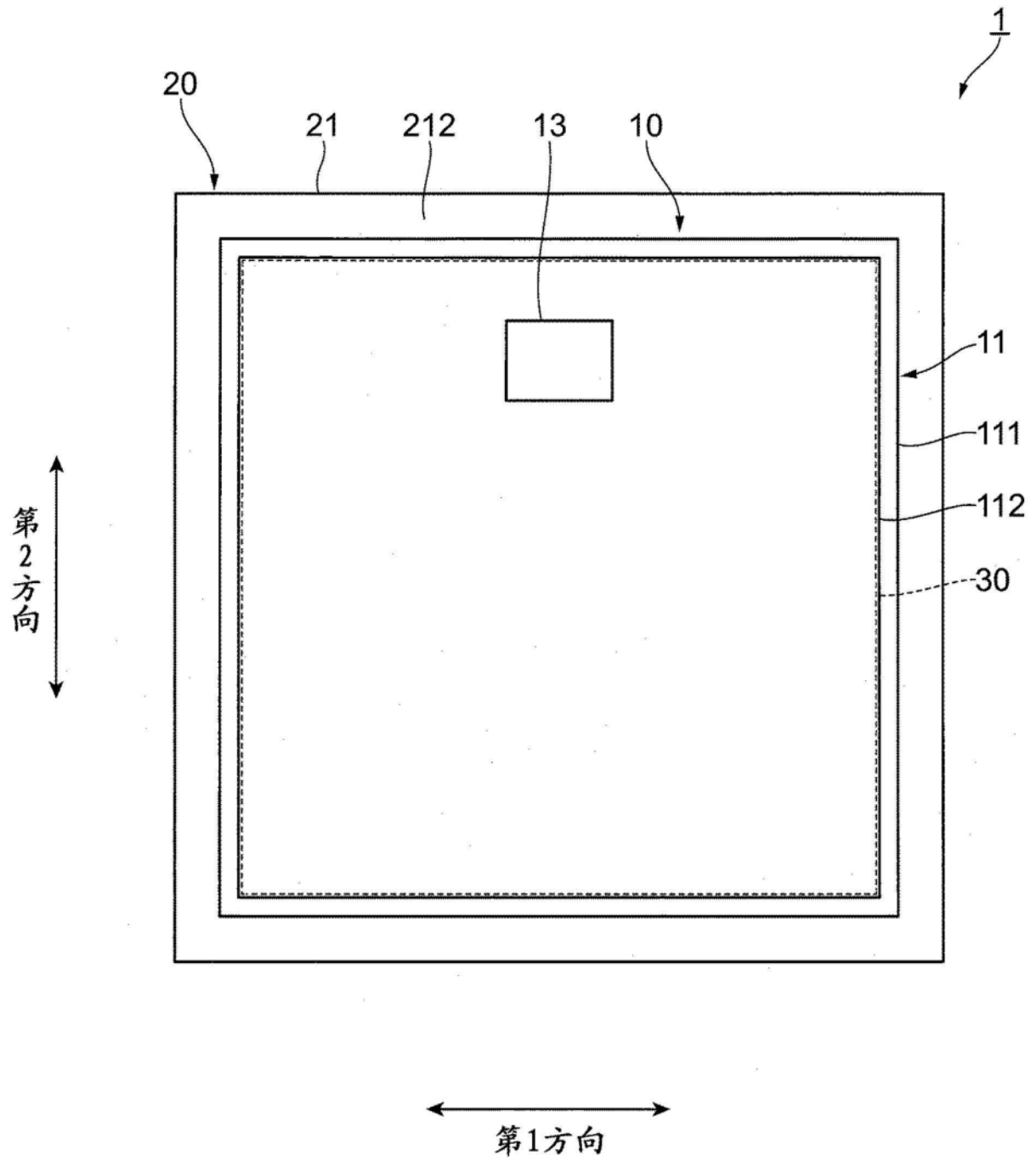


图3

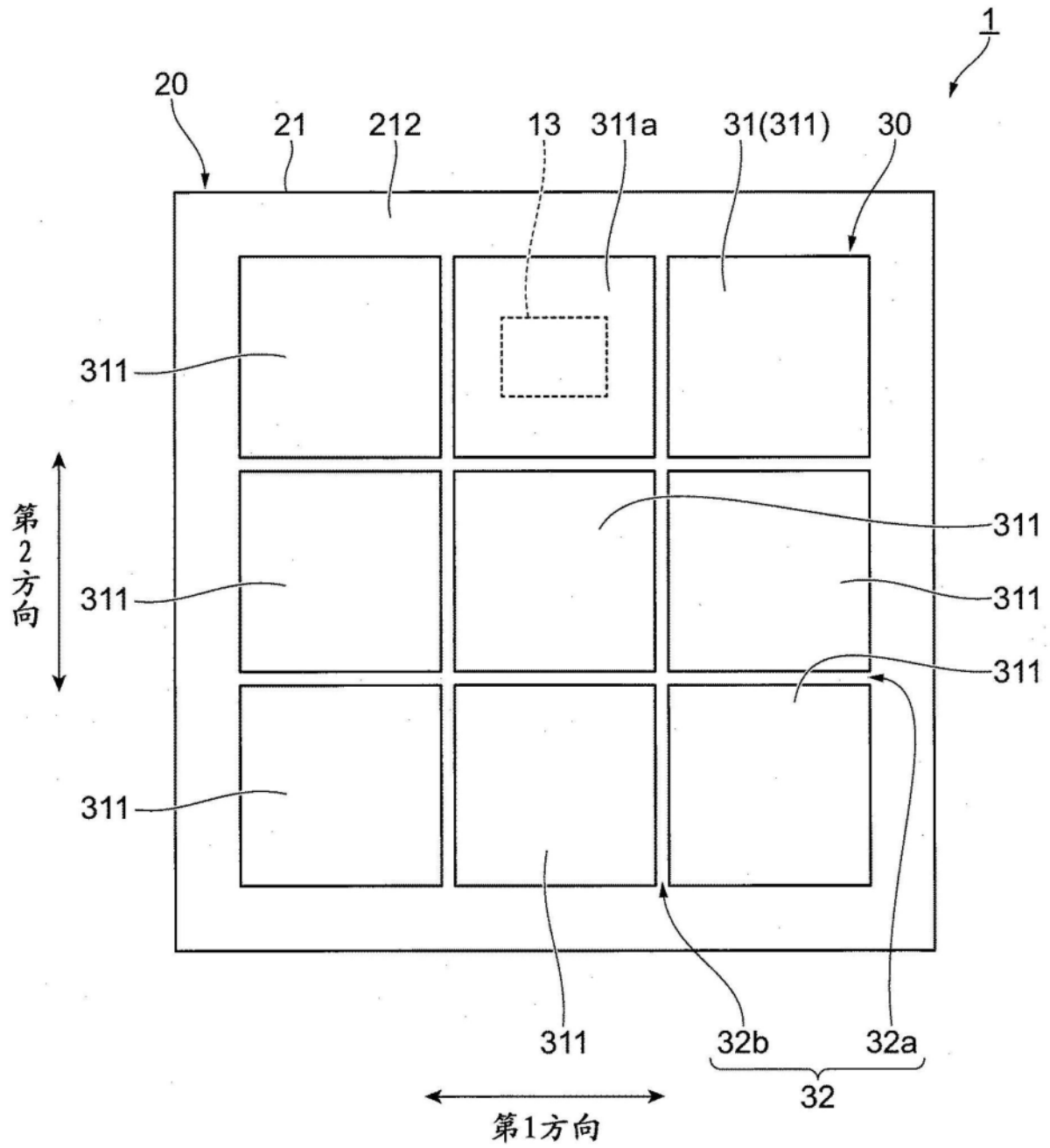
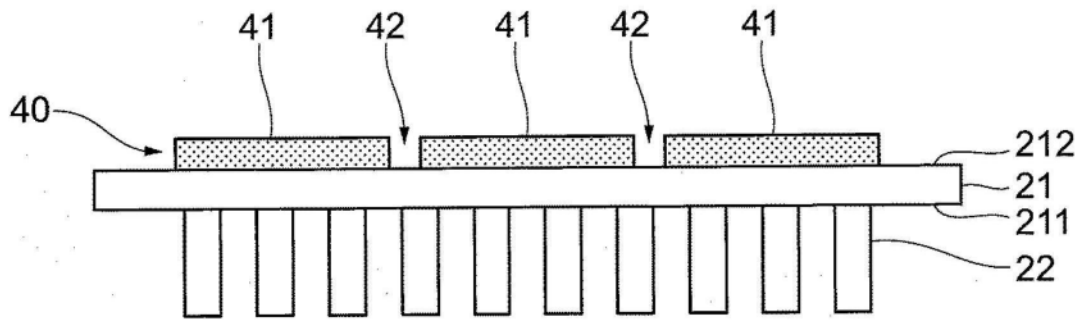
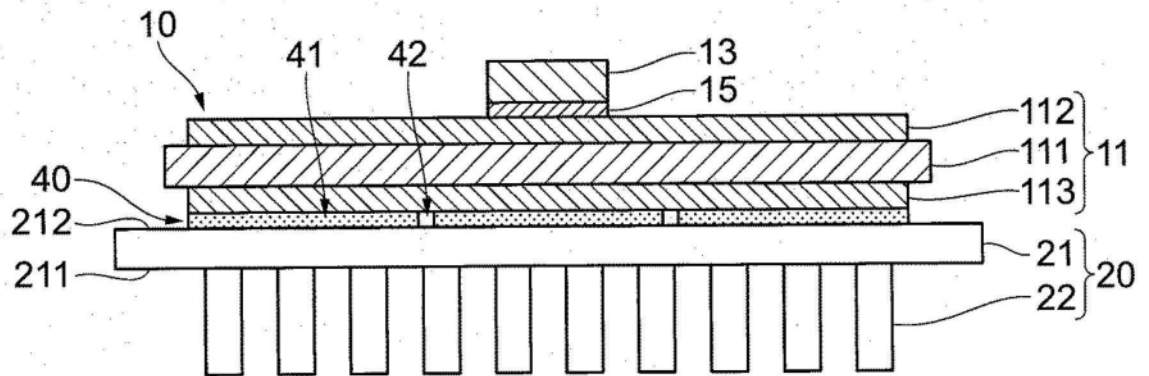


图4

(a)



(b)



(c)

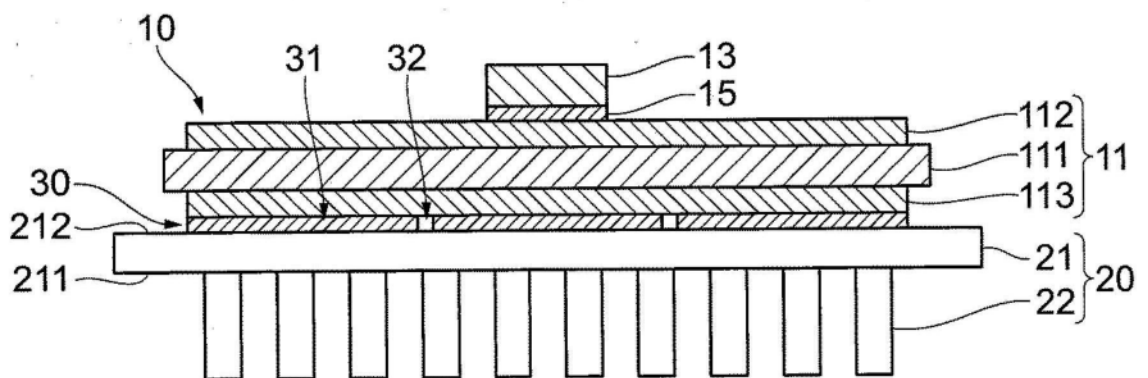


图5

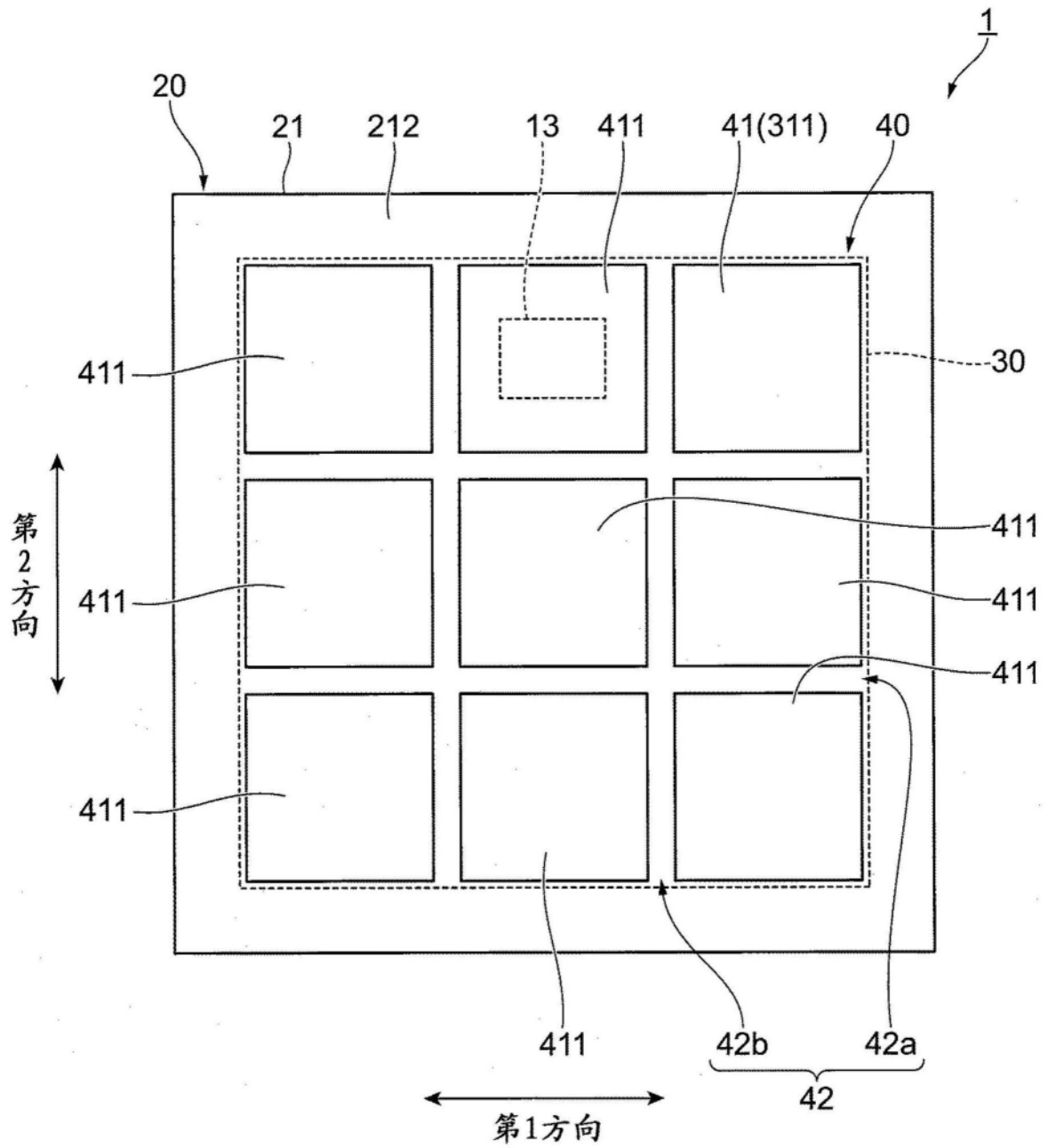


图6