



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104810335 B

(45)授权公告日 2018.11.13

(21)申请号 201410643282.7

(22)申请日 2014.11.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104810335 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(30)优先权数据

2014-010306 2014.01.23 JP

(73)专利权人 新光电气工业株式会社

地址 日本长野县

(72)发明人 织田卓哉

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 庞东成 褚瑶杨

(51)Int.Cl.

H01L 23/367(2006.01)

H01L 23/373(2006.01)

H01L 21/48(2006.01)

H01L 21/50(2006.01)

B82Y 30/00(2011.01)

B82Y 40/00(2011.01)

(56)对比文件

CN 1676568 A,2005.10.05,

CN 1841714 A,2006.10.04,

CN 103227157 A,2013.07.31,

US 2013/0214402 A1,2013.08.22,

US 2012/0236502 A1,2012.09.20,

审查员 付伍君

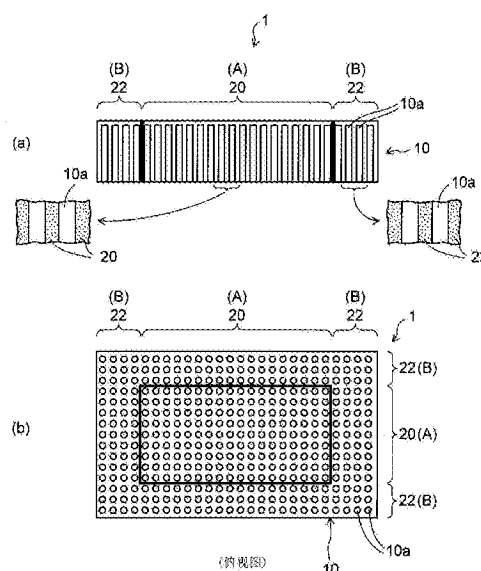
权利要求书2页 说明书9页 附图13页

(54)发明名称

碳纳米管片以及半导体装置、碳纳米管片的
制造方法以及半导体装置的制造方法

(57)摘要

本发明提供一种能够吸收半导体元件的翘曲等的、新颖结构的碳纳米管片以及半导体装置、碳纳米管片的制造方法以及半导体装置的制造方法。该碳纳米管片包含碳纳米管集合体(10),其排列有两根以上碳纳米管(10a);热塑性树脂部(20),其形成于碳纳米管集合体(10)的中央区域(A);以及未固化的热固性树脂部(22),其按照包围热塑性树脂部(20)的方式形成于碳纳米管集合体(10)的外周区域(B)。



1. 一种碳纳米管片,其特征在于,该碳纳米管片具有:
排列有两根以上碳纳米管的碳纳米管集合体;
热塑性树脂部,其形成于所述碳纳米管集合体的中央区域;以及
热固性树脂部,其按照包围所述热塑性树脂部的方式形成于所述碳纳米管集合体的外周区域;

所述热塑性树脂部进行了固化,所述热固性树脂部是未固化状态;

所述碳纳米管片是连接至散热部件前的状态;

所述碳纳米管片的上表面连接在所述散热部件的下表面时,通过加热处理,所述固化的热塑性树脂部发生软化,与所述未固化的热固性树脂部一同作为接合剂发挥功能。

2. 如权利要求1所述的碳纳米管片,其特征在于,

所述热塑性树脂部以及所述热固性树脂部覆盖在所述碳纳米管集合体的上端。

3. 如权利要求1所述的碳纳米管片,其特征在于,

所述热塑性树脂部被分割为两个以上并配置在所述碳纳米管集合体的中央区域。

4. 一种半导体装置,其特征在于,该半导体装置具有:

配线基板;

半导体元件,其与所述配线基板的连接焊盘连接;

碳纳米管片,其配置在所述半导体元件上;以及

散热部件,其配置在所述碳纳米管片上,

所述碳纳米管片包含:排列有两根以上碳纳米管的碳纳米管集合体;热塑性树脂部,其形成于所述碳纳米管集合体的中央区域;以及热固性树脂部,其按照包围上述热塑性树脂部的方式形成于所述碳纳米管集合体的外周区域,

在所述碳纳米管片是连接至所述散热部件前的状态下,所述热塑性树脂部进行了固化,所述热固性树脂部是未固化状态;

所述碳纳米管片的上表面连接在所述散热部件的下表面时,通过加热处理,所述固化的热塑性树脂部发生软化,与所述未固化的热固性树脂部一同作为接合剂发挥功能。

5. 如权利要求4所述的半导体装置,其特征在于,所述散热部件在下表面侧具有凹部并在周边设置有突出部,所述散热部件的突出部与所述配线基板接合,所述碳纳米管片的上表面与所述散热部件的凹部的底面接触。

6. 一种碳纳米管片的制造方法,其特征在于,该方法包括如下工序:

在基板上形成两根以上碳纳米管而得到碳纳米管集合体的工序;

在所述碳纳米管集合体上的中央区域配置热塑性树脂材料,并且按照包围所述热塑性树脂材料的方式在所述碳纳米管集合体上的外周区域配置未固化的热固性树脂材料的工序;

浸渗所述热固性树脂材料以及所述热塑性树脂材料的工序,通过进行加热处理,使所述热塑性树脂材料以及所述热固性树脂材料流动而浸渗入所述碳纳米管集合体的间隙;以及

去除所述基板的工序;

在所述碳纳米管片是连接至散热部件前的状态下,所述热塑性树脂部进行了固化,所述热固性树脂部是未固化状态;

所述碳纳米管片的上表面连接在所述散热部件的下表面时,通过加热处理,所述固化的热塑性树脂部发生软化,与所述未固化的热固性树脂部一同作为接合剂发挥功能。

7.如权利要求6所述的碳纳米管片的制造方法,其特征在于,在浸渗所述热固性树脂材料以及所述热塑性树脂材料的工序中,利用所述热固性树脂材料以及所述热塑性树脂材料来覆盖所述碳纳米管集合体的上端。

8.如权利要求7所述的碳纳米管片的制造方法,其特征在于,在浸渗所述热塑性树脂材料以及所述热固性树脂材料的工序之后,具有使所述碳纳米管的上端露出的工序,其中,对覆盖所述碳纳米管集合体上端的所述热塑性树脂材料以及所述热固性树脂材料进行研磨,使所述碳纳米管的上端露出。

9.一种半导体装置的制造方法,其特征在于,该方法具有如下工序:

将半导体元件连接至配线基板的连接焊盘的工序;

准备碳纳米管片的工序,所述碳纳米管片包含:排列有两根以上碳纳米管的碳纳米管集合体;浸渗入所述碳纳米管集合体中央区域中的热塑性树脂部;以及按照包围所述热塑性树脂部的方式浸渗入所述碳纳米管集合体外周区域中的热固性树脂部,所述碳纳米管的上端被所述热固性树脂部以及所述热塑性树脂部覆盖;

将所述碳纳米管片配置在所述半导体元件上的工序;以及

将散热部件配置在所述碳纳米管片上,使所述碳纳米管的上端与所述散热部件接触的工序,其中,通过向下侧按压所述散热部件并同时进行加热处理,从而沿着横向挤出所述碳纳米管集合体上的所述热塑性树脂以及所述热固性树脂,使所述碳纳米管的上端与所述散热部件接触,

在所述碳纳米管片是连接至所述散热部件前的状态下,所述热塑性树脂部进行了固化,所述热固性树脂部是未固化状态;

所述碳纳米管片的上表面连接在所述散热部件的下表面时,通过加热处理,所述固化的热塑性树脂部发生软化,与所述未固化的热固性树脂部一同作为接合剂发挥功能。

10.如权利要求9所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,在使所述碳纳米管的上端与所述散热部件接触的工序中,所述散热部件在下表面侧具有凹部并在周边设置有突出部,所述散热部件的突出部与所述配线基板接合,所述碳纳米管片的上表面与所述散热部件的凹部的底面接触。

碳纳米管片以及半导体装置、碳纳米管片的制造方法以及半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及碳纳米管片以及半导体装置、碳纳米管片的制造方法以及半导体装置的制造方法。

背景技术

[0002] 以往,在服务器和个人电脑中,为了高效地对半导体元件所发出的热量进行散热,半导体元件经由导热性片与散热件(heat spreader)连接。作为导热性片,使用铜片或者硅脂等。

[0003] 散热件与半导体元件夹着导热性片与其密合并被固定。另外,导热性片需要吸收半导体元件在工作中由于发热而产生的翘曲等,并高效地进行传热。

[0004] 然而,使用铜片作为导热性片的情况下,存在由于半导体元件的翘曲而导致在界面上发生剥离的问题。另外,使用硅脂作为导热性片的情况下,随着热循环,硅脂被挤出至外侧而容易产生溢流(pump-out)或者空孔。

[0005] 近年来,由于半导体元件的高性能化,芯片尺寸大型化,存在在半导体元件工作中发生更大的翘曲的倾向。另外,由于半导体元件的多芯片化,存在在两个以上半导体元件之间产生阶差的情况。因此,期待具有更高的导热性并且具有能够充分吸收半导体元件的翘曲和阶差的柔软性的导热性片。

[0006] 作为具有这种特性的导热性片,提出了一种使用碳纳米管的技术。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2011-96978号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2012-224507号公报

发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 本发明的目的在于提供一种新颖结构的碳纳米管片和半导体装置以及它们的制造方法,能够吸收半导体元件的翘曲等。

[0013] 用于解决问题的手段

[0014] 根据以下公开的一个观点,提供一种碳纳米管片,该碳纳米管片具有:排列有两根以上碳纳米管的碳纳米管集合体;热塑性树脂部,其形成于上述碳纳米管集合体的中央区域;以及未固化的热固性树脂部,其按照包围上述热塑性树脂部的方式形成于上述碳纳米管集合体的外周区域。

[0015] 另外,根据其公开的其它观点,提供一种半导体装置,该半导体装置具有:配线基板;半导体元件,其与上述配线基板的连接焊盘连接;碳纳米管片,其配置在上述半导体元件上;以及散热部件,其配置在上述碳纳米管片上,所述碳纳米管片包含:排列有两根以上

碳纳米管的碳纳米管集合体;热塑性树脂部,其形成于上述碳纳米管集合体的中央区域;以及热固性树脂部,其按照包围上述热塑性树脂部的方式形成于上述碳纳米管集合体的外周区域。

[0016] 此外,根据其公开的其它观点,提供一种碳纳米管片的制造方法,该方法包括如下工序:在基板上形成两根以上碳纳米管而得到碳纳米管集合体;在上述碳纳米管集合体上的中央区域配置热塑性树脂材料,并且按照包围上述热塑性树脂材料的方式在上述碳纳米管集合体上的外周区域配置未固化的热固性树脂材料;通过进行加热处理,使上述热塑性树脂材料以及上述热固性树脂材料流动而浸渗入上述碳纳米管集合体的间隙;以及去除上述基板。

[0017] 此外,根据其公开的其它观点,提供一种半导体装置的制造方法,该方法具有如下工序:将半导体元件连接至配线基板的连接焊盘的工序;准备碳纳米管片的工序;将上述碳纳米管片配置在上述半导体元件上的工序;以及将散热部件配置在上述碳纳米管片上,通过向下侧按压上述散热部件并同时加热处理,从而沿着横向挤出上述碳纳米管集合体上的上述热塑性树脂以及上述热固性树脂,使上述碳纳米管的上端与上述散热部件接触的工序,所述碳纳米管片包含:排列有两根以上碳纳米管的碳纳米管集合体;浸渗入上述碳纳米管集合体的中央区域中的热塑性树脂部;以及按照包围上述热塑性树脂部的方式浸渗入上述碳纳米管集合体的外周区域中的未固化的热固性树脂部,上述碳纳米管的上端被上述热固性树脂部以及上述热塑性树脂部所覆盖。

[0018] 发明效果

[0019] 根据以下的公开,碳纳米管片配置于半导体元件的上表面与散热部件的下表面之间,作为导热性片发挥功能。

[0020] 通过使具有适度的柔软性的热塑性树脂部浸渗入碳纳米管片的中央区域,能够充分地吸收半导体元件在工作时由于发热而产生的翘曲等。

[0021] 另外,通过使接合强度较强的热固性树脂部浸渗入碳纳米管片的外周区域,能够使碳纳米管片与半导体元件和散热部件牢固地接合。

[0022] 这样,由于碳纳米管片同时具有适度的柔软性和较强的接合性,因此即使半导体元件产生翘曲等,也可以得到稳定且较高的散热性能。

附图说明

[0023] 图1的(a)和(b)是示出实施方式的碳纳米管片的截面图以及俯视图。

[0024] 图2的(a)和(b)是示出实施方式的变形例的碳纳米管片的截面图以及俯视图。

[0025] 图3的(a)~(d)是示出实施方式的碳纳米管片的制造方法的截面图(其一)。

[0026] 图4的(a)和(b)是示出实施方式的碳纳米管片的制造方法的截面图(其二)。

[0027] 图5的(a)和(b)是示出实施方式的碳纳米管片的制造方法的截面图以及俯视图(其三)。

[0028] 图6的(a)和(b)是示出实施方式的碳纳米管片的制造方法的截面图以及俯视图(其四)。

[0029] 图7是示出实施方式的碳纳米管片的制造方法的截面图(其五)。

[0030] 图8是示出实施方式的碳纳米管片的制造方法的截面图(其六)。

- [0031] 图9的(a)～(c)是示出实施方式的半导体装置的制造方法的截面图(其一)。
- [0032] 图10是示出实施方式的半导体装置的制造方法的截面图(其二)。
- [0033] 图11是示出实施方式的半导体装置的截面图(其一)。
- [0034] 图12是示出实施方式的半导体装置的截面图(其二)。
- [0035] 图13是示出实施方式的半导体装置的截面图(其三)。
- [0036] 图14是示出其它实施方式的碳纳米管片的截面图(其一)。
- [0037] 图15的(a)和(b)是示出其它实施方式的碳纳米管片的截面图(其二)。

具体实施方式

- [0038] 以下,参照附图对实施方式进行说明。
- [0039] 图1～图2示出实施方式的碳纳米管片,图3～图8示出实施方式的碳纳米管片的制造方法。
- [0040] 如图1(a)和(b)所示,在实施方式的碳纳米管片1中,沿着垂直方向取向的两根以上碳纳米管10a隔着细微的间隙在横向上并列排列。
- [0041] 碳纳米管集合体10由两根以上碳纳米管10a形成。参照图1(b)的俯视图,碳纳米管集合体10形成为四边形。
- [0042] 在碳纳米管集合体10的中央区域A的间隙中形成有热塑性树脂部20。热塑性树脂部20可以是未固化的或者已固化的。
- [0043] 作为热塑性树脂部20的优选的示例,使用杨氏模量为1.1Gpa左右的聚乙烯树脂、或者杨氏模量为1.1Gpa左右的聚丙烯树脂。
- [0044] 另外,在碳纳米管集合体10的外周区域B的间隙中按照包围热塑性树脂部20的方式形成有热固性树脂部22。热固性树脂部22为未固化的状态。作为热固性树脂部22的一个恰当的示例,使用杨氏模量为2.4Gpa左右的环氧树脂、或者杨氏模量为2.8Gpa左右的聚酰亚胺树脂。
- [0045] 这样,热塑性树脂部20具有杨氏模量比热固性树脂部22小的特性。杨氏模量较小则柔软性优异,杨氏模量较大则柔软性较低,并具有较硬的特性。
- [0046] 热塑性树脂部20的柔软性比热固性树脂部22更优异,并具有适度的弹性。另一方面,热固性树脂部22的柔软性较低,但是具有较高的接合力。
- [0047] 如后述那样,实施方式的碳纳米管片1配置在半导体元件的上表面与散热部件的下表面之间,作为导热性片发挥功能。导热性片也称为TIM(热界面材料,Thermal Interface Material)。
- [0048] 通过将具有适度的柔软性的热塑性树脂部20配置在碳纳米管片1的中央区域A,能够充分吸收半导体元件在工作时由于发热而产生的翘曲等。
- [0049] 此外,将接合强度较强的热固性树脂部22配置在碳纳米管片1的外周区域B,能够使碳纳米管片1的外周区域B与半导体元件以及散热部件牢固地接合。
- [0050] 热塑性树脂部20以及热固性树脂部22覆盖各碳纳米管10a的上端。另一方面,各碳纳米管10a的下端从热塑性树脂部20以及热固性树脂部22露出。
- [0051] 碳纳米管10a的热导率为1500W/mK～3000W/mK的程度,远高于铜的热导率(81W/mK左右)。而且,碳纳米管10a的机械强度远优于铜。

[0052] 因此,碳纳米管片1能够适合地用作用于将来自半导体元件的发热传导至散热部件的导热性片。

[0053] 如上述那样,实施方式的碳纳米管片1配置在半导体元件与散热部件之间作为导热性片发挥功能。此时,由于热塑性树脂部20以及热固性树脂部22的热导率较低,因此利用散热部件对覆盖各碳纳米管10a上端的热塑性树脂部20以及热固性树脂部22进行按压,并使其沿着横向挤出。

[0054] 由此,各碳纳米管10a的上端与散热部件的下表面接触。

[0055] 因此,热固性树脂部22成为未固化的状态。另外,热塑性树脂部20即使在固化之后,当再次加热时也会流动化,因此可以是固化状态,也可以是未固化状态。

[0056] 或者,如图2(a)以及(b)的碳纳米管片1a那样,各碳纳米管10a的上端也可以从热塑性树脂部20以及热固性树脂部22的上表面露出。这种情况下,通过机械研磨,对上述的图1(a)以及(b)的碳纳米管片1的上表面侧的热塑性树脂部20以及热固性树脂部22进行研磨,直到各碳纳米管10a的上端露出。其它结构与图1(a)以及(b)的碳纳米管片1相同。

[0057] 在将图2(a)以及(b)的碳纳米管片1a用作导热性片时,保持该状态使各碳纳米管10a上端的露出面与散热部件接触。

[0058] 图2(a)以及(b)的碳纳米管片1a由于需要进行机械研磨的工序,因此,与图1(a)以及(b)的碳纳米管片1相比,在制造成本方面较为不利。

[0059] 接着,对图1(a)以及(b)的碳纳米管片1的制造方法进行说明。

[0060] 如图3(a)所示,首先,准备硅基板30。硅基板30用作用于形成碳纳米管的基座。在硅基板30的两面可以形成有硅氧化膜。在硅基板30上划定有两个以上碳纳米管形成区域,在图3(a)中示出一个碳纳米管形成区域。

[0061] 以硅基板30作为基板进行了示例,但是也能够使用陶瓷基板或者玻璃基板等各种基板。

[0062] 接着,如图3(b)所示,通过溅射法等,在硅基板30上的整个面上形成膜厚为2.5nm左右的铁(Fe)膜作为催化剂金属膜32。催化剂金属膜32是通过CVD法形成的,作为用于形成碳纳米管的催化剂。

[0063] 作为催化剂金属膜32,除了铁之外,还可以使用钴(Co)、镍(Ni)、金(Au)、银(Ag)、或者铂(Pt)。

[0064] 接着,如图3(c)所示,以650℃的温度对硅基板30进行5分钟~10分钟的加热处理。由此,使催化剂金属膜32微粒化而得到催化剂金属微粒32a。

[0065] 接着,如图3(d)所示,通过热CVD(化学气相沉积,Chemical Vapor Deposition)法,以催化剂金属微粒32a作为催化剂,在硅基板30上使两根以上碳纳米管10a生长。由此,得到沿着横向排列两根以上碳纳米管10a而形成的碳纳米管集合体10。

[0066] 如图3(d)的部分放大图所示,在催化剂金属微粒32a上生长的各碳纳米管10a是沿着垂直于硅基板30表面的方向取向而形成的。

[0067] 作为使用热CVD法的碳纳米管10a的生长条件,例如,使用分压比为1:9的乙炔·氩气的混合气体作为原料气体,设定成膜腔的总气压为1kPa、温度为650℃、生长时间为30分钟。

[0068] 接着,如图4(a)所示,准备在中央部上设置有开口部22x的热固性树脂片22a。热固

性树脂片22a为未固化状态(B阶段)的树脂。热固性树脂片22a是热固性树脂材料的一个示例,其是用于形成前述的图1(a)以及(b)的碳纳米管片1的热固性树脂部22的树脂材料。

[0069] 另外,如图4(b)所示,准备尺寸与热固性树脂片22a的开口部22x的尺寸对应的未固化的热塑性树脂片20a。热塑性树脂片20a是热塑性树脂材料的一个示例,其是用于形成前述的图1(a)以及(b)的碳纳米管片1的热塑性树脂部20的树脂材料。

[0070] 然后,如图5(a)以及(b)所示,将图4(a)的热固性树脂片22a配置在碳纳米管集合体10的外周区域B之上。进而,将图4(b)的热塑性树脂片20a配置在热固性树脂片22a的开口部22x内。由此,按照包围配置在碳纳米管集合体10上的中央区域A内的热塑性树脂片20a的方式将热固性树脂片22a配置在外周区域B。

[0071] 接着,利用按压部件(未图示)向下侧按压热塑性树脂片20a以及热固性树脂片22a,同时以温度:200℃、处理时间:1分钟的条件进行加热处理。

[0072] 由此,如图6(a)以及(b)所示,使配置于碳纳米管集合体10上的热塑性树脂片20a以及热固性树脂片22a软化,从而使各树脂流入并浸渗入碳纳米管集合体10内的间隙。

[0073] 由此,使热塑性树脂部20浸渗入碳纳米管集合体10的中央区域A的间隙,并使热固性树脂部22浸渗入外周区域B的间隙。

[0074] 当采用上述树脂的加热条件时,在该时刻,热塑性树脂部20以及热固性树脂部22仍然是未固化的状态。

[0075] 通过以上方式,通过热塑性树脂部20以及热固性树脂部22使碳纳米管集合体10一体化并形成片状。

[0076] 在上述方式中,对热塑性树脂片20a以及热固性树脂片22a进行加热,同时形成了热塑性树脂部20以及热固性树脂部22。此外,也可以在形成热塑性树脂部20之后形成热固性树脂部22。另外,相反地,也可以在形成热固性树脂部22之后形成热塑性树脂部20。

[0077] 或者,也可以通过分配器等分别涂布液态的热塑性树脂以及热固性树脂从而形成热塑性树脂部20以及热固性树脂部22。

[0078] 然后,如图7所示,将一体化为片状的碳纳米管集合体从硅基板30中剥离。然后,将一体化为片状的碳纳米管集合体10切断以得到各个碳纳米管形成区域。

[0079] 通过以上方式,制造前述的图1(a)以及(b)的碳纳米管片1。由于利用树脂对碳纳米管集合体10进行一体化并形成单片状,因此碳纳米管片1具有良好的可操作性。

[0080] 在采用前述的图2(a)以及(b)的碳纳米管片1a的情况下,如图8所示,在图6(a)的工序之后,通过机械研磨等去除碳纳米管集合体10的上表面侧的热塑性树脂部20以及热固性树脂部22。由此,使各碳纳米管10a的上端从热塑性树脂部20以及热固性树脂部22露出。

[0081] 接着,对使用图1(a)以及(b)的碳纳米管片1作为导热性片的半导体装置的制造方法进行说明。

[0082] 如图9(a)所示,首先,准备配线基板40。配线基板40的上表面侧具有由铜等构成的连接焊盘P,下表面侧具有由焊料等构成的外部连接端子T。连接焊盘P经由形成于配线基板40内部的多层配线(未图示)与外部连接端子T电连接。

[0083] 接着,如图9(b)所示,准备下表面侧具有凸点(bump)电极52的半导体元件50(LSI芯片)。并且,经由焊料(未图示)使半导体元件50的凸点电极52倒装连接(flip-chip

interconnect)于配线基板40的连接焊盘P。作为半导体元件50,使用工作时发热量较大的CPU芯片等。

[0084] 然后,在半导体元件50与配线基板40之间的间隙填充底部填充树脂54。

[0085] 接着,如图9(c)所示,在半导体元件50的上表面配置前述的图1(a)以及(b)的碳纳米管片1。碳纳米管片1配置于半导体元件50的上表面,使得热塑性树脂部20以及热固性树脂部22覆盖各碳纳米管10a的一面侧成为上侧。

[0086] 接着,如图10所示,准备散热件60作为散热部件。散热件60具有平板部62,以及从平板部62的周边向下侧突出的环状的突出部64,在下表面侧的中央部上设置有凹部C。作为散热件60的一个示例,使用在无氧铜部件的外表面施加了镍镀的散热件。

[0087] 接着,如图11所示,经由热固性的接合剂66将散热件60的突出部64配置于配线基板40的周边部。

[0088] 进而,利用按压部件(未图示)向下侧按压散热件60,同时以温度:250℃、处理时间:20~30分钟的条件进行加热处理。

[0089] 此时,对散热件60的凹部C的深度进行调整,使得散热件60的凹部C的底面与碳纳米管片1的各碳纳米管10a的上端抵接。

[0090] 由此,如图11的部分放大图所示,使碳纳米管片1的上侧的热塑性树脂部20以及未固化的热固性树脂部22流动并被沿横向挤出。即使在已固化的情况下,也能够通过再次加热,使热塑性树脂部20软化并被沿横向挤出。

[0091] 由此,形成碳纳米管片1的各碳纳米管10a的上端与散热件60的凹部C的底面接触的状态。碳纳米管片1的各碳纳米管10a的下端原本就是露出的,因此形成与半导体元件50的上表面接触的状态。

[0092] 通过该加热处理,碳纳米管片1的热塑性树脂部20以及热固性树脂部22完全固化。

[0093] 由此,碳纳米管片1的上表面与散热件60的凹部C的底面通过热塑性树脂20以及热固性树脂22接合。并且与此同时,碳纳米管片1的下表面与半导体元件50的上表面通过热塑性树脂部20以及热固性树脂部22接合。而且与此同时,散热件60的突出部64通过热固性的接合剂66接合在配线基板40的周边部。

[0094] 通过以上方式,制造实施方式的半导体装置2。

[0095] 需要说明的是,也可以将碳纳米管片1的上表面侧按压接合于散热件60的凹部C的底面之后,使碳纳米管片1的下表面侧接合于半导体元件50的上表面。

[0096] 如图11所示,实施方式的半导体装置2中,半导体元件50的凸点电极52倒装连接于在前述的图9(a)中说明的配线基板40的连接焊盘P。半导体元件50与配线基板40之间填充有底部填充树脂54。

[0097] 另外,散热件60的环状的突出部64通过接合剂66接合在配线基板40的周边部。由此,将半导体元件50容纳在散热件60的凹部C内。

[0098] 在半导体元件50的上表面与散热件60的凹部C的底面之间的区域内,设置有图1(a)的碳纳米管片1作为导热性片。碳纳米管片1的外周区域B的下表面通过热固性树脂部22与半导体元件50的上表面接合。另外,碳纳米管片1的外周区域B的上表面通过热固性树脂部22与散热件60的凹部C的底面接合。

[0099] 另外,碳纳米管片1的中央区域A的下表面通过热塑性树脂部20与半导体元件50的

上表面接合。另外,碳纳米管片1的中央区域A的上表面通过热塑性树脂部20与散热件60的凹部C的底面接合。

[0100] 并且,碳纳米管片1的各碳纳米管10a的下端与半导体元件50的上表面接触。另外,碳纳米管片1的各碳纳米管10a的上端与散热件60的凹部C的底面接触。

[0101] 这样,在实施方式的半导体装置2中,如在前述的制造方法中说明的那样,能够使热传导度较高的碳纳米管10a的上端以及下端确实地与散热件60以及半导体元件50接触。

[0102] 由此,传热路径的热阻减小,能够经由碳纳米管片1将从半导体元件50发出的热量充分地传导至散热件60侧并进行散热。

[0103] 另外,在碳纳米管片1的中央区域A形成有具有适度的柔软性的热塑性树脂部20。因此,即使半导体50在工作中由于发热而产生翘曲,也能够利用热塑性树脂部20对翘曲进行吸收。

[0104] 因此,即使半导体元件50在工作中产生翘曲,也能够使各碳纳米管10a的上端以及下端始终与散热件60以及半导体元件50接触。因此,能够抑制半导体装置2内的传热路径的接触热阻的变化,因此,可以得到稳定且较高的散热性能。由此,能够使发热量大的CPU芯片等半导体元件50正常地工作。

[0105] 另外,即使在由于半导体元件的多芯片化而导致在多数半导体元件之间产生阶差的情况下,也能够通过具有柔软性的热塑性树脂部20来吸收阶差。

[0106] 另外,在碳纳米管片1的外周区域B形成有缺乏柔软性和流动性但是接合强度较高的热固性树脂部22。由此,能够使碳纳米管片1与半导体元件50以及散热件60牢固地接合。

[0107] 因此,即使半导体元件50在工作中产生翘曲,也能够保持碳纳米管片1与半导体元件50以及散热件60之间的接合,防止碳纳米管片1的剥离。

[0108] 另外,由于外周区域B的热固性树脂部22的树脂刚性比中央区域A的热塑性树脂部20高,因此,能够防止碳纳米管片1的压缩变形。

[0109] 进而,由于外周区域B的热固性树脂部22内也存在碳纳米管10a,因此,在外周区域B内的导热性也较高,能够将半导体元件50的热量高效地传导至散热件60。

[0110] 这样,由于实施方式的碳纳米管片1在中央区域A内具有适度的柔软性,在外周区域B内兼具较强的接合性,因此,即使半导体元件50产生翘曲也能够稳定地传导热量而不会剥离。

[0111] 此处,提及一下与本实施方式不同的使用在整体上浸渗并固化有热固性树脂的碳纳米管片的情况。在这种情况下,即使对固化后的热固性树脂进行再次加热也不会流动化,因此,难以在前述的图11的工序中使碳纳米管10a的上端露出而与散热件60接触。

[0112] 与此相对,由于热塑性树脂在固化后也能够通过再次加热而流动化,因此,工艺不受限制,能够容易使主要部分的碳纳米管10a的上端露出,从这一观点来看也是有利的。

[0113] 在图12所示的半导体装置2a中,隔着导热材料68在图11的半导体装置2的散热件60之上进一步设置有热沉(heat sink)70。热沉70由平板部72以及在该平板部72上突出的两片以上散热翅片74形成。作为导热材料68,也可以使用前述的实施方式的碳纳米管片1。

[0114] 图12的半导体装置2a的散热件60以及热沉70是散热部件的一个示例。

[0115] 此外,在图13所示的半导体装置2b中,隔着导热材料68在图11的半导体装置2的散热件60上进一步设置有热管(heat pipe)80。在热管80中,通过封入至密闭的导管内的工作

液体的蒸发/凝结的相变化来输送热量来进行散热。

[0116] 在图13的半导体装置2b中,作为热传导部件68,也可以使用前述的实施方式的碳纳米管片1。

[0117] 图13的半导体装置2b的散热件60以及热管80是散热部件的一个例子。

[0118] (其它实施方式)

[0119] 在前述的图1(a)以及(b)的碳纳米管片1中,在碳纳米管集合体10的整个中央区域A上统一形成了热塑性树脂部20。

[0120] 而在图14所示的碳纳米管1b内,热塑性树脂部20被分割为两个以上并配置在碳纳米管集合体10的中央区域A内。并且,热固性树脂部22以从碳纳米管集合体10的外周区域B延伸至中央区域A的方式形成,并以包围两个以上的热塑性树脂部20的方式形成。

[0121] 按照半导体元件的容易发热的部位来分割配置两个以上热塑性树脂部20,由此能够将半导体元件所产生的热量高效地传导至外部。另外,由于在碳纳米管片1b的中央区域A的一部分上也形成有接合性较强的热固性树脂部22,因此在要增强接合强度时比较方便。

[0122] 两个以上热塑性树脂部20除圆形以外可以采用四边形等各种形状,并且也可以任意地设置分割数量。

[0123] 为了制造图14的碳纳米管1b,只要在前述的图5(a)以及(b)的工序中,在碳纳米管集合体10上配置设置有两个以上开口部的热固性树脂材料,并在该开口部分别配置热塑性树脂材料并同样浸渗树脂即可。

[0124] 另外,如图15的(a)和(b)所示的碳纳米管片1c那样,也可以是如下结构:仅在中央区域A的热塑性树脂部20内设置碳纳米管10a,外周区域B的热固性树脂部22中不存在碳纳米管10a。

[0125] 这种情况下,碳纳米管片1c通过配置在整个外周区域B的热固性树脂部22与半导体元件以及散热件更牢固地接合。在该方式中,由于热固性树脂部22中不存在碳纳米管,因此,与图1(a)以及(b)的碳纳米管片1相比,散热性方面较为不利。

[0126] 标号说明

[0127] 1、1a、1b、1c:碳纳米管片;

[0128] 2、2a、2b:半导体装置;

[0129] 10:碳纳米管集合体;

[0130] 10a:碳纳米管;

[0131] 20:热塑性树脂部;

[0132] 20a:热塑性树脂片;

[0133] 22:热固性树脂部;

[0134] 22a:热固性树脂片;

[0135] 22x:开口部;

[0136] 30:硅基板;

[0137] 32:催化剂金属膜;

[0138] 32a:催化剂金属微粒;

[0139] 40:配线基板;

[0140] 50:半导体元件;

- [0141] 52:凸点电极;
- [0142] 54:底部填充树脂;
- [0143] 60:散热件;
- [0144] 62:平板部;
- [0145] 64:突出部;
- [0146] 70:热沉;
- [0147] 72:平板部;
- [0148] 74:散热翅片;
- [0149] 80:热管;
- [0150] A:中央区域;
- [0151] B:外周区域;
- [0152] P:连接焊盘;
- [0153] T:外部连接端子。

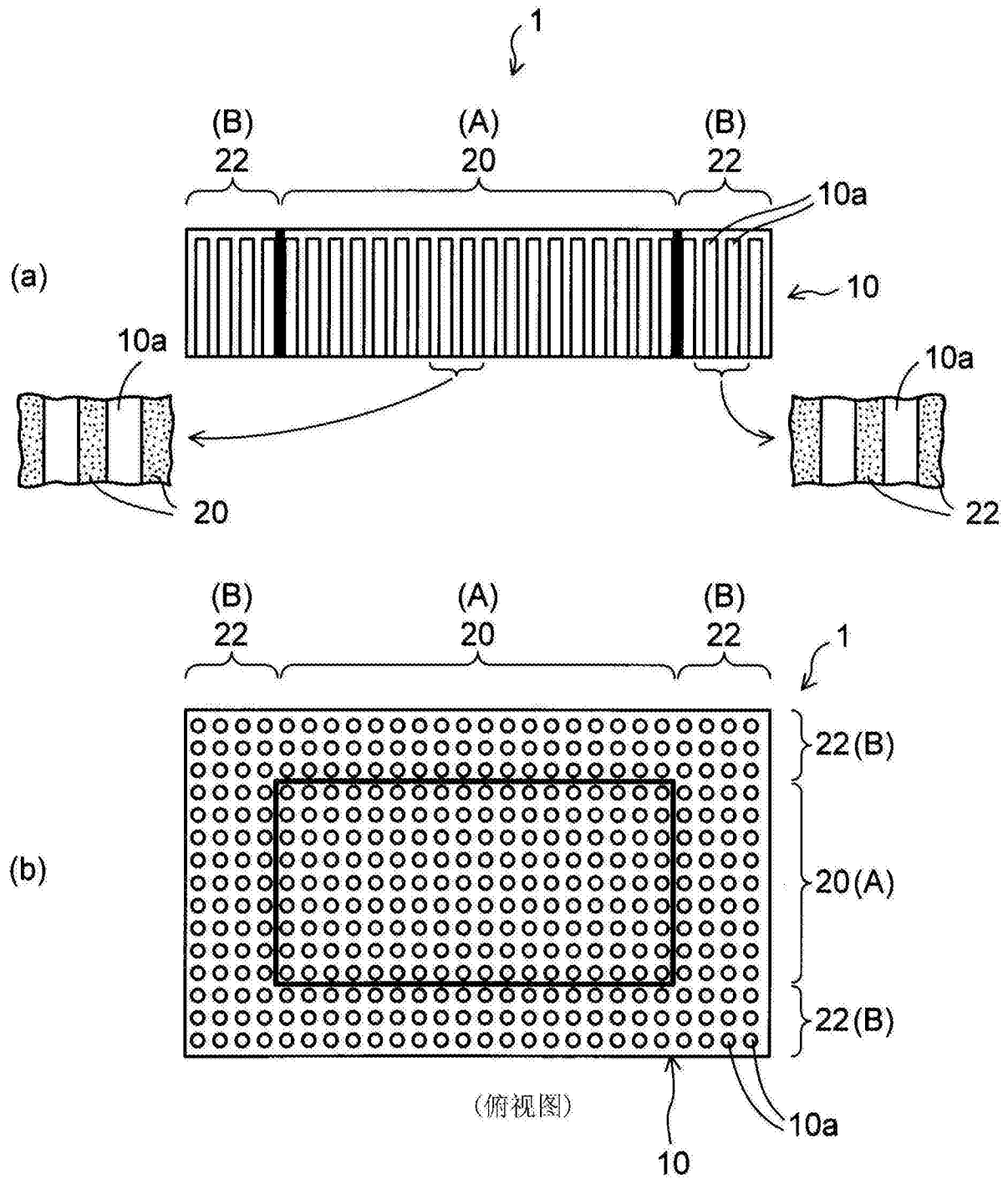


图1

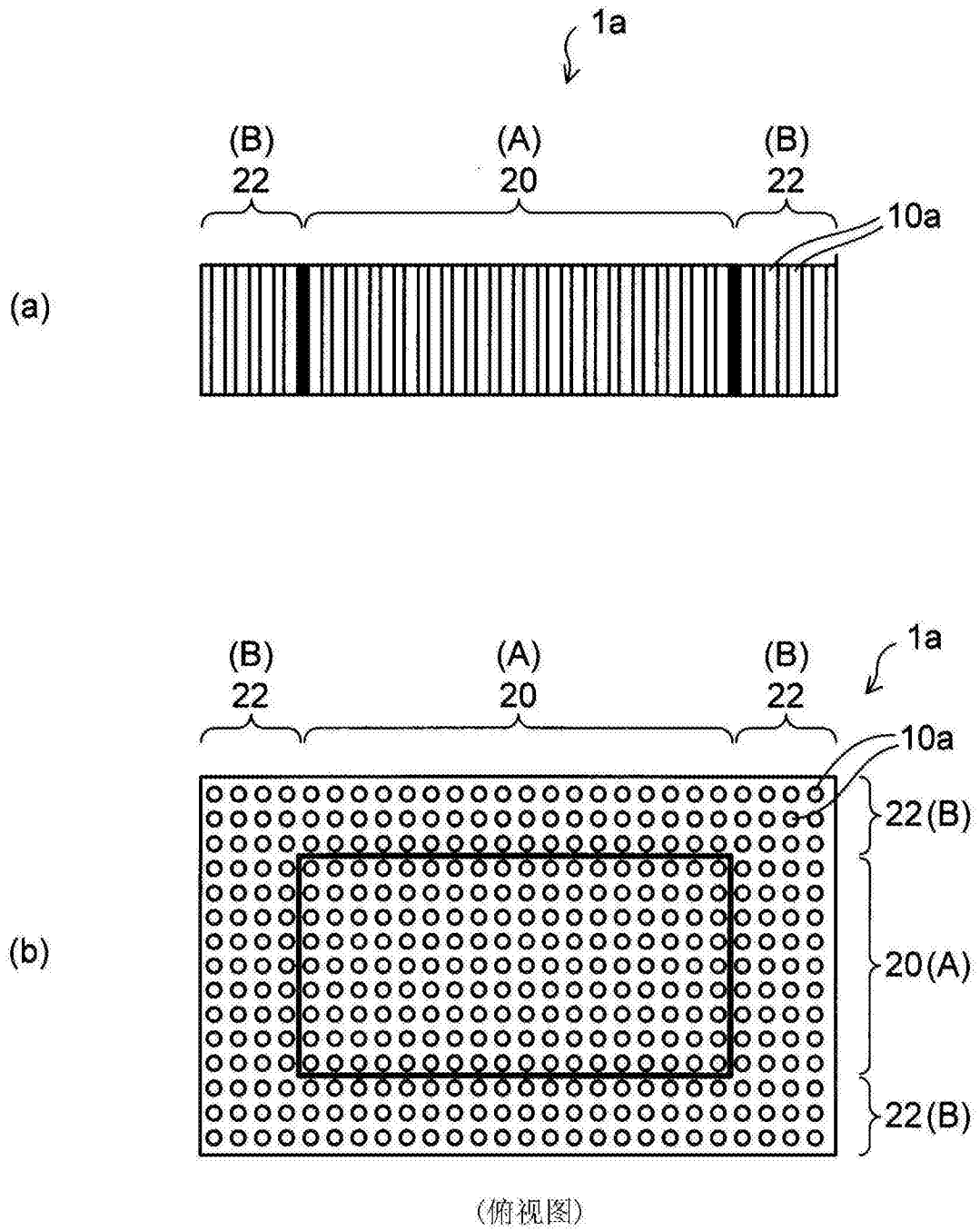


图2

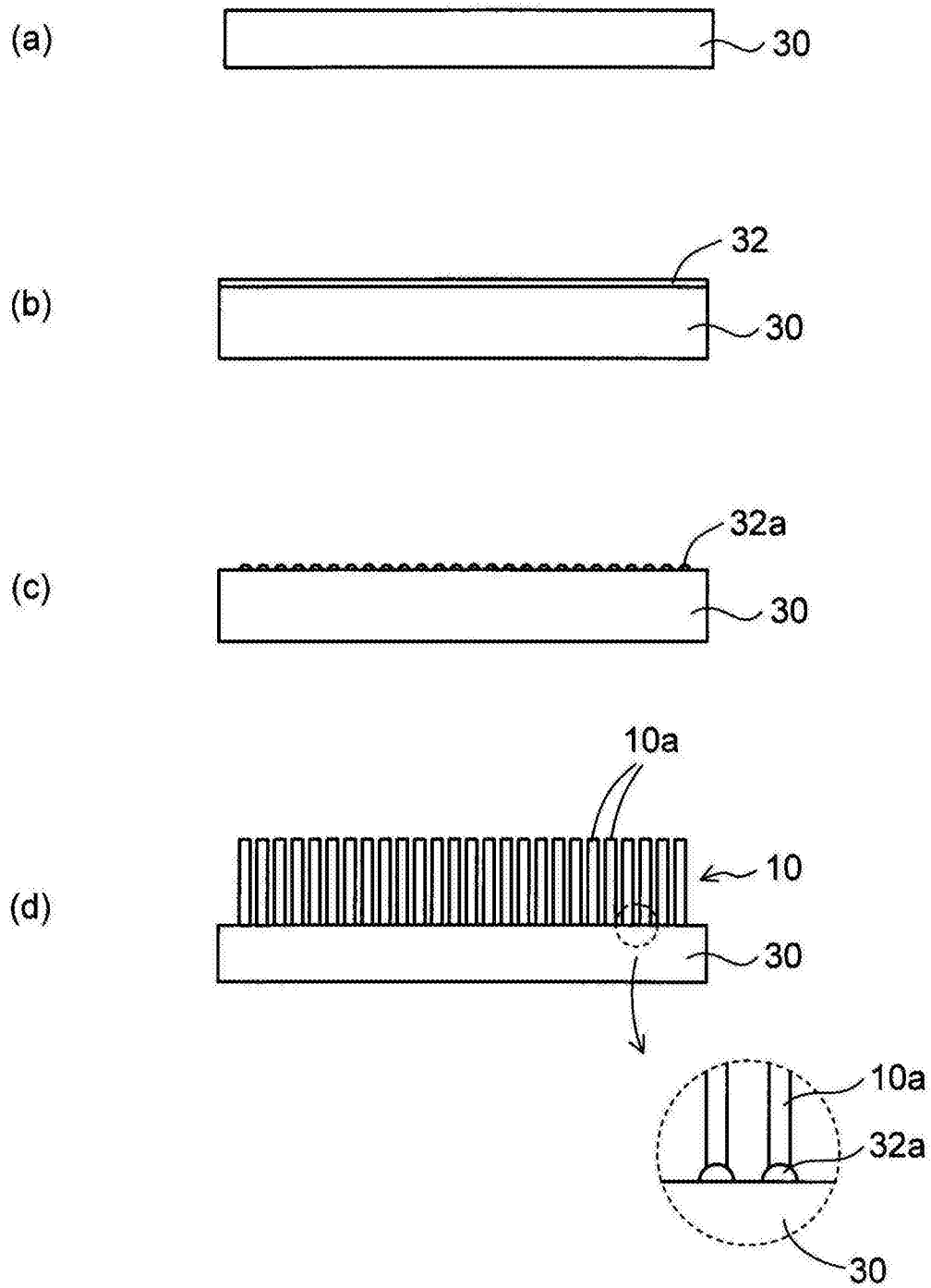


图3

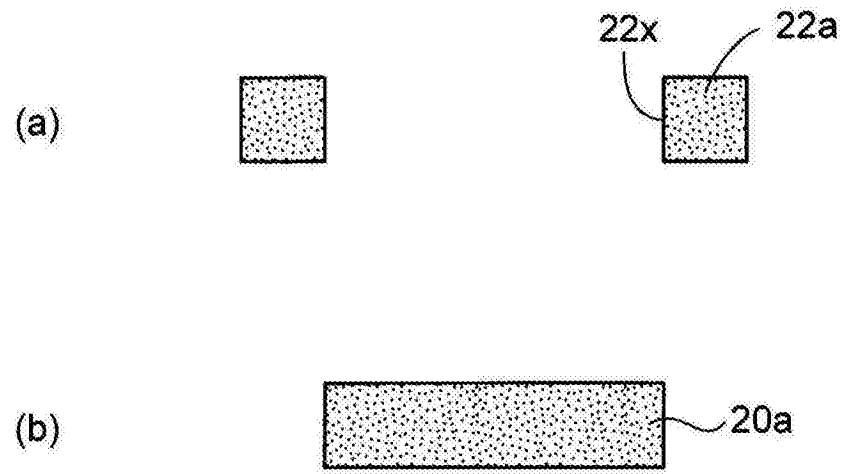


图4

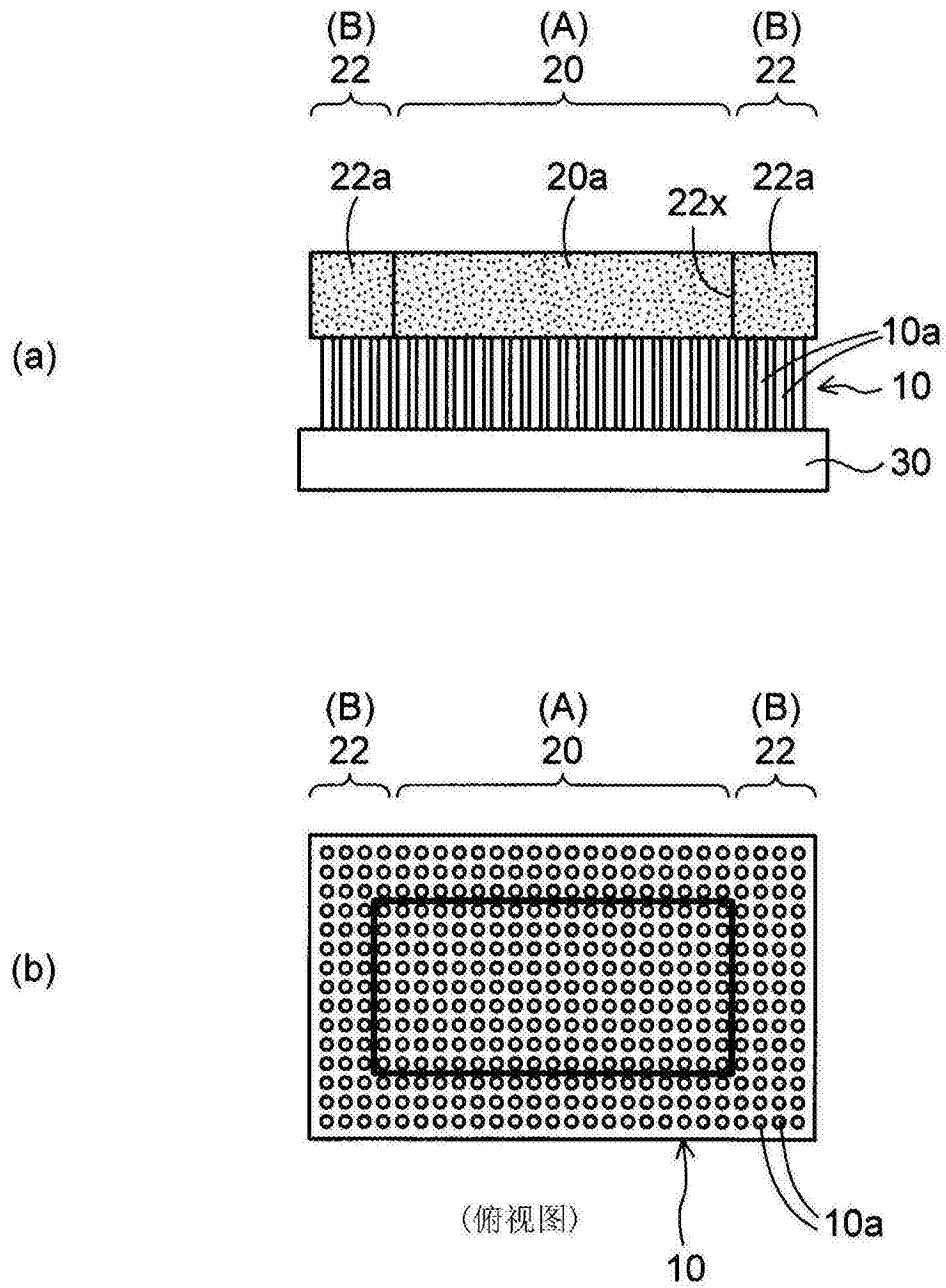


图5

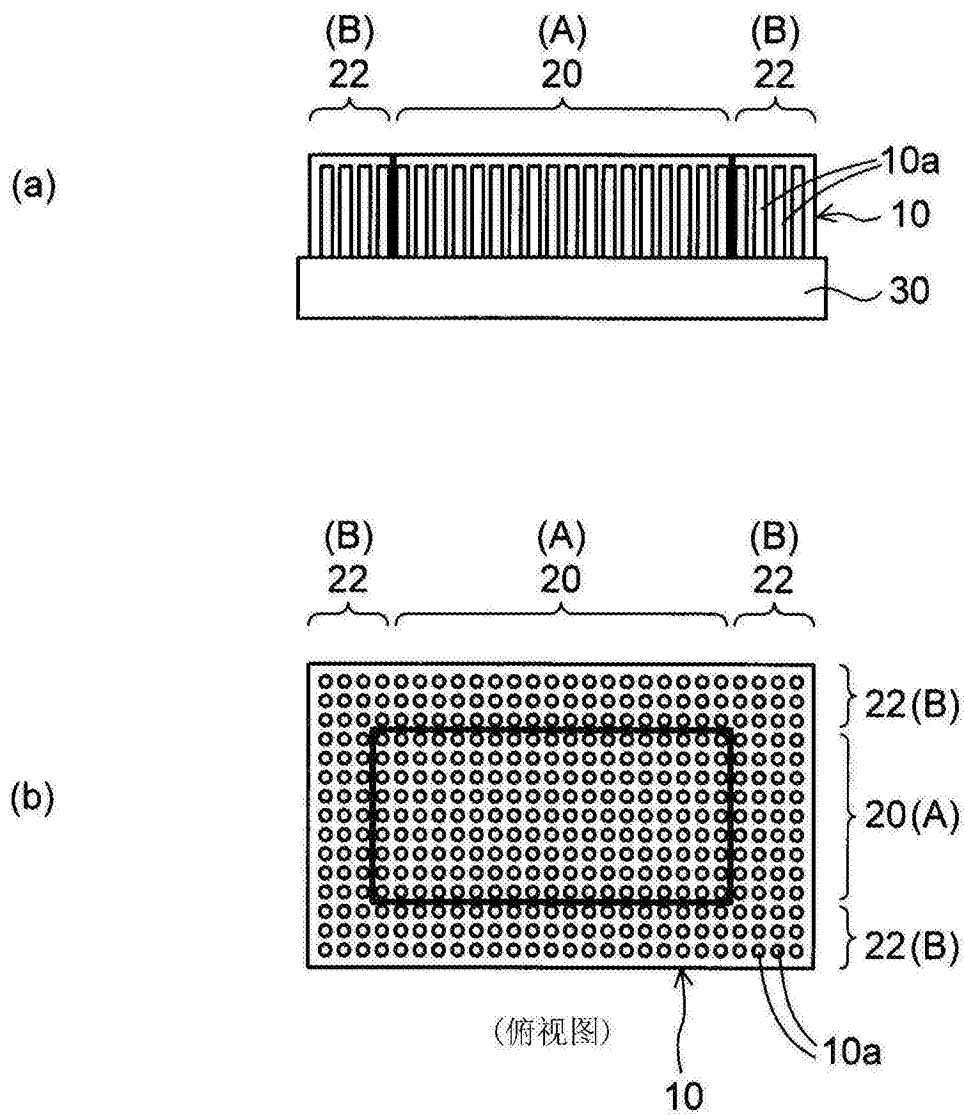


图6

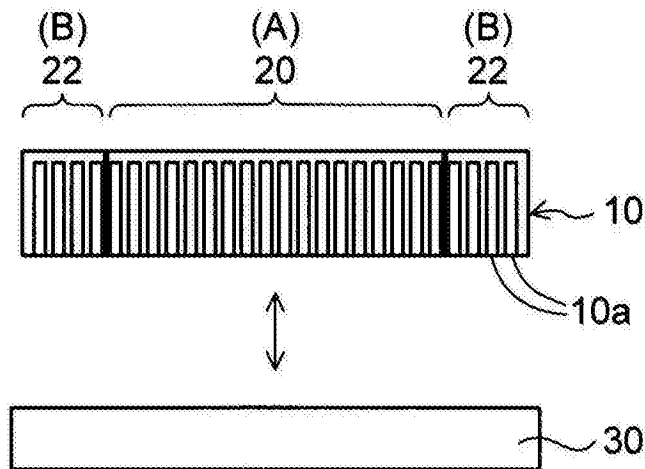


图7

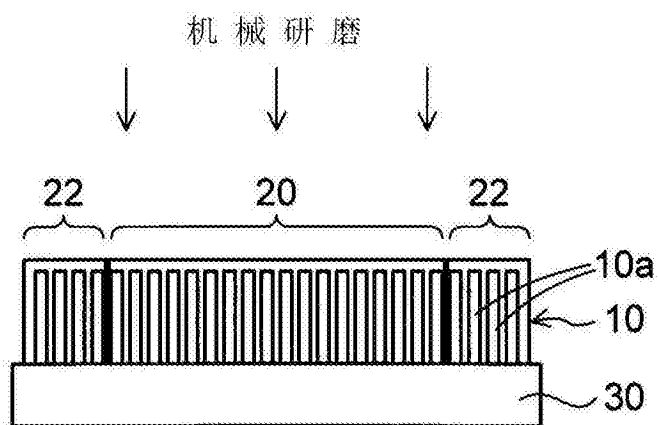


图8

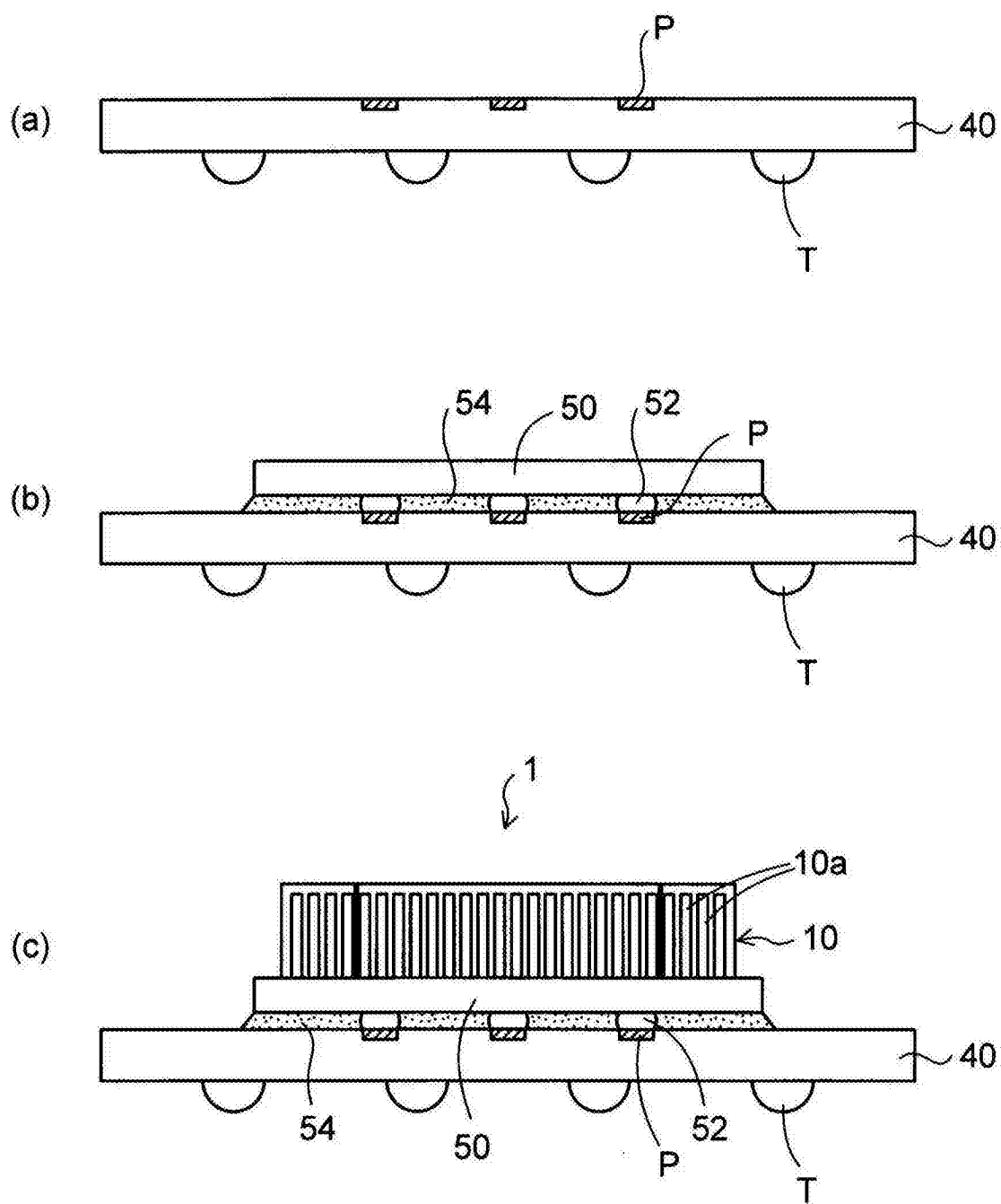


图9

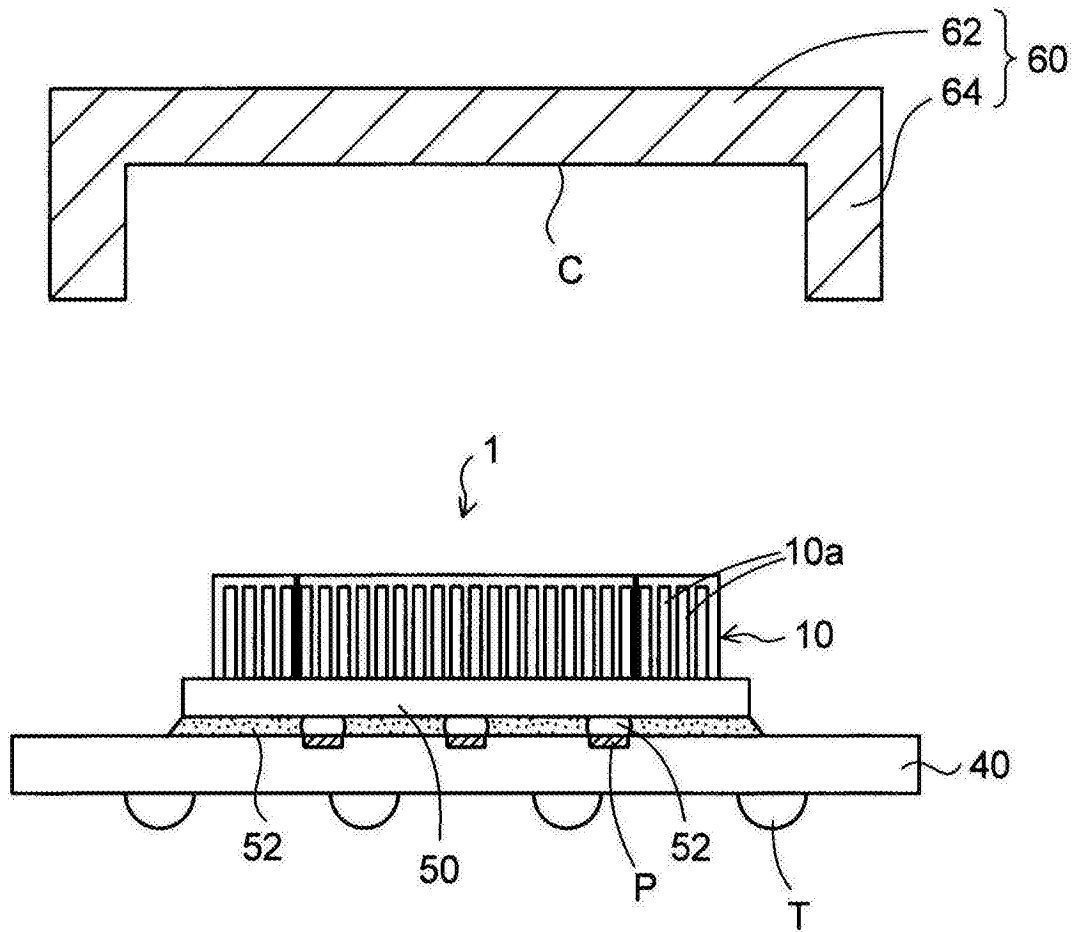


图10

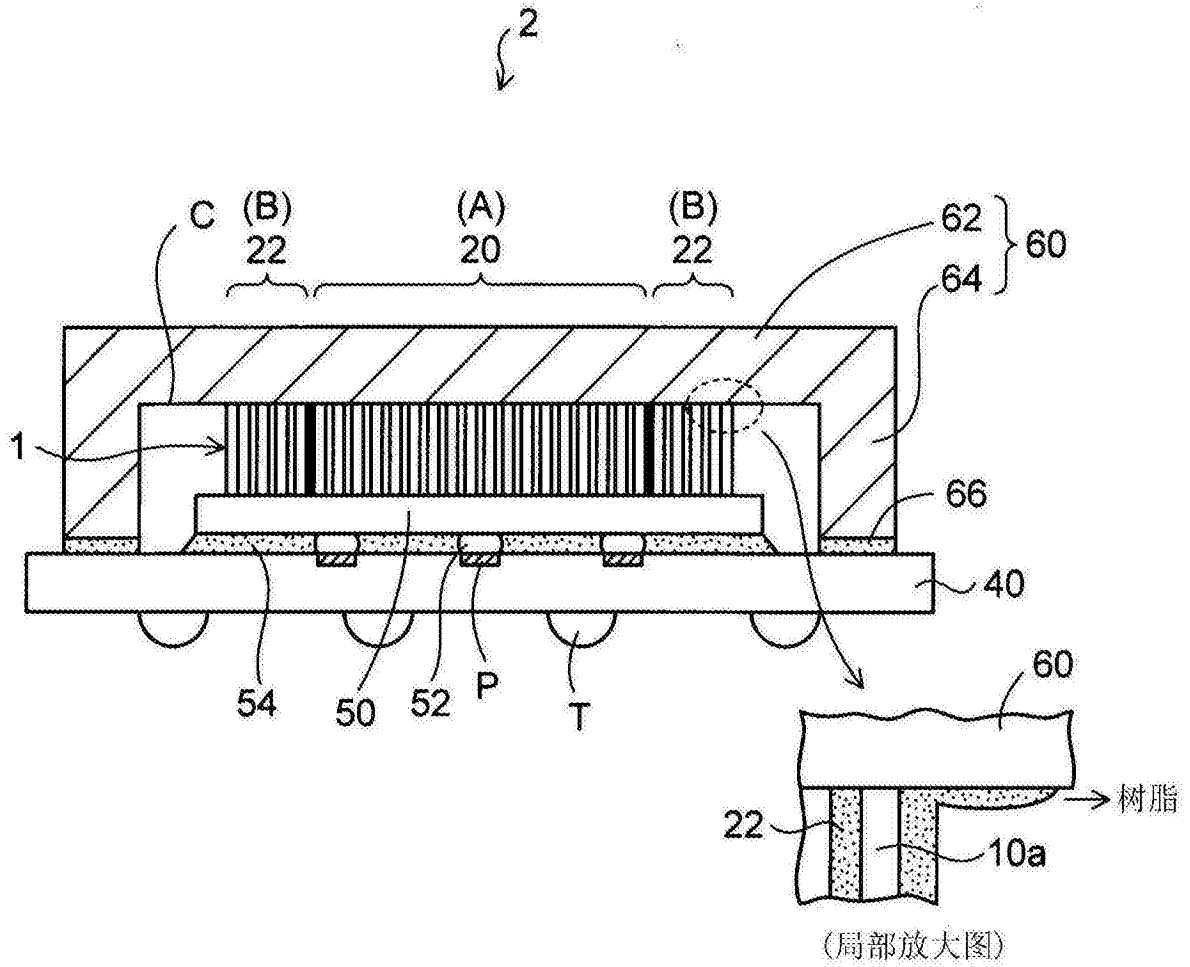


图11

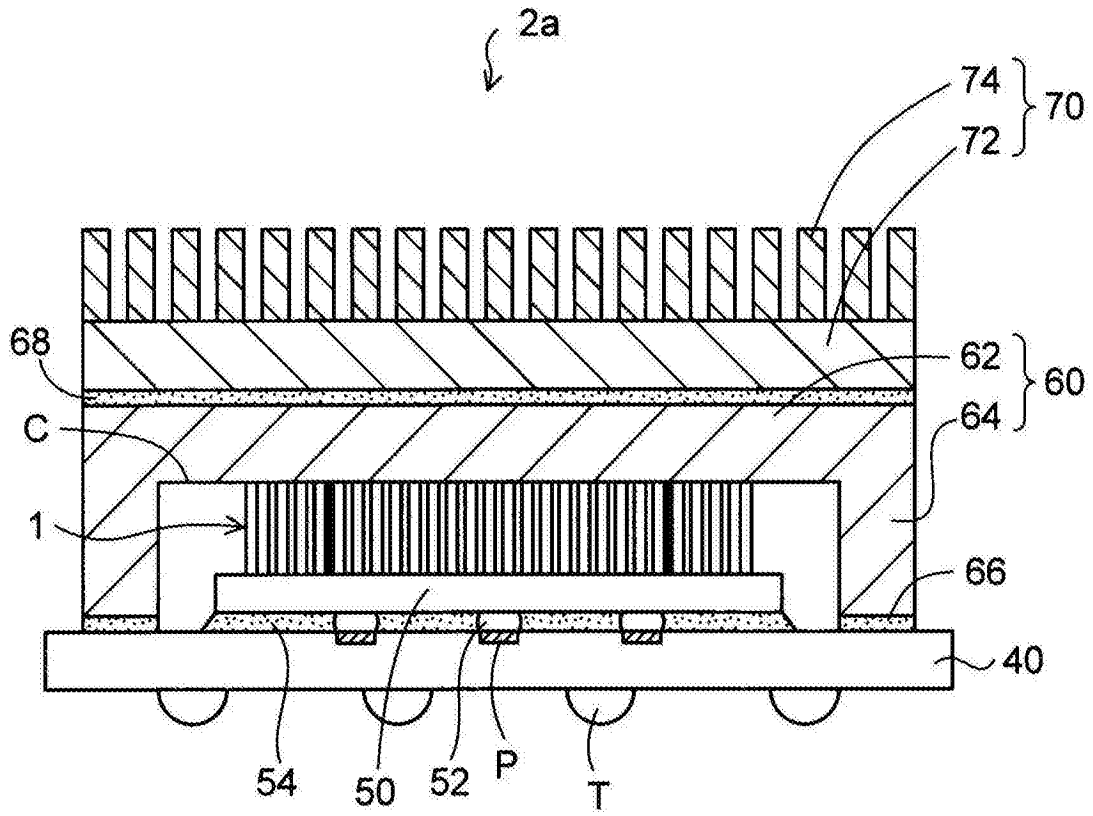


图12

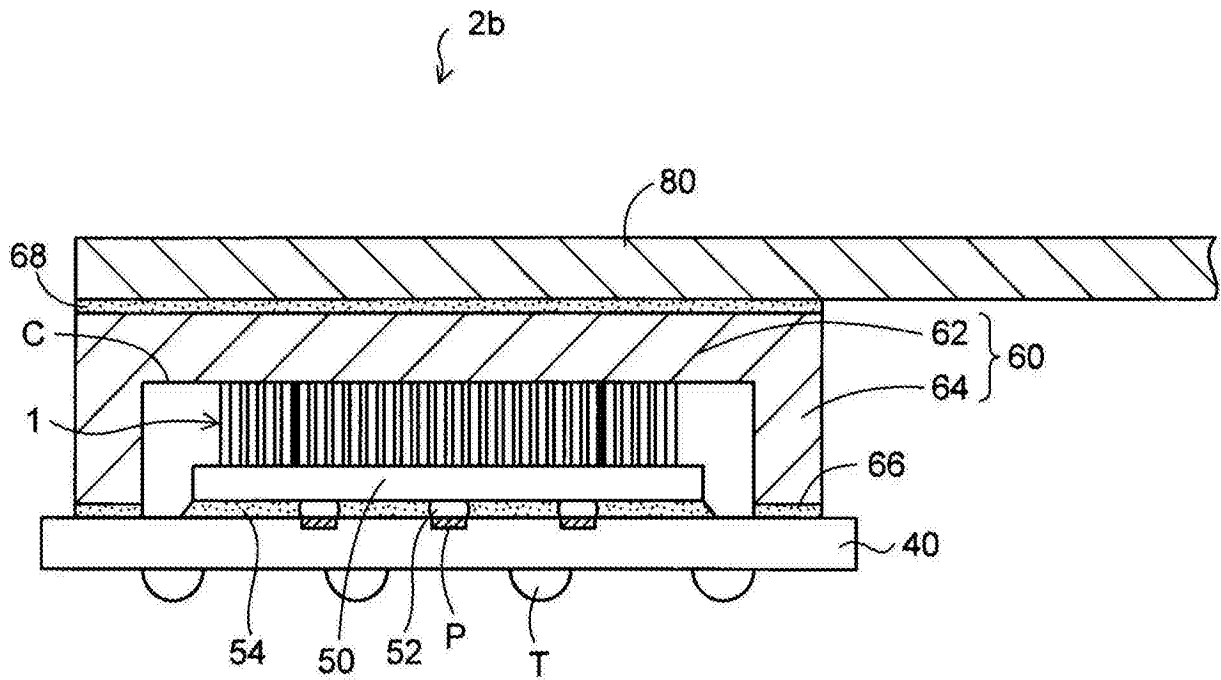


图13

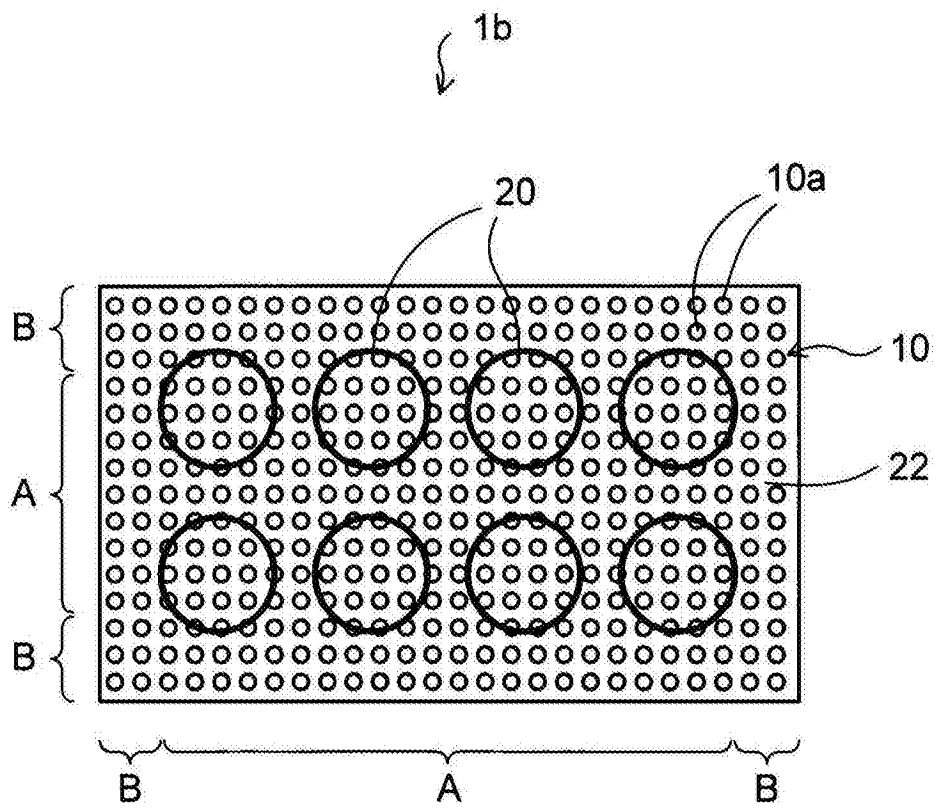


图14

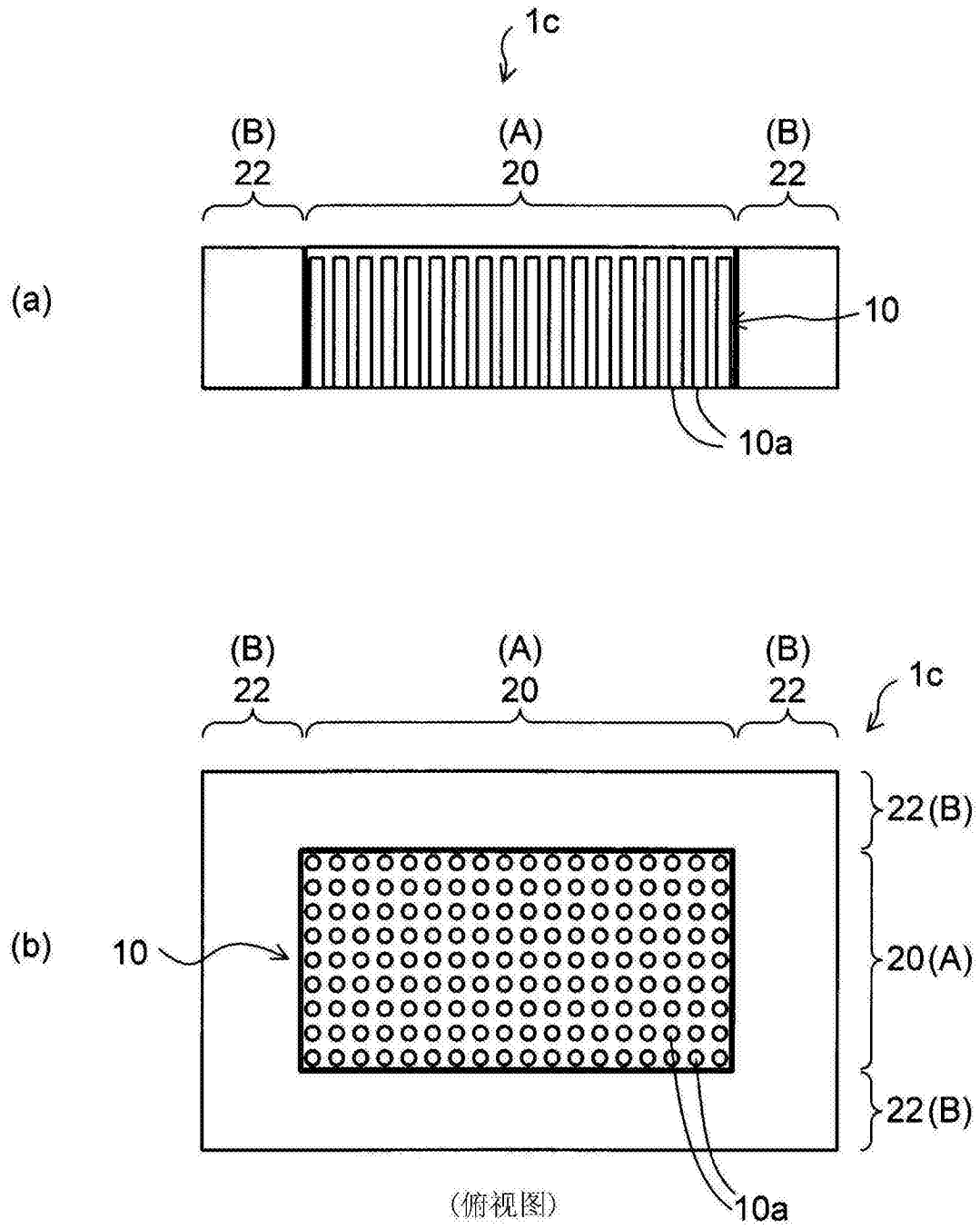


图15