



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104040742 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201280066552. 1

代理人 岳雪兰

(22) 申请日 2012. 12. 10

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01L 35/32 (2006. 01)

2012-006440 2012. 01. 16 JP

H01L 35/08 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/081984 2012. 12. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/108518 JA 2013. 07. 25

(71) 申请人 科理克株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 近内三冲 小西明夫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

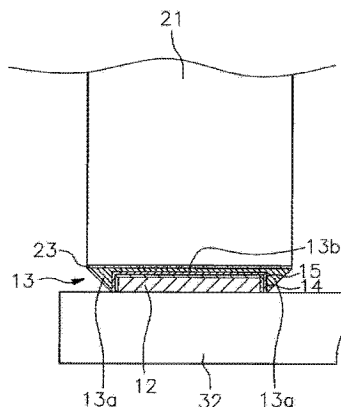
权利要求书1页 说明书14页 附图16页

(54) 发明名称

热电元件及具备该热电元件的热电模块

(57) 摘要

本发明提供一种热电元件及具备该热电元件的热电模块,热电元件(10)具备:p型、n型半导体元件(21、22),其具有上端面和下端面;下电极(12),其以将彼此邻接的p型、n型半导体元件(21、22)彼此连接的方式与其下端面接合,并且在该接合部分比下端面面积小;接合部(13),其由焊料形成,具有面接合部(13b)和角焊部(13a),面接合部(13b)将p型、n型半导体元件(21、22)的下端面与下电极(12)的对置面彼此接合,角焊部(13a)形成为,填充构成由下端面和下电极(12)形成的台阶部的相互交叉的下电极(12)的侧面与下端面之间。



1. 一种热电元件,其特征在于,具备:

元件部,其由具有珀尔贴效应或塞贝克效应的半导体材料形成,具有第一面和与所述第一面相反侧的第二面;

一对电极,其以将彼此邻接的所述元件部彼此连接的方式将所述元件部的所述第一面和所述第二面彼此接合,并且在与所述第一、第二面的接合部分比所述第一、第二面面积小;

接合部,其由焊料形成,具有面接合部和角焊部,所述面接合部将所述元件部的所述第一面或所述第二面与所述电极对置的面彼此接合,所述角焊部形成为,充填构成由所述第一面或第二面与所述电极形成的台阶部的所述电极的侧面与所述第一面或所述第二面之间。

2. 根据权利要求1所述的热电元件,其特征在于,所述电极具有大致I形的形状。

3. 根据权利要求1或2所述的热电元件,其特征在于,所述电极的侧面实施有使焊料的润湿性提高的表面处理。

4. 根据权利要求3所述的热电元件,其特征在于,所述表面处理是包括Au、Ag、Sn、Rh、Pd、Ni及焊料镀敷中的任一种的镀敷处理。

5. 根据权利要求1或2所述的热电元件,其特征在于,所述角焊部以覆盖所述电极的侧面的方式形成。

6. 一种热电模块,其特征在于,具备:

如权利要求1或2所述的热电元件;
多个所述热电元件规则地排列的基板。

7. 根据权利要求6所述的热电模块,其特征在于,所述热电元件至少配置在模块的外侧。

热电元件及具备该热电元件的热电模块

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热电元件及具备热电元件的热电模块,该热电元件由具有珀尔贴效应或塞贝克效应的半导体材料构成。

背景技术

[0002] 近年来,使用一种设备,其利用使电流相对于包括经由一对电极接合的 p 型半导体元件和 n 型半导体元件的热电元件向规定方向流动,从而使热电元件的一个端部发热并且使另一个端部吸热的所谓的珀尔贴效应。

[0003] 例如,在专利文献 1 中,为了提供小型且吸热量大的热电模块,公开了一种使 p 型热电元件及 n 型热电元件的宽度比下部电极及上部电极的宽度大,并且使 p 型热电元件及 n 型热电元件以在电极上的排列方向及与该排列方向垂直的方向上从下部电极及上部电极露出的方式配置的热电模块的结构。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1:(日本)特开 2007-48916 号公报(平成 19 年 2 月 22 日公开)

发明内容

[0007] 然而,在上述现有的热电模块中,具有如下所示的问题点。

[0008] 即,在上述公报所公开的热电模块中,在 p 型、n 型热电元件与电极接合的接合面,存在电极比 p 型、n 型热电元件小的部分,但是没有提及接合各热电元件与电极的焊料的形状。

[0009] 因此,在热电元件的第一面侧和第二面侧产生大的温度差,而因高温侧的膨胀和低温侧的收缩导致热电模块整体变形时,根据焊料形状,对于构成模块的多个热电元件(尤其是配置在外侧的热电元件)而言,存在应力集中在热电元件与电极的接合部附近,使热电元件破损的可能。

[0010] 本发明的课题在于,提供一种热电元件及具备该热电元件的热电模块,即使在热电模块产生温度差而在热电模块产生变形的情况下,也能够避免向半导体元件集中应力,从而防止热电元件的破损。

[0011] 第一发明的热电元件具备元件部、一对电极和接合部。元件部由具有珀尔贴效应或塞贝克效应的半导体材料形成,具有第一面和与第一面相反侧的第二面。一对电极以使彼此邻接的元件部彼此连接的方式使元件部的第一面与第二面彼此接合,并在与第一、第二面的接合部分比第一、第二面面积小。接合部由焊料形成,具有面接合部和角焊部。面接合部将元件部的第一面或第二面与电极对置的面彼此接合。角焊部形成为,充填构成由第一面或第二面与电极形成的台阶部的电极的侧面与第一面或第二面之间。

[0012] 在这里,在使电极与由具有所谓的珀尔贴效应的半导体材料形成的元件部的一面(第一面)和其相反侧的面(第二面)彼此接合的热电模块中,与元件部的第一、第二面接

合的电极在其接合面比元件部面积小。即,在从与接合面垂直的方向看的俯视时,在接合面以利用元件部覆盖电极的方式进行配置。在该第一、第二面与电极的接合部分,在从电极的侧面和从电极露出的元件部的台阶部的面之间,设有由焊料形成的角焊部。

[0013] 在这里,角焊是指在利用焊料接合元件部与电极的接合中,从电极露出的焊料的部分。

[0014] 由此,即使在因元件部的发热面与吸热面之间的温度差导致热电模块整体产生弯曲应力的情况下,利用上述角焊部的形状,也能够避免应力在热电元件附近集中。其结果是,能够防止由应力集中引起的热电元件的破损。

[0015] 第二发明的热电元件在第一发明的热电元件的基础上,电极具有大致 I 形的形状。

[0016] 在这里,作为将彼此邻接的一对元件部彼此连接的电极的形状,采用大致 I 形的形状。

[0017] 由此,由于大致 I 形的形状的中央部分变细,所以能够将彼此邻接的元件部彼此电连接,并且将应力向接合元件部与电极部的接合部的集中抑制在最小限度。

[0018] 第三发明的热电元件在第一或第二发明的热电元件的基础上,电极的侧面实施有使焊料的润湿性提高的表面处理。

[0019] 由此,在接合元件部的第一、第二面与电极部时,焊料也铺展润湿到电极部的侧面,从而能够使角焊部成为所需的形状。

[0020] 第四发明的热电元件在第三发明的热电元件的基础上,表面处理是包括 Au、Ag、Sn、Rh、Pd、Ni 及焊料镀敷中的任一种的镀敷处理。

[0021] 由此,能够容易地使电极部的侧面的焊料的润湿性提高。

[0022] 第五发明的热电元件在第一至第四发明中的任一热电元件的基础上,角焊部以覆盖所述电极的侧面的方式形成。

[0023] 由此,能够更有效地避免应力在热电元件附近集中,从而防止因应力集中引起的热电元件的破损。

[0024] 第六发明的热电模块具有第一至第五发明中的任一热电元件、多个所述热电元件规则地排列的基板。

[0025] 由此,通过在基板上构成配置多个上述热电元件的热电模块,能够得到防止因应力集中引起的热电元件的破坏的上述效果。

[0026] 第七发明的热电模块在第六发明的热电模块的基础上,热电元件至少配置在模块的外侧。

[0027] 在这里,在将多个热电元件配置在基板上而构成的热电模块中,将上述结构的热电元件至少配置在模块的外侧。

[0028] 由此,通过在由热电模块的两面的温度差产生的弯曲应力的影响最大的外侧配置上述热电元件,从而即使在因模块两面的温度差导致模块整体产生弯曲应力的情况下,也能够有效地防止热电元件的破坏。

附图说明

[0029] 图 1(a) 是表示包括本发明的一个实施方式的热电元件的热电模块的结构的立体

图。图 1(b) 是图 1(a) 的 X 部分的放大图。

[0030] 图 2(a) 是表示构成图 1 的热电模块的上基板及上电极的平面图。图 2(b) 是表示构成图 1 的热电模块的下基板及下电极的平面图。

[0031] 图 3(a) 是从侧面看到的图 1 的热电模块的一部分的结构的透视图。图 3(b) 是图 3(a) 的 Y 部分的放大图。

[0032] 图 4 是表示从 A 方向看到的图 3(b) 的 n 型半导体元件与下电极的接合部分的结构放大图。

[0033] 图 5 是表示图 4 的下电极附近的结构的放大平面图。

[0034] 图 6 是表示实施本发明的热电模块的耐久性试验的试验装置的结构图。

[0035] 图 7 是表示图 6 的试验装置的试验结果的曲线图。

[0036] 图 8(a) 是表示在本发明的一个实施例的应力模拟中将热电元件安装在夹具上的状态的图。图 8(b) 是表示热电模块产生变形时的应力分布的图。

[0037] 图 9(a) 是表示图 8(b) 的 B—B' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。图 9(b) 是表示图 8(b) 的 C—C' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。

[0038] 图 10(a) 是表示在本发明的变形例的应力模拟中将热电元件安装在夹具上的状态的图。图 10(b) 是表示在热电模块产生变形时的应力分布的图。

[0039] 图 11(a) 是表示图 10(b) 的 B—B' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。图 11(b) 是表示图 10(b) 的 C—C' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。

[0040] 图 12(a) 是表示在本发明的变形例的应力模拟中将热电元件安装在夹具上的状态的图。图 12(b) 是表示在热电模块产生变形时的应力分布的图。

[0041] 图 13(a) 是表示图 12(b) 的 B—B' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。图 13(b) 是表示图 12(b) 的 C—C' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。

[0042] 图 14(a) 是表示在本发明的比较例的应力模拟中将热电元件安装在夹具上的状态的图。图 14(b) 是表示在热电模块产生变形时的应力分布的图。

[0043] 图 15(a) 是表示图 14(b) 的 B—B' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。图 15(b) 是表示图 14(b) 的 C—C' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。

[0044] 图 16(a) 是表示在现有例的应力模拟中将热电元件安装在夹具上的状态的图。图 16(b) 是表示在热电模块产生变形时的应力分布的图。

[0045] 图 17(a) 是表示图 16(b) 的 B—B' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。图 17(b) 是表示图 16(b) 的 C—C' 方向的 n 型或 p 型半导体元件的应力分布的曲线图。

具体实施方式

[0046] 以下, 利用图 1(a) ~ 图 5 对包括本发明的一个实施方式的热电元件 10 的热电模块 50 进行说明。

[0047] 【热电模块 50】

[0048] 本实施方式的热电模块 50 是作为利用所谓的珀尔贴效应的温度控制用设备或利用塞贝克效应的发电设备搭载于各种设备的装置,如图 1(a) 所示,构成为多个热电元件 10 在基板(上下基板 31、32)之间以规则地排列的状态接合。

[0049] 热电元件 10 对上下一对电极(上电极 11、下电极 12)施加电压,所述上下一对电极相对于具有大致长方体形状的 n 型半导体元件(元件部)21 及 p 型半导体元件(元件部)22 的上端面(第一面)和下端面(第二面)接合,从而例如在 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上端面引起吸热现象,在下端面引起发热现象,得到所谓的珀尔贴效应。

[0050] 在这里,珀尔贴效应是指,在一对 n 型半导体元件 21 和 p 型半导体元件 22 经由金属制的上电极 11 接合的 π 型热电元件 10 中,例如,如果电流从 n 型半导体元件 21 流向 p 型半导体元件 22,则在 π 型热电元件 10 的上端面吸热、在下端面发热的珀尔贴模块功能。

[0051] 需要说明的是,排列在热电模块 50 内的多个热电元件 10 的详细结构将在后文详述。

[0052] 上基板 31 是由陶瓷形成的板状部件,如图 2(a) 所示,规则地排列的多个上电极 11 是通过镀敷法形成的。需要说明的是,对于上电极 11,也可以通过将 Cu 板焊接在进行了预处理的陶瓷上而形成。

[0053] 下基板 32 与上基板 31 相同,是由陶瓷形成的板状部件,如图 2(b) 所示,下基板 32 在一个方向上比上基板 31 长,具有从上方看时不与上基板 31 重复的非重复区域。下基板 32 与上基板 31 相同,在与上基板 31 对置的区域,利用镀敷法形成规则地排列的多个下电极 12。另外,在上述下基板 32 上的非重复区域设有与导线连接的供电电极 33。需要说明的是,对于上下基板 31、32 的大小关系而言,不限于上述关系。

[0054] 需要说明的是,作为形成上基板 31 及下基板 32 的材料,能够使用由氧化铝 (Al_2O_3) 或氮化铝 (AlN)、硅氮化合物(氮化硅 (Si_3N_4)) 等绝缘性基板构成的热交换基板。

[0055] 供电电极 33 是为了从外部对下电极 12 施加电压而设置的,与后文详述的上下电极 11、12 相同,在 Cu 电极上实施各种镀敷处理。

[0056] 【热电元件 10】

[0057] 如图 3(a) 及图 3(b) 所示,热电元件 10 具备半导体元件(n 型半导体元件 21 及 p 型半导体元件 22)、上电极 11、下电极 12 及接合部 13。

[0058] (半导体元件)

[0059] 在本实施方式中,热电元件 10 所包含的半导体元件由一对 n 型半导体元件 21 及 p 型半导体元件 22 构成。一对 n 型半导体元件 21 及 p 型半导体元件 22 的上端面彼此之间或下端面彼此之间经由上电极 11 或下电极 12 彼此接合。

[0060] n 型半导体元件 21、p 型半导体元件 22 以 Bi_2Te_3 为母材,由包括其他化合物的材料构成。通常, Bi_2Te_3 与金属、陶瓷相比杨氏模量低,破坏强度也低,较为脆弱。

[0061] 在 n 型半导体元件 21 及 p 型半导体元件 22 例如经由上电极 11 彼此接合的情况下,在对与下端面接合的下电极 12 施加电压而使电流从 N 向 P 方向流动时,利用珀尔贴效应在 π 型的热电元件 10 的上表面侧发生吸热,在下表面侧发生发热。由此,作为热电模块 50 整体能够使其具有吸热及发热的功能。

[0062] 另外,n 型半导体元件 21 及 p 型半导体元件 22 具有大致长方体形状,在其上端面

侧与上电极 11 接合,在下端面侧与下电极 12 接合。

[0063] 需要说明的是,如图 3(a) 所示,构成热电模块 50 的 n 型半导体元件 21 和 p 型半导体元件 22 构成为以如下方式反复连结:以在彼此邻接的一个方向,被上电极 11 连结成 π 型,在同一方向上下一个邻接的 p 型半导体元件 22 和 n 型半导体元件 21 被下电极 12 连结为反向的 π 型,在同一方向上再下一个邻接的 n 型半导体元件 21 和 p 型半导体元件 22 被上电极 11 连结成 π 型。

[0064] (上下电极 11、12)

[0065] 上电极 11 及下电极 12 被设置为 Cu 制的电极,如图 2(a) 及图 2(b) 所示,在上下基板 31、32 上规则地排列。上下电极 11、12 为了分别电连接一对半导体元件 (n 型半导体元件 21、p 型半导体元件 22) 的上端面彼此之间、下端面彼此之间,经由接合部 13,相对于 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上端面及下端面彼此接合。

[0066] 在这里,使用图 4 对上下电极 11、12 与 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上端面、下端面的接合部分附近的详细结构进行说明。

[0067] 需要说明的是,在图 4 中,为了便于说明,表示了接合在下基板 32 上的下电极 12 与 n 型半导体元件 21 的下端面的接合部分的放大图,但是接合在上基板 31 上的上电极 11 与 n 型半导体元件 21 的上端面的接合部分也具有同样的结构。另外,p 型半导体元件 22 的下端面与下电极 12 的接合部分、上端面与上电极 11 的接合部分也具有与图 4 所示的 n 型半导体元件 21 的下端面与下电极 12 的接合部分同样的结构。

[0068] 如图 4 所示,下电极 12 直接形成在下基板 32 上,并且在与 n 型半导体元件 21 的下端面对置的表面及侧面具有 Ni 镀敷层 14 及 Au 镀敷层 15。下电极 12 经由在这些 Ni 镀敷层 14、Au 镀敷层 15 及 n 型半导体元件 21 的下端面实施的垒势层 23,与 n 型半导体元件 21 的下端面接合。

[0069] 在这里,上述 Ni 镀敷层 14、Au 镀敷层 15 是为了使形成后述的接合部 13 时的焊料的润湿性提高而在上下电极 11、12 上实施的电极表面处理。需要说明的是,n 型半导体元件 21 的下端面预先以镀敷或熔敷等方法形成有焊料,润湿性得以确保。

[0070] 此外,如图 5 所示,上下电极 11、12 从上方看具有大致 I 形的形状,由电极部 12a、12b 及连结部 12c 构成。

[0071] 需要说明的是,在这里为了便于说明,对下电极 12 的结构进行了说明,但是如图 5 所示,上下电极 11、12 具有相同的形状。

[0072] 如图 5 所示,下电极 12 具有电极部 12a、12b、连结部 12c。

[0073] 电极部 12a、12b 形成从上方看时配置在大致 I 形形状的两端的宽的部分。另外,电极部 12a、12b 经由接合部 13 相对于上述 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上端面及下端面接合。

[0074] 另外,电极部 12a、12b 在被装入热电元件 10 的状态下,如图 5 所示,以从上方看时比 n 型、p 型半导体元件 21、22 的端面的面积小的方式形成。即,电极部 12a、12b 从上方看时其整体被 n 型、p 型半导体元件 21、22 的端面覆盖,除了连结部 12c 的部分,n 型、p 型半导体元件 21、22 的端面向四方突出。

[0075] 连结部 12c 配置在大致 I 形形状的两端所配置的电极部 12a、12b 之间,从上方看时形成大致 I 形的细的部分。也就是说,连结部 12c 在从大致 I 形的下电极 12 的上方看,

以宽度比电极部 12a、12b 窄的方式形成。另外,如图 1(b) 及图 5 所示,连结部 12c 在被装入热电元件 10 的状态下,以其大部分不与 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上下端面接触的方式设置。

[0076] (接合部 13)

[0077] 接着,使用图 3(b) 及图 4 对接合上述 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上下端面与上下电极 11、12 的接合部 13 的结构进行说明。

[0078] 需要说明的是,在图 3(b) 中,为了便于说明,表示了 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与下电极 12 的接合部分,但是 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上端面与上电极 11 的接合部分也是同样的结构。另外,在图 4 中,为了便于说明,表示了 n 型半导体元件 21 的下端面与下电极 12 的接合部分,但是 p 型半导体元件 22 的下端面与下电极 12 的接合部分以及 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上端面与上电极 11 的接合部分也是同样的结构。

[0079] 如图 3(b) 所示,接合部 13 是在接合 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与比这些端面面积小的下电极 12 的电极部 12a、12b 时,由焊料形成的。如图 4 所示,接合部 13 具有:角焊部 13a,其形成为将焊料充填在相互交叉的 n 型半导体元件 21 的下端面的形成从下电极 12 向外侧露出的台阶部的面与下电极 12 的侧面之间;面接合部 13b,其在夹在 n 型半导体元件 21 的下端面与下电极 12 的对置面之间的位置形成为焊料层。

[0080] 在接合 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与下电极 12 的表面时,通过使从该接合部分露出的剩余焊料向下电极 12 的侧面铺展润湿,如图 3(b) 及图 4 所示,在形成上述台阶部的 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面的不与下电极 12 接合的外侧的平面和与其交差的下电极 12 的侧面之间形成角焊部 13a。换句话说,角焊部 13a 是焊料在 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与下电极 12 的侧面之间,从剖面看铺展润湿成大致三角形而形成的。因此,角焊部 13a 以围绕下电极 12 的电极部 12a、12b 的侧面的方式形成。需要说明的是,角焊部 13a 也可以是从剖面看为弧的形状。剩余焊料的量取决于由该角焊部 13a 的膨胀情况而容许的某种程度。

[0081] 在本实施方式中,在热电模块 50 的制造工序中,在使 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与下电极 12 的表面接合时,为了使剩余焊料铺展润湿为所需的形状,在上下电极 11、12 的侧面实施用于使焊料润湿性提高的表面处理。具体地说,如上所述,上下电极 11、12 的侧面形成有 Ni 镀敷层 14 及 Au 镀敷层 15,使焊料的润湿性提高。

[0082] 由此,能够避免在使 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与下电极 12 的表面接合时露出的焊料成为应力容易集中在元件部的形状(例如,包括边缘的形状、山丘形状)。

[0083] 面接合部 13b 是由在接合 n 型、p 型半导体元件 21、22 的下端面与下电极 12 的表面时,不从该接合部分露出而残留的焊料形成的。

[0084] 在本实施方式的热电元件 10 及具备该热电元件 10 的热电模块 50 中,根据上述结构,即使在电压施加到热电模块 50 时,因吸热侧的面与发热侧的面的温度差导致热电模块 50 整体产生弯曲应力的情况下,利用上述接合部 13(角焊部 13a) 的形状,能够使应力不集中在 n 型、p 型半导体元件 21、22 附近,而使应力向下基板 32 分散。

[0085] 由此,能够避免在 n 型、p 型半导体元件 21、22 附近的应力集中,从而防止 n 型、p 型半导体元件 21、22 的破坏。

[0086] 以下,在实施例及比较例等中,验证本发明的效果。

[0087] 【实施例 1】

[0088] 在这里,说明对上述实施方式的热电模块 50 实施耐久性测试的结果。

[0089] 具体地说,使用测试装置 100 实际地向热电模块 50 供电,反复进行向热电模块 50 施加电压而使热电模块 50 产生温度差的工序,使用图 6 及图 7 对实施每隔规定周期检测热电模块 50 整体的电阻变化率的耐久性的结果进行说明。

[0090] 如图 6 所示,测试装置 100 具备电源 101、T 型热电偶 102、103、14 脚蝶形封装 (14pin バタフライパッケージ) 104、热板 105、焊料接合部 106a 和润滑层 106b。

[0091] 热电模块 50 在 14 脚蝶形封装 104 内被焊料接合部 106a 固定。

[0092] 向热电模块 50 供给的电力从电源 101 经由 14 脚蝶形封装 104 的端子 108a 及导线 108b 供给,使热电模块 50 的上下表面产生温度差。

[0093] 电源 101 相对于上述热电模块 50 的导线 108b 反复使规定的电压开一关,使温度差反复产生。

[0094] 为了测定热电模块 50 的上下面的温度,T 型热电偶 102、103 设置在热电模块 50 的上基板 31 的上表面和配置在热电模块 50 的下基板 32 的下表面侧的热板 105 内。

[0095] 热板 105 是 Cu 制的板状部件,经由润滑层 106b 设有 14 脚蝶形封装 104。

[0096] 在本实施例中,使用 $I_{max} = 3.1A$ 、上基板尺寸为 $15mm \times 15mm$ 、下基板尺寸为 $15mm \times 17mm$ 、72 对、半导体元件与电极的接合焊料为 Sn95Sb5 的模块,实施使 I_{max} 的电流值反复开、关的试验。

[0097] 试验条件如下所示。

[0098] • 热板 : $T_h = 85^\circ C$

[0099] • 吸热面 : $T_c = -5^\circ C$

[0100] • 环境 : 大气中

[0101] • 封装材质 : Cu20W80

[0102] • 接合封装与模块的焊料 : BiSn

[0103] • 通常电极模块

[0104] 吸热侧基板 : AlN

[0105] 放热侧基板 : AlN

[0106] • 小电极模块

[0107] 吸热侧基板 : AlN

[0108] 放热侧基板 : AlN

[0109] 图 7 表示使用上述测试装置 100,实施本发明的热电模块 (小电极) 和在半导体元件与电极的接合面电极的面积比半导体元件的面积大的现有的热电模块 (通常电极) 的耐久性测试的结果。

[0110] 需要说明的是,在图 7 所示的曲线图中,横轴表示反复的次数 (周期数),纵轴表示热电模块 50 的导线之间的电阻变化率 ($\Delta R(\%)$)。

[0111] 在这里,电阻变化率 ($\Delta R(\%)$) 是以如下方式定义的。

[0112] $\Delta R(\%) = (R_2 - R_1) / R_1 \times 100(\%)$

[0113] R1 : 试验前 (0 周期) 的阻值

[0114] R2 : 试验后的阻值

[0115] 图 7 表示使用上述测试装置 100, 实施对本发明的热电模块 (小电极) 和在半导体元件与电极的接合面电极的面积比半导体元件的面积大的现有的热电模块 (通常电极) 的耐久性测试的结果。

[0116] 需要说明的是, 在图 7 所示的曲线图中, 纵轴表示电阻变化率 ($\Delta R(\%)$), 横轴表示反复的次数 (周期数)。

[0117] 由图 7 的曲线图可知, 与现有的热电模块 (通常电极) 的测试结果相比, 本发明的热电模块 (小电极) 的测试结果的曲线图的倾斜度较小。

[0118] 即, 根据本发明的热电模块的结构, 即使在使热电模块的上表面与下表面产生温度差的状态反复的情况下, 与现有的热电模块相比, 能够抑制电阻变化率的增加。

[0119] 在这里, 热电模块整体的电阻变化率小是指, 在阻碍每隔规定周期实施耐久性试验时的 p 型、n 型半导体元件所产生的通电的方向上产生、发展的裂纹被抑制, 对热电模块 50 的电特性几乎不造成影响。相反, 热电模块整体的电阻变化率大是指, 超过 p 型、n 型半导体元件的弯曲强度的应力每隔规定周期在元件上产生而产生横裂纹的结果是, 热电模块的电特性降低, 因此对所施加的电压的电阻值变大。

[0120] 由上可知, 在使用通常电极的现有的热电模块中, 利用耐久性试验得到能够推测出发生热电元件的破坏的结果。另一方面, 在本发明的热电模块中, 同样地利用耐久性试验得到推测出能够抑制 p 型、n 型半导体元件的破坏的产生的结果。

[0121] 【实施例 2】

[0122] 接着, 使用图 8(a) ~ 图 9(b), 说明在将具备与上述实施方式相同的结构的热电模块所包含的热电元件 (n 型半导体元件 21) 和电极 (下电极 12) 一起与基板 (下基板 32) 接合的状态下, 使热电元件在上端面与夹具 107 接合, 验证在电极与热电元件的接合部分附近的元件部的应力分布的模拟结果。

[0123] 即, 本实施例的热电模块在制造工序中, 适量的焊料量漏出以覆盖下电极 12 的整个侧面的方式铺展润湿, 优选的是, 表示角焊部 13a 的状态。

[0124] 图 8(a) 表示作为本发明的热电元件的一部分, 利用由焊料形成的接合部 13 将 n 型半导体元件 21 及下电极 12 接合在下基板 32 上, 将夹具 107 固定在半导体元件 21 的上端面的状态。

[0125] 图 8(b) 与图 8(a) 的结构对应, 表示为了模拟再现热电模块整体产生弯曲应力的状态, 从箭头方向施加规定的按压力时所产生的应力分布。如图 8(b) 所示可知, 在 n 型半导体元件 21 的下端面与下电极 12 的接合部分附近, 在靠基板 32 的位置产生比 n 型半导体元件 21 附近大的应力。在本实施方式中, 对 n 型半导体元件进行了描述, 但是 p 型半导体元件与 n 型半导体元件基本相同。

[0126] 由此, 根据本发明的结构, 即使在由热电模块的上表面与下表面的温度差导致模块整体产生弯曲应力的情况下, 也能够避免应力在 n 型半导体元件 21 集中, 从而将应力转化到杨氏模量及破坏强度高的基板 32 及电极 12。由此可知, 能够抑制热电元件的破坏, 并且能够使热电模块的耐久性提高。

[0127] 接着, 图 9(a) 是表示图 8(b) 的应力分布图中的 B-B' 方向的应力分布的曲线图。也就是说, 图 9(a) 的横轴表示从图 8(b) 的点 B 到点 B' 的参数距离, 纵轴表示应力的大小。其中, 应力的值为模拟值, 并不表示实际的应力。是为了观察出各实施例、比较例的相对的

差异而计算出的。

[0128] 图 9(b) 是表示图 8(b) 的应力分布图中的 C—C' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 9(b) 的横轴表示从图 8(b) 的点 C 到点 C' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0129] 由图 9(a) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的宽度方向对应的 B—B' 方向上,在两端部分存在应力稍高的部分。

[0130] 另外,由图 9(b) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的纵向对应的 C—C' 方向,应力分布平缓地变化。需要说明的是,在本实施例中,对 n 型半导体元件进行了描述,但是 p 型半导体元件与 n 型半导体元件基本相同。

[0131] 由上可知,在本实施例的热电元件中,在元件附近不存在应力集中的部分。其结果是,根据本实施例的结构,即使在热电模块产生弯曲应力的情况下,在热电元件附近也不产生应力集中部位,因此能够防止由应力集中导致的元件的破坏。

[0132] 【实施例 3】

[0133] 接着,使用图 10(a) ~ 图 11(b),说明在将本发明的变形例的热电模块所包含的热电元件 (n 型半导体元件 21) 和电极 (下电极 12) 一起与基板 (下基板 32) 接合的状态下,使热电元件在上端面与夹具 107 接合,验证电极与热电元件的接合部分附近的应力分布的模拟结果。

[0134] 需要说明的是,本实施例的热电模块与上述实施例 2 不同之处在于,在制造工序中相对于电极 12 的侧面的大小不漏出充足的量的焊料,仅在电极 12 的侧面上端部分形成有角焊部 13a。

[0135] 图 10(a) 表示作为本发明的热电元件的一部分,利用由焊料形成的接合部 13 将 n 型半导体元件 21 及下电极 12 接合在下基板 32 上,将夹具 107 固定在 n 型半导体元件 21 的上端面的状态。

[0136] 图 10(b) 与图 10(a) 的结构对应,表示为了模拟再现热电模块整体产生弯曲应力的状态,从箭头方向施加规定的按压力时所产生的应力分布。如图 10(b) 所示,可知在 n 型半导体元件 21 的下端面与下电极 12 的接合部分附近,在下电极 12 的侧面及靠近基板 32 附近的位置产生比 n 型半导体元件 21 附近大的应力。

[0137] 由此可知,根据本发明的结构,即使在由热电模块的上表面与下表面的温度差导致模块整体产生弯曲应力的情况下,应力虽然没有充分地降低,但是能够避免应力在 n 型半导体元件 21 集中,从而能够抑制元件破坏。

[0138] 接着,图 11(a) 是表示图 10(b) 的应力分布图中的 B—B' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 11(a) 的横轴表示从图 10(b) 的点 B 到点 B' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0139] 图 11(b) 是表示图 10(b) 的应力分布图中的 C—C' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 11(b) 的横轴表示图 10(b) 的点 C 到点 C' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0140] 由图 11(a) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的宽度方向对应的 B—B' 方向上,在两端部分存在应力稍高的部分。

[0141] 另外,由图 11(b) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的纵向对应的 C—C' 方向上,应力分布平缓地变化。

[0142] 由上可知,在本实施例的热电元件中,在元件附近不存在应力集中的部分。其结果

是,根据本实施例的结构,即使在热电模块产生弯曲应力的情况下,在热电元件附近也不产生应力集中部位,因此能够防止由应力集中导致的元件的破坏。

[0143] 在这里,下面对将本实施例的结构(参照图 10(a)及图 10(b))与上述实施例 2 的结构(参照图 8(a)及图 8(b))进行比较研究的结果进行说明。

[0144] 对于在半导体元件的一部分产生的应力集中而言,如图 9(a)及图 9(b)、图 11(a)及图 11(b)的曲线图所示可知,与实施例 2、3 的结构同样地能够避免。

[0145] 其中,实施例 2 的结构在半导体元件的一部分产生的应力的的大小比实施例 3 的结构在半导体元件的一部分产生的应力的的大小小。

[0146] 作为其理由,应力产生的基点是角焊部前端与电极的侧面位置,从实施例 2 的结构中的应力产生的基点到半导体元件的距离比实施例 3 的距离大,因此认为在实施例 2 的结构中产生的应力比在实施例 3 的结构中产生的应力小。

[0147] 需要说明的是,考虑到焊料不在基板上铺展润湿,推测难以得到实施例 2 的结构以上的应力降低的效果。

[0148] 【实施例 4】

[0149] 接着,使用图 12(a)~图 13(b),说明在将本发明的其他变形例的热电模块所包含的热电元件(n 型半导体元件 21)和电极(下电极 12)一起与基板(下基板 32)接合的状态下,使热电元件在上端面与夹具 107 接合,验证在电极与热电元件的接合部分附近的应力分布的模拟结果。

[0150] 需要说明的是,本实施例的热电模块在制造工序中相对于电极 12 的侧面的大小露出充足的量的焊料,表示焊料覆盖电极 12 的整个侧面并且铺展润湿到 n 型半导体元件 21 的下端面及基板 32 的表面的状态。换句话说,本实施例的热电模块与上述实施例 1、2 的不同之处在于,在从剖面看时,接合部 13 的角焊部 13a 成为大致四边形。

[0151] 图 12(a)表示作为本发明的热电元件的一部分,利用由焊料形成的接合部 13 将 n 型半导体元件 21 及下电极 12 接合在下基板 32 上,将夹具 107 固定在 n 型半导体元件 21 的上端面的状态。

[0152] 图 12(b)与图 12(a)的结构对应,表示为了模拟再现热电模块整体产生弯曲应力的状态,从箭头方向施加规定的按压力时所产生的应力分布。如图 12(b)所示可知,在 n 型半导体元件 21 的下端面与下电极 12 的接合部分附近,在下电极 12 的侧面及靠近基板 32 的位置产生比 n 型半导体元件 21 附近大的应力。

[0153] 由此可知,根据本发明的结构,即使在因热电模块的上表面与下表面的温度差导致模块整体产生弯曲应力的情况下,也能够避免应力在 n 型半导体元件 21 集中,从而能够抑制元件破坏。

[0154] 接着,图 13(a)是表示图 12(b)的应力分布图中的 B—B' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 13(a)的横轴表示从图 12(b)的点 B 到点 B' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0155] 图 13(b)是表示图 12(b)的应力分布图中的 C—C' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 13(b)的横轴表示图 12(b)的点 C 到点 C' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0156] 由图 13(a)的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的宽度方向对应的 B—B' 方向上,在点 B' 附近存在应力稍稍集中的部分,但是应力分布平缓地变化。

[0157] 另外,由图 13(b) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的纵向对应的 C—C' 方向上,虽然在点 C' 附近存在应力集中的部分,但是应力分布平缓地变化。

[0158] 由上可知,在本实施例的热电元件中,在元件附近能够观察到小的应力集中部位,但不会达到元件的破坏的程度。其结果是,根据本实施例的结构,即使在热电模块产生弯曲应力的情况下,在热电元件附近也不产生应力集中部位,因此能够防止由应力集中导致的元件的破坏。

[0159] 【比较例 1】

[0160] 接着,使用图 14(a) ~图 15(b),说明在将与本发明不同的热电模块所包含的 n 型半导体元件 121 和电极 112 一起与基板 132 接合的状态下,使 n 型半导体元件 121 的上端面与夹具 107 接合,验证在电极 112 与热电元件 121 的接合部分附近的应力分布的模拟结果。

[0161] 需要说明的是,比较例的热电模块与上述实施例 1~4 的结构的不同之处在于,在制造工序中焊料不漏出到电极 112 的侧面,表示焊料仅铺展润湿到 n 型半导体元件 121 的下端面的状态。

[0162] 图 14(a) 表示作为本发明的比较例的热电元件的一部分,利用由焊料形成的接合部 113 将 n 型半导体元件 121 及下电极 112 接合在下基板 132 上,将夹具 107 固定在 n 型半导体元件 121 的上端面的状态。

[0163] 图 14(b) 与图 14(a) 的结构对应,表示为了模拟再现热电模块整体产生弯曲应力的状态,从箭头方向施加规定的按压力时所产生的应力分布。如图 14(b) 所示可知,在 n 型半导体元件 121 的下端面与下电极 112 的接合部分附近,在 n 型半导体元件 121 的下端部附近产生较大的应力。

[0164] 由此可知,根据本比较例的结构,在由热电模块的上表面与下表面的温度差导致模块整体产生弯曲应力的情况下,应力在 n 型半导体元件 121 的下端面附近集中,可能会产生元件破坏。

[0165] 接着,图 15(a) 是表示图 14(b) 的应力分布图中的 B—B' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 15(a) 的横轴表示图 14(b) 的点 B 到点 B' 的参数距离,纵轴表示应力的

大小。

[0166] 图 15(b) 是表示图 14(b) 的应力分布图中的 C—C' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 15(b) 的横轴表示图 14(b) 的点 C 到点 C' 的参数距离,纵轴表示应力的

大小。

[0167] 由图 15(a) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的宽度方向对应的 B—B' 方向上,在与 n 型半导体元件 121 的宽度方向的两端对应的点 B 及点 B' 附近存在应力集中的部分。

[0168] 另外,由图 15(b) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 21 的纵向对应的 C—C' 方向,应力分布平缓地变化。

[0169] 由上可知,在本比较例的热电元件中,在元件附近能够观察到应力集中部位,可能会导致元件的破坏。其结果是,根据本比较例的结构,即使在热电模块产生弯曲应力的情况下,也能够防止在热电元件附近产生应力集中部位,从而能够防止由应力集中导致的元件的破坏。

[0170] 【比较例 2】

[0171] 接着,使用图 16(a) ~图 17(b),说明在将其他比较例的热电模块所包含的 n 型半导体元件 221 和大电极 212 一起与基板 232 接合的状态下,使 n 型半导体元件 221 的上端面与夹具 107 接合,验证在大电极 212 与 n 型半导体元件 221 的接合部分附近的应力分布的模拟结果。

[0172] 需要说明的是,比较例的热电模块在 n 型半导体元件 221 的下端面与大电极 212 的接合部分具有大电极 212 比元件下端面面积大的结构。在本比较例中,与上述实施例 1 ~ 4 的结构的不同之处在于,表示在制造工序中从接合部分漏出的焊料仅在大电极 212 的上端面铺展润湿的状态。

[0173] 图 16(a) 是表示作为本比较例的热电元件的一部分,利用由焊料形成的接合部 213 将 n 型半导体元件 221 及大电极 212 接合在下基板 232 上,将夹具 107 固定在大电极 212 的上端面的状态。

[0174] 图 16(b) 与图 16(a) 的结构对应,表示为了模拟再现热电模块整体产生弯曲应力的状态,从箭头方向施加规定的按压力时所产生的应力分布。如图 16(b) 所示可知,在 n 型半导体元件 221 的下端面与大电极 212 的接合部分附近,在 n 型半导体元件 221 的下端部附近产生比较大的应力。

[0175] 由此,根据本比较例的结构,可知在由热电模块的上表面与下表面的温度差导致模块整体产生弯曲应力的情况下,应力在 n 型半导体元件 221 的下端面附近集中,可能会产生元件破坏。

[0176] 接着,图 17(a) 是表示图 16(b) 的应力分布图中的 B - B' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 17(a) 的横轴表示图 16(b) 的点 B 到点 B' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0177] 图 17(b) 是表示图 16(b) 的应力分布图中的 C - C' 方向的应力分布的曲线图。也就是说,图 17(b) 的横轴表示从图 16(b) 的点 C 到点 C' 的参数距离,纵轴表示应力的大小。

[0178] 由图 17(a) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 221 的宽度方向对应的 B - B' 方向上,在与 n 型半导体元件 221 的宽度方向的一端对应的点 B' 附近存在应力集中的部分。

[0179] 另外,由图 17(b) 的曲线图可知,在与 n 型半导体元件 221 的纵向对应的 C - C' 方向上,在与 n 型半导体元件 221 的下端部对应的点 C' 附近也存在应力集中的部分。

[0180] 由上可知,在本比较例的热电元件中,在元件附近能够观察到应力集中部位,可能会导致元件的破坏。其结果是,根据本比较例的结构,可知在热电模块产生弯曲应力的情况下,能够防止在热电元件附近产生应力集中部位,从而防止由应力集中导致的元件的破坏。

[0181] 【其他实施方式】

[0182] 以上对本发明的一个实施方式进行了说明,但是本发明不限于上述实施方式,在不脱离发明的主旨范围内能够实施各种变更。

[0183] (A)

[0184] 在上述实施方式中,对使用本发明的热电元件 (n 型半导体元件 21、p 型半导体元件 22) 构成热电模块 50 的例子进行了说明。但是,本发明不限于此。

[0185] 例如,在热电模块所包含的多个热电元件中,至少对于在热电模块的外周部附近所配置的热电元件可以使用本发明的热电元件,在热电模块的中央部附近使用现有的热电元件。

[0186] 在这种情况下,即使在向热电模块反复施加电压而使模块整体产生热应力的情况下,也能够将本发明适用于配置在模块中产生最大变形的模块外侧的热电元件,因此能够有效地避免在热电元件与电极部的接合部应力集中而导致破损等问题。

[0187] (B)

[0188] 在上述实施方式中,作为上下电极 11、12,以使用从上方看具有大致 I 形形状的电极的例子进行了说明。但是,本发明不限于此。

[0189] 例如,也可以使用从上方看具有大致长方形形状的电极或圆电极等,可以使用具有其他形状的电极。

[0190] 其中,在使用大致长方形的电极的情况下,使用焊料以连接邻接的 p 型半导体元件与 n 型半导体元件的方式接合时,考虑到尽量抑制形成边缘的可能性,优选如上述实施方式那样,使用大致 I 形的电极等,对电极的形状下功夫。

[0191] (C)

[0192] 在上述实施方式中,作为用于使焊料的润湿性提高的电极表面处理,对在上下电极 11、12 的表面形成 Ni 镀敷层 14、Au 镀敷层 15 的例子进行了说明。但是,本发明不限于此。

[0193] 例如,作为使电极表面的焊料的润湿性提高的处理,通常,使用 Au、Ag、Sn、Rh、Pd、Ni 等金属镀敷处理也能够得到同样的效果,因此不限定于上述实施方式所说明的结构。

[0194] (D)

[0195] 在上述实施方式中,为了使上下电极 11、12 表面的焊料的润湿性提高,考虑到制造时的便利,说明了在与 n 型、p 型半导体元件 21、22 的上下端面对置的上下电极 11、12 的表面和其侧面,实施金属表面处理的例子。但是,本发明不限于此。

[0196] (E)

[0197] 作为支承本发明的热电模块的基板,可以使用例如进行了表面绝缘处理的铜制水冷板等具有刚性的材料。

[0198] (F)

[0199] 根据本发明的结构,能够抑制焊料与 p 型、n 型半导体元件侧面接触。因此,即使在将热电模块放置于温度高的环境的状态下,也能够抑制由焊料向 p 型、n 型半导体元件的扩散引起的 p 型、n 型半导体元件的机械强度的降低。

[0200] 工业实用性

[0201] 由于本发明的热电元件起到即使因元件部的发热面与吸热面之间的温度差导致热电模块整体产生应力的情况下,也能够避免上述接合部的形状导致应力集中在热电元件附近,从而防止由应力集中引起的热电元件的破损的效果,因此能够广泛地适用于搭载了利用珀尔贴效应或塞贝克效应的热电元件的各种设备。

[0202] 附图标记说明

[0203] 10 热电元件

[0204] 11 上电极

[0205] 11a、11b 电极部

[0206] 11c 连结部

[0207] 12 下电极

- [0208] 12a、12b 电极部
- [0209] 12c 连结部
- [0210] 13 接合部
- [0211] 13a 角焊部
- [0212] 13b 面接合部
- [0213] 14 Ni 镀敷层
- [0214] 15 Au 镀敷层
- [0215] 21 n 型半导体元件（元件部）
- [0216] 22 p 型半导体元件（元件部）
- [0217] 23 垒势层
- [0218] 31 上基板
- [0219] 32 下基板
- [0220] 50 热电模块
- [0221] 100 测试装置
- [0222] 101 电源
- [0223] 102、103 T 型热电偶
- [0224] 104 14 脚蝶形封装
- [0225] 105 热板
- [0226] 106a 焊料接合部
- [0227] 106b 润滑层
- [0228] 107 夹具
- [0229] 108a 端子
- [0230] 108b 导线

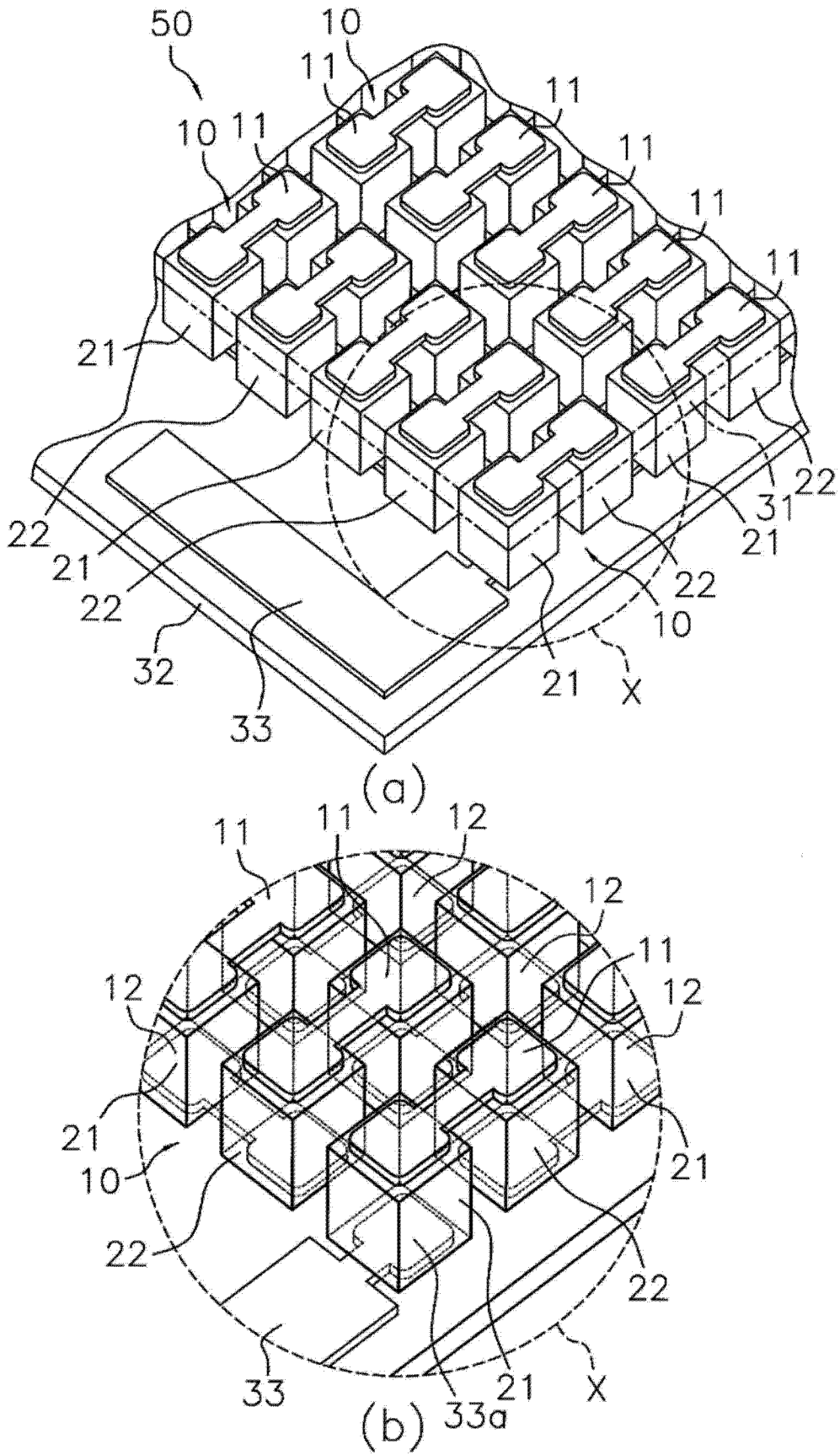


图 1

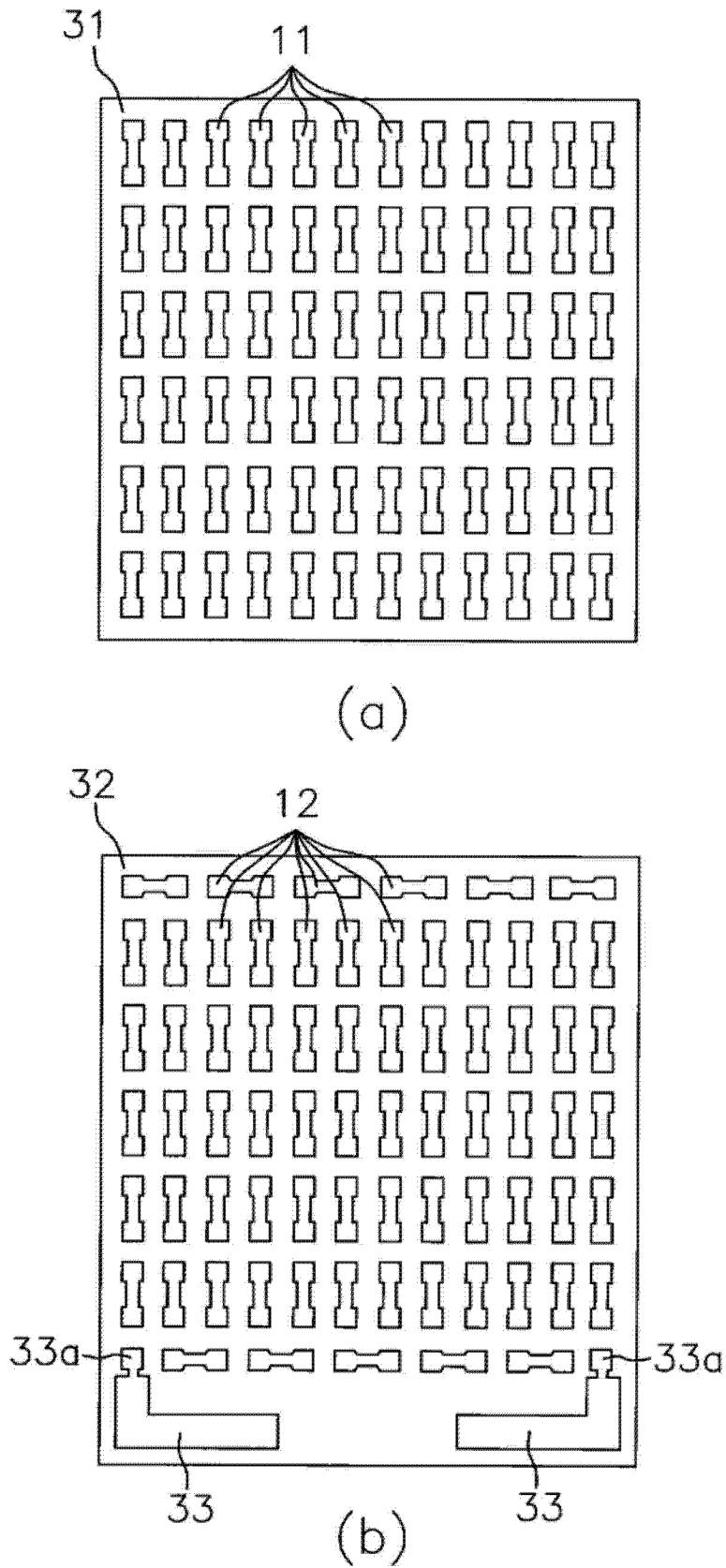


图 2

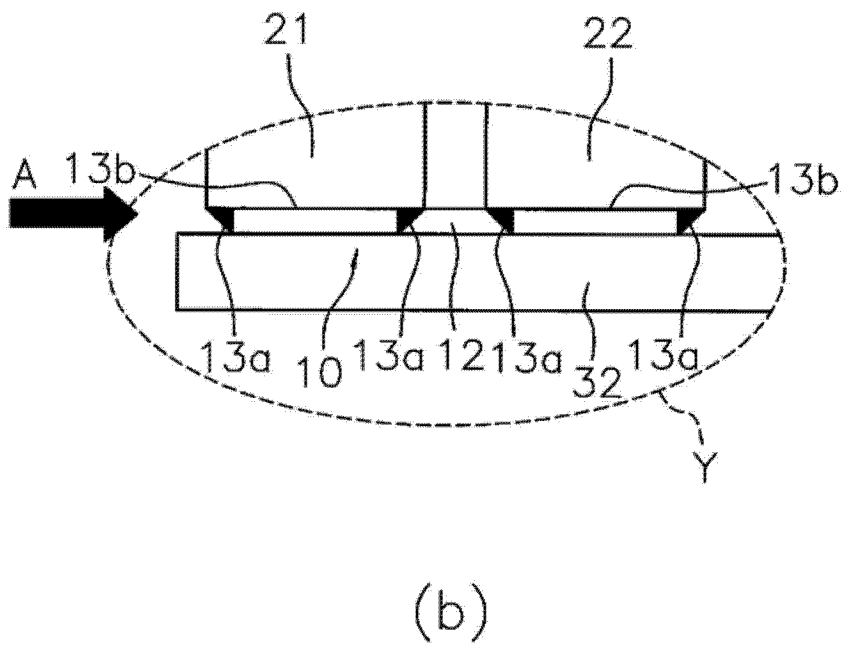
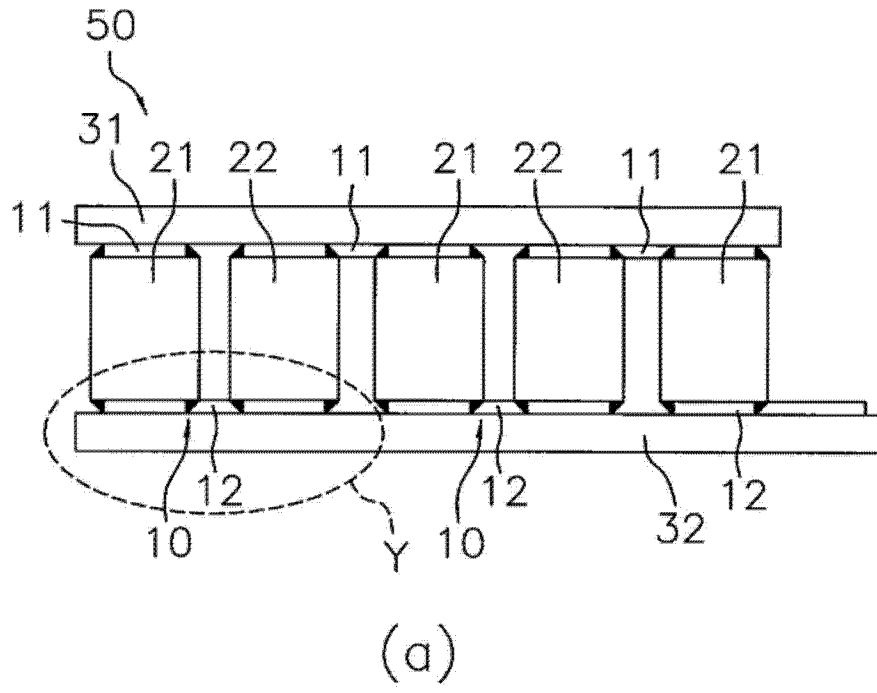


图 3

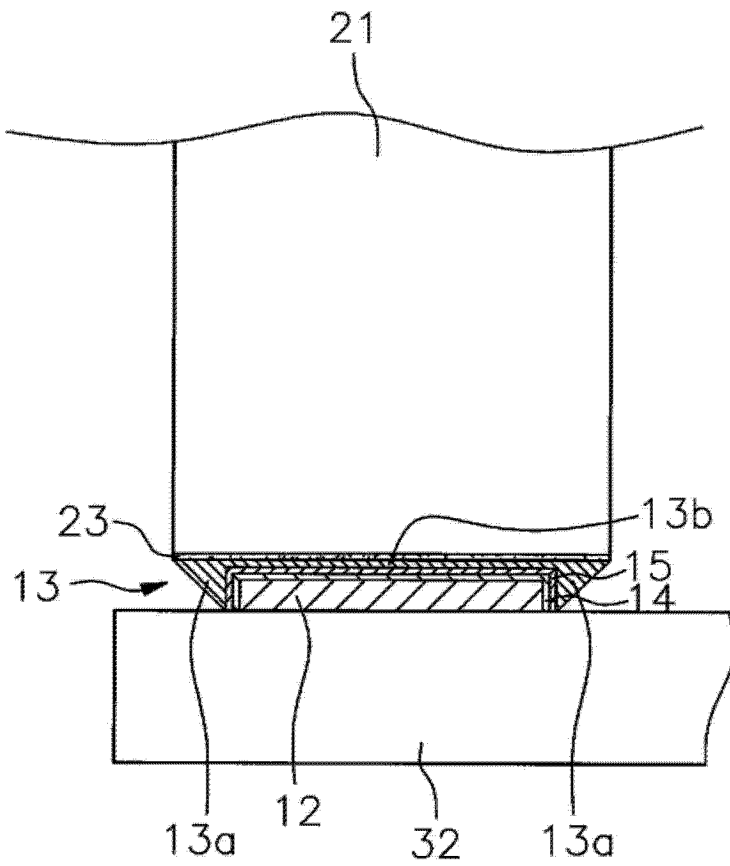


图 4

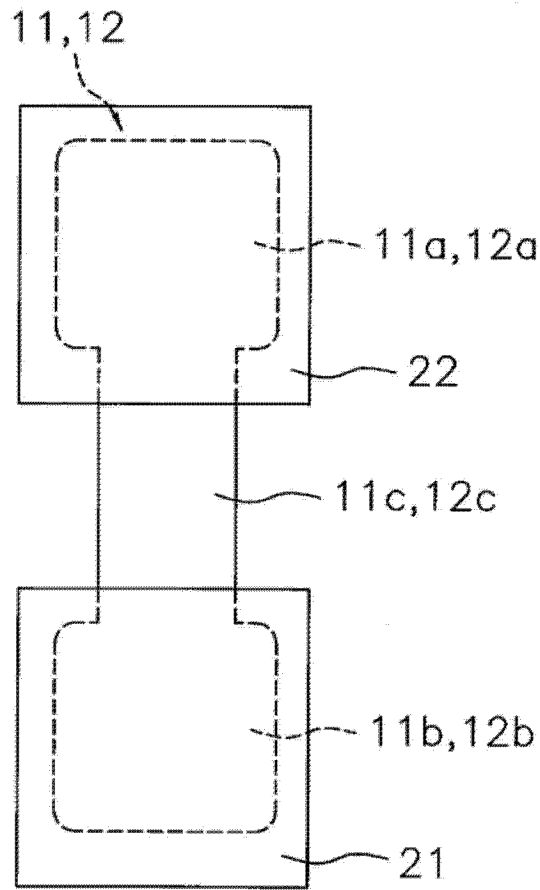


图 5

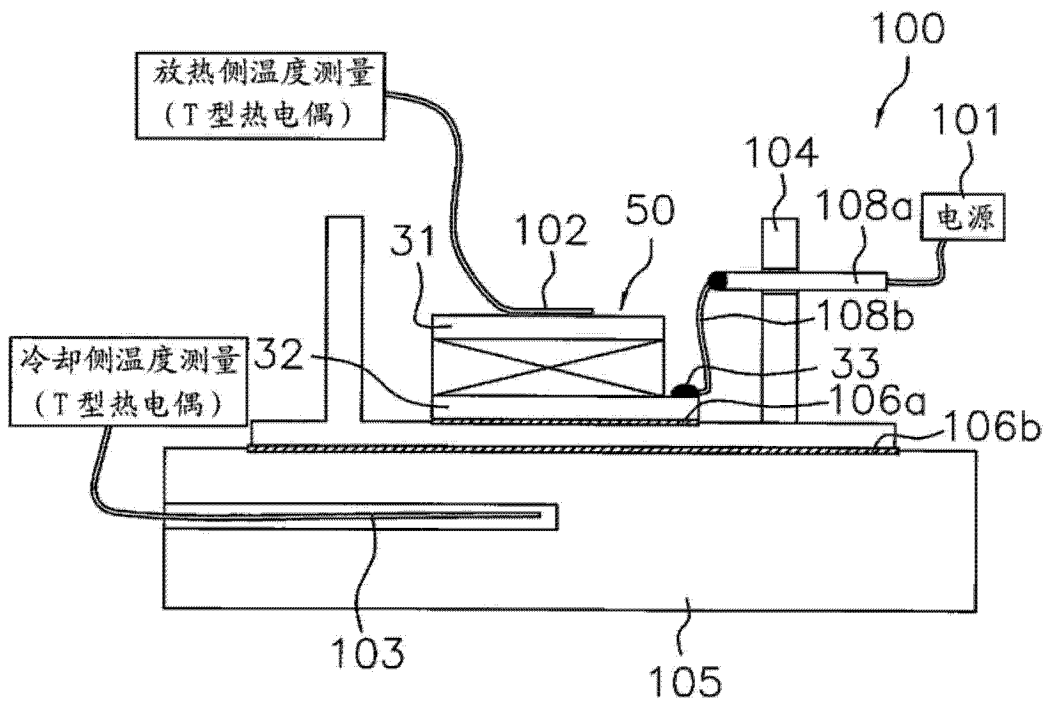


图 6

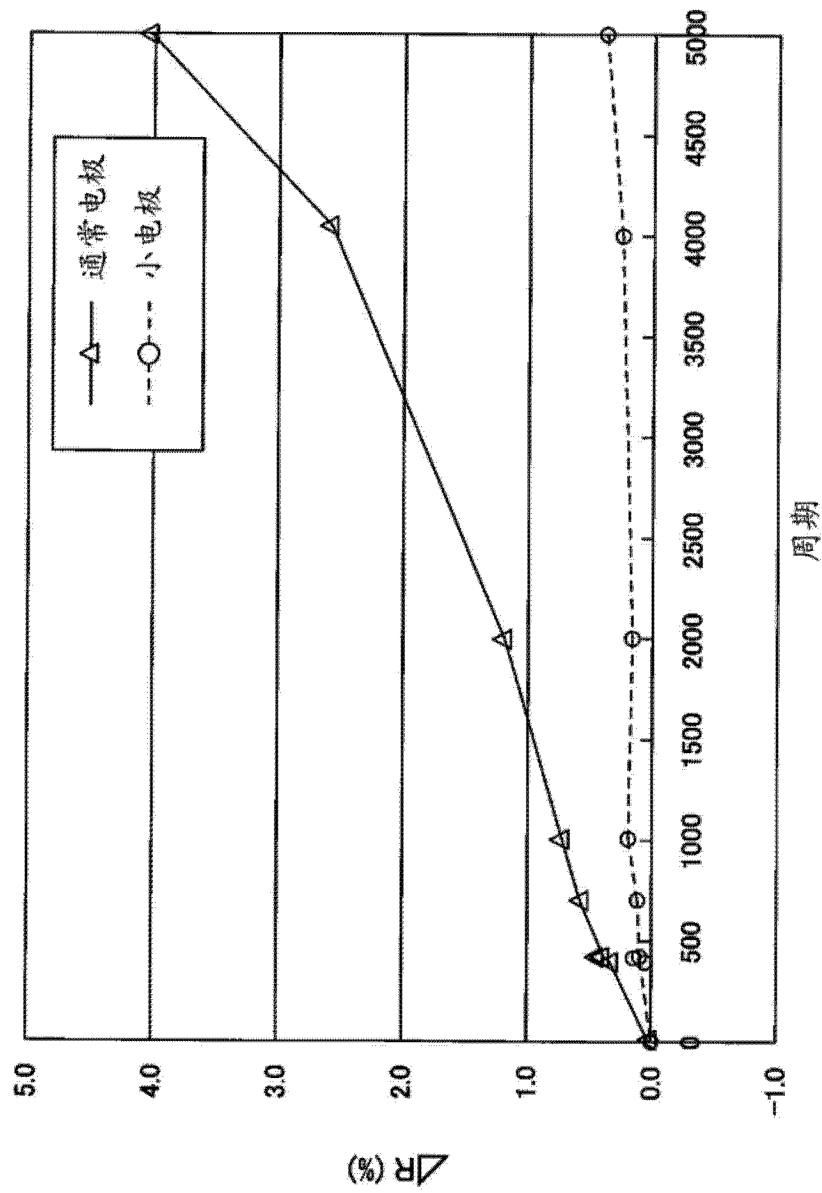


图 7

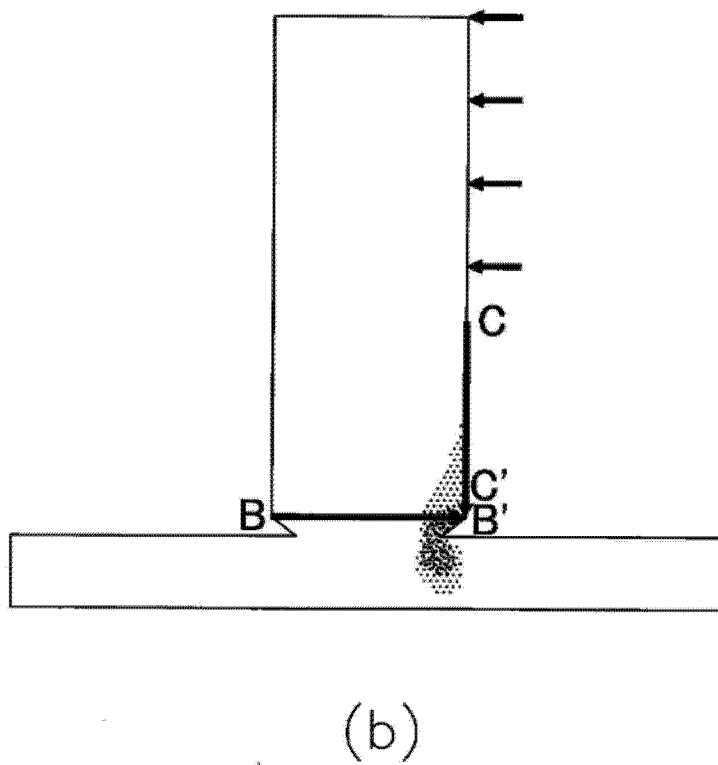
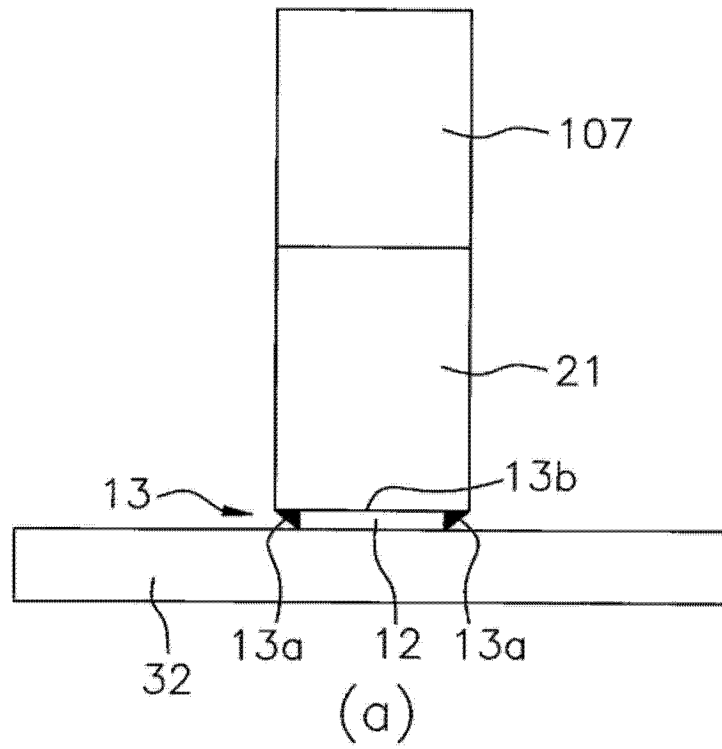


图 8

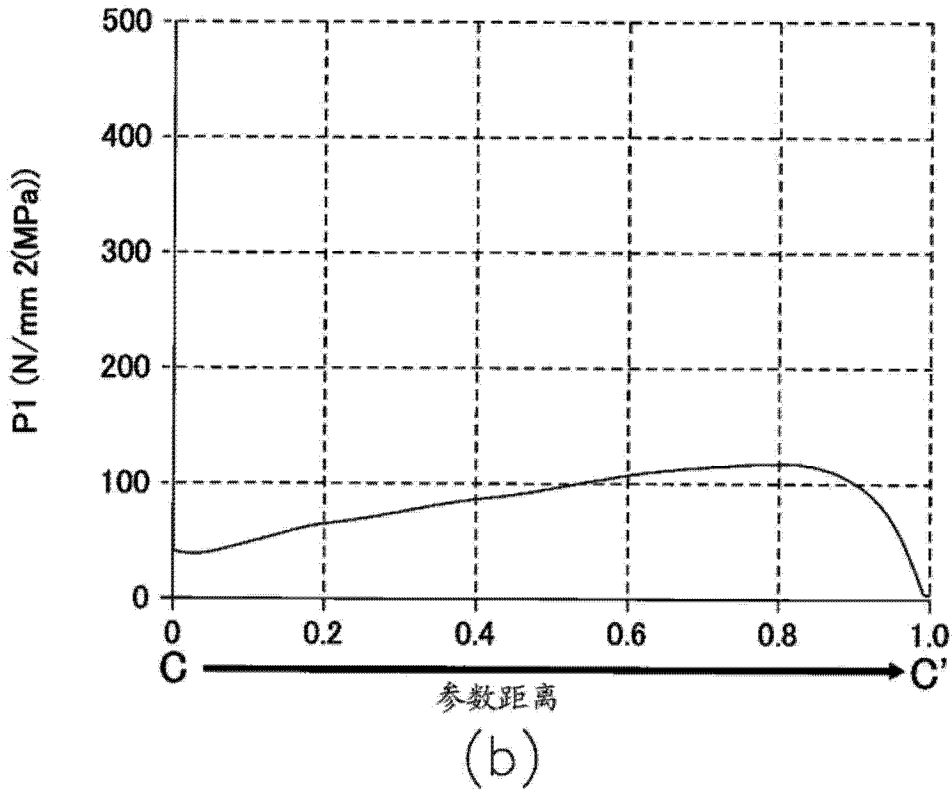
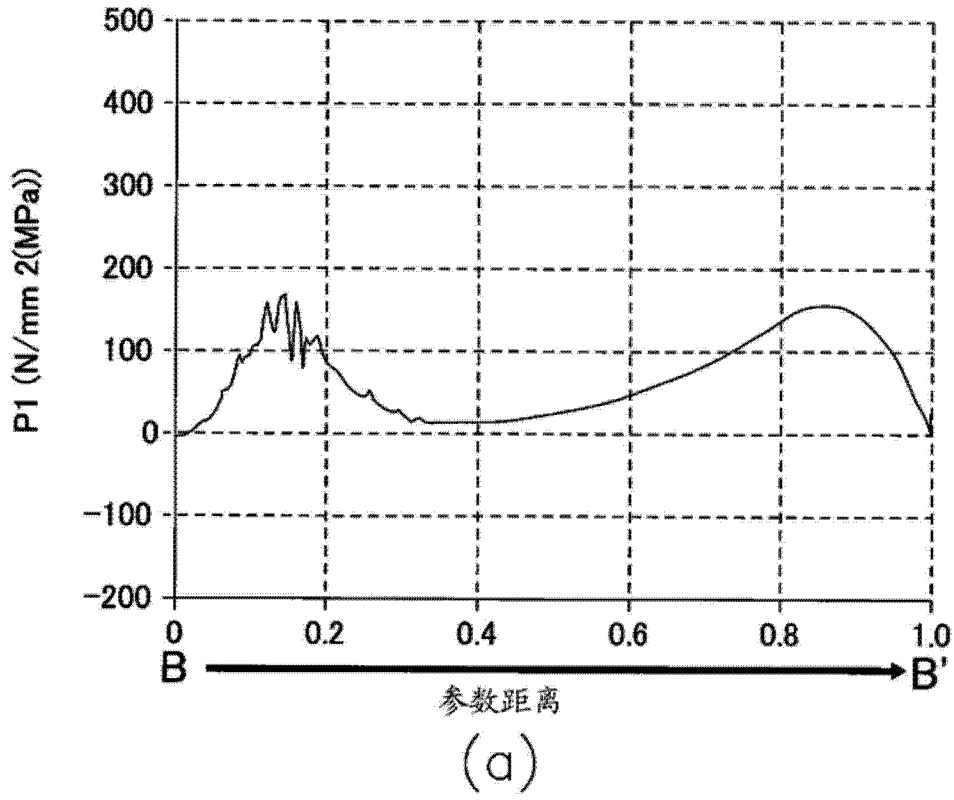
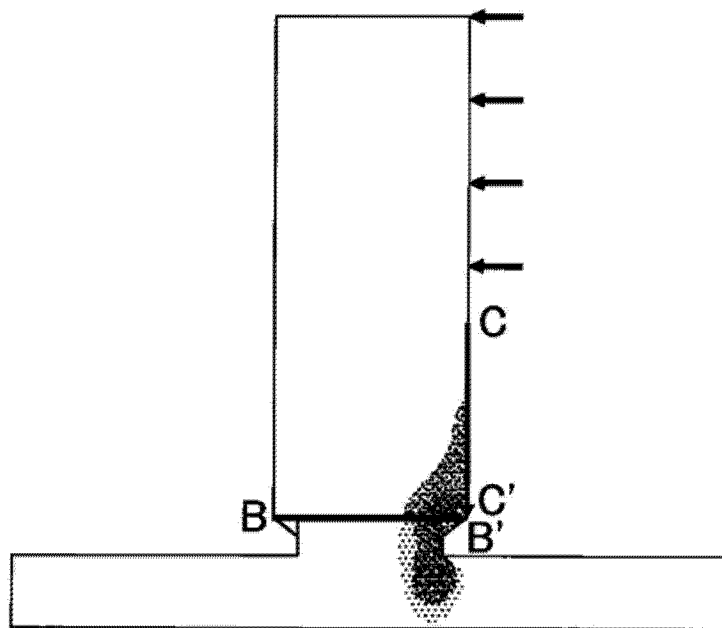
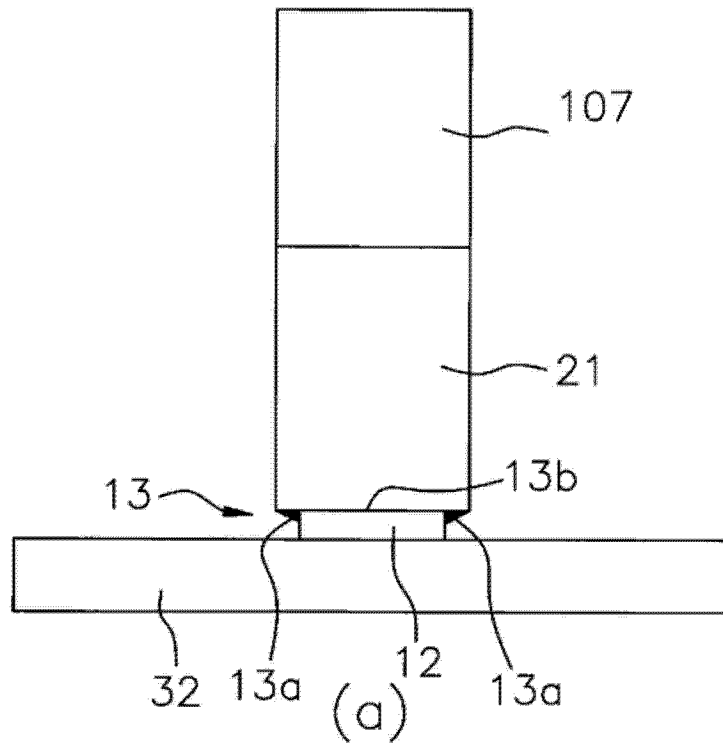


图 9



(b)

图 10

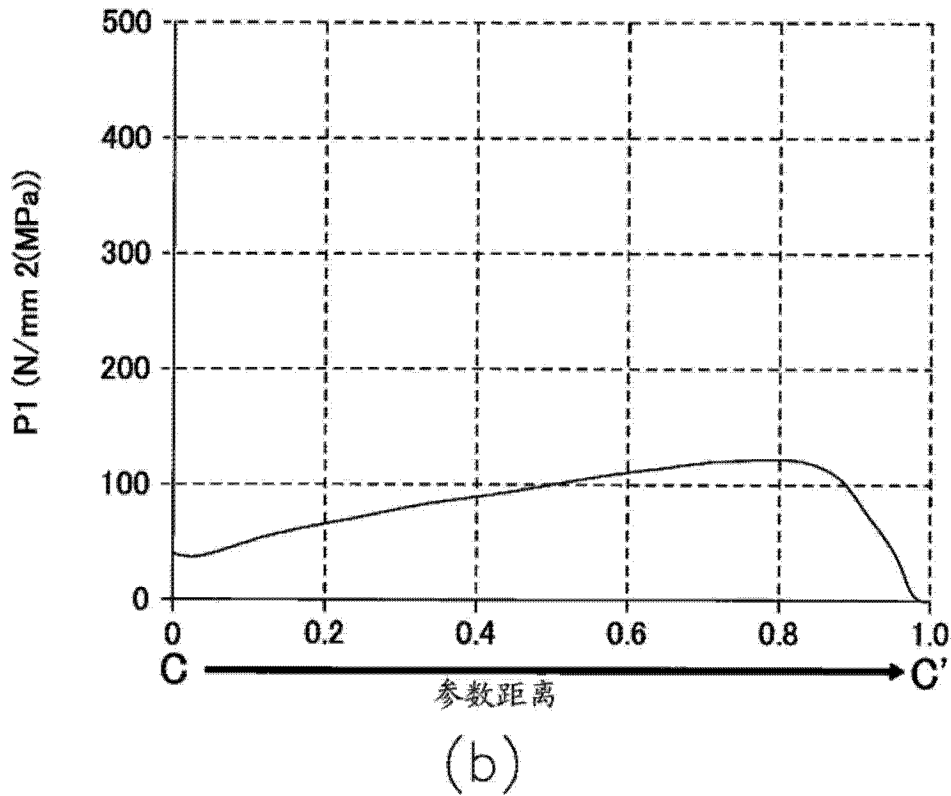
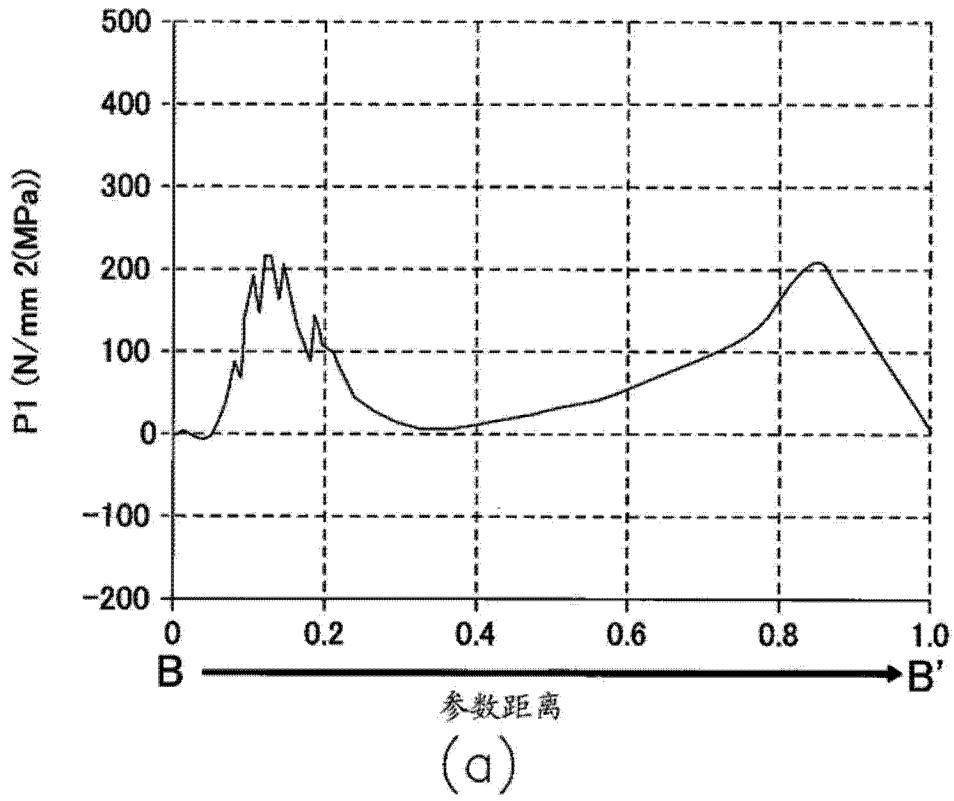


图 11

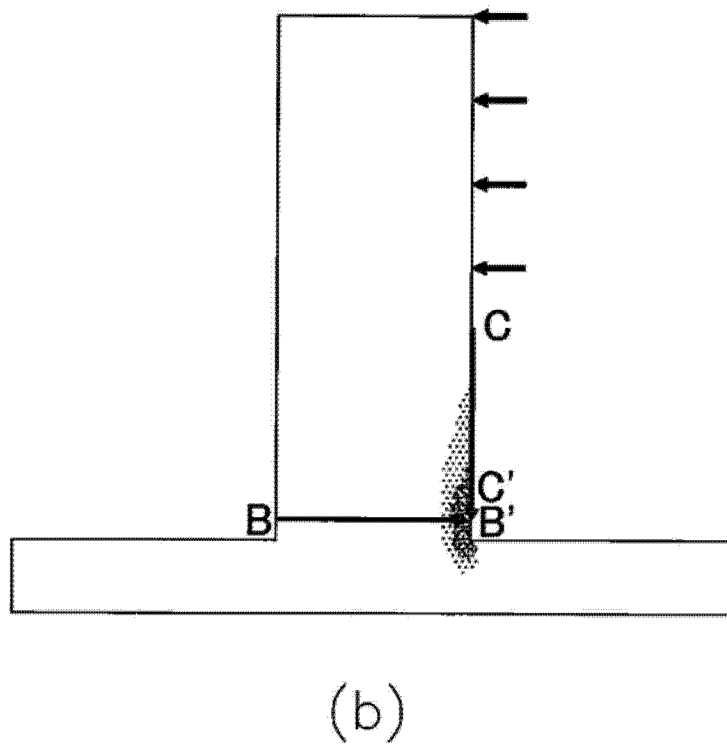
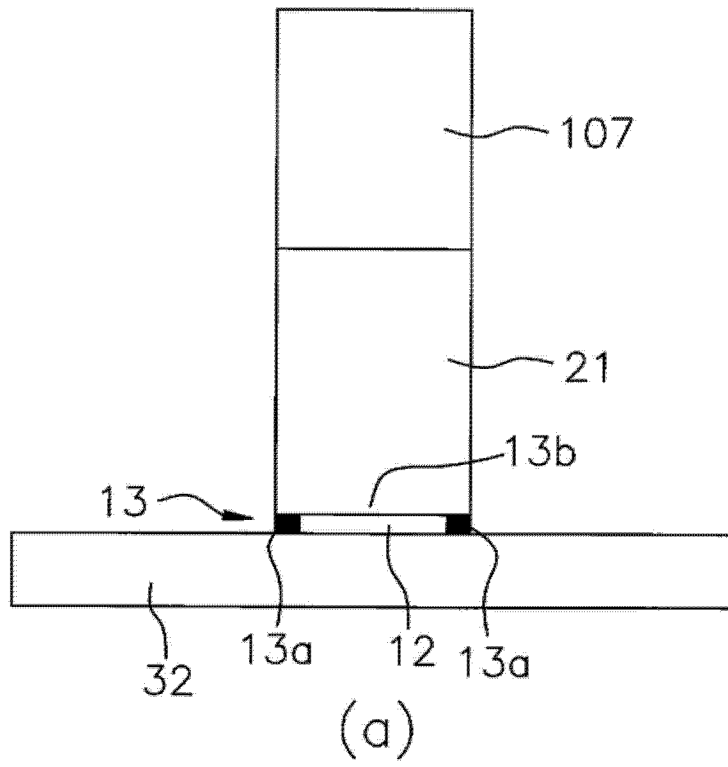


图 12

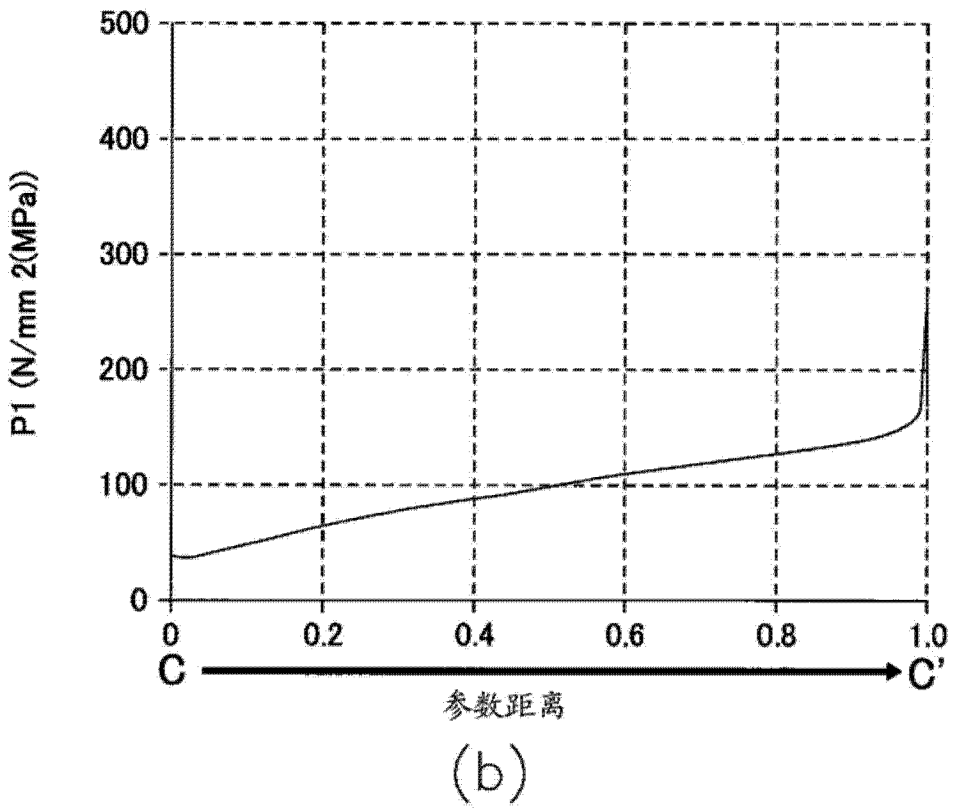
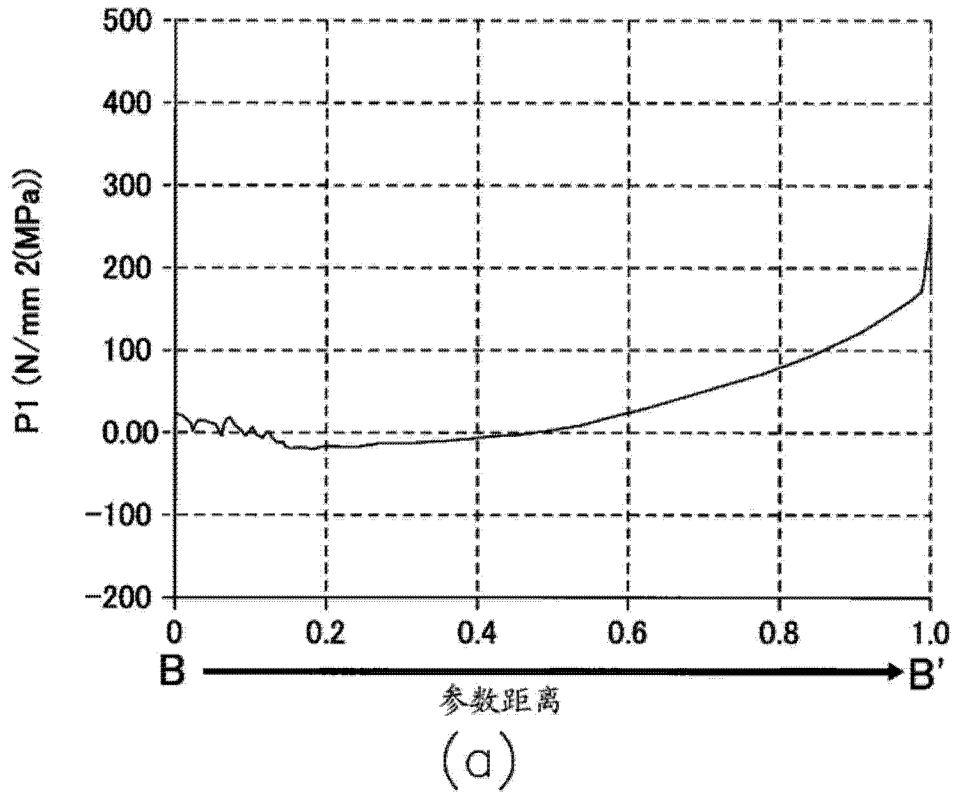


图 13

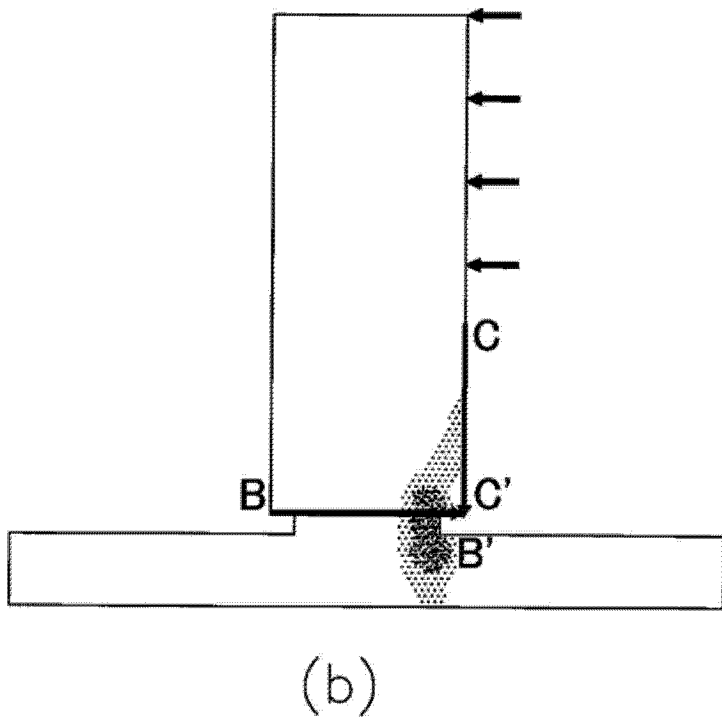
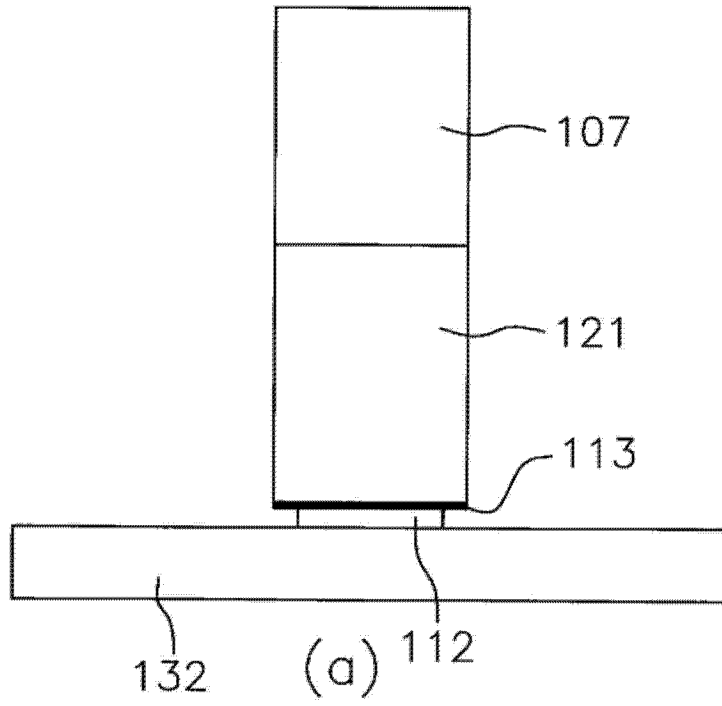


图 14

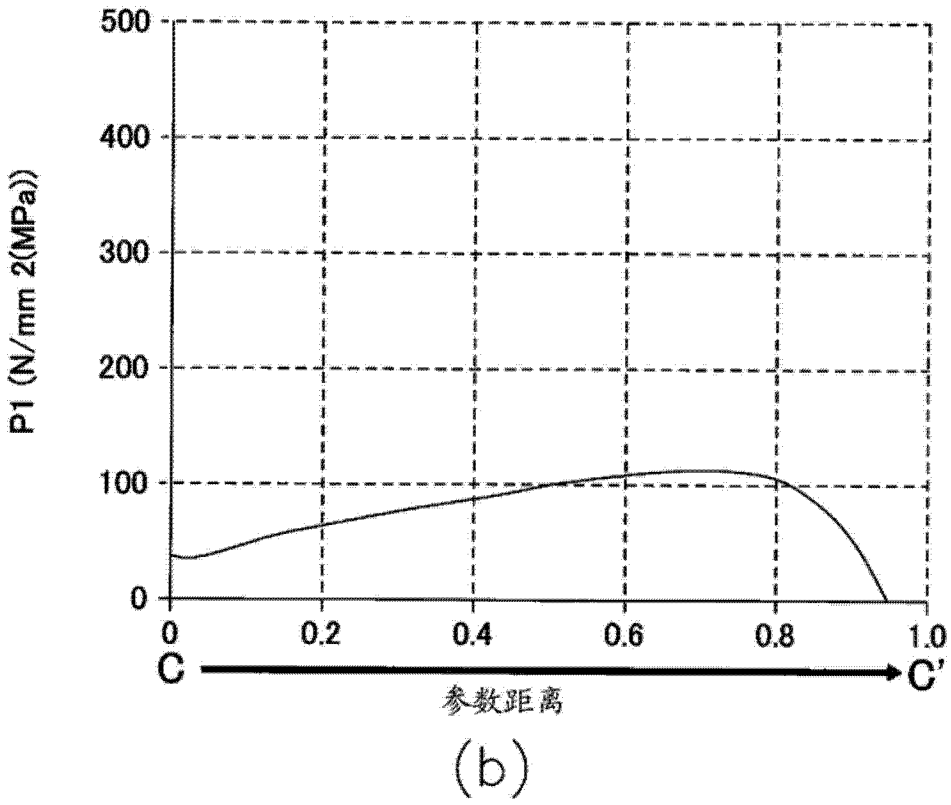
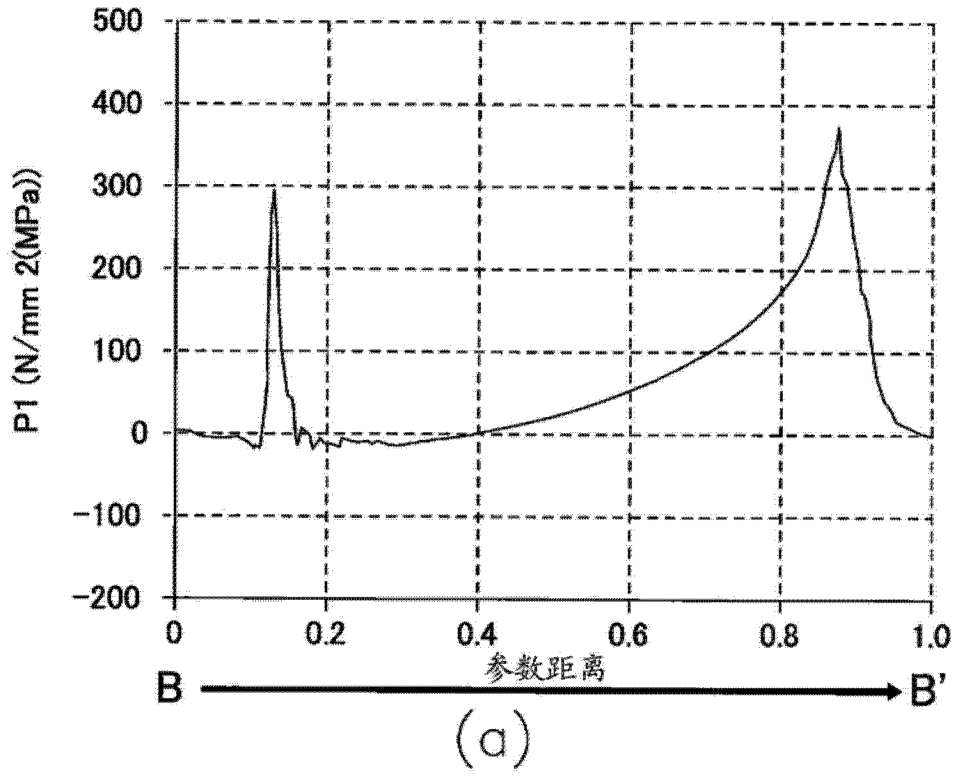
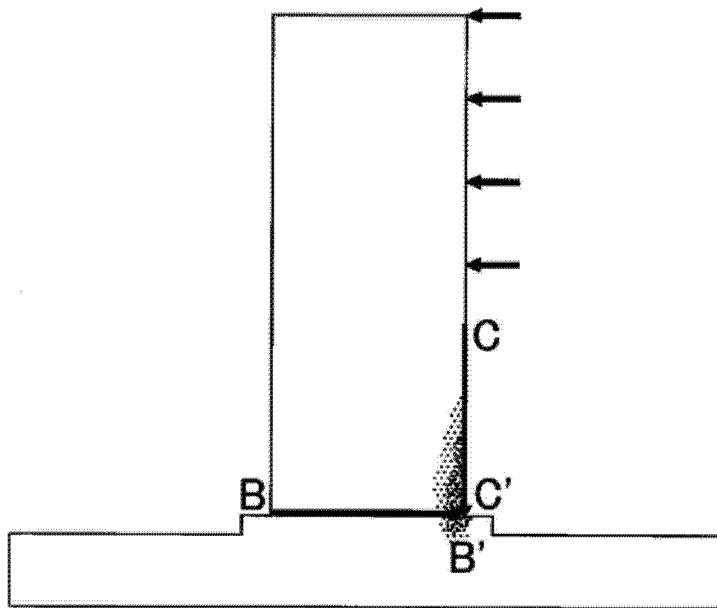
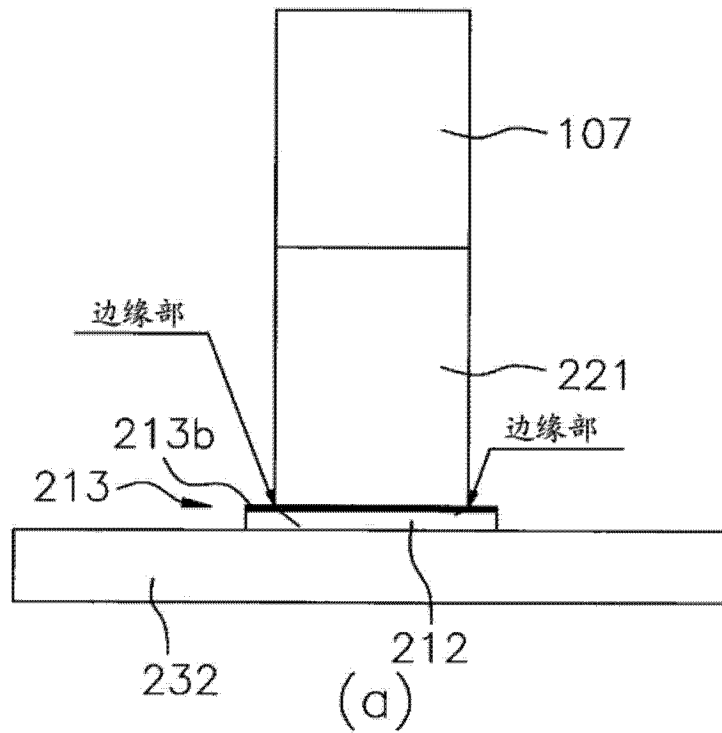


图 15



(b)

图 16

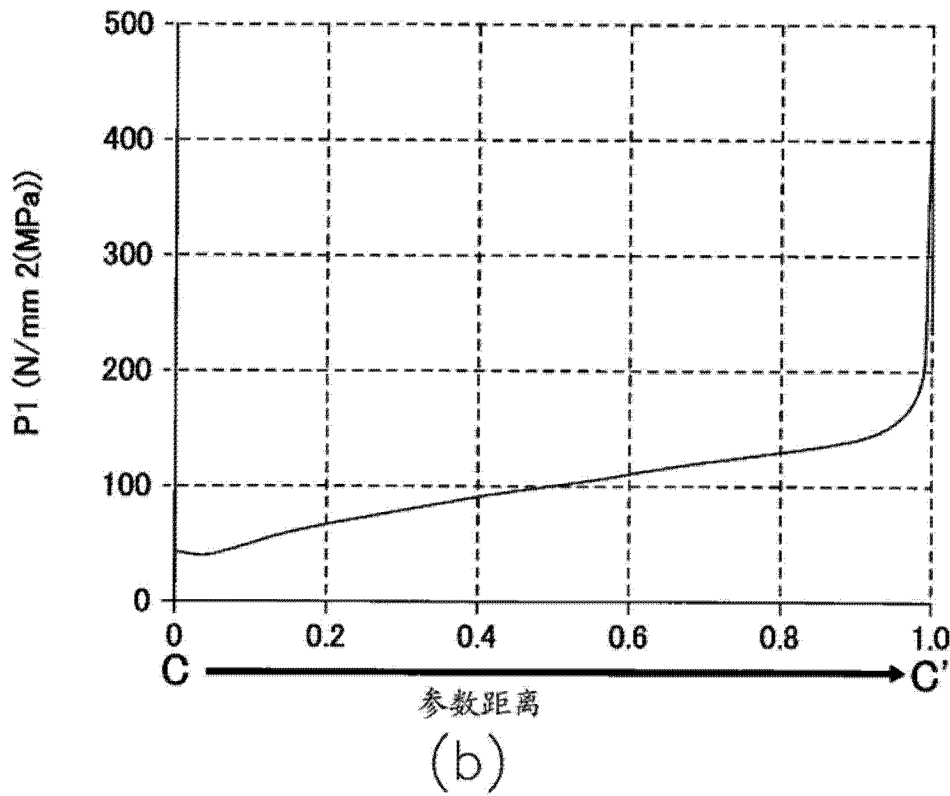
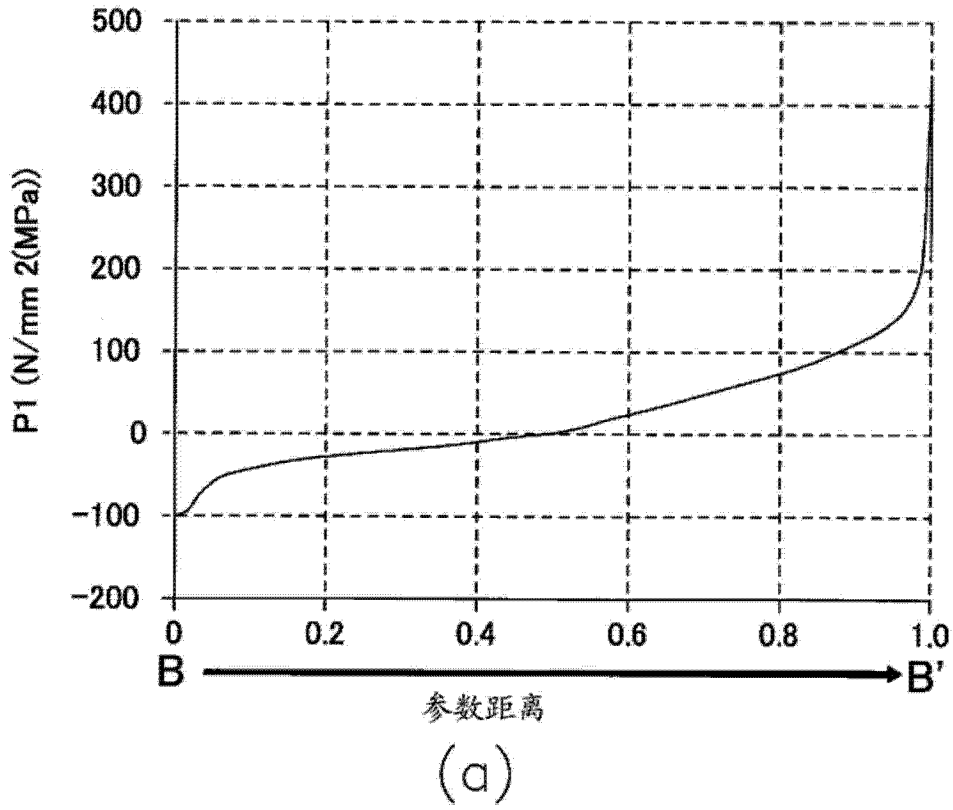


图 17