



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102214895 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 12

(21) 申请号 201110085019. 7

(22) 申请日 2011. 04. 06

(30) 优先权数据

2010-088912 2010. 04. 07 JP

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 西口晴美 广中美佐夫 藏本恭介

楠政谕 铃木洋介

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 闫小龙 王忠忠

(51) Int. Cl.

H01S 5/022(2006. 01)

H01S 5/042(2006. 01)

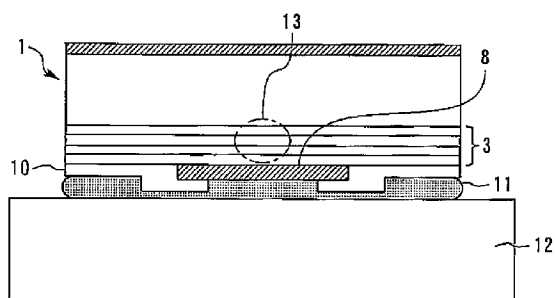
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 13 页

(54) 发明名称

半导体装置及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及能够确保高的散热性并且提高成品率的半导体装置及其制造方法。半导体激光器(1)以结向下方式隔着焊料(11)安装在副固定件(12)上。半导体激光器(1)具有:n型GaN衬底(2);半导体层叠结构(3),形成在n型GaN衬底(2)上并含有pn结;电极(8),形成在半导体层叠结构(3)上。电极(8)隔着焊料(11)接合在副固定件(12)上。在副固定件(12)和半导体层叠结构(3)之间,以包围电极(8)的周围的方式配置有高熔点金属膜(10)。



1. 一种半导体装置,其特征在于,具备:  
副固定件;以及  
半导体激光器,利用焊料以结向下方式安装在所述副固定件上,  
所述半导体激光器具有:半导体衬底;半导体层叠结构,形成在所述半导体衬底上并且含有pn结;电极,形成在所述半导体层叠结构上,  
所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上,  
在所述副固定件和所述半导体层叠结构之间,以包围所述电极的周围的方式配置有高熔点金属膜或者高熔点电介质膜。
2. 如权利要求1所述的半导体装置,其特征在于,  
在所述半导体层叠结构上,以包围所述电极的周围的方式形成有槽,  
所述高熔点金属膜或者所述高熔点电介质膜覆盖所述槽的内部,  
所述高熔点金属膜不与所述半导体层叠结构进行欧姆接合。
3. 一种半导体装置,其特征在于,具备:  
副固定件;以及  
半导体激光器,隔着焊料以结向下方式安装在所述副固定件上,  
所述半导体激光器具有:半导体衬底;半导体层叠结构,形成在所述半导体衬底上并且含有pn结;电极,形成在所述半导体层叠结构上,  
所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上,  
在所述副固定件和所述半导体层叠结构之间,以包围所述电极的周围的方式配置有金属焊盘,  
所述电极的构成材料扩散到所述焊料中,形成第一合金层,  
所述金属焊盘的构成材料扩散到所述第一合金层中,形成第二合金层,  
所述第二合金层的熔点比所述焊料的熔点高。
4. 一种半导体装置,其特征在于,具备:  
副固定件;以及  
半导体激光器,隔着焊料以结向下方式安装在所述副固定件上,  
所述半导体激光器具有:半导体衬底;半导体层叠结构,形成在所述半导体衬底上并且含有pn结;电极,形成在所述半导体层叠结构上,  
所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上,  
在所述副固定件和所述电极之间,在所述电极的外周配置有金属膜,  
所述电极的构成材料扩散到所述焊料中,形成第一合金层,  
所述金属膜的构成材料扩散到所述第一合金层中,形成第二合金层,  
所述第二合金层的熔点比所述焊料的熔点高。
5. 一种半导体装置,其特征在于,具备:  
副固定件;以及  
半导体激光器,隔着焊料以结向下方式安装在所述副固定件上,  
所述半导体激光器具有:半导体衬底;半导体层叠结构,形成在所述半导体衬底上并且含有pn结;电极,形成在所述半导体层叠结构上,  
所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上,

在所述副固定件上以包围所述电极的周围的方式形成有槽，

在所述槽内形成有金属层，

所述金属层的构成材料向流入到所述槽内的所述焊料中扩散，形成金属间化合物，

所述金属间化合物的熔点比所述焊料的熔点高。

6. 一种半导体装置，其特征在于，具备：

副固定件；以及

半导体激光器，隔着焊料以结向下方式安装在所述副固定件上，

所述半导体激光器具有：半导体衬底；半导体层叠结构，形成在所述半导体衬底上并且含有 pn 结；电极，形成在所述半导体层叠结构上，

所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上，

在所述副固定件上，以包围所述电极的周围的方式形成有使所述焊料的流动性提高的诱导材料。

7. 如权利要求 6 所述的半导体装置，其特征在于，

所述诱导材料是与所述焊料相同的物质、所述焊料的构成物质、焊料焊药、或者当与所述焊料进行合金化时熔点下降的金属材料。

8. 如权利要求 6 或权利要求 7 所述的半导体装置，其特征在于，

在所述副固定件上以包围所述电极的周围的方式形成有槽，

在所述槽的内侧的侧面形成有所述诱导材料。

9. 一种半导体装置的制造方法，其特征在于，具备：

准备半导体激光器的工序，所述半导体激光器具有半导体衬底、形成在所述半导体衬底上并且含有 pn 结的半导体层叠结构、以及形成在所述半导体层叠结构上的电极；

在副固定件上形成焊料的工序；

在所述半导体激光器上，以包围所述电极的周围的方式形成金属焊盘的工序；以及

隔着所述焊料以结向下方式将所述半导体激光器安装在所述副固定件上的工序，

所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上，

在所述副固定件和所述半导体层叠结构之间，以包围所述电极的周围的方式配置有金属焊盘，

所述电极的构成材料扩散到所述焊料中，形成第一合金层，

所述金属焊盘的构成材料扩散到所述第一合金层中，形成第二合金层，

在所述副固定件上安装所述半导体激光器时的温度比所述焊料的熔点高，并且比所述第二合金层的熔点低。

10. 一种半导体装置的制造方法，其特征在于，具备：

准备半导体激光器的工序，所述半导体激光器具有半导体衬底、形成在所述半导体衬底上并且含有 pn 结的半导体层叠结构、以及形成在所述半导体层叠结构上的电极；

以包围副固定件上的接合区域的方式形成金属焊盘的工序；

在所述副固定件上的所述接合区域形成焊料的工序；以及

隔着所述焊料以结向下方式将所述半导体激光器安装在所述副固定件上的所述接合区域上的工序，

所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上，

在所述副固定件和所述半导体层叠结构之间,以包围所述电极的周围的方式配置有金属焊盘,

所述电极的构成材料扩散到所述焊料中,形成第一合金层,

所述金属焊盘的构成材料扩散到所述第一合金层中,形成第二合金层,

在所述副固定件上安装所述半导体激光器时的温度比所述焊料的熔点高,并且比所述第二合金层的熔点低。

11. 一种半导体装置的制造方法,其特征在于,具备:

准备半导体激光器的工序,所述半导体激光器具有半导体衬底、形成在所述半导体衬底上并且含有 pn 结的半导体层叠结构、以及形成在所述半导体层叠结构上的电极;

在所述电极的外周形成金属膜的工序;

在所述电极上的被所述金属膜包围的区域蒸镀焊料的工序;以及

隔着所述焊料以结向下方式将所述半导体激光器安装在所述副固定件上的工序,

所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上,

在所述副固定件和所述半导体层叠结构之间,以包围所述电极的周围的方式配置有金属焊盘,

所述电极的构成材料扩散到所述焊料中,形成第一合金层,

所述金属焊盘的构成材料扩散到所述第一合金层中,形成第二合金层,

在所述副固定件上安装所述半导体激光器时的温度比所述焊料的熔点高,并且比所述第二合金层的熔点低。

12. 一种半导体装置的制造方法,其特征在于,具备:

在晶片状的半导体衬底上形成具有包含 pn 结的半导体层叠结构以及所述半导体层叠结构上的电极的多个半导体激光器的工序;

对相邻的所述半导体激光器彼此的边界进行切割,形成比所述 pn 结深的槽的工序;

对所述槽的内部表面进行高电阻化处理,形成高电阻化区域、或者在所述槽内形成绝缘膜的工序;

在形成所述高电阻化区域或者所述绝缘膜之后,沿着所述槽分离为各个所述半导体激光器的工序;

在分离为各个所述半导体激光器之后,隔着焊料以结向下方式将所述半导体激光器安装在所述副固定件上。

13. 如权利要求 12 所述的半导体装置的制造方法,其特征在于,

所述高电阻化处理是热氧化法或者离子注入。

## 半导体装置及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在副固定件上隔着焊料以结向下方式安装有半导体激光器的半导体装置及其制造方法,特别涉及能够确保高的散热性并且提高成品率的半导体装置及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 半导体激光器隔着焊料以结向上方式或者结向下方式安装在副固定件上。为了降低成本,在使芯片宽度缩小的情况下,在结向上方式中,没有避开发光条纹而进行引线接合的空间。因此,一般采用结向下方式(例如,参照专利文献1)。此外,由于结向下方式的散热性好,所以,能够改善高功率或高温下的特性。

[0003] 专利文献1:日本特开平5-110203号公报。

[0004] 利用安装时的冲压,焊料向外侧扩展,在芯片的横向露出,沿着芯片的侧面隆起。在采用结向上方式的情况下,离开从安装面到半导体激光器的pn结的距离,所以,不存在pn结因焊料而短路的情况。但是,在采用结向下方式的情况下,pn结因焊料而短路,存在成品率下降这一问题。

[0005] 此外,在GaN类半导体激光器中,晶体生长速度较慢或降低对活性层的热损伤,所以,活性层上的上覆盖层或接触层的合计厚度一般小于 $1\mu\text{m}$ 。这比GaAs类半导体激光器等的合计厚度 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 薄。因此,在GaN类半导体激光器的情况下,从安装面到pn结的距离较短,所以,上述问题特别显著。

[0006] 此外,考虑在副固定件和半导体激光器之间用绝缘膜包围电极的周围,以防止焊料绕到半导体激光器的侧面。但是,由于绝缘膜的散热性低,所以,在半导体激光器的发光区域所产生的热不能够充分地向副固定件散热。

### 发明内容

[0007] 本发明是为了解决上述课题而提出的,其目的在于得到能够确保高的散热性并且提高成品率的半导体装置及其制造方法。

[0008] 本发明提供一种半导体装置,其特征在于,具备副固定件和隔着焊料以结向下方式安装在所述副固定件上的半导体激光器,所述半导体激光器具有半导体衬底、形成在所述半导体衬底上并且含有pn结的半导体层叠结构以及在所述半导体层叠结构上形成的电极,所述电极隔着所述焊料接合在所述副固定件上,在所述副固定件和所述半导体层叠结构之间,以包围所述电极的周围的方式配置有高熔点金属膜或者高熔点电介质膜。

[0009] 根据本发明,能够确保高的散热性并且能够提高成品率。

### 附图说明

[0010] 图1是表示实施方式1的半导体激光器的剖面图。

[0011] 图2是表示实施方式1的半导体装置的剖面图。

- [0012] 图 3 是表示实施方式 2 的半导体装置的剖面图。
- [0013] 图 4 是表示实施方式 3 的半导体装置的剖面图。
- [0014] 图 5 是用于说明实施方式 3 的半导体装置的制造方法的剖面图。
- [0015] 图 6 是 AuSn 的二元系相图。
- [0016] 图 7 是用于说明实施方式 3 的半导体装置的制造方法的变形例的剖面图。
- [0017] 图 8 是表示实施方式 4 的半导体装置的剖面图。
- [0018] 图 9 是用于说明实施方式 4 的半导体装置的制造方法的剖面图。
- [0019] 图 10 是表示实施方式 5 的半导体装置的剖面图。
- [0020] 图 11 是用于说明实施方式 5 的半导体装置的制造方法的剖面图。
- [0021] 图 12 是 SnAg 的二元系相图。
- [0022] 图 13 是用于说明实施方式 5 的半导体装置的变形例的剖面图。
- [0023] 图 14 是表示实施方式 6 的半导体装置的剖面图。
- [0024] 图 15 是用于说明实施方式 6 的半导体装置的制造方法的剖面图。
- [0025] 图 16 是表示实施方式 6 的半导体装置的变形例的剖面图。
- [0026] 图 17 是表示实施方式 7 的半导体装置的制造方法的平面图。
- [0027] 图 18 是表示实施方式 7 的半导体装置的制造方法的剖面图。
- [0028] 图 19 是图 18 中的以虚线包围的部分的放大剖面图。
- [0029] 图 20 是表示实施方式 7 的半导体装置的制造方法的变形例的放大剖面图。
- [0030] 附图标记说明：
- 1 半导体激光器
  - 2 n 型 GaN 衬底(半导体衬底)
  - 3 半导体层叠结构
  - 8 电极
  - 10 高熔点金属膜
  - 11 焊料
  - 12 副固定件
  - 14、20、26、27 槽
  - 15 金属焊盘
  - 16 第一合金层
  - 17 第二合金层
  - 18 接合区域
  - 19、21 Au 膜(金属层)
  - 24 金属间化合物
  - 25 诱导材料(attractive material)
  - 28 高电阻化区域
  - 29 绝缘膜。

### 具体实施方式

- [0031] 参照附图对本发明的实施方式的半导体装置进行说明。对相同的结构要素标注相

同的附图标记,有时省略重复说明。

#### [0032] 实施方式 1

图 1 是表示实施方式 1 的半导体激光器 1 的剖面图。在 n 型 GaN 衬底 2 (半导体衬底) 上形成有含有 pn 结的半导体层叠结构 3。半导体层叠结构 3 具有从 n 型 GaN 衬底 2 侧依次层叠的 n 型 AlGaIn 覆盖层 4、InGaIn 活性层 5、p 型 AlGaIn 覆盖层 6 以及 p 型 GaN 接触层 7。在 p 型 GaN 接触层 7 上形成有电极 8, 在 n 型 GaN 衬底 2 的下表面形成有电极 9。在电极 8、9 中含有金 (Au)。

[0033] 以包围电极 8 的周围的方式配置有高熔点金属膜 10。高熔点金属膜 10 由铂 (Pt)、镍 (Ni)、镍铬合金 (NiCr)、钨 (W)、钛 (Ti)、钨钛 (TiW)、钼 (Mo)、钽 (Ta) 或者铌 (Nb) 构成。而且, 代替高熔点金属膜 10, 采用由上述的高熔点金属膜 10 的各材料的氧化膜或者氮化膜构成的高熔点电介质膜也可以。

[0034] 图 2 是表示实施方式 1 的半导体装置的剖面图。半导体激光器 1 以结向下方式隔着焊料 11 安装在副固定件 12 上。半导体激光器 1 的电极 8 隔着焊料 11 接合在副固定件 12 上。焊料 11 由形成 AuSn 类、SnAg 类、SnAgCu 类、Sn-Zn 类、Sn-Bi 类、PbSn 类、AuSi 类、AuGe 类的合金的材料构成。

[0035] 如以上所说明那样, 在本实施方式中, 在副固定件 12 和半导体层叠结构 3 之间, 以包围电极 8 的周围的方式配置有高熔点金属膜 10 或高熔点电介质膜。利用该高熔点金属膜 10 或高熔点电介质膜能够防止焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而造成 pn 结短路, 所以, 能够使成品率提高。

[0036] 此外, 对于高熔点金属膜 10 或高熔点电介质膜来说, 热导率比绝缘膜高 10 倍左右。高熔点金属的热导率为  $50 \sim 200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ , 相对于此, 作为一般的绝缘膜的  $\text{SiO}_2$  的热导率为  $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以下,  $\text{SiN}$  的热导率为  $20 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以下。

[0037] 在半导体激光器 1 的发光区域 13 所产生的热经由电极 8、高熔点金属膜 10 以及焊料 11 向副固定件 12 散热。如本实施方式所示那样, 在以高熔点金属膜 10 和高熔点电介质膜包围电极 8 的周围的情况下, 与以绝缘膜包围电极 8 的周围的情况相比, 能够确保高的散热性。特别是, 对要求数百 mW 以上的高功率的半导体激光器或工作电流、电压较高的半导体激光器是有利的。

#### [0038] 实施方式 2

图 3 是表示实施方式 2 的半导体装置的剖面图。在半导体层叠结构 3 中, 以包围电极 8 的周围的方式形成有槽 14。高熔点金属膜 10 或高熔点电介质膜覆盖该槽 14 的内部。但是, 高熔点金属膜 10 不与半导体层叠结构 13 进行欧姆接合。其他结构与实施方式 1 相同。

[0039] 在安装时, 能够使多余的焊料 11 流入到槽 14 的内部。因此, 能够防止焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而使 pn 结短路, 所以, 能够使成品率提高。

[0040] 槽 14 的宽度为  $30 \mu\text{m}$  以下, 优选为  $5 \sim 20 \mu\text{m}$ 。槽 14 的深度比 pn 结深  $1 \sim 10 \mu\text{m}$  左右。由此, 能够增大流入多余的焊料 11 的槽 14 的体积。

[0041] 此外, 对于槽 14 的位置来说, 是距半导体激光器 1 的端部  $5 \sim 30 \mu\text{m}$  的内侧, 优选是距半导体激光器 1 的端部  $5 \sim 20 \mu\text{m}$  的内侧。由此, 使槽 14 靠近芯片端部, 因此, 即使在将半导体激光器 1 的宽度缩小到  $150 \mu\text{m}$  以下例如  $100 \mu\text{m}$  左右的情况下, 也能够使接合宽度较大, 能够确保粘接强度。

### [0042] 实施方式 3

图 4 是表示实施方式 3 的半导体装置的剖面图。代替实施方式 1 的高熔点金属膜 10, 在副固定件 12 和半导体层叠结构 3 之间, 以包围电极 8 的周围的方式配置有金属焊盘 15。在金属焊盘 15 中含有金(Au)。焊料 11 是由 80wt% 的 Au 和 20wt% 的 Sn 构成的 AuSn。该焊料 11 的熔点为 280℃。

[0043] 图 5 是用于说明实施方式 3 的半导体装置的制造方法的剖面图。首先, 准备含有 pn 结的半导体激光器 1。以包围半导体激光器 1 的电极 8 的周围的方式, 在半导体激光器 1 上形成金属焊盘 15。在副固定件 12 上形成焊料 11。之后, 以结向下方式隔着焊料 11 将半导体激光器 1 安装在副固定件 12 上。将半导体激光器 1 安装在副固定件 12 上时的安装温度为约 300 ~ 350℃。该安装温度比焊料 11 的熔点高。

[0044] 在该安装时, 如图 4 所示, 电极 8 的构成材料的 Au 向焊料 11 中扩散, 形成第一合金层 16。图 6 是 AuSn 的二元系相图。如图 6 所示, Au 含有量越多, AuSn 的熔点越高。因此, 第一合金层 16 的熔点比焊料 11 的熔点高。

[0045] 若第一合金层 16 达到金属焊盘 15, 则金属焊盘 15 的构成材料的 Au 向第一合金层 16 中扩散, 形成第二合金层 17。第二合金层 17 由例如 85wt% 的 Au 和 15wt% 的 Sn 构成。该第二合金层 17 的熔点上升至约 400℃。因此, 第二合金层 17 的熔点比安装温度(约 300 ~ 350℃) 高, 所以, 焊料 11 达到金属焊盘 15, 成为第二合金层 17, 从而焊料 11 的熔解停止。因此, 能够防止焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而使 pn 结短路, 所以, 能够使成品率提高。

[0046] 此外, 以如下方式设定金属焊盘 15 的厚度: 被副固定件 12、半导体层叠结构 3、金属焊盘 15 包围的空间的体积与焊料 11 合金化之后的体积大致相等。具体地说, 使金属焊盘 15 的厚度比图 5 的焊料 11 的厚度薄百分之几到百分之三十左右。

[0047] 此外, 对于 AuSn 焊料来说, 在 Sn 的组成变高的情况下熔点也上升, 所以, 作为构成材料, 也可以采用含有 Sn 的金属焊盘 15。在该情况下, 例如, 若第二合金层 17 为 70wt% 的 Au 和 30wt% 的 Sn, 则其熔点为约 390℃。因此, 能够得到相同的效果。

[0048] 此外, 焊料 11 不限于 AuSn, 也可以是形成 SnAg 类、SnAgCu 类、Sn-Zn 类、Sn-Bi 类、PbSn 类、AuSi 类或者 AuGe 类的合金并且熔点根据组成比而改变的材料。并且, 作为金属焊盘 15 的材料, 能够采用包含如下材料的材料: 当与焊料 11 进行合金化或者被添加到焊料 11 中时, 使焊料 11 的熔点上升。因此, 能够得到相同的效果。

[0049] 图 7 是用于说明实施方式 3 的半导体装置的制造方法的变形例的剖面图。在上述例子中, 在半导体激光器 1 上形成了金属焊盘 15, 但是, 在该变形例中, 以包围副固定件 12 上的接合区域 18 的方式, 形成金属焊盘 15。并且, 在副固定件 12 上的接合区域 18, 形成焊料 11。之后, 将半导体激光器 1 隔着焊料 11 以结向下方式安装在副固定件 12 上的接合区域 18。其他工序与上述例子相同, 能够得到相同的效果。

### [0050] 实施方式 4

图 8 是表示实施方式 4 的半导体装置的剖面图。代替实施方式 1 的高熔点金属膜 10, 在副固定件 12 和电极 8 之间, 在电极 8 的外周配置有 Au 膜 19(金属膜)。焊料 11 是由 80wt% 的 Au 和 20wt% 的 Sn 构成的 AuSn。该焊料 11 的熔点为 280℃。

[0051] 图 9 是用于说明实施方式 4 的半导体装置的制造方法的剖面图。首先, 准备含有 pn

结的半导体激光器 1。并且,在半导体激光器 1 的电极 8 的外周形成 Au 膜 19。在电极 8 上的被 Au 膜 19 包围的区域蒸镀焊料 11。之后,隔着焊料 11 以结向下方式将半导体激光器 1 安装在副固定件 12 上。将半导体激光器 1 安装在副固定件 12 上时的安装温度为约 300 ~ 350℃。该安装温度比焊料 11 的熔点高。

[0052] 在该安装时,如图 8 所示,电极 8 的构成材料的 Au 向焊料 11 中扩散,形成第一合金层 16。若第一合金层 16 达到 Au 膜 19,则 Au 膜 19 的构成材料的 Au 向第一合金层 16 中扩散,形成第二合金层 17。第二合金层 17 由例如 85wt% 的 Au 和 15wt% 的 Sn 构成。该第二合金层 17 的熔点上升至约 400℃。因此,第二合金层 17 的熔点比安装温度(约 300 ~ 350℃)高,所以,焊料 11 达到 Au 膜 19,成为第二合金层 17,从而焊料 11 的熔解停止。因此,能够防止焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而使 pn 结短路,所以,能够使成品率提高。

[0053] 此外,以如下方式设定 Au 膜 19 的厚度:被副固定件 12、电极 8 和 Au 膜 19 包围的空间的体积与焊料 11 进行合金化之后的体积大致相等。具体地说,使 Au 膜 19 的厚度比图 9 的焊料 11 的厚度薄百分之几到百分之三十左右。

#### [0054] 实施方式 5

图 10 是表示实施方式 5 的半导体装置的剖面图。代替实施方式 1 的高熔点金属膜 10,以包围电极 8 的周围的方式在副固定件 12 上形成有槽 20。在槽 20 内形成有 Au 层 21(金属层)。焊料 11 是 SnAg。在电极 8 以及副固定件 12 上形成有 Au 镀层 22 和 Pt/毛刺(flash) Au 层 23。

[0055] 图 11 是用于说明实施方式 5 的半导体装置的制造方法的剖面图。首先,准备含有 pn 结的半导体激光器 1。然后,以包围副固定件 12 上的接合区域 18 的方式形成槽 20,在槽 20 内形成 Au 层 21。并且,在副固定件 12 上的接合区域 18 形成焊料 11。之后,以结向下方式隔着焊料 11 将半导体激光器 1 安装到副固定件 12 上的接合区域 18。将半导体激光器 1 安装到副固定件 12 上时的安装温度是约 300 ~ 350℃。该安装温度比焊料 11 的熔点高。

[0056] 在该安装时,焊料 11 流入到副固定件 12 的槽 20。由此,如图 10 所示,Au 层 21 的构成材料的 Au 向焊料 11 中扩散,形成金属间化合物 24。金属间化合物 24 由 AuSn 构成。含有该金属间化合物 24 的焊料 11 的熔点上升至例如 380℃,比安装温度(约 300 ~ 350℃)高。由此,由于焊料 11 的熔解停止,所以,能够抑制槽 20 内的焊料 11 的横方向的扩展。因此,能够防止焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而使 pn 结短路,所以,能够使成品率提高。

[0057] 此外,图 12 是 SnAg 的二元系相图。对于 SnAg 的熔点来说,在 Ag 为 3.5% 的情况下(共晶点)为 221℃,较低,若 Ag 增加则变高。因此,即使在槽 20 内设置 Ag 层代替 Au 层 21,也能够得到相同的效果。此外,与实施方式 3、4 相同,代替 SnAg 焊料,采用 AuSn 焊料,在槽 20 内设置 Au 层 21 或 Sn 层,也有相同的效果。并且,即使在槽 20 内设置当混入到焊料 11 中时使焊料 11 的熔点上升的其他杂质材料来代替 Au 层 21,也能够得到相同的效果。

[0058] 图 13 是用于说明实施方式 5 的半导体装置的变形例的剖面图。Au 层 21 没有设置在副固定件 12 的槽 20 内,而是以包围电极 8 的周围的方式设置在半导体激光器 1 侧。在该情况下,也能够得到相同的效果。此外,若将 Au 层 21 设置在副固定件 12 的槽 20 内和半导体激光器 1 侧这两个位置上,则更加有效。

#### [0059] 实施方式 6

图 14 是表示实施方式 6 的半导体装置的剖面图。代替实施方式 1 的高熔点金属膜 10,

以包围电极 8 的周围的方式在副固定件 12 上形成槽 20。在槽 20 的内侧的侧面形成有诱导材料 25。诱导材料 25 是使焊料 11 的流动性提高的材料。具体地说,诱导材料 25 是与焊料 11 相同的物质、焊料 11 的构成物质、焊料焊药(熔剂)、或者当与焊料 11 进行合金化时熔点下降的金属材料。

[0060] 具体地说,焊料焊药是具有将金属氧化物熔解的性质的硼砂(4 硼酸钠  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )或氯化锌( $\text{ZnCl}_2$ )水溶液等。对于当与焊料 11 进行合金化时使熔点下降的金属材料来说,具体地说,对于 Sn-Cu 焊料是 Ag、对于 Sn-Ag-Bi-Cu 焊料是 Bi、对于 Sn-Ag 焊料是 In、对于 Sn-9Zn 焊料是 Ag、Al、Ga 等。相对于 Sn-0.75Cu 焊料(熔点为  $227^\circ\text{C}$ ),添加了 Ag 的 Sn-3.5Ag-0.75Cu 的熔点是  $217^\circ\text{C}$ 。相对于 Sn-2.5Ag-1.0Bi-0.5Cu 焊料(熔点为  $214^\circ\text{C}$ ),Bi 的含有量大的 Sn-2.0Ag-3.0Bi-0.75Cu 的熔点为  $207^\circ\text{C}$ 。

[0061] 图 15 是用于说明实施方式 6 的半导体装置的制造方法的剖面图。首先,准备含有 pn 结的半导体激光器 1。然后,以包围副固定件 12 上的接合区域 18 的方式形成槽 20,在槽 20 的内侧的侧面形成诱导材料 25。并且,在副固定件 12 上的接合区域 18 形成焊料 11。之后,以结向下方式隔着焊料 11 将半导体激光器 1 安装到副固定件 12 上的接合区域 18。

[0062] 在该安装时,当诱导材料 25 混入到焊料 11 中时,焊料 11 的流动性提高。由此,焊料 11 容易流入到槽 20 内。因此,能够防止焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而使 pn 结短路,所以,能够使成品率提高。此外,诱导材料 25 的厚度越薄,多余的焊料 11 越容易流入到槽 20 内。并且,诱导材料 25 的面积越大,越能够诱导更多的焊料 11。

[0063] 图 16 是表示实施方式 6 的半导体装置的变形例的剖面图。不在副固定件 12 上形成槽 20。以包围电极 8 的周围方式在平坦的副固定件 12 上形成有容易使焊料 11 熔解的诱导材料 25。在该情况下,焊料 11 由于诱导材料 25 而容易在副固定件 12 上在横向上扩展,焊料 11 不隆起,所以,能够得到相同的效果。

#### [0064] 实施方式 7

图 17 是表示实施方式 7 的半导体装置的制造方法的平面图。图 18 是其剖面图。图 19 是图 18 中的以虚线包围的部分的放大剖面图。

[0065] 首先,在晶片状的 n 型 GaN 衬底 2 上形成具有包含 pn 结的半导体层叠结构 3 和半导体层叠结构 3 上的电极 8 的多个半导体激光器 1。

[0066] 然后,如图 17 及图 18 所示,利用激光切割对相邻的半导体激光器 1 彼此的边界进行切割,形成比 pn 结深的槽 26、27。此外,具体地说,在形成槽 26、27 之前,涂敷光致抗蚀剂(未图示),利用构图将形成槽 26、27 的部分的光致抗蚀剂除去。此外,由于半导体激光器 1 的发光区域 13 需要露出解理面,所以,解理用的槽 27 以避开发光区域 13 的方式形成。

[0067] 然后,如图 19 所示,在槽 26、27 的内部表面,利用作为高温长时间的热处理的热氧化法进行高电阻化处理,形成高电阻化区域 28。之后,除去光致抗蚀剂。在 GaN 类材料的情况下,对于槽 26、27 的内部表面来说,GaN 表面的氮由于激光切割而逃逸,成为富 Ga 状态。因此,利用热氧化法成为 GaO,能够容易进行高电阻化。此外,作为高电阻化处理,也可以进行注入 H(质子)、F、O、Fe、Zn、Si 等的离子的离子注入。

[0068] 然后,沿着槽 26、27 进行解理等,分离为各个半导体激光器 1。并且,以结向下方式隔着焊料 11 将半导体激光器 1 安装在副固定件 12 上。

[0069] 如以上说明那样,在槽 26、27 的内部表面进行高电阻化处理,所以,在半导体激光

器 1 的侧面形成有高电阻化区域 28。因此,即使焊料 11 绕到半导体激光器 1 的侧面而达到 pn 结,也能够防止 pn 结短路,所以,能够使成品率提高。

[0070] 此外,一般地,用涂层保护解理面,所以,pn 结不露出。因此,也可以不进行上述的高电阻化处理。此外,对分离用的槽 26 和解理用的槽 27 这两者使用了激光切割,但是,也可以仅对分离用的槽 26 使用激光切割。

[0071] 此外,激光切割与针切割相比较,在微细加工方面优越,作业速度快。即使与刻蚀相比较,在加工控制性方面也优越,因此能够切割得较深。特别是,在 GaN 类的半导体激光器中,没有适当的刻蚀液,湿法刻蚀困难,所以,需要激光切割或干法刻蚀。

[0072] 图 20 是表示实施方式 7 的半导体装置的制造方法的变形例的放大剖面图。在上述例子中,在槽 26、27 的内部表面进行了高电阻化处理,但是,在变形例中,在槽 26、27 内形成绝缘膜 29。由此,能够得到相同的效果。

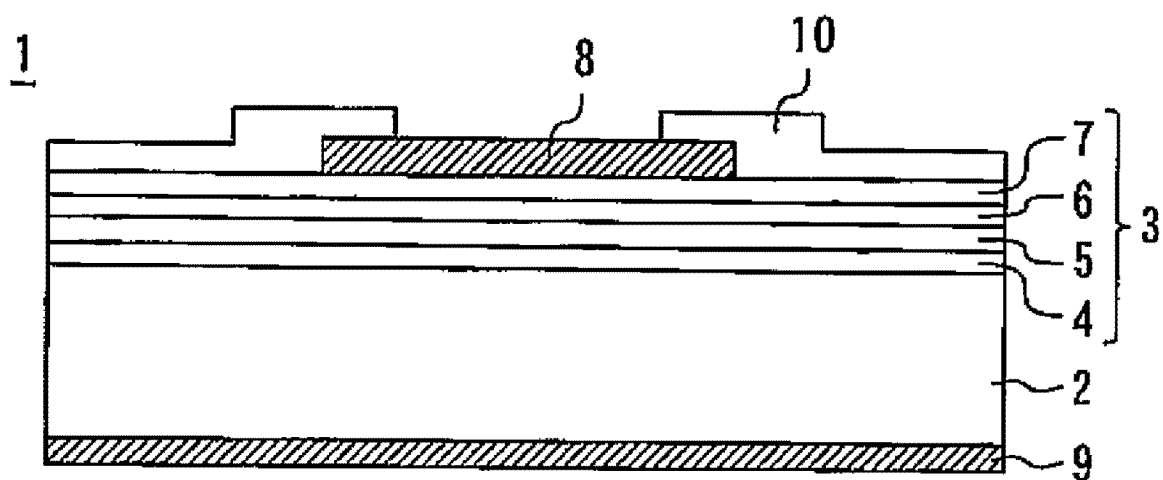


图 1

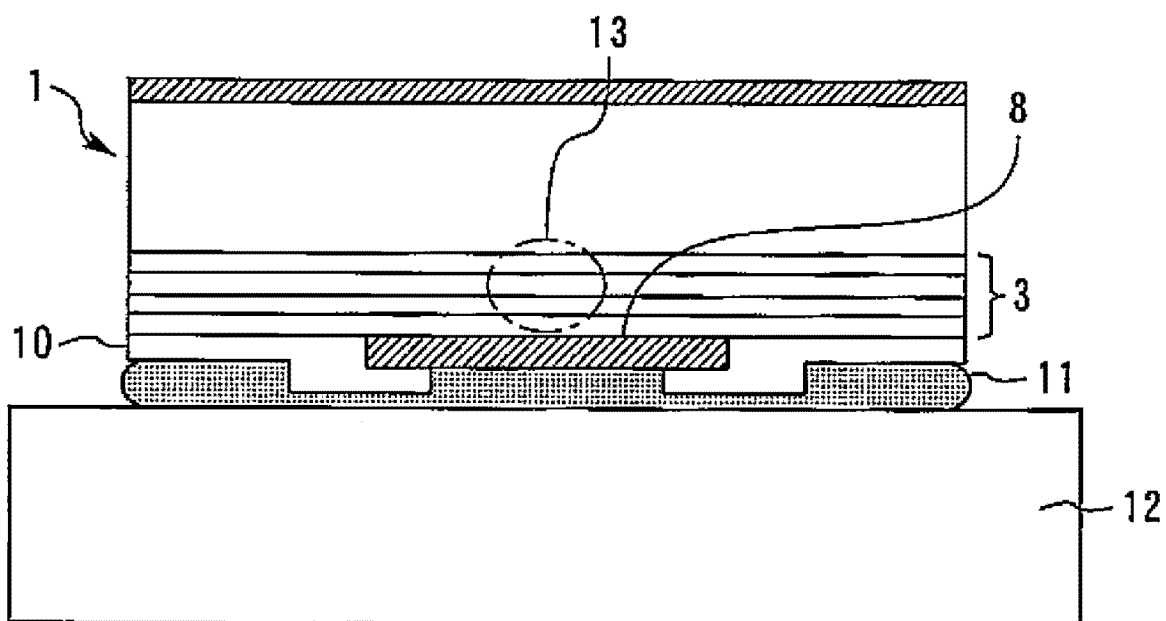


图 2

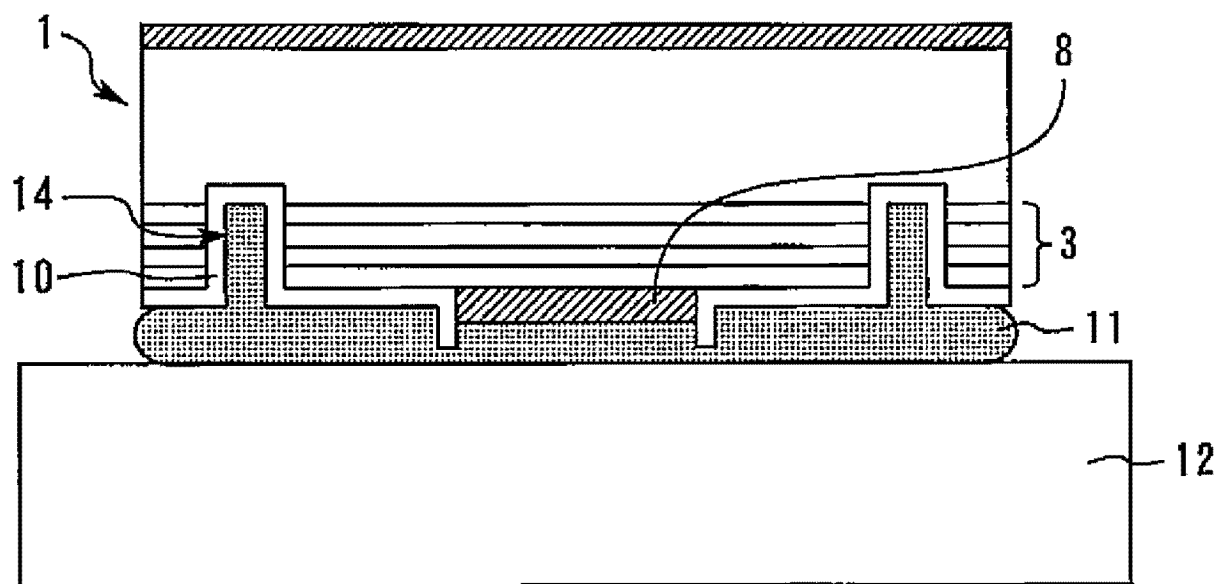


图 3

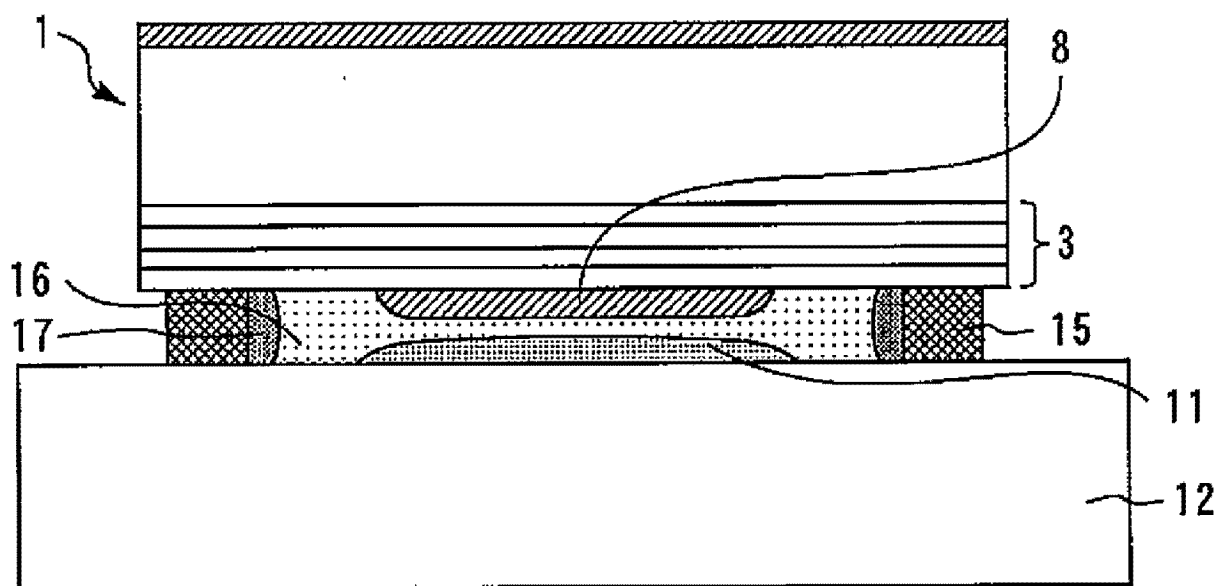


图 4

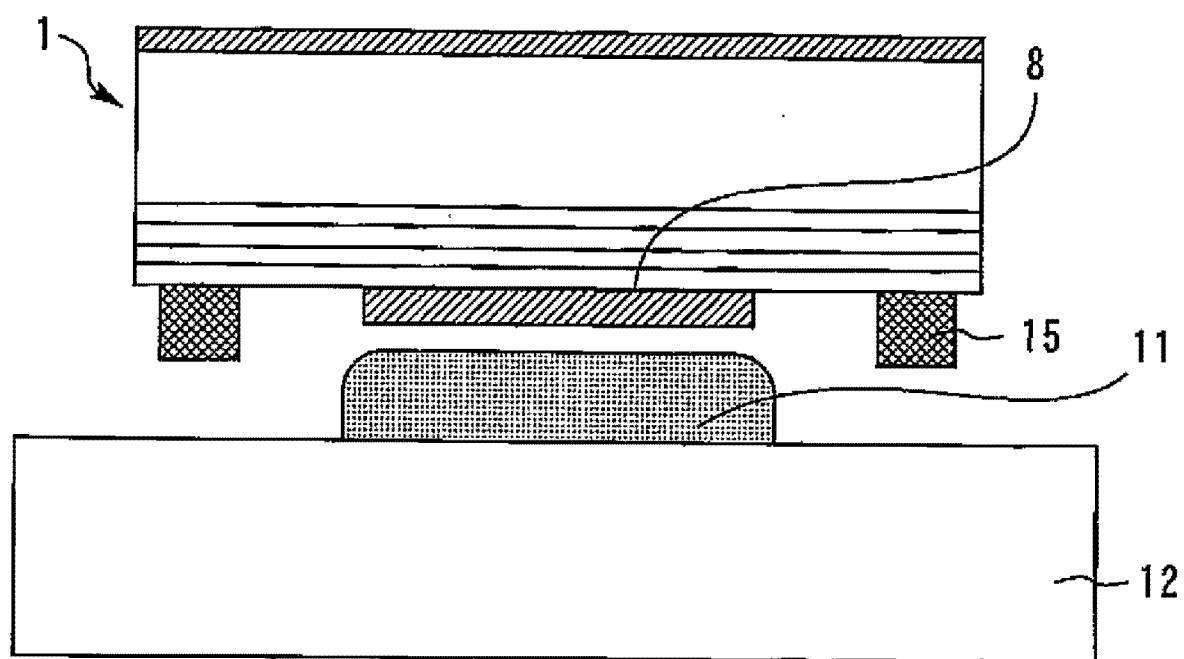


图 5

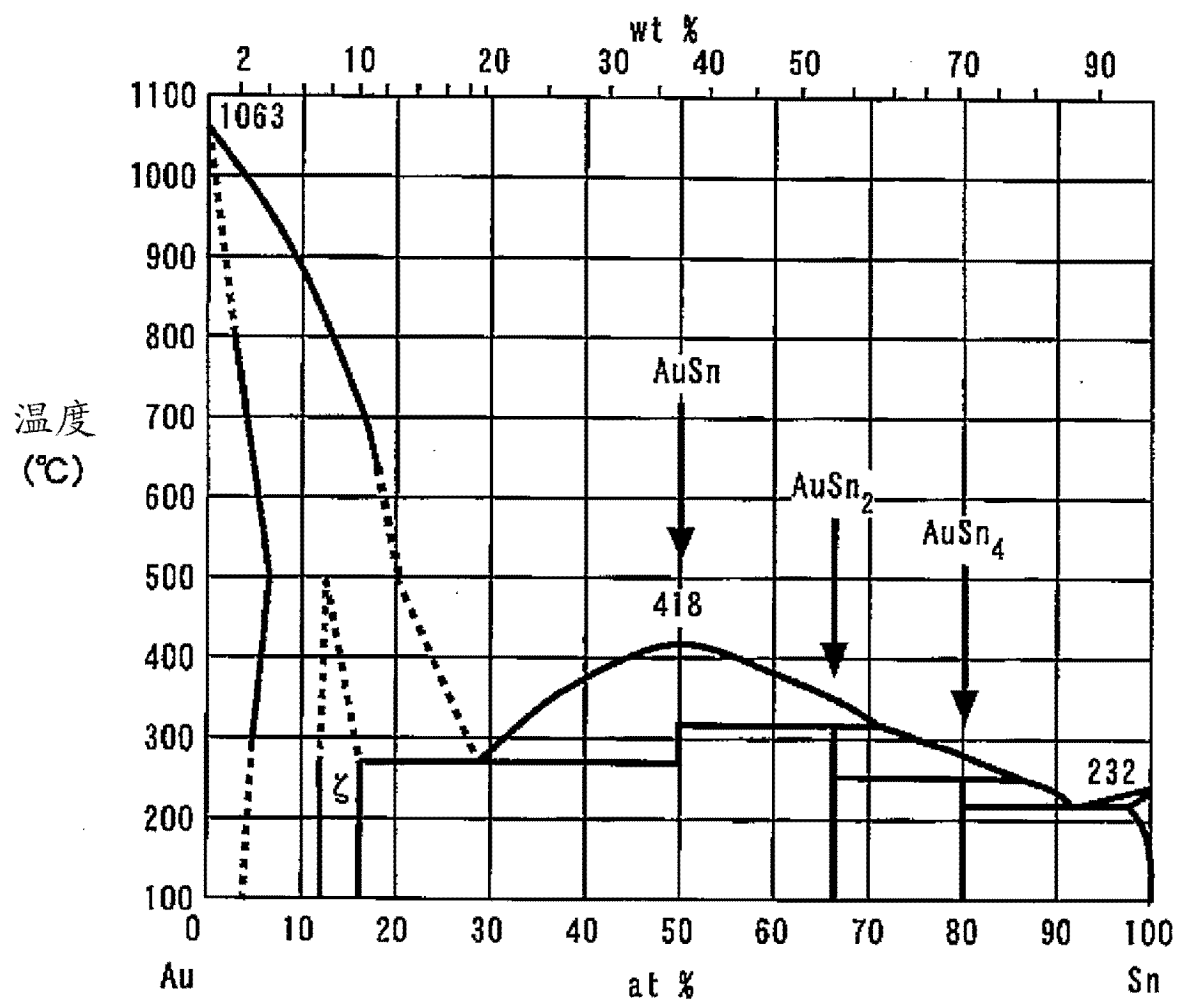


图 6

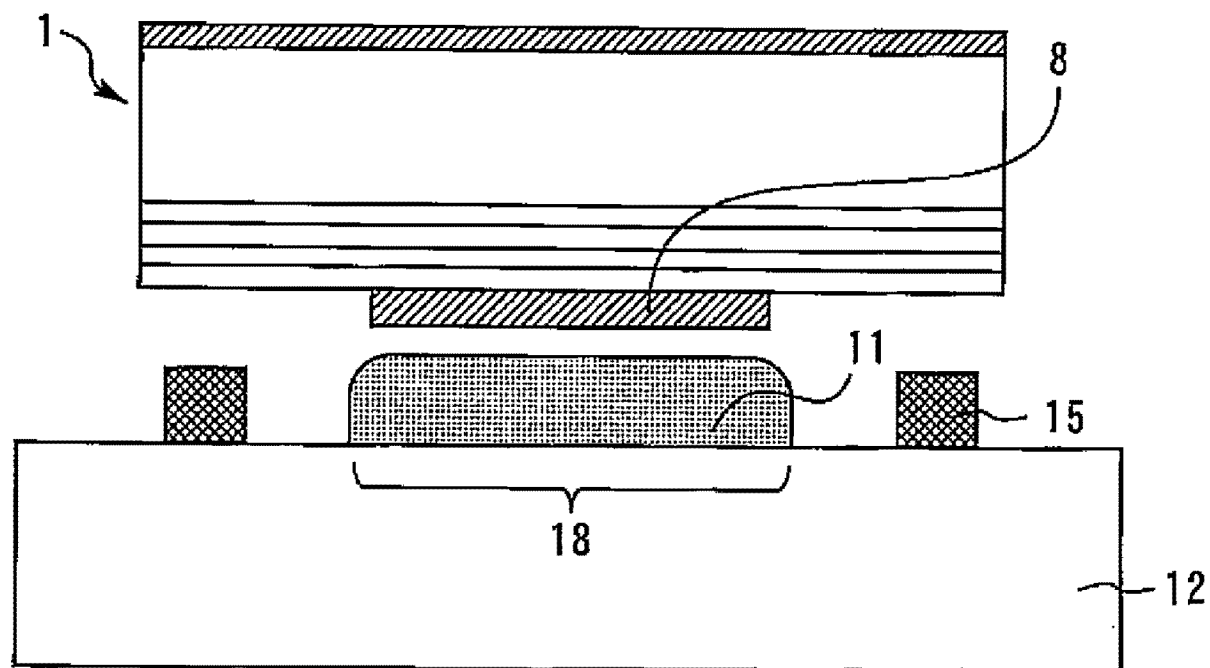


图 7

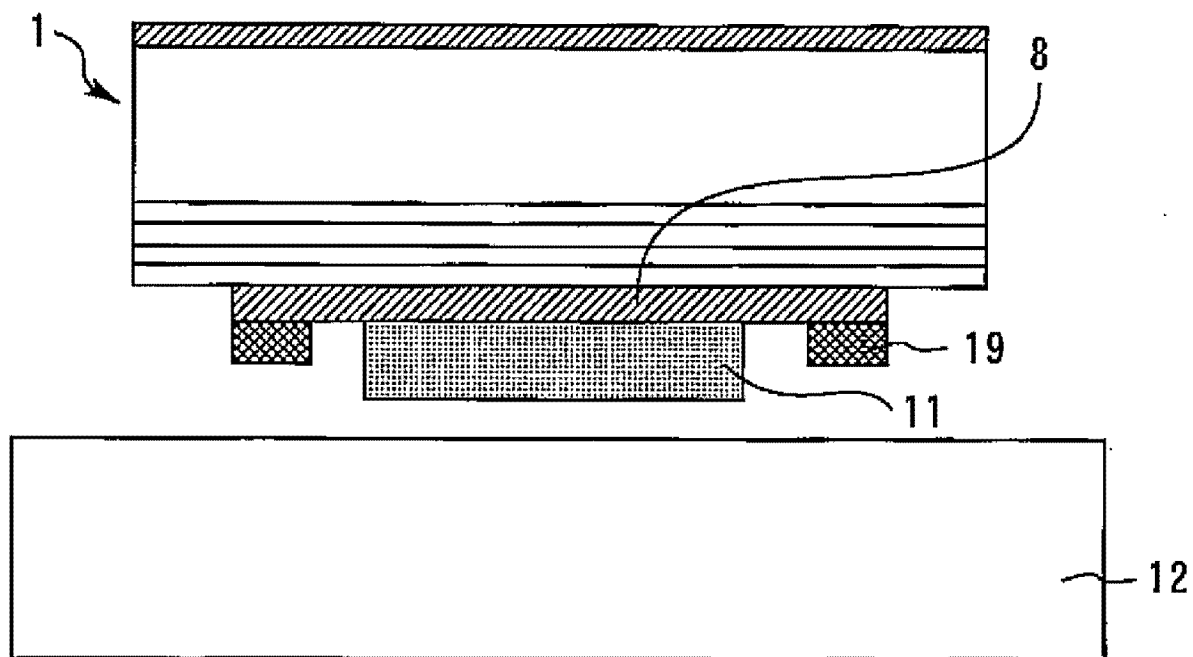


图 8

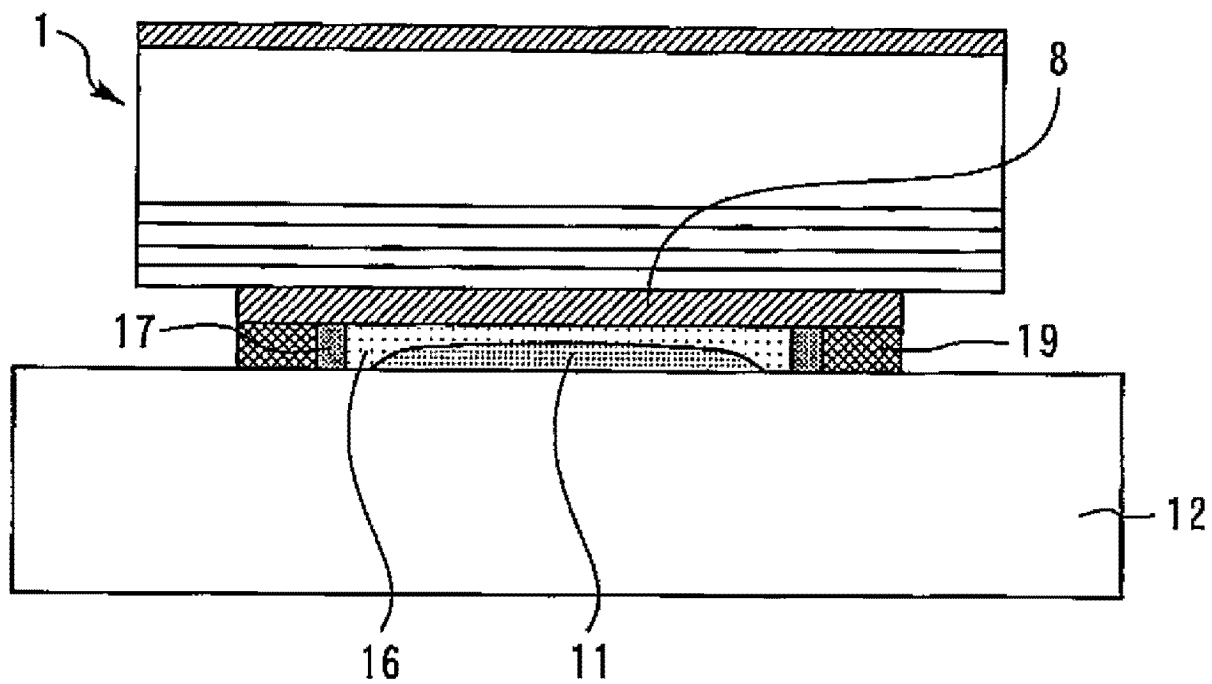


图 9

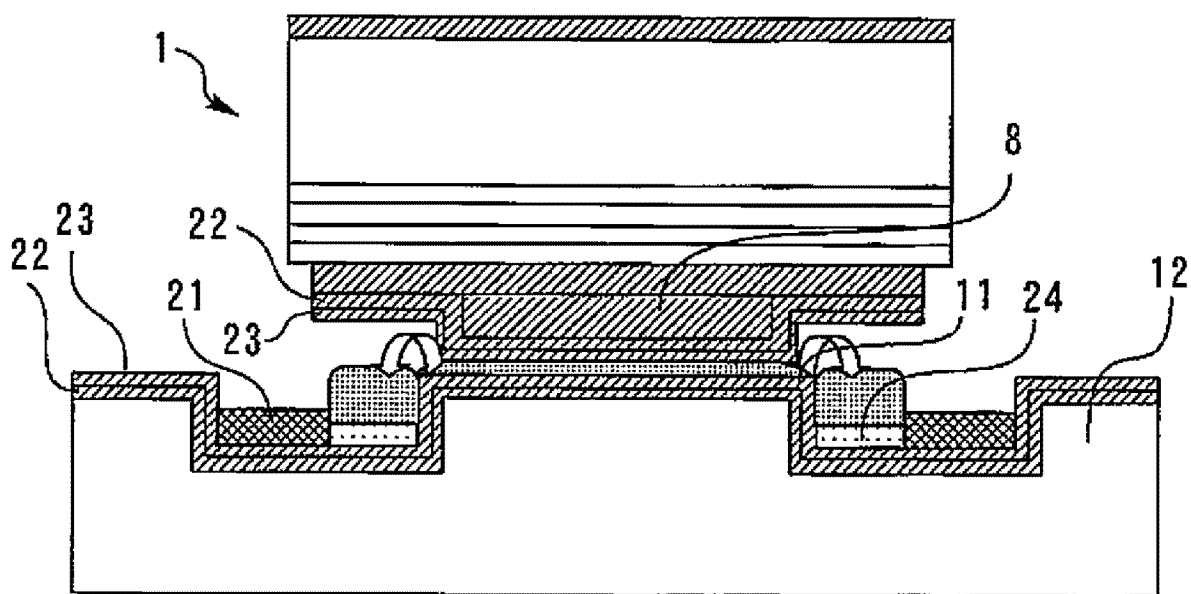


图 10

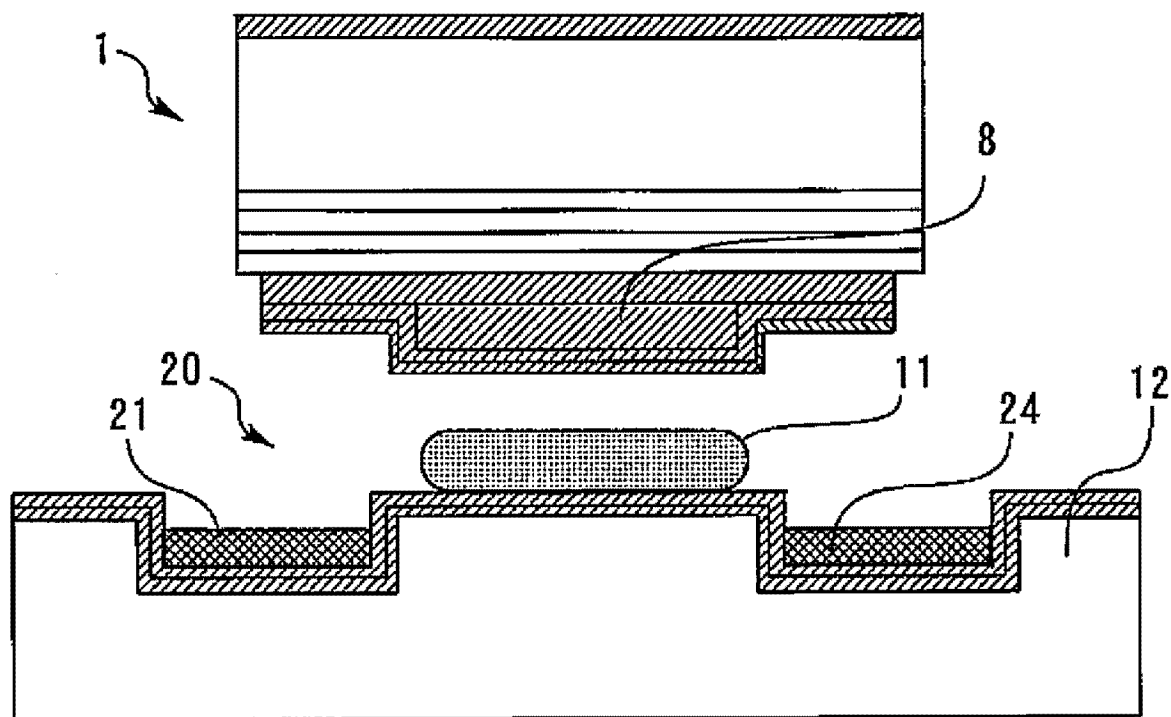


图 11

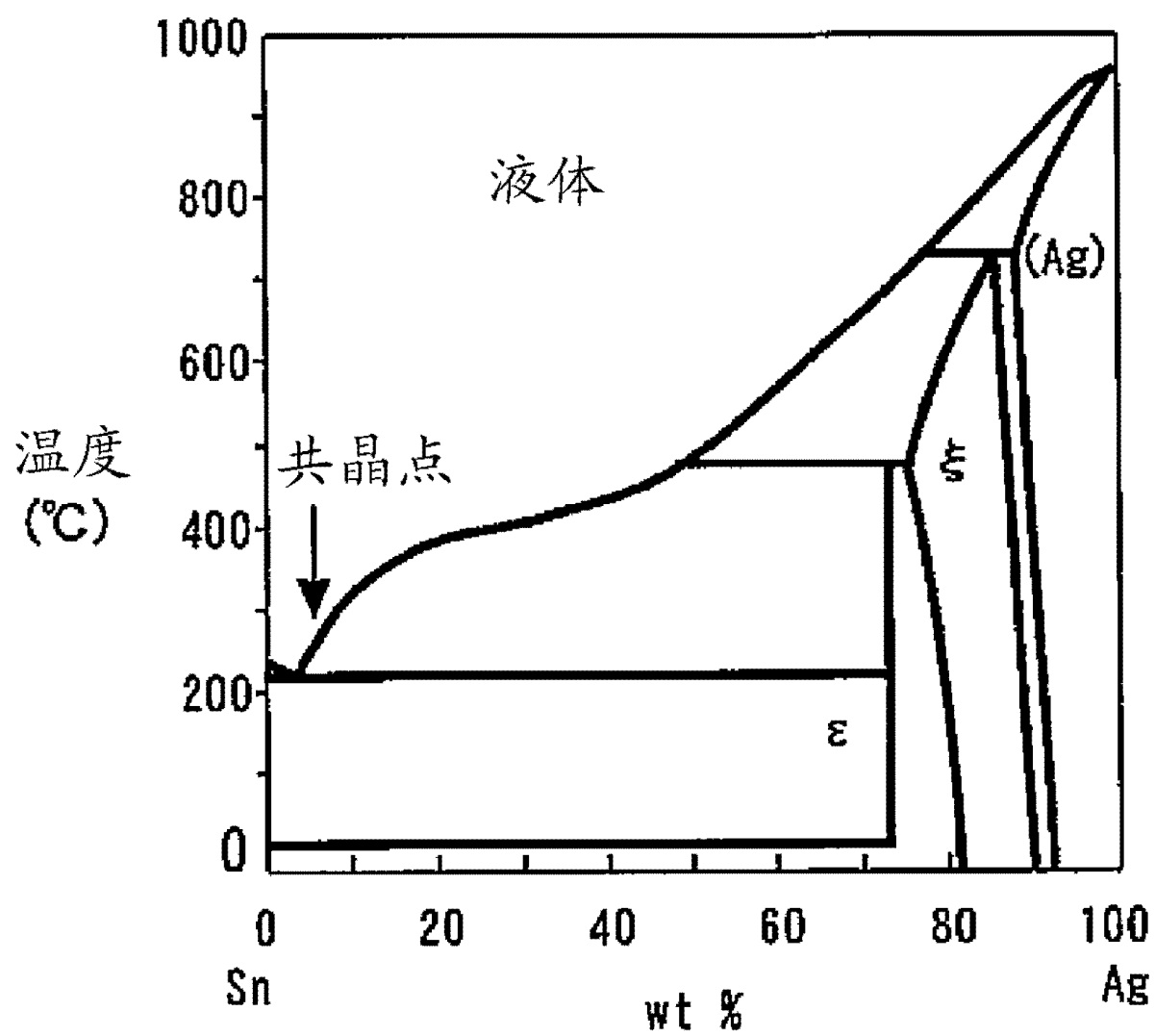


图 12

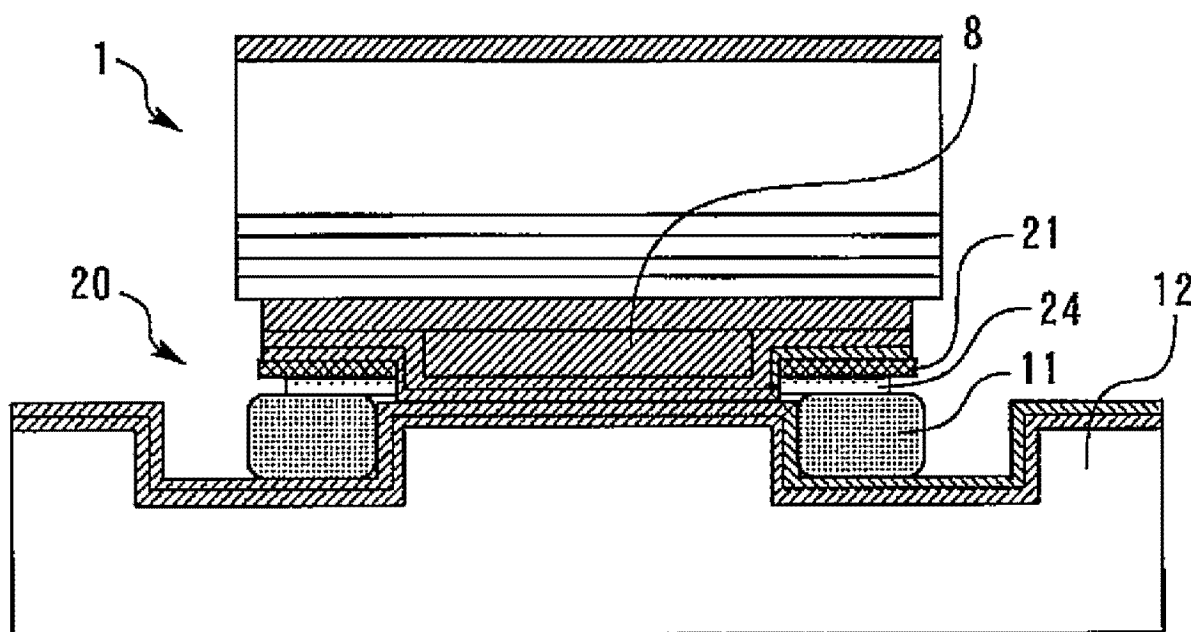


图 13

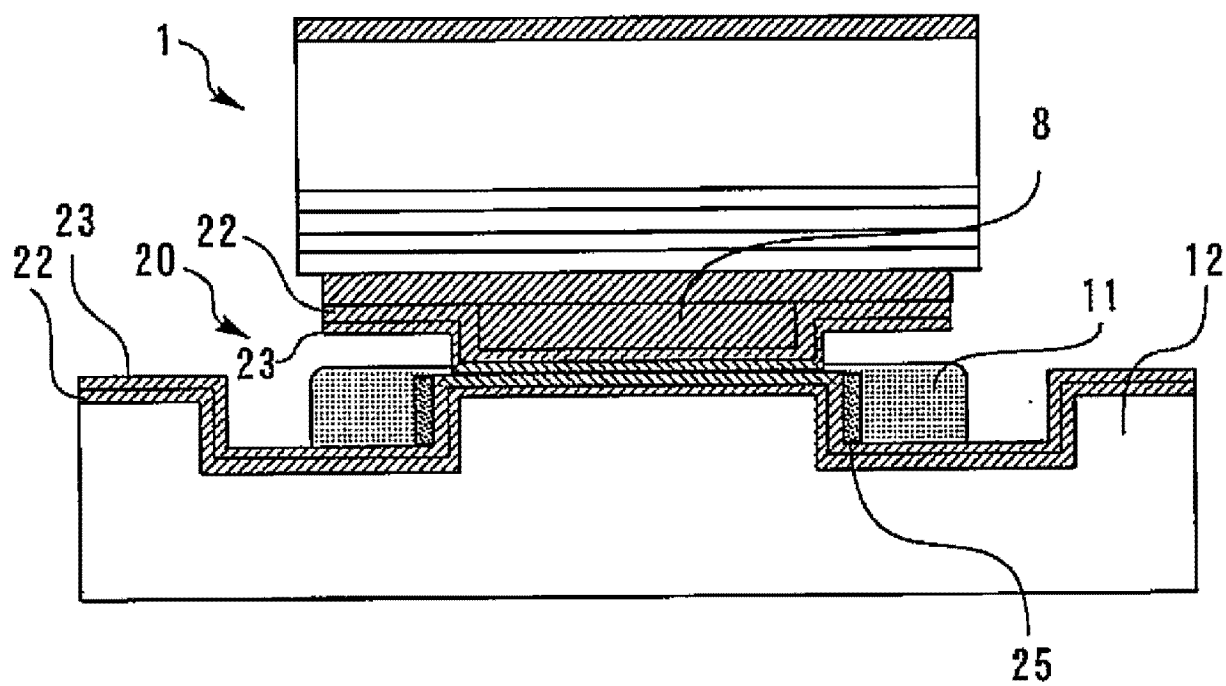


图 14

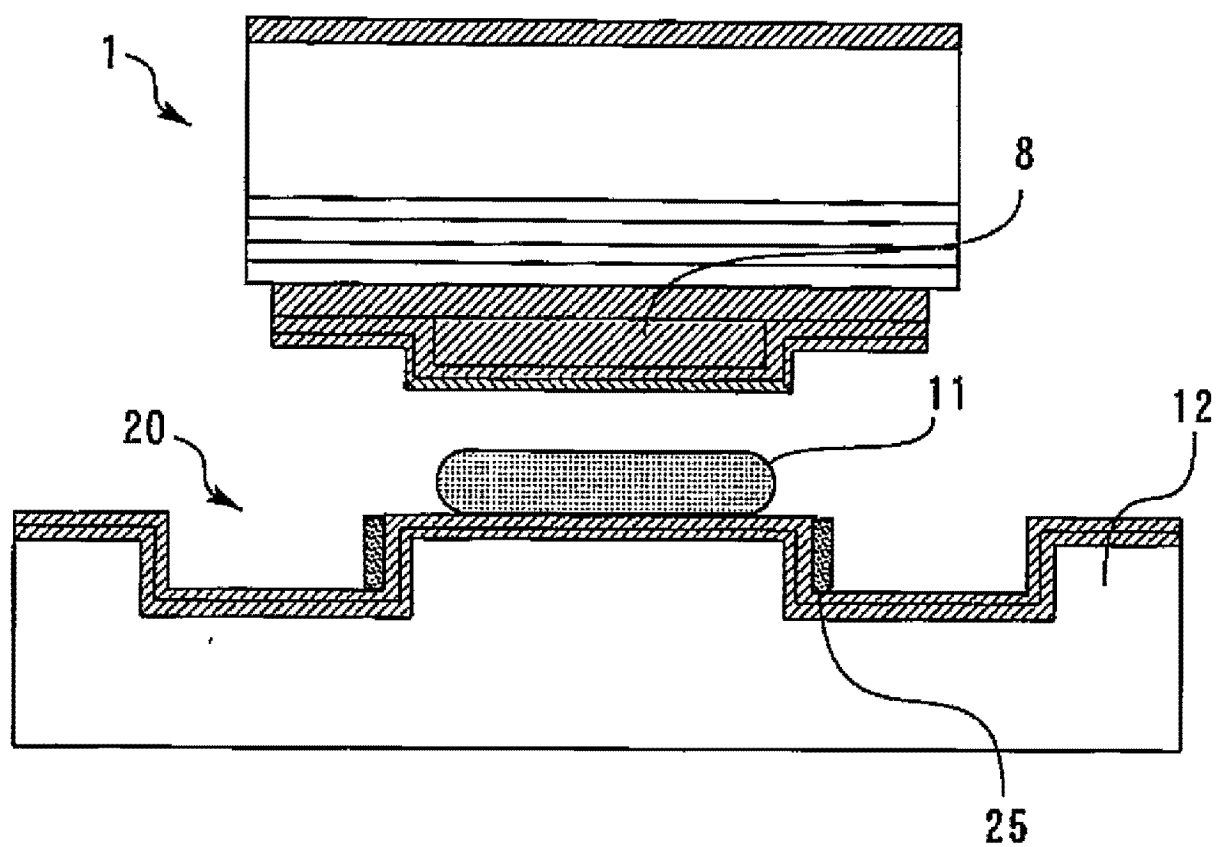


图 15

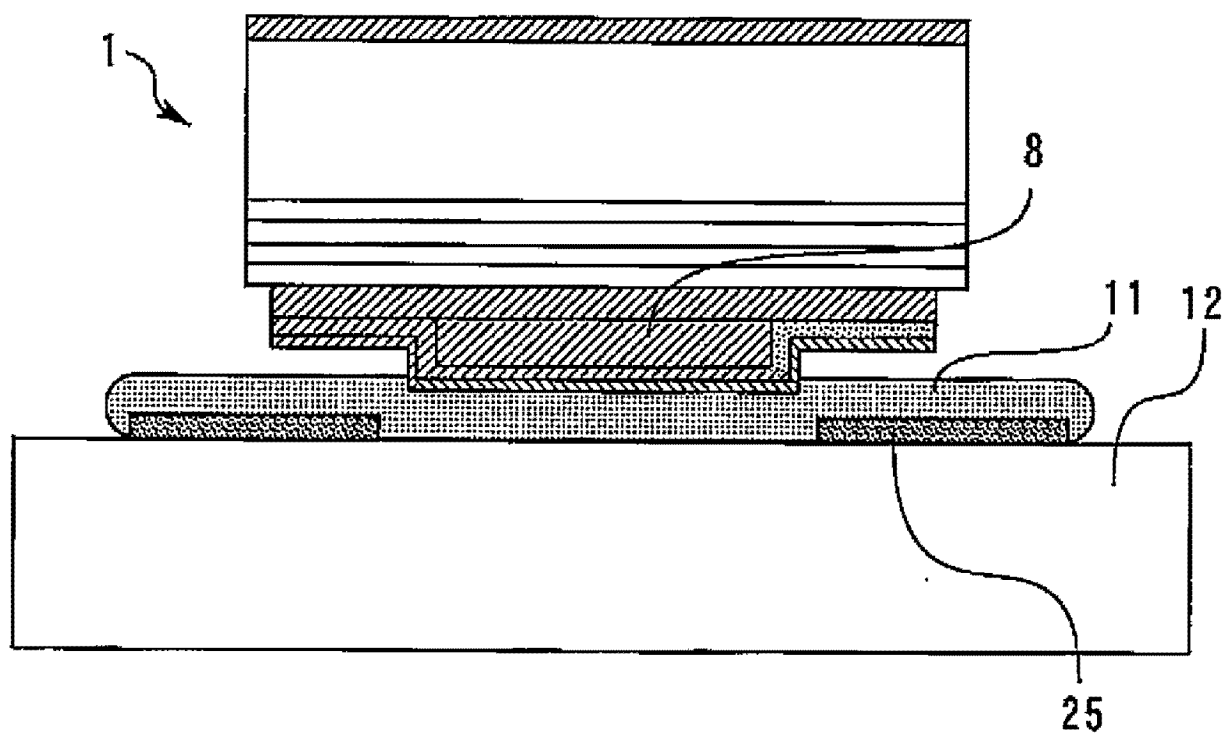


图 16

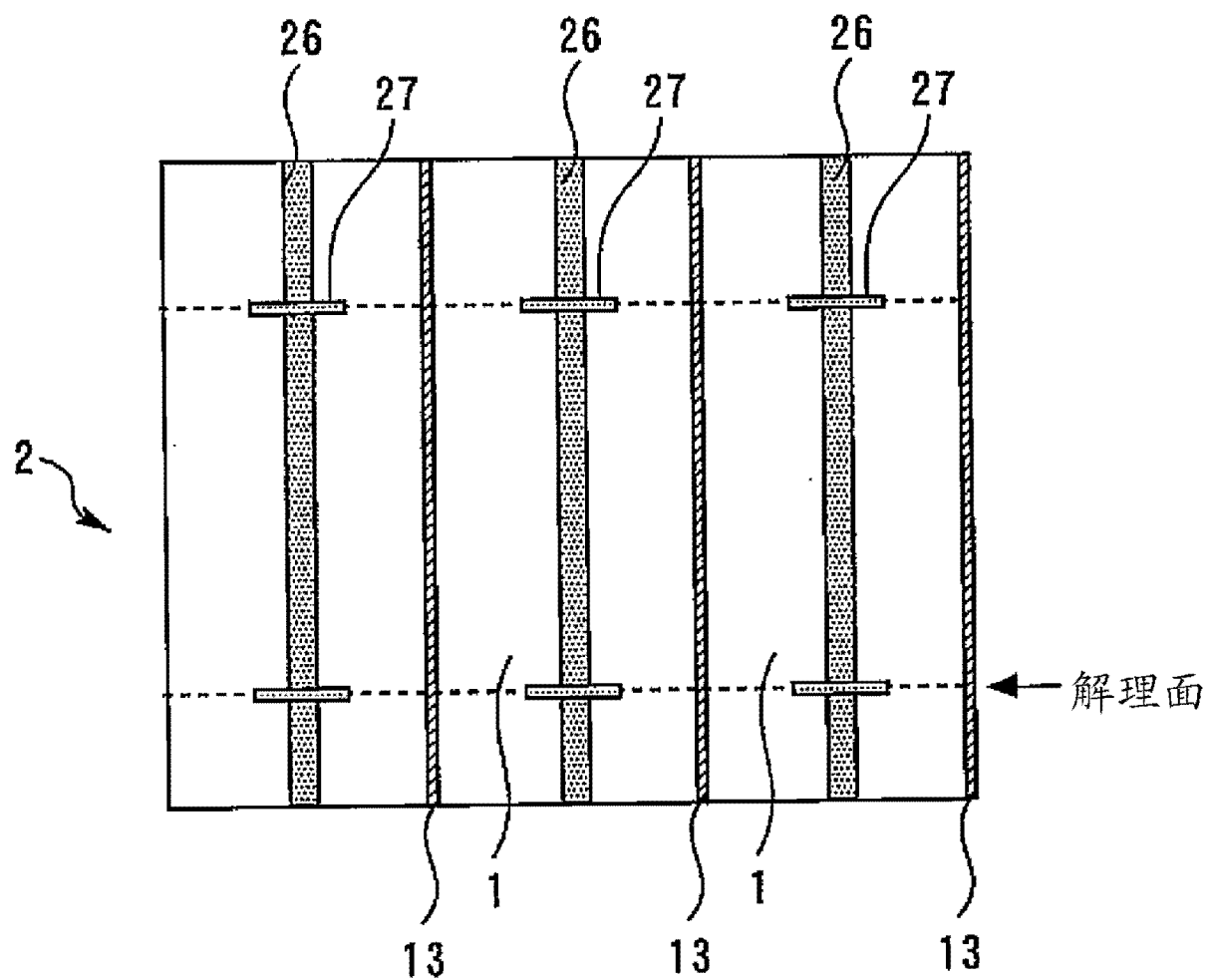


图 17

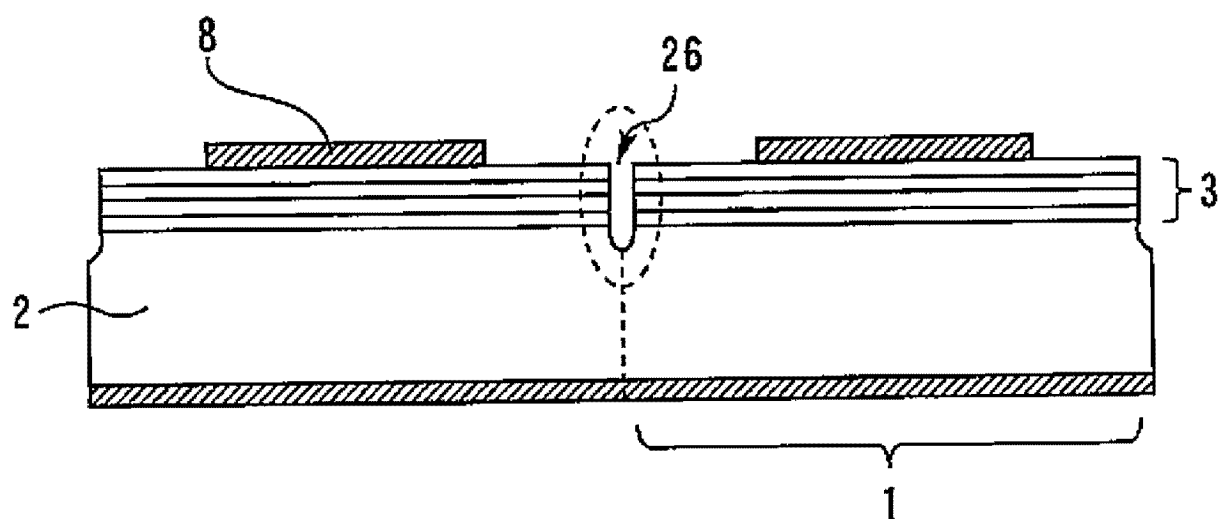


图 18

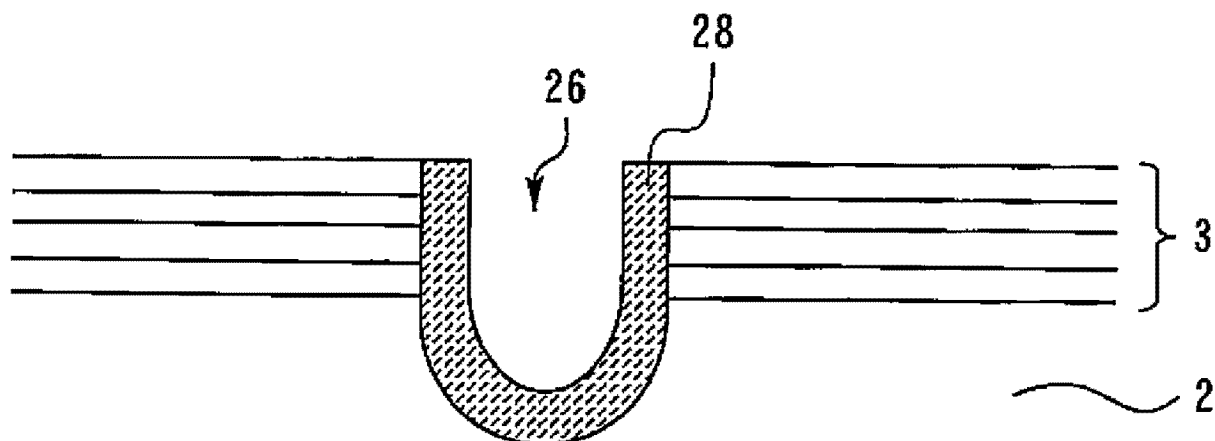


图 19

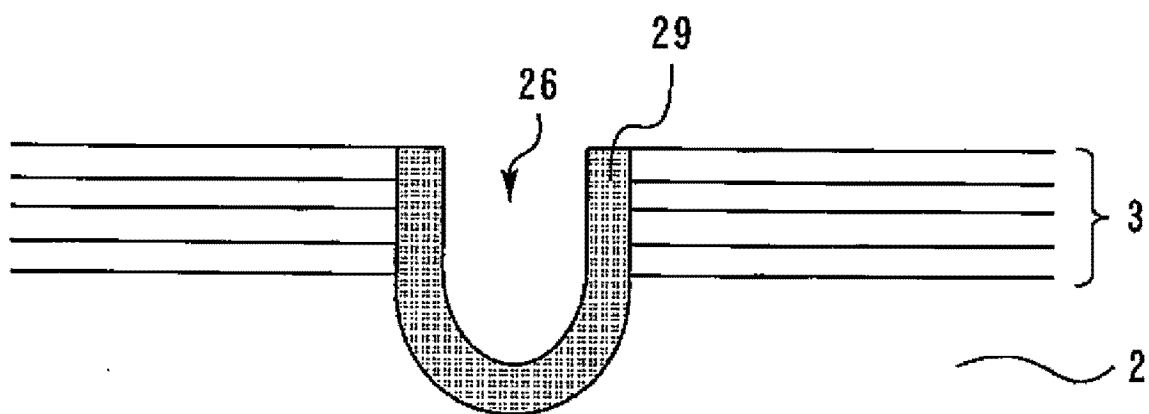


图 20