



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201140972 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：100102613

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 25 日

(51)Int. Cl. : H01S5/024 (2006.01)

H01S5/22 (2006.01)

H01L21/60 (2006.01)

(30)優先權：2010/04/07 日本

2010-088912

(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：西口晴美 NISHIGUCHI, HARUMI (JP) ; 廣中美佐夫 HIRONAKA, MISAO (JP) ;
藏本恭介 KURAMOTO, KYOSUKE (JP) ; 楠政諭 KUSUNOKI, MASATSUGU
(JP) ; 鈴木洋介 SUZUKI, YOSUKE (JP)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：20 共 35 頁

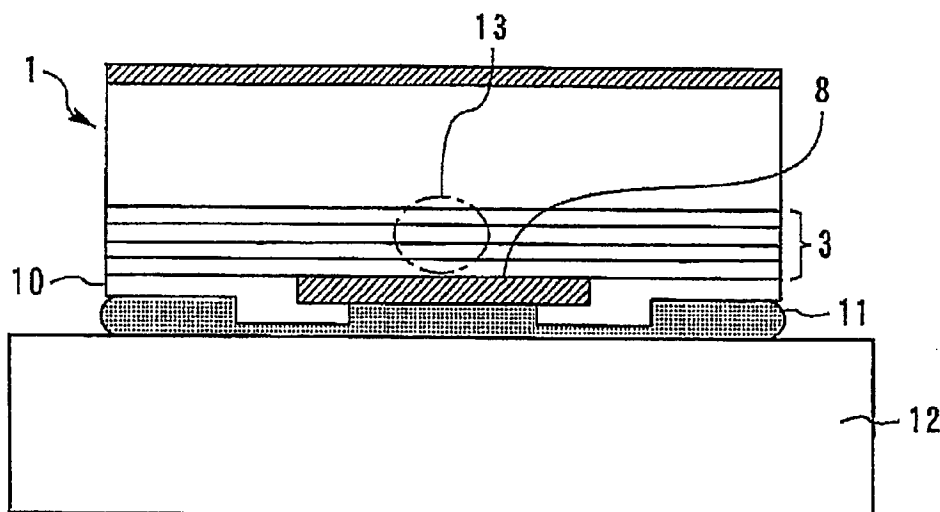
(54)名稱

半導體裝置及其製造方法

SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

能夠確保高放熱性並提高製程良率的半導體裝置及其製造方法。半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 結合於基板 12。半導體雷射 1 具有 n 型 GaN 基板 2、形成於 n 型 GaN 基板 2 並含有 pn 接合的半導體積層構造 3、形成於半導體積層構造上的電極 8。電極 8 透過該焊料 11 與基板 12 接合，基板 12 與半導體積層構造 3 之間以包圍電極 8 的方式配置了高熔點金屬膜 10。



1：半導體雷射

3：半導體積層構造

8：電極

10：高熔點金屬膜

11：焊料

12：基板

13：發光領域



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201140972 A1

(43)公開日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：100102613

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 25 日

(51)Int. Cl. : H01S5/024 (2006.01)

H01S5/22 (2006.01)

H01L21/60 (2006.01)

(30)優先權：2010/04/07 日本

2010-088912

(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：西口晴美 NISHIGUCHI, HARUMI (JP) ; 廣中美佐夫 HIRONAKA, MISAO (JP) ;
藏本恭介 KURAMOTO, KYOSUKE (JP) ; 楠政諭 KUSUNOKI, MASATSUGU
(JP) ; 鈴木洋介 SUZUKI, YOSUKE (JP)

(74)代理人：洪澄文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：20 共 35 頁

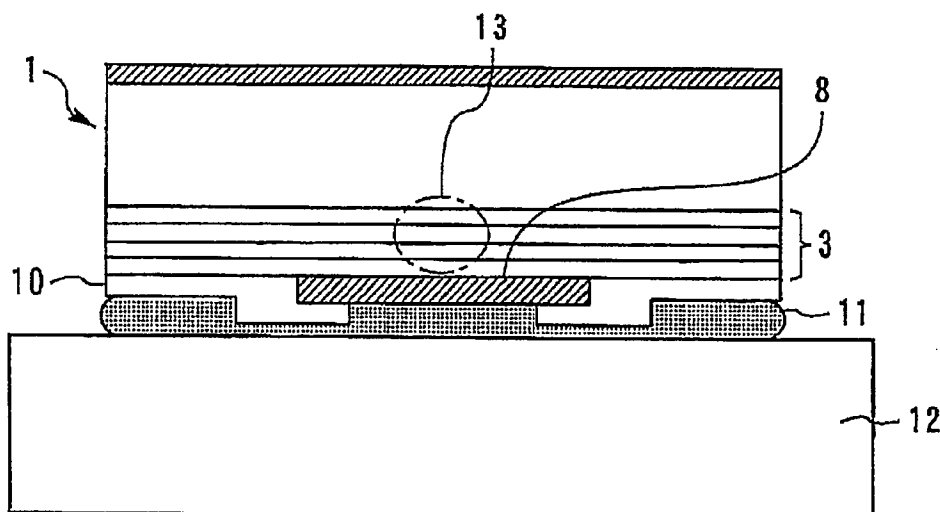
(54)名稱

半導體裝置及其製造方法

SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

能夠確保高放熱性並提高製程良率的半導體裝置及其製造方法。半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 結合於基板 12。半導體雷射 1 具有 n 型 GaN 基板 2、形成於 n 型 GaN 基板 2 並含有 pn 接合的半導體積層構造 3、形成於半導體積層構造上的電極 8。電極 8 透過該焊料 11 與基板 12 接合，基板 12 與半導體積層構造 3 之間以包圍電極 8 的方式配置了高熔點金屬膜 10。



1：半導體雷射

3：半導體積層構造

8：電極

10：高熔點金屬膜

11：焊料

12：基板

13：發光領域

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於透過焊料將半導體雷射以朝下結合（junction down）的方式組裝於基板（submount）上之半導體裝置及其製造方法，且特別有關於能夠確保高放熱性並提昇製程良率的半導體裝置及其製造方法。

【先前技術】

半導體雷射透過焊料以朝上結合（junction up）或朝下結合的方式組裝於基板上。為了減低成本而縮小晶片寬度的情況下，採用朝上結合的方式會失去避開發光條紋來進行線焊的空間。因此，一般會採用朝下結合的方式（例如，參考專利文獻 1）。另外，因為朝下結合的方式會提高放熱性，因此能改善高功率或高溫下的特性。

[專利文獻 1]特開平 5-110203 號公報

因為組裝時的按壓，焊料往外側擴張並超出晶片的邊緣，沿著晶片的側面升高。使用朝上結合的情況下，組裝面到半導體雷射的 pn 接合間有一段距離，因此 pn 接合不會因為焊料而短路。然而在使用朝下結合的情況下，pn 接合會因焊料而短路，產生良率下降的問題。

在 GaN 系半導體雷射中，因結晶成長速度慢、或為了減低對活性層的熱損害，活性層上的覆蓋層或接觸層的合計厚度一般不滿 $1\ \mu\text{m}$ 。這比起 GaAs 系半導體雷射等合計厚度為 $3\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m}$ 來得薄。因此，在 GaN 系半導體雷射中，

因為組裝面距離 pn 接合較短，上述的問題更為顯著。

而基板與半導體雷射之間絕緣膜包圍住電極的周圍，避免焊料進入半導體雷射的側面。然而因為絕緣膜的放熱性低，在半導體雷射的發光領域所產生的熱無法充分排放至基板。

本發明即是為了解決上述的問題而提出，其目的是提供一種能夠確保高放熱性並且提高製程良率的半導體裝置及其製造方法。

【發明內容】

本發明為一種半導體裝置，具備基板以及以朝下結合的方式透過焊料結合於該基板的半導體雷射。該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板並含有 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極。該電極透過該焊料與該基板接合，該基板與該半導體積層構造之間以包圍該電極的方式配置了高熔點金屬膜或高熔點介電膜。

藉由本發明能夠確保高放熱性並提高製程良率。

【實施方式】

關於本發明實施例的半導體裝置將配合圖式說明。相同的構成要素會標示相同的符號而省略重複的說明。

實施例 1

第 1 圖係顯示實施例 1 的半導體雷射 1 的剖面圖。n

型 GaN 基板 2 (半導體基板) 上形成有包含 pn 接合的半導體積層構造 3。半導體積層構造 3 由 n 型 GaN 基板 2 依序沈積了 n 型 AlGaIn 覆蓋層 4、InGaIn 活性層 5、p 型 AlGaIn 覆蓋層 6、及 p 型 GaN 接觸層 7。p 型 GaN 接觸層 7 上形成有電極 8。n 型 GaN 基板 2 的下面形成有電極 9。電極 8、9 包含金屬 (Au)。

高熔點金屬膜 10 以包圍電極 8 的方式配置。高熔點金屬膜 10 由鉑 (Pt)、鎳 (Ni)、鎳鉻合金 (NiCr)、鎢 (W)、鈦 (Ti)、鈦鎢合金 (TiW)、鉬 (Mo)、鉭 (Ta)、或鈮 (Nb) 所組成。其中，由也可使用由高熔點金屬膜 10 的各材料氧化膜或氮化膜所組成的高熔點介電膜來取代高熔點金屬膜 10。

第 2 圖係顯示實施例 1 的半導體裝置的剖面圖。半導體雷射 1 透過焊料 11 以朝下結合的方式組裝於基板 12 上。半導體雷射 1 的電極 8 透過焊料 11 與基板 12 接合。焊料 11 由形成 AuSn 系、SnAgCu 系、Sn-Zn 系、Sn-Bi 系、PbSn 系、AuSi 系、AuGe 系的合金所組成。

如以上說明，在本實施例中，基板 12 與半導體積層構造 3 之間配置有包圍電極 8 的高熔點金屬膜 10 或高熔點介電膜。藉由此高熔點金屬膜 10 或高熔點介電膜，能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。

高熔點金屬膜 10 或高熔點介電膜比起絕緣膜的熱傳導率高了 10 倍。相對於高熔點金屬的熱傳導率為 50~

200W/m·K，做為一般絕緣膜的 SiO₂ 的熱傳導率在 10 W/m·K 以下，SiN 的熱傳導率在 20 W/m·K 以下。

在半導體雷射 1 的發光領域 13 所產生的熱會透過電極 8、高熔點金屬膜 10、及焊料 11 排放至基板 12。如本實施例以高熔點金屬膜 10 或高熔點介電膜包圍電極 8 的情況下，比起以絕緣膜包圍電極 8 的情況，能夠確保更高的放熱性。特別有利於要求數 100mW 以上的高功率半導體雷射或動作電流、電壓高的半導體雷射。

實施例 2

第 3 圖係顯示實施例 2 的半導體裝置的剖面圖。半導體積層構造 3 形成有包圍電極 8 的溝 14。在溝 14 的內部覆蓋了高熔點金屬膜 10 或高熔點介電膜。然而，高熔點金屬膜 10 與半導體積層構造 3 並沒有歐姆接合。其餘的結構則與實施例 1 相同。

組裝時，能夠使多餘的焊料 11 流入溝 14 的內部。因此能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。

溝 14 的寬度在 30 μm 以下，最好是在 5~20 μm。溝 14 的深度比起 pn 接合深 1~10 μm 左右。藉此能夠加大多餘焊料 11 流入溝 14 的體積。

而溝 14 的位置在半導體雷射 1 的邊緣往內側 5~30 μm，最好是在 5~20 μm。如此一來，藉由將溝 14 靠近晶片邊緣，即使半導體雷射 1 的寬度縮減到 150 μm 以下，例如 100 μm 左右，也能取得較大的焊接的寬度，以確保接著強

度。

實施例 3

第 4 圖係顯示實施例 3 的半導體裝置的剖面圖。在基板 12 與半導體積層構造 3 之間，金屬襯墊 15 取代實施例 1 的高熔點金屬膜 10 以包圍電極 8 的方式配置。金屬襯墊 15 包含金 (Au)。焊料 11 為 80wt% 的 Au 與 20 wt% 的 Sn 所組成的 AuSn。此焊料 11 的熔點為 280°C。

第 5 圖係用來說明實施例 3 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。首先，準備包含 pn 接合的半導體雷射 1。將金屬襯墊 15 以包圍半導體雷射 1 的電極 8 的方式形成於半導體雷射 1 上。在基板 12 上形成焊料 11。此後，將半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 組裝於基板 12 上。將半導體雷射 1 組裝於基板 12 時的組裝溫度約為 300~350°C。此組裝溫度比焊料 11 的熔點高。

在此組裝時，如第 4 圖所示，電極 8 的構成材料 Au 在焊料 11 中擴散，形成第 1 合金層 16。第 6 圖係 AuSn 的二維狀態圖。如第 6 圖所示，當 Au 的含量越多，AuSn 的熔點就越高。因此，第 1 合金層 16 的熔點比焊料 11 的熔點高。

當第 1 合金層 16 到達金屬襯墊 15，金屬襯墊 15 的組成材料 Au 在第 1 合金層 16 中擴散，形成第 2 合金層 17。第 2 合金層 17 例如由 85wt% 的 Au 與 15wt% 的 Sn 所組成。此第 2 合金層 17 的熔點約上升至 400°C。因此，第 2 合金層 17 的熔點比組裝溫度 (約 300~350°C) 高，焊料 11 到

達金屬襯墊 15 形成第 2 合金層 17 會使焊料 11 的熔解停止。因此能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。

另外，金屬襯墊 15 的厚度會設定在一厚度範圍，使基板 12 與半導體積層構造 3 與金屬襯墊 15 所包圍的空間的體積幾乎等於焊料 11 合金化後的體積。具體來說金屬襯墊 15 的厚度會設定在比第 5 圖的焊料 11 的厚度更薄數 % ~ 30% 左右。

而 AuSn 焊料在 Sn 的組成比例高的時候熔點也會上升，所以也可以採用組成材料包含 Sn 的金屬襯墊 15。在這個情況下，例如第 2 合金層 17 為 70wt% 的 Au 與 30wt% 的 Sn 話，熔點約為 390°C。因此也能獲得相同的結果。

而焊料 11 並不限於 AuSn，也可以是 SnAg 系、SnAgCu 系、Sn-Zn 系、Sn-Bi 系、PbSn 系、AuSi 系、或 AuGe 系的合金，藉由組成比例改變熔點後的材料。而金屬襯墊 15 的材料可以使用與焊料 11 合金化後或添加至焊料 11 後焊料 11 的熔點會上升的材料。藉此能夠獲得相同的結果。

第 7 圖係用來說明實施例 3 的半導體裝置的製造方法的變形例的剖面圖。在上述的例子中，雖將金屬襯墊 15 形成於半導體雷射 1 上，但也可以如本變形例，將金屬襯墊 15 以包圍基板 12 上的接合領域 18 的方式形成。接著在基板 12 的接合領域 18 上形成焊料 11。此後，將半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 組裝於基板 12 上的接合領域 18。其他的步驟與先前的例子相同，能夠獲得相同的

效果。

實施例 4

第 8 圖係顯示實施例 4 的半導體裝置的剖面圖。在基板 12 與電極 8 之間電極 8 的外周配置了 Au 膜 19(金屬膜)，來取代實施例 1 的高熔點金屬膜 10。焊料 11 為 80wt% 的 Au 與 20wt% 的 Sn 組成的 AuSn。此焊料 11 的熔點為 280℃。

第 9 圖係用來說明實施例 4 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。首先，準備包含 pn 接合的半導體雷射 1。然後形成 Au 膜 19 於半導體雷射 1 的電極 8 的外周。將焊料 11 蒸鍍於電極 8 上 Au 膜 19 所包圍的領域。此後，將半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 組裝於基板 12 上。將半導體雷射 1 組裝於基板 12 時的組裝溫度約為 300~350℃。此組裝溫度比焊料 11 的熔點高。

在此組裝時，如第 8 圖所示，電極 8 的構成材料 Au 在焊料 11 中擴散，形成第 1 合金層 16。當第 1 合金層 16 到達 Au 膜 19，Au 膜 19 的組成材料 Au 在第 1 合金層 16 中擴散。形成第 2 合金層 17。第 2 合金層 17 例如由 85wt% 的 Au 與 15wt% 的 Sn 所組成。此第 2 合金層 17 的熔點約上升至 400℃。因此，第 2 合金層 17 的熔點比組裝溫度(約 300~350℃)高，焊料 11 到達 Au 膜 19 形成第 2 合金層 17 會使焊料 11 的熔解停止。因此能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。

另外，Au 膜 19 的厚度會設定在一厚度範圍，使基板

12 與電極 8 與 Au 膜 19 所包圍的空間的體積幾乎等於焊料 11 合金化後的體積。具體來說 Au 膜 19 的厚度會設定在比第 9 圖的焊料 11 的厚度更薄數 % ~ 30% 左右。

實施例 5

第 10 圖係顯示實施例 5 的半導體裝置的剖面圖。在基板 12 上以包圍電極 8 的方式形成溝 20 來取代實施例 1 的高熔點金屬模 10。溝 20 內形成有 Au 層 21 (金屬層)。焊料 11 為 SnAg。電極 8 及基板 12 上形成有鍍金層 22 與鉑/閃光金層 23 (Pt/flash Au layer)。

第 11 圖係用來說明實施例 5 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。首先，準備包含 pn 接合的半導體雷射 1。然後以包圍基板 12 上的接合領域 18 的方式形成溝 20，在溝 20 內形成 Au 層 21。將焊料 11 形成於基板 12 上的接合領域 18。此後，將半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 組裝於基板 12 上。將半導體雷射 1 組裝於基板 12 時的組裝溫度約為 300~350°C。此組裝溫度比焊料 11 的熔點高。

在此組裝時，焊料 11 流入基板 12 的溝 20。藉此，如第 10 圖所示，Au 層 21 的組成材料 Au 在焊料 11 中擴散，形成金屬間化合物 24。金屬間化合物 24 由 AuSn 組成。包含此金屬間化合物 24 的焊料 11 的熔點約上升至例如 380°C，比組裝溫度 (約 300~350°C) 高。藉此，會使焊料 11 的熔解停止，能夠抑制溝 20 內的焊料 11 往橫方向的擴展。因此能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。

第 12 圖係 SnAg 的二維狀態圖。SnAg 的熔點在 Ag 為 3.5% 時（共晶點）有 221°C 之低，當 Ag 的含量增加熔點隨之提高。因此即使取代 Au 層 21 而在溝 20 內設置 Ag 層也能獲得相同的效果。另外，取代 SnAg 焊料而使用與實施例 3、4 相同的 AuSn 焊料，再將溝 20 內設置 Au 層 21 或 Sn 層也能有同樣的效果。另外使用其他混入焊料 11 後會提昇焊料 11 熔點的不純物材料來取代 Au 層 21 設置於溝 20 內也能獲得同樣的效果。

第 13 圖係顯示實施例 5 的半導體裝置的變形例的剖面圖。不將 Au 層 21 設置於基板 12 的溝 20 內，而以包圍電極 8 的方式設置於半導體雷射 1 這邊。在這個例子下也能獲得相同的效果。另外，若將 Au 層 21 同時設置在基板 12 的溝 20 內與半導體雷射 1 這兩邊，效果會更好。

實施例 6

第 14 圖係顯示實施例 6 的半導體裝置的剖面圖。以包圍電極 8 的方式在基板 12 上形成溝 20 來代替實施例 1 的高熔點金屬膜 10。溝 20 的內側側面形成有誘引材料 25。誘引材料 25 是提昇焊料 11 流動性的材料。具體來說，誘引材料 25 是與焊料 11 相同的物質、焊料 11 的組成物質、熔劑、或與焊料 11 合金化後熔點下降的金屬材料。

熔劑具體來說為具有熔解金屬氧化物特性的硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) 或氯化鋅 (ZnCl_2) 水溶液等。與焊料 11 合金化後熔點下降的金屬材料具體來說 Ag (相對於 Sn-Cu 焊料而言)、Bi (相對於 Sn-Ag-Bi-Cu 焊料而言)、

In (相對於 Sn-Ag 焊料而言)、Ag、Al、Ga (相對於 Sn-9Zn 焊料而言)。對於 Sn-0.75Cu 焊料 (熔點 227°C)，添加的 Ag 的 Sn-3.5Ag-0.75Cu 的熔點為 217°C。對於 Sn-2.5Ag-1.0Bi-0.5Cu 焊料 (熔點 214°C)，Bi 含量大的 Sn-2.0Ag-3.0Bi-0.75Cu 的熔點為 207°C。

第 15 圖係用來說明實施例 6 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。首先，準備包含 pn 接合的半導體雷射 1。然後以包圍基板 12 上的接合領域 18 的方式形成溝 20，在溝 20 內形成誘引材料 25。將焊料 11 形成於基板 12 上的接合領域 18。此後，將半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 組裝於基板 12 上。

組裝時，誘引材料 25 混入焊料 11 會使得焊料 11 的流動性上升。藉此，焊料 11 更容易流入溝 20 內。因此能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。另外，當誘引材料 25 的厚度越薄，多餘的焊料 11 就越容易流入溝 20 內。而誘引材料 25 的面積越大，就能夠誘引更多的焊料 11。

第 16 圖係顯示實施例 6 的半導體裝置的變形例的剖面圖。基板 12 上並不形成溝 20。在平坦的基板 12 上，以包圍電極 8 的方式形成了使焊料 11 容易熔解的誘引材料 25。在這個情況下，藉由誘引材料 25 使得焊料 11 在基板 12 上容易往橫方向擴展，但因為焊料 11 不會上升，所以也能獲得相同的效果。

實施例 7

第 17 圖係用來說明實施例 7 的半導體裝置的製造方法的平面圖。第 18 圖是剖面圖。第 19 圖係第 18 圖的虛線圍繞部分的放大剖面圖。

首先，在晶圓片狀的 n 型 GaN 基板 2 上形成半導體雷射 1。半導體雷射 1 具有包括 pn 接合的半導體積層構造 3 與半導體積層構造 3 上的電極 8。

接著，如第 17 圖及第 18 圖所示，對半導體雷射 1 之間相鄰的邊界做雷射刻劃，形成比 pn 接合更深的溝 26、27。具體來說，在形成溝 26、27 之前，先塗布光阻（未圖示），再利用圖案化將形成溝 26、27 的部分的光阻去除。因為半導體雷射 1 的發光領域 13 需要露出劈開面，劈開用的溝 27 要避開發光領域 13 來形成。

接著，如第 19 圖所示，在溝 26、27 的內部表面，藉由熱氧化法（高溫長時間的熱處理）來實行高阻抗化處理，形成高阻抗化領域 28。此後，除去光阻。若是 GaN 系材料，溝 26、27 的內部表面會因為雷射刻劃而除去 GaN 表面的氮，形成富含 Ga 的狀態。因此透過熱氧化法形成 GaO，能夠簡單地使阻抗提高。而高阻抗化處理也可以是進行 H、F、O、Fe、Zn、Si 等離子的注入。

接著，沿著溝 26、27 進行劈開，分離出各個半導體雷射 1。然後將半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 組裝於基板 12 上。

如以上說明，因為在溝 26、27 的內部表面進行了高阻抗化處理，半導體雷射 1 的側面形成了高阻抗化領域 28。

如此一來，能夠防止焊料 11 因進入半導體雷射 1 的側面而導致 pn 接合短路，並能夠提昇良率。

一般來說，劈開面會以鍍膜保護，所以 pn 接合不會露出。因此也可以不進行上述的高阻抗化處理。而分離用的溝 26 與劈開用的溝 27 兩者雖都使用雷射刻劃，但也可以只有分離用的溝 26 使用雷射刻劃。

另外，雷射刻劃比起針刻劃，細微加工較好，工作速度較快。比起蝕刻也因為在加工控制性上較好，能夠蝕刻地較深。特別是在 GaN 系的半導體雷射中，因為沒有適當的蝕刻液所以濕蝕刻困難，雷射刻劃或乾蝕刻是必須的。

第 20 圖係顯示實施例 7 的半導體裝置的製造方法的變形例的放大剖面圖。上述的例子中，雖在溝 26、27 的內部表面進行高阻抗化處理，但在此變形例中，在溝 26、27 內形成絕緣膜 29。如此一來也能獲得相同的效果。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示實施例 1 的半導體雷射的剖面圖。

第 2 圖係顯示實施例 1 的半導體裝置的剖面圖。

第 3 圖係顯示實施例 2 的半導體裝置的剖面圖。

第 4 圖係顯示實施例 3 的半導體裝置的剖面圖。

第 5 圖係用來說明實施例 3 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。

第 6 圖係 AuSn 的二維狀態圖。

第 7 圖係用來說明實施例 3 的半導體裝置的製造方法

的變形例的剖面圖。

第 8 圖係顯示實施例 4 的半導體裝置的剖面圖。

第 9 圖係用來說明實施例 4 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。

第 10 圖係顯示實施例 5 的半導體裝置的剖面圖。

第 11 圖係用來說明實施例 5 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。

第 12 圖係 SnAg 的二維狀態圖。

第 13 圖係顯示實施例 5 的半導體裝置的變形例的剖面圖。

第 14 圖係顯示實施例 6 的半導體裝置的剖面圖。

第 15 圖係用來說明實施例 6 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。

第 16 圖係顯示實施例 6 的半導體裝置的變形例的剖面圖。

第 17 圖係用來說明實施例 7 的半導體裝置的製造方法的平面圖。

第 18 圖係用來說明實施例 7 的半導體裝置的製造方法的剖面圖。

第 19 圖係第 18 圖的虛線圍繞部分的放大剖面圖。

第 20 圖係顯示實施例 7 的半導體裝置的製造方法的變形例的放大剖面圖。

【主要元件符號說明】

- 1~ 半導體雷射；
- 2~ n 型 GaN 基板（半導體基板）；
- 3~ 半導體積層構造；
- 8~ 電極；
- 10~ 高熔點金屬膜；
- 11~ 焊料；
- 12~ 基板；
- 13~ 發光領域；
- 14、20、26、27~ 溝；
- 15~ 金屬襯墊；
- 16~ 第 1 合金層；
- 17~ 第 2 合金層；
- 18~ 接合領域；
- 19、21~ Au 膜（金屬層）；
- 24~ 金屬間化合物；
- 25~ 誘引材料；
- 28~ 高阻抗化領域；
- 29~ 絕緣膜。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100102613

※ 申請日：100.1.25

※IPC 分類：H01S 5/04 (2006.01)

H01S 5/02 (2006.01)

H01L 21/60 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體裝置及其製造方法 / SEMICONDUCTOR DEVICE AND
METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

二、中文發明摘要：

能夠確保高放熱性並提高製程良率的半導體裝置及其製造方法。半導體雷射 1 以朝下結合的方式透過焊料 11 結合於基板 12。半導體雷射 1 具有 n 型 GaN 基板 2、形成於 n 型 GaN 基板 2 並含有 pn 接合的半導體積層構造 3、形成於半導體積層構造上的電極 8。電極 8 透過該焊料 11 與基板 12 接合，基板 12 與半導體積層構造 3 之間以包圍電極 8 的方式配置了高熔點金屬膜 10。

三、英文發明摘要：

A semiconductor device comprises: a submount; a semiconductor laser mounted on the submount via a solder in a junction-down manner and including a semiconductor substrate, a semiconductor laminated structure containing a p-n junction on the semiconductor substrate, and an electrode on the

semiconductor laminated structure and joined to the submount via the solder; and a high-melting-point metal film or a high-melting-point dielectric film placed between the submount and the semiconductor laminated structure and surrounding the electrode.

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的高熔點金屬膜或高熔點介電膜。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體裝置，其中該半導體積層構造中形成有包圍該電極的溝，該溝的內部覆蓋了該高熔點金屬膜或該高熔點介電膜，該高熔點金屬膜沒有與該半導體積層構造歐姆接合。

3. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的金屬襯墊，其中

該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該第 2 合金層的熔點比該焊料的熔點高。

4. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該電極之間該電極的外圍配置了金屬膜，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬膜的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該第 2 合金層的熔點比該焊料的熔點高。

5. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板上形成有包圍該電極的溝，其中該溝內形成金屬層，該金屬層

的組成材料擴散至流入該溝內的該焊料中形成金屬間化合物，該金屬間化合物的熔點比該焊料高。

6. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板上以包圍該電極的方式形成有提昇該焊料流動性的誘引材料。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之半導體裝置，其中該誘引材料為與該焊料相同的物質、該焊料的構成物質、熔劑、或與該焊料合金化後熔點下降的金屬材料。

8. 如申請專利範圍第 6 項或第 7 項所述之半導體裝置，其中該基板上以包圍該電極的方式形成溝，該溝的內側表面形成有該誘引材料。

9. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

準備半導體雷射，該半導體雷射具備半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

在基板上形成焊料；

以包圍該電極的方式將金屬襯墊形成於該半導體雷射上；以及

將該半導體雷射以朝下結合的方式透過該焊料組裝於該基板上，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍電極的該金屬襯墊，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該基板上組裝該半導體雷射的溫度比該焊料的熔點高，但比該第 2 合金層的熔點低。

10. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

準備半導體雷射，該半導體雷射具備半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

以包圍基板上的接合領域的方式形成金屬襯墊於該基板上；

在該基板上的該接合領域形成焊料；以及

將該半導體雷射以朝下結合的方式透過該焊料組裝於該基板上，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的金屬襯墊，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該基板上組裝該半導體雷射的溫度比該焊料的熔點高，但比該第 2 合金層的熔點低。

11. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

準備半導體雷射，該半導體雷射具備半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

在該電極的外圍形成金屬膜；

將焊料蒸鍍至該電極上的該金屬膜所包圍的領域；以及

將該半導體雷射以朝下結合的方式透過該焊料組裝於該基板上，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的該金屬襯墊，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該基板上組裝該半導體雷射的溫度比該焊料的熔點高，但比該第 2 合金層的熔點低。

12. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

在晶圓片狀的半導體基板上形成複數的半導體雷射，該半導體雷射具備包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

刻劃該等半導體雷射之間的邊界，形成比該 pn 接合還要深的溝；

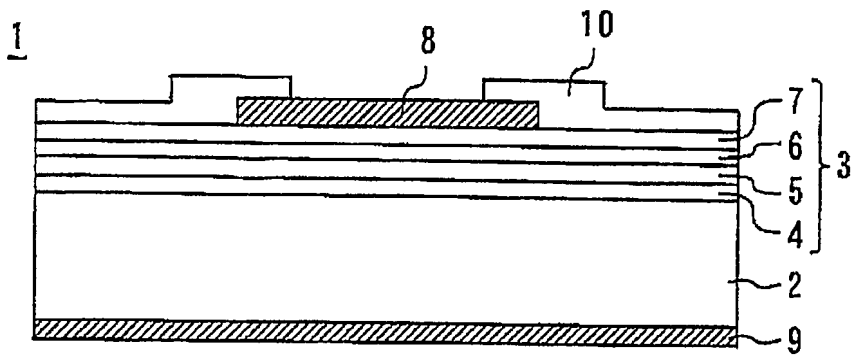
在該溝的內部表面進行高阻抗化處理形成高阻抗化領域或是在該溝內形成絕緣膜；

形成該高阻抗化領域或該絕緣膜後，沿著該溝將每個該等半導體雷射分離；以及

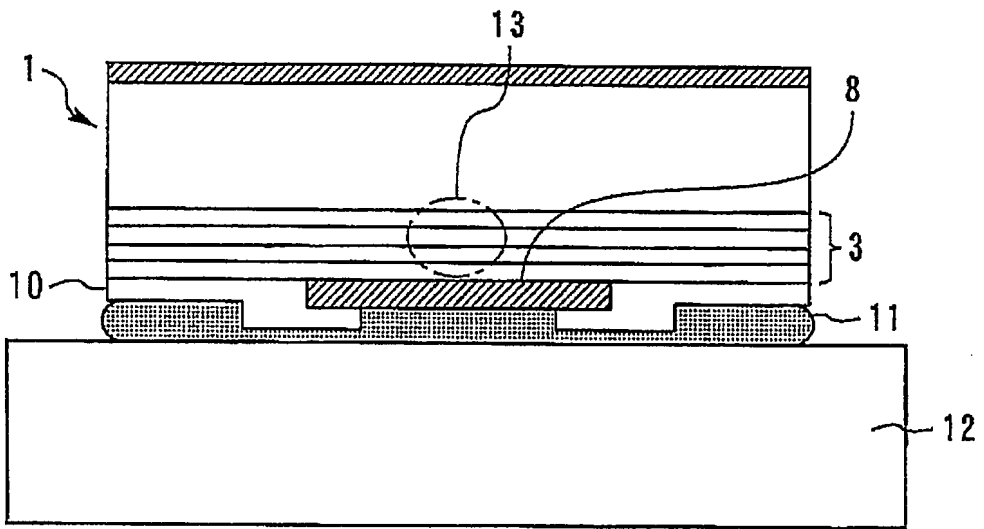
將每個該等半導體雷射分離後，將該半導體雷射以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之半導體裝置的製造方法，其中該高阻抗化處理為熱氧化法或離子注入。

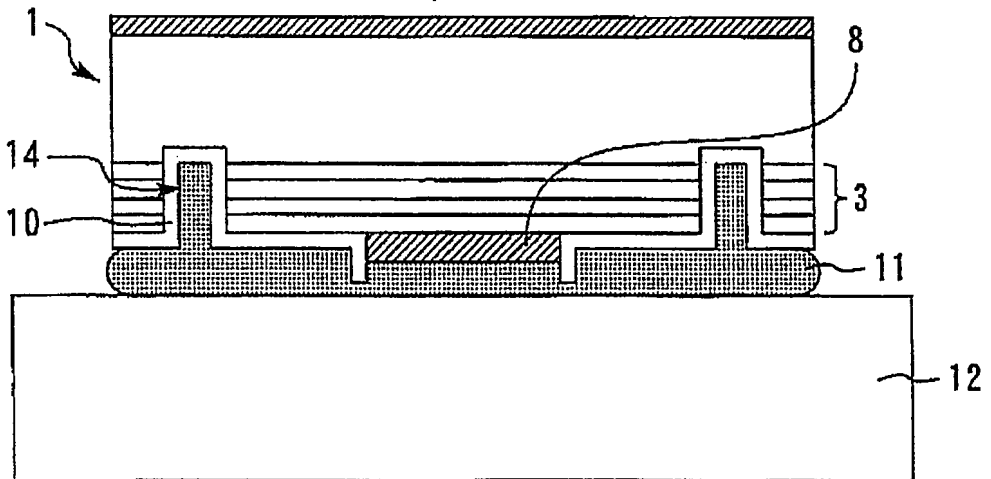
八、圖式：如後所示。



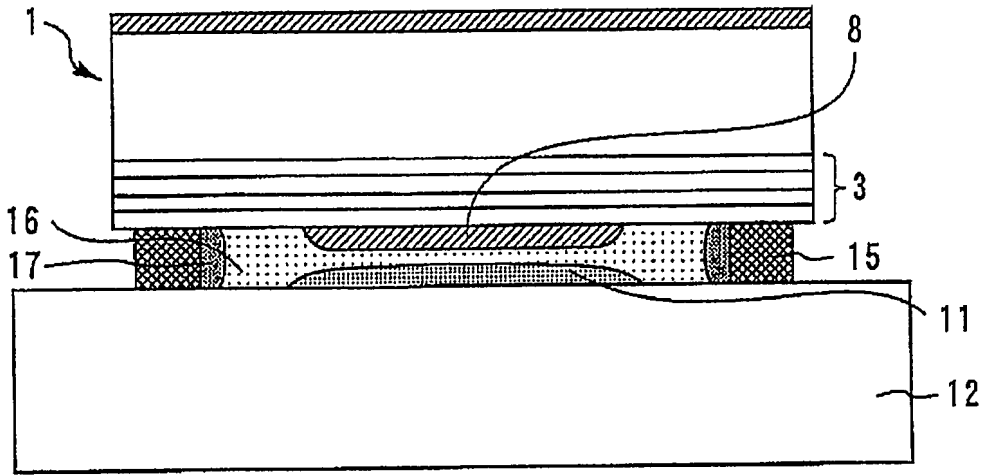
第1圖



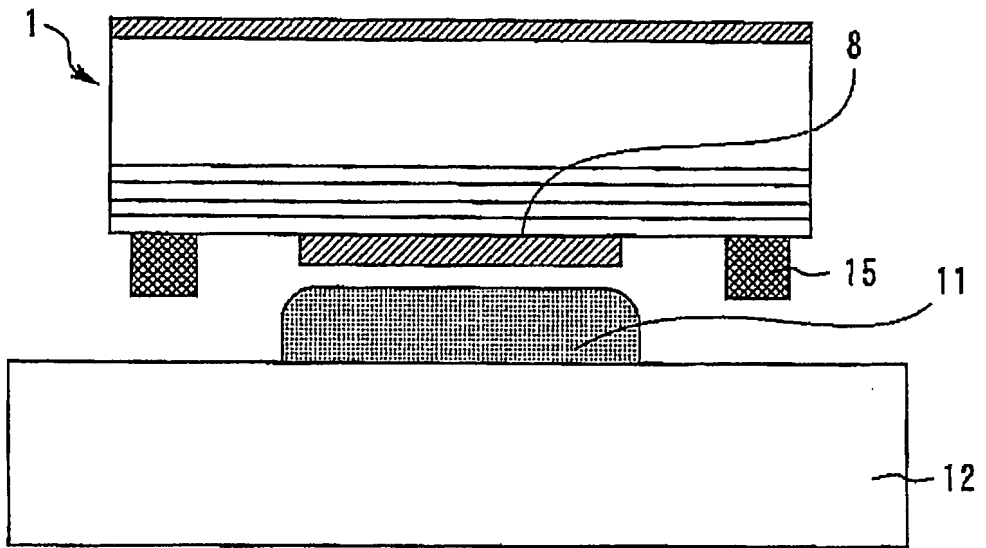
第2圖



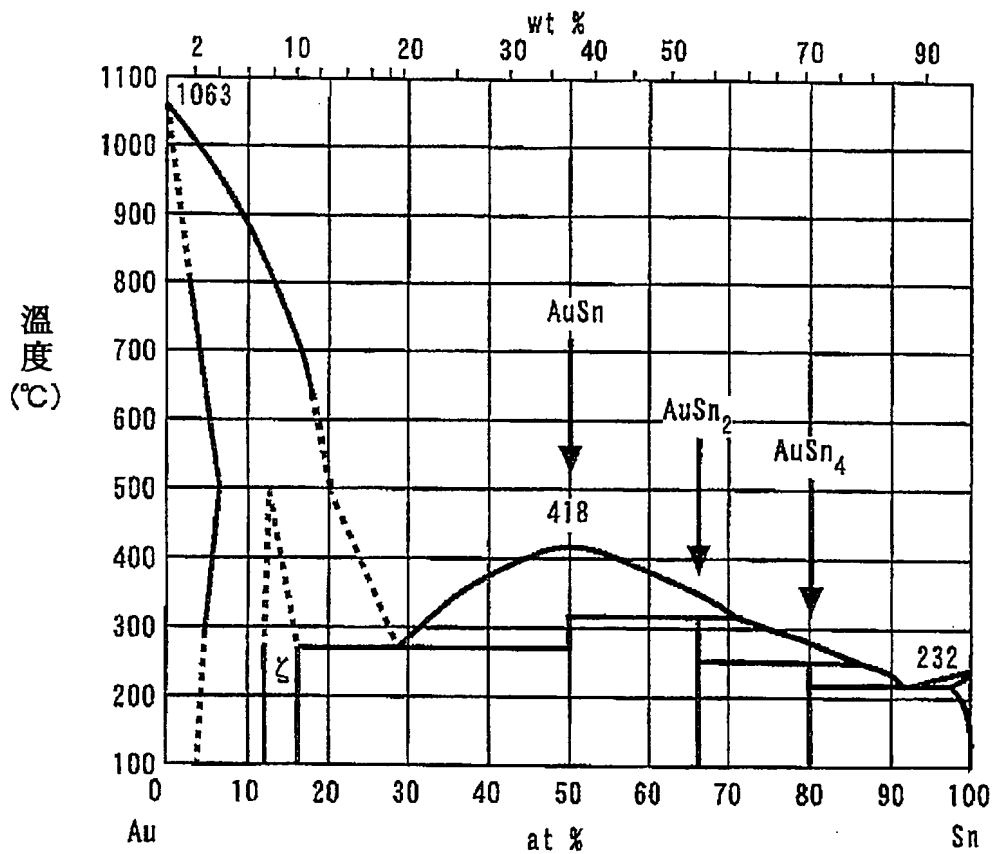
第3圖



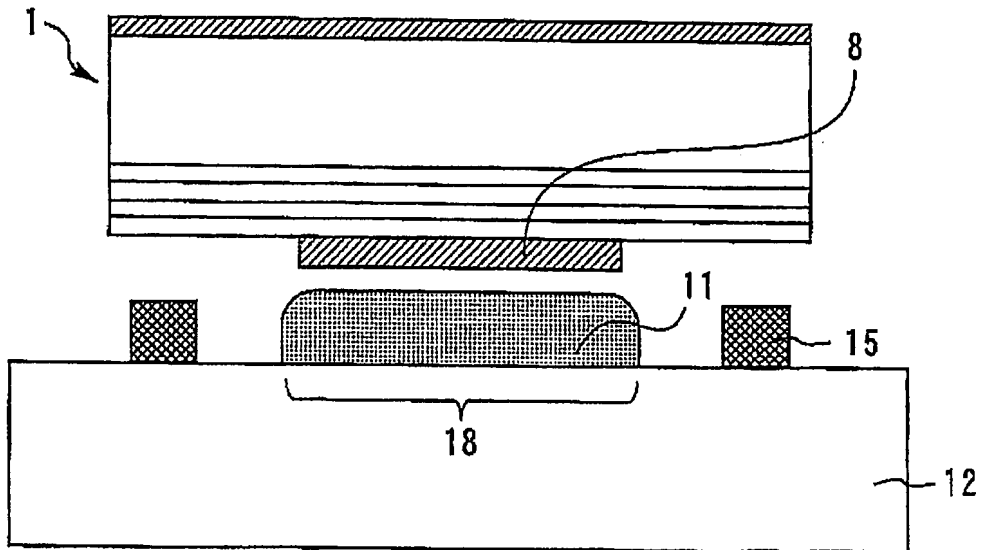
第4圖



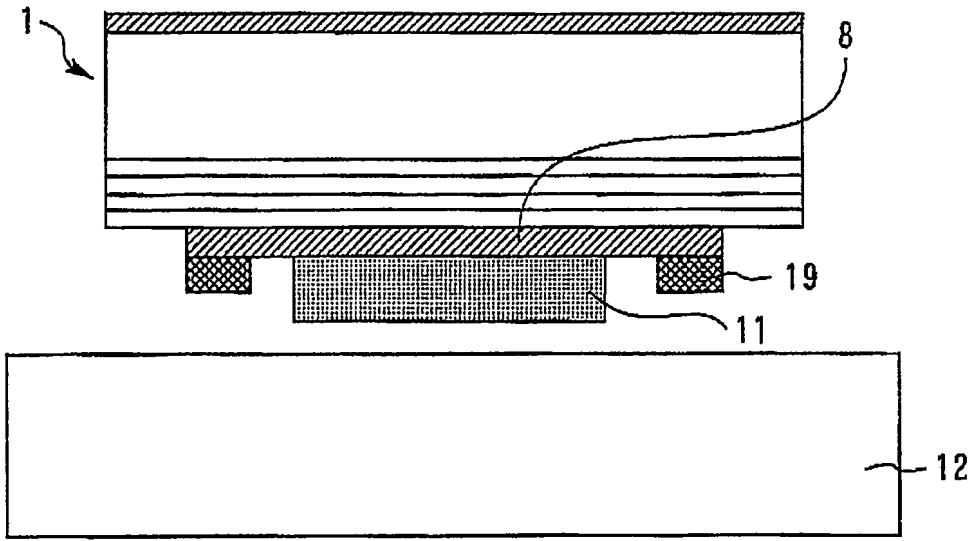
第5圖



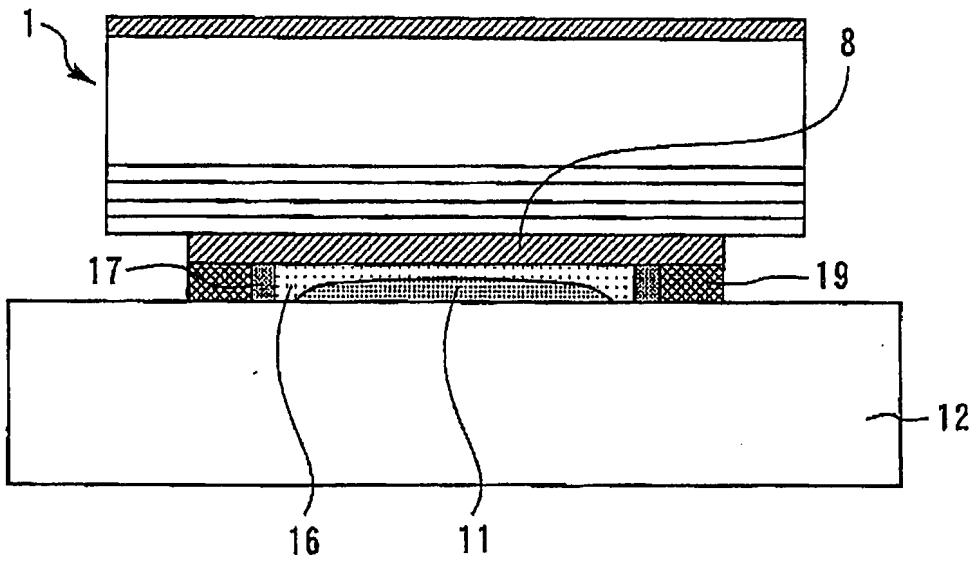
第6圖



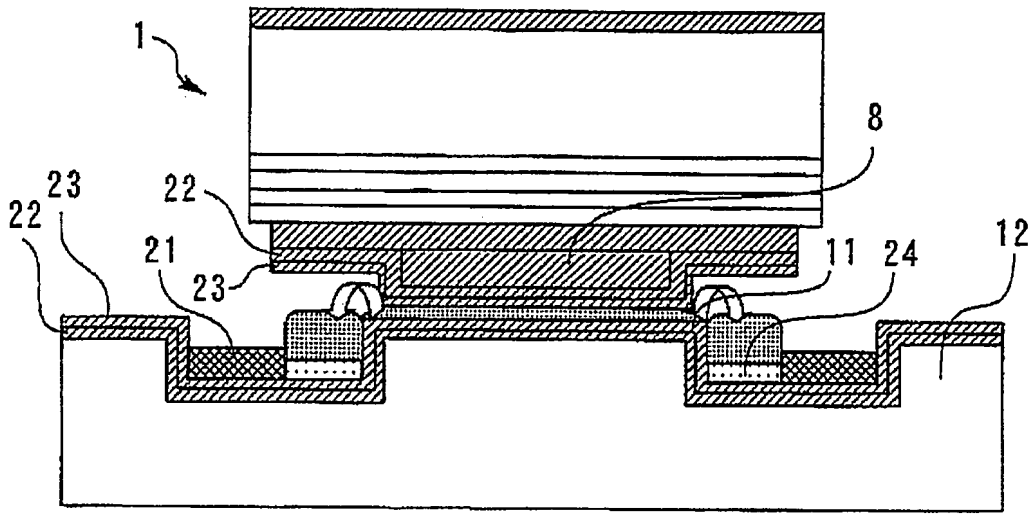
第7圖



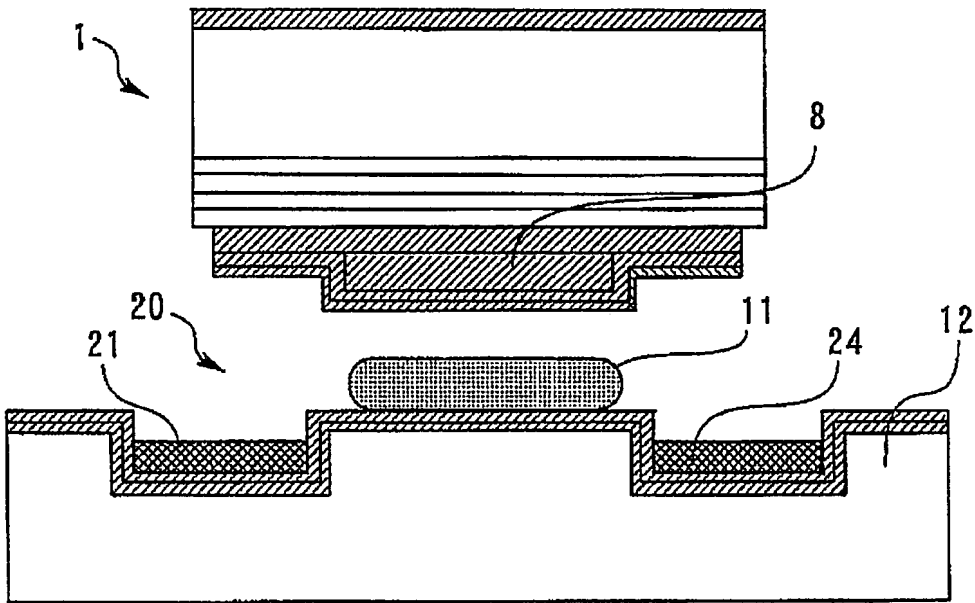
第8圖



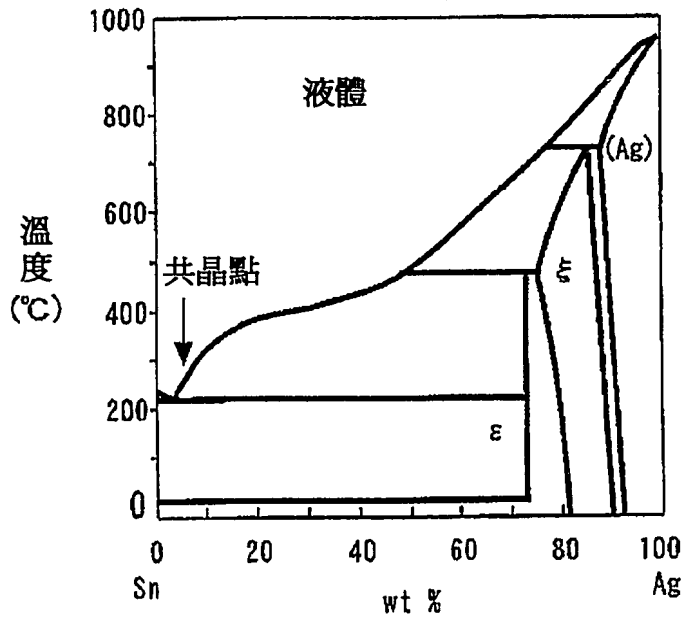
第9圖



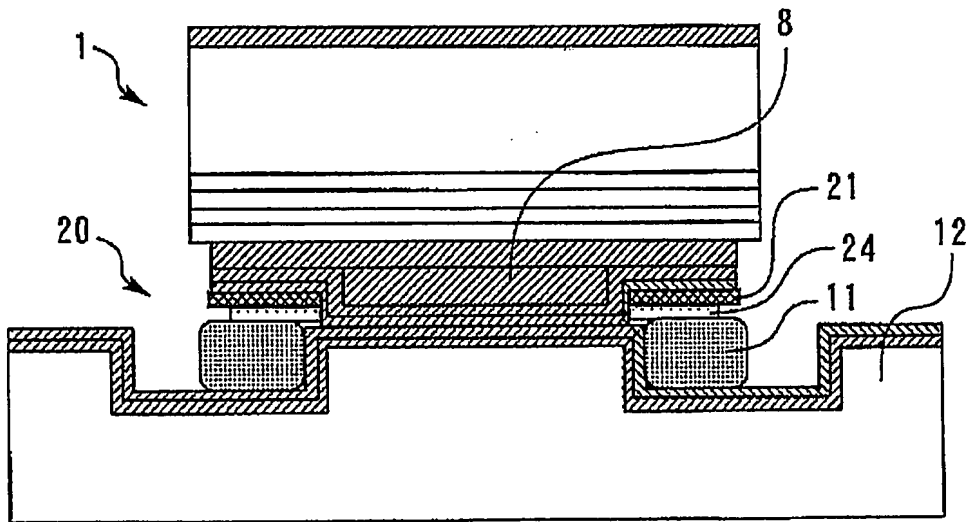
第10圖



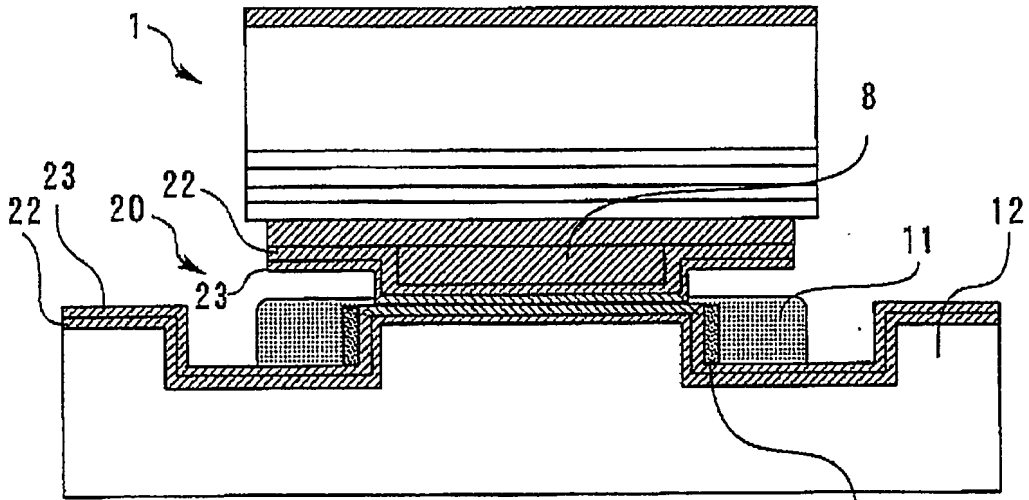
第11圖



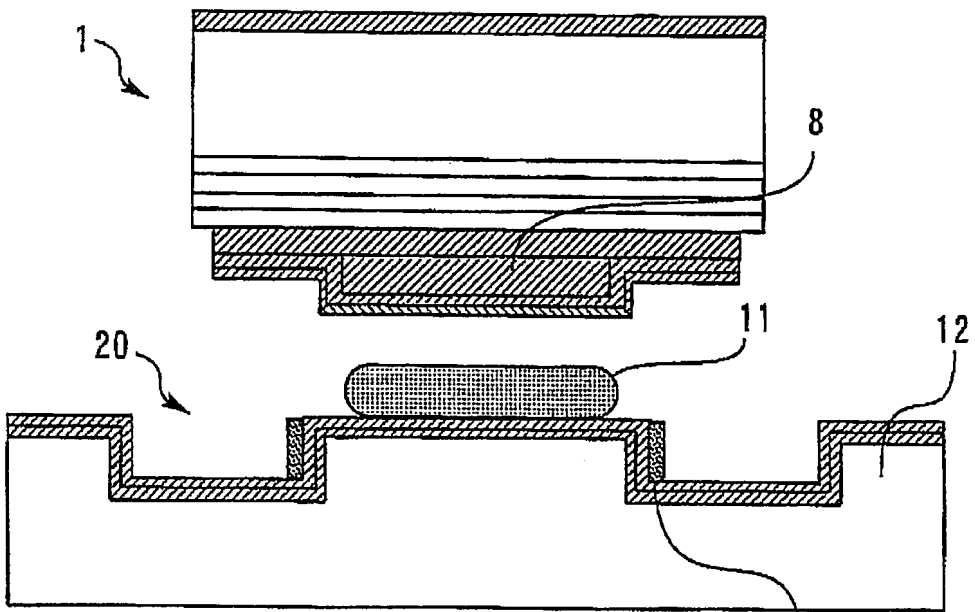
第12圖



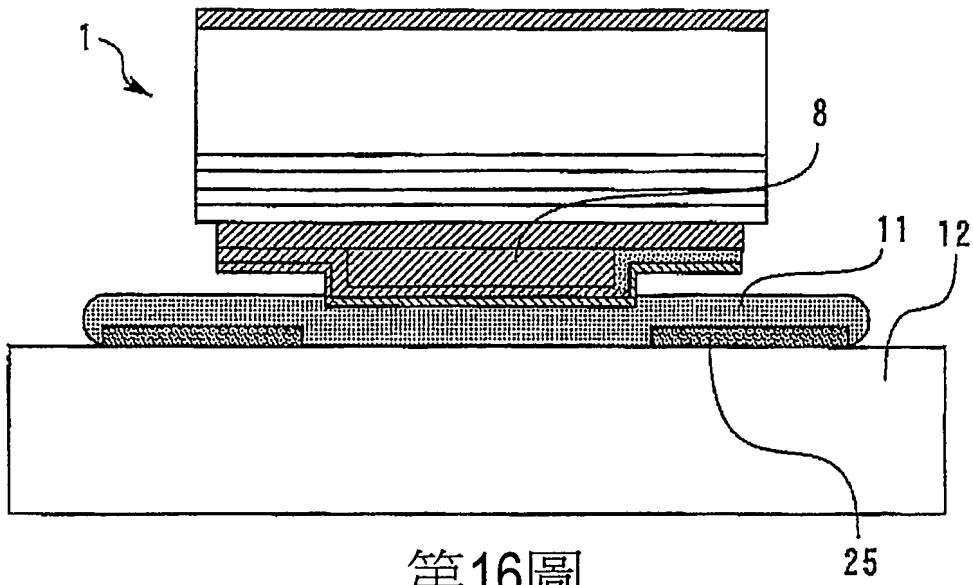
第13圖



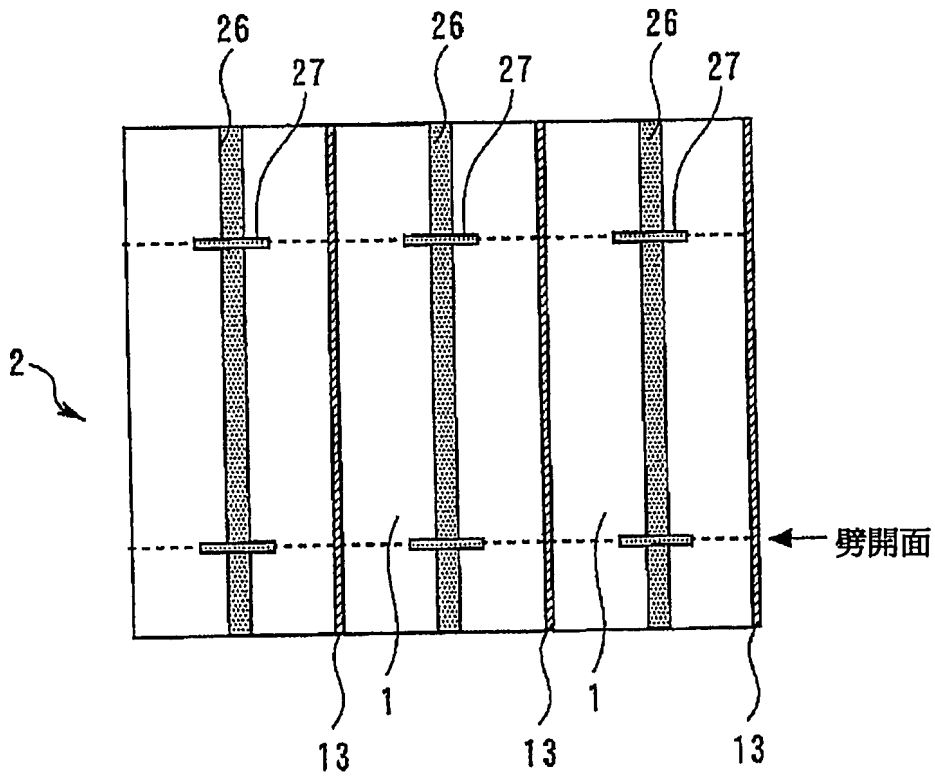
第14圖



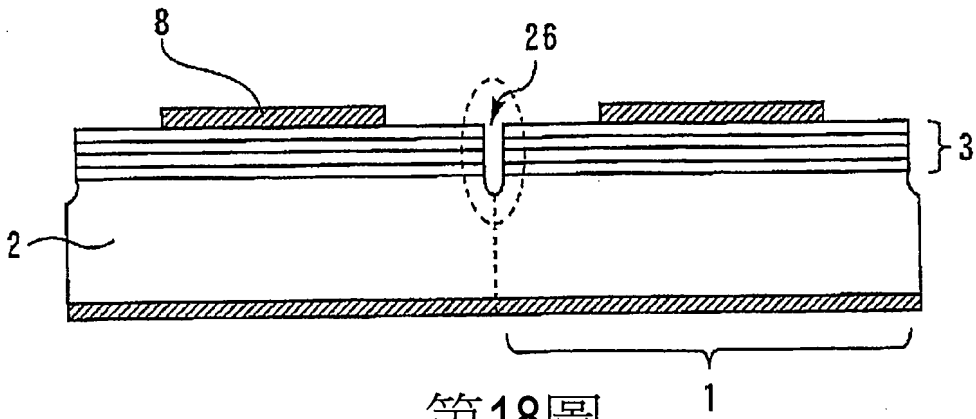
第15圖



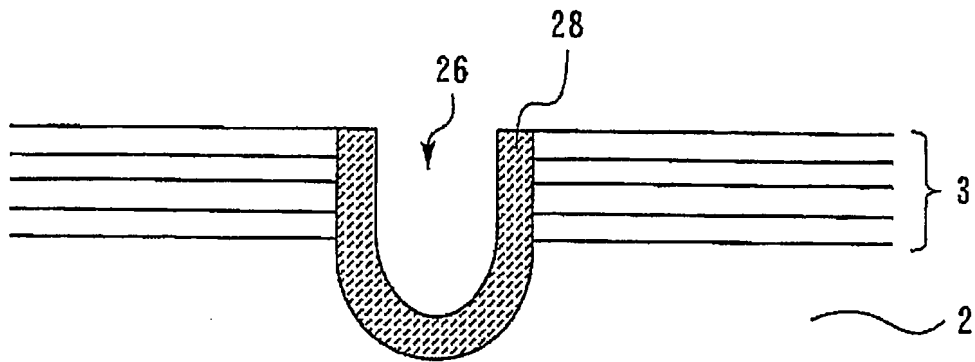
第16圖



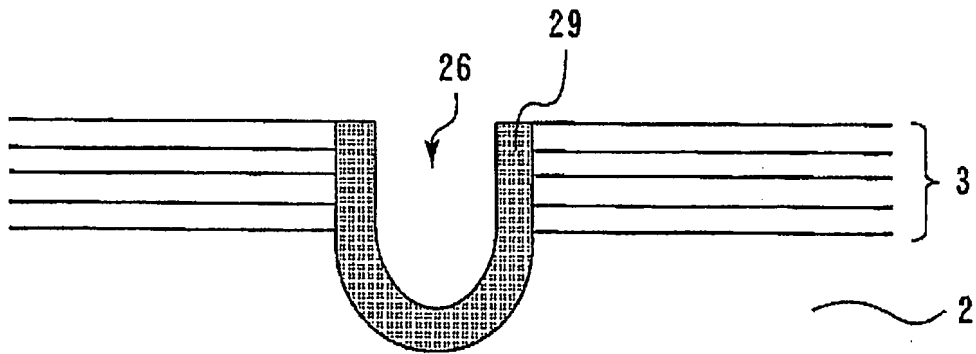
第17圖



第18圖



第19圖



第20圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1～半導體雷射；

3～半導體積層構造；

8～電極；

10～高熔點金屬膜；

11～焊料；

12～基板；

13～發光領域。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

- 1~半導體雷射；
- 2~n型 GaN 基板（半導體基板）；
- 3~半導體積層構造；
- 8~電極；
- 10~高熔點金屬膜；
- 11~焊料；
- 12~基板；
- 13~發光領域；
- 14、20、26、27~溝；
- 15~金屬襯墊；
- 16~第 1 合金層；
- 17~第 2 合金層；
- 18~接合領域；
- 19、21~Au 膜（金屬層）；
- 24~金屬間化合物；
- 25~誘引材料；
- 28~高阻抗化領域；
- 29~絕緣膜。

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的高熔點金屬膜或高熔點介電膜。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之半導體裝置，其中該半導體積層構造中形成有包圍該電極的溝，該溝的內部覆蓋了該高熔點金屬膜或該高熔點介電膜，該高熔點金屬膜沒有與該半導體積層構造歐姆接合。

3. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的金屬襯墊，其中

該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該第 2 合金層的熔點比該焊料的熔點高。

4. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該電極之間該電極的外圍配置了金屬膜，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬膜的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該第 2 合金層的熔點比該焊料的熔點高。

5. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板上形成有包圍該電極的溝，其中該溝內形成金屬層，該金屬層

的組成材料擴散至流入該溝內的該焊料中形成金屬間化合物，該金屬間化合物的熔點比該焊料高。

6. 一種半導體裝置，包括：

基板；以及

半導體雷射，以朝下結合的方式透過焊料組裝於該基板上，

其中該半導體雷射具有半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板上以包圍該電極的方式形成有提昇該焊料流動性的誘引材料。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之半導體裝置，其中該誘引材料為與該焊料相同的物質、該焊料的構成物質、熔劑、或與該焊料合金化後熔點下降的金屬材料。

8. 如申請專利範圍第 6 項或第 7 項所述之半導體裝置，其中該基板上以包圍該電極的方式形成溝，該溝的內側表面形成有該誘引材料。

9. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

準備半導體雷射，該半導體雷射具備半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

在基板上形成焊料；

以包圍該電極的方式將金屬襯墊形成於該半導體雷射上；以及

將該半導體雷射以朝下結合的方式透過該焊料組裝於該基板上，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的該金屬襯墊，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該基板上組裝該半導體雷射的溫度比該焊料的熔點高，但比該第 2 合金層的熔點低。

10. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

準備半導體雷射，該半導體雷射具備半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

以包圍基板上的接合領域的方式形成金屬襯墊於該基板上；

在該基板上的該接合領域形成焊料；以及

將該半導體雷射以朝下結合的方式透過該焊料組裝於該基板上，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的該金屬襯墊，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該基板上組裝該半導體雷射的溫度比該焊料的熔點高，但比該第 2 合金層的熔點低。

11. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

準備半導體雷射，該半導體雷射具備半導體基板、形成於該半導體基板上且包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

在該電極的外圍形成金屬膜；

將焊料蒸鍍至該電極上的該金屬膜所包圍的領域；以及

將該半導體雷射以朝下結合的方式透過該焊料組裝於該基板上，

其中該電極透過該焊料與該基板接合，且該基板與該半導體積層構造之間配置了包圍該電極的該金屬襯墊，其中該電極的組成材料擴散至該焊料形成第 1 合金層，該金屬襯墊的組成材料擴散至在該第 1 合金層形成第 2 合金層，該基板上組裝該半導體雷射的溫度比該焊料的熔點高，但比該第 2 合金層的熔點低。

12. 一種半導體裝置的製造方法，包括：

在晶圓片狀的半導體基板上形成複數的半導體雷射，該半導體雷射具備包括 pn 接合的半導體積層構造、形成於該半導體積層構造上的電極；

刻劃該等半導體雷射之間的邊界，形成比該 pn 接合還要深的溝；

在該溝的內部表面進行高阻抗化處理形成高阻抗化領域或是在該溝內形成絕緣膜；

形成該高阻抗化領域或該絕緣膜後，沿著該溝將每個該等半導體雷射分離；以及

將每個該等半導體雷射分離後，將該半導體雷射以朝下結合的方式透過焊料組裝於基板上。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之半導體裝置的製造方法，其中該高阻抗化處理為熱氧化法或離子注入。

八、圖式：如後所示。