

發明專利說明書

200418208

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：~~92136369~~ 92136349

※ 申請日期：92-12-22

※IPC 分類：

壹、發明名稱：(中文/英文)

發光元件及發光元件之製造方法

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

信越半導體股份有限公司

代表人：(中文/英文)(簽章)

小柳俊一

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都千代田區丸之內1丁目4番2號

國籍：(中文/英文)

日本

參、發明人：(共 2 人)

1. 姓名：(中文/英文)

萩本 和德

住居所地址：(中文/英文)

日本群馬縣安中市磯部二丁目13番1號

信越半導體股份有限公司 半導體磯部研究所內

國籍：(中文/英文)

日本

2.姓 名：(中文/英文)

山田 雅人

住居所地址：(中文/英文)

日本群馬縣安中市磯部二丁目 13 番 1 號
信越半導體股份有限公司 磯部工場內

國 籍：(中文/英文)

日本

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本；2003.02.28；2003-053690

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於發光元件及其製造方法。

【先前技術】

發光二極體或半導體雷射等發光元件所使用之材料及元件構造經過多年之進步結果，在元件內部之光電轉換效率已漸漸接近理論上之極限。因此，為了獲得更高亮度之元件，元件之光取出效率變得十分重要。例如，以 AlGaInP 混晶形成發光層部之發光元件，藉由採用薄的 AlGaInP(或 GaInP)活性層被帶隙(band gap)大的 n 型 AlGaInP 包覆層與 p 型 AlGaInP 包覆層夾住形成夾層狀之雙異質(double hetero)構造，而可實現高亮度之元件。該 AlGaInP 雙異質構造，係利用 AlGaInP 混晶與 GaAs 進行晶格整合，使由 AlGaInP 混晶所構成之各層利用磊晶(epitaxial)成長而形成於 GaAs 單結晶基板上。再者，當以其作為發光元件時，一般多以 GaAs 單結晶基板直接作為元件基板。然而，由於形成發光層部之 AlGaInP 混晶之帶隙較 GaAs 為大，故會有發出之光被 GaAs 基板吸收而不易獲得充分的光取出效率之問題點。為解決上述問題，雖已提案：在基板與發光層部間插入由半導體多層膜所構成之反射層的方法(如日本專利特開平 7-66455 號公報)，然而因其利用積層之半導體層折射率不同之特性，僅能反射以有限之角度所入射之光，故在原理上無法期待其可大幅提昇光取出效率。

在此，以日本專利特開 2001-339100 號公報為始之許多公報中揭示將成長用之 GaAs 基板剝離，另一方面，將以半導體構成之作為補強用之元件基板透過反射用之 Au 層而貼合在剝離面之技術。該 Au 層具有反射率高、且反射率之入射角相依性小之優點。

為了在發光元件獲得發光強度，盡量使大電流通過發光層部較佳。因此要求元件基板具有耐得住上述電流之導電性。然而，在以半導體構成元件基板時，雖然使大電流通過發光層部，但未必具有充分的導電性。

本發明之課題在於提供：在具有透過金屬層使發光層部與半導體元件基板貼合之構造的發光元件中，具有良好導電性之發光元件及其製造方法。

【發明內容】

為了解決上述問題，在本發明之發光元件，以具有發光層部之化合物半導體層的第一主表面作為光取出面，在該化合物半導體的第二主表面側，透過具有反射面之主金屬層結合元件基板而構成；該反射面係使來自該發光層部之光往該光取出面側反射，其特徵在於：

該元件基板，係以導電型為 p 型之 Si 基板所構成；

且在該元件基板之主金屬層側之主表面正上方，形成以 Al 為主成分之接觸層。

再者，在本說明書中之「主成分」與「主體」係表示質量含有率最高之成分。又，本說明書中之「主金屬層」，係指位於化合物半導體層與接觸層間之金屬層，其形成

反射面且具有使化合物半導體層與接觸層結合之作用。因此，後述之擴散阻止層與發光層部側接合金屬層並不屬於主金屬層。

依上述本發明之發光元件之構成，元件基板係以導電型為 p 型之 Si(以下亦稱為 p 型 Si 或 p-Si)基板所構成，在該主金屬層側之主表面正上方形成以 Al(鋁)為主成分之接觸層。由於使 Al 與 p 型 Si 形成良好的歐姆接合，特別是 p 型 Si 之電阻率在 $1/1000\Omega \cdot \text{cm} \sim 10\Omega \cdot \text{cm}$ 之範圍時，可有效地抑制發光元件之串聯電阻及順方向電壓之過度上升。在此情形，Al 與 p 型 Si 之合金化熱處理，以例如 $300^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ 之溫度進行，藉此可提高接觸電阻之降低效果。

再者，上述發光元件中，該發光層部之 p 型化合物半導體層位在光取出面側，而發光層部之 n 型化合物半導體層位在主金屬層側，且該 n 型化合物半導體層係透過該主金屬層而與 p 型之 Si 基板結合。在習知的發光元件(在成長用基板上以成長發光層者為主體)中，在發光層中，發光層之導電型位置關係有如下述之限制：位於基板側之層，其導電型必須與基板所具有之導電型相同(例如當基板為 p 型，其亦為 p 型)，且位於與其相反側(光取出面側)之層，其導電型必須與基板所具有之導電型不同(例如當基板為 p 型時，其為 n 型)。然而，在本發明之發光元件中，化合物半導體層與元件基板係透過主金屬層而結合，即使以 p 型 Si 基板與 n 型化合物半導體層之不同導電型之組合

，因為主金屬層介於其間而可使通電無障礙，故在本發明之發光元件之構成中，發光層之導電型位置關係並未受到如上所述之限制。因此，即使元件基板以 p 型 Si 基板所構成，在發光層部之 p 型 Si 基板側(主金屬層側)可配置 n 型化合物半導體層，而在光取出面側配置 p 型化合物半導體層。

再者，上述發光層部可以具備雙異質構造，該構造係由 p 型包覆層(p 型化合物半導體層)、n 型包覆層(n 型化合物半導體層)、以及在 p 型包覆層與 n 型包覆層間形成之活性層所構成。藉由採用上述構造，由兩包覆層間注入之電洞與電子因為封閉在活性層之狹小空間內的狀態下而再結合之效率高，故可形成高亮度之元件。再者，為了藉由反射來提高光取出效率，亦可將 n 型包覆層與主金屬層直接接觸而形成。惟，為了降低動作電壓，亦可在 n 型包覆層與主金屬層間插入高濃度雜質之薄膜。

接著，本發明之發光元件中，在該接觸層與主金屬層間插入導電性材料構成之擴散阻止層，俾阻止該接觸層之 Al 成分朝主金屬層擴散。本發明之發光元件，在其製程中，在透過主金屬層將元件基板與化合物半導體層貼合時，亦或在接觸層上形成主金屬層或其一部份時，由於發生作為接觸層主成分之 Al 成分向主金屬層擴散、反應(例如，共晶或金屬間化合物之生成等冶金反應)，而會有使主金屬層變質之情形。在此，以上述之結構，藉由擴散阻止層阻擋由接觸層向主金屬層擴散之 Al 成分，且可有效抑制

因為與 Al 成分反應而使主金屬層變質之情形。其結果，可有效抑制主金屬層所形成之反射面之反射率降低、及主金屬層與化合物半導體層間之密著強度下降等不良情形之發生，再者，亦不易產生因該等不良狀況所導致發光元件之製品良率低下。

該主金屬層之至少包含該擴散阻止層界面的部分，係以 Au 為主成分構成之 Au 系層的情形，該擴散阻止層，具體而言，能以 Ti 及 Ni 中任一者為主成分之擴散阻止用金屬層。由於以 Ti 或 Ni 為主成分之金屬，其對於 Al 成分朝 Au 系層之擴散抑制效果特別好，故在本發明中可採用之。又，該擴散阻止用金屬層之厚度以 $1\text{nm}\sim 10\mu\text{m}$ 較佳。若厚度小於 1nm 則防止擴散之效果不夠；若超過 $10\mu\text{m}$ 則因為效果已飽和而浪費製造成本。再者，具體而言，擴散阻止用金屬層亦可使用工業用之純 Ti 或純 Ni，但在未影響防止 Al 成分向 Au 系層擴散之擴散防止效果之範圍內，可含有副成分。例如，添加適量的 Pd，具有提升以 Ti 或 Ni 為主成分之金屬的耐蝕性之效果。又，亦可使用 Ti 與 Ni 之合金。

接著，在本發明之發光元件中，可藉由上述 Au 系層來形成反射面。因為 Au 系層其化學性質安定，不易因氧化等造成反射率變差，故適合作為形成反射面之材質。又，如上所述，即使在接觸層與 Au 系層間有形成冶金之反應的情形，藉由在接觸層與 Au 系層間插入擴散阻止層，而能以 Au 系層形成具良好反射率之反射面。

再者，以 Au 系層形成反射面時，在 Au 系層與化合物半導體層間，以 Au 為主成分之發光層側接合金屬層可以分散之形式配置於 Au 系層之主表面上。Au 系層成為往發光層部之通電路徑的一部份。然而，若將 Au 系層與由化合物半導體層所構成之發光層部直接接合，則接觸電阻變高，將導致串聯電阻增加而使發光效率變差。Au 系層藉由透過 Au 系接合金屬層與發光層部接合而可降低接觸電阻。惟，為了確實接觸，Au 系接合金屬層必須摻合較多量之必要的合金成分，反射率將些微下降。在此，只要將發光層部側接合金屬層分散形成在 Au 系層之主表面上，則在發光層部側接合金屬層之非形成區域，可確保因 Au 系層所產生之高反射率。

當與發光層部側接合金屬層接合的化合物半導體層以 n 型 III-V 族化合物半導體(例如，前述之 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_y\text{In}_{1-y}\text{P}$ (在此， $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$))所構成時，可藉由採用 AuGeNi 接合金屬層作為發光層部側接合金屬層，藉此，其降低接觸電阻之效果特別好。在此情形，在該化合物半導體層之貼合面側主表面上形成 AuGeNi 接合金屬層，且能以包覆該 AuGeNi 接合金屬層面的方式來形成 Au 系層。在此情形，以 $350^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 進行 AuGeNi 接合金屬層與化合物半導體層之合金化熱處理，藉此可提高接觸電阻之降低效果。

再者，為了充分提昇光取出效果，相對於 Au 系層，發光層部側接合金屬層之形成面積率(以發光層部側接合金屬層之形成面積除以 Au 系層之全面積所得之值)在 1%~25%

較佳。若發光層部側接合金屬層之形成面積率小於 1%，則降低接觸電阻之效果不佳；若超過 25%，則反射強度會降低。再者，由於將 Au 系層設定成較發光層部側接合金屬層具有較高之 Au 含有率，在 Au 系層未形成發光層部側接合金屬層之區域中，可更加提昇 Au 系層之反射率。

另一方面，在具有上述 Au 系層之發光元件中，在 Au 系層與化合物半導體層間亦可插入以 Ag 為主成分之 Ag 系層而形成反射面。由於 Ag 系層較 Au 系層價格低、且在接近可見光之大致全波長域內(350nm~700nm)具有良好之反射率，故反射率不易受波長影響。其結果，不論元件之發光波長為何，均可實現高光取出效率。再者，若將之與 Al 等金屬比較，不易產生由於形成氧化皮膜等而使反射率降低之情形。

圖 6 係表示鏡面研磨後之各種金屬表面之反射率。圖式之點「■」係 Ag 之反射率；圖式之點「△」係 Au 之反射率；圖式之點「◆」係 Al 之反射率。再者，圖式之點「×」係 AgPdCu 合金之反射率。Ag 之反射率在 350nm~700nm(或者波長更長的紅外線域)，尤其，在 380nm~700nm 時，可見光之反射率特別好。

另一方面，Au 係有色金屬，如圖 6 所示之反射率亦可知，在波長 670nm 以下之可見光域具有強吸收(尤其 650nm 以下：在 600nm 以下之吸收更大)，發光層部之最大發光波長在 670nm 以下時，反射率降低之情形顯著。其結果，除了發光強度容易降低之外，取出光之光譜因為吸收而與原

本之發光光譜不同，故易導致發光色調之變化。然而，即使在 670nm 以下之可見光域，Ag 之反射率亦非常好。亦即，發光層部之最大發光波長在 670nm 以下時(尤其是 650nm 以下，甚至 600nm 以下)，相較 Au 系層之反射面，Ag 系層之反射面可實現非常高之光取出效率。

如圖 6 所示，在使用 Al 時，並不會產生反射率降低很多的情形，但由於形成氧化皮膜所造成之反射率降低，使得在可見光域之反射率多少會停留在低值(如 85~92%)。惟，由於 Ag 系金屬不易形成氧化皮膜，故相較於 Al 可確保在可見光域之高反射率。具體而言，可知波長在 400nm 以上(尤其是 450nm 以上)其較 Al 之反射率佳。

再者，圖 6 之 Al 反射率，係利用機械研磨與化學研磨，以抑制形成表面氧化皮膜之狀態下量測鏡面化之 Al 表面，實際上由於形成厚的氧化皮膜，其反射率可能較圖 6 所示之數據更低。在使用 Ag 時，由圖 6 中可知，在 350nm~400nm 之短波長域中，其反射率較 Al 低，但遠較 Al 不易形成氧化皮膜。因此，在實際上形成作為發光元件之反射金屬層時，藉由採用 Ag 系層，即使在該波長域中，其反射率亦可超過 Al。又，即使在該波長域，Ag 之反射率較 Au 高。

綜合上述，當發光層部在 350nm~670nm(以 400nm~670nm 較佳，尤以 450nm~600nm 較佳)之波長域中具有最大發光波長時，Ag 系層之光取出效率之改善效果明顯地較 Al 或 Au 更好。具有如上所述具有最大發光波長之發

光層部，如使用 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_y\text{In}_{1-y}\text{P}$ (其中， $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$) 或 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $x+y \leq 1$)，其可構成具有將第一導電型包覆層、活性層與第二導電型包覆層依序積層之雙異質構造。

以 Ag 系層用於形成反射面時，在 Ag 系層與化合物半導體層間，可配置以 Ag 為主成分之 Ag 系接合金屬層，以分散在 Ag 系層之主表面上之形態作為發光層部側接合金屬層。當與 Ag 系接合金屬層相連之化合物半導體層以 n 型之 III-V 族化合物半導體 (如前述之 $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_y\text{In}_{1-y}\text{P}$ (其中， $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$)) 所構成時，藉由使用 AgGeNi 接合金屬層作為 Ag 系接合金屬層可提高接觸電阻之降低效果。相對於 Ag 系層，發光層部側 Ag 系接合金屬層之形成面積率與前述之 Au 系接合金屬層相同，以 1%~25% 為佳。

接著，在本發明之發光元件中，上述 Au 系層可具有結合層。如上述之發光元件可以如下述之方法製造：

以與該化合物半導體層之取出面相反側之主表面作為貼合側主表面，在該貼合側主表面上，配置以 Au 為主成分、且待變成該結合層之第一 Au 系層；

以該元件基板之預定位於該發光層部側之主表面作為貼合側主表面，在該貼合側主表面上，配置以 Au 為主成分、且待變成該結合層之第二 Au 系層；

使該等第一 Au 系層與第二 Au 系層密接貼合。

再者，當元件基板與化合物半導體層貼合時，元件基板與化合物半導體層透過 Au 系層相疊合，而在此狀態下

進行貼合熱處理。

依該等本發明之製造方法，化合物半導體層側與元件基板側分別形成第一及第二 Au 系層，使兩者互相緊密貼合。由於兩 Au 系層即使在較低之溫度亦容易一體化，故即使貼合之熱處理溫度低亦可獲得非常強的貼合強度。

再者，本發明之金屬層之具體形成方法，除了真空蒸鍍或濺鍍等氣相成膜法外，亦可採用無電解電鍍或電解電鍍等之電化學成膜法。

【實施方式】

以下，參照圖式說明本發明之較佳實施形態。

圖 1 係表示本發明一實施形態之發光元件 100 之示意圖。發光元件 100 具有以下構造：在 p-Si 基板 7(作為元件基板之導電性基板，而以 p 型 Si(矽)單結晶所形成)之第一主表面上，透過主金屬層 10 與發光層部 24 貼合之結構。

發光層部 24 具有以 p 型包覆層 6(第一導電型包覆層，在本發明中係由 p 型 $(Al_zGa_{1-z})_yIn_{1-y}P$ (其中， $x < z \leq 1$)所構成)與 n 型包覆層 4(與前述第一導電型包覆層不同之第二導電型包覆層，在本發明中係由 n 型 $(Al_zGa_{1-z})_yIn_{1-y}P$ (其中， $x < z \leq 1$)所構成)，將活性層 5(由無摻雜 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (其中， $0 \leq x \leq 0.55$ ， $0.45 \leq y \leq 0.55$)混晶所形成)夾住之結構，發光波長按照活性層 5 之組成，可在綠色至紅色域間調整(發光波長(最大發光波長)在 550nm~670nm)。在發光元件 100 中，在金屬電極 9 側配置 p 型 AlGaInP 包覆層 6，在主金屬層 10 側配置 n 型 AlGaInP 包覆層 4。因此，

通電極性在金屬電極 9 側為正。再者，在此「無摻雜」係指「不進行積極添加摻雜物」之意，並非指排除在一般之製程上無法避免之混入雜質成分(例如上限在 $10^{13} \sim 10^{16}/\text{cm}^3$ 左右)。

又，與發光層部 24 面向基板 7 之面相反側之主表面上形成由 AlGaAs 所構成之電流擴散層 20，在該主表面之大致中央，以局部覆蓋該主表面的方式形成金屬電極(例如 Au 電極，用於將發光驅動電壓施加於發光層部 24)9。在電流擴散層 20 之主表面上，金屬電極 9 周圍之區域係成為來自發光層部 24 之光之光取出區域。

p-Si 基板 7 係由 Si 單結晶塊切片、研磨而製成者，其厚度在 $100\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ 。又，與發光層部 24 相向夾住主金屬層 10 而貼合。主金屬層 10 全體由 Au 系層所構成。

在發光層部 24 與主金屬層 10 間，形成作為發光層部側接合金屬層之 AuGeNi 接合金屬層 32(例如 Ge:15 質量%，Ni:10 質量%)，其可降低元件之串聯電阻。AuGeNi 接合金屬層 32 分散形成於主金屬層 10 之主表面上，其形成面積率為 1%~25%。

在 p-Si 基板 7 與主金屬層 10 間，第一 Al 接觸層 31(例如 Al:99.9 質量%)以與 p-Si 基板 7 之主表面相接之狀態形成作為基板側接合金屬層。再者，在 p-Si 基板 7 背面形成覆蓋全體表面之金屬電極(背面電極:如 Au 電極)15。在金屬電極 15 與 p-Si 基板 7 間插入第二 Al 接觸層 16(例如 Al:99.9 質量%)。

又，在前述第一 Al 接觸層 31 之全體表面覆蓋作為擴散阻止層之鈦(Ti)層 11。該 Ti 層之厚度為 $1\text{nm}\sim 10\mu\text{m}$ (在本實施形態中為 600nm)。再者，擴散阻止層亦可以鎳(Ni)層取代 Ti 層。又，主金屬層 10(Au 層系)以覆蓋該 Ti 層 11 全部表面之狀態與 Ti 層相接而配置在其上。再者，本實施形態之 Au 系層係由純 Au 或 Au 含有率在 95 質量%以上之 Au 合金所構成。

來自發光層部 24 之光，係以在光取出面側直接放射之光與藉主金屬層 10 之反射光重疊之狀態下取出。為充分確保反射之效果，主金屬層 10 之厚度以大於 80nm 為佳。又，雖然並未特別限制厚度之上限，但由於反射之效果會飽和，在兼顧成本之情況下制定適當厚度值(例如 $1\mu\text{m}$ 左右)。

以下說明關於圖 1 之發光元件 100 之製造方法。

首先，如圖 2 之步驟 1 所示，在 GaAs 單結晶基板(作為發光層成長用基板之半導體單結晶基板)1 之主表面上依序使例如 $0.5\mu\text{m}$ 之 p 型 GaAs 緩衝層 2、 $0.5\mu\text{m}$ 由 AlAs 形成之剝離層 3、 $5\mu\text{m}$ 由 p 型 AlGaAs 所形成之電流擴散層 20 磊晶成長。再者，之後依序使 $1\mu\text{m}$ 之 p 型 AlGaInP 包覆層 6、 $0.6\mu\text{m}$ 之 AlGaInP 活性層(無摻雜)5 及 $1\mu\text{m}$ 之 n 型 AlGaInP 包覆層 4 磊晶成長。

接著，如步驟 2 所示，在發光層部 24 之主表面上分散形成 AuGeNi 接合金屬層 32。在 AuGeNi 接合金屬層 32 形成後，接著在 $350^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 之溫度域進行合金化熱處理。

之後，第一 Au 系層 10a 覆蓋在 AuGeNi 接合金屬層 32。在發光層部 24 與 AuGeNi 接合金屬層 32 間藉上述之合金化熱處理形成合金化層，而可大幅降低串聯電阻。另一方面，如步驟 3 所示，在另外準備之 p-Si 基板 7(摻雜硼，電阻率約 $8\Omega \cdot \text{cm}$)之兩側主表面上形成作為基板側接合金屬層之第一、第二 Al 接觸層 31、16，在 $300^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 之溫度域進行合金化熱處理。接著，在第一 Al 接觸層 31 上，依序形成 Ti 層 11(例如厚度為 600nm)與第二 Au 系層 10b。再者，在第二 Al 接觸層 16 上形成背面電極層 15(例如以 Au 系金屬構成)。上述步驟之各金屬層可利用濺鍍或真空蒸鍍等形成。

接著，如步驟 4 所示，使在 p-Si 基板 7 側之第二 Au 系層 10b 與在發光層部 24 上形成之第一 Au 系層 10a 重疊並緊壓，以 $180^{\circ}\text{C}\sim 360^{\circ}\text{C}$ 之溫度，例如以 200°C 之溫度進行貼合熱處理，來製造基板貼合體 50。P-Si 基板 7 透過第一 Au 系層 10a 及第二 Au 系層 10b 與發光層部 24 貼合。又，第一 Au 系層 10a 及第二 Au 系層 10b 藉由上述接合熱處理形成一體化之主金屬層 10。由於不論第一 Au 系層 10a 及第二 Au 系層 10b 均由不易氧化之主體所構成，上述之貼合熱處理即使在大氣中進行亦無任何問題。

再者，在第二 Au 系層 10b 與第一 Al 接觸層 31 間插入作為擴散阻止層之 Ti 層 11。在進行貼合熱處理或在第二 Au 系層 10b 形成時，可藉上述 Ti 層阻擋住由第一 Al 接觸層 31 向第二 Au 系層 10b 擴散之 Al 成分，且可有效抑

制 Al 成分在藉由與第二 Au 系層 10b 貼合而一體化之第一 Au 系層 10a 側滲出。其結果，可防止因 Al 成分而使最後所獲得之主金屬層 10 反射面變成紫色等之不良現象，而可獲得良好之反射率。再者，藉由主金屬層 10 亦可維持 p-Si 基板 7 與發光層部(化合物導體層)24 之貼合強度。

接著，進行步驟 5，將上述基板貼合體 50 浸漬在例如由 10% 氫氟酸水溶液所形成之蝕刻液中，將在緩衝層 2 與發光層部 24 間所形成之 AlAs 剝離層 3 藉由選擇性蝕刻，將 GaAs 單結晶基板 1(對於來自發光層部 24 之光為不透明)自發光層部 24 及與之接合的 p-Si 基板 7 之積層體 50a 去除。再者，亦可採用由 AlInP 取代 AlAs 剝離層 3 而形成蝕刻阻止層，使用對 GaAs 具選擇性之第一蝕刻液(如氫/過氧化氫混合液)蝕刻除去 GaAs 單結晶基板 1 與 GaAs 緩衝層 2，接著使用對 AlInP 具選擇性之第二蝕刻液(如鹽酸:亦可添加用來去除 Al 氧化層之氫氟酸)蝕刻蝕刻阻止層之步驟。

接著，如步驟 6 所示，引線接合用之電極 9(接合墊，圖 1)，係以因為去除 GaAs 單結晶基板 1 而露出之電流擴散層 20 之主表面一部份覆蓋的方式而形成。之後，以一般之方法切割作為半導體晶片，將之固定在支持體上進行引線接合後，以樹脂封裝而獲得最後之發光元件。

在上述之實施形態中，雖然在第一 Au 系層 10a 形成反射面，如圖 3 之發光元件 200，亦可在第一 Au 系層 10a 與發光層部 24 間插入 Ag 系層 10c。在此情形，發光層部

側接合金屬層係以 AgGeNi(例如 Ge:15 質量%、Ni:10 質量%)構成之 Ag 系接合金屬層 132 取代 Au 系接合金屬層而分散形成。關於其他部分係與圖 1 之發光元件 100 相同。圖 4 係表示其製程之一例。其與圖 2 之製程不同處係在於在步驟 2 中將 Ag 系接合金屬層 132 取代 Au 系接合金屬層 32 而分散形成，在 350°C~660°C 之溫度域進行合金化熱處理，之後依序形成 Ag 系層 10c 與第一 Au 系層 10a。除此之外基本上與圖 2 相同。

再者，在以蝕刻液去除發光層成長用基板時，若因該蝕刻液可能使 Ag 系層 10c 腐蝕時，可依以下所述步驟進行。亦即，如步驟 3 所述，將與 Ag 系層 10c 相接之第一 Au 系層 10a 之外周圍位置較 Ag 系層 10c 之外周圍位置靠外側，且面積較 Ag 系層 10c 大。藉此，Ag 系層 10c 以被第一 Au 系層 10a 包住之狀態，使 Ag 系層 10c 之外周圍因為藉耐蝕性高之第一 Au 系層 10a 外周圍部分 10e 保護，故在步驟 5 中，即使蝕刻發光層成長用基板(GaAs 單結晶基板 1)，亦不易影響到 Ag 系層 10c。當以 GaAs 單結晶基板 1 作為發光層成長用基板，以氨/過氧化氫混合液作為蝕刻液將之溶解、去除時，雖然 Ag 特別容易受蝕刻液腐蝕，但若採用上述之構造則可輕易將 GaAs 單結晶基板 1 溶解去除。

又，發光層部 24 之各層亦可以 AlGaInN 混晶形成。用於使發光層部 24 成長之發光層成長用基板，可使用藍寶石基板(絕緣體)或 SiC 單結晶基板代替 GaAs 單結晶基板。

再者，在上述實施形態中，雖然發光層部 24 之各層由基板側依序為 n 型包覆層 4、活性層 5 及 p 型包覆層 6，但亦可將其反轉，在基板側由 p 型包覆層、活性層與 n 型包覆層所形成。

又，如圖 5(步驟 3)所示，主金屬層 10 亦可僅貼合於 p-Si 基板 7(元件基板)與發光層部 24(化合物半導體層)之任一側(在圖 5 為發光層部 24 側)而形成。此時，貼合之熱處理溫度(步驟 4)在 $200^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，雖然其溫度設定必須較圖 2 之溫度高一些，但由於設置了作為擴散阻止層之 Ti 層(或 Ni 層)11，其可充分抑制 Al 向主金屬層 10 擴散，故可順利進行貼合。

【圖式簡單說明】

(一)圖式部分

圖 1 係以積層結構表示適用於本發明之發光元件之第一實施形態之示意圖。

圖 2 係表示圖 1 之發光元件之製程之一例之說明圖。

圖 3 係以積層結構表示適用於本發明之發光元件之第二實施形態之示意圖。

圖 4 係表示圖 3 之發光元件之製程之一例之說明圖。

圖 5 係表示圖 1 之發光元件之製程之另一例之說明圖。

圖 6 係表示各種金屬反射率之圖。

(二)元件代表符號

1：GaAs 單結晶基板(發光層成長用基板)

4：n 型包覆層(第二導電型包覆層)

5：活性層

6：p型包覆層（第一導電型包覆層）

7：p-Si 基板（元件基板）

9：金屬電極

10：主金屬層

10a：第一 Au 系層

10b：第二 Au 系層

10c：Ag 系層

11：鈦(Ti)層（擴散阻止層）

24：發光層部

31：第一 Al 接觸層

32：AuGeNi 接合金屬層

132：AgGeNi 接合金屬層（發光層部側接合金屬層）

100、200：發光元件

伍、中文發明摘要：

在本發明之發光元件 100 中，係以具有發光層部 24 之化合物半導體層的第一主表面作為光取出面，在該化合物半導體的第二主表面側，透過具有反射面之主金屬層 10 結合元件基板 7 而構成；該反射面係使來自該發光層部 24 之光往該光取出面側反射，其特徵在於：該元件基板 7 係以導電型為 p 型之 Si 基板所構成，且在該元件基板 7 之主金屬層側 10 之主表面正上方形成以 Al 為主成分之接觸層 31。藉此提供：在具有透過金屬層使發光層部與元件基板貼合之構造之發光元件中，具有良好之導電性之發光元件及其製造方法。

陸、英文發明摘要：

拾、申請專利範圍：

1. 一種發光元件，以具有發光層部之化合物半導體層的第一主表面作為光取出面，係在該化合物半導體的第二主表面側，透過具有反射面之主金屬層結合元件基板而構成；該反射面係使來自該發光層部之光往該光取出面側反射，其特徵在於：

該元件基板，係以導電型為 p 型之 Si 基板所構成；

且在該元件基板之主金屬層側之主表面正上方，形成以 Al 為主成分之接觸層。

2. 如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，該發光層部之 p 型化合物半導體層位在光取出面側，而發光層部之 n 型化合物半導體層位在主金屬層側，且該 n 型化合物半導體層係透過該主金屬層而與 p 型之 Si 基板結合。

3. 如申請專利範圍第 2 項之發光元件，其中，該發光層部係具備雙異質構造，該構造係由 p 型包覆層(p 型化合物半導體層)、n 型包覆層(n 型化合物半導體層)、以及在 p 型包覆層與 n 型包覆層間形成之活性層所構成。

4. 如申請專利範圍第 1 項之發光元件，其中，在該接觸層與主金屬層間插入導電性材料構成之擴散阻止層，俾阻止該接觸層之 Al 成分朝主金屬層擴散。

5. 如申請專利範圍第 4 項之發光元件，其中，該主金屬層之至少包含擴散阻止層界面的部分，係以 Au 為主成分構成之 Au 系層；

該擴散阻止層，係以 Ti 及 Ni 中任一者為主成分之擴

散阻止用金屬層。

6. 如申請專利範圍第 5 項之發光元件，其中，該 Au 系層係形成該反射面。

7. 如申請專利範圍第 5 項之發光元件，其中，在該 Au 系層與化合物半導體層間插入以 Ag 為主成分之 Ag 系層，俾形成該反射面。

8. 如申請專利範圍第 5 項之發光元件，其中，該 Au 系層具有結合層。

9. 一種發光元件之製造方法，係用來製造申請專利範圍第 8 項之發光元件，其特徵在於具備以下步驟：

以與該化合物半導體層之取出面相反側之主表面作為貼合側主表面，在該貼合側主表面上，配置以 Au 為主成分、且待變成該結合層之第一 Au 系層；

以該元件基板之預定位於該發光層部側之主表面作為貼合側主表面，在該貼合側主表面上，配置以 Au 為主成分、且待變成該結合層之第二 Au 系層；

使該第一 Au 系層與該第二 Au 系層密接貼合。

10. 如申請專利範圍第 9 項之發光元件之製造方法，其係使該元件基板與化合物半導體層透過 Au 系層而相疊合，而在該狀態下進行貼合熱處理，藉此使該元件基板與化合物半導體層貼合。

拾壹、圖式：

如次頁。

圖1

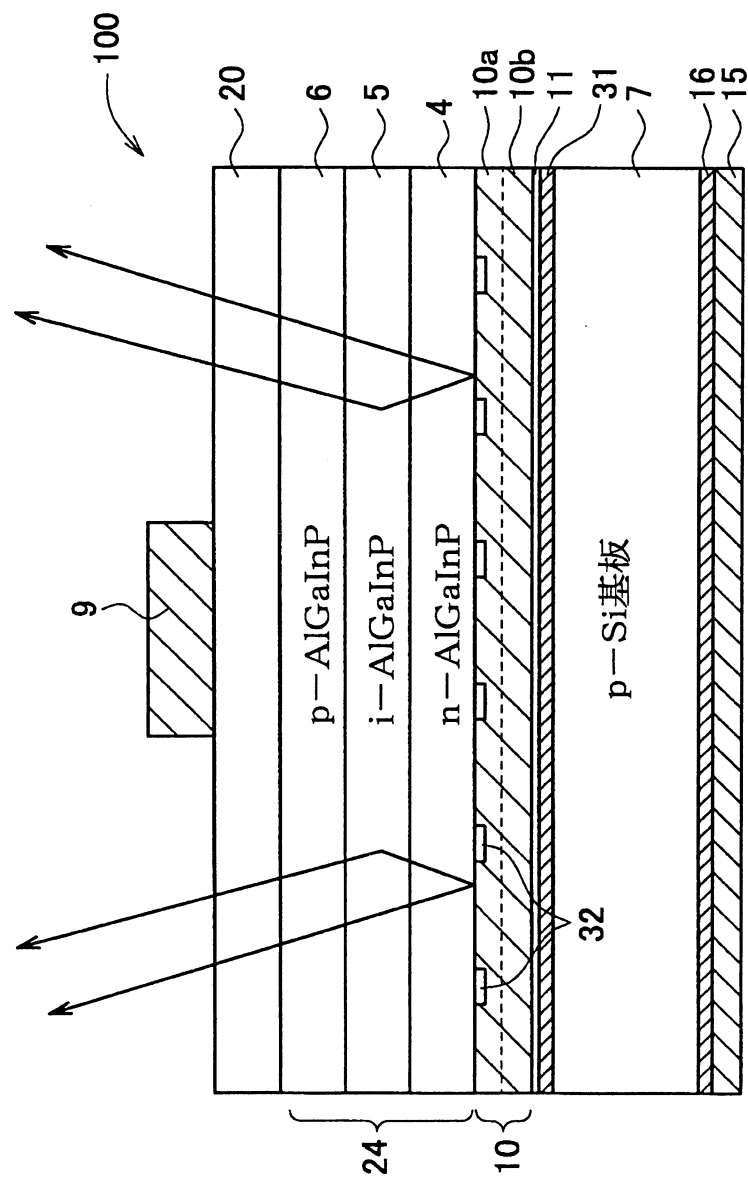


圖 2

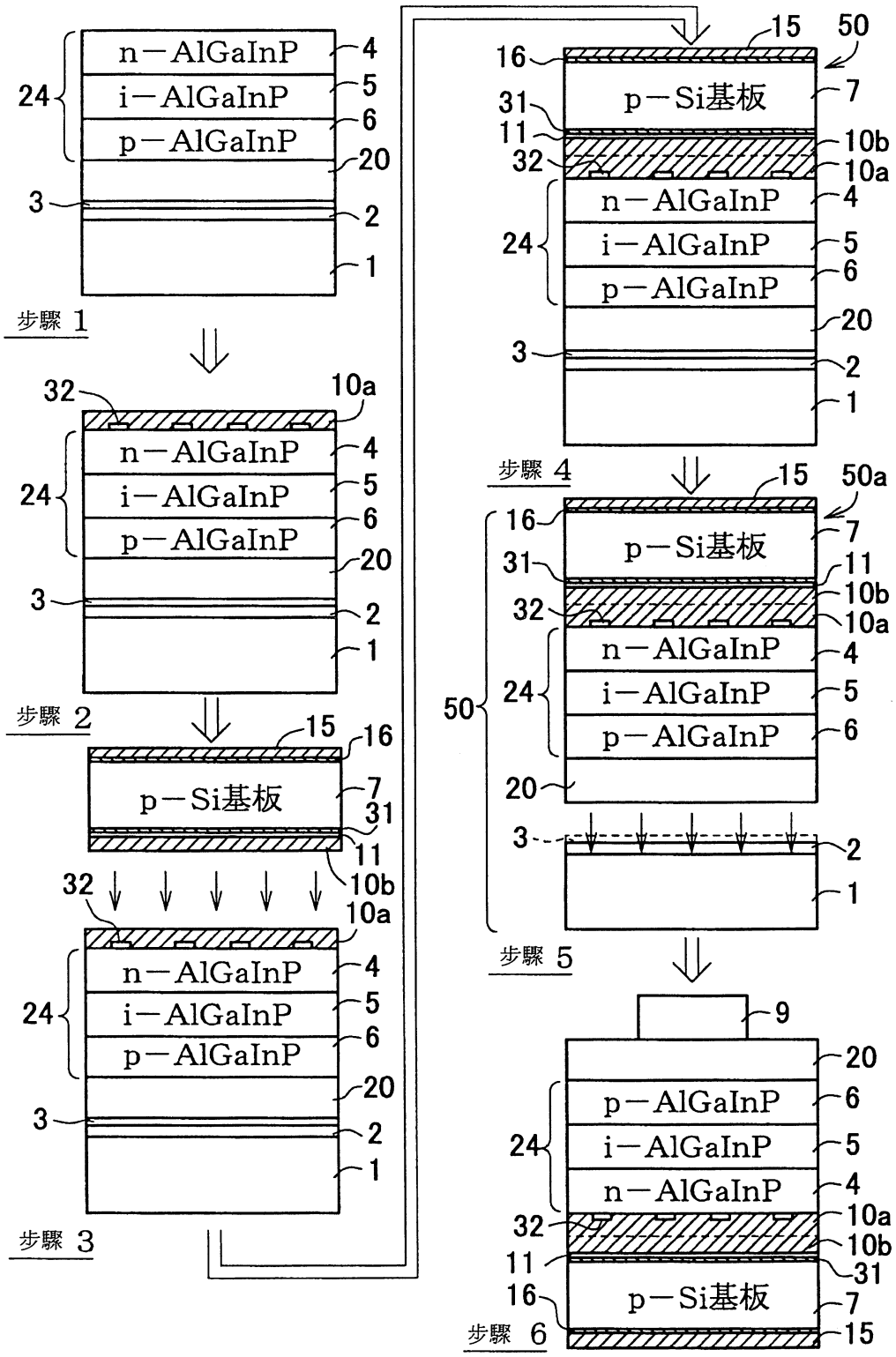


圖3

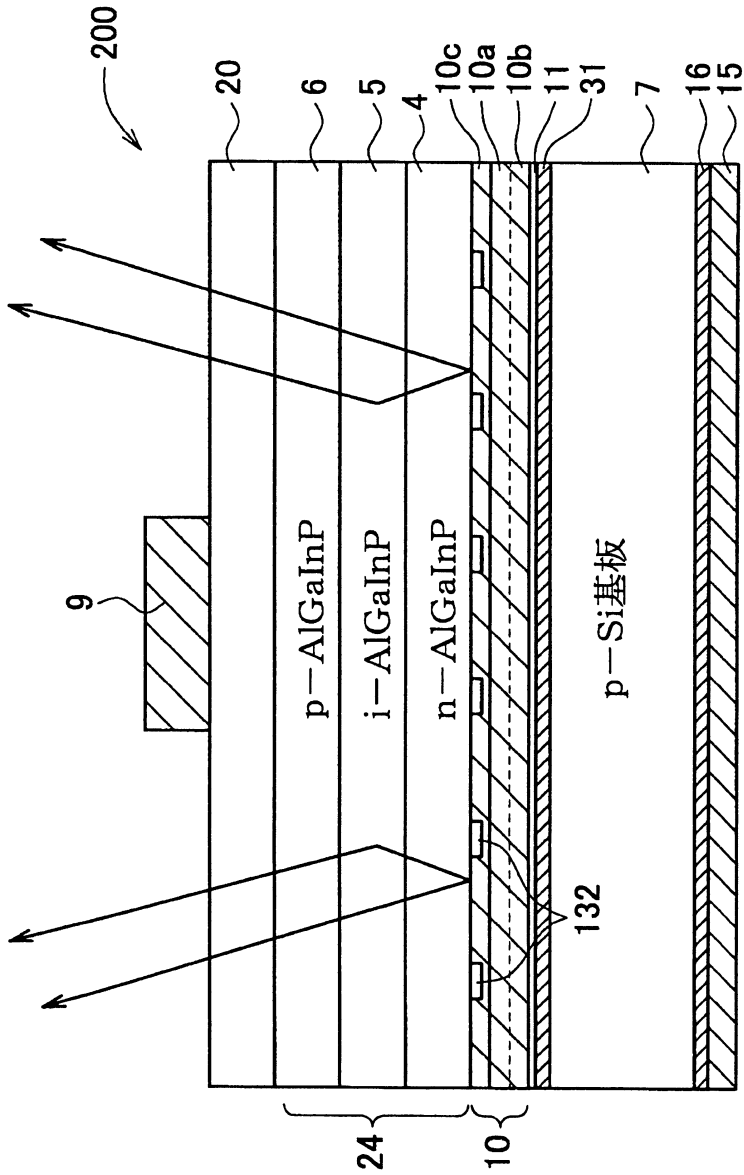


圖4

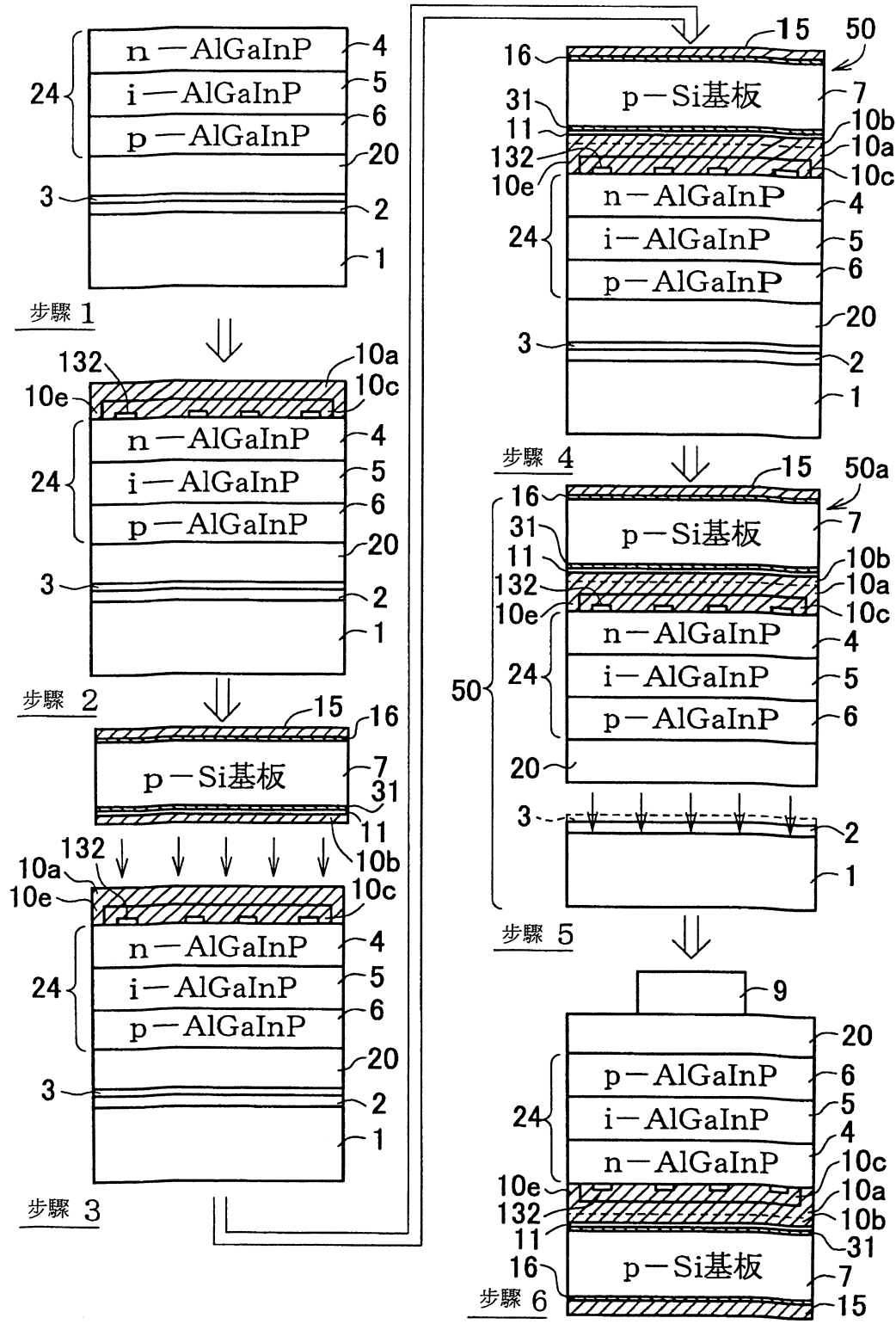


圖5

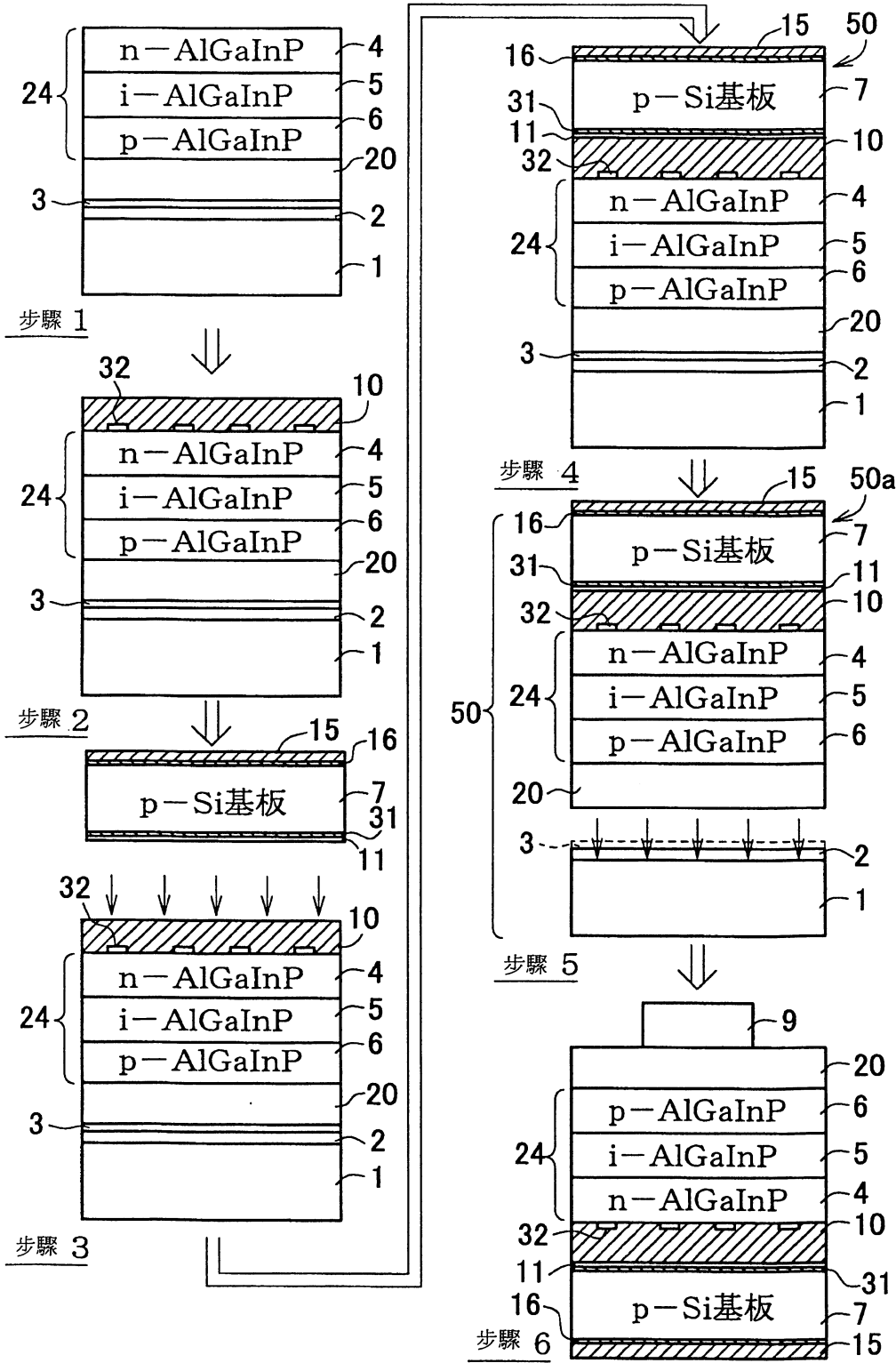
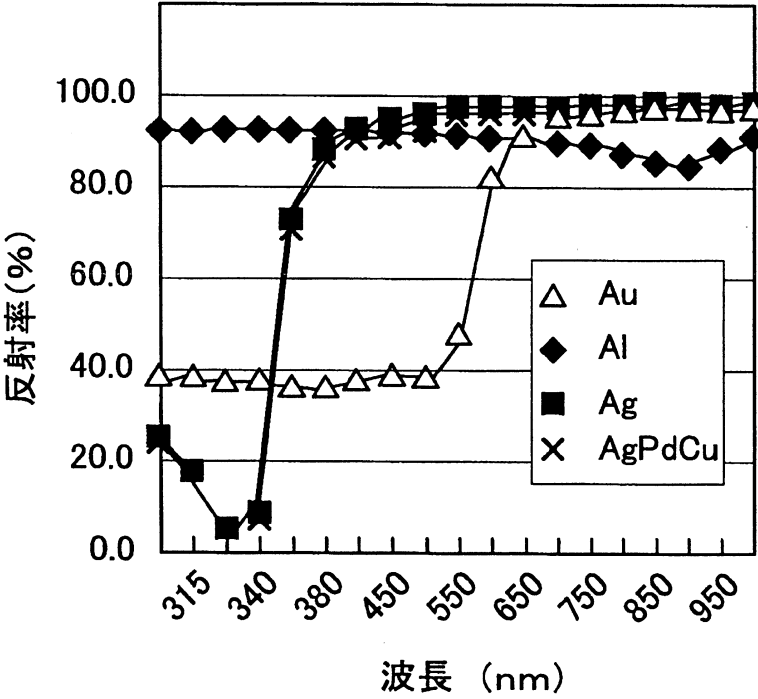


圖6



柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 1：GaAs 單結晶基板(發光層成長用基板)
- 4：n 型包覆層(第二導電型包覆層)
- 5：活性層
- 6：p 型包覆層(第一導電型包覆層)
- 7：p-Si 基板(元件基板)
- 9：金屬電極
- 10：主金屬層
- 10a：第一 Au 系層
- 10b：第二 Au 系層
- 11：鈦(Ti)層(擴散阻止層)
- 15：金屬電極
- 16：第二 Al 接觸層
- 20：電流擴散層
- 24：發光層部
- 31：第一 Al 接觸層(基板側接合金屬層)
- 32：AuGeNi 接合金屬層(發光層部側接合金屬層)
- 100：發光元件

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：