

發明專利說明書

公告本

(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： 97118527

※ 申請日期： 97.5.20

※IPC 分類： H01S 5/30 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體發光元件

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商新力股份有限公司

SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

中鉢 良治

CHUBACHI, RYOJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都港區港南1丁目7番1號

1-7-1 KONAN, MINATO-KU, TOKYO, 108-0075, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本

JAPAN

三、發明人：(共 7 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 狩野 祥男
KARINO, SACHIO
2. 高瀬 英治
TAKASE, EIJI
3. 大金 誠
OOGANE, MAKOTO
4. 長竹 剛
NAGATAKE, TSUYOSHI
5. 鎌田 滿
KAMADA, MICHIRU
6. 成井 啟修
NARUI, HIRONOBU
7. 岡野 展賢
OKANO, NOBUKATA

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN
2. 日本 JAPAN
3. 日本 JAPAN
4. 日本 JAPAN
5. 日本 JAPAN
6. 日本 JAPAN
7. 日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2007年05月28日；特願2007-139963
2. 日本；2007年08月03日；特願2007-202522
3. 日本；2008年04月21日；特願2008-110540

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種半導體發光元件，包括：(A)發光部(20)，其係含有包含第1導電型之第1化合物半導體層(以下簡稱為「層」)(21)、活性層(23)、以及包含第2導電型之第2層(22)；以及(B)電流阻隔層(40)，其係與發光部之側面連接，且含有包含第1導電型之第3層(43)、以及包含第2導電型之第4層(44)；用以使第1層(21)成為第1導電型之雜質，係含有第1層(21)中之雜質之取代部位不會與用以使第2層(22)成為第2導電型之第2層(22)中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，用以使第3層(43)成為第1導電型之雜質，係含有第3層(43)中之雜質之取代部位會與用以使第4層(44)成為第2導電型之第4層(44)中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，藉此可進一步減少電流阻隔層中之洩漏電流。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1(A))圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無元件符號說明)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種半導體發光元件，更具體而言，本發明係關於一種於發光部之橫向上設置有用以使電流狹窄之電流阻隔層之半導體發光元件。

【先前技術】

作為具有低閾值電流 I_{th} 之半導體雷射，例如根據專利第2990837號，眾所周知包含藉由一次磊晶成長步驟而可形成之SDH(Separated Double Hetero Junction，分離式雙異質接面)構造之半導體雷射(以下，稱作SDH型半導體雷射)。

於該SDH型半導體雷射中，首先，於包含{100}面作為主表面之基板上，形成向{110}A面方向延伸之凸部。接著，於該基板之主表面上進行晶體成長，從而可於凸部之{100}面(方便起見而稱作凸部面)上形成含有化合物半導體層之積層構造體之發光部。發光部係含有例如依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體。又，以垂直於凸部之延伸方向之方向上之假想平面切割該發光部時之剖面形狀為三角形，發光部之側面(斜面)係含有{111}B面。一般而言，眾所周知於MOCVD(Metal-organic Chemical Vapor Deposition，金屬有機化學蒸氣沈積)法(亦稱作MOVPE(Metal Organic Vapor Phase Epitaxy，有機金屬氣相磊晶)法)中，除了特殊之晶體成長條件以外，{111}B面為非成長面。因此，於SDH型半導體雷射之情形

時，若形成側面為 $\{111\}$ B面之發光部，則之後即便繼續進行MOCVD，發光部之晶體成長亦保持「自我成長停止」。

再者，本說明書中，為方便起見，將結晶面之表述

$(h k l)$ 面

$(h k \overline{l})$ 面

表述為 (hkl) 面、 $(hk-l)$ 面，且本說明書中，為方便起見，將以下例示之方向之表述

$[h k l]$ 方向

$[h k \overline{l}]$ 方向

表述為 $[hkl]$ 方向、 $[hk-l]$ 方向。

另一方面，除凸部以外之基板之主表面即 $\{100\}$ 面之部分(方便起見，稱作凹部面)中，並不存在非成長面，因此，若繼續進行MOCVD，則不久之後自凹部面晶體成長之化合物半導體層，會完全覆蓋自我成長停止之發光部。自凹部面晶體成長之化合物半導體層之構造如下：於第2化合物半導體層上依序形成有電流阻隔層位置調整層、電流阻隔層、以及埋入層。此處，藉由控制電流阻隔層位置調整層之厚度，於自凹部面晶體成長之化合物半導體層完全覆蓋發光部之前之中途階段(尤其係靠近發光部上所形成之活性層之兩側面附近時)，形成電流阻隔層，藉此可形成可僅向發光部之活性層注入電流之構造。

如此，於SDH型半導體雷射中，可根據一次晶體成長步驟而形成各化合物半導體層，並且，作為發光部內上下夾持活性層之化合物半導體層(第1化合物半導體層以及第2

化合物半導體層)所使用之材料、及位於發光部之外側之電流阻隔層及埋入層、電流阻隔層位置調整層所使用之材料，選擇能帶隙充分高於活性層之材料、即低折射率之材料，藉此可藉由閉光良好之化合物半導體層而完全地包圍活性層。並且，藉此可使自包含凸部之端面作為光出射面之半導體雷射所射出之光束形狀接近正圓。即，於遠場圖形(Far Field Pattern, FFP)中，可實現

$$\theta // \equiv \theta \perp。$$

或者，例如依照與透鏡之耦合效率等，亦有時要求自半導體雷射射出之光束形狀為橢圓。於如此之情形時，例如，藉由採用凸部之端面附近之寬度被擴大之所謂之喇叭條狀(Flare Stripe)構造，而可將FFP之 $\theta //$ 控制為較小。

並且，以上所說明之SDH型半導體雷射中，電流阻隔層之質(電流洩漏抑製程度)之提高，係非常重要之技術要素。

【發明內容】

然而，藉由自凹部面之晶體成長而獲得之電流阻隔層，係含有自發光部之側面延伸之 $\{311\}$ B結晶面區域、沿基板之主表面而延伸之 $\{100\}$ 結晶面區域、以及位於 $\{311\}$ B結晶面區域與 $\{100\}$ 結晶面區域之間之 $\{h11\}$ B結晶面區域(其中， h 為4以上之整數，為方便起見，有時稱作高階之結晶面區域)。並且，尤其於 $\{h11\}$ B結晶面區域、或者該區域附近，因構成電流阻隔層之 n 型化合物半導體層與 p 型化合物半導體層之間之雜質相互擴散，而產生如下問題：電流

阻隔層消失，或者電流阻隔層變薄，電流阻隔層之效果不穩定，從而漏電增加。

並且，於專利第2990837號中，為解決如此之問題，而使用p型基板作為基板，進而使用p型化合物半導體層電流阻隔層。然而，{311}B結晶面區域易於n型化，而高階之結晶面區域則易於p型化。因此，{311}B結晶面區域最終較之原本之p型磊晶成長膜厚而厚度變薄從而成為膜薄部，另一方面，高階之結晶面區域最終因p型化而使厚度增加，從而成為膜厚部。其結果為，電流阻隔層之高階之結晶面區域之厚度增大，因此能夠可靠地避免該部分之洩漏電流。

如此，專利第2990837號中所揭示之技術係用以解決上述問題之非常有效之技術，但強烈要求使用n型基板。又，即便於使用p型基板之情形時，較理想的是進一步減少電流阻隔層中之洩漏電流。

又，因自電流阻隔層擴散至活性層之雜質，而引起以較高之驅動電流驅動SDH型半導體雷射時之電流洩漏無法忽視之狀況繼續存在。

因此，本發明之第1目的在於提供一種半導體發光元件，其包含如下構造、構成：於含有複數個結晶面而形成之電流阻隔層中，不會對構成電流阻隔層之複數個化合物半導體層之間之雜質的相互擴散等產生影響，可實現全面之較高穩定性，且可進一步減少電流阻隔層中之洩漏電流。又，本發明之第2目的在於提供一種包含雜質難以自

電流阻隔層擴散至活性層之構造、構成之半導體發光元件。

用以實現上述第1目的之本發明之第1態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層係含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型及與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第1化合物半導體層中之雜質之取代部位，不會與用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之第2化合物半導體層中之雜質的取代部位產生競爭之雜質；

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質的取代部位產生競爭之雜質。

再者，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

本發明之第1態樣之半導體發光元件之構成可為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物

半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-A-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-A-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-A-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-A-1之態樣之半導體發光元件可構成為：第4化合物半導體層中之雜質係含有以第三族

原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-A-3之態樣之半導體發光元件』。又，本發明之第1-A-3之態樣之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，換而言之，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件之構成可為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子

佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-B-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-B-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-B-2之態樣之半導體發光元件』。又，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-B-1之態樣之半導體發光元件可構成為：第4化合物半導體層中之雜質係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-B-3之態樣之半導體發光元件』。再者，本發明之第1-B-3之態樣之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，換而言之，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜

質、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-a-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-a-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-a-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第3B化合物半導體層

之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-a-1之態樣之半導體發光元件可構成爲：第3化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位爲取代部位之雜質、以及矽(Si)，藉此可實現上述第2目的。爲方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-a-3之態樣之半導體發光元件』。再者，本發明之第1-a-3之態樣之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，換而言之，係將以第五族原子佔據之部位爲取代部位之雜質、以及矽(Si)作爲雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件可構成爲：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子

佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-b-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-b-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

且至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-b-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-b-1之態樣之半導體發光元件可構成為：第3化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-b-3之態樣之半導體發光元件』。再者，本發明之第

1-b-3之態樣之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，換而言之，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-C-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-C-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)，藉此可實現上

述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-C-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-C-1之態樣之半導體發光元件可構成為：第4化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-C-3之態樣之半導體發光元件』。再者，本發明之第1-C-3之態樣之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，換而言之，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子

佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-D-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-D-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-D-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-D-1之態樣之半導體發光元件可構成為：第4化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)，藉此可

實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-D-3之態樣之半導體發光元件』。再者，本發明之第1-D-3之態樣之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，換而言之，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-c-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-c-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜

質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-c-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-c-1之態樣之半導體發光元件可構成為：第3化合物半導體層中之雜質係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-c-3之態樣之半導體發光元件』。又，本發明之第1-c-3之態樣之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，換而言之，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。

或者，本發明之第1態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子

佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-d-1之態樣之半導體發光元件』。

上述本發明之第1-d-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-d-2之態樣之半導體發光元件』。再者，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

或者，上述本發明之第1-d-1之態樣之半導體發光元件

可構成為：第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)，藉此可實現上述第2目的。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第1-d-3之態樣之半導體發光元件』。再者，本發明之第1-d-3之態樣之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，換而言之，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。

以上說明之本發明之第1態樣之較佳構成之半導體發光元件、即，本發明之第1-A-1之態樣、第1-a-1之態樣、第1-B-1之態樣、第1-b-1之態樣、第1-C-1之態樣、第1-c-1之態樣、第1-D-1之態樣或者第1-d-1之態樣之半導體發光元件可構成為：

電流阻隔層進而含有包含第2導電型之第5化合物半導體層，

包含藉由第4化合物半導體層以及第5化合物半導體層而夾持第3化合物半導體層之構造，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第5化合物半導體層成為第2導電型之第5化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。再者，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層/第5化合物半導體層之積層構造，亦可成為第5化合物半導體層/第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。或者，上述半導體發光元件可構成為：

電流阻隔層進而含有包含第1導電型之第6化合物半導體層，

包含藉由第3化合物半導體層以及第6化合物半導體層而夾持第4化合物半導體層之構造，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第4化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第6化合物半導體層成為第1導電型之第6化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。再者，以下，可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層/第6化合物半導體層之積層構造，亦可成為第6化合物半導體層/第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造。

用以實現上述第1目的之本發明之第2態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型及與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之雜質，與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質不同。

含有與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質不同之雜質的第1化合物半導體層，具體而言，係至少與

活性層連接之部分。第1化合物半導體層連接之活性層中，包含井層、或者限制層(Confinement layer)。以下之說明亦相同。藉由設置限制層，可進行光之限制、以及/或者載子之限制。又，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

本發明之第2態樣之半導體發光元件中，較理想的是用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質，與用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之雜質相比，面方位依存性較小。

再者，於以下之說明中，為方便起見，將選自含有硒(Se)、碲(Te)以及硫(S)此3種雜質組成之群中之至少1種雜質稱作『第六族雜質』，為方便起見，將選自含有矽(Si)以及錫(Sn)此2種雜質組成之群中之至少1種雜質稱作『第四族雜質』，且為方便起見，將選自含有鋅(Zn)、鎂(Mg)、鈹(Be)以及錳(Mn)此4種雜質組成之群中之至少1種雜質稱作『第二族雜質』。

包含上述較佳形態之本發明之第2態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第2-A之態樣之半導體發光元件』。本發明之第2-A之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 3×2 之6種。

或者，包含上述較佳形態之本發明之第2態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第2-B之態樣之半導體發光元件』。本發明之第2-B之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $2 \times 3 \times 4 \times 1 \times 2 \times 4$ 之192種。

或者，包含上述較佳形態之本發明之第2態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第2-C之態樣之半導體發光元件』。本發明之第2-C之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 4×1 之4種。

或者，包含上述較佳形態之本發明之第2態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第2-D之態樣之半導體發光元件』。本發明之第2-D之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之

雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 3$ 之72種。

用以實現上述第1目的之本發明之第3態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之雜質，與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之雜質不同。

包含與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之雜質不同之雜質的第2化合物半導體層，具體而言，係至少與活性層(包含井層、限制層)連接之部分。又，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

本發明之第3態樣之半導體發光元件中，較理想的是，用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之雜質，與用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之雜質相比，面方位依存性較小。

包含上述較佳形態之本發明之第3態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第2化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第3-a之態樣之半導體發光元件』。本發明之第3-a之態樣之半導體發光元件中，(第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為4×1之4種。

或者，包含上述較佳形態之本發明之第3態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質

為第四族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質
為第六族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質
為第二族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質
為碳(C)，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質
為第六族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質
為碳(C)。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第3-b之
態樣之半導體發光元件』。本發明之第3-b之態樣之半導體
發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合
物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第
2A化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜
質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $2 \times 3 \times 4 \times 1 \times 3 \times$
1之72種。

或者，包含上述較佳形態之本發明之第3態樣之半導體
發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物
半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化
合物半導體，

用以使第2化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質
為第六族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第3-c之態樣之半導體發光元件』。本發明之第3-c之態樣之半導體發光元件中，(第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為 2×3 之6種。

或者，包含上述較佳形態之本發明之第3態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第3-d之態樣之半導體發光元件』。本發明之第3-d之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $1 \times 4 \times 3 \times 2 \times 4 \times 2$ 之192種。

用以實現上述第1目的之本發明之第4態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質。本發明之第4態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 3×2 之6種。

再者，包含第六族雜質之第1化合物半導體層，具體而言，係至少與活性層(包含井層、限制層)連接之部分。又，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

用以實現上述第1目的之本發明之第5態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第2化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質

為碳(C)。本發明之第5態樣之半導體發光元件中，(第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質)之組合，為4×1之4種。

再者，包含第二族雜質之第2化合物半導體層，具體而言，係至少與活性層(包含井層、限制層)連接之部分。又，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

用以實現上述第1目的之本發明之第6態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體；

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質；

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)。本發明之第6態樣之半導體發光元件中，(第1化

合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為4x1之4種。

又，包含第二族雜質之第1化合物半導體層，具體而言，係至少與活性層(包含井層、限制層)連接之部分。又，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

用以實現上述第1目的之本發明之第7態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體；

用以使第2化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質；

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。本發明之第7態樣之半導體發光元件中，(第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之

雜質)之組合，為 3×2 之6種。

又，包含第六族雜質之第2化合物半導體層，具體而言，係至少與活性層(包含井層、限制層)連接之部分。又，以下，可成為第4化合物半導體層/第3化合物半導體層之積層構造，亦可成為第3化合物半導體層/第4化合物半導體層之積層構造。

用以實現上述第1目的之本發明之第8態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層係含有至少依序積層包含第2導電型之第4化合物半導體層、以及包含第1導電型之第3化合物半導體層之積層構造體；

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第4化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之第3化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，且含有會與用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之第1化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質；

用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第2化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之第3化合物半導體層中之

雜質之取代部位產生競爭的雜質；

當假定存在通過第1化合物半導體層、電流阻隔層、以及第2化合物半導體層之迂迴路徑時，於迂迴路徑內，至少存在3個含有各化合物半導體層之界面之pn接合界面。

本發明之第8態樣之半導體發光元件中，可為如下形態：第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。並且，於該情形時，迂迴路徑含有第1化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、以及第2化合物半導體層，且pn接合界面為第1化合物半導體層之側面/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第2化合物半導體層之側面此3個面。

或者，本發明之第8態樣之半導體發光元件可構成為：

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位不會與用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型之第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，且含有不會與用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之第2化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。再者，於該情形時，用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型之雜

質，係含有第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

然而，於使用第1B化合物半導體層之情形時，存在如下情形：第1B化合物半導體層、與連接於該第1B化合物半導體層之側面之第4化合物半導體層之關係為雜質之取代部位不會產生競爭之關係。並且，於如此之情形時，有可能會發生如下情形：首先，於該側面之部分，第1B化合物半導體層與第4化合物半導體層之間之雜質產生擴散，之後，雜質擴散至構成電流阻隔層之第3化合物半導體層中，而形成電流之洩漏通路。

因此，於如此之情形時可成為如下形態：於第4化合物半導體層之下設置包含第1導電型之第6化合物半導體層，

用以使第6化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第6化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第1化合物半導體層(或者第1A化合物半導體層)成為第1導電型之第1化合物半導體層(或者第1A化合物半導體層)中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，

第6化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面(至少第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。並且，藉由採用如此之構造，雜質之取代部位相互不會產生競爭之第1B化合物半導體層與第4化合物半導體層不連接，因此可防止雜質擴

散。此處，於該情形時，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層(第1A化合物半導體層以及第1B化合物半導體層)、第6化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、以及第2化合物半導體層，且pn接合界面為第6化合物半導體層/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第2化合物半導體層之側面此3個面。

或者，於如此之情形時，為防止因雜質自第1B化合物半導體層擴散至電流阻隔層內而引起之電流洩漏之產生，較理想的是於電流阻隔層內設置雜質擴散障壁層。具體而言，相對於包含第2導電型之第4化合物半導體層，將雜質之取代部位不同之包含第2導電型之第7化合物半導體層作為「雜質擴散障壁層」而插入即可。更具體而言，於構成電流阻隔層之包含第2導電型之第4化合物半導體層內，插入至少1層(例如第7化合物半導體層)同樣包含第2導電型之雜質擴散障壁層，以第4化合物半導體層之雜質之取代部位、與雜質擴散障壁層(例如雜質擴散障壁層為1層時，係第7化合物半導體層)之雜質之取代部位不同的方式，選擇雜質即可。並且，藉由採用如此之構成，能夠更可靠地防止因雜質於電流阻隔層內擴散而導致迂迴路徑上形成電流洩漏通路之現象。

或者，本發明之第8態樣之半導體發光元件可構成為：

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合

物半導體層，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位不會與用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型之第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，且含有不會與用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之第1化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。再者，於該情形時，用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之第3化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

然而，於使用第2B化合物半導體層之情形時，存在如下情形：第2B化合物半導體層、於連接於該第2B化合物半導體層之側面之第3化合物半導體層之關係，為雜質之取代部位不會產生競爭之關係。並且，於如此之情形時，有可能會發生如下情形：首先，於該側面之部分，第2B化合物半導體層與第3化合物半導體層之間之雜質產生擴散，之後，雜質擴散至構成電流阻隔層之第4化合物半導體層，從而形成電流之洩漏通路。

因此，於如此之情形時，上述半導體發光元件可為如下形態：於第3化合物半導體層之上設置包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第5化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第2

化合物半導體層(或者第2A化合物半導體層)成為第2導電型之第2化合物半導體層(或者第2A化合物半導體層)中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，

第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接，且第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接。並且，藉由採用如此之構造，雜質之取代部位相互不會產生競爭之第2B化合物半導體層與第4化合物半導體層不連接，因此可防止雜質擴散。此處，於該情形時，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、第5化合物半導體層、以及第2化合物半導體層(第2B化合物半導體層以及第2A化合物半導體層)，且pn接合界面係第1化合物半導體層之側面/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第5化合物半導體層此3個層。

或者，於如此之情形時，為防止因雜質自第2B化合物半導體層擴散至電流阻隔層內而引起電流洩漏之產生，較理想的是於電流阻隔層內設置雜質擴散障壁層。具體而言，相對於包含第1導電型之第3化合物半導體層，將雜質之取代部位不同之包含第1導電型之第8化合物半導體層作為「雜質擴散障壁層」而插入即可。更具體而言，於構成電流阻隔層之包含第1導電型之第3化合物半導體層內，插入至少1層(例如第8化合物半導體層)同樣包含第1導電型之雜

質擴散障壁層，且以第3化合物半導體層之雜質之取代部位、與雜質擴散障壁層(例如當雜質擴散障壁層為1層時，係第8化合物半導體層)之雜質之取代部位不同的方式，選擇雜質即可。並且，藉由採用如此之構成，能夠更可靠地防止因雜質於電流阻隔層內擴散而導致迂迴路徑上形成電流洩漏通路之現象。

於本發明之第8態樣之半導體發光元件中，第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層以及第3化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體。或者，第1A化合物半導體層、第1B化合物半導體層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層以及第3化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體。或者，第1化合物半導體層、第2B化合物半導體層、第2A化合物半導體層、第4化合物半導體層以及第3化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體。

並且，上述半導體發光元件可構成為：第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第8-A之態樣之半導體發光元件』。又，可為第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接之形態。

此處，本發明之第8-A之態樣之半導體發光元件可構成

為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第8-A-1之態樣之半導體發光元件』。本發明之第8-A-1之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $2 \times 4 \times 4 \times 2$ 之64種。

或者，本發明之第8-A之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。為方便起見，將該構成稱作『本發明之第8-A-2之態樣之半導體發光元件』。本發明之第8-A-2之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $4 \times 2 \times 2 \times 4$ 之64種。

或者，上述半導體發光元件可構成為：第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、

以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-a之態樣之半導體發光元件。再者，可為第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接之形態。

此處，本發明之第8-a之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-a-1之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-a-1之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $3 \times 1 \times 1 \times 3$ 之9種。

或者，本發明之第8-a之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-a-2之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-a-2之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導

體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $1 \times 3 \times 3 \times 1$ 之9種。

或者，上述半導體發光元件可構成為：第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，且第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-B之態樣之半導體發光元件。

此處，本發明之第8-B之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-B-1之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-B-1之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $2 \times 3 \times 4 \times 4 \times 2$ 之192種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第4化合物半導體層之下設置包含第1導電型之第6化合物半導體層，

用以使第6化合物半導體層以及第1A化合物半導體層成為第1導電型之雜質為第四族雜質，

第6化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面(至少第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。

或者，本發明之第8-B之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-B-2之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-B-2之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $4 \times 1 \times 2 \times 2 \times 4$ 之64種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於

第4化合物半導體層之下設置包含第1導電型之第6化合物半導體層，

用以使第6化合物半導體層以及第1A化合物半導體層成為第1導電型之雜質為第二族雜質，

第6化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面(至少第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。

或者，上述半導體發光元件可構成為：第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，且第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-b之態樣之半導體發光元件。

此處，本發明之第8-b之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-b-1之態樣之半導體發光元件。本發明之

第8-b-1之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $3 \times 2 \times 1 \times 1 \times 3$ 之18種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第4化合物半導體層之下設置包含第1導電型之第6化合物半導體層，

用以使第6化合物半導體層以及第1A化合物半導體層成為第1導電型之雜質為第六族雜質，

第6化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面(至少第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。

或者，本發明之第8-b之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-b-2之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-b-2之態樣之半導體發光元件中，(第1A化合物半導體層中之雜質，第1B化合物半導體層中之雜質，第2化

合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $1 \times 4 \times 3 \times 3 \times 1$ 之36種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第4化合物半導體層之下設置包含第1導電型之第6化合物半導體層，

用以使第6化合物半導體層以及第1A化合物半導體層成為第1導電型之雜質為碳(C)，

第6化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面(至少第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，且第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。

或者，上述半導體發光元件可構成為：第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，且第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-C之態樣之半導體發光元件。

此處，本發明之第8-C之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成

為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-C-1之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-C-1之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $2 \times 4 \times 1 \times 4 \times 2$ 之64種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第3化合物半導體層之上設置包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層以及第2A化合物半導體層成為第2導電型之雜質為第二族雜質，

第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接，且第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接。

或者，本發明之第8-C之態樣之半導體發光元件中，

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-

C-2之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-C-2之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $4 \times 2 \times 3 \times 2 \times 4$ 之192種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第3化合物半導體層之上設置包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層以及第2A化合物半導體層成為第2導電型之雜質為第四族雜質，

第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接，且第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接。

或者，上述半導體發光元件可構成為：第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，且第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-c之態樣之半導體發光元件。

此處，本發明之第8-c之態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為

第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-c-1之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-c-1之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $3 \times 1 \times 4 \times 1 \times 3$ 之36種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第3化合物半導體層之上設置包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層以及第2A化合物半導體層成為第2導電型之雜質為碳(C)，

第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接，且第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接。

或者，本發明之第8-c態樣之半導體發光元件可構成為：

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成

為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。為方便起見，將該構成稱作本發明之第8-c-2之態樣之半導體發光元件。本發明之第8-c-2之態樣之半導體發光元件中，(第1化合物半導體層中之雜質，第2A化合物半導體層中之雜質，第2B化合物半導體層中之雜質，第4化合物半導體層中之雜質，第3化合物半導體層中之雜質)之組合，為 $1 \times 3 \times 2 \times 3 \times 1$ 之9種。

再者，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：於第3化合物半導體層之上設置包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層以及第2A化合物半導體層成為第2導電型之雜質為第六族雜質，

第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接，且第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接。

或者，本發明之第8態樣之半導體發光元件中，亦可於構成電流阻隔層之第4化合物半導體層與第3化合物半導體層之間，設置複數個化合物半導體層。即，可構成為於第4化合物半導體層與第3化合物半導體層之間，進而至少依序積層包含第1導電型之化合物半導體層以及包含第2導電型之化合物半導體層此2層之化合物半導體層。具體而言，當第1導電型為n型、第2導電型為p型時，電流阻隔層

可含有 p 型第 4 化合物半導體層、n 型化合物半導體層、p 型化合物半導體層、以及 n 型第 3 化合物半導體層此 4 層積層構造，亦可含有 p 型第 4 化合物半導體層、n 型化合物半導體層、p 型化合物半導體層、n 型化合物半導體層、p 型化合物半導體層、以及 n 型第 3 化合物半導體層此 6 層積層構造，還可含有 p 型第 4 化合物半導體層、n 型化合物半導體層、p 型化合物半導體層、n 型化合物半導體層、p 型化合物半導體層、n 型化合物半導體層、p 型化合物半導體層、以及 n 型第 3 化合物半導體層此 8 層積層構造。又，有時將如此之積層構造，表述為 p 型第 4 化合物半導體層、(n 型化合物半導體層，p 型化合物半導體層)_m、n 型第 3 化合物半導體層(其中， $m = 1, 2, 3 \cdots$)。或者，具體而言，當第 1 導電型為 p 型、第 2 導電型為 n 型時，電流阻隔層亦可含有 n 型第 4 化合物半導體層、(p 型化合物半導體層，n 型化合物半導體層)_m、以及 p 型第 3 化合物半導體層(其中， $m = 1, 2, 3 \cdots$)之積層構造。如此，藉由使電流阻隔層為多層構造，即便發光部與電流阻隔層之相對位置產生偏移，亦可更可靠地防止於迂迴路徑上形成電流洩漏通路的現象。再者，即便於電流阻隔層為多層構造之情形時，較理想的是不增加電流阻隔層之厚度，更理想的是構成電流阻隔層之化合物半導體層之 pn 界面(或者 np 界面)至少 1 個以上與活性層之側面接觸，藉此構成電流阻隔層之化合物半導體層之每層與發光部之側面之接觸面積減少，其結果為，電阻增加，因此可進一步抑制漏電，從而可改善光輸出。

進而，關於構成電流阻隔層之化合物半導體層之每層與發光部之側面之接觸面，更理想的形態，係使構成電流阻隔層之化合物半導體層之每層與接觸面之寬度(沿發光部之側面之上下方向的接觸面之產度)，為藉由第1化合物半導體層(或者第1B化合物半導體層)與第2化合物半導體層(或者第2B化合物半導體層)夾持之活性層之總膜厚之寬度(沿發光部之側面之上下方向之活性層的長度)以下。或者，於活性層包含量子井構造之情形時，較理想的是，構成電流阻隔層之化合物半導體層之每層之接觸面之寬度，為構成量子井構造之井層1層之寬度(沿發光部之側面之上下方向之井層的長度)以下。如此之形態歸於構成電流阻隔層之各化合物半導體層之膜厚必須非常薄之需要，因此先前之技術中存在如下問題：如上所述，n型化合物半導體層/p型化合物半導體層(或者p型化合物半導體層/n型化合物半導體層)界面中之雜質之相互擴散而引起導電型之中和，藉此導致含有{311}B面或更高階之結晶面之電流阻隔層之一部分消失，或者反過來電流阻隔層變得異常厚。然而，本發明之半導體發光元件中，使構成電流阻隔層之各化合物半導體層獲得期望之導電型時，根據電流洩漏抑制之觀點而對考慮了雜質之取代部位之產生競爭關係之組合進行綜合判斷，藉此即便於構成電流阻隔層之各化合物半導體層之膜厚非常薄之情形時，亦可抑制因雜質之相互擴散而導致導電型之中和，提高電流阻隔層自身之電流阻隔品質，從而可進一步實現可靠地抑制發光部之側面之洩

漏電流之構造。

用以實現上述第2目的之本發明之第9態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造；

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位；

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。又，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

用以實現上述第2目的之本發明之第10態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第4化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)。又，本發明之第10態樣之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，換而言之，係將以以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。

用以實現上述第2目的之本發明之第11態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造；

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位；

第4B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。又，第4B化合

物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

用以實現上述第2目的之本發明之第12態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有有第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第4化合物半導體層中之雜質，係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)。又，本發明之第12態樣之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，換而言之，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。

用以實現上述第2目的之本發明之第13態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造；

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接；

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位；

第3B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。又，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

用以實現上述第2目的之本發明之第14態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)。又，本發明之第14態樣之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，換而言之，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。

用以實現上述第2目的之本發明之第15態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造；

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接；

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位；

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。又，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接。

用以實現上述第2目的之本發明之第16態樣之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)。又，本發明之第16態樣之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，換而言之，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。

包含以上說明之各種較佳構成、形態之本發明之第1態樣~第16態樣之半導體發光元件中，較好的是積層構造體之相對向之側面含有{111}B面。並且，於該情形時，上述半導體發光元件可構成為：發光部形成於基板之發光部形成區域上，且基板之發光部形成區域係含有突起部，該突起部形成於含有{100}面構成之基板之主表面上，且大致向{110}A結晶面方向延伸、頂面為{100}面。並且，進而第3化合物半導體層可為如下形態：含有自發光部之側面而延伸之{311}B結晶面區域、沿基板之主表面而延伸之{100}結晶面區域、以及位於{311}B結晶面區域與{100}結晶面區域之間之{h11}B結晶面區域(其中，h為4以上之整數)，或者，第4化合物半導體層可為如下形態：含有自發光部之側面而延伸之{311}B結晶面區域、沿基板之主表面而延伸之{100}結晶面區域、以及位於{311}B結晶面區域與{100}結晶面區域之間之{h11}B結晶面區域(其中，h為4以上的整數)。

包含以上說明之各種較佳構成、形態之本發明之第1態樣~第16態樣之半導體發光元件(以下，有時將該等僅統稱為『本發明之半導體發光元件』之情形)中，作為基板，

可例示 GaN 基板、GaP 基板、GaAs 基板、AlN 基板、AlP 基板、InN 基板、InP 基板、AlGaInN 基板、AlGaP 基板、AlInN 基板、GaInN 基板、AlGaInP 基板、AlGaP 基板、AlInP 基板、GaInP 基板、以及 ZnS 基板，尤其好的是使用包含閃鋅礦(zinc blende)型之結晶構造之基板或者形成有結晶膜之基板。又，作為構成具有閃鋅礦型之結晶構造之基板之原子，至少可列舉 As、Sb 或者 Bi 等，更好的是使用添加該原子進而含有混晶之基板。進而，亦可列舉於該等基板之表面(主表面)上形成有基礎層或緩衝層者作為基板。又，於使用該等基板之晶體成長中，較好的是至少將 As、Sb、Bi 中之 1 個作為第五族材料而添加，或者作為混晶而使用。並且，藉此，可容易地設定第三族原子難以遷移之晶體成長條件，可使第五族三聚物形成於{111}B 面之最表面上，且可使{111}B 面非成長面化。

又，本發明之半導體發光元件中，作為包含活性層之各種化合物半導體層，例如可例示 GaInNAs 系化合物半導體(包含 GaInAs 混晶或者 GaNAs 混晶)、AlGaInP 系化合物半導體、AlGaInAs 系化合物半導體、GaInAs 系化合物半導體、GaInAsP 系化合物半導體、GaInP 系化合物半導體、GaP 系化合物半導體、以及 InP 系化合物半導體。作為包含活性層之各種化合物半導體層之形成方法(成膜方法)，可列舉有機金屬化學氣相沉積法(MOCVD 法、MOVPE 法)或有機金屬分子束磊晶法(MOMBE(metal-organic molecular beam epitaxy)法)、以及有助於鹵素輸送或者反應之氫化物

氣相沉積法(HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy)法)。又，作為半導體發光元件，可列舉半導體雷射或發光二極體(light-emitting diode, LED)。

本發明之第1態樣之半導體發光元件中，用以使構成電流阻隔層之第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。因此，構成電流阻隔層之n型化合物半導體層與p型化合物半導體層之間難以產生雜質相互擴散，其結果為，可避免產生如下問題：電流阻隔層消失、或者，電流阻隔層變薄，電流阻隔層之效果不穩定，漏電增加。又，用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第1化合物半導體層中之雜質之取代部位不會與用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之第2化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，因此針對第1化合物半導體層與第2化合物半導體層之間之有意圖的雜質相互擴散而設計之pn接合控制，可易於藉由各層雜質之濃度調整或摻雜位置調整而細緻地設計，故可提高發光特性。

本發明之第2態樣之半導體發光元件中，用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之雜質，與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質不同。又，本發明之第3態樣之半導體發光元件中，用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之雜質，與用以使第4化合物半導體層成為第2導電

型之雜質不同。進而，本發明之第4態樣之半導體發光元件中，用以使第1化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質，且用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質。又，本發明之第5態樣之半導體發光元件中，用以使第2化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為第二族雜質，且用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。進而，本發明之第6態樣之半導體發光元件中，用以使第1化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為第二族雜質，且用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)。又，本發明之第7態樣之半導體發光元件中，用以使第2化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第六族雜質，且用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質為第四族雜質。並且，藉由採用該等構成、構造，可實現構成電流阻隔層之n型化合物半導體層與p型化合物半導體層之間難以產生雜質相互擴散之構成、構造，其結果為，可避免產生如下問題：電流阻隔層消失、或者，電流阻隔層變薄，電流阻隔層之效果不穩定，漏電增加。

進而，本發明之第8態樣之半導體發光元件中，當假定存在通過第1化合物半導體層、電流阻隔層、以及第2化合物半導體層之迂迴路徑時，於迂迴路徑內至少存在3個含有各化合物半導體層的界面之pn接合界面，且用以使各化合物半導體層為特定之導電型之雜質，係含有該化合物半導體層中的雜質之取代部位會與用以使鄰接之化合物半導

體層為特定之導電型之鄰接的化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。因此，構成電流阻隔層之n型化合物半導體層與p型化合物半導體層之間難以產生雜質相互擴散，此外構成電流阻隔層之n型化合物半導體層或p型化合物半導體層、與構成發光部之p型化合物半導體層或n型化合物半導體層之間難以產生雜質相互擴散，其結果為，可避免產生如下問題：電流阻隔層消失、或者，電流阻隔層變薄，電流阻隔層之效果不穩定，漏電增加。

又，本發明之第9態樣、第11態樣、第13態樣、第15態樣之半導體發光元件中，包含至少3層構成之第3化合物半導體層、或者、至少3層構成之第4化合物半導體層，且於與活性層之側面連接之第3B化合物半導體層或者第4B化合物半導體層中，包含比較難以擴散之雜質即碳(C)或者矽(Si)。因此，可減少雜質自與活性層之側面連接之化合物半導體層向活性層之擴散。另一方面，本發明之第10態樣、第12態樣、第14態樣、第16態樣之半導體發光元件中，包含含有化合物半導體層之第3化合物半導體層或者第4化合物半導體層，該化合物半導體層將比較難以擴散之雜質即碳(C)或者矽(Si)作為雜質而共摻雜。因此，可減少雜質自與活性層之側面連接之化合物半導體層向活性層之擴散。

【實施方式】

以下，參照圖式，根據實施例而對本發明加以說明。

[實施例1]

實施例1係關於本發明之第1態樣(更具體而言係第1-A-1之態樣)、本發明之第2態樣(更具體而言係第2-A之態樣)、以及本發明之第4態樣之半導體發光元件。

於實施例1、或者下述實施例2~實施例25中，作為選自含有硒(Se)、碲(Te)以及硫(S)組成之群中之至少1種雜質(第六族雜質)，具體而言使用硒(Se)，作為選自含有矽(Si)以及錫(Sn)組成之群中之至少1種雜質(第四族雜質)，具體而言使用矽(Si)，作為選自含有鋅(Zn)、鎂(Mg)、鈹(Be)以及錳(Mn)組成之群中之至少1種雜質(第二族雜質)，具體而言使用鋅(Zn)，但並不限定於該等。

又，實施例1、或者下述實施例2~實施例25中之半導體發光元件，係含有半導體雷射構成，更具體而言，係含有SDH型半導體雷射。

此處，圖1(A)表示概念圖，圖23(A)表示示意性之部分剖面圖，圖23(B)表示放大之示意性之部分剖面圖，如該等圖所示，若按照本發明之第1態樣表示實施例1之半導體發光元件，則該半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型(實施例1中為n型)之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型(實施例1中為p型)之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其與發光部20之側面連接而設置；且

電流阻隔層40含有包含第1導電型(n型)之第3化合物半導體層43、以及包含第2導電型(p型)且與第3化合物半導體

層 43 連接之第 4 化合物半導體層 44。為簡化圖式，於圖式中第 2 化合物半導體層 22A、22B 係以 1 層 (第 2 化合物半導體層 22) 而表示。

又，圖 1 至圖 22 中各自之 (A) 以及 (B) 中，「化合物半導體層」僅表述為「層」。即，例如所謂第 1 層，係指第 1 化合物半導體層。此處，圖 23 之 (B) 所示之示例中，於第 4 化合物半導體層 44 上形成有第 3 化合物半導體層 43。並且，第 4 化合物半導體層 44 (p 型) 與形成於該第 4 化合物半導體層 44 (p 型) 上之第 3 化合物半導體層 43 (n 型) 之 pn 接合界面，沿 {311} B 結晶面而延伸，且其端部於發光部 20 (尤其係活性層 23 之側面) 連接，藉此形成兩個新的接合界面。即，形成含有第 2 化合物半導體層 22A、22B/第 3 化合物半導體層 43 之 pn 接合界面、第 3 化合物半導體層 43/第 4 化合物半導體層 44 之 np 接合界面、第 4 化合物半導體層 44/第 1 化合物半導體層 21 之 pn 接合界面、即所謂之 pnpn 接合構造之電流路徑，此設計係較理想之電流阻隔構造。

另一方面，亦可與如此之積層構造相反，使第 3 化合物半導體層 43 (n 型) 與第 4 化合物半導體層 44 (p 型) 之位置關係顛倒而形成。並且，於該情形時，第 4 化合物半導體層 44 (p 型) 與形成於該第 4 化合物半導體層 44 (p 型) 下之第 3 化合物半導體層 43 (n 型) 之 pn 接合界面，沿 {311} B 結晶面而延伸，且其端部於發光部 20 (尤其係活性層 23 之側面) 連接，藉此可形成兩個新的接合界面。即，第 2 化合物半導

體層 22A、22B/第 4 化合物半導體層 44 之 pp 接合界面、第 4 化合物半導體層 44/第 3 化合物半導體層 43 之 pn 接合界面、第 3 化合物半導體層 43/第 1 化合物半導體層 21 之 nn 接合界面。如此，藉由第 2 化合物半導體層 22A、22B/第 4 化合物半導體層 44/第 3 化合物半導體層 43/第 1 化合物半導體層 21，而形成 ppnn 接合構造，藉由減少電流阻隔層 40 與發光部 20 之接合面積(尤其係 nn 接合面積)，而增大接觸面中之電阻，此設計係較理想之電流阻隔構造。

並且，用以使第 1 化合物半導體層 21 成為第 1 導電型(n 型)之雜質，係含有第 1 化合物半導體層 21 中之雜質之取代部位不會與用以使第 2 化合物半導體層 22A、22B 成為第 2 導電型(p 型)之第 2 化合物半導體層 22A、22B 中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。又，用以使第 3 化合物半導體層 43 成為第 1 導電型(n 型)之雜質，係含有第 3 化合物半導體層 43 中之雜質之取代部位會與用以使與第 3 化合物半導體層 43 連接之第 4 化合物半導體層 44 成為第 2 導電型(p 型)之第 4 化合物半導體層 44 中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

具體而言，按照本發明之第 1-A-1 之態樣而表示，則實施例 1 之半導體發光元件中，

第 1 化合物半導體層 21、第 2 化合物半導體層 22A、22B、第 3 化合物半導體層 43 以及第 4 化合物半導體層 44 係含有第三至第五族化合物半導體，

第 1 化合物半導體層 21 中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。

或者，按照本發明之第2態樣而表示，實施例1之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型(n型)之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型(p型)之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其與發光部20之側面連接而設置；

並且，

電流阻隔層40含有包含第1導電型(n型)之第3化合物半導體層43、以及包含第2導電型(p型)且與第3化合物半導體層43連接之第4化合物半導體層44；

用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(n型)之雜質，與用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(n型)之雜質不同。

具體而言，按照本發明之第2-A之態樣而表示，則實施例1之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型即n型之雜

質為第六族雜質，

用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質。

或者，按照本發明之第4態樣而表示，則實施例1之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其與發光部20之側面連接而設置；並且，

電流阻隔層40含有包含第1導電型之第3化合物半導體層43、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層43連接之第4化合物半導體層44；

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44係含有第三至第五族化合物半導體；

用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型即n型之雜質為第六族雜質；

用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型即n型之雜質為第四族雜質。

具體而言，實施例1之半導體發光元件中，各層包含以下表1A或者表1B所示之構成，構成第1化合物半導體層21以及第2化合物半導體層22A、22B、進而電流阻隔層40之化合物半導體，與構成活性層23之化合物半導體相比，係

含有能帶隙較大、即折射率較低之化合物半導體。此處，表 1A 所示之示例中，於第 4 化合物半導體層 44 上積層有第 3 化合物半導體層 43，於表 1B 所示之示例中，於第 3 化合物半導體層 43 上積層有第 4 化合物半導體層 44。又，表 1A、表 1B、或者下述表 2A、表 2B、表 3A、表 3B、表 4A、表 4B、表 5A、表 5B、表 6A、表 6B、表 7A、表 7B、表 8A、表 8B、表 9A~表 9L 所示之積層構造中，越是上段所記述之層，越佔據上層。

又，於表 1A、表 1B、表 2A、表 2B、表 5A、表 5BA、表 6A、表 6B、表 9A、表 9C、表 9E、表 9G、表 9I、表 9K 中，將包含以下表中所示之構造之活性層表述為[活性層-A]。又，該積層構造中，越是上段所記述之層，越佔據上層。

[活性層-A]

限制層	…p-Al _{0.3} Ga _{0.7} As：Zn
限制層	…i-Al _{0.3} Ga _{0.7} As
多重量子井構造	…i-Al _{0.1} Ga _{0.9} As(井層) i-Al _{0.3} Ga _{0.7} As(障壁層)以及 i-Al _{0.1} Ga _{0.9} As(井層)
限制層	…i-Al _{0.3} Ga _{0.7} As
限制層	…n-Al _{0.3} Ga _{0.7} As：Se

又，於表 3A、表 3B、表 4A、表 4B、表 7A、表 7B、表 8A、表 8B、表 9B、表 9D、表 9F、表 9H、表 9J、表 9L 中，將包含以下表所示之構造之活性層表述為[活性層-B]。又，該積層構造中，越是上段所記述之層，越佔據上層。

[活性層-B]

限制層 $\cdots n\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As} : \text{Se}$

限制層 $\cdots i\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$

多重量子井構造 $\cdots i\text{-Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ (井層)

$i\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ (障壁層)以及

$i\text{-Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ (井層)

限制層 $\cdots i\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$

限制層 $\cdots p\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As} : \text{Zn}$

[表1A]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層22B $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第2化合物半導體層22A $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

活性層23 $\cdots$ [活性層-A]

第1化合物半導體層21 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

(電流阻隔層)

埋入層31 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第3化合物半導體層43 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第4化合物半導體層44 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

電流阻隔層位置調整層30 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層32 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn}$ (或者C)

(註1)於第2化合物半導體層22B之後，形成電流阻隔層位置調整層30。

(註2)第4化合物半導體層44係於電流阻隔層位置調整層

30之後連續形成，實際上第4化合物半導體層44與電流阻隔層位置調整層30之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層43與埋入層31之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$ 構成之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層43之界面之埋入層31之部分)。

[表1B]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層22B $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

第2化合物半導體層22A $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}:\text{Zn}$

活性層23 $\cdots$ [活性層-A]

第1化合物半導體層21 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}:\text{Se}$

(電流阻隔層)

埋入層31 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

第4化合物半導體層44 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

第3化合物半導體層43 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Si}$

電流阻隔層位置調整層30 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

(全體)

接觸層32 $\cdots p\text{-GaAs}:\text{Zn}$ (或者C)

(註1)於第2化合物半導體層22B之後，形成電流阻隔層位置調整層30。

(註2)埋入層31係於第4化合物半導體層44之後連續形成，實際上埋入層31與第4化合物半導體層44之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層43與電流阻隔層位置調整層30之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層43之界面之電流阻隔層位置調整層30之部分)。

實施例1、或者下述實施例2~實施例25中之半導體發光元件中，發光部20係形成於基板10之發光部形成區域11中。又，基板10之發光部形成區域11係含有如下突起部，該突起部形成於含有 $\{100\}$ 面之基板10之主表面上，且向 $\{110\}$ A面方向(圖示之例中為 $[011]$ A面方向)延伸，並且頂面為 $\{100\}$ 面(圖示之例中為 (100) 面)。又，基板10係含有GaAs基板，基板10之導電型與第1化合物半導體層之導電型相同。又，發光部形成區域11包含所謂之臺面構造(凸部)。並且，實施例1、或者下述實施例2~實施例25中之半導體發光元件中，積層構造體(發光部20)所相向之側面係含有 $\{111\}$ B面(更具體而言，係 $(11-1)$ B面以及 $(1-11)$ B面)。

又，構成電流阻隔層之一部分之第3化合物半導體層43包括：

自發光部20之側面而延伸之 $\{311\}$ B結晶面區域(更具體而言，係 $(31-1)$ B面以及 $(3-11)$ B面)；

沿基板10之主表面而延伸之 $\{100\}$ 結晶面區域；以及

位於 $\{311\}$ B結晶面區域與 $\{100\}$ 結晶面區域之間之 $\{h11\}$ B結晶面區域(更具體而言，係 $(h1-1)$ B面以及 $(h-11)$ B面，此處 h 為4以上之整數)。又，為方便起見，將 $\{h11\}$ B結晶面區域(其中， h 為4以上之整數)稱作高階之結晶面區

域。

進而，形成於第3化合物半導體層43之下之第4化合物半導體層44與第3化合物半導體層43相同，亦包括：

自發光部20之側面延伸之 $\{311\}$ B結晶面區域；

沿基板10之主表面而延伸之 $\{100\}$ 結晶面區域；以及

位於 $\{311\}$ B結晶面區域與 $\{100\}$ 結晶面區域之間之高階之結晶面區域。

又，除第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44為層之上下位置關係以外，又，除設置第3B化合物半導體層或者第4B化合物半導體層之情形以外，下述實施例2~實施例25中之半導體發光元件包含基本上與上述構造相同之構造。

實施例1之半導體發光元件中，於基板10上設置之含有臺面構造之發光部形成區域11之上(凸部之 $\{100\}$ 面之上，稱作凸部面之上)，依序形成包含第1導電型之含有GaAs之緩衝層12、第1化合物半導體層21、活性層23、以及第2化合物半導體層22A，且於第2化合物半導體層22A上，進而形成第2化合物半導體層22B，而形成頂點。此處，於 $\{011\}$ A面切斷發光部形成區域11時之包含第2化合物半導體層22B在內之發光部20之剖面形狀為三角形，且如上所述，發光部20之側面係含有 $\{111\}$ B面。藉由改變第2化合物半導體層22A與第2化合物半導體層22B之組成，可準確地形成剖面形狀為三角形之發光部20。通常，眾所周知於MOCVD法(亦稱作MOVPE法)中，除了特殊之晶體成長條

件以外， $\{111\}$ B面係含有As三聚物而覆蓋之非成長面。因此，於SDH型半導體雷射之情形，形成斜面(側面)為 $\{111\}$ B面之發光部20，之後即便繼續進行MOCVD，發光部之晶體成長亦保持「自我成長停止」。又， $\{111\}$ B面之角度為54.7度。又，根據成長條件等，剖面形狀為三角形之部分亦可僅含有發光部20構成。

另一方面，於除凸部以外之基板之主表面即 $\{100\}$ 面(圖示之例中，係(100)面)之部分(為方便起見，稱作凹部面)上，形成與發光部20相同之構造，依序形成電流阻隔層位置調整層30(實際上係第2化合物半導體層22之後)、電流阻隔層40、以及埋入層(埋入用覆蓋層)31。

又，全體係藉由包含第2導電型之含有GaAs之接觸層(頂蓋層)32而覆蓋。並且，於基板10之背面形成第1電極51，且於接觸層(頂蓋層)32上形成第2電極52。

除了設置第3B化合物半導體層或者第4B化合物半導體層之情形以外，下述實施例2~實施例25之半導體發光元件亦包含基本上與上述構造相同之構造。

實施例1之半導體發光元件，例如可根據以下說明之方法而製造。

[步驟-100]

首先，於含有n-GaAs之基板10之 $\{100\}$ 結晶面、例如於含有(100)結晶面之主表面上，根據光微影技術，形成具有所需寬度、且向 $[011]$ A方向延伸之條紋狀之蝕刻掩膜，使用該蝕刻掩膜，藉由例如以3:1:1之比例混合 H_2SO_4 、

H_2O_2 以及 H_2O 而成之蝕刻液對主表面進行濕式蝕刻，藉此形成向 $[011]\text{A}$ 方向延伸之發光部形成區域 11。又，發光部形成區域 11 之寬度方向與 $[0-11]\text{B}$ 方向平行。其後，除去蝕刻掩膜。如此，可獲得圖 24 之 (A) 所示之構造。又，於發光部形成區域 11 中，形成含有 $\{111\}\text{B}$ 面之斜面(側面)。

[步驟-110]

繼而，根據通常之 MOCVD 法、即以有機金屬或氫化合物為原料氣體之 MOCVD 法，於凸部面以及凹部面上，使緩衝層 12、第 1 化合物半導體層 21、活性層 23、以及第 2 化合物半導體層 22A、22B 磊晶成長。此時，凸部面之化合物半導體層之斜面(側面)係含有 $\{111\}\text{B}$ 面，如上所述， $\{111\}\text{B}$ 面為非成長面。因此，緩衝層 12、第 1 化合物半導體層 21、活性層 23、以及第 2 化合物半導體層 22A、22B，係於凸部面上之區域、以及凹部面上之區域，即於分割狀態下而形成(積層)。如此，可獲得圖 24 之 (B) 所示之構造。

又，適當選擇發光部形成區域 11(凸部面)之寬度與深度，進而，適當選擇緩衝層 12、第 1 化合物半導體層 21、活性層 23、以及第 2 化合物半導體層 22A、22B 之厚度，藉此可獲得於發光部形成區域 11(凸部面)上形成剖面為三角形之發光部 20 的積層構造。

[步驟-120]

之後，於形成第 2 化合物半導體層 22B 後，根據 MOCVD 法，於整個面上形成電流阻隔層位置調整層 30，進而根據 MOCVD 法，依序形成例如含有第 4 化合物半導體層 44 以及

第3化合物半導體層43之電流阻隔層40(參照圖25)。電流阻隔層40於{111}B面上不成長。又，以電流阻隔層40之端面覆蓋至少活性層23之側面之方式，形成電流阻隔層40。又，如此之構成、構造可藉由適當選擇電流阻隔層位置調整層30之厚度而實現。又，第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44之構成、構造如上所述。

[步驟-130]

繼而，根據MOCVD法，於整個面上依序形成埋入層31以及接觸層(頂蓋層)32。即，若繼續進行MOCVD，則不久之後含有自凹部面晶體成長之化合物半導體之埋入層31，完全覆蓋自我成長停止之發光部20。其後，根據真空蒸鍍法，於接觸層32上形成第2電極52，另一方面，自背面側將基板10磨削至適當厚度後，根據真空蒸鍍法而形成第1電極51。

[步驟-140]

其後，使各半導體發光元件分離，藉此可獲得半導體發光元件。又，下述實施例2~實施例25之半導體發光元件，基本上亦可根據與以上說明之方法相同的方法而製作。

然而，於[步驟-120]中，根據MOCVD法，形成含有第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43之電流阻隔層40。此處，第4化合物半導體層44係含有p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As:Zn，且第3化合物半導體層43係含有n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As:Si。即，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(n型)之雜質(Si)之第3化合物半導體層43中之雜

質的取代部位，係第三族原子佔據之部位。又，用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(p型)之雜質(Zn)之第4化合物半導體層44中之雜質的取代部位，亦係第三族原子佔據之部位。即，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位會與用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型之第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

因此，形成第3化合物半導體層43後，形成第4化合物半導體層44、埋入層31時，構成電流阻隔層40之第3化合物半導體層43與第4化合物半導體層44之間難以產生雜質相互擴散。又，電流阻隔層40、以及連接於電流阻隔層40之上下2層之間亦難以產生雜質相互擴散。其結果為，可避免產生電流阻隔層40消失、或者，電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，而導致漏電增加之問題。

又，用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(n型)之雜質，係含有第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)，不會與用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型(p型)之第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質，因此，藉由第1化合物半導體層21與第2化合物半導體層22A、22B之間有意圖地雜質相互擴散而設計之pn接合控制，可藉由各層雜質之濃度調整或摻雜位置調整而細緻且容易地設計，故可提高發光特性。

此處，實施例1之半導體發光元件中，發光部形成區域11(凸部面)上形成之活性層23，於橫向(側面)上係含有折射率低於活性層23之電流阻隔層40而包圍，且於上下方向上係含有折射率低於活性層23之第1化合物半導體層21以及第2化合物半導體層22A、22B而包圍。因此，活性層23之上下方向以及橫向上係完全之閉光構造。且，凹部面之上，於活性層23之側面附近可形成p-n-p-n構造(p型埋入層31-n型第3化合物半導體層43-p型第4化合物半導體層44、p型電流阻隔層位置調整層30(p型第2化合物半導體層22B)以及p型第2化合物半導體層22A-n型第1化合物半導體層21)的所謂閉流體構造。因此，可阻止電流於凹部面流動，藉此可使電流集中於活性層23，而實現低閾值電流化。此處，p型電流阻隔層位置調整層30亦可視作p型第4化合物半導體層44或者p型第2化合物半導體層22B。下述實施例2、實施例5、實施例6中亦相同。

圖23表示電流阻隔層40之端面與活性層23之側面連接之構造，可為電流阻隔層40之端面與第2化合物半導體層22A、22B之側面連接之構造，亦可為電流阻隔層40之端面與第1化合物半導體層21之側面連接之構造，藉此亦可於實際應用方面抑制洩漏電流。然而，作為電流阻隔層40與發光部20連接之端面之位置，較理想的是，至少電流阻隔層40之一部分與活性層23之側面連接。下述實施例2~實施例9中亦相同。

圖26(A)表示表1A所示之實施例1之半導體發光元件之剖

面照片。又，圖 26(B)表示比較例 1 之半導體發光元件之剖面照片。進而，圖 27(A)以及(B)表示拍攝實施例 1 以及比較例 1 之半導體發光元件之發光狀態(近場圖案，Near Field Pattern，NFP)之照片。

此處，比較例 1 中，用以使第 3 化合物半導體層成為第 1 導電型之雜質為硒(Se)。即，比較例 1 中，用以使第 3 化合物半導體層成為第 1 導電型(n型)之雜質，係含有第 3 化合物半導體層中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)，不會與用以使第 4 化合物半導體層成為第 2 導電型(p型)之第 4 化合物半導體層中之雜質(Zn)之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質(Se)。比較例 1 中，於與[步驟-120]相同之步驟中，係根據 MOCVD 法依序形成含有第 3 化合物半導體層以及第 4 化合物半導體層之電流阻隔層，但第 3 化合物半導體層係含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Se}$ ，且第 4 化合物半導體層係含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$ 。其結果為，積層第 3 化合物半導體層 43 後，積層第 4 化合物半導體層 44 時，構成電流阻隔層之第 3 化合物半導體層與第 4 化合物半導體層之間產生雜質相互擴散，電流阻隔層之一部分(高階之結晶面區域之一部分)消失(參照圖 26(B))。表 1A 所示之實施例 1 中，甚至電流阻隔層 40 之一部分亦未消失。又，比較例 1 中，如圖 27(B)所示，根據 NFP(near field pattern，近場圖案)評價之明暗，可觀測出因電流阻隔層之一部分消失而產生之顯著的電流洩漏情形。

又，拍攝圖 27(A)所示之實施例 1 之半導體發光元件之發

光狀態(自發光之狀態)的照片中，僅1個部位拍攝到明亮之發光區域，該明亮之發光區域相當於發光部。另一方面，拍攝圖27(B)所示之比較例1之半導體發光元件之發光狀態的照片中，拍攝到3個部位之明亮之區域，正中之1個部位之發光區域相當於活性層23之自發光，左右2個部位之山腳周邊中之明暗，係含有第3化合物半導體層43之部分消失而引起。如上所述，第3化合物半導體層43係與第4化合物半導體層連接，因此於比較例1中，高階之結晶面區域容易受到雜質相互擴散之影響而消失。此處，消失區域與未消失區域之區別，可藉由NFP之明暗情形而容易地區分，因電流會向注入電流易洩漏之區域集中，故可根據NFP之明暗變化，而特別指定洩漏區域。

進而，圖28(A)表示表1A所示之實施例1以及比較例1之半導體發光元件中之閾值電流之測定結果、以及斜度效率之測定結果。又，圖28(A)中以「A」表示實施例1之結果，且圖28(A)中以「B」表示比較例1之結果。圖28(A)或者下述圖28(B)、以及圖30之橫軸係半導體發光元件中流動之電流值，縱軸係光輸出。

與實施例1相比，比較例1中漏電較多，故可判斷斜度效率較低，且閾值電流之值較大。

且，關於藉由MOCVD法而於晶體成長中向結晶中摻雜雜質之效率，與使用用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(n型)之雜質即硒(Se)之情形相比，使用用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(n型)之雜質即矽(Si)之

情形時，面方位依存性(結晶面方位依存性)非常小(例如，參照 Makoto Kondo, et. al., "Crystallographic orientation dependence of impurity incorporation into III-V compound semiconductors grown by metalorganic vapor phase epitaxy", J. Appl. Phys., 76(2). 15 July 1994)。進而，形成第3化合物半導體層43時，作為用以添加矽(Si)之原料氣體，較好的是使用 Si_2H_6 (二矽烷)氣體。其最大之理含有如下：若使用 Si_2H_6 (二矽烷)氣體，則可使摻雜至A面結晶之Si雜質之結晶面方位依存性更小之方式進行改善。因此，通常利用A面結晶之半導體雷射即半導體發光元件或本發明中之SDH雷射(利用B面結晶之半導體發光元件)等中，若使用 Si_2H_6 (二矽烷)氣體，則於使用A面結晶、B面結晶之半導體發光元件之雜質摻雜中，無須考慮結晶面方位依存性，Si摻雜控制變得非常容易。下述各實施例中亦相同。

此處，使晶體成長溫度以及雜質之原料氣體供給料為固定，橫軸為B面之傾斜角(相對於{100}面之傾斜角度)、或者A面之傾斜角(相對於{100}面之傾斜角度)，縱軸為單層結晶膜之雜質濃度，圖表中描繪特性時，描繪得越平坦，則結晶面方位依存性越小。尤其，藉由比較而評價之時，描繪得越平坦，結晶面方位依存性越小。實施例3、實施例5、實施例7中亦相同。

因此，於第3化合物半導體層43之形成(成膜)中，第3化合物半導體層43上形成有自發光部20之側面延伸之{311}B結晶面區域、沿基板10之主表面而延伸之{100}結晶面區

域、以及位於 $\{311\}$ B結晶面區域與 $\{100\}$ 結晶面區域之間之高階結晶面區域，且向該等區域摻雜之雜質即Si之摻雜濃度的變動較小。其結果為，可形成(積層)包含穩定(均勻)雜質濃度之第3化合物半導體層43，且容易地調整與第3化合物半導體層43連接之具有其他傳導型之層的濃度平衡。因此，可獲得包含高電流阻止能力之電流阻隔層40。並且，可形成(積層)包含穩定雜質濃度之第3化合物半導體層43，因此於第4化合物半導體層44上形成第3化合物半導體層43時，或者於第3化合物半導體層43上形成第4化合物半導體層44時，能夠更可靠地避免產生如下問題：第3化合物半導體層43或第4化合物半導體層44消失、或者電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

[實施例2]

實施例2係實施例1之變形，其係關於本發明之第1-B-1之態樣、以及本發明之第2-B之態樣。

具體而言，如圖4(A)之概念圖所示，按照本發明之第1-B-1之態樣而表示，則實施例2之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。

或者，按照本發明之第2-B之態樣而表示，則實施例2之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合

物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第四族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第四族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質。

更具體而言，實施例2之半導體發光元件中，各層包含以下表2A或者表2B所示之構成。此處，表2A所示之示例中，係於第4化合物半導體層上積層第3化合物半導體層，而於表2B所示之示例中，係於第3化合物半導體層上積層第4化合物半導體層。

[表 2A]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：C
第2B化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Zn
活性層	…[活性層-A]
第1B化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Se

第 1A 化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Si}$

(電流阻隔層)

埋入層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第 3 化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第 4 化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

電流阻隔層位置調整層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn}(\text{或者 C})$

(註 1) 於第 2A 化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註 2) 第 4 化合物半導體層係於電流阻隔層位置調整層之後連續形成，實際上第 4 化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間並不存在邊界。

(註 3) 亦可認為於第 3 化合物半導體層與埋入層之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第 5 化合物半導體層。

[表 2B]

(發光部之構成)

第 2A 化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{C}$

第 2B 化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

活性層 $\cdots [\text{活性層} - \text{A}]$

第 1B 化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

第 1A 化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Si}$

(電流阻隔層)

埋入層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第4化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第3化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

電流阻隔層位置調整層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn}(\text{或者 C})$

(註1)於第2A化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註2)埋入層係於第4化合物半導體層之後連續形成，實際上埋入層與第4化合物半導體層之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層之界面之電流阻隔層位置調整層之部分)。

實施例2中，第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，第4化合物半導體層中之雜質之取代部位亦係第三族原子佔據之部位，進而與第4化合物半導體層連接之第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，亦係第三族原子佔據之部位。即，用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型(n型)之雜質，係含有第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型(p型)之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質，進而係含有亦會與用以使與第4化合物半導體層連接之第3化合物半導體層成為第1導電型

(n型)之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質。因此，形成第4化合物半導體層時，構成電流阻隔層之第4化合物半導體層與第1A化合物半導體層之間、或者第4化合物半導體層與第3化合物半導體層之間，難以產生雜質相互擴散，可形成包含高可靠性之電流阻隔層。又，不同點在於：含有第4化合物半導體層以及第3化合物半導體層之電流阻隔層中之雜質之相互擴散之抑制，係{311}B面或高階面中之抑制效果，相對於此，含有第4化合物半導體層以及第1A化合物半導體層之界面中之雜質之相互擴散之抑制，係{111}B面界面中之抑制效果。

[實施例3]

實施例3亦係實施例1之變形，其係關於本發明之第1-C-1之態樣、以及本發明之第2-C之態樣，進而係關於本發明之第6態樣。又，實施例3或者下述實施例4中之導電型與實施例1中之導電型相反。即，實施例3或者下述實施例4中之第1導電型為p型，而第2導電型則為n型。

具體而言，圖7(A)表示概念圖，圖29(A)表示示意性之部分剖面圖，圖29(B)表示放大之示意性的部分剖面圖，如彼等圖式所示，若按照本發明之第1-C-1之態樣而表示，則實施例3之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44)，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位，係第三族

原子佔據之部位，

第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

且第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。

或者，若按照本發明之第2-C之態樣而表示，則實施例3之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44)，係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)。

進而，若按照本發明之第6態樣而表示，則實施例3之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其係與發光部20之側面連接而設置；

並且，

電流阻隔層40含有包含第1導電型(p型)之第3化合物半

導體層 43、以及包含第 2 導電型 (n 型) 且與第 3 化合物半導體層 43 連接之第 4 化合物半導體層 44；

第 1 化合物半導體層 21、第 2 化合物半導體層 22A、22B、第 3 化合物半導體層 43 以及第 4 化合物半導體層 44，係含有第三至第五族化合物半導體；

用以使第 1 化合物半導體層 21 成為第 1 導電型即 p 型之雜質，為第二族雜質；

用以使第 3 化合物半導體層 43 成為第 1 導電型即 p 型之雜質為碳 (C)。

更具體而言，實施例 3 之半導體發光元件中，各層包含以下表 3A 或者表 3B 所示之構成。此處，表 3A 所示之示例中，係於第 4 化合物半導體層 44 上積層第 3 化合物半導體層 43，而於表 3B 所示之示例中，係於第 3 化合物半導體層 43 上積層第 4 化合物半導體層 44。

[表 3A]

(發光部之構成)

第 2 化合物半導體層 22B... $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Se}$

第 2 化合物半導體層 22A... $n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}:\text{Se}$

活性層 23 ...[活性層 -B]

第 1 化合物半導體層 21 ... $p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}:\text{Zn}$

(電流阻隔層)

埋入層 31 ... $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Se}$

第 3 化合物半導體層 43 ... $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{C}$

第 4 化合物半導體層 44 ... $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Se}$

電流阻隔層位置調整層 30 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

(全體)

接觸層 32 $\cdots n\text{-GaAs} : \text{Se}(\text{或者 Si})$

(註1)於第2化合物半導體層 22B之後，形成電流阻隔層位置調整層 30。

(註2)第4化合物半導體層 44係於電流阻隔層位置調整層 30之後連續形成，實際上於第4化合物半導體層 44與電流阻隔層位置調整層 30之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層 43與埋入層 31之間，形成有含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層 43之界面之埋入層 31的部分)。

[表 3B]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層 22B $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

第2化合物半導體層 22A $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

活性層 23 $\cdots [\text{活性層 -B}]$

第1化合物半導體層 21 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

(電流阻隔層)

埋入層 31 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

第4化合物半導體層 44 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

第3化合物半導體層 43 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$

電流阻隔層位置調整層 30 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

(全體)

接觸層 32

...n-GaAs : Se(或者 Si)

(註1)於第2化合物半導體層 22B之後，形成電流阻隔層位置調整層 30。

(註2)埋入層 31係於第4化合物半導體層 44之後連續形成，實際上於埋入層 31與第4化合物半導體層 44之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層 43與電流阻隔層位置調整層 30之間，形成有含有 n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Zn 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層 43之界面之電流阻隔層位置調整層 30之部分)。

實施例3中，於與實施例1之[步驟-120]相同之步驟中，例如根據MOCVD法，而依序形成電流阻隔層位置調整層 30、含有第4化合物半導體層 44以及第3化合物半導體層 43之電流阻隔層 40。此處，第3化合物半導體層 43係含有 p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : C，且第4化合物半導體層 44係含有 n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Se。即，用以使第3化合物半導體層 43成為第1導電型(p型)之雜質(C)之第3化合物半導體層 43中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。又，用以使第4化合物半導體層 44成為第2導電型(n型)之雜質(Se)之第4化合物半導體層 44中之雜質之取代部位，亦係第五族原子佔據之部位。即，用以使第3化合物半導體層 43成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層 43中之雜質之取代部位會與用以使第4化合物半導體層 44成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜

質。

因此，形成第3化合物半導體層43之後形成第4化合物半導體層44時，或者，形成第4化合物半導體層44之後形成第3化合物半導體層43時，構成電流阻隔層40之第3化合物半導體層43與第4化合物半導體層44之間難以產生雜質相互擴散。其結果為，可避免產生如下問題：電流阻隔層40消失、或者電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

又，用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(p型)之雜質，係含有第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)，不會與用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型(n型)之第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)產生競爭的雜質，因此藉由第1化合物半導體層21與第2化合物半導體層22A、22B之間有意圖地雜質相互擴散而設計之pn接合控制，可藉由各層雜質之濃度調整或摻雜位置調整而細緻且容易地設計，故可提高發光特性。

此處，實施例3之半導體發光元件中，發光部形成區域11(凸部面)上形成之活性層23，於橫向(側面)上係含有折射率低於活性層23之電流阻隔層40而包圍，且於上下方向上係含有折射率低於活性層23之第1化合物半導體層21以及第2化合物半導體層22A、22B而包圍。因此，活性層23之上下方向以及橫向係完全之閉光構造。並且，凹部面上，於活性層23之側面附近可形成n-p-n-p構造(n型埋入層

31-p型第3化合物半導體層43-n型第4化合物半導體層44-n型電流阻隔層位置調整層30(n型第2化合物半導體層22B)以及n型第2化合物半導體層22A-p型第1化合物半導體層21)之所謂閘流體構造。因此，可阻止電流於凹部面流動，藉此可使電流向活性層23集中，而實現低閾值電流化。此處，n型電流阻隔層位置調整層30，亦可視作n型第4化合物半導體層44、或者n型第2化合物半導體層22B。下述實施例4、實施例7、實施例8中亦相同。

於MOCVD法中，形成第3化合物半導體層43時，作為用以添加碳(C)之原料氣體，可有意圖地使用藉由第三族原子用之原料氣體之分解而獲得之甲基或者乙基，或者，於MOCVD法中，形成第3化合物半導體層43時，亦可添加 CBr_4 氣體或 CCl_4 氣體。

[實施例4]

實施例4係實施例1以及實施例3之變形，其係關於本發明之第1-D-1之態樣、以及本發明之第2-D之態樣。

具體而言，如圖10(A)之概念圖所示，若按照本發明之第1-D-1之態樣而表示，則實施例4之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

且第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。

或者，若按照本發明之第2-D之態樣而表示，則實施例4之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合

物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

且用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質。

更具體而言，實施例4之半導體發光元件中，各層包含以下表4A或者表4B所示之構成。此處，表4A所示之示例中，係於第4化合物半導體層上積層第3化合物半導體層，而於表4B所示之示例中，係於第3化合物半導體層上積層第4化合物半導體層。

[表4A]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Si
第2B化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Se
活性層	…[活性層-B]
第1B化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Zn

第1A化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C
(電流阻隔層)	
埋入層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第3化合物半導體層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
第4化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
電流阻隔層位置調整層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
(全體)	
接觸層	...n-GaAs : Se(或者 Si)

(註1)於第2A化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註2)第4化合物半導體層係於電流阻隔層位置調整層之後連續形成，實際上於第4化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層與埋入層之間，形成有含有n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Zn之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層之界面之埋入層之部分)。

[表4B]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si
第2B化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se
活性層	...[活性層-B]
第1B化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn
第1A化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C

(電流阻隔層)

埋入層	$\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$
第4化合物半導體層	$\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$
第3化合物半導體層	$\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$
電流阻隔層位置調整層	$\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$
(全體)	

接觸層 $\cdots n\text{-GaAs} : \text{Se}(\text{或者Si})$

(註1)於第2A化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註2)埋入層係於第4化合物半導體層之後連續形成，實際上於埋入層與第4化合物半導體層之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間，形成有含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層之界面之電流阻隔層位置調整層之部分)。

實施例4與圖10(A)所示之示例不同，如表4B所示，於形成第4化合物半導體層在下、第3化合物半導體層在上之積層構造之情形時，第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，第4化合物半導體層中之雜質之取代部位，亦係第五族原子佔據之部位，進而與第4化合物半導體層連接之第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，亦係第五族原子佔據之部位。即，用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型(p型)之雜質，係含有第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型(n型)之

第4化合物半導體層中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)產生競爭的雜質，進而係含有亦會與用以使與第4化合物半導體層連接之第3化合物半導體層成為第1導電型(p型)之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)產生競爭的雜質。因此，形成第4化合物半導體層時，構成電流阻隔層之第4化合物半導體層與第1A化合物半導體層之間、或者第4化合物半導體層與第3化合物半導體層之間，難以產生雜質相互擴散，故可形成包含高可靠性之電流阻隔層。其結果為，可進而有效地避免產生如下問題：電流阻隔層40消失、或者電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

[實施例5]

實施例5係關於本發明之第1態樣(更具體而言係第1-a-1之態樣)、本發明之第3態樣(更具體而言係第3-a之態樣)、以及本發明之第5態樣之半導體發光元件。

具體而言，如圖1(B)之概念圖所示，若按照本發明之第1-a-1之態樣表示，實施例5之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43)，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

且第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。又，實施例5之半導體發光元件之示意性部分剖面圖，與圖23(A)以及(B)之所示相同。

或者，若按照本發明之第3態樣表示，則實施例5之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型(實施例5中為n型)之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型(實施例5中為p型)之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其係與發光部20之側面連接而設置；

並且，

電流阻隔層40含有包含第1導電型(n型)之第3化合物半導體層43、以及包含第2導電型(p型)且與第3化合物半導體層43連接之第4化合物半導體層44；

用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型(p型)之雜質，與用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(p型)之雜質不同。

具體而言，若按照本發明之第3-a之態樣而表示，則實施例5之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43)，係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。

或者，若按照本發明之第5態樣而表示，則實施例5之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其係與發光部20之側面連接而設置。

並且，

電流阻隔層40含有包含第1導電型之第3化合物半導體層43、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層43連接之第4化合物半導體層44，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43)，係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。

更具體而言，實施例5之半導體發光元件中，各層包含以下表5A或者表5B所示之構成。此處，表5A所示之示例

中，係於第4化合物半導體層44上積層第3化合物半導體層43，而於表5B所示之示例中，係於第3化合物半導體層43上積層第4化合物半導體層44。

[表5A]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層22B... $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

第2化合物半導體層22A... $p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}:\text{Zn}$

活性層23 ...[活性層-A]

第1化合物半導體層21 ... $n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}:\text{Se}$

(電流阻隔層)

埋入層31 ... $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

第3化合物半導體層43 ... $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Se}$

第4化合物半導體層44 ... $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{C}$

電流阻隔層位置調整層30 ... $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$

(全體)

接觸層32 ... $p\text{-GaAs}:\text{Zn}$ (或者C)

(註1)於第2化合物半導體層22B之後，形成電流阻隔層位置調整層30。

(註2)第4化合物半導體層44係於電流阻隔層位置調整層30之後連續形成，實際上於第4化合物半導體層44與電流阻隔層位置調整層30之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層43與埋入層31之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層43之界面之埋入層31

之部分)。

[表 5B]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層 22B $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第2化合物半導體層 22A $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

活性層 23 $\cdots [\text{活性層-A}]$

第1化合物半導體層 21 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

(電流阻隔層)

埋入層 31 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第4化合物半導體層 44 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$

第3化合物半導體層 43 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

電流阻隔層位置調整層 30 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層 32 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn}(\text{或者 C})$

(註1)於第2化合物半導體層 22B之後，形成電流阻隔層位置調整層 30。

(註2)埋入層 31係於第4化合物半導體層 44之後連續形成，實際上於埋入層 31與第4化合物半導體層 44之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層 43與電流阻隔層位置調整層 30之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層 43之界面之電流阻隔層位置調整層 30之部分)。

實施例 5 中，於與實施例 1 之[步驟-120]相同之步驟中，

例如藉由MOCVD法，而依序形成電流阻隔層位置調整層30、含有第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43之電流阻隔層40。此處，第4化合物半導體層44係含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{C}$ ，第3化合物半導體層43係含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}:\text{Se}$ 。即，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(n型)之雜質(Se)之第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。又，用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(p型)之雜質(C)之第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，亦係第五族原子佔據之部位。即，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位，會與用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。又，用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型之雜質，與用以使第2化合物半導體層22成為第2導電型之雜質相比，向結晶內之雜質摻雜量之面方位依存性較小。

因此，形成第4化合物半導體層44之後形成第3化合物半導體層43時、或者形成第3化合物半導體層43之後形成第4化合物半導體層44時，構成電流阻隔層40之第3化合物半導體層43與第4化合物半導體層44之間難以產生雜質相互擴散。其結果為，可避免產生如下問題：電流阻隔層40消失、或者電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

又，用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(n型)

之雜質，係含有第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)，不會與用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型(p型)之第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質，因此藉由第1化合物半導體層21與第2化合物半導體層22A、22B之間有意圖地雜質相互擴散而設計之pn接合控制，可藉由各層雜質之濃度調整或摻雜位置調整而細緻且容易地設計，故可提高發光特性。

此處，實施例5之半導體發光元件中，發光部形成區域11(凸部面)上形成之活性層23，於橫向(側面)上係含有折射率低於活性層23之電流阻隔層40而包圍，且於上下方向上係含有折射率低於活性層23之第1化合物半導體層21以及第2化合物半導體層22A、22B而包圍。因此，活性層23之上下方向以及橫向係完全之閉光構造。並且，於凹部面上，在活性層23之側面附近可形成p-n-p-n構造(p型埋入層31-n型第3化合物半導體層43-p型第4化合物半導體層44、p型電流阻隔層位置調整層30(n型第2化合物半導體層22B)以及p型第2化合物半導體層22A-n型第1化合物半導體層21)之所謂閘流體構造。因此，可阻止電流於凹部面流動，藉此可使電流向活性層23集中，而實現低閾值電流化。

[實施例6]

實施例6係實施例5之變形，係關於本發明之第1-b-1之態樣、以及本發明之第3-b之態樣。

具體而言，如圖4(B)之概念圖所示，若按照本發明之第1-b-1之態樣而表示，則實施例6之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。

或者，若按照本發明之第3-b之態樣而表示，則實施例6之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第四族雜質，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。

更具體而言，實施例6之半導體發光元件中，各層包含以下表6A或者表6B所示之構成。此處，表6A所示之示例中，係於第4化合物半導體層上積層第3化合物半導體層，

而於表 6B 所示之示例中，係於第 3 化合物半導體層上積層第 4 化合物半導體層。

[表 6A]

(發光部之構成)

第 2A 化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C
第 2B 化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn
活性層	…[活性層 -A]
第 1B 化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se
第 1A 化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si

(電流阻隔層)

埋入層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
第 3 化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第 4 化合物半導體層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
電流阻隔層位置調整層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C

(全體)

接觸層	…p-GaAs : C(或者 Zn)
-----	--------------------

(註 1)於第 2A 化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註 2)第 4 化合物半導體層係於電流阻隔層位置調整層之後連續形成，實際上於第 4 化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間並不存在邊界。

(註 3)亦可認為於第 3 化合物半導體層與埋入層之間，形成有含有 p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Zn 之第 5 化合物半導體層。

[表 6B]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{C}$
 第2B化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$
 活性層 $\cdots [\text{活性層} - \text{A}]$
 第1B化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$
 第1A化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Si}$

(電流阻隔層)

埋入層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$
 第4化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$
 第3化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$
 電流阻隔層位置調整層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$

(全體)

接觸層 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{C}(\text{或者 Zn})$

(註1)於第2A化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註2)埋入層係於第4化合物半導體層之後連續形成，實際上於埋入層與第4化合物半導體層之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間，形成有含有 $p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層之界面之電流阻隔層位置調整層之部分)。

[實施例7]

實施例7亦係實施例5之變形，其係關於本發明之第1-c-1之態樣、以及本發明之第3-c之態樣，進而係關於本發明

之第7態樣。又，實施例7或者下述實施例8中之導電型與實施例5中之導電型相反。即，實施例7或者下述實施例8中之第1導電型為p型，而第2導電型為n型。

具體而言，如圖7(B)之概念圖所示，若按照本發明之第1-c-1之態樣而表示，則實施例7之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44)，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。又，實施例7之半導體發光元件之示意性部分剖面圖，與圖29(A)以及(B)之所示相同。

或者，若按照本發明之第3-c之態樣而表示，則實施例7之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44)，係含有第三至第五族化合物半導體，

用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質，

用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型即n型之雜

質，為第四族雜質。

進而，若按照本發明之第7態樣而表示，則實施例7之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層22A、22B之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其係與發光部20之側面連接而設置；

並且，

電流阻隔層40含有包含第1導電型之第3化合物半導體層43、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層43連接之第4化合物半導體層44；

第1化合物半導體層21、第2化合物半導體層22A、22B、電流阻隔層40(第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44)，係含有第三至第五族化合物半導體；

用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質；

用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質。

更具體而言，實施例7之半導體發光元件中，各層包含以下表7A或者表7B所示之構成。此處，表7A所示之示例中，係於第4化合物半導體層44上積層第3化合物半導體層43，而於表7B所示之示例中，係於第3化合物半導體層43上積層第4化合物半導體層44。

[表 7A]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層 22B $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

第2化合物半導體層 22A $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

活性層 23 $\cdots [\text{活性層-B}]$

第1化合物半導體層 21 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

(電流阻隔層)

埋入層 31 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第3化合物半導體層 43 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第4化合物半導體層 44 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

電流阻隔層位置調整層 30 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

(全體)

接觸層 32 $\cdots n\text{-GaAs} : \text{Si}(\text{或者 Se})$

(註1)於第2化合物半導體層 22B之後，形成電流阻隔層位置調整層 30。

(註2)第4化合物半導體層 44係於電流阻隔層位置調整層 30之後連續形成，實際上於第4化合物半導體層 44與電流阻隔層位置調整層 30之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層 43與埋入層 31之間，形成有含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層 43之界面之埋入層 31之部分)。

[表 7B]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層 22B $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

第2化合物半導體層 22A $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

活性層 23 $\cdots [\text{活性層} - \text{B}]$

第1化合物半導體層 21 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

(電流阻隔層)

埋入層 31 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第4化合物半導體層 44 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第3化合物半導體層 43 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

電流阻隔層位置調整層 30 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

(全體)

接觸層 32 $\cdots n\text{-GaAs} : \text{Si}(\text{或者} \text{Se})$

(註1)於第2化合物半導體層 22B之後，形成電流阻隔層位置調整層 30。

(註2)埋入層 31係於第4化合物半導體層 44之後連續形成，實際上於埋入層 31與第4化合物半導體層 44之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層 43與電流阻隔層位置調整層 30之間，形成有含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層 43之界面之電流阻隔層位置調整層 30之部分)。

實施例7中，於與實施例1之[步驟-120]相同之步驟中，根據MOCVD法，而依序形成例如電流阻隔層位置調整層 30、含有第4化合物半導體層 44以及第3化合物半導體層 43之電流阻隔層 40。此處，第3化合物半導體層 43係含有 p-

$\text{Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ ，第4化合物半導體層44係含有n- $\text{Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$ 。即，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(p型)之雜質(Zn)之第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。又，用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(n型)之雜質(Si)之第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，亦係第三族原子佔據之部位。即，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型之雜質，係含有第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位，會與用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

因此，形成第3化合物半導體層43之後形成第4化合物半導體層44時、或者形成第4化合物半導體層44之後形成第3化合物半導體層43時，構成電流阻隔層40之第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44之間難以產生雜質相互擴散。其結果為，可避免產生如下問題：電流阻隔層40消失、或者，電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

又，用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(p型)之雜質，係含有第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)，不會與用以使第2化合物半導體層22A、22B成為第2導電型(n型)之第2化合物半導體層22A、22B中之雜質之取代部位(第五族原子佔據之部位)產生競爭的雜質，因此藉由第1化合物半導體層21與第2化合

物半導體層22A、22B之間有意圖地雜質相互擴散而設計之pn接合控制，可藉由各層雜質之濃度調整或摻雜位置調整而細緻且容易地設計，故可提高發光特性。

此處，實施例7之半導體發光元件中，發光部形成區域11(凸部面)上形成之活性層23，於橫向(側面)係含有折射率低於活性層23之電流阻隔層40而包圍，且於上下方向上係含有折射率低於活性層23之第1化合物半導體層21以及第2化合物半導體層22A、22B而包圍。因此，活性層23之上下方向以及橫向係完全之閉光構造。並且，於凹部面上，在活性層23之側面附近可形成n-p-n-p構造(n型埋入層31-p型第3化合物半導體層43-n型第4化合物半導體層44-n型電流阻隔層位置調整層30(n型第2化合物半導體層22B)以及n型第2化合物半導體層22A-p型第1化合物半導體層21)之所謂閘流體構造。因此，可阻止電流於凹部面流動，藉此可使電流向活性層23集中，而實現低閾值電流化。

並且，與用以使第2化合物半導體層21成為第2導電型(n型)之雜質即硒(Se)相比，用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(n型)之雜質即矽(Si)之面方位依存性較小。因此，於第3化合物半導體層43之形成(成膜)中，第3化合物半導體層43上形成有自發光部20之側面延伸之{311}B結晶面區域、沿基板10之主表面而延伸之{100}結晶面區域、以及位於{311}B結晶面區域與{100}結晶面區域之間之高階之結晶面區域，向該等區域之摻雜之雜質即Si之摻

雜濃度的變動較小。其結果為，可形成(積層)包含穩定(均勻)之雜質濃度之第3化合物半導體層43，且容易地調整與第3化合物半導體層43連接之具有其他傳導型之層的濃度平衡。因此，可獲得包含高電流阻止能力之電流阻隔層40。並且，可形成(積層)包含穩定之雜質濃度之第3化合物半導體層43，因此於第3化合物半導體層43上形成第4化合物半導體層44時、或者於第4化合物半導體層44上形成第3化合物半導體層43時，能夠更可靠地避免產生如下問題：第3化合物半導體層43或第4化合物半導體層44消失、或者電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

[實施例8]

實施例8係實施例5以及實施例7之變形，其係關於本發明之第1-d-1之態樣、以及本發明之第3-d之態樣。

具體而言，如圖10(B)之概念圖所示，若按照本發明之第1-d-1之態樣而表示，則實施例8之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合

物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。

或者，若按照本發明之第3-d之態樣而表示，則實施例8之半導體發光元件中，

第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層，係含有第三至第五族化合物半導體，

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質

為碳(C)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質，

用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質，

且用以使第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質。

更具體而言，實施例8之半導體發光元件中，各層包含以下表8A或者表8B所示之構成。此處，表8A所示之示例中，係於第4化合物半導體層上積層第3化合物半導體層，而於表8B所示之示例中，係於第3化合物半導體層上積層第4化合物半導體層。

[表8A]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si
第2B化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se
活性層	...[活性層-B]
第1B化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn
第1A化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C

(電流阻隔層)

埋入層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
第3化合物半導體層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn
第4化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
電流阻隔層位置調整層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
(全體)	
接觸層	…n-GaAs : Si(或者Se)

(註1)於第2A化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註2)第4化合物半導體層係於電流阻隔層位置調整層之後連續形成，實際上於第4化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層與埋入層之間，形成有含有n-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Zn之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層之界面之埋入層之部分)。

[表 8B]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si
第2B化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se
活性層	…[活性層-B]
第1B化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn
第1A化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C

(電流阻隔層)

埋入層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
第4化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si

第3化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

電流阻隔層位置調整層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

(全體)

接觸層 $\cdots n\text{-GaAs} : \text{Si(或者Se)}$

(註1)於第2A化合物半導體層之後，形成電流阻隔層位置調整層。

(註2)埋入層係於第4化合物半導體層之後連續形成，實際上於埋入層與第4化合物半導體層之間並不存在邊界。

(註3)亦可認為於第3化合物半導體層與電流阻隔層位置調整層之間，形成有含有 $n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$ 之第5化合物半導體層(相當於構成與第3化合物半導體層之界面之電流阻隔層位置調整層之部分)。

[實施例9]

實施例9係關於本發明之第8態樣(更具體而言係第8-A-1之態樣)之半導體發光元件。與圖13(A)之概念圖、圖23(A)之示意性部分剖面圖、以及圖23(B)之放大之示意性部分剖面圖所示相同，實施例9之半導體發光元件包括：

(A)發光部20，其係含有依序積層包含第1導電型(實施例9中為n型)之第1化合物半導體層21、活性層23、以及包含第2導電型(實施例9中為p型)之第2化合物半導體層22之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層40，其係與發光部20之側面連接而設置。

電流阻隔層40係含有至少依序積層包含第2導電型之第4

化合物半導體層44、以及包含第1導電型之第3化合物半導體層43之積層構造體。並且，用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型之雜質，係含有第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，會與用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型之第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，且係含有會與用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型之第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。又，用以使第2化合物半導體層22成為第2導電型之雜質，係含有第2化合物半導體層22中之雜質之取代部位，會與用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型之第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。進而，當假定存在通過第1化合物半導體層21、電流阻隔層40、以及第2化合物半導體層22之迂迴路徑時，於迂迴路徑內，至少存在3個含有各化合物半導體層之界面之pn接合界面。

第4化合物半導體層44與第1化合物半導體層21之側面連接，第3化合物半導體層43與第2化合物半導體層22之側面連接。並且，具體而言，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層21、第4化合物半導體層44、第3化合物半導體層43、以及第2化合物半導體層22，且pn接合界面係第1化合物半導體層21之側面/第4化合物半導體層44、第4化合物半導體層44/第3化合物半導體層43、以及第3化合物半導體層43/第2化合物半導體層22之側面此3個面。

實施例9之半導體發光元件中，第1化合物半導體層21、

第2化合物半導體層22、第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43，係含有第三至第五族化合物半導體。或者，如下所述，第1A化合物半導體層21A、第1B化合物半導體層21B、第2化合物半導體層22、第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43，係含有第三至第五族化合物半導體，或者第1化合物半導體層21、第2A化合物半導體層22A、第2B化合物半導體層22B、第4化合物半導體層44以及第3化合物半導體層43，係含有第三至第五族化合物半導體。

此處，實施例9中，第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層22中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。並且，用以使第1化合物半導體層21以及第3化合物半導體層43成為第1導電型即n型之雜質，係第四族雜質(具體而言係矽(Si))，且用以使第2化合物半導體層22以及第4化合物半導體層44成為第2導電型即p型之雜質，係第二族雜質(具體而言，係鋅(Zn))。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件中，各層包含以下表9A所示之構成。

[表9A]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層22B...p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Zn

第2化合物半導體層22A...p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As : Zn

想之電流阻隔構造。

並且，實施例9中，第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位、第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層22中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。即，用以使第1化合物半導體層21成為第1導電型(n型)之雜質，係含有第1化合物半導體層21中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)，會與用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(p型)之第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質。又，用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(n型)之雜質，係含有第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)，會與用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型(p型)之第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質。進而，用以使第2化合物半導體層22成為第2導電型(p型)之雜質，係含有第2化合物半導體層22中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)，會與用以使第3化合物半導體層43成為第1導電型(n型)之第3化合物半導體層43中之雜質之取代部位(第三族原子佔據之部位)產生競爭的雜質。因此，形成第4化合物半導體層44時，構成電流阻隔層40之第4化合物半導體層44以及第1化合物半導體層21之間難以產生雜質相互擴散，又，形成第3化合物半導體層43時，構成電流阻隔層40之第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44之

間、或者第3化合物半導體層43以及第2化合物半導體層22之間，難以產生雜質相互擴散，故可形成包含高可靠性之電流阻隔層40。即，能夠可靠地避免產生如下問題：電流阻隔層40消失、或者電流阻隔層40變薄，電流阻隔層40之效果不穩定，導致漏電增加。

又，除以上之方面以外，實施例9之半導體發光元件包含基本上與實施例1之半導體發光元件相同之構成、構造，因此省略其詳細說明。

以下，對實施例9之半導體發光元件之變形例加以說明。

圖13(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-A-2之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質(具體而言係Zn)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下表9B所示之構成。又，附上與表9A之(註1)以及(註2)相同之註釋(下述表9C~表9J中亦相同)。

[表9B]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
第2化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si

活性層	…[活性層-B]
第1化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn
(電流阻隔層)	
埋入層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第3化合物半導體層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn
第4化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
電流阻隔層位置調整層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
(全體)	
接觸層	…p-GaAs : Zn(或者C)

圖14(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-a之態樣之半導體發光元件，其中第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。

並且，圖14(A)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-a-1之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9C所示之構成。

[表 9C]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$

第2化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{C}$

活性層 $\cdots [\text{活性層} - \text{A}]$

第1化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

(電流阻隔層)

埋入層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第3化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Se}$

第4化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{C}$

電流阻隔層位置調整層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層 32 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn}(\text{或者C})$

或者，圖14(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-a-2之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9D所示之構成。

[表 9D]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第2化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se
活性層	...[活性層-B]
第1化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C
(電流阻隔層)	
埋入層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第3化合物半導體層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
第4化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
電流阻隔層位置調整層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
(全體)	
接觸層	...p-GaAs : Zn(或者C)

圖15(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-B之態樣之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，不會與用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型之第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，且係含有不會與用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之第2化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。又，用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。具體而言，第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，且第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。

並且，圖15(A)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-B-1之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質(具體而言係Zn)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9E所示之構成。

[表9E]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層 ...p-Al_{0.47}Ga_{0.53}As : Zn

第2化合物半導體層 ...p-Al_{0.4}Ga_{0.6}As : Zn

活性層 $\cdots$ [活性層-A]

第1B化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Se}$

第1A化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Si}$

(電流阻隔層)

埋入層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第3化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第4化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

電流阻隔層位置調整層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn(或者C)}$

或者，圖15(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-B-2之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質(具體而言係Zn)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9F所示之構成。

[表9F]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
第2化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si
活性層	...[活性層-B]
第1B化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C
第1A化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn

(電流阻隔層)

埋入層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第3化合物半導體層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn
第4化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
電流阻隔層位置調整層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se

(全體)

接觸層	...p-GaAs : Zn(或者C)
-----	---------------------

圖 16(A) 以及 (B) 表示該等圖 15(A) 以及 (B) 之概念圖所示之實施例 9 之半導體發光元件之變形例之進而之變形例的概念圖。該等進而之變形例中，

於第 4 化合物半導體層下，設置有包含第 1 導電型之第 6 化合物半導體層，

用以使第 6 化合物半導體層成為第 1 導電型之雜質，係含有第 6 化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第 1A 化合物半導體層成為第 1 導電型之第 1A 化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質(具體而言，圖 16(A) 中之第四族雜質為 Si，圖 16(B) 中之第二族雜質為 Zn)，

第 6 化合物半導體層與第 1 化合物半導體層之側面(至少

第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。又，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層(第1A化合物半導體層以及第1B化合物半導體層)、第6化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、以及第2化合物半導體層，且pn接合界面係第6化合物半導體層/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第2化合物半導體層之側面此3個面。

圖17(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-b之態樣之半導體發光元件，其中第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。

並且，圖17(A)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-b-1之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9G所示之構成。

[表 9G]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
第2化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C
活性層	…[活性層 -A]
第1B化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si
第1A化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se

(電流阻隔層)

埋入層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn
第3化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第4化合物半導體層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
電流阻隔層位置調整層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn

(全體)

接觸層	…p-GaAs : Zn(或者C)
-----	-------------------

或者，圖17(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-b-2之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1A化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第1B化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜

質，為第二族雜質(具體而言係Zn)，

用以使第2化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9H所示之構成。

[表 9H]

(發光部之構成)

第2化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se
第2化合物半導體層	…n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Se
活性層	…[活性層-B]
第1B化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Zn
第1A化合物半導體層	…p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：C

(電流阻隔層)

埋入層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se
第3化合物半導體層	…p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：C
第4化合物半導體層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se
電流阻隔層位置調整層	…n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se

(全體)

接觸層	…p-GaAs：Zn(或者C)
-----	-----------------

圖18(A)以及(B)表示該等圖17(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例之進而之變形例的概念圖。該等進而之變形例中，

於第4化合物半導體層下設置有包含第1導電型之第6化合物半導體層，

用以使第6化合物半導體層成為第1導電型之雜質，係含有第6化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第1A化合物半導體層成為第1導電型之第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質(具體而言，圖18(A)中第六族雜質為Se，圖18(B)中為碳(C))，

第6化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面(至少第1A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第1B化合物半導體層之側面)連接，第3化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面連接。又，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層(第1A化合物半導體層以及第1B化合物半導體層)、第6化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、以及第2化合物半導體層，且pn接合界面係第6化合物半導體層/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第2化合物半導體層之側面此3個面。

圖19(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-C之態樣之半導體發光元件，其中

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，不會與用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型之第2A化合物半

導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質，且係含有不會與用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之第1化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。又，用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之第3化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。具體而言，第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位。

並且，圖19(A)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-C-1之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質(具體而言係Zn)，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9I所示之構成。

[表 9I]

(發光部之構成)

第2B化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Zn}$

第2A化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{C}$

活性層 $\cdots [\text{活性層} - \text{A}]$

第1化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As} : \text{Si}$

(電流阻隔層)

埋入層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

第3化合物半導體層 $\cdots n\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Si}$

第4化合物半導體層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

電流阻隔層位置調整層 $\cdots p\text{-Al}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As} : \text{Zn}$

(全體)

接觸層 $\cdots p\text{-GaAs} : \text{Zn}(\text{或者C})$

或者，圖19(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-C-2之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質，為第二族雜質(具體而言係Zn)，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例

中，各層包含以下之表9J所示之構成。

[表9J]

(發光部之構成)

第2B化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Si
第2A化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se
活性層	...[活性層-B]
第1化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn

(電流阻隔層)

埋入層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第3化合物半導體層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn
第4化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Si
電流阻隔層位置調整層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se

(全體)

接觸層	...p-GaAs : Zn(或者C)
-----	---------------------

圖20(A)以及(B)表示該等圖19(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例之進而之變形例的概念圖。該等進而之變形例中，

於第3化合物半導體層上，設置有包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含有第5化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型之第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質(具體而言，圖20(A)中第二族雜質係Zn，圖20(B)中第四族雜質係Si)，

第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接，第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接。又，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、第5化合物半導體層、以及第2化合物半導體層(第2A化合物半導體層以及第2B化合物半導體層)，且pn接合界面係第1化合物半導體層之側面/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第5化合物半導體層此3個層。

圖21(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-c之態樣之半導體發光元件，其中第1化合物半導體層中之雜質之取代部位、第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位、第4化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第3化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位。

並且，圖21(A)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-c-1之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係Se)，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即p型之雜質，為第二族雜質(具體而言係Zn)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9K所示之構成。

[表 9K]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : C
第2B化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Zn
活性層	...[活性層-A]
第1化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As : Se

(電流阻隔層)

埋入層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn
第3化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Se
第4化合物半導體層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : C
電流阻隔層位置調整層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As : Zn

(全體)

接觸層	...p-GaAs : Zn(或者C)
-----	---------------------

或者，圖21(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例，係本發明之第8-c-2之態樣之半導體發光元件，其中

用以使第1化合物半導體層以及第3化合物半導體層成為第1導電型即p型之雜質為碳(C)，

用以使第2A化合物半導體層以及第4化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第六族雜質(具體而言係

Se)，

用以使第2B化合物半導體層成為第2導電型即n型之雜質，為第四族雜質(具體而言係Si)。

更具體而言，實施例9之半導體發光元件之該變形例中，各層包含以下之表9L所示之構成。

[表 9L]

(發光部之構成)

第2A化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Se
第2B化合物半導體層	...n-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：Si
活性層	...[活性層-B]
第1化合物半導體層	...p-Al _{0.4} Ga _{0.6} As：C

(電流阻隔層)

埋入層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se
第3化合物半導體層	...p-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：C
第4化合物半導體層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se
電流阻隔層位置調整層	...n-Al _{0.47} Ga _{0.53} As：Se

(全體)

接觸層	...p-GaAs：Zn(或者C)
-----	-------------------

圖22(A)以及(B)表示該等圖21(A)以及(B)之概念圖所示之實施例9之半導體發光元件之變形例之進而之變形例的概念圖。該等進而之變形例中，

於第3化合物半導體層上，設置有包含第2導電型之第5化合物半導體層，

用以使第5化合物半導體層成為第2導電型之雜質，係含

有第5化合物半導體層中之雜質之取代部位，會與用以使第2A化合物半導體層成為第2導電型之第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質(具體而言，圖22(A)中為碳(C)，圖22(B)中第六族雜質為Se)，

第4化合物半導體層與第1化合物半導體層之側面連接，第5化合物半導體層與第2化合物半導體層之側面(至少第2A化合物半導體層之側面之一部分、以及整個第2B化合物半導體層之側面)連接。又，迂迴路徑係含有第1化合物半導體層、第4化合物半導體層、第3化合物半導體層、第5化合物半導體層、以及第2化合物半導體層(第2A化合物半導體層以及第2B化合物半導體層)，且pn接合界面係第1化合物半導體層之側面/第4化合物半導體層、第4化合物半導體層/第3化合物半導體層、以及第3化合物半導體層/第5化合物半導體層此3個層。

亦可於電流阻隔層內設置雜質擴散障壁層。具體而言，於構成電流阻隔層之包含第2導電型之第4化合物半導體層內，至少插入1層(例如第7化合物半導體層)同樣包含第2導電型之雜質擴散障壁層，且以第4化合物半導體層之雜質之取代部位、與雜質擴散障壁層(例如雜質擴散障壁層為1層之情形時為第7化合物半導體層)之雜質之取代部位不同的方式，選擇雜質即可。更具體而言，例如於圖15(A)、圖16(A)所示之構造中，可採用將鋅(Zn)作為第4化合物半導體層中之雜質，並將碳(C)作為插入至第4化合物半導體層內之第2導電型之雜質擴散障壁層(第7化合物半導體層)

中之雜質的構成。即，可採用

n型第3化合物半導體層(雜質：Si)

p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)

p型第7化合物半導體層(雜質：C)

p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)

之構成。或者，於圖15(B)、圖16(B)所示之構造中，可採用將矽(Si)作為第4化合物半導體層中之雜質，將硒(Se)作為插入至第4化合物半導體層內之第2導電型之雜質擴散障壁層(第7化合物半導體層)中之雜質的構成。即，可採用

p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)

n型第4化合物半導體層(雜質：Si)

n型第7化合物半導體層(雜質：Se)

n型第4化合物半導體層(雜質：Si)

之構成。若為如此之構成，例如於作為雜質之第六族雜質(Se)、碳(C)自第1B化合物半導體層向電流阻隔層中(Zn摻雜層中或者Si摻雜層中)擴散之情形時，該雜質並不向包含該雜質之取代部位所產生競爭之雜質(碳、硒)的第7化合物半導體層中擴散，從而可形成包含高可靠性之電流阻隔層。

同樣，於構成電流阻隔層且包含第1導電型之第3化合物半導體層內，插入至少1層(例如第8化合物半導體層)同樣包含第1導電型之雜質擴散障壁層，且以第3化合物半導體層之雜質之取代部位、與雜質擴散障壁層(例如雜質擴散障壁層為1層之情形時為第8化合物半導體層)之雜質之取

代部位不同的方式，選擇雜質即可。例如，於圖 19(A)、圖 20(A)所示之構造中，可採用將矽(Si)作為第3化合物半導體層中之雜質，且將硒(Se)作為插入至第3化合物半導體層內之第1導電型之雜質擴散障壁層(第8化合物半導體層)中之雜質的構成。即，可採用

n型第3化合物半導體層(雜質：Si)

n型第8化合物半導體層(雜質：Se)

n型第3化合物半導體層(雜質：Si)

p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)

之構成。或者，於圖 19(B)、圖 20(B)所示之構造中，可採用將鋅(Zn)作為第3化合物半導體層中之雜質，且將碳(C)作為插入至第3化合物半導體層內之第1導電型之雜質擴散障壁層(第8化合物半導體層)中之雜質的構成。即，可採用

p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)

p型第8化合物半導體層(雜質：C)

p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)

n型第4化合物半導體層(雜質：Si)

之構成。採用如此之構成，例如於作為雜質之碳(C)、硒(Se)自第2B化合物半導體層向電流阻隔層中(Si摻雜層中、Zn摻雜層中)擴散之情形時，該雜質不向包含該雜質之取代部位所產生競爭之雜質(第六族雜質，Se、碳)之第8化合物半導體層中擴散，故可形成包含高可靠性之電流阻隔層。

對於除第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層以及第1B化合物半導體層構成以外之半導體發光元件、第2化合物半導體層含有第2A化合物半導體層以及第2B化合物半導體層構成以外之半導體發光元件而言，亦可相同。

插入雜質擴散障壁層(第7化合物半導體層或第8化合物半導體層)之形態，尤其於圖16(A)、(B)、圖18(A)、(B)、圖20(A)、(B)、圖22(A)、(B)等中，易於獲得雜質擴散障壁之效果，如上所述列舉如下示例：將第7化合物半導體層或第8化合物半導體層作為雜質擴散障壁層，向與第7化合物半導體層或第8化合物半導體層為相同導電型之化合物半導體層(第4化合物半導體層或者第3化合物半導體層)插入1層。其中，若使用包含與自第1化合物半導體層(或者第1B化合物半導體層)、或者第2化合物半導體層(或者第2B化合物半導體層)向電流阻隔層擴散之雜質之取代部位相同的雜質之取代部位的化合物半導體層，來作為雜質擴散障壁層，則用作雜質擴散障壁之雜質擴散障壁層之數量可為2層以上。又，設置雜質擴散障壁層之位置，並不限定於包含與雜質擴散障壁層相同之導電型之化合物半導體層內，亦可向包含不同之導電型之化合物半導體層內插入1層以上。

或者，電流阻隔層亦可為多層構成。具體而言，例如於圖16(A)所示之構造中，代替使用n型第3化合物半導體層/p型第4化合物半導體層/n型第6化合物半導體層之積層構造之電流阻隔層，不改變電流阻隔層整體之厚度，電流阻隔

層可含有

- (1)n型第3化合物半導體層(雜質：Si)
- (2)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (3)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (4)p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)
- (5)n型第6化合物半導體層(雜質：Si)

此5層積層構造，且可含有

- (1)n型第3化合物半導體層(雜質：Si)
- (2)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (3)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (4)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (5)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (6)p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)
- (7)n型第6化合物半導體層(雜質：Si)

此7層積層構造，且可含有

- (1)n型第3化合物半導體層(雜質：Si)
- (2)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (3)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (4)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (5)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (6)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (7)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (8)p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)
- (9)n型第6化合物半導體層(雜質：Si)

此9層積層構造，亦可含有

- (1)n型第3化合物半導體層(雜質：Si)
- (2)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (3)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (4)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (5)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (6)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (7)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (8)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (9)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (10)p型第4化合物半導體層(雜質：Zn)
- (11)n型第6化合物半導體層(雜質：Si)

此11層積層構造。同樣，於圖18(A)所示之構造中，代替使用n型第3化合物半導體層/p型第4化合物半導體層/n型第6化合物半導體層之積層構造之電流阻隔層，不改變電流阻隔層整體之厚度，電流阻隔層可含有

- (1)n型第3化合物半導體層(雜質：Se)
- (2)p型化合物半導體層(雜質：C)
- (3)n型化合物半導體層(雜質：Se)
- (4)p型第4化合物半導體層(雜質：C)
- (5)n型第6化合物半導體層(雜質：Se)

此5層積層構造，且可含有

- (1)n型第3化合物半導體層(雜質：Se)
- (2)p型化合物半導體層(雜質：C)

(3)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(4)p型化合物半導體層(雜質：C)

(5)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(6)p型第4化合物半導體層(雜質：C)

(7)n型第6化合物半導體層(雜質：Se)

此7層積層構造，且可含有

(1)n型第3化合物半導體層(雜質：Se)

(2)p型化合物半導體層(雜質：C)

(3)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(4)p型化合物半導體層(雜質：C)

(5)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(6)p型化合物半導體層(雜質：C)

(7)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(8)p型第4化合物半導體層(雜質：C)

(9)n型第6化合物半導體層(雜質：Se)

此9層積層構造，且亦可含有

(1)n型第3化合物半導體層(雜質：Se)

(2)p型化合物半導體層(雜質：C)

(3)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(4)p型化合物半導體層(雜質：C)

(5)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(6)p型化合物半導體層(雜質：C)

(7)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(8)p型化合物半導體層(雜質：C)

(9)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(10)p型第4化合物半導體層(雜質：C)

(11)n型第6化合物半導體層(雜質：Se)

此11層積層構造。又，於圖16(B)所示之構造中，代替使用p型第3化合物半導體層/n型第4化合物半導體層/p型第6化合物半導體層之積層構造之電流阻隔層，不改變電流阻隔層整體之厚度，電流阻隔層可含有

(1)p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)

(2)n型化合物半導體層(雜質：Si)

(3)p型化合物半導體層(雜質：Zn)

(4)n型第4化合物半導體層(雜質：Si)

(5)p型第6化合物半導體層(雜質：Zn)

此5層積層構造，且可含有

(1)p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)

(2)n型化合物半導體層(雜質：Si)

(3)p型化合物半導體層(雜質：Zn)

(4)n型化合物半導體層(雜質：Si)

(5)p型化合物半導體層(雜質：Zn)

(6)n型第4化合物半導體層(雜質：Si)

(7)p型第6化合物半導體層(雜質：Zn)

此7層積層構造，且可含有

(1)p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)

(2)n型化合物半導體層(雜質：Si)

(3)p型化合物半導體層(雜質：Zn)

- (4)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (5)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (6)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (7)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (8)n型第4化合物半導體層(雜質：Si)
- (9)p型第6化合物半導體層(雜質：Zn)

此9層積層構造，且亦可含有

- (1)p型第3化合物半導體層(雜質：Zn)
- (2)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (3)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (4)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (5)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (6)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (7)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (8)n型化合物半導體層(雜質：Si)
- (9)p型化合物半導體層(雜質：Zn)
- (10)n型第4化合物半導體層(雜質：Si)
- (11)p型第6化合物半導體層(雜質：Zn)

此11層積層構造。同樣，於圖18(B)所示之構造中，代替使用p型第3化合物半導體層/n型第4化合物半導體層/p型第6化合物半導體層之積層構造之電流阻隔層，不改變電流阻隔層整體之厚度，電流阻隔層可含有

- (1)p型第3化合物半導體層(雜質：C)
- (2)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(3)p型化合物半導體層(雜質：C)

(4)n型第4化合物半導體層(雜質：Se)

(5)p型第6化合物半導體層(雜質：C)

此5層積層構造，且可含有

(1)p型第3化合物半導體層(雜質：C)

(2)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(3)p型化合物半導體層(雜質：C)

(4)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(5)p型化合物半導體層(雜質：C)

(6)n型第4化合物半導體層(雜質：Se)

(7)p型第6化合物半導體層(雜質：C)

此7層積層構造，且可含有

(1)p型第3化合物半導體層(雜質：C)

(2)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(3)p型化合物半導體層(雜質：C)

(4)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(5)p型化合物半導體層(雜質：C)

(6)n型化合物半導體層(雜質：Se)

(7)p型化合物半導體層(雜質：C)

(8)n型第4化合物半導體層(雜質：Se)

(9)p型第6化合物半導體層(雜質：C)

此9層積層構造，且亦可含有

(1)p型第3化合物半導體層(雜質：C)

(2)n型化合物半導體層(雜質：Se)

- (3)p型化合物半導體層(雜質：C)
- (4)n型化合物半導體層(雜質：Se)
- (5)p型化合物半導體層(雜質：C)
- (6)n型化合物半導體層(雜質：Se)
- (7)p型化合物半導體層(雜質：C)
- (8)n型化合物半導體層(雜質：Se)
- (9)p型化合物半導體層(雜質：C)
- (10)n型第4化合物半導體層(雜質：Se)
- (11)p型第6化合物半導體層(雜質：C)

此11層積層構造。

如此，不增加電流阻隔層之總厚度而使電流阻隔層成為多層構造，藉此可選擇使構成電流阻隔層之各化合物半導體層(上述第3化合物半導體層至第6化合物半導體層之所有化合物半導體層中之至少1層以上之化合物半導體層，或者於圖20(A)、(B)、圖22(A)、(B)之情形亦與上述相同，第5化合物半導體層至第4化合物半導體層之所有化合物半導體層中之至少1層以上之化合物半導體層)之厚度任意變薄之設計，因此可減少構成電流阻隔層之1層化合物半導體層與發光部之側面連接之接觸面積。針對該接觸面，以進一步減少接觸面積之方式調節構成電流阻隔層之各化合物半導體層之厚度，藉此可避免僅構成電流阻隔層之1層之接觸面跨越活性層(或者井層)之整個側面之狀態，因此能夠更可靠地防止迂迴路徑中形成電流洩漏通路之現象。於圖16(A)所示之構造中，圖28(B)中以曲線[A]表示電

流阻隔層含有上述7層積層構造時之半導體發光元件中之閾值電流之測定結果、以及斜度效率之測定結果。又，作為參考，圖28(B)中亦以曲線[B]表示電流阻隔層含有第5化合物半導體層、第3化合物半導體層以及第4化合物半導體層此3層構成時之半導體發光元件中之閾值電流之測定結果、以及斜度效率之測定結果。又，兩者中電流阻隔層之總厚度相同。根據圖28(B)可知，藉由使電流阻隔層為多層構造，可使漏電更少，可提高斜度效率，且可使閾值電流之值更低。

實施例9中，第1化合物半導體層亦可含有第1A化合物半導體層以及第1B化合物半導體層構成，同時第2化合物半導體層亦可含有第2A化合物半導體層以及第2B化合物半導體層構成。

[實施例10]

實施例10係實施例1之一種變形，其係關於本發明之第1-A-2之態樣、以及本發明之第9態樣之半導體發光元件。實施例10之半導體發光元件中，第4化合物半導體層之構成、構造與實施例1中說明之半導體發光元件中之第4化合物半導體層之構成、構造不同。圖2(A)係表示實施例10之半導體發光元件之概念圖。

此處，若按照本發明之第9態樣而表示，則實施例10之半導體發光元件包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物

半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其係與發光部之側面連接而設置；且

電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層。

又，若按照本發明之第10態樣～第16態樣而表示，則下述實施例11、實施例14、實施例15、實施例18、實施例19、實施例22、實施例23中之半導體發光元件亦包含與上述相同之構成、構造。

並且，若按照本發明之第1-A-2之態樣或者本發明之第9態樣而表示，則實施例10之半導體發光元件中，

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。又，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第4B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

具體而言，第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質係鋅(Zn)或者鎂(Mg)。又，第4化合物半導體層包含3層構造。此處，第4A化合物半導體層以及第4B

化合物半導體層與活性層之側面連接，進而，第4C化合物半導體層之部分與活性層之側面連接。又，第3化合物半導體層亦部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層之構成、構造，可與實施例1中之第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層之構成、構造相同，第4A化合物半導體層、第4C化合物半導體層之構成、構造亦可與實施例1中之第4化合物半導體層之構成、構造相同，且第4B化合物半導體層之構成、構造亦可與例如實施例5中之第4化合物半導體層之構成、構造相同，因此省略彼等之詳細說明。

實施例10、或者下述實施例12、實施例14、實施例16、實施例18、實施例20、實施例22、實施例24之半導體發光元件中，包含至少3層構成之第3化合物半導體層、或者至少3層構成之第4化合物半導體層，且於與活性層之側面連接之第3B化合物半導體層或者第4B化合物半導體層中，含有比較難以擴散之雜質即碳(C)或者矽(Si)。因此，可減少雜質自與活性層之側面連接之化合物半導體層向活性層擴散。

圖30表示實施例10之半導體發光元件、以及表1A所示之實施例1以及比較例1之半導體發光元件中之光輸出的測定結果。又，圖30中，「A」表示實施例10之結果，「B」表示實施例1之結果，「C」表示比較例1之結果。根據圖30可判斷：與實施例1、比較例1相比，實施例10可獲得更高之

光輸出。

[實施例11]

實施例11亦係實施例1之一種變形，其係關於本發明之第1-A-3之態樣、以及本發明之第10態樣之半導體發光元件。圖3(A)係表示實施例11之半導體發光元件之概念圖。

此處，若按照本發明之第1-A-3之態樣或者本發明之第10態樣而表示，則實施例11之半導體發光元件之第4化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)。換而言之，實施例11之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。即，第4化合物半導體層為共摻雜層。此處，碳(C)之雜質濃度可列舉 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 至 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ，而鋅(Zn)或者鎂(Mg)之雜質濃度，可列舉 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 至 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。又，(碳之雜質濃度/鋅或者鎂之雜質濃度)之比例，並非限定者，可例示

$$0.1 \leq (\text{碳之雜質濃度} / \text{鋅或者鎂之雜質濃度}) \leq 1。$$

實施例11中，具體而言，碳(C)之雜質濃度為 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ，而鋅(Zn)或者鎂(Mg)之雜質濃度為 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

第3化合物半導體層係部分與活性層之側面連接。又，第4化合物半導體層亦係部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層之構成、構造，可與實施例1中之第1化合物半導

體層、活性層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

實施例11、或者下述實施例13、實施例15、實施例17、實施例19、實施例21、實施例23、實施例25之半導體發光元件中，具備第3化合物半導體層或者第4化合物半導體層，該第3化合物半導體層或者第4化合物半導體層係含有將比較難以擴散之雜質即碳(C)或者矽(Si)作為雜質共摻雜而成之化合物半導體層。因此，可減少雜質自與活性層之側面連接之化合物半導體層向活性層之擴散。

[實施例12]

實施例12係實施例2之一種變形，其係關於本發明之第1-B-2之態樣之半導體發光元件。圖5(A)係表示實施例12之半導體發光元件之概念圖。

實施例12之半導體發光元件中，

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。又，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第4B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

實施例 12 中之第 4 化合物半導體層之構成、構造，進而，第 1 化合物半導體層、活性層、第 2 化合物半導體層、第 3 化合物半導體層之構成、構造，可與實施例 10 中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例 13]

實施例 13 亦係實施例 2 之一種變形，其係關於本發明之第 1-B-3 之態樣之半導體發光元件。圖 6(A) 係表示實施例 13 之半導體發光元件之概念圖。

實施例 13 之半導體發光元件中，第 4 化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)。換而言之，實施例 13 之半導體發光元件中之第 4 化合物半導體層，亦係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。即，第 4 化合物半導體層係共摻雜層。

實施例 13 中之第 4 化合物半導體層之構成、構造，進而第 1 化合物半導體層、活性層、第 2 化合物半導體層、第 3 化合物半導體層之構成、構造，可與實施例 11 中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例 14]

實施例 14 係實施例 3 之一種變形，其係關於本發明之第 1-C-2 之態樣、以及本發明之第 11 態樣之半導體發光元

件。圖 8(A)係表示實施例 14 之半導體發光元件之概念圖。

若按照本發明之第 1-C-2 之態樣或者本發明之第 11 態樣而表示，則實施例 14 之半導體發光元件中，

第 4 化合物半導體層自第 3 化合物半導體層側至少包含第 4A 化合物半導體層、第 4B 化合物半導體層以及第 4C 化合物半導體層之 3 層構造，

至少第 4B 化合物半導體層與活性層之側面連接，

第 4A 化合物半導體層以及第 4C 化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第 4B 化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。又，第 4B 化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第 4B 化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

具體而言，第 4A 化合物半導體層以及第 4C 化合物半導體層中之雜質為硒(Se)。又，第 4 化合物半導體層包含 3 層構造。此處，第 4A 化合物半導體層以及第 4B 化合物半導體層與活性層之側面連接，進而，第 4C 化合物半導體層之一部分與活性層之側面。又，第 3 化合物半導體層亦係一部分與活性層之側面連接。第 1 化合物半導體層、活性層、第 2 化合物半導體層、以及第 3 化合物半導體層之構成、構造，可與實施例 3 中之第 1 化合物半導體層、活性層、第 2 化合物半導體層、以及第 3 化合物半導體層之構成、構造相同，第 4A 化合物半導體層、第 4C 化合物半導體層之構成、構造亦可與實施例 3 中之第 4 化合物半導體層

之構成、構造相同，第4B化合物半導體層之構成、構造亦可與例如實施例7中之第4化合物半導體層之構成、構造相同，因此省略彼等之詳細說明。

[實施例15]

實施例15亦係實施例3之一種變形，其係關於本發明之第1-C-3之態樣、以及本發明之第12態樣之半導體發光元件。圖9(A)係表示實施例15之半導體發光元件之概念圖。

此處，若按照本發明之第1-C-3之態樣或者本發明之第12態樣而表示，則第4化合物半導體層中之雜質，係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒(Se)]、以及矽(Si)。換而言之，實施例15之半導體發光元件中之第4化合物半導體層，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒(Se)]、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。即，第4化合物半導體層為共摻雜層。此處，作為矽(Si)之雜質濃度，可列舉 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 至 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ，作為硒(Se)之雜質濃度，可列舉 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 至 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。又，(矽之雜質濃度/硒之雜質濃度)之比例並非限定者，例如可例示

$$0.1 \leq (\text{矽之雜質濃度} / \text{硒之雜質濃度}) \leq 1。$$

實施例15中，具體而言，係矽(Si)之雜質濃度為 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ，硒(Se)之雜質濃度為 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 。

第3化合物半導體層係一部分與活性層之側面連接。又，第4化合物半導體層亦係一部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、

以及第3化合物半導體層之構成、構造，可與實施例1中之第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、以及第3化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例16]

實施例16係實施例4之一種變形，其係關於本發明之第1-D-2之態樣之半導體發光元件。圖11(A)係表示實施例16之半導體發光元件之概念圖。

實施例16之半導體發光元件中，

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。又，第4B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第4B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

實施例16中之第4化合物半導體層之構成、構造，進而，第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層之構成、構造，可與實施例14中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例 17]

實施例 17 亦係實施例 4 之一種變形，其係關於本發明之第 1-D-3 之態樣之半導體發光元件。圖 12(A) 係表示實施例 17 之半導體發光元件之概念圖。

實施例 17 之半導體發光元件中，第 4 化合物半導體層中之雜質，係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒 (Se)]、以及矽 (Si)。換而言之，實施例 17 之半導體發光元件中之第 4 化合物半導體層，亦係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒 (Se)]、以及矽 (Si) 作為雜質而共摻雜形成。即，第 4 化合物半導體層為共摻雜層。

實施例 17 中之第 4 化合物半導體層之構成、構造，進而，第 1 化合物半導體層、活性層、第 2 化合物半導體層、以及第 3 化合物半導體層之構成、構造，可與實施例 15 中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例 18]

實施例 18 係實施例 5 之一種變形，其係關於本發明之第 1-a-2 之態樣、以及本發明之第 13 態樣之半導體發光元件。圖 2(B) 係表示實施例 18 之半導體發光元件之概念圖。

若按照本發明之第 1-a-2 之態樣或者本發明之第 13 態樣而表示，則實施例 18 之半導體發光元件中，

第 3 化合物半導體層自第 4 化合物半導體層側至少包含第 3A 化合物半導體層、第 3B 化合物半導體層以及第 3C 化合

物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。又，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第3B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

具體而言，第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質為硒(Se)。又，第3化合物半導體層包含3層構造。此處，第3A化合物半導體層以及第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，進而，第3C化合物半導體層之一部分與活性層之側面連接。又，第4化合物半導體層亦係一部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例5中之第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造相同，第3A化合物半導體層、第3C化合物半導體層之構成、構造亦可與實施例5中之第3化合物半導體層之構成、構造相同，第3B化合物半導體層之構成、構造亦可與例如實施例1中之第3化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例19]

實施例19亦係實施例5之一種變形，其係關於本發明之

第1-a-3之態樣、以及本發明之第14態樣之半導體發光元件。圖3(B)係表示實施例19之半導體發光元件之概念圖。

此處，若按照本發明之第1-a-3之態樣或者本發明之第14態樣而表示，則實施例19之半導體發光元件之第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒(Se)]、以及矽(Si)。換而言之，實施例19之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒(Se)]、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。即，第3化合物半導體層為共摻雜層。此處，矽(Si)之雜質濃度以及硒(Se)之雜質濃度與實施例15相同。

第3化合物半導體層係一部分與活性層之側面連接。又，第4化合物半導體層亦係一部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、以及第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例5中之第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、以及第4化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例20]

實施例20係實施例6之一種變形，其係關於本發明之第1-b-2之態樣之半導體發光元件。圖5(B)係表示實施例20之半導體發光元件之概念圖。

實施例20之半導體發光元件中，

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第

3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第五族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質係矽(Si)。又，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第3B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

實施例20中之第3化合物半導體層之構成、構造，進而，第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例18中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例21]

實施例21亦係實施例6之一種變形，其係關於本發明之第1-b-3之態樣之半導體發光元件。圖6(B)係表示實施例21之半導體發光元件之概念圖。

實施例21之半導體發光元件中，第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒(Se)]、以及矽(Si)。換而言之，實施例21之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，亦係將以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係硒(Se)]、以及矽(Si)作為雜質而共摻雜形成。即，第3化合物

半導體層為共摻雜層。

實施例21中之第3化合物半導體層之構成、構造，進而，第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例19中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例22]

實施例22係實施例7之一種變形，其係關於本發明之第1-c-2之態樣、以及本發明之第15態樣之半導體發光元件。圖8(B)係表示實施例22之半導體發光元件之概念圖。

若按照本發明之第1-c-2之態樣或者本發明之第15態樣而表示，則實施例21之半導體發光元件中，

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。又，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第3B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

具體而言，第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質為鋅(Zn)。又，第3化合物半導體層包含3層

構造。此處，第3A化合物半導體層以及第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，進而，第3C化合物半導體層係一部分與活性層之側面連接。又，第4化合物半導體層亦係一部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例7中之第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造相同，第3A化合物半導體層、第3C化合物半導體層之構成、構造亦可與實施例7中之第3化合物半導體層之構成、構造相同，第3B化合物半導體層之構成、構造亦可與例如實施例3中之第4化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例23]

實施例23亦係實施例7之一種變形，其係關於本發明之第1-c-3之態樣、以及本發明之第16態樣之半導體發光元件。圖9(B)係關於實施例23之半導體發光元件之概念圖。

此處，若按照本發明之第1-c-3之態樣或者本發明之第16態樣而表示，則第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)。換而言之，實施例23之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。即，第3化合物半導體層為共摻雜層。此處，碳(C)之雜質濃度以及鋅

(Zn)之雜質濃度與實施例11相同。

第3化合物半導體層係一部分與活性層之側面連接。又，第4化合物半導體層亦係一部分與活性層之側面連接。第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例7中之第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例24]

實施例24係實施例8之一種變形，其係關於本發明之第1-d-2之態樣之半導體發光元件。圖11(B)係表示實施例24之半導體發光元件之概念圖。

實施例24之半導體發光元件中，

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位，係第三族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。又，第3B化合物半導體層之一部分或者全部與活性層之側面連接，更具體而言，第3B化合物半導體層之全體與活性層之側面連接。

實施例24中之第3化合物半導體層之構成、構造，進而，第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、

第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例22中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

[實施例25]

實施例25亦係實施例8之一種變形，其係關於本發明之第1-d-3之態樣之半導體發光元件。圖12(B)係表示實施例25之半導體發光元件之概念圖。

實施例25之半導體發光元件中，第3化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)。換而言之，實施例25之半導體發光元件中之第3化合物半導體層，係將以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質[具體而言係鋅(Zn)或者鎂(Mg)]、以及碳(C)作為雜質而共摻雜形成。即，第3化合物半導體層為共摻雜層。

實施例25中之第3化合物半導體層之構成、構造，進而，第1化合物半導體層、活性層、第2化合物半導體層、第4化合物半導體層之構成、構造，可與實施例23中之該等化合物半導體層之構成、構造相同，故省略彼等之詳細說明。

以上，根據較佳之實施例對本發明進行了說明，但本發明並不限定於該等實施例。

可組合實施例1中之第1化合物半導體層之構造(參照圖1(A))與實施例2中之第2化合物半導體層之構造(參照圖4(A))，可組合實施例1中之第2化合物半導體層之構造(參

照圖 1(A))與實施例 2 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 4(A))，可組合實施例 3 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 7(A))與實施例 4 中之第 2 化合物半導體層之構造(參照圖 10(A))，亦可組合實施例 3 中之第 2 化合物半導體層之構造(參照圖 7(A))與實施例 4 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 10(A))。又，可組合實施例 5 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 1(B))與實施例 6 中之第 2 化合物半導體層之構造(參照圖 4(B))，可組合實施例 5 中之第 2 化合物半導體層之構造(參照圖 1(B))與實施例 6 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 4(B))，可組合實施例 7 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 7(B))與實施例 8 中之第 2 化合物半導體層之構造(參照圖 10(B))，亦可組合實施例 7 中之第 2 化合物半導體層之構造(參照圖 7(B))與實施例 8 中之第 1 化合物半導體層之構造(參照圖 10(B))。

又，實施例 1~實施例 8 中說明之半導體發光元件可構成為：

電流阻隔層 40 進而含有包含第 2 導電型之第 5 化合物半導體層，

包含藉由第 4 化合物半導體層 44 以及第 5 化合物半導體層而夾持第 3 化合物半導體層 43 之構造，

用以使第 3 化合物半導體層 43 成為第 1 導電型之雜質，係含有第 3 化合物半導體層 43 中之雜質之取代部位，會與用以使第 5 化合物半導體層成為第 2 導電型之第 5 化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

實施例1、實施例2、實施例5、實施例6中，雖依賴於第3化合物半導體層43以及第4化合物半導體層44之積層狀態，但可將電流阻隔層位置調整層30視作第5化合物半導體層，亦可將埋入層31視作第5化合物半導體層。實施例3、實施例4、實施例7、實施例8中亦相同。

或者，實施例1~實施例8中說明之半導體發光元件可構成為：

電流阻隔層40進而含有包含第1導電型之第6化合物半導體層，

包含藉由第3化合物半導體層43以及第6化合物半導體層而夾持第4化合物半導體層44之構造，

用以使第4化合物半導體層44成為第2導電型之雜質，係含有以第4化合物半導體層44中之雜質之取代部位，會與用以使第6化合物半導體層成為第1導電型之第6化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

實施例1、實施例2、實施例5、實施例6中，電流阻隔層40可為依序積層第3化合物半導體層43(n型)/第4化合物半導體層44(p型)/第6化合物半導體層(n型)之3層構成，或者，亦可為依序積層第6化合物半導體層(n型)/第4化合物半導體層44(p型)/第3化合物半導體層43(n型)之3層構成。又，實施例3、實施例4、實施例7、實施例8中，電流阻隔層40可為依序積層第3化合物半導體層43(p型)/第4化合物半導體層44(n型)/第6化合物半導體層(p型)之3層構成，或者，亦可為依序積層第6化合物半導體層(p型)/第4化合物

半導體層 44(n型)/第3化合物半導體層 43(p型)之3層構成。

實施例1、實施例3、實施例5、實施例7中，第2化合物半導體層係自活性層側積層第2化合物半導體層22A以及第2化合物半導體層22B之2層構成，於實施例2、實施例4、實施例6、實施例8中，第2化合物半導體層係自活性層側積層第2A化合物半導體層以及第2B化合物半導體層之2層構成。於前者之情形時，藉由能帶隙(或者折射率)之變化而定義2層構成之第2化合物半導體層。另一方面，於後者之情形時，藉由雜質之取代部位之變化而定義2層構成之第2化合物半導體層。因此，各實施例中說明之第2化合物半導體層之積層構造中，尤其於第2A化合物半導體層以及第2B化合物半導體層之2層構成之情形時，可將第2A化合物半導體層視作第2化合物半導體層22A，將第2B化合物半導體層視作第2化合物半導體層22B，或者，例如亦有時第2A化合物半導體層含有第2化合物半導體層22A、22B之積層構造，亦有時第2B化合物半導體層含有第2化合物半導體層22A、22B之積層構造。

亦可組合實施例10~實施例25中說明之多層構成之第3化合物半導體層或者第4化合物半導體層與共摻雜層。具體而言，例如於實施例10、實施例12、實施例14、實施例16中，當第4化合物半導體層為多層構成時，使第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層成為如實施例11、實施例13、實施例15、實施例17之第4化合物半導體層之共摻雜層即可。又，於實施例18、實施例20、實施例22、以及

實施例24中，當第3化合物半導體層為多層構成時，使第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層成為如實施例19、實施例21、實施例23、實施例25之第3化合物半導體層之共摻雜層即可。實施例中共摻雜層中之雜質濃度為固定，但雜質濃度亦可於化合物半導體層之厚度方向上變化。實施例10~實施例25中，第3化合物半導體層或者第4化合物半導體層為3層構成，但當然亦可為4層以上之多層構成。

又，於第1化合物半導體層為將硒(Se)等易擴散之雜質作為雜質而添加之n型化合物半導體層的情形時，根據情形，亦可於第1化合物半導體層與活性層之間形成添加矽(Si)作為雜質之n型化合物半導體層，而抑制雜質自第1化合物半導體層向活性層之擴散。同樣，於第2化合物半導體層為將鋅(Zn)、鎂(Mg)等易擴散之雜質作為雜質而添加之p型化合物半導體層的情形時，根據情形，亦可於第2化合物半導體層與活性層之間形成添加碳(C)作為雜質之p型化合物半導體層，而抑制雜質自第2化合物半導體層向活性層之擴散。又，於n型之化合物半導體層中共摻雜至少矽(Si)以及取代部位與矽(Si)之雜質之取代部位不同之n型雜質，藉此使n型之雜質濃度(載子濃度)保持為固定之期望濃度，並可進行雜質量控制，以使包含難以向活性層擴散之特性之矽(Si)對n型傳導性之貢獻率增大，其結果為，可有效地抑制雜質自電流阻隔層向活性層之擴散。同樣，於p型之化合物半導體元件中，共摻雜至少碳(C)以及取代部

位與碳(C)之雜質之取代部位不同之雜質，藉此使p型之雜質濃度(電洞濃度)保持為固定之期望濃度，並可進行雜質量控制，以使包含難以向活性層擴散之特性之碳(C)對p型傳導性之貢獻率增大，其結果為，可有效地抑制雜質自電流阻隔層向活性層之擴散。

【圖式簡單說明】

圖 1(A)以及 (B)分別係實施例 1 以及實施例 5 之半導體發光元件之概念圖。

圖 2(A)以及 (B)分別係實施例 10 以及實施例 18 之半導體發光元件之概念圖。

圖 3(A)以及 (B)分別係實施例 11 以及實施例 19 之半導體發光元件之概念圖。

圖 4(A)以及 (B)分別係實施例 2 以及實施例 6 之半導體發光元件之概念圖。

圖 5(A)以及 (B)分別係實施例 12 以及實施例 20 之半導體發光元件之概念圖。

圖 6(A)以及 (B)分別係實施例 13 以及實施例 21 之半導體發光元件之概念圖。

圖 7(A)以及 (B)分別係實施例 3 以及實施例 7 之半導體發光元件之概念圖。

圖 8(A)以及 (B)分別係實施例 14 以及實施例 22 之半導體發光元件之概念圖。

圖 9(A)以及 (B)分別係實施例 15 以及實施例 23 之半導體發光元件之概念圖。

圖 10(A)以及(B)分別係實施例 4 以及實施例 8 之半導體發光元件之概念圖。

圖 11(A)以及(B)分別係實施例 16 以及實施例 24 之半導體發光元件之概念圖。

圖 12(A)以及(B)分別係實施例 17 以及實施例 25 之半導體發光元件之概念圖。

圖 13(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之概念圖。

圖 14(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之變形例之概念圖。

圖 15(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之其他變形例之概念圖。

圖 16(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 17(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 18(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 19(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 20(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 21(A)以及(B)分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 22(A) 以及 (B) 分別係實施例 9 之半導體發光元件之進而其他變形例之概念圖。

圖 23(A) 以及 (B) 分別係實施例 1 之半導體發光元件之示意性部分剖面圖、以及放大之示意性部分剖面圖。

圖 24(A) 以及 (B) 係用以說明實施例 1 之半導體發光元件之製造方法之基板等的示意性部分剖面圖。

圖 25 係繼圖 24(B) 之後用以說明實施例 1 之半導體發光元件之製造方法之基板等的示意性部分剖面圖。

圖 26(A) 以及 (B) 分別係代替實施例 1 以及比較例 1 之半導體發光元件之剖面照片之圖。

圖 27(A) 以及 (B) 分別係代替拍攝實施例 1 以及比較例 1 之半導體發光元件之發光狀態之照片的圖。

圖 28(A) 係表示實施例 1 以及比較例 1 之半導體發光元件中之閾值電流之測定結果、以及斜度效率之測定結果的圖表，圖 28(B) 係表示電流阻隔層為多層構造時之半導體發光元件中之閾值電流之測定結果、以及斜度效率之測定結果的圖表。

圖 29(A) 以及 (B) 分別係實施例 3 之半導體發光元件之示意性部分剖面圖、以及放大之示意性部分剖面圖。

圖 30 係表示實施例 10 之半導體發光元件、以及表 1A 所示之實施例 1 以及比較例 1 之半導體發光元件中之光輸出之測定結果的圖表。

【主要元件符號說明】

10 基板

11	發光部形成區域
12	緩衝層
20	發光部
21	第1化合物半導體層
22	第2化合物半導體層
23	活性層
30	電流阻隔層位置調整層
31	埋入層
32	接觸層
40	電流阻隔層
43	第3化合物半導體層
44	第4化合物半導體層
51	第1電極
52	第2電極

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體發光元件，包括：

(A)發光部，其係含有依序積層包含第1導電型之第1化合物半導體層、活性層、以及包含第2導電型之第2化合物半導體層之積層構造體；以及

(B)電流阻隔層，其係與發光部之側面連接而設置；電流阻隔層含有包含第1導電型之第3化合物半導體層、以及包含第2導電型且與第3化合物半導體層連接之第4化合物半導體層；

用以使第1化合物半導體層成為第1導電型之雜質係：含有第1化合物半導體層中之雜質之取代部位不會與用以使第2化合物半導體層成為第2導電型之第2化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質；

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質係：含有第3化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之第4化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質；

其中第1化合物半導體層、第2化合物半導體層、第3化合物半導體層、以及第4化合物半導體層係含有第三至第五族化合物半導體。

2. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原

子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。

3. 如請求項2之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。

4. 如請求項2之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層中之雜質，係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)。

5. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。

6. 如請求項5之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。

7. 如請求項5之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層中之雜質係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)。

8. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原

子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。

9. 如請求項8之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。

10. 如請求項8之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)。

11. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。

12. 如請求項11之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。

13. 如請求項11之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)。

14. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原

子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。

15. 如請求項14之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。

16. 如請求項14之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)。

17. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位。

18. 如請求項17之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層自第3化合物半導體層側至少包含第4A化合物半導體層、第4B化合物半導體層以及第4C化合物半導體層之3層構造，

至少第4B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第4A化合物半導體層以及第4C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第4B化合物半導體層中之雜質為矽(Si)。

19. 如請求項17之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層中之雜質係含有以第五族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及矽(Si)。

20. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原

子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。

21. 如請求項20之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。

22. 如請求項20之半導體發光元件，其中

第4化合物半導體層中之雜質係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)。

23. 如請求項1之半導體發光元件，其中

第1化合物半導體層含有第1A化合物半導體層、以及第1B化合物半導體層，該第1B化合物半導體層設置於第1A化合物半導體層上且與活性層連接，

第2化合物半導體層含有與活性層連接之第2B化合物半導體層、以及設置於第2B化合物半導體層上之第2A化合物半導體層，

第1A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第1B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第2B化合物半導體層中之雜質之取代部位係第五族原子佔據之部位，

第2A化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3化合物半導體層中之雜質之取代部位、以及第4化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位。

24. 如請求項23之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層自第4化合物半導體層側至少包含第3A化合物半導體層、第3B化合物半導體層以及第3C化合物半導體層之3層構造，

至少第3B化合物半導體層與活性層之側面連接，

第3A化合物半導體層以及第3C化合物半導體層中之雜質之取代部位係第三族原子佔據之部位，

第3B化合物半導體層中之雜質為碳(C)。

25. 如請求項23之半導體發光元件，其中

第3化合物半導體層中之雜質係含有以第三族原子佔據之部位為取代部位之雜質、以及碳(C)。

26. 如請求項2、5、8、11、14、17、20以及23中之任一項之半導體發光元件，其中

電流阻隔層進而含有包含第2導電型之第5化合物半導體層，

包含藉由第4化合物半導體層以及第5化合物半導體層而夾持第3化合物半導體層之構造，

用以使第3化合物半導體層成為第1導電型之雜質係：含有第3化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第5化合物半導體層成為第2導電型之第5化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

27. 如請求項2、5、8、11、14、17、20以及23中之任一項之半導體發光元件，其中

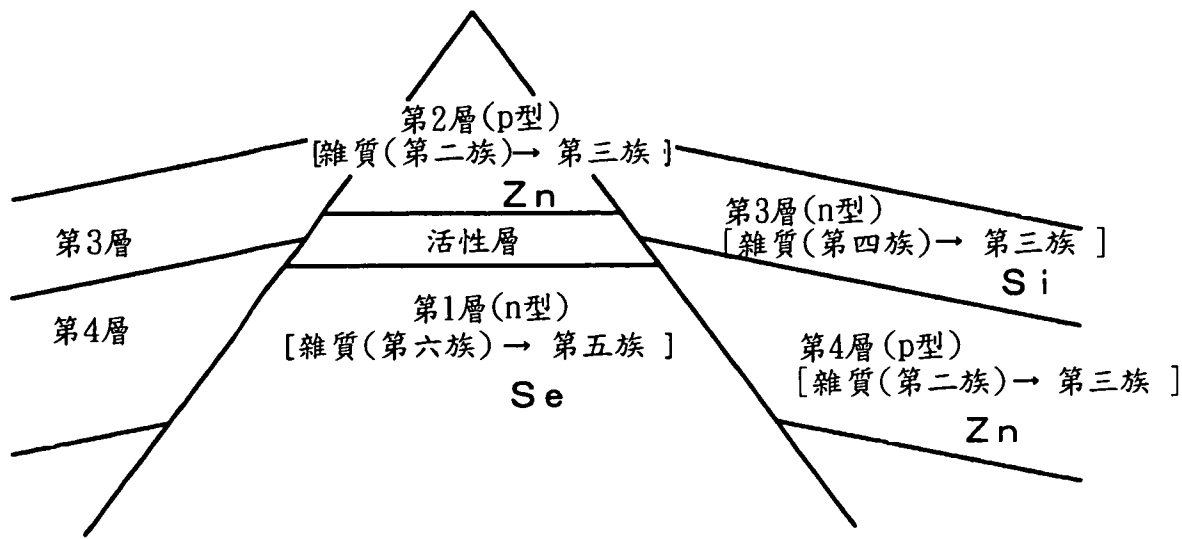
電流阻隔層進而含有包含第1導電型之第6化合物半導體層，

包含藉由第3化合物半導體層以及第6化合物半導體層而夾持第4化合物半導體層之構造，

用以使第4化合物半導體層成為第2導電型之雜質係：含有第4化合物半導體層中之雜質之取代部位會與用以使第6化合物半導體層成為第1導電型之第6化合物半導體層中之雜質之取代部位產生競爭的雜質。

十一、圖式：

(A)



(B)

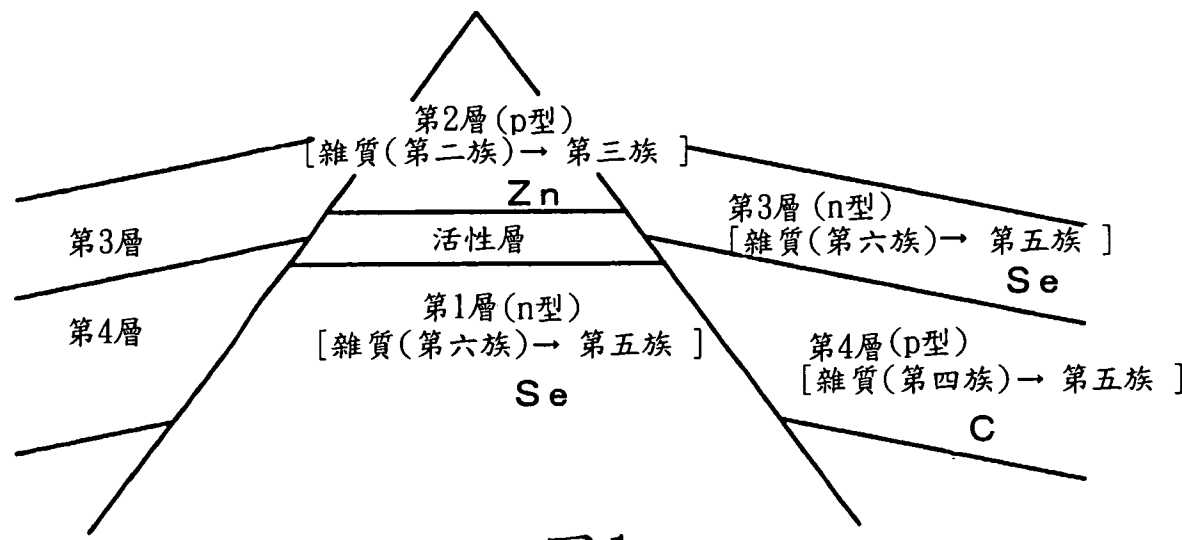
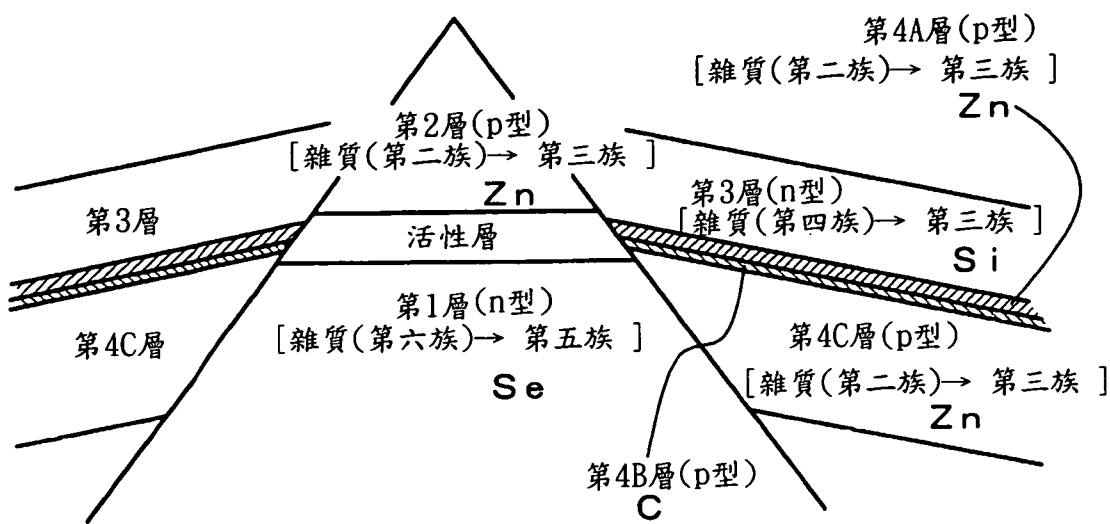


圖 1

(A)



(B)

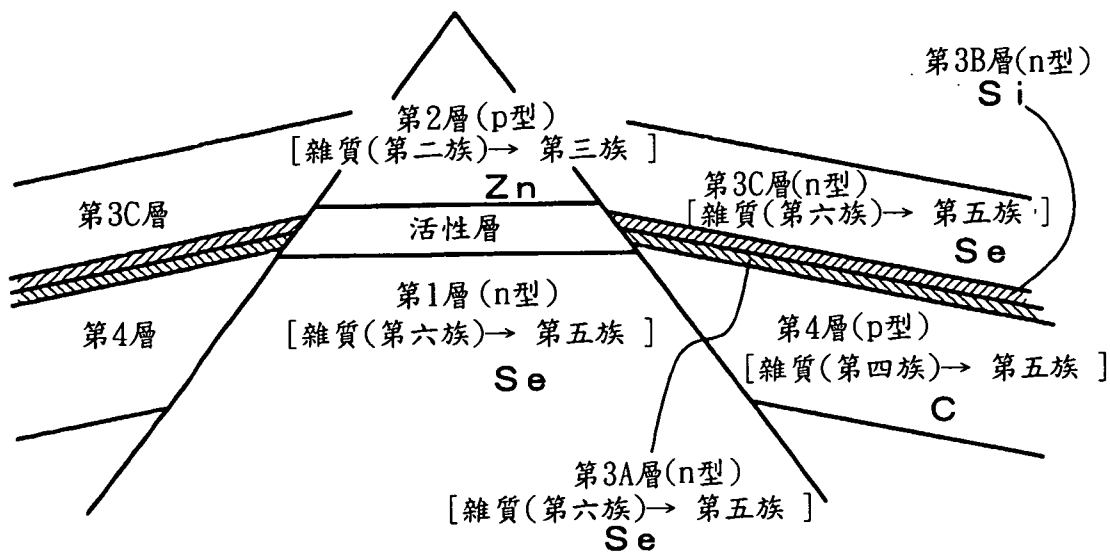
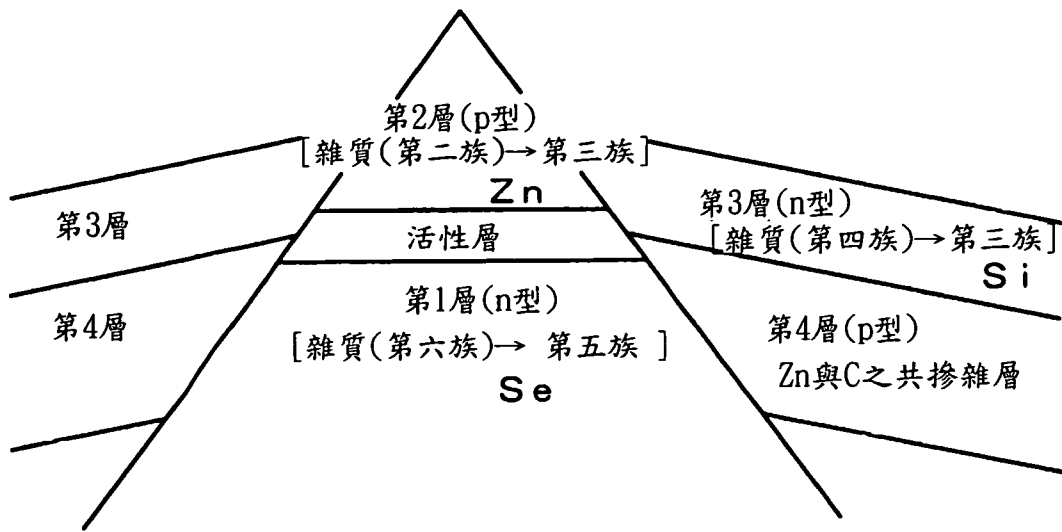


圖2

(A)



(B)

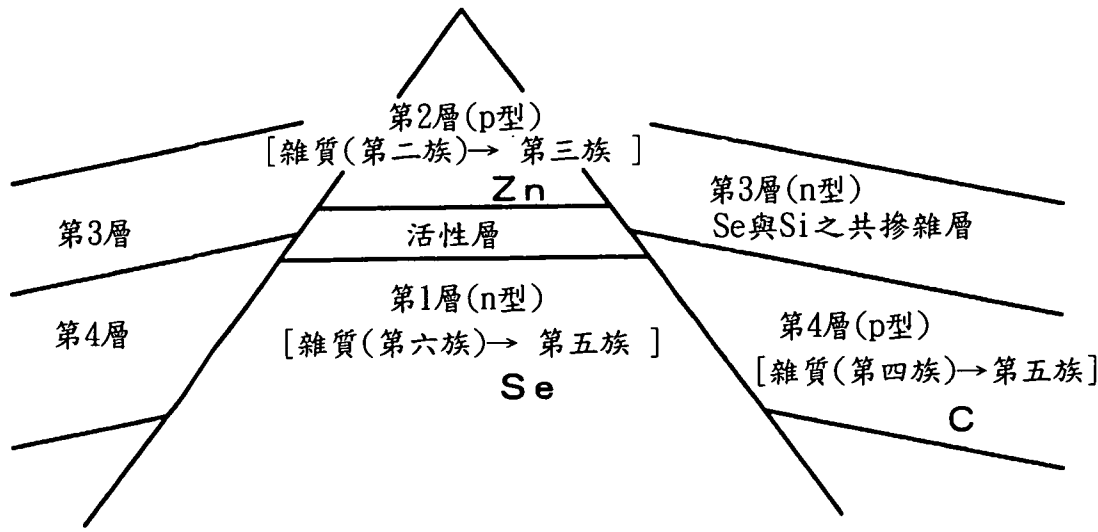
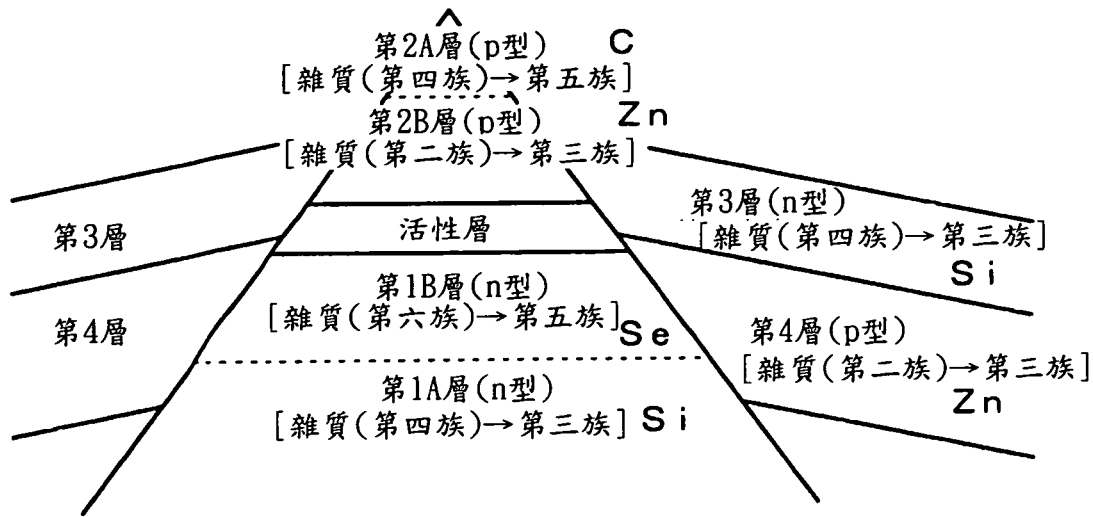


圖3

(A)



(B)

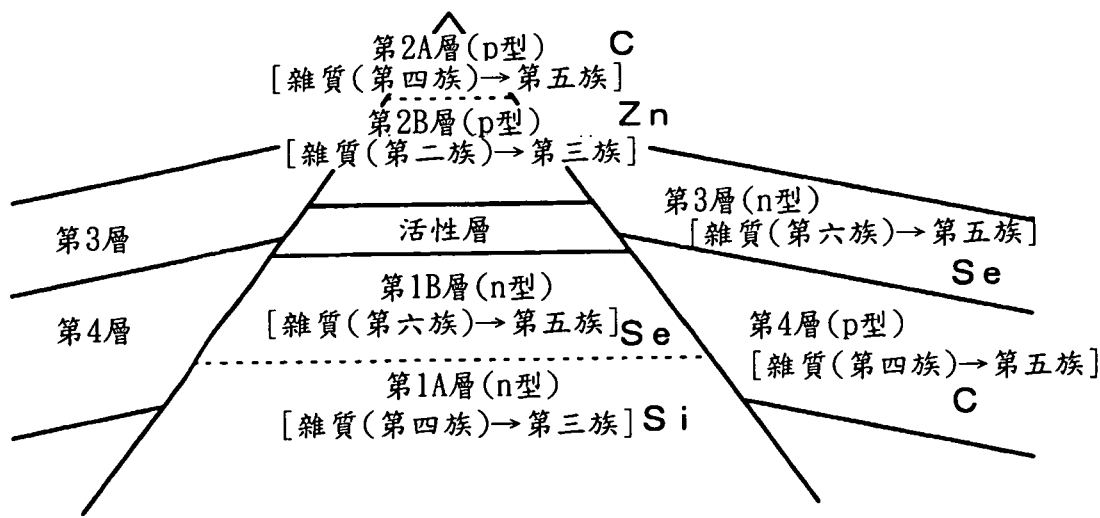
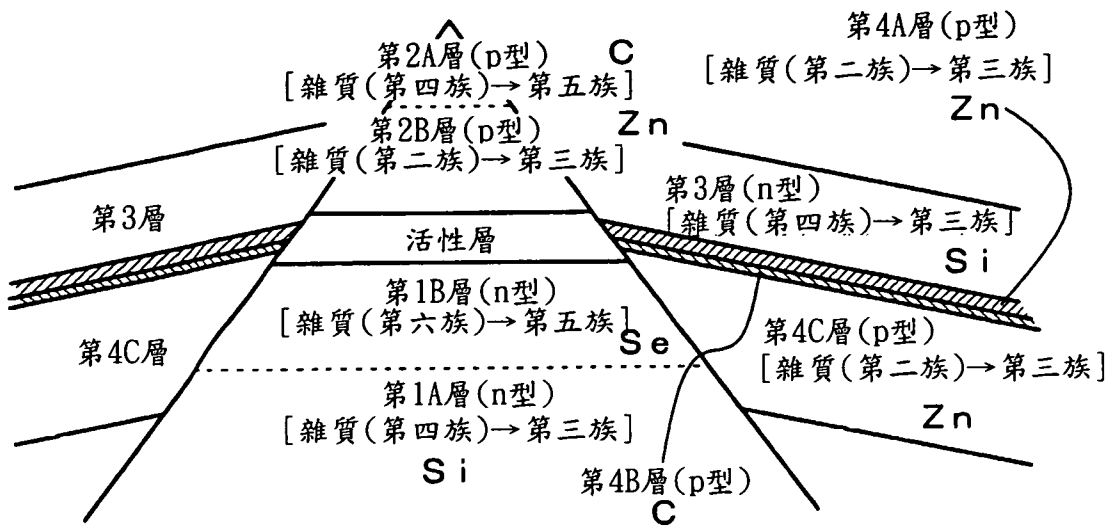


圖4

(A)



(B)

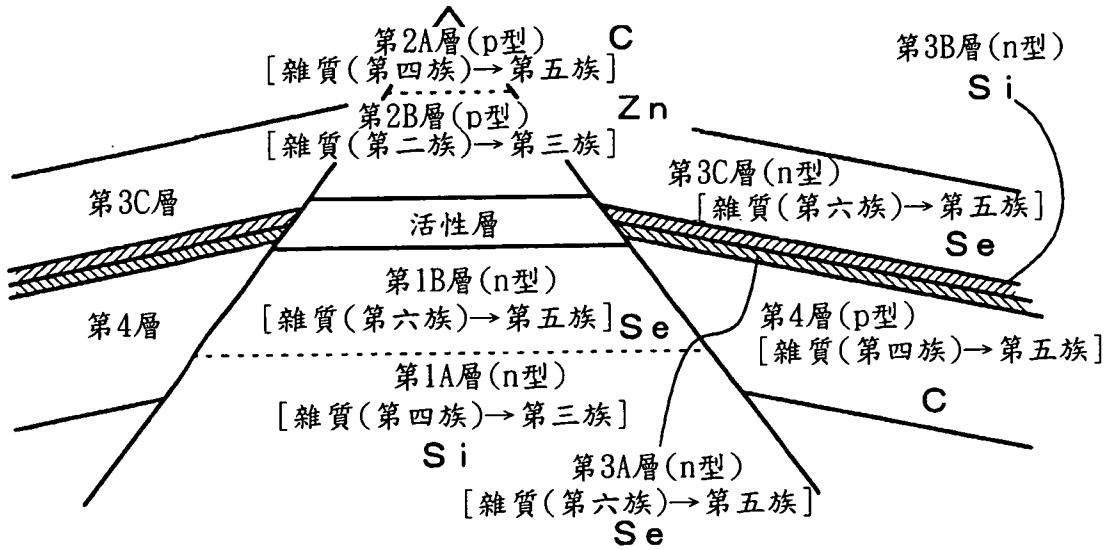
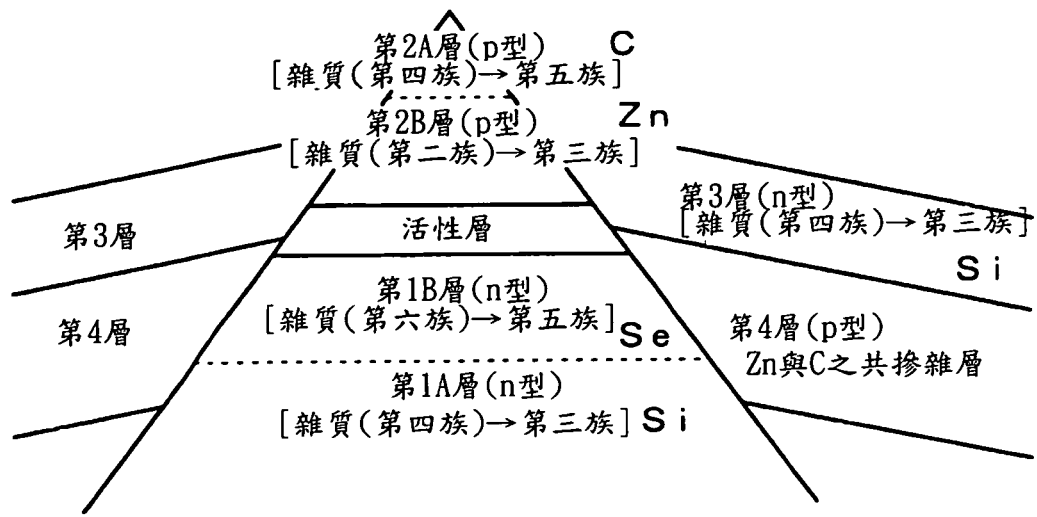


圖5

(A)



(B)

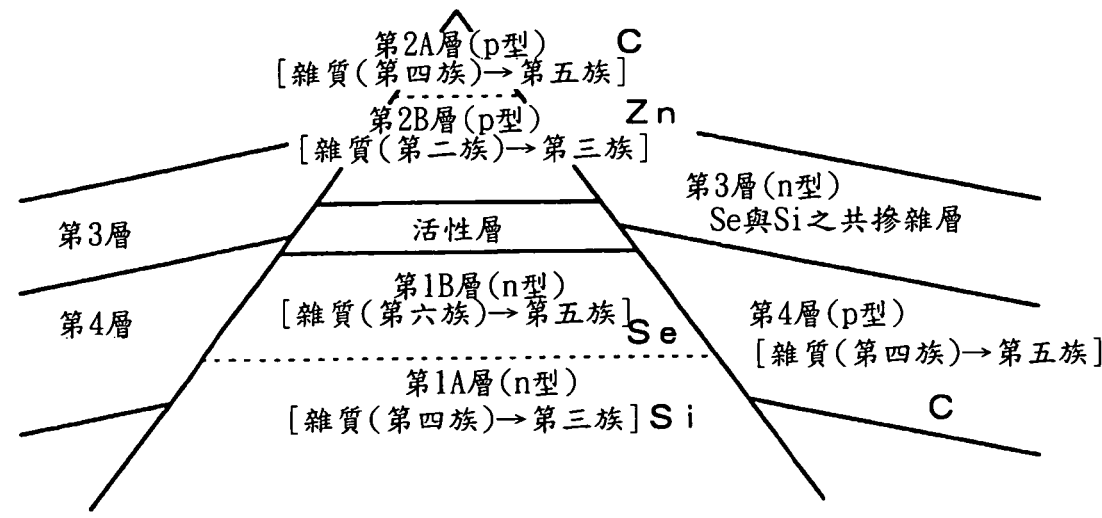
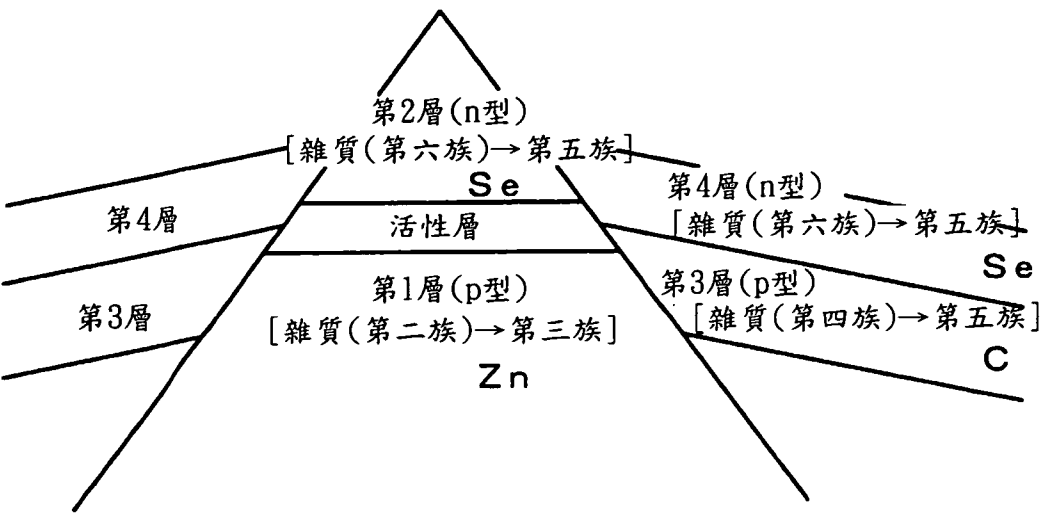


圖6

(A)



(B)

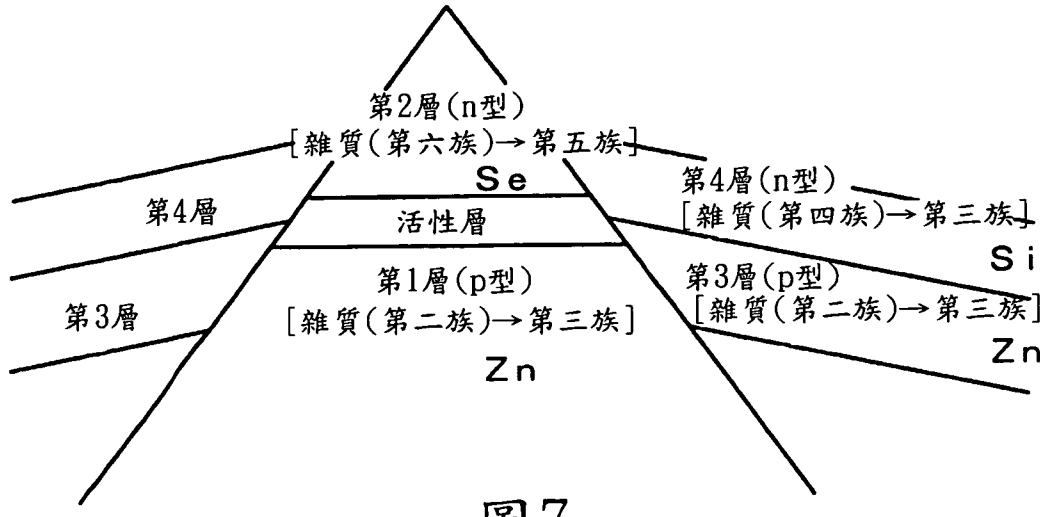
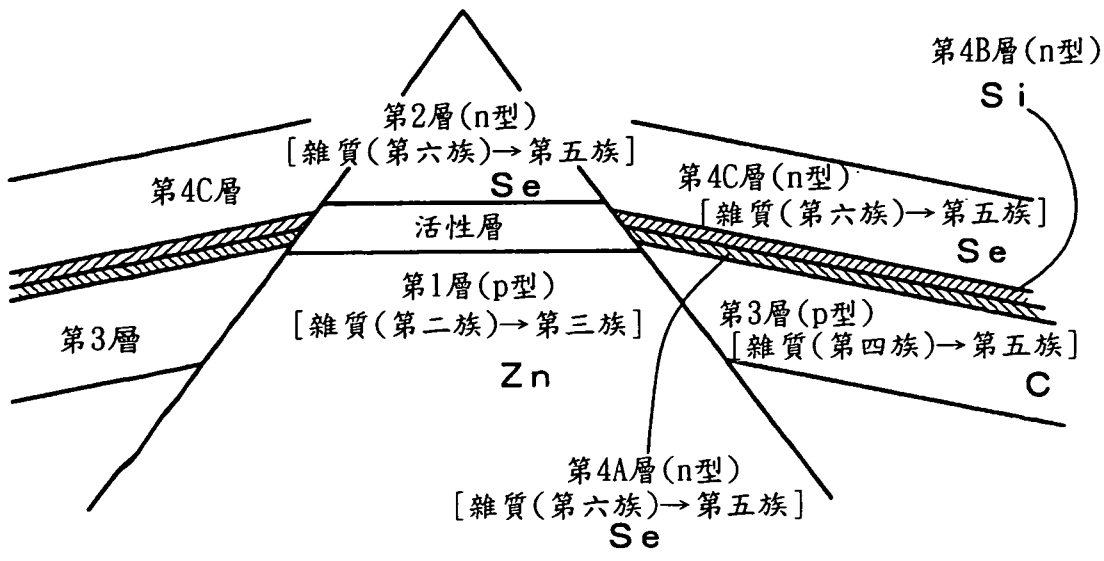


圖 7

(A)



(B)

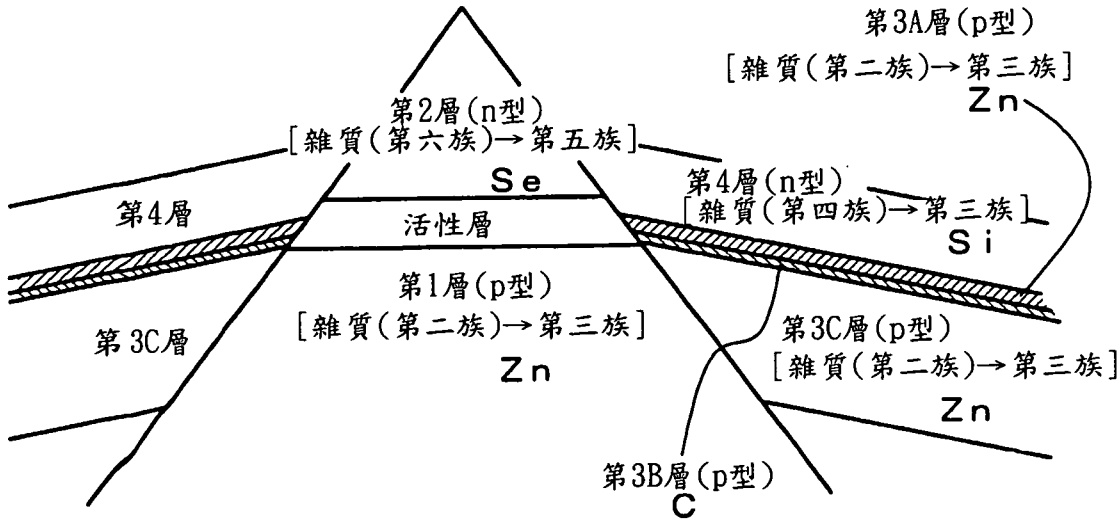
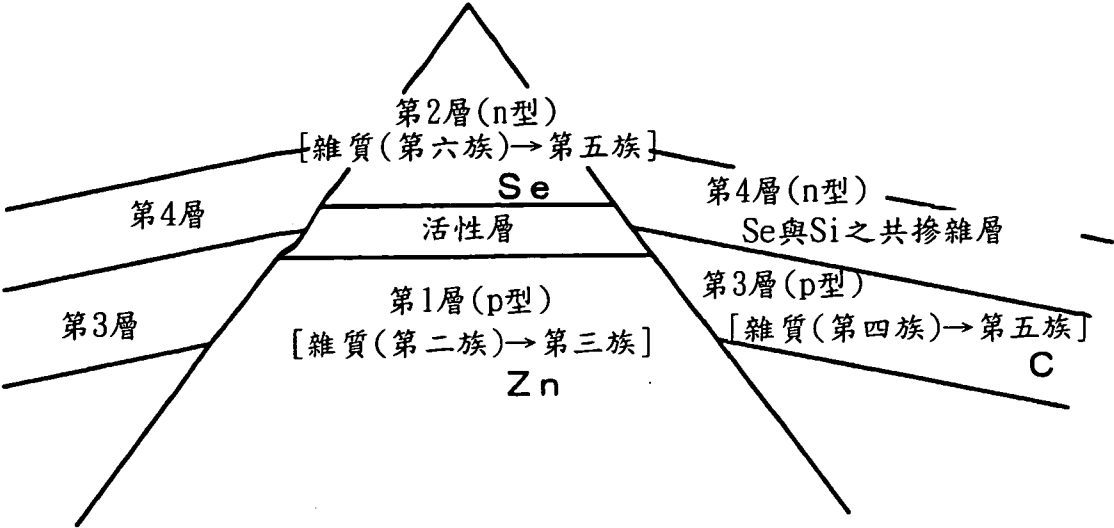


圖8

(A)



(B)

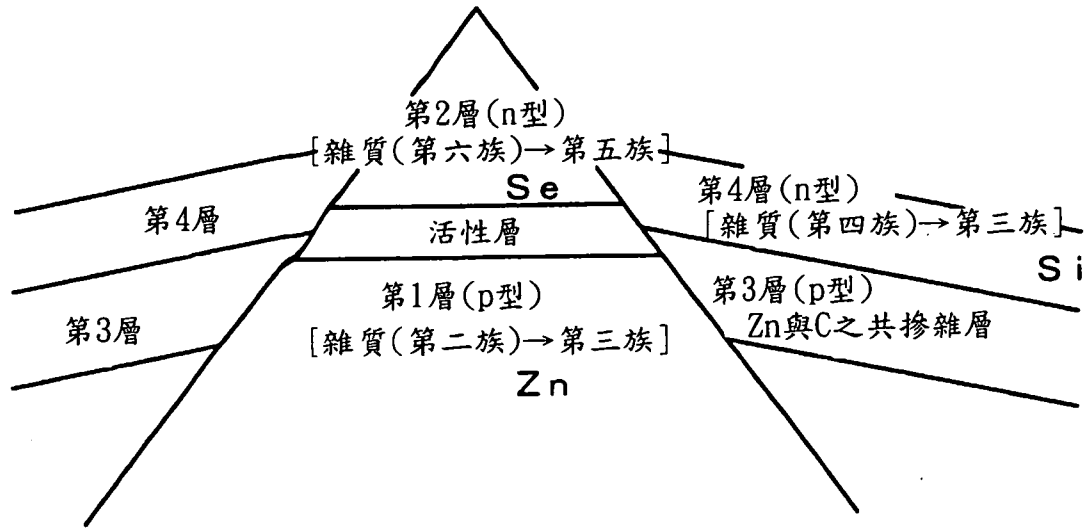
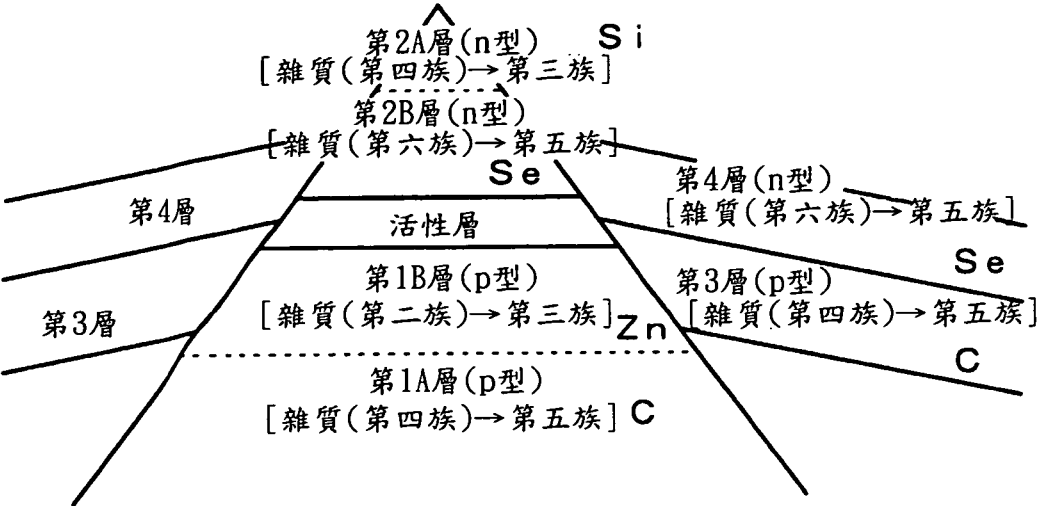


圖9

(A)



(B)

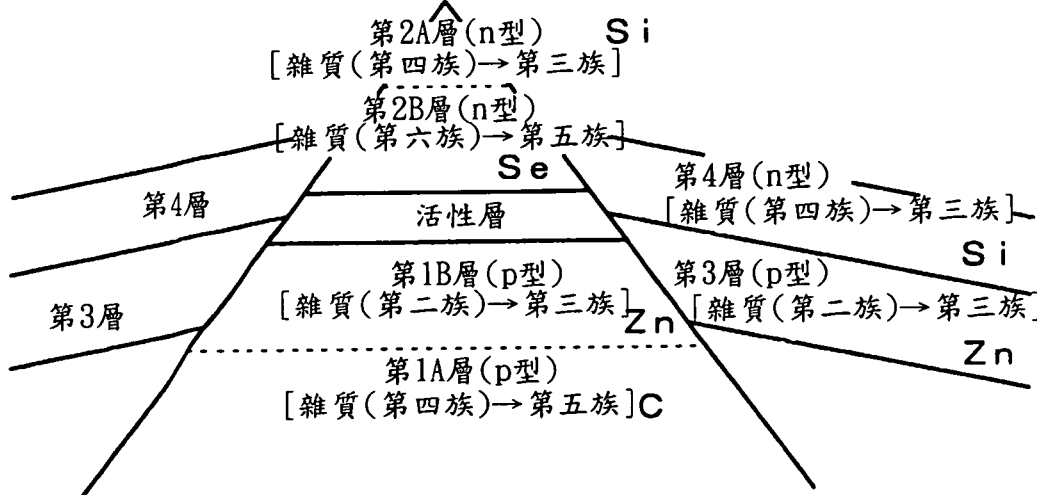
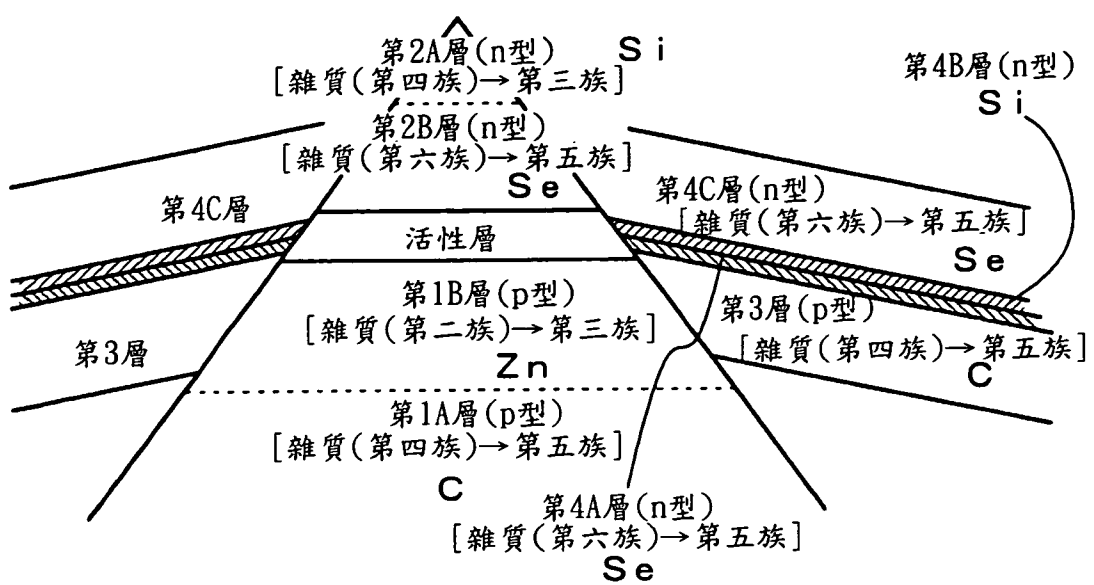


圖 10

(A)



(B)

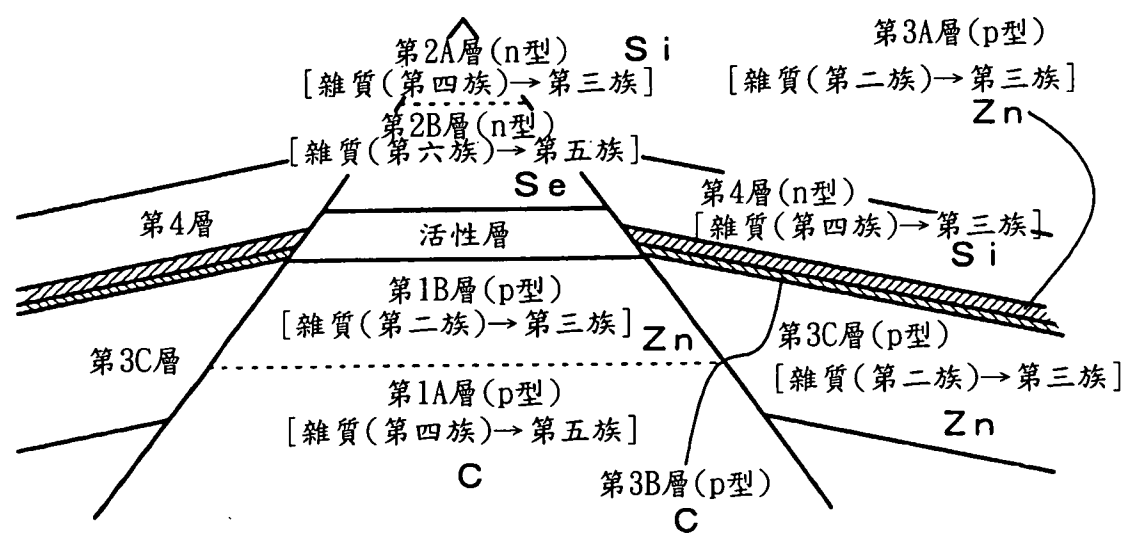
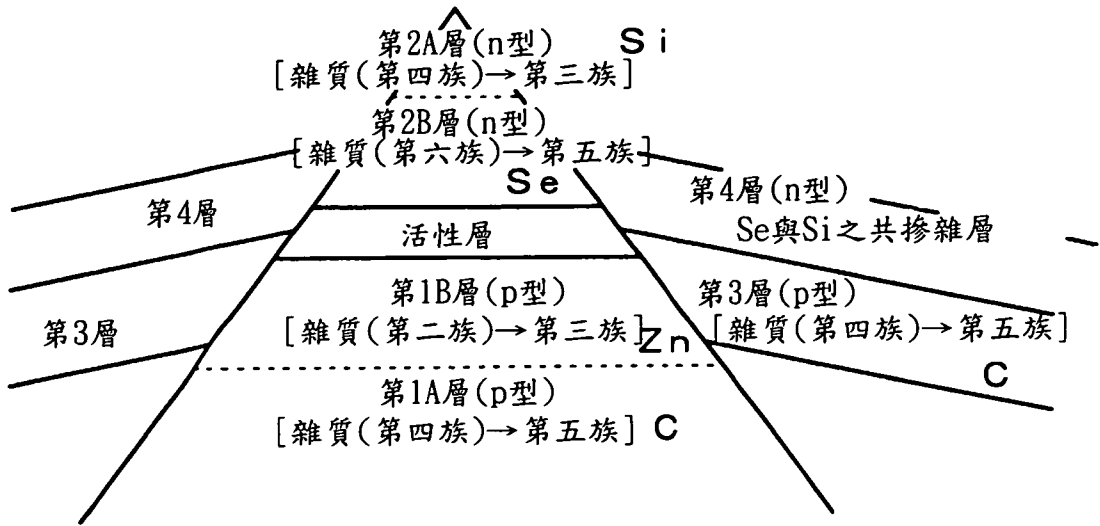


圖11

(A)



(B)

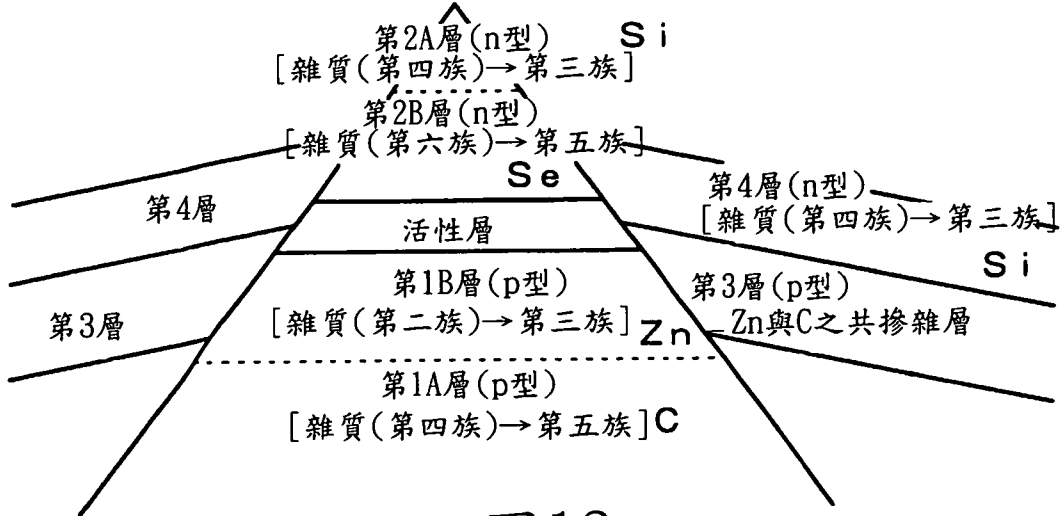
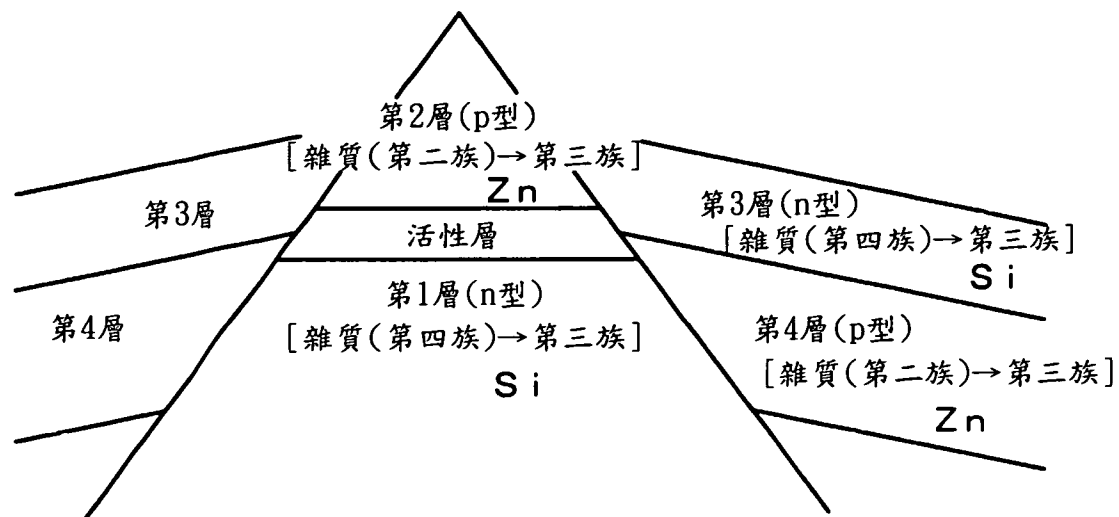


圖12

(A)



(B)

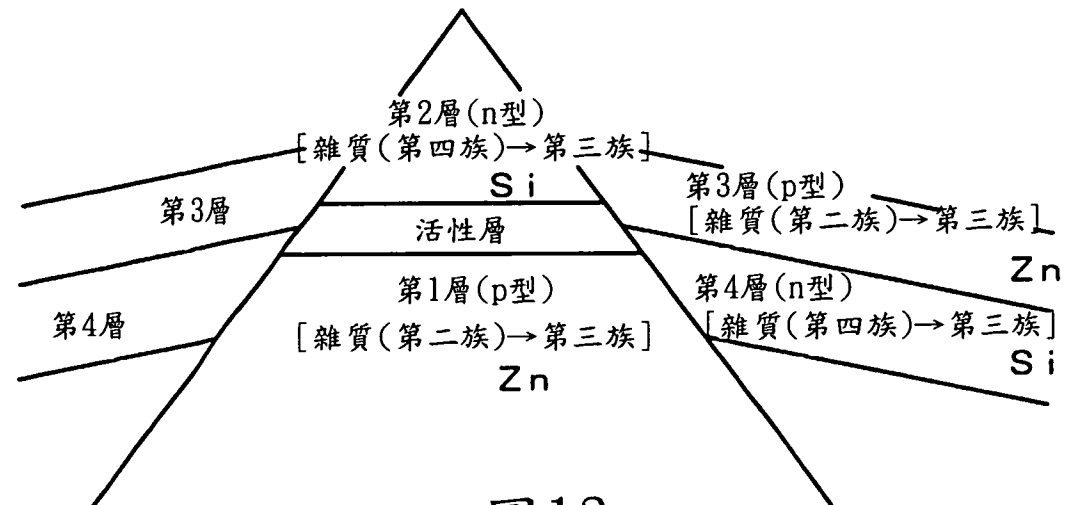
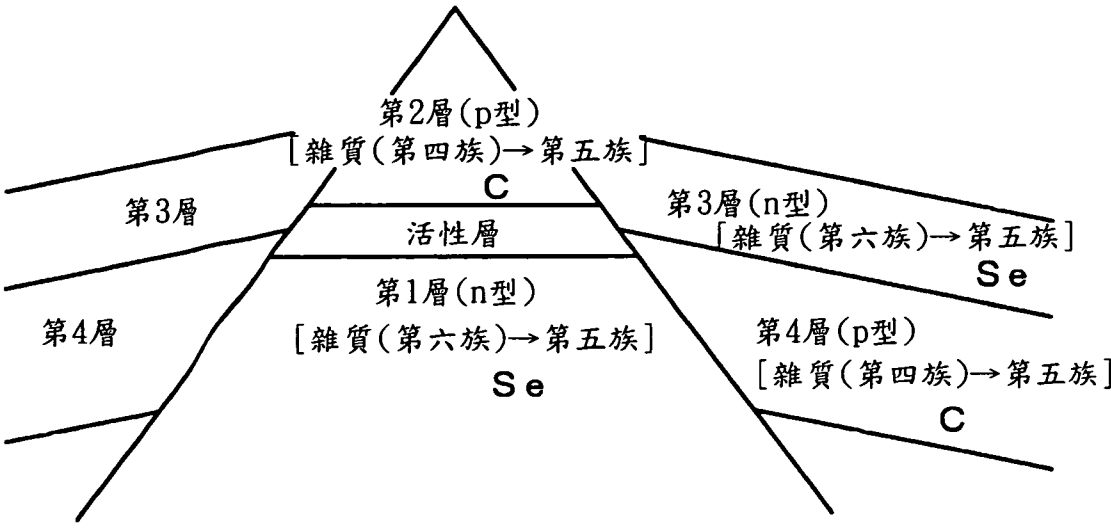


圖13

(A)



(B)

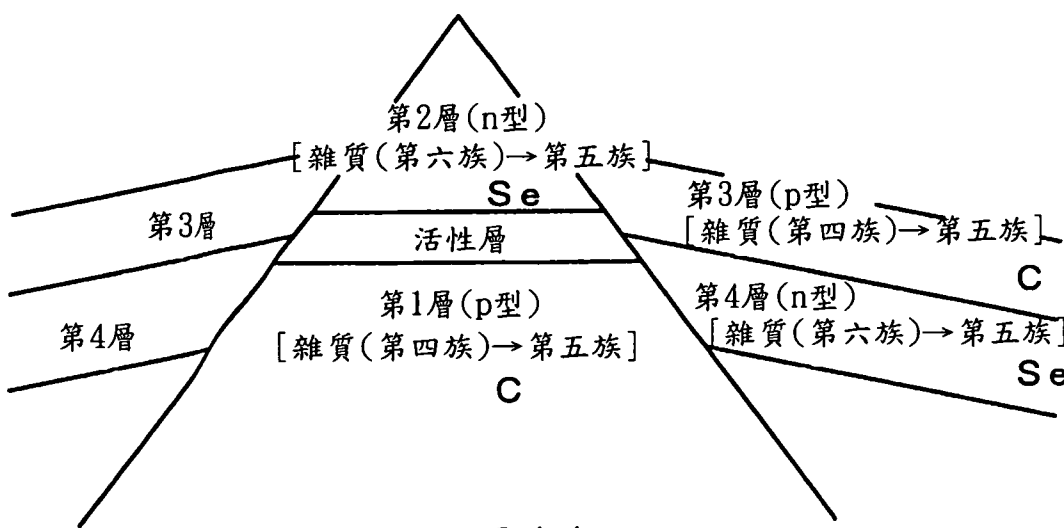
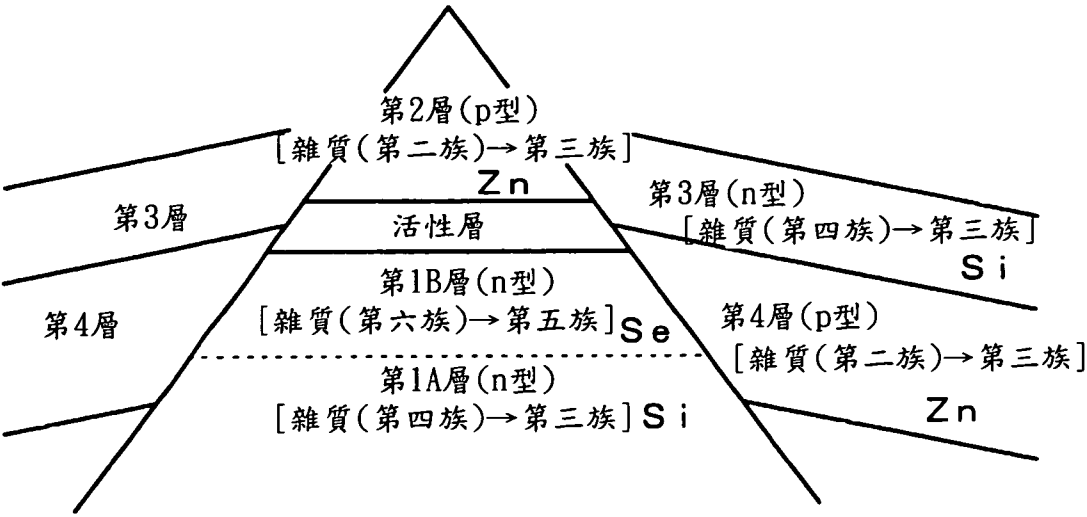


圖 14

(A)



(B)

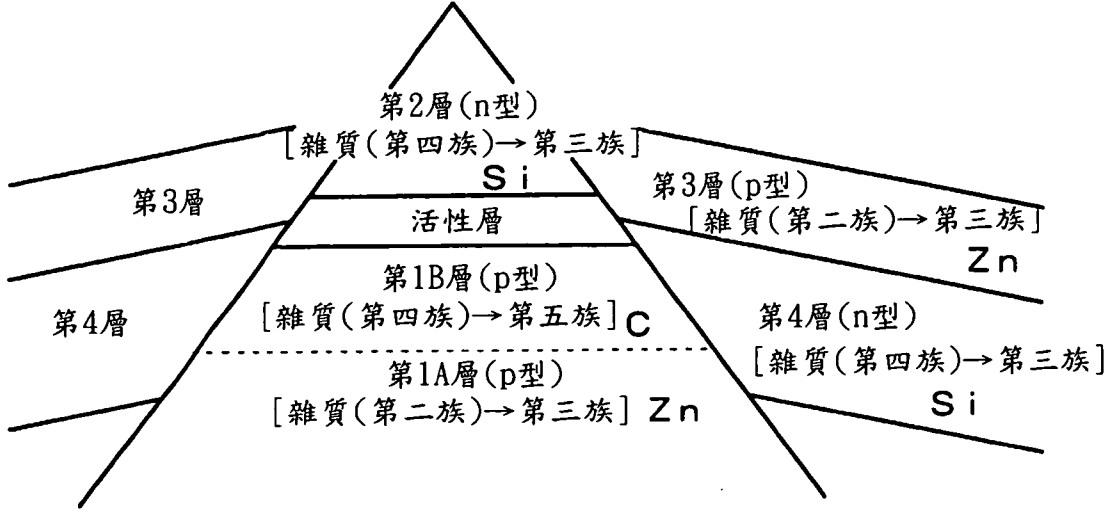
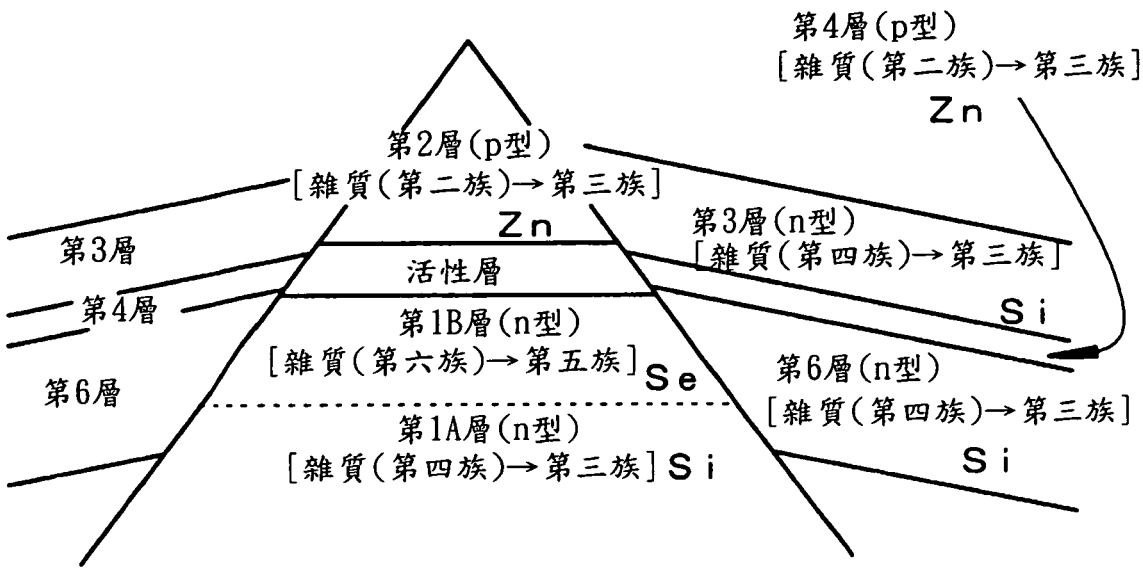


圖15

(A)



(B)

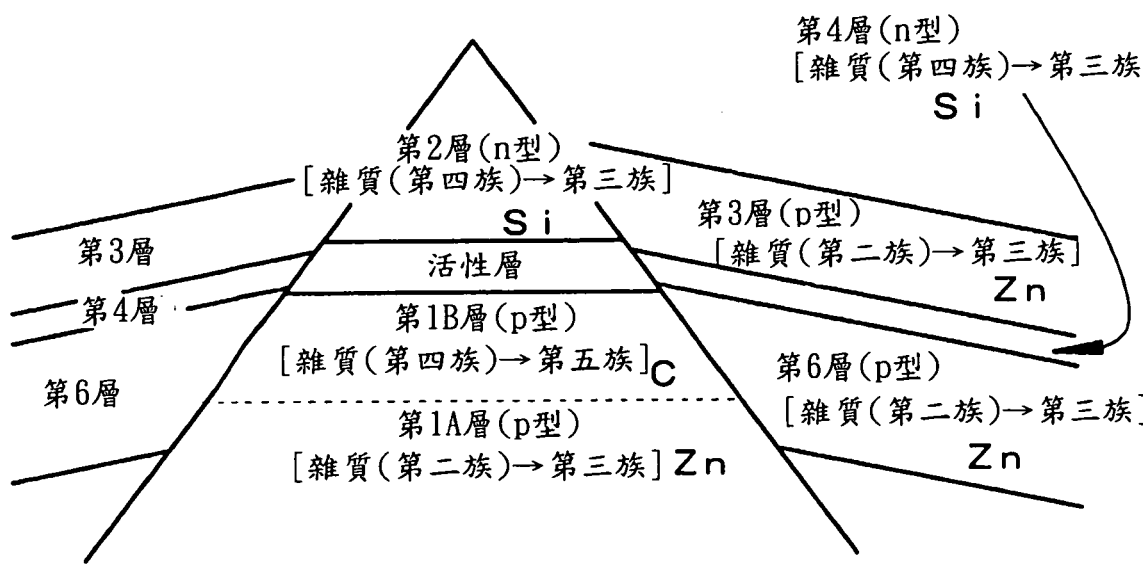
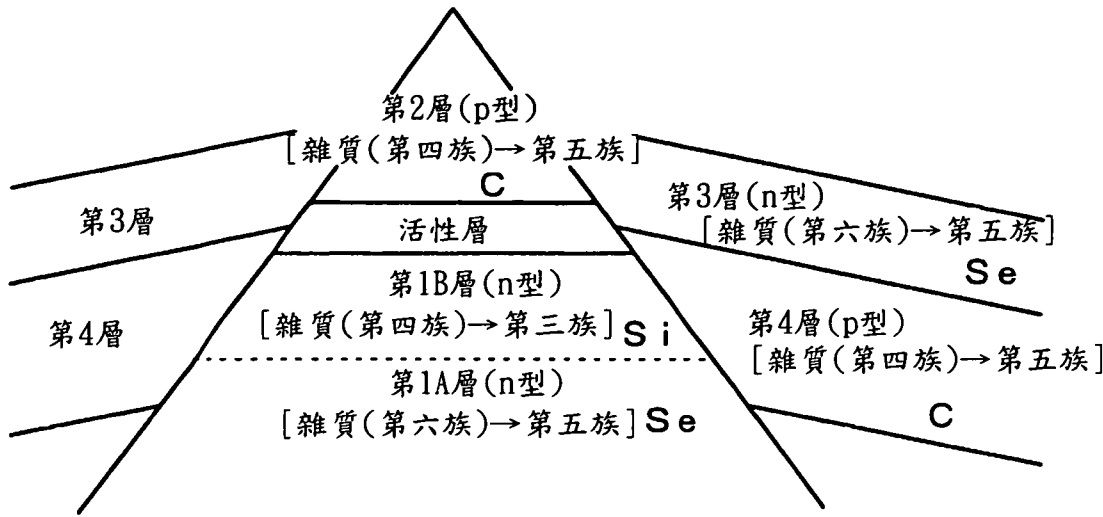


圖16

(A)



(B)

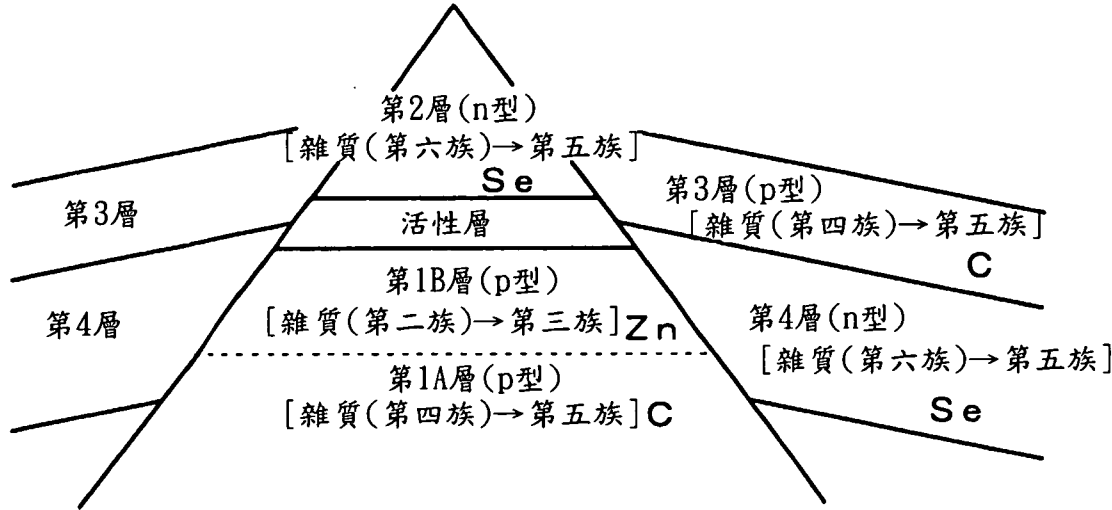


圖17

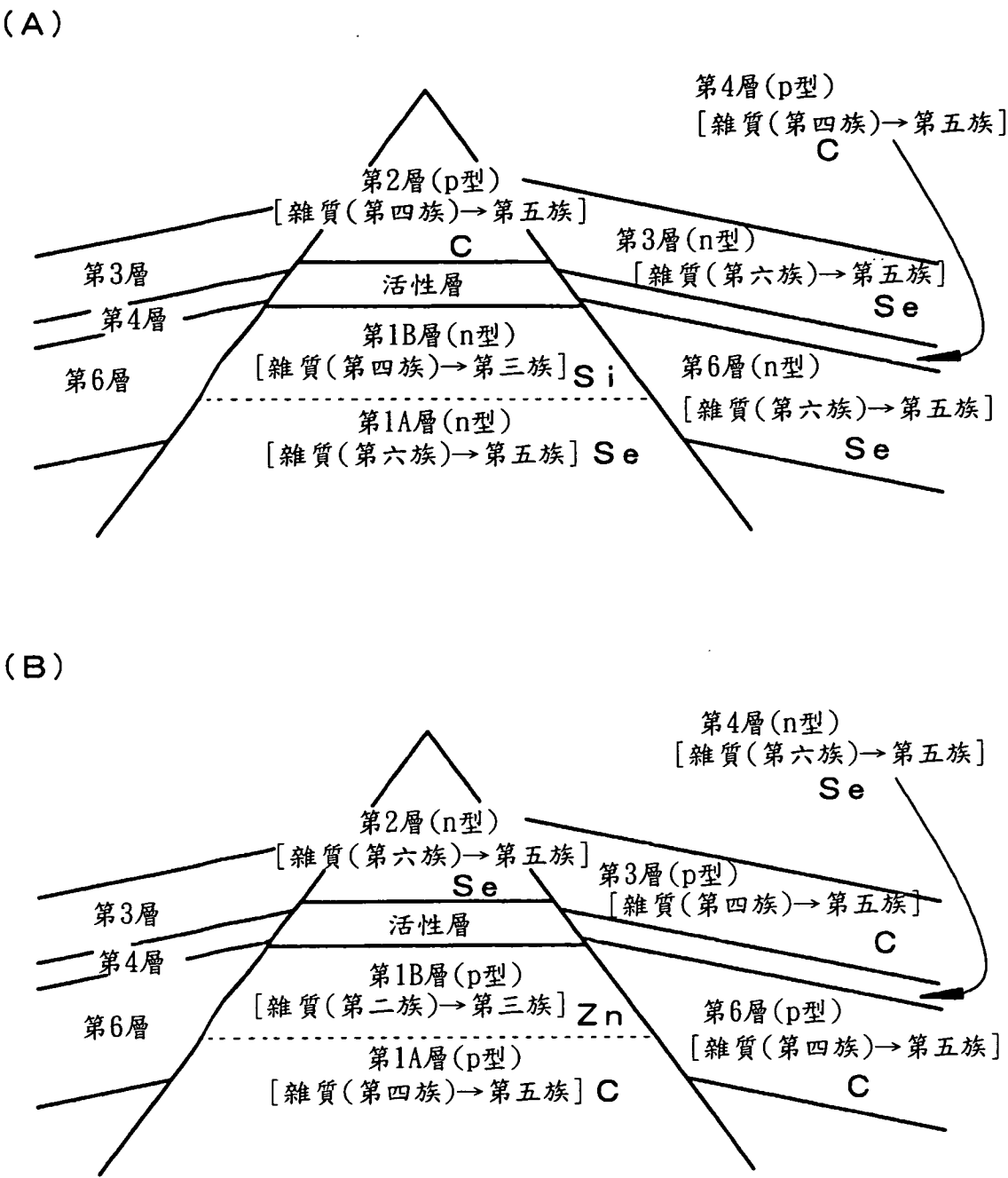
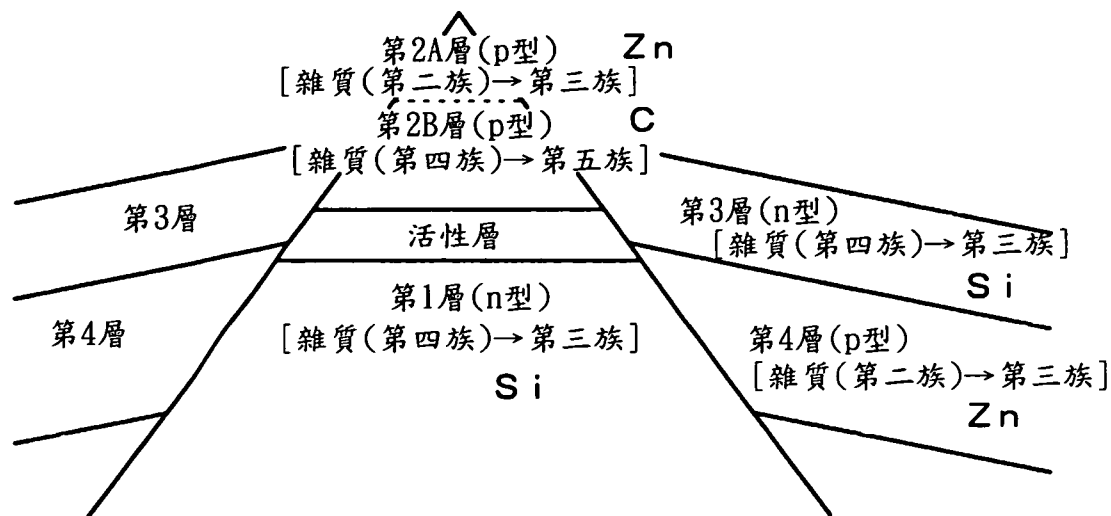


圖18

(A)



(B)

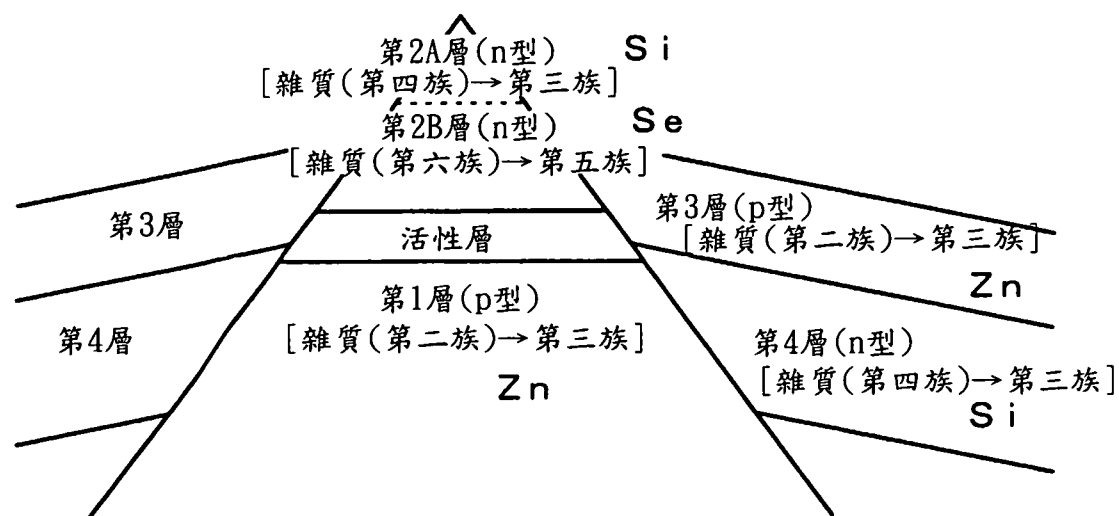
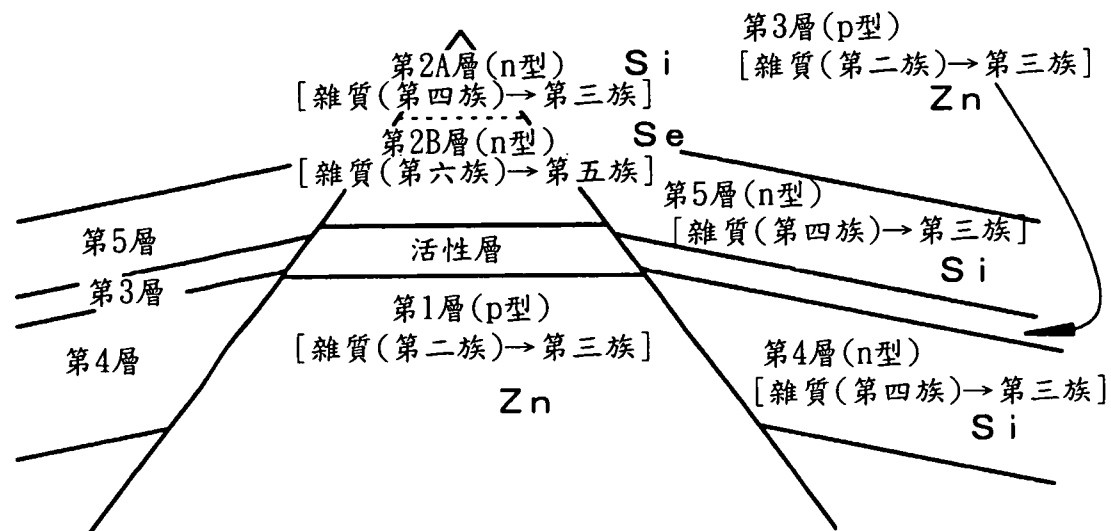


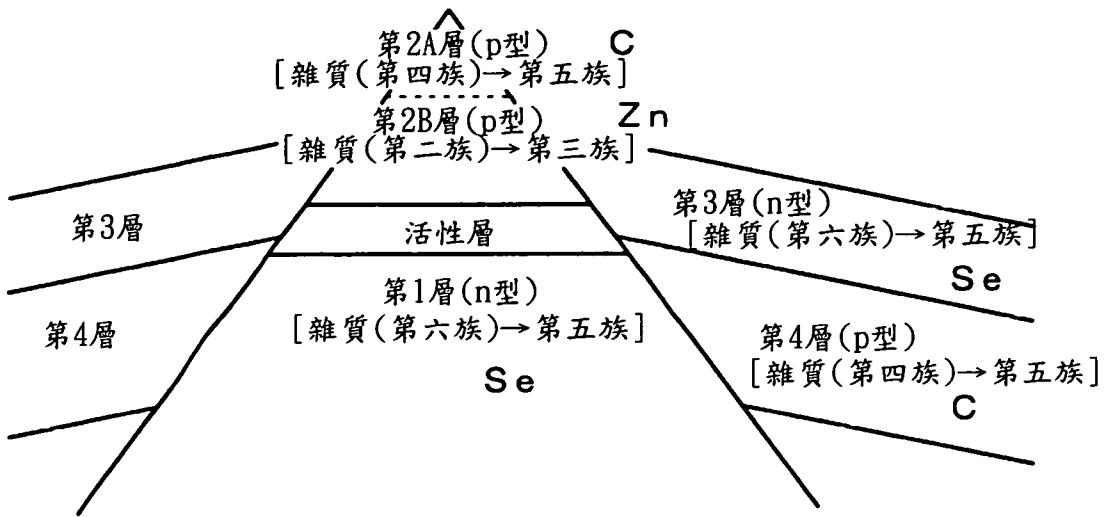
圖19

(B)



- 20 -

(A)



(B)

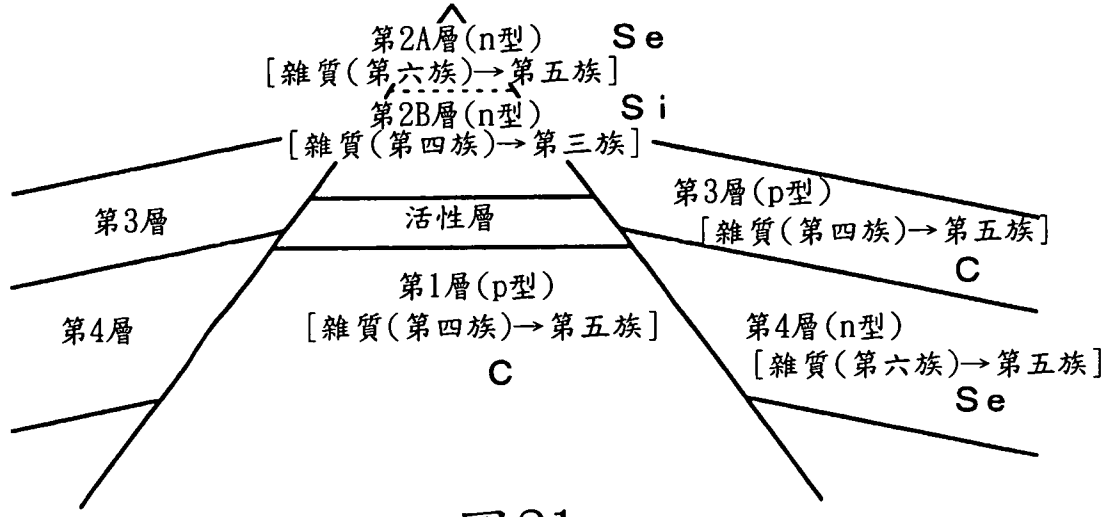
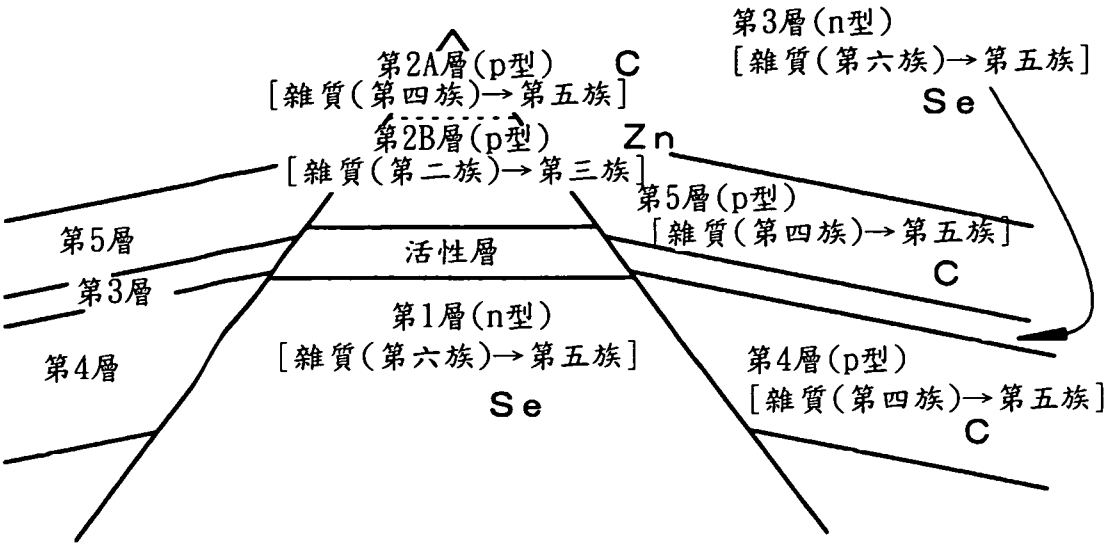


圖21

(A)



(B)

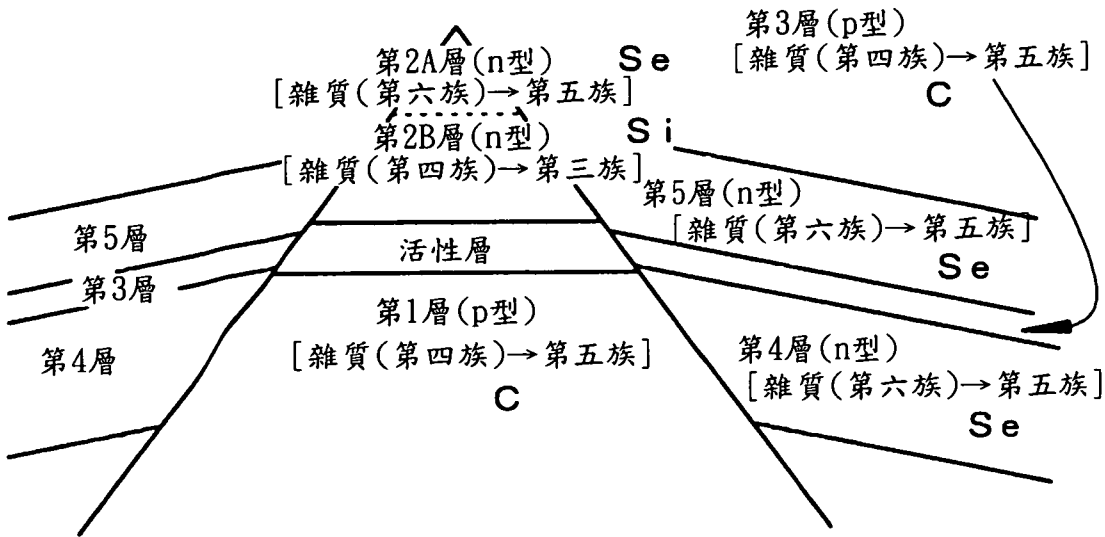


圖22

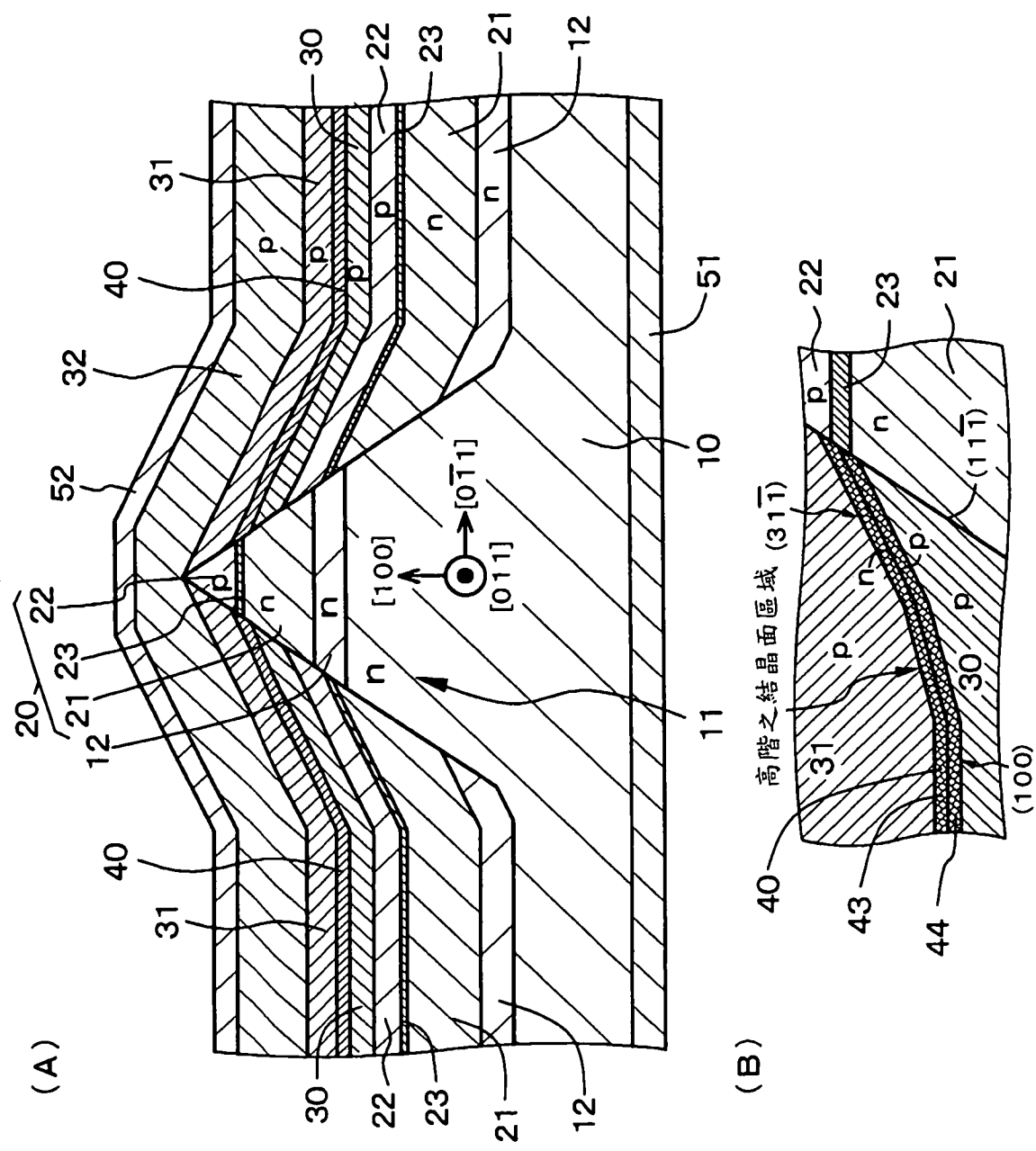


圖23

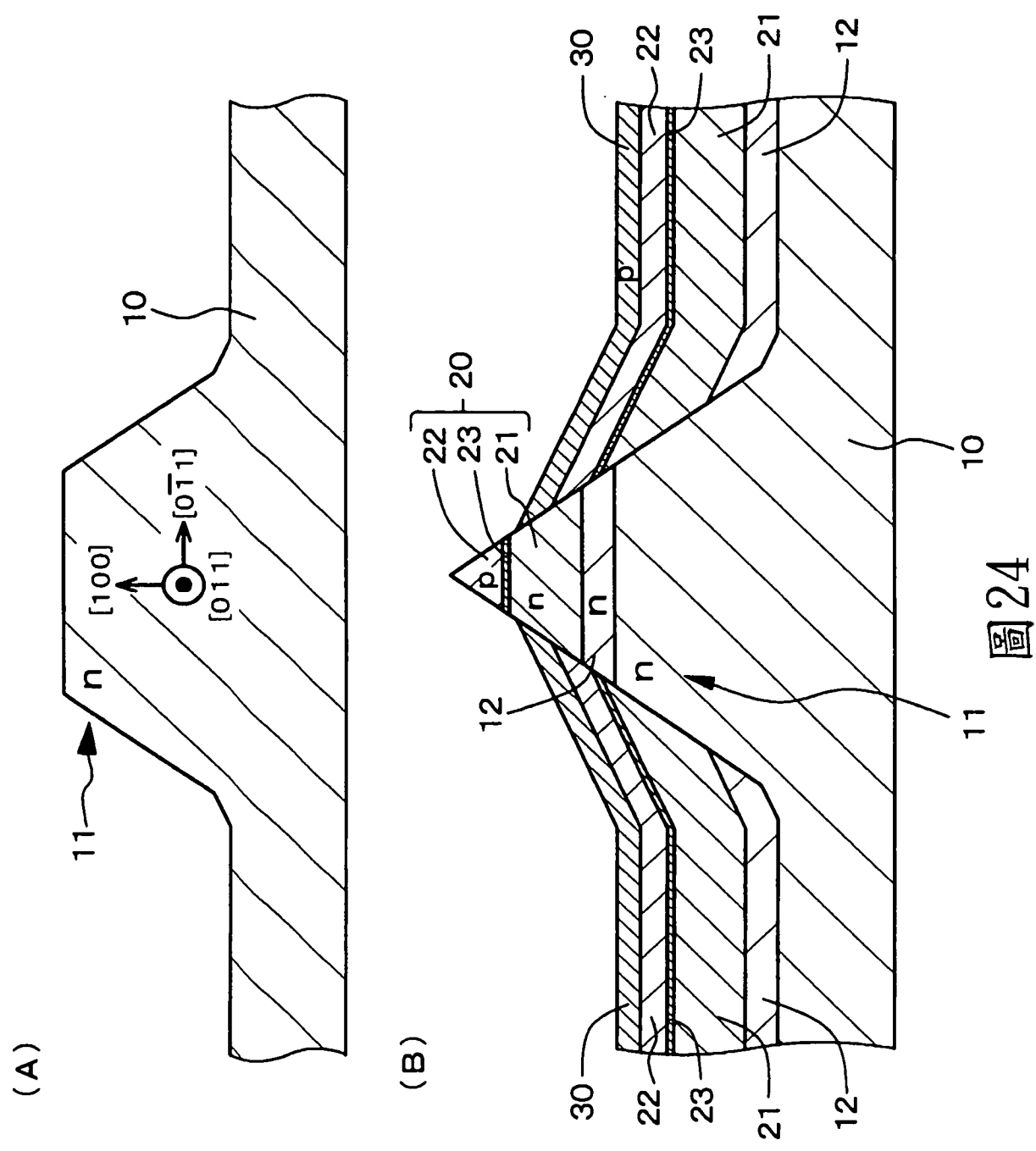
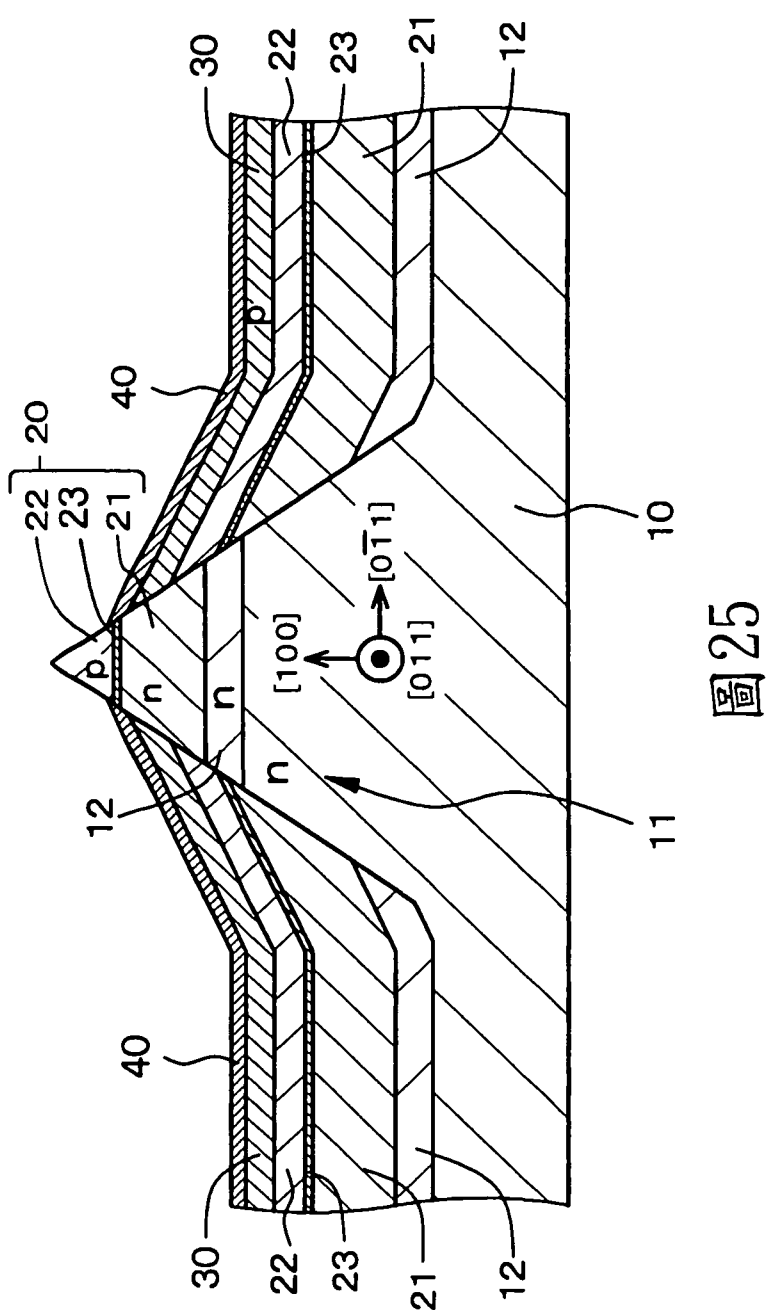
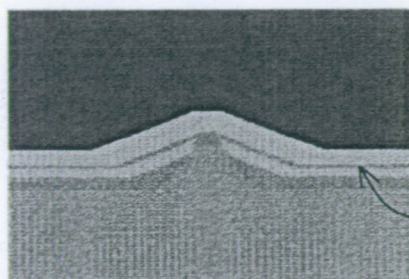


圖 24

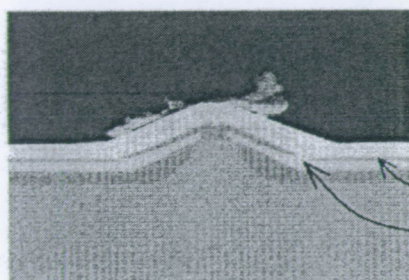


(A)



電流阻隔層

(B)

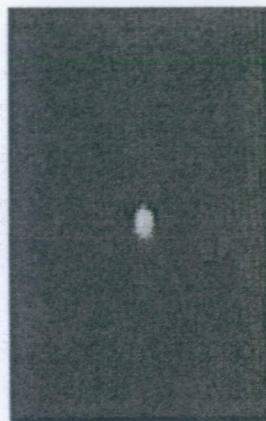


電流阻隔層

電流阻隔層消失

圖 26

(A)



(B)

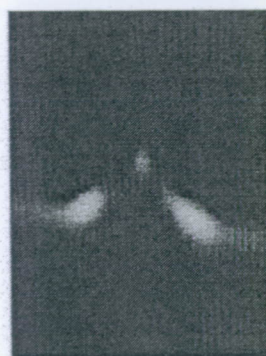


圖27

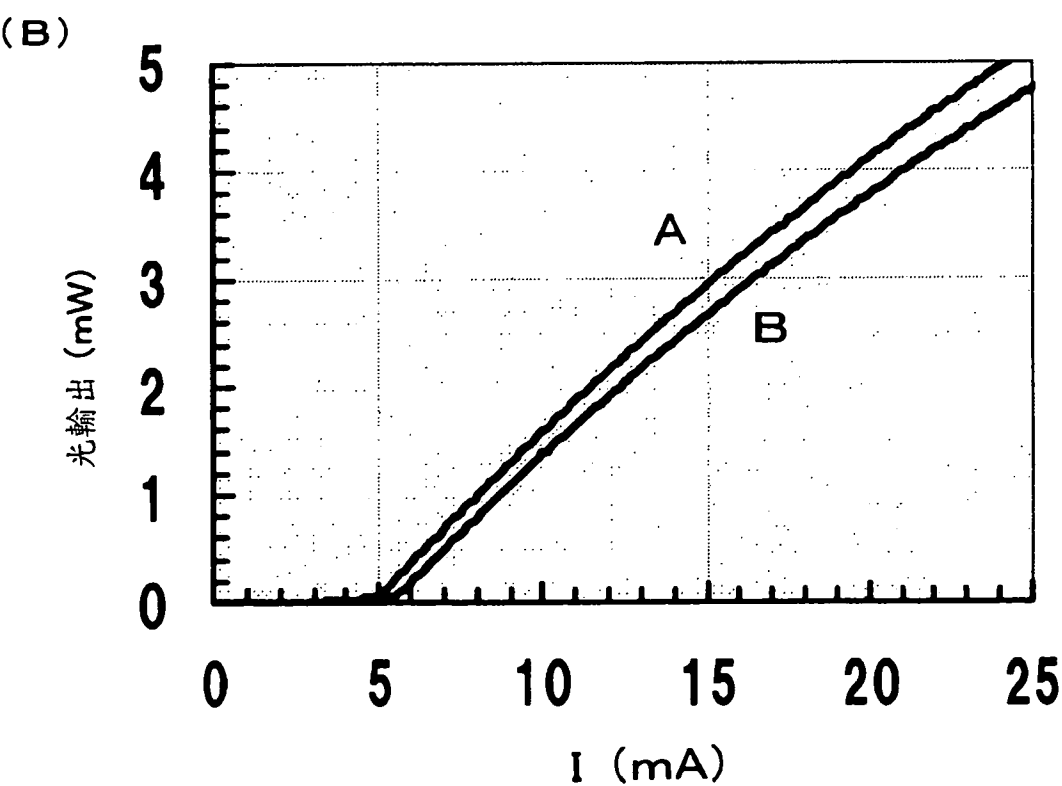
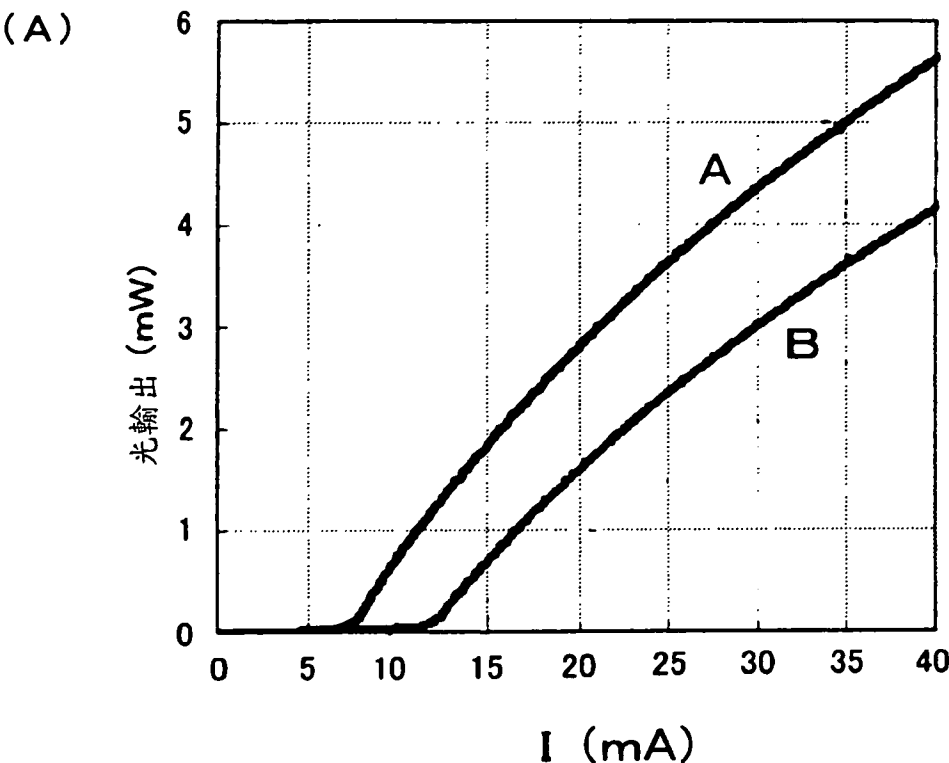


圖28

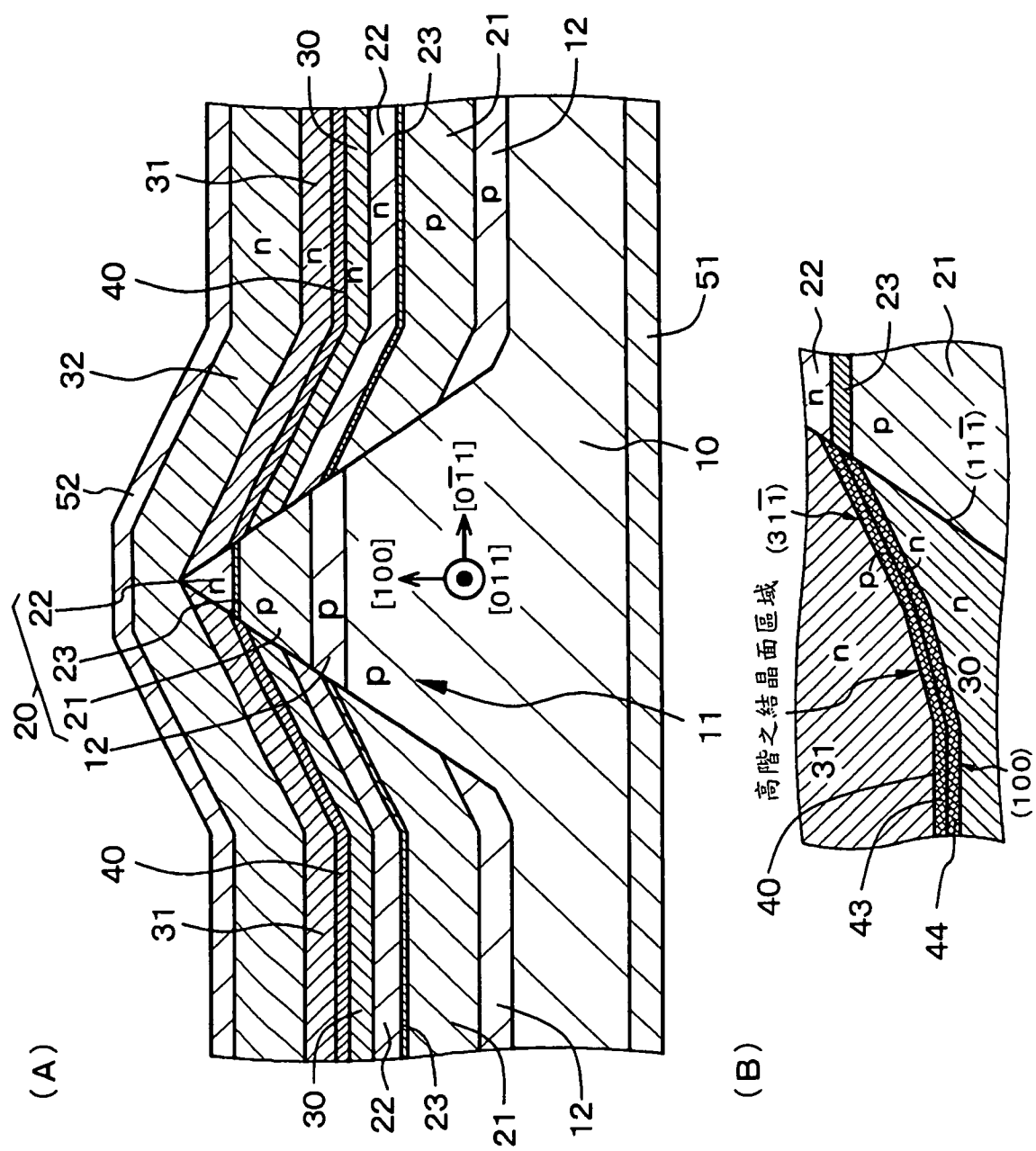


圖29

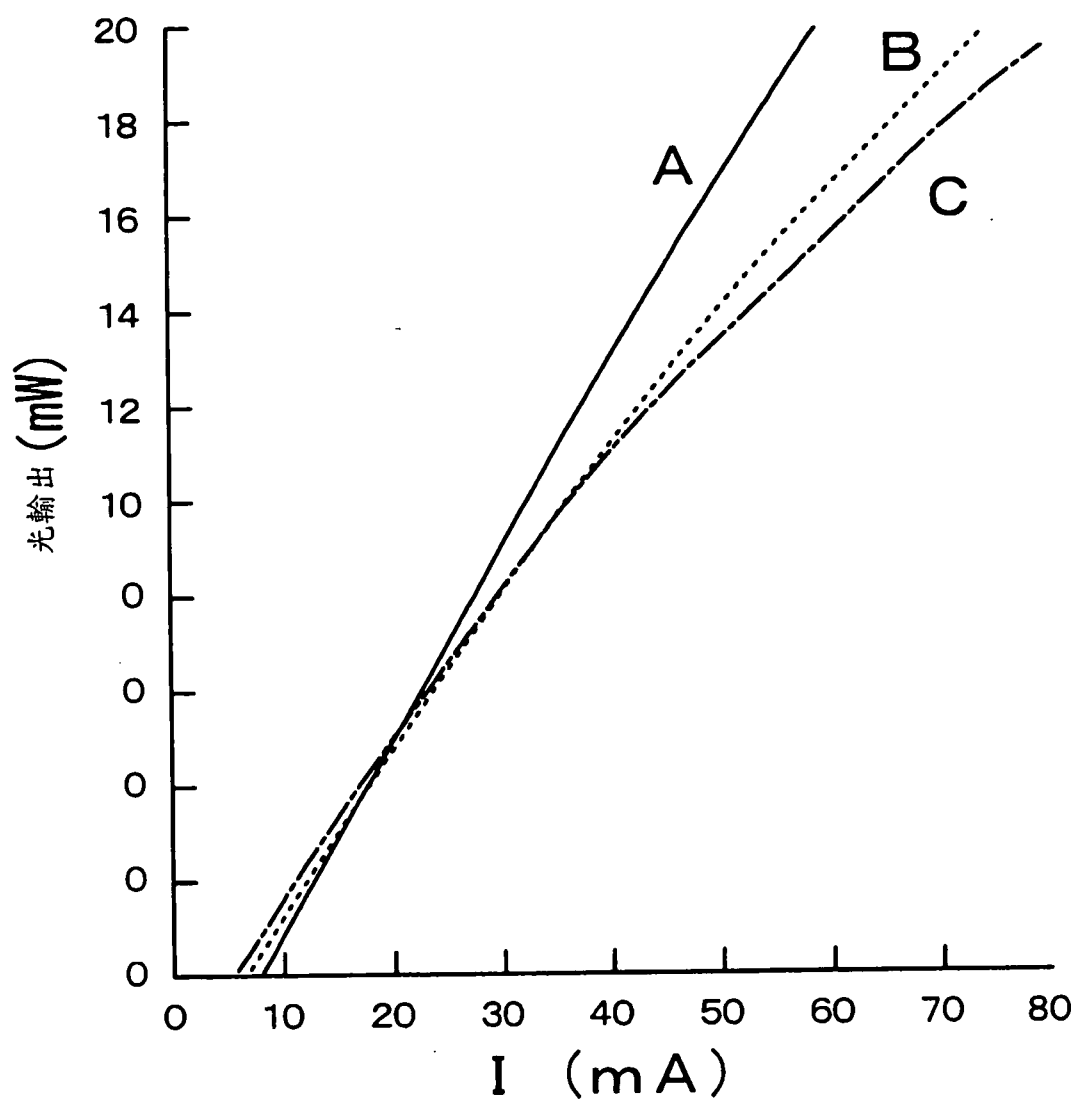


圖 30