

公告本

發明專利說明書

(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： 93107109

※ 申請日期： 93-3-17

※IPC 分類： H01L33/00

一、發明名稱：(中文/日文)

半導體發光元件及其製造方法、積體型半導體發光裝置及其製造方法、圖像顯示裝置及其製造方法、以及照明裝置及其製造方法

半導体発光素子およびその製造方法、集積型半導体発光装置およびその製造方法、画像表示装置およびその製造方法ならびに照明装置およびその製造方法

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)

安藤 國威

ANDO, KUNITAKE

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都品川區北品川六丁目七番35號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME SHINAGAWA-KU, TOKYO,

JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 5 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 奧山 浩之

OKUYAMA, HIROYUKI

2. 土居 正人

DOI, MASATO

3. 琵琶 剛志

BIWA, GOSHI

4. 鈴木 淳

SUZUKI, JUN

5. 大畑 豐治

OOHATA, TOYOHARU

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1.-5.均日本東京都品川區北品川六丁目七番35號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU,

TOKYO, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

1.-5.均日本 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；2003年03月20日；特願2003-077703

2.

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於半導體發光元件及其製造方法、積體型半導體發光裝置及其製造方法、圖像顯示裝置及其製造方法、以及照明裝置及其製造方法，特別係關於可適合於適用於使用氮化物系III-V族化合物半導體之發光二極體者。

【先前技術】

以往，作為半導體發光元件，本申請人曾提出使n型Ga₂N層生長於藍寶石基板上，於其上形成具有特定開口部之生長遮罩。在此生長遮罩之開口部之n型Ga₂N層上，選擇生長具有對基板主面傾斜之傾斜結晶面，具體上具有S面之六角錐狀之n型Ga₂N層，使活性層及p型Ga₂N層等生長於該傾斜結晶面上之發光二極體(例如參照國際公開第02/07231號小冊子(第47-50頁、圖3-圖9))。依據此發光二極體，可抑制來自基板側之貫通錯位傳播至形成元件構造之層，使該等層之結晶性保持良好，藉以獲得高發光效率。

圖1A及圖1B係表示上述文獻所揭示之半導體發光元件之典型例。此半導體發光元件之製造方法如下。即，首先，使n型Ga₂N層102生長於主面為C⁺面之藍寶石基板101上。其次，在n型Ga₂N層102之全面形成SiO₂膜後，利用微影法及蝕刻法將此SiO₂膜圖案化，在元件形成位置形成具有特定之開口部103之生長遮罩104。此開口部103之形狀

為圓形或其一邊為平行於<11-20>方向之六角形。此開口部103之大小為10 μm程度。其次，利用此生長遮罩104，使n型GaN層105選擇生長於該開口部103之n型GaN層102上。藉此選擇生長而獲得六角錐狀之n型GaN層105。此六角錐狀之n型GaN層105之6面係由對藍寶石基板101之主面傾斜之S面所形成。其次，使InGaN系活性層106及p型GaN層107依次生長於此n型GaN層105上。如此，利用六角錐狀之n型GaN層105與生長於其傾斜結晶面之活性層106及p型GaN層107，形成雙異質構造之發光二極體構造。在此省略詳細說明，其後，在p型GaN層107上形成p側電極，在n型GaN層102形成n側電極。

但，如上所述，在使具有S面構成之傾斜結晶面之六角錐狀之n型GaN層105選擇生長，使活性層106及p型GaN層107生長於該S面上而形成發光元件構造之以往之半導體發光元件在發光效率之點上仍未充分，且不得不使用較大之每1元件之佔有面積。

因此，本發明所欲解決之問題在於提供發光效率充分高且每1元件之佔有面積較小之半導體發光元件及其製造方法。

本發明所欲解決之另一問題在於提供發光效率充分高且每1元件之佔有面積較小之積體型半導體發光裝置及其製造方法、圖像顯示裝置及其製造方法、以及照明裝置及其製造方法。

【發明內容】

為解決上述問題，本發明之第1發明之半導體發光元件之特徵在於包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者。

在此，作為第1導電型半導體層、活性層及第2導電型半導體層之材料，基本上可使用任何半導體，典型上可使用具有鐵鋅礦型結晶構造之半導體。作為此種鐵鋅礦型結晶構造之半導體，除氮化物系III-V族化合物半導體外，尚有BeMgZnCdS系化合物半導體、及BeMgZnCdO系化合物半導體等II-VI族化合物半導體等。氮化物系III-V族化合物半導體最一般性而言，係由 $Al_xB_yGa_{1-x-y-z}In_zAs_uN_{1-u-v}P_v$ (但 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq z \leq 1$ ， $0 \leq u \leq 1$ ， $0 \leq v \leq 1$ ， $0 \leq x+y+z < 1$ ， $0 \leq u+v < 1$)所組成，更具體而言，係由 $Al_xB_yGa_{1-x-y-z}In_zN$ (但 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq z \leq 1$ ， $0 \leq x+y+z < 1$)所組成，典型而言，係由 $Al_xGa_{1-x-z}In_zN$ (但 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq z \leq 1$)所組成。氮化物系III-V族化合物半導體之具體例有GaN、InN、AlN、AlGaN、InGaN、AlGaInN等。

第1導電型半導體層具有鐵鋅礦型結晶構造時，構成其

凸形狀之結晶部之傾斜結晶面之多數結晶面典型上係S面(實質上亦含可視為S面之結晶面)。典型上，構成傾斜結晶面之多數結晶面之傾斜角係由結晶部之底邊向頂點階段性地縮小。此結晶部典型上具有尖塔形狀，尤其是六角錐狀之尖塔形狀。此情形，此結晶部之最上部之結晶面，換言之構成傾斜結晶面之多數結晶面中含結晶部之頂點之結晶面之傾斜角最好在60度以上65度以下，典型上在62度以上63度以下。此結晶部之形狀不限定於尖塔形狀，例如有時也在平行於基板主面之一方向具有細長形狀。此結晶部之大小(平行於第1導電型半導體層之主面之方向之最大尺寸)一般為3 μm 以上20 μm 以下，典型上為10 μm 以上15 μm 以下。

本發明之第2發明之半導體發光元件之製造方法之特徵在於用於製造半導體發光元件者，而該半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

在此，第1導電型之第1半導體層與第1導電型之第2半導體層之全體係對應於第1導電型半導體層。

作為基板，只要可使第1導電型之第1半導體層、第1導電型之第2半導體層、活性層及第2導電型半導體層等以良好之結晶性生長，基本上可使用任何材料。具體上，可使用藍寶石(Al_2O_3)(含C面、A面、R面)、SiC(含6H、4H、3C)、氮化物系III-V族化合物半導體(GaN、InAlGaN、AlN等)、Si、ZnS、ZnO、LiMgO、GaAs、 MgAl_2O_4 等構成之基板，適合於使用此等材料構成之六方晶基板或立方晶基板，尤其適合於使用六方晶基板。例如，第1導電型之第1半導體層、第1導電型之第2半導體層、活性層及第2導電型半導體層係由氮化物系III-V族化合物半導體構成時，可使用以C面為主面之藍寶石基板。但，在此所稱之C面，也含對此傾斜至 $5\sim 6^\circ$ 程度而實質上可視為C面之結晶面。

作為第1導電型之第1半導體層、第1導電型之第2半導體層、活性層及第2導電型半導體層之生長方法，例如，可使用有機金屬化學汽相生長法(MOCVD)、氮化物汽相磊晶生長法或鹵化物汽相磊晶生長法(HVPE)等。此等層中第1

導電型之第2半導體層之選擇生長之生長溫度從使凸形狀之結晶部之傾斜結晶面成為傾斜角相異之多數結晶面構成之良好之凸面之觀點而言，適合於在920°C以上960°C以下，更適合於在920°C以上950°C以下，尤其適合於在約940°C。又，此選擇生長之生長速度適合於在6 μm/h以上，更適合於在6 μm/h以上18 μm/h以下。典型上，活性層及第2導電型半導體層之選擇生長之生長溫度比第1導電型之第2半導體層之選擇生長之生長溫度低例如20~40°C以上。

生長遮罩在第2半導體層生長時，此生長遮罩上之成核充分少於第1半導體層上之成核(換言之，此生長遮罩上之生長會受到阻礙)，只要能選擇生長，基本上可使用任何材料，但典型上，係由氮化矽(SiN(尤其指Si₃N₄))膜、氧化氮化矽(SiON)膜、氧化矽(SiO₂)膜或該等之疊層膜所構成。但，作為生長遮罩，除了此等之外，也可使用氧化鋁(Al₂O₃)膜、鎢(W)膜或與上述膜之疊層膜。從使第2半導體層成為良好之尖塔形狀，尤其是六角錐狀之尖塔形狀之觀點而言，適合於使用至少最表面由氮化矽構成之生長遮罩，具體上例如氮化矽膜單層所構成之遮罩或在氧化矽膜上疊層之生長遮罩等。

生長遮罩之開口部可形成種種形狀，典型上係使用六角形或圓形，生長遮罩之開口部形成六角形時，使用此生長遮罩所形成之半導體層基於防止脫離六角形而形成之觀點，最好將使該六角形之一邊垂直於<1-100>方向或<11-

20>方向。

生長遮罩之開口部之大小(平行於基板之主面之方向之最大尺寸)從降低元件之佔有面積之觀點，固然愈小愈好，但過小時，在第2半導體層之選擇生長之際容易發生錯位及疊層缺陷等結晶缺陷，故考慮此等因素時，一般係設定為半導體發光元件之大小之1/4倍以上1倍以下，具體上例如為2 μm 以上13 μm 以下，採保守尺度時，典型上為2 μm 以上5 μm 以下，而以2.5 μm 以上3.5 μm 以下為合適值；採寬鬆尺度時，典型上為7 μm 以上13 μm 以下，而以9 μm 以上11 μm 以下為合適值。

第2半導體層典型上係使其以在橫方向寬於生長遮罩之開口部之方式選擇生長，但未必需要如此，也可控制於開口部之範圍內。

又，第2半導體層典型上係使其以形成尖塔形狀之方式選擇生長，但也可使第2半導體層以在其頂部形成略平行於基板之結晶面之方式選擇生長後，使不摻雜質之半導體層生長於此頂部上。如此一來，在第2導電型半導體層上形成第2電極，並在第1半導體層及第2半導體層構成之第1導電型半導體層上形成第1電極，將電流通至此等第1電極及第2電極間時，生長於凸形狀之結晶部之頂部之此不摻雜質之半導體層會成為電流阻止區域，可防止電流流至此部分。結晶部之頂部之結晶性一般比其他部分差，由於如此可避開結晶部之頂部而使電流通，僅使電流通至良好結晶性之部分，進而謀求發光效率之提高。

又，一般而言，生長遮罩在選擇生長結束後仍可能一直不變地留下來，但也可在選擇生長結束後予以除去。此時，在使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；與以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序之間具有除去生長遮罩之工序。

除上述以外，在本第2發明中，只要不違反其性質，有關第1發明中所說明之事項均可成立。

本發明之第3發明之積體型半導體發光裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者。

從使凸形狀之結晶部之傾斜結晶面成為由傾斜角互異之多數結晶面構成良好之凸面之觀點而言，生長遮罩之開口部之大小一般係設定為半導體發光元件之大小之1/4倍以上1倍以下，具體上例如為2 μm 以上13 μm 以下，採保守尺度時，典型上為2 μm 以上5 μm 以下，而以2.5 μm 以上3.5 μm 以下為合適值；採寬鬆尺度時，典型上為7 μm 以上13

μm 以下，而以 $9\ \mu\text{m}$ 以上 $11\ \mu\text{m}$ 以下為合適值。生長遮罩之開口部之間隔一般係設定為半導體發光元件之大小之2倍以上，具體上例如為 $10\ \mu\text{m}$ 以上，合適值在 $13\ \mu\text{m}$ 以上，典型上為 $13\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下。

在此，積體型半導體發光裝置雖不管其用途，但其典型的用途有圖像顯示裝置及照明裝置等。又，在此積體型半導體發光裝置中，除在同一基板上將多數半導體發光元件形成單片之積體型半導體發光裝置以外，也包含將單片地形成於同一基板上之多數半導體發光元件個別加以分離，且將此等半導體發光元件安裝於其他基台上之積體型半導體發光裝置。

本發明之第4發明之積體型半導體發光裝置之製造方法之特徵在於用於製造積體型半導體發光裝置者，而該積體型半導體發光裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

本發明之第5發明之圖像顯示裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者。

本發明之第6發明之圖像顯示裝置之製造方法之特徵在於用於製造圖像顯示裝置者，而該圖像顯示裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及
第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，
且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮
罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口
部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半
導體層依序生長之工序者。

本發明之第7發明之照明裝置係包含一個半導體發光元
件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件
係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜
且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜
結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層
於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，
且電性連接於第2導電型半導體層者。

本發明之第8發明之照明裝置之製造方法之特徵在於用
於製造照明裝置者，而該照明裝置係包含一個半導體發光
元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元

件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

在本發明之第3~第8發明中，只要不違反其性質，有關第1及第2發明中所說明之事項均可成立。

本發明之第9發明之半導體發光元件之特徵在於包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及
第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，
且電性連接於第2導電型半導體層者。

本發明之第10發明之半導體發光元件之製造方法之特徵在於用於製造半導體發光元件者，而該半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及
第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，
且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

本發明之第11發明之積體型半導體發光裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾

斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者。

本發明之第12發明之積體型半導體發光裝置之製造方法之特徵在於用於製造積體型半導體發光裝置者，而該積體型半導體發光裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

本發明之第13發明之圖像顯示裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及
第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者。

本發明之第14發明之圖像顯示裝置之製造方法之特徵在於用於製造圖像顯示裝置者，而該圖像顯示裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及
第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

本發明之第15發明之照明裝置係包含一個半導體發光元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者。

本發明之第16發明之照明裝置之製造方法之特徵在於用於製造照明裝置者，而該照明裝置係包含一個半導體發光元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件係包含：

第1導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少活性層及第2導電型半導體層，其係至少依次疊層於結晶部之傾斜結晶面上者；

第1電極，其係電性連接於第1導電型半導體層者；及

第2電極，其係設於結晶部上之第2導電型半導體層上，且電性連接於第2導電型半導體層者；且包含：

使第1導電型之第1半導體層生長於基板上之工序；

在第1半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第1導電型之第2半導體層選擇生長於生長遮罩之開口部之第1半導體層上之工序；及

以覆蓋第2半導體層之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長之工序者。

在本發明之第9~第16發明中，也有在整體上形成大致凸面之傾斜結晶面局部地包含平面。

在本發明之第9~第16發明中，只要不違反其性質，有關第1及第2發明中所說明之事項均可成立。

依據如上所述所構成之本發明，利用使用在特定部分具有開口部之生長遮罩，使第1導電型半導體層選擇生長，即可形成整體上具有形成良好凸面之傾斜結晶面、或整體上形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部。而，利用以覆蓋此結晶部之方式使至少活性層及第2導電型半導體層依序生長，可形成發光元件構造。此情形，第2導電型半導體層也由傾斜角互異之多數結晶面所構成，整體上具有形成良好凸面之傾斜結晶面、或整體上形成大致凸面

之傾斜結晶面。因此，在元件驅動時，可利用在此第2導電型半導體層之凸面、或大致凸面之傾斜結晶面之反射，有效地將活性層所產生之光取出至外部。又，與形成具有由S面構成之傾斜結晶面之結晶部之情形相比，可縮小結晶部之大小，因此，也可縮小使活性層及第2導電型半導體層依序形成於此結晶部上所形成之發光元件構造。更由於可使光取出方向接近垂直於主面，故即使在發光部分以外之部分設置黑遮罩等，光線也難以被遮住。

【實施方式】

以下，一面參照圖式一面說明本發明之實施形態。又，在實施形態之全圖中，在同一或對應之部分附以同一符號。

圖2A及圖2B~圖5A及圖5B係依照工序順序表示本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法，各圖之A係平面圖，B係剖面圖。

在本第1實施形態中，如圖2A及圖2B所示，首先，例如，準備主面為C⁺面之藍寶石基板11，利用熱潔淨法等潔淨其表面後，例如以有機金屬化學汽相生長(MOCVD)法使例如摻入Si作為n型雜質之n型Ga_N層12生長於藍寶石基板11上，此n型Ga_N層12最好盡可能地使用結晶缺陷，尤其貫通錯位少之材料，通常其厚度只要在例如2 μm程度以上即已足夠。作為低缺陷之n型Ga_N層12之形成方法，雖有種種方法，但一般的方法有：首先，例如以500°C程度之低溫使Ga_N緩衝層或Al_N緩衝層(未圖示)在藍寶石基板11生

長，其後升溫至 1000°C 程度使其結晶化後，使n型Ga₂N層12生長於其上之方法。此時，也可在使Ga₂N緩衝層或AlN緩衝層生長後，先使無摻雜雜質之Ga₂N層生長，其後再使n型Ga₂N層12生長。

其次，在n型Ga₂N層12之全面，例如以CVD法、真空蒸鍍法、濺射法等，最好以電漿CVD法依序形成例如厚200 nm程度之SiO₂膜及例如厚10 nm程度之SiN(尤其指Si₃N₄膜)後，利用微影法將特定形狀之光阻膜圖案(未圖示)形成於其上，以此光阻膜圖案作為掩膜，利用例如使用氫氟酸系之蝕刻液之濕式蝕刻法或使用含CF₄或CHF₃等氟之蝕刻氣之RIE法(反應性離子蝕刻法)，蝕刻SiN膜及SiO₂膜，經圖案化而在元件形成位置形成具有特定之開口部13之生長遮罩14。此開口部13之形狀為其一邊垂直於 $\langle 1-100 \rangle$ 方向或 $\langle 11-20 \rangle$ 方向之六角形。此開口部13之大小D係依照需要加以決定，一般為2~13 μm，在此例如為3 μm。在圖2A及圖2B中，開口部13雖僅圖示1個，但實際上係以陣列狀形成多數個。開口部13之排列之一例如圖6所示。在圖6中，P為開口部13之間距。間距P一般在10 μm以上，在此例如為14 μm。

其次，如圖3A及圖3B所示，利用此生長遮罩14，使例如摻入Si作為n型雜質之n型Ga₂N層15選擇生長於其開口部13之n型Ga₂N層12上。此時之生長溫度例如為 940°C ，生長速度換算成平面生長時，最好為6~18 μm/h，例如設定為11.0~11.3 μm/h之非常快之生長速度。在此選擇生長之

際，為使在與n型Ga_N層12之界面附近之生長得以保持穩定，固然也可採用使生長溫度低於940°C，且降低生長速度之生長方式，但在不含與n型Ga_N層12之界面附近之部分之大部分之生長則將生長溫度設定為940°C，並將生長速度設定為換算成平面生長時達到11.0~11.3 μm/h之非常快之生長速度而加以執行。利用此選擇生長，可獲得六角錐狀之尖塔形狀之n型Ga_N層15。此尖塔形狀之n型Ga_N層15之6面係由對藍寶石基板11之主面傾斜且傾斜角互異之多數(一般為多數或無數)結晶面所構成，但在本例中，為簡化說明起見，由四個結晶面F₁、F₂、F₃、F₄所構成，整體上形成凸面之傾斜結晶面。此時，此等結晶面F₁、F₂、F₃、F₄之傾斜角係由n型Ga_N層15之底邊向頂點呈階段性縮小，含頂點之最上部之結晶面F₄之傾斜角例如為62~63度，含底邊之最下部之結晶面F₁之傾斜角例如為74~82度。在此，構成整體上形成凸面之此傾斜結晶面之各結晶面均為S面或實質上可視為S面之結晶面，與此對應地，n型Ga_N層15係結晶取向互相有微小角度差異之單晶之集合體。此n型Ga_N層15之大小雖依照需要加以決定，但在此時，係選定於大於開口部13之大小，具體上係選定於開口部13之3倍程度。

如上所述使n型Ga_N層15生長後，接著，如圖4A及圖4B所示，使例如InGa_N系活性層16及例如摻入Mg作為p型雜質之p型Ga_N層17依序生長於藍寶石基板11上。如此，可利用六角錐狀之尖塔形狀之n型Ga_N層15、形成於其傾斜

結晶面之活性層 16 及 p 型 GaN 層 17，形成異質構造之發光二極體構造。此後，例如在含氮之環境氣體中，以 850°C 程度之溫度施行退火，以施行 p 型 GaN 層 17 中之 Mg 之活性化。活性層 16 及 p 型 GaN 層 17 之厚度，雖依照需要加以決定，但活性層 16 之厚度例如為 3 nm (生長後之活性層 16 之厚度由上向下略有不同分布)，p 型 GaN 層 17 之厚度從降低動作電壓之觀點，只要不損及發光特性，最好儘可能地薄，例如為 0.2 μm ，例如設定為 0.05 μm 時，可將動作電壓控制在 3 V 以下。此等 GaN 系半導體層之生長溫度例如活性層 16 為 650~800°C，具體上例如為 740°C，p 型 GaN 層 17 可在不損及活性層 16 之特性之範圍內設定於略高之溫度，例如 880~940°C，具體上例如為 900°C。活性層 16 既可使用例如單一 InGaN 層構成之構造，亦可使用例如 In 組成互異之二個 InGaN 層交互疊層之多重量子井構造，此等 In 組成可依照發光波長設定於何種波長而加以決定。又，在 p 型 GaN 層 17 中，最好使其最上層之 Mg 濃度上升至可與後述 p 側電極取得良好歐姆接觸之濃度。但，也可使例如摻入 Mg 作為 p 型雜質之 P 型 InGaN 層生長作為 p 型接觸層，於其上形成 p 側電極。

發光元件構造之大小 W 例如為 10 μm 程度 (參照圖 4B)。

上述 GaN 系半導體層之生長原料中，例如作為 Ga 之原料，使用三甲基鎵 ((CH_3)₃Ga，簡稱 TMG)，作為 Al 之原料，使用三甲基鋁 ((CH_3)₃Al，簡稱 TMA)，作為 In 之原料，使用三甲基銦 ((CH_3)₃In，簡稱 TMI)，並使用 NH_3 作為

N之原料。在摻雜物方面，例如使用矽烷(SiH_4)作為n型摻雜物，例如使用雙甲基環茂戊二烯鎂($(\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4)_2\text{Mg}$)或雙環茂戊二烯鎂($(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mg}$)作為p型摻雜物。

又，作為上述GaN系半導體層生長時之含載氣之環境氣體，n型GaN層12及n型GaN層15係使用 N_2 與 H_2 之混合氣體，活性層16係使用含 N_2 氣之環境氣體，p型GaN層17係使用 N_2 與 H_2 之混合氣體。此時，在活性層16之生長中，含載氣之環境氣體為含 N_2 氣之環境氣體，由於含載氣之環境氣體中不含 H_2 ，故可抑制In之脫離，防止活性層16之劣化。又，在生長p型GaN層17時，含載氣之環境氣體為 N_2 與 H_2 之混合氣體，故可使此等p型層以良好之結晶性生長。

其次，由MOCVD裝置取出利用上述方式生長GaN系半導體層之藍寶石基板11。

其次，在基板全面例如以真空蒸鍍法依序形成Ni膜、Ag膜(或Pt膜)及Au膜後，在其上以微影法形成特定形狀之光阻膜圖案，以此光阻膜圖案作為掩膜蝕刻Ni膜、Ag膜及Au膜。藉此如圖5A及圖5B所示，在含生長於六角錐狀之尖塔形狀之n型GaN層15上之活性層16及p型GaN層17之頂點之區域，形成Ni/Ag(或Pt)/Au構造之p側電極18。此p側電極18之大小如後所示，係以盡量不使驅動電流流至n型GaN層15等之缺陷區域之方式加以決定，具體上例如為4 μm 。

其次，蝕刻除去生長遮罩14之特定部分，使n型GaN層

12露出於該部分。其次，例如以真空蒸鍍法在基板全面依序形成Ti膜、Pt膜及Au膜後，在其上以微影法形成特定形狀之光阻膜圖案，以此光阻膜圖案作為掩膜而蝕刻Ti膜、Pt膜及Au膜。藉以形成接觸於n型Ga_N層12之Ti/Pt/Au構造之n側電極19。

此後，將以上述方式形成陣列狀之發光二極體構造之基板，利用RIE之蝕刻及切割或利用準分子雷射之剝離等使其晶片化，而獲得目的之Ga_N系發光二極體。必要時，也可在將形成陣列狀之發光二極體構造之基板晶片化之前，將基板表面加工成接近平坦面。

在如此所製造之Ga_N系發光二極體之p側電極18與n側電極19之間通以電流而加以驅動之結果，確認可依照活性層16之In組成，在發光波長380~620 nm之範圍，例如以發光波長450 nm透過藍寶石基板11發光。又，在發光效率較高，發光輸出例如驅動電流200 μ A時，為40 μ W。

在此，說明構形成具有六角錐狀之尖塔形狀之n型Ga_N層15之凸面之傾斜結晶面之多數結晶面中之結晶面 F_1 之傾斜面與發光效率之關係。如前所述，結晶面 F_1 之傾斜面例如為74~82度，此傾斜角愈大時，具有發光效率愈佳之傾向。例如傾斜角在74度之情形，n型Ga_N層15之生長厚換算成平面為2 μ m時，對開口部13之大小 $D=10$ μ m、間距 $P=29$ μ m，發光效率為100 mW/A，在76度之情形，n型Ga_N層15之生長厚換算成平面為2 μ m時，對開口部13之大小 $D=3$ μ m、間距 $P=17$ μ m，發光效率為200 mW/A，在82

度之情形，n型 GaN層 15之生長厚換算成平面為 4 μm 時，對開口部 13之大小 $D=3 \mu\text{m}$ 、間距 $P=17 \mu\text{m}$ ，發光效率為 210 mW/A。

其次，說明圖 6所示之生長遮罩 14之開口部 13之大小 D 及間距 P 與發光效率之關係。 D 、 P (單位均為 μm)之組合以 $(D、P)$ 表示，製作多數在 3~10 μm 之範圍改變 D ，在 11~28 μm 之範圍改變 P 之試樣，對各試樣進行 n型 GaN層 15之選擇生長，其結果，間距 P 較大者之 n型 GaN層 15呈現具有良好傾斜結晶面之尖塔形狀，有發光效率提高之傾向，大小 D 較小者有發光效率提高之傾向。又，觀察此時之光之取出情形時，顯示不僅元件之中心部，連包含側面之全體也有許多發光現象。

圖 7係表示六角錐狀之尖塔形狀之 n型 GaN層 15之掃描型電子顯微鏡 (SEM) 照片。在此，生長遮罩 14之開口部 13之大小 $D=3 \mu\text{m}$ 、間距 $P=10 \mu\text{m}$ 。為了比較，以往具有由 S面構成之傾斜結晶面之六角錐狀之 n型 GaN層之 SEM 照片如圖 8所示。在此，生長遮罩 14之開口部 13之大小 $D=10 \mu\text{m}$ 、間距 $P=29 \mu\text{m}$ 。

又，圖 9係表示生長遮罩 14之開口部 13之大小 $D=3 \mu\text{m}$ 、間距 $P=17 \mu\text{m}$ 時之 n型 GaN層 15之 SEM 照片。另外，圖 10係表示生長遮罩 14之開口部 13之大小 $D=3 \mu\text{m}$ 、間距 $P=28 \mu\text{m}$ 時之 n型 GaN層 15之 SEM 照片(請注意：倍率為圖 9之 1/2)。如圖 9及圖 10所示，可知間距 P 約 17 μm 時與約 28 μm 時相比，接近於生長遮罩 14之部分之六角錐狀之尖塔形狀

之n型Ga_N層15之傾斜角變得更大。

依據本第1實施形態，可獲得如下諸多優點。

如圖11所示，n型Ga_N層15之生長時，其內部會發生錯位20及疊層缺陷21，此等雖也有發生於橫切活性層16之處，但至少在接近於n型Ga_N層15之頂點之部分，錯位20及疊層缺陷21會消滅。因此，在本第1實施形態中，由於係利用使驅動電流通至p側電極18與n側電極19間時，驅動電流不會流通至n型Ga_N層15等之缺陷區域之方式決定p側電極18之大小。因此，可獲得發光效率極高，可靠性亦優異之Ga_N系發光二極體。

又，在本第1實施形態中，使對藍寶石基板11之主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面(結晶面 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4)所構成，具有整體上形成凸面之傾斜結晶面之六角錐狀之尖塔形狀之n型Ga_N層15生長，並使活性層16及p型Ga_N層17生長於其上時，p型Ga_N層17也具有與n型Ga_N層15同樣之傾斜結晶面。因此，使驅動電流通至p側電極18與n側電極19間時，由活性層16產生之光中，進入p型Ga_N層17側之光會被此p型Ga_N層17之外面反射而進入藍寶石基板11側。另一方面，由活性層16產生之光中，進入n型Ga_N層15內部之光直接進入藍寶石基板11側。此結果，可有效將由活性層16產生之光經由藍寶石基板11取出至外部，獲得高發光效率(參照圖12)。

另外，本第1實施形態之Ga_N系發光二極體與圖1A及圖1B所示之以往之Ga_N系發光二極體相比，可極力縮小每1

元件之佔有面積。例如，以往之Ga_N系發光二極體之六角錐狀之發光元件構造之大小為20 μm，相對地，本第1實施形態之Ga_N系發光二極體之六角錐狀之尖塔形狀之發光元件構造之大小為10 μm。

又，由於使用含反射率較高之Ag膜之Ni/Ag/Au構造之電極作為p側電極18，故可提高在形成此p側電極18之六角錐狀之尖塔形狀之p型Ga_N層17上部之反射率，藉以更有效地提高光之取出效率，進一步提高發光效率。

另外，依據本第1實施形態，可使光之取出方向垂直地接近於基板面。即，通常，來自面上之發光元件之發光分布稱為朗伯分布(Lambertian)，又稱完全擴散面。此時，發光不管從任何方向看，均呈現各向同性，但設置黑遮罩等時，光線也會向該方向行進，故希望將光取出於前方時，通常需要透鏡，但依據本第1實施形態，僅依賴生長即可調整光之取出方向。

其次，說明本發明之第2實施形態之Ga_N系發光二極體。

在本第2實施形態中，與第1實施形態同樣地進行工序，而在生長至p型Ga_N層17後，在此p型Ga_N層17上形成p側電極18。其次，由藍寶石基板11之背面側例如照射準分子雷射之等之雷射束，藉以由藍寶石基板11，並由n型Ga_N層12剝離上面之部分。其次，利用蝕刻等使如此剝離後之n型Ga_N層12背面平坦化後，如圖13所示，在n型Ga_N層12背面形成n側電極19。此n側電極19例如也可作為由ITO等構

成之透明電極。此時，可在包含對應於六角錐狀之尖塔形狀之n型Ga_N層12之部分之n型Ga_N層12背面之寬面積上形成n側電極19。又，利用Ti/Pt/Au構造之金屬疊層膜形成此n側電極19時，為了透過n型Ga_N層12使光放射至外部，如圖14所示，在對應於六角錐狀之尖塔形狀之n型Ga_N層15之部分之n側電極19形成開口部19a。

依據本第2實施形態，可獲得與第1實施形態同樣之優點。

其次，說明本發明之第3實施形態之圖像顯示裝置。此圖像顯示裝置如圖15所示。

如圖15所示，在此圖像顯示裝置中，Ga_N系發光二極體規則地排列於藍寶石基板11面內互相正交之x方向與y方向，形成Ga_N系發光二極體之二維陣列。各Ga_N系發光二極體之構造例如與第1實施形態相同。

在y方向鄰接排列著紅色(R)發光用之Ga_N系發光二極體、綠色(G)發光用之Ga_N系發光二極體、藍色(B)發光用之Ga_N系發光二極體，此等三種Ga_N系發光二極體形成1像素。排列於x方向之紅色發光用之Ga_N系發光二極體之p側電極18彼此係被配線22互相連接，同樣地，排列於x方向之綠色發光用之Ga_N系發光二極體之p側電極18彼此係被配線23互相連接，排列於x方向之藍色發光用之Ga_N系發光二極體之p側電極18彼此係被配線24互相連接。另一方面，n側電極19係向y方向延伸，成為排列於y方向之Ga_N系發光二極體之共通電極。

在如此構成之單純矩陣方式之圖像顯示裝置中，依照預備顯示之圖像信號選擇配線22、23、24與n側電極19，對被選擇之像素之Ga_N系發光二極體通以電流而加以驅動，並使其發光時，即可顯示圖像。

依據此第3實施形態，由於各Ga_N系發光二極體具有與第1實施形態之Ga_N系發光二極體同樣之構成，發光效率較高，故可實現高亮度之圖像顯示裝置。

其次，說明本發明之第4實施形態之圖像顯示裝置。此照明裝置具有與圖15所示之圖像顯示裝置同樣之構成。

在此照明裝置中，依照照明光之顏色選擇配線22~24與n側電極19，對被選擇之像素之Ga_N系發光二極體通以電流而加以驅動，並使其發光時，即可使其產生照明光。

依據此第4實施形態，由於各Ga_N系發光二極體具有與第1實施形態之Ga_N系發光二極體同樣之構成，發光效率較高，故可實現高亮度之圖像顯示裝置。

其次，說明本發明之第5實施形態之Ga_N系發光二極體。此Ga_N系發光二極體如圖16A及圖16B所示。

在本第5實施形態中，與第1實施形態同樣方式製造Ga_N系發光二極體，但與第1實施形態不同之處在於生長遮罩14之開口部13之大小 $D=10\ \mu\text{m}$ 、間距 $P=28\ \mu\text{m}$ 。此時，發光元件構造之大小 $W=13\ \mu\text{m}$ 。

依據本第5實施形態，由於生長遮罩14之開口部13之大小 D 較大，為 $10\ \mu\text{m}$ ，故在n型Ga_N層15之選擇生長時，發生錯位20及疊層缺陷21之區域變小，可減少此等結晶缺陷

對發光之影響，故可獲得發光效率高，且可靠性亦優異之 GaN 系發光二極體。作為發光輸出，例如在驅動電流 200 μA 時，可獲得 25 μW 。加之，也可獲得與第 1 實施形態同樣之其他優點。

其次，說明本發明之第 6 實施形態之 GaN 系發光二極體。此 GaN 系發光二極體如圖 17A 及圖 17B 所示。

在本第 6 實施形態中，利用與第 1 實施形態同樣方式形成具有開口部 13 之生長遮罩 14，但異於第 1 實施形態，開口部 13 之大小 $D=10\ \mu\text{m}$ 、間距 $P=28\ \mu\text{m}$ 。其次，利用此生長遮罩 14 使 n 型 GaN 層 15 選擇生長。此時之生長溫度例如為 1020°C ，生長速度換算成平面生長時，為 $4\ \mu\text{m}/\text{h}$ 。在此選擇生長之際，為了使在與 n 型 GaN 層 12 之界面附近之生長得以保持穩定，固然也可採用使生長溫度低於 1020°C ，且降低生長速度之生長方式，但在不含與 n 型 GaN 層 12 之界面附近之部分之大部分之生長則將生長溫度設定為 1020°C ，並將生長速度設定為換算成平面生長時 $4\ \mu\text{m}/\text{h}$ 之速度而加以執行。此後，將生長速度降低至 $0.5\ \mu\text{m}/\text{h}$ 之程度以執行生長。藉此，如圖 17A 及圖 17B 所示，可獲得整體呈凸面之傾斜結晶面之尖塔形狀之 n 型 GaN 層 15。此時，此傾斜結晶面係形成於此 n 型 GaN 層 15 之下部側面之 M 面或傾斜角比其略小之結晶面、與形成於此 n 型 GaN 層 15 之上部側面之 S 面所構成。

此後，利用與第 1 實施形態同樣地進行工序，以製造圖 17A 及圖 17B 所示之 GaN 系發光二極體。此情形，發光元件

構造之大小 $W=13\ \mu\text{m}$ 。

依據本第6實施形態，可獲得與第1實施形態及第2實施形態同樣之優點。作為發光輸出，例如在驅動電流 $200\ \mu\text{A}$ 時，可獲得 $25\ \mu\text{W}$ 。

其次，說明本發明之第7實施形態之Ga_N系發光二極體。此Ga_N系發光二極體如圖18A及圖18B所示。

在本第7實施形態中，利用與第1實施形態同樣方式形成具有開口部13之生長遮罩14，但開口部13之大小 $D=10\ \mu\text{m}$ 、間距 $P=28\ \mu\text{m}$ 。其次，與第1實施形態同樣地，利用此生長遮罩14使n型Ga_N層15選擇生長，再使活性層16及p型Ga_N層17生長於其上，但在此係將活性層16構成由障壁層16a、井層16b、障壁層16c、井層16d及障壁層16e構成之MQW構造。此等障壁層16a、井層16b、障壁層16c、井層16d及障壁層16e例如係由InGa_N層所構成。此情形，發光元件構造之大小 $W=13\ \mu\text{m}$ 。

此後，利用與第1實施形態同樣地進行工序，以製造圖18A及圖18B所示之Ga_N系發光二極體。

依據本第7實施形態，可獲得與第1實施形態及第2實施形態同樣之優點。作為發光輸出，例如在驅動電流 $200\ \mu\text{A}$ 時，可獲得 $80\ \mu\text{W}$ 。

其次，說明本發明之第8實施形態之Ga_N系發光二極體。此Ga_N系發光二極體如圖19A及圖19B所示。

在本第8實施形態中，利用與第1實施形態同樣方式形成具有開口部13之生長遮罩14，但異於第1實施形態，開口

部13之大小 $D=10\ \mu\text{m}$ 、間距 $P=28\ \mu\text{m}$ 。其次，利用此生長遮罩14，使n型GaN層15選擇生長。此時之生長溫度例如為 940°C ，生長速度換算成平面生長時，為 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之非常快之生長速度。在此選擇生長之際，為使在與n型GaN層12之界面附近之生長得以保持穩定，固然也可採用使生長溫度低於 940°C ，且降低生長速度之生長方式，但在不含與n型GaN層12之界面附近之部分之大部分之生長則將生長溫度設定為 940°C ，並將生長速度設定為換算成平面生長時達到 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之非常快之生長速度而加以執行。此後，將生長速度降低至 $0.5\ \mu\text{m/h}$ 之程度以執行生長。藉此，如圖19A及圖19B所示，可獲得具有整體呈凸面之傾斜結晶面，頂點部分之上面為C面或類似C面之結晶面構成之六角錐台狀之尖塔形狀之n型GaN層15。其次，例如以 940°C 之生長溫度，使無摻雜GaN層22以例如 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之生長速度封閉六角錐地，以例如厚 $100\ \text{nm}$ 程度生長於此n型GaN層15之頂點部分。此無摻雜GaN層22成為電流阻止區域。

此後，利用與第1實施形態同樣地進行工序，以製造圖19A及圖19B所示之GaN系發光二極體。此情形，發光元件構造之大小 $W=13\ \mu\text{m}$ 。

依據本第8實施形態，可獲得與第1實施形態及第2實施形態同樣之優點。此時，由於無摻雜GaN層22成為電流阻止區域，可避免驅動電流通過結晶性不良之部分，故可進一步提高發光效率。作為發光輸出，例如在驅動電流 200

μA 時，可獲得 $80\ \mu\text{W}$ 。

其次，說明本發明之第9實施形態之Ga_N系發光二極體。此Ga_N系發光二極體如圖20A及圖20B所示。

在本第9實施形態中，利用與第1實施形態同樣方式形成具有開口部13之生長遮罩14，但異於第1實施形態，開口部13之形狀形成向一個最大尺寸方向延伸之細長六角形，其最大尺寸例如為 $30\ \mu\text{m}$ ，垂直於此最大尺寸方向之最小尺寸例如為 $10\ \mu\text{m}$ 。開口部13之間距 $P=28\ \mu\text{m}$ 。其次，利用此生長遮罩14，使n型Ga_N層15選擇生長。此時之生長溫度例如為 940°C ，生長速度換算成平面生長時，為 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之非常快之生長速度。在此選擇生長之際，為使在與n型Ga_N層12之界面附近之生長得以保持穩定，固然也可採用使生長溫度低於 940°C ，且降低生長速度之生長方式，但在不含與n型Ga_N層12之界面附近之部分之大部分之生長則將生長溫度設定為 940°C ，並將生長速度設定為換算成平面生長時達到 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之非常快之生長速度而加以執行。藉此，如圖20A及圖20B所示，可生長出具有沿著生長遮罩14之開口部13知最小尺寸方向之剖面看時，向垂直於此剖面之方向擴大，且整體呈凸面之傾斜結晶面之尖塔形狀之n型Ga_N層15。

此後，利用與第1實施形態同樣地進行工序，以製造圖20A及圖20B所示之Ga_N系發光二極體。此情形，發光元件構造之大小 $W=13\ \mu\text{m}$ 。

依據本第9實施形態，可獲得與第1實施形態及第2實施

形態同樣之優點。作為發光輸出，例如在驅動電流 $200\ \mu\text{A}$ 時，可獲得 $25\ \mu\text{W}$ 。

其次，說明本發明之第10實施形態之Ga_N系發光二極體。此Ga_N系發光二極體如圖21A及圖21B所示。

在本第10實施形態中，利用與第1實施形態同樣方式形成具有開口部13之生長遮罩14，但異於第1實施形態，開口部13之大小 $D=10\ \mu\text{m}$ 、間距 $P=28\ \mu\text{m}$ 。其次，利用此生長遮罩14，使n型Ga_N層15選擇生長。此時之生長溫度例如為 940°C ，生長速度換算成平面生長時，為 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之非常快之生長速度。在此選擇生長之際，為使在與n型Ga_N層12之界面附近之生長得以保持穩定，固然也可採用使生長溫度低於 940°C ，且降低生長速度之生長方式，但在不含與n型Ga_N層12之界面附近之部分之大部分之生長則將生長溫度設定為 940°C ，並將生長速度設定為換算成平面生長時達到 $11.0\sim 11.3\ \mu\text{m/h}$ 之非常快之生長速度而加以執行。

其次，利用例如使用氫氟酸系之蝕刻液之濕式蝕刻法或使用含 CF_4 或 CHF_3 等氟之蝕刻氣之RIE法(反應性離子蝕刻法)，蝕刻除去生長遮罩14。

其次，例如以 960°C 之生長溫度及例如 $1\ \mu\text{m}$ 程度之厚度使n型Ga_N層(未圖示)生長於n型Ga_N層15上後，繼續使活性層16及p型Ga_N層17生長於其潔淨之表面上。此情形，發光元件構造之大小 $W=13\ \mu\text{m}$ 。

其次，利用與第1實施形態同樣地進行工序，形成至p側

電極18。

其次，利用微影法形成覆蓋不含n側電極形成區域之區域之p型Ga_N層17之表面之光阻膜圖案(未圖示)後，以此光阻膜圖案作為掩膜，利用例如RIE法，蝕刻p型Ga_N層17及活性層16而形成開口部，使n型Ga_N層12露出此開口部。此後，除去光阻膜圖案。其次，例如以真空蒸鍍法在基板全面依序形成Ti膜、Pt膜及Au膜後，在其上以微影法形成特定形狀之光阻膜圖案，以此光阻膜圖案作為掩膜而蝕刻Ti膜、Pt膜及Au膜。藉以形成通過p型Ga_N層17及活性層16所形成之開口部而接觸於n型Ga_N層12之Ti/Pt/Au構造之n側電極19。

依據本第10實施形態，可獲得與第1實施形態及第2實施形態同樣之優點。作為發光輸出，例如在驅動電流200 μ A時，可獲得25 μ W。

加之，依據本第10實施形態，也可獲得以下之優點。即，在已述以往之Ga_N系發光二極體中，由於使具有對基板之主面傾斜之傾斜結晶面之六角錐狀之n型Ga_N層選擇生長於氧化矽(SiO₂)或膜氮化矽(SiN)膜構成之生長遮罩之開口部，在殘留生長遮罩之情形下，使活性層及p型Ga_N層等生長於該傾斜結晶面上之結果，n型Ga_N層之選擇生長及其後之p型Ga_N層之生長係在900°C以上之高溫進行，故在此生長時，會引起矽(Si)及氧(O)脫離生長遮罩表面，而被取入其附近之生長層之現象。此現象之影響尤其在p型Ga_N層之生長時較為顯著，對Ga_N具有作為n型雜質之作

用之Si在p型Ga_N層之生長時，若被取入生長層，則難以變成p型，即使變成p型，其電洞濃度及移動度顯然均會急劇減少，並獲悉此為阻礙發光二極體之發光效率之提高之原因。另外，在成形成生長遮罩之開口部之際，需要光微影工序，在該情形下，需要有使光阻膜密貼於遮罩面而局部地予以除去之工序。但在除去時，光阻膜容易殘存於生長遮罩之微小間隙，極難予以除去。因此，在其後之高溫生長時，此殘存之光阻膜會成為雜質源，而有可能導致p型Ga_N層等之特性之惡化。相對地，在本第10實施形態中，由於在活性層16及p型Ga_N層17之生長前，即已蝕刻除去生長遮罩14，在活性層16及p型Ga_N層17之生長時，生長遮罩14已不存在，故在本質上，在p型Ga_N層17之生長時，並無矽脫離生長遮罩14而被取入生長層之問題，且再本質上亦無光阻膜造成之污染問題。因此，可獲得充分摻入Mg之低比電阻之p型Ga_N層17，進而謀求Ga_N系發光二極體之發光效率之進一步提高。

以上，已就本發明之實施形態予以具體說明，但本發明並不僅限定於上述實施形態，可依據本發明之技術的思想作各種之變形。

例如，例如在上述第1至第10實施形態中所列舉之數值、材料、構造、形狀、基板、製程等畢竟僅不過係其例子而已，必要時也可使用與此等相異之數值、材料、構造、形狀、基板、製程等。

具體而言，例如在上述第1至第10實施形態中，為了提

高活性層16之特性，也可在其附近設置光封閉特性優異之AlGaInN層，或In組成較小之InGaInN層等。又，依照需要，為獲得利用所謂弓形之帶隙縮小效果，也可在InGaInN中加上Al而成為AlGaInN。另外，依照需要，也可在活性層16與n型GaInN層12之間或活性層16與p型GaInN層17之間設置光波導層。

又，在上述第1至第10實施形態中，雖使用藍寶石基板，但依照需要，也可使用已述之SiC基板、Si基板等其他基板。另外，也可使用ELO(Epitaxial Lateral Overgrowth：磊晶橫向越界生長法)或偏調式等橫向越界生長技術所獲得之低錯位密度之GaInN基板。

另外，在上述第1至第10實施形態中，也可在與p型GaInN層17與p側電極18之間形成具有活性層16所產生之光之入侵長度以下厚度，且由Ni、Pd、Co、Sb等所構成之接觸金屬層。如此，可利用接觸金屬層之反射增強效果，謀求GaInN系發光二極體之發光效率之更進一步提高。

又，在上述第3及第4實施形態中，雖在藍寶石基板11上以單片方式形成多數GaInN系發光二極體，但也可在藍寶石基板11上以單片方式形成多數GaInN系發光二極體後，將此等GaInN系發光二極體個別地加以分離，再利用與上述第3及第4實施形態同樣之配置將其安裝於其他基台上，再利用與上述同樣方式將此等之間配線。

如以上所說明，依據本發明，由於在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面

之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部、或在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部之第1導電型半導體層之至少其傾斜結晶面上至少依次疊層活性層及第2導電型半導體層而形成發光元件構造，故可獲得發光效率充分高且每1元件之佔有面積較小之半導體發光元件、積體型半導體發光裝置、圖像顯示裝置及照明裝置。

【圖式簡單說明】

圖1A及圖1B係表示以往之Ga_N系發光二極體之平面圖及剖面圖。

圖2A及圖2B係說明本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法之平面圖及剖面圖。

圖3A及圖3B係說明本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法之平面圖及剖面圖。

圖4A及圖4B係說明本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法之平面圖及剖面圖。

圖5A及圖5B係說明本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法之平面圖及剖面圖。

圖6係表示在本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法中在生長遮罩形成陣列狀之開口部之平面圖。

圖7係表示在本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法中剛形成發光元件構造後之Ga_N加工基板之表面狀態之掃描型電子顯微鏡照片。

圖8係表示在與本發明之第1實施形態之比較例之Ga_N系

發光二極體之製造方法中剛形成發光元件構造後之Ga_N加工基板之表面狀態之掃描型電子顯微鏡照片。

圖9係表示在本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法中剛形成發光元件構造後之Ga_N加工基板之表面狀態之掃描型電子顯微鏡照片。

圖10係表示在本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法中剛形成發光元件構造後之Ga_N加工基板之表面狀態之掃描型電子顯微鏡照片。

圖11係表示在本發明之第1實施形態之Ga_N系發光二極體之製造方法中形成發光元件構造之Ga_N系半導體層生長時所導入之結晶缺陷之分布之剖面圖。

圖12係表示依照本發明之第1實施形態製造之Ga_N系發光二極體之發光情形之剖面圖。

圖13係表示本發明之第2實施形態之Ga_N系發光二極體之剖面圖。

圖14係表示本發明之第3實施形態之Ga_N系發光二極體由n側電極所視之立體圖。

圖15係表示本發明之第4實施形態之圖像顯示裝置之立體圖。

圖16A及圖16B係表示本發明之第5實施形態之Ga_N系發光二極體之平面圖及剖面圖。

圖17A及圖17B係表示本發明之第6實施形態之Ga_N系發光二極體之平面圖及剖面圖。

圖18A及圖18B係表示本發明之第7實施形態之Ga_N系發

光二極體之平面圖及剖面圖。

圖 19A 及圖 19B 係表示本發明之第 8 實施形態之 GaN 系發光二極體之平面圖及剖面圖。

圖 20A 及圖 20B 係表示本發明之第 9 實施形態之 GaN 系發光二極體之平面圖及剖面圖。

圖 21A 及圖 21B 係表示本發明之第 10 實施形態之 GaN 系發光二極體之平面圖及剖面圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|-----------|
| 11 | 藍寶石基板 |
| 12 | n 型 GaN 層 |
| 13 | 開口部 |
| 14 | 生長遮罩 |
| 15 | n 型 GaN 層 |
| 16 | 活性層 |
| 17 | p 型 GaN 層 |
| 18 | p 側電極 |
| 19 | n 側電極 |

五、中文發明摘要：

本發明之半導體發光元件係使n型Ga_N層生長於藍寶石基板上，於其上利用Si₃N₄膜等形成生長遮罩。在生長遮罩之開口部之n型Ga_N層上，選擇生長包含對藍寶石基板之主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之六角錐狀的尖塔形狀之n型Ga_N層。在此n型Ga_N層上依序形成活性層及p型Ga_N層，以形成發光元件構造，其後，形成p側電極及n側電極。

六、日文發明摘要：

サファイア基板上にn型Ga_N層を成長させ、その上にSi₃N₄膜などにより成長マスクを形成する。成長マスクの開口部におけるn型Ga_N層上に、サファイア基板の主面に対して傾斜しかつ互いに傾斜角が異なる複数の結晶面からなり、全体として凸面をなす傾斜結晶面を有する六角錐状の尖塔形状のn型Ga_N層を選択成長させる。このn型Ga_N層上に活性層およびp型Ga_N層を順次成長させ、発光素子構造を形成する。この後、p側電極およびn側電極を形成する。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 11 藍寶石基板
- 12 n型 GaN層
- 13 開口部
- 14 生長遮罩
- 15 n型 GaN層
- 16 活性層
- 17 p型 GaN層
- 18 p側電極
- 19 n側電極

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)

十、申請專利範圍：

1. 一種半導體發光元件，其特徵在於包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者。

2. 如請求項 1 之半導體發光元件，其中上述結晶部係包含鐵鋅礦型結晶構造者。
3. 如請求項 1 之半導體發光元件，其中上述結晶部係包含氮化物系 III-V 族化合物半導體者。
4. 如請求項 1 之半導體發光元件，其中上述第 1 導電型半導體層、上述活性層及上述第 2 導電型半導體層係包含氮化物系 III-V 族化合物半導體者。
5. 如請求項 2 之半導體發光元件，其中構成上述傾斜結晶面之上述多數結晶面係 S 面者。
6. 如請求項 2 之半導體發光元件，其中構成上述傾斜結晶面之上述多數結晶面之傾斜角係由上述結晶部之底邊向頂點階段性地縮小者。

7. 如請求項 6 之半導體發光元件，其中包含構成上述傾斜結晶面之上述多數結晶面中之上述頂點之結晶面之傾斜角係在 60 度以上 65 度以下者。
8. 如請求項 1 之半導體發光元件，其中上述結晶部係包含尖塔形狀者。
9. 如請求項 1 之半導體發光元件，其中上述結晶部係包含六角錐狀之尖塔形狀者。
10. 如請求項 1 之半導體發光元件，其中上述結晶部係在平行於上述主面之一方向具有細長形狀者。
11. 一種半導體發光元件之製造方法，其特徵在於用於製造半導體發光元件者，而該半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上上述開口部之上上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

12. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述生長遮罩係包含氮化矽、氧化氮化矽、氧化矽或該等之疊層膜者。
13. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述生長遮罩之至少最表面係包含氮化矽者。
14. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述生長遮罩之上上述開口部之大小係 2 μm 以上 13 μm 以下者。
15. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述結晶部係包含鐵鋅礦型結晶構造者。
16. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述結晶部係包含氮化物系 III-V 族化合物半導體者。
17. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述第 1 導電型半導體層、上述第 1 半導體層、上述第 2 半導體層、上述活性層及上述第 2 導電型半導體層係包含氮化物系 III-V 族化合物半導體者。
18. 如請求項 14 之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述傾斜結晶面之上上述多數結晶面係 S 面者。
19. 如請求項 15 之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述傾斜結晶面之上上述多數結晶面之傾斜角係由上述結

晶部之底邊向頂點階段性地縮小者。

20. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述結晶部係具有尖塔形狀者。
21. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述結晶部係具有六角錐狀之尖塔形狀者。
22. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述結晶部係在平行於上述主面之一方向具有細長形狀者。
23. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述選擇生長之生長溫度係 920°C 以上 960°C 以下者。
24. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述選擇生長之生長速度係在 6 $\mu\text{m}/\text{h}$ 以上者。
25. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中上述活性層及上述第 2 導電型半導體層之生長溫度係低於上述第 2 半導體層之選擇生長之生長溫度者。
26. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中使上述第 2 半導體層以在其頂部形成略平行於上述主面之結晶面之方式選擇生長後，使不摻雜質之半導體層生長於上述頂部上者。
27. 如請求項 11 之半導體發光元件之製造方法，其中在使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；與以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序之間，包含除去上述生長遮罩之工序者。

28. 一種積體型半導體發光裝置，其係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者。

29. 一種積體型半導體發光裝置之製造方法，其特徵在於用於製造積體型半導體發光裝置者，而該積體型半導體發光裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型

半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

30. 如請求項 29 之積體型半導體發光裝置之製造方法，其中上述生長遮罩之上述開口部之大小係在上述半導體發光元件之大小之 1/4 倍以上 1 倍以下者。

31. 如請求項 29 之積體型半導體發光裝置之製造方法，其中上述生長遮罩之上述開口部之間隔係在上述半導體發光元件之大小之 2 倍以上者。

32. 如請求項 29 之積體型半導體發光裝置之製造方法，其中上述生長遮罩之上述開口部之大小在 2 μm 以上 13 μm 以下者。

33. 如請求項 29 之積體型半導體發光裝置之製造方法，其中上述生長遮罩之上述開口部之間隔係在 10 μm 以上者。

34. 一種圖像顯示裝置，其係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾

斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者。

35. 一種圖像顯示裝置之製造方法，其特徵在於用於製造圖像顯示裝置者，而該圖像顯示裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之

生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

36. 一種照明裝置，其係包含一個半導體發光元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者。

37. 一種照明裝置之製造方法，其特徵在於用於製造照明裝置者，而該照明裝置係包含一個半導體發光元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜且傾斜角互異之多數結晶面，整體上包含形成凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

38. 一種半導體發光元件，其特徵在於包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層

者。

39. 一種半導體發光元件之製造方法，其特徵在於用於製造半導體發光元件者，而該半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；且包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

40. 一種積體型半導體發光裝置，其係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之

結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者。

41. 一種積體型半導體發光裝置之製造方法，其特徵在於用於製造積體型半導體發光裝置者，而該積體型半導體發光裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之

生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

42. 一種圖像顯示裝置，其係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者。

43. 一種圖像顯示裝置之製造方法，其特徵在於用於製造圖像顯示裝置者，而該圖像顯示裝置係由多數半導體發光元件集成，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次

疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

44. 一種照明裝置，其係包含一個半導體發光元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層

者。

45. 一種照明裝置之製造方法，其特徵在於用於製造照明裝置者，而該照明裝置係包含一個半導體發光元件或集成之多數半導體發光元件者，且各半導體發光元件係包含：

第 1 導電型半導體層，其係在一主面包含對此主面傾斜，整體上包含形成大致凸面之傾斜結晶面之凸形狀之結晶部者；

至少之活性層及第 2 導電型半導體層，其係至少依次疊層於上述結晶部之上述傾斜結晶面上者；

第 1 電極，其係電性連接於上述第 1 導電型半導體層者；及

第 2 電極，其係設於上述結晶部上之上述第 2 導電型半導體層上，且電性連接於上述第 2 導電型半導體層者；此方法包含：

使第 1 導電型之第 1 半導體層生長於基板上之工序；

在上述第 1 半導體層上形成在特定部分具有開口部之生長遮罩之工序；

使第 1 導電型之第 2 半導體層選擇生長於上述生長遮罩之上述開口部之上述第 1 半導體層上之工序；及

以覆蓋上述第 2 半導體層之方式使至少上述活性層及上述第 2 導電型半導體層依序生長之工序者。

十一、圖式：

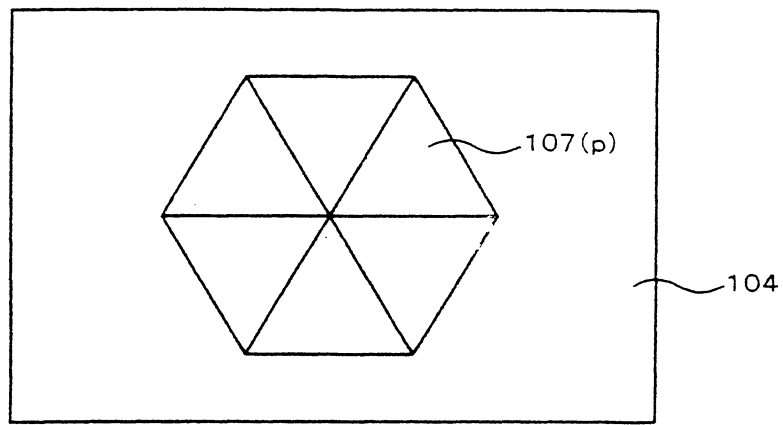


圖 1A

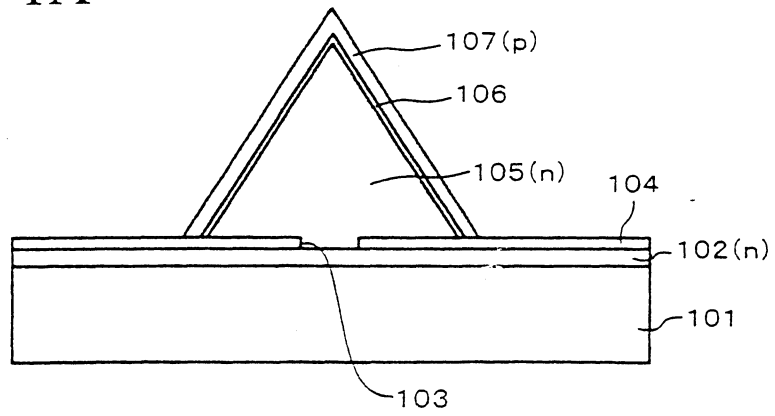


圖 1B

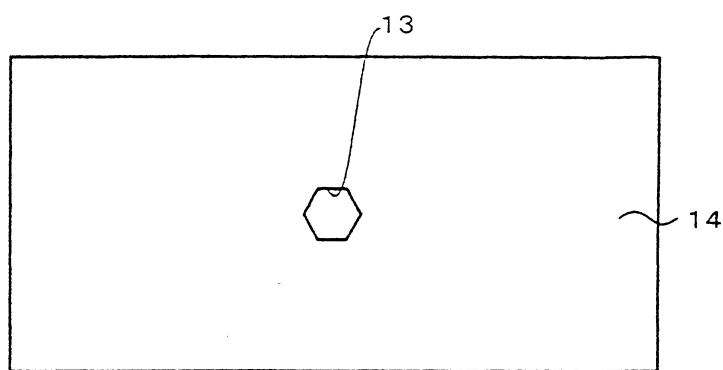


圖 2A

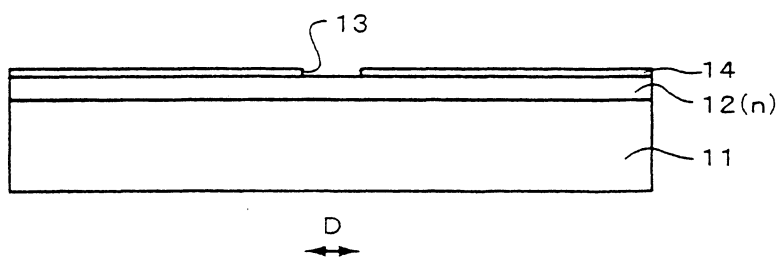


圖 2B

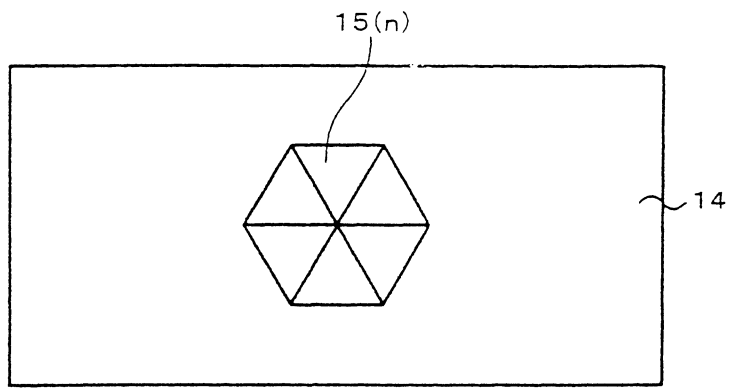


圖 3A

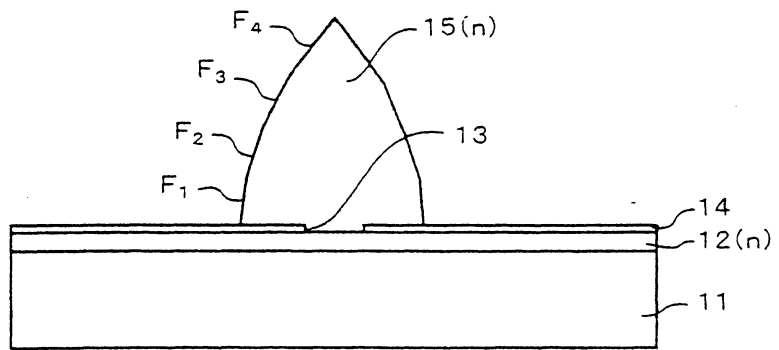


圖 3B

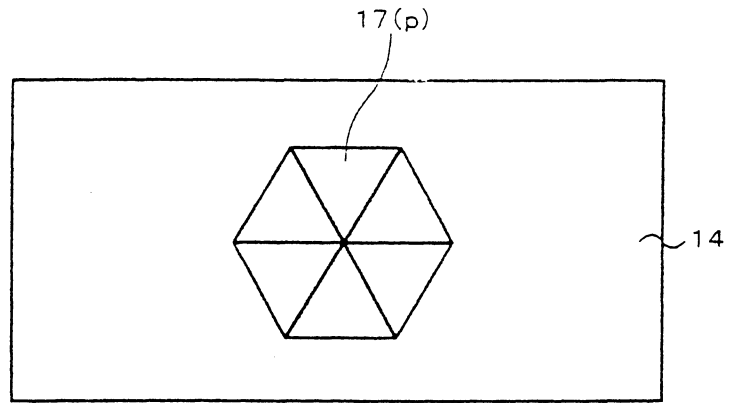


圖 4A

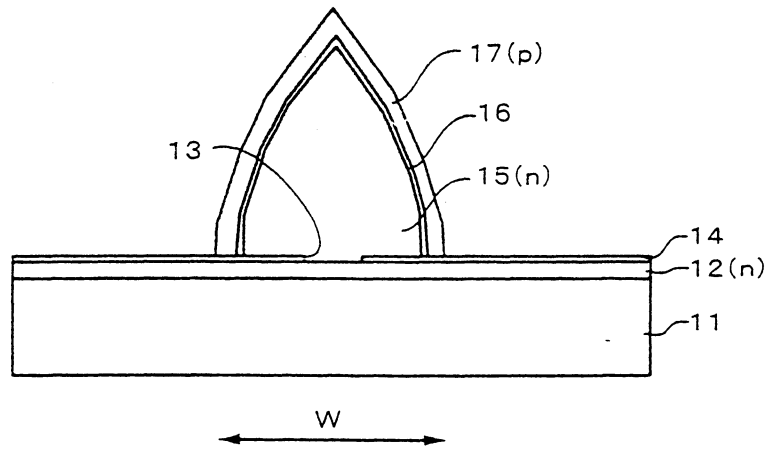


圖 4B

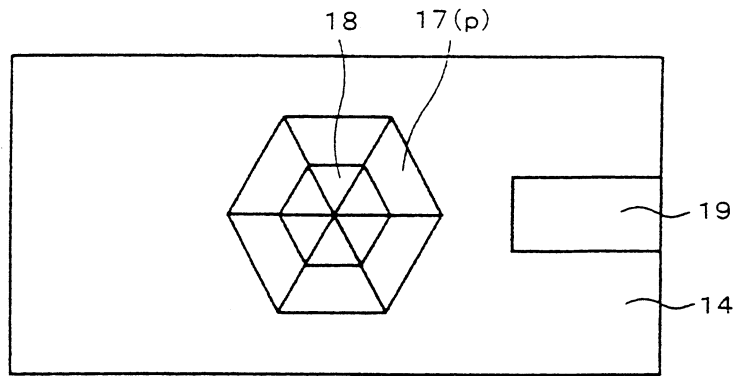


圖 5A

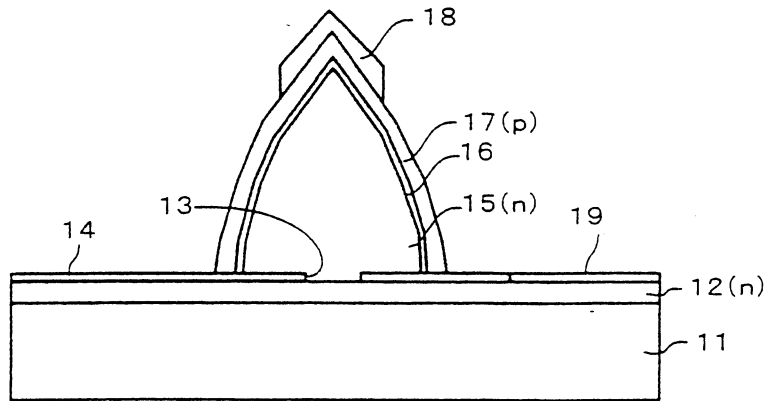


圖 5B

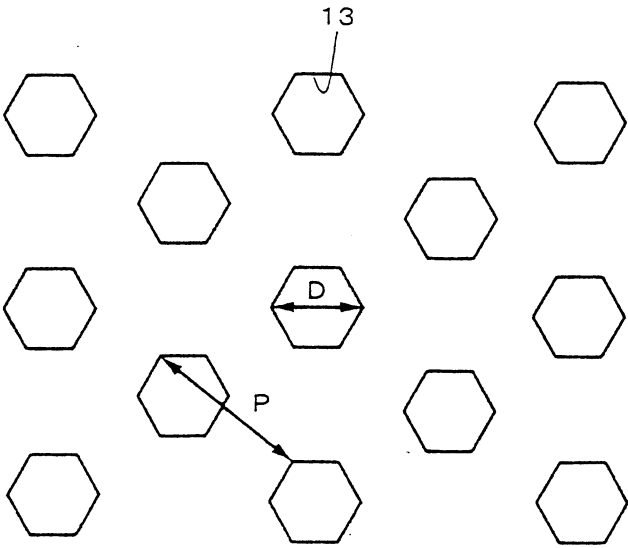


圖 6

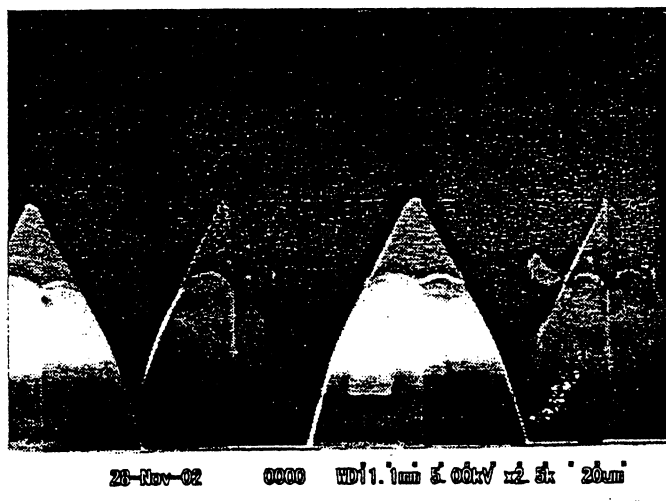


圖 7

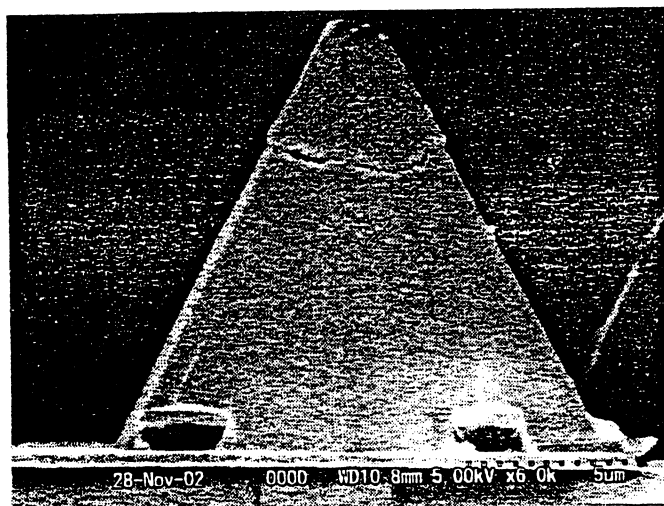


圖 8

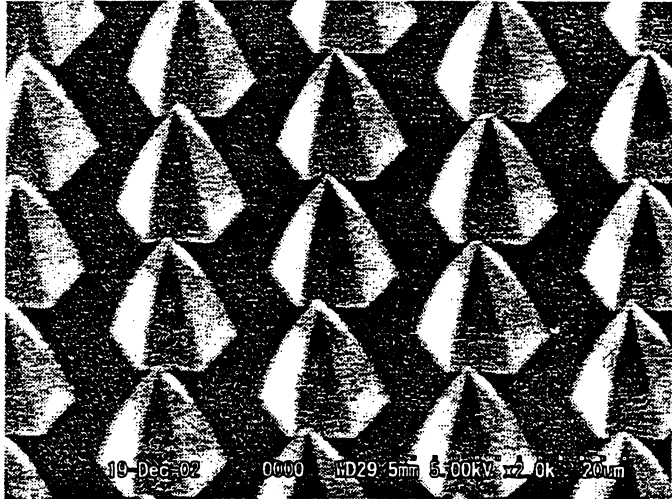


圖 9

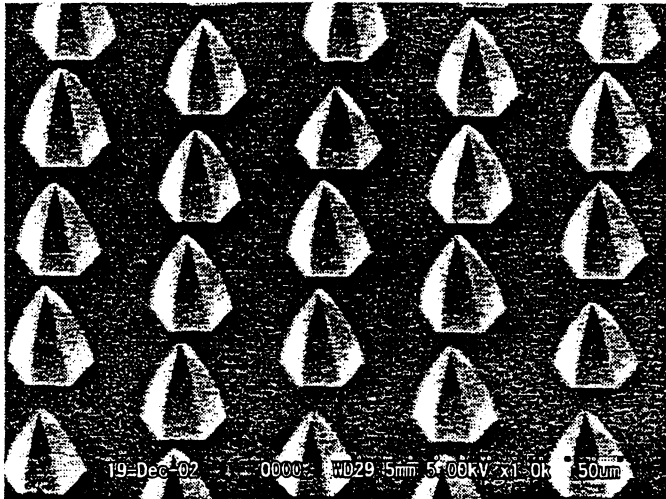


圖 10

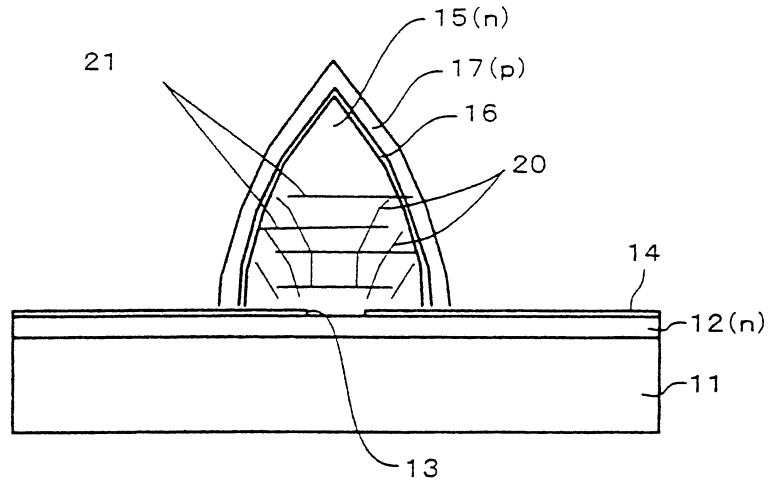


圖 11

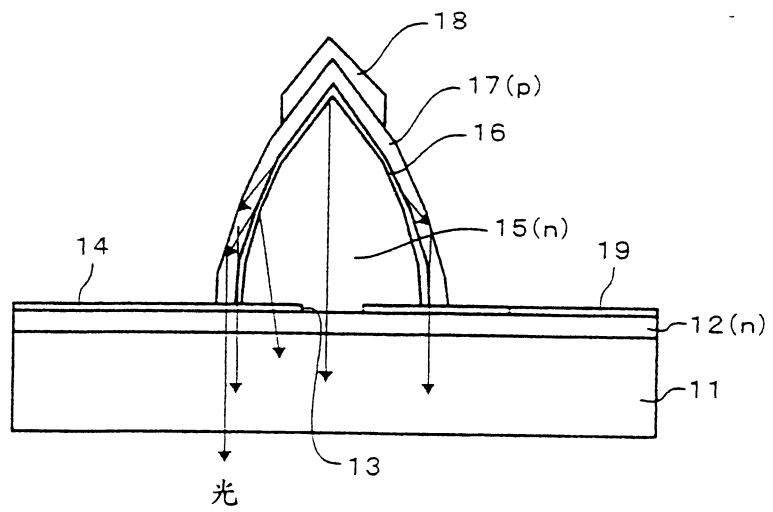


圖 12

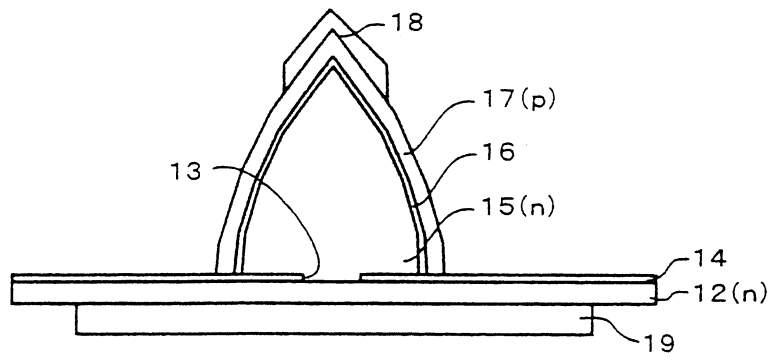


圖 13

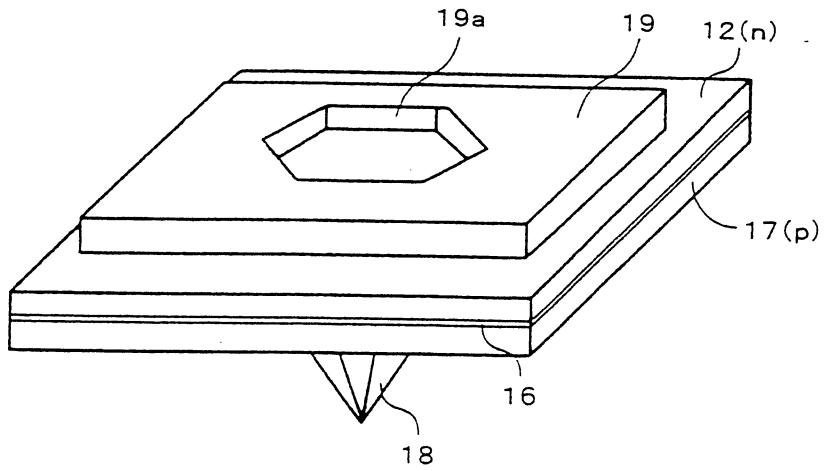


圖 14

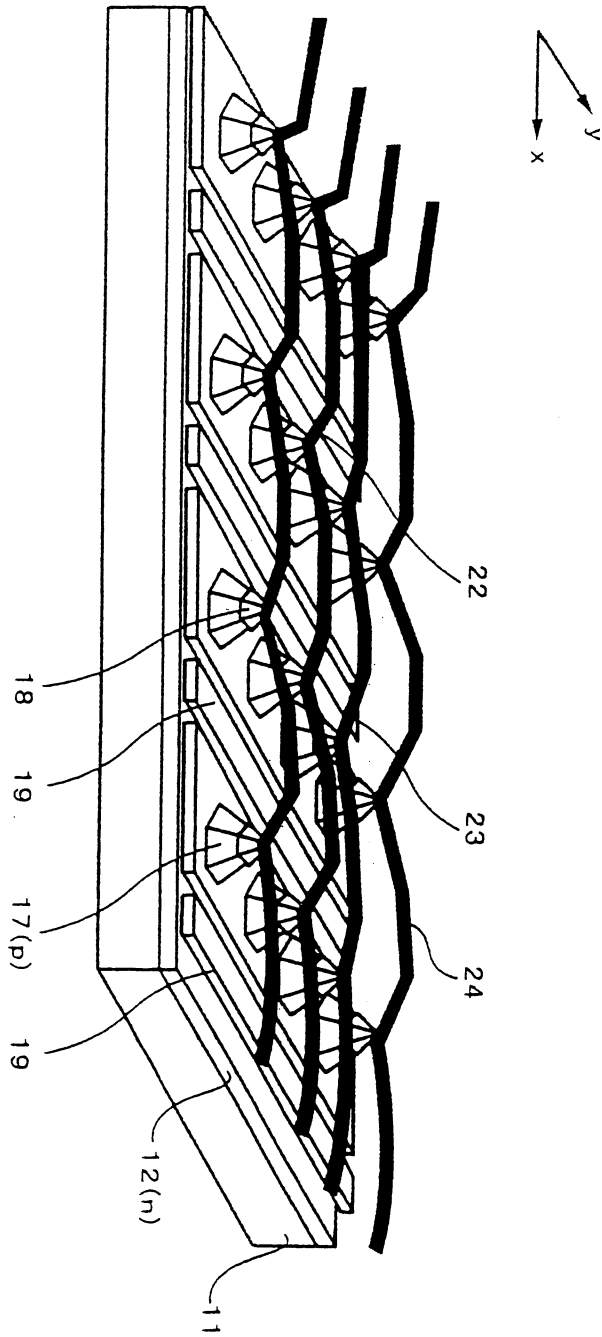


圖 15

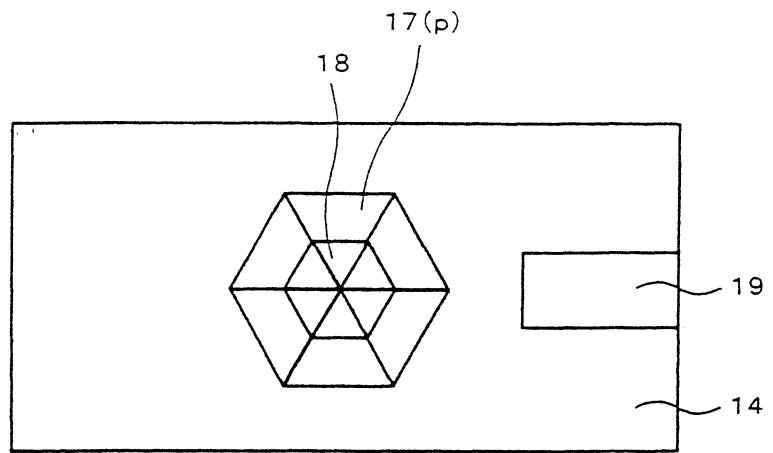


圖 16A

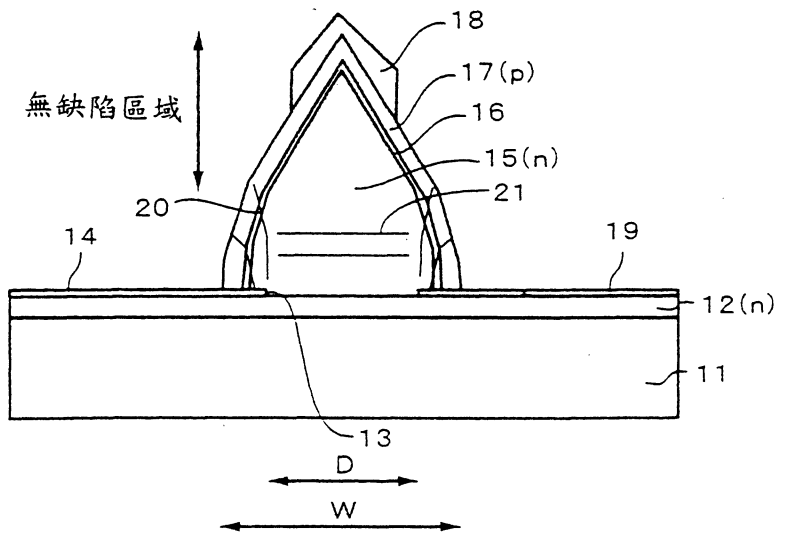


圖 16B

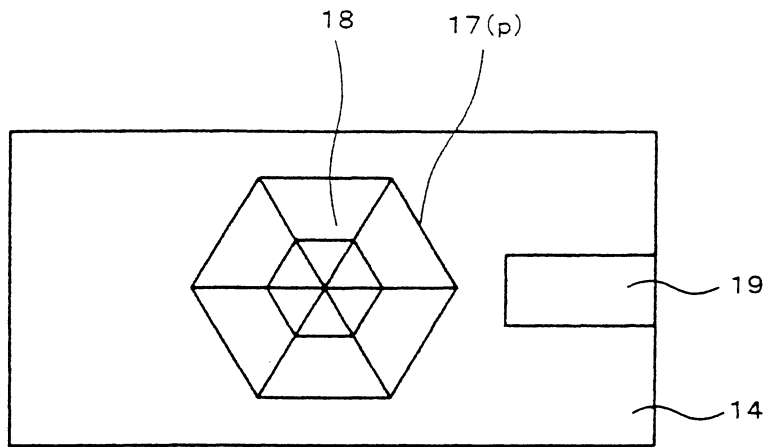


圖 17A

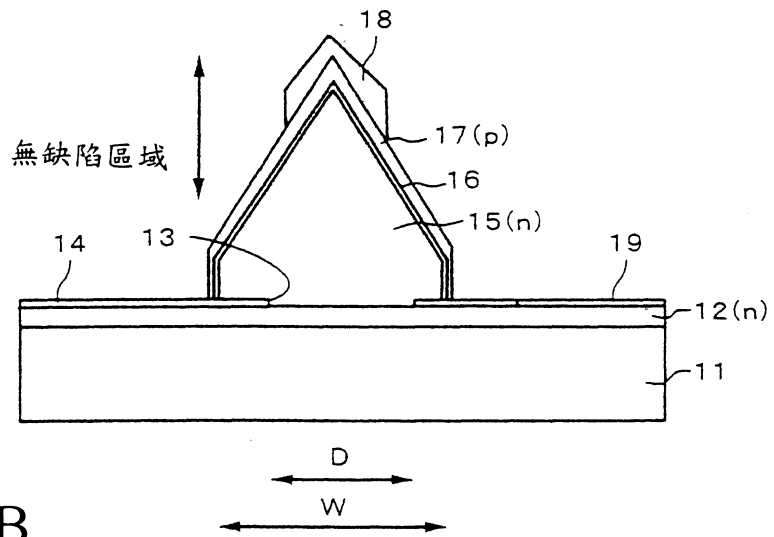


圖 17B

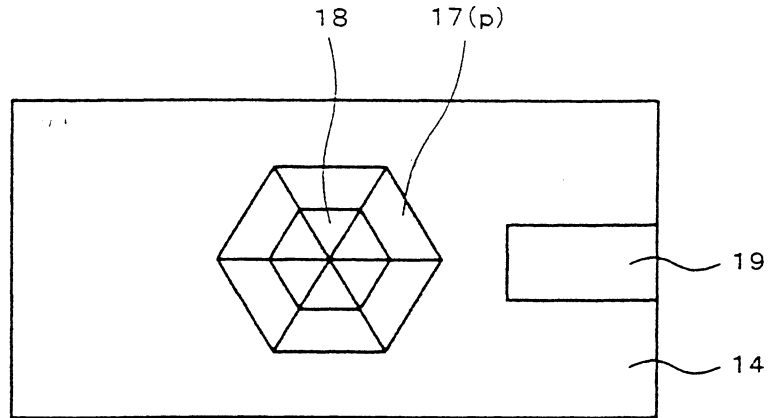


圖 18A

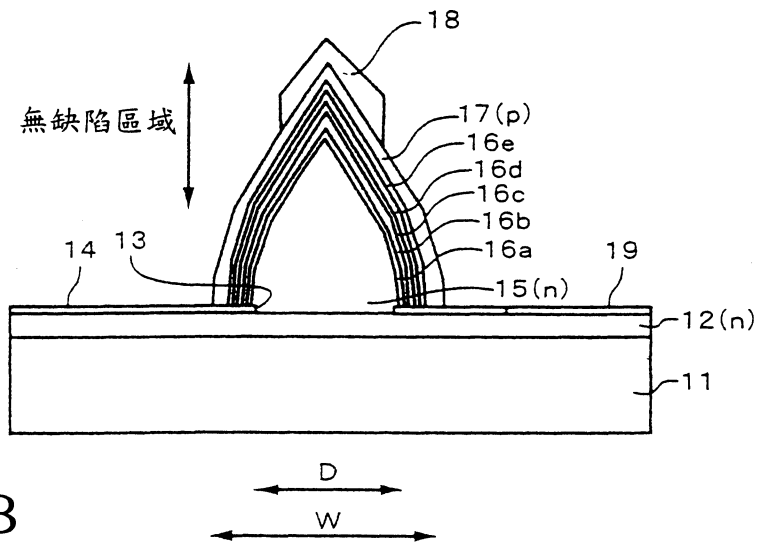


圖 18B

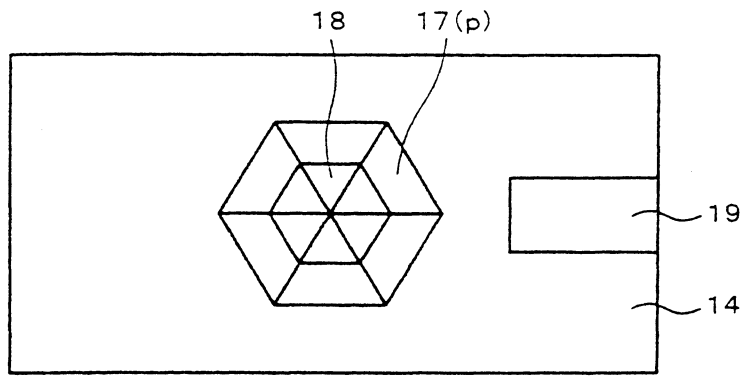


圖 19A

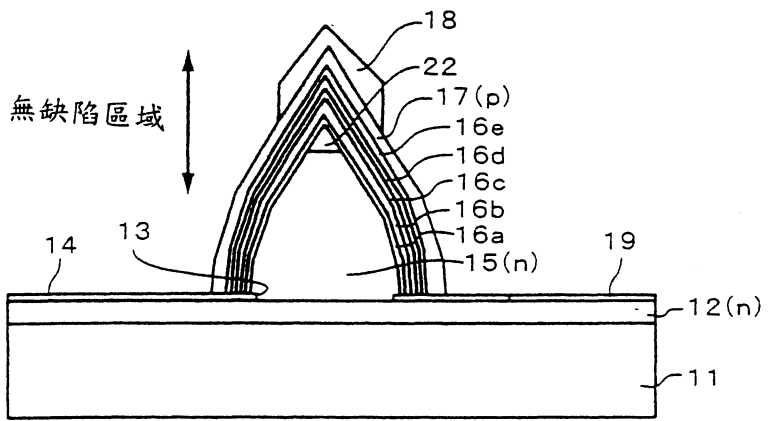
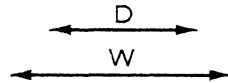


圖 19B



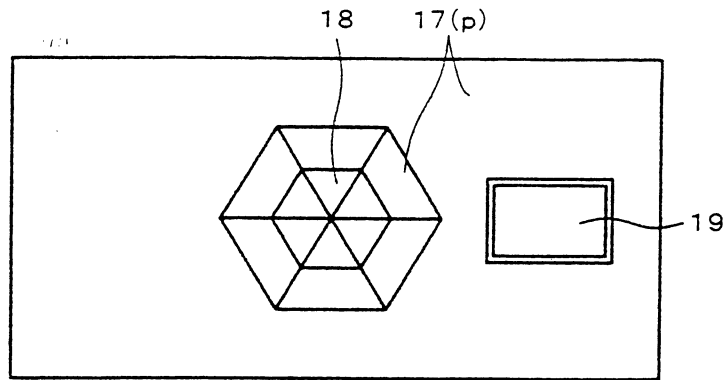


圖 21A

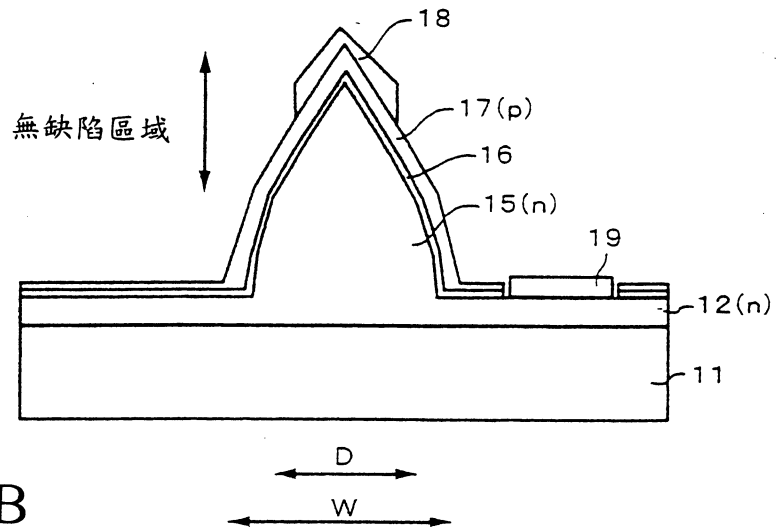


圖 21B