公告本

申請日期	90 12 26
案　　號	90132338
類　　別	H01S 3/10

A4
C4

518811

（以上各欄由本局填註）

發明 ~~新型~~ 專利說明書

一、發明 ~~新型~~ 名稱	中　文	半導體發光元件及其製造方法、以及半導體裝置及其製造方法
	日　文	半導体発光素子およびその製造方法ならびに半導体装置およびその製造方法
二、發明 ~~創作~~ 人	姓　名	1.後藤 修 OSAMU GOTO 2.淺野 竹春 TAKEHARU ASANO 3.鈴木 康彥 YASUHIKO SUZUKI 4.竹谷 元伸 MOTONOBU TAKEYA 5.渋谷 勝義 KATSUYOSHI SHIBUYA 6.水野 崇 TAKASHI MIZUNO
	國　籍	1.-6.均日本 JAPAN
	住、居所	1.日本宮城縣白石市白鳥3丁目53番2號新力白石半導體株式會社 2.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號 3.日本宮城縣白石市白鳥3丁目53番2號新力白石半導體株式會社 4.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號 5.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號 6.日本宮城縣白石市白鳥3丁目53番2號新力白石半導體株式會社
三、申請人	姓　名（名　稱）	日商新力股份有限公司 SONY CORPORATION
	國　籍	日本 JAPAN
	住、居所（事務所）	日本東京都品川區北品川六丁目七番35號
	代表人姓　名	安藤 國威 KUNITAKE ANDO

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

申請日期	
案　　號	
類　　別	

A4
C4

（以上各欄由本局填註）

發明 新型 專利說明書

一、發明 新型 名稱	中　文	
	日　文	
二、發明 創作 人	姓　名	7.東條 剛 TSUYOSHI TOJO 8.內田 史朗 SHIRO UCHIDA 9.池田 昌夫 MASAO IKEDA
	國　籍	7.-9.均日本 JAPAN
	住、居所	7.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號 8.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號 9.日本東京都品川區北品川六丁目七番35號
三、申請人	姓　名 （名　稱）	
	國　籍	
	住、居所 （事務所）	
	代表人 姓　名	

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

國（地區）	申請專利，申請日期：	案號：	，□有 □無主張優先權
日本	2000年12月28日	特願2000-401998	☑有□無主張優先權
日本	2001年09月07日	特願2001-271947	☑有□無主張優先權

有關微生物已寄存於：　　寄存日期：　　，寄存號碼：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 1 ）

【發明之技術領域】

本發明係有關一種半導體發光元件及其製造方法，以及一種半導體裝置及其製造方法，其尤其適於使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體雷射或發光二極體或電子行走元件。

【習用技術之說明】

近年，作為對於光碟之高密度化有其必要性之在藍色區域以至紫外線區域可發光之半導體雷射，正方興未艾的是使用AlGaInN等氮化物系III-V族化合物半導體之半導體雷射方面的研究開發。

作為使用此氮化物系III-V族化合物半導體之半導體雷射，已有日本專利第2780691號及第2735057號中所揭示者。前者之半導體雷射，係由含In及Ga之氮化物半導體所構成，備有具第1及第2面之量子井構造的活性層，與此活性層之第1面相接備有的是由$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)所構成之n型氮化物半導體層，與活性層之第2面相接備有的是由$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 < y < 1$)所構成之p型氮化物半導體層。又，後者之半導體雷射，係由含In及Ga之氮化物半導體所構成，在具有第1及第2面之活性層，與設於該活性層第2面側的由p型GaN所構成之p型接觸層之間，備有較活性層能帶隙能量為大，且由含In及Ga之p型氮化物半導體所構成之第1 p型覆層，此一第1 p型覆層係與活性層之第2面相接形成。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 2 ）

【發明之解決課題】

然而，根據發明人等之研討觀測到的是，根據上述日本專利案第2780691號中所揭示之技術製造半導體雷射的場合，在雷射之壽命測試中，發現有初期劣化率高，以及隨著時間之增加動作電流有逐漸增大之傾向。又，在電致發光之場合，也觀測到有顯著之發光不均一現象。

另一方面，由上述日本專利第2735057號所揭示之技術所製造之半導體雷射，又可觀察到的是顯著之初期劣化率增大。

是以，本發明所欲解決的課題是，提供一種初期劣化率充份地低、壽命長，且動作電流之經時變化極少，而且發光不均一也極少的使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體發光元件，以及可容易製造此種半導體發光元件的半導體發光元件之半導體發光元件之製造方法。

更一般而言，本發明所欲解決的課題是，提供一種壽命長且經時變化也極少之使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體裝置，以及可容易地製造此種半導體裝置的半導體裝置之製造方法。

本發明所欲解決之其他課題，係在提供一種使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體發光元件，藉由使光波導層之結晶性良好化而可增長壽命，而且特別是在作為半導體雷射時之遠視野像之光強度分布的對稱性高，且可謀求放射角(光束之擴張角)之縱橫比的降低。此外，本發明又提供一種可容易地製造此種半導體發光元件之半導體發光

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 3 ）

元件的製造方法。

更一般性而言，本發明所欲解決的其他課題是，提供一種壽命長且特性良好之使用氮化物系III-V族化合物半導體的半導體裝置，以及可容易地製造半導體裝置之半導體裝置的製造方法。

【課題之解決手段】

發明人為解決上述課題，進行銳意之研討。其概要係如下所示。

使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體雷射，一般而言，在由InGaN等所構成之活性層上以1000℃左右之高生長溫度生長p型光波導層或p型覆層時，為了防止因In自活性層脫離所造成之劣化，或防止注入活性層之電子的溢流，在令活性層生長後，係令Al組成約高至0.2程度且厚為20 nm程度之p型AlGaN所構成的罩蓋層，以同於活性層之溫度生長，而後，再提高生長溫度，令p型光波導層與p型覆層成長。然而，根據發明人等之見解，根據此一構造，雖然因In之脫離所造成的活性層之劣化可獲抑制，但罩蓋層與活性層之晶格常數差相當大之故，與罩蓋層相接之活性層中會產生大的應力，此將成為活性層劣化之原因。又，作為p型層之p型摻雜劑一般係使用Mg，但此p型層中之Mg會擴散至活性層，此亦為活性層劣化的原因。

發明人等經由進行各種實驗之結果發現，藉由使InGaN等之含In及Ga之氮化物系III-V族化合物半導體層介於活性層與罩蓋層之間，可一舉解決此等問題。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 4 ）

再進行深一層之研討，其結果發現，在令多重量子井構造之活性層的最上層之障壁層生長後，將In原料之流量保持相同，而令InGaN等之含In氮化物系III-V族化合物半導體生長的場合，可將其In量以生長溫度良好地控制。利用此點，在令InGaN等之含In氮化物系III-V族化合物半導體生長之場合，在生長中可令生長溫度上昇，藉此可令罩蓋層之生長溫度提高，因而使結晶性提高，故而可使罩蓋層之厚度更小，更顯著之場合，若只限於防止In自活性層脫離之目的，就連設置罩蓋層之必要都可省却。

此外，將上述罩蓋層設於雷射構造，更具體而言設於活性層與p型罩蓋層間之何一位置，還有改善的餘地。是以，罩蓋層之設置位置的最適化，係在考慮確保設計的自由度下進行。其結果是，基於使光波導層之結晶性良好，或是謀求提高遠視野像之光強度分布的對稱性之觀點，發現若干個最適位置。再者，除了設置罩蓋層之位置的最適化之外，又發現藉由接於活性層設置上述InGaN等之含In及Ga之氮化物系III-V族化合物半導體層，可獲得各種效果。

以上係就半導體雷射所作之說明，但只要具有相同之層構造，相信對發光二極體或電晶體般之電子移動元件等等的半導體裝置全盤有效。

本發明係基於以上之研討再作深一層之研討的結果開發而成。

具體而言，為解決上述課題，本發明之第1發明係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 5 ）

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第2發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，作為光波導層或覆層使用，且由含Al及Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第3發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 6 ）

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

在令上述活性層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

本發明之第4發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，作為光波導層或覆層使用，且由含Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

在令上述活性層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

本發明之第5發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 7 ）

中間層，其係與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第6發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，其係與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第7發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，其係與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 8 ）

體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

在令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

本發明之第8發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，其係與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

在令上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

於本發明中，含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體及第2氮化物系III-V族化合物半導體，可含In及Ga以外之III元素，例如可含Al或B等，作為V族元素可含As或P等。又，含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體，可含Al及Ga以外之III族元素，例如可含In及B等，作為V族元素可含As或P等。又，含Ga之第4氮化物系III-V族化合物半導體及第5氮化物系III-V族化合物半導體，可含Ga以外之

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 9 ）

III族元素，例如可含In或Al或B等，作為V族元素可含As或P等。

構成中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，典型上而言，為$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。中間層典型上為未摻雜，通常為n型。構成罩蓋層之第3氮化物系III-V族化合物半導體，典型上為$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。由充份獲得設置罩蓋層之效果的觀點，較佳的是將罩蓋層之厚度設為2 nm以上。另一方面，若罩蓋層之厚度過大，因其組成會使結晶性劣化，因此為防止其之故，較佳的是使罩蓋層之厚度為10 nm以下。可具有與罩蓋層相接且由含Ga之第4氮化物系III-V族化合物半導體所構成之p型層，構成此p型層之第4氮化物系III-V族化合物半導體，例如為GaN或$In_zGa_{1-z}N$(式中，$0 \leqq z < 1$)。

由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之活性層，或由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，典型上具有由井層及障壁層所構成之多重量子井構造，中間層之In組成與障壁層之In組成相同，或是更小。In組成之分布可為各種，藉由將生長溫度徐徐上昇一面令中間層生長，可獲得隨著自第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之活性層或由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相離，In組成徐徐減少之中間層。典型上而言，含於中間層之In為5×10^{19} cm^{-3}以下。中間層之厚度，係被決定成藉由與其組成之選擇的配合，可有效獲得因該中間層而造成的防止活性層或第1氮化物系III-V族化合物半導體層劣化之

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 10 ）

效果，一般而言為8 nm以上，較佳的是選擇10 nm以上。

第4氮化物系III-V族化合物半導體所構成之p型層中，典型上含有1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下之In。

作為令氮化物系III-V族化合物半導體層生長之基板，可使用各種基板，具體而言，可使用藍寶石基板、SiC基板、Si基板、GaAs基板、GaP基板、InP基板、尖晶石晶板、氧化矽基板等，此外，還可使用由厚GaN層等之氮化物系III-V族化合物半導體層所構成之基板。

作為氮化物系III-V族化合物半導體之生長方法，例如可使用有機金屬化學氣相生長(MOCVD)、高度乾燥氣相磊晶生長或鹵化物氣相磊晶生長(HVPE)等。

半導體裝置，具體而言，例如可為半導體雷射或發光二極體般之發光元件或FET或不均勻結合雙極電晶體等之電子行走元件。

本發明之第9發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 11 ）

物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第10發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第11發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 12 ）

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第12發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 13 ）

本發明之第13發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層的超晶格所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第14發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 14 ）

氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第15發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第16發明，係

一種半導體發光元件，其特徵在於：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 15 ）

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第17發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 16 ）

III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

上述活性層、光波導層及罩蓋層，係在實質上不含氫且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

上述p型覆層係在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第18發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、光波導層及罩蓋層，以較上述p型覆層之生長溫度為低的溫度生長。

本發明之第19發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 17 ）

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第20發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 18 ）

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，以較上述p型覆層之生長溫度為低的生長溫度生長。

此處，典型上，活性層及中間層，係以較光波導層及罩蓋層之生長溫度為低的生長溫度生長。

本發明之第21發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 19 ）

，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第22發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第23發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 20 ）

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第24發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 21 ）

第1光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

此處，典型上係使活性層及中間層，以較第1光波導層及罩蓋層之生長溫度為低的生長溫度下生長。

本發明之第25發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 22 ）

系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第26發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第27發明，係

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 23 ）

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第28發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 24 ）

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

此處，典型上係使活性層及中間層，以較第1光波導層及罩蓋層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第29發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 25 ）

體所構成；

光波導層，與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第30發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 26 ）

族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、光波導層及罩蓋層，在較上述p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第31發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第32發明，係

一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 27 ）

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，在較上述p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

此處，典型上係令上述活性層及中間層以較第1光波導層及罩蓋層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第33發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 28 ）

成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第34發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第35發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 29 ）

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述由第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第36發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 30 ）

成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第37發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第38發明，係

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 31 ）

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第39發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 32 ）

相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層之層；

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本發明之第40發明，係

一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 33 ）

本發明之第41發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第42發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 34 ）

層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第43發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 35 ）

合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第44發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 36 ）

蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第45發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第46發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 37 ）

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第47發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 38 ）

不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第48發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 39 ）

構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

此處，典型上由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，係以較中間層、由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層的生長溫度為低之生長溫度生長。

本發明之第49發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 40 ）

之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第50發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 41 ）

之層；

罩蓋層，與上述由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第51發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 42 ）

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第52發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 43 ）

物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

此處，典型上係令由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及中間層，以較第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層的生長溫度為低的生長溫度生長。

本發明之第53發明，係

142.一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 44 ）

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本發明之第54發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 45 ）

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本發明之第55發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 46 ）

本發明之第56發明，係

一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

此處，典型上而言，由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及中間層，係以較第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層的生長溫度為低之生長溫度生長。

於本發明之第9~56發明中，含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體、第8氮化物系III-V族化合物半導體及第9氮

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 47 ）

化物系III-V族化合物半導體，除了Ga以外之III族元素，例如也可含有In或Al或B等等，作為V族元件也可含有As或P等。又，含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體，也可含有Al及Ga以外之III族元素，例如含有In或B等，作為V族元素，也可含As或P等等。

於本發明之第9~56發明中，典型上而言，罩蓋層之能帶隙較p型覆層或p型層之能帶隙為大。基於充份獲得因設置罩蓋層所生之效果的觀點，較佳的是，罩蓋層之厚度為2 nm以上。另一方面，若罩蓋層過厚時，因其組成結晶性會劣化，為防止此一現象，較佳的是使罩蓋層之厚度為20 nm以下。因此，光波導層、第1光波導層、由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，或由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層若摻雜Mg等之p型雜質，與未摻雜之情形相較，反而電阻率會增高，因此較佳的是不作摻雜。未摻雜之光波導層、第1光波導層、由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，或由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，係表現n型傳導性。此等光波導層、第1光波導層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，或第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層，其厚度一般為8 nm以上，典型上而言為10 nm以上100 nm以下。

有關半導體發光元件或半導體裝置之各層的生長時之載體氣體氣氛，基於獲得更低電阻之層的觀點上，最適合的是使用實質上不含氫，且作為以氮為主成分之載體氣體氣氛使用N_2氣體氣氛，作為以氮與氫為主成分之載體氣體氣

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 48 ）

氛使用N_2與H_2之混合氣體氣氛。

於本發明之第9~56發明中，就上述以外之細節，只要不違反其性質，本發明第1~8發明中所述者成立。

根據上述構成之本發明，與活性層或第1氮化物系III-V族化合物半導體層相接，藉由與第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga的第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成之中間層的設置，以該中間層之存在，因罩蓋層等在活性層或第1氮化物系III-V族化合物半導體層中所產生之應力，可大幅緩和，或是，作為p型摻雜劑使用之Mg的對於活性層或第1氮化物系III-V族化合物半導體層之擴張，可有效予以抑制。

又，藉由設置罩蓋層之位置的最適化，與在活性層相鄰處設置蓋層，或是在活性層介以中間層設置罩蓋層之場合相較，可使光波導層或第1光波導層之結晶性良好，或是可謀求此等光波導層或第1光波導層之厚度的最適化。

【發明之實施形態】

以下，茲就本發明之實施形態，佐以圖面說明之。又，在實施形態之全圖中，相同或對應之部份，係標示以相同之符號。

圖1中所示的是本發明第1實施形態之GaN系半導體雷射。此一GaN系半導體雷射，具有突脊構造及SCH(分離限制異質結構)構造。

如圖1所示，於此第1實施形態之GaN系半導體雷射中，c面藍寶石基板1上，介以低溫生長之未摻雜GaN緩衝層2，

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 49 ）

依序積層有利用ELO等之橫向結晶生長技術所生長之未摻雜GaN層3、n型GaN接觸層4、n型AlGaN覆蓋層5、n型GaN光波導層6，例如未摻雜之$In_xGa_{1-x}N/In_yGa_{1-y}N$多重量子井構造之活性層7、n型未摻雜InGaN劣化防止層8、p型AlGaN罩蓋層9、p型GaN光波導層10、p型AlGaN覆層11及p型GaN接觸層12。

此處，未摻雜GaN緩衝層2之厚度例如為30 nm。未摻雜GaN層3之厚度例如為0.5 μm。n型GaN接觸層4之厚度例如為4 μm，作為n型雜質例如摻雜有矽(Si)。n型AlGaN覆蓋層5之厚度例如為1.0 μm，作為n型雜質例如摻雜有Si，Al組成例如為0.07。n型GaN光波導層6厚度例如為0.1 μm，作為n型雜質例如摻雜有Si。又，未摻雜$In_xGa_{1-x}N/In_yGa_{1-y}N$多重量子井構造之活性層7，例如作為井層之$In_xGa_{1-x}N$層之厚度為3.5 nm，x=0.14，作為障壁層之$In_yGa_{1-y}N$層之厚度為7 nm，y=0.02，井數為3。

未摻雜InGaN劣化防止層8，自與活性層7相接之面，朝與p型AlGaN罩蓋層9相接之面，具有In組成逐漸單調減少之梯度構造，與活性層7相接之面的In組成，係與作為活性層7之障壁層的$In_yGa_{1-y}N$層的In組成y一致，與p型AlGaN罩蓋層9相接之面的In組成為0。此一未摻雜InGaN劣化防止層8之厚度例如為20 nm。

p型AlGaN罩蓋層9厚度例如為10 nm，作為p型雜質摻雜有例如鎂(Mg)。此一p型AlGaN罩蓋層9之Al組成例如為0.2。如前所述，此一p型AlGaN罩蓋層9係用以防止p型GaN光

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 50 ）

波導層10、p型AlGaN覆層11及p型GaN接觸層12生長時，In自活性層7脫離劣化，以及用以自活性層9載子(電子)之溢流。p型GaN光波導層10厚例如為0.1 μm，作為p型雜質例如摻雜有Mg。p型AlGaN覆層11厚度例如為0.5 μm，作為p型雜質例如摻雜有Mg，Al組成例如為0.07。p型GaN接觸層12厚度例如為0.1 μm，作為p型雜質例如摻雜有Mg。

n型GaN接觸層4之上層部、n型AlGaN覆蓋層5、n型GaN光波導層6、活性層7、未摻雜InGaN劣化防止層8、p型AlGaN罩蓋層9、p型GaN光波導層10及p型AlGaN覆層11，具有特定寬之凸型形狀。此一凸型部之p型AlGaN覆層11的上層部及p型GaN接觸層13上，形成有例如在<11-20>方向之突脊13。此一突脊13之寬度例如為3 μm。

為覆蓋上述凸型部之整體，例如設有厚為0.3 μm之SiO_2膜般之絕緣膜14。此一絕緣膜14係用以作電絕緣及表面保護。此絕緣膜14中之突脊13上的部份，設有開口14a，經由此一開口14a，p側電極15與p型GaN接觸層13接觸。此一p側電極15具有依序積層Pd膜、Pt膜及Au膜而成之構造，Pd膜、Pt膜及Au膜之厚度例如分別為10 nm、100 nm及300 nm。另一方面，絕緣膜14中，與凸型部相鄰之特定部份設有開口14b。經由此一開口14b，n側電極16與n型GaN接觸層4接觸。此一n側電極16具有依序積層Ti膜、Pt膜及Au膜而成之構造，Ti膜、Pt膜及Au膜之厚度例如分別為10 nm、50 nm及100 nm。

此一GaN系半導體雷射之要部的能帶構造(傳導帶)係示

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 51 ）

於圖2中。於圖2中，E_c表傳導帶之下端的能量。

其次，茲就此第1實施形態之GaN系半導體雷射的製造方法說明之。

首先，在預先以熱清潔等表面被清淨化之c面藍寶石基板1上，以有機金屬化學氣相成長(MOCVD)法，例如在500℃程度之溫度下，生長未摻雜GaN緩衝層2，而後，例如使用ELO等之橫向結晶生長技術，例如以1000℃之生長溫度生長未摻雜GaN層3。

繼之，在未摻雜GaN層3上，以MOCVD法依序例如生長n型GaN接觸層4、n型AlGaN覆層、n型GaN光波導層6、未摻雜$Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN$多重量子井結構之活性層7、未摻雜InGaN劣化防止層8、p型AlGaN罩蓋層9、p型GaN光波導層10、p型AlGaN覆層11及p型GaN接觸層12。此處，不含In之層的n型GaN接觸層4、n型AlGaN覆層5、n型GaN光波導層6、p型AlGaN罩蓋層9、p型GaN光導波層10、p型AlGaN覆層11及p型GaN接觸層12的生長溫度，例如為1000℃程度；含In之層的$Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN$多重量子井結構之活性層7的生長溫度，例如為700~800℃，諸如730℃。未摻雜InGaN劣化防止層8之生長溫度，生長開始時點，例如與活性層7之生長溫度相同，例如設定為730℃，而後例如將其作直線上昇，在生長終了之時點，則與p型AlGaN罩蓋層9之生長溫度相同，例如設為835℃。

此等GaN系半導體層之生長原料，例如，作為Ga之原料，作採用三甲基鎵($(CH_3)_3Ga$，TMG)，作為Al之原料，係

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 52 ）

採用三甲基鋁，($(CH_3)_3Al$，TMA)，作為In之原料，係採用三甲基銦($(CH_3)_3In$，TMI)，作為N之原料，係採用NH_3。又，作為載體氣體例如係使用H_2。有關摻雜劑，作為n型摻雜劑例如係使用甲矽烷(SiH_4)；作為p型摻雜劑例如係使用二甲基環戊二烯鎂($(CH_3C_5H_4)_2Mg$)或二己二烯鎂($(C_5H_4)_2Mg$)。

其次，將依上述方式生長GaN系半導體層之c面藍寶石基板1自MOCVD裝置取出。而後，在此p型GaN接觸層12之全面上例如以CVD法、真空蒸鍍法、濺鍍法等形成例如厚度為0.1 μm之SiO_2膜(圖未示)後，在此SiO_2膜上以光微蝕刻法形成與凸型部形狀對應的特定形狀之光阻圖案(圖未示)，將此光阻圖案作為屏罩，例如以使用氟酸系蝕刻液之溼式蝕刻，或是使用CF_4或CHF_3等含氟蝕刻氣體之RIE法，將SiO_2膜蝕刻，予以圖案化。繼之，將此特定形狀之SiO_2膜作為屏罩，例如以RIE法進行達於n型GaN接觸層4為止之蝕刻。藉由此一蝕刻，n型GaN接觸層4之上層部、n型AlGaN覆層5、n型GaN光波導層6、活性層7、未摻雜InGaN劣化防止層8、p型AlGaN罩蓋層9、p型GaN光波導層10、p型AlGaN罩蓋層11及p型GaN接觸層12係被圖案化成凸型形狀。

其次，將作為蝕刻罩使用之SiO_2膜蝕刻除去後，再於基板全面上例如以CVD法、真空蒸鍍法、濺鍍法等形成例如厚為0.2 μm之SiO_2膜(圖未示)後，在此SiO_2膜上以光微影蝕刻形成與突脊部對應之特定形狀的光阻圖案(圖未示)，將此光阻圖案作為屏罩，以例如使用氟酸系蝕刻液之溼式蝕刻，或是使用CF_4或CHF_3等含氟蝕刻氣體之RIE法，將SiO_2

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 53 ）

膜蝕刻之，形成與突脊部對應之形狀。

其次，將此SiO_2膜作為屏罩，以RIE法進行蝕刻至p型AlGaN覆層11之厚度方向的特定深度為止，藉而形成突脊13。作為此RIE之蝕刻氣體，例如係使用氯系氣體。

其後，將作為蝕刻氣體使用之SiO_2膜蝕刻除去後，在基板全面上例如以CVD法、真空蒸鍍法、濺鍍法等形成例如厚為0.3 μm之SiO_2膜般之絕緣膜14。

其次，以光微影蝕刻法，形成將不包含n側電極形成區域之區域的絕緣膜14之表面覆蓋的光阻圖案(圖未示)。

繼之，將此光阻圖案作為屏罩，將絕緣膜14蝕刻之，形成開口14b。

而後，在殘留光阻圖案之狀態下，在基板全面上例如以真空蒸鍍法依序形成Ti膜、Pt膜及Au膜之後，將光阻圖案與在其上形成之Ti膜、Pt膜及Au膜一起除去(脫離)。藉此，形成經由絕緣膜14之開口14b，與n型GaN接觸層中接觸之n側電極16。此處，構成該n側電極之Ti膜、Pt膜及Au膜之厚度，例如分別為10 nm、50 nm及100 nm。其次，進行為將n側電極16作歐姆接觸之合金處理。

繼之，以相同之製程，將突脊13上之部份絕緣膜14蝕刻除去形成開口14a之後，與n側電極相同，形成經由該開口14a與p型GaN接觸層12作接觸之Pd/Pt/Au結構之p側電極15。其次，進行為將p側電極15作歐姆接觸之合金處理。

而後，依上述方式，將形成有雷射構造之基板以劈開等加工成桿狀，形成兩諧振器端面，再對此等諧振器端面作

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 54 ）

端面被覆後，將此桿以劈開等片狀化。

藉由上述製程，製成目的之具有突脊及SCH結構之GaN系半導體雷射。

分別製造此第1實施形態之GaN系半導體雷射，以及除了未形成未摻雜InGaN劣化防止層以外與該GaN系半導體雷射具相同結構之GaN系半導體雷射，分別進行壽命測試，發現此第1實施形態GaN系半導體雷射，與後者之GaN系半導體雷射相較，初期劣化率非常之低，而且，動作電流雖有與時間一起徐徐增加之傾向，但此傾向非常之小，是沒有問題的程度。又，觀測此等GaN系半導體雷射之電致發光的結果發現，後者之GaN系半導體雷射觀測到顯著之發光不均一，而第1實施形態之GaN系半導體雷射則完全沒有觀測到發光不均一。

如上所述，根據此第1實施形態，與活性層7相接設有未摻雜InGaN劣化防止層8，與此未摻雜InGaN劣化防止層8相接設有p型AlGaN罩蓋層9，因此，藉由未摻雜InGaN劣化防止層8，可大幅緩和因p型AlGaN罩蓋層9在活性層7中發生之應力，而且，作為p型層之p型摻雜劑使用之Mg擴散至活性層中之情事，可有效予以抑制。藉此，可實現長壽命且信賴性高，無發光不均一之高性能GaN系半導體雷射。

其次，茲就本發明第2實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖3中所示的是此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第2實施形態之GaN系半導體雷射中，未摻雜InGaN劣化防止層8之In組成，在其厚度整體上係相同，其In組成

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 55 ）

，係經選擇於較活性層7之障壁層的In組成y為小之值，例如0.02。至於其他之組成則與第1實施形態GaN系半導體雷射相同，在此省略其說明。

又，此GaN系半導體雷射之製造方法，除了未摻雜InGaN劣化防止層8之生長時生長溫度一定以外，係與第1實施形態之GaN系半導體雷射的製造方法相同。

根據此第2實施形態，可獲得與第1實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第3實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖4中所示的是此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第3實施形態之GaN系半導體雷射中，未摻雜InGaN劣化防止層8之In組成，在厚度整個範圍中係成相同，其In組成係選為與活性層7之障壁層的In組成y相同之值。此處，此一未摻雜InGaN劣化防止層8之厚度，和活性層7之與未摻雜InGaN劣化防止層8之厚度，和活性層7之與未摻雜InGaN劣化防止層8最近處之障壁層的厚度之合計厚度，係選擇於至少為15 nm以上，宜為17 nm以上，更好為20 nm以上，最好為25 nm以上。至於其他之構成係與第1實施形態之GaN系半導體雷射相同，因此省略其說明。

又，此GaN系半導體雷射之製造方法，除了在未摻雜InGaN劣化防止層8生長時令生長溫度一定外，係與第1實施形態之GaN系半導體雷射之製造方法相同。

根據此第3實施形態，可獲得與第1實施形態相同之優點。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 56 ）

其次，茲就本發明第4實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖5中所示的是此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第4實施形態之GaN系半導體雷射中，在結構上，與活性層7相接設有未摻雜InGaN劣化防止層8，與此未摻雜InGaN劣化防止層8相接，設有p型GaN光波導層10，與此p型GaN光波導層10相接，設有p型AlGaN罩蓋層9。未摻雜InGaN劣化防止層8之In組成的分佈，係與第1實施形態相同。至於其他之構成，係與第1實施形態GaN系半導體雷射相同，因此省略其說明。

又，此GaN系半導體雷射之製造方法與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同。

根據此第4實施形態，可獲得與第1實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第5實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖6係本發明第5實施形態GaN系半導體雷射。圖7係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第5實施形態GaN系半導體雷射中，在結構上，與活性層7相接，設有未摻雜GaN光波導層17，與此光波導層17相接，設有p型AlGaN罩蓋層9，又，與此p型AlGaN罩蓋層9相接，設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。於此一場合下，不設有未摻雜InGan劣化防止層8。未摻雜GaN光波導層17顯示n型傳導性。此一未摻雜GaN光波導層之厚度一般為10~100 nm，此處為20~40 nm。p型AlGaN/GaN超晶格覆層18，例如係以厚為2.5 nm，Al組成為12%之未摻雜AlGaN層

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 57 ）

作為障壁層，例如以厚度同為2.5 nm之摻雜有Mg之GaN層作為井層，具有將其重複積層之構造，整體厚度例如為0.5 μm。又，p型AlGaN罩蓋層9與p型AlGaN/GaN超晶格覆層18之和此p型AlGaN罩蓋層相鄰的障壁層間的距離，為了防止注入活性層中之電子因通道效應通過p型AlGaN罩蓋層9穿至p型AlGaN/GaN超晶格覆層18側，宜設定為可抑制此通道效果之距離，具體而言例如為10 nm左右。又，使用p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層18是因為通道效果使用得電洞易於通過。至於其他之構成係與第1實施形態GaN系半導體雷射相同，其說明在此省略。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上係與第1實施形態系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層生長時之生長溫度及載體氣體，例如係作如下之設定。亦即，就生長溫度，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5係1000℃，自n型GaN光導波層9至p型AlGaN罩蓋層9係800℃，p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層18及p型GaN接觸層12係1000℃。又，就載體氣體而言，例如未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5係採N_2與H_2之混合氣體氣氛，n型GaN光波導層6至p型AlGaN罩蓋層9係採N_2氣氛，p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12係採N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，令活性層7生長後，至p型AlGaN罩蓋層9之生長為止，載體氣體氣氛係採用N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，在p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 58 ）

接觸層12生長時，作為載體氣體氣氛係採N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可將此等p型層以良好之結晶性生長。

圖8中所示的是導因於未摻雜GaN光波導層17之厚度的半導體雷射之垂直方向的光束擴張角、亦即重直放射角(θ⊥)之變化的測定結果。由圖8可知，藉由將未摻雜GaN光波導層17之厚度設為20~40 nm，可將垂直放射角設為19~22度。迄今為止之GaN系半導體雷射的垂直放射角之值為26~30度，因此可知垂直放射角大幅減少。

根據此第5實施形態，活性層7、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN罩蓋層9及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18係是依序相接之構造，未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄薄地設為20~40 nm，因此，GaN系半導體雷射之垂直放射角與習用相較可大幅減小，藉此，可使放射角之縱橫比(設水平放射角為θ∥時，θ⊥/θ∥)減小，且因p型AlGaN罩蓋層9與p型AlGaN/GaN超晶格覆層18相接，因此可謀求遠視野像之光強度分布對稱性之提高。此種GaN系半導體雷射，特別是適於作為光碟裝置之光源使用。

又，由於係在活性層7上直接令未摻雜GaN光波導層17生長，因此可謀求結晶性之提高，進而可謀求GaN系半導體雷射壽命之延長。

再者，由於未摻雜GaN光波導層17之厚度係低至20~40 nm，且與作為p型雜質摻雜有Mg之p型GaN光波導層相較，電阻率較小之故，因而可謀求GaN系半導體雷射之串連電阻降低，甚至可謀求驅動電壓之降低。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 59 ）

其次，茲就本發明第6實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖9中所示的是此發明之第6實施形態GaN系半導體雷射。圖10係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第6實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜InGaN劣化防止層8，與此未摻雜InGaN劣化防止層8相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN罩蓋層9，且與此p型AlGaN罩蓋層9相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。未摻雜InGaN劣化防止層8之In組成係與第2實施形態相同。至於其他之構成，係與第1及第5實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為1000℃，自n型GaN光波導層6至未摻雜InGaN劣化防止層8為800℃，未摻雜GaN光波導層17及p型AlGaN罩蓋層9為850℃，p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為N_2與H_2之混合氣體氣氛，自n型GaN光波導層6至p型AlGaN罩蓋層9為N_2氣氛，p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN罩蓋層9生長為止，係將載體氣體氣氛設為N_2氣氛，由於載體氣體

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 60 ）

氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第6實施形態，由於在構造上，活性層7、未摻雜GaN劣化防止層8、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN罩蓋層9及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點，此外，藉由與活性層7鄰接地設置未摻雜InGaN劣化防止層8，可獲得與第1實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第7實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖11係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第7實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN罩蓋層9，且與此p型AlGaN罩蓋層9相接設有p型GaN光波導層10，與此p型GaN光波導層10相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。至於其他之構成，係與第1及第5實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 61 ）

覆層5為1000℃，自n型GaN光波導層6至p型AlGaN罩蓋層9為800℃，p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層9為N_2與H_2之混合氣體氣氛，n型GaN光波導層6至p型AlGaN罩蓋層9為N_2氣氛，p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN罩蓋層9生長為止，係將載體氣體氣氛設為N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型GaN光波導層10、p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第7實施形態，由於在構造上，活性層7、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN罩蓋層9、p型GaN光波導層10及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第8實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖12係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第8實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜InGaN劣化防止層，與此未摻雜InGaN劣化防止層8相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN罩蓋層9，且與此p型AlGaN罩蓋

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 62 ）

層9相接設有p型GaN光波導層10，與此p型GaN光波導層10相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。未摻雜InGaN劣化防止層8之In組成係與第2實施形態相同。至於其他之構成，係與第1及第5實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為1000℃，n型GaN光波導層與活性層7為800℃，自未摻雜InGaN劣化防止層8至p型AlGaN罩蓋層9為860℃，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為N_2與H_2之混合氣體氣氛，n型GaN光波導層6至p型AlGaN罩蓋層9為N_2氣氛，p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN罩蓋層9生長為止，係將載體氣體氣氛設為N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型光波導層10、p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第8實施形態，由於在構造上活性層7、未摻雜GaN劣化防止層8、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN罩蓋層9

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 63 ）

、p型GaN光波導層10及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點，此外，藉由與活性層7鄰接地設置未摻雜InGaN劣化防止層8，可獲得與第1實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第9實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖13係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第9實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19，與此p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19相接設有p型GaN光波導層10，與此p型GaN光波導層10相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19例如係以厚2.5 nm且Al組成為18%之未摻雜AlGaN層為障壁層，以例如厚度相同且摻雜有2.5 nm Mg之GaN層為井層，具有其重複積層之構造，整體厚度例如為100 nm。至於其他之構成，係與第1及第5實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為1000℃，自n型GaN光波導層6至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為800℃，自p型GaN光波導層10至p型GaN接

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 64 ）

觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為N_2與H_2之混合氣體氣氛，自n型GaN光波導層6至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為N_2氣氛，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層9生長為止，係將載體氣體氣氛設為N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型GaN光波導層10、p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第9實施形態，由於在構造上，活性層7、活性層8、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19、p型GaN光波導層10及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第10實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖14係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第10實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜InGaN劣化防止層8，與此未摻雜InGaN劣化防止層8相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19，與此層19相接設有p型GaN光波導層10，與此層10相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。未摻雜InGaN劣化防止層8之In

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 65 ）

組成係與第2實施形態相同。至於其他之構成，係與第1及第5實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為1000℃，自n型GaN光波導層6至未摻雜InGaN劣化防止層8為800℃，未摻雜GaN光波導層17及p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為870℃，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為N_2與H_2之混合氣體氣氛，自n型GaN光波導層6至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為N_2氣氛，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19生長為止，係將載體氣體氣氛設為N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型GaN光波導層10、p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第10實施形態，由於在構造上，活性層7、未摻雜GaN劣化防止層8、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19、p型GaN光波導層10及p型AlGaN/GaN超

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 66 ）

晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點，此外，藉由與活性層7鄰接地設置未摻雜InGaN劣化防止層8，可獲得與第1實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第11實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖15係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第11實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19，且與此層19相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。至於其他之構成，係與第1及第9實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為1000℃，自n型GaN光波導層6至未摻雜p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為800℃，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為N_2與H_2之混合氣體氣氛，自n型GaN光波導層6至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為N_2氣氛，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19生長為止，係將載體氣體氣

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 67 ）

氛設為N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第11實施形態，由於在構造上，活性層7、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點。

其次，茲就本發明第12實施形態之GaN系半導體雷射說明之。圖16係此GaN系半導體雷射之能帶圖。

於此第12實施形態GaN系半導體雷射中，與活性層7相接設有未摻雜InGaN劣化防止層8，與此未摻雜InGaN劣化防止層8相接設有未摻雜GaN光波導層17，與此未摻雜GaN光波導層17相接設有p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19，且與此層19相接設有p型AlGaN/GaN超晶格覆層18。未摻雜InGaN劣化防止層8之In組成係與第2實施形態相同。至於其他之構成，係與第1、第5及第9實施形態GaN系半導體雷射相同，因此在此省略其說明。

此GaN系半導體雷射之製造方法，基本上與第1實施形態GaN系半導體雷射之製造方法相同，此一場合下，特別是各層之生長時之生長溫度及載體氣體，係如下般地設定。亦即，就生長溫度而言，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 68 ）

覆層5為1000℃，自n型GaN光波導層6至未摻雜InGaN劣化防止層8為800℃，未摻雜GaN光波導層17及p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19為880℃，自p型GaN光波導層10至p型GaN接觸層12為1000℃。又，有關載體氣體，例如自未摻雜GaN層3至n型AlGaN覆層5為N_2與H_2之混合氣體氣氛，自n型GaN光波導層6至未摻雜InGaN劣化防止層8為N_2氣氛，p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12為N_2與H_2之混合氣體氣氛。此一場合下，在令活性層7生長後，至p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19生長為止，係將載體氣體氣氛設為N_2氣氛，由於載體氣體氣氛中不含H_2，因此可抑制In自活性層7脫離，可防止活性層7之劣化。又，由於p型AlGaN/GaN超晶格覆層18及p型GaN接觸層12生長時，係將載體氣體氣氛設為N_2與H_2之混合氣體氣氛，因此可使此等p型層以良好之結晶性生長。

根據此第12實施形態，由於在構造上，活性層7、未摻雜GaN劣化防止層8、未摻雜GaN光波導層17、p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層19及p型AlGaN/GaN超晶格覆層18依序相接，且未摻雜GaN光波導層17之厚度係薄至20~40 nm，因此，可獲得與第5實施形態相同之優點，此外，藉由與活性層7鄰接地設置未摻雜InGaN劣化防止層8，可獲得與第1實施形態相同之優點。

以上，係就本發明之實施形態具體說明，本發明不受此等實施形態之限制，根據本發明之技術思想，可作各種變形。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 69 ）

例如，上述第1~12實施形態中所舉之數值、構造、基板、原料、製程等均只是例子，因應必要可採用與其不同之數值、構造、基板、原料、製程等。

具體而言，例如，於上述第1~12實施形態中，係將形成雷射構造之n型層最初積層於基板上，在其上積層p型層，但也可與此積層順序相反，在基板上最先積層p型層，再於其上積層n型層。

又，於上述第1~12實施形態中，係採用c面藍寶石基板，但因應必要也可使用SiC基板、Si基板、尖晶石基板、厚GaN層所構成之基板等。又，代替GaN緩衝層，也可使用AlN緩衝層或AlGaN緩衝層。

又，於上述第1~12實施形態中，係就本發明應用於SCH結構之GaN系半導體雷射的構造作說明，本發明無疑可適用於例如DH(雙異質結構)構造之GaN系半導體雷射的製造，也可應用於GaN系發光二極體之製造，此外，還可適用於GaN系FET或GaN系異質接合雙極電晶體(HBT)等之使用氮化物系III-V族化合物半導體之電子行走元件。

再者，於上述第1及第2實施形態中，作為以MOCVD法進行生長之載體氣體，係使用H_2氣體，但因應必要也可使用其他之摻雜氣體，例如H_2與N_2，或與He、Ar氣體等之混合氣體。

【發明之效果】

如上所說明，根據本發明，與含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之活性層或第1氮化物系III-V

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 70 ）

族化合物半導體所構成之層相接，設有與第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成之中間層，因此，藉由此中間層，藉由罩蓋層等，可大幅緩和在活性層或第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層中所發生的應力，或是，可有效地抑制作為p型層之p型摻雜劑使用之Mg對於活性層或第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層的擴散，藉此，可實現初期劣化率充份地低、長壽命、動作電流之經時變化極少、發光不均也極少之使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體發光元件，或長壽命且經時變化也極少之使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體裝置。又，根據本發明之製造方法，可容易地製造此種半導體發光元件及半導體裝置。

又，藉由使設置罩蓋層之位置最適化，與鄰接活性層設置罩蓋層、或介以中間層在活性層上設置罩蓋層之場合相較，可實現光波導層或第1光波導層之結晶性良好，或是，因能夠謀求此等光波導層或第1光波導層的厚度之最適化，故而可謀求長壽命，特別是半導體雷射中遠視野像之光強度分布對稱性提高及放射角之縱橫比提昇之使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體發光元件或長壽命之使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體裝置。又，根據本發明之製造方法，可容易地製造此種半導體發光元件及半導體裝置。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 71 ）

【圖式簡單說明】

圖1係本發明第1實施形態GaN系半導體雷射之斷面圖。

圖2係本發明第1實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖3係本發明第2實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖4係本發明第3實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖5係本發明第4實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖6係本發明第5實施形態GaN系半導體雷射之斷面圖。

圖7係本發明第5實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖8係本發明第5實施形態GaN系半導體雷射之依未摻雜GaN光波導層厚度測定半導體雷射之垂直放射角的變化之測定結果簡略線圖。

圖9係本發明第6實施形態GaN系半導體雷射之斷面圖。

圖10係本發明第6實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖11係本發明第7實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖12係本發明第8實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖13係本發明第9實施形態GaN系半導體雷射之能帶構

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

五、發明說明（ 72 ）

造的簡略線圖。

圖14係本發明第10實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖15係本發明第11實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

圖16係本發明第12實施形態GaN系半導體雷射之能帶構造的簡略線圖。

【元件編號說明】

1…c面藍寶石基板，4…n型GaN接觸層，5…n型AlGaN覆層，6…n型GaN光波導層，7…活性層，8…未摻雜InGaN劣化防止層，9…p型AlGaN罩蓋層，10…p型GaN光波導層，11…p型AlGaN覆層，12…p型GaN接觸層，13…突脊，14…絕緣膜，15…p側電極，16…n側電極，17…未摻雜GaN光波導層，18…p型AlGaN/GaN超晶格覆層，19…p型AlGaN/GaN超晶格罩蓋層

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

A5
B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：半導體發光元件及其製造方法、以及半導體裝置及其製造方法）

本發明可實現一種初期劣化率低、壽命長，且動作電流之經時變化極少，發光不均一也極少之使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體發光元件。

本發明係在使用氮化物系III-V族化合物半導體之半導體發光元件中，使由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體，例如InGaN所構成之活性層7，與和第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之由含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體，例如InGaN所構成之中間層8，及由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體，例如p型AlGaN所構成之罩蓋層8，依序作接觸積層。

日文發明摘要（發明之名稱：半導体発光素子およびその製造方法ならびに半導体装置およびその製造方法）

【課題】　初期劣化率が低くて長寿命で動作電流の経時変化が極めて少なく、発光むらも極めて少ない、窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体を用いた半導体発光素子を実現する。

【解決手段】　窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体を用いた半導体発光素子において、ＩｎおよびＧａを含む第１の窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体、例えばＩｎＧａＮからなる活性層７と、第１の窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体と異なるＩｎおよびＧａを含む第２の窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体、例えばＩｎＧａＮからなる中間層８と、Ａｌおよびガを含む第３の窒化物系ＩＩＩ－Ｖ族化合物半導体、例えばｐ型ＡｌＧａＮからなるキャップ層８とを順次接触して積層する。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

六、申請專利範圍

1. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

2. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

3. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中構成上述罩蓋層之第3氮化物系III-V族化合物半導體，係$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。

4. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中具有與上述罩蓋層相接的由含Ga之第4氮化物系III-V族化合物半導體所構成之p型層。

5. 如申請專利範圍第4項之半導體發光元件，其中構成上述p型層之上述第4氮化物系III-V族化合物半導體係GaN。

6. 如申請專利範圍第4項之半導體發光元件，其中構成上述p型層之第4氮化物系III-V族化合物半導體係$In_zGa_{1-z}N$(式中，$0 \leqq z < 1$)。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

7. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中上述活性層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

8. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述活性層之相離程度的增大而減少。

9. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

10. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

11. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中上述p型層中所含之In係在1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下。

12. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件，其中上述p型層係光波導層。

13. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，作為光波導層或覆層使用，且由含Al及Ga之第5氮化物系III-V族化合物半

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

導體所構成。

14. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

15. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中上述活性層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

16. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述活性層之相離程度的增大而減少。

17. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

18. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

19. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中上述p型層中所含之In係在1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下。

20. 如申請專利範圍第13項之半導體發光元件，其中上述p型層係光波導層。

21. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

在令上述活性層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

22. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中上述中間層之生長終了時點之生長溫度係與上述罩蓋層之生長溫度大致相同。

23. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

24. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述罩蓋層之第3氮化物系III-V族化合物半導體，係$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。

25. 如申請專利範圍第1項之半導體發光元件之製造方法，其中具有與上述罩蓋層相接的由含Ga之第4氮化物系III-V族化合物半導體所構成之p型層。

26. 如申請專利範圍第25項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述p型層之上述第4氮化物系III-V族化合物半導體係GaN。

27. 如申請專利範圍第25項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述p型層之第4氮化物系III-V族化合物半導

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

體係$In_zGa_{1-z}N$(式中，$0 \leqq z < 1$)。

28. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中上述活性層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

29. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述活性層之相離程度的增大而減少。

30. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

31. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

32. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中上述p型層中所含之In係在1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下。

33. 如申請專利範圍第21項之半導體發光元件之製造方法，其中上述p型層係光波導層。

34. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，作為光波導層或覆層使用，且由含Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

在令上述活性層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

35. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中該中間層之生長終了時點的生長溫度，係與上述罩蓋層之生長溫度大致相同。

36. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

37. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中上述活性層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

38. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述活性層之相離程度的增大而減少。

39. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

40. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

41. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中上述p型層中所含之In係在1 × 10^{17} cm^{-3}以上5 × 10^{19} cm^{-3}以下。

42. 如申請專利範圍第34項之半導體發光元件之製造方法，其中上述p型層係光波導層。

43. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，其係與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

44. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

45. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中構成上述罩蓋層之第3氮化物系III-V族化合物半導體，係$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。

46. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中具有與上述罩蓋層相接的由含Ga之第4氮化物系III-V族化合物半導體所構成之p型層。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

47. 如申請專利範圍第46項之半導體裝置，其中構成上述p型層之上述第4氮化物系III-V族化合物半導體係GaN。

48. 如申請專利範圍第46項之半導體裝置，其中構成上述p型層之第4氮化物系III-V族化合物半導體係$In_zGa_{1-z}N$(式中，$0 \leqq z < 1$)。

49. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

50. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成的層之相離程度的增大而減少。

51. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

52. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

53. 如申請專利範圍第43項之半導體裝置，其中上述p型層中所含之In係在1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下。

54. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，其係與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

55. 如申請專利範圍第54項之半導體裝置，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

56. 如申請專利範圍第54項之半導體裝置，其中上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

57. 如申請專利範圍第54項之半導體裝置，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成的層之相離程度的增大而減少。

58. 如申請專利範圍第54項之半導體裝置，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

59. 如申請專利範圍第54項之半導體裝置，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

60. 如申請專利範圍第54項之半導體裝置，其中上述p型層中所含之In係在1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下。

61. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

中間層，其係與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

罩蓋層，其係與上述中間層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

在令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

62. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中上述中間層之生長終了時點之生長溫度係與上述罩蓋層之生長溫度大致相同。

63. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

64. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述罩蓋層之第3氮化物系III-V族化合物半導體，係$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。

65. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中具有與上述罩蓋層相接的由含Ga之第4氮化物系III-V族化合物半導體所構成之p型層。

66. 如申請專利範圍第65項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述p型層之上述第4氮化物系III-V族化合物半導體係GaN。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

67. 如申請專利範圍第65項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述p型層之第4氮化物系III-V族化合物半導體係$In_zGa_{1-z}N$(式中，$0 \leqq z < 1$)。

68. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

69. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成的層之相離程度的增大而減少。

70. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

71. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

72. 如申請專利範圍第61項之半導體裝置之製造方法，其中上述p型層中所含之In係在1×10^{17} cm^{-3}以上5×10^{19} cm^{-3}以下。

73. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，其係與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

化合物半導體所構成；及

p型層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第5氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

在令上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層生長後，一面令生長溫度上昇，一面令上述中間層生長。

74. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中上述中間層之生長終了時點的生長溫度係與上述罩蓋層之生長溫度大致相同。

75. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

76. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層具有由井層與障壁層所構成之多重量子井構造，上述中間層之In組成係與上述障壁層之In組成相同或是更小。

77. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體之In組成，係隨著自上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成的層之相離程度的增大而減少。

78. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中上述中間層所含之In在5×10^{19} cm^{-3}以下。

79. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中上述中間層之厚度在8 nm以上。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

80. 如申請專利範圍第73項之半導體裝置之製造方法，其中上述p型層中所含之In係在1 × 10^{17} cm^{-3}以上5 × 10^{19} cm^{-3}以下。

81. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

82. 如申請專利範圍第81項之半導體發光元件，其中上述罩蓋層之能帶隙係較上述p型覆層之能帶隙為大。

83. 如申請專利範圍第81項之半導體發光元件，其中構成上述罩蓋層之上述第3氮化物系III-V族化合物半導體係$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。

84. 如申請專利範圍第81項之半導體發光元件，其中該罩蓋層之厚度為2 nm以上。

85. 如申請專利範圍第81項之半導體發光元件，其中上述光波導層係未摻雜。

86. 如申請專利範圍第81項之半導體發光元件，其中上述光

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

波導層之厚度為8 nm以上。

87. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化合物系III-V族化合物半導體不同的含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

88. 如申請專利範圍第87項之半導體發光元件，其中上述罩蓋層之能帶隙係較上述p型覆層之能帶隙為大。

89. 如申請專利範圍第87項之半導體發光元件，其中構成上述中間層之第2氮化物系III-V族化合物半導體，係$In_xGa_{1-x}N$(式中，$0 \leqq x < 1$)。

90. 如申請專利範圍第87項之半導體發光元件，其中構成上述罩蓋層之上述第3氮化物系III-V族化合物半導體係$Al_yGa_{1-y}N$(式中，$0 \leqq y < 1$)。

91. 如申請專利範圍第87項之半導體發光元件，其中該罩蓋

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

層之厚度為2 nm以上。

92. 如申請專利範圍第87項之半導體發光元件，其中上述光波導層係未摻雜。

93. 如申請專利範圍第87項之半導體發光元件，其中上述光波導層之厚度為8 nm以上。

94. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

95. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

96. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層的超晶格所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

97. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

98. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

99. 一種半導體發光元件，其特徵在於：

此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，其係與上述活性層相接，且與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

100. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

上述活性層、光波導層及罩蓋層，係在實質上不含氫且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

上述p型覆層係在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

101. 根據申請專利範圍第100項之半導體發光元件之製造方法，其中上述實質不含氫且以氮為主成分之載體氣體氣氛為N_2氣體氣氛。

102. 根據申請專利範圍第100項之半導體發光元件之製造方法，其中上述以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛為N_2與H_2之混合氣體氣氛。

103. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、光波導層及罩蓋層，以較上述p型覆層之生長溫度為低的溫度生長。

104. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

105. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，其係與上述中間層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述罩蓋層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，以較上述p型覆層之生長溫度為低的生長溫度生長。

106. 如申請專利範圍第105項之半導體發光元件之製造方法，其中係令上述活性層及中間層，以較上述光波導層及罩蓋層之生長溫度為低的生長溫度生長。

107. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，其係由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，其係與上述活性層相接，且由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，其係與上述罩蓋層相接，且由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，其係與上述第2光波導層相接，且由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

108. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

109. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

110. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

111. 如申請專利範圍第110項的半導體發光元件之製造方法，其中係令上述活性層以較上述中間層，第1光波導層及罩蓋層之生長溫度為低之生長溫度生長。

112. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

113. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

114. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂 線

六、申請專利範圍

實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第2光波導層及p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

115. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

第1光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第1光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

第2光波導層，與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型覆層，與上述第2光波導層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、第1光波導層及罩蓋層，在較上述第2光波導層及p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

116. 如申請專利範圍第115項的半導體發光元件之製造方法，其中係令上述活性層及中間層，以較第1光波導層及罩蓋層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

117. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，與上述活性層相接，且由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，其係與上述光波導層相接，且由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、光波導層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

118. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

光波導層，與上述活性層相接，由含Ga之第6氮化物

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、光波導層及罩蓋層，在較上述p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

119. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，在實質

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型覆層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

120. 一種半導體發光元件之製造方法，此半導體發光元件具有：

活性層，由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

中間層，與上述活性層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

光波導層，與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述光波導層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型覆層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述活性層、中間層、光波導層及罩蓋層，在較上述p型覆層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

121. 如申請專利範圍第120項的半導體發光元件之製造方法，其中係令上述活性層及中間層以較第1光波導層及罩蓋層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

122. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

123. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

124. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述由第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

125. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

126. 一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

127.一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

體所構成。

128.一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

129.一種半導體裝置，其特徵在於：

此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成。

130. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

131. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

132. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氫中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

133. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；及

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

134. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

135. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

136. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

長。

137. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

138. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

139. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

140. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半導體所構成；

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

141.一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同之含In及Ga之第2氮化物系III-V族化合物半

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

導體所構成；

與上述中間層相接，由含Ga之第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；

與上述罩蓋層相接，由含Ga之第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；及

p型層，與上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第8氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述第9氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

142. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

143. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

裝 訂

六、申請專利範圍

層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

144. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

罩蓋層，與上述第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在實質上不含氫，且以氮為主成分之載體氣體氣氛中生長；

令上述p型層，在以氮及氫為主成分之載體氣體氣氛中生長。

145. 一種半導體裝置之製造方法，此半導體裝置具有：

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

六、申請專利範圍

由含In及Ga之第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

中間層，與上述由第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，與上述第1氮化物系III-V族化合物半導體不同，含In及Ga；

與上述中間層相接，由含Ga之第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層；

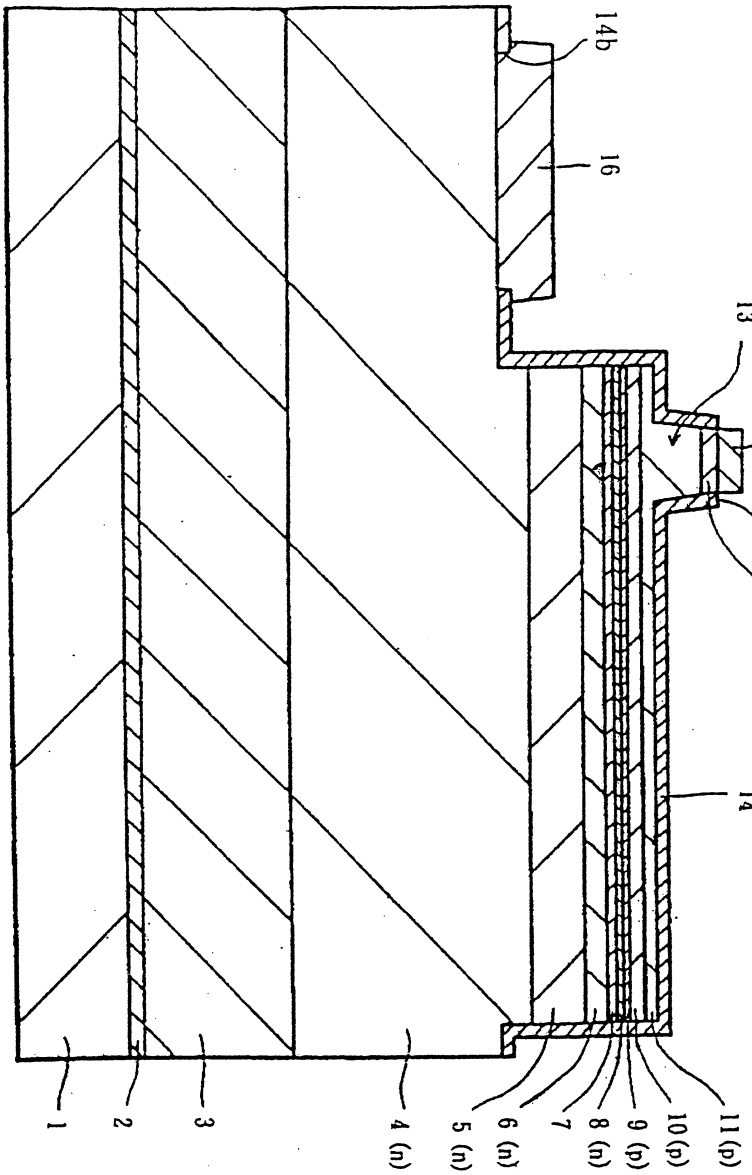
罩蓋層，與上述由第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層相接，由含Al及Ga之第3氮化物系III-V族化合物半導體形成有障壁層之超晶格所構成；及

p型層，與上述罩蓋層相接，由與上述第3氮化物系III-V族化合物半導體不同之含Al及Ga之第7氮化物系III-V族化合物半導體所構成；其特徵在於：

令上述第1氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層、中間層、第6氮化物系III-V族化合物半導體所構成之層及罩蓋層，在較上述p型層之生長溫度為低之生長溫度下生長。

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS) A4規格(210×297公釐)

圖 1



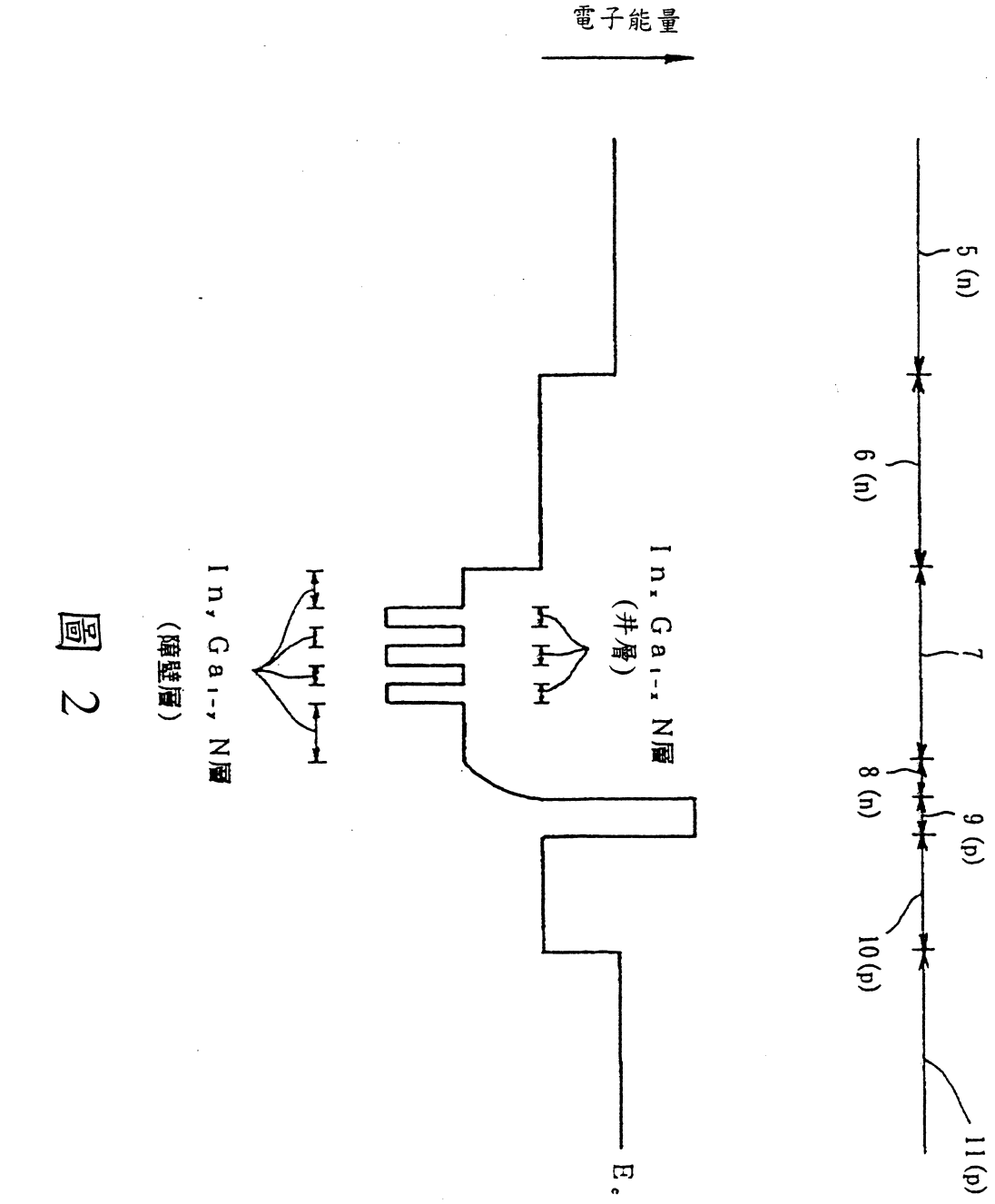


圖 2

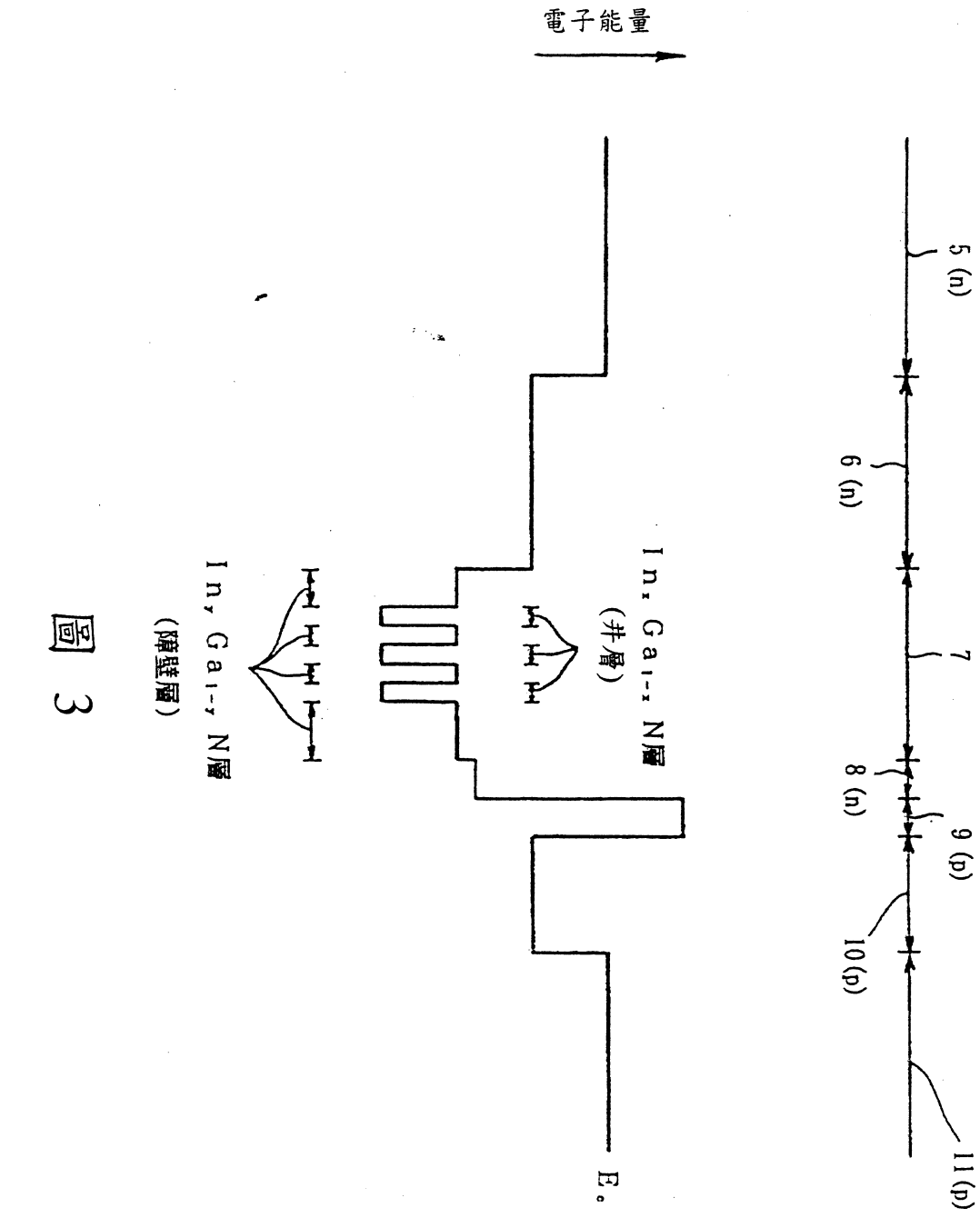


圖 3

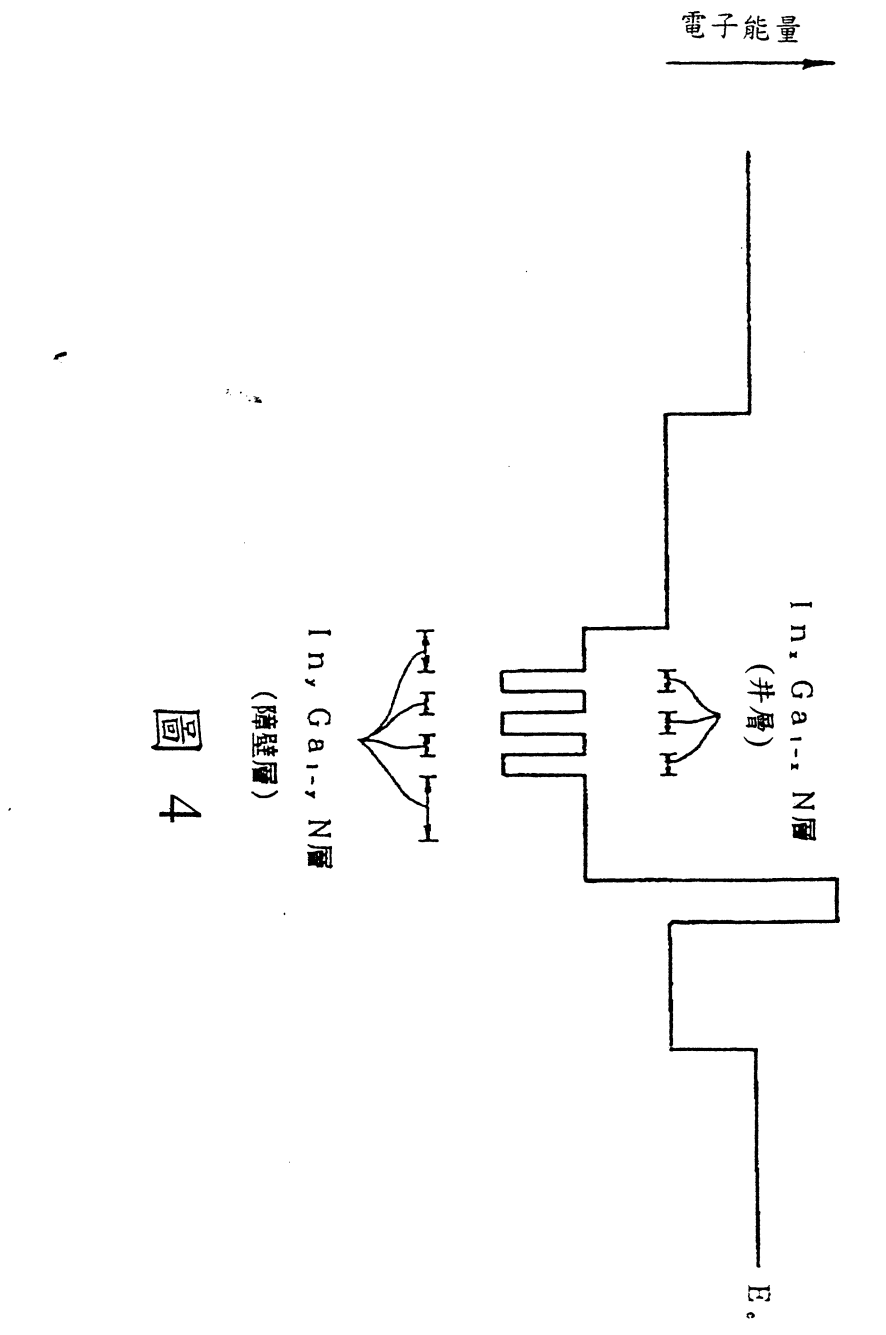


圖 4

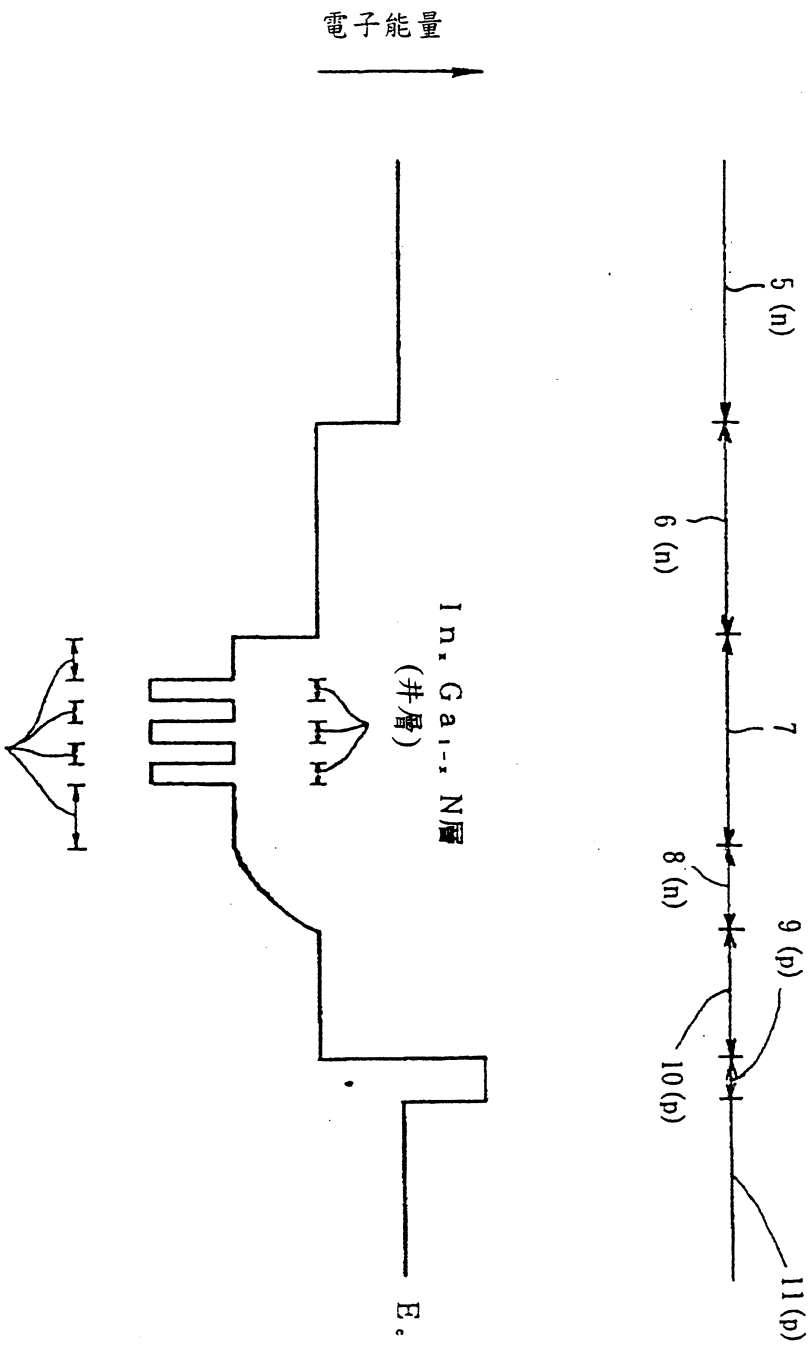
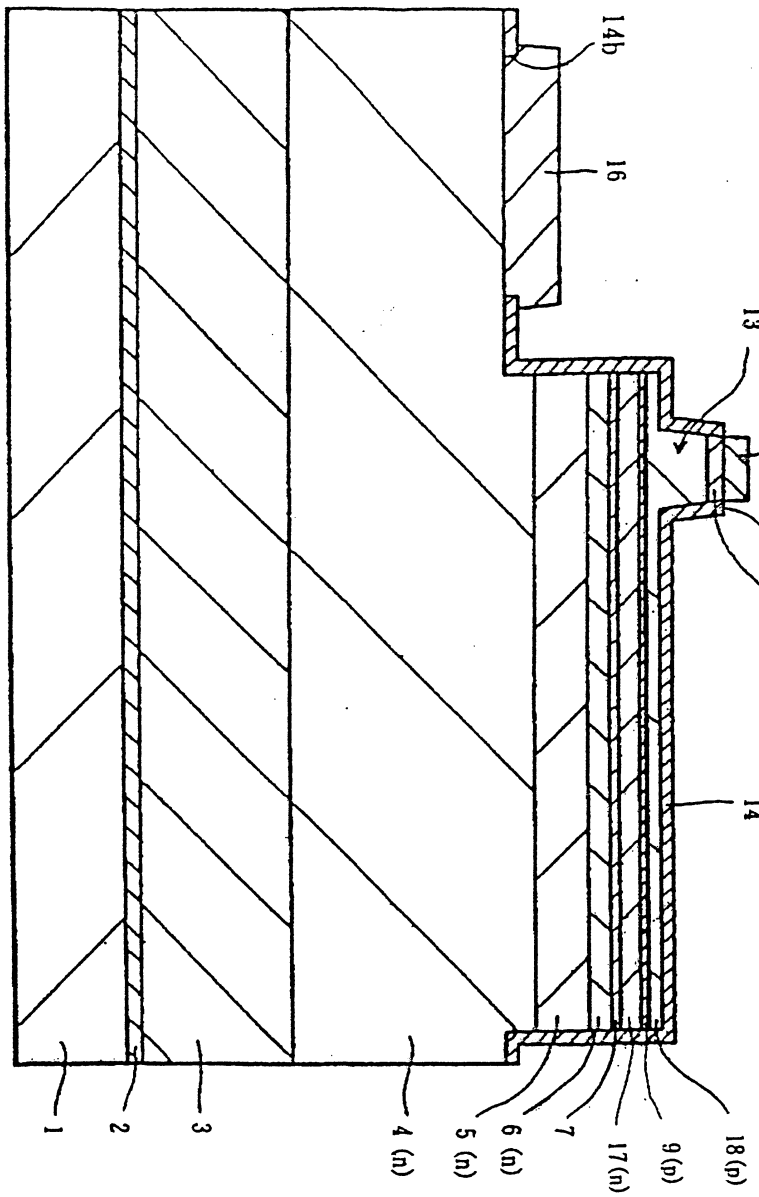


圖 5

圖 9



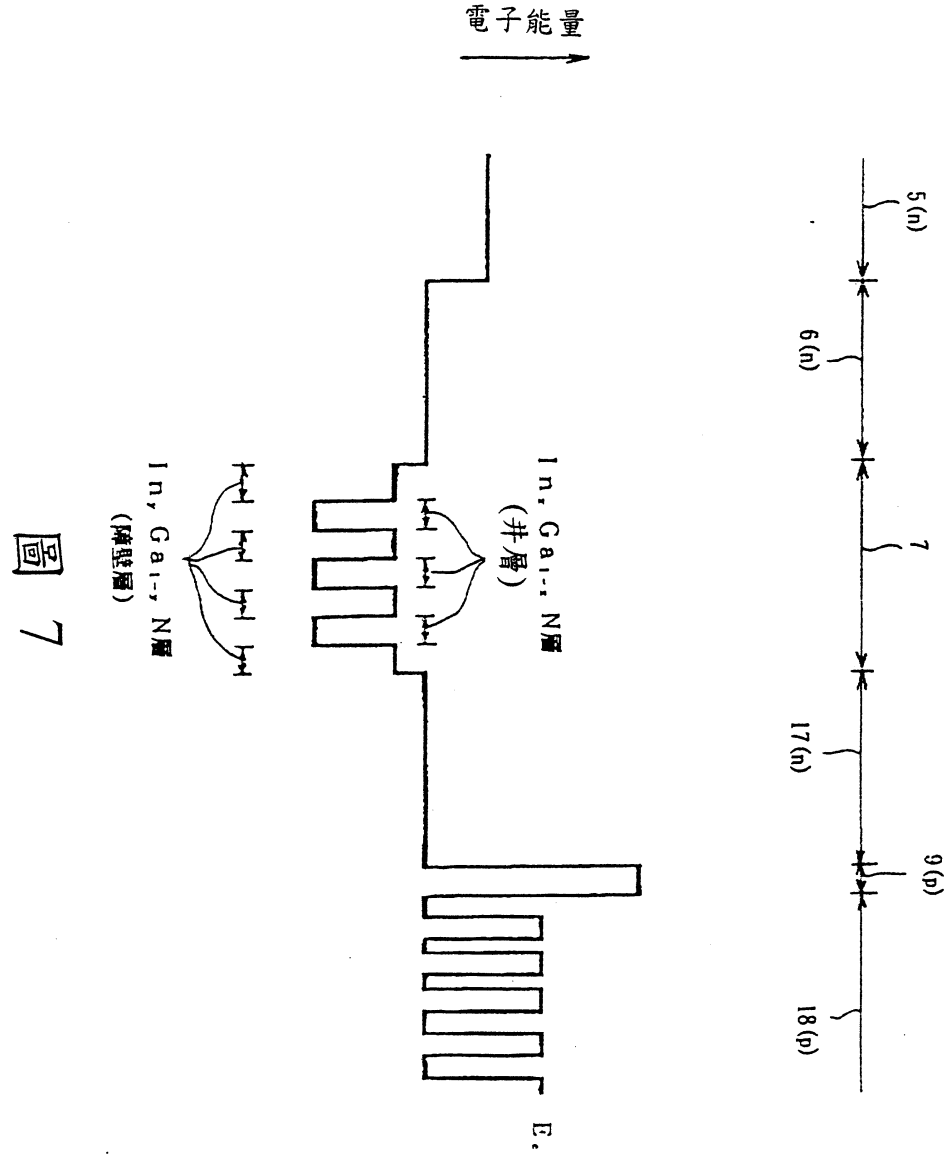


圖 7

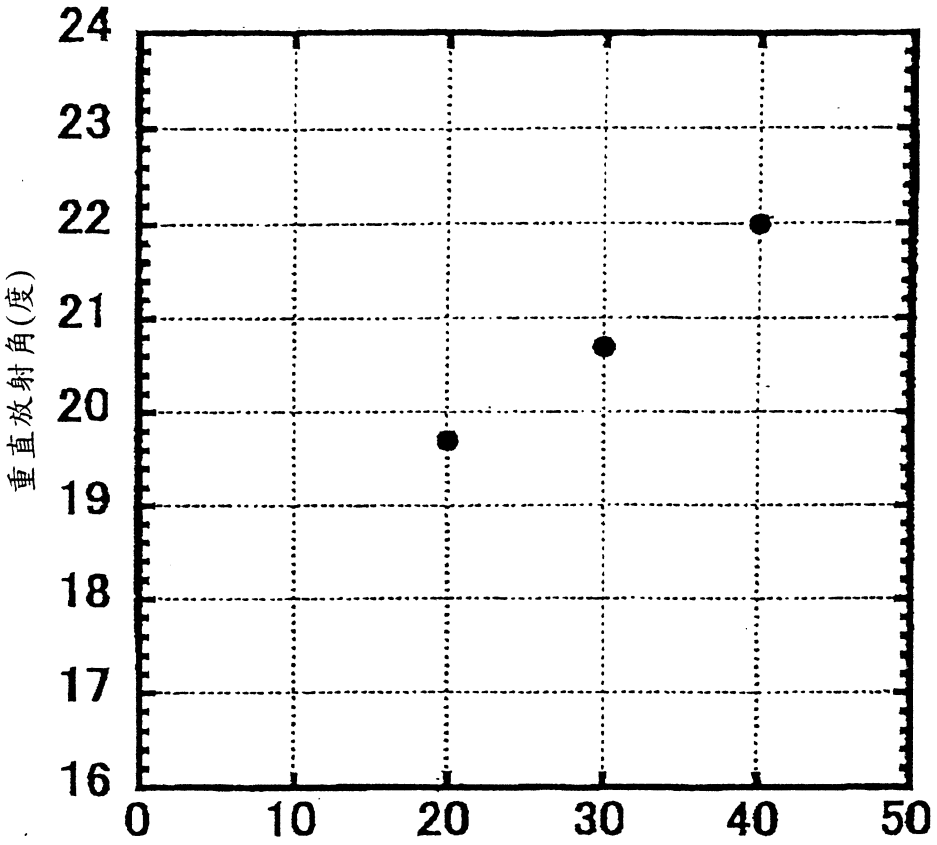
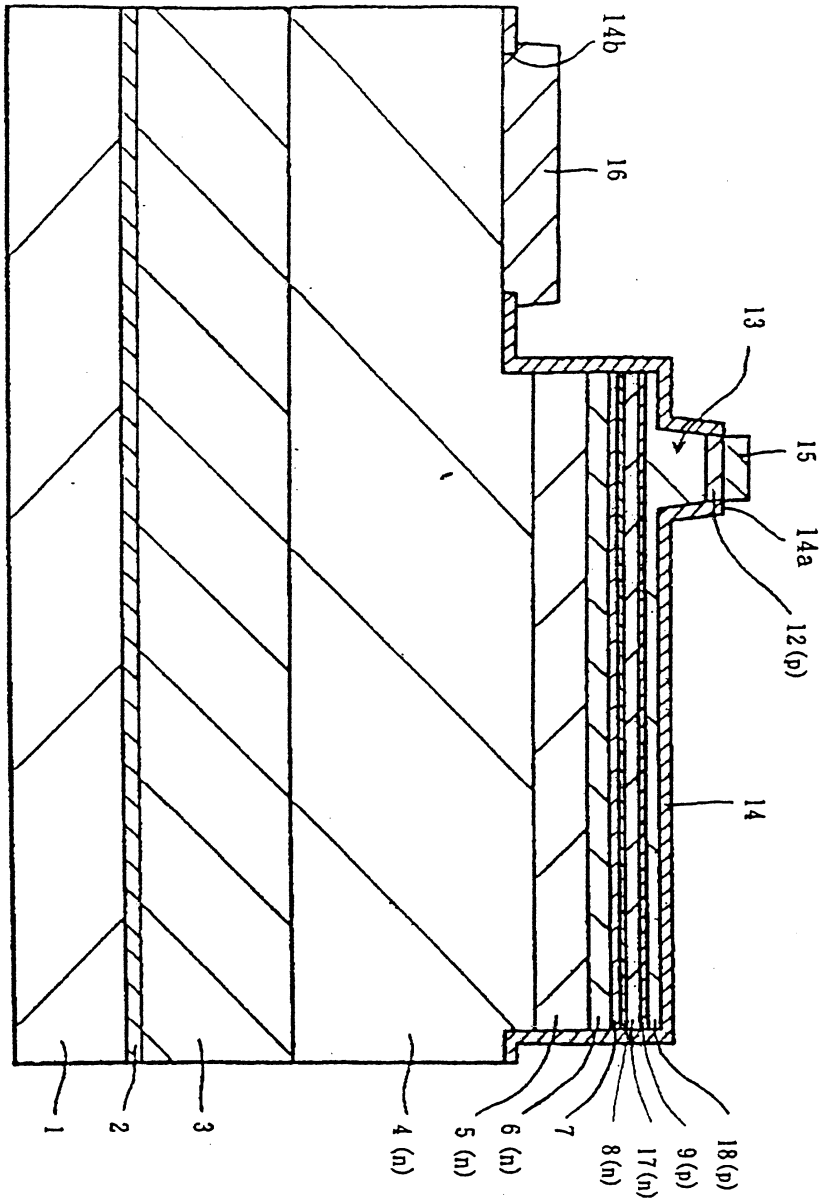

24
23
22
21
20
19
18
17
16
重直放射角(度)
0
10
20
30
40
50
未摻雜GaN光波導層之厚度(nm)

圖 8

圖 9



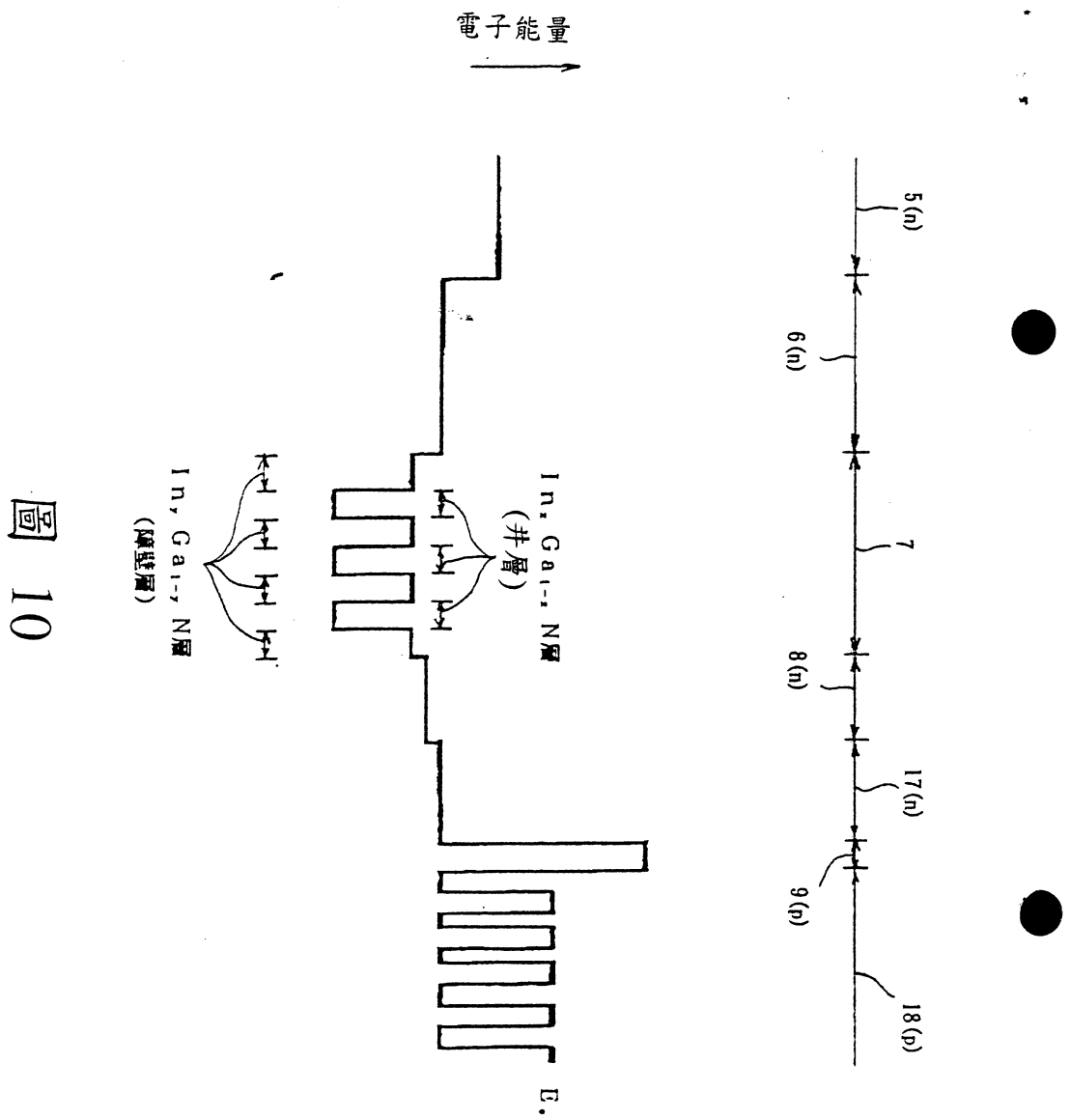


圖 10

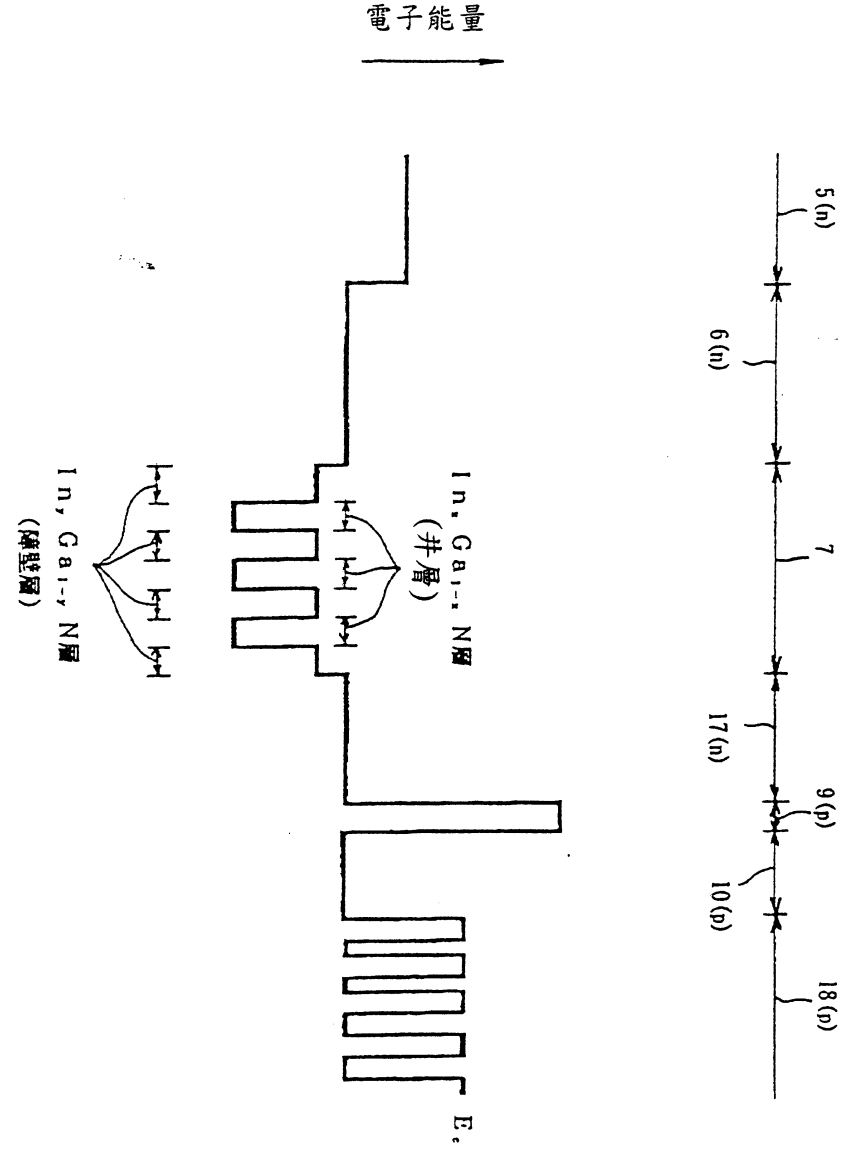


圖 11

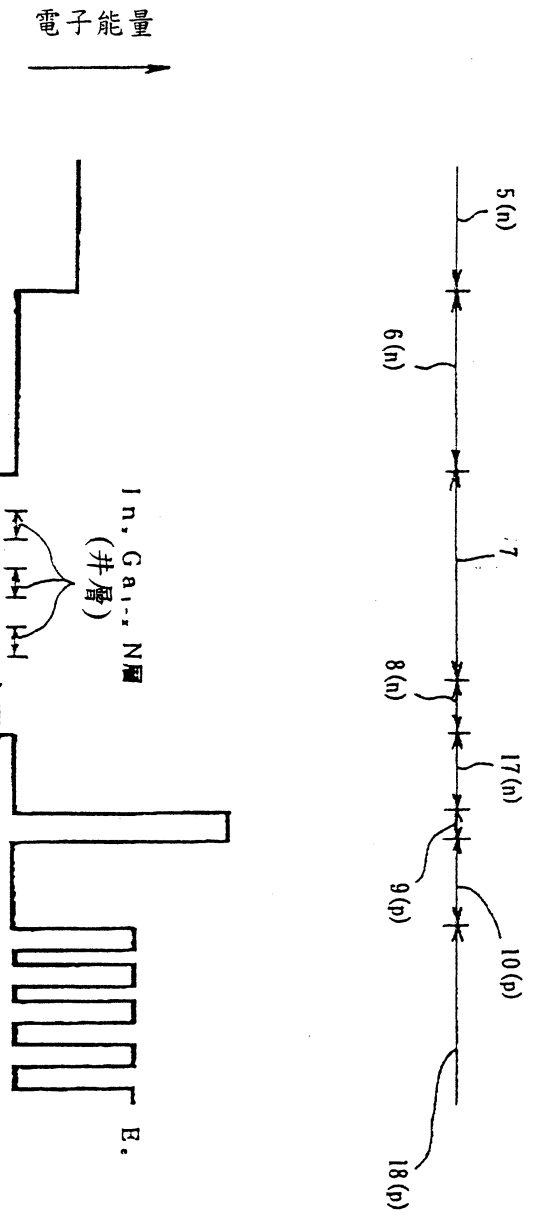


圖 12

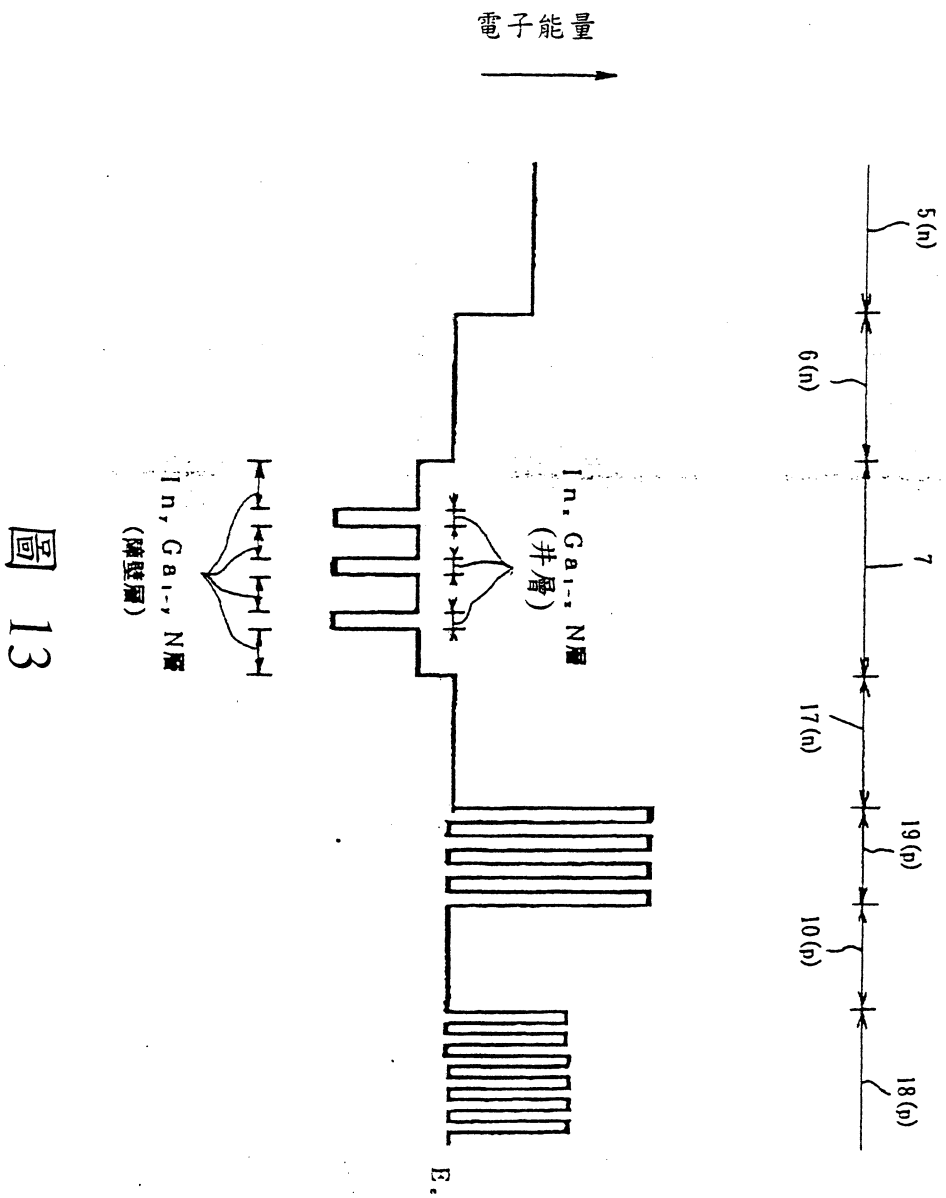


圖 13

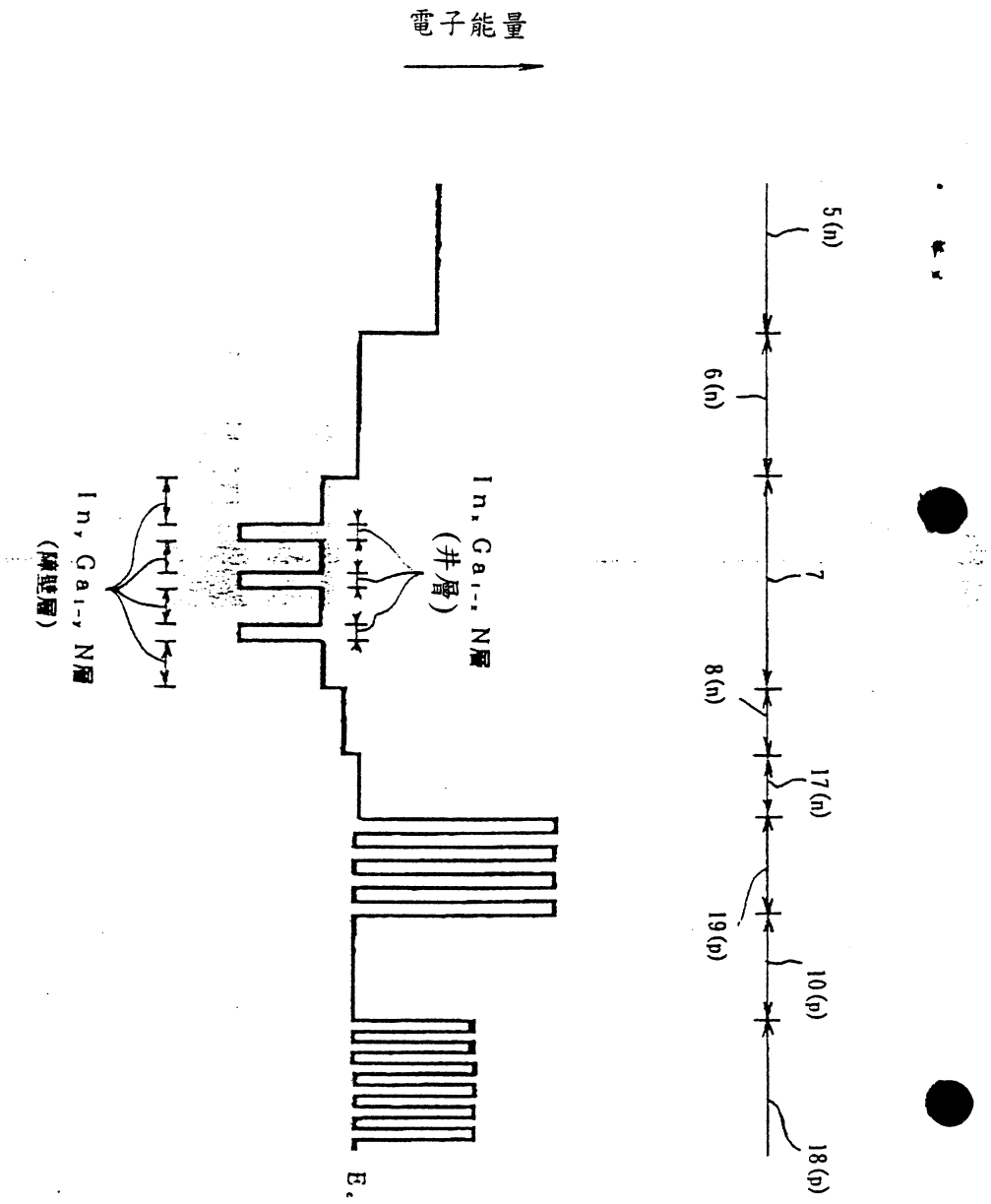


圖 14

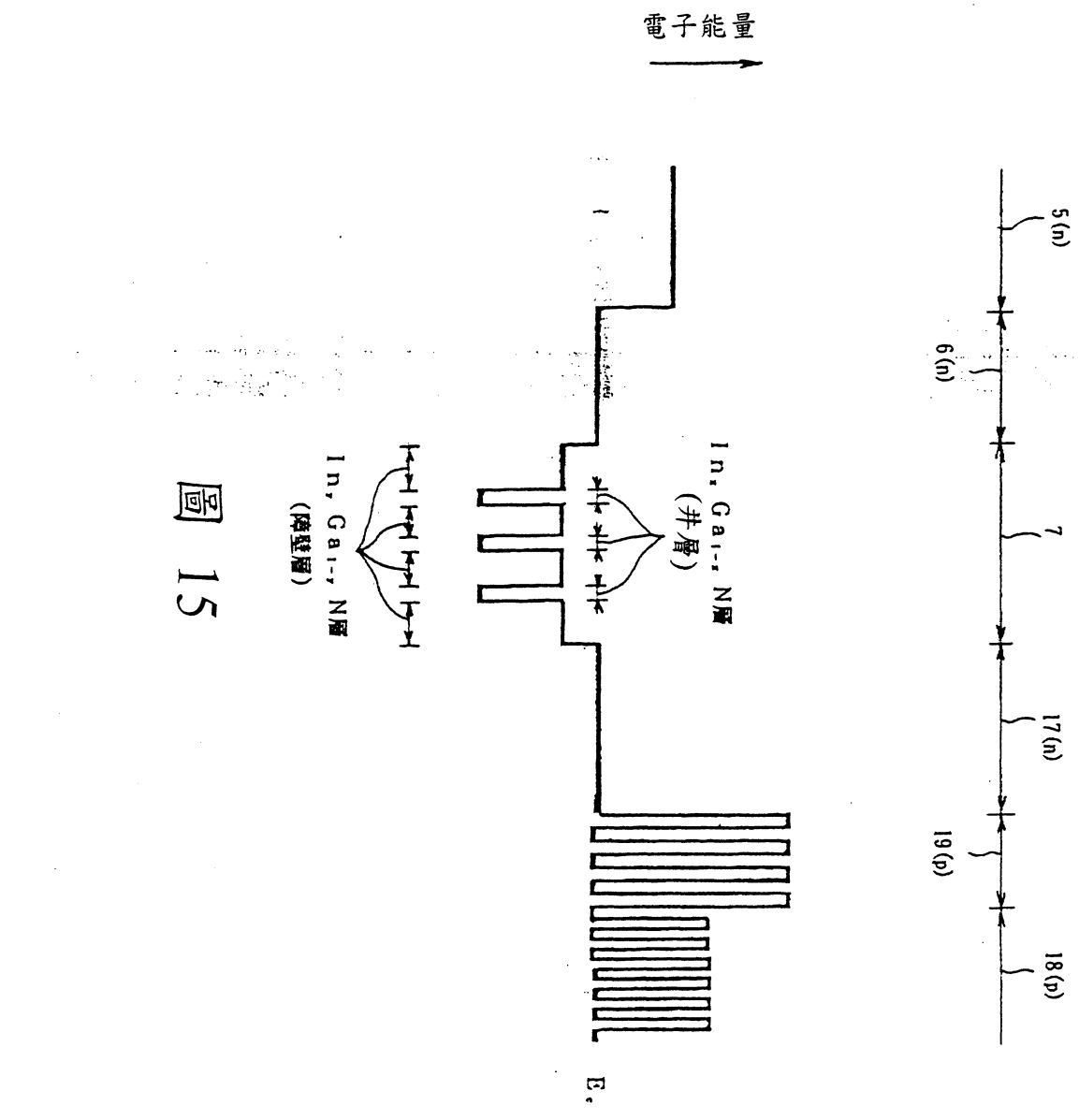


圖 15

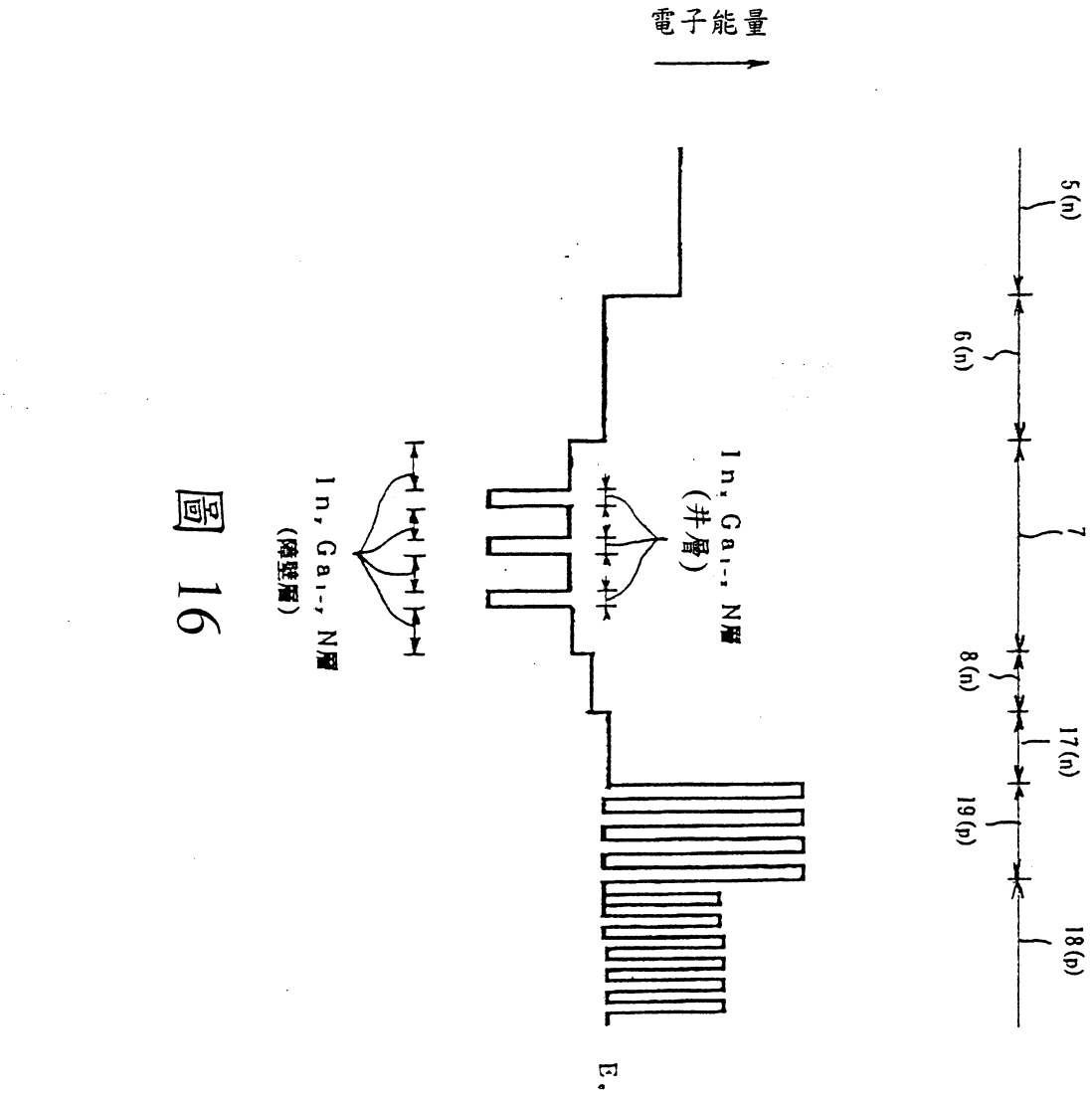


圖 16