



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I478383 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：099129502

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 01 日

(51)Int. Cl. : H01L33/06 (2010.01)

H01L33/32 (2010.01)

(30)優先權：2010/02/12 日本

2010-029516

(71)申請人：東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)
日本(72)發明人：名古屋 NAGO, HAJIME (JP)；橘浩一 TACHIBANA, KOICHI (JP)；彦坂年輝
HIKOSAKA, TOSHIKI (JP)；木村重哉 KIMURA, SHIGEYA (JP)；布上真也
NUNOUE, SHINYA (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2008/0191195A1

US 2008/0251781A1

審查人員：詹惟雯

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：8 共 41 頁

(54)名稱

半導體發光裝置

SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

(57)摘要

根據一個實施例，半導體發光裝置包括 n 型及 p 型半導體層、一發光部份、一多層式結構本體、及一 n 側中間層。該發光部份被設置在該等半導體層之間。該發光部份包括含有 GaN 之隔離層、及一設置在該等隔離層間之井層。該井層包含 $\text{In}_{x1} \text{Ga}_{1-x1} \text{N}$ 。該本體被設置在該 n 型半導體層及該發光部份之間。本體包括：含有 GaN 之第一層、及被設置在該等第一層間之第二層。該第二層包含 $\text{In}_{x2} \text{Ga}_{1-x2} \text{N}$ 。第二銦組成比率 $x2$ 係不少於該第一銦組成比率 $x1$ 之 0.6 倍，且係低於該第一銦組成比率 $x1$ 。該中間層被設置在該本體及該發光部份之間，且包括含有 $\text{Al}_{y1} \text{Ga}_{1-y1} \text{N}$ ($0 < y1 \leq 0.01$) 之第三層。

According to one embodiment, a semiconductor light emitting device includes n-type and p-type semiconductor layers, a light emitting portion, a multilayered structural body, and an n-side intermediate layer. The light emitting portion is provided between the semiconductor layers. The light emitting portion includes barrier layers containing GaN, and a well layer provided between the barrier layers. The well layer contains $\text{In}_{x1} \text{Ga}_{1-x1} \text{N}$. The body is provided between the n-type semiconductor layer and the light emitting portion. The body includes: first layers containing GaN, and a second layer provided between the first layers. The second layer contains $\text{In}_{x2} \text{Ga}_{1-x2} \text{N}$. Second In composition ratio $x2$ is not less than 0.6 times of first In composition ratio $x1$ and is lower than the first In composition $x1$. The intermediate layer is provided between the body and the light emitting portion and includes a third layer containing $\text{Al}_{y1} \text{Ga}_{1-y1} \text{N}$ ($0 < y1 \leq 0.01$).

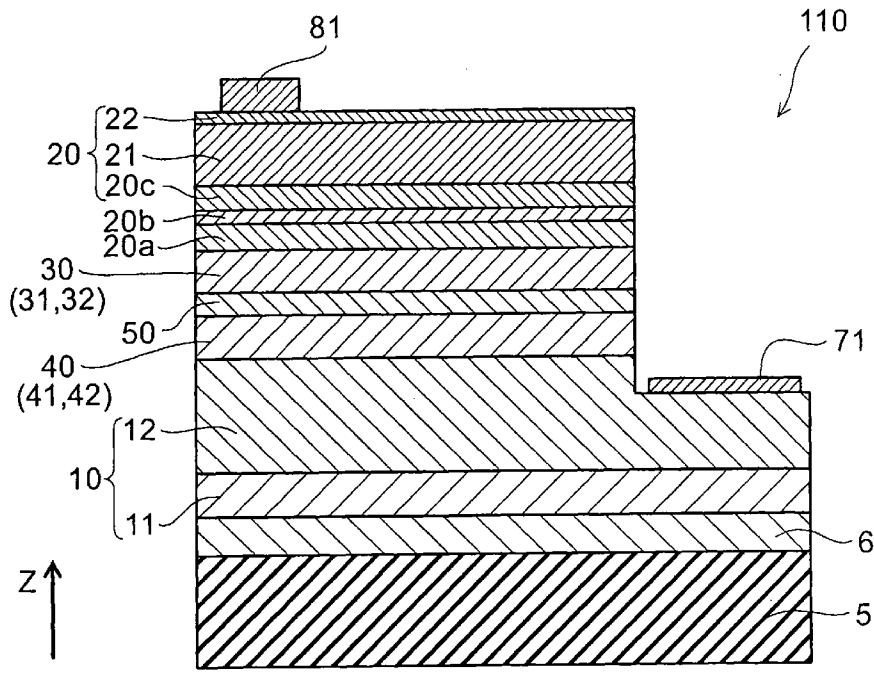
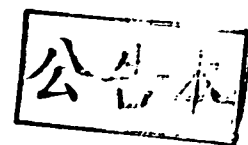


圖1

- 5 . . . 基板
- 6 . . . 緩衝層
- 10 . . . n 型半導體層
- 11 . . . 基底 GaN 層
- 12 . . . n 型接觸層
- 20 . . . p 型半導體層
- 20a . . . GaN 蓋層
- 20b . . . AlGaIn 蓋層
- 20c . . . p 型 AlGaIn 層
- 21 . . . p 型 GaN 包
覆層
- 22 . . . p 型 GaN 接
觸層
- 30 . . . 發光部份
- 31 . . . 隔離層
- 32 . . . 井層
- 40 . . . 結構本體
- 41 . . . 第一層
- 42 . . . 第二層
- 50 . . . 中間層
- 71 . . . n 側電極
- 81 . . . p 側電極
- 110 . . . 發光裝置

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)



※申請案號：099129502

※申請日：099年09月01日

※IPC分類：

H01L 33/06
H01L 33/32

(2010.01)

(2010.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

半導體發光裝置

Semiconductor light emitting device

二、中文發明摘要：

根據一個實施例，半導體發光裝置包括n型及p型半導體層、一發光部份、一多層式結構本體、及一n側中間層。該發光部份被設置在該等半導體層之間。該發光部份包括含有Ga₂N之隔離層、及一設置在該等隔離層間之井層。該井層包含In_{x1}Ga_{1-x1}N。該本體被設置在該n型半導體層及該發光部份之間。本體包括：含有Ga₂N之第一層、及被設置在該等第一層間之第二層。該第二層包含In_{x2}Ga_{1-x2}N。第二銦組成比率x₂係不少於該第一銦組成比率x₁之0.6倍，且係低於該第一銦組成比率x₁。該中間層被設置在該本體及該發光部份之間，且包括含有Al_{y1}Ga_{1-y1}N (0<y₁≤0.01)之第三層。

三、英文發明摘要：

According to one embodiment, a semiconductor light emitting device includes n-type and p-type semiconductor layers, a light emitting portion, a multilayered structural body, and an n-side intermediate layer. The light emitting portion is provided between the semiconductor layers. The light emitting portion includes barrier layers containing GaN, and a well layer provided between the barrier layers. The well layer contains $\text{In}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{N}$. The body is provided between the n-type semiconductor layer and the light emitting portion. The body includes: first layers containing GaN, and a second layer provided between the first layers. The second layer contains $\text{In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{N}$. Second In composition ratio $x2$ is not less than 0.6 times of first In composition ratio $x1$ and is lower than the first In composition $x1$. The intermediate layer is provided between the body and the light emitting portion and includes a third layer containing $\text{Al}_{y1}\text{Ga}_{1-y1}\text{N}$ ($0 < y1 \leq 0.01$).

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

5：基板

6：緩衝層

10：n型半導體層

11：基底Ga_N層

12：n型接觸層

20：p型半導體層

20a：Ga_N蓋層

20b：AlGa_N蓋層

20c：p型AlGa_N層

21：p型Ga_N包覆層

22：p型Ga_N接觸層

30：發光部份

31：隔離層

32：井層

40：結構本體

41：第一層

42：第二層

50：中間層

71：n側電極

81：p側電極

110：發光裝置

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

交叉參照之相關申請案

此申請案係基於2010年2月12日提出之先前日本專利申請案第2010-029516號、與主張來自該申請案的優先權之利益；其整個內容係以引用的方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

在此文中所敘述之實施例大致上有關半導體發光裝置。

【先前技術】

使用以氮化物為基礎之III-V族化合物半導體（諸如，氮化鎵（GaN）），已開發出半導體發光裝置，諸如，高強度紫外線至藍色及綠色發光二極體（LED）及藍色-紫色至藍色及綠色雷射二極體（LD）。

需要這些半導體發光裝置改善發光效率，且同時抑制操作電壓。

日本專利第JP-B 3427265號提出氮化物半導體發光裝置之組態，其中，為了改善發光效率與獲得較佳靜電耐受壓力之目的，包括由未摻雜GaN所製成之基底層及由n型摻雜GaN雜質之中間層的一層被設置在n型接觸層與n型多層式薄膜層之間。

通常，氮化鎵半導體發光裝置係形成在譬如藍寶石基板上，且由於該基板及該外延生長層間之熱膨脹係數上的

差異而在外延生長層中產生壓縮應力。此壓縮應力譬如造成活性層的量子井層中之畸變的累積。因此，壓電場之影響變得明顯，其阻礙了發光輸出之改善。因此，從應力鬆弛之觀點來看，尚有改良之空間。

【發明內容及實施方式】

通常，根據一個實施例，半導體發光裝置包括 n 型半導體層、p 型半導體層、發光部份、多層式結構本體、及 n 側中間層。該 n 型半導體層含有氮化物半導體。該 p 型半導體層含有氮化物半導體。該發光部份被設置在該 n 型半導體層及該 p 型半導體層之間。該發光部份包括互相堆疊且含有 GaN 之複數個隔離層，及一設置在該複數個隔離層的其中一層及該複數個隔離層的另一層之間的井層。該井層包含 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{N}$ ，其中，第一銦組成比率 x_1 為第三族元素中之銦的原子比率。該多層式結構本體被設置在該 n 型半導體層及該發光部份之間。該多層式結構本體包括：複數個第一層，係互相堆疊且含有氮化鎵；及一第二層，係設置在該複數個第一層的其中一層與該複數個第一層的另一層之間。該第二層含有 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{N}$ ，其中，第二銦組成比率 x_2 為第三族元素中之銦的原子比率。該第二銦成份 x_2 為不少於該第一銦組成比率 x_1 之 0.6 倍，且低於該第一銦組成比率 x_1 。該 n 側中間層被設置在該多層式結構本體與該發光部份之間，且包括含有 $\text{Al}_{y_1}\text{Ga}_{1-y_1}\text{N}$ 之第三層，其中，第一鋁 (Al) 組成比率 y_1 為第三族元素中之鋁的原子比率。

，該第一鋁組成比率 y_1 為高於 0 且不高於 0.01。

在下文中，本發明之實施例將參考該等圖面而被詳細地敘述。

該等圖面為示意或概念性的；且各部份的厚度及寬度間之關係，各部份之中的尺寸之比例係數等不需與其實際值相同。再者，甚至對於相同部份，該等尺寸及比例係數可在圖面之中被不同地說明。

於該申請案之說明書及該等圖面中，類似於那些關於在上文的圖示所敘述之零組件被標示以類似的參考數字，且詳細之敘述於適當時被省略。

圖 1 為一概要剖面視圖，說明根據本發明之實施例的半導體發光裝置之組態。

圖 2 為一概要剖面視圖，說明根據本發明之實施例的半導體發光裝置之組態的一部份。

如圖 1 及圖 2 所示，根據本發明之實施例的半導體發光裝置 110 包括含有氮化物半導體之 n 型半導體層 10、含有氮化物半導體之 p 型半導體層 20、設置在該 n 型半導體層 10 及該 p 型半導體層 20 間之發光部份 30、設置在該 n 型半導體層 10 及該發光部份 30 間之多層式結構本體 40、及設置在該多層式結構本體 40 及該發光部份 30 間之 n 側中間層 50。

如圖 1 所示，該 n 型半導體層 10、該多層式結構本體 40、該 n 側中間層 50、該發光部份 30、及該 p 型半導體層 20 係沿著 Z 軸方向而被堆疊。

該發光部份 30 具有多個彼此堆疊之隔離層 31 及井層 32

(量子井層)，該等井層之每一個被設置在該等隔離層 31 之間。該多個隔離層 31 之每一個包含 GaN。該多個井層 32 之每一個包含具有第一銦組成比率之 InGa_N。該多個隔離層 31 及該多個井層 32 係沿著該 Z 軸方向而被堆疊。

該多層式結構本體 40 具有多個彼此堆疊之第一層 41 及多個第二層 42，該等第二層之每一個被設置在該等第一層 41 之間。該多個第一層 41 之每一個包含 GaN。該多個第二層 42 之每一個包含具有第二銦組成比率之 InGa_N。該第二銦組成比率係等於該第一銦組成比率之 0.6 倍或大於該第一銦組成比率之 0.6 倍。該第二銦組成比率係低於該第一銦組成比率。該多個第一層 41 及該多個第二層 42 係沿著該 Z 軸方向而被堆疊。

在此，該銦組成比率（該第一與第二銦組成比率）指示銦在該第三族元素中之比率（原子比率）。

該第一層 41 及該第二層 42 例如為超晶格層。

該 n 側中間層 50 包括含有 Al_{y1}Ga_{1-y1}N（0 < y1 ≤ 0.01）之第三層 51。

如圖 1 所示，該 n 型半導體層 10 可譬如具有基底 GaN 層 11 及設置在該基底 GaN 層 11 與該多層式結構本體 40 間之 n 型接觸層 12。該 n 型接觸層 12 使用譬如 GaN 或 InGa_N，其中係摻雜有諸如矽之 n 型雜質。

該 p 型半導體層 20 可具有譬如 p 型 GaN 接觸層 22、設置在該 p 型 GaN 接觸層 22 與該發光部份 30 間之 p 型 AlGa_N 層 20c、及設置在該 p 型 GaN 接觸層 22 與該 p 型 AlGa_N 層 20c 間之 p

型 GaN 包覆層 21。諸如鎂之 p 型雜質被摻雜入該 p 型半導體層 20 中。

圖 1 所示之特定範例具有設置在該發光部份 30 與該 p 型半導體層 20 (該 p 型 AlGaIn 層 20c) 間之 GaN 蓋層 20a、及設置在該 GaN 蓋層 20a 及該 p 型半導體層 20 (該 p 型 AlGaIn 層 20c) 間之 AlGaIn 蓋層 20b。如果需要的話，提供該 GaN 蓋層 20a 及該 AlGaIn 蓋層 20b。該 GaN 蓋層 20a 及該 AlGaIn 蓋層 20b 可被視為該 p 型半導體層 20 或該發光部份 30 的部份。

如圖 1 所示，根據該實施例之半導體發光裝置 110 可另包括譬如由藍寶石所製成之基板 5 及一設置在其上之緩衝層 6。該緩衝層 6 具有設置在其上之基底 GaN 層 11，且該基底 GaN 層 11 具有設置在其上之 n 型接觸層 12。

此外，該多層式結構本體 40 (該第一層 41 及該第二層 42) 被設置在該 n 型接觸層 12 上。該 n 側中間層 50 被設置在該多層式結構本體 40 上。該發光部份 30 被設置在該 n 側中間層 50 上。該 GaN 蓋層 20a 被設置在該發光部份 30 上。該 AlGaIn 蓋層 20b 被設置在該 GaN 蓋層 20a 上。該 p 型 AlGaIn 層 20c 被設置在該 AlGaIn 蓋層 20b 上。該 p 型 GaN 包覆層 21 被設置在該 p 型 AlGaIn 層 20c 上。該 p 型 GaN 接觸層 22 被設置在該 p 型 GaN 包覆層 21 上。

在該堆疊式結構本體的 p 型半導體層 20 側上之第一主要表面上具有如上所述之組態，該 n 型半導體層 10 之各部件、該多層式結構本體 40、該 n 側中間層 50、該發光部份 30、該 p 型半導體層 20 被去除。因此，該 n 型半導體層 10 係

曝光於該第一主要表面側上。n側電極71被設置成與該曝光之n型半導體層10相接觸，且p側電極81被設置成與該p型半導體層20相接觸。

在發光部份30中，該隔離層31為含有Ga_{1-x1}N之層，且該井層32為含有In_{x1}Ga_{1-x1}N之層，其中，該第一銦組成比率x1係大於0及比1小。特別是，該第一銦組成比率x1係譬如不少於0.12及不多於0.20。

於該多層式結構本體40中，該第一層41為含有Ga_{1-x2}N之層，且該第二層42為含有In_{x2}Ga_{1-x2}N之層，其中，該第二銦組成比率x2係大於0及比1小。然而，該第二銦組成比率x2係等於或大於該第一銦組成比率x1之0.6倍，且係比該第一組成比率x1較小。特別是，該第二銦組成比率x2係譬如不少於0.08及少於0.12（其中，滿足 $(x1 \times 0.6) \leq x2 < x1$ 之關係）。

該第二銦組成比率x2被設定為等於或大於該第一銦組成比率之0.6倍，其係相對地更接近於該第一銦組成比率，使得待施加至該等井層32之壓縮應力能夠被鬆弛。因此，該結晶性可被充分地改善。當該第二組成比率x2被設定至低於該第一組成比率x1達0.6倍時，可能無法充分地獲得該壓縮應力之鬆弛的效果。

另一方面，在該第二銦組成比率x2係與該第一銦組成比率x1相同的情況中，當光線正朝向該n型半導體層10（基板5側面）時，在該發光部份30中所放射之光線被該多層式結構本體40之第二層42所吸收。為此緣故，於該實施

例中，該第二銦組成比率 x_2 被設定為低於該第一銦組成比率 x_1 。藉此，可抑制上述光吸收，且可增加該發光效率。

較佳的是，該第二層 42 之厚度係等於 2 奈米或比 2 nm（奈米）更小，以便獲得較佳之結晶性。

第一層 41 之厚度被設定為等於或大於該第二層 42 之厚度。當該第一層 41 之厚度係比該第二層 42 之厚度較小時，該多層式結構本體 40 中之平均銦成份增加。結果是，該壓縮應力係累積在該多層式結構本體 40 之內，其可能會導致引起介面（譬如，該多層式結構本體 40 與該 n 型半導體層 10 間之介面、該第一層 41 與該第二層 42 間之介面等）中之晶體缺陷。為了抑制這些晶體缺陷之發生，該第一層 41 之厚度被設定為等於或大於該第二層 42 之厚度。

該第一層 41 可包含 n 型雜質。該 n 型雜質可為例如矽。換句話說，該第一層 41 譬如為摻雜有矽之 GaN 層。

包括含有 $Al_{y_1}Ga_{1-y_1}N$ （ $0 < y_1 \leq 0.01$ ）之第三層 51 的 n 側中間層 50 被設置在該多層式結構本體 40 與該發光部份 30 之間，使得待施加至該發光部份 30 之壓縮應力可被進一步鬆弛。

換句話說，該發光部份 30 及該多層式結構本體 40 使用 InGaN 層，其平均銦成份係相對高的。然而，如此之 InGaN 層在該基底 GaN 層 11（該未摻雜 GaN 層）與該 n 型接觸層 12（該 n 型 GaN 層）間之晶格失配上具有大的差異。譬如，GaN 之晶格長度與 InN 的晶格長度間之差異為 11%。此外，因為該發光部份 30 及該多層式結構本體 40 之堆層的數

目係大的，所以該壓縮應力係易於被累積。當該壓縮應力變得更大時，畸變被累積在該等井層32中。其結果是，壓電場之影響變得明顯，因而阻礙發光效率的改善。

於該實施例中，包括含有AlGa_N之第三層51的n側中間層50被插入該多層式結構本體40與該發光部份30之間，而該AlGa_N與Ga_N的晶格失配上之差異係小的。Ga_N之晶格長度與AlN的晶格長度間之差異為2%，其遠比Ga_N之晶格長度與InN的晶格長度間之差異小。

此外，如圖2所舉例說明者，該壓縮應力CF係起始於該發光部份30及該多層式部份40中，此兩者皆含有InGa_N。相反地，拉伸應力TF係起始於含有AlGa_N之n側中間層中。使用如此之n側中間層50，可使將要被累積在該多層式結構本體40及該發光部份30中之壓縮應力CF減弱。

如上所述，該n側中間層50可鬆弛待施加至該多層式結構本體40及該發光部份30之壓縮應力CF，以使在該多層式結構本體40及該發光部份30中所造成之晶體缺陷可被減少，且該等井層32中所造成之畸變可被減弱。因此，該半導體發光裝置110之操作電壓可被減少，且該裝置特徵可被改善。

於該n側中間層50之第三層51中，該鋁組成比率y1被設定為大於0及等於0.01或比0.01較小。當該鋁組成比率係大於0.01時，結晶性係易於劣化，且因而發光效率係亦易於劣化。

該n側中間層50之厚度可為等於或比50奈米更小，譬

如較佳為等於或比10奈米更小。當該n側中間層50之厚度係大於50奈米，可能會使結晶性劣化。當該n側中間層50之厚度被設定為等於或比50奈米更小時，較佳的結晶性可被獲得，且因此，高發光效率可被獲得。再者，當該n側中間層50之厚度被設定為等於或比10奈米更小時，更佳之結晶性可被獲得。

圖3為示意剖面視圖，說明根據比較範例的半導體發光裝置之組態的一部份。

如圖3所示，於根據該比較範例之半導體發光裝置119中，包括含有AlGaIn之第三層51的n側中間層50被設置在n型半導體層10與多層式結構本體40之間。

於根據該比較範例之半導體發光裝置119中，該n側中間層50被設置在該n型半導體層10與該多層式結構本體40之間。因此，有一種可能性，即，將被起始於該n型半導體層10及該多層式結構本體40中之應力可被鬆弛。然而，沒有用以鬆弛該多層式結構本體40與該發光部份30間之應力的層，該兩者皆包括堆疊膜。為此緣故，大的壓縮應力 CF 被累積在該多層式結構本體40及該發光部份30中，該兩者皆具有壓縮應力 CF 。藉此，很容易使發光效率劣化。

相反地，在根據該實施例之半導體發光裝置110中，具有拉伸應力 TF 之n側中間層50被插入造成該壓縮應力 CF 的多層式結構本體40與造成該壓縮應力 CF 的發光部份30之間。有此組態，可使即將被累積之壓縮應力 CF 鬆弛，且可獲得高發光效率。如上所述，於該實施例中，即將被起始

於該等半導體層中之應力被鬆弛。因此，在低電壓操作及達成高發光效率之半導體發光裝置可被獲得。

當半導體層係外延地生長於該基板5上時，在該基板5及壓縮應力為小的半導體層間之介面中造成大量的位錯。然而，那些位錯消失於生長該半導體層之期間，且壓縮應力係累積於該外延生長層中。於該實施例中，具有該拉伸應力TF之n側中間層50被插入造成該壓縮應力CF之多層式結構本體40與造成該壓縮應力CF的發光部份30之間。有此組態，使即將被累積之壓縮應力CF鬆弛。因此，該壓電場之影響被抑制及該發光效率被進一步改善變得可能。

圖4為示意剖面視圖，說明根據本發明之實施例的另一半導體發光裝置之組態的一部份。

如圖4所示，根據該實施例之另一半導體發光裝置111具有多個被設置在n側中間層50中之第三層51。該多個第三層51係彼此堆疊。換句話說，該多個第三層51係沿著該Z軸方向而被堆疊。

此外，該n側中間層50另包括第四層52，該等第四層之每一個被設置在該多個第三層51之間。該第四層52包含n型雜質，該n型雜質之濃度高於該第三層51中所含有之n型雜質的濃度。該第四層52亦包含 $Al_{y2}Ga_{1-y2}N$ ($0 < y2 \leq 0.01$)，其中，該第四層52中之鋁組成比率 $y2$ 可為與該第三層51中之鋁組成比率 $y1$ 相同或不同。該鋁組成比率 $y2$ 被設定為大於0及等於或小於0.01。當該鋁組成比率 $y2$ 係大於0.01時，很容易使結晶性劣化，且因此，很容易

使發光效率劣化。

譬如，該第三層51為無摻雜之AlGa_N層，且該第四層52為摻雜有矽之AlGa_N層。

譬如，該第三層51之厚度係大約1奈米，且該第四層52之厚度係大約1奈米。這些第三及第四層51及52係交替地堆疊，而做成25對該第三及第四層51及52之堆疊層對（總共50層）。此堆疊膜可被使用作為該n側中間層50。

另一選擇為，該等第三層51及該等第四層52係交替地堆疊，而造成5對之堆疊層對（總共10層）。此堆疊膜可被使用作為該n側中間層50。

如上所述，該等第三層51及該等第四層52之堆疊式結構被應用作為該n側中間層50，以使電子載體可被有效地注射。因此，該等半導體層中之應力被鬆弛，但並不會使裝置特徵劣化。因此，可提供操作於更低的操作電壓且達成高發光效率之半導體發光裝置。

下文敘述用以製造該半導體發光裝置110的方法之範例。

於下面的敘述中，藉由使用一情況而提出一範例，其中，MOCVD（金屬有機化學氣相沉積法）被使用。然而，該範例並不限制於此。用以製造根據該實施例之半導體發光裝置的方法可採取任何方法，該方法被用來生長氮化物半導體，諸如，HVPE（鹵化物氣相外延法）及MBE（分子束磊晶法）。

此外，藉由使用一情況而提出該範例，其中，待使用

之材料包括三甲基鎵（TMG）、三甲基鋁（TMA）、三甲基銦（TMI）、雙（環戊二烯）鎂（ Cp_2Mg ），且氣體材料包括銨（ NH_3 ）及矽烷（ SiH_4 ），與載體氣體包括氫及氮。然而，這些材料係亦不被限制於該上述情況，且可被使用來製造根據該實施例的半導體發光裝置之組態的任何材料皆可被應用。譬如，三乙基鎵（TEG）可被使用。

該基板5譬如使用藍寶石基板。在此，該藍寶石基板係相對於M軸方向而傾斜達0.2度，且包括一C平面，每一個均具有3微米之直徑、1微米之高度、及5微米之間距的圓柱形凹面及凸面被設置在該C平面上。

換句話說，面向該n型半導體層10的基板5之主要表面可相對於該基板5的M軸方向而在自0.1度至0.5度之範圍中傾斜。有此組態，將在該基板5上生長的各種半導體層之結晶性被改善。當該基板5的主要表面及該M軸方向間之角度係小於0.1度時，很容易使結晶性劣化。當該角度係大於0.5度時，亦很容易使結晶性劣化。

此外，該基板5具有設置在該主要表面上之凹面及凸面。有了這些凹面及凸面，自該發光部份30所發射出之光線的路徑可被改變，且因此光線取出效率被改善。該凹面及凸面之形狀可為任何形狀（當該凹面及凸面被切割時為平坦的形狀，以便與該基板5的主要表面平行）。再者，當半導體層係生長於該基板5上時，提供該凹面及凸面在該基板5上可造成該凹面及凸面用作為晶體生長之核心，因而產生改善半導體層之結晶性的效果。

該基板5係譬如受到有機清洗及酸性清洗作為預處理。之後，該基板5被儲存在MOCVD設備之內。

譬如，該基板5之溫度於氮化物（ N_2 ）氣體及氫（ H_2 ）氣體之混合氣體的大氣中，在正常壓力之下藉由高頻加熱而增加至高達攝氏1100度。有此處理，該基板5之表面係受到氣相蝕刻，且去除形成在該表面上之天然的氧化物膜。

之後，當該 NH_3 氣體被連續供給的同時，該基板5之溫度係減少降至攝氏500度及被保持在攝氏500度。

接著，譬如使用 N_2 氣體及該 H_2 氣體之混合氣體作為載體氣體，銨（ NH_3 ）氣體、TMG（三甲基鎵）、及TMA（三甲基鋁）被供給作為製程氣體，以形成含有AlGaIn之緩衝層6。該緩衝層6之厚度被設定為譬如20奈米。

然後，當該 NH_3 氣體被連續供給時，該基板5之溫度係增加高達攝氏1100度及被保持在攝氏1100度。

隨後，譬如使用該 N_2 氣體及該 H_2 氣體之混合氣體作為載體氣體，銨（ NH_3 ）氣體及TMG（三甲基鎵）被供給作為製程氣體，以形成基底GaIn層11。於該實施例中，該基底GaIn層11為未摻雜之層。該基底GaIn層11之厚度係譬如3微米。

之後，譬如，用做為n型摻雜劑之矽烷（ SiH_4 氣體）被供給，以形成n型接觸層12。該n型接觸層12之厚度係譬如4微米。該n型接觸層12為含有矽之GaIn層。

其後，停止TMG之供給，而同時繼續該 NH_3 氣體之供

給，且該基板5之溫度係減少降至攝氏800度及被保持在攝氏800度。

接著，譬如使用該 N_2 氣體當作載體氣體，該 NH_3 氣體、TMG、及該 SiH_4 氣體被供給作為製程氣體，以形成第一層41。該第一層41為摻雜有矽之Ga N 層。該第一層41之厚度被設定為譬如2奈米。

然後，停止該 SiH_4 氣體之供給，而同時繼續TMI（三甲基銦）之供給，以形成第二層42。該第二層42為具有0.1之銦組成比率的InGa N 層（第二銦組成比率 $\times 2$ ）。該第二層42之厚度係譬如1奈米。

之後，TMI之供給及停止以及 SiH_4 氣體之停止及供給係交替地重複，以使譬如30次地形成該第一層41及該第二層42。其結果是，多層式結構本體40可被獲得。

隨後，當TMG及該 NH_3 氣體被連續供給時，停止TMI及該 SiH_4 氣體之供給，且供給TMA（三甲基鋁），以形成該n側中間層50之第三層51。該n側中間層50為未摻雜之層，且為AlGa N 層，其鋁組成比率 y_1 為0.01。該第三層51之厚度係譬如5奈米。

其後，當連續供給TMG及該 NH_3 氣體的同時，停止TMA之供給，以形成隔離層31。該隔離層31為Ga N 層。該隔離層31之厚度係譬如5奈米。

接著，供給TMI（三甲基銦），以形成井層32。該井層42譬如為InGa N 層，其銦組成比率（第一銦組成比率 $\times 1$ ）為0.15。該井層32之厚度係譬如2.5奈米。

然後，重複地施行 TMI 之供給及停止，以使該隔離層 31 及該井層 32 譬如被形成 7 次。其結果是，獲得到具有多個量子井結構之發光部份 30。

隨後，當連續地供給 TMG 及該 NH_3 氣體的同時，停止 TMI 之供給，以形成 GaN 蓋層 20a。該 GaN 蓋層 20a 譬如為未摻雜之 GaN 層。該 GaN 蓋層 20a 之厚度為譬如 5 奈米。

此後，當 TMG 被連續地供給的同時，TMA（三甲基鋁）被供給，以形成 AlGaIn 蓋層 20b。該 AlGaIn 蓋層 20b 譬如為未摻雜之 AlGaIn 層，其鋁組成比率為 0.003。該 AlGaIn 蓋層 20b 之厚度譬如為 1 奈米。

其後，當連續地供給該 NH_3 氣體的同時，停止 TMG 及 TMA 之供給，且該基板 5 之溫度係於該 N_2 氣體氛圍中增加高達攝氏 1030 度，且被保持在攝氏 1030 度。

接著，供給使用該 N_2 氣體及該 H_2 氣體之混合氣體作為載體氣體，該 NH_3 氣體、TMG、及 TMA 作為製程氣體，及雙（環戊二烯）鎂（ Cp_2Mg ）作為 p 型摻雜物，以形成 p 型 AlGaIn 層 20c。該 p 型 AlGaIn 層 20c 之鎂濃度譬如為 $1 \times 10^{19 \pm 20} \text{cm}^{-3}$ 。該 p 型 AlGaIn 層 20c 之厚度譬如為 10 奈米。該 p 型 AlGaIn 層 20c 用作為電子隔離層（電子溢出防止層）。

然後，當 TMG 及 Cp_2Mg 被連續供給的同時，停止 TMA 之供給，以形成 p 型 GaN 包覆層 21。該 p 型 GaN 包覆層 21 之鎂濃度譬如為 $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 。該 p 型 GaN 包覆層 21 之厚度譬如為約 100 奈米。

隨後，增加供給 Cp_2Mg 之數量，以形成 p 型 GaN 接觸層

22。該 p 型 GaN 接觸層 22 之鎂濃度譬如為 $3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 。該 p 型 GaN 接觸層 22 之厚度譬如為約 10 奈米。

此後，當該 NH_3 氣體被連續供給的同時，停止 TMG 之供給，且僅連續地供給該載體氣體，以使該基板 5 之溫度自然地減少。繼續該 NH_3 氣體之供給，直至該基板 5 之溫度到達攝氏 500 度為止。

其後，該基板 5 係自該 MOCVD 設備取出，且該等半導體層之成型堆疊結構本體的一部份係藉由譬如 RIE（反應性離子蝕刻）方法而被去除，而抵達該 n 型接觸層 12，使得該 n 型接觸層 12 的一部份被曝露出。譬如，由鈦膜/鉑膜/金膜所構成之 n 側電極 71 係形成在該曝露出之 n 型接觸層 12 上。此外，譬如由鎳膜/金膜所構成之 p 側電極 81 係形成在該 p 型 GaN 接觸層 22 上。如上所述，獲得到圖 1 所舉例說明之半導體發光裝置 110。

有關該半導體發光裝置 110 之 I-V 特性，譬如，當電流為 20 mA 時，操作電壓為 3.1 V（伏特）至 3.5 V，且此時之光線輸出約為 15 mW。光發射之峰值波長約為 450 奈米。

如上所述，該等半導體層中所造成之應力係鬆弛於根據該實施例之半導體發光裝置 110 中。因此，可獲得到操作於低操作電壓且達成高發光效率之半導體發光裝置。

於上述製造方法中，半導體發光裝置 111 可在該 n 側中間層 50 之形成製程中藉由堆疊多個第三層 51 及多個第四層 52 而被形成。譬如，該多層式結構本體 40 被形成，且之後，含有未摻雜之 AlGaIn 的第三層 51 被形成，該 AlGaIn 之鋁

組成比率 y_1 為 0.01。於此情況中，該第三層 51 之厚度被設定為譬如 1 奈米。在該第三層 51 被形成之後，含有摻雜有矽之 AlGaIn 的第四層 52 被形成，該 AlGaIn 之鋁組成比率 y_2 為 0.01。該第四層 52 之厚度被設定為譬如 1 奈米。那些第三及第四層 51 及 52 被成對地形成達 5 次（總共 10 層）。其結果是，譬如具有 10 奈米之厚度之 n 側中間層 50 被獲得到。

類似於該半導體發光裝置 110，在該等半導體層中所造成之應力係在即將以此方式而被製成之半導體發光裝置 111 中鬆弛。因此，可獲得到操作於低操作電壓且達成高發光效率之半導體發光裝置。

圖 5 為曲線圖，說明半導體發光裝置之特性。

明確地說，圖 5 顯示當該等半導體發光裝置的多層式結構本體 40 中之銦組成比率被改變時，該發光特性之變化。於圖 5 中，該水平軸表示波長 λ （奈米），且垂直軸表示發光強度 I_p 。該發光強度 I_p 係藉由設定最大強度為 1 來予以標準化。

圖 5 說明半導體發光裝置之特性，其中，並未設置 n 側中間層 50。圖 5 亦顯示兩種類型之半導體發光裝置 119a 及 119b 的特性，於該多層式結構本體 40 的第二層 42 中，其銦組成比率（第二銦組成比率 x_2 ）係彼此不同的。該半導體發光裝置 119a 中之第二銦組成比率 x_2 為 0.14，且該半導體發光裝置 119b 中之第二銦組成比率 x_2 為 0.26。

如圖 5 所示，於該半導體發光裝置 119b 中，其多層式

結構本體 40 的第二層 42 之第二銦組成比率 x_2 係高的，該發光強度 I_p 之波長寬度係比該半導體發光裝置 119a 之波長寬度更窄。明確地說，於該半導體發光裝置 119b 中，相較於該半導體發光裝置 119a，該發光光譜的一半帶寬係減少達 17.7 奈米。

此外，該半導體發光裝置 119a 之操作電壓為 3.5V 至 3.6V，而該半導體發光裝置 119b 之操作電壓為 3.3V。換句話說，半導體發光裝置中之操作電壓減少，其第二層 42 之第二銦組成比率 x_2 係較高的。

因此，該第二層 42 之第二銦組成比率 x_2 增加，以獲得較佳的特性。

此時，譬如，考慮該發光部份 30 之生長溫度被設定為高於該多層式結構本體 40 之生長溫度，以便進一步改善該發光部份 30 之結晶性。譬如，有一情況，在攝氏 800 度被用作為該多層式結構本體 40 之生長溫度，且攝氏 850 度被用作為該發光部份 30 之生長溫度。

於未提供 n 側中間層之比較範例中，在形成該多層式結構本體 40 之後，如果生長發光部份 30 之溫度被設定為高於該多層式結構本體 40 之生長溫度，則銦在藉由將該銦組成比率設定為更高時所形成之第二層 42 中消失。其結果是，該第二銦組成比率 x_2 可為低於所想要之值。於此情況中，不能夠獲得到所想要之特徵。

此時，有關根據該實施例之半導體發光裝置 110 及 111，n 側中間層 50 被設置，以使該 n 側中間層 50 用作為該多層

式結構本體40的蓋層。因此，甚至當生長該發光部份30之溫度被設定為高於生長該多層式結構本體40之溫度時，該第二層42中之銦的消失能夠被抑制。其結果是，想要之第二銦組成比率 x_2 被獲得到，且因此，想要之特性可被獲得到。

如上所述，除了用作為應力鬆弛層以抑制該壓縮應力CF之功能以外，該n側中間層50能夠達成用作為該多層式結構本體40的蓋層之功能。

圖6為示意剖面視圖，說明根據本發明之實施例的另一半導體發光裝置之組態的一部份。

如圖6所示，根據該實施例之半導體發光裝置112另包括圖1及圖2中所舉例說明之半導體發光裝置110中的p側中間層60。

該p側中間層60被設置在發光部份30與p型半導體層20之間。該p側中間層60包括含有 $Al_{z_1}Ga_{1-z_1}N$ ($0 < z_1 \leq 0.01$)層之第五層61。

該第五層61之鋁組成比率 z_1 可為與第三層51之鋁組成比率 y_1 及第四層52之鋁組成比率 y_2 相同或不同。該鋁組成比率 z_1 被設定為大於0及等於或小於0.01。當該鋁組成比率 z_1 係大於0.1時，很容易使結晶性劣化。其結果是，很容易使發光效率劣化。

於該實施例中，該p側中間層60被設置在該發光部份30與該p型半導體層20的p型AlGaN層20c之間。然而，該實施例不被限制於此。類似於圖1所說明之半導體發光裝置

110，該 GaN 蓋層 20a 可被設置在該發光部份 30 與該 p 型半導體層 20 之間，且該 p 側中間層 60 可被設置在該發光部份 30 與該 GaN 蓋層 20a 之間。於此情況中，AlGaIn 蓋層 20b 可進一步被設置在該 GaN 蓋層 20a 與該 p 型半導體層 20（該 p 型 AlGaIn 層 20c）之間。

於該半導體發光裝置 112 中，其中，另包括該 p 側中間層，該等堆疊式半導體層中所累積之壓縮應力可藉由該 p 側中間層 60 而被進一步抑制，且該等半導體層中之應力被進一步鬆弛。因此，可獲得的操作於低操作電壓且達成高發光效率之半導體發光裝置。

圖 7 為示意剖面視圖，說明根據本發明之實施例的另一半導體發光裝置之組態的一部份。

如圖 7 所示，多個第五層 61 被設置在根據該實施例之半導體發光裝置 112a 中。該多個第五層 61 係互相堆疊。換句話說，該多個第五層 61 係沿著該 Z 軸方向而被堆疊。

此外，該 p 側中間層 60 另包括第六層 62，其每一個被設置在該等第五層 61 之間。該第六層 62 包含 p 型雜質，其濃度係高於該第五層 61 中所含有之 p 型雜質的濃度。再者，該第六層 62 包含 $\text{Al}_{z2}\text{Ga}_{1-z2}\text{N}$ （ $0 < z2 \leq 0.01$ ）。在此，該第六層 62 中之鋁組成比率 $z2$ 可為與該第五層 61 中之鋁組成比率 $z1$ 相同或不同。該第六層 62 中之鋁組成比率 $z2$ 可為與該第三層 51 之鋁組成比率 $y1$ 及該第四層 52 之鋁組成比率 $y2$ 相同或不同。該鋁組成比率 $z2$ 被設定為大於 0 及等於或小於 0.01。當該鋁組成比率 $z2$ 係大於 0.01 時，很容易使結晶

性劣化。其結果是，很容易使發光效率劣化。

譬如，該第五層 61 為無摻雜之 AlGa_N 層，且該第六層 62 為摻雜有鎂之 AlGa_N 層。

如上所述，多層式結構本體可被應用至該 p 側中間層 60。有此組態，半導體層中所造成之應力被鬆弛。因此，可獲得操作於低操作電壓且達成高發光效率之半導體發光裝置。

圖 8 為示意剖面視圖，說明根據本發明之實施例的另一半導體發光裝置之組態的一部份。

如圖 8 所示，根據該實施例之另一半導體發光裝置 112b 具有一設有多層式結構本體（多個第三層 51 與多個第四層 52）之 n 側中間層 50 及一設有多層式結構本體（多個第五層 61 與多個第六層 62）的 p 側中間層 60。

該等半導體層中所造成之應力係亦在該半導體發光裝置 112b 中鬆弛。因此，可獲得操作於低操作電壓且達成高發光效率之半導體發光裝置。

如上所述，於該實施例中，n 側中間層 50 被設置在多層式結構本體 40 與發光部份 30 之間。該 n 側中間層 50 為單一未摻雜之 AlGa_N 層或多層膜，其中堆疊有未摻雜之 AlGa_N 層及摻雜有矽的 Ga_N 層。該 n 側中間層 50 具有鬆弛該應力，以使該多層式結構本體 40 及具有 InGa_N 層的發光部份 30 中所造成之壓縮應力被鬆弛之功能。因此，將在該堆疊介面中所產生之缺陷及將在該井層 32 中所造成之畸變可被減少。因此，可獲得達成充分之光輸出且操作於低操作

電壓之半導體發光裝置。

在上文藉由使用該情況而提出該說明，其中，C平面藍寶石基板被用作為該基板5。然而，另一基板，諸如Ga₂N、SiC、或ZnO基板可被使用。此外，該基板5之平面方向係不限制於該C平面，且另一平面，譬如無非極性之平面可被使用。

注意於該實施例中，“氮化物半導體”係意欲包括具有所有該等成分之半導體，該等成分係藉由改變該化學方程式： $B_xIn_yAl_zGa_{1-x-y-z}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $x+y+z \leq 1$ ）中之個別範圍中的組成比率x、y及z之每一個而被獲得到。此外，於該上面之化學方程式中，該“氮化物半導體”係意欲包括另含有不同於N（氮化物）之第V族元素的半導體、另含有將被加入以控制諸如電導性型式之各種性質的各種元素之半導體、及另含有非故意地包含的各種元素之半導體。

在上文中，本發明之示範實施例係參考特定之範例而被敘述。然而，本發明不被限制於這些特定的範例。譬如，在包括本發明的主旨之範圍內，藉由熟諳此技藝者關於半導體發光裝置之零組件，諸如n型半導體層、p型半導體層、發光部份、井層、隔離層、多層式結構本體、n側中間層、p側中間層、第一至第六層、電極、基板、及緩衝層的組態、尺寸、材料品質、配置等所作之各種修改皆被包括在本發明之範圍中。

此外，在技術可行性之範圍內，該等特定範例之任何

二個或更多零組件可被組合；且在包括本發明的主旨之範圍內被涵括在本發明之範圍中。

再者，基於上述當作本發明之示範實施例的半導體發光裝置，藉由熟諳此技藝者用適當之設計修改而可實施之所有半導體發光裝置在包括本發明的主旨之範圍內亦在本發明之範圍中。

此外，對於那些熟諳此技藝者，在本發明之精神內的各種修改及變更將輕易地變得明顯。所有此等修改及變更將因此被視為在本發明之範圍內。

雖然某些實施例已被敘述，這些實施例已僅只當作範例被呈現，且係不意欲限制本發明之範圍。實際上，在此中所敘述之新穎實施例可被以各種其他形式具體化；再者，可作成在此中所敘述之實施例的形式中之各種省略、替代及變化，而未由該等發明之精神脫離。所附申請專利範圍及其同等項係意欲涵蓋此等形式或修改，如將落在該等發明之範圍及精神內者。

【圖式簡單說明】

圖1係示意剖面視圖，顯示半導體發光裝置；

圖2係示意剖面視圖，顯示該半導體發光裝置的一部份；

圖3係示意剖面視圖，顯示根據一比較範例之半導體發光裝置的一部份；

圖4係示意剖面視圖，顯示半導體發光裝置的一部份

;

圖 5 係一曲線圖，顯示半導體發光裝置之特性；

圖 6 係示意剖面視圖，顯示半導體發光裝置的一部份

;

圖 7 係示意剖面視圖，顯示半導體發光裝置的一部份

; 及

圖 8 係示意剖面視圖，顯示半導體發光裝置的一部份

。

【主要元件符號說明】

5：基板

6：緩衝層

10：n型半導體層

11：基底 GaN 層

12：n型接觸層

20：p型半導體層

20a：GaN 蓋層

20b：AlGaN 蓋層

20c：p型 AlGaN 層

21：p型 GaN 包覆層

22：p型 GaN 接觸層

30：發光部份

31：隔離層

32：井層

40 : 結構本體
41 : 第一層
42 : 第二層
50 : 中間層
51 : 第三層
52 : 第四層
60 : 中間層
61 : 第五層
62 : 第六層
71 : n側電極
81 : p側電極
110 : 發光裝置
111 : 發光裝置
112 : 發光裝置
112a : 發光裝置
112b : 發光裝置
119 : 發光裝置
119a : 發光裝置
119b : 發光裝置

空白頁

七、申請專利範圍：

1. 一種半導體發光裝置，包括：

— n型半導體層，其含有氮化物半導體；

— p型半導體層，其含有氮化物半導體；

— 發光部份，其被設置在該 n型半導體層與該 p型半導體層之間，

該發光部份包括：

複數個隔離層，係互相堆疊且含有氮化鎵（GaN），及

— 井層，係設置在該複數個隔離層的其中一層與該複數個隔離層的另一層之間，該井層含有 $\text{In}_{x1}\text{Ga}_{1-x1}\text{N}$ ，其中，第一銦（In）組成比率 $x1$ 為第三族元素中之銦的原子比率；

— 多層式結構本體，其被設置在該 n型半導體層與該發光部份之間，

該多層式結構本體包括：

複數個第一層，係互相堆疊且含有氮化鎵（GaN），及

— 第二層，係設置在該複數個第一層的其中一層與該複數個第一層的另一層之間，該第二層含有 $\text{In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{N}$ ，其中，第二銦組成比率 $x2$ 為第三族元素中之銦的原子比率，該第二銦成份 $x2$ 為不少於該第一銦組成比率 $x1$ 之 0.6 倍，且低於該第一銦組成比率 $x1$ ；以及

— n側中間層，其被設置在該多層式結構本體與該發

光部份之間，且包括：

互相堆疊且含有 $\text{Al}_{y1}\text{Ga}_{1-y1}\text{N}$ 之複數個第三層，其中，第一鋁（Al）組成比率 $y1$ 為第三族元素中之鋁的原子比率，該第一鋁組成比率 $y1$ 為高於 0 且不高於 0.01，及

一第四層，係設置在該複數個第三層的其中一層與該複數個第三層的另一層之間，該第四層接觸該複數個第三層的該其中一層並且接觸該複數個第三層的該另一層，該第四層含有 n 型雜質，該 n 型雜質之濃度高於該等第三層中所含有之 n 型雜質的濃度，該第四層含有 $\text{Al}_{y2}\text{Ga}_{1-y2}\text{N}$ ，其中，第二鋁組成比率 $y2$ 為第三族元素中之鋁的原子比率，該第二鋁組成比率 $y2$ 係不低於 0 且不高於 0.01。

2. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第三層為無摻雜質層，且該第四層為摻雜有矽之層。

3. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該等第三層之數目係不少於 5 且不多於 25。

4. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，另包括一 p 側中間層，其被設置在該發光部份與該 p 型半導體層之間，且包括含有 $\text{Al}_{z1}\text{Ga}_{1-z1}\text{N}$ 層之第五層，其中，第三鋁組成比率 $z1$ 為鋁在第三族元素中的原子比率，該第三鋁組成比率 $z1$ 係高於 0 且不高於 0.01。

5. 如申請專利範圍第 4 項之半導體發光裝置，其中

該第五層被複數個地設置，該複數個第五層係互相堆疊，及

該 p 側中間層另包括設置在該複數個第五層的其中一

層與該複數個第五層的另一層之間的第六層，該第六層含有 p 型雜質，該 p 型雜質之濃度高於該第五層中所含有之 p 型雜質的濃度，該第六層含有 $\text{Al}_{z2}\text{Ga}_{1-z2}\text{N}$ ，其中，第四鋁組成比率 $z2$ 為鋁在第三族元素中的原子比率，該第四鋁組成比率 $z2$ 係不低於 0 且不高於 0.01。

6. 如申請專利範圍第 5 項之半導體發光裝置，其中，該第五層為無摻雜質層，且該第六層為摻雜有鎂之層。

7. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第一層含有 n 型雜質。

8. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第一層之厚度係不小於該第二層之厚度。

9. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第一層及該第二層是超晶格層。

10. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第一銻組成比率 $x1$ 係不少於 0.12 且不多於 0.20。

11. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第二銻組成比率 $x2$ 係不少於 0.08 且少於 0.12。

12. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該第二層之厚度為不多於 2 奈米。

13. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該 n 側中間層之厚度為不多於 50 奈米。

14. 如申請專利範圍第 1 項之半導體發光裝置，其中，該 n 型半導體層包括一 GaN 層及一 n 型層，該 n 型層被設置在該 GaN 層及該多層式結構本體之間，該 n 型層包括含有矽之

GaN與含有矽的InGaN的其中之一。

15.如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，其中，該p型半導體層包括第一p型GaN層、一p型AlGaN層、及第二p型GaN層，該p型AlGaN層被設置在該第一p型GaN層與該發光部份之間，該第二p型GaN層被設置在該第一p型GaN層與該p型AlGaN層之間，該第二p型GaN層之p型雜質濃度低於該第一p型GaN層之p型雜質濃度。

16.如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，另包括一設置在該發光層與該p型半導體層間之GaN蓋層、及一設置在該GaN蓋層與該p型半導體層間之AlGaN蓋層。

17.如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，另包括一基板，其係由藍寶石所製成且設置在該n型半導體層之相向於該p型半導體層的一側面上，

該基板之面朝該n型半導體層的主要表面係相對於該基板之M軸方向傾斜達一角度，該角度不小於0.1度且不多於0.5度。

18.如申請專利範圍第17項之半導體發光裝置，其中，該基板包括設置在該主要表面上之凹面及凸面。

19.如申請專利範圍第1項之半導體發光裝置，另包括設置在該n型半導體層之相向於該p型半導體層的一側面上之基板，該基板包括GaN、SiC及ZnO的至少其中之一者。

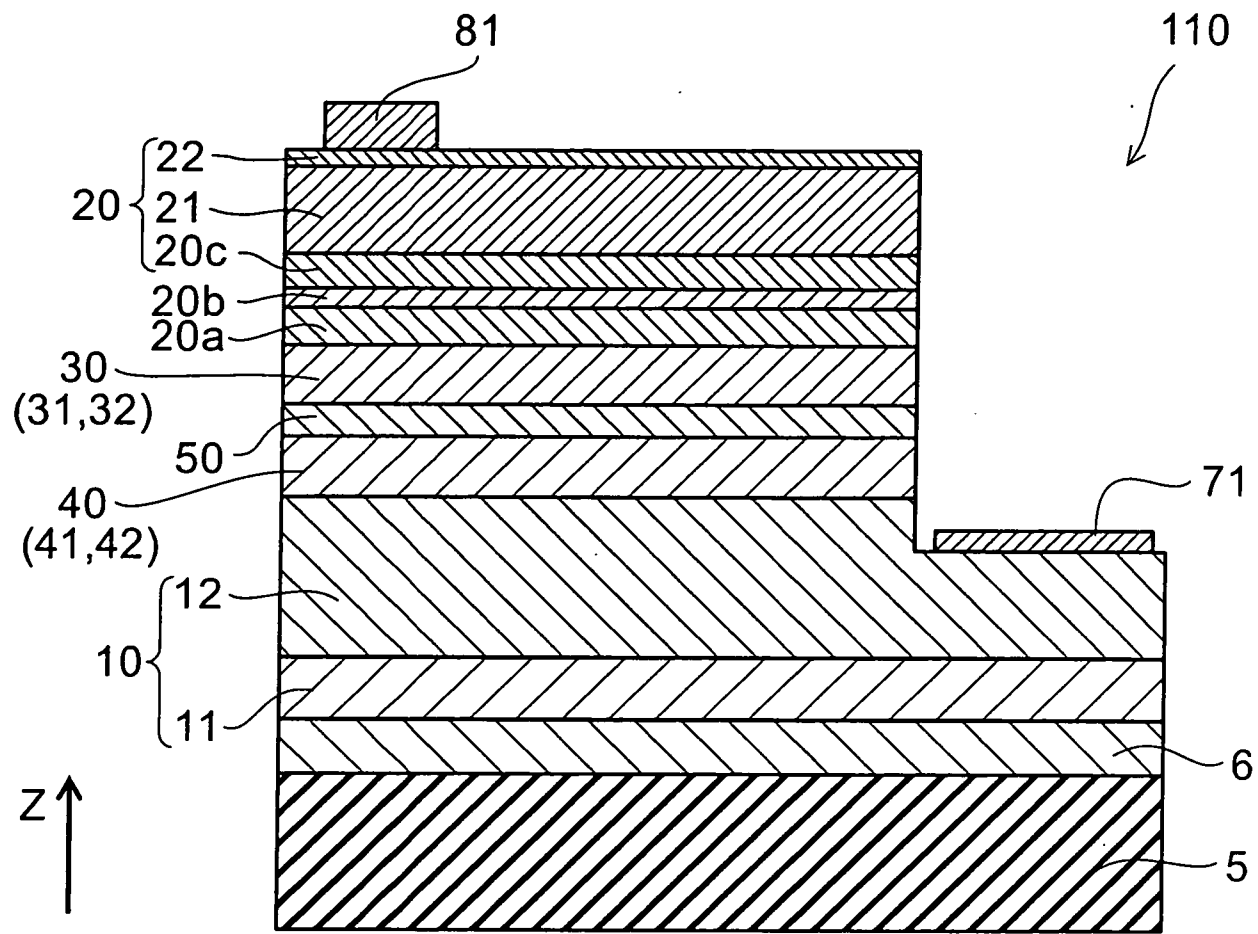


圖 1

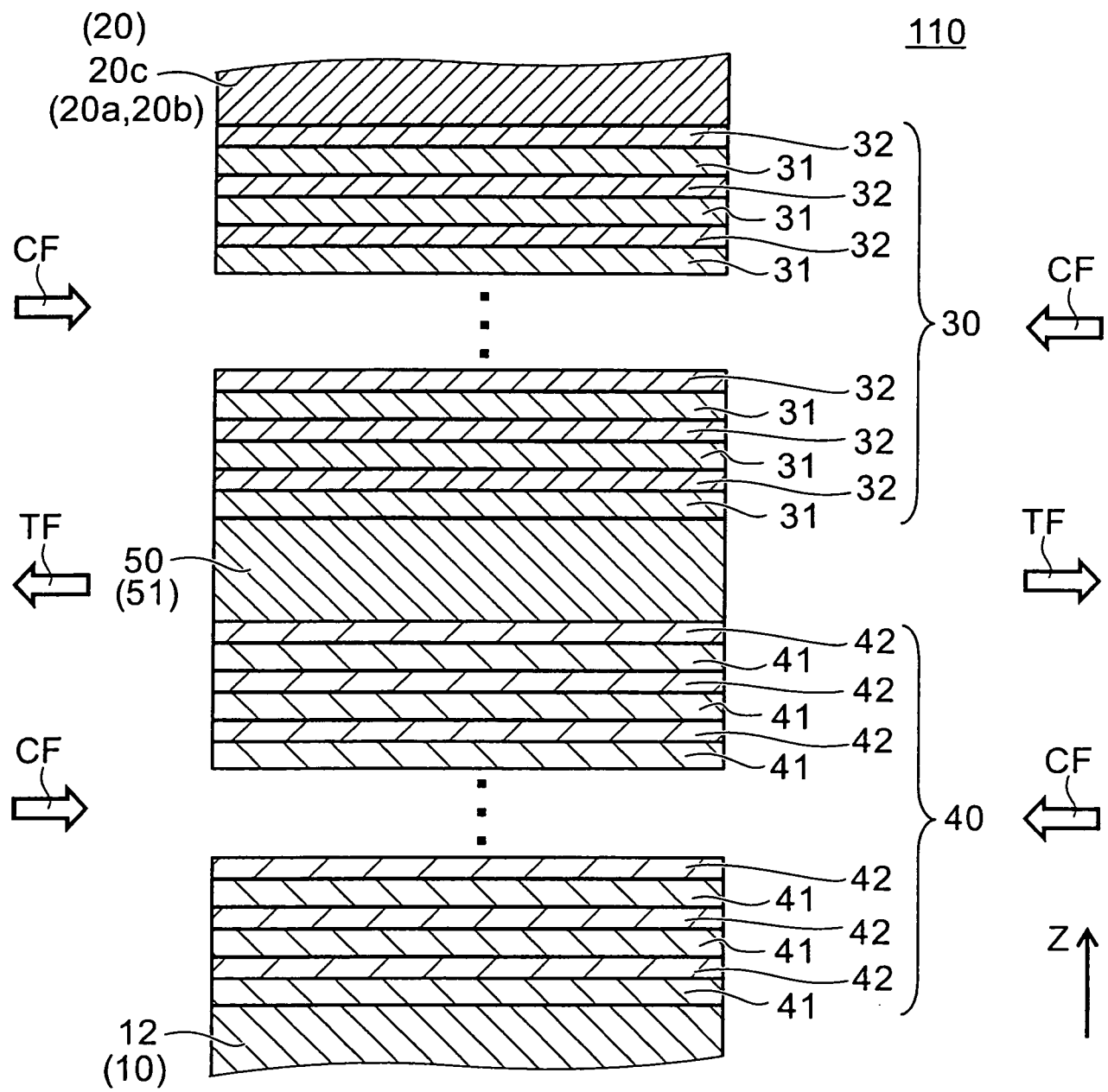


圖2



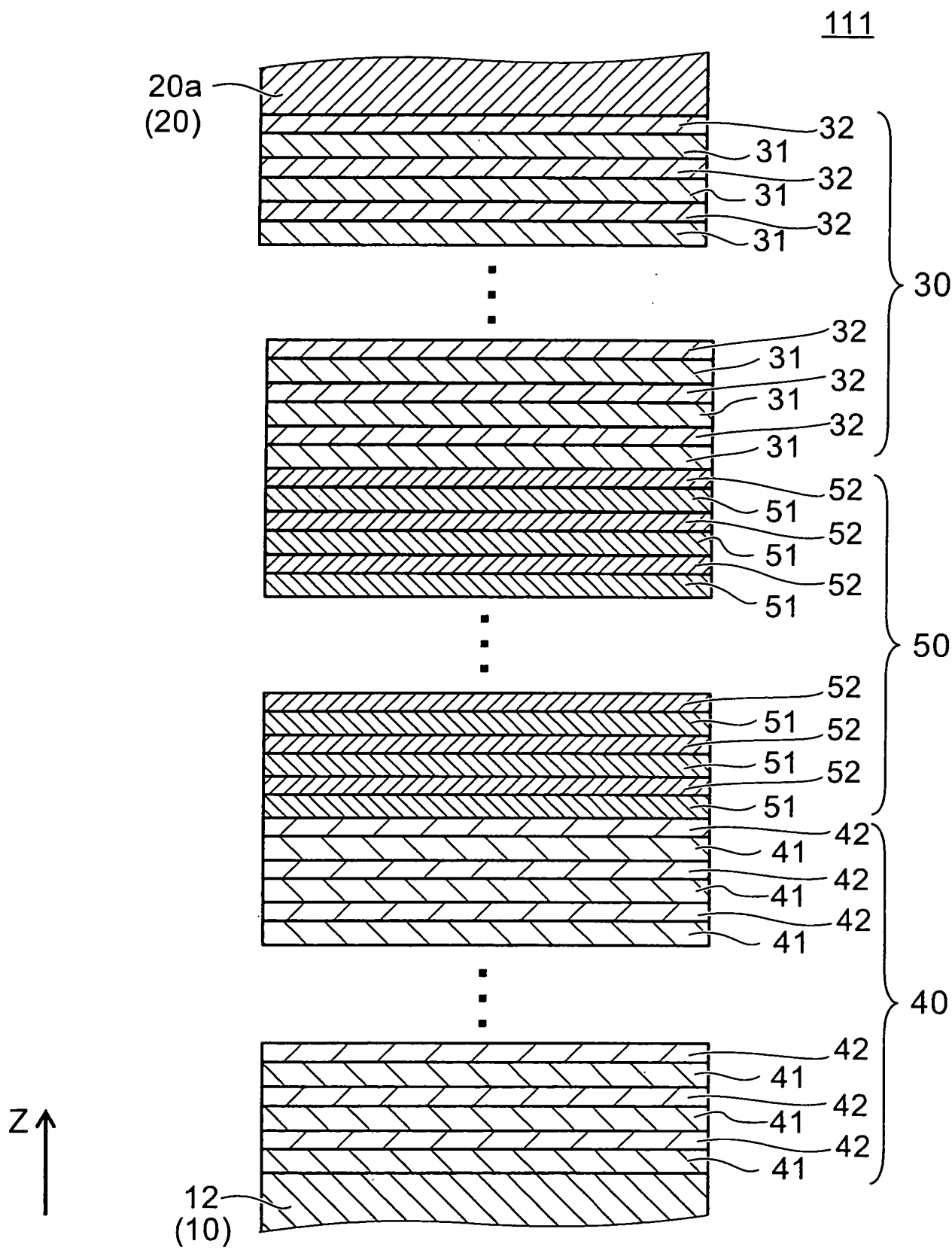


圖4

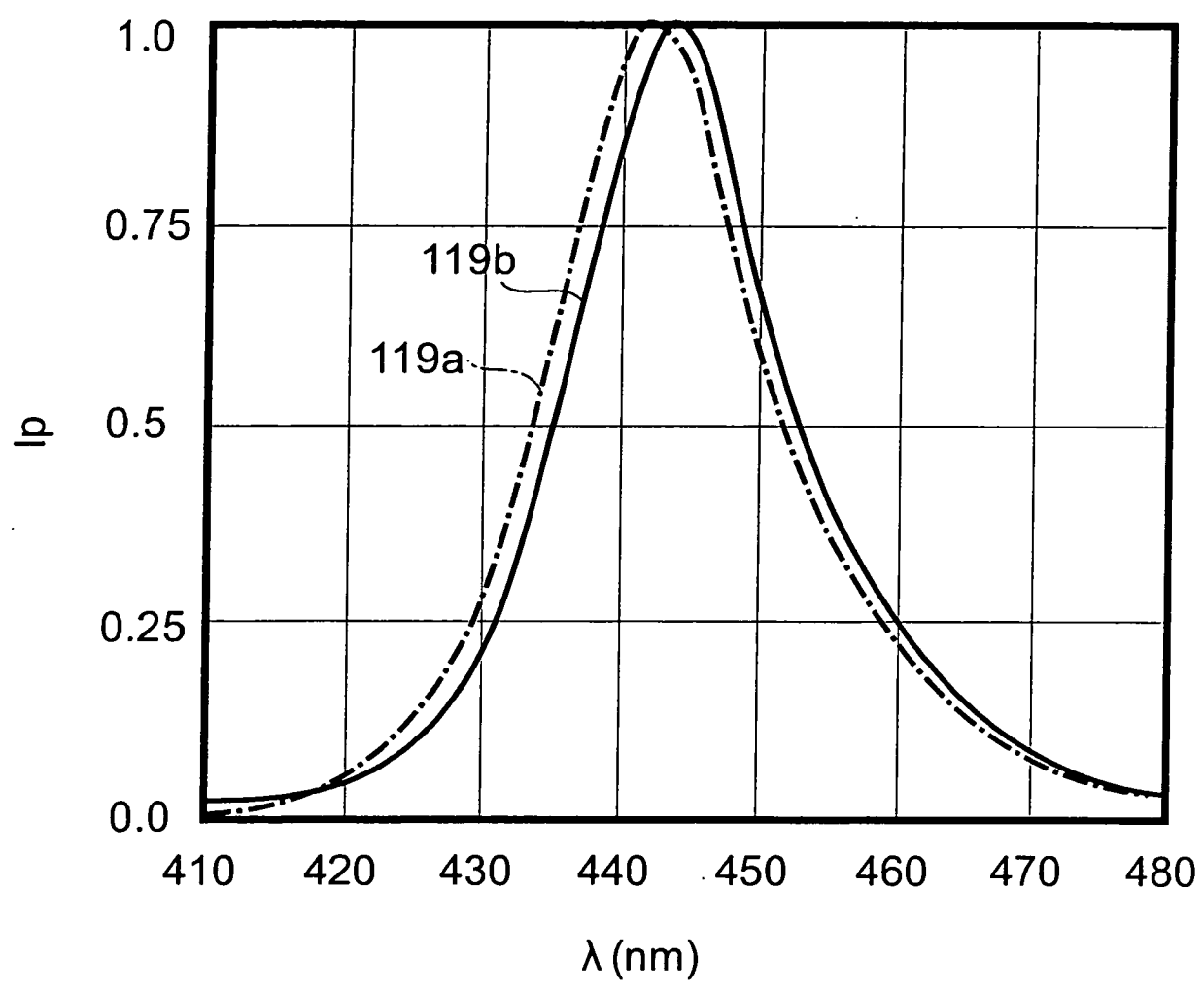


圖5

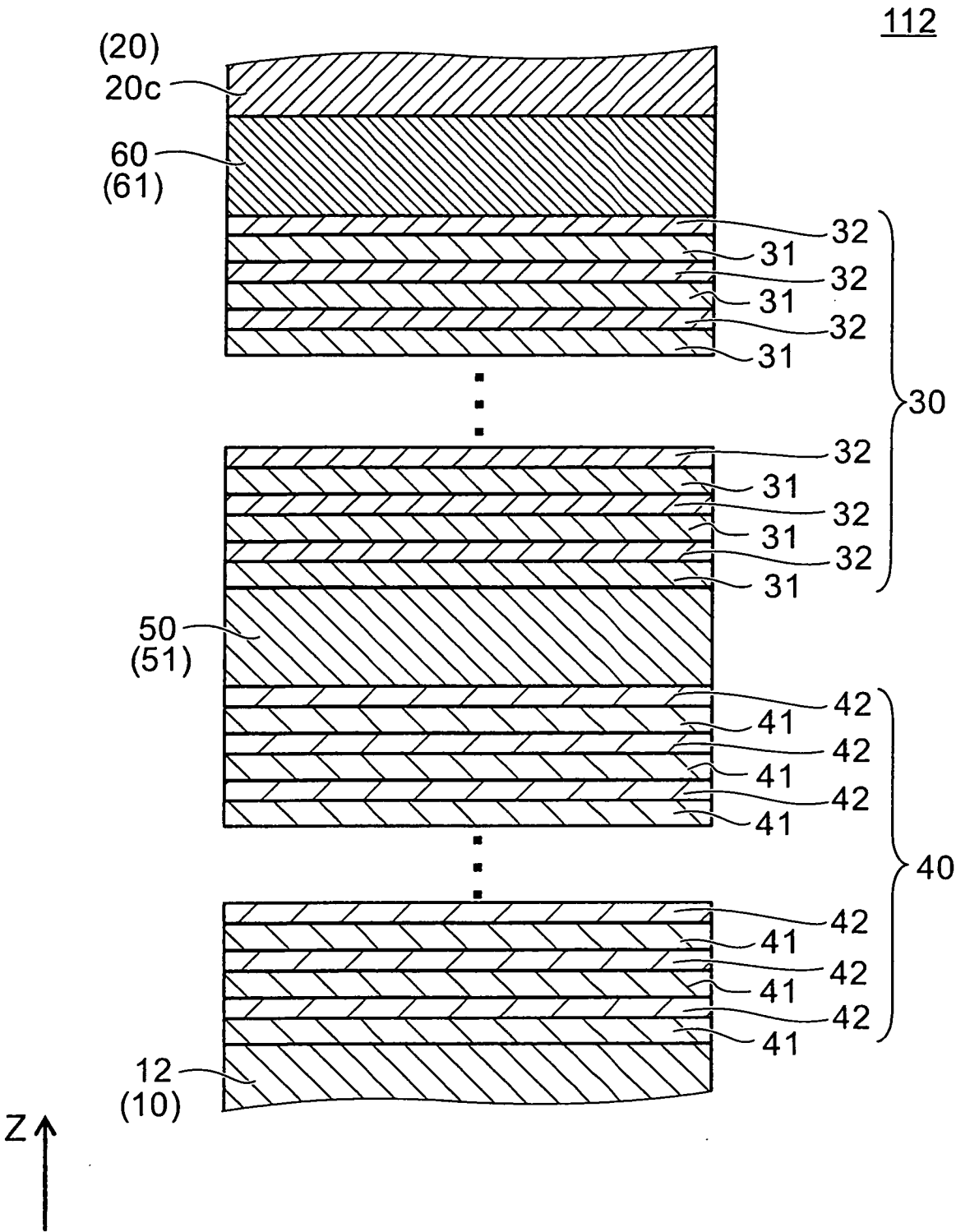


圖6

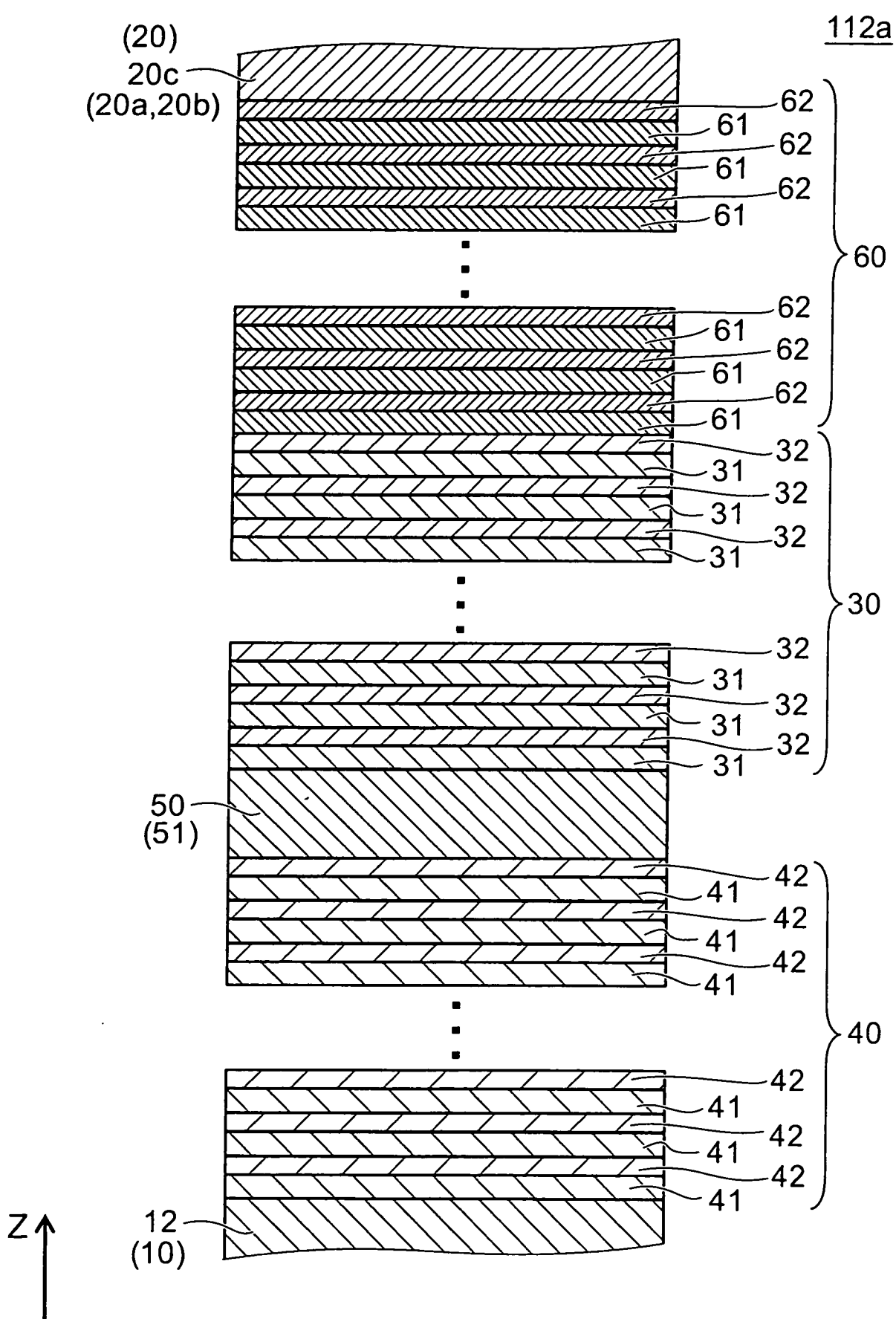


圖 7

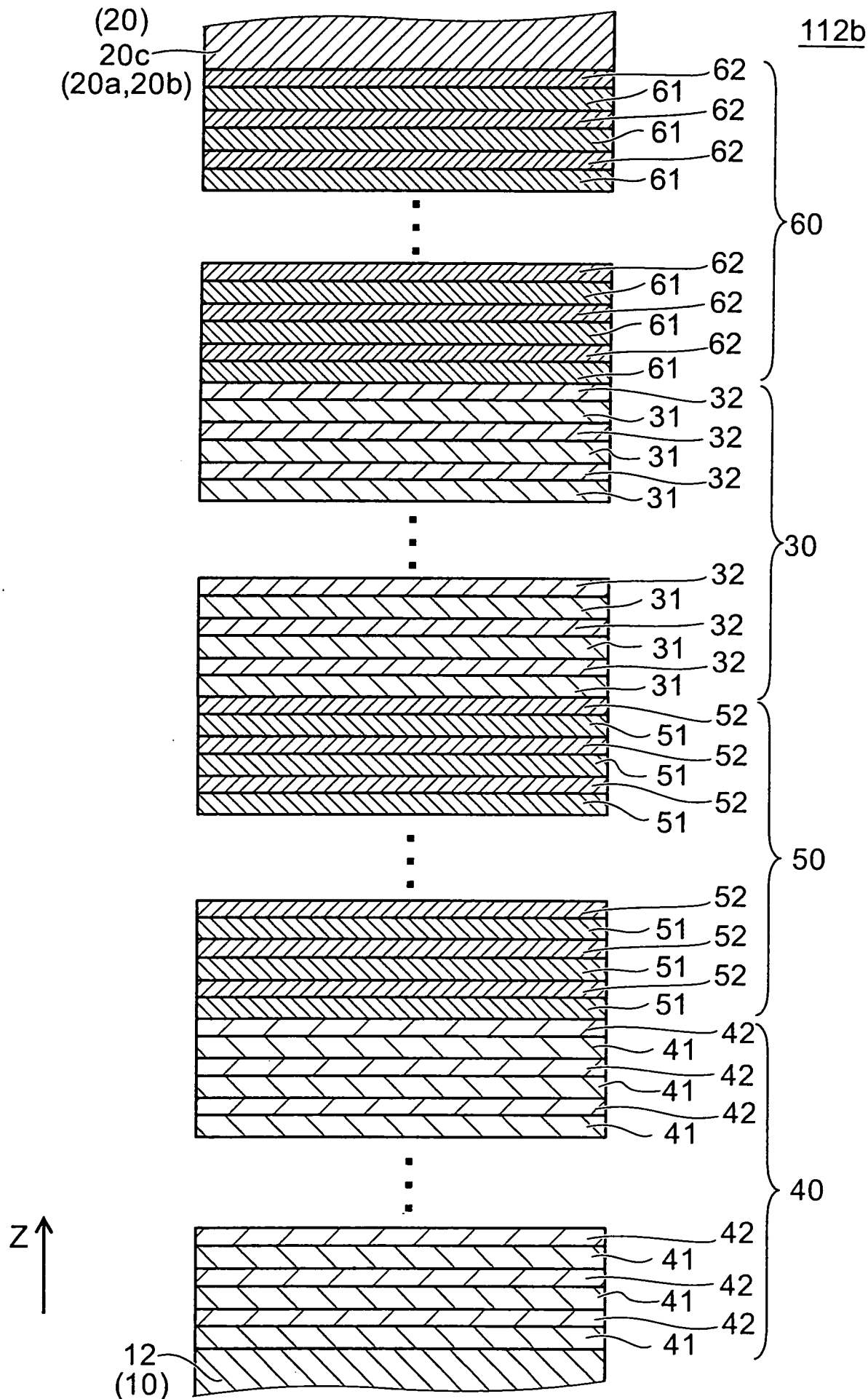


圖 8