公告本
效面影印

申請日期	89 8 21
案號	89114188
類別	H01L 33/00 ; H01S 3/18

（以上各欄由本局填註）

A4
C4

469654

發明 [redacted] 專利說明書

一、發明 [redacted] 名稱	中文	氮化物半導體層結構及一種整合有一部分的該結構之氮化物半導體雷射
	英文	NITRIDE SEMICONDUCTOR LAYER STRUCTURE AND A NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER INCORPORATING A PORTION OF SAME
二、發明 [redacted] 人	姓名	(1)竹內哲也 (4)山田範秀 (2)渡邊智 (5)天野浩 (3)金子和 (6)赤崎勇
	國籍	日本
	住、居所	(1)美國加州山景市東卡明諾里爾870號#119 (2)日本國神奈川縣橫濱市續區北山台3-7-1-1001 (3)日本國神奈川縣茅崎市巴2-4-17 (4)日本國東京都國分寺市日經學簿1-9-47 (5)日本國愛知縣名古屋名東區山手2-1-4-508 (6)日本國愛知縣名古屋市西區上新1-1-38-805
三、申請人	姓名（名稱）	美商・安捷倫科技公司
	國籍	美國
	住、居所（事務所）	美國加州帕羅亞托・佩吉密爾路395號
	代表人姓名	瑪利 O. 休柏

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

（由本局填寫）

承辦人代碼：	A6 B6
大　　類：	
ＩＰＣ分類：	

本案已向：

日 本 國（地區） 申請專利，申請日期：1999.7.16 案號：特願平11-203930 ，☑有 □無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（1）

發明之領域

本發明係有關於一種氮化物半導體層結構；並且更特別地是有關於一種氮化物半導體層結構，其包含一個含有氮化鋁之單晶氮化物半導體材料於一亦包含有氮化鋁之低溫沈積氮化物半導體材料緩衝層上的一相當厚的複合層。本發明更有關於一種整合有一部分的該氮化物半導體層結構之氮化物半導體雷射。

發明之背景

由Ⅲ族氮化物半導體材料所製作的氮化物半導體裝置已可作為諸如雷射與發光二極體等光電裝置。這些材料的通式為$Al_xGa_{1-x-y}In_yN$，其中Al為鋁，Ga為鎵，In為銦，N為氮，而x與y為組成比例。例如，這些材料已被提出用於製造可產生光譜中之藍至紫外部分之光線的雷射。然而，使用氮化物半導體材料所製造之傳統結構雷射的一主要的實務問題為以該雷射所產生之光的遠場圖案具有多於一個的峰值。該遠場圖案為該光線之近場圖案的傅立葉轉換。詳閱諸如D. Hofstetter et al., *Excitation of a Higher Order Transverse Mode in an Optically-Pumped $In_{0.15}Ga_{0.85}N/In_{0.05}Ga_{0.95}N$ Multi Quantum Well Laser Structure*, 70 APPL. PHYS. LETT., 1650(1997)。可產生具有多重峰值之遠場圖案光線的雷射較可產生具有單一峰值之遠場圖案光線的雷射具有更少的實際應用。

以該傳統雷射所產生之光線的遠場圖案具有多重峰值，而非希冀的單一峰值，因為以雷射中之一光導波層及一

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（ 2 ）

底部護套層所形成的光束限結構將提供不足的光束限。該光束限結構允許光線由光導波層外漏至護套層底下的接觸層中。該接觸層接著將作為一寄生光導波層，而產生高階模式的雷射震盪。

達成充足之光束限的嘗試包含使用一厚度增加的護套層，以及增加光導波層之半導體材料與護套層間之折射率差異。然而，當以傳統地方式執行時，這些方法將增加雷射結構中的裂痕發生率。此將全然地降低良率。

第1圖為傳統氮化物半導體雷射結構10(傳統氮化物半導體雷射可由其製做)之結構的側視圖。在本揭示中之說明半導體層結構與半導體雷射的所有圖式中，諸層的厚度係被誇大(相對於寬度)，且較薄層的厚度比較厚層更被誇大，以使得諸層被清楚地表示。

氮化物半導體層雷射結構10包含低溫沈積GaN的緩衝層12，n型GaN的n接觸層13，n型AlGaN的護套層14，n型GaN的光導波層15，GaInN的主動層16，p型AlGaN的電子阻絕層17，p型GaN的光導波層18，p型AlGaN的護套層19，以及p型GaN的p接觸層20。該2至20層係連續地被形成於基板11上。基板材料為藍寶石、碳化矽、尖晶石、氧化鎂、砷化鎵、矽或其他適當的材料。

緩衝層12為在550℃之溫度所沈積的一35nm厚GaN層，亦即在單晶成長溫度以下的溫度。n接觸層13為n型摻雜(以約$1\times10^{18}cm^{-3}$的矽)之4微米厚的GaN層。護套層14為600nm厚的AlGaN層，其具有0.06的AlN莫耳分率並以約1

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（3）

$\times 10^{18}cm^{-3}$的矽做n型摻雜。光導波層15為n型摻雜(以約1$\times 10^{18}cm^{-3}$的矽)之100nm厚的GaN層。主動層16係由五對次層所組成。各對的該次層係由具有0.1莫耳比例之InN的一3nm厚GaInN次層，以及具有0.03莫耳比例之InN的一6nm厚GaInN次層所組成。電子阻絕層17為具有0.15莫耳比例之AlN並以約$5\times 10^{19}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜的一15nm厚AlGaN層。光導波層18為以約$5\times 10^{19}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜之100 nm厚的GaN層。護套層19為具有0.06莫耳比例之AlN並以約$5\times 10^{19}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜的一500nm厚AlGaN層。P接觸層20為以約$1\times 10^{20}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜之100 nm厚的GaN層。

可製作產生具有單一峰值之遠場圖案的氮化物半導體雷射的一種經改良的氮化物半導體雷射被說明於日本專利申請案第H10-313993號中(優先申請案)。該優先申請案係受讓於該申請案的受讓人，並逾1998年10月16日申請。英文版的該優先申請案並公布於國際申請案第WO 00/24097號。該優先申請案在此併入本案以為參考資料。

雖然優先申請案中的該氮化物半導體雷射結構缺乏第1圖所示之該層結構的電子阻絕層17，但是其包含置於該n型GaN接觸層13與n型AlGaN護套層14間的一額外緩衝層。該額外緩衝層可使得生長於其上的該n型AlGaN護套層14具有一增加的厚度以及一較低的裂痕發生率。在優先申請案中所揭示的該氮化物半導體層結構中，該護套層的厚度與該護套層的AlN莫耳分率之一或二者可被調整，以使

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 4 ）

得使用該層結構所製造的雷射所發出的光線可具有一個單一峰值的遠場圖案(亦即該遠場中的強度分佈)。

雖然優先申請案中所揭示的該層結構可被使用於製造可產生遠場圖案具有單一峰值並較傳統氮化物半導體雷射具有更大效率的光線，但是具有更簡易結構之高品質雷射係為所需。

因此，所需為具有簡易結構，以及可由其製造可產生具有單一峰值之遠場圖案之光線，並具有低閾電流與低電源消耗的一種氮化物半導體層結構。

亦所需為一種可提供增加光束限的氮化物半導體層結構，其具有降低的製造成本，並提供經改良的性能於光電子裝置、其他導波結構及其他半導體裝置中。

發明之概要

本發明提供一種氮化物半導體層結構，其包含一個緩衝層及位於該緩衝層上的一複合層。該緩衝層為一低溫沈積氮化物半導體料層(含AlN)。該複合層為一單晶氮化物半導體材料層(包含AlN)。該複合層包含一個第一次層(鄰接緩衝層)，以及一個第二次層(位於該第一次層上)。該複合層的單晶氮化物半導體材料具有一個第一AlN莫耳分率於該第一次層中，並具有一個第二AlN莫耳分率於該第二次層中。該第二AlN莫耳分率大於該第二AlN莫耳分率。

本發明更提供一種氮化物半導體雷射，其包含部分上述氮化物半導體層結構，且更包含一光導波層於該複合層

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（5）

上，以及一主動層於該光導波層上。

在本發明所提供之該簡易的半導體層結構中，該厚的複合AlGaN層可被摻雜為p型或n型。該複合AlGaN層具有隨著形成該複合AlGaN層中之二個次層的層厚而改變的AlN莫耳分率。該次層的不同AlN比率將使該次層的特性最適化，以使得該次層得以作為一護套層及一接觸層。因此，該次層將被個別稱為一護套次層及一接觸次層。該護套次層及位於該複合AlGaN層上的一光導波層將形成提供適當光束限的一光束限結構。該複合AlGaN層具有一相當高的AlN莫耳分率於該護套次層中。該複合AlGaN層具有一相當低的AlN莫耳分率於該接觸次層中，以提供該接觸次層所需的高導電率，而在無過量順向電壓降的情況下，完成橫向電流注入。將接觸層與護套層的功能提供於僅有AlN莫耳分率不同的一複合材料層中將使得氮化物半導體層結構中的裂痕發生率實質地降低。

由上述氮化物半導體層結構所製造之根據本發明的氮化物半導體雷射具有高良率，因為該複合AlGaN層具有低裂痕發生率(雖然其具有實質的厚度)。該雷射將產生具有單一峰值之遠場圖案的光線，因為充分的光束限來自於該複合AlGaN層之相當高的AlN莫耳分率以及該護套次層的厚度。該雷射亦具有低順向電壓降，因為高複合AlGaN層的n接觸次層具有高導電率及實質厚度。

因為根據本發明的雷射將產生具有單一峰值的遠場圖案光線，所以該雷射在光學信息儲存裝置以及其他需要單

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 6 ）

一峰值發射的應用中為理想的。再者，該雷射具有大幅降低的順向電壓降，較低的電源消耗，以及散失較少的熱，其具有明顯增加的使用壽命。

圖式之簡要說明

第1圖為傳統GaN基層結構(傳統氮化物半導體雷射可由其製做)的示意側視圖。

第2圖為以第1圖所示之傳統層結構所製作之雷射的實例所發射之光線的遠場圖案的圖式。

第3圖為根據本發明之氮化物半導體層結構之第一個實施例的示意側視圖。

第4圖為由第3圖所示之氮化物半導體層結構所製造之根據本發明之氮化物半導體雷射的示意側視圖。

第5圖為以使用根據本發明之氮化物半導體層結構所製造之根據本發明之氮化物半導體雷射的實例所發射之光線的遠場圖案的圖式。

第6圖為一根據本發明之氮化物半導體雷射(曲線(a))與一對照雷射(曲線(b))之實例的順向特性的圖式。

第7圖為一根據本發明之氮化物半導體雷射(曲線(a))與一對照雷射(曲線(b))之實例的閾特性的圖式。

第8圖為整合有一額外AlN複合層之根據本發明的氮化物半導體層結構的第二個實施例的示意側視圖。

第9A-9C圖為該複合AlGaN層的AlN莫耳分率可隨該複合AlGaN層的厚度而改變之不同方式的圖式。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（7）

發明之細節說明

在第1圖所示之傳統氮化物半導體層結構10中，該護套層14的AlGaN與該接觸層13的GaN間的晶格錯位可能使裂痕產生於該護套層中以及成長於該層上的諸層中。該裂痕將明顯地降低由所示之傳統層結構所製作之雷射的良率。為降低裂痕的發生率，該護套層14的厚度在傳統上被限定於600 nm，而該護套層14支半導體材料的AlN莫耳分率在傳統上則被限定為0.06。然而，光導波層15以及符合上述限制之護套層14的一實施例將形成具有不適當光束限之光束限結構，如第2圖所舉例說明。

第2圖為以傳統氮化物半導體層結構10所製作之雷射的實例所發射之光線的遠場圖案的圖式，其中護套層14符合上述限制。在第2圖中，以雷射所發射的光線強度(以任何單位)係繪製於y軸上，而以雷射所發射的光線角度(相對於雷射的光軸)則繪製於x軸上。該遠場圖案具有多重峰值。其意味為上述光束限結構所提供的光束限性為向內的，且光線存在於n接觸層13中。遠場圖案示於第2圖中的該雷射實例具有2.7%的光束限因子。

上述的優先申請案揭示一種可被使用於製造氮化物半導體層的氮化物半導體層結構。在優先申請案所揭示的該層結構中，裂痕的發生率係藉由安置一個額外的30 nm厚低溫沈積半導體材料緩衝層於該GaN的n接觸層13與該AlGaN護套層14之間而被降低。該額外的緩衝層可使得護套層14的厚度被增加至1微米，且護套層14之半導體材料

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 8 ）

的AlN莫耳分率被增加至0.1，而無明顯的裂痕發生於該護套層中。該護套層可使得光束限結構提供雷射明顯的光束限，以產生具有單一峰值之遠場圖案的光線。然而，如上所述，使用較優先申請案中所揭示之更為簡易的結構與製程而獲得類似的結果為所希冀。

一種將優先申請案中所揭示的結構與製程簡化並同時保持其優點的第一個方法為將該GaN的n接觸層、該額外的緩衝層與AlGaN護套層以一個單一的、厚的、均質的n型單晶AlGaN半導體材料層(作為組合的n接觸層與護套層)取代。該單一的AlGaN層材料具有相當高的AlN莫耳分率，以使得該單一的AlGaN層與光導波層15形成一個提供適當光束限的光束限結構。就本揭示的目的而言，當整合有該光束限結構的雷射產生具有單一峰值之遠場圖案的光線時，光束限結構將負責提供適當的光束限。

然而，具有足夠高的AlN莫耳分率而使該層形成一光束限結構(提供適當的光束限)的該單一AlGaN層材料將造成材料的體電阻率及該單一AlGaN層的接觸電阻率變得相當高。此將使得該單一AlGaN層無法作為一個有效的橫向電流注入層，並將在整個雷射中造成相當高的電壓降。

本發明係使用一個AlGaN複合層作為該n接觸層與護套層而將該問題克服。該AlGaN複合層將被稱為複合AlGaN層。該複合AlGaN層包含各具有不同AlN莫耳分率的次層，亦即具有較低AlN莫耳分率的單晶AlGaN半導體材料次層，以及具有較高AlN莫耳分率的單晶AlGaN半導

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（9）

體材料次層。較低AlN莫耳分率的次層具有一相當低的電阻率，被安置於鄰接低溫沈積AlGaN緩衝層，作為接觸層以進行橫向電流注入該雷射中，並將被稱為AlGaN的n接觸次層。較高AlN莫耳分率的次層被安置於鄰接n型GaN光導波層，並與該n型GaN光導波層形成一光束限結構。該次層將被稱為AlGaN護套次層。該AlGaN護套次層具有較高的電阻率，以及小於該AlGaN之n接觸次層的厚度。雖然該AlGaN護套次層的材料具有較大的莫耳分率，因而較該AlGaN之p接觸次層有更高的電阻率，但是該AlGaN護套次層的較小厚度將避免該次層的較高電阻率明顯地增加該n電極與主動區間之路徑的總電阻率。

在該複合AlGaN層中，AlN的莫耳分率可能在該AlGaN之n接觸次層與該AlGaN護套次層間急遽地改變，而形成二個明顯的AlGaN層，其各具有不同的AlN莫耳分率。此外，該AlN莫耳分率可能在該AlGaN之n接觸次層與該AlGaN護套次層間大幅地改變，而形成AlN莫耳分率在整個層厚皆不同的一單一層。與該AlN莫耳分率改變的方式無關，該AlGaN護套次層的厚度應不大於提供適當光束限所需。

相較於第1圖中所示的該層結構，包含具有不同AlN莫耳分率之次層的一單一複合AlGaN層的一個氮化物半導體層結構(如剛才所述)將提供一個實質地增加的光束限。再者，該複合層之次層間的晶格錯位相當小，所以該層結構中的裂痕發生率較低。這些優點係於該n接觸與主動區

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

五、發明說明（ 10 ）

間之路徑電阻率的微小增加下而被達成。

為降低根據本發明之氮化物半導體層結構的裂痕發生率，該AlGaN之n接觸次層(亦即具有較低AlN莫耳分率的次層)的AlN莫耳分率偏好至少為0.01。再者，為降低裂痕發生率並降低n接觸與主動層間的路徑電阻率，該AlGaN護套次層與AlGaN之n接觸次層的AlN莫耳分率間的差異偏好在0.03至0.10之間。實際偏好的差異係取決於該AlGaN護套次層的AlN莫耳分率。該AlGaN護套次層的AlN莫耳分率應至少為0.05，並可高至1。

當整合有一個複合AlGaN層(包含二個具有不同AlN莫耳分率之AlGaN次層)的氮化物半導體層結構(如上所述)被形成時，成長於部分該n-AlGaN接觸次層上的部分諸層係使用活性離子蝕刻(RIE)或一些其他適當的蝕刻製程被蝕刻移除，而暴露出該AlGaN的n接觸次層。一個n電極可接著被沈積於以該蝕刻製程所暴露出的該AlGaN的n接觸次層表面上。一個p電極被沈積於該p接觸層的表面上。該層結構被進一步蝕刻而移除部分的該p接觸層、該p型護套層及p型光導波，而形成一個隆起結構。該層結構接著被劈裂，而形成個別的雷射。各個如前述形成的氮化物半導體雷射將整合部分的氮化物半導體層結構。

在AlGaN之n接觸次層與AlGaN護套次層間的AlN莫耳分率急遽改變之根據本發明的氮化物半導體層結構的實例中，該AlGaN的n接觸次層(亦即具有較低AlN莫耳分率的AlGaN層)厚度為3微米，且該層中的AlN莫耳分率為0.03

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 11 ）

。該AlGaN護套層(亦即具有較高AlN莫耳分率的AlGaN層)厚度為1微米，且該層中的AlN莫耳分率為0.06。在被製造成50mm直徑基板之該層結構試件表面中可觀察到低的裂痕發生率。

一種根據本發明之氮化物半導體層結構的實例現在將參考第3圖做說明。第3圖為根據本發明之氮化物半導體層結構之第一個實施例40的示意側視圖。根據本發明的氮化物半導體雷射及其他半導體裝置可由層結構40製作，其將被說明如下。在所示的實例中，該複合AlGaN層51中的AlN莫耳分率將在該AlGaN之n接觸次層43與該AlGaN護套次層44間急遽的改變，其將參考第9A圖而被說明如下。

層結構40係由具有C平面(0001)表面的藍寶石基板41所組成。以金屬有機氣相磊晶(MOVPE)所連續地沈積於該表面上者為該AlGaN低溫沈積緩衝層42；複合n型AlGaN層51(由AlGaN具有較低AlN莫耳分率的n接觸次層43以及由AlGaN具有較高AlN莫耳分率的AlGaN護套次層44所組成)；該n型GaN光導波層45；該GaInN主動層46；該p型電子阻絕層47；p型GaN光導波層48；p型AlGaN護套層49以及p型GaN之p接觸層50。

該氮化物半導體層結構40現在將更進一步被說明。緩衝層42為30 nm厚的低溫沈積AlGaN層，其具有0.03的AlN莫耳分率並在500℃的溫度被沈積。該緩衝層材料係於低於單晶成長發生的溫度下被沈積。在沈積時，該緩衝層係由非晶質與多晶材料的混合物所組成。其將更詳細說明如

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 12 ）

下，在沈積複合AlGaN層51之前，該基板與緩衝層接著被加熱至單晶成長發生的溫度以上。此舉將低溫沈積的緩衝層材料退火，並使單晶區在該緩衝層中形成。所以，該複合AlGaN層磊晶地成長於該緩衝層上。然而，在所完成的層結構40中，殘留的多晶、非晶質或多晶與非晶質材料區將該緩衝層42與沈積在該緩衝層上的複合AlGaN層51的單晶材料分開。

雖然上述的緩衝層42為具有0.03 AlN莫耳分率之30 nm厚的低溫沈積AlGaN層，但該緩衝層的厚度可為100 nm且該AlN莫耳分率可為1。

該複合AlGaN層51為以約$1\times10^{18}cm^{-3}$的矽進行n型摻雜並在150℃的溫度沈積之4微米厚的AlGaN層。該複合層係由n-AlGaN接觸層43(為具有0.03 AlN莫耳分率之3微米厚的AlGaN)以及AlGaN護套次層44(為具有0.06 AlN莫耳分率之1微米厚的AlGaN 層)所組成。在所示的實施例中，該AlGaN n接觸次層43與AlGaN護套次層4間的AlN莫耳分率改變為急遽的。

光導波層45為n型摻雜(以約$1\times10^{18}cm^{-3}$的矽)並在1050℃的溫度所沈積之100nm厚的GaN層。

主動層46係由在800℃溫度沈積之五對未摻雜GaInN層所組成。各對的該層係由具有0.1 InN莫耳比例的一3nm厚GaInN層，以及具有0.03 InN莫耳比例的一6nm厚GaInN層所組成。

電子阻絕層47為具有0.15莫耳比例之AlN並以約5×

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 13 ）

$10^{19}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜的一15nm厚AlGaN層。

光導波層48為以約$5\times10^{19}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜並在1050℃溫度沈積之100 nm厚的GaN層。

護套層49為具有0.06莫耳比例之AlN，並以約$5\times10^{19}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜，以及在1050℃溫度沈積之一500nm厚AlGaN層。

P接觸層50為以約$1\times10^{20}cm^{-3}$的Mg進行p型摻雜並在1050℃溫度沈積之100 nm厚的GaN層。

第4圖為氮化物半導體雷射60的示意側視圖。雷射60為由氮化物半導體層結構40所製造之諸多雷射之一，以使得各該雷射整合有部分的層結構40。存在於雷射中之該雷射結構的元件係使用相同的參考數字標示。

在雷射60中，覆蓋部分AlGaN之n接觸次層43的部分層結構被蝕刻移除而暴露出表面61，且n電極62被形成於該表面61上。該雷射更包含位於p接觸層50上的p電極63。最後，部分的光導波層48、護套層49以及p接觸層50被蝕刻移除，而形成將電流集中穿經主動層46的隆起結構64。

一種可被使用於製作根據本發明之氮化物半導體層結構40的實例現在將參考第3圖做說明。

基板41被提供，其偏好為具有0001 (c)表面的藍寶石基板。該基板係藉由潛浸於氫氟酸並接著潛浸於王水中各五分鐘，以及接著在純水中浸泡五分鐘而被清洗。該基板接著在甲醇與丙酮中各清洗五分鐘，並接著在純水中再浸泡五分鐘。剛才所說明的作業皆在室溫下進行。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4 規格（210 × 297 公釐）

五、發明說明（14）

基板41被傳遞至金屬有機氣相磊晶(MOVPE)設備的反應器中。反應器中的氣氛係以氫氣取代，而將氧氣與水氣移除。其次，導入氫氣，且基板藉由加熱至1100℃十分鐘而被清洗。

基板41溫度被降低至500℃。TMAl, TMGa及氨將供給至反應器中，而開始沈積低溫沈積AlGaN緩衝層42於基板41上。

當基板41材料為導電性時，如在GaN基板(一種包含一GaN層的基板結構)或SiC基板的狀況中，矽烷可被額外供給至反應器中，而以矽將該緩衝層42的低溫沈積AlGaN進行n型摻雜。矽烷的流速被設定在供給約5×10^{17}至約$5\times10^{19}cm^{-3}$範圍的矽濃度。在一作為舉例的實施例中，矽烷的流速被設定在供給約$1\times10^{18}cm^{-3}$的矽濃度。將緩衝層42摻雜會將該緩衝層的電阻率降低至允許雷射的驅動電流以可忽略的電壓降流經緩衝層的數值。

氣體連續流至反應器約三分鐘，而將30 nm厚的緩衝層42沈積至基板41上。

當緩衝層42到達30 nm的設計厚度時，TMAl與TMGa以及矽烷(若其被供給至反應器)的供給將被終止。基板41的溫度接著被升高至1050℃，並固定於此溫度約5分鐘。

再次供給TMAl與TMGa以及矽烷，以開始成長AlGaN層51。首先，該氣體係以相當低流速(將產生具有0.03 AlN莫耳分率之AlGaN　n接觸次層43)被供給。該氣體連續被供給直至該AlGaN　n接觸次層43達3微米的厚度為止。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（15）

TMAl與TMGa的相對流速接著被改變，以開始成長具有0.06 AlN莫耳分率的n-AlGaN護套次層44。該氣體連續被供給直至該n-AlGaN護套次層達1微米的厚度為止。

當完成時，該複合ALGaN層51具有4微米的總厚度。該總厚度的一層可在低裂痕發生率下被形成，因為低溫沈積AlGaN緩衝層42直接位於其下方，並因為該AlGaN n接觸次層43與AlGaN接觸次層44(組成該複合層)間的微小晶格錯位。

流至反應器之矽烷的流速可被調整，而以約5×10^{17}至約$5\times10^{19}cm^{-3}$濃度範圍的矽植入該複合AlGaN層51中。在一較佳實施例中，該流速被設定而提供$5\times10^{18}cm^{-3}$矽摻質濃度。經摻雜層的導電率取決於摻質濃度與載體移動性的總和。總之，該層的電阻率無法僅藉由提供摻質濃度而被降低。最適化的摻質濃度在於降低該層的電阻率。

當AlGaN護套次層44達其設計厚度時，基板41溫度被固定在1050℃，且僅TMAl的供給被終止而成長該n型GaN光導波層45。矽烷的流速被調整，而以$1\times10^{18}cm^{-3}$濃度的矽植入該光導波層45中。成長速率為每分鐘40nm。氣流被持續至光導波層45達100 nm厚度為止。當光導波層45達其設計厚度時，TMGa與矽烷的供給被終止，但氨氣仍持續。藍寶石基板的溫度接著被降低至800℃。

在剛才所述的實例中，該n型GaN光導波層45係以$1\times10^{18}cm^{-3}$濃度的矽植入。使用更高的矽濃度將降低光導波層的電阻率，但將劣化該層的結晶性。鑑於此，較佳的矽

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（16）

濃度範圍為約5×10^{17}至約$1\times10^{19}cm^{-3}$，中間值為約2×10^{18}。

AlGaN n接觸次層43、AlGaN接觸次層44及光導波層45的摻質濃度可能彼此不同，或者二個或更多個為相同的。然而，當所有層中的摻質濃度或多或少相同時，製程將被簡化。

當基板41溫度到達800℃時，TMGa與TMIn被供給至反應器中，而成長主動層46。主動層46係以藉由成長五對次層所形成的多重量子井而組成。各對的該次層係由具有0.1莫耳比例之InN的一3nm厚GaInN次層，以及具有0.03莫耳比例之InN的一6nm厚GaInN次層所組成。InN莫耳分率係取決於以層結構40所製造之雷射產生的光波長。本實例所示之InN莫耳分率相當於400 nm的波長。諸氣體係以產生具有所示InN莫耳分率之該主動層次層的相對流速被供給至反應器。成長速率通常為每分鐘3-6 nm，但在此所述的條件下為每分鐘5 nm。

一旦該主動層46的最後次層達其設計厚度時，TMIn的供給被終止，而TMAl與Cp_2Mg被供給至反應器，而成長該p型AlGaN電子阻絕層47。諸氣體係以產生具有0.15 AlN莫耳分率之電子阻絕層的相對流速而被供給。Cp_2Mg的流速被調整，而提供約1×10^{18}至約$1\times10^{20}cm^{-3}$範圍的鎂濃度。在一較佳實施例中，Cp_2Mg的流速被設定以提供$5\times10^{19}cm^{-3}$的鎂摻質濃度。鎂濃度的範圍係以如上述矽濃度範圍的相同方式被決定。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（17）

氣流持續至該p型AlGaN電子阻絕層47達15 nm厚度為止。

當該p型AlGaN電子阻絕層47達其設計厚度時，TMIn與Cp_2Mg的供給被終止，且基板41溫度被提高。當基板溫度達1050℃時，TMGa與Cp_2Mg被供給至反應器，而開始成長該p型GaN光導波層48。在上述的條件下，p型GaN光導波層48的成長速率為每小時2微米。Cp_2Mg的流速被調整，而提供約1×10^{18}至約$1\times10^{20}cm^{-3}$範圍的鎂濃度。太高的鎂濃度將劣化該p型GaN光導波層材料的結晶性。在一較佳實施例中，Cp_2Mg的流速被設定以提供$5\times10^{19}cm^{-3}$的鎂摻質濃度。

氣流持續至該p型GaN光導波層48達100 nm厚度為止。

當該p型GaN光導波層48達其設計厚度時，TMAl被供給至反應器，而開始成長該p型AlGaN護套層49。TMAl與TMGa的相對流速被設定於提供0.06 AlN莫耳分率。Cp_2Mg的流速被設定，而提供約1×10^{18}至約$1\times10^{20}cm^{-3}$範圍的鎂濃度。在一較佳實施例中，Cp_2Mg的流速被設定以提供$5\times10^{19}cm^{-3}$的鎂摻質濃度。

該p型GaN光導波層48與該p型AlGaN護套層49的鎂摻質濃度可能不同，但若摻質濃度相同時，製程將被簡化。

氣流持續至該p型AlGaN護套層49達500 nm厚度為止。

當該p型AlGaN護套層49達其設計厚度時，TMAl的供

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 18 ）

給被終止，而開始成長該p型GaN p接觸層50。在上述的條件下，該p接觸層的成長速率為每小時2.5微米。Cp_2Mg的流速被設定，而提供約$1\times10^{20}cm^{-3}$範圍的鎂濃度。氣流持續至該p接觸層達100 nm厚度為止。

當該p型GaN p接觸層50達其設計厚度時，供給至反應器的TMAl, TMGa與Cp_2Mg被終止，且基板41的溫度被降低。當基板溫度降至100℃以下時，供給至反應器的氨氣供給被終止，且層結構40離開該反應器。層結構表面係使用微分干涉顯微鏡觀察，而減查裂痕。

類似於第4圖中所示之雷射60的雷射係以如下的結構40接著被製造。該層結構被選擇性地蝕刻，而將各雷射之AlGaN n接觸次層43表面61暴露出，以及更進一步被蝕刻而形成各雷射的凸起結構64。該凸起結構將穿經主動層46的電流集中。該雷射的n電極62接著藉由氣相沈積而以傳統的方式被形成。在一較佳實施例中，鈦/鋁 n電極被形成。

在形成雷射的p電極63之前，該鎂摻雜層的p型轉換係使用傳統熱退火或電子束照射而被改良。雖然退火亦可於n電極62形成前進行，但在本實例中的退火係於n電極形成後進行。該退火製程可以日本專利申請案第H9-37705號所述之方法進行，該申請案係受讓於本揭示的受讓人且併入本揭示以為參考資料。本申請案的英文版係公布於國際申請案第WO 98/37586號。雷射的p電極63接著被形成於該雷射的p型GaN接觸層49上。在一較佳實施例中，該p電

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製
本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（19）

極係由Ni/Au形成，且各具有5微米寬度及500微米長度。

在該n與p電極被形成後，進行劈裂作業而將層結構40分成具有一共振結構的單獨雷射60。

第5圖為以第4圖所示之雷射60實例(以剛才所述之層結構40所製造)發射之光線的遠場圖案的圖式。在第5圖中，該雷射所發射的強度(以任意單位)被繪製於y軸，而光線的相對發射角被繪製於x軸。該相對發射角(以相對於雷射光軸的角度)為該雷射所發射之光線的角度。該遠場圖案具有單一峰值，其意味著由光導波層45與該複合AlGaN層51之AlGaN護套次層44所組成之光束限結構將提供適當的光束限。在所示的實例中，光束限因子為3.2%。

該雷射60的其他特性被表示於第6圖與第7圖中。第6圖為表示雷射之順向傳導特性的圖式。在此圖式中，整個雷射的電壓降被繪製於y軸，而穿經該雷射的電流被繪製於x軸。該雷射60的順向特性係以曲線(a)表示。第7圖為該雷射的閾特性。在此圖式中，該雷射所發射之光線強度(以任意單位)被繪製於y軸，而穿經該雷射的電流被繪製於x軸。雷射60的閾特性係以曲線(a)表示。

用於與雷射60做比較的另外二種雷射被製造。所製造之用於比較的第一種雷射(稱為對照實例1)具有第4圖所示的結構。然而，該AlGaN n接觸次層43之AlN莫耳分率與該緩衝層42之低溫沈積AlGaN的AlN莫耳分率皆為0.06。在雷射60中，該AlN莫耳分率皆為0.03。對照實例1的順向特性被表示於第6圖的曲線(b)中。在第6圖中將曲線(a)(根

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 20 ）

據本發明的雷射60)與曲線(b)(對照實例1)做比較顯示出以較低AlN莫耳分率之AlGaN n接觸次層43之雷射60所獲得的實質優點。就一特定電流而言，根據本發明之雷射的電壓降實質地小於對照實例1的電壓降。

所製造之用於比較的第二種雷射(稱為對照實例2)具有第1圖所示的結構。該n型GaN接觸層13具有4微米的厚度。相較於雷射60中之沈積在AlGaN n接觸次層43上之該n型AlGaN護套次層44的1000 nm厚度，該n型GaN接觸層的GaN材料將限制沈積於該層上之n型AlGaN護套層14的厚度為600 nm。對照實例2中之護套層的厚度被限定於600 nm，以降低護套層中的裂痕發生率，如上所述。對照實例2的閾特性被表示於第7圖的曲線(b)中。第7圖的曲線(b)顯示對照實例2的閾電流約為300 mA，而第7圖的曲線(a)顯示根據本發明之雷射60的閾電流約為200 mA。再者，以對照實例2所發射之光線的遠場圖案具有多重峰值，如第2圖所示；而以根據本發明之雷射60所發射之光線具有第5圖所示的單一峰值。

藍寶石基板(其作為層結構40與雷射60的基板41)已被詳實地研究過且不昂貴。此外，碳化矽可被使用為基板41。雖然碳化矽為較昂貴的基板材料，但具有較低的電阻率，較為穩定且具有優越的劈裂特性。再者，GaN導電基板可被使用，並提供優越的特性。再者，由一層GaN沈積在一基板上所組成的一種基板結構可被使用為導電基板。該基板結構更可包含一低溫沈積氮化物半導體材料緩衝層於

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（21）

該基板與GaN層之間，其揭示於日本專利申請案第H9-306215號。該申請案係受讓於本揭示的受讓人，並併入本揭示以為參考。該申請案的英文版係公布於國際申請案第WO 99/25030號。其他可被使用的基板包含尖晶石、氧化鎂、砷化鎵、矽等。

在上述的雷射60實例中，優先申請案的揭示可被使用為用於改變AlN莫耳分率與AlGaN護套次層厚度之參考資料，以增加光束限因子、改良雷射射出之光線的遠場圖案，以及降低閾電流。

所述的層結構40與雷射60包含n型複合AlGaN層51(置於基板41與主動層46之間)。該層結構與相對應的雷射更包含一額外的p型複合AlGaN層(置於主動層上)，如第8圖所示。

第8圖為表示根據本發明之氮化物半導體層結構的第二個實施例的示意側視圖。該層結構80包含n型複合AlGaN層51、p型複合AlGaN層71以及p型GaN p接觸層72。相當於層結構40之層結構80的元件係使用相同的參考數字標示，並將不會在此再次被說明。為熟習本技藝之人士所清楚瞭解地是類似於上述的處理可被應用於層結構80，而製作結構類似於雷射60之雷射。

在層結構80中，p型複合AlGaN層71包含約相同厚度的二個次層，其各具有不同的AlGaN莫耳分率。該p型複合AlGaN層包含具有較低AlN莫耳分率的一單晶AlGaN半導體材料次層，以及具有較高AlN莫耳分率的一單晶

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（ 22 ）

AlGaN半導體材料次層。具有較高AlN莫耳分率的該次層係安置於該p型GaN光導波層48旁，而形成具有該p型GaN光導波層的一光束限結構。該次層將被稱為AlGaN p護套次層69。較高AlN莫耳分率之AlGaN p護套次層將使得該光束限結構可提供適當的光束限。

具有較低AlN莫耳分率的該次層具有較該AlGaN p護套次層69為低的電阻率，被安置於遠離該p型GaN光導波層48，並將電流注入雷射中。該次層將被稱為AlGaN p接觸次層70。較低AlN莫耳分率的該AlGaN p接觸層將提供一個低電阻率導電路徑。

該n型複合AlGaN層51與該p型複合AlGaN層71相對於光導波層45, 48係以相同的方式取向，亦即在各複合AlGaN層中，具有較高AlN莫耳分率的該護套次層被安置於各光波層旁，而形成個別的光束限結構。所以，該n型複合AlGaN層51與該p型複合AlGaN層71的次在層層結構80中的次序相反。

在該p型複合AlGaN層71中，該AlGaN p護套次層69與AlGaN p接觸次層70間的AlN莫耳分率可能急遽地改變，而產生二個明顯的AlGaN層，各具有不同的AlN莫耳分率。此外，該AlGaN p護套次層與AlGaN p接觸次層間的AlN莫耳分率可能逐漸地改變，而產生AlN莫耳分率在整個層厚中變化的一單一p型層。無關AlN莫耳分率改變的方式，該p護套次層69的厚度不應大於提供適當光束限所需。

在一較佳的氮化物半導體層結構80的實施例中，該

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（23）

AlGaN p護套次層69具有500 nm的厚度及0.06的AlN莫耳分率，該AlGaN p接觸次層70具有500 nm的厚度及0.03的AlN莫耳分率，以及該p型GaN p接觸次層72具有50 nm的厚度。其他層的厚度與組成係與層結構40相同。為熟習本技藝之人士所清楚瞭解地是用於製作層結構40的上述方法可被改良以製作該層結構80。

該層結構40或層結構80可被改良，而使其得以被使用於製作n-up雷射及其他氮化物半導體裝置。在該經改良的層結構中，基板41與主動層46間的諸層被摻雜為型，而位於主動層上的諸層(包含任何額外的複合AlGaN層71)被摻雜為n型。

上述的層結構40, 80及雷射60可包含夾合於該p型GaN光導波層48與p型AlGaN護套層49間，或該p型GaN光導波層48與p型複合AlGaN護套層71間一額外的低溫沈積AlGaN緩衝層(未表示於圖中)，以更進一步降低裂痕發生率。該額外緩衝層的低溫沈積AlGaN可以約1×10^{18}至$1\times10^{20}cm^{-3}$濃度範圍的鎂摻雜，而製作該p型材料。例如，可選擇約$1\times10^{20}cm^{-3}$的鎂濃度。

組成層結構40, 80的諸層偏好使用金屬有機氣相磊晶法沈積。然而，對本發明而言其並不重要。這些層另可使用分子束磊晶、鹵化物氣相磊晶或其他適當的磊晶沈積技術被沈積。

第9A-9C圖為該複合AlGaN層51的AlN莫耳分率可隨該複合AlGaN層的厚度而改變之不同方式的圖式。該AlN

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

五、發明說明（24）

莫耳分率沿著y軸被繪製，而該複合AlGaN層厚度的比例被繪製於x軸，其中0%對應於該複合AlGaN層與緩衝層42間的界面，而100%對應於該複合AlGaN層與n-GaN光導波層45間的界面。在AlN莫耳比率改變之實際的厚度比例係取決於該該AlGaN之n接觸次層43與該AlGaN護套次層44的相對厚度。

如上所述，AlN的莫耳分率可能在該AlGaN之n接觸次層43與該AlGaN護套次層44間急遽地改變，而形成二個明顯的AlGaN層，其各具有不同的AlN莫耳分率。

此外，該AlN莫耳分率可能在該AlGaN之n接觸次層43與該AlGaN護套次層44間逐漸地地改變。第9B圖表示該AlN莫耳分率在梯度次層中為線性變化的圖式。在該狀況中，該梯度次層約為20 nm厚。第9C圖表示該AlN莫耳分率在梯度次層中為拋物線變化的一實施例。逐漸地改變AlN莫耳分率而產生梯度次層將降低異質間隙，其將降低裝置電阻率。

在該額外複合AlGaN層71中的AlN莫耳分率可以類似於第9A-9C圖中所示的方式而在p護套次層69與p接觸次層70間改變。

根據本發明之氮化物半導體層結構40, 80包含該厚的低電阻率複合AlGaN層51，並具有相當低之裂痕及其他缺陷的發生率。這些層結構不僅可被使用於改良諸如雷射二極體的光電性質，且亦可被使用於其他裝置(包含Ⅲ族-氮化物半導體異質結構)。該裝置包含光二極體、發光二極

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（25）

體、平面光發射二極體、高電子移動性電晶體以及場效應電晶體。

雖然本揭示詳細地說明本發明的實施例，惟應瞭解地是本發明並不僅限於所說明的實施例，而落於所附申請專利範圍定義之本發明的範疇中的各種改良皆可被執行。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準（CNS）A4規格（210×297公釐）

五、發明說明（26）

元件標號對照

10…氮化物半導體層雷射結構
12…低溫沈積GaN的緩衝層
13…n型GaN的n接觸層
14…n型AlGaN的護套層
15…n型GaN的光導波層
16…GaInN的主動層
17…p型AlGaN的電子阻絕層
18…p型GaN的光導波層
19…p型AlGaN的護套層
20…p型GaN的p接觸層
40…層結構
41…藍寶石基板
42…AlGaN低溫沈積緩衝層
43…n接觸次層
44…AlGaN護套次層
51…複合n型AlGaN層
45…n型GaN光導波層
46…GaInN主動層
47…p型電子阻絕層
48…p型GaN光導波層
49…p型AlGaN護套層
50…p型GaN之p接觸層
60…氮化物半導體雷射
61…表面
62…n電極
63…p電極
64…隆起結構
69…AlGaN p護套次層
70…AlGaN p接觸次層
71…p型複合AlGaN層
72…p型GaN p接觸層
80…層結構

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝
訂
線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

四、中文發明摘要（發明之名稱：氮化物半導體層結構及一種整合有一部分的該結構之氮化物半導體雷射）

一種氮化物半導體層結構，其包含一個緩衝層及位於該緩衝層上的一複合層。該緩衝層為一低溫沈積氮化物半導體料層(含AlN)。該複合層為一單晶氮化物半導體材料層(包含AlN)。該複合層包含一個第一次層(鄰接緩衝層)，以及一個第二次層(位於該第一次層上)。該複合層的單晶氮化物半導體材料具有一個第一AlN莫耳分率於該第一次層中，並具有一個第二AlN莫耳分率於該第二次層中。該第二AlN莫耳分率大於該第二AlN莫耳分率。一種氮化物半導體雷射，其包含部分上述氮化物半導體層結構，且更包含一光導波層於該複合層上，以及一主動層於該光導波層上。

英文發明摘要（發明之名稱：NITRIDE SEMICONDUCTOR LAYER STRUCTURE AND A NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER INCORPORATING A PORTION OF SAME）

The nitride semiconductor layer structure comprises a buffer layer and a composite layer on the buffer layer. The buffer layer is a layer of a low-temperature-deposited nitride semiconductor material that includes AlN. The composite layer is a layer of a single-crystal nitride semiconductor material that includes AlN. The composite layer includes a first sub-layer adjacent the buffer layer and a second sub-layer over the first sub-layer. The single-crystal nitride semiconductor material of the composite layer has a first AlN molar fraction in the first sub-layer and has a second AlN molar fraction in the second sub-layer. The second AlN molar fraction is greater than the first AlN molar fraction. The nitride semiconductor laser comprises a portion of the above-described nitride semiconductor layer structure, and additionally comprises an optical waveguide layer over the composite layer and an active layer over the optical waveguide layer.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

第089114188號專利申請案申請專利範圍修正本

修正日期：90年9月

1. 一種氮化物半導體層結構，其包含有：

一含有氮化鋁(AlN)之低溫沈積氮化物半導體材料的緩衝層；以及

一位於該緩衝層上含有AlN之單晶氮化物半導體材料的複合層，該緩衝層包含有：

一第一次層，其鄰接該緩衝層，以及

一第二次層，其位於該第一次層上，其中：該單晶氮化物半導體材料，於該第一次層中具有一第一AlN莫耳分率，並於該第二次層中具有一第二AlN莫耳分率，該第二AlN莫耳分率大於該第一AlN莫耳分率。

2. 如申請專利範圍第1項之氮化物半導體層結構，包含有：

一額外的單晶氮化物半導體材料的複合層，該額外的複合層包含有：

一第一額外次層，以及

一第二額外次層；以及

一主動層，其係介於該複合層與額外複合層間，其中：

該第二額外次層較該第一額外次層更靠近該主動層，以及

該額外複合層的單晶氮化物半導體材料，於該第一額外次層中具有一第一額外AlN莫耳分率，並於該第二

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

90年9月7日 修正補充

六、申請專利範圍

額外次層中具有一第二額外AlN莫耳分率，該第二額外AlN莫耳分率大於該第二額外AlN莫耳分率。

3. 如申請專利範圍第1項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差不超過0.1。

4. 如申請專利範圍第2項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差不超過0.1。

5. 如申請專利範圍第3項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差超過0.03。

6. 如申請專利範圍第4項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差超過0.03。

7. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之氮化物半導體層結構，於該緩衝層下另包含有一藍寶石基板。

8. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之氮化物半導體層結構，於該緩衝層下另包含有一藍寶石基板，該基板包含碳化矽(SiC)與氮化鎵(GaN)中之一者。

9. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之氮化物半導體層結構，於該緩衝層下另包含有一藍寶石基板，該基板結構包含：

一基板；

一GaN層；以及

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

一低溫沈積半導體材料層，其夾合於該基板與GaN層之間。

10. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中該緩衝層的低溫沈積半導體材料，以及該複合層的單晶氮化物半導體材料係以相同的摻質摻雜。

11. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中：

該緩衝層具有一小於或等於100 nm的厚度；

該緩衝層的低溫沈積氮化物半導體材料為$Al_yGa_{1-y}N$，其中$(0<y\leqq 1)$；

該複合層的單晶氮化物半導體材料為$Al_xGa_{1-x}N$；以及

該第二次層具有一至少600 nm的厚度，而該第二AlN莫耳分率x是在$0.05<x\leqq 1$的範圍中。

12. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中該緩衝層的低溫沈積氮化物半導體材料具有至少0.01的AlN莫耳分率。

13. 如申請專利範圍第12項之氮化物半導體層結構，其中該複合層的單晶氮化物半導體材料具有至少0.03的AlN莫耳分率。

14. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中：

該複合層另包含一位於該第一次層與該第二次層間的梯度次層；以及

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

90年9月7日 修正補充

六、申請專利範圍

該複合層之單晶氮化物半導體材料的AlN莫耳分率，在該梯度次層中，由第一AlN莫耳分率改變至第二AlN莫耳分率。

15. 如申請專利範圍第14項之氮化物半導體層結構，其中該複合層之單晶氮化物半導體材料的AlN莫耳分率，在該梯度次層中，以(a)線性或(b)拋物線中之一的方式，由第一AlN莫耳分率改變至第二AlN莫耳分率。

16. 一種氮化物半導體雷射，包含有：

如申請專利範圍第1-15項中任一項之部分的氮化物半導體層結構；

一位於該複合層上的光導波層；以及

一位於該光導波層上的主動層。

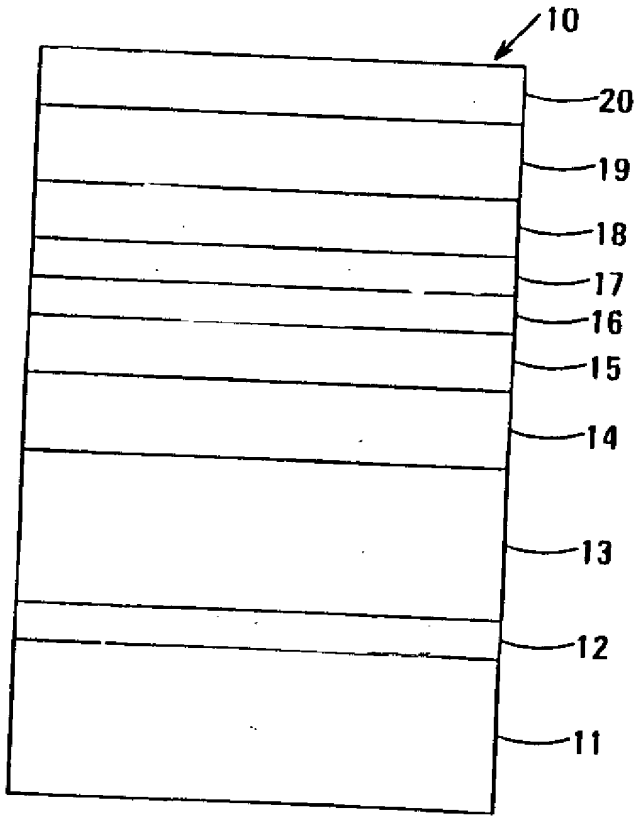
17. 如申請專利範圍第16項之氮化物半導體雷射，其中：

該第二次層具有一厚度；以及

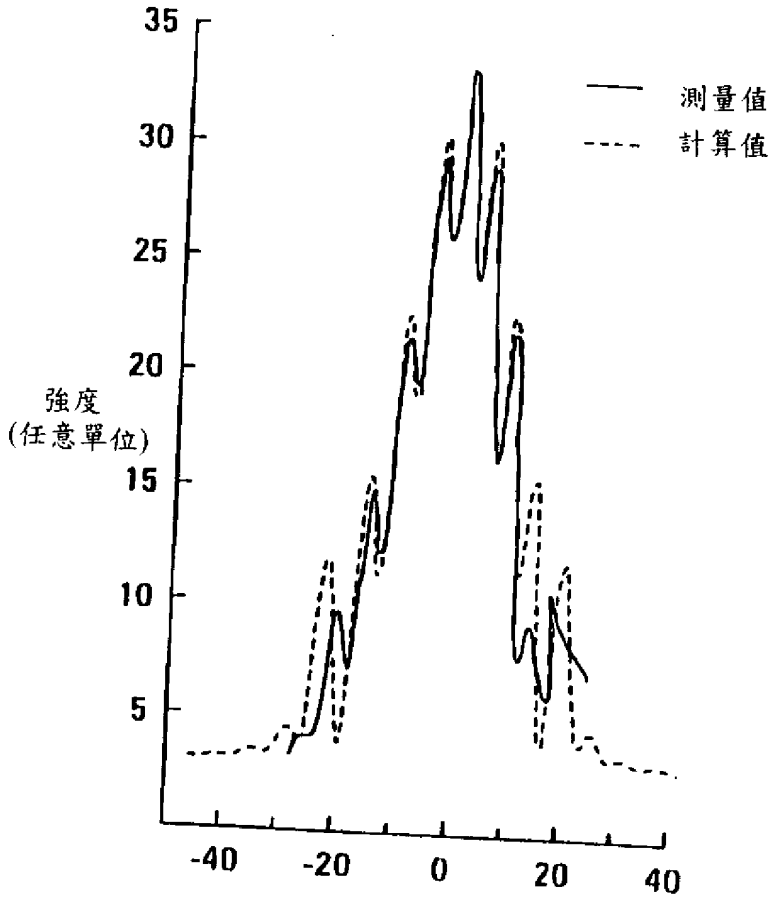
至少該第二次層的厚度與該第二AlN莫耳分率中之一者具一值，於該值，雷射產生具有單一峰值之遠場圖案的的光線。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

雙面影印
90年9月7日修正補充



第 1 圖
(習知技藝)

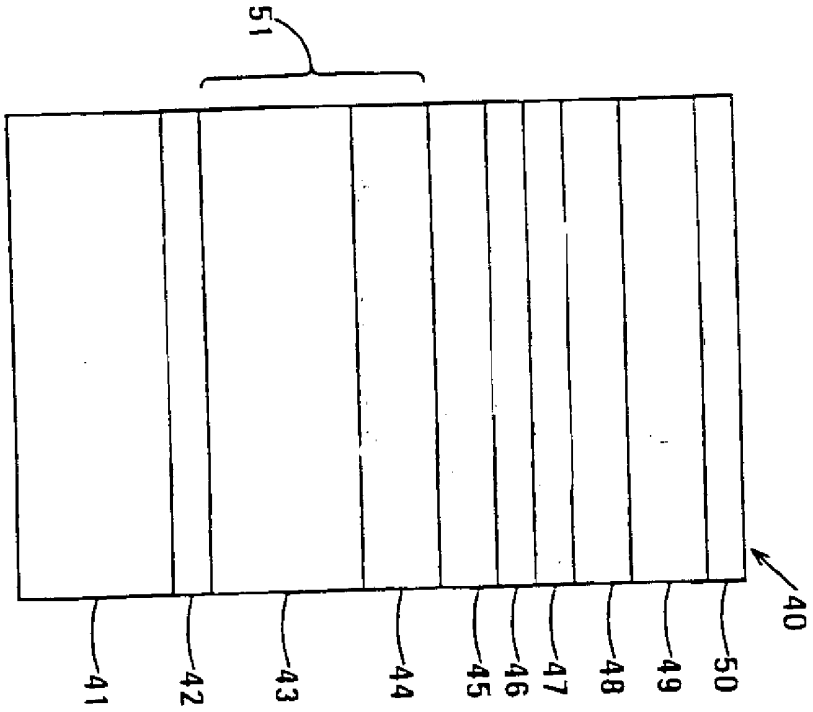


第 2 圖
知技藝)

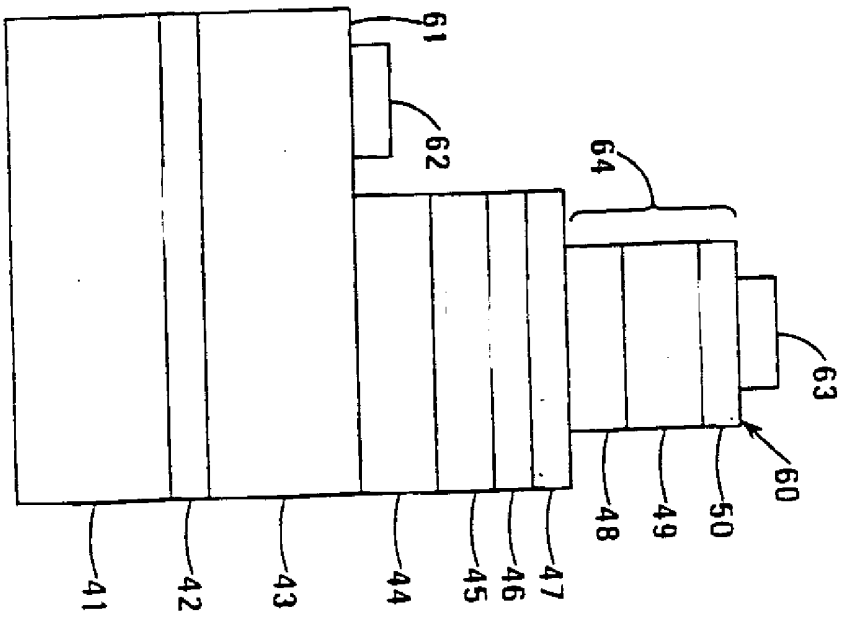
469654

90年9月7日 修正補充

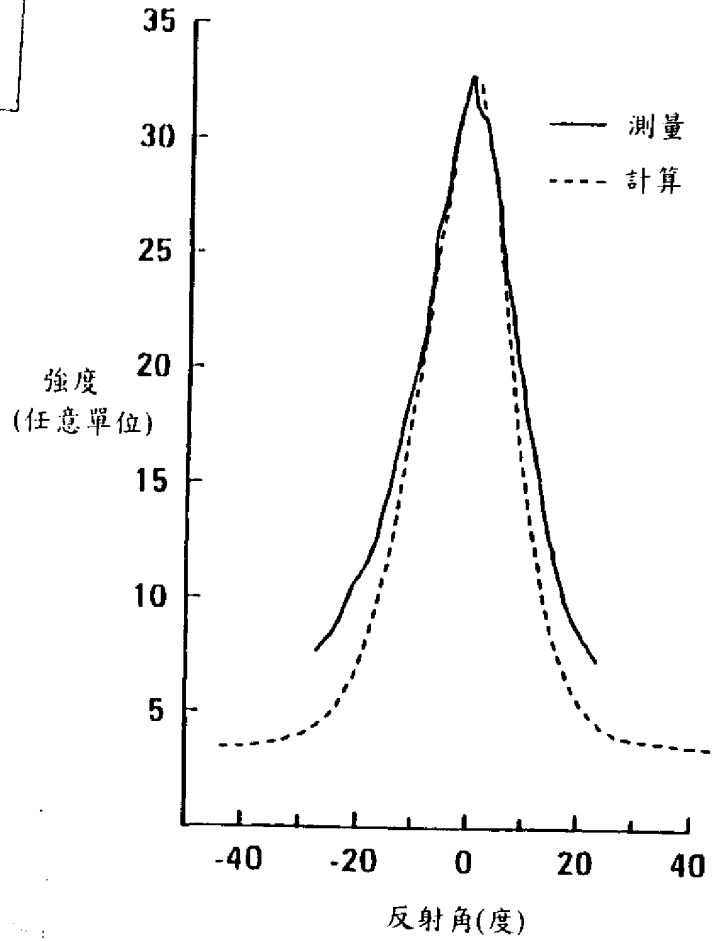
第 3 圖



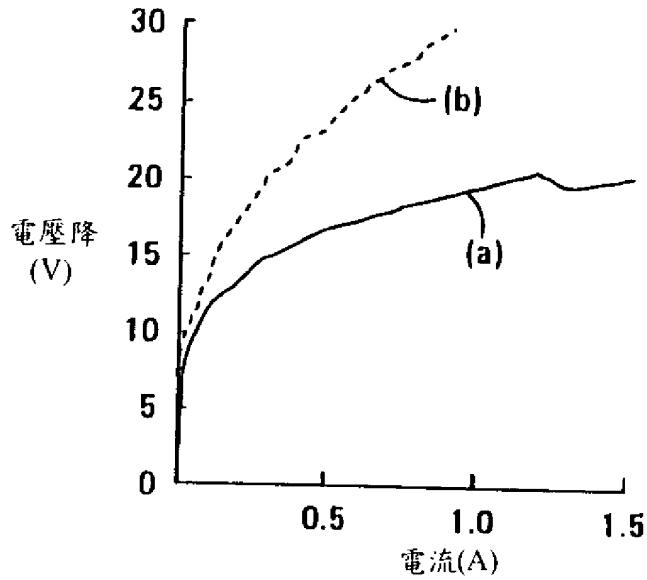
第 4 圖



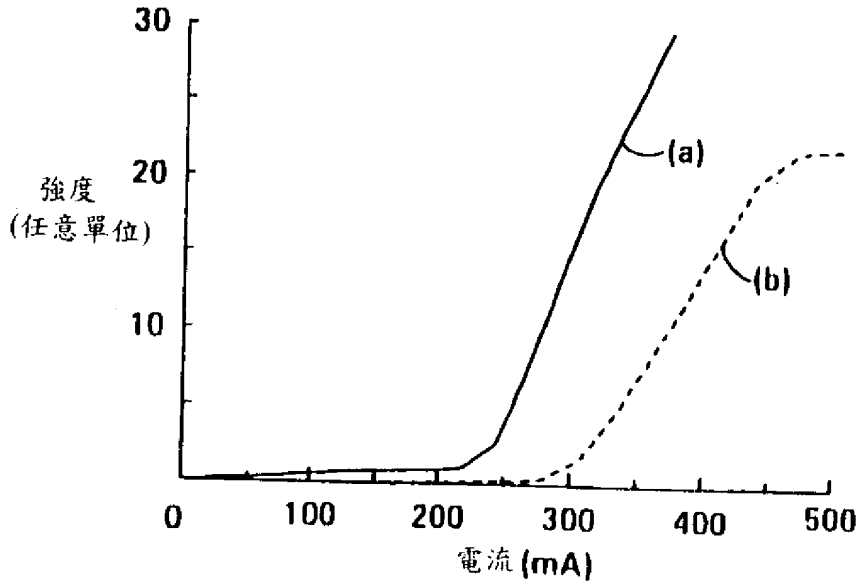
修正補充



第 5 圖

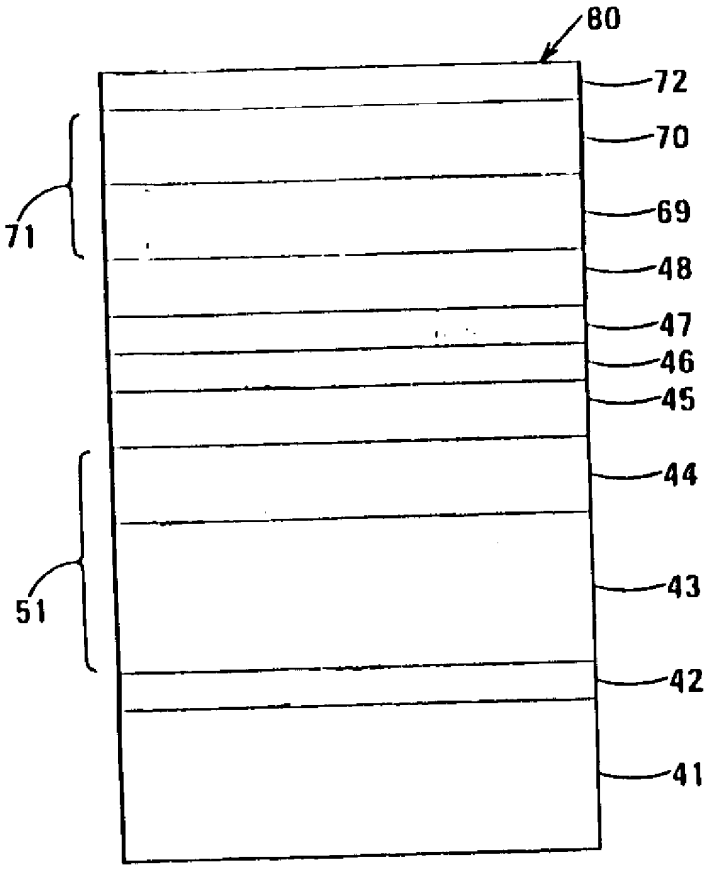


第 6 圖

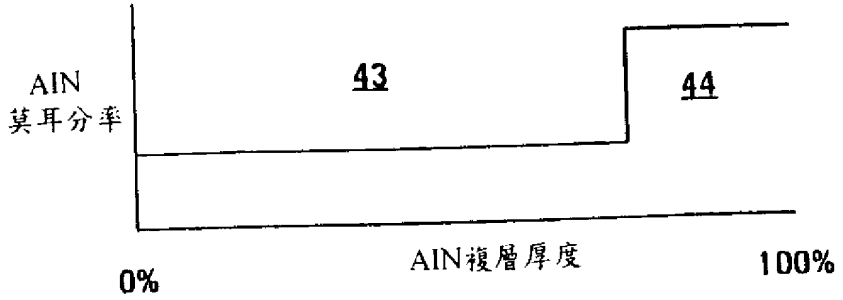


第 7 圖

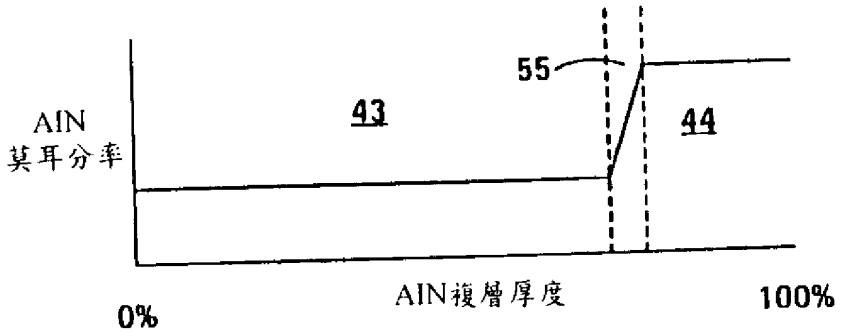
469654



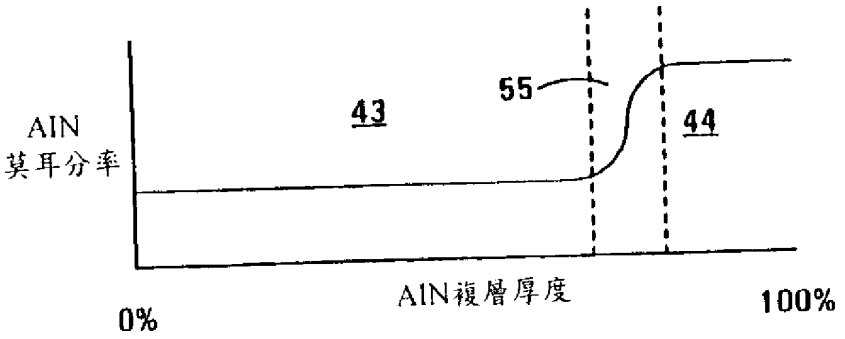
第 8 圖



第 9A 圖



第 9B 圖



第 9C 圖

六、申請專利範圍

第089114188號專利申請案申請專利範圍修正本

修正日期：90年9月

1. 一種氮化物半導體層結構，其包含有：

一含有氮化鋁(AlN)之低溫沈積氮化物半導體材料的緩衝層；以及

一位於該緩衝層上含有AlN之單晶氮化物半導體材料的複合層，該緩衝層包含有：

一第一次層，其鄰接該緩衝層，以及

一第二次層，其位於該第一次層上，其中：該單晶氮化物半導體材料，於該第一次層中具有一第一AlN莫耳分率，並於該第二次層中具有一第二AlN莫耳分率，該第二AlN莫耳分率大於該第一AlN莫耳分率。

2. 如申請專利範圍第1項之氮化物半導體層結構，包含有：

一額外的單晶氮化物半導體材料的複合層，該額外的複合層包含有：

一第一額外次層，以及

一第二額外次層；以及

一主動層，其係介於該複合層與額外複合層間，其中：

該第二額外次層較該第一額外次層更靠近該主動層，以及

該額外複合層的單晶氮化物半導體材料，於該第一額外次層中具有一第一額外AlN莫耳分率，並於該第二

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

90年9月7日 修正補充

六、申請專利範圍

額外次層中具有一第二額外AlN莫耳分率，該第二額外AlN莫耳分率大於該第二額外AlN莫耳分率。

3. 如申請專利範圍第1項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差不超過0.1。

4. 如申請專利範圍第2項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差不超過0.1。

5. 如申請專利範圍第3項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差超過0.03。

6. 如申請專利範圍第4項之氮化物半導體層結構，其中該第二AlN莫耳分率與該第一AlN莫耳分率相差超過0.03。

7. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之氮化物半導體層結構，於該緩衝層下另包含有一藍寶石基板。

8. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之氮化物半導體層結構，於該緩衝層下另包含有一藍寶石基板，該基板包含碳化矽(SiC)與氮化鎵(GaN)中之一者。

9. 如申請專利範圍第1至6項中任一項之氮化物半導體層結構，於該緩衝層下另包含有一藍寶石基板，該基板結構包含：

一基板；

一GaN層；以及

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

一低溫沈積半導體材料層，其夾合於該基板與GaN層之間。

10. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中該緩衝層的低溫沈積半導體材料，以及該複合層的單晶氮化物半導體材料係以相同的摻質摻雜。

11. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中：

該緩衝層具有一小於或等於100 nm的厚度；

該緩衝層的低溫沈積氮化物半導體材料為$Al_yGa_{1-y}N$，其中$(0<y\leqq 1)$；

該複合層的單晶氮化物半導體材料為$Al_xGa_{1-x}N$；以及

該第二次層具有一至少600 nm的厚度，而該第二AlN莫耳分率x是在$0.05<x\leqq 1$的範圍中。

12. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中該緩衝層的低溫沈積氮化物半導體材料具有至少0.01的AlN莫耳分率。

13. 如申請專利範圍第12項之氮化物半導體層結構，其中該複合層的單晶氮化物半導體材料具有至少0.03的AlN莫耳分率。

14. 如申請專利範圍第1或2項之氮化物半導體層結構，其中：

該複合層另包含一位於該第一次層與該第二次層間的梯度次層；以及

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

本紙張尺度適用中國國家標準(CNS)A4規格(210×297公釐)

90年9月7日 修正補充

六、申請專利範圍

該複合層之單晶氮化物半導體材料的AlN莫耳分率，在該梯度次層中，由第一AlN莫耳分率改變至第二AlN莫耳分率。

15. 如申請專利範圍第14項之氮化物半導體層結構，其中該複合層之單晶氮化物半導體材料的AlN莫耳分率，在該梯度次層中，以(a)線性或(b)拋物線中之一的方式，由第一AlN莫耳分率改變至第二AlN莫耳分率。

16. 一種氮化物半導體雷射，包含有：

如申請專利範圍第1-15項中任一項之部分的氮化物半導體層結構；

一位於該複合層上的光導波層；以及

一位於該光導波層上的主動層。

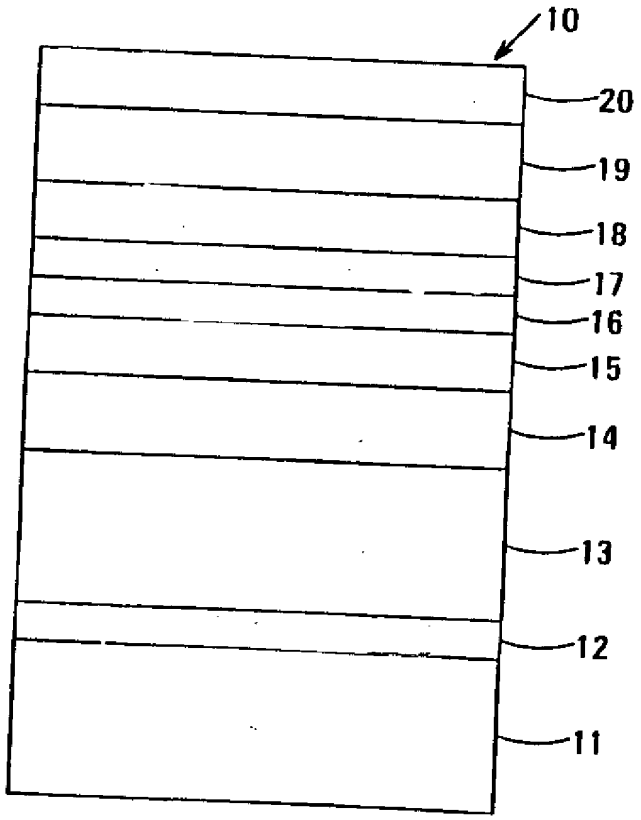
17. 如申請專利範圍第16項之氮化物半導體雷射，其中：

該第二次層具有一厚度；以及

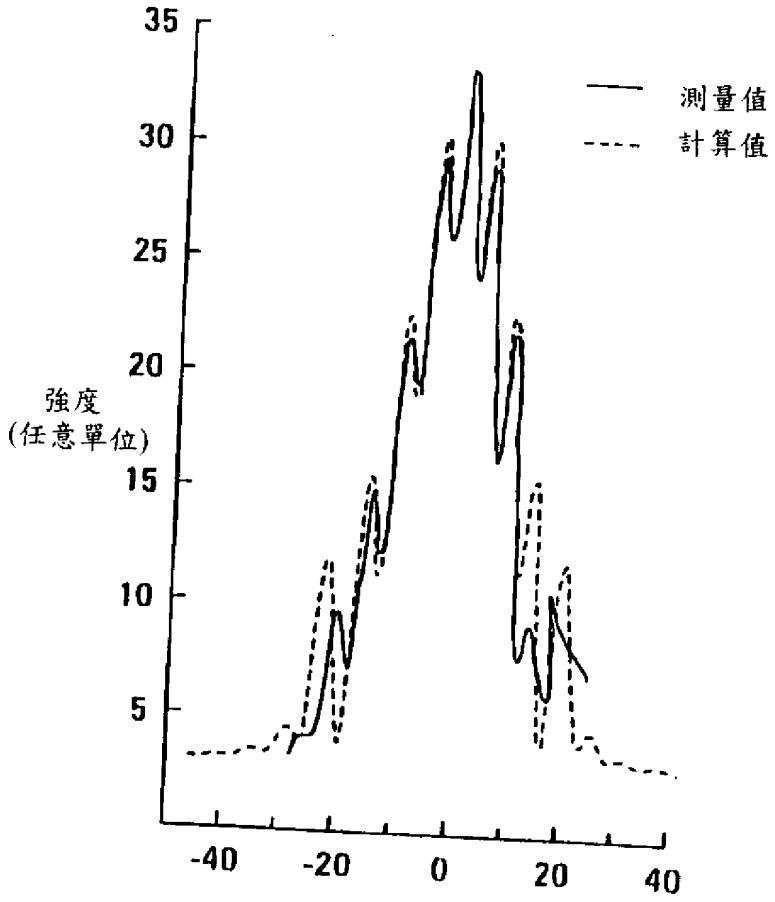
至少該第二次層的厚度與該第二AlN莫耳分率中之一者具一值，於該值，雷射產生具有單一峰值之遠場圖案的的光線。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）
裝 訂 線
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

雙面影印
90年9月7日修正補充



第 1 圖
(習知技藝)

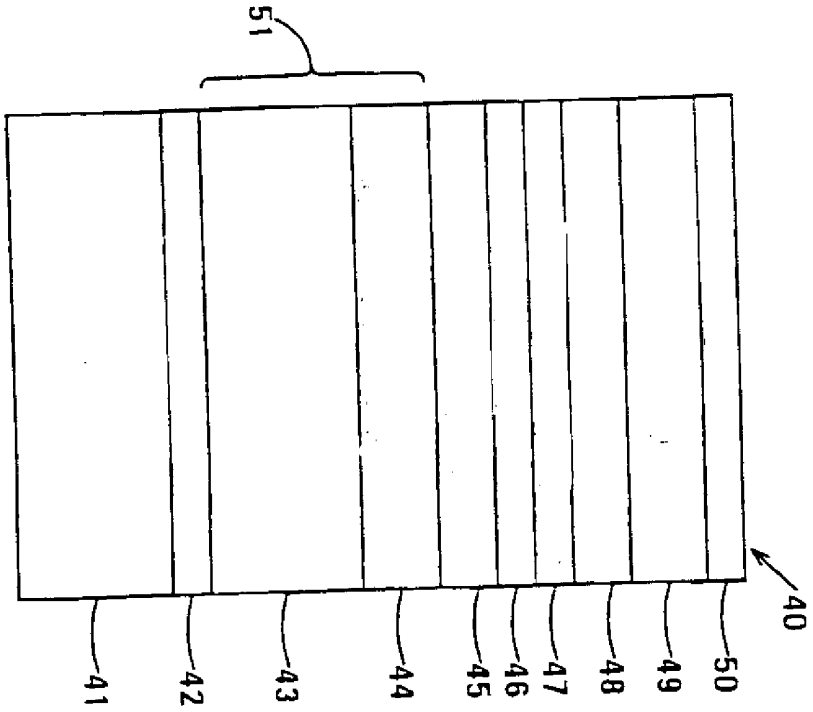


第 2 圖
知技藝)

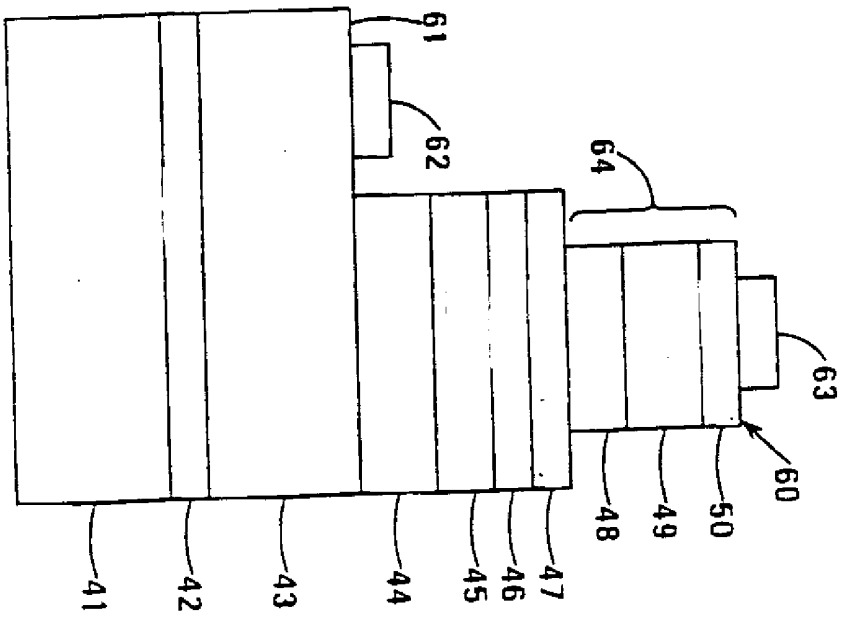
469654

90年9月7日 修正補充

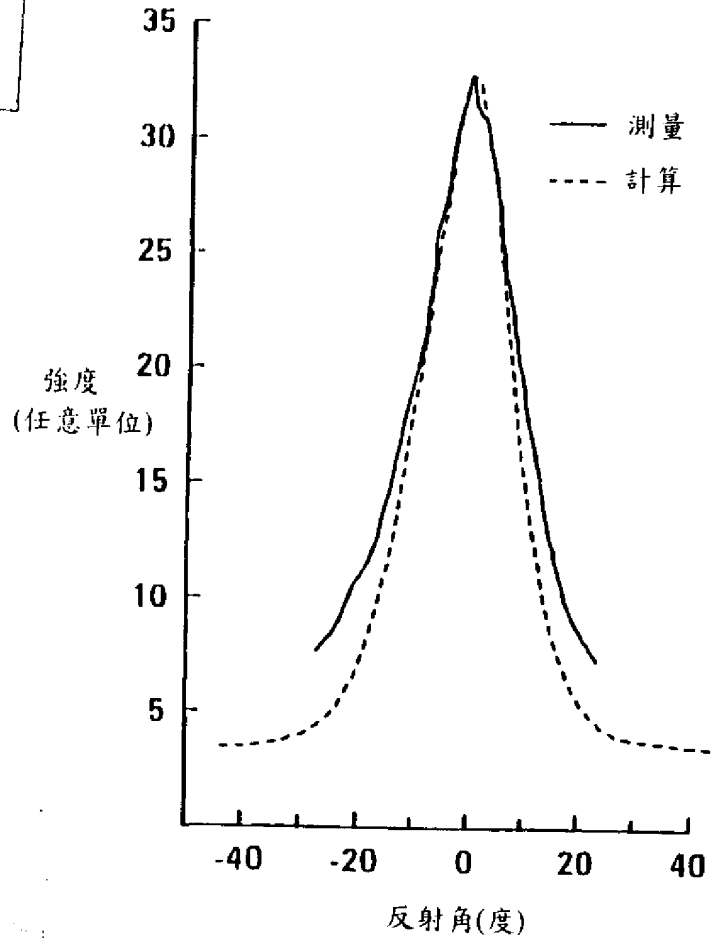
第 3 圖



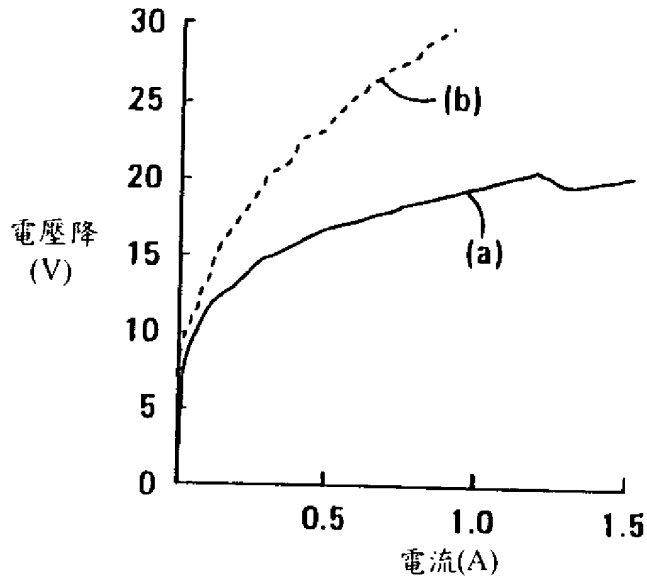
第 4 圖



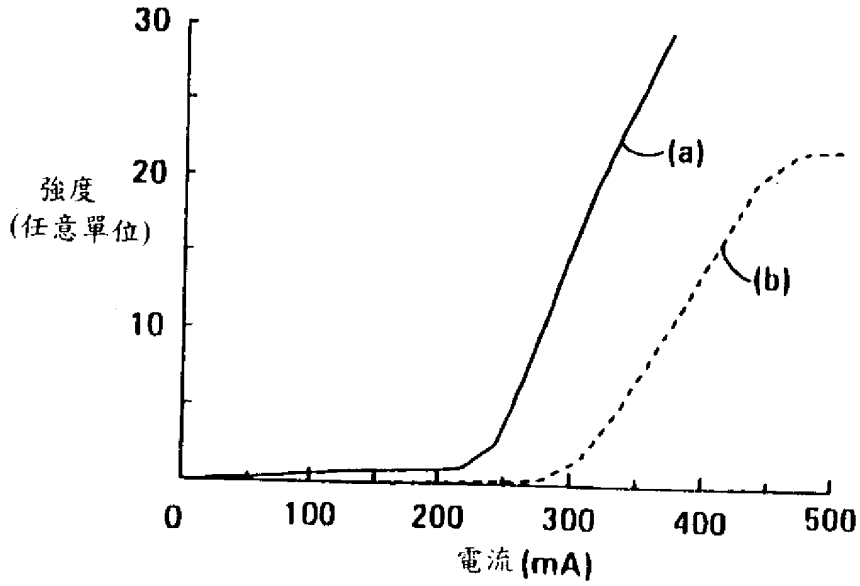
修正補充



第 5 圖

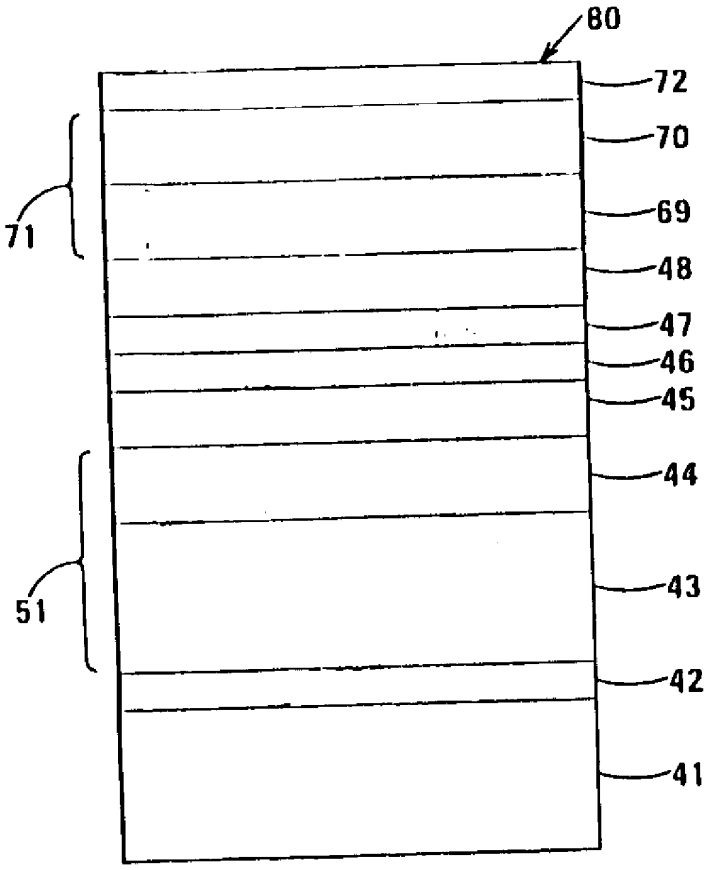


第 6 圖

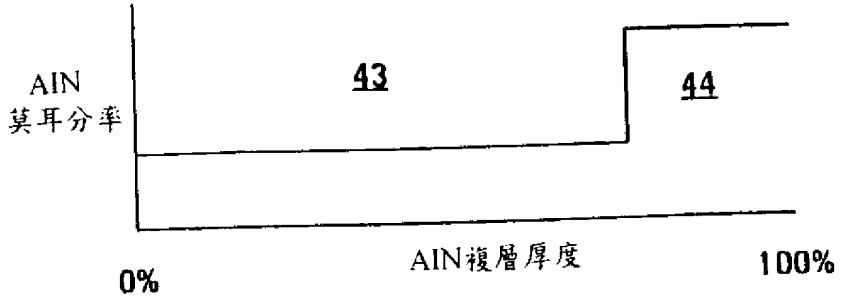


第 7 圖

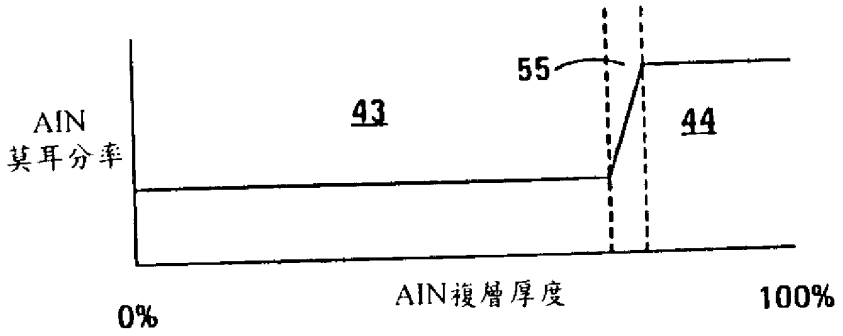
469654



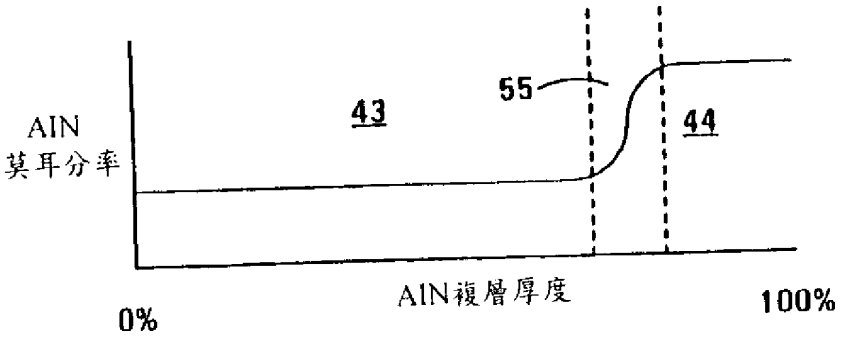
第 8 圖



第 9A 圖



第 9B 圖



第 9C 圖