

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年9月20日 (20.09.2001)

PCT

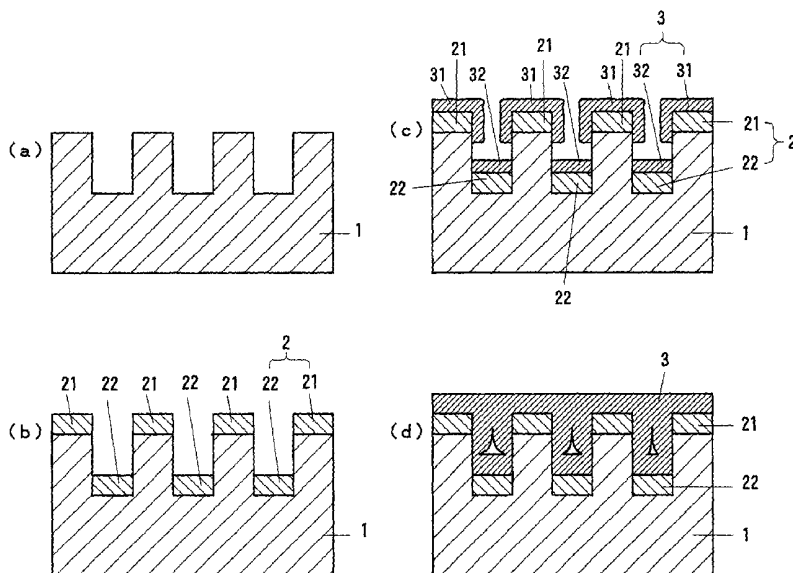
(10) 国際公開番号  
WO 01/69662 A1

- (51) 国際特許分類: **H01L 21/205**,  
C30B 29/38, H01L 33/00, H01S 5/323
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/01396
- (22) 国際出願日: 2001年2月23日 (23.02.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-71350 2000年3月14日 (14.03.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 豊田合成株式会社 (TOYODA GOSEI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒452-8564 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 手銭雄太
- (74) 代理人: 藤谷 修 (FUJITANI, Osamu); 〒454-0905 愛知県名古屋市中川区一柳通1丁目23番地 土屋ビル3階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

[続葉有]

(54) Title: GROUP III NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: III族窒化物系化合物半導体及びその製造方法



(57) Abstract: A sapphire substrate (1) is etched in a stripe pattern having a width of 10 μm, an interval of 10 μm, and a depth of 10 μm. An AlN buffer layer (2) with a thickness of about 40 nm is formed mainly on the top and bottom surfaces of a step on the substrate (1). A GaN layer (3) is formed by vertical and horizontal epitaxial growth. Thus the step is covered by the buffer layer (21) grown on the top surface of the step by horizontal epitaxy, and therefore the surface is planarized. The threading dislocations in the portion of the GaN layer (3) above the bottom of the step are significantly suppressed compared with the portion thereof above the top of the step.

[続葉有]



WO 01/69662 A1



LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類：  
— 国際調査報告書

---

(57) 要約:

サファイア基板 1 を幅  $10\mu\text{m}$ 、間隔  $10\mu\text{m}$ 、深さ  $10\mu\text{m}$  のストライプ状にエッチングする。次に AlN のバッファ層 2 を約  $40\text{nm}$  の厚さに基板 1 の段差の主に上段面と底面に形成する。次に、縦及び横方向エピタキシャル成長により GaN 層 3 を形成する。この時、主に段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 からの横方向エピタキシャル成長により段差が覆われ、表面が平坦となる。GaN 層 3 の、基板 1 の深さ  $10\mu\text{m}$  の段差の底面上方に形成された部分は、段差の上段面上方に形成された部分に比して貫通転位が著しく抑えられる。

## 明 細 書

## III族窒化物系化合物半導体及びその製造方法

## 5 技術分野

本発明は、III族窒化物系化合物半導体の製造方法に関する。特に、横方向エピタキシャル成長（ELO）成長を用いる、III族窒化物系化合物半導体の製造方法並びにIII族窒化物系化合物半導体素子及びIII族窒化物系化合物半導体基板に関する。尚、III族窒化物系化合物半導体とは、例えばAlN、GaN、InNのような二元系、 $Al_xGa_{1-x}N$ 、 $Al_xIn_{1-x}N$ 、 $Ga_xIn_{1-x}N$ （いずれも $0 < x < 1$ ）のような三元系、 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ （ $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $0 < x+y < 1$ ）の4元系を包括した一般式 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）で表されるものがある。

なお、本明細書においては、特に断らない限り、単にIII族窒化物系化合物半導体と言う場合は、伝導型をp型あるいはn型にするための不純物がドーピングされたIII族窒化物系化合物半導体をも含んだ表現とする。

## 背景技術

III族窒化物系化合物半導体は、例えば発光素子とした場合、発光スペクトルが紫外から赤色の広範囲に渡る直接遷移型の半導体であり、発光ダイオード（LED）やレーザダイオード（LD）等の発光素子に應用されている。また、そのバンドギャップが広いため、他の半導体を用いた素

子よりも高温において安定した動作を期待できることから、FET等トランジスタへの応用も盛んに開発されている。また、ヒ素(As)を主成分としていないことで、環境面からも様々な半導体素子一般への開発が期待されている。このIII族窒化物系化合物半導体では、通常、サファイアを基板として用い、その上に形成している。

#### 発明の開示

しかしながら、サファイア基板上にIII族窒化物系化合物半導体を形成すると、サファイアとIII族窒化物系化合物半導体との格子定数のミスフィットにより転位が発生し、このため素子特性が良くないという問題がある。このミスフィットによる転位は半導体層を縦方向(基板面に垂直方向)に貫通する貫通転位であり、III族窒化物系化合物半導体中に $10^9 \text{ cm}^{-2}$ 程度の転位が伝搬してしまうという問題がある。これは組成の異なるIII族窒化物系化合物半導体各層を最上層まで伝搬する。これにより例えば発光素子の場合、LDの閾値電流、LD及びLEDの素子寿命などの素子特性が良くなるという問題があった。また、他の半導体素子としても、欠陥により電子が散乱することから、移動度(モビリティ)の低い半導体素子となるにとどまっていた。これらは、他の基板を用いる場合も同様であった。

これについて、図18の模式図で説明する。図18は、基板91と、その上に形成されたバッファ層92と、更にその上に形成されたIII族窒化物系化合物半導体層93を示したものである。基板91としてはサファイアな

ど、バッファ層 9 2 としては窒化アルミニウム (AlN) など  
が従来用いられている。窒化アルミニウム (AlN) のバッ  
ファ層 9 2 は、サファイア基板 9 1 と III 族窒化物系化合物  
半導体層 9 3 とのミスフィットを緩和させる目的で設け  
5 られているものであるが、それでも転位の発生を 0 とする  
ことはできない。この転位発生点 9 0 0 から、縦方向 (基  
板面に垂直方向) に貫通転位 9 0 1 が伝播し、それはバッ  
ファ層 9 2、III 族窒化物系化合物半導体層 9 3 をも貫い  
ていく。こうして、III 族窒化物系化合物半導体層 9 3 の  
10 上層に、所望の様々な III 族窒化物系化合物半導体を積層  
して半導体素子を形成しようとする、III 族窒化物系化  
合物半導体層 9 3 の表面に達した転位 9 0 2 から、半導体  
素子を貫通転位が更に縦方向に伝搬していくこととなる。  
このように、従来の技術では、III 族窒化物系化合物半導  
15 体層を形成する際、転位の伝搬を阻止できないという問題  
があった。

本発明は上記の課題を解決するためになされたもので  
あり、その目的は、貫通転位の発生を抑制した III 族窒  
化物系化合物半導体を製造することである。

20 上記の課題を解決するため、第 1 の手段は、基板上に  
III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物  
系化合物半導体の製造方法において、基板表面の少なく  
とも一部を削り、基板面に段差を設ける工程と、基板の、  
削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等  
25 の島状態に形成された上面を核として、所望の III 族窒  
化物系化合物半導体を、基板の段差の下段上方をも覆う  
よう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを

有することを特徴とする。

また、第2の手段は、基板上にバッファ層を介してII  
I族窒化物系化合物半導体を成長させるIII族窒化物系  
化合物半導体の製造方法において、基板表面の少なくと  
5 も一部を削り、基板面に段差を設ける工程と、バッファ  
層を基板に形成する工程と、基板の、削られなかった表  
面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成さ  
れたバッファ層を核として、所望のIII族窒化物系化合  
物半導体を、基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及  
10 び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有すること  
を特徴とする。

また、第3の手段は、基板上にバッファ層を介してII  
I族窒化物系化合物半導体を成長させるIII族窒化物系  
化合物半導体の製造方法において、基板表面の少なくと  
15 も一部を削り、基板面に段差を設ける工程と、バッファ  
層を基板に形成する工程と、バッファ層上にIII族窒化  
物系化合物半導体を縦方向エピタキシャル成長させて単  
結晶層を形成する工程と、基板の、削られなかった表面  
に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成され  
20 たバッファ層上のIII族窒化物系化合物半導体の単結晶  
層を核として、所望のIII族窒化物系化合物半導体を、  
基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピ  
タキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第4の手段は、基板上にバッファ層を介してII  
25 I族窒化物系化合物半導体を成長させるIII族窒化物系  
化合物半導体の製造方法において、バッファ層を基板に  
形成する工程と、バッファ層と基板表面の少なくとも一

部を削り、基板面にバッファ層の形成された上段と、バッファ層の形成されていない下段との段差を設ける工程と、基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成されたバッファ層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第 5 の手段は、基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、バッファ層を基板に形成する工程と、バッファ層上に III 族窒化物系化合物半導体を縦方向エピタキシャル成長させて単結晶層を形成する工程と、III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層とバッファ層と基板表面の少なくとも一部を削り、基板面に III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層及びバッファ層の形成された上段と、III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層とバッファ層の形成されていない下段との段差を設ける工程と、基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成されたバッファ層上の III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第 6 の手段は、基板上に III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、基板表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、III 族窒化物系化合物半導体層が充分には形成

されない部分を基板表面に形成する表面処理工程と、II  
I族窒化物系化合物半導体を基板に形成し、III族窒化物  
系化合物半導体の単結晶層が十分に形成された部分と、I  
II族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成さ  
5 れていない部分とを形成する工程と、基板の平滑度を悪  
化させていない部分に、点状、ストライプ状又は格子状  
等の島状態に形成されたIII族窒化物系化合物半導体の  
単結晶層を核として、III族窒化物系化合物半導体を、I  
II族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成さ  
10 れていない部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシ  
ャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第7の手段は、基板上にバッファ層を介してII  
I族窒化物系化合物半導体を成長させるIII族窒化物系  
化合物半導体の製造方法において、基板表面の少なくと  
15 も一部の平滑度を悪化させ、バッファ層が充分には形成  
されない部分を基板表面に形成する表面処理工程と、バ  
ッファ層を基板に形成し、バッファ層が十分に形成され  
た部分と、バッファ層が充分には形成されていない部分  
とを形成する工程と、基板の平滑度を悪化させていない  
20 部分に、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形  
成されたバッファ層を核として、所望のIII族窒化物系  
化合物半導体を、バッファ層が充分には形成されていな  
い部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長  
させる工程とを有することを特徴とする。

25 また、第8の手段は、基板上にバッファ層を介してII  
I族窒化物系化合物半導体を成長させるIII族窒化物系  
化合物半導体の製造方法において、基板表面の少なくと

も一部の平滑度を悪化させ、バッファ層が充分には形成されない部分を基板表面に形成する表面処理工程と、バッファ層を基板に形成し、バッファ層が充分に形成された部分と、バッファ層が充分には形成されていない部分とを形成する工程と、バッファ層が充分に形成された部分に III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を形成する工程と、基板の平滑度を悪化させていない部分に形成された、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態のバッファ層上の III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、バッファ層が充分には形成されていない部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第 9 の手段は、基板上にバッファ層を介して II 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、バッファ層を基板に形成する工程と、バッファ層表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成されない部分を形成する表面処理工程と、平滑度を悪化させていない部分の、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態のバッファ層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、バッファ層の平滑度を悪化させた部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第 10 の手段は、基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、バッファ層を基板

に形成する工程と、第1のIII族窒化物系化合物半導体をバッファ層上に形成する工程と、第1のIII族窒化物系化合物半導体表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、第2のIII族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成されない部分を形成する表面処理工程と、平滑度を悪化させていない部分の、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態の第1のIII族窒化物系化合物半導体を核として、第2のIII族窒化物系化合物半導体を、バッファ層の平滑度を悪化させて部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする。

また、第11の手段は、請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法により製造したIII族窒化物系化合物半導体層の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層に形成されたことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子である。

また、第12の手段は、請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法により製造したIII族窒化物系化合物半導体層の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層に、異なるII族窒化物系化合物半導体層を積層することにより得られることを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子である。

また、第13の手段は、請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法に加えて、横方向エピタキシャル成長した部分の上

層以外を略全部除去することにより、III族窒化物系化合物半導体基板を得ることを特徴とする。

5 本発明のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法の概略を、図1乃至図11を参照しながら説明する。

〔請求項1、2、3の発明〕

10 図1の(a)のように、基板1を、ストライプ状又は格子状等の島状態に削り、段差を設ける。次にバッファ層2を形成する。以下、図1の(b)のように、バッファ層2が、主に基板1の段差の上段面に形成される部分21と段差の下段面に形成される部分22とから成る場合を説明する。

15 図1の(b)のような、ストライプ状又は格子状等の島状態の段差を有する基板1の、段差の上段面に形成される部分21と段差の下段面に形成される部分22とからなるバッファ層2を核としてIII族窒化物系化合物半導体3を縦及び横方向エピタキシャル成長させる。すると、図1(c)のように、段差の下段面に形成されたバ  
20 ッファ層22から成長するIII族窒化物系化合物半導体32が段差を埋める前に、段差の上段面に形成されたバ  
ッファ層21を核として成長するIII族窒化物系化合物半導体31が段差上方を覆う様にする事ができる。さら  
25 以上にIII族窒化物系化合物半導体3を縦及び横方向成長させれば、図1の(d)のように、基板の段差の上方は、横方向エピタキシャル成長により覆われるので、縦方向に伝搬する貫通転位の密度が極めて少なくなる。

このとき、段差の下段の底面に形成されたバッファ層 2 2 から縦方向にエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 2 が段差の上段まで成長するよりも、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 から横方向にエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 1 が向かい合う段差の上段面からの横方向エピタキシャル成長面と合体する方が早いならば、段差を埋めた部分の III 族窒化物系化合物半導体 3 1 上部には段差の底面に形成されたバッファ層 2 2 から伝搬する貫通転位は著しく抑制され、極めて良質な結晶領域とすることができる。この場合、図 1 の ( d ) のように段差の底面に形成されたバッファ層 2 2 を核として成長した III 族窒化物系化合物半導体 3 2 の成長面が表面に出ることなく空洞として残ることとなる。その上部は両側の段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 を核として成長した III 族窒化物系化合物半導体 3 1 の成長面の合体が生じており、バッファ層 2 2 から伝搬する貫通転位はこの空洞で止められることとなる。

次に、図 1 の ( b ) のような基板 1 の段差の側面にバッファ層がほとんど形成されない場合ではなく、基板 1 の段差の側面にもバッファ層が形成される場合を図 2 で説明する。図 1 ( a ) 同様、基板 1 を削って段差を形成する ( 図 2 の ( a ) )。図 2 の ( b ) のように、ストライプ状又は格子状等の島状態の段差を有する基板 1 の、段差の上段面、段差の下段面、及び段差の側面に形成されるバッファ層 2 を核として III 族窒化物系化合物半導体 3 を縦及び横方向エピタキシャル成長させる。すると、

図 2 ( c ) のように、段差の下段面、及び側面のバッファ層 2 から縦方向成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 が段差を埋めるとともに、段差の上段面のバッファ層 2 から横方向成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 も段差を覆う様に成長する。尚、ここで段差の側面から「縦」方向に成長するとは段差の側面の法線方向の成長を言う。すると、図 1 の ( d ) のように、基板の段差の上方は、段差の側面のバッファ層 2 から縦方向成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 が段差を埋める部分と、段差の上段面のバッファ層 2 から横方向成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 とでしめられる。段差の側面のバッファ層 2 から縦方向成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 の縦方向の貫通転位は段差の側面の法線方向であり、基板面（上段面及び底面）から縦方向に伝搬する貫通転位の密度が極めて少なくなる。

このとき、段差の下段の底面に形成されたバッファ層 2 から縦方向にエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 が段差の上段まで成長するよりも、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 から横方向にエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 が向かい合う段差の上段面からの横方向エピタキシャル成長面と合体する方が早いならば、段差を埋めた部分の III 族窒化物系化合物半導体 3 上部には段差の底面に形成されたバッファ層 2 から伝搬する貫通転位は著しく抑制され、極めて良質な結晶領域とすることができる。この場合、図 2 の ( d ) のように段差の底面に形成されたバッファ層 2 を核として成長した III 族窒化物系化合物半導体 3

の成長面が表面に出ることなく空洞として残ることとなる。その上部は両側の段差の上段面に形成されたバッファ層 2 を核として成長した III 族窒化物系化合物半導体 3 の成長面の合体が生じており、バッファ層 2 から伝搬  
5 する貫通転位はこの空洞で止められることとなる。

上記の様な速い横方向エピタキシャル成長は、III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 が  $\{11-20\}$  面を段差側面方向の成長面とするとき容易に実現可能である。このとき例えば横方向エピタキシャル成長中の成長面の少  
10 なくとも上部を  $\{11-20\}$  面のまま保てば良い。勿論、横方向エピタキシャル成長面は III 族窒化物系化合物半導体層の  $\{11-20\}$  面に限定されない。

以上のようなことは、バッファ層を要せずに基板に直接エピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体  
15 にも応用できる。これを図 3 に示す。基板 1 を削って段差を形成したのち (図 3 の (a))、III 族窒化物系化合物半導体 3 を縦及び横方向成長させ (図 3 の (b))、段差の上段面に形成される部分の III 族窒化物系化合物半導体 3 を核とした横方向成長により段差を覆う (図 3 の  
20 (c))。また、図 4 に示すように、バッファ層 2 (段差の上段のバッファ層 2 1 と段差の下段のバッファ層 2 2) に III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層 3 (段差の上段の単結晶層 3 1 と段差の下段の単結晶層 3 2) を形成して (図 4 の (b))、段差の上段の単結晶層 3 1 を  
25 核とした横方向成長により段差を覆うこともできる (図 4 の (c)、(d))。

〔請求項 4、5 の発明〕

図 5 の ( a ) のように、基板 1 上にバッファ層 2 を形成する。次に図 5 の ( b ) のように、バッファ層 2 と基板 1 を削り、段差を設ける。ここで図 5 の ( c ) のように、III 族窒化物系化合物半導体 3 1 を主にバッファ層 2 を核として縦及び横方向エピタキシャル成長させる。図 5 の ( c ) では段差の底面及び側面からも一部 III 族窒化物系化合物半導体 3 2 のエピタキシャル成長が起こった場合を示している。このとき、段差の下段の底面及び側面からエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 2 が段差の上段まで成長するよりも、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 から横方向にエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 1 が向かい合う段差の上段面からの横方向エピタキシャル成長面と合体する方が早いならば、段差を埋めた部分の III 族窒化物系化合物半導体 3 1 上部には段差の底面から伝搬する貫通転位は著しく抑制され、極めて良質な結晶領域とすることができる。この場合、図 5 の ( d ) のように段差の底面から成長した III 族窒化物系化合物半導体 3 2 の成長面が表面に出ることなく空洞として残ることとなる。その上部は両側の段差の上段面に形成されたバッファ層 2 を核として成長した III 族窒化物系化合物半導体 3 1 の成長面の合体が生じており、バッファ層 2 から伝搬する貫通転位はこの空洞で止められることとなる。

上記の様な速い横方向エピタキシャル成長は、III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 が  $\{11-20\}$  面を段差側面方向の成長面とするとき容易に実現可能である。こ

のとき例えば横方向エピタキシャル成長中の成長面の少なくとも上部を  $\{11-20\}$  面のまま保てば良い。勿論、横方向エピタキシャル成長面は III 族窒化物系化合物半導体層の  $\{11-20\}$  面に限定されない。

- 5       また、図 6 に示すように、バッファ層 2 と III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層 3 1 を形成して (図 6 の (a))、段差を形成し (図 6 の (b))、段差の上段の単結晶層 3 1 を核とした横方向成長により段差を覆うこともできる (図 6 の (c)、(d))。

10

[請求項 6、7、8 の発明]

- 図 7 の (a) のように、基板 1 表面に例えばエッチング、罫描きなどにより荒れた部分 A を形成し、荒れていない部分がストライプ状又は格子状等の島状態となるようにする。ここにバッファ層 2 を形成すると、表面の荒れていない部分に形成されたバッファ層 2 1 と比較し、  
15       表面の荒れた部分 A に形成されるバッファ層 2 2 は表層に均一な結晶層ができず、且つ成長速度が遅い (図 7 の (b))。ここに III 族窒化物系化合物半導体 3 を縦及び  
20       横方向エピタキシャル成長させると、主に表面の荒れていない部分に形成されたバッファ層 2 1 を核として単結晶層が速い速度で形成され、表面の荒れた部分 A に形成されるバッファ層 2 2 をも横方向に成長することで覆っていく (図 7 の (c))。更に III 族窒化物系化合物半導  
25       体 3 の縦及び横方向エピタキシャル成長を続けると、表面の荒れた部分 A に形成されるバッファ層 2 2 は、主に表面の荒れていない部分に形成されたバッファ層 2 1 を

核として横方向エピタキシャル成長した III 族窒化物系化合物半導体 3 が完全に覆うこととなる。このとき、表面の荒れた部分 A に形成されるバッファ層 2 2 からの縦方向の貫通転位は、その上方に横方向エピタキシャル成長により形成された III 族窒化物系化合物半導体 3 には伝搬しないこととなる。

図 8 の ( a ) のように、基板 1 表面に例えばエッチング、罫描きなどにより荒れた部分 A を形成し、荒れていない部分がストライプ状又は格子状等の島状態となるようにする。基板 1 上にエピタキシャル成長する III 族窒化物系化合物半導体 3 をここに形成すると、表面の荒れていない部分に形成された III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 と比較し、表面の荒れた部分 A に形成される III 族窒化物系化合物半導体層 3 2 は表層に均一な単結晶層ができず、且つ成長速度が遅い ( 図 8 の ( b ) )。III 族窒化物系化合物半導体 3 を縦及び横方向エピタキシャル成長させる条件でエピタキシャル成長を続ければ、表面の荒れた部分 A に形成される III 族窒化物系化合物半導体層 3 2 上部は、主に表面の荒れていない部分に形成された III 族窒化物系化合物半導体 3 1 が横方向エピタキシャル成長して完全に覆うこととなる。このとき、表面の荒れた部分 A に形成される III 族窒化物系化合物半導体 3 2 からの縦方向の貫通転位は、その上方に横方向エピタキシャル成長により形成された III 族窒化物系化合物半導体 3 1 には伝搬しないこととなる。

更には、図 9 のように、図 7 のような III 族窒化物系化合物半導体 3 の 1 段の縦及び横方向エピタキシャル成

長ではなく、まず表面の荒れていない部分に形成された  
バッファ層 2 1 上に III 族窒化物系化合物半導体 3 1 を  
縦方向成長させて単結晶層とし、次にこの III 族窒化物  
系化合物半導体 3 1 の単結晶層を核として III 族窒化物  
5 系化合物半導体 3 2 を縦及び横方向成長させることもで  
きる。

〔請求項 9、10 の発明〕

図 10 のように、基板 1 にバッファ層 2 を形成したの  
10 ち（図 10 の（a））、その表面をエッチング、罫描きに  
より表面を悪化させ（図 10 の（b））、III 族窒化物系  
化合物半導体 3 を縦及び横方向成長させても良い（図 1  
0 の（c）、（d））。また、図 11 のように、基板 1 にバ  
ッファ層 2 と III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 を形成  
15 したのち（図 11 の（a））、その表面をエッチング、罫  
描きにより表面を悪化させ（図 11 の（b））、III 族窒  
化物系化合物半導体 3 3 を縦及び横方向成長させても良  
い（図 11 の（c）、（d））。いずれも、表面が悪化して  
いない部分により早く III 族窒化物系化合物半導体層が  
20 形成されるのでそれを核として横方向成長させることに  
より、表面が悪化した部分をも覆うよう成長させること  
ができる。

以上のような方法により、縦方向に伝搬する貫通転位  
を抑制した領域を有する III 族窒化物系化合物半導体を  
25 形成することができる。

上記の工程で得られた III 族窒化物系化合物半導体層  
の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層に素子を

形成することで、欠陥の少ない、移動度の大きい層を有する半導体素子とすることができる（請求項 1 1）。

上記の工程で得られた III 族窒化物系化合物半導体層の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層に発光素子  
5 子を形成することで、素子寿命、或いは LD の閾値の改善された発光素子とすることができる（請求項 1 2）。

また、上記の工程で得られた III 族窒化物系化合物半導体層の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層のみをその他の層から分離することで、転位等結晶欠陥の  
10 著しく抑制された結晶性の良い III 族窒化物系化合物半導体を得ることができる（請求項 1 3）。尚「略全部除去」とは、製造上の簡便さから、一部貫通転位の残った部分を含んでいたとしても本発明に包含されることを示すものである。

15

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の第 1 の実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

第 2 図は、本発明の別の III 族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。  
20

第 3 図は、本発明の第 7 の実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

第 4 図は、本発明の別の III 族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

第 5 図は、本発明の第 2 の実施例に係る III 族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。  
25

第 6 図は、本発明の別の III 族窒化物系化合物半導体

の製造工程を示す断面図。

第7図は、本発明の第3の実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

5 第8図は、本発明の別のIII族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

第9図は、本発明の更に別のIII族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

第10図は、本発明の更に別のIII族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

10 第11図は、本発明の更に別のIII族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

第12図は、本発明の第4の実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体の製造工程を示す断面図。

15 第13図は、本発明の第5の実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図。

第14図は、本発明の第6の実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図。

第15図は、本発明の第7の実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図。

20 第16図は、本発明の第8の実施例に係るIII族窒化物系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図。

第17図は、第1のIII族窒化物系化合物半導体のエッチングの他の例を示す模式図。

25 第18図は、III族窒化物系化合物半導体を伝搬する貫通転位を示す断面図。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明は上記した発明の特徴を有するものであり、以下に具体化して説明する実施形態には限定されない。

- 5 図 1 乃至図 8 に本発明の III 族窒化物系化合物半導体の製造方法の実施の形態のそれぞれの一例の概略を示す。図 1 においては、バッファ層 2 が基板 1 のダイシングにより形成された側面に形成されない例を示している。基板 1 をダイシングして段差を形成し (図 1 の (a))、バッファ層 2 を形成して (図 1 の (b))、III 族窒化物系化合物半導体層 3 を横方向エピタキシャル成長させる (図 1 の (c))。図 1 の (a) のダイシングの幅と深さは、上述のように段差の底面に形成されたバッファ層 2 を核として縦方向成長する III 族窒化物系化合物半導体層 3 2 が段差を埋める前に、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 を核として縦及び横方向成長する III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 が段差の上部を覆うよう決定される。図 1 の (c) では横方向エピタキシャル成長面が例えば  $\{11-20\}$  面である場合を想定しているが、本発明は成長面に限定されない。こうして、段差の底面の縦方向の成長によりダイシングされた部分が埋まる前に、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 を核として横方向成長がダイシングされた部分の上方で合体するよう、ダイシング形状と横方向エピタキシャル成長条件とを設定することで、ダイシングされた上部の III 族窒化物系化合物半導体 3 1 には貫通転位が抑制された領域を形成する (図 1 の (d))。

図 2 は基板 1 の段差の側面にもバッファ層 2 が形成される場合を示す。これも図 1 の場合とほぼ同様である。

図 5 は基板 1 にバッファ層 2 を形成したのちダイシングする実施の形態である。バッファ層 2 が形成されていない基板 1 の段差の底面及び側面での縦方向成長は無い  
5 か極めて遅く、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 を核とした横方向成長によりダイシングされた段差を覆う（図 5 の（c）及び（d））。図 2 の（a）のダイシングの幅と深さは、上述のように段差の底面から縦方向成  
10 長する III 族窒化物系化合物半導体層 3 2 が段差を埋める前に、段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 を核として縦及び横方向成長する III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 が段差の上部を覆うよう決定される。図 2 の  
（c）では横方向エピタキシャル成長面が例えば { 1 1  
15 - 2 0 } 面である場合を想定しているが、本発明は成長面に限定されない。

図 7 は、基板 1 の表面を荒らしたのちバッファ層 2 を形成する実施の形態である。表面の荒れた部分 A の面積等  
20 等は、荒れた部分 A 上に形成された、表層に均一な単結晶層ができず且つ成長速度が遅いバッファ層 2 2 上を、面の荒れていない部分に形成されたバッファ層 2 1 を核とした III 族窒化物系化合物半導体 3 が縦及び横方向エピタキシャル成長して覆うよう決定される。

図 8 は、基板 1 の表面を荒らしたのち III 族窒化物系  
25 化合物半導体を直接形成する実施の形態である。表面の荒れた部分 A の面積等は、荒れた部分 A 上に形成された、表層に均一な単結晶層ができず且つ成長速度が遅い III

族窒化物系化合物半導体 3 2 上を、面の荒れていない部分に形成された III 族窒化物系化合物半導体層 3 1 が縦及び横方向エピタキシャル成長して覆うよう決定される。

上記の発明の実施の形態としては、次の中からそれぞれ選択することができる。

基板上に III 族窒化物系化合物半導体を順次積層を形成する場合は、基板としてはサファイア、シリコン (Si)、炭化ケイ素 (SiC)、スピネル ( $MgAl_2O_4$ )、ZnO、MgO その他の無機結晶基板、リン化ガリウム又は砒化ガリウムのよ  
10 うな III-V 族化合物半導体あるいは窒化ガリウム (GaN) などの III 族窒化物系化合物半導体等を用いることができる。

III 族窒化物系化合物半導体層を形成する方法としては有機金属気相成長法 (MOCVD 又は MOVPE) が好ましいが、  
15 分子線気相成長法 (MBE)、ハライド気相成長法 (Halide VPE)、液相成長法 (LPE) 等を用いても良く、各層を各々異なる成長方法で形成しても良い。

例えばサファイア基板上に III 族窒化物系化合物半導体積層する際、結晶性良く形成させるため、サファイア  
20 基板との格子不整合を是正すべくバッファ層を形成することが好ましい。他の基板を使用する場合もバッファ層を設けることが望ましい。バッファ層としては、低温で形成させた III 族窒化物系化合物半導体  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$   
( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ )、より好ましくは  $Al_xGa_{1-x}N$   
25 ( $0 \leq x \leq 1$ ) が用いられる。このバッファ層は単層でも良く、組成等の異なる多重層としても良い。バッファ層の形成方法は、 $380 \sim 420^\circ C$  の低温で形成するもので

も良く、逆に 1000~1180°C の範囲で、MOCVD 法で形成しても良い。また、DC マグネトロンスパッタ装置を用いて、高純度金属アルミニウムと窒素ガスを原材料として、リアクティブスパッタ法により AlN から成るバッファ層を形成することもできる。同様に一般式  $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ 、組成比は任意) のバッファ層を形成することができる。更には蒸着法、イオンプレーティング法、レーザアブレーション法、ECR 法を用いることができる。物理蒸着法によるバッファ層は、200~600°C で行うのが望ましい。さらに望ましくは 300~500°C であり、さらに望ましくは 350~450°C である。これらのスパッタリング法等の物理蒸着法を用いた場合には、バッファ層の厚さは、100~3000 Å が望ましい。さらに望ましくは、100~500 Å が望ましく、最も望ましくは、100~300 Å である。また、横方向エピタキシャル成長の成長の核となる III 族窒化物系化合物半導体層及び / 又は上層の III 族窒化物系化合物半導体は、バッファ層と単結晶 III 族窒化物系化合物半導体層とを 1 周期として、多重周期形成した層 (基底層) としても良い。また、基底層を用いる場合は、横方向エピタキシャル成長の核となる層として、最上層は単結晶層がより望ましい。

バッファ層、横方向エピタキシャル成長の成長の核となる III 族窒化物系化合物半導体層、横方向エピタキシャル成長させる層、及び / 又は上層の III 族窒化物系化合物半導体は、III 族元素の組成の一部は、ボロン (B)、タリウム (Tl) で置き換えても、また、窒素 (N) の組成一部

をリン(P)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)で置き換えても本発明を実質的に適用できる。また、これら元素を組成に表示できない程度のドーブをしたものでも良い。例えば組成にインジウム(In)、ヒ素(As)を有しない III 族窒化物系化合物半導体である  $Al_xGa_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) に、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)よりも原子半径の大きなインジウム(In)、又は窒素(N)よりも原子半径の大きな(As)をドーブすることで、窒素原子の抜けによる結晶の拡張歪みを圧縮歪みで補償し結晶性を良くしても良い。この場合はアクセプタ不純物が III 族原子の位置に容易に入るため、p 型結晶をアズグロウンで得ることもできる。このようにして結晶性を良くすることで本願発明と合わせて更に貫通転位を 100 乃至 1000 分の 1 程度にまで下げることがもできる。なお、発光素子として構成する場合は、本来 III 族窒化物系化合物半導体の 2 元系、若しくは 3 元系を用いることが望ましい。

n 型の III 族窒化物系化合物半導体層を形成する場合には、n 型不純物として、Si、Ge、Se、Te、C 等 IV 族元素又は VI 族元素を添加することができる。また、p 型不純物としては、Zn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba 等 II 族元素又は IV 族元素を添加することができる。これらを複数或いは n 型不純物と p 型不純物を同一層にドーブしても良い。

横方向エピタキシャル成長としては成長面が基板に垂直となるものが望ましいが、基板に対して斜めのファセット面のまま成長するものでも良い。

横方向エピタキシャル成長としては、横方向エピタキシャル成長面の少なくとも上部と基板面とは垂直である

ことがより望ましく、更にはいずれも III 族窒化物系化合物半導体の  $\{11-20\}$  面であることがより望ましい。

エッチングする際は、深さと幅の関係から、横方向エ  
5 ピタキシャル成長により塞がれるように段差を設ける。  
この時、異なる層からの縦方向成長が少なくとも初期段階において遅いことも利用する。

基板上に積層する III 族窒化物系化合物半導体層の結  
晶軸方向が予想できる場合は、基板の段差側面が III 族  
10 窒化物系化合物半導体層の a 面 ( $\{11-20\}$  面) 又は  
m 面 ( $\{1-100\}$  面) と平行となるようストライプ状  
にマスク或いはダイシングを施すことが有用である。な  
お、島状、格子状等に、上記ストライプ及びマスクを任  
意に設計して良い。横方向エピタキシャル成長面は、基  
15 板面に垂直なもの他、基板面に対し斜めの角度の成長  
面でも良い。III 族窒化物系化合物半導体層の a 面とし  
て  $(11-20)$  面を横方向エピタキシャル成長面とする  
には例えばストライプの長手方向は III 族窒化物系化  
合物半導体層の m 面である  $(1-100)$  面に垂直とす  
20 る。例えば基板をサファイアの a 面又は c 面とする場合  
は、どちらもサファイアの m 面がその上に形成される II  
I 族窒化物系化合物半導体層の a 面と通常一致するので、  
これに合わせてダイシングを施す。点状、格子状その他  
の島状とする場合も、輪郭 (側壁) を形成する各面が上  
25 方に形成される III 族窒化物系化合物半導体層の  $\{11-20\}$  面と一致することが望ましい。

エッチングマスクは、酸化珪素 ( $\text{SiO}_2$ )、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )

N<sub>4</sub>)、酸化チタン(TiO<sub>x</sub>)、酸化ジルコニウム(ZrO<sub>x</sub>)等の酸化物、窒化物、これらの多層膜をもちいることができる。これらの成膜方法は蒸着、スパッタ、CVD等の気相成長法その他、任意である。

5 エッチングをする場合は反応性イオンビームエッチング(RIBE)が望ましいが、任意のエッチング方法を用いることができる。また、エッチングに代えて、スクライビング等、機械的方法により段差を形成しても良い。表面を荒らす場合も、スクライビング、ダイヤモンドカ  
10 ャッターによる罫描き等、任意である。

上記の貫通転位の抑制された領域を有するIII族窒化物系化合物半導体の、全体或いは貫通転位の抑制された領域を中心としてその上部にFET、発光素子等の半導体素子を形成することができる。発光素子の場合、発  
15 光層は多重量子井戸構造(MQW)、単一量子井戸構造(SQW)の他、ホモ構造、ヘテロ構造、ダブルヘテロ構造のものが考えられるが、pin接合或いはpn接合等により形成しても良い。

上述の、貫通転位の抑制された領域を有するIII族窒  
20 化物系化合物半導体を、例えば基板1、バッファ層2及びダイシングにより段差を設けた貫通転位の抑制されていない部分を除去して、III族窒化物系化合物半導体基板とすることができる。この上にIII族窒化物系化合物半導体素子を形成することが可能であり、或いはより大  
25 きなIII族窒化物系化合物半導体結晶を形成するための基板として用いることができる。除去方法としては、メカノケミカルポリッシングの他、任意である。

本発明の適用として、基板処理により貫通転位の少ない領域を形成したのち、更に横方向エピタキシャル成長を利用して、貫通転位の多い領域上部に貫通転位の少ない領域を形成することも本発明に包含される。例えば本  
5 発明の請求項 1 乃至請求項 4 の手段により貫通転位の少ない領域と多い領域を有する III 族窒化物系化合物半導体層の、貫通転位の多い領域にマスクを形成し、マスクを形成していない貫通転位の少ない領域表面を核として  
10 で、全体として貫通転位の少ない III 族窒化物系化合物半導体層を得ることができる。その他、貫通転位の多い領域上部での第 2 の横方向エピタキシャル成長は任意である。

以下、発明の具体的な実施例に基づいて説明する。実施  
15 例として発光素子をあげるが、本発明は下記実施例に限定されるものではなく、任意の素子に適用できるの製造方法を開示している。

本発明の III 族窒化物系化合物半導体は、有機金属化合物気相成長法（以下「MOVPE」と示す）による気相成長  
20 により製造された。用いられたガスは、アンモニア( $\text{NH}_3$ )とキャリアガス( $\text{H}_2$ 又は $\text{N}_2$ )とトリメチルガリウム( $\text{Ga}(\text{C}\text{H}_3)_3$ 、以下「TMG」と記す)とトリメチルアルミニウム( $\text{Al}(\text{C}\text{H}_3)_3$ 、以下「TMA」と記す)、トリメチルインジウム( $\text{In}(\text{C}\text{H}_3)_3$ 、以下「TMI」と記す)、シクロペンタジエニルマ  
25 グネシウム( $\text{Mg}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ 、以下「 $\text{Cp}_2\text{Mg}$ 」と記す)である。

〔第 1 実施例〕

有機洗浄及び熱処理により洗浄した a 面を主面とし、単結晶のサファイア基板 1 をダイシングにより、幅  $10\mu\text{m}$ 、間隔  $10\mu\text{m}$ 、深さ  $10\mu\text{m}$  のストライプ状の段差を形成した。次に、温度を  $400^\circ\text{C}$  とし、 $\text{H}_2$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、 $\text{NH}_3$  を  $5\text{L}/\text{min}$ 、TMA を  $20\mu\text{mol}/\text{min}$  で約 3 分間供給して AlN のバッファ層 2 を約  $40\text{nm}$  の厚さに形成した。バッファ層 2 は基板 1 の段差の主に上段面と底面に形成された。

次に、サファイア基板 1 の温度を  $1150^\circ\text{C}$  に保持し、 $\text{H}_2$  を  $20\text{L}/\text{min}$ 、 $\text{NH}_3$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、TMG を  $5\mu\text{mol}/\text{min}$  で導入して、縦及び横方向エピタキシャル成長により GaN 層 3 を形成した。この時、主に段差の上段面に形成されたバッファ層 2 1 からの横方向エピタキシャル成長により段差が覆われ、表面が平坦となった (図 1 の (c))。こののち、 $\text{H}_2$  を  $20\text{L}/\text{min}$ 、 $\text{NH}_3$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、TMG を  $300\mu\text{mol}/\text{min}$  で導入し、GaN 層 3 を成長させ、 $10\mu\text{m}$  の厚さとした。GaN 層 3 の、基板 1 の深さ  $10\mu\text{m}$  の段差の底面上方に形成された部分は、段差の上段面上方に形成された部分に比して貫通転位が著しく抑えられた。

## 20 〔第 2 実施例〕

有機洗浄及び熱処理により洗浄した a 面を主面とし、単結晶のサファイア基板 1 の温度を  $400^\circ\text{C}$  とし、 $\text{H}_2$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、 $\text{NH}_3$  を  $5\text{L}/\text{min}$ 、TMA を  $20\mu\text{mol}/\text{min}$  で約 3 分間供給して AlN のバッファ層 2 を約  $40\text{nm}$  の厚さに形成した。次にダイシングにより、幅  $10\mu\text{m}$ 、間隔  $10\mu\text{m}$ 、深さ  $10\mu\text{m}$  のストライプ状に段差を形成した。バッファ層 2 は基板 1 の段差の上段面のみに残った (図 5 の (b))。

次に、サファイア基板 1 の温度を 1150°C に保持し、H<sub>2</sub> を 20L/min、NH<sub>3</sub> を 10L/min、TMG を 5 μmol/min で導入して、縦及び横方向エピタキシャル成長により GaN 層 3 を形成した。この時、主に段差の上段面に形成されたバッ  
5 ッファ層 2 1 からの横方向エピタキシャル成長により段差が覆われ、表面が平坦となった(図 5 の(c)及び(d))。こののち、H<sub>2</sub> を 20L/min、NH<sub>3</sub> を 10L/min、TMG を 300 μmol/min で導入し、GaN 層 3 を成長させ、10 μm の厚さとした。GaN 層 3 の、基板 1 の深さ 10 μm の段差の底面上  
10 方に形成された部分は、段差の上段面上方に形成された部分に比して貫通転位が著しく抑えられた。

### 〔第 3 実施例〕

有機洗浄及び熱処理により洗浄した a 面を主面とし、  
15 単結晶のサファイア基板 1 を反応性イオンビームエッチング(RIBE)を用いた選択ドライエッチングにより、幅 10 μm、間隔 10 μm、ストライプ状に短時間エッチングし、面荒れを起こした。次に、温度を 400°C とし、H<sub>2</sub> を 10L/min、NH<sub>3</sub> を 5L/min、TMA を 20 μmol/min で約 3 分間  
20 供給して AlN のバッファ層 2 を約 40nm の厚さに形成した。バッファ層 2 は面荒れの部分 2 2 と面荒れでない部分 2 2 で表面のモロロジーが異なった(図 7 の(b))。

次に、サファイア基板 1 の温度を 1150°C に保持し、H<sub>2</sub> を 20L/min、NH<sub>3</sub> を 10L/min、TMG を 5 μmol/min で導入し  
25 て、縦及び横方向エピタキシャル成長により GaN 層 3 を形成した。この時、主に面荒れでない部分 2 1 からの横方向エピタキシャル成長により面荒れの部分が覆われ、

表面が平坦となった（図7の（c）及び（d））。このの  
ち、 $H_2$ を20L/min、 $NH_3$ を10L/min、TMGを $300\mu\text{mol}/\text{min}$   
で導入し、GaN層3を成長させ、 $3\mu\text{m}$ の厚さとした。G  
aN層3の、基板1の深さ $10\mu\text{m}$ の段差の底面上方に形成  
5 された部分は、段差の上段面上方に形成された部分に比  
して貫通転位が著しく抑えられた。

#### 〔第4実施例〕

本実施例では、図12のようなバッファ層と単結晶II  
10 I族窒化物系化合物半導体層とを1周期として、多重周  
期形成した層（基底層）を用いた。有機洗浄及び熱処理  
により洗浄したa面を主面とし、単結晶のサファイア基  
板1上に、温度を $400^\circ\text{C}$ まで低下させて、 $H_2$ を10L/min、  
 $NH_3$ を5L/min、TMAを $20\mu\text{mol}/\text{min}$ で約3分間供給して  
15 第1のAlN層211を約40nmの厚さに形成した。次に、  
サファイア基板1の温度を $1000^\circ\text{C}$ に保持し、 $H_2$ を20L/m  
in、 $NH_3$ を10L/min、TMGを $300\mu\text{mol}/\text{min}$ で導入し、膜  
厚約 $0.3\mu\text{m}$ のGaN層212を形成した。次に温度を $400^\circ\text{C}$   
まで低下させて、 $H_2$ を10L/min、 $NH_3$ を5L/min、TMAを2  
20  $0\mu\text{mol}/\text{min}$ で約3分間供給して第2のAlN層213を約  
40nmの厚さに形成した。こうして、膜厚約40nmの第1  
のAlN層211、膜厚約 $0.3\mu\text{m}$ のGaN層212、膜厚約  
40nmの第2のAlN層213から成る基底層20を形成し  
た。

25 次に、第2実施例と同様に、ダイシングにより段差を  
形成した。サファイア基板1のダイシング深さを $10\mu\text{m}$   
とした。次に、サファイア基板1の温度を $1150^\circ\text{C}$ に保持

し、 $H_2$ を20L/min、 $NH_3$ を10L/min、TMGを $5\mu\text{mol/min}$ で導入し、GaN層3を横方向エピタキシャル成長により形成した。こうして主に段差の上段面に形成された基底層20を核として横方向エピタキシャル成長により段差が覆われ、表面が平坦となった。こののち、 $H_2$ を20L/min、 $NH_3$ を10L/min、TMGを $300\mu\text{mol/min}$ で導入し、GaN層3を成長させ、GaN層3を $10\mu\text{m}$ の厚さとした。GaN層3の、サファイア基板1の深さ $10\mu\text{m}$ の段差の底面上方に形成された部分は、段差の上段面上方に形成された部分に比して貫通転位が著しく抑えられた。

#### 〔第5実施例〕

第1実施例と同様に形成したウエハ上に、図13のようなレーザダイオード(LD)100を次のようにして形成した。但し、GaN層3の形成の際、シラン( $SiH_4$ )を導入して、GaN層3をシリコン(Si)ドーブのn型GaNから成る層とした。尚、図を簡略とするため、段差を有するサファイア基板1と段差の上段面及び底面に形成されたバッファ層2及び段差を埋めている部分のGaN層3を併せて、ウエハ1000と記載し、それ以外のGaN層3をGaN層103と記載する。

段差を有するサファイア基板、AlNから成るバッファ層、その段差を覆うn型GaN層から成るウエハ層1000とn型GaN層103に、シリコン(Si)ドーブの $Al_{0.98}Ga_{0.02}N$ から成るnクラッド層104、シリコン(Si)ドーブのGaNから成るnガイド層105、MQW構造の発光層106、マグネシウム(Mg)ドーブのGaNから成るpガ

イド層 107、マグネシウム(Mg)ドーブの  $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$  から成る p クラッド層 108、マグネシウム(Mg)ドーブの GaN から成る p コンタクト層 109 を形成した。次に p コンタクト層 109 上に金(Au)から成る電極 110 A を、2 段の GaN 層と n 型 GaN 層の合計 3 段の GaN 層 103 が露出するまで一部エッチングしてアルミニウム(Al)から成る電極 110 B を形成した。このようにして形成したレーザダイオード(LD)は素子寿命及び発光効率が著しく向上した。

10

## 〔第 6 実施例〕

第 1 実施例と同様に形成したウエハ上に、図 14 のような発光ダイオード(LED) 200 を次のようにして形成した。但し、GaN 層 3 の形成の際、シラン( $\text{SiH}_4$ ) を導入して、GaN 層 3 をシリコン(Si)ドーブの n 型 GaN から成る層とした。尚、図を簡略とするため、段差を有するサファイア基板 1 と段差の上段面及び底面に形成されたバッファ層 2 及び段差を埋めている部分の GaN 層 3 を併せて、ウエハ 2000 と記載し、それ以外の GaN 層 203 を GaN 層 203 と記載する。

サファイア基板、AlN から成るバッファ層、段差を埋める GaN 層から成るウエハ 2000 と n 型 GaN 層 203 上に、シリコン(Si)ドーブの  $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$  から成る n クラッド層 204、発光層 205、マグネシウム(Mg)ドーブの  $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$  から成る p クラッド層 206、マグネシウム(Mg)ドーブの GaN から成る p コンタクト層 207 を形成した。次に p コンタクト層 207 上に金(Au)

25

から成る電極 208A を、GaN 層と n 型 GaN 層の 2 段の GaN 層 203 が露出するまで一部エッチングしてアルミニウム (Al) から成る電極 208B を形成した。このようにして形成した発光ダイオード (LED) は素子寿命及び  
5 発光効率が著しく向上した。

〔第 7 実施例〕

本実施例では基板としてシリコン (Si) 基板を用いた。シリコン (Si) 基板 301 をエッチングにより幅  $10\mu\text{m}$ 、  
10 間隔  $10\mu\text{m}$ 、深さ  $10\mu\text{m}$  のストライプ状にエッチングした。次にシリコン基板 301 の温度を  $1150^\circ\text{C}$  に保持し、 $\text{H}_2$  を  $20\text{L}/\text{min}$ 、 $\text{NH}_3$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、TMG を  $5\mu\text{mol}/\text{min}$ 、TMA を  $0.5\mu\text{mol}/\text{min}$ 、 $\text{H}_2$  ガスにより希釈されたシラン ( $\text{SiH}_4$ ) を  $0.01\mu\text{mol}/\text{min}$  で供給し、シリコン基板の段差の上  
15 段面、側面、底面から n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  層を縦及び横方向成長させた。こうして主に上段面を核とする横方向エピタキシャル成長により段差が覆われ、表面が平坦となったのち、 $\text{H}_2$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、 $\text{NH}_3$  を  $10\text{L}/\text{min}$ 、TMG を  $100\mu\text{mol}/\text{min}$ 、TMA を  $10\mu\text{mol}/\text{min}$ 、 $\text{H}_2$  ガスにより希釈された  
20 たシラン ( $\text{SiH}_4$ ) を  $0.2\mu\text{mol}/\text{min}$  で供給し、n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  層を成長させ、 $3\mu\text{m}$  の厚さとした。以下、シリコン基板 301 と n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  層 302 を併せてウエハ 3000 と記載する。

上記のようにウエハ 3000 (段差を有するシリコン  
25 基板 301 とその上に形成された n- $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  層 302) 上にシリコン (Si) ドープの GaN から成る n ガイド層 303、MQW 構造の発光層 304、マグネシウム (M

g) ドープの GaN から成る p ガイド層 305、マグネシウム (Mg) ドープの  $Al_{0.08}Ga_{0.92}N$  から成る p クラッド層 306、マグネシウム (Mg) ドープの GaN から成る p コンタクト層 307 を形成した。次に p コンタクト層 307 上に金 (Au) から成る電極 308 A を、シリコン基板 301 裏面にアルミニウム (Al) から成る電極 308 B を形成した。このようにして形成した図 15 のレーザダイオード (LD) 300 は素子寿命及び発光効率が著しく向上した。

10

## 〔第 8 実施例〕

本実施例でも基板としてシリコン (Si) 基板を用いた。第 7 実施例の段差を有するシリコン基板 301 に形成された n- $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$  層 302 と同様に、段差を有するシリコン基板 401 とその上に形成された n- $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$  層 402 のウエハ 4000 を用意し、発光層 403、マグネシウム (Mg) ドープの  $Al_{0.15}Ga_{0.85}N$  から成る p クラッド層 404 を形成した。次に p クラッド層 404 上に金 (Au) から成る電極 405 A を、シリコン基板 401 裏面にアルミニウム (Al) から成る電極 405 B を形成した。このようにして形成した図 16 の発光ダイオード (LED) 400 は素子寿命及び発光効率が著しく向上した。

## 〔エッチングの変形〕

25 また、図 17 は、島状に段差の上段、或いは面荒れ部分 B と面荒れを起こさない部分を形成する例である。図 17 の (a) は、外周をも示しているが、これは理解の

ため簡略化した模式図であり、実際には島状の段差の上段はウエハ当たり数千万個形成して良い。図17の(a)では、島状の段差の上段に対し、段差の底面B（或いは面荒れを起こさない部分に対し面荒れ部分B）は3倍の面積を有する。図17の(b)では、島状の段差の上段に対し、段差の底面B（或いは面荒れを起こさない部分に対し面荒れ部分B）は8倍の面積を有する。

## 請 求 の 範 囲

1 . 基板上に III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、  
5 前記基板表面の少なくとも一部を削り、前記基板面に段差を設ける工程と、前記基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された上面を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、  
10 前記基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

2 . 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記基板表面の少なくとも一部を削り、  
15 前記基板面に段差を設ける工程と、前記バッファ層を前記基板に形成する工程と、前記基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された前記バッファ層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記基板の段差の下段上方をも覆う  
20 よう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

3 . 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記基板表面の少なくとも一部を削り、  
25 前記基板面に段差を設ける工程と、前記バッファ層を前記基板に形成する工程と、前記バッファ層上に III 族窒

化物系化合物半導体を縦方向エピタキシャル成長させて単結晶層を形成する工程と、前記基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された前記バッファ層上の前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

5  
10  
15  
20

4. 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記バッファ層を前記基板に形成する工程と、前記バッファ層と前記基板表面の少なくとも一部を削り、前記基板面に前記バッファ層の形成された上段と、前記バッファ層の形成されていない下段との段差を設ける工程と、前記基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された前記バッファ層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

25

5. 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記バッファ層を前記基板に形成する工程と、前記バッファ層上に III 族窒化物系化合物半導体を縦方向エピタキシャル成長させて単結晶層を形成する工程と、前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層

と前記バッファ層と前記基板表面の少なくとも一部を削り、前記基板面に前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層と前記バッファ層の形成された上段と、前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層及び前記バッファ層の形成されていない下段との段差を設ける工程と、前記基板の、削られなかった表面に点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された前記バッファ層上の前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記基板の段差の下段上方をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

6. 基板上に III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記基板表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、前記 III 族窒化物系化合物半導体層が充分には形成されない部分を前記基板表面に形成する表面処理工程と、前記 III 族窒化物系化合物半導体を前記基板に形成し、前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分に形成された部分と、前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成されていない部分とを形成する工程と、前記基板の平滑度を悪化させていない部分に、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を核として、前記 III 族窒化物系化合物半導体を、前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成されていない部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工

程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

7. 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記基板表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、前記バッファ層が充分には形成されない部分を前記基板表面に形成する表面処理工程と、前記バッファ層を前記基板に形成し、前記バッファ層が充分に形成された部分と、前記バッファ層が充分には形成されていない部分とを形成する工程と、前記基板の平滑度を悪化させていない部分に、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態に形成された前記バッファ層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記バッファ層が充分には形成されていない部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

8. 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記基板表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、前記バッファ層が充分には形成されない部分を前記基板表面に形成する表面処理工程と、前記バッファ層を前記基板に形成し、前記バッファ層が充分に形成された部分と、前記バッファ層が充分には形成されていない部分とを形成する工程と、前記バッファ層が充分に形成された部分に III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を形成する工程と、前記基板の平滑度を悪化させていない部分に形成された、点状、ストライプ状又は格

子状等の島状態の前記バッファ層上の前記 III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記バッファ層が充分には形成されていない部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

9. 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記バッファ層を前記基板に形成する工程と、前記バッファ層表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成されない部分を形成する表面処理工程と、前記平滑度を悪化させていない部分の、点状、ストライプ状又は格子状等の島状態の前記バッファ層を核として、所望の III 族窒化物系化合物半導体を、前記バッファ層の平滑度を悪化させた部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とする III 族窒化物系化合物半導体の製造方法。

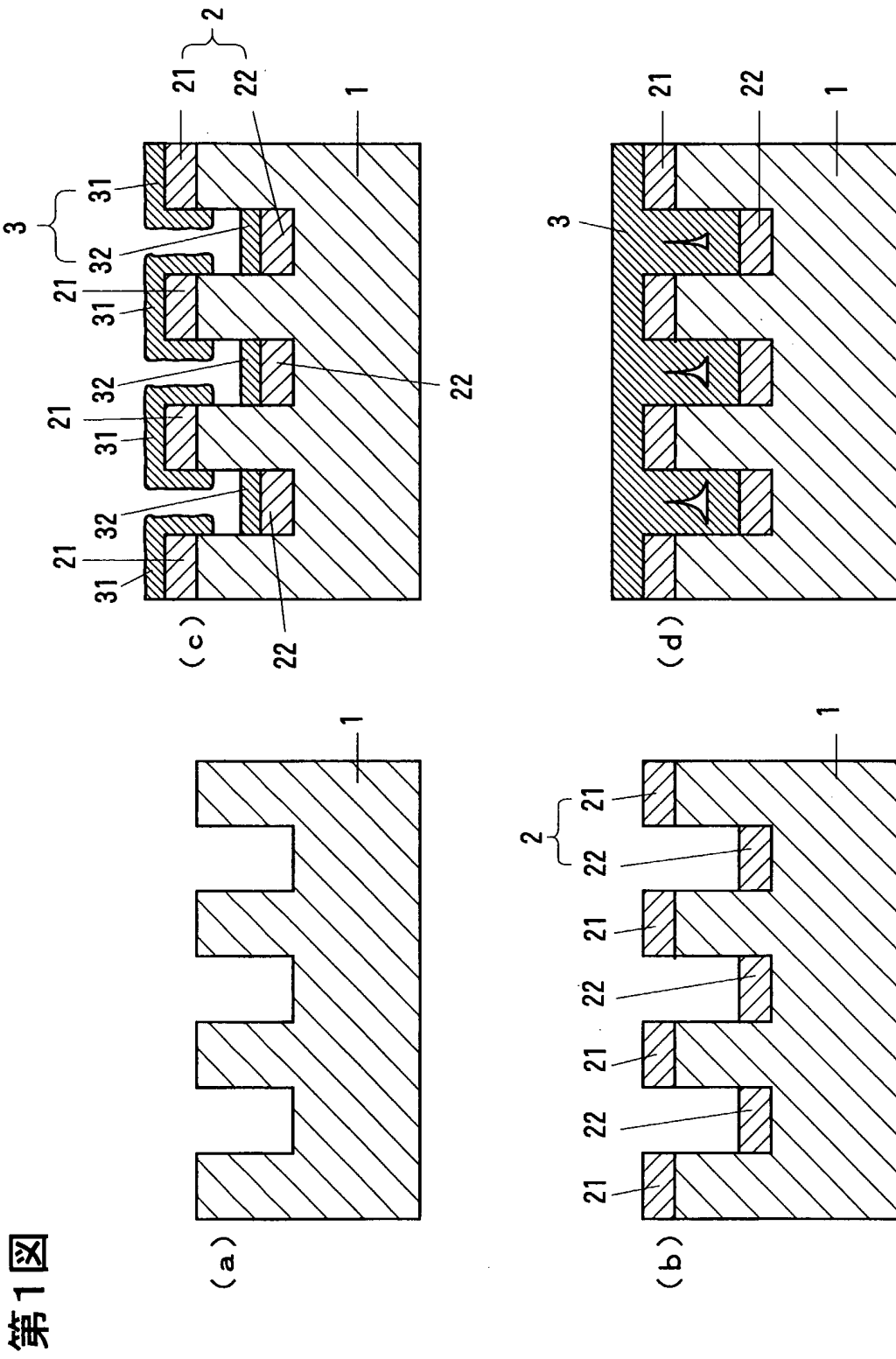
10. 基板上にバッファ層を介して III 族窒化物系化合物半導体を成長させる III 族窒化物系化合物半導体の製造方法において、前記バッファ層を前記基板に形成する工程と、第 1 の III 族窒化物系化合物半導体を前記バッファ層上に形成する工程と、前記第 1 の III 族窒化物系化合物半導体表面の少なくとも一部の平滑度を悪化させ、第 2 の III 族窒化物系化合物半導体の単結晶層が充分には形成されない部分を形成する表面処理工程と、前記平滑度の悪化していない部分の、点状、ストライプ状

又は格子状等の島状態の前記第1のIII族窒化物系化合物半導体を核として、前記第2のIII族窒化物系化合物半導体を、前記バッファ層の平滑度を悪化させた部分をも覆うよう、縦及び横方向エピタキシャル成長させる工程とを有することを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体の製造方法。

11. 請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法により製造した前記III族窒化物系化合物半導体層の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層に形成されたことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

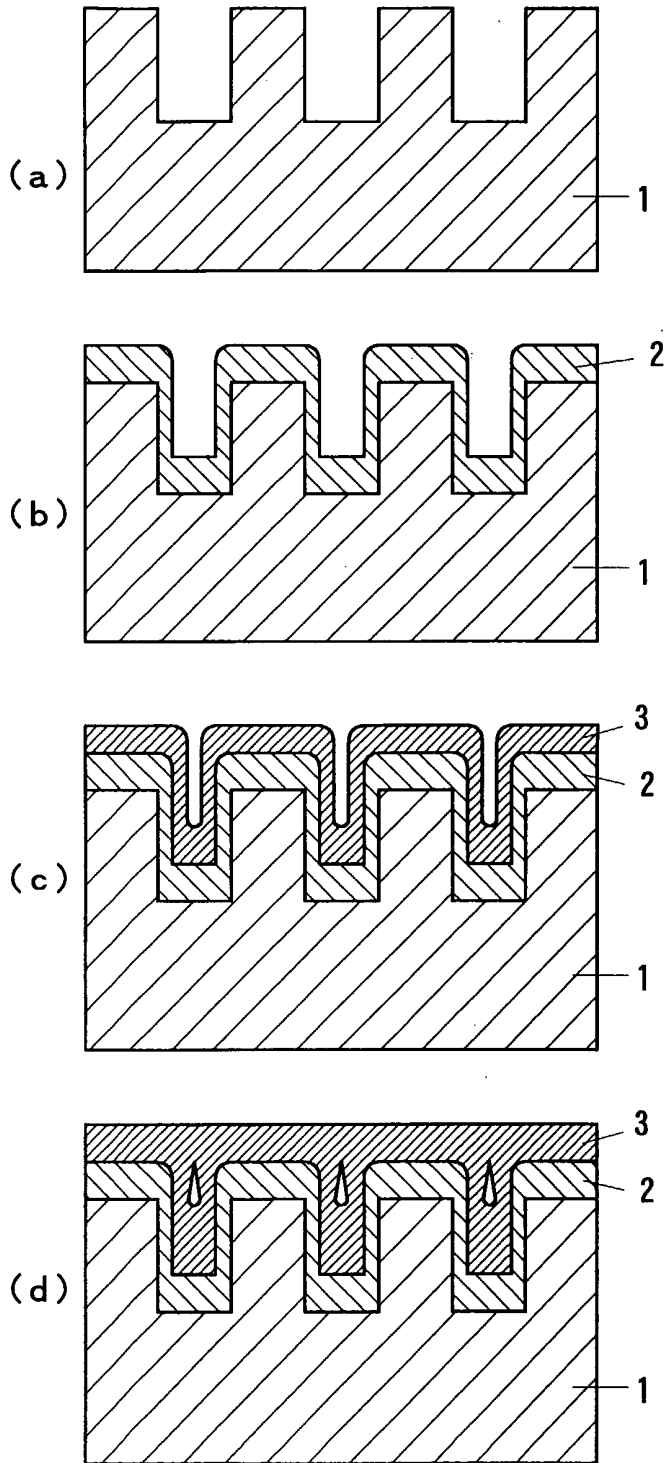
12. 請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法により製造した前記III族窒化物系化合物半導体層の、横方向エピタキシャル成長した部分の上層に、異なるIII族窒化物系化合物半導体層を積層することにより得られることを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体発光素子。

13. 請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のIII族窒化物系化合物半導体の製造方法に加えて、横方向エピタキシャル成長した部分の上層以外を略全部除去することにより、前記III族窒化物系化合物半導体基板を得ることを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体基板の製造方法。

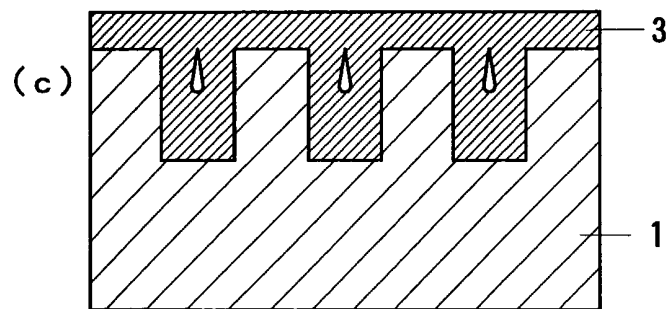
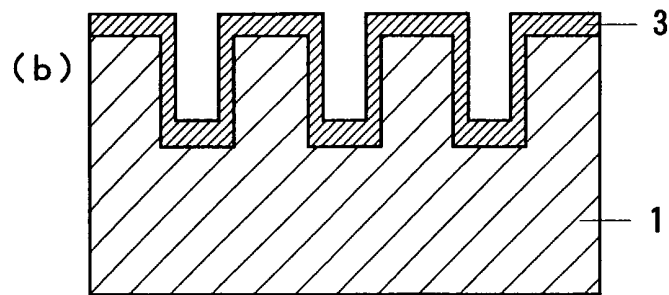
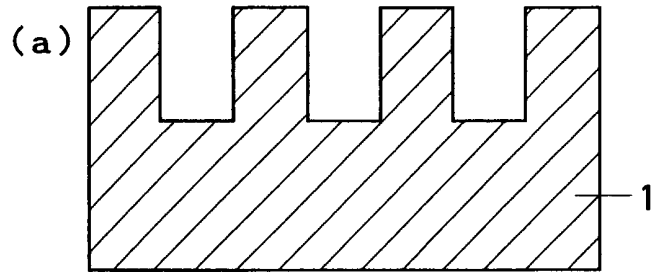


第1図

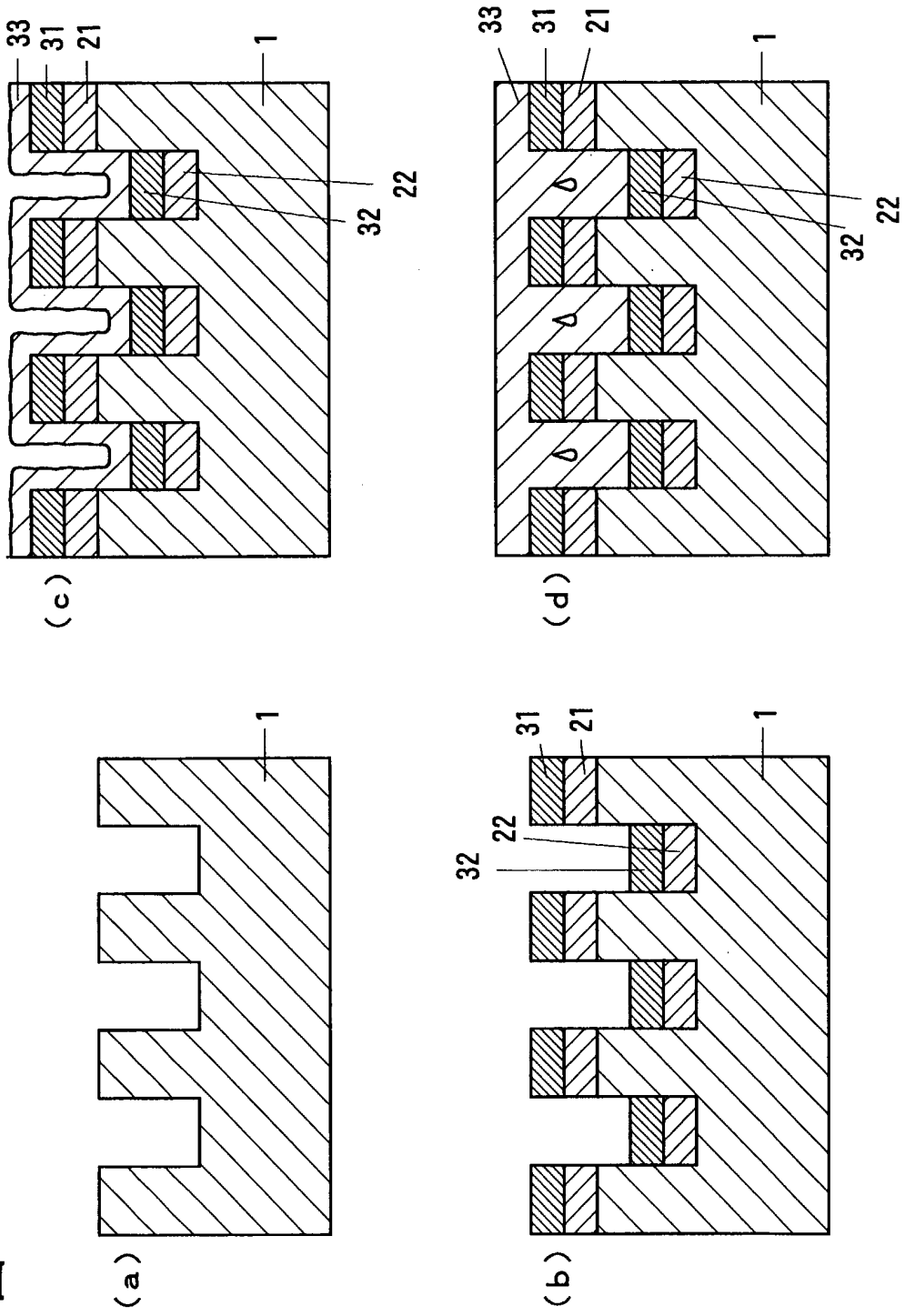
第2図



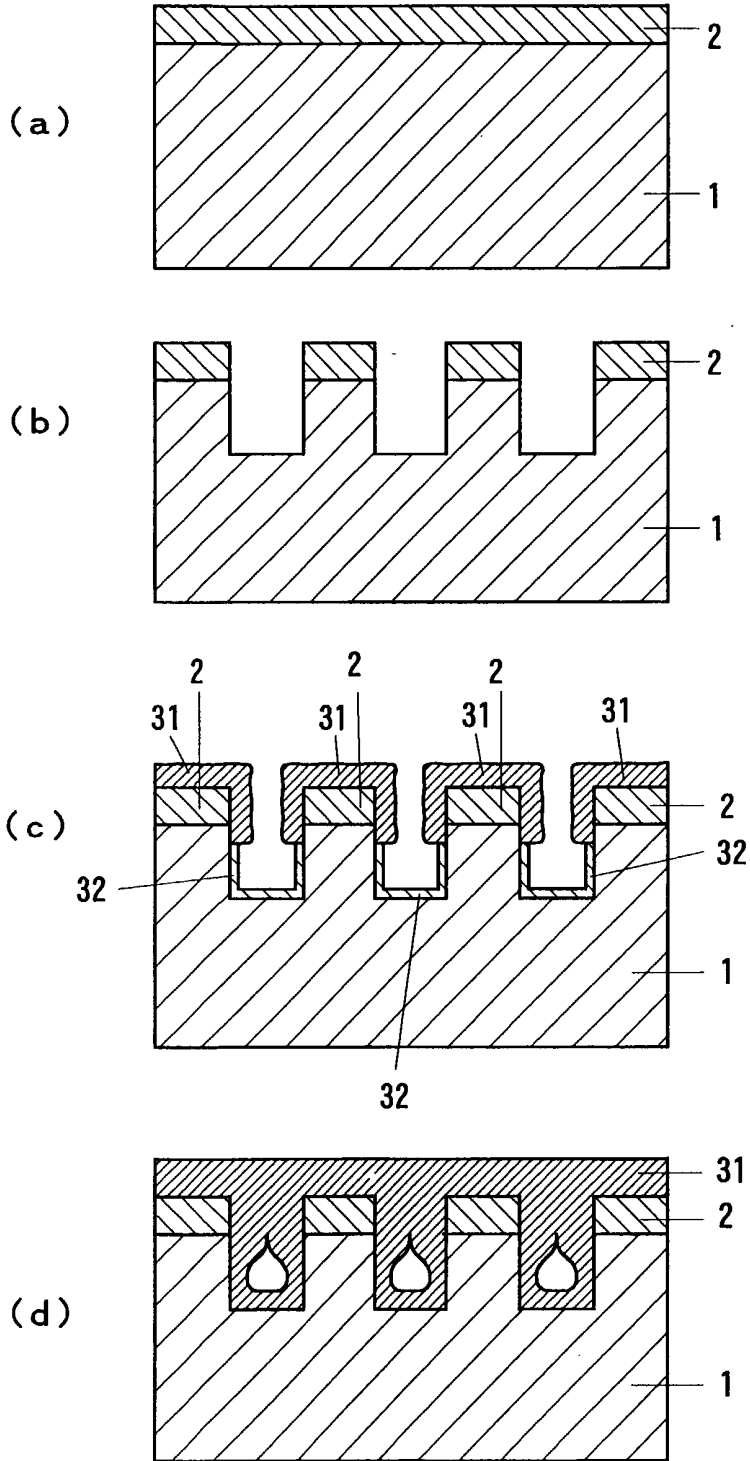
第3図



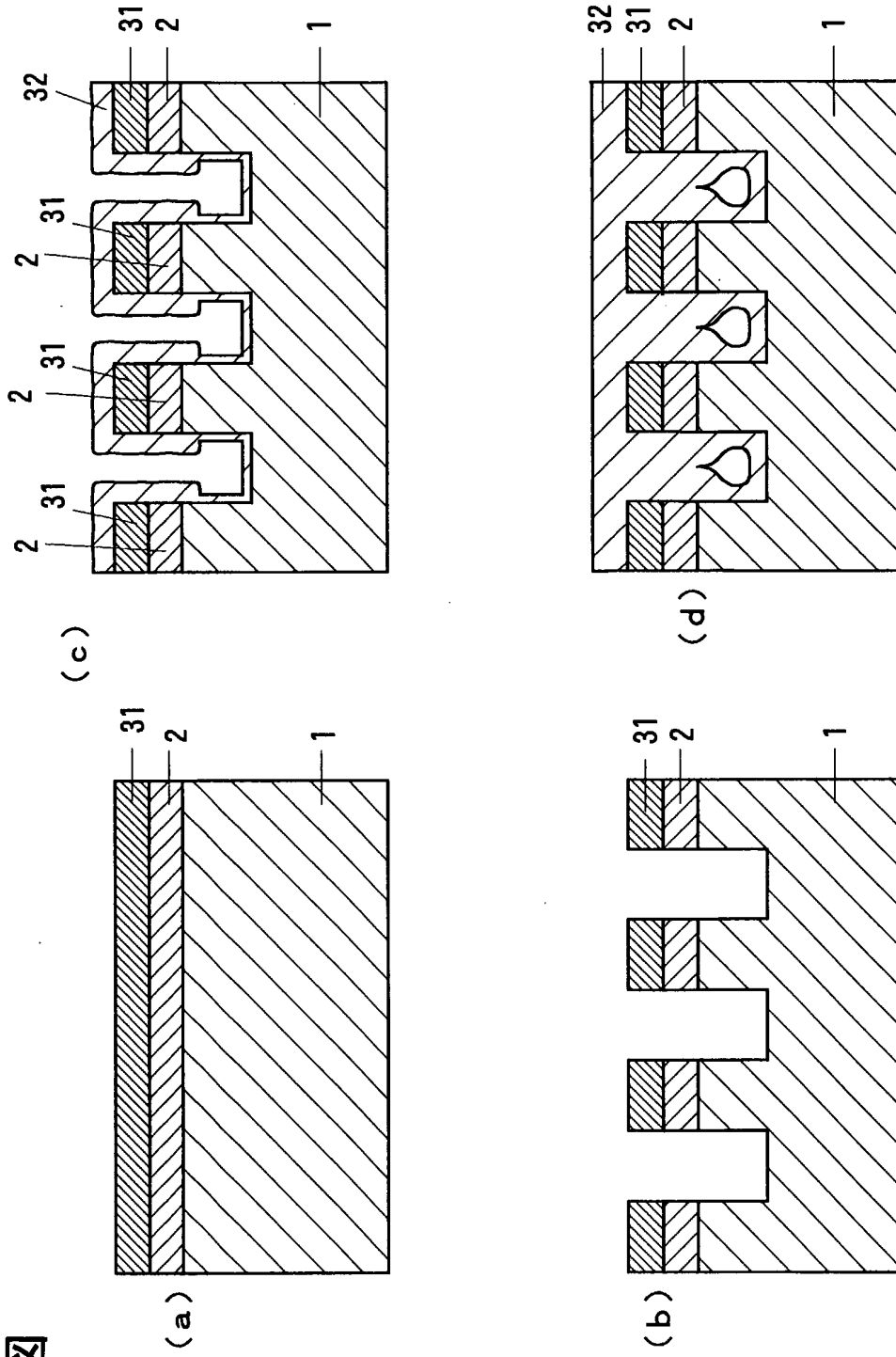
第4図



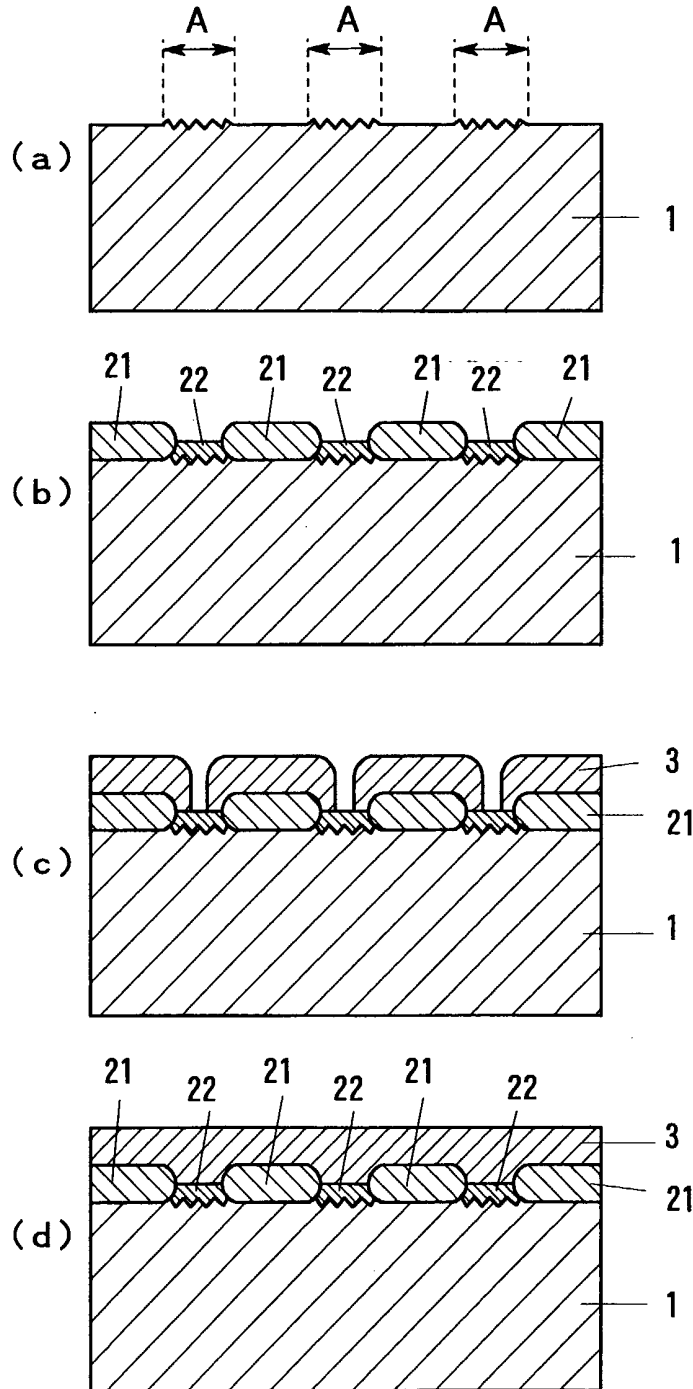
第5図



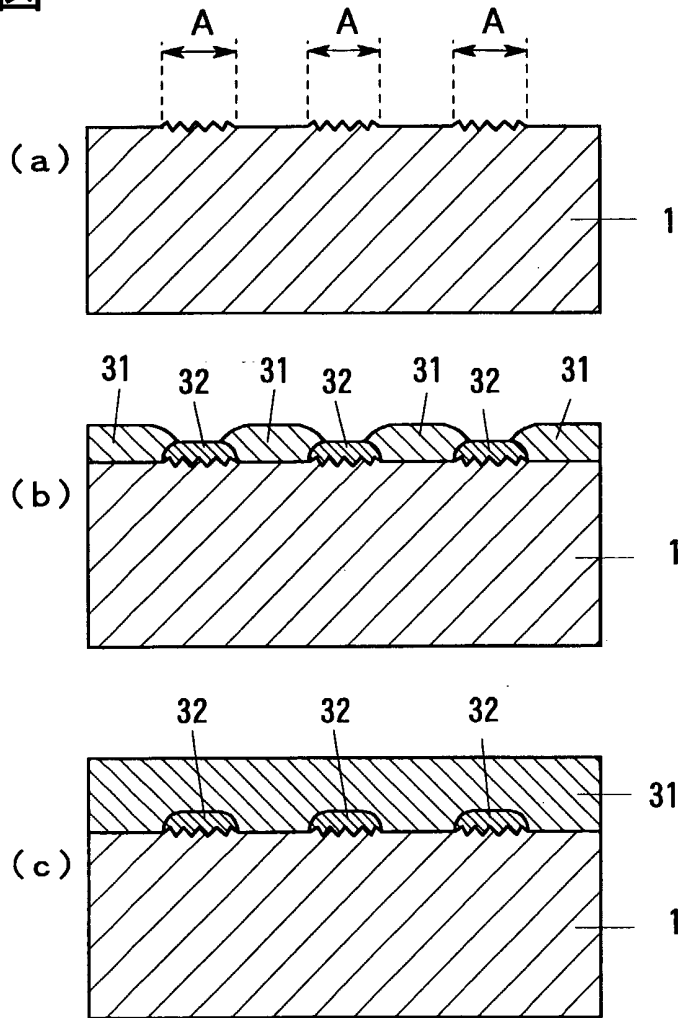
第6図



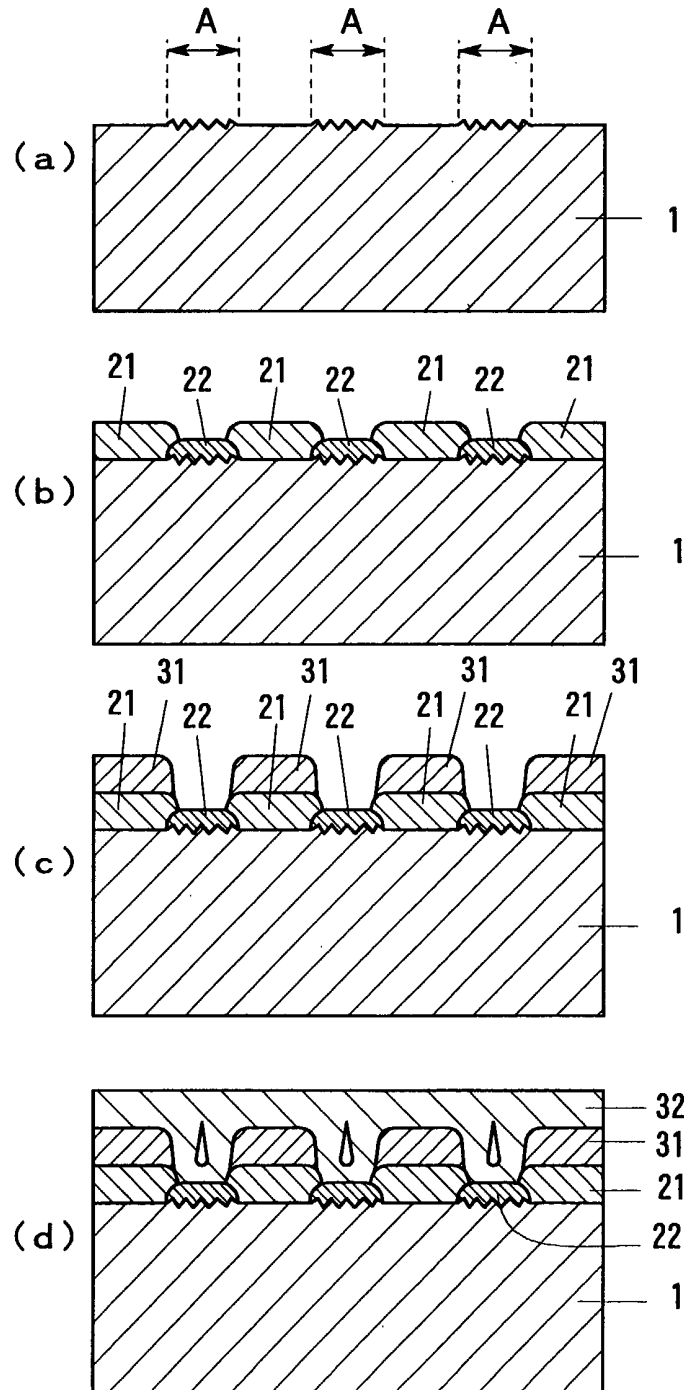
第7図



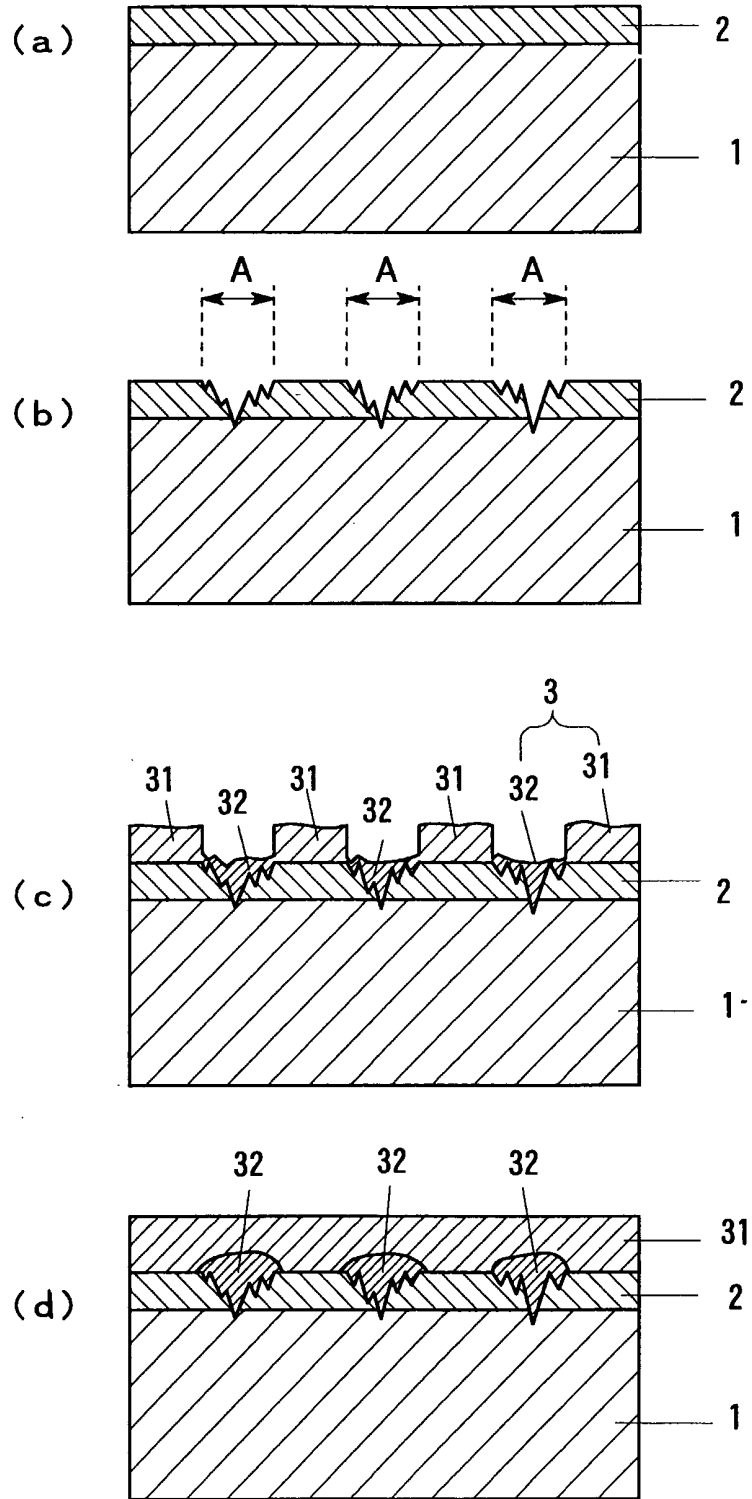
第8図

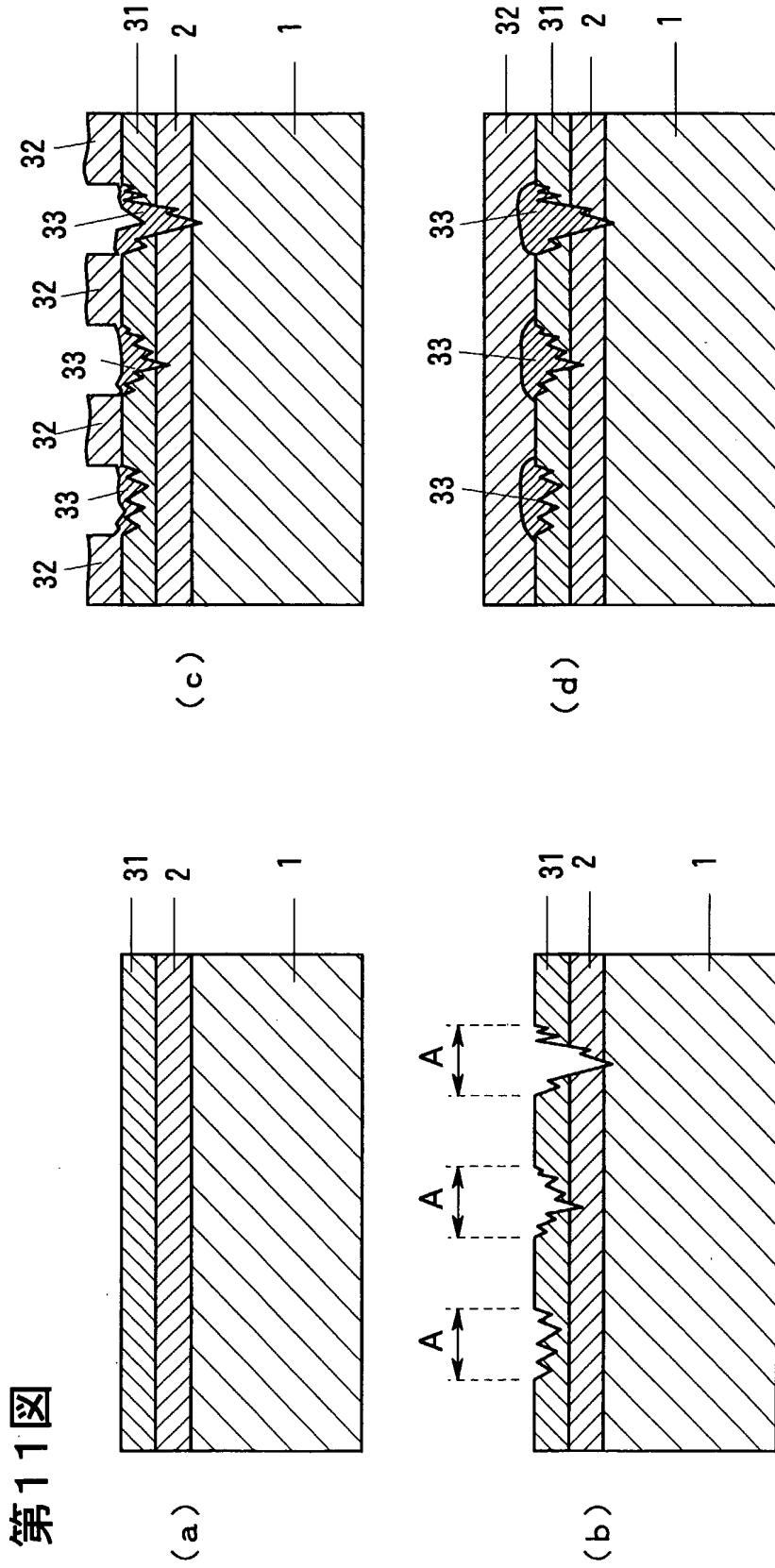


第9図



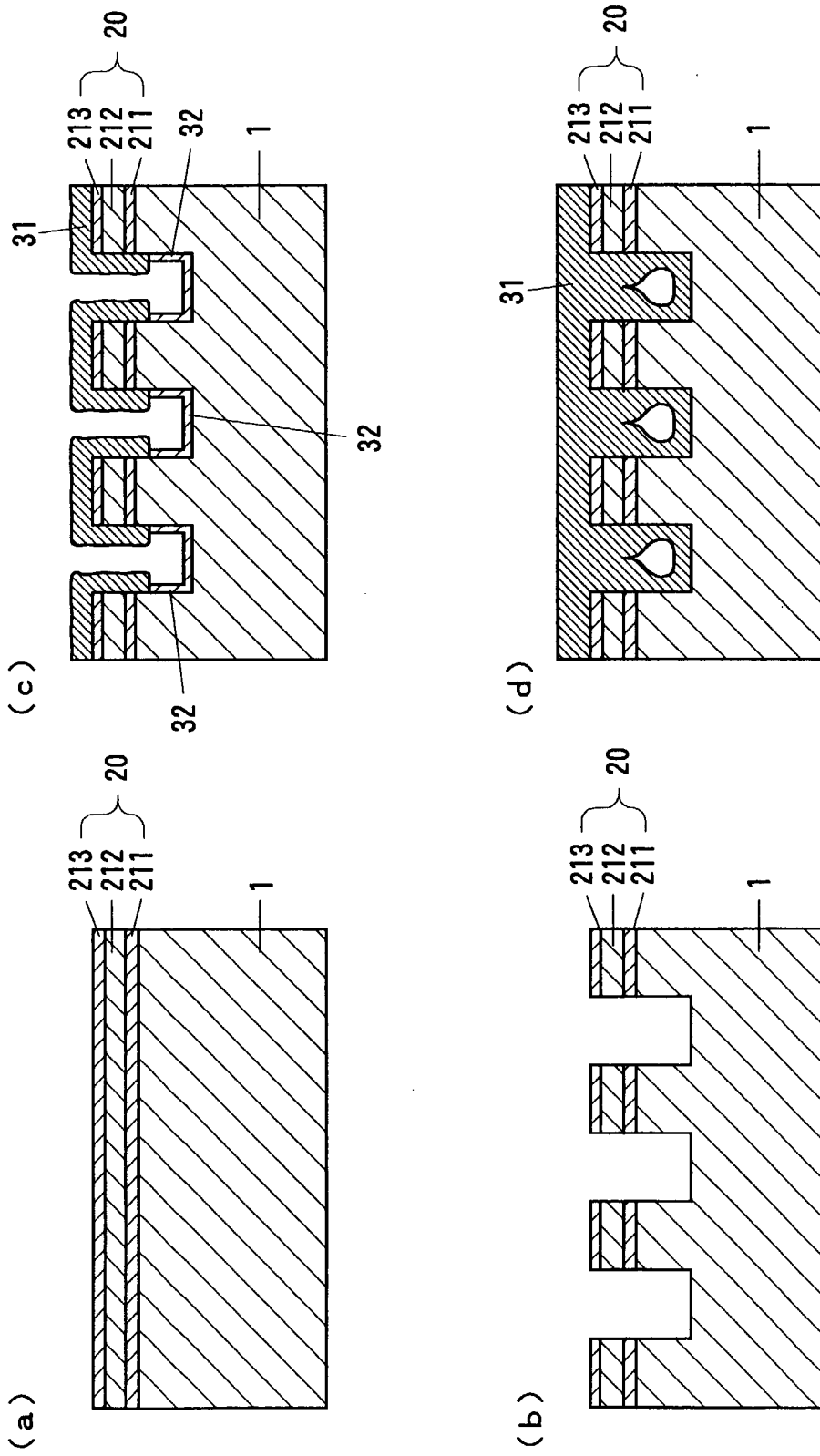
第10図



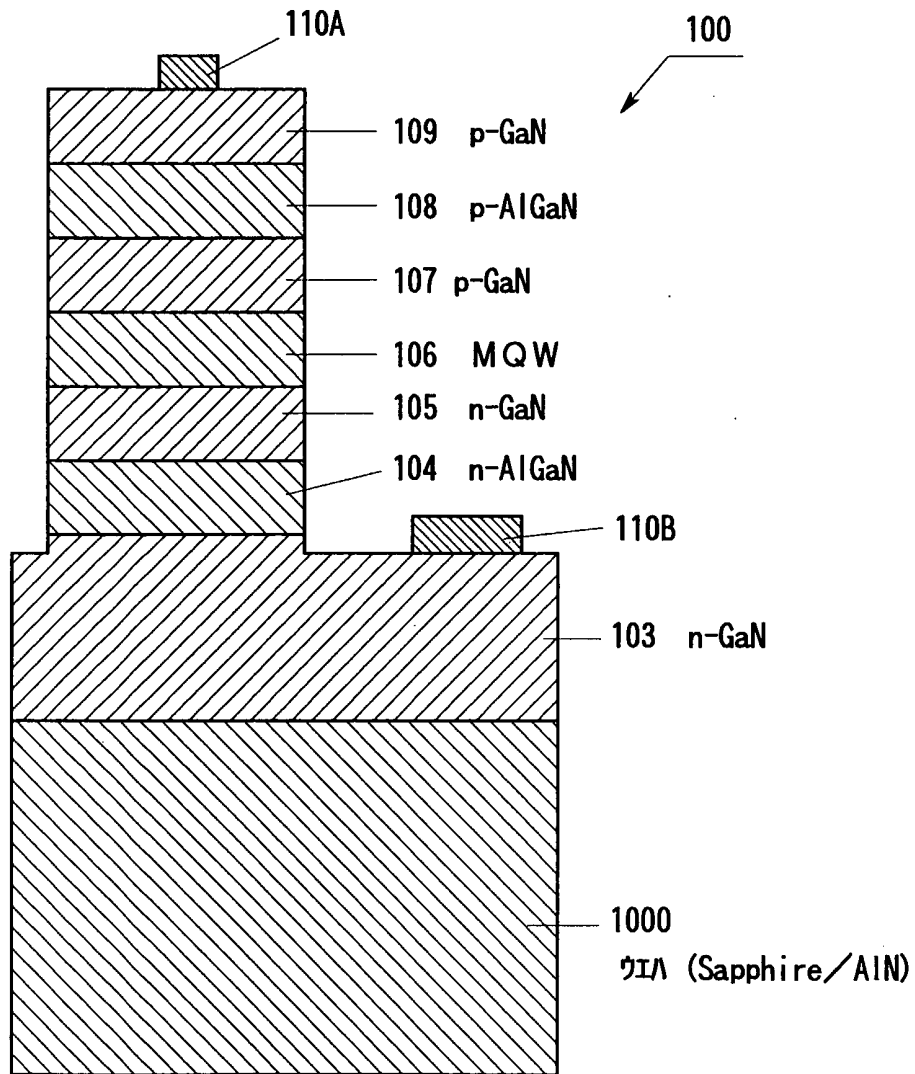


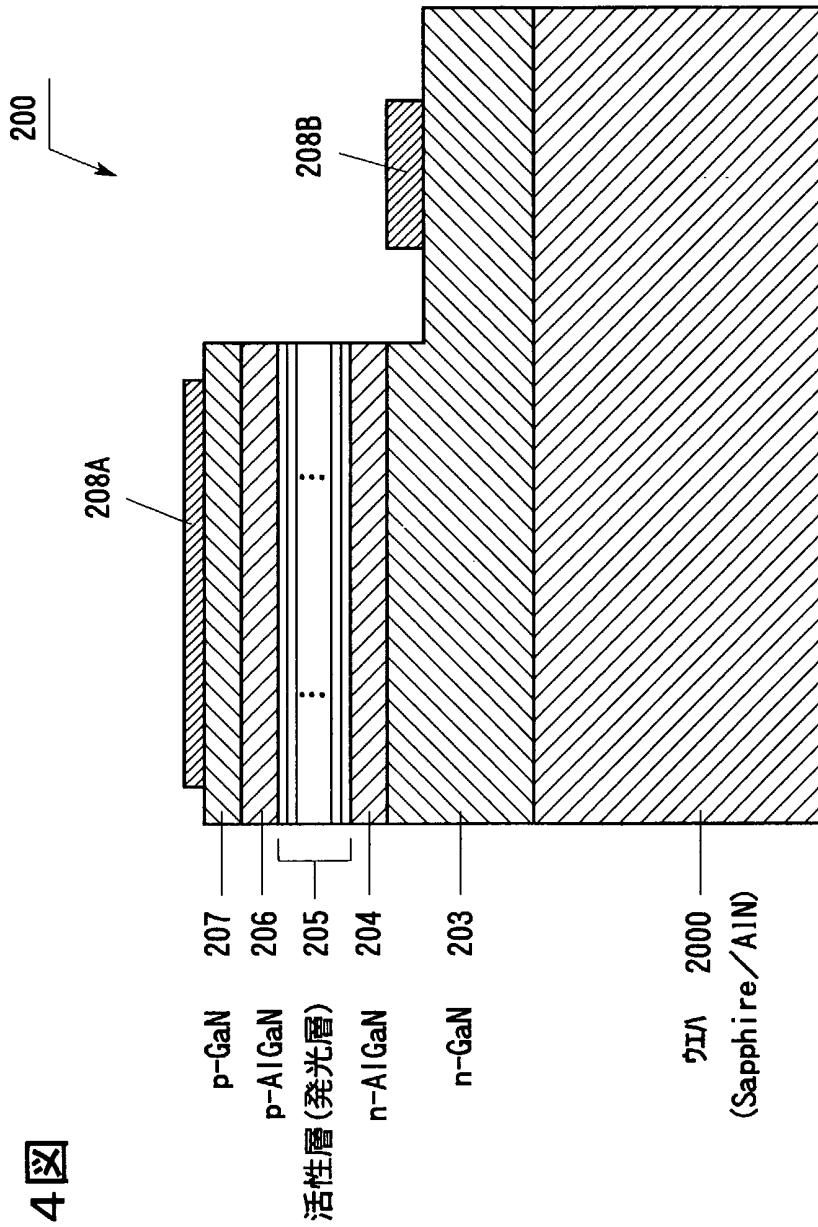
第11図

第12図



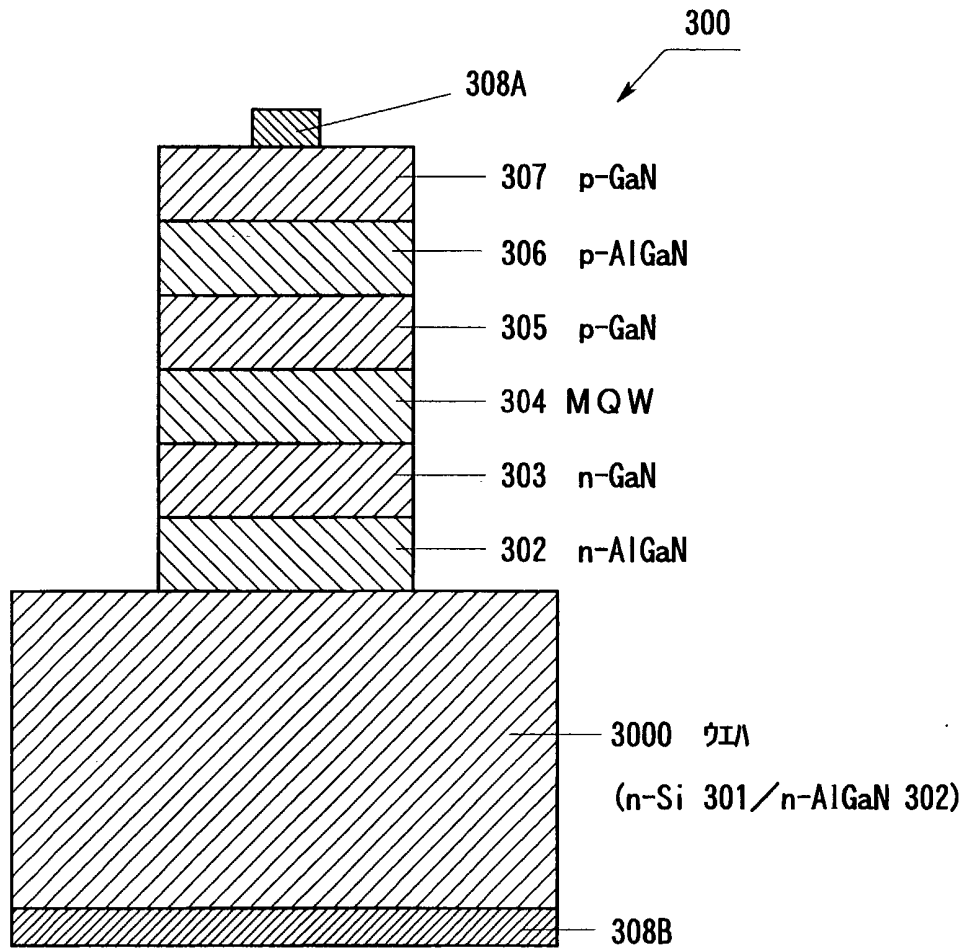
第13図



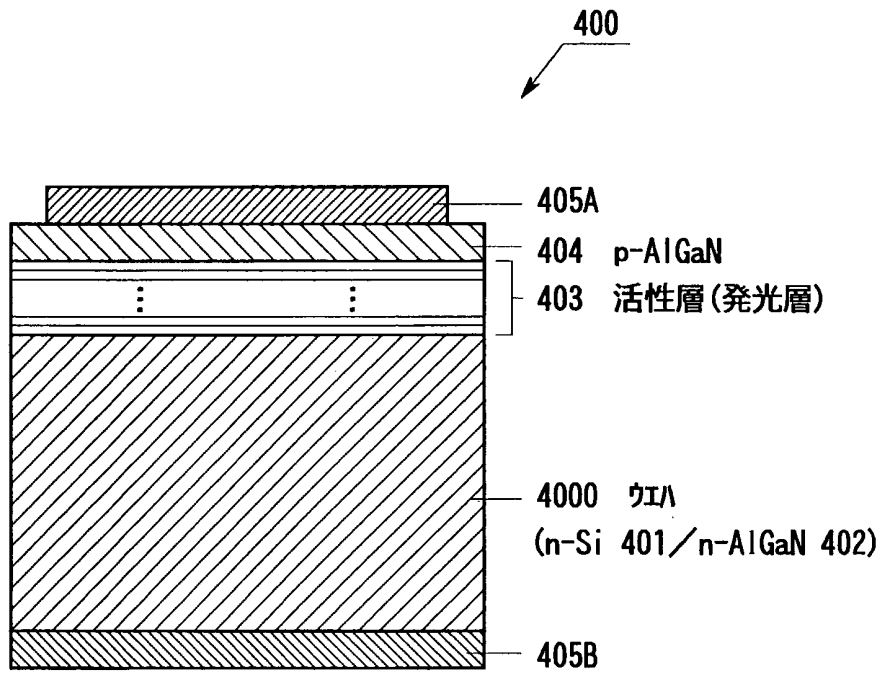


第14図

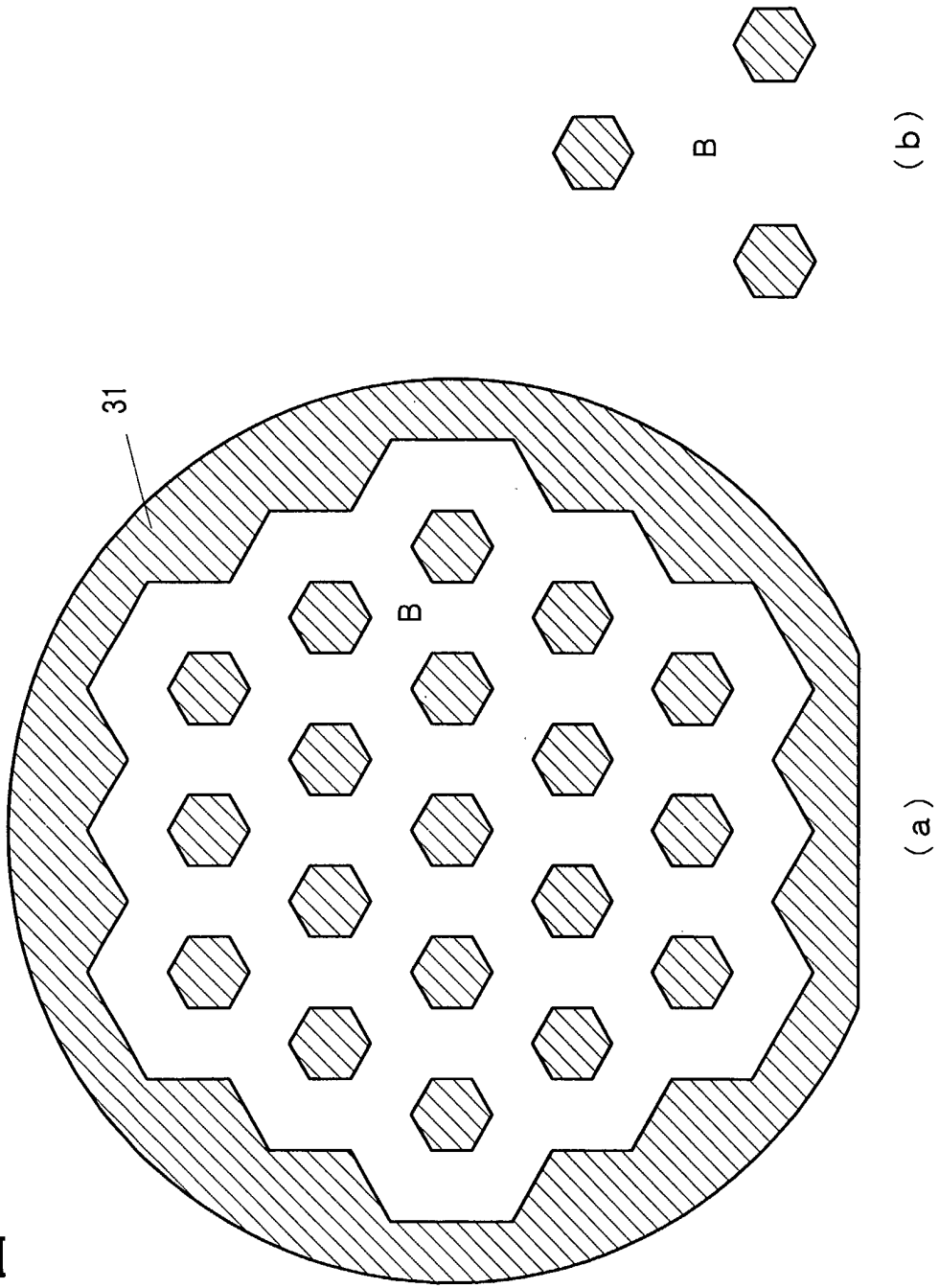
第15図

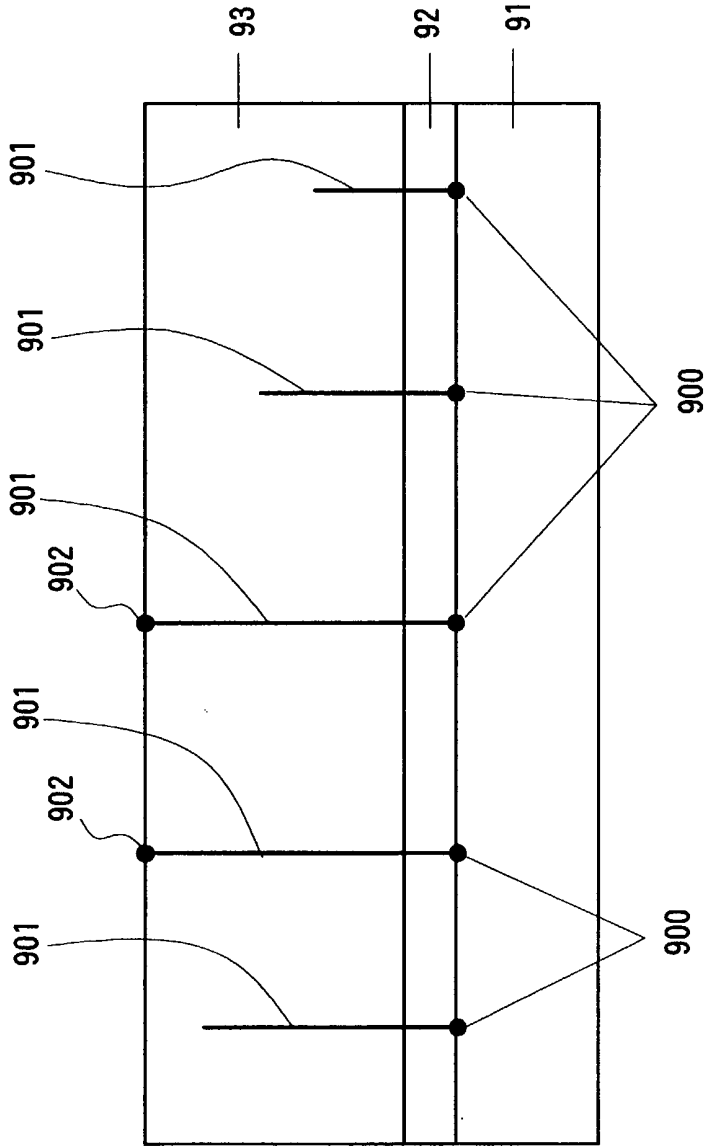


第16図



第17図





第18図

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> H01L 21/205, C30B 29/38, H01L 33/00, H01S 5/323		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H01L 21/205, C30B 29/38, H01L 33/00, H01S 5/323		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	T. S. Zheleva, "Pendeo-Epitaxy-A New Approach for Lateral Growth of GaN Structures", MRS Internet J. Nitride Semicond. Res. 4S1, G3. 38, (1999)	5, 11-13
P, X	JP, 2000-106455, A (Sharp Corporation), 11 April, 2000 (11.04.00), Par. Nos. [0020] to [0094]; Figs. 1 to 8 (Family: none)	2, 11-13
P, X	EP, 993048, A2 (Matsushita Electronics Corporation), 12 April, 2000 (12.04.00), Par. Nos. [0130] to [0144]; Figures 11-15 & JP, 2000-156524, A Par. Nos. [0077] to [0087]; Figs. 11 to 15 & JP, 2000-353669, A	1, 5, 11-12
P, X	WO, 00/55893, A1 (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 21 September, 2000 (21.09.00), Full text; Figs. 1 to 3, 7 to 10	1-2, 11-13
P, A	Full text; Figs. 1 to 3, 7 to 10 & JP, 2000-331937, A & JP, 2000-331947, A	3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 16 May, 2001 (16.05.01)	Date of mailing of the international search report 29 May, 2001 (29.05.01)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01396

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E,X	JP, 2001-60719, A (Nichia Chemical Industries Ltd.), 06 March, 2001 (06.03.01), Par. Nos. [0017] to [0044]; Fig. 2 (Family: none)	5,11-12
E,X	JP, 2001-122693, A (NEC Corporation), 08 May, 2001 (08.05.01), Par. Nos. [0058] to [0099]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	4,11-12
X	JP, 8-222812, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Par. Nos. [0020] to [0038]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	6-10
P,A	JP, 2000-357843, A (Nichia Chemical Industries Ltd.), 26 December, 2000 (26.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	6-10

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p style="text-align: center;">Int.Cl<sup>7</sup> H01L 21/205, C30B 29/38, H01L 33/00, H01S 5/323</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p style="text-align: center;">Int.Cl<sup>7</sup> H01L 21/205, C30B 29/38, H01L 33/00, H01S 5/323</p>											
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <p>日本国実用新案公報 1922-1996年                  日本国公開実用新案公報 1971-2001年                  日本国登録実用新案公報 1994-2001年                  日本国実用新案登録公報 1996-2001年</p>											
<p>国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)</p>											
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">引用文献の カテゴリー*</th> <th style="width: 70%;">引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th style="width: 20%;">関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>T. S. Zheleva, 'Pendeo-Epitaxy - A New Approach for Lateral Growth of GaN Structures', MRS Internet J. Nitride Semicond. Res. 4S1, G3. 38, 1999</td> <td style="text-align: center;">5, 11-13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P, X</td> <td>J P, 2000-106455, A (シャープ株式会社)                      11. 4月. 2000 (11. 04. 00)                      【0020】 - 【0094】, 図1-8 (ファミリーなし)</td> <td style="text-align: center;">2, 11-13</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	X	T. S. Zheleva, 'Pendeo-Epitaxy - A New Approach for Lateral Growth of GaN Structures', MRS Internet J. Nitride Semicond. Res. 4S1, G3. 38, 1999	5, 11-13	P, X	J P, 2000-106455, A (シャープ株式会社) 11. 4月. 2000 (11. 04. 00) 【0020】 - 【0094】, 図1-8 (ファミリーなし)	2, 11-13
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
X	T. S. Zheleva, 'Pendeo-Epitaxy - A New Approach for Lateral Growth of GaN Structures', MRS Internet J. Nitride Semicond. Res. 4S1, G3. 38, 1999	5, 11-13									
P, X	J P, 2000-106455, A (シャープ株式会社) 11. 4月. 2000 (11. 04. 00) 【0020】 - 【0094】, 図1-8 (ファミリーなし)	2, 11-13									
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span></p>											
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                  「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                  「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)                  「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                  「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献                  「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                  「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                  「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの                  「&amp;」 同一パテントファミリー文献</p>											
<p>国際調査を完了した日</p> <p style="text-align: center;">16. 05. 01</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">29.05.01</p>										
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p style="text-align: center;">日本国特許庁 (ISA/J P)                  郵便番号100-8915                  東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員)</p> <p style="text-align: center;">加藤 浩一 </p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3470</p>										

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	EP, 993048, A2 (Matsushita Electronics Corporation) 12. 4月. 2000 (12. 04. 00) [0130]-[0144], Figures 11-15 & JP, 2000-156524, A 【0077】 - 【0087】 , 図11-15 & JP, 2000-353669, A	1, 5, 11-12
P, X P, A	WO, 00/55893, A1 (三菱電線工業株式会社) 21. 9月. 2000 (21. 09. 00) 全文, 図1-3, 図7-10 & JP, 2000-331937, A & JP, 2000-331947, A	1-2, 11-13 3
E, X	JP, 2001-60719, A (日亜化学工業株式会社) 6. 3月. 2001 (06. 03. 01) 【0017】 - 【0044】 , 図2 (ファミリーなし)	5, 11-12
E, X	JP, 2001-122693, A (日本電気株式会社) 8. 5月. 2001 (08. 05. 01) 【0058】 - 【0099】 , 図1-5 (ファミリーなし)	4, 11-12
X	JP, 8-222812, A (松下電器産業株式会社) 30. 8月. 1996 (30. 08. 96) 【0020】 - 【0038】 , 図1-2 (ファミリーなし)	6-10
P, A	JP, 2000-357843, A (日亜化学工業株式会社) 26. 12月. 2000 (26. 12. 00) 全文, 全図 (ファミリーなし)	6-10