



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2005 000 714 T5** 2008.08.21

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/093861**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2005 000 714.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2005/005379**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.03.2005**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.10.2005**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **21.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 33/00** (2006.01)
H01L 21/208 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2004-096321 29.03.2004 JP

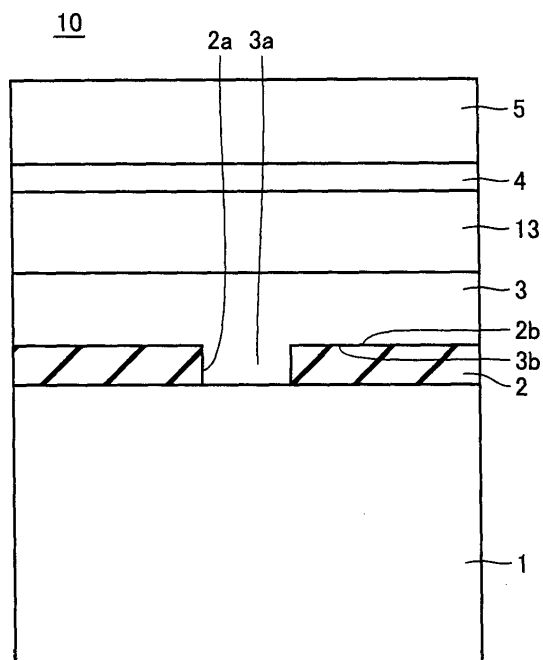
(71) Anmelder:
Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP

(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80802 München**

(72) Erfinder:
**Naritsuka, Shigeya, Nagoya, Aichi, JP; Maruyama,
Takahiro, Nagoya, Aichi, JP; Moriwake, Tatsuya,
Itami, Hyogo, JP**

(54) Bezeichnung: **Lichtemissionshalbleitervorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Lichtemissionshalbleitervorrichtung
(10), die aufweist:
ein GaP-Substrat (1);
eine aktive Schicht (4), die über dem GaP-Substrat (1) an-
geordnet ist und die eine n-Typ-Schicht und eine
p-Typ-Schicht eines Verbindungshalbleiters enthält; und
eine ELO-Schicht (3), die zwischen dem GaP-Substrat (1)
und der aktiven Schicht (4) angeordnet ist und durch ein la-
terales Epitaxiewachstum (ELO) ausgebildet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung und genauer eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung, in der die Lichtausgangsleistung nicht durch die Absorption an einem Substrat und Ähnlichem vermindert wird.

Stand der Technik

[0002] Da ein GaP-Halbleitersubstrat in einem sichtbaren bis infraroten Lichtbereich transparent ist, besteht die Neigung, dass es in vielen Lichtemissionsvorrichtungen in den sichtbaren bis infraroten Lichtbereichen verwendet wird. Das GaP-Substrat wurde herkömmlich verwendet, wie nachfolgend in (a1) und (a2) gezeigt wird.

(a1) Es gibt einen Unterschied von etwas weniger als 4% zwischen der Gitterkonstanten eines Verbindungshalbleiters wie zum Beispiel GaAs und AlGaAs, der Licht in dem sichtbaren bis infraroten Lichtbereich durch einen direkten Übergang emittiert, und der von GaP. Ein dünner Epitaxiefilm des Verbindungshalbleiters für eine Lichtemission kann somit auf dem GaP-Substrat nicht ausgebildet werden.

[0003] Andererseits entspricht die Gitterkonstante von GaAs, das als Verbindungshalbleiter bekannt ist, im Allgemeinen der des zuvor beschriebenen Verbindungshalbleiters für Lichtemission. GaAs hat jedoch eine hohe Absorptionsrate des zuvor beschriebenen Wellenlängenbereichs und somit, wenn es als Substrat verwendet wird, kann die Absorption des Lichts aufgrund seiner Dicke nicht ignoriert werden.

[0004] Beim Herstellen eines Lichtemissionselements wurde deshalb ein Verfahren zum Anbringen einer Epitaxieschicht, die die aktive Schicht enthält, auf dem GaP-Substrat vorgeschlagen, nachdem das Epitaxiewachstum des zuvor beschriebenen AlGaAs-Films und Ähnliches verursacht wurde, um eine aktive Schicht auszubilden und um einen Teil des GaAs-Substrats zu entfernen (vergleiche offengelegtes, japanisches Patent Nr. 6-302857 (Patentdokument 1)). Gemäß diesem Verfahren werden der Epitaxiefilm, der die aktive Schicht mit ausgezeichneter Kristallinität enthält, und das transparente GaP-Substrat kombiniert, um eine LED auszubilden, die eine hohe Ausgangsleistung hat.

(a2) Eine Kristallgitterspannung-Entspannungsschicht ist auf dem GaP-Substrat vorgesehen, da eine ausgezeichnete Epitaxieschicht nicht erhalten werden kann, wenn eine Verbindungshalbleiterschicht, zum Beispiel AlGaInP, direkt auf dem GaP-Substrat ausgebildet wird. Die Kristallgitterspannung-Entspannungsschicht stellt die Zusammensetzung von InGaP derart ein, dass die Kristallgitterkonstante zwischen der von GaP und der von

AlGaInP ist, um an die AlGaInP-Schicht allmählich anzunähern. InGaP wird deshalb in einer Vielzahl von Schichten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen, die als Kristallgitterspannung-Entspannungsschicht angeordnet sind, verwendet (vgl. offengelegtes, japanisches Patent Nr. 2001-291895 (Patentdokument 2)). Durch Anordnen einer solchen Kristallgitterspannung-Entspannungsschicht kann ein transparentes GaP-Substrat vom Anfang der Herstellung an verwendet werden, um ein Lichtemissionselement zu erhalten, das einen hohen Wirkungsgrad hat.

Patentdokument 1: Offengelegtes, japanisches Patent Nr. 6-302857

Patentdokument 2: Offengelegtes, japanisches Patent Nr. 2001-291895

Offenbarung der Erfindung

[0005] Probleme, die durch die Erfindung gelöst werden sollen.

[0006] In dem zuvor beschriebenen Verfahren (a1) sind jedoch viele Schritte erforderlich, um ein original hergestelltes Substrat zu entfernen und den Teil der Epitaxieschicht auf dem GaP-Substrat zu setzen, was ein großes Hindernis für die Reduzierung der Herstellungskosten ist. In dem zuvor beschriebenen Verfahren (a2) sind, da InGaP mit einer Vielzahl von Schichten, die die Gitterkonstante von AlGaInP annähern, allmählich angeordnet wird, wieder viele Schritte erforderlich, was die Reduzierung der Kosten verhindert.

Einrichtungen zum Lösen der Probleme

[0007] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung bereitzustellen, die ein Verbindungshalbleitersubstrat enthält, das für das Licht in einem vorgegebenen Wellenlängenband transparent ist und dessen Kristallgitterkonstante nicht mit dem Verbindungshalbleiter übereinstimmt, der das Licht des vorgegebenen Wellenlängenbandes emittiert, während eine hohe Lichtausgangsleistung sichergestellt werden kann.

[0008] Die Lichtemissionshalbleitervorrichtung der Erfindung enthält ein GaP-Substrat, eine aktive Schicht, die eine n-Typ-Schicht und eine p-Typ-Schicht des Verbindungshalbleiters enthält, der über dem GaP-Substrat angeordnet ist, und eine ELO-Schicht, die zwischen dem GaP-Substrat und der aktiven Schicht angeordnet ist und durch ein laterales Epitaxiewachstum ausgebildet wird.

[0009] Bei diesem Aufbau wächst die ELO-Schicht auf dem GaP-Substrat durch ein Flüssigphasenepitaxiewachstum (LPE: Liquid Phase Epitaxial = Flüssigphasenepitaxie), das in der Massenproduktion überlegen ist. Das GaP-Substrat stellt einen Vorteil des

Erhaltens einer steilwandigen Wachstumsschnittstelle bereit, da das GaP-Substrat das gleiche bildende Element Ga wie das Ga, das als eine Lösung in der LPE verwendet wird, und das GaAs der ELO-Schicht u. Ä. hat. Zudem hat das GaP-Substrat eine niedrigere Lösbarkeit für Ga als das GaAs der ELO-Schicht u. Ä. und somit tritt die Flutition (Zurückschmelzen) zu Ga weniger wahrscheinlich auf, was es geeignet macht als ein Substrat, das ein Wachstum der ELO-Schicht verursacht. Die Verbindungshalbleiterschicht mit überlegener Kristallinität kann somit leicht ausgebildet werden, während die Herstellungskosten reduziert werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0010] **Fig. 1** ist ein Diagramm, das eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung in einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0011] **Fig. 2** ist ein Diagramm, das eine Modifikation der Lichtemissionshalbleitervorrichtung der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0012] **Fig. 3** ist ein Diagramm, das eine weitere Modifikation der Lichtemissionshalbleitervorrichtung der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0013] **Fig. 4** ist ein Diagramm, das eine noch weitere Modifikation der Lichtemissionshalbleitervorrichtung der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0014] **Fig. 5** ist ein Diagramm, das eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0015] **Fig. 6** ist ein Diagramm, das ein Fenstermuster in einem Herstellungsverfahren einer Lichtemissionshalbleitervorrichtung einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0016] **Fig. 7** ist ein Diagramm, das einen Anfangszustand des Wachstums der ELO-Schicht zeigt;

[0017] **Fig. 8** ist ein Diagramm, das die Sammelposition einer Lichtemissionshalbleitervorrichtung der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0018] **Fig. 9** ist ein Diagramm, das eine ELO-Wachstumsschicht zeigt;

[0019] **Fig. 10** ist ein Diagramm, das die Sammelposition einer weiteren Lichtemissionshalbleitervorrichtung der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] **Fig. 11** ist ein Diagramm, das ein Muster ei-

nes Fensterabschnitts in einem Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0021] **Fig. 12** ist ein Diagramm, das ein Gleitschiff in einem Gleitschiffverfahren zeigt, das in dem Beispiel 1 verwendet wird;

[0022] **Fig. 13** ist ein Diagramm, das die Lichtemissionshalbleitervorrichtung im Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0023] **Fig. 14** ist ein Diagramm, das ein Muster eines aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts im Beispiel 8 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0024] **Fig. 15** ist ein Diagramm, das ein Muster des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts in dem Beispiel 9 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0025] **Fig. 16** ist ein Diagramm, das ein weiteres Muster des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts in dem Beispiel 10 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0026] **Fig. 17** ist ein Diagramm, das ein weiteres Muster des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts im Beispiel 11 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0027] **Fig. 18** ist ein Diagramm, das Modifikationen der Beispiele 8 bis 11 der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0028] **Fig. 19** ist ein Diagramm, das weitere Modifikationen der Beispiele 8 bis 11 der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0029] **Fig. 20** ist ein Diagramm, das ein weiteres Muster des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts im Beispiel 12 der vorliegenden Erfindung zeigt.

Beschreibung der Bezugszeichen

1 Substrat, **2** Wachstumsunterstützungsschicht, **2a** Fensterabschnitt der Wachstumsunterstützungsschicht, **2b** obere Oberfläche der Wachstumsunterstützungsschicht, **3** ELO-Schicht, **3a** Wachstumsstartposition, **3b** untere Oberfläche der Wachstumsunterstützungsschicht, **4** aktive Schicht, **5** Kaschierungsschicht, **10** Lichtemissionshalbleitervorrichtung, **11** ausgekratzter Graben, **12** GaAs-Pufferschicht, **13** Kaschierungsschicht, **15** Versetzung, **17** Elektrode, **19** Schnittlinie, **30** Laseroszillationseinheit, **51** Gleitplatte, **52** Schiff.

Beste Modi zum Ausführen der Erfindung

[0030] Ausführungsformen der vorliegenden Erfin-

derung werden nachfolgend unter Verwendung der Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0031] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, das eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt. Diese Lichtemissionshalbleitervorrichtung **10** hat eine Wachstumsunterstützungsschicht **20**, die aus SiO_2 erzeugt wird, das auf einem GaP-Substrat **1** angeordnet ist, und eine ELO-Schicht **3**, die auf der Wachstumsunterstützungsschicht **2** angeordnet ist und einen Fensterabschnitt (Öffnung) **2a** einbettet. In der ELO-Schicht **3** kann das laterale bzw. seitliche Epitaxiewachstum leicht bestätigt werden, indem der Querschnitt davon beobachtet wird.

[0032] In der Lichtemissionshalbleitervorrichtung, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, wird die ELO-Schicht **3** aus GaAs hergestellt. Es gibt keine spezielle Beziehung der Kristallorientierung zwischen der ELO-Schicht **3**, die epitaxial von dem Fensterabschnitt **3a** aus lateral aufgewachsen ist, und der Wachstumsunterstützungsschicht **2** und die Wachstumsunterstützungsschicht **2** unterstützt die ELO-Schicht nur dynamisch. Die ELO-Schicht wächst lateral von dem Fensterabschnitt **3a** aus, während die Epitaxie aufrechterhalten wird.

[0033] Eine Kaschierungsschicht **13**, die aus einem n-Typ-AlInGaP hergestellt wird, ist auf der ELO-Schicht **3** angeordnet, die aus GaAs ausgebildet ist. Eine aktive Schicht **4**, die eine n-Typ-AlInGaP-Schicht und eine p-Typ-AlInGaP-Schicht enthält, ist auf der Kaschierungsschicht **13** ausgebildet und die p-Typ-AlInGaP-Kaschierungsschicht **5** ist auf der aktiven Schicht **4** vorgesehen.

[0034] Gemäß dem Aufbau der Lichtemissionshalbleitervorrichtung **10**, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, kann die ELO-Schicht **3**, die eine überlegene Kristallinität hat, leicht durch einen einfachen Prozess ausgebildet werden, ohne dass eine Kristallgitterspannung-Entspannungsschicht bereitgestellt werden muss, deren Zusammensetzung sich allmählich ändert.

[0035] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das eine Modifikation der Lichtemissionshalbleitervorrichtung von [Fig. 1](#) zeigt. In der Lichtemissionshalbleitervorrichtung **10**, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist eine Pufferschicht **12**, die aus GaAs aufgebaut ist, zwischen dem GaP-Substrat **1** und der Wachstumsunterstützungsschicht **2** angeordnet. Die Ausbildung der Pufferschicht, die aus GaAs ausgebildet ist, kann die Epitaxieschicht mit einer viel besseren Kristallinität bereitstellen.

[0036] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, das eine weitere Modifikation der Lichtemissionshalbleitervorrichtung von [Fig. 1](#) zeigt. In der Lichtemissionshalbleitervor-

richtung **10**, die in [Fig. 3](#) gezeigt ist, wird AlGaAs für die ELO-Schicht **3** verwendet und diese ELO-Schicht, die aus AlGaAs aufgebaut ist, dient auch als Kaschierungsschicht der aktiven Schicht. Zudem sind eine n-Typ-AlGaAs-Schicht und eine p-Typ-AlGaAs-Schicht in der aktiven Schicht **4** enthalten.

[0037] Die [Fig. 4](#) hat einen Aufbau, in dem die ELO-Schicht auch als eine Kaschierungsschicht in der Lichtemissionshalbleitervorrichtung dient, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

Zweite Ausführungsform

[0038] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt. Diese Lichtemissionshalbleitervorrichtung **10** hat einen aufgerauten Graben **11**, der an der Oberfläche des GaP-Substrats **1** vorgesehen ist. Die ELO-Schicht **3**, die aus GaAs aufgebaut ist, ist auf dem GaP-Substrat angeordnet, das auf dem Wachstumsstartbereich **3a** basiert. Es gibt keine vorgegebene Beziehung der Kristallorientierung (Zusammenhang) zwischen einer Oberfläche **1b** des GaP-Substrats **1** und einer unteren Oberfläche **3b** der ELO-Schicht **3**. In dem Wachstumsstartbereich **3a** wird die GaAs-Flüssigphase angeordnet und wächst durch LPE epitaxial auf. Während des epitaxialen, lateralen Wachstums wird davon ausgegangen, dass das Epitaxiewachstum in im Wesentlichen einer freien Art und Weise voranschreitet.

[0039] Die Kaschierungsschicht **13**, die aus n-Typ-AlInGaP aufgebaut ist, ist auf der ELO-Schicht **3**, die aus GaAs aufgebaut ist, ausgebildet und die aktive Schicht **4**, die die n-Typ-AlInGaP-Schicht und die p-Typ-AlInGaP-Schicht enthält, ist auf der Kaschierungsschicht **13** angeordnet. Eine p-Typ-Kaschierungsschicht **5** ist auf der aktiven Schicht **4** ausgebildet.

[0040] In der zuvor beschriebenen Lichtemissionshalbleitervorrichtung kann, da der aufgeraute Graben **11** der Wachstumsstartbereich ohne der Notwendigkeit des Bereitstellens der Wachstumsunterstützungsschicht in dem Fensterabschnitt ist, ein Herstellungsprozess vereinfacht werden oder die Herstellungskosten, zum Beispiel die Materialkosten, können reduziert werden.

[0041] In den zuvor beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsformen wurde die Kombination aus dem GaP-Substrat, das ein transparentes Substrat ist, und aus einer AlInGaP-Schicht, die die Lichtemissionsschicht ist, beschrieben. Die Kombination aus dem vorstehend beschriebenen GaP-Substrat und der epitaxialen Lichtemissionsschicht ist jedoch nicht auf die Kombination aus der AlInGaP-Schicht und ELO-Schicht beschränkt. Zum Beispiel kann die

ELO-Schicht aus einer InGaAsP-Schicht, einer InGaAs-Schicht, einer GaAs-Schicht, einer AlGaAs-Schicht, einer AlInGaP-Schicht, einer InGaP-Schicht oder einer GaAsP-Schicht ausgebildet werden.

[0042] Zudem kann, obwohl ein Beispiel beschrieben worden ist, in dem der SiO₂-Film für die Wachstumsunterstützungsschicht in der zuvor beschriebenen Ausführungsform verwendet worden ist, der SiO₂-Film durch die nachfolgenden Materialien, die einen ähnlichen Effekt haben, ersetzt werden.

- (1) Isolationsmaterial: Metalloxid oder Nitrid wie zum Beispiel SiN, TiO₂, P₂O₃, Al₂O₃ u. Ä.;
- (2) leitendes Material: Metall wie zum Beispiel Ti, Fe, Pt, Ni u. Ä. und auch ein spezielles, feuerfestes Metall wie zum Beispiel Co, W, Ta, Mo u. Ä. (das beim Wachstum bei einer hohen Temperatur anwendbar ist);
- (3) dielektrischer, vielschichtiger Körper: MgO₂/SiO₂-Vielschichtfilm, ZrO₂/SiO₂-Vielschichtfilm u. Ä.

Dritte Ausführungsform

[0043] Die dritte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des ELO-Films, der in dem Anfangszustand gewachsen ist, als der Lichtemissionsabschnitt durch Auslegung der Musterform des Fensterabschnitts verwendet wird. In dieser Ausführungsform ist ein Fensterabschnitt **2a** vorgesehen, wie in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Das epitaxiale, laterale Wachstum unter Verwendung des Musters des Fensterabschnitts, der in [Fig. 6](#) gezeigt ist, verursacht das Wachstum in der gesamten Fläche in dem kleinen quadratischen Bereich, der von dem Fensterabschnitt **2a** umgeben ist, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist. Die Fläche des ELO-Films **3** kann als der Hauptbereich der Lichtemissionsvorrichtung verwendet werden.

[0044] Zum Beispiel, wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, ist die aktive Schicht u. Ä. auf dem ELO-Film ausgebildet und eine Elektrode **17** ist derart ausgebildet, dass sie den Bereich umfasst. Durch Ausschneiden an der unterbrochenen Linie **19** aus dem zuvor beschriebenen Substrat kann ein Chip des Lichtemissionselements erhalten werden.

[0045] Gemäß der zuvor erwähnten Anordnung kann ein Lichtemissionselement mit einer überlegenen Kristallinität einfach in der Form erhalten werden, die für eine Massenproduktion geeignet ist.

[0046] Wenn das epitaxiale, laterale Wachstum weiter von dem Zustand von [Fig. 8](#) aus fortgesetzt wird, weitert sich der ELO-Film **3** von dem kleinen, quadratischen Bereich aus, um zu der Form anzuwachsen, die in [Fig. 9](#) gezeigt ist. In dem Zustand, in dem der

ELO-Film **3** wächst, kann eine Elektrode **17** in dem offenen Raum angeordnet werden, nachdem der Verbindungshalbleiterfilm der aktiven Schicht auf dem ELO-Film ausgebildet worden ist.

[0047] Beispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend beschrieben.

Beispiel 1

[0048] In dem Beispiel 1 der Erfindung wird ein Verfahren zum Ausbilden einer ELO-Schicht durch LPE beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wurde ein GaP-Substrat als ein Halbleitersubstrat verwendet. Zuerst wuchs eine GaAs-Pufferschicht **12** mittels des MBE-Verfahrens mit einer Dicke von 0,1–1 µm auf dem GaP-Substrat **1** auf, dessen Hauptwachstumsfläche die (111)_B-Oberfläche ist. Die Wachstumsunterstützungsschicht **3** aus einem SiO₂-Film mit der Dicke von 0,1–0,5 µm wurde auf der GaAs-Pufferschicht **12** durch Sputtern ausgebildet. Der Fensterabschnitt **2a**, der ein Abschnitt ist, in dem der SiO₂-Film entfernt worden ist, wurde auf dem SiO₂-Film unter Verwendung des Verfahrens der Fotolithografie ausgebildet. In der vorliegenden Ausführungsform wurde der Fensterabschnitt in einer linearen Form von 20 µm der Weite parallel zu der [–101]-Richtung ([Fig. 11](#)) ausgebildet.

[0049] Die ELO wurde auf dem GaP-Substrat **1**, das mit einer Wachstumsunterstützungsschicht **2** versehen war, die den zuvor erwähnten Fensterabschnitt hatte, unter Verwendung des LPE-Verfahrens unter der folgenden Bedingung ausgeführt. Bei dem ELO-Wachstum wurde eine Wachstumsvorrichtung verwendet, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist und die in dem Gleitschiffverfahren verwendet wurde. Als ein Lösungsvorrat wurde die nachfolgende Lösung S1 für das Wachstum für die Verarbeitung verwendet. Lösung S1: GaAs wurde in Ga gelöst und Si wurde als eine n-Typ-Verunreinigung gelöst.

[0050] Ein Schiff **52**, das eine Lösung S1 enthält, wird auf einer Gleitplatte **51** derart bewegt, dass die Lösung S1 in Berührung mit dem GaP-Substrat **1** gebracht wird. Während dieser Berührung wird die Ofentemperatur auf 500°C angehoben. Eine allmähliche Abnahme der Temperatur, nachdem die Lösung S1 in Berührung mit dem Substrat **1** gebracht worden ist, verursacht ein laterales Wachstum von dem Fensterabschnitt aus. Die Lösung S1 wird von dem Substrat bei 490°C getrennt.

[0051] Um die Eigenschaften des GaAsELO-Epitaxiefilms beobachten zu können, wurde der zuvor erwähnte Epitaxiefilm herausgenommen, nachdem das Substrat auf Zimmertemperatur abgekühlt worden war. Wenn der Querschnitt des Epitaxiefilms beobachtet worden ist, wurde eine GaAsELO-Schicht mit einer Dicke von 6 µm und einer Weite von 240 µm er-

kannt. Beim Ätzen der Oberfläche mit KOH-Ätze wurde ein Versatz an dem Fensterabschnitt umfangreich beobachtet, während ein Versatz in dem lateralen Epitaxiewachstumsabschnitt kaum beobachtet werden konnte.

Beispiel 2

[0052] Das Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die ELO-Schicht unter Verwendung von zwei Typen von Lösungen ausgebildet wird. In der vorliegenden Ausführungsform wurde der gleiche Prozess wie in der dritten Ausführungsform bis zu dem Schritt des Bereitstellens der Wachstumsunterstützungsschicht mit dem Fensterabschnitt durchgeführt. Die Lösungen waren wie folgt.

Lösung S1: GaAs wurde in Ga aufgelöst und Si wurde als eine n-Typ-Verunreinigung gelöst.

Lösung S2: GaAs wurde in Ga gelöst und Si wurde als eine amphotere Verunreinigung gelöst.

[0053] Die zuvor beschriebene Lösung ist in dem Schiff **52**, das in [Fig. 12](#) gezeigt ist, enthalten. Das Schiff **52**, das mit einem Lösungsvorrat beladen ist, gleitet auf der Gleitplatte **51** zu dem Substrat **1** derart, dass die Lösung in Berührung mit dem Substrat **1** gebracht werden kann. Die Gleitplatte **51**, das Schiff **52** und das Substrat **1** sind in einem Temperaturregler angeordnet, der die Temperatur mit Genauigkeit anheben oder absenken kann.

[0054] Zuerst, wenn die Lösung S1 in Berührung mit dem GaP-Substrat **1** gebracht wird, wird die Ofentemperatur auf 900°C angehoben. Eine allmähliche Abnahme der Temperatur, nachdem die Lösung S1 in Berührung mit dem GaP-Substrat **1** gebracht worden ist, verursacht das laterale Wachstum von dem Fensterabschnitt aus. Die Lösung S1 wird von dem GaP-Substrat getrennt, nachdem sie auf 890°C um 0,1°C pro Minute abgekühlt worden ist. Dann wird die Lösung S2 in Berührung mit dem GaP-Substrat gebracht. Nachfolgend, wenn sie auf 850°C bei 1°C/Minute gekühlt worden ist, wachsen eine n-Typ-GaAs-Schicht 13 und ein p-Typ-GaAs 5 bei 890–880°C bzw. 880–850°C durch eine natürliche Inversion von Si auf. Die Lösung S2 wird von dem GaP-Substrat bei 850°C getrennt. Dann wird ein Abkühlen auf Raumtemperatur ausgeführt. Nachfolgend wurde der Epitaxiefilm, der die aktive Schicht enthält, für die Beobachtung der ELO-Schicht herausgenommen. Als Ergebnis der Beobachtung wurde das Epitaxiewachstum des Epitaxiefilms mit der Weite von 150 µm auf einer Seite von dem Fensterabschnitt aus und mit der Weite von 150 µm auf der anderen Seite von dem Fensterabschnitt aus ([Fig. 13](#)) bestätigt.

[0055] Wenn die Oberfläche des Epitaxiefilms beobachtet wird, nachdem mit einer KOH-Ätze geätzt

worden ist, wurde ein Versatz bei dem Fensterabschnitt umfänglich beobachtet, während ein Versatz kaum an dem lateralen Wachstumsabschnitt beobachtet worden ist.

[0056] Wenn der Querschnitt des Epitaxiefilms beobachtet wurde, war die Dicke der ELO-Schicht, der n-Typ-GaAs-Schicht und der p-Typ-GaAs-Schicht 8 µm, 10 µm bzw. 30 µm. Auch können die zuvor beschriebene n-Typ-GaAs-Schicht 13 und die p-Typ-GaAs-Schicht 5 als die Lichtemissionsschicht betrachtet werden, die auch als Kaschierungsschicht dient.

[0057] Wenn vereinfachte Elektroden auf der Oberfläche und der Rückseite ausgebildet wurden und Licht durch den angelegten Strom emittiert wurde, hatte das Lichtemissionselement in der vorliegenden Ausführungsform, das GaP-Substrat für das Halbleitersubstrat verwendet, eine Lichtemissionsintensität des 1,5-fachen des Lichtemissionselements, das ein GaAs-Substrat verwendet. Dies liegt daran, dass das GaP-Substrat kaum der Absorption in dem Lichtemissionswellenlängenband des zuvor beschriebenen GaAs im Vergleich mit dem GaAs-Substrat unterliegt und somit transparent ist.

Beispiel 3

[0058] Im Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung hatte die verwendete Lösung Si GaAs und Al in Ga gelöst und Si als die n-Typ-Verunreinigung gelöst. Unter Verwendung dieser Lösung wurde eine ELO-Schicht von dem Fensterabschnitt des GaP-Substrats ausgebildet. Die ELO-Schicht ist transparent für eine Emissionswellenlänge von dem p-n-Übergang, der durch GaAs ausgebildet wird. Im Ergebnis konnte die Ausgangsleistung im Vergleich zu Beispiel 2 weiter erhöht werden.

Beispiel 4

[0059] Im Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung wurden die Lösung S2, die Lösung S3 und die Lösung S4 verwendet und GaAs, Al und Verunreinigungen wurden ausgewählt, um die Bandlücke der Lichtemissionsschicht und der Kaschierungsschicht einzustellen. Durch Einstellen der Zusammensetzung der Epitaxiehalbleiterschicht konnte die Bandlücke der Lichtemissionsschicht geändert werden. Im Ergebnis wurde es möglich, die Emissionswellenlänge und die Ausgangsleistung einzustellen.

Beispiel 5

[0060] Im Beispiel 5 der vorliegenden Erfindung wird ein p-n-Übergang (Emissionsbereich) unter Verwendung eines Epitaxiewachstumsverfahrens ausgebildet, das unterschiedlich zu der LPE ist, zum Beispiel durch MOCVD. Folglich konnte ein Epitaxiefilm,

der die Kristallinität am besten verbessern konnte, erhalten werden.

Beispiel 6

[0061] Im Beispiel 6 der vorliegenden Erfindung wurde das Wachstum der GaAs-Pufferschicht weggelassen und ein SiO₂-Film wurde direkt auf dem GaP-Substrat ausgebildet. Der Fensterabschnitt wurde in dem SiO₂-Film ausgebildet und ein ELO-Film wuchs durch LPE auf. Wenn die Substrattemperatur des GaP-Substrats nicht größer als 500°C bezüglich der Lösung von Ga in der Lösung S1 ist, gibt es fast keine Löslichkeit von GaP und eine ELO-Schicht ähnlich zu der, die erhalten wurde, wenn ein GaAs-Puffer vorgesehen war, konnte erhalten werden. Der Grund dafür, warum die GaAs-Pufferschicht weggelassen werden kann, besteht darin, dass bei einer Temperatur nicht höher als 500°C die Löslichkeit von GaP in Ga erheblich niedriger ist als die von GaAs in Ga. Durch das vorliegende Beispiel konnte bestätigt werden, dass der Prozess zum Ausbilden der GaAs-Pufferschicht weggelassen werden kann.

Beispiel 7

[0062] Im Beispiel 7 der vorliegenden Erfindung wurde eine kleine Fehlstelle (aufgerauter Graben) auf dem GaP-Substrat unter Verwendung eines Diamantstifts ohne Ausbilden eines SiO₂-Films der Wachstumsunterstützungsschicht in dem zuvor beschriebenen Beispiel 6 vorgesehen und die Lösung S1 mit GaAs wurde in Berührung mit der Position gebracht, die den aufgerauten Graben enthält, um die ELO-Schicht auszubilden, deren Wachstumsstartposition der aufgeraute Graben ist. Wenn die ELO-Schicht durch Bringen der Lösung S1 in Berührung mit dem GaP-Substrat und durch Reduzieren der Kühlrate weiter auf 0,05°C/Minute aufwuchs, trat ein ELO-Wachstum aus dem zuvor beschriebenen, aufgerauten Grabenabschnitt auf, während ein Epitaxiewachstum in dem anderen Bereich außerhalb des aufgerauten Grabens nicht auftrat.

[0063] Dies liegt daran, dass aufgrund des großen Unterschieds, der ungefähr 4% ausmacht, in der Kristallgitterkonstante von GaP zu GaAs, wenn der Grad der Übersättigung von GaAs niedrig ist, es unwahrscheinlich ist, dass ein Kristallwachstum auftritt, während in dem kleinen konkav-konvexen Bereich, zum Beispiel der aufgerauten Fehlstelle, ein Kristallwachstum, das in dem Bereich entspringt, wahrscheinlicher auftritt.

Beispiel 8

[0064] Beispiel 8 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats derart hergestellt wird, dass sie die (111)B-Seite ist, und dass die Längsrichtung des auf-

gerauten Grabens oder des Fensterabschnitts derart hergestellt wird, dass sie eine bestimmte Kristallorientierung ist. Der aufgeraute Graben oder der Fensterabschnitt wurde als ein gleichseitiges Dreieck hergestellt und seine Aggregation wurde mit den Richtungen der drei Seiten parallel zu [10-1], [1-10] bzw. [0-11] hergestellt (vgl. [Fig. 14](#)). Obwohl der Fensterabschnitt **2a**, der in der Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet ist, in [Fig. 14](#) gezeigt ist, kann der aufgeraute Graben **11** (vgl. [Fig. 5](#)), wenn er verwendet wird, in dem Bereich ausgebildet werden, wo der Fensterabschnitt **2a** in [Fig. 14](#) ausgebildet worden ist, ohne dass die Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet werden muss. Unter Verwendung eines solchen aufgerauten Grabens oder Fensterabschnitts kann eine ELO-Schicht erhalten werden, die selektiv nur innerhalb und an dem Rand eines dreieckigen, aufgerauten Grabens oder Fensterabschnitts erhalten werden kann. Da das seitliche Wachstum weniger wahrscheinlich in dieser Ausrichtung bzw. Orientierung auftritt, ist die Selektivität des Wachstums besonders hoch.

Beispiel 9

[0065] Das Beispiel 9 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats derart hergestellt wird, dass sie die (111)B-Seite ist, und die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder Fensterabschnitts wird derart hergestellt, dass sie eine bestimmte Kristallorientierung ist, die unterschiedlich von der des Beispiels **8** ist. Die drei Seiten in der Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder Fensterabschnitts wurden als gleichseitiges Dreieck hergestellt und seine Aggregation wurde parallel zu [-211], [11-2] bzw. [1-21] hergestellt (vgl. [Fig. 15](#)), auf dem die ELO-Schicht durch Aufbringen der Lösung (S1) in Berührung auf ähnliche Art und Weise wie die vorstehend beschriebenen Beispiele 1 und 8 aufwuchs. Im Ergebnis kann eine ELO-Schicht selektiv nur innerhalb und an dem Rand des gleichseitigen, dreieckigen, aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts erhalten werden. Obwohl der Fensterabschnitt **2a**, der in der Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet wird, in [Fig. 15](#) gezeigt ist, kann der aufgeraute Graben **11** (vgl. [Fig. 5](#)), wenn verwendet, in dem Bereich ausgebildet werden, wo der Fensterabschnitt **2a** in [Fig. 15](#) ausgebildet worden ist, ohne dass die Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet werden muss.

Beispiel 10

[0066] Das Beispiel 10 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats als eine (100)-Seite hergestellt wird und dass die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts als eine bestimmte Kristallausrichtung hergestellt wird, die unterschiedlich von den zuvor beschriebenen Beispielen

len 8 und 9 ist. In dem vorliegenden Beispiel wurde ein Viereck bzw. Quadrat, das parallele Seiten hat und dessen Aggregation mit der Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts wie in [001], [0-10], [00-1] bzw. [010] ist (vgl. [Fig. 16](#)), verwendet, auf dem die ELO-Schicht ausgebildet wurde, indem die Lösung S1 in Kontakt gebracht wurde. Im Ergebnis konnte eine ELO-Schicht selektiv nur innen und an dem Rand des viereckigen, aufgerauten Grabens erhalten werden. Da in dieser Ausrichtung das laterale Wachstum am wenigsten wahrscheinlich auftritt, ist die spezielle Selektivität des Wachstums hoch. Obwohl der Fensterabschnitt **2a**, der in der Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet wird, in [Fig. 16](#) gezeigt ist, kann ein aufgerauter Graben **1** (vgl. [Fig. 5](#)), wenn verwendet, in dem Bereich ausgebildet werden, wo der Fensterabschnitt **2a** in [Fig. 16](#) ausgebildet worden ist, ohne dass eine Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet werden muss.

Beispiel 11

[0067] Das Beispiel 11 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats als (100)-Seite hergestellt wird und dass die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts als eine bestimmte Kristallorientierung hergestellt wird, die unterschiedlich zu der in den zuvor beschriebenen Beispielen 8–10 ist. In dem vorliegenden Beispiel wurde ein Viereck bzw. Quadrat und seine Aggregation verwendet, in dem die Richtungen der vier Seiten 22,5° bezüglich [001], [0-10], [00-1] bzw. [010] (vgl. [Fig. 17](#)) in der Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts ausbilden. Darauf wurde die ELO-Schicht ausgebildet, indem die Lösung S1 in Berührung gebracht wurde. Im Ergebnis konnte eine ELO-Schicht erhalten werden, die selektiv nur innerhalb und an dem Rand des aufgerauten Grabens und des Fensterabschnitts, der in einem Viereck angeordnet ist, selektiv erhalten wird. Obwohl der Fensterabschnitt **2a**, der in der Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet wird, in [Fig. 17](#) gezeigt ist, kann der aufgeraute Graben **11** (vgl. [Fig. 5](#)), wenn verwendet, in dem Bereich ausgebildet werden, wo der Fensterabschnitt **2a** in [Fig. 17](#) ausgebildet wurde, ohne dass eine Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet werden muss.

[0068] [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) sind Diagramme, die die Modifikationen der Anordnungen des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts zeigen, die in [Fig. 6](#) und [Fig. 14–Fig. 17](#) gezeigt sind. Obwohl der Fensterabschnitt **2a**, der in der Wachstumsunterstützungsschicht **7** ausgebildet ist, in [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) gezeigt ist, kann, wenn der aufgeraute Graben **11** (vgl. [Fig. 5](#)) verwendet wird, der aufgeraute Graben **11** in dem Bereich ausgebildet werden, wo der Fensterabschnitt **2a** in [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) ausgebildet

wird, ohne dass die Wachstumsunterstützungsschicht **2** ausgebildet werden muss. In diesen Figuren sind der aufgeraute Graben oder der Fensterabschnitt durch gerade Linien oder unterbrochene Linien, die unterschiedliche Intervalle haben, ausgebildet. Die gerade Linie oder die unterbrochene Linie werden periodisch derart ausgebildet, dass ein geschlossener Bereich, der eine unterschiedliche Größe hat, epitaxial, lateral aufwächst. Ähnliche Effekte zu jenen, die in [Fig. 6](#) und [Fig. 14–Fig. 17](#) gezeigt sind, können durch den aufgerauten Graben oder den Fensterabschnitt erreicht werden.

Beispiel 12

[0069] Das Beispiel 12 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats als (111)B-Seite hergestellt wird und dass die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts in einer besondere Kristallorientierung hergestellt wird, die unterschiedlich zu den zuvor beschriebenen Beispielen 8–11 ist. In dem vorliegenden Beispiel, wie in [Fig. 20](#) gezeigt ist, wird das GaP-Substrat als Rechteck hergestellt, das zwei Seiten hat, die zu einer bzw. jeder von [10-1], [1-10] und [0-11] parallel sind, und der aufgeraute Graben oder der Fensterabschnitt wurde an Enden entlang den zuvor erwähnten, zwei Seiten ausgebildet und auf einer geraden Linie, die sie verbindet.

[0070] Ein Behälter mit der Lösung Si, der eine Fläche hatte, die größer als die des GaP-Substrats ist, wurde auf dem GaP-Substrat bewegt, um ein ELO-Wachstum in einem solchen Zustand zu verursachen. Durch ein solches ELO-Wachstum konnte die ELO-Schicht vollständig über dem ganzen GaP-Substrat erhalten werden.

Beispiel 13

[0071] Beispiel 13 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats als (111)B-Seite hergestellt wird und dass die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts als bestimmte Kristallorientierung hergestellt wird, die unterschiedlich zu den zuvor beschriebenen Beispielen 8–12 ist. In dem vorliegenden Beispiel ist das GaP-Substrat als ein Rechteck hergestellt, dass zwei Seiten hat, die parallel zu einer bzw. jeder von [-211], [11-2] und [1-21] sind, und der aufgeraute Graben oder der Fensterabschnitt wurden an Enden entlang den zuvor erwähnten beiden Seiten und auf einer geraden Linie ausgebildet, die sie verbindet.

[0072] Ein Behälter mit der Lösung S1, der eine größere Fläche als die des GaP-Substrats hatte, wurde auf dem GaP-Substrat bewegt, um ein ELO-Wachstum in einem solchen Zustand zu verursachen. Durch

ein solches ELO-Wachstum konnte die ELO-Schicht vollständig über dem gesamten GaP-Substrat erhalten werden.

Beispiel 14

[0073] Das Beispiel 14 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats als (100)-Seite hergestellt wird und dass die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts als bestimmte Kristallorientierung hergestellt wird, die unterschiedlich zu den zuvor beschriebenen Beispielen 8–13 ist. In dem vorliegenden Beispiel wird das GaP-Substrat als Rechteck hergestellt, das zwei Seiten hat, die parallel zu einer von bzw. jeder von [021], [012], [0–21] und [0–12] sind, und der aufgeraute Graben oder der Fensterabschnitt wurde an Enden entlang den zuvor erwähnten, zwei Seiten und auf einer geraden Linie, die sie verbindet, ausgebildet.

[0074] Ein Behälter mit der Lösung S1, der eine größere Fläche als die des GaP-Substrats hat, wird auf dem GaP-Substrat bewegt, um das ELO-Wachstum in einem solchen Zustand zu verursachen. Durch dieses ELO-Wachstum konnte die ELO-Schicht vollständig über dem gesamten GaP-Substrat erhalten werden.

Beispiel 15

[0075] Das Beispiel 15 der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptoberfläche des GaP-Substrats als (100)-Seite hergestellt wird und dass die Längsrichtung des aufgerauten Grabens oder des Fensterabschnitts als bestimmte Kristallorientierung hergestellt wird, die unterschiedlich zu den zuvor beschriebenen Beispielen 8–14 ist. In dem vorliegenden Beispiel ist das GaP-Substrat als Rechteck hergestellt, das zwei Seiten hat, die parallel zu einer von bzw. jeder von [001], [0–10], [00–1] und [010] sind, und der aufgeraute Graben oder der Fensterabschnitt wurden an Enden entlang den zuvor beschriebenen, zwei Seiten und auf einer geraden Linie, die diese verbindet, ausgebildet.

[0076] Ein Behälter für die Lösung S1, der eine Fläche hat, die größer als die des GaP-Substrats ist, wurde auf dem GaP-Substrat bewegt, um ein ELO-Wachstum in diesem Zustand zu verursachen.

[0077] Durch dieses ELO-Wachstum konnte die ELO-Schicht vollständig über dem gesamten GaP-Substrat erhalten werden.

[0078] Modifikationen der Erfindung werden nachfolgend unter Einschluss der zuvor beschriebenen Ausführungsformen und Beispielen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0079] Eine Wachstumsunterstützungsschicht, die anstoßend an die ELO-Schicht und unter der zuvor beschriebenen ELO-Schicht angeordnet ist, wird vorgesehen. Die ELO-Schicht füllt den Fensterabschnitt aus, der in der Wachstumsunterstützungsschicht geöffnet ist, und kann lateral auf der Wachstumsunterstützungsschicht und in Berührung mit der Wachstumsunterstützungsschicht wachsen.

[0080] Durch dieses Bereitstellen der Wachstumsunterstützungsschicht kann ein Epitaxiehalbleiterfilm (ELO-Film) mit überlegener Kristallinität stabil ausgebildet werden.

[0081] Eine Pufferschicht des Verbindungshalbleiters ist auf dem zuvor beschriebenen GaP-Substrat ausgebildet, eine Wachstumsunterstützungsschicht ist auf der Pufferschicht und in Berührung mit der Pufferschicht ausgebildet und eine ELO-Schicht füllt den Fensterabschnitt derart, dass sie in Berührung mit der Pufferschicht kommt, und sie kann auf der Wachstumsunterstützungsschicht und in Berührung mit der Wachstumsunterstützungsschicht wachsen.

[0082] Bei dieser Anordnung tritt eine Elution des Substrats nicht auf, auch wenn die ELO-Schicht bei einer Temperatur ausgebildet wird, die nicht kleiner als die vorgegebene Temperatur durch die LPE ist.

[0083] Die zuvor beschriebene Wachstumsunterstützungsschicht ist in Berührung mit dem GaP-Substrat angeordnet und die ELO-Schicht füllt den Fensterabschnitt derart, dass sie in Berührung mit dem GaP-Substrat kommt, und sie kann auf der Wachstumsunterstützungsschicht und mit dieser in Berührung wachsen.

[0084] Bei dieser Anordnung kann die Pufferschicht weggelassen werden und die ELO-Schicht kann in einem Temperaturbereich ausgebildet werden, der nicht größer als die vorgegebene Temperatur ist.

[0085] Zudem ist das zuvor erwähnte GaP-Substrat mit dem aufgerauten Graben versehen, wobei die ELO-Schicht den aufgerauten Graben füllt, der in dem GaP-Substrat vorgesehen ist, und sie kann lateral anstoßend an das GaP-Substrat wachsen.

[0086] Bei dieser Anordnung ist es möglich, da der aufgeraute Graben als Wachstumsstartposition in dem LPE-Verfahren ähnlich zu dem zuvor beschriebenen Fensterabschnitt funktioniert, einen ELO-Film auszubilden, wobei die Prozesse zum Ausbilden der Wachstumsunterstützungsschicht und des Strukturierens des Fensterabschnitts weggelassen werden.

[0087] Zudem ist der zuvor erwähnte Fensterabschnitt oder der aufgeraute Graben linear und/oder in einer unterbrochenen Linie auf beiden Seiten derart angeordnet, dass er den vorgegebenen Raum derart

einschließt, dass das Muster periodisch sein kann, wenn es in der Ebene betrachtet wird.

[0088] Durch diese Anordnung wird der Lichtemissionselementchip in einer periodischen Anordnung ausgebildet und die Lichtemissionshalbleitervorrichtung kann effizient in der Masse hergestellt werden.

[0089] Zudem ist in der ebenen Ansicht die ELO-Schicht derart angeordnet, dass sie durch den Fensterabschnitt umfasst ist, und Elektroden können derart angeordnet werden, dass sie die ELO-Schicht umgeben, die durch den Fensterabschnitt umfasst ist.

[0090] Durch diese Anordnung ist es möglich, die Elektroden effizient anzuordnen, ohne dass die Emissionsoberfläche des Lichtemissionselements blockiert wird.

[0091] Zudem ist die ELO-Schicht in einer ebenen Ansicht derart angeordnet, dass sie durch den Fensterabschnitt umfasst wird und dass sie den Teilbereich der Wachstumsunterstützungsschicht umgibt und dass die Elektrode auf den Teilbereich, der von der ELO-Schicht umgeben wird, angeordnet sein kann.

[0092] Durch diese Anordnung kann die Elektrode effizient ohne ein Blockieren der Emissionsoberfläche angeordnet werden.

[0093] Zudem kann die ELO-Schicht aus einer InGaAsP-Schicht, InGaAs-Schicht, GaAs-Schicht, AlGaAs-Schicht, AlInGaP-Schicht, InGaP-Schicht oder GaAsP-Schicht hergestellt werden.

[0094] Gemäß der zuvor beschriebenen Anordnung kann die Kombination ausgewählt werden, die die Anwendung, die ökonomische Effizienz u. Ä. einhält.

[0095] Zudem kann die zuvor beschriebene ELO-Schicht ausgebildet werden, indem das Flüssigphasenepitaxiewachstumsverfahren verwendet wird, das es ermöglicht, die ELO-Schicht mit überlegenem Kristallinitätswirkungsgrad auszubilden.

[0096] Zudem kann die zuvor beschriebene Wachstumsunterstützungsschicht entweder ein Isolator, ein Leiter oder ein dielektrischer Vielschichtkörper sein.

[0097] Durch diese Anordnung ist es möglich, das Material der Wachstumsunterstützungsschicht auszuwählen, das an die Kombination des ELO-Films und des Substrats angepasst ist.

[0098] Obwohl die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorstehend beschrieben worden ist, ist sie erläuternd offenbart und nur ein Beispiel und der

Bereich der vorliegenden Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschränkt. Der Bereich der vorliegenden Erfindung wird durch die Ausdrücke der Ansprüche erläutert und es ist deshalb beabsichtigt, alle Modifikationen innerhalb des Bereichs und der Bedeutung, die äquivalent zu dem Bereich der Ansprüche ist, einzuschließen.

Industrielle Anwendbarkeit

[0099] Mit der Lichtemissionshalbleitervorrichtung der Erfindung kann der Epitaxiefilm, der die aktive Schicht enthält, leicht mit weniger Prozessen auf einem transparenten Substrat ausgebildet werden, worin das Übereinstimmen der Kristallgitterkonstanten den vorgegebenen Bereich überschreitet. Somit wird erwartet, dass sie in einem weiten Bereich als Lichtquellen für ein tragbares Telefon und eine Vielzahl von Anzeigevorrichtungen verwendet werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

[0100] Eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung, die ein transparentes Verbindungshalbleitersubstrat enthält, dessen Kristallgitterkonstante nicht mit dem Verbindungshalbleiter übereinstimmt, der das Licht emittiert, und die eine hohe Lichtausgangsleistung zeigt, wird erhalten. Eine Lichtemissionshalbleitervorrichtung **(10)** enthält ein GaP-Substrat **(1)**, eine aktive Schicht **(4)**, die über dem GaP-Substrat **(1)** angeordnet ist und die eine n-Typ-AlInGaP-Schicht und eine p-Typ-AlInGaP-Schicht enthält, und eine ELO-Schicht **(3)**, die zwischen dem GaP-Substrat **(1)** und der aktiven Schicht **(4)** angeordnet ist und durch ein laterales Epitaxiewachstum ausgebildet wird.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 6-302857 [[0004](#), [0004](#)]
- JP 2001-291895 [[0004](#), [0004](#)]

Patentansprüche

1. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10), die aufweist:
 ein GaP-Substrat (1);
 eine aktive Schicht (4), die über dem GaP-Substrat (1) angeordnet ist und die eine n-Typ-Schicht und eine p-Typ-Schicht eines Verbindungshalbleiters enthält; und
 eine ELO-Schicht (3), die zwischen dem GaP-Substrat (1) und der aktiven Schicht (4) angeordnet ist und durch ein laterales Epitaxiewachstum (ELO) ausgebildet ist.

2. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 1, die eine Wachstumsunterstützungsschicht (2) aufweist, die unter und in Berührung mit der ELO-Schicht (3) angeordnet ist, worin die ELO-Schicht (3) einen Fensterabschnitt (2a) füllt, der in der Wachstumsunterstützungsschicht (2) ausgebildet ist, und lateral anstoßend an die Wachstumsunterstützungsschicht (2) wächst.

3. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 2, die eine Pufferschicht (12) des Verbindungshalbleiters auf dem GaP-Substrat (1) aufweist, worin die Wachstumsunterstützungsschicht (2) auf der Pufferschicht (12) und in Berührung mit der Pufferschicht (12) angeordnet ist und worin die ELO-Schicht (3) den Fensterabschnitt (2a) derart füllt, dass die ELO-Schicht in Berührung mit der Pufferschicht (12) ist und anstoßend an die Wachstumsunterstützungsschicht (2) wächst.

4. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 2, worin die Wachstumsunterstützungsschicht (2) in Kontakt mit dem GaP-Substrat (1) angeordnet ist, wobei die ELO-Schicht (3) den Fensterabschnitt (2a) derart füllt, dass die ELO-Schicht in Kontakt mit dem Substrat (1) ist und anstoßend an die Wachstumsunterstützungsschicht (2) wächst.

5. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 2, worin der Fensterabschnitt (2a) linear und/oder in einer gebrochenen Linie auf beiden Seiten derart angeordnet ist, dass ein vorgegebener Raum eingeschlossen wird, und ein Muster hat, das periodisch in einer ebenen Ansicht ist.

6. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 2, worin in einer ebenen Ansicht die ELO-Schicht (3) derart angeordnet ist, dass sie durch den Fensterabschnitt (2a) umfasst wird, und worin eine Elektrode (17) derart angeordnet ist, dass sie die ELO-Schicht (3) umgibt, die von dem Fensterabschnitt (2a) umfasst wird.

7. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 2, worin in einer ebenen Ansicht die ELO-Schicht (3) durch den Fensterabschnitt (2a) um-

fasst ist und derart angeordnet ist, dass sie einen Teilbereich der Wachstumsunterstützungsschicht (2) umgibt, und worin eine Elektrode (17) auf dem Teilbereich angeordnet ist, der von der ELO-Schicht (3) umgeben ist.

8. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 2, worin die Wachstumsunterstützungsschicht (2) entweder ein Isolator, ein Leiter oder ein dielektrischer Vielschichtkörper ist.

9. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 1, worin das GaP-Substrat (1) mit einem aufgerauten Graben (11) versehen ist, wobei die ELO-Schicht (3) den aufgerauten Graben (11) füllt, der in dem GaP-Substrat (1) vorgesehen ist, und wobei sie lateral anstoßend an das GaP-Substrat (1) wächst.

10. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 9, worin der aufgeraute Graben (11) linear und/oder in einer unterbrochenen Linie auf beiden Seiten derart angeordnet ist, dass der vorgegebene Raum eingeschlossen wird, und ein Muster hat, das in der ebenen Ansicht periodisch ist.

11. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 1, worin die ELO-Schicht (3) eine InGaAsP-Schicht, eine InGaAs-Schicht, eine GaAs-Schicht, eine AlGaAs-Schicht, eine AlInGaP-Schicht, eine InGaP-Schicht oder eine GaAsP-Schicht ist.

12. Lichtemissionshalbleitervorrichtung (10) nach Anspruch 1, worin die ELO-Schicht (3) durch ein Flüssigphasenepitaxiewachstum ausgebildet wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

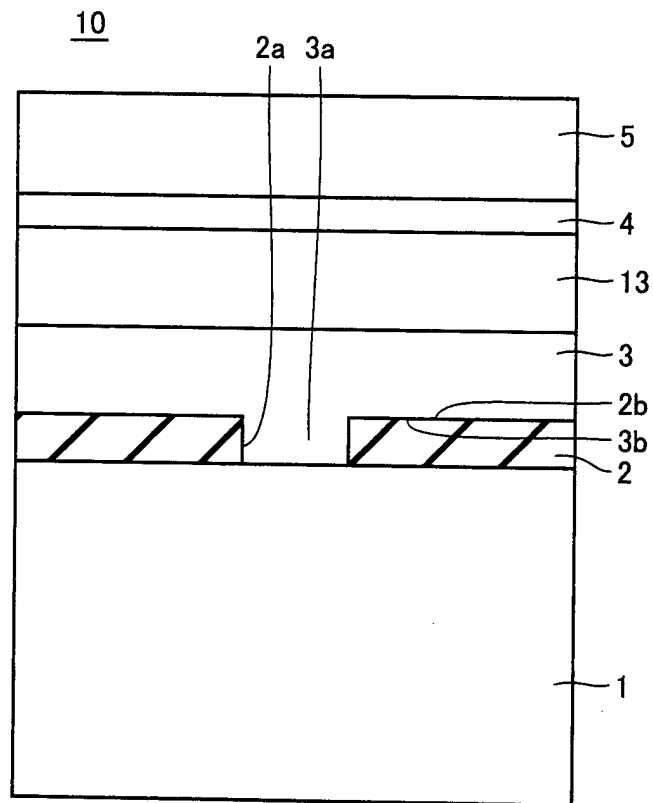


FIG.2

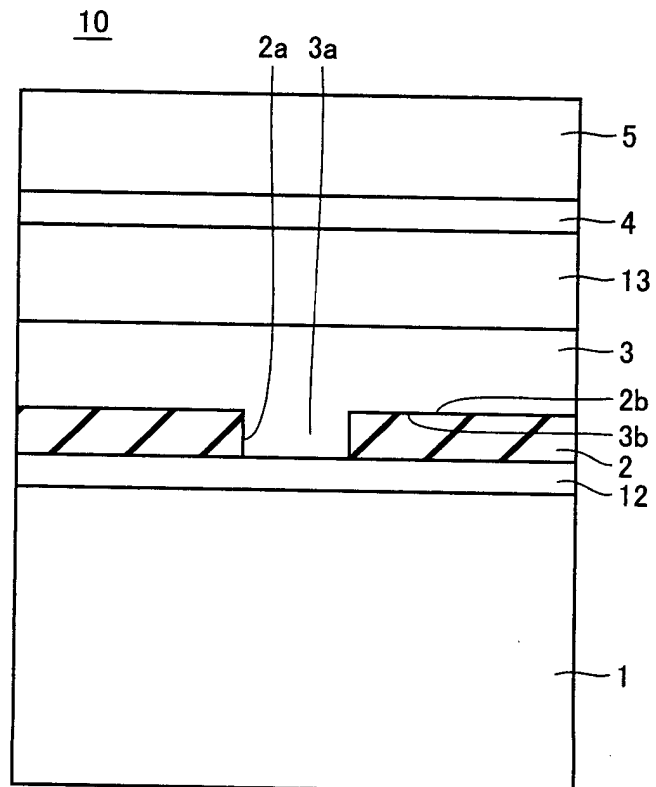


FIG.3

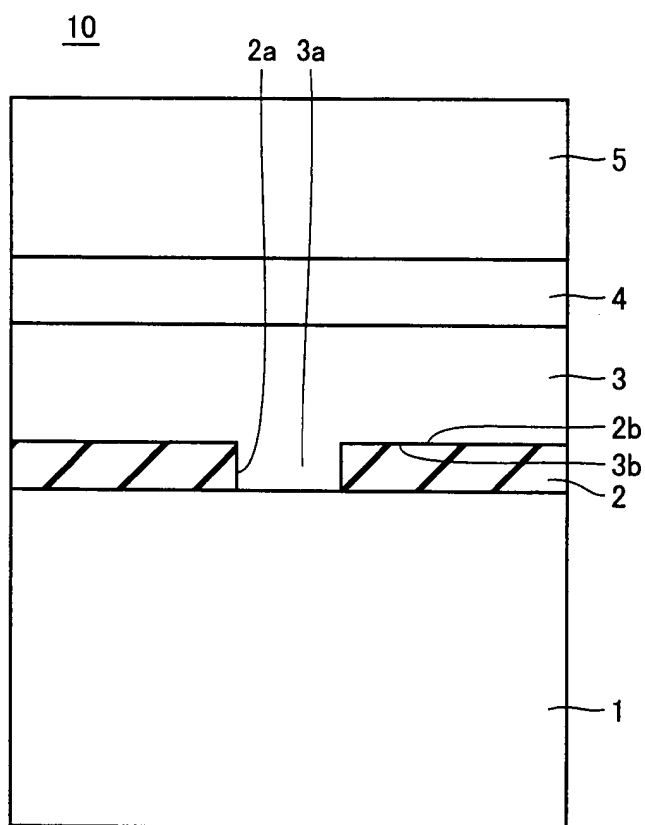


FIG.4

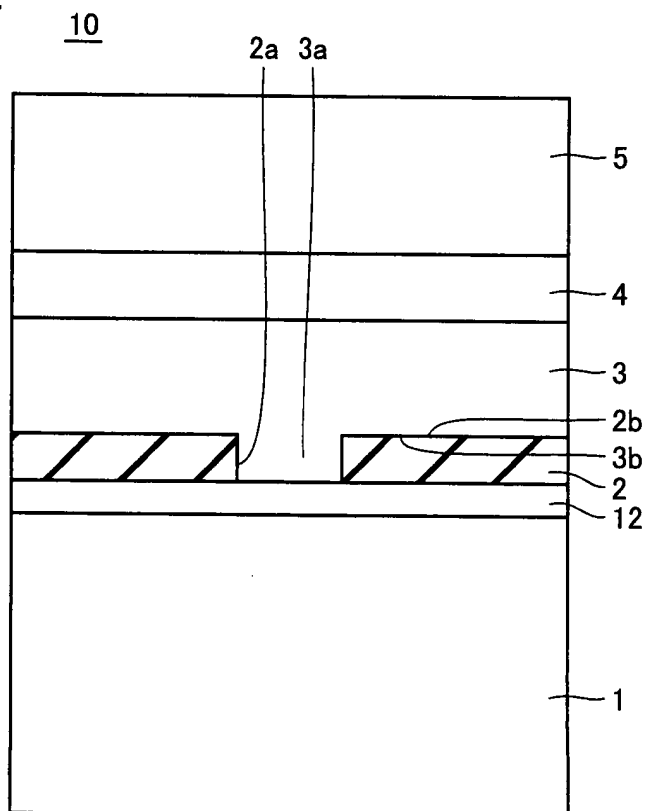


FIG.5

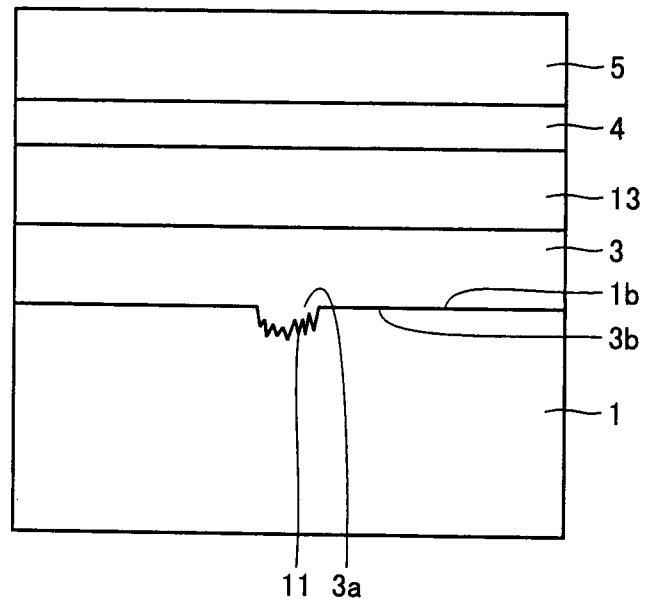


FIG.6

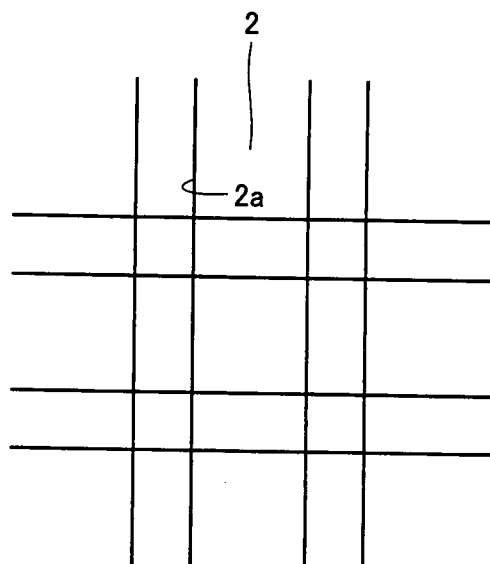


FIG.7

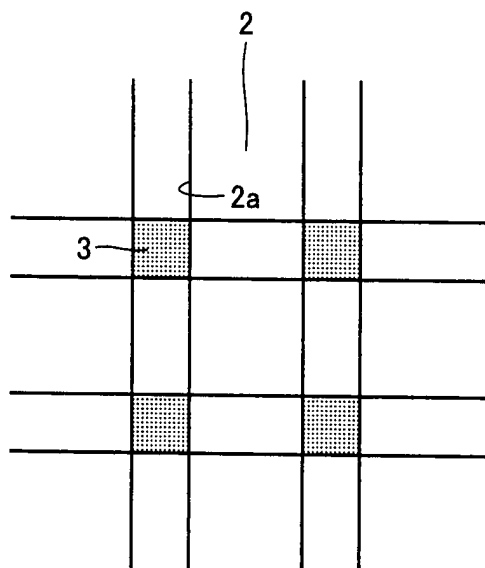


FIG.8

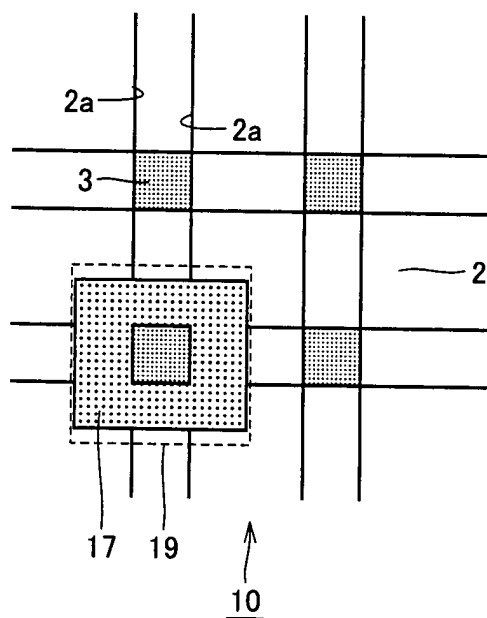


FIG.9

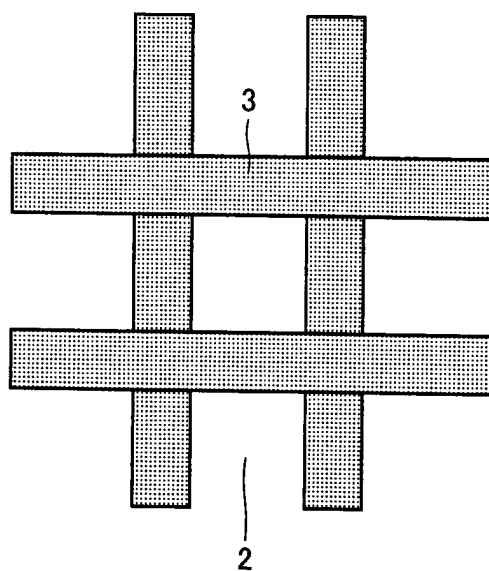


FIG.10

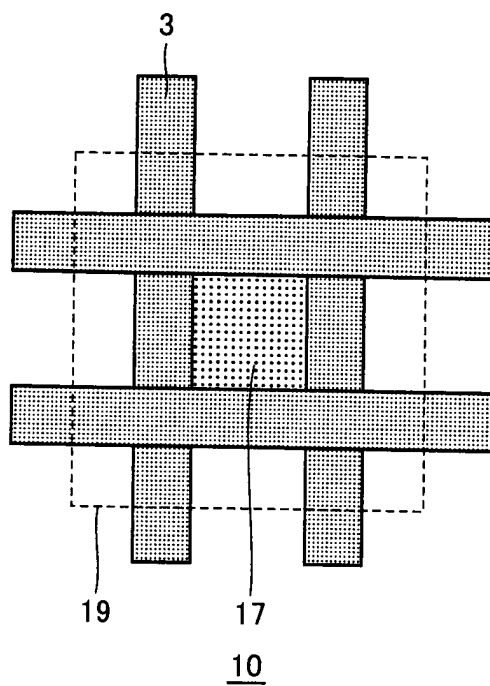


FIG.11

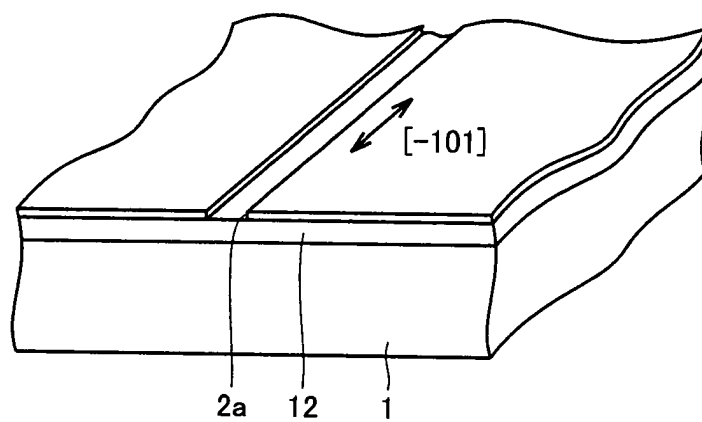


FIG.12

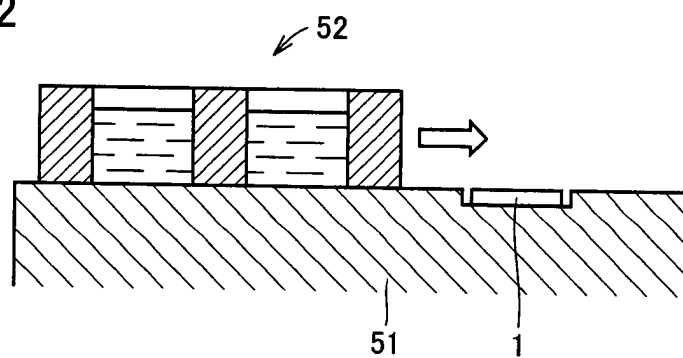


FIG.13

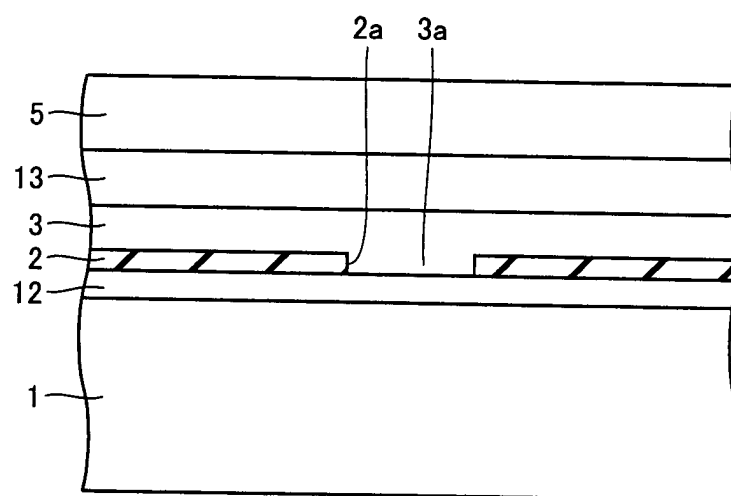


FIG.14

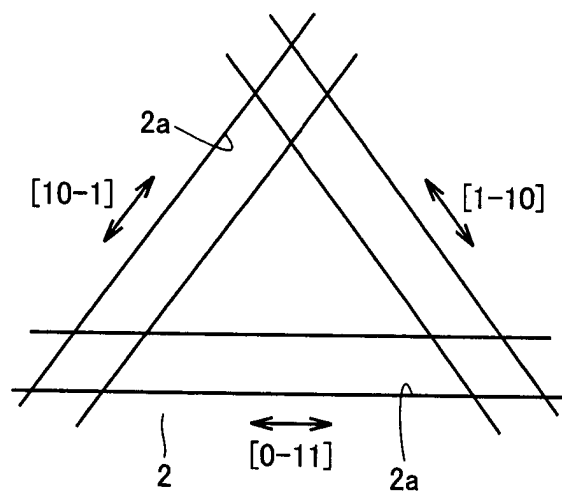


FIG.15

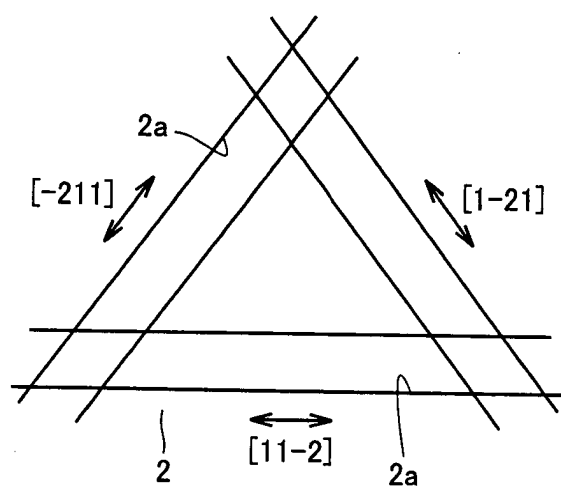


FIG.16

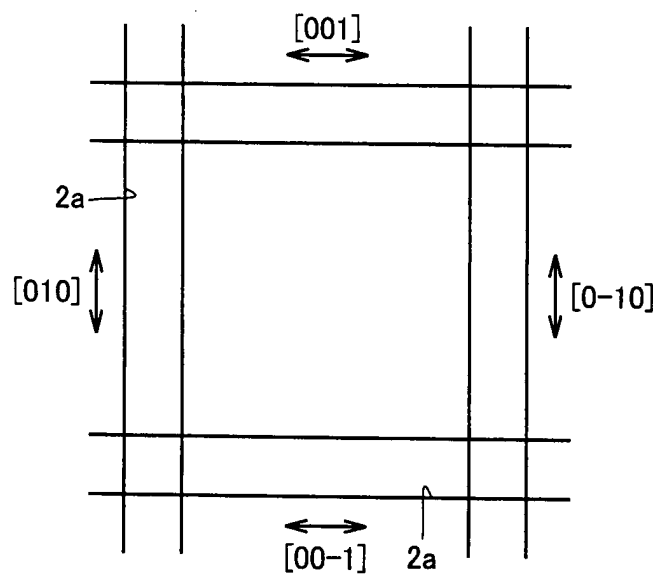


FIG.17

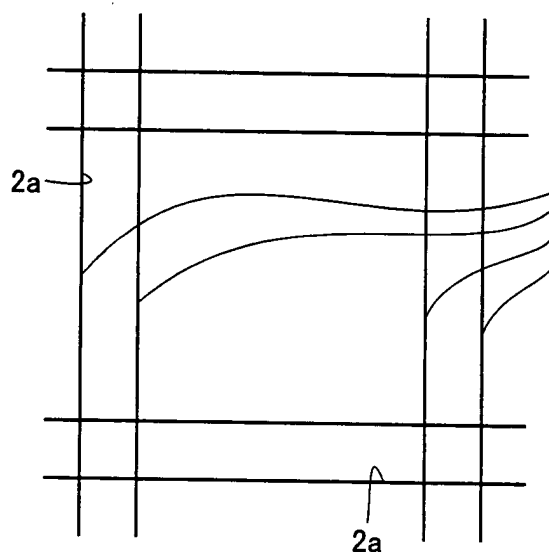


FIG.18

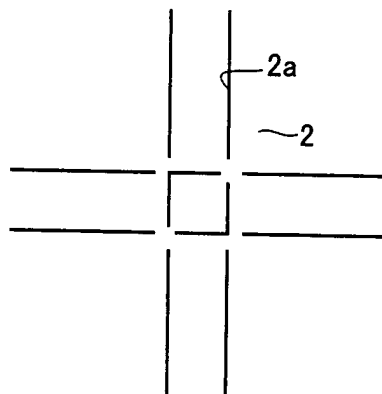


FIG.19

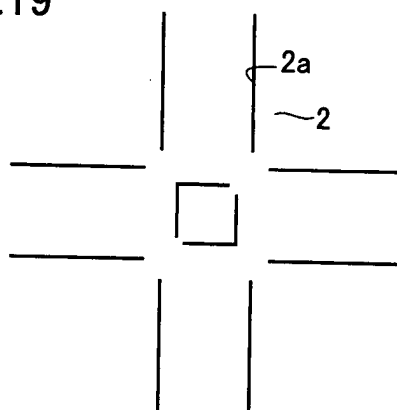


FIG.20

