



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/166661**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 001 065.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/004102**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.02.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.08.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.12.2022**

(51) Int Cl.: **H01S 5/343** (2006.01)
H01S 5/183 (2021.01)
G01S 7/484 (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01)
H01L 21/205 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2020-025190 **18.02.2020** **JP**

(71) Anmelder:
**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS
CORPORATION, Atsugi-shi, Kanagawa, JP**

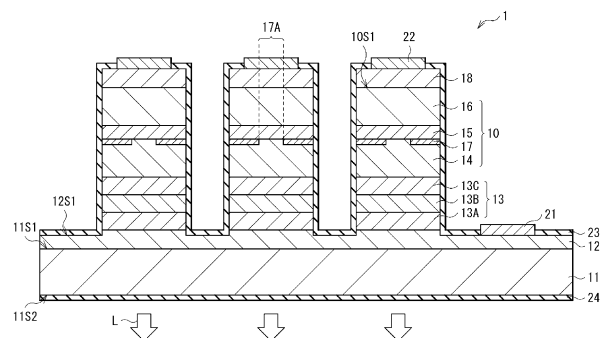
(74) Vertreter:
**MFG Patentanwälte Meyer-Wildhagen Meggle-
Freund Gerhard PartG mbB, 80799 München, DE**

(72) Erfinder:
Arakida, Takahiro, Kikuyo-machi, Kumamoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **LICHTEMISSIONSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER
LICHTEMISSIONSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist mit Folgendem versehen: einem geschichteten Halbleiterkörper, in dem eine erste Lichtreflexionsschicht, die eine arsenbasierte Halbleiterschicht umfasst, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, eine aktive Schicht und eine zweite Lichtreflexionsschicht geschichtet sind; einer ersten Pufferschicht, die auf der Seite der ersten Lichtreflexionsschicht des geschichteten Halbleiterkörpers angeordnet ist und die eine phosphorbasierte Halbleiterschicht mit einer Oberfläche, die dem geschichteten Halbleiterkörper zugewandt ist, und einer anderen Oberfläche auf der gegenüberliegenden Seite von der einen Oberfläche umfasst; und einer zweiten Pufferschicht, die wenigstens zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht und der ersten Pufferschicht angeordnet ist und die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff beinhaltet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Lichtemissionsvorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung.

Hintergrund

[0002] Zum Beispiel offenbart Patentliteratur 1 einen Oberflächenlichtemissionslaser, der eine Laseroszillation durch Bereitstellen, auf einem DBR, in dem Kohlenstoff (C) als ein Fremdstoff dotiert ist, einer Schutzschicht, die durch p-Typ-InGaP konfiguriert ist, in dem Zink (Zn) als ein Fremdstoff dotiert ist.

Zitatliste

Patentliteratur

[0003] Patentliteratur 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nr. 2000-164982

Kurzdarstellung der Erfindung

[0004] Insbesondere ist es für eine Lichtemissionsvorrichtung wünschenswert, die Stabilität einer Vorrichtung charakteristik und eine Herstellungsausbeute zu verbessern.

[0005] Es ist wünschenswert, eine Lichtemissionsvorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung bereitzustellen, die es ermöglichen, die Stabilität einer Vorrichtung charakteristik und eine Herstellungsausbeute zu verbessern.

[0006] Eine Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung beinhaltet Folgendes: einen Halbleiterstapel, in dem eine erste Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, eine aktive Schicht und eine zweite Lichtreflexionsschicht gestapelt sind; eine erste Pufferschicht, die auf der Seite der ersten Lichtreflexionsschicht des Halbleiterstapels bereitgestellt ist, eine Fläche, die dem Halbleiterstapel zugewandt ist, und eine andere Fläche, die sich auf einer gegenüberliegenden Seite der einen Fläche befindet, aufweist und durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist; und eine zweite Pufferschicht, die wenigstens zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht und der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist und durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält.

[0007] Ein Verfahren zum Herstellen einer ersten Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung beinhaltet Folgendes: Bilden einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, einer zweiten Pufferschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält, einer ersten Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, einer aktiven Schicht und einer zweiten Lichtreflexionsschicht in dieser Reihenfolge durch ein Kristallwachstum; und danach Bilden mehrerer Halbleiterstapel durch Separieren der ersten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der zweiten Lichtreflexionsschicht in mehrere Stücke durch Ätzen, wobei die erste Pufferschicht als eine Ätzstoppschicht dient.

[0008] Ein Verfahren zum Herstellen einer zweiten Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung beinhaltet Folgendes: Bilden einer zweiten Lichtreflexionsschicht, einer aktiven Schicht, einer ersten Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, einer zweiten Pufferschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält, und einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, in dieser Reihenfolge durch ein Kristallwachstum; und danach Bilden einer Lichtausgabefläche, wobei die erste Pufferschicht als eine Ätzstoppschicht dient.

[0009] Bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, dem Verfahren zum Herstellen der ersten Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform und dem Verfahren zum Herstellen der zweiten Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform wird die zweite Pufferschicht, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als den Fremdstoff enthält, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht, die den Halbleiterstapel konfiguriert und durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als den ersten Fremdstoff enthält, und der ersten Pufferschicht, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, bereitgestellt. Dies Unterdrückt eine Verschlechterung eines Oberflächenzustands einer Kristallwachstumsfläche aufgrund des Kontaktierens einer Ingredienz von Kohlenstoff, der als ein Fremdstoff in der ersten Lichtreflexionsschicht enthalten ist, mit einem phosphorbasierten Halbleiter.

Figurenliste

[Fig. 1] **Fig. 1** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das ein Beispiel für eine Konfiguration eines Halbleiterlasers gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

[Fig. 2A] **Fig. 2A** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das ein Beispiel für ein Verfahren zum Herstellen des in **Fig. 1** veranschaulichten Halbleiterlasers veranschaulicht.

[Fig. 2B] **Fig. 2B** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das einen Prozessschritt anschließend an **Fig. 2A** veranschaulicht.

[Fig. 2C] **Fig. 2C** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das einen Prozessschritt anschließend an **Fig. 2B** veranschaulicht.

[Fig. 2D] **Fig. 2D** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das einen Prozessschritt anschließend an **Fig. 2C** veranschaulicht.

[Fig. 3] **Fig. 3** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das ein Beispiel für eine Konfiguration eines Halbleiterlasers gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

[Fig. 4A] **Fig. 4A** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das ein Beispiel für ein Verfahren zum Herstellen des in **Fig. 3** veranschaulichten Halbleiterlasers veranschaulicht.

[Fig. 4B] **Fig. 4B** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das einen Prozessschritt anschließend an **Fig. 4A** veranschaulicht.

[Fig. 4C] **Fig. 4C** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das einen Prozessschritt anschließend an **Fig. 4B** veranschaulicht.

[Fig. 4D] **Fig. 4D** ist ein schematisches Querschnittsdiagramm, das einen Prozessschritt anschließend an **Fig. 4C** veranschaulicht.

[Fig. 5] **Fig. 5** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine schematische Konfiguration einer Entfernungsmessungseinrichtung veranschaulicht, die eine Beleuchtungsvorrichtung mit dem in **Fig. 1** veranschaulichten Halbleiterlaser oder dergleichen verwendet.

Weisen zum Ausführen der Erfindung

[0010] Das Folgende beschreibt Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ausführlich unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Die folgenden Beschreibungen sind ein spezielles Beispiel für die vorliegende Offenbarung und die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die folgenden Ausführungsformen beschränkt. Außerdem ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die Anordnung, Abmessungen,

gen, Abmessungsverhältnisse und dergleichen der Bestandteilelemente beschränkt, die in den Zeichnungen veranschaulicht sind. Es ist anzumerken, dass die Beschreibung in der folgenden Reihenfolge erfolgt.

1. Erste Ausführungsform (ein Beispiel eines Halbleiterlasers eines Rückseitenausgabetyps, der eine zweite Pufferschicht, die durch einen arsenbasierten Halbleiter konfiguriert ist, der mit Zn oder Mg dotiert ist, zwischen einer ersten Reflexionsschicht, die durch einen C-dotierten arsenbasierten Halbleiter konfiguriert ist, und einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, aufweist)

1-1. Konfiguration des Halbleiterlasers

1-2. Verfahren zum Herstellen des Halbleiterlasers

1-3. Funktionsweise und Effekte

2. Zweite Ausführungsform (ein Beispiel eines Halbleiterlasers eines Vorderseitenausgabetyps, der eine zweite Pufferschicht, die durch einen arsenbasierten Halbleiter konfiguriert ist, der mit Zn oder Mg dotiert ist, zwischen einer ersten Reflexionsschicht, die durch einen C-dotierten arsenbasierten Halbleiter konfiguriert ist, und einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, aufweist)

3. Anwendungsbeispiel (ein Beispiel einer Entfernungsmessungseinrichtung)

< 1. Erste Ausführungsform >

[0011] **Fig. 1** veranschaulicht schematisch ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Lichtemissionsvorrichtung (eines Halbleiterlasers 1) gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Der Halbleiterlaser 1 ist zum Beispiel ein Vertikalresonatoroberflächenlichtemissionslaser (Vertical Cavity Surface Emitting LASER: VCSEL) eines Rückseitenausgabetyps und zum Beispiel werden mehrere VCSELs in Arrays als mehrere Lichtemissionsgebiete integriert.

(1-1. Konfiguration des Halbleiterlasers)

[0012] Der Halbleiterlaser 1 weist zum Beispiel mehrere Halbleiterstapel 10 auf einer ersten Fläche (einer Oberfläche (einer Fläche 11S1)) eines Substrats 11 auf. Der Halbleiterstapel 10 weist zum Beispiel eine säulenartige Form (eine Mesaform) auf und zum Beispiel sind eine erste Lichtreflexionsschicht 14, eine aktive Schicht 15 und eine zweite Lichtreflexionsschicht 16 in dieser Reihenfolge gestapelt. Eine Strombegrenzungsschicht 17, die ein Strominjektionsgebiet 17A bildet, ist zwischen

der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der aktiven Schicht 15 bereitgestellt. Der Halbleiterstapel 10 entspricht einem speziellen Beispiel für einen „Halbleiterstapel“ der vorliegenden Offenbarung. Zwischen dem Halbleiterstapel 10 und dem Substrat 11 sind eine erste Kontaktschicht 12 und eine Pufferschicht 13 in dieser Reihenfolge von der Substratseite gestapelt und die Pufferschicht 13 weist eine Mehrschichtstruktur auf, bei der zum Beispiel eine erste Schicht 13A, eine zweite Schicht 13B und eine dritte Schicht 13C in dieser Reihenfolge von der Seite der ersten Kontaktschicht 12 gestapelt sind, und bildet die Mesaform zusammen mit dem Halbleiterstapel 10. Die erste Kontaktschicht 12 erstreckt sich über dem Substrat 11 als eine gemeinsame Schicht für die mehreren Halbleiterstapel 10. Auf der ersten Kontaktschicht 12 ist eine erste Elektrode 21 als eine gemeinsame Elektrode für jeden der Halbleiterstapel 10 bereitgestellt. Obere Flächen (Flächen 10S1) der jeweiligen Halbleiterstapel 10 sind jeweils mit einer zweiten Kontaktschicht 18 und einer zweiten Elektrode 22 in dieser Reihenfolge gebildet. Ferner werden eine obere Fläche (eine Fläche 12S1) der ersten Kontaktschicht 12 ausschließlich der ersten Elektrode 21 und der zweiten Elektrode 22, eine obere Fläche der zweiten Kontaktschicht 18 und Seitenflächen der zweiten Kontaktschicht 18, des Halbleiterstapels 10 und der Pufferschicht 13 mit einem Isolationsfilm 23 bedeckt und wird eine zweite Fläche (eine Rückfläche (eine Fläche 11S2)) des Substrats 11 mit einem Isolationsfilm 24 bedeckt.

[0013] Nachfolgend werden eine Konfiguration, ein Material und dergleichen jedes Teils des Halbleiterlasers 1 ausführlich beschrieben.

[0014] Das Substrat 11 ist ein Stützsubstrat zum Integrieren der mehreren Halbleiterstapel 10. Wie bei der vorliegenden Ausführungsform ist es bei dem Halbleiterlaser 1 des Rückseitenausgabentyps vorteilhaft, als das Substrat 11 ein halbisolierendes Substrat zu verwenden, das zum Beispiel keinen Fremdstoff enthält und zum Beispiel durch einen GaAs-basierten Halbleiter konfiguriert ist. Außerdem kann das Substrat 11 ein beliebiges Substrat mit einer niedrigen Ladungsträgerkonzentration und reduzierter Absorption von Laserlicht sein und es ist zum Beispiel möglich, ein Substrat mit einer Ladungsträgerkonzentration von $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ oder weniger in einer p-Typ- oder n-Typ-Ladungsträgerkonzentration zu verwenden.

[0015] Die erste Kontaktschicht 12 ist zum Beispiel durch einen GaAs-basierten Halbleiter konfiguriert. Die erste Kontaktschicht 12 dient dem elektrischen Koppeln der ersten Elektrode 21 und der ersten Lichtreflexionsschicht 14 jedes Halbleiterstapels 10. Die erste Kontaktschicht 12 ist durch p-Typ-GaAs konfiguriert und beinhaltet zum Beispiel Kohlenstoff (C) als einen Fremdstoff. Die erste Kontaktschicht 12

entspricht einem speziellen Beispiel für eine „erste Kontaktschicht“ der vorliegenden Offenbarung.

[0016] Wie zuvor beschrieben, weist die Pufferschicht 13 die Mehrschichtstruktur auf, bei der die erste Schicht 13A, die zweite Schicht 13B und die dritte Schicht 13C in dieser Reihenfolge von der Seite der ersten Kontaktschicht 12 gestapelt sind. Die erste Schicht 13A ist durch zum Beispiel eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als einen Fremdstoff enthält. Die zweite Schicht 13B ist durch zum Beispiel eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als einen Fremdstoff enthält. Wie bei der ersten Schicht 13A ist die dritte Schicht 13C durch zum Beispiel eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als einen Fremdstoff enthält.

[0017] Die arsenbasierte Halbleiterschicht ist eine Schicht, die einen Verbindungshalbleiter beinhaltet, der wenigstens Arsen (As) beinhaltet, und Beispiele für diese beinhalten eine GaAs-Schicht, eine AlGaAs-Schicht und eine ALAs-Schicht. Die erste Schicht 13A und die dritte Schicht 13C entsprechen einem speziellen Beispiel für eine „zweite Pufferschicht“ der vorliegenden Offenbarung und können als ein Monoschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm gebildet werden, der durch eine oder zwei oder mehr beliebige Schichten der obigen Halbleiterschicht konfiguriert ist. Eine Filmdicke in einer Stapelungsrichtung der ersten Schicht 13A und der dritten Schicht 13C (nachfolgend einfach als eine Dicke bezeichnet) beträgt zum Beispiel 5 nm oder mehr und 100 nm oder weniger.

[0018] Die phosphorbasierte Halbleiterschicht ist eine Schicht, die einen Verbindungshalbleiter beinhaltet, der wenigstens Phosphor (P) beinhaltet, und Beispiele für diese beinhalten eine GaInP-Schicht, eine AlGaInP-Schicht und eine AlInP-Schicht. Die zweite Schicht 13B entspricht einem speziellen Beispiel für eine „erste Pufferschicht“ der vorliegenden Offenbarung und kann als ein Monoschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm gebildet werden, der durch eine oder zwei oder mehr beliebige Schichten der obigen Halbleiterschicht konfiguriert ist. Eine Dicke der zweiten Schicht 13B beträgt zum Beispiel 50 nm oder mehr und 300 nm oder weniger.

[0019] Die erste Lichtreflexionsschicht 14 ist zwischen der Pufferschicht 13 und der Strombegrenzungsschicht 17 angeordnet und ist der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 zugewandt, mit der aktiven Schicht 15 und der Strombegrenzungsschicht 17 dazwischen. Die erste Lichtreflexionsschicht 14 resoniert in der aktiven Schicht 15 erzeugtes Licht zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der zweiten Lichtreflexionsschicht 16. Die erste Lichtreflexionsschicht 14 entspricht einem speziellen

Beispiel für eine „erste Lichtreflexionsschicht“ der vorliegenden Offenbarung.

[0020] Die erste Lichtreflexionsschicht 14 ist eine DBR(Distributed Bragg Reflector - Bragg-Spiegel)-Schicht, in der eine (nicht veranschaulichte) Schicht mit niedrigem Brechungsindex und eine (nicht veranschaulichte) Schicht mit hohem Brechungsindex abwechselnd gestapelt sind. Die Schicht mit niedrigem Brechungsindex ist durch zum Beispiel p-Typ- $\text{Al}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}$ ($0 < x_1 \leq 1$) mit einer optischen Dicke von $\lambda \times 1/4n$ konfiguriert und die Schicht mit hohem Brechungsindex ist durch zum Beispiel p-Typ- $\text{Al}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}$ ($0 \leq x_2 < x_1$) mit einer optischen Dicke von $\lambda \times 1/4n$ konfiguriert. λ ist eine Oszillationswellenlänge von Laserlicht, das von jedem Lichtemissionsgebiet emittiert wird, und n ist ein Brechungsindex. Die erste Lichtreflexionsschicht 14 beinhaltet zum Beispiel Kohlenstoff (C) als einen Fremdstoff.

[0021] Die aktive Schicht 15 ist zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 bereitgestellt. Die aktive Schicht 15 ist durch zum Beispiel ein Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs)-basiertes Halbleitermaterial konfiguriert. In der aktiven Schicht 15 werden Löcher und Elektronen, die von der ersten Elektrode 21 und der zweiten Elektrode 22 injiziert werden, rekombiniert, um stimulierte-Emission-Licht zu emittieren. Ein Gebiet der aktiven Schicht 15, das dem Strominjektionsgebiet 17A zugewandt ist, dient als ein Lichtemissionsgebiet. Zum Beispiel ist es möglich, nichtdotiertes $\text{Al}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}$ ($0 < x_3 \leq 0,45$) für die aktive Schicht 15 zu verwenden. Die aktive Schicht 15 kann zum Beispiel eine Mehrfachquantentopf(MQW: Multi Quantum Well)-Struktur aus GaAs und AlGaAs aufweisen. Außerdem kann eine Mehrfachquantentopfstruktur aus Indiumgalliumarsenid (InGaAs) und AlGaAs die aktive Schicht 15 konfigurieren. Die aktive Schicht 15 entspricht einem speziellen Beispiel für eine „aktive Schicht“ der vorliegenden Offenbarung.

[0022] Die zweite Lichtreflexionsschicht 16 ist eine DBR-Schicht, die zwischen der aktiven Schicht 15 und der zweiten Kontaktschicht 18 angeordnet ist. Die zweite Lichtreflexionsschicht 16 ist der ersten Lichtreflexionsschicht 14 zugewandt, mit der aktiven Schicht 15 und der Strombegrenzungsschicht 17 dazwischen. Die zweite Lichtreflexionsschicht 16 entspricht einem speziellen Beispiel für eine „zweite Lichtreflexionsschicht“ der vorliegenden Offenbarung.

[0023] Die zweite Lichtreflexionsschicht 16 weist eine Stapelstruktur auf, bei der eine Schicht mit niedrigem Brechungsindex und eine Schicht mit hohem Brechungsindex abwechselnd gestapelt sind. Die Schicht mit niedrigem Brechungsindex ist zum Beispiel n-Typ- $\text{Al}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}$ ($0 < x_4 \leq 1$) mit einer optischen Filmdicke von $\lambda/4n$. Die Schicht mit hohem

Brechungsindex ist zum Beispiel n-Typ- $\text{Al}_{x_5}\text{Ga}_{1-x_5}\text{As}$ ($0 < x_5 < x_4$) mit einer optischen Filmdicke von $\lambda/4n$. Die zweite Lichtreflexionsschicht 16 beinhaltet zum Beispiel Silicium (Si) als einen Fremdstoff.

[0024] Die Strombegrenzungsschicht 17 ist zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der aktiven Schicht 15 bereitgestellt und ist zum Beispiel derart ringförmig gebildet, dass sie eine vorbestimmte Breite von einer Außenumfangsseite zu einer Innenseite des Halbleiterstapels 10 mit der Mesaform aufweist. Mit anderen Worten ist die Strombegrenzungsschicht 17 zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der aktiven Schicht 15 bereitgestellt und weist eine Öffnung einer vorbestimmten Breite in einem mittleren Teil davon auf. Die Öffnung dient als das Strominjektionsgebiet 17A. Die Strombegrenzungsschicht 17 ist durch zum Beispiel p-Typ-AlGaAs konfiguriert. Insbesondere ist die Strombegrenzungsschicht 17 durch $\text{Al}_{0,85}\text{Ga}_{0,15}\text{As}$ bis AlAs konfiguriert, die oxidiert werden, um eine Aluminiumoxid(AlO_x)-Schicht zu bilden, wodurch ein Strom begrenzt wird. Bei dem Halbleiterlaser 1 wird durch Bereitstellen der Strombegrenzungsschicht 17 der Strom, der von der ersten Elektrode 21 in die aktive Schicht 15 injiziert wird, verschmälert und wird eine Strominjektionseffizienz erhöht.

[0025] Die zweite Kontaktschicht 18 ist durch zum Beispiel einen GaAs-basierten Halbleiter konfiguriert, der eine elektrische Leitfähigkeit aufweist. Die zweite Kontaktschicht 18 ist durch zum Beispiel n-Typ-GaAs konfiguriert und beinhaltet zum Beispiel Silicium (Si) als einen Fremdstoff. Die zweite Kontaktschicht 18 entspricht einem speziellen Beispiel für eine „zweite Kontaktschicht“ der vorliegenden Offenbarung.

[0026] Die erste Elektrode 21 ist auf der ersten Kontaktschicht 12 bereitgestellt und ist durch zum Beispiel einen Mehrschichtfilm aus Titan (Ti)/Platin (Pt)/Gold (Au) konfiguriert.

[0027] Die zweite Elektrode 22 ist oberhalb des Halbleiterstapels 10, insbesondere auf der zweiten Kontaktschicht 18, bereitgestellt und ist durch zum Beispiel einen Mehrschichtfilm aus Gold-Germanium(Au-Ge)/Nickel (Ni)/Gold (Au) konfiguriert.

[0028] Der Isolationsfilm 23 ist zum Beispiel kontinuierlich auf einer oberen Fläche der zweiten Kontaktschicht 18, Seitenflächen der zweiten Kontaktschicht 18, des Halbleiterstapels 10 und der Pufferschicht 13 und einer oberen Fläche (einer Fläche 12S1) der ersten Kontaktschicht 12 gebildet. Der Isolationsfilm 23 ist durch zum Beispiel einen Monoschichtfilm oder einen Mehrschichtfilm aus Siliciumnitrid (SiN), Siliciumoxid (SiO_2) oder dergleichen konfiguriert. Vorbestimmte Positionen des Isolationsfilms

23 auf der oberen Fläche jeder zweiten Kontaktschicht 18 und der ersten Kontaktschicht 12 werden jeweils mit einer Öffnung 23H (siehe zum Beispiel **Fig. 2D**) versehen und die erste Elektrode 21 oder die zweite Elektrode 22 wird in jeder Öffnung 23H eingebettet.

[0029] Der Isolationsfilm 24 ist zum Beispiel auf einer gesamten Oberfläche einer Rückfläche (einer Fläche 11S2) des Substrats 11 gebildet. Wie bei dem Isolationsfilm 24 ist der Isolationsfilm 24 durch zum Beispiel einen Monoschichtfilm oder einen Mehrschichtfilm aus Siliciumnitrid (SiN), Siliciumoxid (SiO₂) oder dergleichen konfiguriert.

[0030] Der Halbleiterlaser 1 der vorliegenden Ausführungsform ist ein Halbleiterlaser mit einer sogenannten gemeinsamen Anodenstruktur, bei der die mehreren Halbleiterstapel 10, die auf dem Substrat 11 bereitgestellt sind, und die erste Elektrode 21 durch die erste Kontaktschicht 12, die durch zum Beispiel p-Typ-GaAs konfiguriert ist, elektrisch miteinander gekoppelt sind.

[0031] Bei dem Halbleiterlaser 1 wird, wenn eine vorbestimmte Spannung an die erste Elektrode 21 und die zweite Elektrode 22 angelegt wird, eine Spannung von der ersten Elektrode 21 und der zweiten Elektrode 22 an den Halbleiterstapel 10 angelegt. Infolgedessen werden Elektronen von der ersten Elektrode 21 in die aktive Schicht 15 injiziert und werden Löcher von der zweiten Elektrode 22 in die aktive Schicht 15 injiziert und wird Licht durch die Rekombination der Elektronen und Löcher erzeugt. Das Licht resoniert zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 und wird verstärkt, und Laserlicht L wird von der Rückfläche (der Fläche 11S2) des Substrats 11 ausgegeben.

(1-2. Verfahren zum Herstellen des Halbleiterlasers)

[0032] Als Nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** ein Verfahren zum Herstellen des Halbleiterlasers 1 beschrieben.

[0033] Zuerst wird, wie in **Fig. 2A** veranschaulicht, jede Verbindungshalbleiterschicht, die die erste Kontaktschicht 12, die Pufferschicht 13, die erste Lichtreflexionsschicht 14, die aktive Schicht 15, die zweite Lichtreflexionsschicht 16 und die zweite Kontaktschicht 18 konfigurieren, auf dem Substrat 11 in dieser Reihenfolge durch ein epitaktisches Kristallwachstumsverfahren gebildet, wie etwa ein Metallorganische-chemische-Gasphasenabscheidung(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)-Verfahren, um einen Epi-Wafer zu fertigen. Zu dieser Zeit werden eine methylbasierte organische Metallverbindung, wie etwa Trimethylaluminium (TMA1), Trimethylgallium (TMGa), Trimethylindium (TMIn) oder dergleichen und ein Arsin(AsH₃)-Gas

als Ingredienzen des arsenbasierten Halbleiters, einschließlich des GaAs-basierten Halbleiters, verwendet, wird zum Beispiel Disilan (Si₂H₆) als eine Ingredienz eines Donatorfremdstoffs verwendet und wird zum Beispiel Kohlenstofftetrabromid (CBr₄) als eine Ingredienz eines Akzeptorfremdstoffs verwendet. Als Ingredienzen des phosphorbasierten Halbleiters (z. B. AlGaInP) werden zum Beispiel eine methylbasierte organische Metallverbindung, wie etwa Trimethylaluminium (TMA1), Trimethylgallium (TMGa), Trimethylindium (TMIn) oder dergleichen und ein Phosphin(PH₃)-Gas verwendet und wird zum Beispiel Disilan (Si₂H₆) als eine Ingredienz eines Donatorfremdstoffs verwendet und wird zum Beispiel Dimethylzink (DMZn) oder Cylopentadienylmagnesium (Cp₂Mg) als eine Ingredienz eines Akzeptorfremdstoffs verwendet.

[0034] Anschließend wird, wie in **Fig. 2B** veranschaulicht, ein (nicht veranschaulichter) Fotolackfilm mit einer vorbestimmten Struktur auf der zweiten Kontaktschicht 18 gebildet, woraufhin die zweite Kontaktschicht 18, die zweite Lichtreflexionsschicht 16, die aktive Schicht 15 und die erste Lichtreflexionsschicht 14 unter Verwendung des Fotolackfilms als eine Maske geätzt werden, um eine säulenartige Mesastruktur (den Halbleiterstapel 10) zu bilden. Zu dieser Zeit wird es bevorzugt, zum Beispiel RIE (Reactive Ion Etching - reaktives Ionenätzen) zu verwenden, das ein Clbasiertes Gas verwendet. Bei dem Ätzen der zweiten Kontaktschicht 18, der zweiten Lichtreflexionsschicht 16, der aktiven Schicht 15 und der ersten Lichtreflexionsschicht 14 fungiert die zweite Schicht 13B der Pufferschicht 13 als eine Ätzstoppschicht. Dementsprechend wird eine Äztiefe innerhalb einer Waferebene konstant. Danach wird ein Hochtemperaturprozess in einer Wasserdampf-atmosphäre durchgeführt, um zum Beispiel eine AlGaAs-Schicht mit einer Zusammensetzung mit hohem Aluminium(Al)-Anteil zu oxidieren, die im Voraus während des epitaktischen Wachstums gestapelt wurde, und um dadurch eine Oxidationsschicht (die Strombegrenzungsschicht 17) zu bilden, die den Strom begrenzt.

[0035] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 2C** veranschaulicht, die zweite Schicht 13B und die erste Schicht 13A der Pufferschicht 13 durch Ätzen entfernt, um die erste Kontaktschicht 12 freizulegen.

[0036] Anschließend wird, wie in **Fig. 2D** veranschaulicht, der Isolationsfilm 24 aus dem Isolationsfilm 23 gebildet, der sich von der oberen Fläche der zweiten Kontaktschicht 18 zu einem Gebiet auf der ersten Kontaktschicht 12 und auf der Rückfläche (der Fläche 11S2) des Substrats 11 fortsetzt, woraufhin die erste Elektrode 21 und die zweite Elektrode 22 auf der ersten Kontaktschicht 12 bzw. der zweiten Kontaktschicht 18 gebildet werden. Die Isolationsfilme 23 und 24 werden durch zum Beispiel ein Che-

mische-Gasphasenabscheidung(CVD: Chemical Vapor Deposition)-Verfahren oder ein Atomlagenabscheidung(ALD: Atomic Layer Deposition)-Verfahren gebildet. Der Isolationsfilm 23 wird so gebildet, dass er die gesamte obere Fläche (die Fläche 12S1) der ersten Kontaktschicht 12 bedeckt, die durch das Ätzen von der oberen Fläche der zweiten Kontaktschicht 18 freigelegt ist, woraufhin ein (nicht veranschaulichter) Fotolackfilm mit einer vorbestimmten Struktur auf dem Isolationsfilm 23 gebildet wird, und Ätzen, wie etwa RIE, wird durchgeführt, um die Öffnung 23H an einer vorbestimmten Position zu bilden. Danach werden die erste Elektrode 21 und die zweite Elektrode 22 auf der ersten Kontaktschicht 12 bzw. auf der oberen Oberfläche der zweiten Kontaktschicht 18 unter Verwendung von zum Beispiel einem Lift-Off-Verfahren strukturiert, das die Fotolackstruktur verwendet. Dementsprechend wird der in **Fig. 1** veranschaulichte Halbleiterlaser 1 abgeschlossen.

(1-3. Funktionsweise und Effekte)

[0037] Bei dem Halbleiterlaser 1 der vorliegenden Ausführungsform wird die dritte Schicht 13C, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als den Fremdstoff enthält, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff (C) als den Fremdstoff enthält, und der zweiten Schicht 13B, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die die Pufferschicht 13 konfiguriert, bereitgestellt. Dies unterdrückt eine Verschlechterung eines Oberflächenzustands einer Kristallwachstumsfläche aufgrund des Kontaktierens eines Akzeptorfremdstoffs (z. B. Kohlenstofftetrabromid (CBr_4)), der als eine Ingredienz von Kohlenstoff (C) verwendet wird, der in der ersten Lichtreflexionsschicht 14 enthalten ist, mit einem phosphorbierten Halbleiter, der die zweite Schicht 13B konfiguriert. Dies wird nachfolgend beschrieben.

[0038] Wie zuvor beschrieben wurde, wurde ein Oberflächenlichtemissionslaser entwickelt, in dem eine p-Typ-InGaP-Schicht, die mit Zink (Zn) als ein Fremdstoff dotiert ist, zwischen einem p-Typ-DBR und einer Ohmscher-Kontakt-Schicht gebildet ist, die durch p-Typ-GaAs konfiguriert sind, und in dem die p-Typ-InGaP-Schicht als eine Ätzstoppschicht verwendet wird, um eine Laseroszillation zu stabilisieren.

[0039] Bei dem zuvor beschriebenen Oberflächenlichtemissionslaser sind der p-Typ-DBR und die Ohmscher-Kontakt-Schicht, die durch das p-Typ-GaAs konfiguriert sind, jeweils mit Kohlenstoff (C) als ein Fremdstoff dotiert. In einem Kristallwachstum eines Halbleiterlasers einschließlich des Oberflächenlichtemissionslasers wird allgemein ein

MOCVD-Verfahren verwendet, aber beim Dotieren von Kohlenstoff (C) in dem MOCVD-Verfahren wird Kohlenstofftetrabromid (CBr_4), Bromchlorid (BrCl_3) oder dergleichen als eine Ingredienz verwendet. Falls zum Beispiel Kohlenstofftetrabromid (CBr_4) verwendet wird, wird Brom (Br) durch thermische Zersetzung, zum Beispiel während eines Kristallwachstums des p-Typ-DBR, erzeugt. Ein Teil des erzeugten Broms (Br) verbleibt aufgrund eines Memory-Effekts in einem Reaktor. Das Brom (Br), das in dem Reaktor verbleibt, reagiert leicht mit einem phosphorbasierten Halbleiter, der als Nächstes in ein Kristallwachstum gebracht werden soll, das heißt mit der zuvor beschriebenen InGaP-Schicht, und kann eine Verschlechterung eines Oberflächenzustands (z. B. Ebenheit) der InGaP-Schicht, eine Erzeugung eines kristallinen Defekts, von Staub oder dergleichen bewirken, die durch einen Reaktanten auf einer Oberfläche der InGaP-Schicht bewirkt wird, was eine Verschlechterung einer Vorrichtungseigenschaft und eine Abnahme einer Herstellungsausbeute bewirken kann.

[0040] Im Gegensatz dazu wird bei der vorliegenden Ausführungsform die dritte Schicht 13C, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als den Fremdstoff enthält, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff (C) als den ersten Fremdstoff enthält, und der zweiten Schicht 13B, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, bereitgestellt. Dementsprechend wird die Verschlechterung des Oberflächenzustands der Kristallwachstumsfläche aufgrund des Kontaktierens eines C-dotierten Material, wie etwa Kohlenstofftetrabromid (CBr_4), mit der zweiten Schicht 13B, die durch den phosphorbierten Halbleiter konfiguriert ist, unterdrückt. Insbesondere ist es möglich, eine Ätzreaktion mit der phosphorbierten Halbleiterschicht zu verhindern, die durch das C-dotierte Material verursacht wird, und eine Erzeugung einer Defektgrube und eine Verschlechterung einer Oberflächenmorphologie in einer Kristallwachstumsfläche zu verhindern.

[0041] Wie zuvor beschrieben wird bei dem Halbleiterlaser 1 der vorliegenden Ausführungsform, weil die dritte Schicht 13C, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als den Fremdstoff enthält, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff (C) als den Fremdstoff enthält, und der zweiten Schicht 13B bereitgestellt wird, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Verschlechterung des Oberflächenzustands der Kristallwachstumsfläche aufgrund des Kontaktierens des C-dotierten Materials mit dem phosphorbierten Halbleiter unterdrückt, und wird

eine Epi-Schicht mit exzellenter Ebenheit auf und oberhalb der phosphorbasierten Halbleiterschicht (der zweiten Schicht 13B) gebildet. Entsprechend ist es möglich, eine Vorrichtungscharakteristik und eine Herstellungsausbeute des Oberflächenemissionslasers zu verbessern.

[0042] Weil die erste Kontaktschicht 12 durch einen GaAs-basierten Halbleiter konfiguriert ist, der Kohlenstoff (C) als einen Fremdstoff enthält, ist bei der vorliegenden Ausführungsform ferner die erste Schicht 13A, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) enthält, auch zwischen der ersten Kontaktschicht 12 und der zweiten Schicht 13B bereitgestellt, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist. Dementsprechend ist es möglich, das Kontaktieren eines C-dotierten Materials, wie etwa Kohlenstofftetrabromid (CBr_4), das beim Bilden der ersten Kontaktschicht 12 verwendet wird, mit der zweiten Schicht 13B, die durch den phosphorbasierten Halbleiter konfiguriert ist, zu unterdrücken und die erste Kontaktschicht 12 und die zweite Kontaktschicht 13B mit einer exzellenten Ebenheit zu bilden.

[0043] Nachfolgend werden eine zweite Ausführungsform und ein Anwendungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Im Folgenden werden die gleichen Komponenten wie jene der obigen ersten Ausführungsform durch die gleichen Bezugsziffern bezeichnet und werden Beschreibungen davon gegebenenfalls weggelassen.

<2. Zweite Ausführungsform>

[0044] Fig. 3 veranschaulicht schematisch ein Beispiel für eine Querschnittskonfiguration einer Lichtemissionsvorrichtung (eines Halbleiterlasers 2) gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Der Halbleiterlaser 2 ist zum Beispiel ein Vertikalresonatoroberflächenlichtemissionslaser (Vertical Cavity Surface Emitting LASER: VCSEL) eines Vorderseitenausgabetyps und zum Beispiel werden mehrere VCSELs in Arrays als mehrere Lichtemissionsgebiete integriert.

[0045] Der Halbleiterlaser 2 weist zum Beispiel die mehreren Halbleiterstapel 10 auf der ersten Fläche (der Oberfläche (der Fläche 11S1)) des Substrats 11 auf. Ein Teil der mehreren Halbleiterstapel 10 weist eine säulenartige Form (eine Mesaform) auf. Bei dem Halbleiterstapel 10 der vorliegenden Ausführungsform sind zum Beispiel die zweite Lichtreflexionsschicht 16, die aktive Schicht 15 und die erste Lichtreflexionsschicht 14 in dieser Reihenfolge gestapelt und ist die Strombegrenzungsschicht 17, die das Strominjektionsgebiet 17A bildet, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14 und der aktiven Schicht 15 bereitgestellt. Eine zweite Kontaktschicht

18 ist zwischen dem Halbleiterstapel 10 und dem Substrat 11 bereitgestellt und die Pufferschicht 13 und die erste Kontaktschicht 12 sind in dieser Reihenfolge auf einer oberen Fläche jedes Halbleiterstapels 10 gestapelt. In der Pufferschicht 13 sind zum Beispiel die dritte Schicht 13C, die zweite Schicht 13B und die erste Schicht 13A in dieser Reihenfolge von der Seite des Halbleiterstapels 10 gestapelt. Bei der vorliegenden Ausführungsform erstrecken sich die zweite Kontaktschicht 18 und ein Teil der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 über dem Substrat 11 als eine gemeinsame Schicht für die mehreren Halbleiterstapel 10. Außerdem wird eine Öffnung H, die als eine Lichtausgabefläche dient, auf der ersten Kontaktschicht 12 und der ersten Schicht 13A, die die Pufferschicht 13 konfiguriert, oberhalb des Strominjektionsgebiets 17A gebildet und wird die erste Elektrode 21 auf der ersten Kontaktschicht 12 bereitgestellt, die um die Öffnung H herum positioniert ist. Die zweite Elektrode 22 wird auf der Rückfläche (der Fläche 11S2) des Substrats 11 als eine gemeinsame Elektrode für die mehreren Halbleiterstapel 10 bereitgestellt. Ferner werden eine Seitenfläche und eine untere Fläche der Öffnung H, Seitenflächen der ersten Kontaktschicht 12, der Pufferschicht 13, der ersten Lichtreflexionsschicht 14, der Strombegrenzungsschicht 17, der aktiven Schicht 15, ein Teil einer Seitenfläche der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 und eine obere Fläche (eine Fläche 16S1) der zweiten Lichtreflexionsschicht 16, die jedem Halbleiterstapel 10 gemein ist, mit 1 Isolationsfilm 23 bedeckt.

[0046] Es ist möglich, den Halbleiterlaser 2 wie folgt herzustellen.

[0047] Zuerst wird, wie in Fig. 4A veranschaulicht, jede Verbindungshalbleiterschicht, die die zweite Kontaktschicht 18, die zweite Lichtreflexionsschicht 16, die aktive Schicht 15, die erste Lichtreflexionsschicht 14, die Pufferschicht 13 und die erste Kontaktschicht 12 konfigurieren, auf dem Substrat 11 in dieser Reihenfolge durch ein epitaktisches Kristallwachstumsverfahren, wie etwa zum Beispiel ein MOCVD-Verfahren, gebildet, um einen Epi-Wafer zu fertigen, woraufhin Ätzen an der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 durchgeführt wird, um eine säulenartige Mesastruktur (den Halbleiterstapel 10) zu bilden.

[0048] Danach wird, wie in Fig. 4B veranschaulicht, ein Hochtemperaturprozess in einer Wasserdampf-atmosphäre durchgeführt, um zum Beispiel eine AlGaAs-Schicht mit einer Zusammensetzung mit hohem Aluminium(Al)-Anteil zu oxidieren, die im Voraus während des epitaktischen Wachstums gestapelt wurde, und um dadurch eine Oxidationsschicht (die Strombegrenzungsschicht 17) zu bilden, die den Strom begrenzt.

[0049] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 4C** veranschaulicht, die erste Kontaktschicht 12 und die erste Schicht 13A oberhalb des Strominjektionsgebiets 17A unter Verwendung der zweiten Schicht 13B als eine Ätzstoppschicht durch zum Beispiel Nassätzen selektiv entfernt, um die Öffnung H zu bilden, deren Unterseite als die Lichtausgabefläche dient.

[0050] Anschließend wird, wie in **Fig. 4D** veranschaulicht, der Isolationsfilm 23, der sich von der Seitenfläche und der unteren Fläche der Öffnung H und der oberen Fläche der ersten Kontaktschicht 12 um die Öffnung H herum zu der oberen Fläche (der Fläche 16S1) der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 fortsetzt, gebildet, woraufhin die erste Elektrode 21 und die zweite Elektrode 22 auf der oberen Fläche der ersten Kontaktschicht 12 bzw. der Rückfläche (der Fläche 11S2) des Substrats 11 gebildet werden. Der Isolationsfilm 23 wird durch zum Beispiel ein CVD-Verfahren oder ein ALD-Verfahren so gebildet, dass er die Gesamtheit von der Seitenfläche und der unteren Fläche der Öffnung H und der oberen Fläche der ersten Kontaktschicht 12 um die Öffnung H herum bis zu der oberen Fläche (der Fläche 16S1) der zweiten Lichtreflexionsschicht 16 bedeckt, woraufhin ein (nicht veranschaulichter) Fotolackfilm mit einer vorbestimmten Struktur strukturiert wird, und Ätzen, wie etwa RIE, wird durchgeführt, um eine Öffnung auf der ersten Kontaktschicht 12 zu bilden. Danach wird die erste Elektrode 21 auf der ersten Kontaktschicht 12 unter Verwendung von zum Beispiel einem Lift-Off-Verfahren strukturiert, das die Fotolackstruktur verwendet. Dementsprechend wird der in **Fig. 3** veranschaulichte Halbleiterlaser 2 abgeschlossen.

[0051] Wie zuvor beschrieben, wird bei dem Halbleiterlaser 2 der vorliegenden Ausführungsform die dritte Schicht 13C, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink (Zn) oder Magnesium (Mg) als den Fremdstoff enthält, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht 14, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff (C) als den Fremdstoff enthält, und wobei die zweite Kontaktschicht 18, die zweite Lichtreflexionsschicht 16, die aktive Schicht 15, die erste Lichtreflexionsschicht 14, die Pufferschicht 13 und die zweite Schicht 13B in dieser Reihenfolge von der Seite des Substrats 11 gestapelt sind, und der zweiten Schicht 13B bereitgestellt, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist. Außerdem wird die erste Schicht 13A mit der dritten Schicht 13C ähnlichen Konfiguration zwischen der zweiten Schicht 13B, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, und der ersten Kontaktschicht 12 bereitgestellt, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff (C) als den Fremdstoff enthält. Bei dem Halbleiterlaser 2 des Vorderseitenausgabetyps mit einer solchen Konfiguration ist es ebenfalls möglich,

ähnliche Effekte zu der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform zu erzielen. Das heißt, es ist möglich, eine Vorrichtungscharakteristik und eine Herstellungsausbeute des Oberflächenemissionslasers zu verbessern.

[0052] Es ist anzumerken, dass bei dem Halbleiterlaser 2 der vorliegenden Ausführungsform das Substrat 11 nicht auf ein halbisolierendes Substrat beschränkt ist, auf das bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform verwiesen wurde, weil das Laserlicht L von einem Gebiet oberhalb des Halbleiterstapels 10 ausgegeben wird, und ein typisches Galliumarsenid(GaAs)-Substrat kann verwendet werden. Außerdem kann das Substrat 11 durch Indiumphosphor (InP), Galliumnitrid (GaN), Silicium (Si), Siliciumcarbid (SiC) oder dergleichen, durch Materialien einer Lichtemissionsvorrichtung, einen Bondprozess unähnlicher Substrate oder dergleichen konfiguriert werden.

<3. Anwendungsbeispiel>

[0053] Es ist möglich, die vorliegende Technologie auf verschiedene elektronische Einrichtungen anzuwenden, die den Halbleiterlaser beinhalten. Zum Beispiel ist es möglich, die vorliegende Technologie auf eine Lichtquelle anzuwenden, die in einer portablen elektronischen Einrichtung bereitgestellt wird, wie etwa einem Smartphone, einer Lichtquelle verschiedener Erfassungsvorrichtungen, die eine Form, Operation oder dergleichen detektieren, usw.

[0054] **Fig. 5** ist ein Blockdiagramm, das eine schematische Konfiguration einer Entfernungsmessungseinrichtung (einer Entfernungsmessungseinrichtung 200) veranschaulicht, die eine Beleuchtungsvorrichtung 100 mit dem zuvor beschriebenen Halbleiterlaser 1 verwendet. Die Entfernungsmessungseinrichtung 200 misst eine Entfernung durch ein ToF-Verfahren. Die Entfernungsmessungseinrichtung 200 beinhaltet zum Beispiel eine Beleuchtungsvorrichtung 100, einen Lichtempfangsabschnitt 210, eine Steuerung 220 und einen Entfernungsmessungsabschnitt 230.

[0055] Die Beleuchtungsvorrichtung 100 beinhaltet zum Beispiel den in **Fig. 1** veranschaulichten Halbleiterlaser 1 oder dergleichen als eine Lichtquelle. Bei der Beleuchtungsvorrichtung 100 wird zum Beispiel Beleuchtungslicht in Synchronisation mit einem Lichtemissionssteuersignal CLKp einer Rechteckwelle erzeugt. Ferner ist das Lichtemissionssteuersignal CLKp nicht auf die Rechteckwelle beschränkt, solange es ein periodisches Signal ist. Zum Beispiel kann das Lichtemissionssteuersignal CLKp eine Sinuswelle sein.

[0056] Der Lichtempfangsabschnitt 210 empfängt Reflexionslicht, das von einem Beleuchtungszielob-

jekt 300 reflektiert wird, und detektiert eine Lichtempfangsmenge in einer Periode jedes Mal, wenn die Periode des Vertikalsynchronisationssignals VSYNC verstreicht. Zum Beispiel wird ein periodisches Signal mit 60 Hertz (Hz) als das Vertikalsynchronisationssignal VSYNC verwendet. Außerdem sind mehrere Pixelschaltkreise in einem zweidimensionalen Gittermuster in dem Lichtempfangsabschnitt 210 angeordnet. Der Lichtempfangsabschnitt 210 liefert Bilddaten (ein Einzelbild), die einer Lichtempfangsmenge des Pixelschaltkreises entsprechen, an den Entfernungsmessungsabschnitt 230. Eine Frequenz des Vertikalsynchronisationssignals VSYNC ist nicht auf 60 Hertz (Hz) beschränkt und kann 30 Hertz (Hz) oder 120 Hertz (Hz) sein.

[0057] Die Steuerung 220 steuert die Beleuchtungsvorrichtung 100. Die Steuerung 220 erzeugt ein Lichtemissionssteuersignal CLKp und liefert dieses an die Beleuchtungsvorrichtung 100 und den Lichtempfangsabschnitt 210. Eine Frequenz des Lichtemissionssteuersignals CLKp ist zum Beispiel 20 Megahertz (MHz). Es ist anzumerken, dass die Frequenz des Lichtemissionssteuersignals CLKp nicht auf 20 Megahertz (MHz) beschränkt ist und zum Beispiel 5 Megahertz (MHz) sein kann.

[0058] Der Entfernungsmessungsabschnitt 230 misst eine Entfernung zu dem Beleuchtungszielobjekt 300 durch das ToF-Verfahren basierend auf Bilddaten. In dem Entfernungsmessungsabschnitt 230 wird die Entfernung für jeden Pixelschaltkreis gemessen und wird eine Tiefenkarte erzeugt, die die Entfernung zu dem Objekt für jedes Pixel hinsichtlich eines Gradierungswertes angibt. Die Tiefenkarte wird zum Beispiel in einem Bildprozess, in dem ein Unschärfeprozess eines Grades, der der Entfernung entspricht, durchgeführt wird, einem Autofokus (AF)-Prozess, in dem ein Brennpunkt einer Fokulinse gemäß der Entfernung bestimmt wird, oder dergleichen verwendet.

[0059] Obwohl die vorliegende Technologie unter Bezugnahme auf die erste und die zweite Ausführungsform und das Anwendungsbeispiel beschrieben wurde, ist die vorliegende Technologie nicht auf die zuvor beschriebenen Ausführungsformen und dergleichen beschränkt, und es können verschiedene Modifikationen vorgenommen werden. Zum Beispiel ist eine Schichtkonfiguration des Halbleiterlasers 1 oder 2, der bei der obigen ersten Ausführungsform oder dergleichen beschrieben ist, beispielhaft und kann ferner eine weitere Schicht beinhalten. Ferner ist ein Material jeder Schicht auch ein Beispiel und ist nicht auf jene zuvor beschriebenen beschränkt.

[0060] Zum Beispiel wurde bei der obigen ersten Ausführungsform oder dergleichen ein Beispiel beschrieben, bei dem die erste Kontaktschicht 12

Kohlenstoff (C) als einen Fremdstoff (einen Dotierungsstoff) enthält, aber der Dotierungsstoff der ersten Kontaktschicht 12 ist nicht auf Kohlenstoff (C) beschränkt. Zum Beispiel kann die erste Kontaktschicht 12, ähnlich der Pufferschicht 13, Zink (Zn) oder dergleichen als den Dotierungsstoff enthalten. In einem solchen Fall kann die erste Schicht 13A der Pufferschicht 13 in Kontakt mit der ersten Schicht 12 weggelassen werden.

[0061] Ferner wurde bei der obigen ersten Ausführungsform ein Beispiel für den Halbleiterlaser (den Halbleiterlaser 1) des Rückseitenausgabetyps mit der gemeinsamen Anodenstruktur veranschaulicht, bei der die erste Kontaktschicht 12, die Pufferschicht 13, die erste Lichtreflexionsschicht 14, die aktive Schicht 15, die zweite Lichtreflexionsschicht 16 und die zweite Kontaktschicht 18 in dieser Reihenfolge auf dem Substrat 11 gestapelt sind, obwohl dies nicht darauf beschränkt ist. Zum Beispiel kann, wie bei dem Halbleiterlaser 2 der zweiten Ausführungsform, der Halbleiterlaser 1 als der Halbleiterlaser des Rückseitenausgabetyps mit einer sogenannten gemeinsamen Kathodenstruktur konfiguriert sein, bei der die zweite Kontaktschicht 18, die zweite Lichtreflexionsschicht 16, die aktive Schicht 15, die erste Lichtreflexionsschicht 14, die Pufferschicht 13 und die erste Kontaktschicht 12 in dieser Reihenfolge von der Seite des Substrats 11 gestapelt sind. Gleichmaßen kann der Halbleiterlaser (der Halbleiterlaser 2) des Vorderseitenausgabetyps, der bei der obigen zweiten Ausführungsform beschrieben ist, auch eine Konfiguration aufweisen, bei der die erste Kontaktschicht 12, die Pufferschicht 13, die erste Lichtreflexionsschicht 14, die aktive Schicht 15, die zweite Lichtreflexionsschicht 16 und die zweite Kontaktschicht 18 der Reihe nach von der Seite des Substrats 11 gestapelt sind.

[0062] Es ist anzumerken, dass die hier beschriebenen Effekte lediglich veranschaulichend und nicht beschränkend sind und andere Effekte erhalten werden können.

[0063] Es ist anzumerken, dass die vorliegende Technologie wie nachfolgend konfiguriert sein kann. Gemäß der vorliegenden Technologie der folgenden Konfigurationen wird die zweite Pufferschicht, die durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als den Fremdstoff enthält, zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht, die den Halbleiterstapel konfiguriert und durch die arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als den ersten Fremdstoff enthält, und der ersten Pufferschicht, die durch die phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, bereitgestellt. Dies Unterdrückt eine Verschlechterung eines Oberflächenzustands einer Kristallwachstumsfläche aufgrund des Kontaktierens einer Ingredienz von Kohlenstoff, der als ein Fremdstoff in der ersten

Lichtreflexionsschicht enthalten ist, mit einem phosphor-basierten Halbleiter. Daher ist möglich, die Stabilität einer Vorrichtung charakteristik und eine Herstellungsausbeute zu verbessern.

(1) Eine Lichtemissionsvorrichtung, die Folgendes beinhaltet:

einen Halbleiterstapel, in dem eine erste Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, eine aktive Schicht und eine zweite Lichtreflexionsschicht gestapelt sind;

eine erste Pufferschicht, die auf der Seite der ersten Lichtreflexionsschicht des Halbleiterstapels bereitgestellt ist, eine Fläche, die dem Halbleiterstapel zugewandt ist, und eine andere Fläche, die sich auf einer gegenüberliegenden Seite der einen Fläche befindet, aufweist und durch eine phosphor-basierte Halbleiterschicht konfiguriert ist; und

eine zweite Pufferschicht, die wenigstens zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht und der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist und durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält.

(2) Die Lichtemissionsvorrichtung nach (1), wobei die arsenbasierte Halbleiterschicht ein Monoschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm ist, der durch eine oder zwei oder mehr beliebige Schichten von einer GaAs-Schicht, einer AlGaAs-Schicht und einer AlAs-Schicht konfiguriert ist.

(3) Die Lichtemissionsvorrichtung nach (1) oder (2), wobei die phosphor-basierte Halbleiterschicht ein Monoschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm ist, der durch eine oder zwei oder mehr beliebige Schichten von einer GaInP-Schicht, einer AlGaInP-Schicht und einer AlInP-Schicht konfiguriert ist.

(4) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (3), die ferner eine erste Kontaktschicht beinhaltet, die auf der Seite der anderen Fläche der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist.

(5) Die Lichtemissionsvorrichtung nach (4), wobei die erste Kontaktschicht durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, und die zweite Pufferschicht auf sowohl der einen Fläche als auch der anderen Fläche der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist.

(6) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (5), die ferner ein Substrat beinhaltet, auf dem der Halbleiterstapel gestapelt ist, wobei der Halbleiterstapel in der Reihenfolge der ers-

ten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der zweiten Lichtreflexionsschicht von der Substratseite aus gestapelt ist.

(7) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (5), die ferner ein Substrat beinhaltet, auf dem der Halbleiterstapel gestapelt ist, wobei der Halbleiterstapel in der Reihenfolge der zweiten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der ersten Lichtreflexionsschicht von der Substratseite aus gestapelt ist.

(8) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (7), wobei der Halbleiterstapel ferner eine Strombegrenzungsschicht mit einem Strominjektionsgebiet zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht und der aktiven Schicht beinhaltet.

(9) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (8), die ferner eine zweite Kontaktschicht beinhaltet, die auf der Seite der zweiten Lichtreflexionsschicht des Halbleiterstapels bereitgestellt ist.

(10) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (9), die ferner eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode beinhaltet, die zum Anlegen einer vorbestimmten Spannung an den Halbleiterstapel konfiguriert sind.

(11) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (5), die ferner ein Substrat beinhaltet, auf dem der Halbleiterstapel gestapelt ist, wobei der Halbleiterstapel Laserlicht auf der Substratseite ausgibt.

(12) Die Lichtemissionsvorrichtung nach (11), wobei das Substrat ein halbisolierendes Substrat mit einer p-Typ- oder n-Typ-Ladungsträgerkonzentration von $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ oder weniger beinhaltet.

(13) Die Lichtemissionsvorrichtung nach einem von (1) bis (5), (11) und (12), wobei der Halbleiterstapel Laserlicht oberhalb des Halbleiterstapels ausgibt.

(14) Ein Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung, wobei das Verfahren Folgendes beinhaltet:

Bilden einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphor-basierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, einer zweiten Pufferschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält, einer ersten Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, einer aktiven Schicht und einer zweiten Lichtreflexionsschicht in dieser Reihenfolge durch ein Kristallwachstum; und

danach Bilden mehrerer Halbleiterstapel durch Separieren der ersten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der zweiten Lichtreflexionsschicht in mehrere Stücke durch Ätzen, wobei die erste Pufferschicht als eine Ätzstoppschicht dient.

(15) Das Verfahren zum Herstellen der Lichtemissionsvorrichtung nach (14), das ferner Folgendes beinhaltet:

Bilden, vor dem Kristallwachstum der ersten Pufferschicht und der zweiten Pufferschicht, einer ersten Kontaktschicht unterhalb der ersten Pufferschicht; und

Freilegen, nach dem Ätzen, der ersten Kontaktschicht durch weiteres Ätzen der ersten Pufferschicht.

(16) Das Verfahren zum Herstellen der Lichtemissionsvorrichtung nach (14) oder (15), wobei die erste Pufferschicht, die zweite Pufferschicht, die erste Lichtreflexionsschicht, die aktive Schicht und die zweite Lichtreflexionsschicht kontinuierlich durch ein Metallorganische-Gasphasenabscheidung-Verfahren gebildet werden.

(17) Ein Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung, wobei das Verfahren Folgendes beinhaltet:

Bilden einer zweiten Lichtreflexionsschicht, einer aktiven Schicht, einer ersten Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, einer zweiten Pufferschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält, und einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, in dieser Reihenfolge durch ein Kristallwachstum; und

danach Bilden einer Lichtausgabefläche, wobei die erste Pufferschicht als eine Ätzstoppschicht dient.

[0064] Die vorliegende Anmeldung beansprucht den Nutzen der japanischen Prioritätspatentanmeldung JP2020-025190, eingereicht beim japanischen Patentamt am 18. Februar 2020, deren gesamte Inhalte hiermit durch Bezugnahme aufgenommen sind.

[0065] Es versteht sich für einen Fachmann, dass verschiedene Modifikationen, Kombinationen, Unterkombinationen und Veränderungen in Abhängigkeit von Gestaltungsanforderungen und anderen Faktoren auftreten können, insofern sie in dem Schutzzumfang der angehängten Ansprüche oder der Äquivalente davon liegen.

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 2020025190 [0064]

Patentansprüche

1. Lichtemissionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:

einen Halbleiterstapel, in dem eine erste Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, eine aktive Schicht und eine zweite Lichtreflexionsschicht gestapelt sind; eine erste Pufferschicht, die auf der Seite der ersten Lichtreflexionsschicht des Halbleiterstapels bereitgestellt ist, eine Fläche, die dem Halbleiterstapel zugewandt ist, und eine andere Fläche, die sich auf einer gegenüberliegenden Seite der einen Fläche befindet, aufweist und durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist; und eine zweite Pufferschicht, die wenigstens zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht und der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist und durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält.

2. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die arsenbasierte Halbleiterschicht ein Monoschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm ist, der durch eine oder zwei oder mehr beliebige Schichten von einer GaAs-Schicht, einer AlGaAs-Schicht und einer ALAs-Schicht konfiguriert ist.

3. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die phosphorbasierte Halbleiterschicht ein Monoschichtfilm oder ein Mehrschichtfilm ist, der durch eine oder zwei oder mehr beliebige Schichten von einer GaInP-Schicht, einer AlGaInP-Schicht und einer AlInP-Schicht konfiguriert ist.

4. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine erste Kontaktschicht umfasst, die auf der Seite der anderen Fläche der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist.

5. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die erste Kontaktschicht durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, und die zweite Pufferschicht auf sowohl der einen Fläche als auch der anderen Fläche der ersten Pufferschicht bereitgestellt ist.

6. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner ein Substrat umfasst, auf dem der Halbleiterstapel gestapelt ist, wobei der Halbleiterstapel in der Reihenfolge der ersten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der zweiten Lichtreflexionsschicht von der Substratseite aus gestapelt ist.

7. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner ein Substrat umfasst, auf dem der Halbleiterstapel gestapelt ist, wobei der Halbleiterstapel

in der Reihenfolge der zweiten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der ersten Lichtreflexionsschicht von der Substratseite aus gestapelt ist.

8. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Halbleiterstapel ferner eine Strombegrenzungsschicht mit einem Strominjektionsgebiet zwischen der ersten Lichtreflexionsschicht und der aktiven Schicht beinhaltet.

9. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine zweite Kontaktschicht umfasst, die auf der Seite der zweiten Lichtreflexionsschicht des Halbleiterstapels bereitgestellt ist.

10. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine erste Elektrode und eine zweite Elektrode umfasst, die zum Anlegen einer vorbestimmten Spannung an den Halbleiterstapel konfiguriert sind.

11. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner ein Substrat umfasst, auf dem der Halbleiterstapel gestapelt ist, wobei der Halbleiterstapel Laserlicht auf der Substratseite ausgibt.

12. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei das Substrat ein halbisolierendes Substrat mit einer p-Typ- oder n-Typ-Ladungsträgerkonzentration von $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ oder weniger umfasst.

13. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Halbleiterstapel Laserlicht oberhalb des Halbleiterstapels ausgibt.

14. Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Bilden einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, einer zweiten Pufferschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält, einer ersten Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, einer aktiven Schicht und einer zweiten Lichtreflexionsschicht in dieser Reihenfolge durch ein Kristallwachstum; und danach Bilden mehrerer Halbleiterstapel durch Separieren der ersten Lichtreflexionsschicht, der aktiven Schicht und der zweiten Lichtreflexionsschicht in mehrere Stücke durch Ätzen, wobei die erste Pufferschicht als eine Ätzstoppschicht dient.

15. Verfahren zum Herstellen der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 14, das ferner Folgendes umfasst:

Bilden, vor dem Kristallwachstum der ersten Pufferschicht und der zweiten Pufferschicht, einer ersten

Kontaktschicht unterhalb der ersten Pufferschicht; und
Freilegen, nach dem Ätzen, der ersten Kontaktschicht durch weiteres Ätzen der ersten Pufferschicht.

16. Verfahren zum Herstellen der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei die erste Pufferschicht, die zweite Pufferschicht, die erste Lichtreflexionsschicht, die aktive Schicht und die zweite Lichtreflexionsschicht kontinuierlich durch ein Metallorganische-Gasphasenabscheidung-Verfahren gebildet werden.

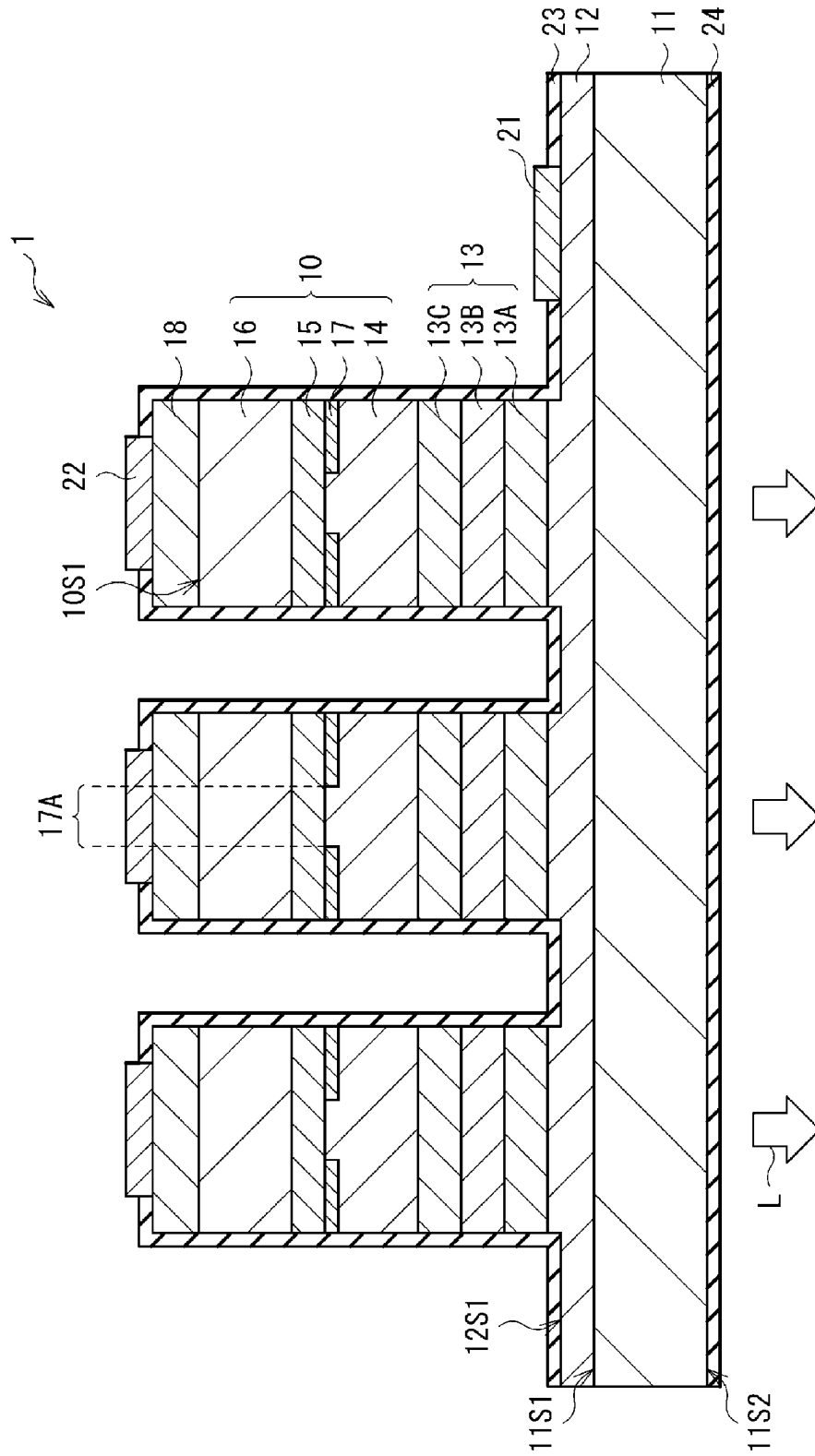
17. Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Bilden einer zweiten Lichtreflexionsschicht, einer aktiven Schicht, einer ersten Lichtreflexionsschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Kohlenstoff als einen Fremdstoff enthält, einer zweiten Pufferschicht, die durch eine arsenbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, die Zink oder Magnesium als einen Fremdstoff enthält, und einer ersten Pufferschicht, die durch eine phosphorbasierte Halbleiterschicht konfiguriert ist, in dieser Reihenfolge durch ein Kristallwachstum; und danach Bilden einer Lichtausgabefläche, wobei die erste Pufferschicht als eine Ätzstoppschicht dient.

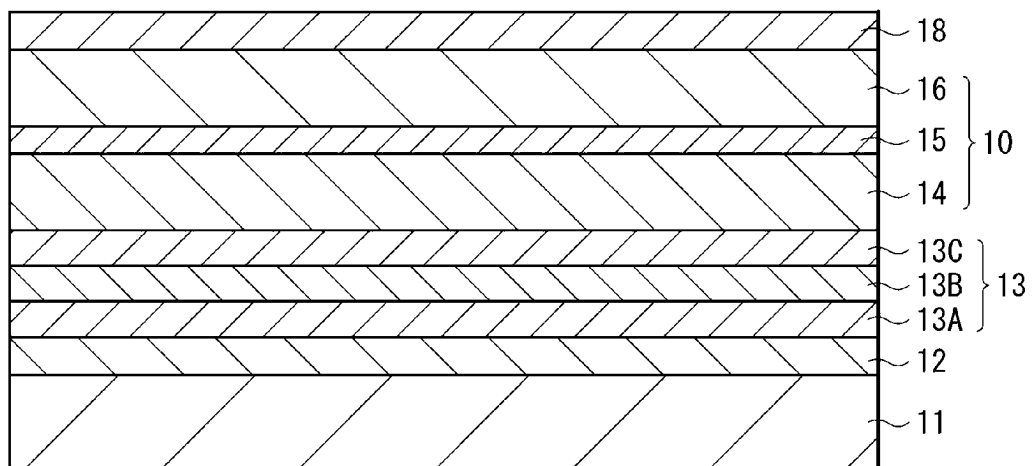
Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

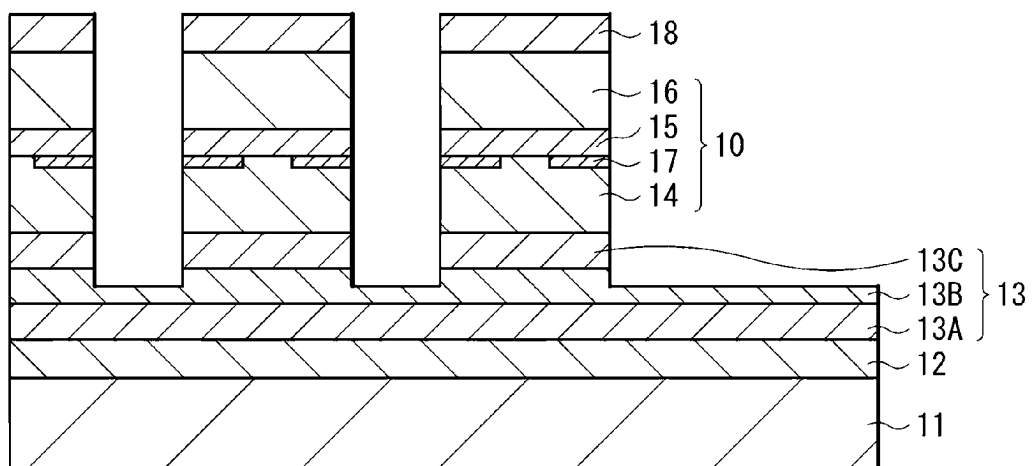
[FIG. 1]



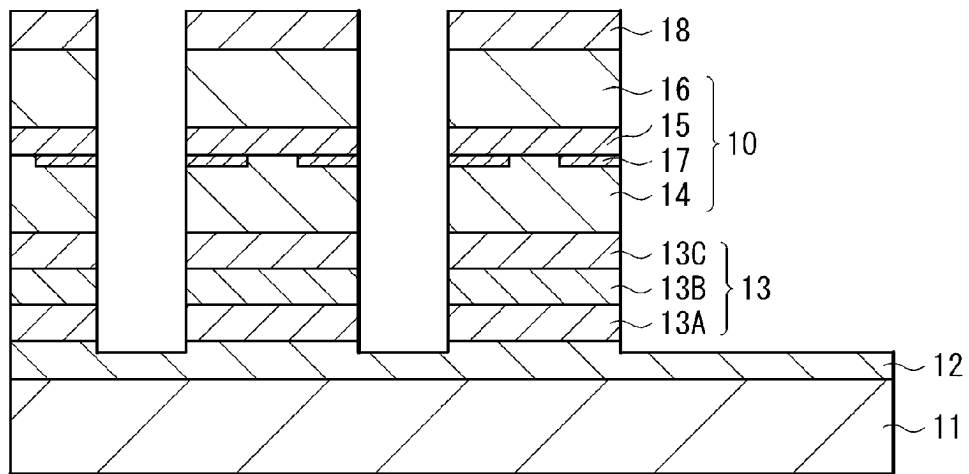
[FIG. 2A]



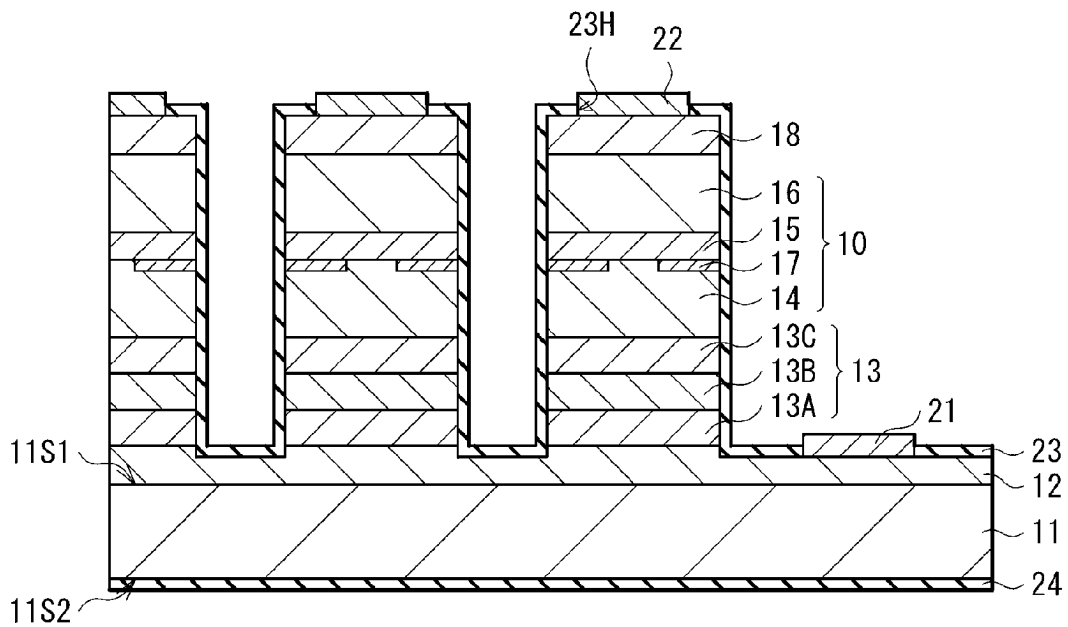
[FIG. 2B]



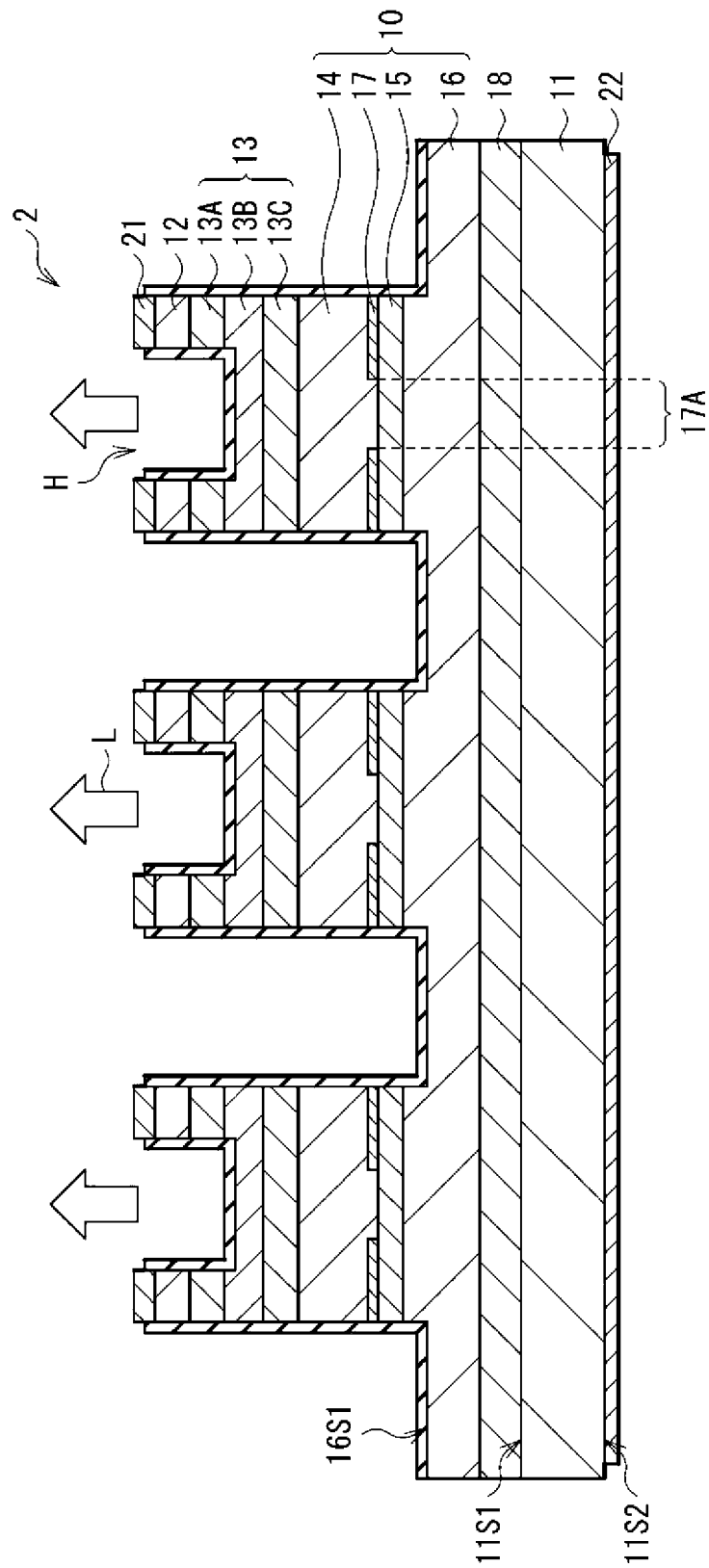
[FIG. 2C]



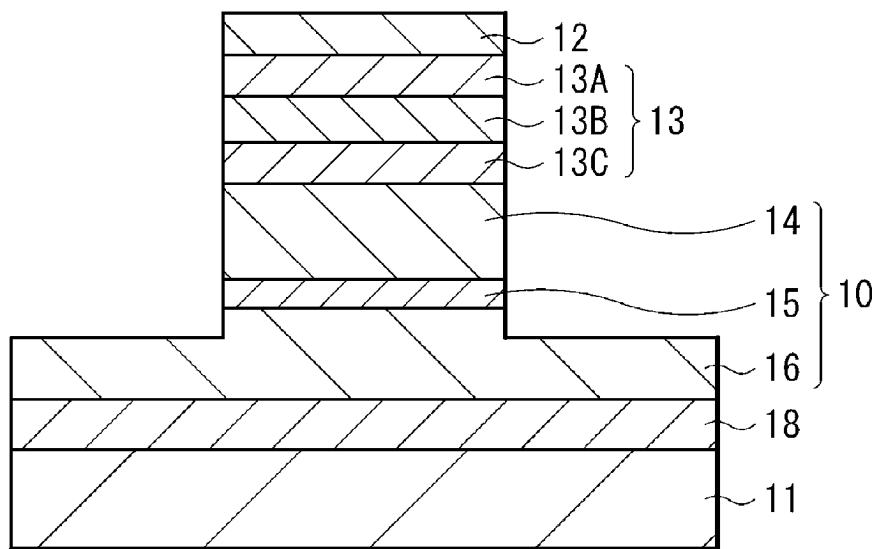
[FIG. 2D]



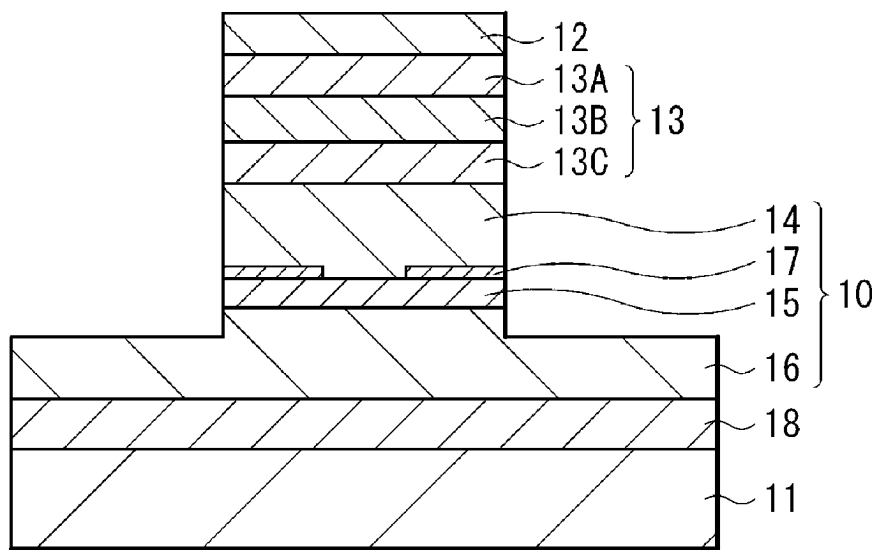
[FIG. 3]



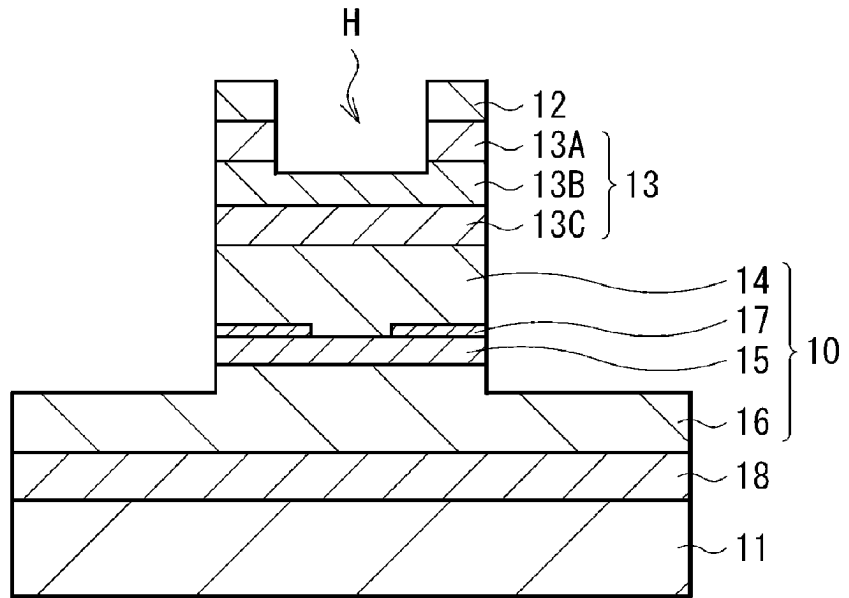
[FIG. 4A]



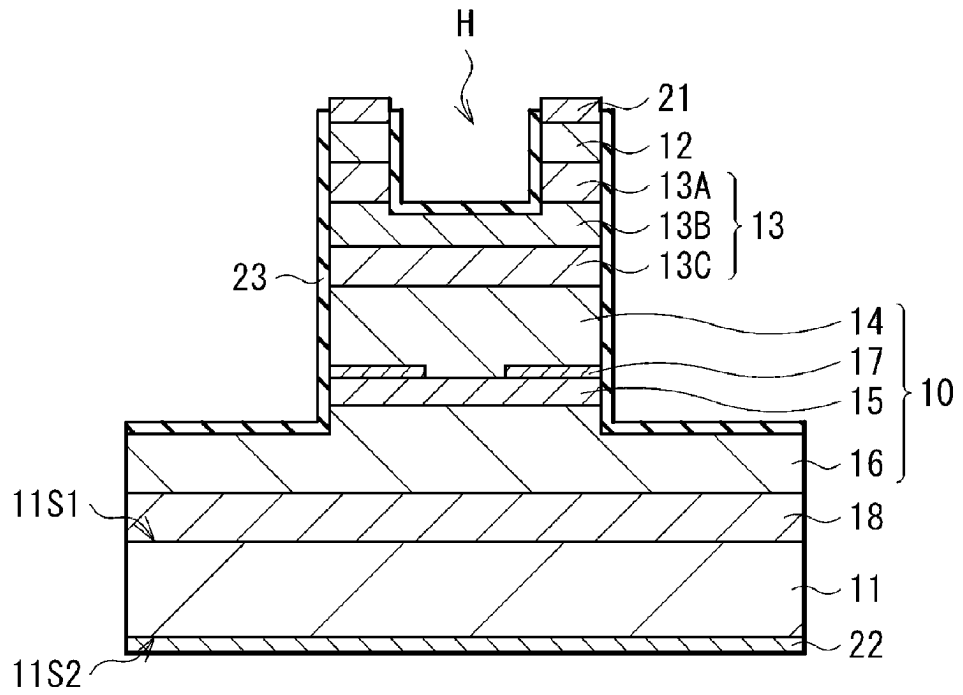
[FIG. 4B]



[FIG. 4C]



[FIG. 4D]



[FIG. 5]

