



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/187081**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 000 475.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/007842**
(86) PCT-Anmeldetag: **02.03.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.09.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **01.12.2022**

(51) Int Cl.: **H01S 5/028 (2006.01)**

H01S 5/14 (2006.01)
H01S 5/343 (2006.01)
H01S 5/40 (2006.01)
G02B 1/115 (2015.01)

(30) Unionspriorität:
2020-046662 17.03.2020 JP

(71) Anmelder:
**Panasonic Holdings Corporation, Kadoma-shi,
Osaka, JP**

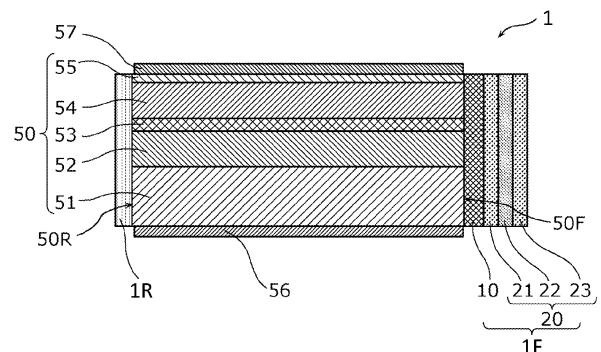
(74) Vertreter:
**Schiffer, Axel, Dipl.-Phys.Univ. Dr.rer.nat., 80335
München, DE**

(72) Erfinder:
**Mochida, Atsunori, Kadoma-shi, Osaka, JP;
Nozaki, Shinichiro, Kadoma-shi, Osaka, JP; Era,
Masanori, Kadoma-shi, Osaka, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **HALBLEITER-LASERELEMENT**

(57) Zusammenfassung: Das Reflexionsvermögen eines Endflächen-Schutzfilms eines Halbleiter-Laserelements wird in einem breiten Wellenlängenbereich auf weniger als oder gleich 1 % gebracht. Das Halbleiter-Laserelement (1) umfasst einen Halbleiterstapelkörper (50), der eine vordere Endfläche (50F) und eine hintere Endfläche (50R) aufweist, und einen Endflächen-Schutzfilm (1F), der auf der vorderen Endfläche (50F) des Halbleiterstapelkörpers (50) angeordnet ist. Der Endflächen-Schutzfilm (1F) umfasst eine erste dielektrische Schicht (10), die auf der vorderen Endfläche (50F) angeordnet ist, und eine zweite dielektrische Schicht (20), die außerhalb der ersten dielektrischen Schicht (10) gestapelt ist. Die zweite dielektrische Schicht (20) umfasst die erste Schicht (21), die auf die erste dielektrische Schicht (10) gestapelt ist, die zweite Schicht (22), die auf die erste Schicht (21) gestapelt ist, und die dritte Schicht (23), die auf die zweite Schicht (22) gestapelt ist. Für die Wellenlänge λ eines Laserstrahls ist der Brechungsindex n_2 der zweiten Schicht (22) höher als der Brechungsindex n_1 der ersten Schicht (21) und der Brechungsindex n_3 der dritten Schicht (23), und die Filmdicke der zweiten Schicht (22) reicht von $\lambda/(8n_2)$ bis einschließlich $3\lambda/(4n_2)$.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Halbleiter-Laserelement.

Stand der Technik

[0002] Üblicherweise wurde die Laserbearbeitung in der Praxis eingesetzt. Um die Anwendung der Laserbearbeitung zu erweitern, muss ein Laserstrahl eine höhere Ausgangsleistung haben. Zur Erzielung einer höheren Ausgangsleistung und eines engeren Laserstrahls wurde ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem ein Halbleiter-Laserelement (d. h. ein Laser-Array) mit einer Vielzahl von Leuchtpunkten als Lichtquelle verwendet wird. Bei diesem Verfahren wird ein optisches Synthesystem konstruiert, das eine Vielzahl von Laserstrahlen aus dem Halbleiter-Laserelement zusammenfasst, und es wird von dem Halbleiter-Laserelement und einem getrennt von dem Halbleiter-Laserelement angeordneten Spiegel ein externer Resonator gebildet. Durch die Anordnung des optischen Synthesystems in einem solchen externen Resonator kann eine Laservorrichtung erreicht werden, die einen Laserstrahl mit höherer Ausgangsleistung und hoher Strahlqualität aussendet.

[0003] In dem Halbleiter-Laserelement, das in einer solchen Laservorrichtung des externen Resonatortyps verwendet wird, ist es erforderlich, das Reflexionsvermögen einer vorderen Endfläche (Hauptendfläche für das Aussenden von Laserstrahlen) des Halbleiter-Laserelements so weit wie möglich zu reduzieren, um die Resonanz (d. h. die interne Resonanz) des Laserstrahls innerhalb des Halbleiter-Laserelements zu unterdrücken. Das Reflexionsvermögen muss beispielsweise weniger als oder gleich 1 % betragen.

[0004] Beispiele für das Verfahren zur Synthese einer Vielzahl von Laserstrahlen umfassen ein räumliches Syntheseverfahren zur räumlichen Synthese einer Vielzahl von Laserstrahlen und ein Wellenlängen-Syntheseverfahren zur Fokussierung einer Vielzahl von Laserstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen auf derselben optischen Achse. Um einen engen Strahl durch die Synthese einer Vielzahl von Laserstrahlen zu erreichen, ist das Wellenlängen-Syntheseverfahren zur Fokussierung einer Vielzahl von Laserstrahlen auf derselben optischen Achse vorteilhafter als das räumliche Syntheseverfahren, bei dem sich eine Vielzahl von optischen Achsen voneinander unterscheiden.

[0005] Um andererseits eine Wellenlängensynthese in dem externen Resonator zu erreichen, ist es notwendig, durch das Halbleiter-Laserelement eine Viel-

zahl von Laserstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen zu erzeugen. Eine Vielzahl von Laserstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen kann beispielsweise erzeugt werden, indem ein Laser-Array als Halbleiter-Laserelement verwendet wird. Darüber hinaus kann auch eine Vielzahl von Laser-Arrays verwendet werden, um viele Laserstrahlen zu erzeugen.

Liste der Zitate

Patentliteratur

[0006] PTL 1: Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2010-219436

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Das Reflexionsvermögen der vorderen Endfläche eines solchen Laser-Arrays muss bei einer Vielzahl von verschiedenen Wellenlängen kleiner oder gleich 1 % sein. In der Literatur (PTL1 usw.), in der herkömmliche Technologien beschrieben werden, wurde jedoch nicht über einen Endflächen-Schutzfilm berichtet, der in der Lage ist, das Reflexionsvermögen in einem breiten Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm auf weniger als oder gleich 1 % zu reduzieren. Daher kann nicht für alle Leuchtpunkte des Laser-Arrays der gleiche Endflächen-Schutzfilm verwendet werden.

[0008] Die vorliegende Erfindung löst ein solches Problem und stellt ein Halbleiter-Laserelement bereit, das einen Endflächen-Schutzfilm umfasst, der in der Lage ist, in einem breiten Wellenlängenbereich ein Reflexionsvermögen von weniger als oder gleich 1 % zu erreichen.

[0009] Ein Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen Halbleiterstapelkörper. Der Halbleiterstapelkörper weist eine vordere Endfläche und eine hintere Endfläche auf und umfasst außerdem einen Endflächen-Schutzfilm. Der Endflächen-Schutzfilm wird auf der vorderen Endfläche des Halbleiterstapelkörpers ausgebildet. Der Endflächen-Schutzfilm umfasst eine erste dielektrische Schicht, die auf der vorderen Endfläche angeordnet ist, und eine zweite dielektrische Schicht, die außerhalb der ersten dielektrischen Schicht gestapelt ist. Die zweite dielektrische Schicht umfasst eine erste Schicht, die auf die erste dielektrische Schicht gestapelt ist, eine zweite Schicht, die auf die erste Schicht gestapelt ist, und eine dritte Schicht, die auf die zweite Schicht gestapelt ist. Für die Wellenlänge λ eines Laserstrahls, der von dem Halbleiter-Laserelement ausgesendet wird, ist der Brechungsindex n_2 der zweiten Schicht höher als der Brechungsindex n_1 der ersten Schicht und der Brechungsindex n_3 der dritten Schicht. Die Schicht-

dicke der zweiten Schicht reicht von $\lambda/(8n_2)$ bis einschließlich $3\lambda/(4n_2)$.

[0010] Der Endflächen-Schutzfilm mit einer derartigen Konfiguration kann in einem breiten Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm ein Reflexionsvermögen von weniger als oder gleich 1 % erreichen. Wenn also das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden Offenbarung beispielsweise in einem Halbleiter-Laserelement eines externen Resonatortyps verwendet wird, das eine Wellenlängensynthese durchführt, ist es nicht erforderlich, die Konfiguration des Endflächen-Schutzfilms für jeden Leuchtpunkt, der einen Laserstrahl aussendet, zu ändern. Daher kann die Konfiguration des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden. Dementsprechend kann ein Herstellungsprozess des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden, so dass die Herstellung des Halbleiter-Laserelements stabilisiert und die Kosten des Halbleiter-Laserelements reduziert werden können.

[0011] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann die erste dielektrische Schicht mindestens eine Schicht aus einem dielektrischen Film umfassen, der mindestens einen von einem Nitridfilm und einen Oxynitridfilm umfasst.

[0012] Infolgedessen kann die Sauerstoffdiffusion von der Außenseite des Endflächen-Schutzfilms zum Halbleiterstapelkörper reduziert werden. Daher kann die Verschlechterung der vorderen Endfläche des Halbleiterstapelkörpers verhindert werden. Daher kann das Halbleiter-Laserelement über einen langen Zeitraum hinweg betrieben werden.

[0013] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Endflächen-Schutzfilm mindestens zwei Schichten aus dielektrischem Film umfassen, der mindestens einen von einem Nitridfilm und einen Oxynitridfilm umfasst.

[0014] Infolgedessen kann die Sauerstoffdiffusion von der Außenseite des Endflächen-Schutzfilms zum Halbleiterstapelkörper weiter reduziert werden. Daher kann die vordere Endfläche des Halbleiterstapelkörpers weiter vor einer Verschlechterung geschützt werden.

[0015] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann die erste dielektrische Schicht mindestens einen SiN-Film, einen AlN-Film, einen SiON-Film, einen AlON-Film, einen Al_2O_3 -Film und/oder einen SiO_2 -Film umfassen.

[0016] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann jede

der ersten Schicht und der dritten Schicht mindestens einen SiO_2 -Film und/oder einen Al_2O_3 -Film umfassen.

[0017] Dadurch kann erreicht werden, dass die erste Schicht und die dritte Schicht jeweils einen relativ niedrigen Brechungsindex haben.

[0018] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann die zweite Schicht mindestens einen AlN-Film, einen AlON-Film, einen TiO_2 -Film, einen Nb_2O_5 -Film, einen ZrO_2 -Film, einen Ta_2O_5 -Film und/oder einen HfO_2 -Film umfassen.

[0019] Dadurch kann erreicht werden, dass die zweite Schicht einen relativ hohen Brechungsindex hat.

[0020] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung ist das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms vorzugsweise kleiner oder gleich 1,0 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm, der die Wellenlänge des Laserstrahls enthält.

[0021] Wenn also das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden Erfindung beispielsweise in einer Halbleiter-Laservorrichtung eines externen Resonatortyps verwendet wird, die eine Wellenlängensynthese durchführt, ist es infolgedessen nicht erforderlich, die Konfiguration des Endflächen-Schutzfilms für jeden Leuchtpunkt, der einen Laserstrahl aussendet, zu ändern. Daher kann die Konfiguration des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden. Dementsprechend kann ein Herstellungsprozess des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden, so dass die Herstellung des Halbleiter-Laserelements stabilisiert und die Kosten des Halbleiter-Laserelements reduziert werden können.

[0022] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung ist das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms besonders bevorzugt kleiner oder gleich 0,5 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm, der die Wellenlänge des Laserstrahls enthält.

[0023] Wenn also das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden Erfindung beispielsweise in einer Halbleiter-Laservorrichtung eines externen Resonatortyps verwendet wird, die eine Wellenlängensynthese durchführt, ist es infolgedessen nicht erforderlich, die Konfiguration des Endflächen-Schutzfilms für jeden Leuchtpunkt, der einen Laserstrahl aussendet, zu ändern. Daher kann die Konfiguration des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden. Dementsprechend kann ein Herstellungsprozess des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden, so dass die Herstellung des Halbleiter-

Laserelements stabilisiert und die Kosten des Halbleiter-Laserelements reduziert werden können.

[0024] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf Galliumnitridbasis gebildet werden.

[0025] Infolgedessen kann ein Halbleiter-Laserelement realisiert werden, das einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge in einem Bereich von etwa 390 nm bis einschließlich 530 nm aussendet. Obwohl das Material auf Galliumnitridbasis das Problem haben kann, dass es sich aufgrund der Sauerstoffdiffusion von einer Endfläche verschlechtert, kann der Endflächen-Schutzfilm gemäß der vorliegenden Offenbarung die Sauerstoffdiffusion von der Endfläche reduzieren. Daher kann die Zuverlässigkeit des Halbleiter-Laserelements verbessert werden.

[0026] In einem Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf Galliumarsenidbasis gebildet werden.

[0027] Infolgedessen kann ein Halbleiter-Laserelement erzielt werden, das einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge in einem Infrarotbereich von etwa 750 nm bis einschließlich 1100 nm aussendet.

[0028] Ein Aspekt des Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Vielzahl von Leuchtpunkten umfassen, und jeder der Vielzahl von Leuchtpunkten kann einen Laserstrahl aussenden.

[0029] Dadurch kann eine kleine Laserlichtquelle erzielt werden, die in der Lage ist, eine Vielzahl von Laserstrahlen auszusenden. Durch die Verwendung eines solchen Halbleiter-Laserelements in einer Halbleiter-Laservorrichtung eines externen Resonatorstyps, die eine Wellenlängensynthese durchführt, kann ein kleines Halbleiter-Laserelement erzielt werden.

[0030] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Halbleiter-Laserelement bereitgestellt werden, das einen Endflächen-Schutzfilm umfasst, der in der Lage ist, in einem breiten Wellenlängenbereich ein Reflexionsvermögen von weniger als oder gleich 1 % zu erreichen.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration eines Halbleiter-Laserelements gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 2 ist ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge

eines Endflächen-Schutzfilms gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge einer zweiten dielektrischen Schicht der Endflächen-Schutzfolie gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 4 ist ein Diagramm, in dem ein Teil von **Fig. 3** vergrößert ist.

Fig. 5 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration einer Halbleiter-Laservorrichtung zeigt, auf die ein Halbleiter-Laserelement gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform angewendet wird.

Fig. 6 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration eines Halbleiter-Laserelements gemäß einer zweiten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Fig. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration eines Halbleiter-Laserelements gemäß einer dritten beispielhaften Ausführungsform zeigt.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0031] Im Folgenden werden beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es ist zu beachten, dass jede der nachstehend beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen ein spezifisches Beispiel der vorliegenden Offenbarung beschreibt. Daher sind Zahlenwerte, Formen, Materialien, Komponenten, Platzierungspositionen und Verbindungsformen der Komponenten und dergleichen, die in den folgenden beispielhaften Ausführungsformen dargestellt sind, lediglich Beispiele und sollen die vorliegende Offenbarung nicht einschränken.

[0032] Jede Zeichnung ist schematisch und nicht unbedingt genau dargestellt. Daher sind Maßstäbe und dergleichen in den jeweiligen Zeichnungen nicht notwendigerweise übereinstimmend. Es ist zu beachten, dass in jeder Zeichnung im Wesentlichen die gleichen Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind und redundante Beschreibungen weggelassen oder vereinfacht werden.

[0033] Außerdem beziehen sich die Begriffe „nach oben“ und „nach unten“ in der vorliegenden Beschreibung nicht auf eine Aufwärtsrichtung (vertikal nach oben) und eine Abwärtsrichtung (vertikal nach unten) in absoluter Raumerkennung, sondern werden als Begriffe verwendet, die durch eine relative Positionsbeziehung definiert sind, die auf einer Stapelreihenfolge in einer Stapelkonfiguration basiert. Auch werden die Begriffe „nach oben“ und „nach unten“ nicht nur dann verwendet, wenn zwei

Komponenten voneinander beabstandet angeordnet sind und sich eine weitere Komponente zwischen den beiden Komponenten befindet, sondern auch dann, wenn zwei Komponenten in Kontakt miteinander angeordnet sind.

(Erste beispielhafte Ausführungsform)

[0034] Es wird ein Halbleiter-Laserelement gemäß einer ersten beispielhaften Ausführungsform beschrieben.

[1-1. Gesamtkonfiguration]

[0035] Zunächst wird eine Gesamtkonfiguration eines Halbleiter-Laserelements gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. **Fig. 1** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration des Halbleiter-Laserelements 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigt. **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt entlang einer Stapelrichtung (vertikale Richtung in **Fig. 1**) des in dem Halbleiter-Laserelement 1 enthaltenen Halbleiterstapelkörpers 50 und einer Resonanzrichtung (horizontale Richtung in **Fig. 1**) eines Laserstrahls.

[0036] Das Halbleiter-Laserelement 1 ist ein Licht aussendendes Halbleiterelement, das einen Laserstrahl aussendet. Wie in **Fig. 1** dargestellt, beinhaltet das Halbleiter-Laserelement 1 den Halbleiterstapelkörper 50 und den Endflächen-Schutzfilm 1F. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beinhaltet das Halbleiter-Laserelement 1 ferner einen Endflächen-Schutzfilm 1R, eine erste Elektrode 56 und eine zweite Elektrode 57.

[1-1-1. Konfigurationen von Halbleiterstapelkörper und Elektrode]

[0037] Der Halbleiterstapelkörper 50 ist ein Stapelkörper, in dem eine Vielzahl von Halbleiterschichten, die das Halbleiter-Laserelement 1 bilden, gestapelt sind. Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist der Halbleiterstapelkörper 50 eine vordere Endfläche 50F und eine hintere Endfläche 50R auf, die einander gegenüberliegende Endflächen sind. Die Endflächen-Schutzfilme 1F und 1R sind auf der vorderen Endfläche 50F bzw. der hinteren Endfläche 50R angeordnet.

[0038] Der Halbleiterstapelkörper 50 umfasst das Substrat 51, die erste Halbleiterschicht 52, die aktive Schicht 53, die zweite Halbleiterschicht 54 und die Kontaktschicht 55. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist der Halbleiterstapelkörper 50 aus einem Material auf Galliumnitridbasis gebildet. Infolgedessen kann das Halbleiter-Laserelement 1 erzielt werden, das einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge in einem Bereich von etwa 390 nm bis einschließlich 530 nm aussendet.

[0039] Das Substrat 51 ist ein plattenförmiges Element, das als Basismaterial für den Halbleiterstapelkörper 50 dient. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist das Substrat 51 ein GaN-Einkristallsubstrat mit einer Dicke von 100 μm . Es ist zu beachten, dass die Dicke des Substrats 51 nicht auf 100 μm beschränkt ist und beispielsweise im Bereich von 50 μm bis einschließlich 120 μm liegen kann. Darüber hinaus ist das Material zum Bilden des Substrats 51 nicht auf ein GaN-Einkristall beschränkt und kann auch Saphir, SiC oder dergleichen sein.

[0040] Die erste Halbleiterschicht 52 ist eine Halbleiterschicht eines ersten Leitfähigkeitstyps, die über dem Substrat 51 angeordnet ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die erste Halbleiterschicht 52 eine n-leitende Halbleiterschicht, die auf einer Hauptfläche des Substrats 51 angeordnet ist und eine n-leitende Mantelschicht aufweist. Die n-leitende Mantelschicht ist eine 1 μm dicke Schicht, die $n\text{-Al}_{0,2}\text{Ga}_{0,8}\text{N}$ enthält. Es ist zu beachten, dass die Konfiguration der n-leitenden Mantelschicht nicht darauf beschränkt ist. Die Dicke der n-leitenden Mantelschicht kann größer oder gleich 0,5 μm sein, und die Zusammensetzung kann $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$) sein.

[0041] Die aktive Schicht 53 ist eine leuchtende Schicht, die über der ersten Halbleiterschicht 52 angeordnet ist. Bei der aktiven Schicht 53 handelt es sich in der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform um eine aktive Quantentopfschicht, in der Topfschichten mit einer Dicke von 5 nm, die jeweils $\text{In}_{0,18}\text{Ga}_{0,82}\text{N}$ enthalten, und Sperrschichten mit einer Dicke von 10 nm, die jeweils GaN enthalten, abwechselnd gestapelt sind. Die aktive Schicht 53 weist zwei Topfschichten auf. Durch die Bereitstellung einer solchen aktiven Schicht 53 kann das Halbleiter-Laserelement 1 einen blauen Laserstrahl mit einer Wellenlänge von etwa 450 nm aussenden. Die Konfiguration der aktiven Schicht 53 ist nicht darauf beschränkt und muss nur eine aktive Schicht sein, in der Topfschichten, die jeweils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$) enthalten, und Sperrschichten, die jeweils $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x + y \leq 1$) enthalten, abwechselnd gestapelt sind. Es ist zu beachten, dass die aktive Schicht 53 eine Führungsschicht enthalten kann, die mindestens entweder über oder unter der aktiven Quantentopfschicht ausgebildet ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beträgt die Anzahl der Topfschichten zwei, kann aber von einer Schicht bis einschließlich vier Schichten reichen. Darüber hinaus kann die Zusammensetzung der In der Topfschicht so gewählt werden, dass ein Strahl bei Wellenlängen von 390 nm bis einschließlich 530 nm mit einer gewünschten Wellenlänge erzeugt werden kann.

[0042] Die zweite Halbleiterschicht 54 ist eine Halbleiterschicht eines zweiten Leitfähigkeitstyps, die

über der aktiven Schicht 53 angeordnet ist. Der zweite Leitfähigkeitstyp unterscheidet sich von dem ersten Leitfähigkeitstyp. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die zweite Halbleiterschicht 54 eine p-leitende Halbleiterschicht und weist eine p-leitende Mantelschicht auf. Bei der p-leitenden Mantelschicht handelt es sich um eine Supergitterschicht, in der 100 Schichten mit einer Dicke von 3 nm, die jeweils $\text{Al}_{0,2}\text{Ga}_{0,8}\text{N}$ enthalten, und 100 Schichten mit einer Dicke von 3 nm, die jeweils GaN enthalten, abwechselnd gestapelt sind. Die Konfiguration der p-leitenden Mantelschicht ist nicht darauf beschränkt und kann Schichten umfassen, die jeweils $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$) enthalten und eine Dicke von 0,3 μm bis einschließlich 1 μm haben.

[0043] Es ist zu beachten, dass die p-leitende Mantelschicht aus einem anderen Material als AlGaIn gebildet sein kann. Die p-leitende Mantelschicht kann aus einem anderen Material mit einem Brechungsindex gebildet werden, der für den Einschluss von Strahlen in der aktiven Schicht 53 geeignet ist.

[0044] Die Kontaktschicht 55 ist eine Halbleiterschicht des zweiten Leitfähigkeitstyps, die in ohmschem Kontakt mit der zweiten Elektrode 57 steht. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die Kontaktschicht 55 eine p-leitende Halbleiterschicht und eine Schicht mit einer Dicke von 10 nm, die p-GaN enthält. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der Kontaktschicht 55 nicht darauf beschränkt ist. Die Dicke der Kontaktschicht 55 kann mehr als oder gleich 5 nm sein.

[0045] In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform sind ein oder mehrere Rippenabschnitte in der zweiten Halbleiterschicht 54 und der Kontaktschicht 55 ausgebildet. Eine Region der aktiven Schicht 53, die jedem Rippenabschnitt entspricht (d. h. eine Region der aktiven Schicht 53, die sich unter jedem Rippenabschnitt befindet), dient als Leuchtpunkt, der einen Laserstrahl aussendet.

[0046] Die erste Elektrode 56 ist eine Elektrode, die auf einer unteren Hauptoberfläche des Substrats 51 (d. h. einer Hauptoberfläche, auf der die erste Halbleiterschicht 52 und dergleichen nicht angeordnet sind) angeordnet ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die erste Elektrode 56 ein Stapelfilm, in dem Ti, Pt und Au ausgehend vom Substrat 51 nacheinander gestapelt sind. Die Konfiguration der ersten Elektrode 56 ist nicht darauf beschränkt. Die erste Elektrode 56 kann ein Stapelfilm sein, in dem Ti und Au gestapelt sind.

[0047] Die zweite Elektrode 57 ist eine Elektrode, die auf der Kontaktschicht 55 angeordnet ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform umfasst die zweite Elektrode 57 eine p-seitige Elektrode in ohmschem Kontakt mit der Kontaktschicht 55

und eine Pad-Elektrode, die auf der p-seitigen Elektrode angeordnet ist.

[0048] Die p-seitige Elektrode ist ein Stapelfilm, in dem Pd und Pt ausgehend von der Kontaktschicht 55 nacheinander gestapelt sind. Die Konfiguration der p-seitigen Elektrode ist nicht darauf beschränkt. Die p-seitige Elektrode kann ein einschichtiger Film oder ein mehrschichtiger Film sein, der beispielsweise aus mindestens Cr, Ti, Ni, Pd, Pt und/oder Au gebildet wird.

[0049] Die Pad-Elektrode ist eine pad-förmige Elektrode, die über der p-seitigen Elektrode angeordnet ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die Pad-Elektrode ein Stapelfilm, in dem Ti und Au ausgehend vom der p-seitigen Elektrode nacheinander gestapelt sind. Er ist in und um den Rippenabschnitt angeordnet. Die Konfiguration der Pad-Elektrode ist nicht darauf beschränkt. Die Pad-Elektrode kann beispielsweise ein Stapelfilm aus Ti, Pt und Au, ein Stapelfilm aus Ni und Au oder ein Stapelfilm aus anderen Metallen sein.

[0050] Obwohl in **Fig. 1** nicht dargestellt, kann der Halbleiterstapelkörper 50 zusätzlich zu den oben genannten Schichten einen Isolierfilm, wie beispielsweise einen SiO_2 -Film, der eine Seitenwand des Rippenabschnitts bedeckt, und dergleichen enthalten.

[1-1-2. Konfigurationen der Endflächen-Schutzfilme 1F und 1R]

[0051] Der Endflächen-Schutzfilm 1F ist ein Schutzfilm, der auf der vorderen Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 angeordnet ist. Der Endflächen-Schutzfilm 1F schützt die vordere Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 und reduziert das Reflexionsvermögen der vorderen Endfläche 50F für einen Laserstrahl. Der Endflächen-Schutzfilm 1F enthält die erste dielektrische Schicht 10 und die zweite dielektrische Schicht 20.

[0052] Die erste dielektrische Schicht 10 ist eine dielektrische Schicht, die auf der vorderen Endfläche 50F angeordnet ist. Die erste dielektrische Schicht 10 kann zumindest eine Schicht eines dielektrischen Films enthalten, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. Dadurch kann die Sauerstoffdiffusion von der vorderen Endfläche 50F in Richtung zu dem Halbleiterstapelkörper 50 reduziert werden. Daher kann die Verschlechterung der vorderen Endfläche des Halbleiterstapelkörpers verhindert werden. Daher kann das Halbleiter-Laserelement über einen langen Zeitraum hinweg betrieben werden.

[0053] Darüber hinaus ist die erste dielektrische Schicht 10 direkt mit der vorderen Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 verbunden (d. h. in

Kontakt mit der vorderen Endfläche 50F ausgebildet). Daher kann durch die Verwendung eines Nitridfilms oder eines Oxynitridfilms, der eine ähnliche Kristallinität wie der Halbleiterstapelkörper 50 aufweist, als erste dielektrische Schicht 10 die Schutzleistung für die vordere Endfläche 50F verbessert werden. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform enthält die erste dielektrische Schicht 10 einen AION-Film. Im Besonderen ist die erste dielektrische Schicht 10 ein einschichtiger Film, der einen AION-Film mit einer Dicke von etwa 20 nm enthält. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der ersten dielektrischen Schicht 10 nicht darauf beschränkt ist. Die erste dielektrische Schicht 10 kann ein weiterer Oxynitridfilm, wie beispielsweise SiON, oder ein Nitridfilm, wie beispielsweise ein AlN-Film oder ein SiN-Film, sein.

[0054] Die zweite dielektrische Schicht 20 ist eine dielektrische Schicht, die außerhalb der ersten dielektrischen Schicht 10 gestapelt ist. Sie umfasst die erste Schicht 21, die auf die erste dielektrische Schicht gestapelt ist, die zweite Schicht 22, die auf die erste Schicht 21 gestapelt ist, und die dritte Schicht 23, die auf die zweite Schicht 22 gestapelt ist. Für einen Laserstrahl mit der Wellenlänge λ , der von dem Halbleiter-Laserelement 1 ausgesendet wird, ist der Brechungsindex n_2 der zweiten Schicht 22 höher als der Brechungsindex n_1 der ersten Schicht 21 und der Brechungsindex n_3 der dritten Schicht 23. Die Schichtdicke der zweiten Schicht 22 reicht von $\lambda/(8n_2)$ bis einschließlich $3\lambda/(4n_2)$. Infolgedessen kann ein Endflächen-Schutzfilm 1F mit einem Reflexionsvermögen von weniger als oder gleich 1 % in einem breiten Wellenlängenbereich erreicht werden. Im Folgenden wird die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge des Endflächen-Schutzfilms 1F unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. **Fig. 2** ist ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge des Endflächen-Schutzfilms 1F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigt. **Fig. 2** zeigt ein Diagramm, das durch Berechnung erhalten wurde. Die vertikale Achse und die horizontale Achse in **Fig. 2** stellen ein Reflexionsvermögen bzw. eine Wellenlänge dar. Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms 1F kleiner oder gleich 1 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm, der die Wellenlänge des Laserstrahls enthält. Im Besonderen ist das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms kleiner oder gleich 0,5 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm, der die Wellenlänge des Laserstrahls enthält. In dem in **Fig. 2** dargestellten Beispiel wird ein Reflexionsvermögen von weniger oder gleich 0,5 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 100 nm im Bereich von ungefähr 400 nm bis einschließlich 500 nm erhalten.

[0055] In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die erste Schicht 21 ein Al_2O_3 -Film mit einer Dicke von etwa 100 nm. Die erste Schicht 21 muss nur ein dielektrischer Film mit einem niedrigeren Brechungsindex als die zweite Schicht 22 sein und kann beispielsweise mindestens entweder einen SiO_2 -Film oder einen Al_2O_3 -Film umfassen. Dadurch kann erreicht werden, dass die erste Schicht 21 einen relativ niedrigen Brechungsindex hat.

[0056] In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die zweite Schicht 22 ein ZrO_2 -Film mit einer Dicke von etwa 50 nm. Die zweite Schicht 22 muss nur ein dielektrischer Film sein, der einen höheren Brechungsindex aufweist als derjenige der ersten Schicht 21 und der dritten Schicht 23. Beispielsweise kann, wenn die erste Schicht 21 und die dritte Schicht Al_2O_3 -Filme oder SiO_2 -Filme sind, die zweite Schicht mindestens einen AlN-Film, einen AION-Film, einen TiO_2 -Film, einen Nb_2O_5 -Film, einen ZrO_2 -Film, einen Ta_2O_5 -Film und/oder einen HfO_2 -Film umfassen. Darüber hinaus kann die zweite Schicht 22 mindestens entweder einen SiN-Film oder einen SiON-Film enthalten. Dadurch kann erreicht werden, dass die zweite Schicht 22 einen relativ hohen Brechungsindex hat.

[0057] In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die dritte Schicht 23 ein SiO_2 -Film mit einer Dicke von etwa 100 nm. Die dritte Schicht 23 muss nur ein dielektrischer Film mit einem niedrigeren Brechungsindex als die zweite Schicht 22 sein und kann beispielsweise mindestens entweder einen SiO_2 -Film oder einen Al_2O_3 -Film umfassen. Dadurch kann die dritte Schicht 23 mit einem relativ niedrigen Brechungsindex erzielt werden.

[0058] Der Endflächen-Schutzfilm 1R ist ein Schutzfilm, der auf der hinteren Endfläche 50R des Halbleiterstapelkörpers 50 angeordnet ist. Der Endflächen-Schutzfilm 1R schützt die hintere Endfläche 50R des Halbleiterstapelkörpers 50 und erhöht das Reflexionsvermögen der hinteren Endfläche 50R für einen Laserstrahl. Bei dem Endflächen-Schutzfilm 1R handelt es sich in der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform um einen mehrschichtigen Film, in dem eine Vielzahl von Paaren von SiO_2 -Filmen und ZrO_2 -Filmen mit einer Dicke von jeweils etwa $\lambda/(4n)$ gestapelt sind, wobei λ die Wellenlänge des Laserstrahls ist. Dabei stellt n den Brechungsindex jedes dielektrischen Films dar. Dadurch kann das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms 1R für den Laserstrahl auf mehr als oder gleich 90 % gebracht werden. Es ist zu beachten, dass die Konfiguration des Endflächen-Schutzfilms 1R nicht darauf beschränkt ist und eine Konfiguration, solange mit ihr ein gewünschtes Reflexionsvermögen erzielt werden kann, angenommen werden kann, bei der eine Vielzahl von Paaren von SiO_2 -Filmen und Ta_2O_5 -Filmen, SiO_2 -Filmen und AION-Filmen, SiO_2 -Filmen und

AlN-Filmen, SiO₂-Filmen und TiO₂-Filmen, SiO₂-Filmen und HfO₂-Filmen, SiO₂-Filmen und Nb₂O₅-Filmen oder dergleichen gestapelt sind. Zusätzlich können als Filme mit niedrigem Brechungsindex der obigen Paare Al₂O₃-Filme verwendet werden. In ähnlicher Weise wie der Endflächen-Schutzfilm 1F kann der Endflächen-Schutzfilm 1R auch mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfassen.

[1-2. Wirkung und Effekte des Endflächen-Schutzfilms 1F]

[0059] Als nächstes werden eine Wirkung und Effekte des Endflächen-Schutzfilms 1F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben und mit denen eines Vergleichsbeispiels verglichen. **Fig. 3** ist ein Diagramm, das die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge der zweiten dielektrischen Schicht 20 der Endflächen-Schutzfolie 1F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigt. **Fig. 4** ist ein Diagramm, in dem ein Teil von **Fig. 3** vergrößert ist. **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen durch Berechnung erhaltenen Diagramme. Die vertikale Achse und die horizontale Achse in **Fig. 3** und **Fig. 4** stellen jeweils ein Reflexionsvermögen bzw. eine Wellenlänge dar. **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen auch jeweils die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge eines Endflächen-Schutzfilms eines Vergleichsbeispiels. Der durchgezogene Graph, der jeweils in **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt ist, zeigt das Reflexionsvermögen der zweiten dielektrischen Schicht 20, die den dreischichtigen Film gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform enthält. Der Strich-Punkt-Graph und der Zwei-Punkt-Strich-Graph, die jeweils in **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt sind, zeigen ein Reflexionsvermögen eines einschichtigen Films eines ersten Vergleichsbeispiels bzw. ein Reflexionsvermögen eines zweischichtigen Films eines zweiten Vergleichsbeispiels.

[0060] Im Fall des einschichtigen Films des ersten Vergleichsbeispiels kann ein niedriges Reflexionsvermögen von etwa 0,3 % erreicht werden, aber der Wellenlängenbereich, in dem ein niedriges Reflexionsvermögen erzielt werden kann, ist klein, wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt. Im Besonderen beträgt ein Wellenlängenbereich, in dem das Reflexionsvermögen weniger als oder gleich 0,5 % ist, etwa 10 nm und ein Wellenlängenbereich, in dem das Reflexionsvermögen weniger als oder gleich 1 % ist, etwa 20 nm. Bei dem zweischichtigen Film des zweiten Vergleichsbeispiels kann ein geringes Reflexionsvermögen von weniger als oder gleich 0,1 % erreicht werden, aber auch in diesem Fall ist ein Wellenlängenbereich, in dem ein geringes Reflexionsvermögen erzielt werden kann, ähnlich wie beim ersten Vergleichsbeispiel klein.

[0061] Andererseits kann im Fall eines dreischichtigen Films, der als zweite Schicht 22 einen Film mit hohem Brechungsindex wie in der zweiten dielektrischen Schicht 20 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform verwendet, die Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Wellenlänge in einem Wellenlängenbereich mit niedrigem Reflexionsvermögen reduziert werden, wie in **Fig. 4** dargestellt. Somit kann ein geringes Reflexionsvermögen über einen breiten Wellenlängenbereich erreicht werden. Wenn das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beispielsweise in einer Halbleiter-Laservorrichtung eines externen Resonatortyps verwendet wird, die eine Wellenlängensynthese durchführt, ist es daher nicht erforderlich, die Konfiguration des Endflächen-Schutzfilms für jeden Leuchtpunkt, der einen Laserstrahl aussendet, zu ändern. Daher kann die Konfiguration des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden. Dementsprechend kann ein Herstellungsprozess des Halbleiter-Laserelements vereinfacht werden, so dass die Herstellung des Halbleiter-Laserelements stabilisiert und die Kosten des Halbleiter-Laserelements reduziert werden können.

[0062] Hier wird ein Grund beschrieben, warum ein breiter Bereich mit geringem Reflexionsvermögen in der zweiten dielektrischen Schicht 20 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform erreicht werden kann. In der zweiten dielektrischen Schicht 20 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform können zwei Wellenlängen in der Nähe von 450 nm, die zu den Wellenlängen gehören, bei denen das Reflexionsvermögen jeweils einen Minimalwert annimmt, jeweils in die Nähe von etwa 420 nm und etwa 480 nm gebracht werden, indem eine optische Weglänge (d. h. eine optische Weglänge in der Dickenrichtung der zweiten dielektrischen Schicht 20) mehr erhöht wird als bei dem einschichtigen Film und dem zweischichtigen Film. Dabei ist der Minimalwert an einem Punkt, an dem die Wellenlänge λ 420 nm beträgt, ein Minimalwert, der erzeugt wird, wenn die optische Weglänge in der Dickenrichtung der zweiten dielektrischen Schicht 20 ein Vielfaches von $\lambda/4$ wird, und der Minimalwert an einem Punkt, an dem die Wellenlänge λ 480 nm beträgt, ist ein Minimalwert, der erzeugt wird, wenn die optische Weglänge in der Dickenrichtung der zweiten dielektrischen Schicht 20 ein Vielfaches von $\lambda/2$ wird.

[0063] Ferner wird zur Unterdrückung eines Reflexionsvermögens bei einer Wellenlänge zwischen 420 nm und 480 nm ein Film mit hohem Brechungsindex als zweite Schicht 22 verwendet.

[0064] Mit dem oben genannten Verfahren kann erreicht werden, dass die zweite dielektrische Schicht 20 in einem breiten Wellenlängenbereich ein geringes Reflexionsvermögen hat.

[0065] Ein Endflächen-Schutzfilm, der auf ein Halbleiter-Laserelement mit hoher Ausgangsleistung aufgebracht werden kann, kann jedoch nicht nur durch eine zweite dielektrische Schicht 20 mit dreischichtigem Aufbau erreicht werden. Der Endflächen-Schutzfilm, der auf ein Halbleiter-Laserelement mit hoher Ausgangsleistung aufgebracht werden kann, muss in der Lage sein, die Verschlechterung der vorderen Endfläche 50F auch in einem Langzeit-Zuverlässigkeitstest für das Halbleiter-Laserelement zu reduzieren. Daher beinhaltet der Endflächen-Schutzfilm 1F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform eine erste dielektrische Schicht 10, die zwischen der zweiten dielektrischen Schicht 20 und der vorderen Endfläche 50F angeordnet ist. Dadurch können mit dem Endflächen-Schutzfilm 1F sowohl die Zuverlässigkeit als auch die Reflexionseigenschaften erzielt werden.

[0066] In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist der Halbleiterstapelkörper 50 aus einem Material auf Galliumnitridbasis gebildet.

[0067] Infolgedessen kann das Halbleiter-Laserelement 1 erzielt werden, das einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge in einem Bereich von etwa 390 nm bis einschließlich 530 nm aussendet. Obwohl das Material auf Galliumnitridbasis das Problem haben kann, dass es sich aufgrund der Sauerstoffdiffusion von einer Endfläche verschlechtert, kann der Endflächen-Schutzfilm 1F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform die Sauerstoffdiffusion von der vorderen Endfläche 50F reduzieren. Daher kann die Zuverlässigkeit des Halbleiter-Laserelements 1 verbessert werden.

[1-3. Herstellungsverfahren]

[0068] Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung des Halbleiter-Laserelements 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beschrieben.

[0069] Zunächst wird der Halbleiterstapelkörper 50 gebildet. Bei der Bildung des Halbleiterstapelkörpers 50 wird zunächst das Substrat 51 vorbereitet und die erste Halbleiterschicht 52, die aktive Schicht 53, die zweite Halbleiterschicht 54 und die Kontaktschicht 55 nacheinander darauf gestapelt. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform werden die n-leitende Mantelschicht, die aktive Schicht 53, die p-leitende Mantelschicht und die Kontaktschicht 55 nacheinander auf das Substrat 51 gestapelt. Die Abscheidung jeder Schicht kann beispielsweise durch metallorganisches Abscheiden aus der Gasphase (MOCVD) erfolgen.

[0070] Anschließend werden die Rippenabschnitte in der zweiten Halbleiterschicht 54 und der Kontaktschicht 55 ausgebildet. Der Rippenabschnitt kann

beispielsweise durch einen REI-Prozess (reaktives Ionenätzen) vom Typ eines induktiv gekoppelten Plasmas (ICP) oder dergleichen gebildet werden.

[0071] Wie oben beschrieben, kann der Halbleiterstapelkörper 50 des Halbleiter-Laserelements 1 gebildet werden.

[0072] Anschließend wird ein Isolierfilm, wie beispielsweise ein SiO₂-Film, beispielsweise durch ein chemisches Plasma-Gasphasenabscheide (CVD)-Verfahren oder dergleichen gebildet. Zumindest ein Teil einer Oberseite des Rippenabschnitts des Isolierfilms wird durch Nassätzen oder dergleichen entfernt.

[0073] Anschließend wird die zweite Elektrode 57 auf dem Rippenabschnitt beispielsweise durch ein Vakuumabscheideverfahren oder dergleichen gebildet.

[0074] Anschließend wird die erste Elektrode 56 auf einer Unterseite des Substrats 51 beispielsweise durch ein Vakuumabscheideverfahren oder dergleichen gebildet.

[0075] Als nächstes werden der Endflächen-Schutzfilm 1F und der Endflächen-Schutzfilm 1R auf der vorderen Endfläche 50F bzw. der hinteren Endfläche 50R des Halbleiterstapelkörpers 50 gebildet. Zum jeweiligen Bilden der dielektrischen Filme auf der vorderen Endfläche 50F und der hinteren Endfläche 50R wird beispielsweise eine Festkörper-Elektronzyklotronresonanz (ECR)-Sputter-Plasmaabscheidevorrichtung verwendet. Dadurch kann eine Beschädigung jeder Endfläche, die bei der Ausbildung jedes dielektrischen Films auftreten kann, unterdrückt werden.

[0076] Wie oben beschrieben, kann das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform hergestellt werden.

[1-4. Anwendungsbeispiel]

[0077] Als nächstes wird ein Anwendungsbeispiel des Halbleiter-Laserelements 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beschrieben. Das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform kann beispielsweise auf eine Halbleiter-Laservorrichtung eines externen Resonatortyps angewendet werden, die eine Wellenlängensynthese durchführt. Im Folgenden wird die Halbleiter-Laservorrichtung, auf die das Halbleiter-Laserelement 1 angewendet wird, unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. **Fig. 5** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration einer Halbleiter-Laservorrichtung 2 zeigt, auf die das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß

einer vorliegenden beispielhaften Ausführungsform angewendet wird.

[0078] Wie in **Fig. 5** dargestellt, umfasst die Halbleiter-Laservorrichtung 2 die Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b, die optischen Linsen 91a und 91b, das Beugungsgitter 95 und den teilreflektierenden Spiegel 97.

[0079] Jedes der Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b ist ein Beispiel für das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform. Die Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b sind Laser-Arrays und haben jeweils N (N ist eine ganze Zahl größer oder gleich 2) Leuchtpunkte E_{11} bis E_{1N} und N Leuchtpunkte E_{21} bis E_{2N} . Jeder dieser Leuchtpunkte sendet einen Laserstrahl aus. Die Wellenlänge des Laserstrahls, der von jedem Leuchtpunkt ausgesendet wird, wird durch eine Wellenlängen-Auswahlaktion eines externen Resonators bestimmt, der ein Beugungsgitter 95 umfasst, das später beschrieben wird. In dem Halbleiter-Laserelement 1a senden die Leuchtpunkte E_{11} bis E_{1N} jeweils Laserstrahlen mit den Wellenlängen λ_{11} bis λ_{1N} aus, die sich voneinander unterscheiden. In dem Halbleiter-Laserelement 1b senden die Leuchtpunkte E_{21} bis E_{2N} Laserstrahlen mit den Wellenlängen λ_{21} bis λ_{2N} aus, die sich voneinander unterscheiden. Die Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b sind so angeordnet, dass sich die jeweiligen Laserstrahlen in derselben Ebene ausbreiten.

[0080] Die optischen Linsen 91a und 91b sind optische Bauteile, die jeweils die von den Halbleiter-Laserelementen 1a und 1b ausgesendeten Laserstrahlen auf das Beugungsgitter 95 fokussieren. Es ist anzumerken, dass jede der optischen Linsen 91a und 91b die Funktion haben kann, jeden Laserstrahl zu bündeln. Darüber hinaus kann die Halbleiter-Laservorrichtung 2 eine Kollimatorlinse umfassen, die jeden Laserstrahl bündelt, und zwar getrennt von den optischen Linsen 91a und 91b.

[0081] Das Beugungsgitter 95 ist ein Wellenlängen-Dispersionselement, das eine Vielzahl von Laserstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen voneinander multiplext. Durch die entsprechende Einstellung der Wellenlängen und Einfallswinkel einer Vielzahl von Laserstrahlen, die auf das Beugungsgitter 95 einfallen sollen, und der Intervalle zwischen den Schlitzen des Beugungsgitters 95, kann die Vielzahl der Laserstrahlen in verschiedenen Ausbreitungsrichtungen im Wesentlichen auf derselben optischen Achse zusammengefasst werden.

[0082] Der teilreflektierende Spiegel 97 ist ein Spiegel, der einen externen Resonator mit der hinteren Endfläche jedes Halbleiter-Laserelements bildet und als Ausgangskoppler fungiert, der einen Laserstrahl aussendet. Das Reflexionsvermögen und der

Transmissionsgrad des teilreflektierenden Spiegels 97 können entsprechend der Verstärkung oder dergleichen jedes Halbleiter-Laserelements in geeigneter Weise eingestellt werden.

[0083] Die Funktionsweise der Halbleiter-Laservorrichtung 2 mit der obigen Konfiguration wird nun beschrieben. Jedes der Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b sendet N Laserstrahlen aus, wenn ein Strom zugeführt wird. Die N Laserstrahlen, die von dem Halbleiter-Laserelement 1a ausgesendet werden, werden durch die optische Linse 91a auf einen Brennpunkt auf dem Beugungsgitter 95 fokussiert, während die von dem Halbleiter-Laserelement 1b ausgesendeten N Laserstrahlen durch die optische Linse 91b auf den Brennpunkt auf dem Beugungsgitter 95 fokussiert werden. Jeder durch das Beugungsgitter 95 übertragene Laserstrahl wird durch das Beugungsgitter 95 gebeugt, breitet sich im Wesentlichen auf derselben optischen Achse aus und bewegt sich in Richtung des teilreflektierenden Spiegels 97. Ein Teil jedes Laserstrahls, der sich auf den teilreflektierenden Spiegel 97 zubewegt, wird von dem teilreflektierenden Spiegel 97 reflektiert und kehrt über das Beugungsgitter 95 und die optische Linse 91a oder 91b zu dem Halbleiter-Laserelement zurück, das den Laserstrahl ausgesendet hat. Wie oben beschrieben, wird der externe Resonator zwischen der hinteren Endfläche 50R jedes Halbleiter-Laserelements und dem teilreflektierenden Spiegel 97 gebildet. Andererseits wird der durch den teilreflektierenden Spiegel 97 übertragene Laserstrahl zu einem Ausgangsstrahl der Halbleiter-Laservorrichtung 2, wobei ein Laserstrahl mit hoher Ausgangsleistung beispielsweise durch eine auf der optischen Achse des Ausgangsstrahls angeordnete optische Faser oder dergleichen erhalten werden kann.

[0084] Wenn der externe Resonator durch die Verwendung eines teilreflektierenden Spiegels 97 gebildet wird, ist es notwendig, die interne Resonanz in jedem Halbleiter-Laserelement zu unterdrücken. Um die interne Resonanz in jedem Halbleiter-Laserelement zu unterdrücken, ist es notwendig, die Reflexion eines Strahls an der vorderen Endfläche 50F jedes Halbleiter-Laserelements so weit wie möglich zu reduzieren. Daher ist es notwendig, das Reflexionsvermögen des auf der vorderen Endfläche 50F angeordneten Endflächen-Schutzfilms 1F auf weniger als oder gleich 1 % zu reduzieren. Es ist anzumerken, dass das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms 1F besonders bevorzugt weniger als oder gleich 0,5 % beträgt. Dadurch kann die interne Resonanz in jedem Halbleiter-Laserelement weiter unterdrückt werden.

[0085] Beispiele für das Verfahren zur Synthese von Strahlen sind ein Wellenlängen-Syntheseverfahren zur Verwendung in der in **Fig. 5** dargestellten Halbleiter-Laservorrichtung 2 und ein räumliches Synthe-

severfahren zur räumlichen Synthese von Strahlen. Um engere Strahlen zu erzielen, ist das Wellenlängen-Syntheseverfahren zur Fokussierung von Strahlen auf dieselbe optische Achse vorteilhafter als das räumliche Syntheseverfahren. Wie in **Fig. 5** dargestellt, senden der Laserlichtstrahl mit der Wellenlänge λ_{11} und der Laserlichtstrahl mit der Wellenlänge λ_{1N} in dem Halbleiter-Laserelement 1a Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen aus aufgrund der unterschiedlichen optischen Weglängen und der unterschiedlichen Einfallswinkel auf das Beugungsgitter 95. Auch in dem Halbleiter-Laserelement 1b, das an einer anderen Position als das Halbleiter-Laserelement 1a angeordnet ist, werden Strahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen ausgesendet, da sich die optischen Weglängen und Einfallswinkel auf dem Beugungsgitter 95 von denjenigen des Halbleiter-Laserelements 1a unterscheiden. Um die Strahlausgangsleistung durch Synthese einer Vielzahl von Laserstrahlen mit dem oben beschriebenen Wellenlängen-Syntheseverfahren zu erhöhen, sind Laserstrahlen mit einer großen Anzahl von Wellenlängen erforderlich.

[0086] In den Halbleiter-Laserelementen 1a und 1b gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform kann das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms 1F in einem breiten Wellenlängenbereich, der die Wellenlängen einer Vielzahl von Laserstrahlen einschließt, auf weniger als oder gleich 1 % reduziert werden. Daher ist es nicht notwendig, die Konfiguration an jedem Leuchtpunkt des Endflächen-Schutzfilms 1F jedes Halbleiter-Laserelements zu ändern. Darüber hinaus können auch die Konfigurationen der Endflächen-Schutzfilme der Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b standardisiert werden. Daher kann die Konfiguration der Halbleiter-Laservorrichtung 2 vereinfacht werden. Dementsprechend kann ein Herstellungsprozess der Halbleiter-Laservorrichtung 2 vereinfacht werden, so dass die Herstellung des Halbleiter-Laserelements stabilisiert und die Kosten des Halbleiter-Laserelements reduziert werden können. Weiterhin umfasst der Endflächen-Schutzfilm 1F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform die erste dielektrische Schicht 10, die zwischen der zweiten dielektrischen Schicht 20 und der vorderen Endfläche 50F angeordnet ist, so dass die Verschlechterung der vorderen Endfläche 50F auch dann reduziert werden kann, wenn jedes Halbleiter-Laserelement lange Zeit mit hoher Ausgangsleistung betrieben wird. Somit kann eine Halbleiter-Laservorrichtung mit hoher Ausgangsleistung und hoher Zuverlässigkeit erzielt werden.

[0087] Darüber hinaus ist jedes der Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b ein Laser-Array, das eine Vielzahl von Leuchtpunkten aufweist, die jeweils einen Laserstrahl aussenden.

[0088] Dadurch kann eine kleine Laserlichtquelle erzielt werden, die in der Lage ist, eine Vielzahl von Laserstrahlen auszusenden. Eine kleine Halbleiter-Laservorrichtung kann erreicht werden, indem die Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b in einer Halbleiter-Laservorrichtung 2 eines externen Resonatortyps verwendet werden, die eine Wellenlängensynthese durchführt.

[0089] Obwohl die Halbleiter-Laservorrichtung 2 zwei Halbleiter-Laserelemente 1a und 1b umfasst, ist die Anzahl der in der Halbleiter-Laservorrichtung 2 enthaltenen Halbleiter-Laserelemente nicht darauf beschränkt und kann ein oder drei oder mehr sein. Darüber hinaus weist jedes Halbleiter-Laserelement der Halbleiter-Laservorrichtung 2 eine Vielzahl von Leuchtpunkten auf, es kann jedoch jedes Halbleiter-Laserelement einen einzigen Leuchtpunkt aufweisen.

(Zweite beispielhafte Ausführungsform)

[0090] Es wird ein Halbleiter-Laserelement gemäß einer zweiten beispielhaften Ausführungsform beschrieben. Ein Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform unterscheidet sich von dem Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform hauptsächlich durch die Konfiguration der ersten dielektrischen Schicht. Nachfolgend wird das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben, wobei speziell auf Unterschiede zu dem Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform eingegangen wird.

[0091] **Fig. 6** ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration des Halbleiter-Laserelements 101 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigt. **Fig. 6** zeigt einen Querschnitt entlang einer Stapelrichtung des in dem Halbleiter-Laserelement 101 enthaltenen Halbleiterstapelkörpers 50 und einer Resonanzrichtung eines Laserstrahls.

[0092] Wie in **Fig. 6** dargestellt, umfasst das Halbleiter-Laserelement 101 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform den Halbleiterstapelkörper 50, die Endflächen-Schutzfilme 101F und 1R, die erste Elektrode 56 und die zweite Elektrode 57.

[0093] Der Endflächen-Schutzfilm 101F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beinhaltet eine erste dielektrische Schicht 110 und eine zweite dielektrische Schicht 120.

[0094] Die erste dielektrische Schicht 110 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform

beinhaltet eine Vielzahl von dielektrischen Filmen. Wie in **Fig. 6** dargestellt, umfasst die erste dielektrische Schicht 110 die erste Schutzschicht 111, die zweite Schutzschicht 112 und die dritte Schutzschicht 113.

[0095] Die erste Schutzschicht 111 ist ein dielektrischer Film, der direkt mit der vorderen Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 verbunden ist. Die erste Schutzschicht 111 kann einen dielektrischen Film enthalten, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform enthält die erste Schutzschicht 111 einen AION-Film. Im Besonderen ist die erste Schutzschicht 111 ein einschichtiger Film, der einen AION-Film mit einer Dicke von etwa 20 nm enthält. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der ersten Schutzschicht 111 nicht darauf beschränkt ist. Die erste Schutzschicht 111 kann ein anderer Oxynitridfilm, wie beispielsweise SiON, oder ein Nitridfilm, wie beispielsweise ein AlN-Film oder ein SiN-Film, sein.

[0096] Die zweite Schutzschicht 112 ist ein dielektrischer Film, der auf die erste Schutzschicht 111 gestapelt ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die zweite Schutzschicht 112 ein einschichtiger Film, der einen Al_2O_3 -Film mit einer Dicke von etwa 10 nm umfasst. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der zweiten Schutzschicht 112 nicht darauf beschränkt ist. Die zweite Schutzschicht 112 kann ein anderer dielektrischer Film, wie beispielsweise SiO_2 , sein.

[0097] Die dritte Schutzschicht 113 ist ein dielektrischer Film, der auf die zweite Schutzschicht 112 gestapelt ist. Die dritte Schutzschicht 113 kann einen dielektrischen Film enthalten, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die dritte Schutzschicht 113 ein einschichtiger Film, der einen AlN-Film mit einer Dicke von etwa 15 nm umfasst. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der dritten Schutzschicht 113 nicht darauf beschränkt ist. Die dritte Schutzschicht 113 kann ein anderer Nitridfilm, wie beispielsweise SiN, oder ein Oxynitridfilm, wie beispielsweise ein AION-Film oder ein SiON-Film, sein.

[0098] Wie in **Fig. 6** dargestellt, umfasst die zweite dielektrische Schicht 120 die erste Schicht 121, die zweite Schicht 122 und die dritte Schicht 123. Die erste Schicht 121 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist ein einschichtiger Film, der einen SiO_2 -Film mit einer Dicke von etwa 100 nm umfasst. Die zweite Schicht 122 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist ein einschichtiger Film, der einen Ta_2O_5 -Film mit einer Dicke von etwa 50 nm umfasst. Die dritte Schicht 123 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausfüh-

rungsform hat die gleiche Konfiguration wie die dritte Schicht 23 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

[0099] Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der zweiten dielektrischen Schicht 120 nicht darauf beschränkt ist. Jede der ersten Schicht 121 und der dritten Schicht 123 muss nur ein dielektrischer Film mit einem niedrigeren Brechungsindex als derjenige der zweiten Schicht 122 sein und kann ein anderer dielektrischer Film, wie beispielsweise ein Al_2O_3 -Film sein. Darüber hinaus muss die zweite Schicht 122 nur ein dielektrischer Film mit einem höheren Brechungsindex als derjenige der ersten Schicht 121 und der dritten Schicht 123 sein und kann ein SiN-Film, ein SiON-Film, ein TiO_2 -Film, ein Nb_2O_5 -Film, ein HfO_2 -Film, ein AlN-Film, ein AION-Film oder dergleichen sein.

[0100] Das Halbleiter-Laserelement 101 mit der oben beschriebenen Konfiguration übt auch ähnliche Effekte aus wie das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

[0101] Der Endflächen-Schutzfilm 101F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform umfasst mindestens zwei Schichten aus dielektrischem Film, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. Im Besonderen enthält die erste dielektrische Schicht 110 des Endflächen-Schutzfilms 101F zumindest zwei Schichten aus dielektrischem Film, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. Dadurch kann die Sauerstoffdiffusion ausgehend von der vorderen Endfläche 50F in Richtung des Halbleiterstapelkörpers 50 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform stärker reduziert werden als in dem Endflächen-Schutzfilm 1F. Daher kann die vordere Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 weiter vor einer Verschlechterung geschützt werden. Daher kann ein Halbleiter-Laserelement 101 erzielt werden, das über einen längeren Zeitraum betrieben werden kann.

(Dritte beispielhafte Ausführungsform)

[0102] Es wird ein Halbleiter-Laserelement gemäß einer dritten beispielhaften Ausführungsform beschrieben. Ein Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Halbleiter-Laserelement 101 gemäß der zweiten beispielhaften Ausführungsform dadurch, dass eine zweite dielektrische Schicht eines Endflächen-Schutzfilms einen dielektrischen Film enthält, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. Nachfolgend wird das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben, wobei speziell auf Unterschiede zu dem Halbleiter-Laserelement

101 gemäß der zweiten beispielhaften Ausführungsform eingegangen wird.

[0103] Fig. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht, die eine Konfiguration des Halbleiter-Laserelements 201 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigt. Fig. 7 zeigt einen Querschnitt entlang einer Stapelrichtung des in dem Halbleiter-Laserelement 201 enthaltenen Halbleiterstapelkörpers 50 und einer Resonanzrichtung eines Laserstrahls.

[0104] Wie in Fig. 7 dargestellt, umfasst das Halbleiter-Laserelement 201 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform den Halbleiterstapelkörper 50, die Endflächen-Schutzfilme 201F und 1R, die erste Elektrode 56 und die zweite Elektrode 57.

[0105] Der Endflächen-Schutzfilm 201F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beinhaltet die erste dielektrische Schicht 210 und die zweite dielektrische Schicht 220.

[0106] Die erste dielektrische Schicht 210 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform beinhaltet eine Vielzahl von dielektrischen Filmen. Wie in Fig. 7 dargestellt, umfasst die erste dielektrische Schicht 210 die erste Schutzschicht 211 und die zweite Schutzschicht 212.

[0107] Die erste Schutzschicht 211 ist ein dielektrischer Film, der direkt mit der vorderen Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 verbunden ist. Die erste Schutzschicht 211 enthält einen dielektrischen Film, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform enthält die erste Schutzschicht 211 einen AION-Film. Im Besonderen ist die erste Schutzschicht 211 ein einschichtiger Film, der einen AION-Film mit einer Dicke von etwa 20 nm enthält. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der ersten Schutzschicht 211 nicht darauf beschränkt ist. Die erste Schutzschicht 211 kann ein anderer Oxynitridfilm, wie beispielsweise SiON, oder ein Nitridfilm, wie beispielsweise ein AlN-Film oder ein SiN-Film, sein.

[0108] Die zweite Schutzschicht 212 ist ein dielektrischer Film, der auf die erste Schutzschicht 211 gestapelt ist. In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist die zweite Schutzschicht 212 ein einschichtiger Film, der einen Al₂O₃-Film mit einer Dicke von etwa 10 nm umfasst. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der zweiten Schutzschicht 212 nicht darauf beschränkt ist. Die zweite Schutzschicht 212 kann ein anderer dielektrischer Film, wie beispielsweise SiO₂, sein.

[0109] Wie in Fig. 7 dargestellt, umfasst die zweite dielektrische Schicht 220 die erste Schicht 221, die zweite Schicht 222 und die dritte Schicht 223. Die erste Schicht 221 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist ein einschichtiger Film, der einen SiO₂-Film mit einer Dicke von etwa 100 nm umfasst. Die zweite Schicht 222 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform ist ein einschichtiger Film, der einen AlN-Film mit einer Dicke von etwa 30 nm umfasst. Die dritte Schicht 223 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform hat die gleiche Konfiguration wie die dritte Schicht 23 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

[0110] Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der zweiten dielektrischen Schicht 220 nicht darauf beschränkt ist. Jede der ersten Schicht 221 und der dritten Schicht 223 muss nur ein dielektrischer Film mit einem niedrigeren Brechungsindex als derjenige der zweiten Schicht 222 sein und kann ein anderer dielektrischer Film, wie beispielsweise ein Al₂O₃-Film sein. Darüber hinaus muss die zweite Schicht 222 nur ein Nitridfilm oder ein Oxynitridfilm mit einem höheren Brechungsindex als derjenige der ersten Schicht 221 und der dritten Schicht 223 sein und kann ein SiN-Film, ein SiON-Film, ein AION-Film oder dergleichen sein.

[0111] Das Halbleiter-Laserelement 201 mit der oben beschriebenen Konfiguration übt auch ähnliche Effekte aus wie das Halbleiter-Laserelement 1 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform.

[0112] Der Endflächen-Schutzfilm 201F gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform umfasst mindestens zwei Schichten aus dielektrischem Film, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm umfasst. Im Besonderen umfasst in der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform jede der ersten dielektrischen Schicht 210 und der zweiten dielektrischen Schicht 220 einen dielektrischen Film, der mindestens entweder einen Nitridfilm oder einen Oxynitridfilm enthält. Dadurch kann die Sauerstoffdiffusion ausgehend von dem Endflächen-Schutzfilm 101F in Richtung des Halbleiterstapelkörpers 50 gemäß der ersten beispielhaften Ausführungsform stärker reduziert werden als bei dem Endflächen-Schutzfilm 1F. Daher kann die vordere Endfläche 50F des Halbleiterstapelkörpers 50 weiter vor einer Verschlechterung geschützt werden. Daher kann ein Halbleiter-Laserelement 201 erzielt werden, das über einen längeren Zeitraum betrieben werden kann.

(Änderungen und andere)

[0113] Obwohl das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden Offenbarung oben auf der Grundlage jeder der beispielhaften Ausführungsformen

beschrieben wurde, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die einzelnen beispielhaften Ausführungsformen beschränkt.

[0114] So ist zum Beispiel die erste dielektrische Schicht 10 eine AlN-Folie in der ersten beispielhaften Ausführungsform, die Konfiguration der ersten dielektrischen Schicht 10 ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die erste dielektrische Schicht 10 kann beispielsweise mindestens einen SiN-Film, einen AlN-Film, einen SiON-Film, einen AlON-Film, einen Al₂O₃-Film und/oder einen SiO₂-Film umfassen.

[0115] Darüber hinaus kann jede der ersten dielektrischen Schicht, der ersten Schicht, der zweiten Schicht und der dritten Schicht eine Vielzahl von Schichten enthalten, die unterschiedliche Materialien enthalten. Wenn die erste dielektrische Schicht ein einschichtiger Film ist, kann ein Nitridfilm oder ein Oxynitridfilm als erste dielektrische Schicht verwendet werden, um die Endfläche des Halbleiterstapelkörpers zu schützen. Im Besonderen kann ein AlN-Film, ein AlON-Film, ein SiN-Film, ein SiON-Film oder dergleichen als erste dielektrische Schicht verwendet werden.

[0116] In jeder der beispielhaften Ausführungsformen wurde ein Beispiel beschrieben, in dem der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf Galliumnitridbasis gebildet wird und der Endflächen-Schutzfilm ein geringes Reflexionsvermögen in der Nähe des Wellenlängenbands von 400 nm aufweist, die Konfiguration des Endflächen-Schutzfilms ist jedoch nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf AlGaInP-Basis gebildet sein, und der Endflächen-Schutzfilm kann ein geringes Reflexionsvermögen in einem roten Wellenlängenband (ein Band im Bereich von 600 nm bis einschließlich 700 nm) aufweisen. Alternativ kann der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf Galliumarsenidbasis gebildet sein, und der Endflächen-Schutzfilm kann ein geringes Reflexionsvermögen in einem Infrarot-Wellenlängenband (ein Band von 750 nm bis einschließlich 1.100 nm) aufweisen.

[0117] Darüber hinaus kann jeder der Endflächen-Schutzfilme unter Verwendung einer Sputter-Vorrichtung, einer Vorrichtung für die Abscheidung aus der Gasphase oder dergleichen, die von der Festkörper-ECR-Sputter-Plasmaabscheidevorrichtung verschieden ist, oder unter Verwendung einer der folgenden Vorrichtungen gebildet werden: einer Ablationsabscheidevorrichtung, die Impulslaserabscheidung (PLD), Atomlagenabscheidung (ALD) oder dergleichen einsetzt; einer Epitaxiewachstumsvorrichtung, die MOCVD oder dergleichen einsetzt; oder dergleichen.

[0118] Darüber hinaus wird in der Halbleiter-Laservorrichtung 2 ein Beugungsgitter 95 vom Transmissionstyp als Wellenlängen-Dispersionselement verwendet, das Wellenlängen-Dispersionselement ist jedoch nicht darauf beschränkt. Als Wellenlängen-Dispersionselement kann beispielsweise ein Prisma, ein Beugungsgitter vom Reflexionstyp oder dergleichen verwendet werden.

[0119] Die vorliegende Offenbarung beinhaltet auch einen Modus, der dadurch erhalten wird, dass der Fachmann verschiedene Änderungen an jeder der beispielhaften Ausführungsformen vornimmt, und einen Modus, der durch willkürliches Kombinieren von Komponenten und Funktionen in jeder der beispielhaften Ausführungsformen erreicht wird, ohne vom Kern der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0120] Das Halbleiter-Laserelement gemäß der vorliegenden Offenbarung kann für Lichtquellen eingesetzt werden, beispielsweise für: industrielle Laseranlagen wie Industriebeleuchtung, Anlagenbeleuchtung, Fahrzeugscheinwerfer und Laserbearbeitungsmaschinen sowie für Bildwiedergabegeräte wie Laseranzeigen und Projektoren, die insbesondere eine hohe Ausgangsleistung der Watt-Klasse erfordern.

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b, 101, 201	Halbleiter-Laserelement
1F, 1R, 101F, 201F	Endflächen-Schutzfilm
2	Halbleiter-Laservorrichtung
10, 110, 210	erste dielektrische Schicht
20, 120, 220	zweite dielektrische Schicht
21, 121, 221	erste Schicht
22, 122, 222	zweite Schicht
23, 123, 223	dritte Schicht
50	Halbleiterstapelkörper
50F	vordere Endfläche
50R	hintere Endfläche
51	Substrat
52	erste Halbleiterschicht
53	aktive Schicht

54	zweite Halbleiterschicht	Film, einen SiON-Film, einen AlON-Film, einen Al ₂ O ₃ -Film und/oder einen SiO ₂ -Film umfasst.
55	Kontaktschicht	5. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Schicht und die dritte Schicht jeweils mindestens einen SiO ₂ -Film und/oder einen Al ₂ O ₃ -Film umfassen.
56	erste Elektrode	
57	zweite Elektrode	
91A, 91b	optische Linse	6. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die zweite Schicht mindestens einen AlN-Film, einen AlON-Film, einen TiO ₂ -Film, einen Nb ₂ O ₅ -Film, einen ZrO ₂ -Film, einen Ta ₂ O ₅ -Film und/oder einen HfO ₂ -Film umfasst.
95	Beugungsgitter	
97	teilreflektierender Spiegel	
111, 211	erste Schutzschicht	7. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms kleiner oder gleich 1,0 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm ist, der die Wellenlänge des Laserstrahls enthält.
112, 212	zweite Schutzschicht	
113	dritte Schutzschicht	

Patentansprüche

1. Halbleiter-Laserelement, das einen Laserstrahl aussendet, wobei das Halbleiter-Laserelement Folgendes umfasst:

einen Halbleiterstapelkörper mit einer vorderen Endfläche und einer hinteren Endfläche; und einen Endflächen-Schutzfilm, der auf der vorderen Endfläche des Halbleiterstapelkörpers ausgebildet ist, wobei

der Endflächen-Schutzfilm eine erste dielektrische Schicht umfasst, die auf der vorderen Endfläche angeordnet ist, und eine zweite dielektrische Schicht umfasst, die außerhalb der ersten dielektrischen Schicht gestapelt ist,

die zweite dielektrische Schicht eine erste Schicht umfasst, die auf die erste dielektrische Schicht gestapelt ist, eine zweite Schicht umfasst, die auf die erste Schicht gestapelt ist, und eine dritte Schicht umfasst, die auf die zweite Schicht gestapelt ist,

für die Wellenlänge λ eines Laserstrahls der Brechungsindex n_2 der zweiten Schicht höher als der Brechungsindex n_1 der ersten Schicht und der Brechungsindex n_3 der dritten Schicht ist, und die Schichtdicke der zweiten Schicht von $\lambda/(8n_2)$ bis einschließlich $3\lambda/(4n_2)$ reicht.

2. Halbleiter-Laserelement nach Anspruch 1, wobei die erste dielektrische Schicht mindestens eine Schicht aus einem dielektrischen Film umfasst, der mindestens einen von einem Nitridfilm und einen Oxynitridfilm umfasst.

3. Halbleiter-Laserelement nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der Endflächen-Schutzfilm zumindest zwei Schichten aus dielektrischem Film enthält, der mindestens einen von einem Nitridfilm und einen Oxynitridfilm umfasst.

4. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste dielektrische Schicht mindestens einen SiN-Film, einen AlN-

8. Halbleiter-Laserelement nach Anspruch 7, wobei das Reflexionsvermögen des Endflächen-Schutzfilms kleiner oder gleich 0,5 % in einem Wellenlängenbereich von mehr als oder gleich 50 nm ist, der die Wellenlänge des Laserstrahls enthält.

9. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf Galliumnitridbasis gebildet ist.

10. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Halbleiterstapelkörper aus einem Material auf Galliumarsenidbasis gebildet ist.

11. Halbleiter-Laserelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Halbleiter-Laserelement eine Vielzahl von Leuchtpunkten umfasst, wobei jeder der Vielzahl von Leuchtpunkten den Laserstrahl aussendet.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

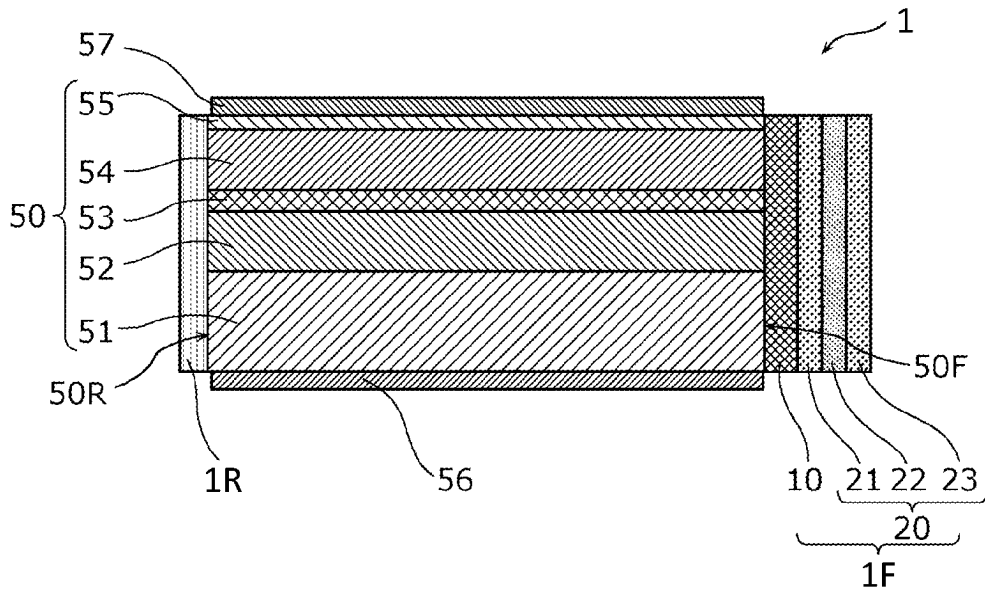


FIG.2

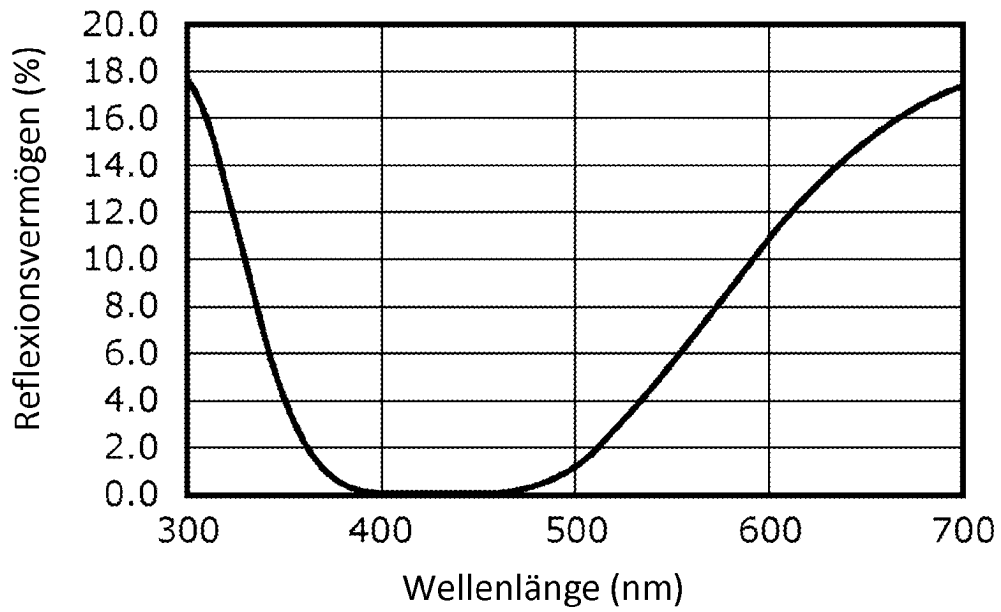


FIG.3

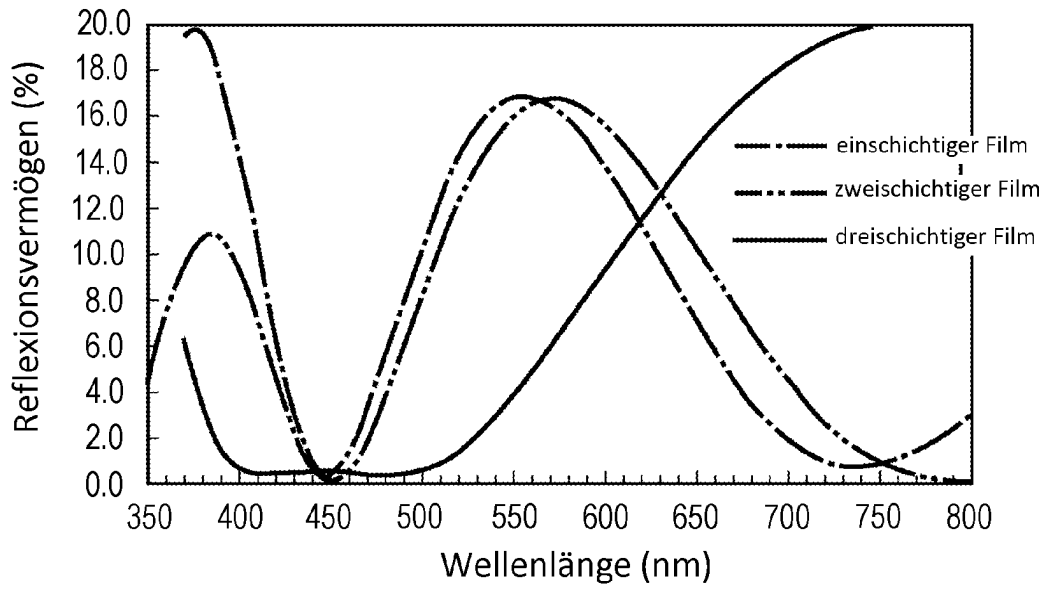


FIG.4

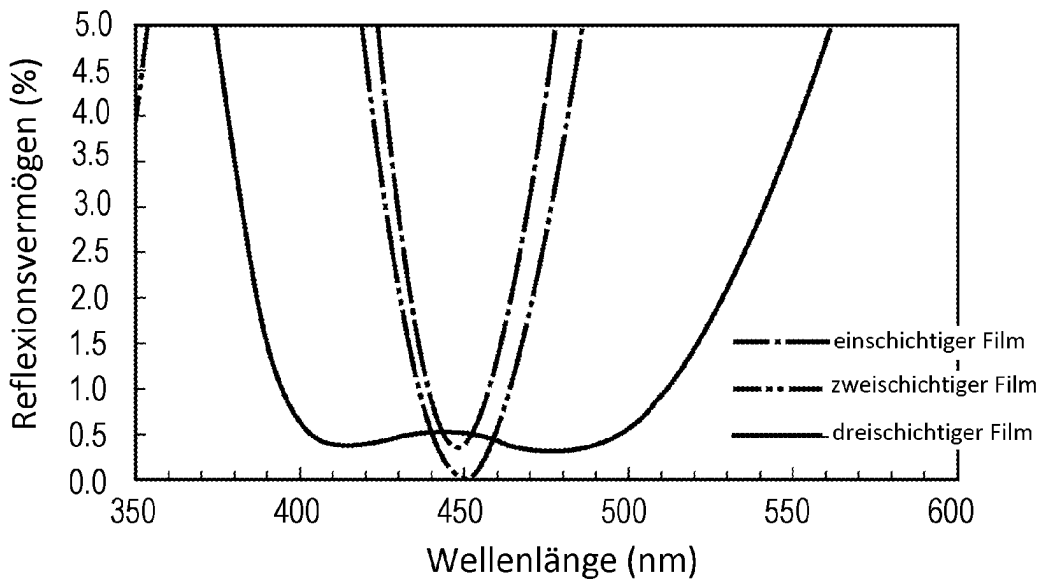


FIG.5

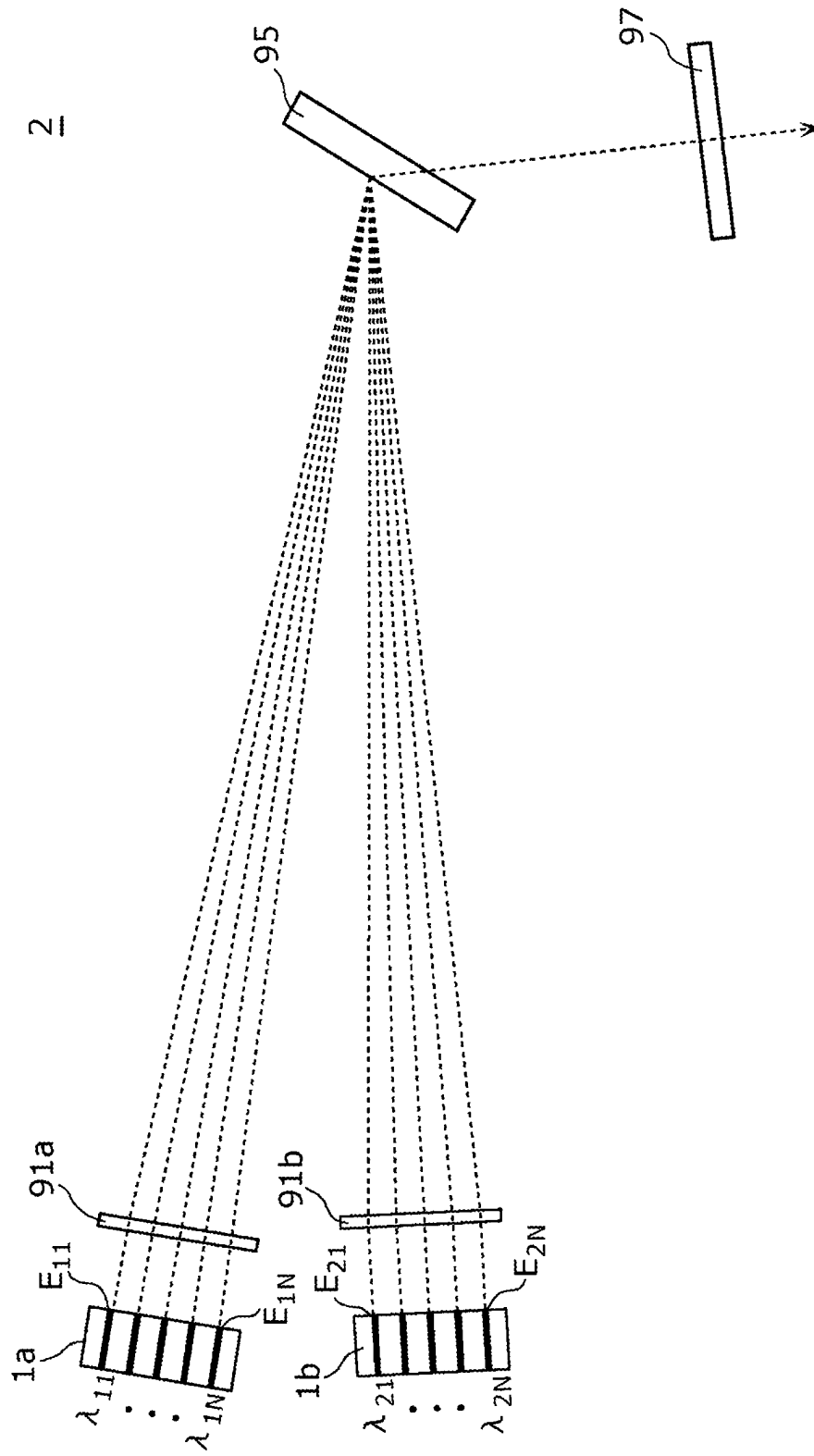


FIG.6

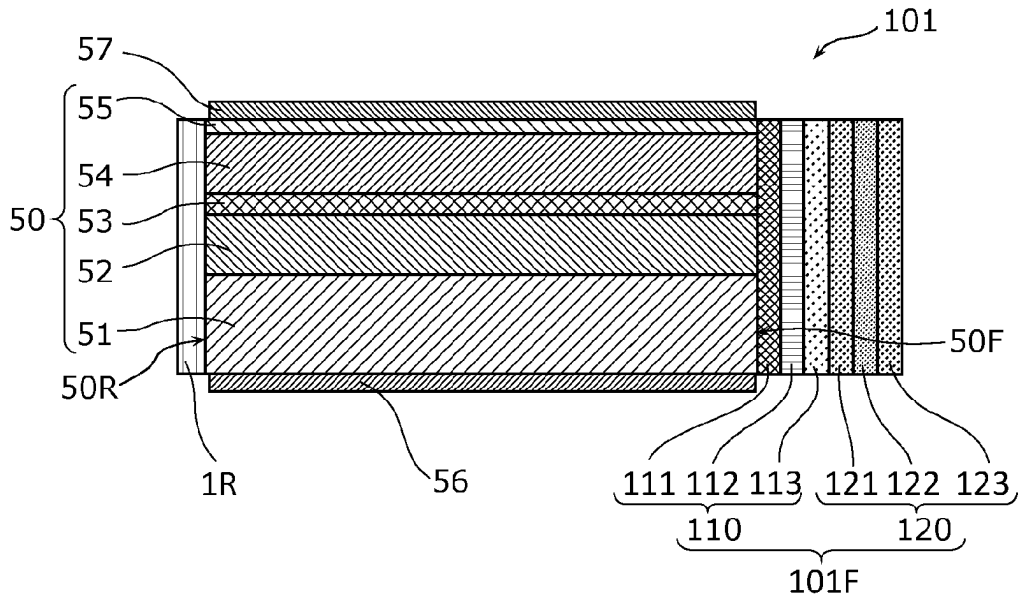


FIG.7

