



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 09 534 T2** 2006.02.16

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 182 751 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 09 534.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 402 138.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.08.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.02.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01S 5/065** (2006.01)

**H01S 5/042** (2006.01)

**H01S 5/06** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**2000240067 08.08.2000 JP**

(73) Patentinhaber:

**Sony Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 80331 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Hiroaki, Abe, Shinagawa-ku, Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Lasertiode, lichtemittierendes Halbleiterelement und dessen Herstellung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laserdiode, eine lichtemittierende Halbleitereinrichtung und ein Verfahren zu deren Herstellung, insbesondere betrifft sie eine Laserdiode für Selbstpulsation, eine lichtemittierende Halbleitereinrichtung, die mehrere die Laserdiode enthaltende Laserdiodelemente aufweist, und ein Verfahren zur Herstellung der Laserdiode.

## Beschreibung der verwandten Technik

**[0002]** Generell ist in einem optischen Plattengerät zum Lesen (Wiedergeben) von Information, die auf einem Information optisch aufzeichnenden optischen Aufzeichnungsmedium (nachstehend als eine optische Platte bezeichnet), beispielsweise einer CD (Compact Disk (Kompaktdisk)), DVD (Digital Versatile Disk (mehreseitige Digitalplatte)) und/oder MD (minidisk (Minibildplatte)) aufgezeichnet ist, und Schreiben (Speichern) von Information darauf, ein optischer Aufnehmer eingebaut.

**[0003]** Für eine Lichtquelle des obigen optischen Plattengeräts und des optischen Aufnehmers wird eine Laserdiode benutzt.

**[0004]** Als die Wellenlänge der Lichtquelle wird Laserlicht unterschiedlicher Wellenlängen benutzt, wenn die Typen optischer Platten (optische Plattensysteme) differieren. Beispielsweise wird Laserlicht, das eine Wellenlänge von 760 nm aufweist, zum Wiedergeben von CDs benutzt, und Laserlicht, das eine Wellenlänge von 650 nm aufweist, wird zum Wiedergeben von DVDs benutzt.

**[0005]** In den letzten Jahren ist eine Selbstpulsationstyp-Laserdiode entwickelt worden, um Rauschen entsprechend zurückkommendem Licht des Laserlichts in der Laserdiode des 650 nm-Bandes für DVDs wie oben zu reduzieren.

**[0006]** Eine Selbstpulsationstyp-Laserdiode hat den Vorteil einer Verhinderung von Emissionsrauschen, das wie im Stand der Technik durch Hochfrequenzüberlagerung während des Laserbetriebs verursacht wird.

**[0007]** Als ein Beispiel der obigen Selbstpulsationstyp-Laserdiode ist eine Struktur, die eine sättigbare Absorptionsschicht aufweist, entwickelt worden (siehe Preprints of 47th Joint Presentations of Applied Physics, Seite 1147, Vortrag 29a-N-2).

**[0008]** [Fig. 12](#) ist eine Querschnittsdarstellung der

obigen Laserdiode.

**[0009]** Eine beispielsweise aus InGaP bestehende n-Typ-Pufferschicht **51**, eine beispielsweise aus AlGaInP bestehende n-Typ-Mantelschicht **52**, eine aktive Schicht **53** (eine Multiquantum-well-Struktur (Multiquantentopfstruktur), die eine Oszillationswellenlänge von 650 nm aufweist) und eine beispielsweise aus AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **54**, sind auf einem beispielweise aus GaAs bestehenden n-Typ-Substrat **50**, übereinander angeordnet bzw. gestapelt.

**[0010]** An der oberen Ebene der p-Typ-Mantelschicht **54** ist eine in hoher Konzentration dotierte sättigbare Absorptionsschicht **55** ausgebildet.

**[0011]** Außerdem ist an der oberen Ebene dieser eine beispielsweise aus AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **56** ausgebildet, die in ein Stromeinspeisungsstreifengebiet heraussteht. Eine aus AlInP hergestellte n-Typ-Sperrschicht **57** ist in Gebieten, die das Stromeinspeisungsstreifengebiet ausnehmen, ausgebildet. An der oberen Ebene der p-Typ-Mantelschicht **56** ist im Stromeinspeisungsstreifengebiet und der Sperrschicht **57** eine aus GaAs bestehende n-Typ-Schicht **58** ausgebildet.

**[0012]** Jedoch bestehen bei der obigen Selbstpulsationstyp-Laserdiode des Standes der Technik die folgenden Probleme:

1. Der Betriebsstrom beträgt 56 mA, wenn das Ausgangssignal bei Raumtemperatur von 25°C gleich 5 mV ist, so dass der Betriebsstrom groß ist.
2. Zusammen mit dem großen Betriebsstrom nimmt die Langzeitzuverlässigkeit (Lebensdauer) als ein Laserdiodelement ab.
3. Es ist notwendig, die Dotierungsmenge und die Schichtdicke der sättigbaren Absorptionsschicht genau zu kontrollieren, so dass es die Probleme gibt, dass der Grad der Selbstpulsation variiert und der Kink- bzw. Knickpegel abnimmt. Folglich wird bei Massenproduktion die Ausfall- bzw. Fehlerrate hoch.
4. Es sind beim Herstellungsprozess zwei oder drei epitaktische Aufwachsschritte notwendig, so dass der Prozess kompliziert wird.

**[0013]** Eine Laserdiode des obigen Typs geht aus US-A-5 966 297 hervor.

**[0014]** Auch ist in den letzten Jahren beispielsweise ein kompatibler optischer Aufnehmer entwickelt worden, der eine Wiedergabe von CDs durch ein optisches DVD-Plattengerät ermöglicht. Es ist eine monolithische Dualwellenlängenlaserdiode entwickelt worden, bei der beispielsweise eine Laserdiode für CD (Emissionswellenlänge von 780 nm) und eine Laserdiode für DVD (Emissionswellenlänge von 650

nm) auf einem einzelnen Chip befestigt sind. Wenn gleich gewünscht wird, dass ein Laserdiodelement auf der 650 nm-Seite des Dualwellenlasers als solches vom Selbstpulsationstyp ist, sind beim Versuch, eine Selbstpulsationstyp-Laserdiode des Standes der Technik zu inkorporieren, drei oder vier epitaktische Aufwachsschritte zusammen mit den Laserdioden auf der 780 nm-Bandseite und der 650 nm-Bandseite notwendig, so dass das Problem besteht, dass der Prozess lange und kompliziert wird und die Fehlerrate bei der Massenproduktion hoch wird.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Selbstpulsationstyp-Laserdiode, welche die Langzeitverlässlichkeit durch Reduzierung des Betriebsstroms verbessern kann und durch eine geringere Zahl von Epitaxieschritten bei verbesserter Fertigungs- bzw. Produktionsausbeute produziert werden kann, und eine lichtemittierende Halbleitereinrichtung, die mehrere die Laserdiode aufweisende Laserdiodelemente aufweist, bereitzustellen.

**[0016]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Laserdiode bereitgestellt, die aufweist: eine erste Mantelschicht eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf einem Substrat ausgebildet ist, eine aktive Schicht, die an einer oberen Ebene der ersten Mantelschicht ausgebildet ist, eine zweite Mantelschicht eines zweiten Leitfähigkeitstyps, die an einer oberen Ebene der aktiven Schicht ausgebildet ist, eine dritte Mantelschicht des zweiten Leitfähigkeitstyps, die in einem Stromeinspeisungsstreifenfeld an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht ausgebildet ist, eine Kontaktschicht, die an einer oberen Schicht der dritten Mantelschicht ausgebildet ist, und eine Elektrode, die so ausgebildet ist, dass sie die zweite Mantelschicht in Gebieten, die vom Stromeinspeisungsstreifenfeld verschieden sind, anschließt und die Kontaktschicht anschließt, wobei, wenn durch Anlegen einer vorbestimmten Spannung an die Elektrode von der Elektrode über die Kontaktschicht ein erster Strom eingespeist wird und von einem Laserlichtoszillationsgebiet in der Nähe der aktiven Schicht Laserlicht emittiert wird, von der Elektrode über die zweite Mantelschicht ein zweiter Strom, der kleiner als der erste Strom ist, in Gebieten, die vom Stromeinspeisungsstreifenfeld verschieden sind, eingespeist wird und Ströme an Enden des Laserlichtoszillationsgebiets zu einer Selbstpulsation kontrolliert bzw. gesteuert werden.

**[0017]** Vorzugsweise sind in der Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung an den Enden des Laserlichtoszillationsgebiets zur Selbstpulsation sättigbare Absorptionsgebiete ausgebildet.

**[0018]** Vorzugsweise weist bei der obigen Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung die zweite

Mantelschicht ein Material auf der Basis von AlGaInP auf.

**[0019]** Vorzugsweise weist bei der obigen Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung das Material der Elektrode bei einem die zweite Mantelschicht kontaktierenden Abschnitt Titan auf.

**[0020]** Außerdem weist vorzugsweise die Elektrode übereinanderliegend angeordnete, d.h. gestapelte und so ausgebildete Schichten aus Titan, Platin und Gold auf, dass sie die zweite Mantelschicht und Kontaktschicht von ihrer Titanseite her kontaktieren.

**[0021]** Vorzugsweise weist die obige Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung zwischen der zweiten Mantelschicht und der dritten Mantelschicht eine Ätzstoppschicht auf.

**[0022]** Vorzugsweise kann bei der obigen Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung der Selbstpulsationsgrad durch eine Dicke der dritten Mantelschicht und eine Breite des Stromeinspeisungsstreifenfelds eingestellt sein, und noch bevorzugter liegt die Dicke der dritten Mantelschicht in einem Bereich von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  und/oder liegt die Breite des Stromeinspeisungsstreifenfelds in einem Bereich von 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$ .

**[0023]** Bei der obigen Konfiguration der Laserdiode der vorliegenden Erfindung wurde gefunden, dass zur Zeit der Einspeisung eines ersten Stromes von einer Elektrode über die obige Kontaktschicht und Emission von Laserlicht aus einem Laserlichtoszillationsgebiet in der Nähe der aktiven Schicht ein zweiter Strom, der kleiner als der erste Strom ist, von der Elektrode über die zweite Mantelschicht in die Gebiete, die das Stromeinspeisungsstreifenfeld ausnehmen, eingespeist wird, so dass der Strom geeignet auf die Endabschnitte des Laserlichtoszillationsgebiets verteilt wird und Selbstpulsation auftritt.

**[0024]** Außerdem wurden die Konfiguration und Bedingungen einer Laserdiode zur Steuerung der Stärke der Selbstpulsationsknick- und Emissionscharakteristiken gefunden.

**[0025]** Eine die obige Konfiguration aufweisende Selbstpulsationstyp-Laserdiode kann einen Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduzieren. Als Resultat kann die Langzeitverlässlichkeit verbessert werden. Auch ist aufgrund der Konfiguration nur ein einzelner Epitaxisschritt notwendig, so dass die Zahl von Epitaxieschritten von der des Standes der Technik reduziert werden kann und die Produktionsausbeute verbessert werden kann.

**[0026]** Unter einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine lichtemittierende Halbleitereinrichtung mit mehreren Laserdiodelementen bereit-

gestellt, wobei wenigstens eines der Laserdiodelemente aufweist: eine erste Mantelschicht eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf einem Substrat ausgebildet ist, eine aktive Schicht, die an einer oberen Ebene der ersten Mantelschicht ausgebildet ist, eine zweite Mantelschicht eines zweiten Leitfähigkeitstyps, die an einer oberen Ebene der aktiven Schicht ausgebildet ist, eine dritte Mantelschicht des zweiten Leitfähigkeitstyps, die in einem Stromeinspeisungstreifengebiet an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht ausgebildet ist, eine Kontaktschicht, die an einer oberen Ebene der dritten Mantelschicht ausgebildet ist, und eine Elektrode, die so ausgebildet ist, dass sie die zweite Mantelschicht in Gebieten, die vom Stromeinspeisungstreifengebiet verschieden sind, anschließt und die Kontaktschicht anschließt, und wobei wenigstens das eine der Laserdiodelemente eine Laserdiode ist, wobei, wenn durch Anlegen einer vorbestimmten Spannung an die Elektrode von der Elektrode über die Kontaktschicht ein erster Strom eingespeist wird und von einem Laserlichtoszillationsgebiet in der Nähe der aktiven Schicht Laserlicht emittiert wird, von der Elektrode über die zweite Mantelschicht ein zweiter Strom, der kleiner als der erste Strom ist, in Gebieten, die vom Stromeinspeisungstreifengebiet verschieden sind, eingespeist wird und Ströme an Enden des Laserlichtoszillationsgebiets zu einer Selbstpulsation kontrolliert bzw. gesteuert werden.

**[0027]** Vorzugsweise sind die mehreren Laserdiodelemente auf dem gleichen Substrat ausgebildet.

**[0028]** Gemäß der obigen lichtemittierenden Halbleitereinrichtung kann beispielsweise bei einer monolithischen Dualwellenlängenlaserdiode, bei der eine Laserdiode für CDs (Lichtemissionswellenlänge von 780 nm) und eine Laserdiode für DVDs (Lichtemissionswellenlänge von 650 nm) auf einem einzelnen Chip befestigt sind, eine Laserdiode eines Selbstpulsationstyps inkorporiert werden, die exzellente Rauschencharakteristiken aufweist, welche den Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduzieren kann, wodurch die Langfristzuverlässigkeit verbessert wird. Außerdem kann die Zahl von Epitaxischritten von der des Standes der Technik reduziert werden und kann die Produktionsausbeute verbessert werden.

**[0029]** Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer selbstpulsierenden Laserdiode bereitgestellt, das die Schritte aufweist: Bilden einer ersten Mantelschicht eines ersten Leitfähigkeitstyp auf einem Substrat, Bilden einer aktiven Schicht an einer oberen Ebene der ersten Mantelschicht, Bilden einer zweiten Mantelschicht eines zweiten Leitfähigkeitstyps an einer oberen Ebene der aktiven Schicht, Bilden einer dritten Mantelschicht des zweiten Leitfähigkeitstyps an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht, Bilden ei-

ner Kontaktschicht an einer oberen Ebene der dritten Mantelschicht, Bilden einer Maskenschicht zum Schützen eines Stromeinspeisungstreifengebiets, Entfernen der dritten Mantelschicht und der Kontaktschicht unter Belassen des Stromeinspeisungstreifengebiets durch Benutzen der Maskenschicht als eine Maske, und Bilden einer Elektrode so, dass sie in Gebieten, die vom Stromeinspeisungstreifengebiet verschieden sind, an die zweite Mantelschicht angeschlossen ist und die Kontaktschicht anschließt.

**[0030]** Vorzugsweise weist ein Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung außerdem den Schritt der Bildung einer Ätzstoppschicht an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht zwischen dem Schritt der Bildung der zweiten Mantelschicht und dem Schritt der Bildung der dritten Mantelschicht auf, wobei die dritte Mantelschicht an einer oberen Ebene der Ätzstoppschicht gebildet wird, und die dritte Mantelschicht und die Kontaktschicht durch Benutzung der Ätzstoppschicht als einen Ätzstopp entfernt werden und außerdem beim Schritt der Entfernung der dritten Mantelschicht und der Kontaktschicht Ätzbedingungen zur Entfernung der Ätzstoppschicht geändert werden.

**[0031]** Vorzugsweise wird beim Schritt der Bildung der Elektrode Titan als ein Material der Elektrode eines die zweite Mantelschicht kontaktierenden Abschnitts benutzt.

**[0032]** Außerdem werden vorzugsweise beim Schritt der Bildung der Elektrode aufeinanderliegende Schichten aus Titan, Platin und Gold als die obige Elektrode so gebildet, dass sie die zweite Mantelschicht und die Kontaktschicht von ihrer Titanseite her kontaktieren.

**[0033]** Vorzugsweise wird bei einem Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode gemäß der vorliegenden Erfindung eine Dicke der dritten Mantelschicht so gebildet, dass sie in einem Bereich von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  liegt.

**[0034]** Auch wird vorzugsweise eine Breite des Stromeinspeisungstreifengebiets so gebildet, dass sie in einem Bereich von 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$  liegt.

**[0035]** Gemäß dem obigen Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode der vorliegenden Erfindung kann eine Laserdiode eines Selbstpulsationstyps mit exzellenten Rauschencharakteristiken, die zur Reduzierung eines Betriebsstroms von dem des Standes der Technik reduzieren können, wodurch Langfristzuverlässigkeit verbessert wird, durch eine kleinere Zahl von Epitaxischritten als beim Stand der Technik bei verbesserter Produktionsausbeute hergestellt werden.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0036] Diese und andere Aufgaben und Eigenschaften oder Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen klarer, die unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gegeben wird, in denen:

[0037] [Fig. 1A](#) eine Querschnittsdarstellung einer Laserdiode gemäß einer ersten Ausführungsform ist, während [Fig. 1B](#) eine vergrößerte Querschnittsdarstellung eines Gebietes höher als eine aktive Schicht in [Fig. 1A](#) ist;

[0038] [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) Querschnittsdarstellungen von Produktionsschritten bei einem Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode gemäß der ersten Ausführungsform sind;

[0039] [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) Darstellungen sind, die ([Fig. 3A](#)) einen Kohärenzindex  $\gamma$ , ([Fig. 3B](#)) einen Horizontalrichtungsemissionswinkel  $\theta$ /(Grad) und ([Fig. 3C](#)) einen Pegel (mV), bei dem in Bezug auf eine Dicke H einer p-Typ-Mantelschicht bei einem ersten Beispiel ein Knick auftritt, graphisch darstellen;

[0040] [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) Darstellungen sind, die ([Fig. 4A](#)) einen Kohärenzindex  $\gamma$ , ([Fig. 4B](#)) einen Horizontalrichtungsemissionswinkel  $\theta$ /(Grad), und ([Fig. 4C](#)) einen Pegel (mV), bei dem in Bezug auf eine Breite SW eines Stromeinspeisungsstreifengebietes in einem zweiten Beispiel auftritt, graphisch darstellen;

[0041] [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) Querschnittsdarstellungen einer Laserdiode gemäß einer zweiten Ausführungsform sind, wobei [Fig. 5B](#) eine vergrößerte Querschnittsdarstellung eines Gebietes höher als eine aktive Schicht in [Fig. 5A](#) ist;

[0042] [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6L](#) Querschnittsdarstellungen von Herstellungsschritten eines Verfahrens zur Herstellung einer Laserdiode gemäß der zweiten Ausführungsform sind;

[0043] [Fig. 7](#) eine Querschnittsdarstellung eines Beispiels ist, das eine Laserdiode gemäß der zweiten Ausführungsform benutzt;

[0044] [Fig. 8A](#) eine perspektivische Darstellung der Konfiguration ist, wenn eine Laserdiode gemäß der zweiten Ausführungsform in einem CAN-Bauteil befestigt ist, während [Fig. 8B](#) eine Draufsicht eines Schlüsselabschnitts derselben ist;

[0045] [Fig. 9](#) eine schematische Darstellung der Konfiguration eines optischen Aufnehmers ist, der eine kompakt zusammengebaute CAN-Laserdiode

der [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) benutzt;

[0046] [Fig. 10A](#) eine perspektivische Darstellung der Konfiguration ist, wenn eine Laserdiode gemäß der zweiten Ausführungsform in einem Laserkoppler befestigt ist, während [Fig. 10B](#) eine perspektivische Darstellung eines Tastabschnitts derselben ist;

[0047] [Fig. 11](#) eine schematische Darstellung der Konfiguration eines optischen Aufnehmers ist, der eine in den Laserkoppler der [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) eingebaute Laserdiode benutzt, und

[0048] [Fig. 12](#) eine Querschnittsdarstellung einer Laserdiode gemäß einem Beispiel des Standes der Technik ist.

## BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0049] Unten werden Ausführungsformen einer Laserdiode und einer lichtemittierenden Halbleitereinrichtung der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert.

## Erste Ausführungsform

[0050] Eine Laserdiode gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist eine Laserdiode LD für DVDs, die eine Lichtemissionswellenlänge von 650 nm aufweist.

[0051] [Fig. 1A](#) ist eine Querschnittsdarstellung der obigen Laserdiode, während [Fig. 1B](#) eine vergrößerte Querschnittsdarstellung eines Gebietes höher als eine aktive Schicht in [Fig. 1A](#) ist.

[0052] Die obige Laserdiode LD wird erläutert.

[0053] Eine aus beispielsweise GaAs bestehende n-Typ-Pufferschicht **31**, eine aus beispielsweise InGaP bestehende n-Typ-Pufferschicht **36**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende n-Typ-Mantelschicht **37**, eine aktive Schicht **38** (eine Multiquantum-well-Struktur (Multiquantentopfstruktur) einer Oszillationswellenlänge von 650 nm, die eine Sperrschicht und eine Leiterschicht aufweist) und eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **39** sind auf einem n-Typ-Substrat **30** übereinanderliegend angeordnet, d.h. gestapelt. Als weitere obere Schichten sind eine beispielsweise aus GaInP bestehende Ätzstoppschicht **40**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **41**, eine aus beispielsweise GaInP bestehende Zwischenschicht **42** und eine aus beispielsweise GaAs bestehende p-Typ-Kontaktschicht **43** gestapelt, um einen Stapel ST zu bilden.

[0054] Die Schichten von einer Oberfläche der p-Typ-Kontaktschicht **43** zur Ätzstoppschicht **40** sind

zu einer Rippenform RD verarbeitet, die oberhalb der p-Typ-Mantelschicht **39** vorsteht.

**[0055]** Durch Abdecken der das Stromeinspeisungsstreifengebiet ausnehmenden Gebiete, das heißt der p-Typ-Mantelschicht **39** und der p-Typ-Kontaktschicht **43**, ist eine p-Elektrode **45** gebildet.

**[0056]** Die p-Elektrode besteht beispielsweise aus einem Ti/Pt/Au-Stapel und ist so ausgebildet, dass die Ti-Seite einen Halbleiter kontaktiert.

**[0057]** Auch ist unter dem n-Typ-Substrat **30** eine aus beispielsweise einem daran angeschlossenen AUGe/Ni/AU-Stapel bestehende n-Elektrode **46** ausgebildet.

**[0058]** Bei der Laserdiode der vorliegenden Erfindung wird, wenn eine vorbestimmte Spannung an die p-Elektrode und n-Elektrode angelegt wird, zur Zeit der Einspeisung eines ersten Stroms  $I_a$  von der p-Elektrode **45** über die Kontaktschicht und Emission von Laserlicht aus einem Laserlichtoszillationsgebiet LOR (laser light oscillation region) in der Nähe der aktiven Schicht **38** ein zweiter Strom  $I_b$ , der kleiner als der erste Strom  $I_a$  ist, von der p-Elektrode **45** über die p-Typ-Mantelschicht **39** in das Stromeinspeisungsstreifengebiet ausnehmende Gebiete eingespeist, wobei der Strom auf Endabschnitte des Laserlichtoszillationsgebiets LOR geeignet verteilt wird, ein sättigbares Absorptionsgebiet SA ausgebildet wird und eine Selbstpulsation erzeugt wird.

**[0059]** Auch kann der Grad der Selbstpulsation durch das Material der p-Elektrode **45**, die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** und der Breite SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets eingestellt werden.

**[0060]** Der Grad der Selbstpulsation ist eine Größe, die von einer Größe eines von der aus AlGaInP hergestellten p-Typ-Mantelschicht/p-Elektrode in das Laserlichtoszillationsgebiet LOR verteilten Stroms abhängt, bestimmt.

**[0061]** Bei der vorliegenden Erfindung ist Ti als ein die aus dem obigen AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht kontaktierendes Metallmaterial bevorzugt, ist Pt als ein das Ti kontaktierende Metallmaterial bevorzugt und ist Au als ein das Pt kontaktierende Metallmaterial bevorzugt, das heißt, der obige Ti/Pt/Au-Stapel so bevorzugt so ausgebildet, dass seine Ti-Seite den Halbleiter kontaktiert.

**[0062]** Wenn die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** klein ist, ist das optische Ausgangssignal, bei dem ein Knick erscheint, niedrig (der Knickpegel ist niedrig). Dies deshalb, weil ein  $\Delta n$  (Brechungsindexdifferenz) des Laseroszillationsgebiets klein und das Licht des Oszillationsgebiets aufgrund des eingespeisten

Stroms nicht ausgeglichen bzw. nicht symmetrisch (unbalanced) ist, wenn die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht klein ist. Um die Nichtsymmetrie zu verhindern, wird die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** so eingestellt, dass sie nicht kleiner als ein gewisser Wert ist, und Änderungen (Bewegung) des Oszillationsgebiets (photoelektrisches Feldgebiet) durch Sichern des  $\Delta n$  verhindert werden.

**[0063]** Folglich wird, wenn die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** groß ist, der Grad der Selbstpulsation schwach. Der Grad der Selbstpulsation wird durch einen Kohärenzindex  $\gamma$  ausgedrückt. Wenn der  $\gamma$ -Wert klein ist, wird vorzugsweise ein Selbstpulsationslaser, der einen hohen Grad an Selbstpulsation aufweist, erhalten, während wenn die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** groß ist, das  $\Delta n$  wie oben groß wird und eine Laserdiode eines Indexleitertyps (Brechungsindexwellenleitertyp) erhalten wird.

**[0064]** Außerdem entsteht, wenn die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** groß ist, der Nachteil, dass der Horizontalrichtungsemissionswinkel  $\theta//$  der Laseremissionscharakteristik klein wird.

**[0065]** Hinsichtlich der obigen Bedingungen wird die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** bevorzugt so eingestellt, dass sie in einem Bereich von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  liegt, um im Fall der Anwendung auf einen optischen Aufnehmer einen geeigneten Bereich von Charakteristiken zu erhalten (Knickpegel 7 bis 9 mW oder mehr,  $\gamma \leq 0,5$ ,  $7 \text{ Grad} \leq \theta// \leq 11 \text{ Grad}$ ).

**[0066]** Außerdem ist, wenn die Breite SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets klein ist, das optische Ausgangssignal, bei dem ein Knick auftritt, klein (der Knickpegel ist niedrig).

**[0067]** Umgekehrt wird, wenn die Breite SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets groß ist, der Grad der Selbstpulsation schwach. Dies deshalb, weil, wenn die Breite SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets groß ist, die Überlagerung des von der Quantumwell-Schicht (Quantentopfschicht) und dem Laserlichtoszillationsgebiet gebildeten sättigbaren Absorptionsgebiet (photoelektrisches Feldgebiet) klein wird und der Wellenleiterverlust klein wird.

**[0068]** Außerdem entsteht, wenn die Breite SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets groß ist, der Nachteil, dass die Laseremissionswinkelcharakteristik des Horizontalrichtungsemissionswinkels  $\theta//$  klein wird.

**[0069]** Um zu bewirken, dass die obigen Bedingungen in einen Bereich von Charakteristiken fallen, der für den Fall einer Anwendung auf einen optischen Aufnehmer geeignet ist (Knickpegel 7 bis 9 mW oder mehr,  $\gamma \leq 0,5$ ,  $7 \text{ Grad} \leq \theta// \leq 11 \text{ Grad}$ ), liegt die Breite

SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets vorzugsweise im Bereich von 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$ .

[0070] Eine wie oben konfigurierte Selbstpulsationslaserdiode LD kann den Betriebsstrom mehr als beim Stand der Technik reduzieren, und deshalb kann die Langzeitzuverlässigkeit verbessert werden.

[0071] Auch ist aufgrund der Konfiguration zur Bildung nur ein einzelner Epitaxisschritt notwendig, so dass die Zahl von Epitaxisschritten von der beim Stand der Technik reduziert werden kann und die Produktionsausbeute verbessert werden kann.

[0072] Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung der obigen Laserdiode LD erläutert.

[0073] Als erstes werden, wie in [Fig. 2A](#) gezeigt, eine aus beispielsweise GaAs bestehende n-Typ-Pufferschicht **31**, eine aus beispielsweise InGaP bestehende n-Typ-Pufferschicht **36**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende n-Typ-Mantelschicht **37**, eine aktive Schicht **38** (Multiquantum-well-Struktur mit einer Oszillationswellenlänge von 650 nm, die eine Sperrschicht und eine Leerschicht aufweist), eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **39**, eine aus beispielsweise GaInP bestehende Ätzstoppschicht **40**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **41**, eine aus beispielsweise GaInP bestehende Zwischenschicht **42** und eine aus beispielsweise GaAs bestehende p-Typ-Kontaktschicht **43** auf einem beispielsweise aus GaAs bestehenden n-Typ-Substrat **30** durch ein epitaktisches Aufwachsverfahren wie beispielsweise metallorganisch-chemisches Gasphasenepitaxieaufwachsen (metal-organic vapor phase epitaxial growth (MOVPE)) sukzessive gestapelt.

[0074] Als nächstes wird, wie in [Fig. 2B](#) gezeigt, eine Maskenschicht MS zum Schützen eines Stromeinspeisungsstreifengebiets durch Photolithographie gebildet.

[0075] Als nächstes wird während des Schützens des Abschnitts zur Bildung des Stromeinspeisungsstreifengebiets durch Benutzung der Maskenschicht MS als eine Maske durch Benutzung der Ätzstoppschicht **40** als einen Ätzstopp ein Ätzen EC zum Entfernen von Gebieten, die vom Stromeinspeisungsstreifengebiet verschieden sind, bzw. Gebieten anders als das Stromeinspeisungsstreifengebiet von der p-Typ-Kontaktschicht **43** zur p-Typ-Mantelschicht **41** und zur Bildung einer Rippenform RD, in welcher das Stromeinspeisungsgebiet heraussteht, ausgeführt. Außerdem wird ein Ätzen unter unterschiedlichen Ätzbedingungen ausgeführt, um die Ätzstoppschicht **40** in Gebieten anders als das Stromeinspeisungsstreifengebiet zu entfernen.

[0076] Als nächstes wird die Maskenschicht MS durch Behandeln mit einem organischen Lösungsmittel usw. entfernt, dann wird eine p-Elektrode **45**, beispielsweise Ti/Pt/Au, so gebildet, dass sie an die p-Typ-Kontaktschicht **43** und die p-Typ-Mantelschicht **39**, die in Abschnitten anders als das Stromeinspeisungsstreifengebiet frei liegen, angeschlossen ist, während eine n-Elektrode **46** wie beispielsweise Au-Ge/Ni/Au so gebildet wird, dass sie mit dem n-Typ-Substrat **30** verbunden ist.

[0077] Dann kann nach einem Pelletieren eine wie in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigte Laserdiode LD erhalten werden.

[0078] Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode der vorliegenden Ausführungsform ist zur Bildung einer Laserdiode des Selbstpulsationstyps, die den Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduzieren kann und dadurch die Langfristzuverlässigkeit verbessert, nur ein einzelner Epitaxisschritt notwendig, so dass die Zahl von Epitaxisschritten reduziert ist und eine Herstellung bei verbesserter Produktionsausbeute möglich ist.

(Beispiel 1)

[0079] Bei einer Laserdiode der obigen Konfiguration werden die Abhängigkeit des Kohärenzindex  $\gamma$ , des Horizontalrichtungsemissionswinkels  $\theta$ /(Grad) und des Pegel (mW), bei dem ein Knick auftritt (Knickpegel), von der Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** untersucht.

[0080] Eine Darstellung der erhaltenen Resultate ist in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) gezeigt. Bei den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) sind ([Fig. 3A](#)) der Kohärenzindex  $\gamma$ , ([Fig. 3B](#)) der Horizontalrichtungsemissionswinkel  $\theta$ /(Grad) und ([Fig. 3C](#)) der Pegel, bei dem ein Knick (mW) auftritt, in Bezug auf die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** graphisch dargestellt.

[0081] Es wurde festgestellt, dass es durch Einstellen der Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** innerhalb eines Bereiches von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  möglich war, einen Bereich von Charakteristiken zu erhalten, die für eine Anwendung bei einem optischen Aufnehmer (Knickpegel 7 bis 9 mW oder mehr,  $\gamma \leq 0,5$ ,  $7 \text{ Grad} \leq \theta \leq 11 \text{ Grad}$ ) unter den obigen Bedingungen geeignet ist.

(Beispiel 2)

[0082] Bei einer Laserdiode der obigen Konfiguration werden die Abhängigkeit des Kohärenzindex  $\gamma$ , Horizontalrichtungsemissionswinkels  $\theta$ /(Grad) und Pegels (mW), bei dem ein Knick auftritt (Knickpegel), von der Breite SW des Stromeinspeisungsstreifengebiets untersucht.

[0083] Eine Darstellung der Resultate ist in den [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) gezeigt. Bei den [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) sind ([Fig. 4A](#)) der Kohärenzindex  $\gamma$ , ([Fig. 4B](#)) der Horizontalrichtungsemissionswinkel  $\theta$ /(Grad) und ([Fig. 4C](#)) der Pegel, bei dem ein Knick mW auftritt, in Bezug auf die Breite SW des Stromeinspeisungstreifengebiets graphisch aufgezeichnet.

[0084] Es wurde festgestellt, dass durch Einstellen der Breite SW des Stromeinspeisungstreifengebiets innerhalb eines Bereichs von 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$  es möglich war, einen Bereich von Charakteristiken zu erhalten, der für eine Anwendung bei einem optischen Aufnehmer (Knickpegel 7 bis 9 mW oder mehr,  $\gamma \leq 0,5$ ,  $7 \text{ Grad} \leq \theta // \leq \text{Grad}$ ) unter den obigen Bedingungen geeignet ist.

(Beispiel 3)

[0085] Bei dem obigen Beispiel 1 und Beispiel 2 hatte eine Selbstpulsationslaserdiode, die durch Einstellen der Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** innerhalb eines Bereichs von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  und der Breite SW des Stromeinspeisungstreifengebiets auf 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$  gebildet ist, einen Betriebsstrom von 40 bis 45 mA und ein Ausgangssignal von 5 mW bei einer Raumtemperatur von 25°C, das heißt der Betriebsstrom konnte von dem einer Selbstpulsationslaserdiode des Standes der Technik reduziert werden, und die Langfristzuverlässigkeit konnte verbessert werden.

#### Zweite Ausführungsform

[0086] Eine lichtemittierende Halbleitereinrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist eine monolithische Laserdiode, bei der eine Laserdiode LD1 für CDs (Lichtemissionswellenlänge von 780 nm) und eine Laserdiode LD2 für DVDs (Lichtemissionswellenlänge von 650 nm) auf einem einzelnen Chip befestigt sind, und ist eine lichtemittierende Halbleitereinrichtung, die für einen kompatiblen optischen Aufnehmer, der CDs und DVDs wiedergeben kann, geeignet ist.

[0087] [Fig. 5A](#) ist eine Querschnittsdarstellung der obigen monolithischen Laserdiode, und [Fig. 5B](#) ist eine vergrößerte Querschnittsdarstellung eines Abschnitts von Schichten oberhalb der aktiven Schicht der zweiten Laserdiode LD2.

[0088] Die obige monolithische Laserdiode **14a** wird als nächstes erläutert.

[0089] Als eine erste Laserdiode LD1 sind eine aus beispielsweise GaAs bestehende n-Typ-Pufferschicht **31**, eine aus beispielsweise AlGaAs bestehende n-Typ-Mantelschicht **32**, eine aktive Schicht **33** (Multiquantum-well-Struktur mit einer Oszillationswellenlänge von 780 nm), eine aus beispielsweise

AlGaAs bestehende p-Typ-Mantelschicht **34** und eine beispielsweise aus GaAs bestehende p-Typ-Kappenschicht **35** auf einem beispielsweise aus GaAs bestehenden n-Typ-Substrat **30** übereinanderliegend angeordnet, d.h. gestapelt, um einen ersten Stapel ST1 zu bilden. Ein Streifen ist durch ein Gebiet **44**, das von der Oberfläche der p-Typ-Kappenschicht **35** zu einer Mitte der p-Typ-Mantelschicht **34** isoliert ist, gebildet und weist eine Stromverengungsstruktur auf.

[0090] Andererseits sind als eine zweite Laserdiode LD2 eine aus beispielsweise GaAs bestehende n-Typ-Pufferschicht **31**, eine aus beispielsweise InGaP bestehende n-Typ-Pufferschicht **36**, eine aus beispielsweise AsGaInP bestehende n-Typ-Mantelschicht **37**, eine aktive Schicht **38** (eine Multiquantum-well-Struktur mit einer Oszillationswellenlänge von 650 nm, die eine Sperrschicht und eine Leerschicht aufweist) und eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Leiterschicht **39** auf einem n-Typ-Substrat **30** gestapelt. Als weitere obere Schichten in einem Stromeinspeisungstreifengebiet sind eine aus beispielsweise GaInP bestehende Ätzstoppschicht **40**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **41**, eine aus beispielsweise GaInP bestehende Zwischenschicht **42** und eine aus beispielsweise GaAs bestehende p-Typ-Kontaktschicht **43** gestapelt, so dass ein zweiter Stapel ST2 gebildet ist.

[0091] Schichten von einer Oberfläche der p-Typ-Kontaktschicht **43** zur Ätzstoppschicht **40** werden zu einer Rippenform RB verarbeitet, die auf der p-Typ-Mantelschicht **39** heraussteht.

[0092] Im ersten Stapel ST1 ist eine mit der p-Typ-Kappenschicht **35** verbundene p-Elektrode **45** ausgebildet. Andererseits ist im zweiten Stapel ST2 eine p-Elektrode **45** durch Abdecken der Gebiete anders als ein Stromeinspeisungstreifengebiet, das heißt der p-Typ-Mantelschicht **39** und der p-Typ-Kontaktschicht **43**, gebildet.

[0093] Die p-Elektrode besteht beispielsweise aus einem Ti/Pt/Au-Stapel und ist so ausgebildet, dass die Ti-Seite einen Halbleiter kontaktiert.

[0094] Auch ist eine aus beispielsweise einem AuGe/Ni/Au-Stapel bestehende n-Elektrode **46** unter dem damit verbundenen n-Typ-Substrat **30** ausgebildet.

[0095] Bei der die obige Konfiguration aufweisenden monolithischen Laserdiode **14a** ist der Abstand zwischen einem Laserlicht emittierenden Abschnitt der ersten Laserdiode LD1 und einem Laserlicht emittierenden Abschnitt der zweiten Laserdiode LD2 so eingestellt, dass er innerhalb eines Bereiches von beispielsweise etwa 200  $\mu\text{m}$  oder weniger (etwa 100

µm) liegt. Von den jeweiligen Laserlichtemissionsabschnitten werden eine Wellenlänge beispielsweise des 780 nm-Bandes aufweisendes Laserlicht L1 und eine Wellenlänge des 650 nm-Bandes aufweisendes Laserlicht L2 parallel zum Substrat und im Wesentlichen in der gleichen Richtung (im Wesentlichen parallel) emittiert.

**[0096]** Die wie oben konfigurierte Laserdiode **14a** ist eine monolithische Laserdiode, bei der zwei Arten von Laserdioden, die unterschiedliche Lichtemissionswellenlängen aufweisen, auf einem einzelnen Chip befestigt sind, und ist für einen optischen Aufnehmer einer CD oder DVD oder andere unterschiedliche optische Wellenlängenplattensysteme geeignet.

**[0097]** Bei der obigen monolithischen Laserdiode der vorliegenden Ausführungsform wird beim Anlegen einer vorbestimmten Spannung an die p-Elektrode und die n-Elektrode der zweiten Laserdiode LD2 zum Emittieren eines Laserstrahls des 650 nm-Bandes ein erster Strom I<sub>a</sub> von der p-Elektrode über die Kontaktschicht eingespeist und vom Laserstrahloszillationsgebiet LOR in der Nähe der aktiven Schicht **39** ein Laserstrahl emittiert. Zu dieser Zeit wird in den Gebieten anders als das Stromspeisungsstreifengebiet ein zweiter Strom I<sub>b</sub>, der kleiner als der erste Strom I<sub>a</sub> ist, von der p-Elektrode über die p-Typ-Mantelschicht **39** eingespeist. Der Strom wird zu Endabschnitten des Laserstrahloszillationsgebiets LOR geeignet verteilt, ein sättigbares Absorptionsgebiet SA wird gebildet, und Selbstpulsation tritt auf.

**[0098]** Auch kann bei der obigen zweiten Laserdiode LD2 der Grad der Selbstpulsation durch das Material der p-Elektrode **45**, die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** und der Breite SW des Stromspeisungsstreifengebiets eingestellt werden.

**[0099]** Um beispielsweise solche Charakteristiken wie die Stärke der Selbstpulsation, den Knickpegel und die Emissionswinkelcharakteristiken in der gleichen Weise wie bei der ersten Ausführungsform zu erfüllen, ist aufgrund der Austrittsarbeit von Metallen vorzuziehen, dass der obige Ti/Pt/Au-Stapel als das Material der p-Elektrode **45** so ausgebildet ist, dass die Ti-Seite den Halbleiter kontaktiert. Außerdem wird bevorzugt, dass die Dicke H der p-Typ-Mantelschicht **41** im Bereich von 0,1 bis 0,7 µm und die Breite SW des Stromspeisungsstreifengebiets im Bereich von 1,5 bis 5 µm liegt.

**[0100]** Die zweite Selbstpulsationslaserdiode, welche die obige Konfiguration aufweist, kann den Arbeitsstrom im Vergleich zu dem des Standes der Technik reduzieren und kann in der Langzeitverlässlichkeit verbessert sein.

**[0101]** Auch ist nur ein einzelner Epitaxischritt zur

Bildung des Abschnitts der zweiten Laserdiode LD2 notwendig, so dass die Zahl der Epitaxischritte von der des Standes der Technik reduziert sein kann und eine verbesserte Produktionsausbeute möglich ist.

**[0102]** Als nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung einer monolithischen Laserdiode **14a**, bei der die obige erste Laserdiode LD1 und die zweite Laserdiode LD2 auf einem einzelnen Chip befestigt sind, erläutert.

**[0103]** Zuerst werden, wie in [Fig. 6A](#) gezeigt, eine aus beispielsweise GaAs bestehende n-Typ-Pufferschicht **31**, eine aus beispielsweise AlGaAs bestehende n-Typ-Mantelschicht **32**, eine aktive Schicht **33** (eine Multiquantum-well-Struktur mit einer Oszillationswellenlänge von 780 nm) **323**, eine aus beispielsweise AlGaAs bestehende p-Typ-Mantelschicht **34** und eine aus beispielsweise GaAs bestehende p-Typ-Kappenschicht **35** auf einem aus beispielsweise GaAs bestehenden n-Typ-Substrat **30** durch ein epitaktisches Aufwachsverfahren wie beispielsweise metallorganisch-chemisches Gasphasenepitaxieaufwachsen (MOVPE) sukzessive übereinanderliegend angeordnet bzw. gestapelt.

**[0104]** Als nächstes wird, wie in [Fig. 6B](#) gezeigt, während das Gebiet, das als die erste Laserdiode LD1 zu belassen ist, durch einen nicht gezeigten Resistfilm geschützt wird, ein auf Schwefelsäure basierendes nicht selektives Ätzen und ein auf Fluorsäure basierendes AlGaAs-selektives Ätzen oder ein anderes Nassätzen (EC1) dazu benutzt, den oberen Stapel in Bereichen anders als das Gebiet der ersten Laserdiode LD1 bis hinauf zur n-Typ-Mantelschicht **32** zu entfernen.

**[0105]** Als nächstes wird, wie in [Fig. 6C](#) gezeigt, ein epitaktisches Aufwachsverfahren wie beispielsweise metallorganisch-chemisches Gasphasenepitaxieaufwachsen (MOVPE) dazu benutzt, auf einer n-Typ-Pufferschicht **31** eine aus beispielsweise InGaP bestehende n-Typ-Pufferschicht **36**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende n-Typ-Mantelschicht **37**, eine aktive Schicht **38** (eine Multiquantum-well-Struktur mit einer Oszillationswellenlänge von 650 nm, die eine Sperrschicht und eine Leitterschicht aufweist), eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **39**, eine aus beispielsweise GaInP bestehende Ätzstoppschicht **40**, eine aus beispielsweise AlGaInP bestehende p-Typ-Mantelschicht **41**, eine aus beispielsweise GaInP bestehende Zwischenschicht **42** und eine aus beispielsweise GaAs bestehende p-Typ-Kontaktschicht **43** sukzessive zu stapeln.

**[0106]** Als nächstes wird, wie in [Fig. 6D](#) gezeigt, während das Gebiet, das als die zweite Laserdiode LD2 zu belassen ist, durch einen nicht gezeigten Resistfilm geschützt wird, ein auf Schwefelsäure basier-

tes Kappenätzen, ein auf Phosphorsäure und Salzsäure basiertes selektives Vier-Elemente-Ätzen, ein auf Salzsäure basiertes Separationsätzen, oder ein anderes Nassätzen (EC2) dazu benutzt, den obigen Stapel in Gebieten anders als das Gebiet der zweiten Laserdiode LD2 bis hinauf zur n-Typ-Pufferschicht **36** zu entfernen und einen ersten Stapel ST1 für die erste Laserdiode und einen zweiten Stapel ST2 für die zweite Laserdiode zu separieren.

[0107] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6E](#) gezeigt, ein Photolithografieschritt mit einem Beschichten der ganzen Oberfläche mit einem Restistfilm, Belichten desselben durch ein Maskenmuster, Aushärten der beschichteten Abschnitte des Restistfilms und Entfernen der nicht belichteten Abschnitte des Restistfilms mit einem organischen Lösungsmittel wie beispielsweise Aceton dazu benutzt, eine erste Maskenschicht MSA1 zum Schützen des Stromeinspeisungsgebiets des ersten Stapels ST1 und eine zweite Maskenschicht MSA2 zum Schützen des Stromeinspeisungsgebiets des zweiten Stapels ST2 über dem ersten Stapel ST1 und dem zweiten Stapel ST2 zu bilden.

[0108] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6F](#) gezeigt, die Oberfläche durch ein chemisches Mittel wie beispielsweise CF<sub>4</sub> oder Monochlorbenzol oder durch Hartbacken gehärtet, um eine erste Maskenschicht MS1 und eine zweite Maskenschicht MS2 zu erhalten.

[0109] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6G](#) gezeigt, eine dritte Maskenschicht MS3 zum Schützen des gesamten Stapels ST1 und Öffnen eines Lochs im zweiten Stapel ST2 durch einen Photolithografieschritt ähnlich dem obigen gebildet.

[0110] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6H](#) gezeigt, während der Benutzung der zweiten Maskenschicht MS2 und der dritten Maskenschicht MS3 als Masken und Schützen des Abschnitts zur Bildung des Stromeinspeisungsstreifengebiets des zweiten Stapels ST2 ein Ätzen EC3 unter Benutzung der Ätzstoppschicht **40** als einen Ätzstopp ausgeführt, um Gebiete anders als das Stromeinspeisungsstreifengebiet von der p-Typ-Kontaktschicht **43** bis hinauf zur p-Typ-Mantelschicht **41** zu entfernen, um eine Rippenform RD zu bilden, in welcher das Stromeinspeisungsstreifengebiet heraussteht. Außerdem werden die Ätzbedingungen geändert und ein Ätzen ausgeführt, um die Ätzstoppschicht **40** in Gebieten anders als das Stromeinspeisungsstreifengebiet zu entfernen.

[0111] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6I](#) gezeigt, die dritte Maskenschicht MS3 durch Behandeln mit einem organischen Lösungsmittel usw. entfernt. Zu dieser Zeit wird einmal die Behandlung ausgeführt, welche die erste Maskenschicht MS1 und die zweite

Maskenschicht MS2 nicht entfernt.

[0112] Da die erste Maskenschicht und die zweite Maskenschicht durch einen zum Aushärten seiner Oberfläche behandelten Resistfilm gebildet sind, ist es möglich, die dritte Maskenschicht ST3 bzw. MS3 leicht zu entfernen, während die erste Maskenschicht ST1 bzw. MS1 zur Bildung einer Stromeinengungsstruktur des ersten Stapels ST1 zur Bildung einer ersten Laserdiode bei der folgenden Verarbeitung belassen wird.

[0113] Als nächstes wird eine vierte Maskenschicht MS4 zum Schützen des ganzen zweiten Stapels ST2 und Öffnen eines Lochs im ersten Stapel ST1 durch einen Photolithografieschritt ähnlich dem des Schritts zur Bildung der dritten Maskenschicht gebildet.

[0114] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6J](#) gezeigt, unter Verwendung der ersten Maskenschicht und der vierten Maskenschicht ST4 bzw. MS4 als Masken ein Dotierstoff D1 durch Ionenimplantation in Gebiete anders als der Abschnitt zur Bildung des Stromeinspeisungsstreifengebiets des ersten Stapels ST1 eingebracht, um ein von einer Oberfläche der p-Typ-Kappenschicht **35** isoliertes Gebiet **44** an der p-Typ-Mantelschicht **34** zu bilden, um einen Streifen zur Bildung einer Verstärkungsleitertyp-Stromeinengungsstruktur zu erhalten.

[0115] Als nächstes werden, wie in [Fig. 6K](#) gezeigt, die vierte Maskenschicht MS4, die erste Maskenschicht MS1 und die zweite Maskenschicht MS2 durch Behandeln mit einem organischen Lösungsmittel, Veraschen usw. entfernt.

[0116] Als nächstes wird, wie in [Fig. 6L](#) gezeigt, eine Ti/Pt/Au oder andere p-Elektrode **45** gebildet, um die p-Typ-Kappenschicht **35** im ersten Stapel ST1 anzuschließen und die p-Typ-Kontaktschicht **43** und die p-Typ-Mantelschicht **39**, die bei Abschnitten anders als das Stromeinspeisungsstreifengebiet im zweiten Stapel ST2 freigelegt sind, anzuschließen.

[0117] Andererseits wird eine AuGe/Ni/Au- oder andere n-Elektrode **4** gebildet, um an das n-Typ-Substrat **30** anzuschließen.

[0118] Danach kann nach einer Pelletierung eine wie in den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) gezeigte gewünschte monolithische Laserdiode **14a** erhalten werden, die aus einer ersten Laserdiode LD1 und einer zweiten Laserdiode LD2, die auf einen einzelnen Chip befestigt sind, besteht.

[0119] Da die monolithische Laserdiode der vorliegenden Ausführungsform aus beispielsweise zwei voneinander getrennten Laserdioden gebildet ist, ist es möglich, Elemente, die für die jeweiligen Laserdioden geeignet sind, aus der Gruppe der aus Al, Ga,

In, P, As usw. bestehenden Gruppe von Elementen auszuwählen. Außerdem kann das n-Typ-Substrat **30** zur Befestigung der zwei lichtemittierenden Halbleiterelemente aus Substraten, die aus einer aus GaAs, GaAsP, GaP und InP bestehenden Gruppe von Verbindungen ausgewählte Verbindungen enthalten, geeignet ausgewählt werden.

**[0120]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer monolithischen Laserdiode der vorliegenden Erfindung ist nur ein einzelner Epitaxisschritt zur Bildung eines Abschnitts für eine zweite Laserdiode LD2 eines Selbstpulsationstyps, die einen Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduzieren und dadurch die Langzeitverlässlichkeit verbessern kann, erforderlich. Dies ermöglicht, dass die Zahl der Epitaxisschritte der Vergangenheit reduziert wird, und ermöglicht die Herstellung unter Verbesserung der Produktionsausbeute.

**[0121]** Die obige monolithische Laserdiode **14a** wird benutzt, indem sie, wie beispielsweise in [Fig. 7](#) gezeigt, durch Löten usw. an eine auf einem Halbleiterblock **13** ausgebildete Elektrode **13a** von der Seite der p-Elektrode **45** angeschlossen und befestigt wird.

**[0122]** In diesem Fall wird beispielsweise an die Elektrode **13a** zum Anschließen der p-Elektrode **45** der ersten Laserdiode LD1 durch eine Leitung **13b**, an die Elektrode **13a** zum Anschließen der p-Elektrode **45** der zweiten Laserdiode LD2 durch eine Leitung **13c** und an die den zwei Laserdioden LD1 und LD2 gemeinsame n-Elektrode **46** durch eine Leitung **46a** eine Spannung angelegt.

**[0123]** [Fig. 8A](#) ist eine perspektivische Darstellung eines Beispiels der Konfiguration, wenn die obige monolithische Laserdiode **14a** in einem CAN-Bauteil (CAN package) befestigt ist.

**[0124]** Beispielsweise ist an einem auf einer plattenförmigen Basis **21** vorhandenen vorstehenden Abschnitt **21a** ein Halbleiterblock **13** befestigt, in welchem eine PIN-Diode **12** als ein optisches Überwachungszweck-Detektionselement ausgebildet ist. Die aus der ersten und zweiten Laserdiode LD1 und LD2, die auf einem einzelnen Chip befestigt sind, bestehende monolithische Laserdiode **14a** ist auf der Oberseite des Chips angeordnet.

**[0125]** Außerdem ist ein Anschluss **22** vorhanden, der durch die Basis **21** geht und durch eine Leitung **23** mit der obigen ersten und zweiten Laserdiode LD1 und LD2 oder der PIN-Diode **12** verbunden ist. Den jeweiligen Dioden wird Betriebsleistung bzw. -energie zugeführt.

**[0126]** [Fig. 8B](#) ist eine Draufsicht aus einer Richtung senkrecht zu einer Emissionsrichtung von Laserlicht einer CAN-Gehäuse-Laserdiode.

**[0127]** Die aus der ersten Laserdiode LD1 und der zweiten Laserdiode LD2, die auf einem einzelnen Chip befestigt sind, bestehende Laserdiode **14a** ist über dem mit der PIN-Diode **12** gebildeten Halbleiterblock **13** angeordnet.

**[0128]** Die PIN-Diode **12** ist so konfiguriert, dass sie Laserlichter, die zu einer Rückseite der ersten und zweiten Laserdiode LD1 und LD2 emittiert werden, abtastet, deren Stärke misst und die Betriebsströme der ersten und zweiten Laserdiode LD1 und LD2 so steuert, dass die Stärken der Laserlichter konstant werden, das heißt für eine APC (automatic power control (automatische Leistungssteuerung)).

**[0129]** [Fig. 9](#) ist eine schematische Darstellung der Konfiguration, wenn ein optischer Aufnehmer für eine CD oder DVD oder andere optische Systeme unterschiedlicher Wellenlängen durch Benutzung einer Laserdiode LD, die aus einer aus einer Laserdiode LD1 und einer zweiten Laserdiode LD2, die auf einem einzelnen Chip befestigt sind, bestehenden CAN-montierten monolithischen Laserdiode besteht, konfiguriert wird.

**[0130]** Der optische Aufnehmer **1a** weist zueinander separate, das heißt diskret konfigurierte optische Systeme auf, wobei eine aus einer ersten Laserdiode LD1 zum Emittieren von Laserlicht von 780 nm und einer zweiten Laserdiode LD2 zum Emittieren von Laserlicht von 650 nm bestehende, auf einem einzelnen Chip integrierte monolithische Laserdiode LD, ein das 650 nm-Band durchlassendes Gitter G für das 780 nm-Band, einen Strahlteiler BS, einen Kollimator C, einen Spiegel M, eine CD-Benutzungsapertur R zur Begrenzung einer Öffnung, eine Objektivlinse OL, eine Multilinse ML und eine Photodiode PD an jeweiligen vorbestimmten Positionen bereitgestellt sind. Die Photodiode PD besteht beispielsweise aus einer ersten Photodiode zum Empfang von Licht eines 780 nm-Bandes und einer zweiten Photodiode zum Empfang von Licht eines 650 nm-Bandes, die parallel nebeneinander angeordnet sind.

**[0131]** Bei dem die obige Konfiguration aufweisenden optischen Aufnehmer geht das erste Laserlicht L1 aus der ersten Laserdiode LD1 durch das Gitter D, wird vom Strahlteiler BS partiell reflektiert, geht durch oder wird reflektiert durch den Kollimator C, Spiegel M und die CD-Benutzungsapertur R zur Begrenzung einer Öffnung und wird von der Objektivlinse OL auf eine optische Platte D konzentriert.

**[0132]** Das von der optischen Platte D reflektierte Licht geht über die Objektivlinse OL, die CD-Benutzungsapertur R zur Begrenzung der Öffnung, den Spiegel M, Kollimator C und Strahlteiler BS durch die Multilinsen ML und wird auf die Fotodiode PD (erste Fotodiode) projiziert. Auf eine Aufzeichnungsfläche der CD oder einer anderen optischen Platte D ge-

schriebene Information wird durch die Änderung des reflektierten Lichts gelesen.

**[0133]** Bei dem die obige Konfiguration aufweisenden optischen Aufnehmer **1a** wird auch das zweite Laserlicht L2 aus der zweiten Laserdiode LD2 durch den gleichen Weg wie oben auf die optische Platte D konzentriert. Das reflektierte Licht wird auf die Fotodiode PD (zweite Fotodiode) projiziert. Auf eine Aufzeichnungsfläche einer DVD oder anderen optischen Platte D geschriebene Information wird durch die Änderung des reflektierten Lichts gelesen.

**[0134]** Gemäß dem obigen optischen Aufnehmer **1a** sind eine Laserdiode für CDs und eine Laserdiode für DVDs befestigt, und davon reflektierte Lichter werden durch ein gemeinsames optisches System auf eine Fotodiode für CDs oder eine Fotodiode für DVDs fokussiert, um zu ermöglichen, dass CDs und DVDs wiedergegeben werden.

**[0135]** Auch ist es möglich, einen für einen optischen Aufnehmer geeigneten Laserkoppler zur Aufzeichnung und Wiedergabe einer CD, DVD oder ein anderes optisches Speichermedium durch Emission von Licht unter Verwendung der aus einer ersten Laserdiode LD1 und einer zweiten Laserdiode LD2, die auf einem einzelnen Chip befestigt sind, bestehenden monolithischen Laserdiode gemäß der vorliegenden Ausführungsform zu konfigurieren.

**[0136]** [Fig. 10A](#) ist eine Darstellung zur Erläuterung der schematischen Konfiguration des obigen Laserkopplers **1b**. Der Laserkoppler **1b** ist in eine Aussparung eines ersten Bauteilelements (package member) **2** geladen und durch ein Glas oder anderes transparentes zweites Bauteilelement **3** abgedichtet.

**[0137]** [Fig. 10B](#) ist eine perspektivische Darstellung eines Schlüsselabschnitts des obigen Laserkopplers **1b**.

**[0138]** Beispielsweise ist ein mit einer PIN-Diode **12** als ein optisches Überwachungszweck-Detektionselement gebildeter Halbleiterblock **13** auf einem integrierten Schaltungssubstrat **11** angeordnet, das durch Ausschneiden aus einem Siliciummonokristalls hergestellt ist. Außerdem ist die aus einer ersten Laserdiode LD1 und zweiten Laserdiode LD2 als lichtemittierende Elemente, die auf einem einzelnen Chip befestigt sind, bestehende monolithische Laserdiode **14a** auf dem Halbleiterblock **13** angeordnet.

**[0139]** Andererseits weist das integrierte Schaltungssubstrat **11** beispielsweise erste Fotodioden **16**, **17** und zweite Fotodioden **18**, **19** auf. Auf den ersten und zweiten Fotodioden **16**, **17**, **18**, **19** ist in einem vorbestimmten Abstand von der ersten und zweiten Laserdiode LD1 und LD2 ein Prisma **20** befestigt.

**[0140]** Von der ersten Laserdiode LD1 emittiertes Laserlicht L1 wird an einer lichtteilenden Fläche **20a** des Prismas **20** partiell reflektiert, um in seine Vorwärtsrichtung abgelenkt zu werden, wird aus einem Emissionsfenster, das im zweiten Bauteilelement **3** ausgebildet ist, in einer Emissionsrichtung emittiert, und wird über einen nicht gezeigten Reflexionsspiegel, eine nicht gezeigte Objektivlinse usw. auf eine optische Platte CD oder ein anderes Objekt fokussiert.

**[0141]** Das von dem obigen Objekt reflektierte Licht pflanzt sich in einer zu der das Objekt treffenden Richtung entgegengesetzten Richtung fort und trifft die lichtteilende Fläche **20a** des Prismas **20** aus der Emissionsrichtung aus dem Laserkoppler **1b**. Während es auf die obere Fläche des Prismas **20** fokussiert wird, trifft es die vordere erste Fotodiode **16** und die hintere erste Fotodiode **17**, die auf dem die untere Fläche des Prismas **20** bildenden integrierten Schaltungssubstrats ausgebildet sind.

**[0142]** Andererseits wird das von der zweiten Laserdiode LD2 emittierte Laserlicht L2 an der lichtteilenden Fläche **20a** des Prismas **20** partiell reflektiert, um in eine Vorwärtsrichtung abgelenkt zu werden, und wird dieses Licht aus dem im zweiten Bauteilelement ausgebildeten Emissionsfenster in einer Emissionsrichtung emittiert und über einen nicht dargestellten Reflektionsspiegel, eine nicht dargestellte Objektivlinse usw. auf eine optische Platte (DVD) oder ein anderes Objekt fokussiert.

**[0143]** Das von dem obigen Objekt reflektierte Licht pflanzt sich in einer zu der das Objekt treffenden Richtung entgegengesetzten Richtung fort und trifft die lichtteilende Fläche **20a** des Prismas **20**. Während es auf die obere Fläche des Prismas **20** fokussiert wird, trifft das Licht die vordere zweite Photodiode **18** und die hintere zweite Photodiode **19**, die auf dem die untere Fläche des Prismas **20** bildenden integrierten Schaltungssubstrat **11** ausgebildet sind.

**[0144]** Auch weist die auf dem Halbleiterblock **13** ausgebildete PIN-Diode ein beispielsweise zweigeteiltes Gebiet auf, tastet Laserlichter der ersten und zweiten Laserdiode LD1 und LD2 ab, die jeweils auf der Rückseite emittiert werden, misst Stärken der Laserlichter und steuert die Betriebsströme der ersten und zweiten Laserdioden LD1 und LD2 so, dass die Stärken der Laserlichter konstant werden, dass heißt für eine APC-Steuerung.

**[0145]** Der Abstand zwischen einem Laserlicht-Emissionsabschnitt der obigen ersten Laserdiode LD1 und einem Laserlicht-Emissionsabschnitt der zweiten Laserdiode LD2 ist so eingestellt, dass er in einem Bereich von beispielsweise 200 µm oder weniger (etwa 100 µm) liegt. Eine Wellenlänge von beispielsweise des 790 nm-Bandes aufweisendes La-

serlicht L1 und eine Wellenlänge des 650 nm-Bandes aufweisendes Laserlicht L2 werden von den jeweiligen Laserlichtemissionsabschnitten (aktive Schicht) im Wesentlichen in der gleichen Richtung (im Wesentlichen parallel) emittiert.

**[0146]** [Fig. 11](#) ist ein Beispiel, wenn ein optischer Aufnehmer durch Benutzung des obigen Laserkopplers konfiguriert ist. Die von der in den Laserkoppler **1b** eingebauten ersten und zweiten Laserdiode emittierten Laserlichter L1 und L2 werden über einen Kollimator C, Spiegel M, eine CD-Benutzungsapertur R zur Begrenzung einer Öffnung und eine Objektivlinse OL auf eine CD, DVD oder andere optische Platte D fokussiert.

**[0147]** Von der optischen Platte D reflektiertes Licht kehrt durch Verfolgen des gleichen Wegs wie das fokussierte Licht zum Laserkoppler zurück und wird von der in den Laserkoppler eingebauten ersten und zweiten Photodiode empfangen.

**[0148]** Wie oben erläutert, ist es durch Benutzung der monolithischen Laserdiode der vorliegenden Ausführungsform möglich, die Zahl von Teilen zu reduzieren und die Konfiguration des optischen Systems eines optischen Aufnehmers, der CD-, DVD-, oder andere optische Plattensysteme unterschiedlicher Wellenlängen aufweist, zu vereinfachen und ihn deshalb leichter zum Zusammenbauen, kleiner in der Baugröße und niedriger in den Kosten zu machen.

**[0149]** Die vorliegende Erfindung wurde durch zwei obige Ausführungsformen erläutert, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Ausführungsformen beschränkt.

**[0150]** Beispielsweise können das Halbleitermaterial und Metallmaterial zur Bildung der obigen Laserdiode und deren Dicke geeignet ausgewählt werden.

**[0151]** Auch brauchen die mehreren Laserdioden, die in der zweiten Ausführungsform monolithisch zu befestigen sind, nicht nur Laserdiodelemente zu sein, die unterschiedliche Lichtemissionswellenlängen aufweisen, sondern können auch Laserdiodelemente sein, die unterschiedliche Elementcharakteristiken aufweisen, beispielsweise die gleichen Lichtemissionswellenlängen, aber unterschiedliche Lichtemissionsstärken aufweisen. Außerdem kann, wenn mehrere Lichtemissionselemente vorhanden sind, die Erfindung auf Laserdiodelemente angewendet werden, welche die gleichen Elementcharakteristiken aufweisen. Auch sind die Lichtemissionswellenlängen der ersten und zweiten Laserdiode nicht auf das 780 nm-Band und 650 nm-Band beschränkt, sondern können Wellenlängen sein, die bei anderen optischen Plattensystemen benutzt werden. Das heißt, es kann ein optisches Plattensystem einer anderen Kombination wie beim CD- und DVD-System verwen-

det werden. Auch können Laserdioden, die unter den mehreren Laserdioden nicht von einem Selbstpulsationstyp sind, bei anderen Lasern, die eine Mannigfaltigkeit von Charakteristiken wie beispielsweise einen Indexleitertyp oder einen Verstärkungsleitertyp aufweisen, verwendet werden.

**[0152]** Es kann eine Vielzahl von Modifikationen anders als das Obige innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung gemacht werden.

**[0153]** Auch kann ein Halbleiter-Lichtemissionselement, das mehrere Laserdiodelemente, auf welche die vorliegende Erfindung angewendet werden kann, aufweist, für eine Halbleiter-Lichtemissionseinrichtung, die drei oder mehr Laserdiodelemente aufweist, benutzt werden.

**[0154]** Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduziert werden und dadurch die Langzeitzuverlässigkeit verbessert werden. Außerdem ist aufgrund dieser Struktur nur ein einzelner Epitaxisschritt notwendig. Es ist deshalb möglich, die Zahl von Epitaxisschritten von der des Standes der Technik zu reduzieren und die Produktionsausbeute zu verbessern.

**[0155]** Gemäß der lichtemittierenden Halbleitereinrichtung der vorliegenden Erfindung ist es bei einer monolithischen Dualwellenlängenlaserdiode, die aus einer Laserdiode beispielsweise für CDs (Lichtemissionswellenlänge von 780 nm) und einer Laserdiode für DVDs (Lichtemissionswellenlänge von 650 nm) besteht, die auf einem einzelnen Chip befestigt sind usw., möglich, eine Laserdiode des Selbstpulsationstyps, die sich in Rauschencharakteristiken auszeichnet, die den Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduzieren und dadurch die Langzeitzuverlässigkeit verbessern können, einzubauen, und außerdem möglich, die Zahl von Epitaxisschritten zu reduzieren und die Produktionsausbeute zu verbessern.

**[0156]** Gemäß dem Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode der vorliegenden Erfindung kann eine Laserdiode eines Selbstpulsationstyps, die sich in Rauschencharakteristiken auszeichnet, die den Betriebsstrom von dem des Standes der Technik reduzieren und dadurch die Langzeitzuverlässigkeit verbessern können, hergestellt werden, wobei die Zahl von Epitaxisschritten reduziert und die Produktionsausbeute verbessert wird.

**[0157]** Es sei darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die obigen Ausführungsformen beschränkt ist und Modifikationen innerhalb des Schutzbereichs der Ansprüche umfasst.

### Patentansprüche

1. Laserdiode, aufweisend:

eine erste Mantelschicht (37) eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf einem Substrat ausgebildet ist, eine aktive Schicht (38), die an einer oberen Ebene der ersten Mantelschicht (37) ausgebildet ist, eine zweite Mantelschicht (39) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, die an einer oberen Ebene der aktiven Schicht (38) ausgebildet ist, eine Kontaktschicht und eine Elektrode,

**dadurch gekennzeichnet**, dass sie außerdem eine dritte Mantelschicht (41) des zweiten Leitfähigkeitstyps, die in einem Stromeinspeisungsstreifengebiet an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht (39) ausgebildet ist, aufweist, dass die Kontaktschicht (43) an einer oberen Ebene der dritten Mantelschicht (41) ausgebildet ist, und dass die Elektrode (45) so ausgebildet ist, dass sie die zweite Mantelschicht (37) in Gebieten, die vom Stromeinspeisungsstreifengebiet verschieden sind, anschließt und die Kontaktschicht (43) anschließt, wobei, wenn durch Anlegen einer vorbestimmten Spannung an die Elektrode (45) von der Elektrode (45) über die Kontaktschicht (43) ein erster Strom eingespeist wird und von einem Laserlichtoszillationsgebiet in der Nähe der aktiven Schicht (38) Laserlicht emittiert wird, von der Elektrode (45) über die zweite Mantelschicht (39) ein zweiter Strom, der kleiner als der erste Strom ist, in Gebiete, die vom Stromeinspeisungsstreifengebiet verschieden sind, eingespeist wird und Ströme an Enden des Laserlichtoszillationsgebiets zu einer Selbstpulsation gesteuert werden.

2. Laserdiode nach Anspruch 1, wobei an den Enden des Laserlichtoszillationsgebiets zur Selbstpulsation sättigbare Absorptionsgebiete ausgebildet sind.

3. Laserdiode nach Anspruch 1, wobei die zweite Mantelschicht (39) ein Material auf der Basis von Al-GaN aufweist.

4. Laserdiode nach Anspruch 1, wobei ein Material der Elektrode (45) bei einem die zweite Mantelschicht (39) kontaktierenden Abschnitt Titan aufweist.

5. Laserdiode nach Anspruch 4, wobei die Elektrode (45) übereinanderliegende Schichten aus Titan, Platin und Gold aufweist und so ausgebildet ist, dass sie die zweite Mantelschicht (39) und Kontaktschicht (43) von der Titanseite her kontaktiert.

6. Laserdiode nach Anspruch 1, mit einer Ätzstoppschicht (40) zwischen der zweiten Mantelschicht (39) und der dritten Mantelschicht (41).

7. Laserdiode nach Anspruch 1, wobei ein Selbstpulsationsgrad durch eine Dicke der dritten Mantelschicht (41) und eine Breite des Stromeinspeisungsstreifengebiets eingestellt sein kann.

8. Laserdiode nach Anspruch 1, wobei eine Dicke der dritten Mantelschicht (41) in einem Bereich von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  liegt.

9. Laserdiode nach Anspruch 1, wobei eine Breite des Stromeinspeisungsstreifengebiets in einem Bereich von 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$  liegt.

10. Lichtemittierende Halbleitereinrichtung mit mehreren Laserdiodenelementen, wobei wenigstens eines der Laserdiodenelemente eine Laserdiode nach Anspruch 1 ist.

11. Lichtemittierende Halbleitereinrichtung nach Anspruch 10, wobei die mehreren Laserdiodenelemente auf dem gleichen Substrat ausgebildet sind.

12. Verfahren zur Herstellung einer Selbstpulsationslaserdiode, aufweisend die Schritte:

Bilden einer ersten Mantelschicht (37) eines ersten Leitfähigkeitstyps auf einem Substrat,  
Bilden einer aktiven Schicht (38) an einer oberen Ebene der ersten Mantelschicht (37),  
Bilden einer zweiten Mantelschicht (39) eines zweiten Leitfähigkeitstyps an einer oberen Ebene der aktiven Schicht (38),  
Bilden einer dritten Mantelschicht (41) des zweiten Leitfähigkeitstyps an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht (39),  
Bilden einer Kontaktschicht (43) an einer oberen Ebene der dritten Mantelschicht (41),  
Bilden einer Maskenschicht zum Schützen eines Stromeinspeisungsstreifengebiets,  
Entfernen der dritten Mantelschicht (41) und der Kontaktschicht (43) unter Belassen des Stromeinspeisungsstreifengebiets durch Benutzen der Maskenschicht als eine Maske, und  
Bilden einer Elektrode (45) so, dass sie in Gebieten, die vom Stromeinspeisungsstreifengebiet verschieden sind, an die zweiten Mantelschicht (39) angeschlossen ist und die Kontaktschicht (43) anschließt.

13. Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode nach Anspruch 12, außerdem aufweisend den Schritt der Bildung einer Ätzstoppschicht (40) an einer oberen Ebene der zweiten Mantelschicht (39) zwischen dem Schritt der Bildung der zweiten Mantelschicht (39) und dem Schritt der Bildung der dritten Mantelschicht (41), wobei die dritte Mantelschicht (41) beim Schritt der Bildung der dritten Mantelschicht (41) an einer oberen Ebene der Ätzstoppschicht (40) gebildet wird, und die dritte Mantelschicht (41) und Kontaktschicht (43) durch Benutzung der Ätzstoppschicht (40) als einen Ätzstopp entfernt werden und außerdem beim Schritt

der Entfernung der dritten Mantelschicht (41) und der Kontaktschicht (43) Ätzbedingungen zur Entfernung der Ätzstoppschicht (40) geändert werden.

14. Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode nach Anspruch 12, wobei beim Schritt der Bildung der Elektrode (45) Titan als ein Material der Elektrode (45) eines die zweite Mantelschicht (39) kontaktierenden Abschnitts benutzt wird.

15. Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode nach Anspruch 14, wobei beim Schritt der Bildung der Elektrode (45) aufeinanderliegende Schichten aus Titan, Platin und Gold als die obige Elektrode (45) so gebildet werden, dass sie die zweite Mantelschicht (39) und Kontaktschicht (43) von ihrer Titanseite her kontaktieren.

16. Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode nach Anspruch 12, wobei eine Dicke der dritten Mantelschicht (41) so gebildet wird, dass sie in einem Bereich von 0,1 bis 0,7  $\mu\text{m}$  liegt.

17. Verfahren zur Herstellung einer Laserdiode nach Anspruch 12, wobei eine Breite des Stromspeisungssteifengebiets so gebildet wird, dass sie in einem Bereich von 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$  liegt.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

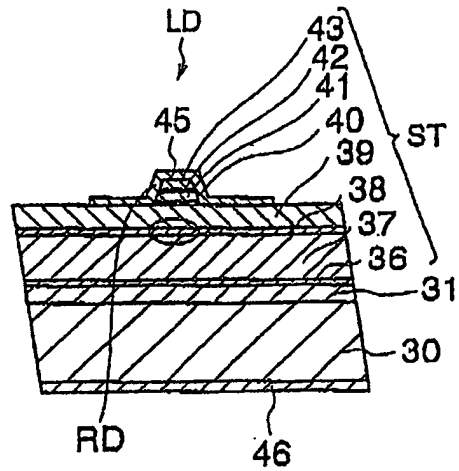
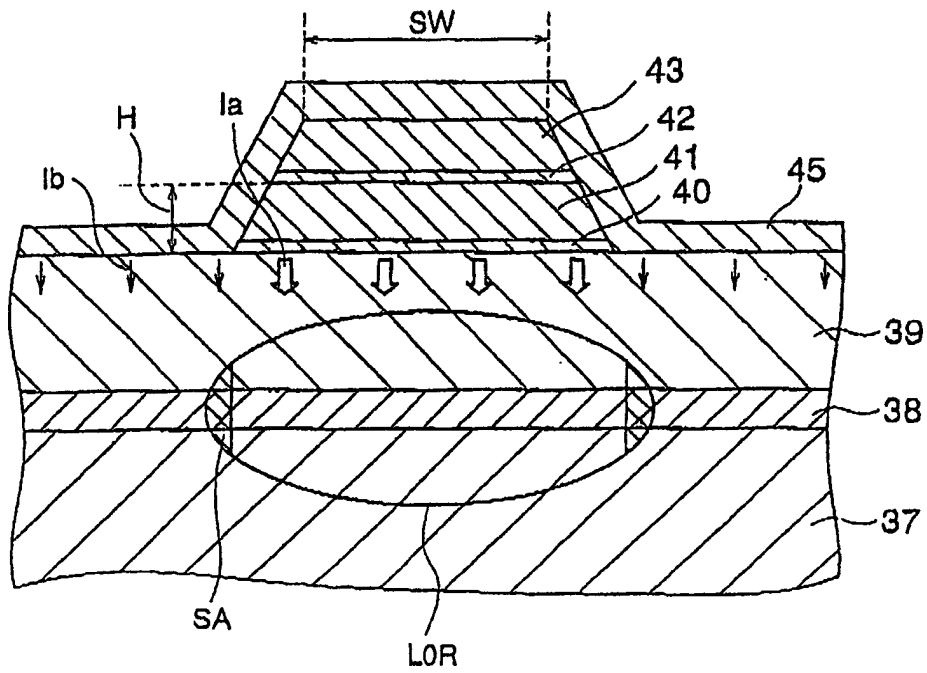


FIG. 1B



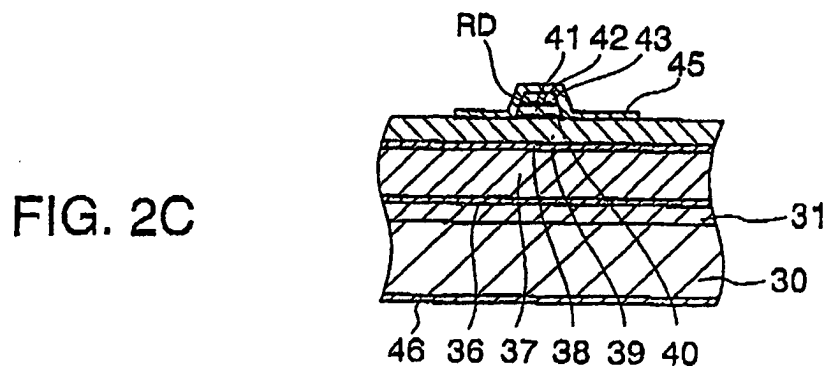
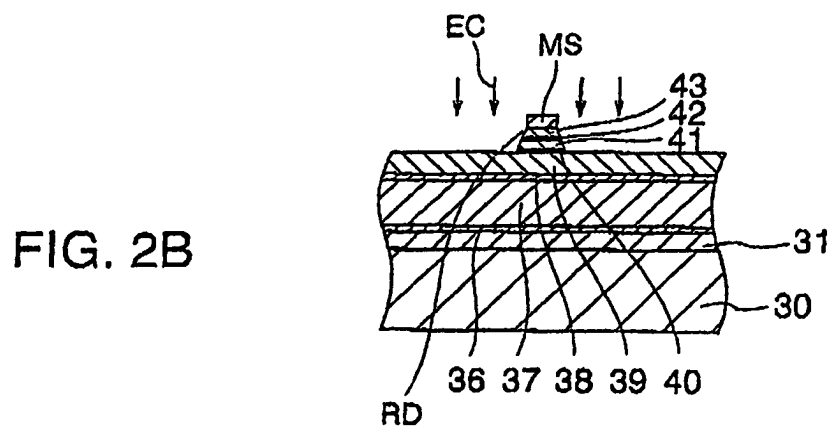
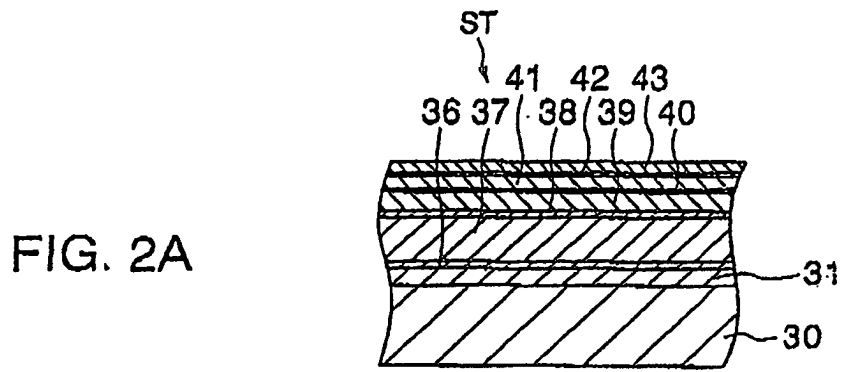


FIG. 3A

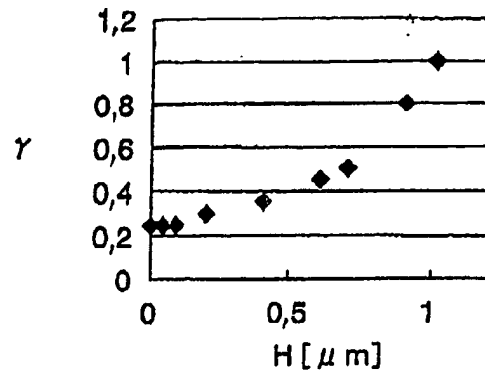


FIG. 3B

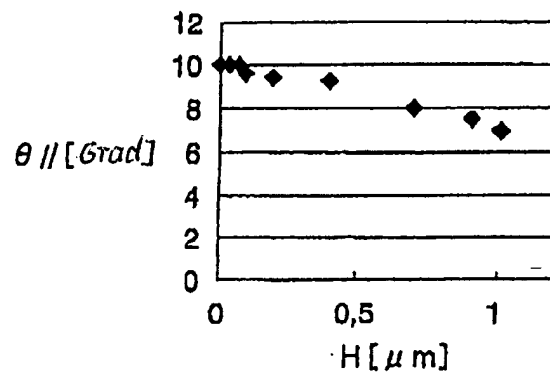


FIG. 3C

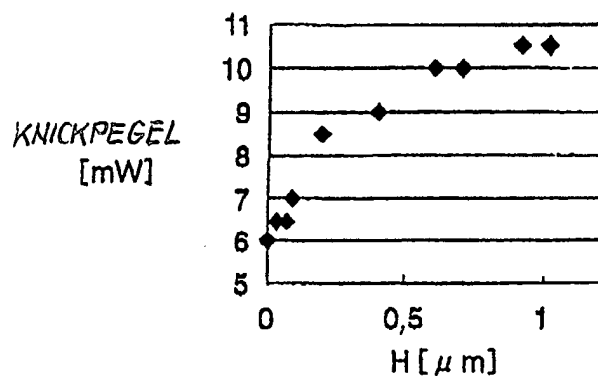


FIG. 4A

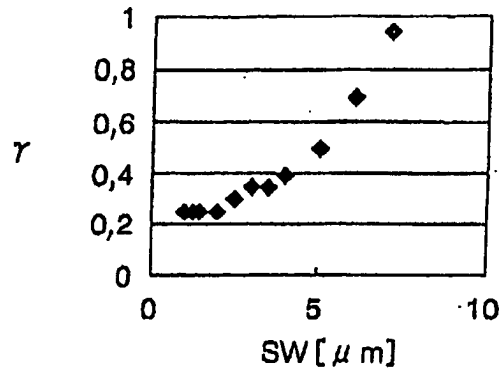


FIG. 4B

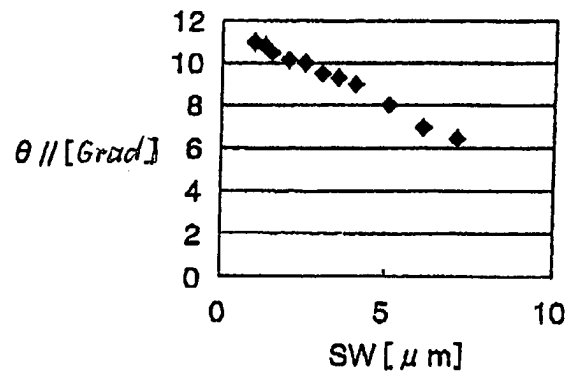


FIG. 4C

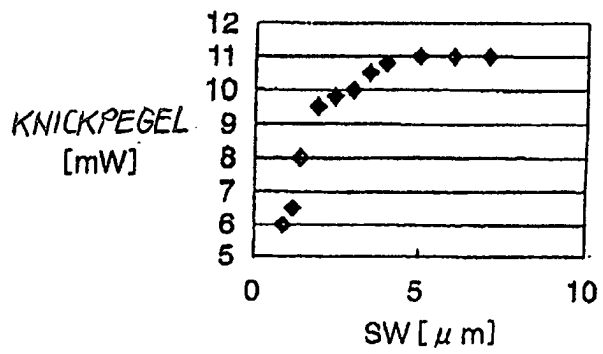


FIG. 5A

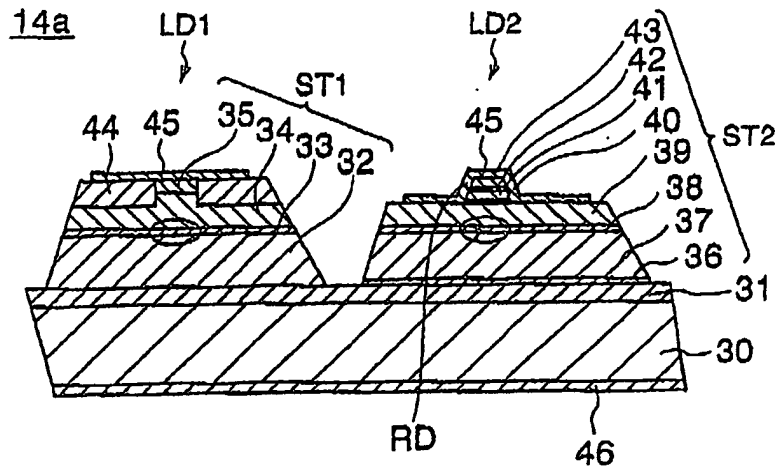


FIG. 5B

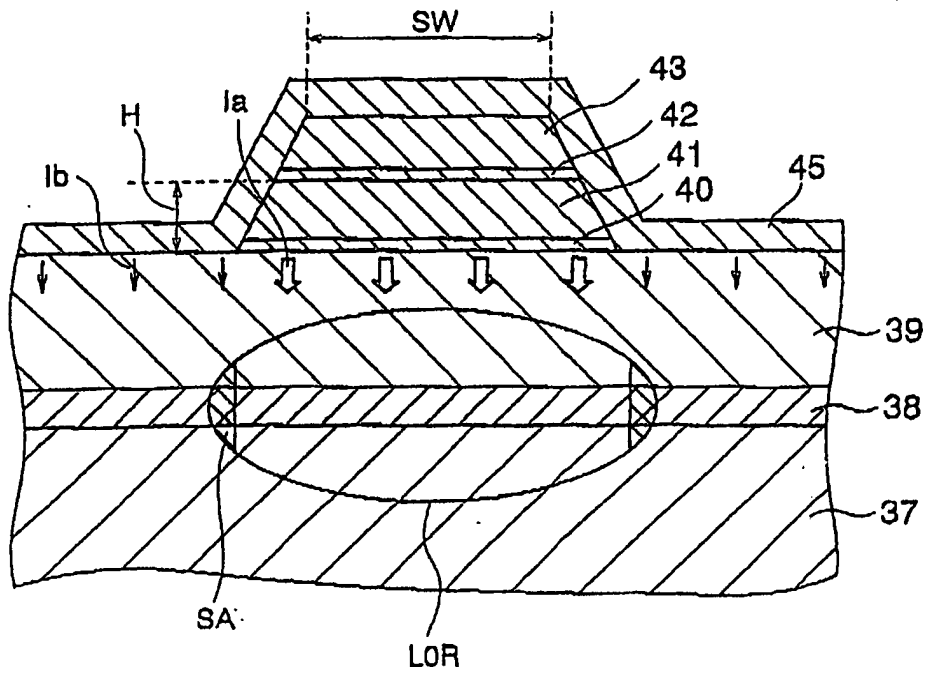


FIG. 6A

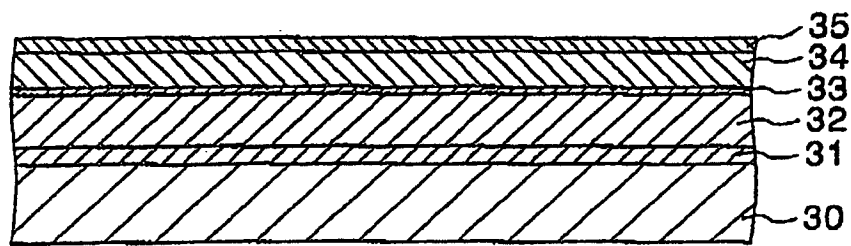


FIG. 6B

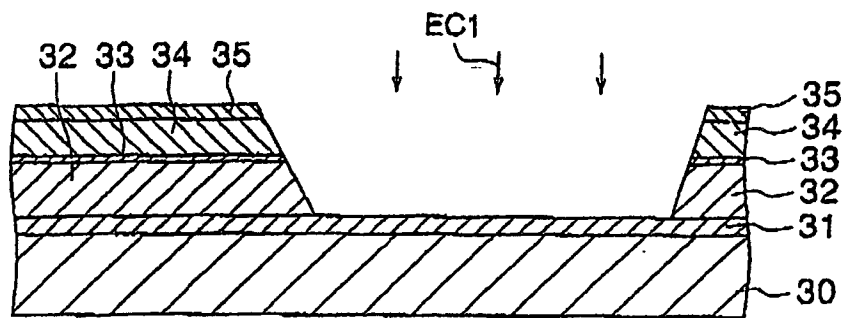


FIG. 6C

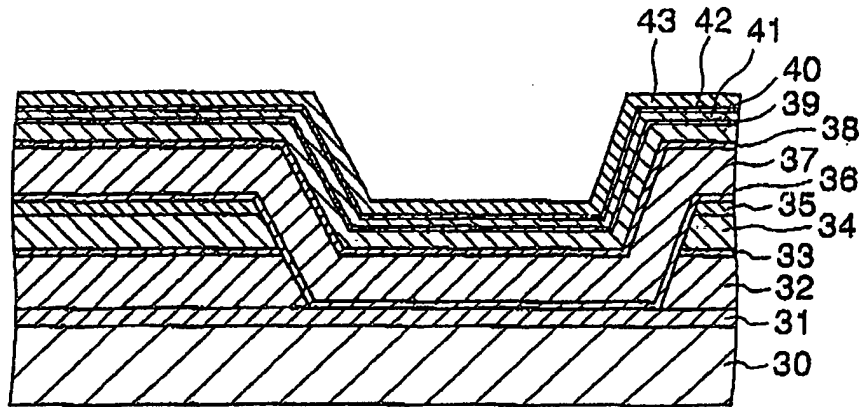


FIG. 6D

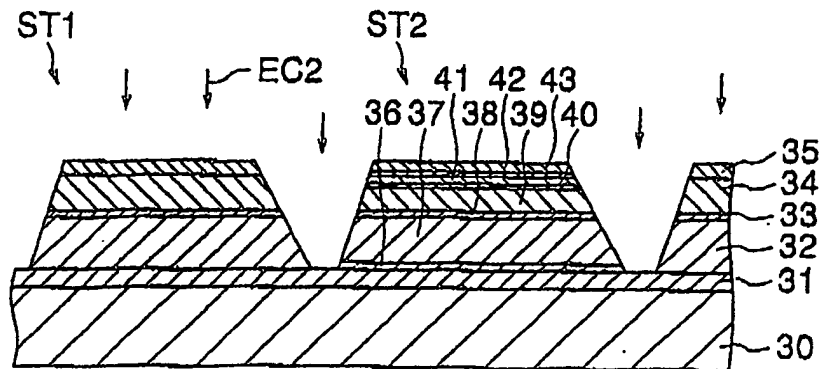


FIG. 6E

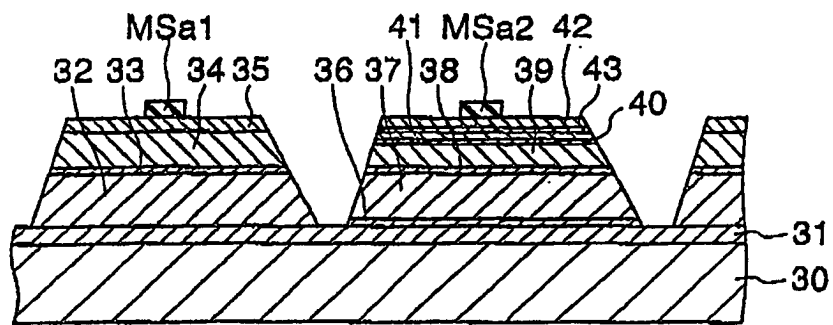


FIG. 6F

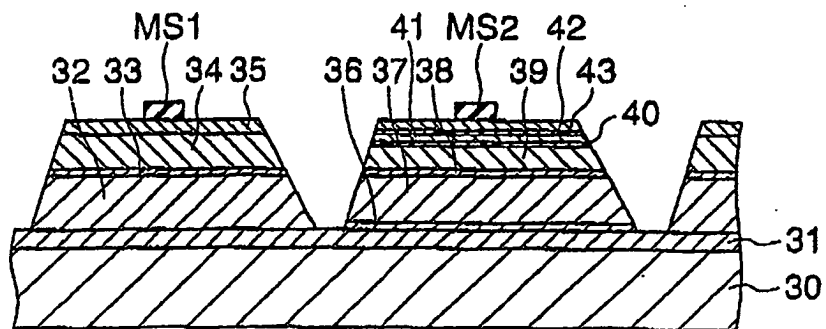


FIG. 6 G

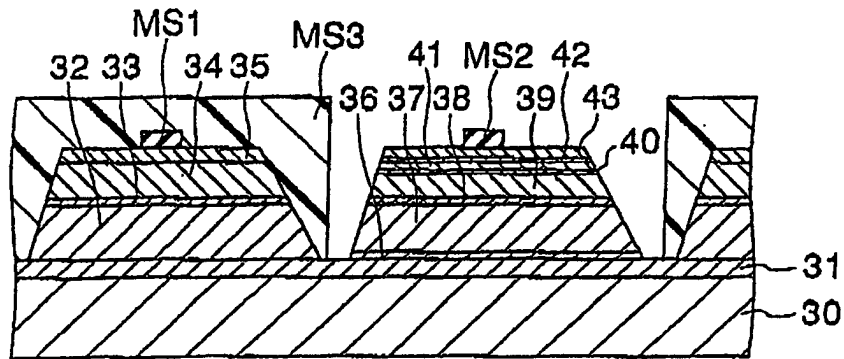


FIG. 6 H

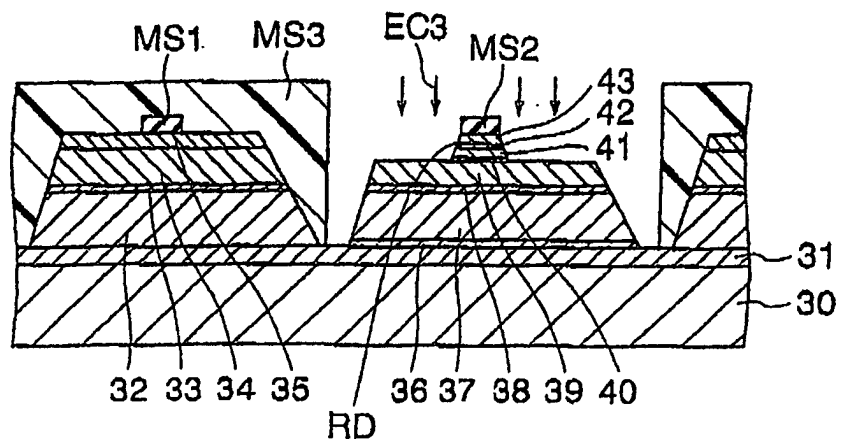


FIG. 6 I

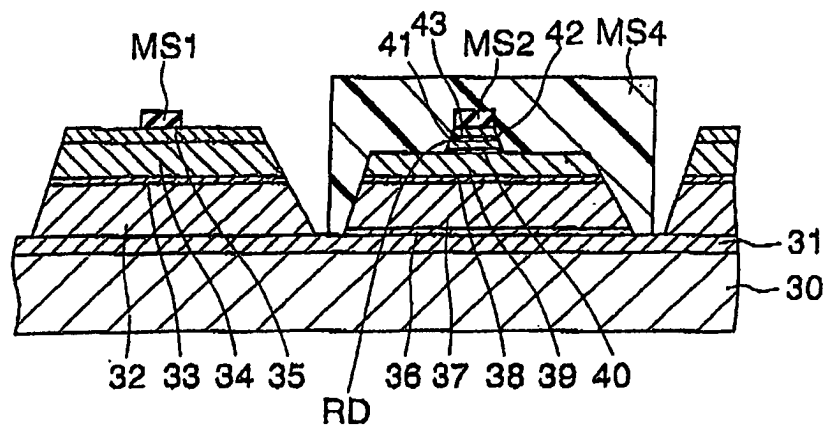


FIG. 6 J

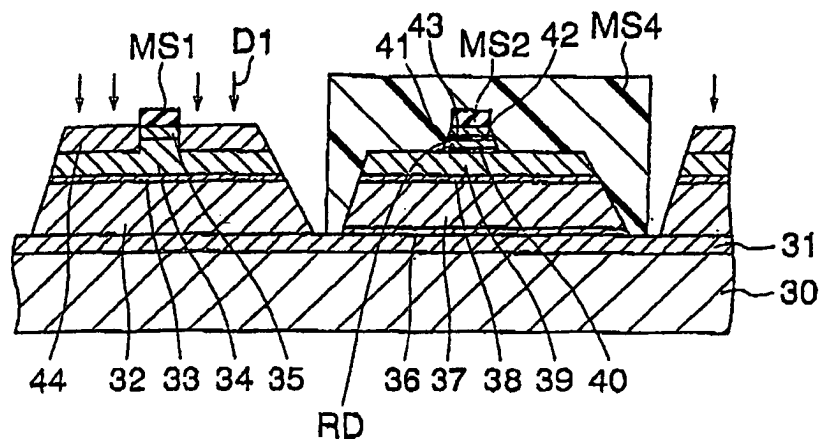


FIG. 6K

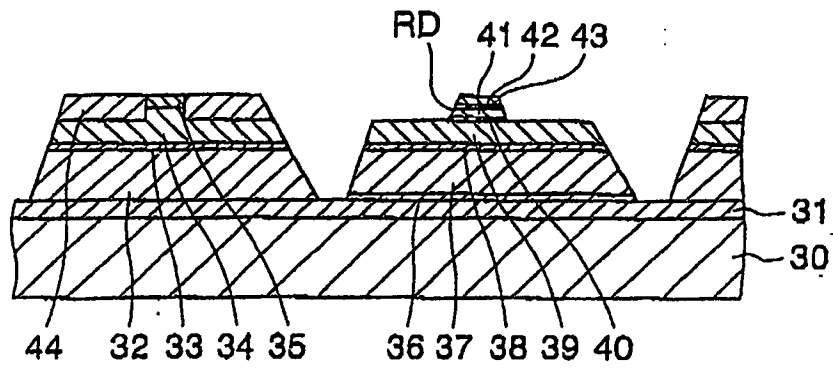


FIG. 6L

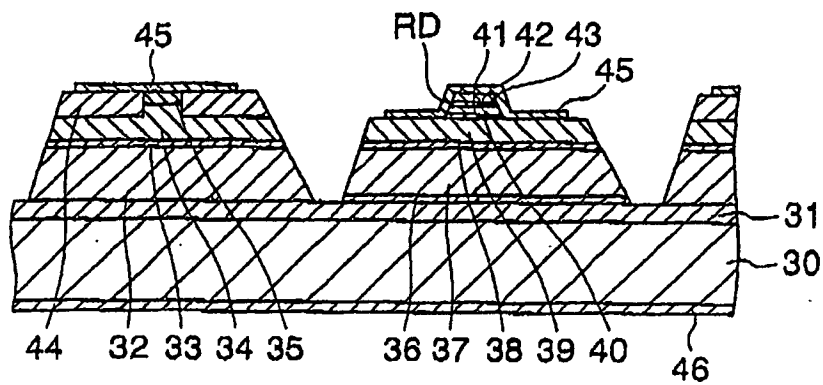




FIG. 8A

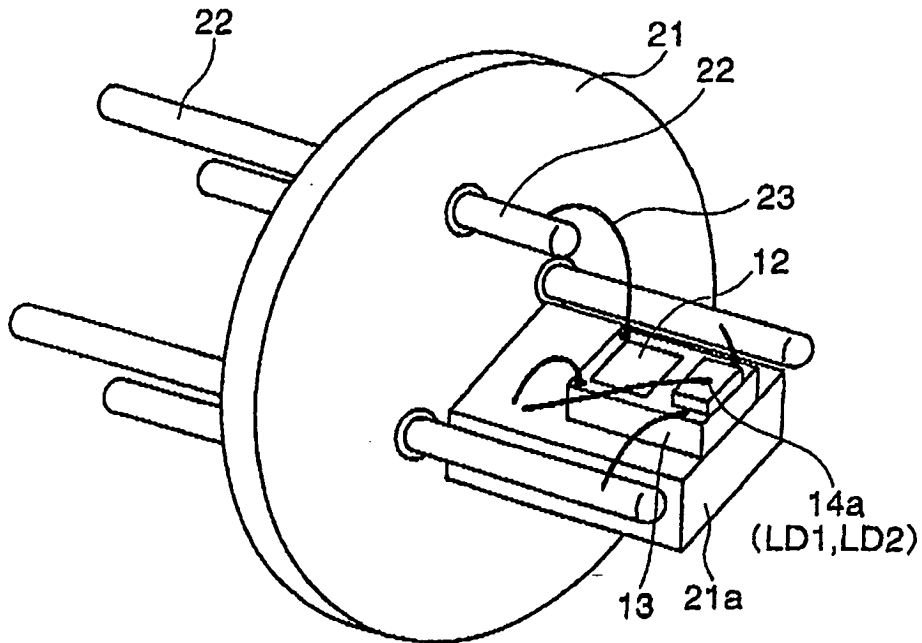


FIG. 8B

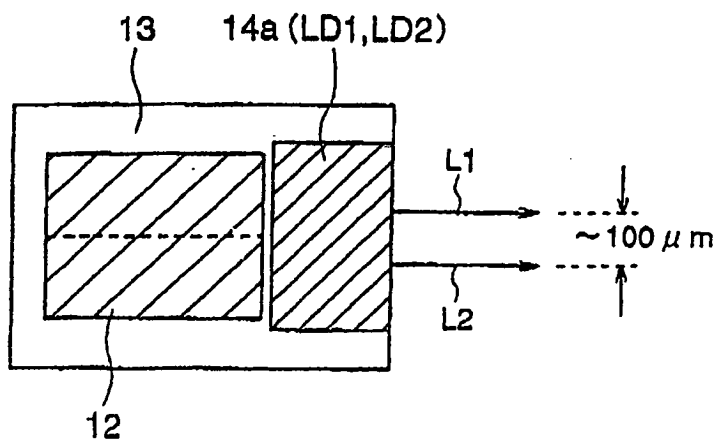


FIG. 9

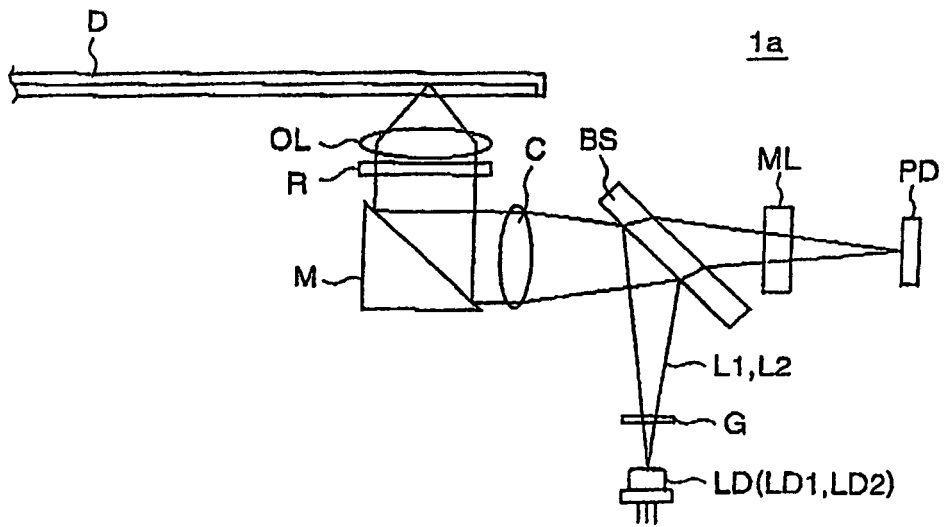
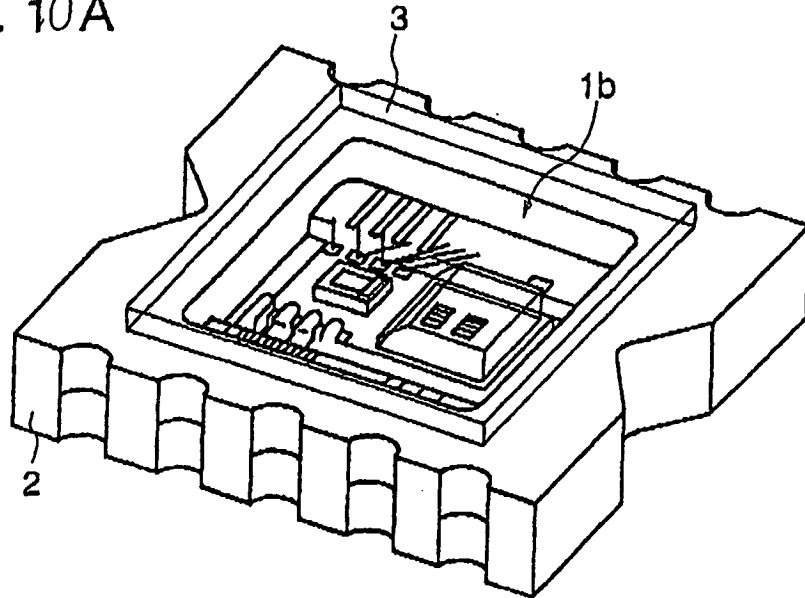


FIG. 10A



1b

FIG. 10B

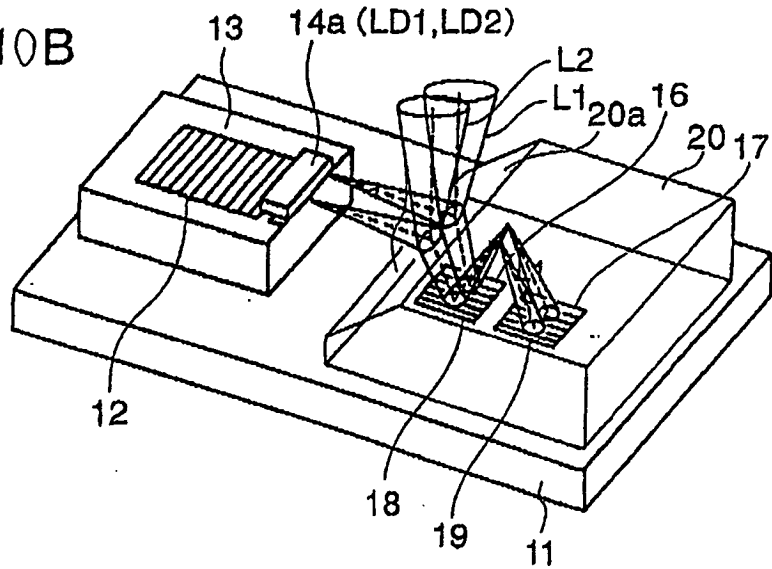


FIG. 11

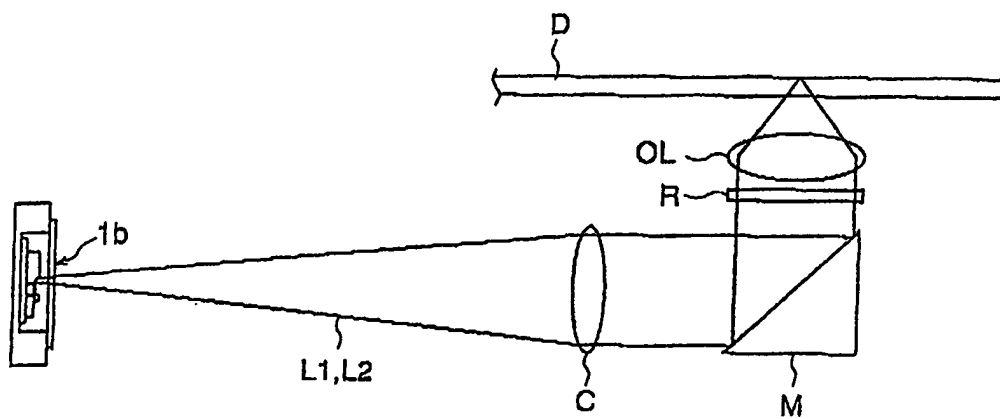


FIG. 12

