



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 076 887.4**

(22) Anmeldetag: **01.06.2011**

(43) Offenlegungstag: **08.12.2011**

(51) Int Cl.: **H01L 31/108 (2011.01)**

**H01L 27/14 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:

**2010-127802 03.06.2010 JP**

(74) Vertreter:

**PRÜFER & PARTNER GbR, 81479, München, DE**

(71) Anmelder:

**Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, Chiyoda-ku, JP**

(72) Erfinder:

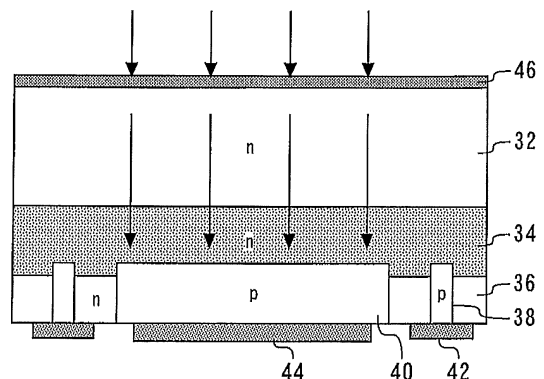
**Kikuchi, Matobu, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Licht empfangendes Halbleiterelement und optisches Modul**

(57) Zusammenfassung: Ein Licht empfangendes Halbleiterelement (18) enthält ein Halbleitersubstrat (32) eines ersten Leitungstyps mit einer ersten Hauptfläche und einer zweiten Hauptfläche, die einander gegenüberliegen, eine erste Halbleiterschicht (34) des ersten Leitungstyps auf der ersten Hauptfläche des Halbleitersubstrats (32), die eine Bandlücke aufweist, die kleiner als eine Bandlücke des Halbleitersubstrats (32) ist, eine zweite Halbleiterschicht (36) des ersten Leitungstyps auf der ersten Halbleiterschicht (34), einen Halbleiterbereich (40) eines zweiten Leitungstyps an einem Abschnitt der zweiten Halbleiterschicht (36), eine erste Elektrode (42), die mit der zweiten Halbleiterschicht (36) verbunden ist, eine zweite Elektrode (44), die mit dem Halbleiterbereich (40) verbunden ist, und eine Schicht (46) niedriger Reflexion auf der zweiten Hauptfläche des Halbleitersubstrats (32). Die zweite Hauptfläche des Halbleitersubstrats (32) ist die Licht empfangende Fläche eines einfallenden Lichts. Keine Substanz und keine Struktur mit einem höheren Reflexionsfaktor gegenüber dem einfallenden Licht als ein Reflexionsfaktor der Schicht (46) niedriger Reflexion ist auf der der zweiten Hauptfläche des Halbleitersubstrats (32) angeordnet.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Licht empfangendes Halbleiterelement und ein optisches Modul, die es ermöglichen, einen Defekt durch rückkehrendes Licht zu verhindern.

**[0002]** In optischen Modulen, die für die optische Kommunikation verwendet werden, ist ein Licht empfangendes Halbleiterelement, das eine Menge des Lichts überwacht, die von einem Licht ausstrahlenden Element wie z. B. einer Laserdiode ausgestrahlt wird, gegenüberliegend der Rückseite des Licht aussendenden Halbleiterelements angeordnet (s. z. B. Abs. 007 von JP 2000-36615 A).

**[0003]** Bei bekannten Licht empfangenden Halbleiterelementen sind eine Kondensorlinse und eine Elektrode oder dergleichen auf der Licht empfangenden Oberfläche des einfallenden Lichts angeordnet. Das einfallende Licht wird durch die Kondensorlinse, die Elektrode oder dergleichen reflektiert, und reflektiertes Licht kehrt zu dem Licht aussendenden Element zurück. Es gab Probleme, dass das reflektierte Licht mit dem einfallenden Licht interferiert oder dass ein Überwachungsstrom des Licht aussendenden Halbleiterelements sinkt (Defekt durch rückkehrendes Licht).

**[0004]** Angesichts der oben beschriebenen Probleme besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Licht aussendendes Halbleiterelement und ein optisches Modul bereitzustellen, die es ermöglichen, einen Defekt durch zurückkehrendes Licht zu verhindern.

**[0005]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Licht empfangendes Halbleiterelement gemäß Anspruch 1.

**[0006]** Das Licht empfangendes Halbleiterelement enthält ein Halbleitersubstrat eines ersten Leitungstyps, mit einer ersten Hauptfläche und einer zweiten Hauptfläche, die einander gegenüberliegen, eine erste Halbleiterschicht des ersten Leitungstyps auf der ersten Hauptfläche des Halbleitersubstrats, die eine Bandlücke aufweist, die kleiner als eine Bandlücke des Halbleitersubstrats ist, eine zweite Halbleiterschicht des ersten Leitungstyps auf der ersten Halbleiterschicht, einen Halbleiterbereich eines zweiten Leitungstyps an einem Abschnitt der zweiten Halbleiterschicht, eine erste Elektrode, die mit der zweiten Halbleiterschicht verbunden ist, eine zweite Elektrode, die mit dem Halbleiterbereich verbunden ist, und eine Schicht niedriger Reflexion auf der zweiten Hauptfläche des Halbleitersubstrats. Die zweite Hauptfläche des Halbleitersubstrats ist die Licht empfangende Fläche eines einfallenden Lichts. Keine Substanz und keine Struktur mit einem höheren Reflexionsfaktor gegenüber dem einfallenden Licht als ein Reflexionsfaktor der Schicht niedriger Reflexi-

on ist auf der der zweiten Hauptfläche des Halbleitersubstrats angeordnet.

**[0007]** Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch ein optisches Modul gemäß Anspruch 5.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, einen Defekt durch zurückkehrendes Licht zu verhindern.

**[0009]** Weiterbildungen der Erfindung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben.

**[0010]** Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen.

**[0011]** [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht eines optischen Moduls einer ersten Ausführungsform.

**[0012]** [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht auf eine Basis für das Licht empfangende Halbleiterelement der ersten Ausführungsform.

**[0013]** [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht des Licht empfangenden Halbleiterelements der ersten Ausführungsform.

**[0014]** [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht eines optischen Moduls eines Vergleichsbeispiels.

**[0015]** [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements eines ersten Vergleichsbeispiels vom Rückflächeneinfalltyp.

**[0016]** [Fig. 6](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements eines zweiten Vergleichsbeispiels vom Vorderflächeneinfalltyp.

**[0017]** [Fig. 7](#) ist eine Draufsicht auf eine Basis für das Licht empfangende Halbleiterelement des zweiten Vergleichsbeispiels.

**[0018]** [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements einer zweiten Ausführungsform.

**[0019]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements einer dritten Ausführungsform.

**[0020]** [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements einer vierten Ausführungsform.

**[0021]** Ein Licht aussendendes Halbleiterelement und ein optisches Modul gemäß den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Dieselben Kompo-

nennten sind durch dieselben Symbole bezeichnet und ihre wiederholte Beschreibung unterbleibt.

[0022] **Fig. 1** ist eine Schnittansicht eines optischen Moduls einer ersten Ausführungsform. Basen **12** und **14** sind auf einer Halterung **10** angebracht. Ein Licht aussendendes Halbleiterelement **16** ist mit einer Seite der Basis **12** verbunden. Ein Licht empfangendes Halbleiterelement **18** wie z. B. eine Laserdiode ist mit der Basis **14** verbunden. Das Licht empfangende Halbleiterelement **18** ist der Rückseite des Licht aussendenden Halbleiterelements **16** gegenüber angeordnet und empfängt Rücklicht, das von der Rückseite des Licht aussendenden Halbleiterelements **16** ausgesendet wird, als einfallendes Licht. Anschlussstifte **20** und **22** durchdringen die Halterung **10**.

[0023] **Fig. 2** ist eine Draufsicht auf eine Basis für das Licht empfangende Halbleiterelement der ersten Ausführungsform. Verdrahtungen **24** und **26** sind auf der Deckfläche (der oberen Oberfläche) der Basis **14** angeordnet. Die Verdrahtungen **24** und **26** sind jeweils über Drähte **28** und **30** mit den Anschlussstiften **20** und **22** verbunden.

[0024] **Fig. 3** ist eine Schnittansicht des Licht empfangenden Halbleiterelements der ersten Ausführungsform. Ein InP-Substrat **32** vom n-Typ hat eine Vorderfläche (erste Hauptfläche) und eine Rückfläche (zweite Hauptfläche), die einander gegenüberliegen. Eine InGaAs-Schicht **34** vom n-Typ ist auf der Oberfläche des InP-Substrats vom n-Typ **32** gebildet. Die InGaAs-Schicht **34** hat eine kleinere Bandlücke als das InP-Substrat **32** vom n-Typ.

[0025] Eine InP-Schicht **36** vom n-Typ ist auf der InGaAs-Schicht **34** vom n-Typ angeordnet. An Teilen der InP-Schicht **36** vom n-Typ befinden sich Bereiche **38** und **40** vom p-Typ.

[0026] Eine Kathodenelektrode **42** ist mit der InP-Schicht **36** vom n-Typ und dem Bereich **38** vom p-Typ verbunden, und eine Anodenelektrode **44** ist mit dem Bereich **40** vom p-Typ verbunden. Die Kathodenelektrode **42** und die Anodenelektrode **44** bestehen aus einer Ti-Schicht und einer darauf gebildeten Au-Schicht. Die Kathodenelektrode **42** und die Anodenelektrode **44** des Licht empfangenden Halbleiterelements **18** sind jeweils durch Lot mit den Verdrahtungen **24** und **26** verbunden.

[0027] Die Anwesenheit des p-Bereichs **38** ist nicht wesentlich. Wenn jedoch der p-Bereich **38** kurzgeschlossen mit der InP-Schicht **36** vom n-Typ um die Kathodenelektrode **42** herum bereitgestellt und auf dasselbe Potential gelegt ist, können Träger mit langsamer Reaktion eliminiert werden, und die Reaktionsgeschwindigkeit ist dadurch erhöht.

[0028] Eine Schicht **46** niedriger Reflexion aus SiN ist auf der Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ angeordnet. Die Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ ist die Licht empfangende Oberfläche des einfallenden Lichts. Keine Substanz und kein Aufbau wie z. B. eine Kondensorlinse, eine Elektrode oder ein Höhenunterschied mit einem höheren Reflexionsgrad gegenüber dem einfallenden Licht als die Schicht **46** niedriger Reflexion ist auf der Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ bereitgestellt.

[0029] Die Wirkungen der vorliegenden Erfindung werden im Vergleich mit Vergleichsbeispielen beschrieben. **Fig. 4** ist eine Schnittansicht eines optischen Moduls eines Vergleichsbeispiels. Bei dem Vergleichsbeispiel ist die Deckfläche der Basis **14** diagonal geschnitten, um einen Defekt durch rückkehrendes Licht zu verhindern. Da in der vorliegenden Ausführungsform andererseits Maßnahmen gegen den Defekt durch rückkehrendes Licht für das Licht empfangende Halbleiterelement **18** getroffen wurden, muss die Basis **14** nicht diagonal geschnitten sein. Dadurch ist es möglich, Herstellungskosten zu senken.

[0030] **Fig. 5** ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Elements eines ersten Vergleichsbeispiels vom Rückflächeneinfalltyp. Bei dem ersten Vergleichsbeispiel sind eine Lichtabschirmmaske **48** und eine Kondensorlinse **50** auf der Rückfläche des InP-Substrats **32** angeordnet, die die Licht empfangende Oberfläche ist. Die Lichtabschirmmaske **48** reflektiert einfallendes Licht, das von dem Lichtempfangsabschnitt abweicht, und kann dadurch Komponenten langsamer Reaktion eliminieren. Daher ist das erste Vergleichsbeispiel nützlich für Anwendungen, die höhere Reaktionsgeschwindigkeiten erfordern. Wenn es jedoch zum Überwachen des Licht aussendenden Halbleiterelements **16** verwendet wird, wird ein Defekt durch Rückkehren des Lichts problematisch. Da auf der Licht empfangenden Oberfläche in der vorliegenden Ausführungsform andererseits keine Lichtabschirmmaske **48** und keine Kondensorlinse **50** angeordnet ist, kann ein Defekt durch rückkehrendes Licht verhindert werden.

[0031] **Fig. 6** ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements eines zweiten Vergleichsbeispiels vom Vorderflächeneinfalltyp. Bei dem zweiten Vergleichsbeispiel ist eine ringförmige Anodenelektrode **44** auf dem p-Bereich **40** bereitgestellt, der die Licht empfangende Oberfläche ist. Die Anodenelektrode **44** reflektiert einfallendes Licht, und daher wird der Defekt durch rückkehrendes Licht problematisch. Da andererseits auf der Licht empfangenden Oberfläche in der vorliegenden Ausführungsform keine Elektrode angeordnet ist, kann ein Defekt durch rückkehrendes Licht verhindert werden. Da es keine Elektrode auf der Licht empfangenden Oberfläche gibt, ist es weiter möglich, einen größeren

Lichtempfangsabschnitt bereitzustellen als bei dem Vorderflächeneinfalltyp, und daher kann der Überwachungsstrom erhöht werden.

**[0032]** [Fig. 7](#) ist eine Draufsicht, die eine Basis für ein Licht empfangendes Halbleiterelement des zweiten Vergleichsbeispiels zeigt. Bei dem zweiten Vergleichsbeispiel müssen die Anodenelektrode **44** auf dem Licht empfangenden Halbleiterelement **18** und die Verdrahtung **26** auf der Basis **14** über einen Draht **52** verbunden werden. Andererseits vollendet die vorliegende Ausführungsform die Montage des Chips, indem lediglich die Kathodenelektrode **42** und die Anodenelektrode **44** des Licht empfangenden Halbleiterelements **18** durch Lot auf die Verdrahtungen **24** und **26** gebondet werden, und sie kann daher die Notwendigkeit eines Schritts des Drahtbondens auf das Licht empfangende Halbleiterelement **18** eliminieren. Außerdem ist ein Bruch des Licht empfangenden Halbleiterelements **18** durch Drahtbonden beseitigt.

**[0033]** Wie bisher beschrieben, stellt die vorliegende Ausführungsform keine Substanz und keine Struktur mit einem höheren Reflexionsfaktor für das einfallende Licht als die Schicht **46** niedriger Reflexion wie z. B. eine Lichtabschirmmaske, eine Kondensorlinse oder ein Höhenunterschied auf der Rückfläche des InP-Substrats **32** bereit, das die Licht empfangende Oberfläche ist. Daher ist es möglich, einen Defekt durch rückkehrendes Licht zu verhindern.

**[0034]** [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements einer zweiten Ausführungsform. Die Rückfläche des InP-Substrats **32** ist eine gebogene Oberfläche. Das verringert weiter das reflektierte Licht, das durch die Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ reflektiert wird und zu dem Licht empfangenden Halbleiterelement zurückkehrt, und es kann dadurch weiter zuverlässig jeden Defekt durch rückkehrendes Licht verhindern.

**[0035]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements einer dritten Ausführungsform. Die Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ ist schräg geschnitten und mit Bezug auf die Einfallrichtung des einfallenden Lichts geneigt. Das verringert weiter das reflektierte Licht, das durch die Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ reflektiert wird und zu dem Licht empfangenden Halbleiterelement zurückkehrt, und es kann dadurch weiter zuverlässig jeden Defekt durch rückkehrendes Licht verhindern.

**[0036]** [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht eines Licht empfangenden Halbleiterelements einer vierten Ausführungsform. Die Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ ist rauer als die Vorderfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ oder die Oberfläche der InP-Schicht **36** vom n-Typ oder dergleichen. Das verrin-

gert weiter das reflektierte Licht, das durch die Rückfläche des InP-Substrats **32** vom n-Typ reflektiert wird und zu dem Licht empfangenden Halbleiterelement zurückkehrt, und es kann dadurch weiter zuverlässig jeden Defekt durch rückkehrendes Licht verhindern.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2000-36615 A [[0002](#)]

**Patentansprüche**

1. Licht empfangendes Halbleiterelement **(18)** mit:  
 einem Halbleitersubstrat **(32)** eines ersten Leitungstyps mit einer ersten Hauptfläche und einer zweiten Hauptfläche, die einander gegenüberliegen,  
 einer ersten Halbleiterschicht **(34)** des ersten Leitungstyps auf der ersten Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)**, die eine Bandlücke aufweist, die kleiner als eine Bandlücke des Halbleitersubstrats **(32)** ist,  
 einer zweiten Halbleiterschicht **(36)** des ersten Leitungstyps auf der ersten Halbleiterschicht **(34)**,  
 ein Halbleiterbereich **(40)** eines zweiten Leitungstyps an einem Abschnitt der zweiten Halbleiterschicht **(36)**,  
 einer ersten Elektrode **(42)**, die mit der zweiten Halbleiterschicht **(36)** verbunden ist,  
 einer zweiten Elektrode **(44)**, die mit dem Halbleiterbereich **(40)** verbunden ist, und  
 einer Schicht **(46)** niedriger Reflexion auf der zweiten Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)**,  
 wobei die zweite Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)** die Licht empfangende Fläche eines einfallenden Lichts ist und  
 keine Substanz und keine Struktur mit einem höheren Reflexionsfaktor gegenüber dem einfallenden Licht als ein Reflexionsfaktor der Schicht **(46)** niedriger Reflexion auf der der zweiten Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)** angeordnet ist.

2. Licht empfangendes Halbleiterelement **(18)** gemäß Anspruch 1, bei dem die zweite Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)** eine gebogene Fläche ist.

3. Licht empfangendes Halbleiterelement **(18)** gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die zweite Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)** gegenüber einer Einfallrichtung des einfallenden Lichts geneigt ist.

4. Licht empfangendes Halbleiterelement **(18)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die zweite Hauptfläche des Halbleitersubstrats **(32)** rauer als die erste Hauptfläche ist.

5. Optisches Halbleitermodul mit:  
 einem Licht aussendenden Halbleiterelement **(16)** und  
 einem Licht empfangenden Halbleiterelement **(18)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,  
 wobei das Licht empfangende Halbleiterelement **(18)** einer Rückseite des Licht aussendenden Halbleiterelements **(16)** gegenüber liegend angeordnet ist und Rücklicht, das von der Rückseite des Licht aussendenden Halbleiterelements **(16)** ausgesendet wird, als einfallendes Licht empfängt.

6. Optisches Halbleitermodul gemäß Anspruch 5 mit:  
 einer Basis **(14)**,

einer ersten Verdrahtung **(24)** auf der Basis **(14)**, die mit der ersten Elektrode **(42)** des Licht empfangenden Halbleiterelements **(18)** verbunden ist, und  
 einer zweiten Verdrahtung **(26)** auf der Basis **(14)**, die mit der zweiten Elektrode **(44)** des Licht empfangenden Halbleiterelements **(18)** verbunden ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

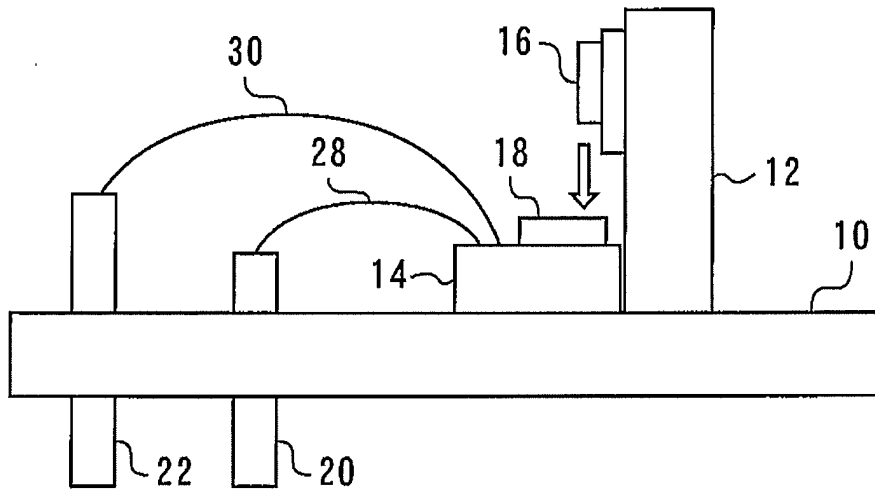


FIG. 2

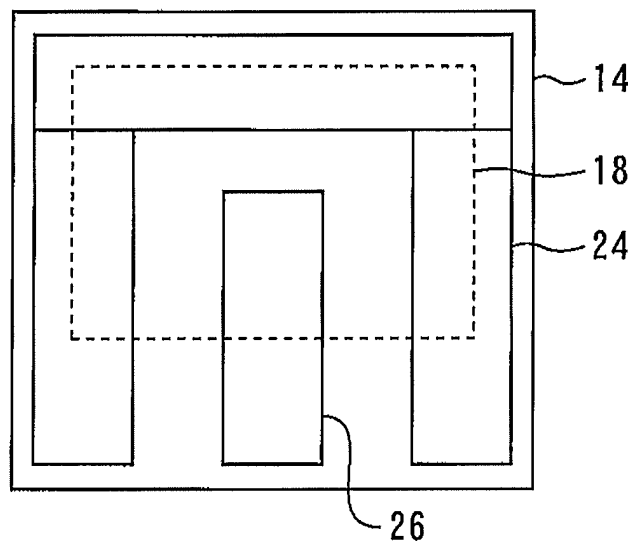


FIG. 3

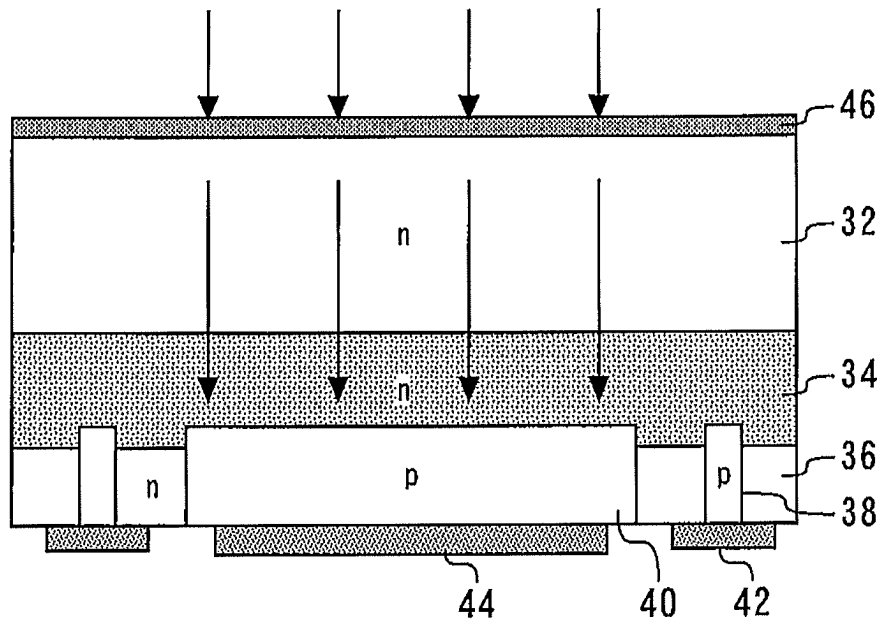


FIG. 4

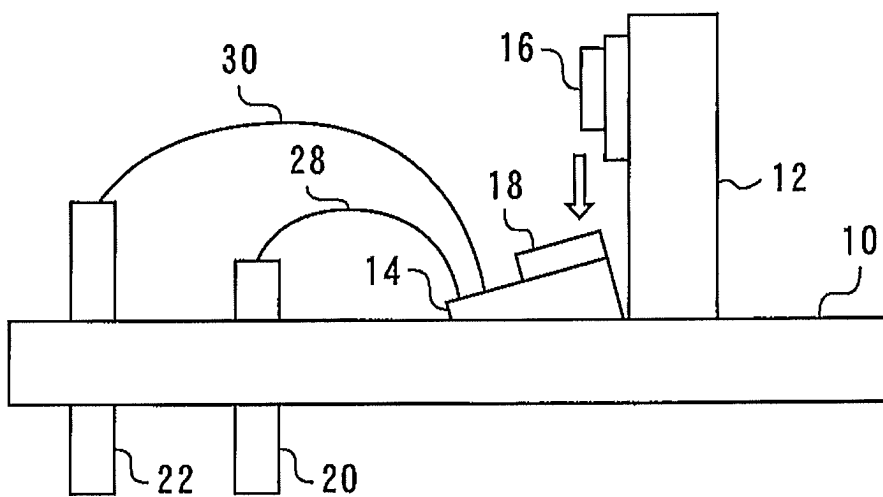


FIG. 5

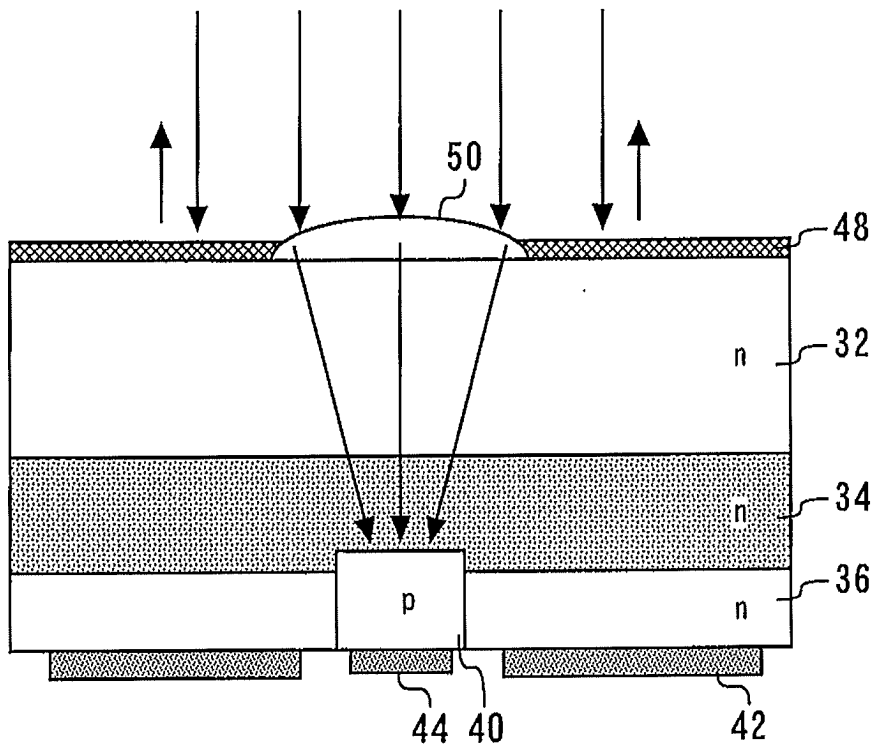


FIG. 6

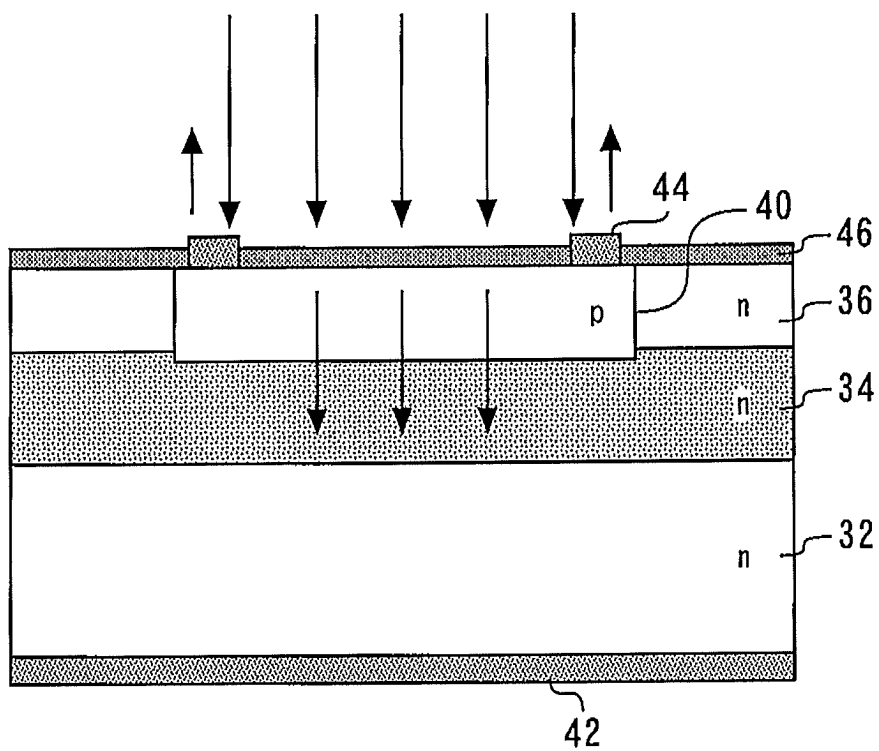


FIG. 7

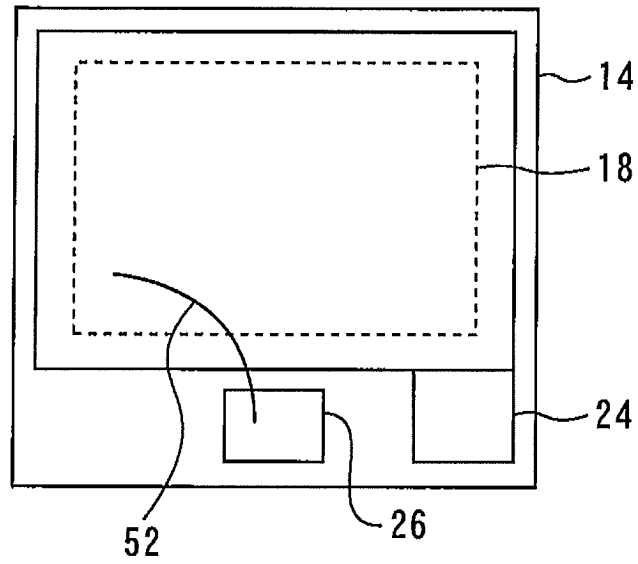


FIG. 8

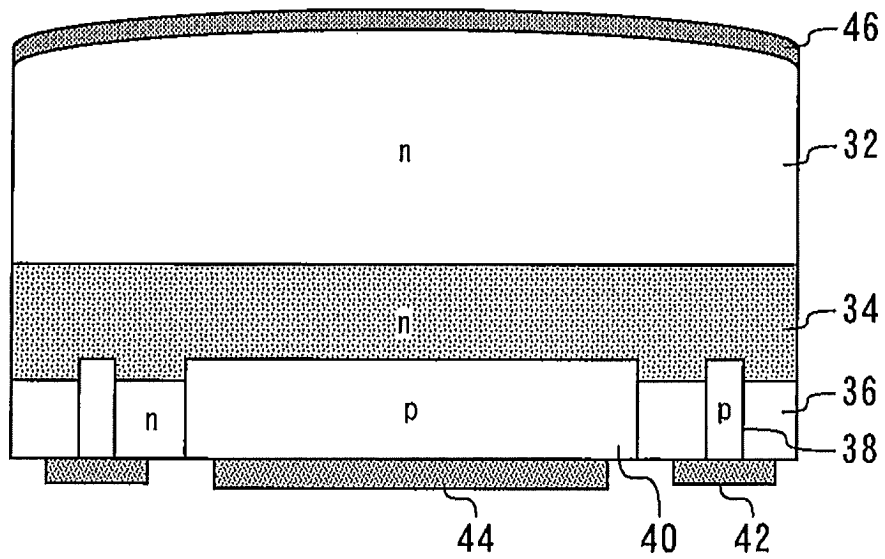


FIG. 9

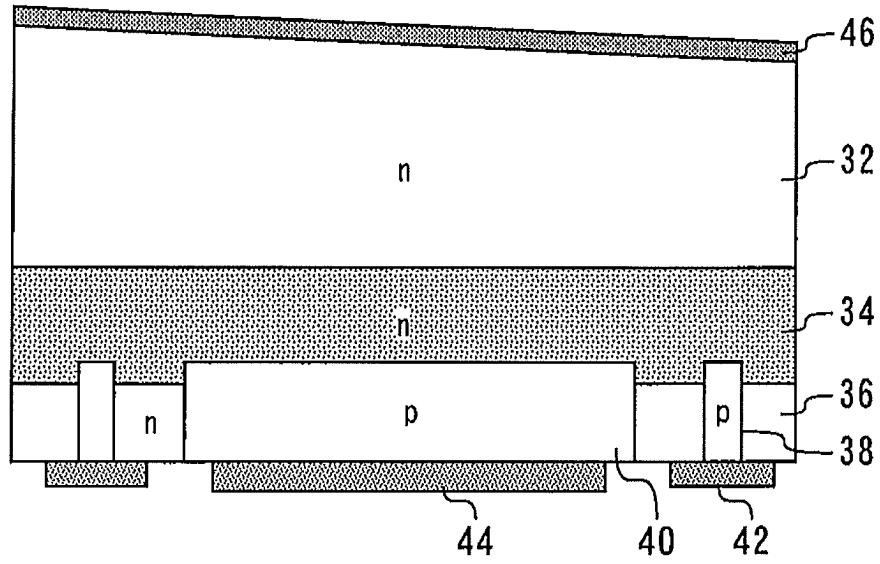


FIG. 10

