(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 684 498**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 13982**

(51) Int Cl[5] : H 01 S 3/18

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 20.11.92.

(30) **Priorité** : 21.11.91 JP 30587591.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 04.06.93 Bulletin 93/22.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA* — JP.

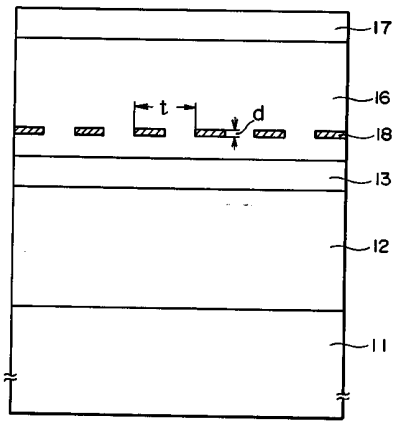
(72) **Inventeur(s) :** Tetsuya Yagi.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Cabinet Plasseraud.

(54) Laser à semiconducteurs à réaction répartie.

(57) Un laser à semiconducteurs à réaction répartie et à couplage par le gain comprend des régions (18) disposées avec une période prédéterminée dans une couche active (13) ou dans une couche de gaine (16) sur la couche active, de manière à pouvoir produire une perturbation dans la distribution des porteurs qui sont injectés dans la couche active (13). Cette perturbation entraîne une perturbation du coefficient de gain sans augmenter les pertes internes, grâce à quoi on peut obtenir une oscillation sur un seul mode longitudinal, facilitant le couplage par le gain.



FR 2 684 498 - A1

LASER A SEMICONDUCTEURS A REACTION REPARTIE

La présente invention concerne un dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie (ou DFB), du type à couplage par le gain, et elle concerne plus particulièrement un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain qui est capable d'osciller sur un seul mode longitudinal dans lequel un couplage par le gain est disponible, par une perturbation du coefficient de gain, sans introduire des pertes internes.

La figure 1 est une coupe montrant une structure schématique d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain appartenant à l'art antérieur, qui est représenté dans un article intitulé "Fabrication and Characteristics of a Gain-Coupled Distributed-Feedback Laser Diode" par Yi Luo, Yoshiaki Nakano, et Kunio Tada, paru dans SSDM (SOLID STATE DEVICES AND MATERIALS) 24-26 août 1988, pages 327-330.

Sur la figure 1, une couche de gaine inférieure 2 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$, une couche active en GaAs non dopée, 3, et une couche de confinement de porteurs 4 en $Al_{0,30}Ga_{0,70}As$, de type P, sont empilées dans l'ordre indiqué sur un substrat 1 consistant en GaAs de type N^+. Une couche de guide d'ondes 5 en GaAs de type P est placée sur la couche de confinement de porteurs 4. La couche de guide d'ondes 5 en GaAs de type P comprend dans sa surface une ondulation 51 définissant un réseau de diffraction du second ordre, avec une période t égale par exemple à 255 nm, qui est formée par gravure ionique réactive (ou RIE).

Une couche de gaine supérieure 6 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, et une couche de contact 7 en GaAs de type P^+ sont empilées dans cet ordre sur la couche de guide d'ondes 5.

Lorsqu'une tension de polarisation d'un niveau approprié est appliquée entre la couche de contact 7 en GaAs de type P^+ et le substrat 1 en GaAs de type N^+, de la lumière est produite dans la couche active 3 en GaAs non dopé. Cette lumière subit une réaction sous l'effet d'une perturbation du coefficient de gain ou de pertes qui est due à la présence de la couche de guide d'ondes 5 en GaAs de type P dans laquelle est formée l'ondulation 51 définissant un réseau de diffraction du second ordre, et par conséquent une seule longueur d'onde est sélectionnée et émise. Comme indiqué ci-dessus, la lumière qui est produite dans la couche active 3 en GaAs non dopé est soumise à une réaction par une perturbation du coefficient de gain ou de pertes qui est introduite par l'ondulation 51 définissant un réseau de diffraction du second ordre. C'est la raison pour laquelle un dispositif laser à réaction répartie, ou DFB, de ce type, est appelé dispositif laser DFB à couplage par le gain.

En plus du dispositif du type à couplage par le gain indiqué ci-dessus, les dispositifs lasers DFB comprennent un dispositif laser DFB à couplage par l'indice de réfraction, tel que celui qui est décrit dans la publication de brevet du Japon non examiné n° SHO 62-166582. Dans ce dispositif laser DFB à couplage par l'indice de réfraction, la lumière est soumise à une réaction par une perturbation d'indice de réfraction qui est obtenue en disposant, près d'une couche active, une ondulation formée par un matériau qui est transparent à une longueur d'onde d'oscillation.

Le dispositif laser DFB à couplage par l'indice de réfraction a été développé depuis longtemps et il est devenu utilisable en pratique. Cependant, le dispositif

laser DFB à couplage par l'indice de réfraction présente un problème qui consiste en ce qu'il a tendance à produire une paire de modes d'oscillation longitudinaux ayant le même gain de seuil. Par conséquent, pour obtenir de la lumière laser d'un seul mode longitudinal dans le dispositif laser DFB à couplage par l'indice de réfraction, il est nécessaire d'incorporer des revêtements extrêmement dissymétriques l'un par rapport à l'autre en ce qui concerne le facteur de réflexion, comme un revêtement d'extrémité avant ayant un facteur de réflexion de 1% et un revêtement d'extrémité arrière ayant un facteur de réflexion de 95%. En outre, même avec de tels revêtements dissymétriques, la probabilité que le dispositif laser DFB à couplage par l'indice de réfraction oscille dans un seul mode longitudinal désiré est d'environ 50-70%.

Au contraire, de façon générale, des dispositifs lasers DFB à couplage par le gain, y compris celui qui est représenté sur la figure 1, présentent un avantage qui consiste en ce qu'il est possible de fabriquer avec un bon rendement de fabrication des dispositifs lasers DFB oscillant dans un seul mode longitudinal, du fait que le dispositif laser DFB à couplage par le gain présente fondamentalement un seul mode longitudinal d'oscillation ayant un gain de seuil minimal.

Cependant, comme décrit ci-dessus, dans le dispositif laser DFB à semiconducteurs à couplage par le gain qui est représenté sur la figure 1, du fait que de la lumière subit une réaction sous l'effet d'une perturbation du coefficient de gain ou de pertes qui est occasionnée par la présence de la couche de guide d'ondes 5 en GaAs de type P, avec l'ondulation 51 consistant en un réseau de diffraction du second ordre, et du fait que l'ondulation 51 est continue, les pertes internes dans le dispositif laser sont élevées, ce qui a pour inconvénients que le courant de seuil d'oscillation est élevé et que le rende-

ment d'émission de lumière est faible.

Certains dispositifs lasers DFB de l'art antérieur avec une oscillation dans un seul mode longitudinal, obtenue par réaction de la lumière sous l'effet d'une perturbation du coefficient de pertes, comprennent une couche épitaxiale semi-isolante à titre de couche de blocage de courant. Ce dispositif laser présente cependant un inconvénient qui consiste en ce que ses pertes internes sont élevées, à cause d'un certain nombre de niveaux d'énergie profonds qui sont présents dans une couche épitaxiale semi-isolante.

Un but de la présente invention est de procurer un dispositif laser à semiconducteurs DFB qui ne comporte pas les inconvénients précités de dispositifs lasers à semiconducteurs DFB à couplage par le gain de type classique. Le dispositif laser à semiconducteurs DFB de la présente invention peut procurer un couplage par le gain sans augmentation des pertes internes.

Un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain qui comporte une première caractéristique de la présente invention comprend un ensemble de couches de blocage de courant formées dans une couche de gaine, qui est disposée à son tour en position adjacente à une couche active. Les couches de blocage de courant ont un type de conductivité opposé à celui de la couche de gaine. Les couches de blocage de courant sont disposées à un emplacement proche de la couche active à l'intérieur de la couche de gaine, et elles se présentent sous la forme de rubans disposés périodiquement, ayant une largeur fixée, qui sont mutuellement espacés d'une distance prédéterminée. Les couches de blocage de courant ont une épaisseur suffisamment supérieure à la longueur de diffusion de porteurs minoritaires dans les couches de blocage de courant.

Un dispositif laser à semiconducteurs DFB à

couplage par le gain qui comporte une seconde caractéristique de la présente invention comprend un substrat ayant un plan (100), une couche active disposée sur le substrat, et une couche de gaine disposée en position adjacente à la couche active. Dans une partie de la couche de gaine qui est proche de la couche active, se trouvent un ensemble de pellicules isolantes amorphes se présentant sous la forme de rubans périodiques ayant une largeur fixe, qui s'étendent dans la direction $\langle 01\bar{1} \rangle$ et qui sont mutuellement espacés d'une distance prédéterminée dans la direction $\langle 0\bar{1}\bar{1} \rangle$. L'épaisseur des pellicules isolantes amorphes est suffisamment grande pour empêcher que des porteurs ne traversent les pellicules isolantes amorphes, par effet tunnel.

Un dispositif laser DFB à couplage par le gain qui comporte une troisième caractéristique de la présente invention comprend une couche active dans laquelle un ensemble de régions disposées périodiquement ayant un type de conductivité opposé à celui de la couche active, et ayant une largeur fixe, sont disposées sous la forme de rubans périodiques qui sont mutuellement espacés d'une distance prédéterminée.

Selon une quatrième caractéristique de la présente invention, un dispositif laser DFB à couplage par le gain comprend une couche active ayant une structure de puits quantiques dans laquelle la largeur des puits varie avec une période prédéterminée.

Conformément à la première caractéristique décrite ci-dessus, les couches de blocage de courant périodiques ayant une période prédéterminée qui sont disposées dans la couche de gaine, en position adjacente à la couche active, produisent une perturbation périodique du coefficient de gain dans la couche active, qui conduit à une réaction répartie de la lumière qui procure l'oscillation sur un seul mode longitudinal désirée.

Dans le dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain qui comporte la seconde caractéristique de la présente invention, les pellicules isolantes amorphes périodiques, qui s'étendent dans la direction $<01\bar{1}>$ et sont mutuellement espacées avec une période prédéterminée dans la direction $<0\bar{1}\bar{1}>$, produisent une perturbation périodique du coefficient de gain dans la couche active, qui conduit à une réaction répartie de la lumière, et donc à l'oscillation sur un seul longitudinal désirée.

Conformément à la troisième caractéristique, les régions disposées avec une période prédéterminée dans la couche active, et ayant un type de conductivité différent de celui de la couche active, produisent une perturbation périodique du coefficient de gain dans la couche active, ce qui conduit à une réaction répartie de la lumière, qui donne à son tour l'oscillation sur un seul mode longitudinal désirée.

Dans le dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain qui comporte la quatrième caractéristique de la présente invention, du fait de l'existence de la structure de puits quantiques ayant une largeur de puits qui varie périodiquement avec une période prédéterminée, une perturbation périodique du coefficient de gain dans la couche active est produite, ce qui donne lieu à une réaction répartie de la lumière, qui produit à son tour une oscillation sur un seul mode longitudinal.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La suite de la description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 montre un exemple de dispositifs lasers à semiconducteur DFB à couplage par le gain classiques;

La figure 2 est une coupe d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un premier mode de réalisation de la présente invention;

La figure 3 est une représentation en perspective d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un second mode de réalisation de la présente invention;

La figure 4 est une représentation en perspective montrant une direction d'axe cristallographique qui ne convient pas pour la formation de pellicules amorphes pour le dispositif laser DFB à couplage par le gain de la figure 3;

La figure 5 est une représentation en perspective montrant une direction d'axe cristallographique dans laquelle on peut former de façon appropriée les pellicules amorphes pour le dispositif laser DFB à couplage par le gain de la figure 3;

La figure 6 est une représentation en coupe d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un troisième mode de réalisation de la présente invention; et

La figure 7 est une représentation en coupe d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un quatrième mode de réalisation de la présente invention.

La figure 2 est une coupe d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un premier mode de réalisation de la présente invention. Une couche de gaine inférieure 12 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, et une couche active 13 en GaAs non dopé, ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm, sont empilées dans cet ordre sur un substrat 11 en GaAs de type N^+, ayant par exemple une épaisseur de 100 µm.

Une couche de gaine supérieure 16 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ

1 µm, est placée sur la couche active 13 en GaAs non dopé. Des couches de blocage de courant 18 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N^+ sont enterrées, sous la forme de rubans périodiques ayant une période t qui est par exemple de 255 nm, dans la couche de gaine supérieure 16 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, à une distance d'environ 0,05 µm de la surface supérieure de la couche active 13. Une couche de contact 17 en GaAs de type P^+ est disposée sur la couche de gaine supérieure 16.

Le matériau des couches de blocage de courant 18 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N^+, a une bande interdite supérieure à celle de la couche active 13, et l'épaisseur d des couches de blocage de courant 18 est fixée de façon à être supérieure à la longueur de diffusion de porteurs minoritaires dans ces couches. Par exemple, si la concentration de porteurs des couches de blocage de courant 18 est de l'ordre de 1×10^{19} cm^{-3}, la longueur de diffusion des porteurs minoritaires dans les couches de blocage de courant 18 est inférieure à 10 nm, et par conséquent l'épaisseur des couches de blocage de courant 18 doit être supérieure à quelques dizaines de nanomètres.

Une polarisation d'un niveau approprié est appliquée entre la couche de contact 17 en GaAs de type P^+ et le substrat 11 en GaAs de type N^+, avec une polarité telle que la couche de contact soit positive. Dans ces conditions, des porteurs sont injectés dans la couche active 13 en GaAs non dopé. Cependant, du fait que les couches de blocage de courant 18 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N^+ sont placées dans la région de la couche de gaine supérieure 16, près de la couche active 13, une perturbation spatiale avec une période qui est déterminée par la période des couches de blocage de courant est produite dans la distribution des porteurs qui sont injectés dans la couche active 13, ce qui entraîne à son tour une perturbation du coefficient de gain. Cette perturbation du coefficient de

gain. Cette perturbutation du coefficient de gain produit une réaction répartie pour la lumière, ce qui génère une oscillation sur un seul mode longitudinal désirée.

La figure 3 est une vue en perspective d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un second mode de réalisation de la présente invention. Une couche de gaine inférieure 22 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, et une couche active 23 en GaAs non dopé, ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm, sont empilées dans l'ordre indiqué sur une surface correspondant à un plan (100) d'un substrat 21 en GaAs de type N^+, ayant une épaisseur qui est par exemple de 100 µm. Une couche de gaine supérieure 26 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, est placée sur la couche active 23 en GaAs non dopé.

Un ensemble de pellicules isolantes amorphes 29 se présentant sous la forme de rubans sont noyées dans la couche de gaine supérieure 26 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, a une distance d'environ 0,05 µm de la surface supérieure de la couche active 23. Les rubans des pellicules isolantes amorphes 29 s'étendent dans la direction $<01\bar{1}>$ et ils sont disposés avec une période t de 255 nm dans la direction $<0\bar{1}\bar{1}>$. Le matériau des pellicules isolantes amorphes 29 est un matériau transparent pour la lumière laser, tel que SiO_2 et SiN. Une couche de contact 27 en GaAs de type P^+ est placée sur la couche de gaine supérieure 26.

L'épaisseur des pellicules isolantes amorphes 29 est choisie de façon que des porteurs ne puissent pas traverser ces pellicules par effet tunnel. Plus précisément, l'épaisseur des couches 29 doit être de quelques dizaines de nanomètres. Les pellicules isolantes amorphes en SiO_2, 29, sont réalisées sous la forme de rubans qui s'étendent dans la direction $<01\bar{1}>$ et sont disposées périodiquement avec une période prédéterminée dans la

direction $<0\bar{1}\bar{1}>$, pour la raison suivante.

Comme le montre la figure 4, si des rubans 20 en SiO_2 s'étendant dans la direction $<0\bar{1}\bar{1}>$ sont placés sur un substrat 10 en GaAs d'orientation (100), et si on fait croître sur les rubans 20 un matériau consistant en GaAs, par dépôt chimique en phase vapeur aux organométalliques (ou MOCVD), une croissance épitaxiale ne peut pas avoir lieu sur les rubans en SiO_2, 20. Ainsi, il n'est pas possible d'enterrer les rubans en SiO_2 20 dans une couche épitaxiale 14.

Cependant, comme le montre la figure 5, en disposant les rubans de SiO_2 20 de façon qu'ils s'étendent dans la direction $<01\bar{1}>$ sur le substrat 10 en GaAs d'orientation (100), un matériau consistant en GaAs déposé sur les rubans 20 par MOCVD croîtra latéralement de façon que les rubans de SiO_2 puissent être enterrés dans la couche épitaxiale 15. C'est la raison pour laquelle les pellicules isolantes amorphes 29 s'étendent dans la direction $<01\bar{1}>$ et sont disposées périodiquement avec une période prédéterminée dans la couche de gaine supérieure 26 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P.

Dans le dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain qui est représenté sur la figure 3, lorsqu'une polarisation d'un niveau approprié est appliquée entre la couche de contact 27 en GaAs de type P^+ et le substrat 21 en GaAs de type N^+, avec une polarité telle que la couche de contact 27 soit positive, des porteurs sont injectés dans la couche active 23 en GaAs non dopé. Cependant, du fait que les pellicules isolantes amorphes 29, consistant par exemple en SiO_2, sont disposées avec une période de 255 nm dans la région de la couche de gaine supérieure 26 qui est proche de la couche active 23, il se produit une perturbation spatiale dans la distribution des porteurs qui sont injectés dans la couche active 23, ce qui entraîne une perturbation du coefficient de gain. La

perturbation du coefficient de gain produit une réaction répartie pour la lumière, ce qui produit à son tour l'oscillation sur un seul mode longitudinal désirée.

La figure 6 est une représentation en coupe d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un troisième mode de réalisation de la présente invention. Sur la figure 6, une couche de gaine inférieure 32 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, et une couche active 33 en GaAs de type N, ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm, sont empilées dans cet ordre sur un substrat 31 en GaAs de type N^+, ayant une épaisseur qui est par exemple de 100 µm.

On fait diffuser par exemple un accepteur dans la région supérieure de la couche active 33 pour former des régions à type de conductivité inversé, 34, qui ont la conductivité de type P, c'est-à-dire le type de conductivité opposé à celui de la couche active 33 en GaAs de type N. Les régions à type de conductivité inversé 34 sont disposées avec une période de t. Une couche de gaine supérieure 36 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P est disposée sur la couche active 33 dans laquelle sont formées les régions à type de conductivité inversé 34. L'épaisseur de la couche de gaine supérieure 36 est d'environ 1 µm. Une couche de contact 37 en GaAs de type P^+ est disposée sur la couche de gaine supérieure 37.

On fait en sorte que la tension directe V_F entre les régions à type de conductivité inversé 34, qui sont de type P, et la couche active 33 en GaAs de type N, soit d'environ 1,6 volt, et que la tension directe V_F entre la couche de gaine supérieure 36 et la couche active 33 soit comprise entre environ 1,7 volt et environ 1,8 volt.

Lorsqu'une polarisation d'un niveau prédéterminé est appliquée entre la couche de contact 37 en GaAs de type P^+ et le substrat 31 en GaAs de type N^+, avec une polarité telle que la couche de contact 37 soit positive,

des porteurs sont injectés dans la couche active 33 en GaAs de type N.

Comme indique ci-dessus, du fait que la tension directe V_F entre la couche de gaine supérieure 36 et la couche active 33 est d'environ 1,7-1,8 volt, tandis que la tension directe V_F entre les régions à type de conductivité inversé 34 et la couche active 33 est d'environ 1,6 volt, le rendement d'injection des porteurs à des emplacements auxquels les régions à type de conductivité inversé 34, de type P, ne sont pas présentes, est plus élevé que le rendement d'injection des porteurs à des emplacements auxquels les régions 34 sont présentes. Ceci produit une perturbation spatiale dans la distribution des porteurs qui sont injectés dans la couche active 33, ce qui entraîne à son tour une perturbation du coefficient de gain. La perturbation du coefficient de gain produit une réaction répartie pour la lumière, qui procure une oscillation sur un seul mode longitudinal désirée.

La figure 7 est une représentation en coupe d'un dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain conforme à un quatrième mode de réalisation de la présente invention. Une couche de gaine inférieure 42 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm est disposée sur un substrat 41 en GaAs de type N^+, ayant par exemple une épaisseur de 100 µm, et elle est recouverte par une première couche de barrière 43 en $Al_{0,20}Ga_{0,80}As$ de type N, ayant une épaisseur de quelques dizaines de nanomètres.

Une couche active 44 en GaAs non dopé , ayant une structure de puits quantiques, est disposée sur la première couche de barrière 43. La structure de puits quantiques comprend des régions 48 ayant une largeur de puits de 10 nm qui sont disposées avec une période t de 245 nm, et des régions 49 ayant une largeur de puits de 5 nm, qui alternent avec les régions 48. Une seconde couche de barrière 45 en $Al_{0,20}Ga_{0,80}As$, de type P, ayant

une épaisseur de quelques dizaines de nanomètres, une couche de gaine supérieure 46 en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ ayant une épaisseur d'environ 1 µm, et une couche de contact 47 en GaAs de type P^+, sont empilées dans l'ordre indiqué sur la couche active 44. La période t de l'alternance de la largeur de puits est déterminée conformément à la longueur d'onde λ de la lumière laser à émettre.

Dans le dispositif laser à semiconducteurs DFB à couplage par le gain qui est représenté sur la figure 7, lorsqu'une polarisation ayant un niveau donné est appliquée entre la couche de contact 47 en GaAs de type P^+ et le substrat 41 en GaAs de type N^+, avec une polarité telle que la couche de contact 47 soit positive, des porteurs sont injectés dans la couche active 44 en GaAs non dopée ayant une structure de puits quantiques.

Comme décrit ci-dessus, du fait que la couche active 44 comprend les régions 48 ayant une largeur de puits de 10 nm disposées avec une période de 245 nm, et les régions 49 ayant une largeur de puits de 5 nm qui alternent avec les régions 48, le gain, par exemple pour la lumière à 840 nm,est élevé dans les régions ayant une largeur de puits de 10 nm, tandis que le gain est faible dans les régions ayant une largeur de puits de 5 nm. Ceci provoque une perturbation spatiale dans la distribution des porteurs qui sont injectés dans la couche active 44. Une perturbation du coefficient de gain est ainsi introduite, ce qui produit une réaction répartie pour la lumière, et il apparaît de ce fait une oscillation sur un seul mode longitudinal désirée.

Un dispositif laser à semiconducteurs de l'art antérieur a une structure dans laquelle un puits quantique multiple est formé dans une couche active, la densité de la couche de puits est changée périodiquement dans la direction de propagation de la lumière, en changeant périodiquement l'épaisseur de la couche de barrière du

puits quantique multiple, de façon que le gain dans la couche active présente une périodicité dans la direction de propagation de la lumière pour produire un état de couplage par le gain, et des oscillations à une seule longueur d'onde correspondant à la période du gain se produisent. Un tel dispositif laser est représenté dans la publication de brevet japonais non examiné n° HEI 2-296 386. Dans ce dispositif laser, on change périodiquement le gain à une longueur d'onde particulière, d'un emplacement à un autre, en changeant la densité de la couche de puits.

Au contraire, dans le dispositif laser à semiconducteurs DFB de la présente invention qui est représenté sur la figure 7, la largeur de puits dans la couche active à structure de puits quantiques 44 est changée avec une certaine périodicité dans la direction de propagation de la lumière, pour changer ainsi périodiquement le gain à une longueur d'onde particulière, ce qui produit une perturbation pour provoquer une réaction de la lumière. Le concept de la présente invention est donc tout à fait différent de celui de l'invention qui est décrite dans la publication de brevet japonais non examiné n° HEI 2-296386, mentionnée ci-dessus.

Comme décrit ci-dessus, conformément à la présente invention, on produit une perturbation spatiale dans la distribution des porteurs qui sont injectés dans une couche active, ce qui produit à son tour une perturbation du coefficient de gain. La présente invention peut ainsi procurer un laser à semiconducteurs DFB qui réalise un couplage par le gain sans augmenter les pertes internes.

Les modes de réalisation individuels sont résumés brièvement ci-dessous. Dans le premier mode de réalisation qui est représenté sur la figure 2, un ensemble de couches de blocage de courant 18 ayant une épaisseur suffisamment supérieure à la longueur de diffusion des

porteurs minoritaires dans les couches de blocage de courant 18, sont disposées avec une période prédéterminée dans la couche de gaine supérieure 16, dans une région proche de la couche active 13, ce qui permet de produire une oscillation sur un seul mode longitudinal désirée, sans augmenter les pertes internes.

Dans le second mode de réalisation qui est représenté sur la figure 3, un ensemble de pellicules isolantes amorphes 29 ayant une largeur fixe et ayant une épaisseur suffisamment grande pour éviter que des porteurs ne les traversent par effet tunnel, et qui s'étendent dans la direction $<01\bar{1}>$, sont disposées avec une période prédéterminée dans la direction $0\bar{1}\bar{1}$, dans la couche de gaine supérieure 26, à un emplacement proche de la couche active 23, ce qui permet l'oscillation sur un seul mode longitudinal désirée, sans augmenter les pertes internes. De plus, cette structure présente un avantage qui consiste en ce que l'on peut fabriquer aisément le dispositif laser par croissance épitaxiale, en utilisant la technique MOCVD.

Dans le troisième mode de réalisation qui est représenté sur la figure 6, la couche active 33 contient des régions 34 ayant un type de conductivité différent de celui de la couche active 33, qui sont disposées avec une période prédéterminée, ce qui permet également d'obtenir l'oscillation sur un seul mode longitudinal désirée, sans augmentation résultante des pertes internes.

Dans le quatrième mode de réalisation qui est représenté sur la figure 7, la couche active 44 elle-même présente la configuration d'une structure de puits quantiques, avec une largeur de puits qui change périodiquement, ce qui procure l'oscillation sur un seul mode longitudinal désirée, sans augmentation des pertes internes.

REVENDICATIONS

1. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : une couche active (13); une couche de gaine (16) disposée en position adjacente à la couche active (13); et des couches de blocage de courant (18) ayant un type de conductivité différent de celui de la couche de gaine (16), qui sont disposées dans la couche de gaine à proximité de la couche active (13), ces couches de blocage de courant (18) ayant une épaisseur (d) suffisamment supérieure à la longueur de diffusion des porteurs minoritaires dans les couches de blocage de courant (18), et étant disposées sous la forme de rubans périodiques qui sont espacés avec une période prédéterminée (t).

2. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche active (13) est une couche de GaAs non dopé ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm; la couche de gaine (16) adjacente à la couche active (13) est une couche consistant en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm; et les couches de blocage de courant (18) sont des rubans consistant en $Al_{0,35}Ga_{0,65}AS$ de type N^+, disposés dans la couche de gaine (16) à une distance d'environ 0,05 µm de la surface supérieure de la couche active (13).

3. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : un substrat (11) en GaAs de type N^+, ayant une épaisseur prédéterminée; une couche de gaine inférieure (12) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur le substrat (11); une couche active (13) en GaAs non dopé ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm, disposée sur la couche de gaine inférieure (12); une couche de gaine supérieure (16) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}AS$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur la couche active (13);

un ensemble de couches de blocage de courant (18) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N^+, enterrées avec une période prédéterminée dans la couche de gaine supérieure (16), à un emplacement espacé d'environ 0,05 µm de la surface supérieure de la couche active (13); et une couche de contact (17) disposée sur la couche de gaine supérieure (16); et dans lequel les couches de blocage de courant (18) sont formées par un matériau ayant une bande interdite supérieure à celle de la couche active, et les épaisseurs des couches de blocage de courant sont fixées de façon à être supérieures à la longueur de diffusion des porteurs minoritaires dans ces couches de blocage de courant (18).

4. Un dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : une couche active (23) disposée sur un substrat (21) ayant un plan d'orientation (100); une couche de gaine (26) disposée de façon adjacente à la couche active; et un ensemble de pellicules isolantes amorphes (29) qui sont disposées dans la couche de gaine (26) à un emplacement proche de la couche active (23), ces pellicules isolantes amorphes (29) se présentant sous la forme de rubans ayant une largeur constante et une épaisseur suffisante pour éviter que des porteurs ne les traversent par effet tunnel, s'étendant dans la direction $\langle 01\bar{1}\rangle$, et mutuellement espacées avec une période prédéterminée dans la direction $\langle 0\bar{1}\bar{1}\rangle$.

5. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie selon la revendication 4, caractérisé en ce que : la couche active (23) est une couche en GaAs non dopé ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm; la couche de gaine (26) est une couche en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P ayant une épaisseur d'environ 1 µm; et les pellicules isolantes amorphes (29) sont constituées par un matériau, tel que SiO_2 et SiN, qui est transparent vis-à-vis de la lumière laser, ces pellicules isolantes amorphes (29) étant

placées dans la couche de gaine (26) à une distance d'environ 0,05 µm de la surface supérieure de la couche active (23).

6. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : un substrat (21) en GaAs de type N^+, ayant un plan d'orientation (100), et ayant une épaisseur prédéterminée; une couche de gaine inférieure (21) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, qui est disposée sur le substrat; une couche active (23) en GaAs non dopé ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm, disposée sur la couche de gaine inférieure (21); une couche de gaine supérieure (26) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur la couche active (23); un ensemble de pellicules isolantes amorphes (29), enterrées dans la couche de gaine supérieure (26) à une distance d'environ 0,05 µm de la surface supérieure de la couche active (23), ces pellicules isolantes amorphes (29) s'étendant dans la direction $<01\bar{1}>$ et étant mutuellement espacées dans la direction $<0\bar{1}\bar{1}>$, avec une période prédéterminée; et une couche de contact (27) disposée sur la couche de gaine supérieure; les pellicules isolantes amorphes (29) étant constituées par un matériau, tel que SiO_2 et SiN, qui est transparent à la lumière laser, et ces pellicules isolantes amorphes (29) ayant une épaisseur telle que des porteurs ne puissent pas les traverser par effet tunnel.

7. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : une couche active (33); et des régions (34) ayant un type de conductivité différent de celui de la couche active, qui sont disposées dans la couche active (33), ces régions ayant une largeur constante et se présentant sous la forme de rubans qui sont mutuellement espacés avec une période prédéterminée.

8. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie selon la revendication 7, caractérisé en ce que : la couche active (33) est une couche en GaAs non dopée, ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm; une couche de gaine (36) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, est disposée sur la couche active (33); les régions à type de conductivité différent (34) dans la couche active (33) sont des régions à type de conductivité inversé qui sont mutuellement espacées avec une période prédéterminée, ces régions à type de conductivité inversé (34) étant formées par diffusion d'une impureté dans une partie supérieure de la couche active (33); la tension directe entre les régions à type de conductivité inversé (34) et la couche active (33) est d'environ 1,6 volt; et la tension directe entre la couche de gaine (36) et la couche active (33) est d'environ 1,7-1,8 volt.

9. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : un substrat (31) en GaAs de type N^+, ayant une épaisseur prédéterminée; une couche de gaine inférieure (32) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur le substrat (31); une couche active (33) en GaAs de type N, ayant une épaisseur d'environ 0,1 µm, disposée sur la couche de gaine inférieure (32); un ensemble de régions à type de conductivité inversé (34), de type P, disposées avec une période prédéterminée dans une partie supérieure de la couche active (33); une couche de gaine supérieure (36) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur la couche active (33) dans laquelle sont formées les régions à type de conductivité inversé; et une couche de contact (37) disposée sur la couche de gaine supérieure (36); les régions à type de conductivité inversé (34) étant des régions de type P qui sont formées par diffusion d'un accepteur dans une partie supérieure de la couche active (33), à des emplacements

qui sont espacés avec une période prédéterminée; la tension directe entre les régions à type de conductivité inversé (34) et la couche active (33) étant d'environ 1,6 volt; et la tension directe entre la couche de gaine supérieure (36) et la couche active (33) étant d'environ 1,7-1,8 volt.

10. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : une couche active (44) ayant une structure de puits quantiques, cette structure de puits quantiques comprenant une alternance de premières régions (48) ayant une première largeur de puits et de secondes régions (49) ayant une seconde largeur de puits qui est inférieure à la première largeur de puits, de façon que la largeur de puits de la structure de puits quantiques varie avec une période prédéterminée.

11. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie selon la revendication 10, caractérisé en ce que : la couche active (44) est une couche en GaAs non dopé; et la structure de puits quantiques comprend une alternance de premières régions (48) ayant une largeur de puits de 10 nm et de secondes régions (49) ayant une largeur de puits de 5 nm, de façon que la largeur de puits de la structure de puits quantiques varie avec une période prédéterminée.

12. Dispositif laser à semiconducteurs à réaction répartie, caractérisé en ce qu'il comprend : un substrat (41) en GaAs de type N^+ ayant une épaisseur prédéterminée; une couche de gaine inférieure (42) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type N, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur le substrat; une première couche de barrière (43) en $Al_{0,20}Ga_{0,80}As$ de type N, ayant une épaisseur de quelques dizaines de nanomètres, disposée sur la couche de gaine inférieure (42); une couche active (44) en GaAs non dopé, ayant une structure de puits quantiques,

disposée sur la première couche de barrière (43); une seconde couche de barrière (45) en $Al_{0,20}Ga_{0,80}As$ de type P, ayant une épaisseur de quelques dizaines de nanomètres, disposée sur la couche active (44); une couche de gaine supérieure (46) en $Al_{0,35}Ga_{0,65}As$ de type P, ayant une épaisseur d'environ 1 µm, disposée sur la seconde couche de barrière (45); et une couche de contact (47) disposée sur la couche de gaine supérieure (46); la structure de puits quantiques comprenant des premières régions (48) ayant une première largeur de puits qui alternent avec des secondes régions (49) ayant une seconde largeur de puits, inférieure à la première largeur de puits, de façon que la largeur de puits de la structure de puits quantiques varie avec une période prédéterminée.

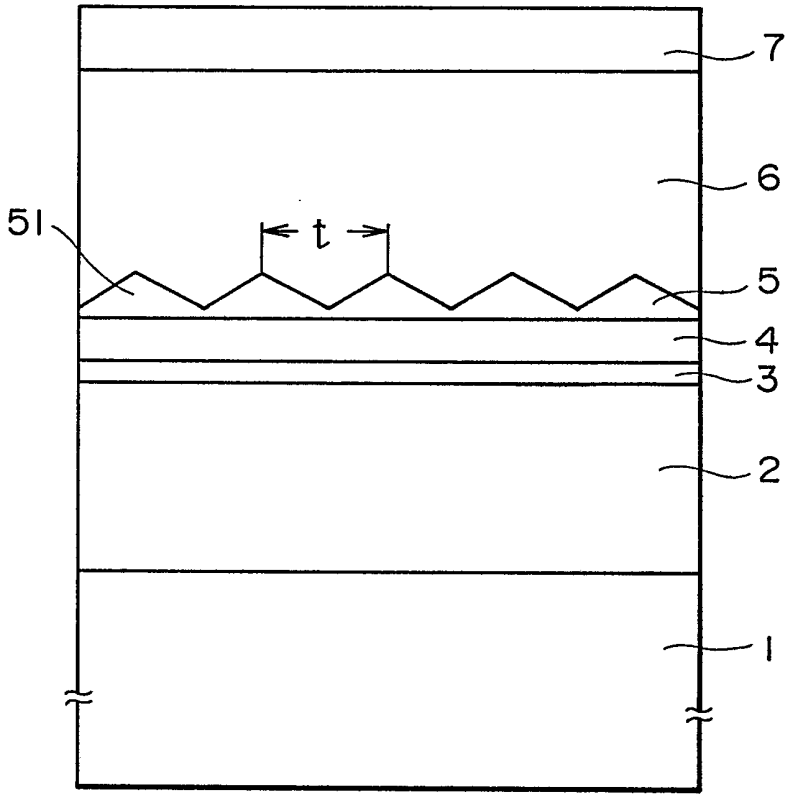


FIG. 1

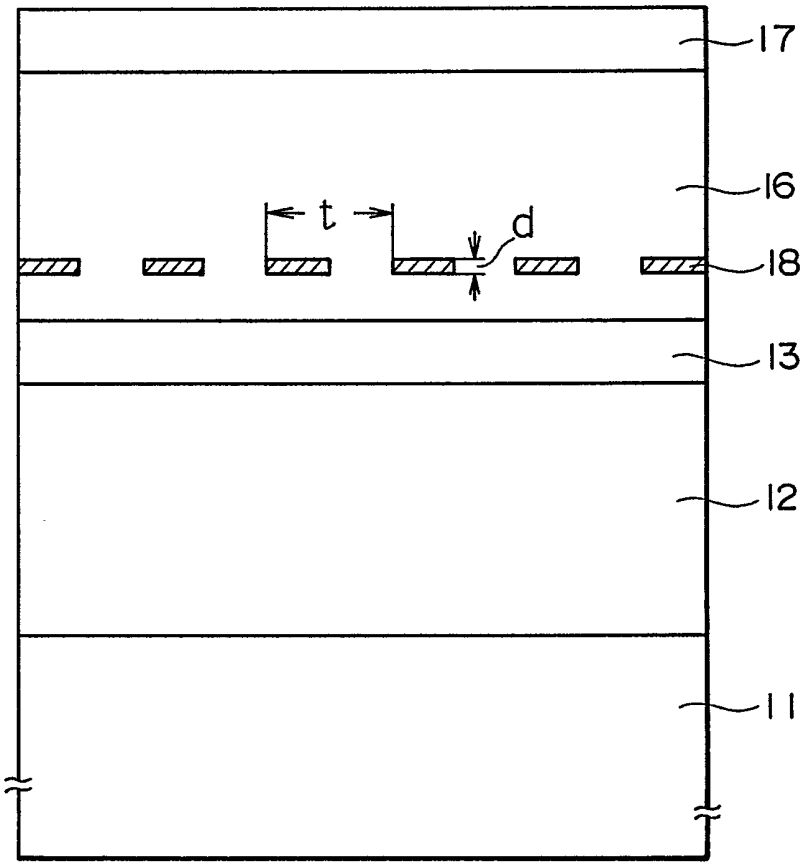


FIG. 2

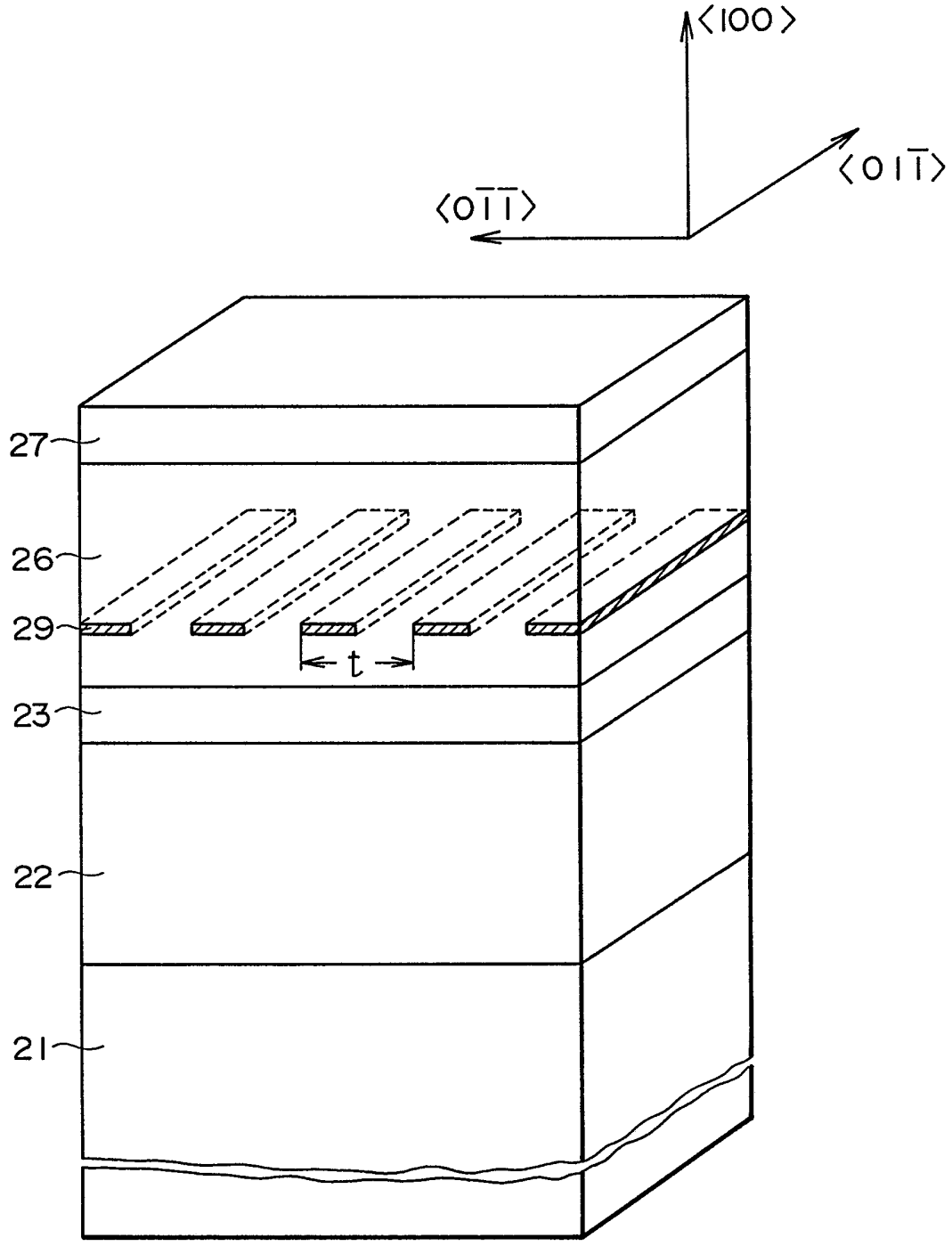


FIG. 3

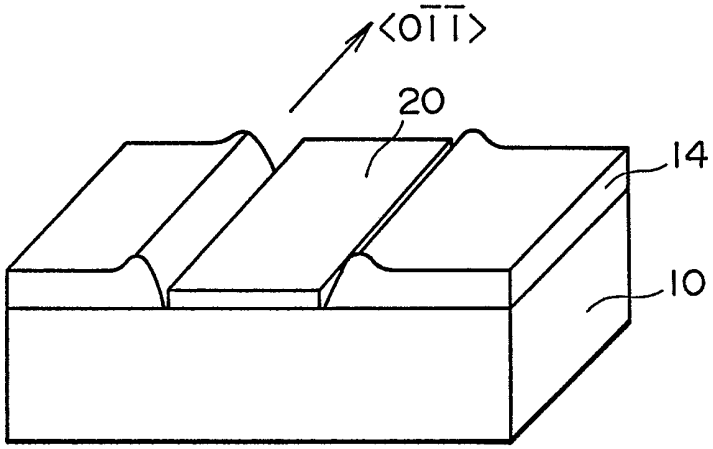


FIG. 4

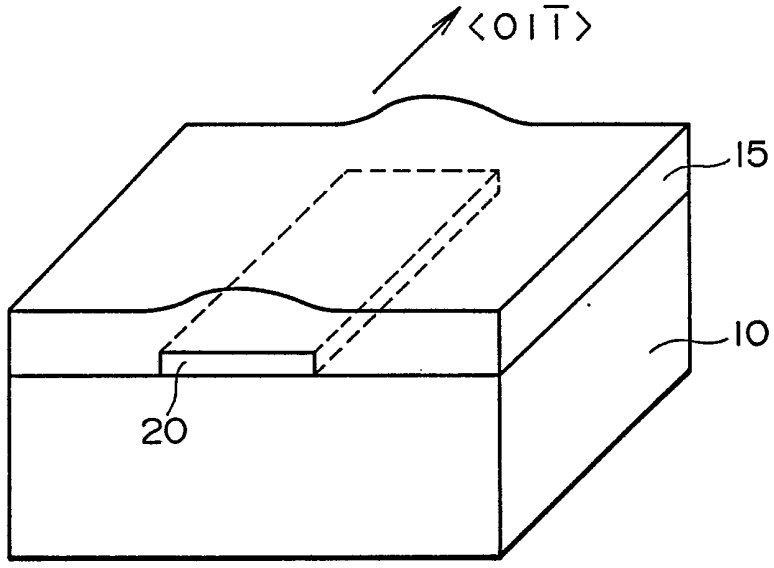


FIG. 5

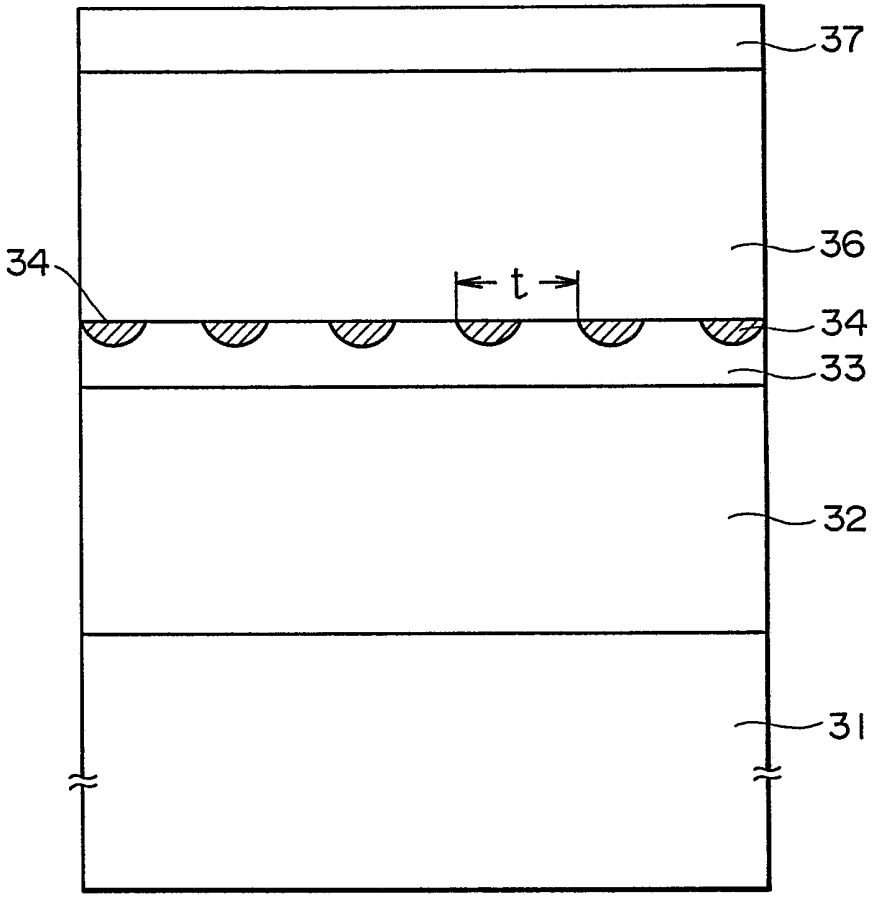


FIG. 6

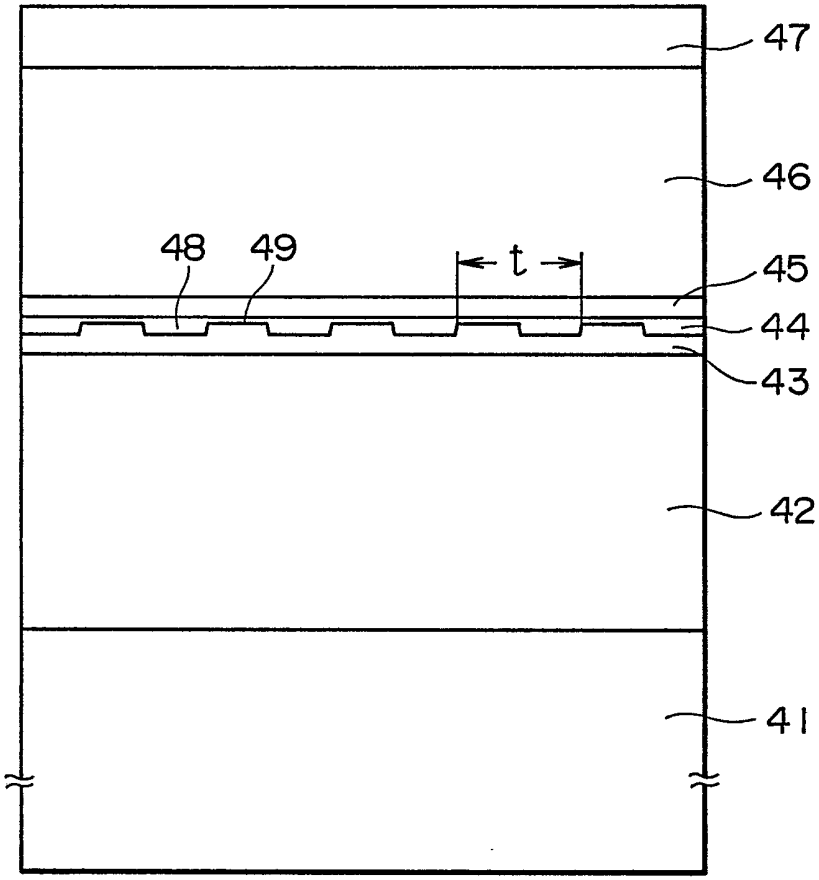


FIG. 7