

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :

2 897 726

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

06 52693

51) Int Cl<sup>8</sup> : H 01 S 3/102 (2006.01)

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 29.06.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.08.07 Bulletin 07/34.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : FRANCE TELECOM Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : ETRILLARD JACKIE et CHANCLOU PHILIPPE.

73) Titulaire(s) :

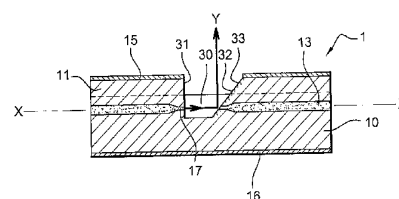
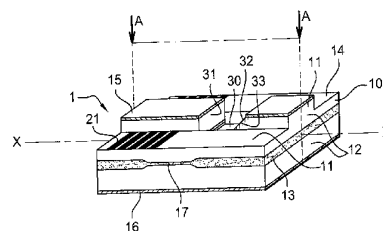
74) Mandataire(s) : FRANCE TELECOM.

54) SOURCE OPTIQUE LASER A EMISSION VERTICALE.

57) Source optique laser (1) comprenant une couche active (13) apte à émettre un faisceau lumineux dans une direction (X-X) de sortie, dite latérale.

Selon l'invention, ladite couche active (13) présentant une zone (17) d'adaptation de mode, ladite source (1) comprend des moyens (33) de déviation du faisceau lumineux formé dans ladite zone (17) d'adaptation.

Application à la réalisation de modules émetteurs de lumière bas coût pour réseaux optiques de télécommunication.



FR 2 897 726 - A1



## SOURCE OPTIQUE LASER A EMISSION VERTICALE

La présente invention concerne une source optique laser comprenant une couche active apte à émettre un faisceau lumineux dans une direction de sortie, dite latérale.

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine des modules émetteurs de lumière bas coût pour réseaux optiques de télécommunication et notamment les réseaux d'accès optiques.

En matière de télécommunications optiques, il est essentiel d'obtenir un produit débit-distance le plus élevé possible, et ceci avec des sources laser optimisées en fonction du budget optique nécessaire sur la liaison de manière à réduire le coût des modules fonctionnels intégrant de telles sources.

C'est pourquoi il est devenu primordial de réaliser les meilleurs taux de couplage optique entre la puissance émise par la source, une diode laser par exemple, et la puissance réellement disponible dans la fibre optique transportant la lumière émise par la source.

On notera d'ailleurs que ce problème d'optimisation de couplage est plus crucial pour les fibres monomodes que pour les fibres multimodes dans lesquelles plusieurs modes sont excités. Or, ce sont précisément les fibres monomodes qui sont le plus souvent utilisées en télécommunications optiques du fait qu'elles présentent moins de pertes optiques et une bande passante plus grande que les fibres multimodes.

On comprend dans ces conditions qu'une attention toute particulière soit accordée à l'obtention d'un couplage optimal source/fibre lors de la production des modules optiques et qu'en conséquence la part principale des coûts de ces modules réside dans les opérations de couplage, lesquelles peuvent représenter avec le montage et la mise en boîtier environ 70 à 90% du coût total des modules.

Il est donc très important, si l'on veut réaliser des modules bon marché, de réduire au maximum les coûts liés au couplage source/fibre.

Les sources optiques laser actuellement les plus utilisées dans le domaine des télécommunications sont des diodes connues sous le nom de EEL pour « Edge Emitting Laser » ou « laser à émission latérale ». Les diodes laser DBR (« Distributed Bragg Reflector ») et DFB (« Distributed Feed Back ») sont des exemples bien connus de sources EEL. L'avantage essentiel de ce type de sources est qu'elles sont capables de fournir une forte puissance optique dans les bandes infrarouge lointain O, S, C, L dont les longueurs d'onde sont globalement comprises entre 1330 nm et 1620 nm dans des régions de transmission où l'atténuation optique est la plus faible. Ces sources sont donc bien adaptées à des transmissions à très haut débit, typiquement supérieur à 10 Gbit/s, sur de grandes distances dans les bandes C et L notamment.

Le couplage de ces sources EEL avec la fibre optique de sortie est le plus souvent réalisé au moyen d'une méthode dite « active », dans laquelle le taux de couplage est optimisé lorsque la source est mise en fonctionnement, à l'intérieur du boîtier du module optique. La puissance lumineuse en sortie du dispositif est mesurée en fonction de la position d'une lentille adaptatrice de mode disposée à l'entrée de la fibre optique. Lorsque la puissance mesurée est maximale, les positions sont figées par soudure sur le boîtier de la diode EEL.

Les coefficients de couplage obtenus par cette méthode sont très élevés, de l'ordre de 70 à 90% de la puissance émise. Par contre, le coût final des modules est relativement grand du fait que les opérations de couplage exigent une main d'œuvre qualifiée et une infrastructure de production lourde.

Il existe d'autres sources optiques laser, dites à émission verticale ou VCSEL (« Vertical Cavity Surface Emitting Laser »), dont la symétrie circulaire du faisceau lumineux de sortie est bien adaptée au mode de propagation dans la fibre, ceci par opposition aux diodes EEL dont la section de sortie de la zone active est rectangulaire et génère de ce fait un faisceau elliptique de forte excentricité.

Le couplage de ces sources VCSEL à la fibre de sortie est effectué selon une méthode dite « passive », à savoir source non alimentée électriquement, qui consiste essentiellement en un alignement des axes de la

diode laser et de la fibre. Cette opération peut être réalisée de manière très précise avec ou sans lentille adaptatrice selon le budget optique recherché, au moyen d'un procédé de connexion automatique. Ce procédé est bien connu de l'homme du métier sous le terme anglo-saxon de « flip-chip ». L'avantage  
5 essentiel de ce procédé, outre sa précision, est qu'il est beaucoup plus économique, car plus automatisé, que la méthode « active » présentée plus haut.

Un autre avantage des sources VCSEL sur les sources EEL est que leur émission verticale, et non latérale, se prête bien aux tests in situ sur les  
10 tranches (« wafers ») de semi-conducteurs. Alors que les diodes EEL doivent être découpées pour être testées, les diodes VCSEL peuvent être triées à partir de tests réalisés sur la tranche elle-même avant d'être découpées.

Toutefois, cette méthode « passive » s'applique essentiellement aux sources VCSEL dont la puissance d'émission dans les bandes S et C est  
15 insuffisante, typiquement inférieure à 1 mW, pour une utilisation en télécommunication optique, notamment dans les réseaux d'accès.

Ces sources VCSEL présentent d'autres inconvénients, comme leur instabilité de polarisation qui contribue à créer des effets de discontinuité de puissance optique (« kink effect »), ce qui induit un seuil d'erreur trop élevé.  
20 De même, leur puissance optique décroît rapidement avec la température ; ainsi on pu observer jusque 80% de diminution de puissance lorsque la température passe de 25 à 85°C.

D'autre part, les densités de porteurs de charge étant importantes dans des matériaux peu conducteurs de la chaleur, des effets de vieillissement  
25 prématurés ont été identifiés sur des diodes VCSEL à certaines longueurs d'onde. Ce type de phénomène est dû au volume actif de la cavité laser des diodes VCSEL, qui est inférieur de deux à trois ordres de grandeur à celui d'une diode EEL. Les densités de puissance sont donc beaucoup plus élevées dans les sources VCSEL et la variation de l'émission avec la température est  
30 en général plus grande pour ces sources que pour les sources EEL. Ceci est principalement dû à des phénomènes thermiques comme, entre autres, l'effet Joule lié aux porteurs de charge et les variations d'indice optique liées à la densité de porteurs de charge.

Un autre inconvénient des structures VCSEL conventionnelles est la difficulté d'intégrer simultanément des fonctions optiques passives (coupleurs, guides optiques,...) ou actives (photorécepteurs, amplificateurs,...) avec la diode d'émission pour réaliser des duplexeurs par exemple. Cette structure particulière impose en effet la réalisation de miroirs à fort coefficient de réflexion qui rend plus complexe la technologie d'épitaxie.

Enfin, il convient de signaler que si un alignement axial satisfaisant entre la source VCSEL et la fibre peut être obtenu, la méthode « passive » ci-dessus, sans lentille d'adaptation, ne prévoit aucune disposition particulière pour assurer l'adaptation des modes de faisceau entre la source et la fibre, ne rendant ainsi cette méthode réellement efficace que pour des fibres multimodes.

Un autre type de sources optiques laser à émission verticale a été récemment proposé toujours dans le but de minimiser le coût de l'étape de couplage optique. Il s'agit de sources à émission latérale dans lesquelles un miroir d'une cavité Fabry-Pérot est gravé avec un angle de  $45^\circ$  par rapport à la direction d'émission. Cette particularité permet donc une émission de lumière verticale. Cette structure, appelée HCSEL (« Horizontal Cavity Source Emitting Laser »), a été décrite dans une réalisation de modules diplexeurs pour application PON (A. Behfar et al, « Monolithically Integrated Diplexer Chip for PON Applications », OFC Technical Digest paper OTuM5, Mars 2005 »).

Ces sources HCSEL offrent certains avantages des sources VCSEL sans en présenter les inconvénients : elles sont puissantes, fiables puisqu'elles utilisent les technologies éprouvées des sources EEL conventionnelles et simples à tester sur tranche et à coupler mécaniquement avec la fibre par des techniques de montage en surface de type « flip-chip » ou autres. De plus, elles sont faciles à intégrer dans des modules optiques avec des composants passifs ou actifs réalisés simultanément sur la surface et la croissance des couches actives (zones où se produisent les recombinaisons électron-trou et donc l'émission des photons) et de confinement n'est pas complexe, contrairement aux sources VCSEL.

Cependant, les modules utilisant des sources de type HCSEL présentent l'inconvénient d'un couplage optique, en terme d'adaptation de

mode, d'assez mauvaise qualité compte tenu de la forte ellipticité du faisceau émis.

Par conséquent, l'utilisation d'une lentille adaptatrice s'avèrerait nécessaire pour les applications monomode, aussi bien pour les structures VCSEL que HCSEL, si l'on veut obtenir des pertes de couplage acceptables. Toutefois, cette obligation interdit une technique de montage bas coût des sources utilisant une méthode de couplage « passive » et sans lentille adaptatrice, et, par conséquent, réduit les possibilités d'introduction de modules émetteurs dans les réseaux à accès optique, notamment pour les applications très haut débit.

Aussi, le problème technique à résoudre par l'objet de la présente invention est de proposer une source optique laser comprenant une couche active apte à émettre un faisceau lumineux dans une direction de sortie, dite latérale, qui permettrait de réaliser un couplage optique optimal au moyen d'une méthode « passive » et sans avoir recours à une lentille adaptatrice de faisceaux, et tout en conservant l'ensemble des avantages de la structure HCSEL.

La solution au problème technique posé consiste, selon la présente invention, en ce que, ladite couche active présentant une zone d'adaptation de mode, ladite source comprend des moyens de déviation du faisceau lumineux formé dans ladite zone d'adaptation.

Ladite direction de déviation peut être perpendiculaire à la direction de sortie du faisceau de la zone d'adaptation, ce qui permet d'obtenir une source à émission verticale à partir d'une structure à émission latérale.

Ainsi, par une orientation adéquate des moyens de déviation, il est possible d'obtenir une source dont l'émission est verticale au sens des sources VCSEL et HCSEL précitées. D'autre part, le faisceau dévié étant formé dans la zone d'adaptation, dont l'épaisseur est plus faible que celle de la couche active, il présente une divergence réduite, de sorte qu'un couplage à la fibre optique peut être obtenu de manière satisfaisante sans lentille adaptatrice.

En résumé, l'invention propose une source optique laser bas coût à émission verticale et de forte puissance dans les bandes O, S, C et L. Cette source est par ailleurs bien adaptée à des applications de transmissions à très

haut débit, supérieur à 10 Gbit/s, exigeant des puissances optiques importantes. La source conforme à l'invention se prête bien aux tests directs sur tranche (« wafer ») et peut être montée sur les modules optiques au moyen de techniques compatibles avec le montage « flip-chip » peu coûteux.

5 Cette compatibilité inclut notamment une adaptation d'ouverture de mode permettant d'obtenir des coefficients de couplage optique suffisants.

La source optique laser, objet de l'invention, présente une grande stabilité thermique, en puissance et en longueur d'onde. Elle peut être réalisée à partir de structures conventionnelles EEL à émission latérale, utilisant des zones actives à îlots quantiques et à couplage latéral.

10

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'une source optique laser selon l'invention, remarquable en ce que, dans une structure de source optique laser comprenant un ruban laser et une couche active présentant une zone d'adaptation de mode, ledit procédé comporte les étapes consistant à :

15

- graver, à travers ledit ruban laser et ladite zone d'adaptation de mode de ladite structure, un évidement comprenant une première paroi de sortie du faisceau lumineux et une deuxième paroi de déviation dudit faisceau, en regard de la première paroi,
- 20 - déposer une surface réfléchissante sur ladite deuxième paroi de déviation.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

La figure 1 est une vue en perspective d'une source optique laser conforme à l'invention.

25

La figure 2 est une vue en coupe selon la ligne A-A de la figure 1.

La figure 3a est une vue de dessus illustrant une étape de gravure du contact électrique supérieur d'une structure EEL.

La figure 3b est une vue en perspective illustrant une étape de gravure à flancs inclinés à 45°.

30

La figure 3c est une vue en perspective illustrant une étape de dépôt d'un masque sur la structure montrée sur la figure 3b.

La figure 3d est une vue en perspective illustrant une étape de dépôt d'une surface réfléchissante sur un flanc de la structure montrée sur la figure 3c.

La figure 3e est une vue en perspective illustrant une étape de gravure de la face de sortie de la source laser.

Sur les figures 1 et 2 est représentée une source optique laser 1 à couplage latéral qui peut être de type DFB ou DBR bas coût. Cette source comprend un substrat 10 en InP, par exemple, dans lequel sont réalisés un ruban laser 11 ainsi que des couches 12 de confinement séparées par au moins une couche active 13. Par ailleurs, on peut voir sur la figure 1 la présence d'éléments de couplage latéral par absorption optique constitués par deux réseaux de bandes métalliques 21 disposées sur deux épaulements 14 du substrat latéralement au ruban laser 11. Deux électrodes 15 et 16 permettent d'injecter un courant I d'alimentation dans la source.

Cette structure a été décrite dans la demande de brevet français n° 05 51855.

Par construction, cette source laser est du type à émission latérale (EEL), la direction du faisceau sortant de la couche active étant parallèle à l'axe longitudinal X-X de la structure.

On peut observer sur les figures 1 et 2 que la couche active 13 comporte une zone 17 d'adaptation de mode destinée à réduire divergence du faisceau lumineux en sortie de la source. Cette zone 17 peut être réalisée en utilisant les techniques de croissance avec masque in situ afin d'éviter les reprise de croissance toujours coûteuses. L'étape de masquage est réalisée sous vide entre deux étapes de croissance épitaxiale. Ces techniques sont bien connues de l'homme du métier, on peut citer par exemple les techniques de croissance sélective à partir de masquage in situ, comme celle décrite dans l'article de R.S. Balmer, *Journal of Lightwave Technology*, vol. 21, n°1, pp. 211-217, 2003. Ces techniques sont beaucoup plus simples à mettre en œuvre que celles faisant appel à un masquage ex situ décrites antérieurement (I. Moerman, *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, vol. 3, n°6, pp. 1308-1320, 1997). Comme décrit dans ce document, le masquage est effectué par photolithographie en dehors de l'enceinte épitaxiale.



Comme le montrent les figures 1 et 2, la source 1 comprend des moyens 33 de déviation du faisceau formé dans la zone adaptatrice 17 dans une direction Y qui, dans l'exemple choisi, est perpendiculaire à la direction latérale X-X, rendant ainsi la direction d'émission de la source 1 verticale,  
5 conformément au but visé par l'invention.

Les figures 1 et 2 montrent que la source 1 comprend un évidement 30 formé à travers le ruban laser 11 et la zone 17 d'adaptation. Une première paroi 31 de l'évidement 30 constitue une face de sortie du faisceau laser formé dans la zone 17. Une deuxième paroi 32 de l'évidement, en regard de la paroi  
10 31, sert de support aux moyens 33 de déviation, par exemple une surface réfléchissante formant miroir pour le faisceau lumineux sortant de la zone 17 d'adaptation.

Un procédé de réalisation de la structure de source optique laser des figures 1 et 2 va maintenant être décrit en détails en regard des figures 3a à  
15 3e. Pour des raisons de clarté, les épaulements 14 de la diode laser 1 ne sont pas représentés sur les figures 3b à 3e.

Dans une première étape facultative illustrée à la figure 3a, la surface supérieure de la source laser 1 est masquée de manière à dégager une fenêtre 40 sur le ruban laser 11 par gravure à travers le contact métallique 15.  
20 Cette gravure est par exemple du type IBE (« Ion Beam Etching »).

Conformément à la figure 3b, le ruban laser 11 est ensuite gravé à travers la fenêtre 40 pour obtenir un évidement 30 à flancs inclinés à 45° incluant la zone 17 d'adaptation de mode. Cette étape de gravure peut être réalisée selon la technique de gravure par faisceau d'ions réactifs, connue  
25 sous le nom de RIBE (« Reactive Ion Beam Etching »). Mais, on utilisera de préférence la gravure ionique réactive avec couplage inductif RIE/ICP (« Reactive Ion Etching/Inductively Coupled Plasma ») avec forte densité et faible énergie ionique complétée par une gravure humide éliminant les défauts induits et les contaminations résultantes.

Les flancs de l'évidement 30 sont réalisés à 45° avec une précision de l'ordre du degré. Leur gravure est effectuée sur une profondeur dépassant la zone 17 d'adaptation de mode avec une précision compatible avec la reproductibilité des caractéristiques de la source.  
30

Ensuite, un masque 50 de résine est déposé (figure 3c) sur la structure de manière décalée par rapport à la fenêtre 40 de sorte qu'au moins un dépôt sous vide directif (figure 3d) d'un matériau métallique ou diélectrique ne soit effectif que sur la paroi 32 pour y former le miroir 33. Après dépôt d'une ou plusieurs couches hautement réfléchissante(s), le masque 50 est décollé par une technique de « lift off ».

Ce dépôt sous vide peut être précédé d'une gravure chimique ou IBE afin d'éliminer les surplombs éventuels 61, 62 ayant servi à la gravure des flancs inclinés.

Enfin, la première paroi 31 de l'évidement 30 est ensuite gravée (figure 3e) afin de réaliser une face de sortie du faisceau laser sensiblement verticale. A cet effet, on peut utiliser une gravure anisotrope sélective, préférentiellement en RIE/ICP, après masquage local, le contact ohmique 15 et le dépôt réfléchissant 33 étant alors utilisés comme masques sélectifs pendant cette gravure sèche à basse énergie ionique. Après dissolution du masque et dépôt du contact arrière 16, la structure laser est terminée et peut être traitée pour la séparation des diodes sur la galette.

Rappelons que l'invention peut également s'appliquer à la réalisation de diode laser DBR ou DFB à couplage latéral relativement au ruban laser ou à couplage dans l'axe du ruban, conformément à la demande de brevet français n° 05 51855.

Dans le cas de diodes DBR, une seule zone de Bragg doit être utilisée, l'autre face du ruban laser étant réservée au miroir pour l'émission verticale. L'invention peut aussi s'appliquer à des dispositifs de type à hétérostructure enterrée (« buried heterostructure »), les BH lasers, en utilisant des techniques de gravure de type RIE/ICP ou RIBE non sélectives pour les différents matériaux semi-conducteurs utilisés.

Une autre possibilité d'utilisation consiste à réaliser une source accordable de type DFB à émission verticale conformément à l'invention et utilisant un couplage latéral par le gain au moyen d'un réseau de rétroaction de type BSG (« Binary Superimposed Gratings »). Dans ce cas, le ruban laser est constitué de deux sections alimentées indépendamment en courant

permettant de sélectionner plusieurs raies d'émission en pilotant les courants d'injection.

## REVENDEICATIONS

- 5 1. Source optique laser (1) comprenant une couche active (13) apte à émettre un faisceau lumineux dans une direction (X-X) de sortie, dite latérale, caractérisée en ce que, ladite couche active (13) présentant une zone (17) d'adaptation de mode, ladite source (1) comprend des moyens (33) de déviation du faisceau lumineux formé dans ladite zone (17) d'adaptation.
- 10 2. Source optique laser selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite source (1) comprend une face (31) de sortie sur laquelle débouche la zone (17) d'adaptation de mode, lesdits moyens (33) de déviation étant disposés en regard de ladite face (31) de sortie.
- 15 3. Source optique laser selon la revendication 2, caractérisée en ce que lesdits moyens de déviation sont constitués par une surface réfléchissante (33).
4. Source optique laser selon la revendication 3, caractérisée en ce que, ladite couche active (13) étant surmontée d'un ruban laser (11), ladite source (1) comprend un évidement (30) formé à travers ledit ruban laser (11) et la zone (17) d'adaptation de mode, une première paroi (31) dudit évidement
- 20 constituant ladite face de sortie et une deuxième paroi (32) dudit évidement constituant un support pour ladite paroi réfléchissante (33).
5. Source optique laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ladite source est du type DFB.
6. Source optique laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,
- 25 caractérisée en ce que ladite source est du type DBR.
7. Procédé de réalisation d'une source optique laser selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que, dans une structure de source optique laser comprenant un ruban laser (11) et une couche active (13) présentant une zone (17) d'adaptation de mode, ledit procédé comporte les
- 30 étapes consistant à :
- graver, à travers ledit ruban laser (11) et ladite zone (17) d'adaptation de mode de ladite structure, un évidement (30) comprenant une première paroi

- (31) de sortie du faisceau lumineux et une deuxième paroi (32) de déviation dudit faisceau, en regard de la première paroi (31),
- déposer une surface réfléchissante (33) sur ladite deuxième paroi (32) de déviation.
- 5 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit procédé comprend une étape de gravure de ladite première paroi (31) de sortie du faisceau lumineux sensiblement perpendiculairement à ladite zone (17) d'adaptation de mode.

1/2

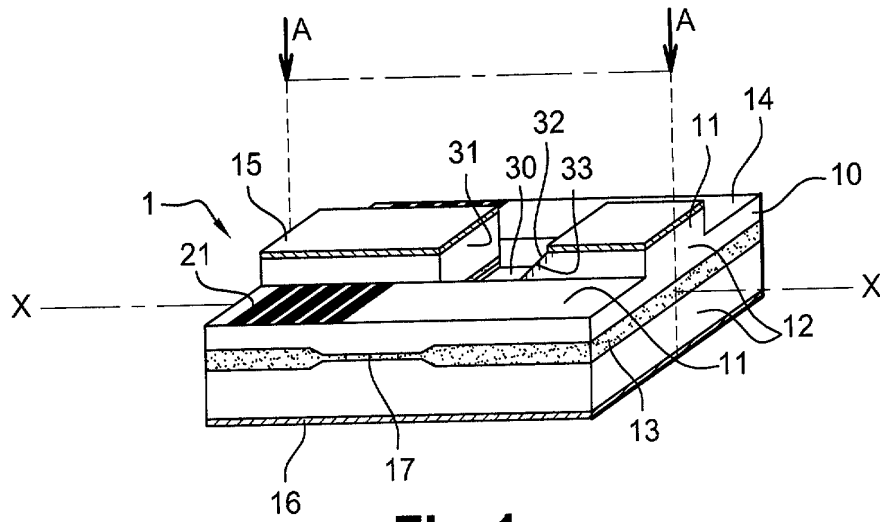


Fig. 1

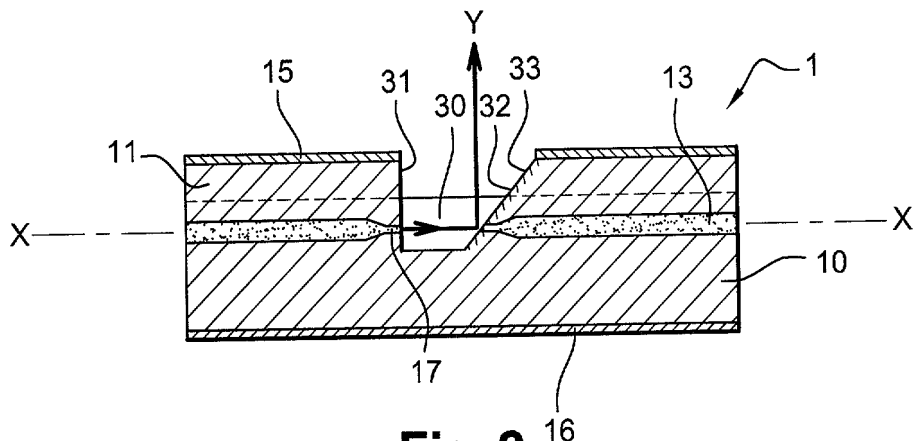
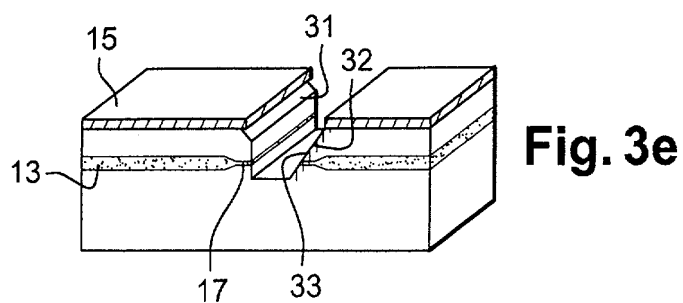
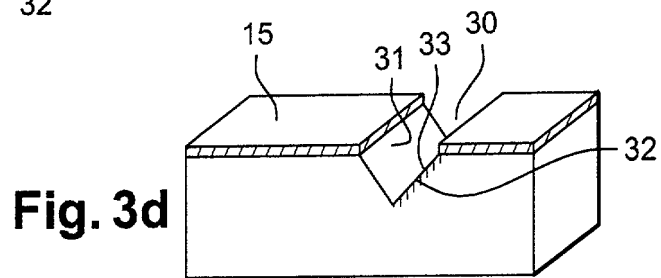
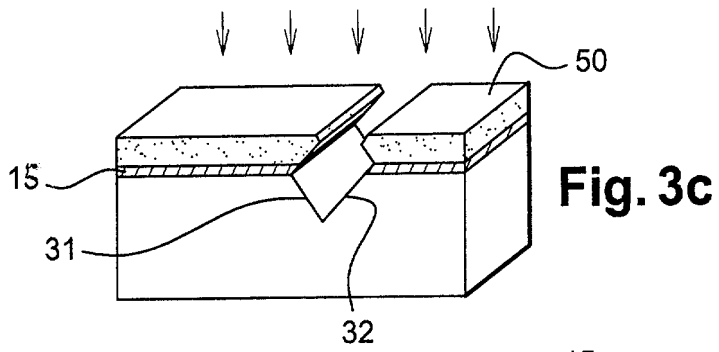
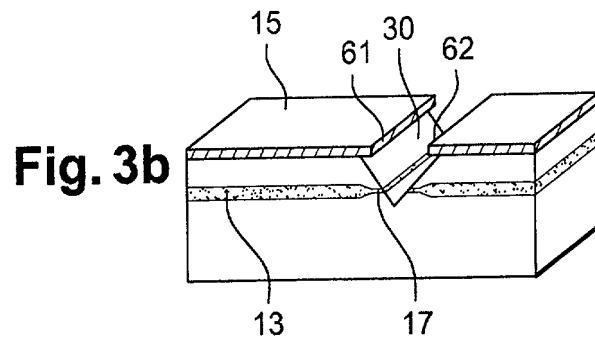
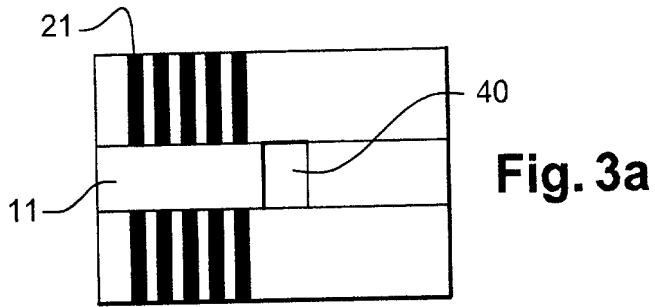


Fig. 2





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 680860  
FR 0652693

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2002/001111 A1 (EVANS GARY A [US] ET AL) 3 janvier 2002 (2002-01-03)	1,5,6	H01S3/102
A	* alinéas [0089], [0090]; figures 3,4a * -----	7	
A	US 5 159 603 A (KIM JAE H [US]) 27 octobre 1992 (1992-10-27) * figure 3 *	1-8	
A	JP 10 010374 A (SONY CORP) 16 janvier 1998 (1998-01-16) * abrégé *	1,7	
A	GB 2 195 822 A (STC PLC STC PLC [GB]) 13 avril 1988 (1988-04-13) * le document en entier *	1,7	
A	YAMAMOTO T ET AL: "High temperature operation of 1.3 &micro;" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 31, no. 25, 7 décembre 1995 (1995-12-07), pages 2178-2179, XP006003762 ISSN: 0013-5194 * le document en entier * -----	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01S
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		20 avril 2007	Claessen, Michiel
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0652693 FA 680860**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-04-2007**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002001111 A1	03-01-2002	US 2006056479 A1	16-03-2006
US 5159603 A	27-10-1992	AUCUN	
JP 10010374 A	16-01-1998	AUCUN	
GB 2195822 A	13-04-1988	AUCUN	