

Veröffentlichung im Amtsblatt	Ja/Nein
Publication in the Official Journal	Yes/No
Publication au Journal Officiel	Oui/Non



Aktenzeichen / Case Number / N° du recours : T 133/87 - 3.4.1

Anmeldenummer / Filing No / N° de la demande : 81 401 160.7

Veröffentlichungs-Nr. / Publication No / N° de la publication : 0 045 678

Bezeichnung der Erfindung: Source laser à jonction semi-conductrice utilisant
Title of invention: des diodes Schottky, et procédé de fabrication
Titre de l'invention :

Klassifikation / Classification / Classement : H 01 L 33/00, H 01 S 3/19

ENTSCHEIDUNG / DECISION

vom / of / du 23 juin 1988

Anmelder / Applicant / Demandeur :

Patentinhaber / Proprietor of the patent /
Titulaire du brevet :

Bouley Jean-Claude,
Charil Josette et Chaminant Guy

Einsprechender / Opponent / Opposant :

Siemens AG

Stichwort / Headword / Référence :

EPU / EPC / CBE

Articles 56 et 111

Schlagwort / Keyword / Mot clé :

Activité inventive (non) ; droit des parties à l'examen
par deux instances

Leitsatz / Headnote / Sommaire

N° du recours : T 133/87- 3.4.1



D E C I S I O N
de la Chambre de recours technique 3.4.1
du 23 juin 1988

Requérante : Siemens AG
(Opposant) Postfach 22 02 61
D-8000 München 22 (DE)

Mandataire :

Adversaire :
(Titulaire du brevet)

- 1) Bouley, Jean-Claude
35, Avenue du Docteur Durand
F-94110 Arcueil (FR)
- 2) Charil, Josette
61, Avenue Victor Hugo
F-92140 Clamart (FR)
- 3) Chaminant, Guy
64, bis rue de Paris
F-91570 Bievres (FR)

Mandataire : Mongrédién, André
c/o BREVATOME
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

Décision attaquée : Décision de la division d'opposition de l'Office européen des brevets du 21 janvier 1987 par laquelle l'opposition formée à l'égard du brevet n° 0 045 678 a été rejetée conformément aux dispositions de l'article 102(2) CBE.

Composition de la Chambre :

Président : K. Lederer
Membres : E. Turrini
R. Schulte

Exposé des faits et conclusions

- I. Les Intimés sont titulaires du brevet européen n° 0 045 678 (numéro de dépôt : n° 81 401 160.7) dont les revendications indépendantes s'énoncent comme suit :

"1. Source lumineuse laser du type à double hétérostructure et à jonction en ruban, comprenant un substrat (10) sur lequel sont déposées successivement, une couche inférieure de confinement (12) en un premier matériau semiconducteur de type n, une couche active (14) en un second matériau semiconducteur, une couche supérieure de confinement (16) en InP de type p faiblement dopé, une couche de contact (18) en un quatrième matériau semiconducteur de type p fortement dopé, une couche métallique alliée (20), cette couche de contact (18) et la couche métallique alliée (20) ayant une forme de méssa, une couche métallique (22, 24) recouvrant le méssa et la couche supérieure de confinement, cette couche métallique (22, 24) formant un contact ohmique avec le matériau semiconducteur et la couche métallique alliée (20) formant le méssa et un contact SCHOTTKY avec la couche supérieure de confinement (16), dans les deux zones latérales encadrant le contact ohmique."

"8. Procédé de réalisation d'une source lumineuse selon la revendication 7, dans lequel on réalise la double hétérostructure par dépôts successifs de couches semiconductrices par épitaxie en phase liquide sur un substrat monocristallin, caractérisé en ce qu'on donne à la couche de contact une forme de méssa par décapage chimique sélectif des parties latérales de cette couche, puis en ce qu'on procède au dépôt d'un contact métallique allié sur la partie supérieure du méssa et en ce qu'on recouvre enfin l'ensemble d'une couche métallique."

Les revendications restantes 2 à 7 et 9 sont des revendications dépendantes. En particulier, la revendication 7 à laquelle il est fait référence dans la revendication 8 s'énonce :

"7. Source lumineuse selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée par le fait que le dopage de la couche supérieure de confinement en InP est de l'ordre de 10^{16} cm^{-3} ."

- II. La Requérante a fait opposition à ce brevet et en a demandé la révocation complète, au motif que son objet n'impliquait pas d'activité inventive au vu notamment du contenu du document DE-A-2 856 507 (DO).
- III. La Division d'opposition a rejeté cette opposition, considérant en particulier que le document DO suggérait principalement un confinement latéral de l'injection des porteurs de charge par différence de résistance, et non pas l'utilisation selon l'invention d'un contact Schottky polarisé en inverse.
- IV. La Requérante a formé un recours contre cette décision.
- V. A l'issue d'une procédure orale qui s'est tenue le 23 juin 1988, la Requérante a requis l'annulation de la décision contestée et la révocation du brevet.

Pour leur part, les Intimés ont requis, à titre principal, le rejet du recours et le maintien du brevet. A titre subsidiaire, ils ont requis le maintien du brevet sous une forme modifiée basée sur une nouvelle revendication 1 présentée au cours de la procédure orale et les revendica-

tions 3 à 9 du brevet tel que délivré après adaptation de leur numérotation et de leur rattachement aux revendications précédentes. La revendication 1 du jeu de revendication selon cette requête auxiliaire s'énonce comme suit :

"1. Source lumineuse du type à double hétérostructure et à jonction en ruban, comprenant un substrat (10) sur lequel sont déposées successivement une couche inférieure de confinement (12) en un premier matériau semi-conducteur de type n, une couche active (14) en un second matériau semi-conducteur, une couche supérieure de confinement (16) en un troisième matériau semi-conducteur, une couche de contact (18) en un quatrième matériau semi-conducteur de type p fortement dopé ayant une forme de méssa, une couche métallique (22, 24) recouvrant le méssa et la couche supérieure de confinement, cette couche métallique (22, 24) formant un contact ohmique avec le quatrième matériau semi-conducteur du méssa, cette source lumineuse étant caractérisée par le fait que la couche supérieure de confinement (16) est en InP de type p faiblement dopé et forme un contact Schottky avec la couche métallique (22, 24) qui la recouvre, dans les deux zone latérales encadrant le contact ohmique et par le fait qu'elle comprend en outre, entre le quatrième semi-conducteur et la couche métallique (22, 24) une couche métallique alliée (20) en Au-Zn."

VI. A l'appui de sa requête en révocation du brevet et outre le document DO déjà cité lors de la procédure d'opposition, la Requérante a principalement invoqué le contenu des documents suivants :

- JP-A-50-71 281 (D1), ainsi que sa traduction en anglais fournie par les Intimés (D1') ;

- "GaInAsP/InP planar stripe lasers prepared by using sputtered SiO₂ film as a Zn-diffusion mask", K.Oe et al., Journal of Applied Physics, Volume 51, n°1, janvier 1980, pages 43 à 49 (D2) ;
- "(InGa)(AsP)/InP embedded mesa stripe lasers", F.C. Prince et al., Applied Physics Letters, Volume 35, n°8, 15 octobre 1979, pages 577 à 579 (D3) ; et
- "New and unified model for Schottky barrier and III-V insulator interface states formation", W.E. Spicer et al., Journal of Vacuum Science Technology, 16(5), septembre/octobre 1979, pages 1422 à 1433 (D4).

Alors que les documents D2 et D4 sont cités dans l'introduction de la description du brevet attaqué, les documents D1 et D3 ont été invoqués pour la première fois dans le mémoire de recours.

Selon la Requérante, l'objet de la revendication 1 se distingue de la source laser divulguée par le document D1 par l'utilisation d'une couche supérieure de confinement en InP et d'une couche métallique alliée au niveau du méso, entre la couche de contact en matériau semi-conducteur de type p fortement dopé et la couche métallique recouvrant tout le dispositif.

En ce qui concerne la sélection de InP comme matériau de la couche de confinement, si le document D1 a trait en effet à une source laser du type GaAs/GaAlAs, qui était le type le plus important à la date de rédaction de ce document (1973), et décrit donc une couche de confinement en GaAlAs, un deuxième type de sources lasers à hétérojonctions GaInAsP/InP, utilisant des couches de confinement en InP, était connu à

la date de l'invention (1980), ainsi que le montrent les documents D2 et D3. Il était par conséquent évident à cette date d'adapter l'enseignement du document D1 à ce type de sources lasers également et d'aboutir ainsi à la réalisation d'une source laser présentant des contacts Schottky entre la couche métallique de revêtement et une couche supérieure de confinement en InP dans les deux zones latérales encadrant le contact ohmique, et cela d'autant plus que le composé InP était déjà connu en soi pour former des contacts Schottky avec un métal, de façon similaire au composé GaAs, ainsi que le démontre le document D4.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'utilisation d'une couche métallique alliée pour réaliser un contact ohmique au niveau de la jonction en ruban, la Requérante fait remarquer que cette disposition est indépendante de la mise en oeuvre de contacts Schottky. De plus, l'utilisation d'un dépôt de métal allié sur un matériau semiconducteur fortement dopé est un moyen connu pour réaliser un contact ohmique, qui est équivalent à la réalisation d'une couche de contact fortement dopée par diffusion de Zn telle que décrite dans le document D1. Le document D3 décrit d'ailleurs la réalisation de contacts ohmiques sur des matériaux semiconducteurs dopés p par évaporation d'un alliage Au/Zn. Une telle évaporation, qui est utilisée aussi pour la fabrication du dispositif décrit dans le brevet attaqué, conduit également à une diffusion de Zn dans le semiconducteur.

VII. Ces arguments sont contestés par les Intimés.

Il font valoir notamment qu'en dépit de l'utilisation d'une terminologie similaire pour décrire le contact métal de recouvrement/semiconducteur faiblement dopé de la couche supérieure de confinement dans le document D1 ou plutôt sa

traduction en anglais D'1 (barrier "Schottky") et le brevet attaqué (diode ou contact Schottky) l'invention met en oeuvre un effet technique différent pour réaliser le confinement latéral de l'injection des porteurs de charge.

Ainsi, le confinement de l'injection des porteurs de charge dans le dispositif du document D1 est fondé sur le franchissement des porteurs de charge par effet tunnel d'une barrière dont la largeur dépend du niveau de dopage du semiconducteur. Il ne se produit donc pas de véritable blocage des porteurs de charge ; le niveau de dopage détermine simplement si le contact ohmique formé entre le métal et le semiconducteur est plus ou moins bon et la différence entre le dopage du matériau semiconducteur formant la méso et celui de la couche supérieure de confinement de part et d'autre du méso conduit à une différence de résistance de contact. Au contraire, du fait de l'utilisation selon l'invention d'une couche supérieure de confinement en InP faiblement dopé qui conduit à une barrière Schottky épaisse et élevée, le passage de cette barrière polarisée en inverse par les porteurs de charges ne peut s'effectuer que par diffusion par-dessus la barrière, ce qui conduit à l'effet de blocage très efficace caractéristique d'une véritable diode Schottky. De cette façon, le confinement des porteurs de charge dans la zone de la jonction en ruban est amélioré de façon remarquable par rapport aux dispositifs de l'état de la technique, ce qui permet de diminuer de moitié le courant de seuil de la source laser et, par conséquent, d'obtenir un mode d'oscillation particulièrement pur.

Selon un autre argument des Intimés, l'invention résiderait en un renversement de la philosophie suivie précédemment pour la réalisation de sources lasers à jonctions en ruban, qui consistait à concevoir en priorité une structure per-

mettant un passage optimal des porteurs de charge au centre, au niveau de la jonction, en mettant à profit l'aptitude connue des composés GaAlAs à former de bons contacts ohmiques, puis à tenter de freiner le passage de ces porteurs sur les bords latéraux, par exemple en mettant en oeuvre un effet tunnel ou en utilisant un effet de blocage résultant de la présence d'une couche intermédiaire d'alumine. L'invention consiste au contraire à optimiser tout d'abord le blocage des porteurs de charge par l'utilisation du composé InP réputé pour former une barrière haute au contact d'un métal puis à mettre en oeuvre au niveau du ruban une cascade de solutions astucieuses pour y assurer l'injection des porteurs grâce à la succession d'une couche d'un matériau semiconducteur différent, d'un contact allié au Zn qui diffuse dans le semiconducteur, puis du contact métallique proprement dit.

Il convient de constater par ailleurs que les fabricants des sources lasers du type GaInAsP/InP apparues depuis 1978 résolvaient tous le problème du confinement latéral de l'injection des porteurs soit par l'utilisation sur les bords du ruban de jonctions np polarisées en inverse, soit par un bombardement protonique des parties latérales, mais n'étaient eux-mêmes pas parvenus à la solution revendiquée alors qu'il existait un besoin longtemps ressenti d'améliorer les dispositifs existants, comme en témoignent l'ampleur des recherches effectuées ainsi que le nombre et le dynamisme des sociétés qui les ont conduites.

En ce qui concerne l'application de l'enseignement du document D1 à une source laser du type GaInAsP/InP, les Intimés soutiennent qu'elle ne saurait avoir été évidente puisque, notamment, l'état de la technique n'enseigne pas la mise à profit simultanée des propriétés de formation d'une barrière Schottky haute et de conduction électrique

du matériau InP. De plus, InP était connu pour ne pas former de bons contacts ohmiques et ne pas pouvoir être dopé au-delà d'une concentration de $5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, alors que la structure du document D1 requiert un dopage bien supérieur (10^{20} cm^{-3} ou plus). Pour l'homme du métier, il était donc clair que la solution divulguée dans le document D1 exploitait les caractéristiques particulièrement avantageuses et spécifiques du composé GaAlAs pour la formation d'un bon contact ohmique au niveau du ruban et il n'aurait donc pas envisagé qu'une telle structure puisse également être utilisable en liaison avec une source laser du type GaInAsP/InP.

Enfin, l'homme du métier n'aurait eu aucune raison de modifier la structure du document D2 en supprimant la couche de contact GaInAsP de type n de part et d'autre du ruban pour créer une jonction métal/semiconducteur, puisque d'une part il savait très bien que la théorie des contacts métal/semiconducteur est imprévisible comme le montre par exemple l'article "A review of the theory and technology for ohmic contacts to group III-V compound semiconductors", V. Rideout, Solid State Electronics, Volume 18, 1975, pages 541 à 550, (document D5) et que d'autre part une telle jonction existait déjà dans cette structure entre cette couche de contact en GaInAsP et la couche de recouvrement en CrAu.

A titre d'indice supplémentaire de la présence d'une activité inventive dans l'objet du brevet attaqué, les Intimés relèvent que l'enseignement du document D1 ne pouvait paraître prometteur à l'homme du métier, puisque cette demande de brevet japonais n'a pas été étendue à l'étranger et que son propre auteur, N. Chinone, dans un article ultérieur intitulé "Limitations of power outputs from continuously operating GaAs-Ga_{1-x}Al_xAs double-hete-

rostructure lasers", Journal of Applied Physics, Volume 7, n°2, février 1976 (document D6), non seulement n'y a fait aucune allusion, mais s'est référé au contraire à une structure différente utilisant un blocage des porteurs par une couche d'oxyde SiO₂ qui, elle, a fait l'objet de la demande de brevet allemand DE-A-2 701 02 ultérieure au document D1.

A l'inverse, l'invention objet du brevet attaqué a connu immédiatement un accueil très positif auprès des spécialistes puisqu'après la publication de la demande de brevet de nombreux fabricants, y compris la Requérante, ont réalisé des sources lasers de ce type.

De la reconnaissance générale des mérites de l'invention témoignent également le fait que la société CIT-Alcatel ait acquis une licence du brevet attaqué, ainsi que l'article "1,3µm Surface-Emitting (In, Ga) (AsP)/InP LED for Transmission Rates up to 200 Mbit/s" (Siemens Forsch-u. Entwickl. - Ber., Volume 14, 1985, n°6, Springer Verlag) publié par des collaborateurs de la Requérante au sujet d'une structure similaire mettant en oeuvre les mêmes moyens de confinement des porteurs.

Par ailleurs, considérant que la Requérante avait abusé de la procédure en introduisant trop tardivement le document D1 dans la procédure de recours, alors qu'elle en avait connaissance lors de la procédure d'opposition déjà, puisqu'il est établi qu'elle l'avait, à cette époque, invoqué elle-même dans le cadre de la procédure d'examen de la demande de brevet allemand dont la publication constitue le document D0, les Intimés ont demandé à la Chambre d'envisager le renvoi de l'affaire à la Division d'opposition de façon qu'ils ne soient pas privés d'un examen par deux instances de la pertinence de ce document qui constitue l'état de la technique le plus proche.

Motifs de la décision

1. Le recours est recevable.
2. Préalablement à l'examen des requêtes présentées par les parties et à la demande des Intimés, la Chambre a examiné l'opportunité de renvoyer l'affaire à la Division d'opposition pour permettre à cette dernière de se prononcer en première instance sur la pertinence du document D1 nouvellement introduit dans la procédure de recours.

L'Article 111 de la CBE n'établit aucun droit absolu des parties à l'examen par deux instances successives de toute question soulevée lors de la procédure de recours mais laisse au contraire à la discrétion de la Chambre de recours de décider d'un renvoi de l'affaire à la première instance au vu des faits et des circonstances particulières de l'espèce.

Dans le cas présent, le document D1 a été cité par la Requérante dès le début de la procédure de recours et amplement discuté par les parties au cours de la procédure orale de sorte que les Intimés ont eu toute latitude de prendre position sur sa pertinence, ainsi que l'exige l'Article 113(1) de la CBE. De plus, l'introduction de ce document ne crée pas une situation véritablement nouvelle, puisqu'il divulgue un dispositif quasiment identique par sa structure à celui décrit dans le document D0 invoqué lors de la procédure d'opposition et qu'il ne diffère de ce dernier document essentiellement que par le fait qu'il désigne les contacts métal/semiconducteur réalisant le confinement latéral de l'injection des porteurs de charge par l'expression "barrière Schottky", alors que le document D0 n'en décrivait que les effets sur le passage des porteurs de charge.

Dans ces conditions, la Chambre considère qu'un renvoi de l'affaire à la Division d'opposition ne serait pas approprié et qu'il convient par conséquent qu'elle décide elle-même de l'admissibilité des requêtes des parties.

3. Requête principale des Intimés.

3.1 Revendication indépendante 1 selon la requête principale.

3.1.1 Nouveauté.

3.1.1.1 Le document D1 décrit une source lumineuse laser du type à double hétérostructure et à jonction en ruban, comprenant un substrat (6) sur lequel sont déposées successivement, une couche inférieure de confinement (5) en un premier matériau semiconducteur de type n, une couche active (4) en un second matériau semiconducteur, une couche supérieure de confinement (3) en un matériau semiconducteur de type p faiblement dopé, une couche de contact (8,9) en un quatrième matériau semiconducteur de type p fortement dopé (en surface), cette couche de contact ayant une forme de méssa (7), une couche métallique (1) recouvrant le méssa et la couche supérieure de confinement, cette couche métallique (1) formant un contact ohmique avec le matériau semiconducteur et la couche formant le méssa et un contact Schottky avec la couche supérieure de confinement 3, dans les deux zones encadrant le contact ohmique (D'1, figure 4 et description, page 4, ligne 12 à page 5, ligne 9, en liaison avec le deuxième paragraphe de la page 2).

Dans cette source laser, la couche active est réalisée en GaAs et les couches de confinement en GaAlAs, tandis que la couche de contact est réalisée en formant une couche de surface 8 fortement dopée par diffusion de Zn dans une couche 9 de matériau semiconducteur de type p.

L'objet de la revendication 1 se distingue ainsi de la source laser divulguée dans le document D1 par les caractéristiques suivantes :

- a) la couche supérieure de confinement est en InP ; et
- b) la couche de contact en un matériau semiconducteur du type p est fortement dopée sur toute son épaisseur et recouverte d'une couche métallique alliée.

3.1.1.2 Le document D0 décrit une source lumineuse laser dont la structure est pratiquement identique à celle du document D1 et ne s'en distingue que par le fait que la couche de contact 16 est, de même que dans l'objet de la revendication 1, réalisée en un matériau semiconducteur du type p fortement dopé sur toute son épaisseur, au lieu de ne l'être qu'en surface (figure 2 et description page 5, ligne 13 à 17). Contrairement au document D1 et à la revendication 1, ce document ne qualifie pas la jonction entre la couche métallique de recouvrement et la couche supérieure de confinement de contact ou de barrière "Schottky", mais indique qu'il s'agit d'une jonction "fortement ohmique et/ou bloquante" (revendication 1 du document D1), le confinement des porteurs de charge résultant d'un "effet de blocage particulier spécifique aux matériaux semiconducteurs" (document D1 : description page 3, lignes 9 à 14).

3.1.1.3 Le document D2 divulgue une source lumineuse laser du type à double hétérostructure et à jonction en ruban, comprenant un substrat sur lequel sont déposées successivement, une couche inférieure de confinement en un premier matériau semiconducteur de type n(n-InP), une couche active en un second matériau semiconducteur (GaInAsP), une couche supérieure de confinement en InP de type p

faiblement dopé, une couche de contact en un quatrième matériau semiconducteur de type p fortement dopé (région p formée par diffusion sélective de Zn dans une couche GaInAsP dopée n) et une couche métallique (Au-Cr) de recouvrement (figures 1 et 2, pages 43 et 44 "Diode fabrication").

Cette source laser se distingue de l'objet de la revendication 1 en ce qu'elle ne comporte ni couche métallique alliée entre la couche de contact fortement dopée p et la couche métallique, ni structure en méssa au niveau du ruban et en ce que le confinement des porteurs de charge résulte de la présence de jonctions np polarisées en inverse de part et d'autre du ruban et non de contacts Schottky.

3.1.1.4 Les autres documents invoqués au cours de la procédure de recours ou cités lors des procédures d'examen et d'opposition ne sont pas plus pertinents à l'encontre de la nouveauté de l'objet de la revendication 1.

3.1.1.5 Pour ces raisons, l'objet de la revendication 1 est nouveau au sens de l'Article 54 de la CBE.

3.1.2 Activité inventive.

3.1.2.1 Etant donné que le document D1 fait expressément référence à la présence d'une barrière Schottky à l'interface entre la couche métallique de recouvrement et la couche supérieure de confinement de part et d'autre du méssa, la Chambre considère que ce document constitue l'état de la technique le plus proche. Ce point de vue a été partagé également par les deux parties lors de la procédure orale.

3.1.2.2 La revendication 1 du brevet attaqué ne précise pas la nature du matériau semiconducteur constituant les couches de la source laser autres que la couche supérieure de confinement. Par conséquent, et ainsi que le confirme l'examen du seul mode de réalisation décrit dans le brevet, elle couvre notamment une source laser dans laquelle toutes les couches sont réalisées dans un matériau différent de celui des couches correspondantes de la source divulguée dans le document D1, qui est du type GaAs/-GaAlAs, ce qui conduit nécessairement à des caractéristiques de fonctionnement, en particulier la longueur d'onde d'émission, différentes.

C'est pourquoi, par rapport à l'état de la technique le plus proche décrit dans le document D1, le problème technique partiel auquel la caractéristique distinctive a) définie au paragraphe 3.1.1.1 ci-dessus apporte une solution peut objectivement s'énoncer comme consistant à réaliser une source laser à double hétérostructure comportant les moyens de confinement de l'injection des porteurs de charge tels que connus des documents D1, mais présentant une longueur d'onde d'émission différente.

En ce qui concerne le problème technique partiel à la base de la caractéristique distinctive b) définie au paragraphe 3.1.1.1 ci-dessus, et en l'absence d'arguments de la part des Intimés susceptibles d'établir que la mise en oeuvre d'une couche métallique alliée déposée sur une couche de contact fortement dopée donne lieu à un effet technique différent de celui résultant de l'utilisation d'une couche de diffusion fortement dopée telle que divulguée dans le document D1, il se réduit à proposer un moyen alternatif pour réaliser un bon contact ohmique entre la couche métallique de recouvrement et la couche supérieure de confinement au niveau du méso.

3.1.2.3 La formulation du problème technique à la base de l'invention ne fournit par elle-même aucune contribution positive pour l'appréciation de l'activité inventive impliquée par cette dernière.

En particulier, alors que les sources lasers du type GaAs/GaAlAs telles que celle décrite dans le document D1 émettent à des longueurs d'ondes inférieures à $1 \mu\text{m}$, l'intérêt de réaliser des sources présentant une longueur d'onde d'émission supérieure, notamment pour la transmission d'informations par fibres optiques, avait déjà été clairement reconnu, comme le montre par exemple le premier paragraphe de l'introduction du document D2.

C'est pourquoi le fait d'envisager de modifier les caractéristiques d'émission de la source laser connue du document D1 tout en conservant les moyens de confinement de l'injection des porteurs de charge (premier problème technique partiel) ne peut être considéré comme relevant d'une activité inventive par lui-même.

Il est également usuel dans le domaine technique de la fabrication des dispositifs semiconducteurs de choisir une technique de réalisation d'un contact ohmique parmi une série de techniques disponibles (cf. par exemple D5, page 546, paragraphe "Ohmic contacts to III-V compound semiconductors, Highly doped surface layers").

3.1.2.4 Partant de la source laser décrite dans le document D1 et placé devant le problème technique partiel relatif à la modification de la longueur d'onde d'émission de cette source connue, l'homme du métier retire du document D2 l'enseignement que la combinaison de matériaux GaInAsP/-

InP permet précisément de réaliser des sources laser à double hétérostructure présentant une longueur d'onde d'émission avantageuse (page 43, 1er paragraphe de l'introduction). Il est ainsi conduit à essayer cette dernière combinaison de matériaux et par conséquent à remplacer les matériaux de la couche active et des couches de confinement de la source connue du document D1 par ceux des couches correspondantes de la source du document D2 en vue d'obtenir les caractéristiques de fonctionnement spécifiques de la combinaison de matériaux GaInAsP/-InP. La source laser ainsi modifiée présente alors nécessairement une couche supérieure de confinement en InP, c'est-à-dire la caractéristique distinctive a) de l'objet de la revendication 1 définie au paragraphe 3.1.1.1 ci-dessus.

En ce qui concerne la caractéristique b) relative à la réalisation d'un contact ohmique entre la couche métallique de recouvrement et la couche supérieure de confinement au niveau du ruban au moyen d'une couche de matériau semiconducteur fortement dopé recouverte elle-même d'une couche métallique alliée, il est connu de l'homme du métier qu'un contact ohmique entre un métal et un semi-conducteur peut être obtenu en formant au niveau du semiconducteur une zone fortement dopée :

- soit par diffusion directe d'un élément de dopage (D1, page 4, lignes 16 à 20 et D2, page 44, colonne de gauche, lignes 17 à 19 : diffusion de Zn dans une couche semiconductrice intermédiaire)
- soit par croissance épitaxiale d'une couche intermédiaire fortement dopée (D0, figure 2, couche 16 et description page 5, lignes 13 à 17)

- soit par évaporation sur la couche semiconductrice d'un alliage contenant un élément de dopage (D3, page 578, colonne de gauche, ligne 19 à 21, évaporation d'un alliage Au-Zn sur un semiconducteur InP dopé p).

Ces différentes techniques sont également énumérées dans le document D5 (page 546, colonne de gauche, dernier paragraphe à colonne de droite, 2ème paragraphe). Par conséquent, la substitution de la technique de dopage de la couche de contact par diffusion mise en oeuvre pour réaliser le contact central de la source laser du document D1 par une technique associant le dépôt d'un alliage et l'utilisation d'une couche épitaxiale fortement dopée intermédiaire constitue un choix parmi les différentes variantes disponibles qui ne peut être considéré comme allant au-delà des mesures normalement envisagées par l'homme du métier.

Le choix d'une technique de contact particulière au niveau du ruban étant par ailleurs sans effet sur la formation de contacts Schottky de part et d'autre du méso, il ne résulte pas davantage de la combinaison des caractéristiques distinctives a) et b) susmentionnées, qui sont individuellement évidentes, d'effet de synergie susceptible de supporter l'admission de l'implication par cette combinaison de l'activité inventive requise au titre de l'Article 56 de la CBE.

- 3.1.2.5 La Chambre a soigneusement considéré les arguments présentés par les Intimés en faveur de la brevetabilité de l'objet de la revendication 1, mais ces arguments n'ont pas pu la convaincre de modifier son point de vue.

En ce qui concerne en particulier les différences de nature alléguées par les Intimés entre les effets techniques produits d'une part par les "barrières" Schottky divulguées dans le document D1 et les "contacts" ou "diodes" Schottky selon l'invention, il convient de noter que ni la revendication 1 du brevet attaqué, ni la description, ni les arguments présentés en cours de procédure ne font état de la nécessité de prendre de quelques mesures particulières pour que le contact formé entre la couche métallique de recouvrement et la couche supérieure de confinement en InP faiblement dopé constitue effectivement un contact Schottky susceptible de confiner l'injection des porteurs de charge plus efficacement que le contact formé dans la source laser du document D1. L'effet de blocage particulier que les Intimés estiment réalisé par l'invention et défini par l'expression "contact Schottky" dans la revendication 1 résulte par conséquent de façon immédiate du seul choix de InP comme matériau pour la couche supérieure de confinement faiblement dopée, et ne constitue pas une caractéristique supplémentaire de la source laser revendiquée.

Etant donné que le choix de InP est lui-même évident pour les raisons indiquées ci-dessus en liaison avec l'examen de la caractéristique distinctive a), la simple constatation qu'il conduit à un effet technique différent, particulièrement avantageux ou même surprenant ne le rend pas inventif - cf. en particulier, la décision T 21/81 ("Contacteur électromagnétique", JO OEB, 1983, 15, notamment point 6 des motifs). C'est également la raison pour laquelle la qualité de l'accueil réservé par les spécialistes à l'objet de l'invention du fait des avantages qu'il présente est sans effet sur l'appréciation du caractère évident du choix de InP comme matériau de la couche supérieure de confinement.

Les Intimés ont par ailleurs tenté d'établir l'existence d'un préjugé technique à l'encontre de l'utilisation de InP comme matériau de la couche supérieure de confinement d'une source laser du type décrit dans le document D1, du fait notamment de son inaptitude connue à être fortement dopé et à réaliser de bons contacts ohmiques avec un métal. Or, la structure de la source laser du document D1 ne nécessite elle-même ni un fort dopage de la couche supérieure de confinement en GaAlAs, ni un contact ohmique direct de celle-ci avec la couche métallique de recouvrement, de sorte que les désavantages mentionnés du matériau InP ne constituaient aucun obstacle prévisible à sa substitution du matériau GaAlAs de la source connue.

Les Intimés n'ont pas non plus établi de façon convaincante qu'en raison du caractère imprévisible du comportement des contacts métal/semiconducteur, l'homme du métier ne pouvait s'attendre à ce que la mise en oeuvre de InP comme matériau de la couche supérieure de confinement permette de préserver l'effet de confinement de l'injection des porteurs de charge dû à la formation d'une barrière Schottky connue du document D1, puisque le document D4 fait spécifiquement référence à l'aptitude de InP à former de telles barrières, ainsi que le confirme également l'introduction de la description du brevet attaqué (colonne 2, lignes 30 à 40).

En ce qui concerne l'argument selon lequel l'homme du métier n'aurait eu aucune raison de supprimer la couche de GaInAsP prévue dans la structure de la source laser du document D2 entre la couche métallique de recouvrement et la couche supérieure de confinement en InP pour parvenir à la structure revendiquée, puisqu'elle forme déjà une jonction Schottky, il convient de noter d'une part que

cette couche étant réalisée en matériau dopé n, elle est polarisée en sens direct lors du fonctionnement normal de la source laser et reste donc inefficace pour réaliser un confinement de l'injection des porteurs de charge. D'autre part, cet argument ne prend pas en compte la détermination objective de l'état de la technique le plus proche telle qu'acceptée par les Intimés eux-mêmes, qui conduit à considérer la source décrite dans le document D1 comme point de départ de l'invention, et non celle du document D2.

La même remarque s'applique à la présentation faite lors de la procédure orale de l'approche non conventionnelle suivie effectivement par les inventeurs pour aboutir à l'invention par contraste avec la philosophie de recherche suivie habituellement dans ce domaine. Cet argument ne s'appuie pas non plus sur le point de départ des considérations de l'homme du métier et sur le problème technique tels que déterminés objectivement à partir de la comparaison de l'état de la technique mis à jour et la solution revendiquée.

Le fait que le document D1 n'ait apparemment pas fait l'objet d'autres publications et la constatation que l'article publié ultérieurement par son auteur (document D6) ne fait aucune référence à la structure de la source décrite dans le document D1 mais souligne l'intérêt de structures présentant une couche intermédiaire isolante de SiO₂, ne permettent pas d'ignorer ce document comme élément de l'état de la technique, d'autant plus que le document D0 décrit une source laser quasiment identique par sa structure, ce qui en confirme l'intérêt. L'absence de toute référence à une telle structure dans l'article publié ultérieurement par l'auteur du document D1 peut d'autre part s'expliquer par le fait que cet

article concerne spécifiquement le comportement de sources lasers fonctionnant à puissance élevée, c'est-à-dire dans des conditions qui risqueraient manifestement de conduire au claquage des contacts Schottky de la source du document D1 et dans lesquelles les solutions à couche d'isolement de SiO₂ sont donc préférables.

Enfin, l'argument tiré par les Intimés de l'existence d'un besoin longtemps ressenti à titre d'indice d'activité inventive se heurte à la constatation que les premières applications pratiques des lasers du type GaInAsP/InP sont apparues en 1978, selon les indications des Intimés, la première démonstration de la capacité de ces lasers à fonctionner de façon continue et à température ambiante n'ayant elle-même été faite qu'en 1976 (document D2, première phrase en relation avec la référence bibliographique 1). Le brevet attaqué bénéficiant de la date de priorité du 31 juillet 1980, la durée écoulée entre l'apparition effective du prétendu besoin (1978) et l'invention est trop brève pour établir à elle seule que l'objet du brevet implique l'activité inventive requise.

De plus, les Intimés n'ont pas établi que le besoin auquel ils se réfèrent ait présenté une acuité significative ayant conduit à des recherches particulièrement intensives et infructueuses en vue d'améliorer le confinement de l'injection des porteurs de charge dans les sources du type GaInAsP connues. En particulier, les documents D2 ou D3 ne font pas état de difficultés ou d'insuffisances particulières des techniques de confinement antérieures mises en oeuvre dans les sources lasers qu'ils décrivent.

- 3.1.2.6 Pour ces raisons, l'objet de la revendication 1 n'implique pas d'activité inventive au sens de l'Article 56 de la CBE et, par conséquent, le motif d'opposition visé à l'Article 100 a) de la CBE s'oppose au maintien du brevet tel que délivré.
- 3.1.2.7 Les revendications de dispositifs dépendantes 2 à 7 ne définissent pas non plus d'objets impliquant une activité inventive ce qui vaut notamment pour la revendication 7, à laquelle la revendication indépendante de procédé 8 fait référence et selon laquelle la croissance épitaxiale de la couche supérieure de confinement en InP doit être conduite de façon que le dopage de cette dernière soit de l'ordre de 10^{16} cm^{-3} . L'ajustement des niveaux de dopage des différentes couches semi-conductrices de façon à obtenir un fonctionnement optimal de la source laser peut être obtenu au prix d'essais de routine à la portée de l'homme du métier, d'autant plus que le niveau de concentration retenue ne présente pas de caractère surprenant en soi. Les Intimés n'ont eux-mêmes pas présenté d'argument en faveur de la non-évidence de ce niveau de concentration.
- 3.1.2.8 L'objet de la revendication indépendante de procédé 8, ainsi que celui de la revendication 9 qui en dépend sont également dépourvus d'activité inventive, puisque les caractéristiques de procédé explicitement énoncées à la revendication 8 sont soit connues du document D1 (D1', page 4, dernier paragraphe à page 5, premier paragraphe : dépôt successif de couches semiconductrices par épitaxie en phase liquide, décapage chimique sélectif des parties latérales pour former un méso, recouvrement par une couche métallique), soit évidentes pour les raisons indiquées ci-dessus en liaison avec la caractéristique distinctive b) de l'objet de la revendication 1 (dépôt d'un

contact métallique allié sur la partie supérieure du méso) et des solutions de SO_4H_2 et H_2O_2 sont largement utilisées comme moyens de décapage chimique. Les Intimés n'ont d'ailleurs pas défendu ces revendications.

3.2 Par conséquent, la requête principale des Intimés visant au maintien du brevet tel que délivré doit être rejetée.

4. Requête auxiliaire des Intimés.

4.1 Mise à part sa présentation en deux parties, la revendication indépendante 1 selon la requête auxiliaire des Intimés se distingue sur le fond de la revendication indépendante 1 selon leur requête principale essentiellement par l'adjonction de la caractéristique supplémentaire selon laquelle la couche métallique alliée entre le quatrième matériau semi-conducteur et la couche métallique de recouvrement est en Au-Zn.

4.2 Dans la mesure où cet alliage particulier est connu de l'homme du métier pour la réalisation de contacts ohmiques avec des semiconducteurs de type p tels que celui de la quatrième couche invoquée dans la revendication (cf. par exemple D3, page 578, colonne de gauche, lignes 19 à 21) sa sélection pour la réalisation du contact ohmique au niveau du ruban dans la source laser revendiquée, dont les autres caractéristiques ne sont pas inventives pour les raisons indiquées ci-dessus en liaison avec l'examen de la revendication 1 selon la requête principale des Intimés, ne confère à cette source le caractère inventif requis au titre de l'Article 56 de la CBE.

Les Intimés n'ont d'ailleurs pas présenté d'argument en faveur de la non-évidence du choix de l'alliage particulier Au-Zn défini dans la revendication 1.

4.3 Dans ces conditions, l'objet de la revendication 1 du jeu de revendications auxiliaire n'est pas brevetable (article 52 de la CBE) et le motif d'opposition visé à l'article 100 a) de la CBE s'oppose par conséquent au maintien d'un brevet sous la forme modifiée telle que proposée par les Intimés. Pour cette raison, la requête auxiliaire des Intimés doit également être rejetée.

Dispositif

Par ces motifs, il est statué comme suit :

1. La décision attaquée est annulée.
2. Le brevet est révoqué.

Le Greffier

Le Président

F. Klein

K. Lederer