

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 novembre 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 22 du 31 mai 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC,*
société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jacques Varon, Marie-Josèphe Martin et
Marc Mahieu.

⑦3 Titulaire(s) :

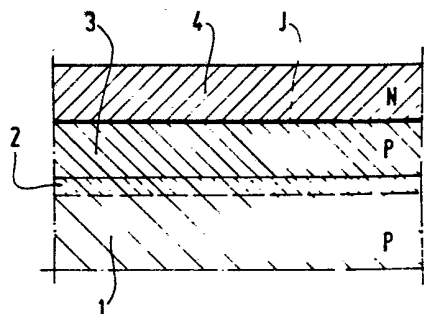
⑦4 Mandataire(s) : Michel Voidies, société civile SPID.

⑤4 Procédé de réalisation de diodes électroluminescentes à faible largeur spectrale, et diodes obtenues par ce
procédé.

⑤7 Procédé de réalisation d'une diode électroluminescente
obtenue à partir d'au moins une couche épitaxiale 3 en
composés III-V déposée sur un substrat 1 également en
composés III-IV.

Procédé caractérisé en ce que, avant le dépôt de la couche
3, on crée à la surface du substrat 1 une pellicule 2 à
structure cristalline perturbée évitant l'émission de rayonne-
ments par le substrat 1.

Application à la réalisation de diodes EL à faible largeur
spectrale pour transmissions par fibres optiques.



"PROCEDE DE REALISATION DE DIODES ELECTROLUMINESCENTES
A FAIBLE LARGEUR SPECTRALE, ET DIODES OBTENUES
PAR CE PROCEDE"

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'une diode électroluminescente à faible largeur spectrale obtenue à partir d'au moins une couche épitaxiale constituée d'un composé d'éléments III et V de la classification de Mendéléev, et déposée à la surface d'un
5 substrat également composé d'éléments III-V d'un type de conduction donné.

La présente invention concerne également la diode électroluminescente obtenue par ce procédé.

10 Par ses excellentes caractéristiques - stabilité, rendements quantiques notamment -, le Ga Al As constitue le matériau privilégié pour réaliser des émetteurs de lumière à très haute efficacité dans le rouge (visible ou infrarouge).

15 Cependant, si l'on étudie le spectre d'émission d'une diode électroluminescente obtenue à partir d'une couche de Ga Al As déposée par épitaxie en phase liquide sur un substrat de Ga As, on constate que le maximum d'intensité lumineuse se situe au voisinage d'une longueur
20 d'onde de 8000 Å mais qu'il existe une émission parasite dont la longueur d'onde est voisine de 9000 Å.

Or, dans les systèmes de télécommunications par fibres optiques utilisant des diodes électroluminescentes, l'emploi du multiplexage en longueurs d'ondes nécessite
25 une faible largeur spectrale des signaux émis par des sources lumineuses de fréquences voisines de manière à éviter leur recouvrement.

Dans ces conditions, il va de soi que l'apparition de l'émission parasite au voisinage de 9000 Å pour les
30 diodes obtenues à partir de Ga Al As rend ces dernières

pratiquement inutilisables. Certaines expériences effectuées par la Demanderesse sur lesdites diodes tendent à prouver que l'émission parasite est vraisemblablement due aux propriétés de luminescence du substrat en Ga As, luminescence dont la réapparition est due à une activation provoquée par les photons émis par les diodes elles-mêmes lors de leur fonctionnement. Ce phénomène constaté sur des diodes électroluminescentes Ga Al As/Ga As peut intervenir également sur d'autres types de diodes créées à partir de composés III-V différents et pour lesquelles le substrat se trouve réactivé par leur fonctionnement, l'émission parasite se situant alors à des valeurs différentes de longueur d'onde.

Le but de la présente invention est donc d'éliminer sur tous ces types de diodes, et notamment sur les diodes Ga Al As/Ga As, l'émission parasite de rayonnements lumineux engendrée par le substrat.

C'est pourquoi la présente invention concerne un procédé de réalisation d'une diode électroluminescente à faible largeur spectrale obtenue à partir d'au moins une couche épitaxique constituée d'un composé d'éléments III et V de la classification de Mendéléev et déposée à la surface d'un substrat également composé d'éléments III-V d'un type de conduction donné, notamment remarquable en ce que, avant le dépôt de ladite couche épitaxique sur ledit substrat, on introduit dans ce dernier, à partir de sa surface et sur une faible profondeur, des impuretés appropriées engendrant une pellicule superficielle de structure cristalline perturbée destinée à éviter l'émission par ledit substrat de rayonnements lumineux, lesdites impuretés étant de nature et en quantité telles que le type de conduction n'en est pas modifié.

Avantageusement, si la diode électroluminescente est réalisée dans au moins une couche de Ga Al As déposée sur un substrat de Ga As, la pellicule superficielle de structure cristalline perturbée est obtenue à partir d'impuretés de bore introduites, de préférence, dans le sub-

strat par implantation ionique. Le bore a, en effet, la propriété de dégrader superficiellement les propriétés de luminescence du Ga As. Cette dégradation peut s'accompagner d'une détérioration des propriétés de conductivité
5 dudit Ga As, mais la Demanderesse a constaté que ces propriétés de conductivité étaient totalement rétablies après le traitement thermique nécessaire à la réalisation de la couche épitaxique sus-jacente.

Par ailleurs, la qualité cristallographique de
10 ladite couche épitaxique n'est pas affectée par l'opération d'implantation ionique effectuée préalablement sur le substrat de telle sorte que la diode électroluminescente obtenue présente une efficacité lumineuse comparable à celle des diodes non implantées. On sait que la sensibili-
15 té du bore aux rayonnements lumineux a déjà permis d'utiliser ce dernier sur un substrat de Ga As, mais dans des conditions et dans un but très différents. Ainsi, par exemple, dans le brevet japonais 55 132 034, une couche neutre de bore est déposée sur un substrat semi-isolant
20 de Ga As, puis irradiée de manière à devenir active dans un type de conduction donné.

Le procédé décrit dans ce brevet utilise donc les propriétés connues du bore pour ce qui concerne l'absorption des rayonnements lumineux, mais dans des applications
25 très différentes.

La présente invention concerne également la diode électroluminescente à faible largeur spectrale obtenue à partir d'au moins une couche épitaxique constituée d'un composé III-V déposée à la surface d'un substrat également
30 composé d'éléments III-V d'un type de conduction donné, notamment remarquable en ce qu'elle comporte, à la surface dudit substrat, une pellicule de même type de conduction mais de structure cristalline perturbée par un apport d'impuretés appropriées rendant pratiquement impossible l'émission
35 de rayonnements lumineux par le substrat.

Préférentiellement, ladite pellicule de structure perturbée contient des impuretés de bore dont la dose est

avantageusement au moins égale à $5 \cdot 10^{14}/\text{cm}^2$ et l'épaisseur de ladite pellicule est de l'ordre de quelques dixièmes de micromètres, de préférence $0,3 \mu\text{m}$).

De préférence, la diode électroluminescente selon
5 l'invention comporte deux couches épitaxiales de Ga Al As, de types de conduction opposés engendrant entre elles une jonction, déposées à la surface d'un substrat en Ga As.

La description qui va suivre, en regard des figures décrivant des exemples non limitatifs, fera bien compren-
10 dre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 représente schématiquement et en coupe la structure d'une diode selon l'invention.

La figure 2 représente le diagramme comparé du spectre lumineux d'une diode électroluminescente classique
15 et d'une diode selon l'invention.

Il est à noter que sur les figures, les dimensions sont considérablement exagérées et non proportionnées, ceci afin de rendre les dessins plus clairs.

Selon la figure 1 et conformément à l'invention,
20 une diode électroluminescente obtenue par le procédé ci-dessus défini est constituée d'un substrat 1 de Ga As de type P par exemple.

A partir de la surface dudit substrat 1, a été formée une pellicule 2 d'impuretés de bore sur une épaisseur
25 de $0,3 \mu\text{m}$ environ et à une dose au moins égale à $5 \cdot 10^{14}/\text{cm}^2$, cette opération étant effectuée sous une énergie de 150 à 180 KeV.

Sur le substrat 1, ont été ensuite déposées successivement deux couches épitaxiales 3 et 4 de Ga Al As. La
30 couche 3 est par exemple en $\text{Ga}_{0,9} \text{Al}_{0,1} \text{As}$ de type P, et la couche 4 en $\text{Ga}_{0,7} \text{Al}_{0,3} \text{As}$ de type N engendrant ainsi avec la couche 3 une jonction électroluminescente J.

Une excitation électrique de ladite jonction J provoque la création de photons qui réactivent le substrat 1
35 et qui, dans le cas des dispositifs électroluminescents de l'art antérieur, engendrent une émission parasite de rayonnements.

Ce phénomène est illustré par la courbe 11 du diagramme $I = f(h)$ de la figure 2. Selon cette figure, la courbe 11 présente un premier maximum 11a correspondant à l'émission normale de la jonction électroluminescente
5 (8300 Å environ) et un second 11b correspondant à l'émission parasite (au voisinage de 9000 Å).

Grâce à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, le spectre de la diode électroluminescente se réduit à la courbe 12 pour laquelle on relève un seul maximum 12a
10 confondu avec le maximum 11a de la courbe 11, l'émission parasite étant alors évitée par la présence de la pellicule 2 à structure cristalline perturbée par les impuretés de bore.

Des expériences effectuées pour une implantation
15 de bore à une dose de $5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ sous 180 KeV ont montré que l'émission parasite pouvait être diminuée de 15 à 25 fois pour une gamme de températures de mesure variant entre 80° K et 300° K.

- REVENDICATIONS -

1. Procédé de réalisation d'une diode électroluminescente à faible largeur spectrale obtenue à partir d'au moins une couche épitaxique (3) constituée d'un composé d'éléments III et V de la classification de Mendéléév et
- 5 disposée à la surface d'un substrat (1) également composé d'éléments III-V d'un type de conduction donné, caractérisé en ce que, avant le dépôt de ladite couche épitaxique (3) sur ledit substrat (1), on introduit dans ce dernier, à partir de sa surface et sur une faible profondeur,
- 10 des impuretés appropriées engendrant une pellicule superficielle (2) de structure cristalline perturbée destinée à éviter l'émission par ledit substrat (1) de rayonnements lumineux, lesdites impuretés étant de nature et en quantité telles que le type de conduction n'en est pas modifié.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la diode électroluminescente étant réalisée dans au moins une couche (3) de Ga Al As déposée sur un substrat (1) de Ga As, la pellicule superficielle (2) de structure cristalline perturbée est obtenue à partir d'impuretés de
- 20 bore introduites dans le substrat (1) par implantation ionique.
3. Diode électroluminescente à faible largeur spectrale obtenue par le procédé conforme à l'une des revendications 1 et 2 à partir d'au moins une couche épitaxique
- 25 (3) constituée d'un composé III-V déposée à la surface d'un substrat (1) également composé d'éléments III-V d'un type de conduction donné, caractérisé en ce qu'elle comporte, à la surface dudit substrat (1), une pellicule (2) de même type de conduction mais de structure cristalline perturbée par un apport d'impuretés appropriées rendant
- 30 impossible l'émission de rayonnements lumineux par le substrat (1).

4. Diode électroluminescente selon la revendication 3, caractérisée en ce que la pellicule (2) de structure

cristalline perturbée contient des impuretés de bore sous une dose au moins égale à $5 \cdot 10^{14}/\text{cm}^2$, et en ce que l'épaisseur de ladite pellicule (2) est de l'ordre de quelques dixièmes de micromètre.

- 5 5. Diode électroluminescente selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'elle comporte deux couches épitaxiales (3, 4) de Ga Al As de types de conduction opposés déposées à la surface d'un substrat (1) en Ga As.

1/1

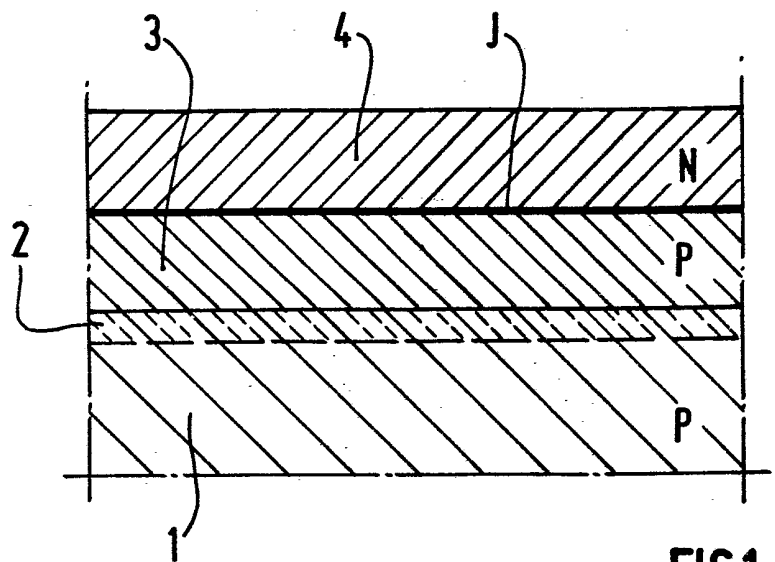


FIG.1

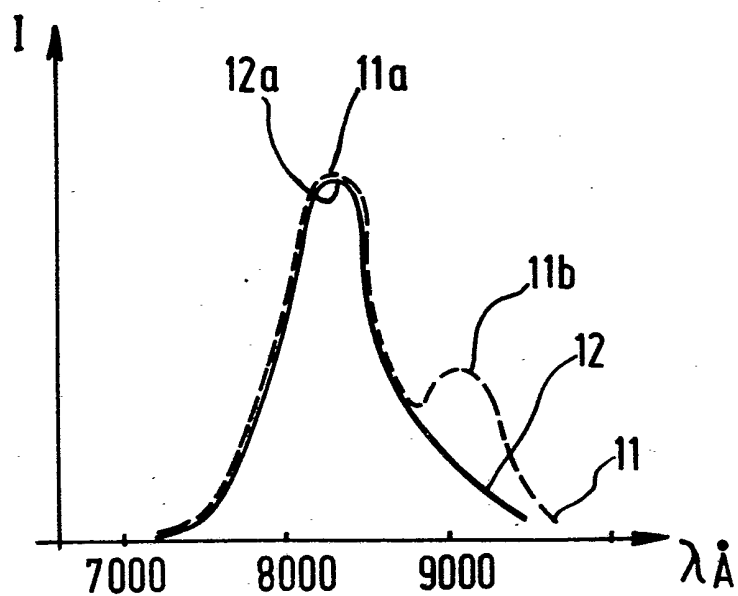


FIG.2