

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **3 053 436**

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

②① N° d'enregistrement national : **16 56345**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 21 K 9/00 (2016.01), F 21 Y 107/00**

①②

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF D'ECLAIRAGE ET/OU DE SIGNALISATION POUR VEHICULE AUTOMOBILE.

②② Date de dépôt : 01.07.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 05.01.18 Bulletin 18/01.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 17.07.20 Bulletin 20/29.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO VISION Société par actions  
simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : ALBOU PIERRE et ZOJCESKI  
ZDRAVKO.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO VISION Société par actions  
simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO VISION Société anonyme.

FR 3 053 436 - B1



## DISPOSITIF D'ÉCLAIRAGE ET/OU DE SIGNALISATION POUR VEHICULE AUTOMOBILE

L'invention a trait au domaine de l'éclairage et/ou de la signalisation, et elle concerne plus particulièrement une source de lumière à semi-conducteur, à haute capacité d'émission de rayons lumineux.

Des sources de lumière à semi-conducteur sont connues sous forme de diodes électroluminescentes en deux dimensions, dans lesquelles on dispose une première zone semi-conductrice pour l'injection d'électrons, une deuxième zone semi-conductrice pour l'injection de trous et une zone semi-conductrice dite « active » dans laquelle les électrons et les trous injectés se recombinent de manière radiative. Ces zones semi-conductrices sont agencées, dans cette technologie planaire en deux dimensions, sur des substrats en couches planes.

L'utilisation de ces diodes électroluminescentes, notamment pour des avantages d'encombrement et d'autonomie par rapport à des sources de lumière classiques, est de plus en plus fréquente. L'utilisation de diodes électroluminescentes dans les modules d'éclairage et/ou de signalisation a permis en outre aux acteurs du marché (constructeurs automobiles et concepteurs de dispositifs d'éclairage et/ou de signalisation) d'apporter une touche créative à la conception de ces dispositifs, notamment par l'utilisation d'un nombre toujours plus grand de ces diodes électroluminescentes pour réaliser des effets optiques. Un des inconvénients à l'utilisation de ces diodes est leur coût de revient.

Dans ce contexte économique, il est recherché un rendement lumineux optimal et une faible déperdition des rayons émis par la zone semi-conductrice, alors que celle-ci a tendance à générer des rayons lumineux de façon aléatoire qui ne partent pas automatiquement vers la sortie du dispositif associé à la source de lumière.

Notamment afin d'éviter de perdre les rayons qui seraient émis vers le substrat, à l'opposé de la direction souhaitée des rayons lumineux, on peut insérer une surface réfléchissante entre le substrat et la première zone semi-conductrice disposée au voisinage de celle-ci, et ce afin de renvoyer les photons vers la sortie du dispositif.

La présente invention vise à proposer une alternative à l'utilisation de diodes électroluminescentes telle qu'elle vient d'être présentée, en s'inscrivant dans un double contexte, à la fois économique où les coûts de revient des sources de lumière sont cherchés le plus bas possible, et technique où l'on recherche une intensité d'émission optimale.

L'invention a pour objet une source de lumière à semi-conducteur comprenant un substrat et une pluralité de bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques

s'étendant en saillie du substrat, dans laquelle au moins un des bâtonnets comporte un élément réfléchissant agencé à l'intérieur dudit bâtonnet.

La réalisation de source de lumière à semi-conducteur en trois dimensions permet d'augmenter la surface émettrice et donc l'émittance et la luminance de la source. Et la présence  
5 d'éléments réfléchissants au centre des bâtonnets apportant cette troisième dimension, en saillie du substrat, permet d'optimiser la quantité de rayons sortant de chacun des bâtonnets, en évitant notamment une déperdition des rayons émis vers l'intérieur de chaque bâtonnet.

Par conséquent, le rendement lumineux est optimisé : cette invention peut notamment prendre application dans des dispositifs d'éclairage et/ou de signalisation pour véhicules  
10 automobiles, sans que cela soit toutefois limitatif, étant entendu que tout domaine technique pourrait trouver intérêt à utiliser une source de lumière selon l'invention qui optimise le rendement lumineux.

Selon différentes caractéristiques de l'invention, prises seules ou en combinaison, on pourra prévoir que :

15 - ledit au moins un bâtonnet comporte une couche active arrangée sensiblement autour d'un axe d'allongement du bâtonnet, l'élément réfléchissant étant agencé à l'intérieur du volume délimité par la couche active ;

Par « axe d'allongement » du bâtonnet, on entend la direction principale du bâtonnet, qui confère à la source de lumière la troisième dimension permettant l'augmentation de la surface  
20 d'émission, cette direction étant sensiblement perpendiculaire à la couche de substrat à partir de laquelle s'étendent les bâtonnets.

- l'élément réfléchissant est distinct de la couche active ; la couche active peut notamment s'étendre à la périphérie du bâtonnet ;

- l'élément réfléchissant est centré sur ledit axe d'allongement du bâtonnet ;

25 - l'élément réfléchissant s'étend principalement le long de l'axe d'allongement du bâtonnet ;

- l'élément réfléchissant présente la forme d'une tige ;

- la tige présente une section transversale de même forme, et de moindres dimensions, que la section transversale du bâtonnet à l'intérieur duquel elle est agencée ; ainsi on s'assure que  
30 la distance soit sensiblement constante entre la couche semi-conductrice active et la paroi directement à proximité de la tige, ce qui permet une réflexion sensiblement homogène des rayons par la tige ;

- la tige présente une plus grande dimension transversale inférieure à 2 micromètres ; cette plus grande dimension transversale peut notamment être inférieure à 1 micromètre, et elle pourrait être sensiblement égale à 0,5micromètre ;

5 - l'élément réfléchissant forme un noyau intégralement réalisé en un matériau réfléchissant, ou bien il consiste en un revêtement d'un matériau réfléchissant disposé sur un noyau agencé à l'intérieur du bâtonnet ;

- le matériau réfléchissant est de l'argent.

10 On pourra prévoir que l'élément réfléchissant présente une conductivité thermique supérieure ou égale au matériau formant le composant principal du bâtonnet, qui peut notamment être du nitrure de Gallium (GaN). Ainsi, la présence de cet élément réfléchissant à l'intérieur du bâtonnet présente, outre ses caractéristiques de réflexion de la lumière permettant une optimisation du rendement lumineux, des caractéristiques permettant une meilleure évacuation de la chaleur vers le substrat, ce qui permet d'avoir des bâtonnets mieux refroidis et donc avec un meilleur rendement lumineux, celui-ci étant fonction de la température de  
15 fonctionnement des couches semi-conducteurs.

L'élément réfléchissant pourra prendre la forme d'un polymère thermiquement conducteur, ou bien la forme d'un élément métallique, avantageusement avec une couche d'oxydation agencée entre la couche active du semi-conducteur et l'élément métallique, cette couche d'oxydation étant avantageusement transparente.

20 Par ailleurs, on pourra prévoir que la source de lumière à semi-conducteur comprenant une pluralité de bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques comporte en outre une couche d'un matériau polymère dans laquelle les bâtonnets sont au moins partiellement noyés ; ce matériau polymère peut être à base de silicone, étant entendu que le matériau polymère est à base de silicone dès lors qu'il comporte majoritairement du silicone, par exemple au moins  
25 50% et dans la pratique environ 99%. La couche de matériau polymère peut comprendre un luminophore ou une pluralité de luminophores excités par la lumière générée par au moins un de la pluralité de bâtonnets. On entend par luminophore, ou convertisseur de lumière, et par exemple un phosphore, la présence d'au moins un matériau luminescent conçu pour absorber au moins une partie d'au moins une lumière d'excitation émise par une source lumineuse et pour  
30 convertir au moins une partie de ladite lumière d'excitation absorbée en une lumière d'émission ayant une longueur d'onde différente de celle de la lumière d'excitation. Ce luminophore, ou cette pluralité de luminophores, peut être au moins partiellement noyé dans le polymère ou bien disposé en surface de la couche de matériau polymère.

L'ensemble des bâtonnets électroluminescents peut s'étendre à partir d'un même substrat, et ces bâtonnets peuvent notamment être formés directement sur ce substrat. On peut prévoir que le substrat soit à base de Silicium ou de carbure de silicium. On comprend que le substrat est à base de silicium dès lors qu'il comporte majoritairement du silicium, par exemple au moins 50% et dans la pratique environ 99%. Ainsi, il est possible de réduire les coûts d'obtention du dispositif selon l'invention, puisque les plaques de silicium utilisées peuvent prendre une taille allant jusqu'à 12 pouces, contre au maximum 4 pouces pour le corindon utilisé précédemment.

Selon des caractéristiques propres à la constitution des bâtonnets électroluminescents et à la disposition de ces bâtonnets électroluminescents sur le substrat, on pourra prévoir que, chaque caractéristique pouvant être prise seule ou en combinaison avec les autres :

- chaque bâtonnet présente une forme générale cylindrique, notamment de section polygonale ; on pourra prévoir que chaque bâtonnet ait la même forme générale, et notamment une forme hexagonale ;
- les bâtonnets sont chacun délimités par une face terminale et par une paroi circonférentielle qui s'étend le long d'un axe longitudinal du bâtonnet définissant sa hauteur, la lumière étant émise au moins à partir de la paroi circonférentielle ; cette lumière peut également être émise par la face terminale dans certains cas ;
- chaque bâtonnet peut présenter une face terminale qui est sensiblement perpendiculaire à la paroi circonférentielle, et dans différentes variantes, on peut prévoir que cette face terminale est sensiblement plane ou bombée, ou pointue, en son centre ;
- les bâtonnets sont agencés en matrice à deux dimensions, que cette matrice soit régulière, avec un espacement constant entre deux bâtonnets successifs d'un alignement donné, ou que les bâtonnets soient disposés en quinconce ; on comprend que dans ce cas de figure de matrice à deux dimensions, les bâtonnets peuvent être considérées comme agencés en rangées de bâtonnets ;
- la hauteur d'un bâtonnet est comprise entre 1 et 20 micromètres ;
- la plus grande dimension de la face terminale est inférieure à 2 micromètres ;
- la distance qui sépare deux bâtonnets immédiatement adjacents est au minimum égale à 2 micromètres, et au maximum égale à 100 micromètres.

30

Tel que cela a été évoqué précédemment, l'invention concerne en outre un dispositif d'éclairage et/ou de signalisation comprenant une source de lumière tel que décrit ci-dessus, ainsi

qu'une optique de mise en forme des rayons émis par la source de lumière pour la projection en dehors du dispositif d'un faisceau lumineux.

Par optique de mise en forme, on entend des moyens permettant de changer la direction d'au moins une partie des rayons lumineux. Selon l'invention, l'optique de mise en forme crée une  
5 image réelle, et éventuellement anamorphosée, d'une partie de la source de lumière à une distance, finie ou infinie, très grande devant les dimensions (d'un rapport de l'ordre d'au moins 30, et de préférence 100) de la source. Cette optique de mise en forme peut consister en un ou plusieurs réflecteurs, ou bien en une lentille, ou encore en une combinaison de ces deux possibilités. L'optique de mise en forme pourra être agencée pour présenter un foyer source non  
10 centré sur la source de lumière. Ceci permet notamment de projeter une image qui paraît continue, en imagerie directe, sans nécessiter de prévoir un système de projection devant modifier l'image source avant d'être projetée. Ceci est particulièrement intéressant pour simplifier le dispositif proposé, notamment lorsqu'une ou plusieurs parois de séparation sont disposées en saillie du substrat pour participer à la pixellisation optique du faisceau réglementaire projeté.

15 Ainsi, on applique au domaine automobile une technologie consistant à réaliser la zone émettrice de lumière par une forêt de bâtonnets électroluminescents que l'on fait croître sur un substrat, pour réaliser une topologie en trois dimensions. On comprend que cette topologie en trois dimensions présente l'avantage de multiplier la surface d'émission lumineuse par rapport aux diodes électroluminescentes connues jusque-là dans le domaine de l'automobile, à savoir des  
20 diodes sensiblement planes. De la sorte, il est possible de fournir à moindre coût de revient une lumière blanche très intense.

Le dispositif prend ainsi place aussi bien dans un projecteur avant que dans un feu arrière de véhicule automobile.

L'invention concerne également un procédé d'obtention d'une source de lumière à  
25 bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques, au cours duquel on réalise distinctement une étape de réalisation d'une structure extérieure de chacun des bâtonnets et une étape de réalisation d'un noyau comprenant un élément réfléchissant.

On pourra notamment prévoir de faire pousser le bâtonnet en saillie du substrat avec un masque permettant d'avoir un évidement au centre de la colonne, que l'on remplit ultérieurement  
30 avec un composé réfléchissant, que ce soit par évaporation, ou par pulvérisation par exemple.

On pourra prévoir alternativement de faire pousser un bâtonnet avec un corps plein en saillie du substrat et de réaliser ensuite un évidement au centre de ce bâtonnet, par l'utilisation d'un masque pour créer chimiquement l'évidement, que l'on remplit ultérieurement avec un composé réfléchissant, que ce soit par évaporation ou par pulvérisation par exemple.

Dans ces deux cas, et si l'élément réfléchissant formant noyau du bâtonnet est en métal, on dispose d'abord une première couche oxydée sur les parois de l'évidement, puis une couche de métal pur.

5 Dans une autre variante de réalisation, on pourra prévoir de réaliser en un premier temps la tige réfléchissante, avec une couche oxydée en revêtement si on a du métal, puis on fait pousser le corps du bâtonnet autour de ce noyau en utilisant un masque qui empêche le dépôt de matière de la colonne sur le sommet de la tige réfléchissante.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à l'aide de la description et des dessins parmi lesquels :

10 - la figure 1 est une représentation schématique en perspective de la source de lumière à semi-conducteur selon un mode réalisation, dans laquelle on a rendu visible en coupe l'intérieur d'une rangée de bâtonnets électroluminescents ;

15 - la figure 2 est une vue de détail d'une partie d'un bâtonnet de la source de lumière de la figure 1, sur laquelle on a illustré schématiquement le trajet de rayons lumineux émis par le bâtonnet ; et

- la figure 3 est une représentation schématique en coupe de deux bâtonnets voisins d'une source de lumière selon l'invention, sur laquelle on a illustré schématiquement le trajet de rayons lumineux émis par ces deux bâtonnets.

20 Une source de lumière 2 à semi-conducteur selon l'invention est illustrée sur la figure 1. Cette source comprend des bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques, c'est-à-dire des sources à semi-conducteur en trois dimensions tel que cela sera exposé ci-après, contrairement aux sources classiques en deux dimensions, assimilées à des sources sensiblement planes du fait de leur épaisseur de l'ordre de quelques nanomètres alors qu'une source à  
25 bâtonnets électroluminescents présente une hauteur au moins égale au micromètre.

La source de lumière 2 comprend une pluralité de bâtonnets électroluminescents 4 de dimensions submillimétriques, que l'on appellera par la suite bâtonnets électroluminescents. Ces bâtonnets électroluminescents 4 prennent naissance sur un même substrat 6. Chaque bâtonnet électroluminescent s'étend perpendiculairement, ou sensiblement perpendiculairement, en saillie  
30 du substrat, en présentant dans son épaisseur un noyau formé d'un élément réfléchissant 8 autour duquel est distribuée une pluralité de couches à semi-conducteur formant le corps du bâtonnet 10.

Notamment, le corps du bâtonnet 10 comporte au moins une couche semi-conductrice active 11 arrangée sensiblement sur toute la hauteur du bâtonnet autour de l'élément réfléchissant 8. L'ensemble du bâtonnet, et donc l'élément réfléchissant et la couche active, est centré sur un axe d'allongement 12 du bâtonnet, avec l'élément réfléchissant 8 qui est agencé à l'intérieur du volume délimité par la couche active.

En d'autres termes, on comprend que le noyau et le corps forment ensemble le bâtonnet, l'élément réfléchissant formant le noyau étant distinct de la couche active faisant partie du corps du bâtonnet.

Tel que cela sera décrit ci-après plus en détails, le noyau a, outre une fonction de tenue du bâtonnet, pour fonction de réfléchir les rayons émis par les couches à semi-conducteur l'entourant de manière à redistribuer au moins une partie vers l'extérieur du bâtonnet et améliorer le rendement lumineux de ce bâtonnet. Il en résulte qu'il est intéressant de disposer le noyau sensiblement au centre du bâtonnet, c'est-à-dire centré sur l'axe d'allongement du bâtonnet.

Dans le cas illustré, le substrat 6 présente une face inférieure 13, sur laquelle est rapportée une première électrode 14, et une face supérieure 16, en saillie de laquelle s'étendent les bâtonnets électroluminescents 4 et sur laquelle est rapportée une deuxième électrode 18. Différentes couches de matériaux sont superposées sur la face supérieure 16, notamment après la croissance des bâtonnets électroluminescents depuis le substrat, ici obtenue par une approche ascendante. Parmi ces différentes couches, on peut trouver au moins une couche de matériau conducteur électriquement, afin de permettre l'alimentation électrique des bâtonnets. Cette couche est gravée de manière à relier tel ou tel bâtonnet entre eux, l'allumage de ces bâtonnets pouvant alors être commandé simultanément par un module de commande ici non représenté. On pourra prévoir qu'au moins deux bâtonnets électroluminescents ou au moins deux groupes de bâtonnets électroluminescents de la source de lumière à semi-conducteur 2 sont agencés pour être allumés de manière distincte par l'intermédiaire d'un système de contrôle de l'allumage.

Les bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques s'étirent depuis le substrat et ils comportent, tel que décrit précédemment, un noyau présentant des propriétés réfléchissantes ainsi qu'une couche à semi-conducteur, qui comporte de façon concentrique, depuis l'intérieur du bâtonnet vers l'extérieur, une couche interne 19, ici en nitrure de gallium, autour de laquelle est disposée une couche active 11 formant des puits quantiques et une couche externe 20 entourant cette couche active et également réalisée dans le cas présent en nitrure de gallium. La couche active 11 est notamment obtenue par dopage du matériau de la couche interne pour former des jonctions p-n, et par exemple avec des atomes de Si (n) et/ou de Mg (p).

Chaque bâtonnet s'étend selon un axe longitudinal, ou précédemment décrit comme l'axe d'allongement 12, définissant sa hauteur, la base 22 de chaque bâtonnet étant disposée dans un plan 24 de la face supérieure 16 du substrat 6.

5 Les bâtonnets électroluminescents 4 de la source de lumière à semi-conducteur présentent avantageusement la même forme. Ces bâtonnets sont chacun délimités par une face terminale 26 et par une paroi circonférentielle 28 qui s'étend le long de l'axe d'allongement 12.

10 La paroi circonférentielle 28 d'un bâtonnet 4, correspondant à la coquille de nitrure de gallium, est recouverte par une couche d'oxyde conducteur transparent (OCT) 29 qui forme l'anode de chaque bâtonnet complémentaire à la cathode formée par le substrat. Cette paroi circonférentielle 28 s'étend le long de l'axe d'allongement 12 depuis le substrat 6 jusqu'à la face terminale 26, la distance de la face terminale 26 à la face supérieure 16 du substrat, depuis laquelle prennent naissance les bâtonnets électroluminescents 4, définissant la hauteur de chaque bâtonnet. A titre d'exemple, on prévoit que la hauteur d'un bâtonnet électroluminescent 4 est comprise entre 1 et 10 micromètres, tandis que l'on prévoit que la plus grande dimension transversale de la face terminale, perpendiculairement à l'axe d'allongement 12 du bâtonnet électroluminescent concerné, soit comprise entre 2 et 5 micromètres.

20 Ces dimensions, données à titre d'exemple non limitatif, permettent notamment de démarquer une source de lumière à semi-conducteur comprenant des bâtonnets électroluminescent d'une source de lumière à diode(s) sensiblement plane(s) telle qu'utilisée précédemment.

25 On comprend que lors de la formation des bâtonnets 4, la hauteur peut être modifiée d'une source de lumière à l'autre, de manière à accroître la luminance de la source de lumière à semi-conducteur lorsque la hauteur est augmentée. La hauteur des bâtonnets peut également être modifiée au sein d'une unique source de lumière, de sorte qu'un groupe de bâtonnets peut avoir une hauteur, ou des hauteurs, différentes d'un autre groupe de bâtonnets, ces deux groupes étant constitutifs de la source de lumière à semi-conducteur comprenant des bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques.

30 La forme des bâtonnets électroluminescents 4 peut également varier d'un dispositif à l'autre, notamment sur la section des bâtonnets et sur la forme de la face terminale 26. Il a été illustré sur les figures des bâtonnets électroluminescents présentant une forme générale cylindrique, et notamment de section polygonale, ici plus particulièrement hexagonale. On comprend qu'il importe que de la lumière puisse être émise à travers la paroi circonférentielle, que celle-ci présente une forme polygonale ou circulaire par exemple.

Par ailleurs, la face terminale 26 peut présenter une forme sensiblement plane et perpendiculaire à la paroi circonférentielle, de sorte qu'elle s'étend sensiblement parallèlement à la face supérieure 16 du substrat 6, tel que cela est illustré sur les figures, ou bien elle peut présenter une forme bombée ou en pointe en son centre, de manière à multiplier les directions d'émission de la lumière sortant de cette face terminale.

Sur la figure 1, les bâtonnets électroluminescents 4 sont agencés en matrice à deux dimensions. Cet agencement pourrait être tel que les bâtonnets électroluminescents soient agencés en quinconce. L'invention couvre d'autres répartitions des bâtonnets, avec notamment des densités de bâtonnets qui peuvent être variables d'une source de lumière à l'autre, et qui peuvent être variables selon différentes zones d'une même source de lumière. On a représenté sur la figure 2 la distance de séparation  $d_1$  de deux bâtonnets électroluminescents immédiatement adjacents dans une première direction transversale et la distance de séparation  $d_2$  de deux bâtonnets électroluminescents immédiatement adjacents dans une deuxième direction transversale. Les distances de séparation  $d_1$  et  $d_2$  sont mesurées entre deux axes d'allongement 12 de bâtonnets électroluminescents adjacents. Le nombre de bâtonnets électroluminescents 4 s'étendant en saillie du substrat 6 peut varier d'un dispositif à l'autre, notamment pour augmenter la densité lumineuse de la source de lumière, mais on convient que l'une ou l'autre des distances de séparation  $d_1$ ,  $d_2$  doit être au minimum égale à 2 micromètres, afin que la lumière émise par la paroi circonférentielle 28 de chaque bâtonnet électroluminescent 6 puisse sortir de la matrice de bâtonnets. Par ailleurs, on prévoit que ces distances de séparation ne soient pas supérieures à 100 micromètres.

La source de lumière 2 peut comporter en outre une couche, visible sur les figure 2, d'un matériau polymère dans laquelle des bâtonnets électroluminescents 4 sont au moins partiellement noyés. La couche peut ainsi s'étendre sur toute l'étendue du substrat ou seulement autour d'un groupe déterminé de bâtonnets électroluminescents 4. Le matériau polymère, qui peut notamment être à base de silicone, permet de protéger les bâtonnets électroluminescents 4 sans gêner la diffusion des rayons lumineux. En outre, il est possible d'intégrer dans cette couche de matériau polymère des moyens de conversion de longueur d'onde, et par exemple des luminophores, aptes à absorber au moins une partie des rayons émis par l'un des bâtonnets et à convertir au moins une partie de ladite lumière d'excitation absorbée en une lumière d'émission ayant une longueur d'onde différente de celle de la lumière d'excitation. On pourra prévoir indifféremment que les moyens de conversion de longueur d'onde sont noyés dans la masse du matériau polymère, ou bien qu'ils sont disposés en surface de la couche de ce matériau polymère.

La source de lumière peut comporter en outre un revêtement 31 de matériau réfléchissant la lumière qui est disposé entre les bâtonnets électroluminescents 4 pour dévier les rayons,

initialement orientés vers le substrat, à l'opposé du substrat. En d'autres termes, la face supérieure 16 du substrat 6 peut comporter un moyen réfléchissant qui renvoie les rayons lumineux, initialement orientés vers la face supérieure 16, vers la face de sortie de la source de lumière. On récupère ainsi des rayons qui autrement seraient perdus. Ce revêtement est disposé entre les bâtonnets électroluminescents 4 sur la couche d'oxyde conducteur transparent 29.

On va maintenant décrire plus en détails l'élément réfléchissant 8 qui s'étend principalement le long de l'axe d'allongement 12 du bâtonnet, au cœur de celui-ci.

L'élément réfléchissant présente la forme d'une tige présentant une face distale 32, à l'opposé du substrat 6 à partir duquel la tige s'étend, et une face latérale 33 périphérique. La section transversale de l'élément réfléchissant 8, c'est-à-dire la section dans un plan perpendiculaire à l'axe d'allongement de la tige, est de même forme, et de moindres dimensions, que la section transversale dans un même plan, du bâtonnet à l'intérieur duquel la tige est agencée. Notamment, on pourra s'adapter à la forme polygonale, et hexagonale telle qu'illustré sur la figure 3, du bâtonnet en faisant croître à l'intérieur du bâtonnet une tige réfléchissante polygonale, ici hexagonale.

Dans ce contexte de source à bâtonnets, la tige présente une plus grande dimension transversale inférieure à 2 micromètres, et avantageusement inférieur à 1 micromètre, voire de préférence inférieure à 0.5 micromètre. A titre d'exemple non limitatif, on pourra prévoir que la tige présente une plus grande dimension transversale sensiblement égale à 1 micromètre tandis que le bâtonnet présente une dimension transversale comprise entre 3 et 5 micromètres.

La hauteur de l'élément réfléchissant 8 formant noyau du bâtonnet est telle que la face distale 32 de celui-ci n'affleure pas avec la face terminale 26 du bâtonnet, tel que cela est visible sur les figures 1 et 2, la figure 3 illustrant un morceau d'un bâtonnet découpé sur sa hauteur. En d'autres termes, de la matière semi-conductrice formant le corps du bâtonnet est disposée en recouvrement de la face distale 30 de l'élément réfléchissant 8, afin de ne pas diminuer la surface d'émission de la face terminale du bâtonnet.

A titre d'exemple, pour une hauteur de bâtonnet 4 sensiblement égale à 10 micromètres, la hauteur de la tige formant élément réfléchissant 8 pourra être sensiblement égale à 8 micromètres.

Sur le substrat 6, ici réalisé à base de silicium, étant entendu que d'autres matériaux comme du carbure de silicium pourrait être utilisés sans sortir du contexte de l'invention, les bâtonnets électroluminescents 4 peuvent être réalisés à partir d'un alliage de nitrure d'aluminium et de nitrure de gallium (AlNGaN), ou à partir d'un alliage d'aluminium, d'indium et de gallium.

L'élément réfléchissant 8 a pour effet de réfléchir les rayons émis par les couches de semi-conducteur. On choisit ainsi un matériau aux propriétés réfléchissantes, ou diffusantes. Ce matériau formant la surface réfléchive pourra être de l'argent, mais on pourrait également utiliser de l'aluminium ou d'autres métaux.

5 Le noyau peut être selon différentes variantes de réalisation en métal ou en céramique. Si le noyau est en métal, une couche de métal oxydé est prévue entre le noyau métallique et le corps du bâtonnet fait de matériau semi-conducteur. Si par contre le noyau est en céramique, un revêtement réfléchissant est disposé sur sa face latérale périphérique de manière à former l'élément réfléchissant agencé à l'intérieur du bâtonnet.

10 Par ailleurs, le matériau formant l'élément réfléchissant est choisi avantageusement pour présenter une conductivité thermique supérieure ou égale au matériau formant le composant principal du bâtonnet. Ainsi, on réalise par la présence de cet élément réfléchissant une amélioration de l'évacuation de la chaleur du bâtonnet vers le substrat, ce qui permet de diminuer la température de fonctionnement des bâtonnets électroluminescents et d'améliorer leur  
15 fonctionnement et leur rendement lumineux.

On va maintenant décrire le fonctionnement de la source de lumière 2 selon l'invention, en se référant notamment à l'illustration des figures 2 et 3.

Lorsque les bâtonnets électroluminescents 4 sont dopés et font l'objet d'une polarisation, des rayons lumineux sont émis dans toutes les directions à partir de la couche active 11, tel que  
20 cela est notamment visible sur la figure 2.

Des premiers rayons 34 émergent d'un bâtonnet, principalement à partir de la paroi circonférentielle 28 de celui-ci, étant entendu que l'on peut prévoir que des premiers rayons lumineux sortent également, au moins en petite quantité, à partir de la face terminale 26, du fait de l'émission de photons depuis l'extrémité supérieure de la couche active, c'est-à-dire l'extrémité  
25 en regard de cette face terminale du bâtonnet.

Des deuxièmes rayons 36 sont dirigés vers l'intérieur du bâtonnet et se propagent dans cette direction jusqu'à rencontrer la face latérale périphérique 33 de la tige formant l'élément réfléchissant 8. Les deuxièmes rayons 36 sont alors réfléchis pour former des troisièmes rayons 38 renvoyés en direction de la couche active 11. Ces troisièmes rayons traversent la pluralité de  
30 couches semi-conductrices pour sortir par la suite à l'extérieur du bâtonnet. On comprend que la quantité de troisièmes rayons en sortie du bâtonnet est moindre que la quantité de deuxièmes rayons émis vers l'intérieur du bâtonnet à l'origine, du fait de l'absorption partielle de ces deuxièmes rayons, faible mais existante, par l'élément réfléchissant et du fait du passage à travers les différentes couches semi-conductrice, mais que la quantité de rayons en sortie d'un bâtonnet

est supérieure à ce qui était produit précédemment car désormais égale à la somme des premiers rayons et des troisièmes rayons en quantité non nulle.

Il en résulte que l'on obtient une source de lumière 2 dans laquelle chaque bâtonnet 4 agit comme une unique diode électroluminescente, la densité des bâtonnets électroluminescents 4  
5 améliorant le rendement lumineux de cette source à semi-conducteur et la conception de ces bâtonnets limitant la perte de rendement de chaque bâtonnet.

Par ailleurs, tel qu'illustré sur la figure 3, il est intéressant de noter que les premiers rayons 34, et dans une moindre mesure les troisièmes rayons 38, qui sont émis vers l'extérieur sensiblement perpendiculairement à la paroi circonférentielle 28 d'un premier bâtonnet 4  
10 rencontrent un bâtonnet voisin avec un angle sensiblement droit de sorte qu'ils peuvent être absorbés par ce bâtonnet voisin. L'élément réfléchissant du bâtonnet voisin permet alors une réflexion de ces rayons en provenance du premier bâtonnet. Le noyau formé d'un élément réfléchissant 8 permet ainsi, outre la réflexion des rayons produits vers l'intérieur du bâtonnet associé, la réflexion d'une partie des rayons produits par le bâtonnet voisin. Cet effet technique est  
15 notamment intéressant dans le cas d'une pluralité de bâtonnets électroluminescents qui, tel qu'illustré sur la figure 2, sont agencés très proches les uns des autres, de manière à ne pas perdre des rayons d'un bâtonnet à l'autre.

On va maintenant décrire un procédé de fabrication d'une telle source de lumière à bâtonnets électroluminescents, grâce auquel on peut augmenter l'intensité lumineuse émise par la  
20 source en diminuant le nombre de rayons absorbés par chacun des bâtonnets de la source.

On obtient une source de lumière selon l'invention en faisant croître les bâtonnets depuis le substrat, en au moins deux étapes distinctes selon lesquelles d'une part on fait croître un noyau formé de l'élément réfléchissant et d'autre part on fait croître l'élément semi-conducteur du bâtonnet.

25 On pourra envisager de faire croître tout d'abord l'enveloppe extérieure du bâtonnet, c'est-à-dire l'élément semi-conducteur, puis de former l'élément réfléchissant à l'intérieur de ce bâtonnet. Dans un tel séquençement de fabrication, il est possible selon une première variante de prévoir de faire pousser le bâtonnet avec un masque disposé au centre de l'emplacement d'élévation du bâtonnet, de sorte que le bâtonnet croît avec un évidement en son centre, et de  
30 prévoir par la suite le remplissage de cet évidement par un composé réfléchissant. Dans une deuxième variante, on pourra prévoir de faire pousser le bâtonnet sans masque particulier, et de réaliser l'évidement après coup, lorsque le bâtonnet est formé. Cet évidement peut être réalisé chimiquement alors que le reste du bâtonnet est recouvert par un masque de protection. Là encore, on remplit ultérieurement l'évidement avec un composé réfléchissant.

Le remplissage de l'évidement peut se faire par évaporation, ou par pulvérisation par exemple. Lorsque l'élément réfléchissant est en métal, et que l'on doit prévoir une couche de métal oxydé en périphérie, on dispose d'abord une première couche oxydée sur les parois de l'évidement, puis du métal pur pour finir de remplir l'évidement.

5 Dans un autre type de séquençement de fabrication, on pourra prévoir que l'on réalise d'abord l'élément réfléchissant en le disposant en saillie du substrat, que l'on revêt éventuellement d'une couche oxydée si l'élément réfléchissant est du métal, puis que l'on fait pousser l'élément semi-conducteur du bâtonnet autour de cet élément réfléchissant formant noyau avec un masque qui empêche l'injection de matière du bâtonnet, par exemple le nitrure de gallium, sur l'élément  
10 réfléchissant.

La description qui précède explique clairement comment l'invention permet d'atteindre les objectifs qu'elle s'est fixés et notamment de proposer, et notamment dans des applications à des dispositifs d'éclairage et/ou de signalisation dans le domaine de l'automobile, une source de lumière à l'intensité lumineuse optimale, du fait de l'utilisation d'éléments semi-conducteurs en  
15 trois dimensions et du fait de leur conception particulière, avec un élément réfléchissant logé dans leur épaisseur.

## REVENDICATIONS

1. Source de lumière à semi-conducteur comprenant un substrat (6) et une pluralité de bâtonnets électroluminescents (4) de dimensions submillimétriques s'étendant en saillie dudit substrat le long d'un axe d'allongement (12), au moins un des bâtonnets comportant un élément réfléchissant (8) agencé à l'intérieur dudit bâtonnet, l'élément réfléchissant (8) formant un noyau intégralement réalisé en un matériau réfléchissant, et le matériau réfléchissant étant de l'argent.  
5
2. Source de lumière selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit au moins un bâtonnet (4) comporte une couche semi-conductrice active (11) arrangée sensiblement autour de l'axe d'allongement (12) du bâtonnet, l'élément réfléchissant (8) étant agencé à l'intérieur du volume délimité par la couche semi-conductrice active (11).  
10
3. Source de lumière selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'élément réfléchissant (8) est distinct de la couche semi-conductrice active (11).
4. Source de lumière selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément réfléchissant (8) est centré sur ledit axe d'allongement (12) du bâtonnet (4).  
15
5. Source de lumière selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément réfléchissant (8) s'étend principalement le long de l'axe d'allongement (12) du bâtonnet (4).
6. Source de lumière selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément réfléchissant (8) présente la forme d'une tige.  
20
7. Source de lumière selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la tige présente une section transversale de même forme, et de moindres dimensions, que la section transversale du bâtonnet (4) à l'intérieur duquel elle est agencée.
8. Source de lumière selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'élément réfléchissant (8) consiste en un revêtement d'un matériau réfléchissant disposé sur un noyau agencé à l'intérieur du bâtonnet.  
25
9. Source de lumière selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément réfléchissant (8) présente une conductivité thermique supérieure ou égale au matériau formant le corps du bâtonnet (4) à l'intérieur duquel est logé l'élément  
30

réfléchissant.

10. Procédé d'obtention d'une source de lumière à bâtonnets électroluminescents de dimensions submillimétriques, au cours duquel on réalise distinctement une étape de réalisation d'une structure extérieure de chacun des bâtonnets et une étape de réalisation d'un noyau comprenant un élément réfléchissant.

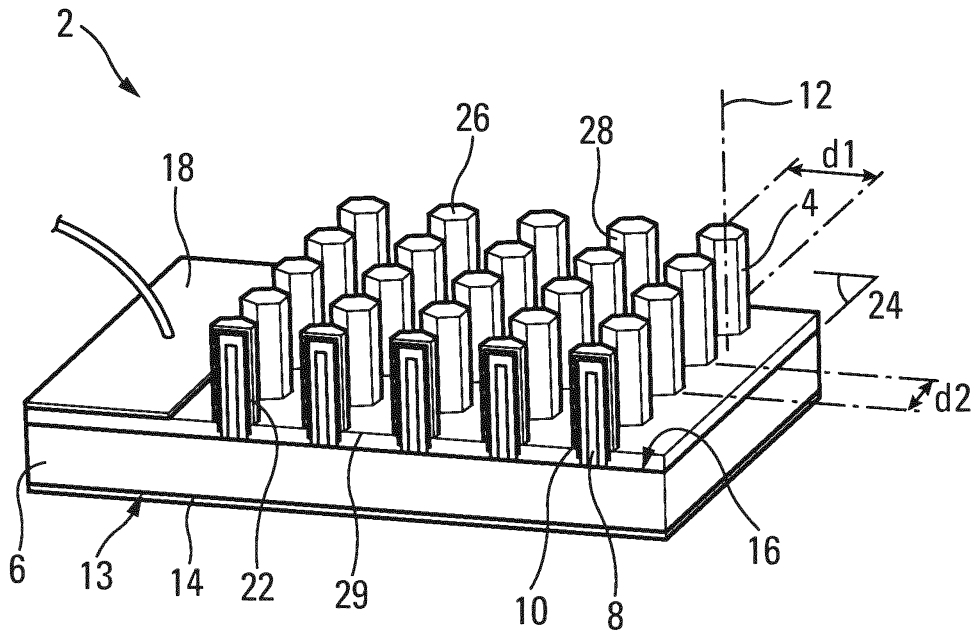


Fig. 1

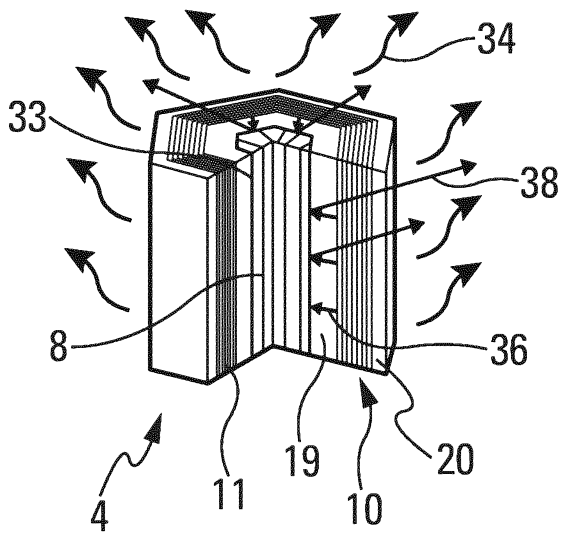


Fig. 2

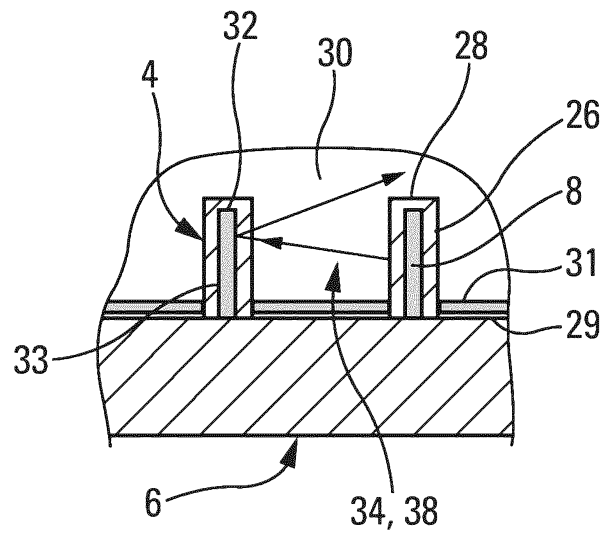


Fig. 3

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

DE 10 2013 211707 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 24 décembre 2014  
(2014-12-24)

WO 2015/091212 A1 (ALEDIA [FR]; COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 25 juin 2015  
(2015-06-25)

US 2016/079469 A1 (CHIU CHING-HSUEH [TW] ET AL) 17 mars 2016 (2016-03-17)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT