

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

①1 N° de publication : **3 078 442**

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

②1 N° d'enregistrement national : **18 51636**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 01 L 33/08** (2018.01), F 21 S 41/141, F 21 S 43/14,
H 05 B 33/08

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 SOURCE LUMINEUSE ELECTROLUMINESCENTE DESTINEE A ETRE ALIMENTEE PAR
UNE SOURCE DE TENSION.

②2 Date de dépôt : 26.02.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.08.19 Bulletin 19/35.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 10.02.23 Bulletin 23/06.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

⑦2 Inventeur(s) : ZOJCESKI ZDRAVKO et
DAROUSSIN SAMUEL.

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

⑦4 Mandataire(s) :

FR 3 078 442 - B1



SOURCE LUMINEUSE ELECTROLUMINESCENTE DESTINEE A ETRE ALIMENTEE PAR UNE SOURCE DE TENSION

L'invention se rapporte aux sources lumineuses à élément semi-conducteur électroluminescent, notamment pour véhicules automobiles. L'invention concerne en particulier une telle source impliquant une pluralité de sources lumineuses élémentaires à élément semi-conducteur électroluminescent.

Une diode électroluminescente, LED, est un composant électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. L'intensité lumineuse émise par une LED est en général dépendante de l'intensité du courant électrique qui la traverse. Entre autres, une LED est caractérisée par une valeur seuil d'intensité de courant. La valeur seuil de l'intensité de ce courant direct (« forward current ») est en général décroissante à température croissante. De même, lorsqu'une LED émet de la lumière, on observe à ses bornes une chute de tension égale à sa tension directe (« forward voltage »). La valeur de la tension directe dépend principalement de la longueur d'onde de la lumière émise, qui définit l'énergie du photon émis en eV. De manière générale on peut estimer $\lambda = 1240 / E$ avec λ en nanomètres et E en électronvolts. Par conséquent la tension directe d'une LED émettant une lumière bleue de 460nm est d'au moins 2.7V, ou 1.9V pour une lumière rouge de 650nm. En d'autres mots, si la tension de la source est proche de la tension $E = 1240 / \lambda$, ceci signifie qu'aucune source de régulation ne rajoute une chute de tension supplémentaire, et que le rendement de l'ensemble est identique à une LED seule, sans aucun autre système de pilotage.

Chaque LED se caractérise en plus par une résistance série interne, due à la présence de plusieurs couches semi-conductrices non émettrices de lumière, qui servent uniquement à transporter des électrons ou à transporter des trous d'électrons, ou dues à la présence de connexions « vias » permettant des connexions verticales entre différentes couches. Ces facteurs contribuent à la résistance du composant LED. De manière connue, on veille à produire des composants LEDs ayant une résistance série interne faible, de l'ordre de fraction de l'Ohm, afin de rapprocher le comportement des composants de celui d'une diode idéale, dont la tension dépend principalement de la tension du gap du semi-conducteur. Dans le domaine automobile, on a de plus en plus recours à la technologie LED pour diverses solutions de signalisation lumineuse. Les LEDs sont utilisées afin d'assurer des fonctions lumineuses telles que les feux diurnes, les feux de signalisation etc... Les composants LEDs issus d'un même procédé de production peuvent néanmoins présenter des caractéristiques (capacité d'émission, tension directe, résistance série...) différentes. Afin de regrouper les composants ayant des caractéristiques semblables, les LEDs produites sont triés par groupes, appelés également BIN, chaque BIN regroupant des LEDs ayant des caractéristiques

semblables. Au sein de chaque groupe ou BIN, des variations allant jusqu'à 20% par rapport aux caractéristiques moyennes du BIN sont généralement acceptées.

Pour qu'une LED unique puisse émettre de la lumière, il est nécessaire d'appliquer une tension électrique au moins égale à sa tension directe entre l'anode et la cathode du composant. Pour un montage en série d'une pluralité de LEDs, la tension appliquée entre l'anode de la première LED du montage, et la cathode de la dernière LED du montage, doit être au moins égale à la somme des chutes de tension aux bornes de chacune des LEDs. Pour un montage en parallèle d'une pluralité de LEDs, la tension appliquée aux bornes de chaque branche doit être au moins égale à la somme des chutes de tension aux bornes de chacune des LEDs de la branche comportant le nombre le plus important de LEDs parmi toutes les branches du montage. Comme les caractéristiques des LEDs d'un tel montage en parallèle peuvent différer – même si les LEDs font partie du même BIN – l'intensité du courant électrique traversant les LEDs varie de manière connue d'une branche à l'autre d'un tel montage en parallèle. La distribution du courant électrique parmi les branches du montage n'est pas uniforme. Ceci n'implique pas uniquement que l'intensité lumineuse émise par les LEDs des différentes branches varie, mais cette situation peut également diminuer la durée de vie des composants LEDs. Lorsqu'une des branches est parcourue par un courant électrique important, la température des composants semi-conducteurs de cette branche augmente, ce qui engendre encore une augmentation du courant électrique traversant leurs jonctions semi-conductrices, jusqu'à la défaillance de celles-ci. Afin de remédier à ces problèmes, il est connu de prévoir une source de courant pour chaque branche ou même pour chaque LED d'un montage en parallèle d'une pluralité de LEDs. La source de courant assure une intensité prédéterminée du courant électrique traversant les LEDs. Cependant, le rendement de la source lumineuse, exprimé par le rapport entre la puissance optique émise par la source lumineuse et la puissance électrique fournie à la source lumineuse pour l'émettre, est plus faible.

Cette situation est d'autant plus prononcée que le nombre de LEDs du montage et de branches montées en parallèle augmente. Cependant, dans beaucoup d'applications, il est intéressant d'avoir recours à des matrices de sources lumineuses électroluminescentes. Une telle matrice comprend un montage de plusieurs branches parallèles, et chaque branche comprend un nombre important de sources lumineuses électroluminescentes branchées en série. Le nombre de sources de courant nécessaires est donc important, et par conséquent le rendement de la matrice est amoindri.

L'utilité de matrices de LEDs comprenant un nombre important de sources lumineuses électroluminescentes élémentaires est pourtant intéressant dans de nombreux domaines d'application, et notamment dans le domaine d'éclairage et de la signalisation des véhicules automobiles. Une matrice de LEDs peut par exemple être utilisée pour créer des formes de

faisceaux lumineux intéressantes pour des fonctions lumineuses telles que les feux de route ou les feux diurnes. En plus, plusieurs fonctions lumineuses différentes peuvent être réalisées à l'aide d'une matrice unique, réduisant ainsi l'encombrement physique dans l'espace restreint d'un feu de véhicule automobile.

5

L'invention a pour objectif de pallier à au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer une source lumineuse présentant un rendement énergétique amélioré.

10 Selon un premier aspect de l'invention, une source lumineuse est proposée. La source lumineuse est destinée à être alimentée par une source de tension, et comprend un montage en parallèle d'au moins deux branches. Chaque branche comprend au moins une source lumineuse élémentaire à élément semi-conducteur électroluminescent. Chacune des sources lumineuses élémentaires est caractérisée par une résistance série interne identique d'au moins 1 Ohm, la résistance série étant
15 déterminée par la structure des couches semi-conductrices comprises dans les sources lumineuses élémentaires.

De préférence, chaque branche du montage peut comprendre un montage en série d'une pluralité de sources lumineuses élémentaires.

20

Au moins une partie des branches du montage peut comprendre un dispositif interrupteur monté en série avec les sources lumineuses élémentaires, du côté bas de la branche.

De manière préférée, le dispositif interrupteur peut comprendre un transistor à effet de champ à grille métal-oxyde, MOSFET, à canal N.
25

La résistance série interne des sources lumineuses élémentaires peut de préférence être déterminée par l'épaisseur des couches semi-conductrices, leur étendue, des connexions « vias » entre les couches, ou par une combinaison de ces facteurs.

30

Les résistances série internes de chacune des sources lumineuses élémentaires peuvent préférentiellement être identiques et comprises entre 1 et 100 Ohm.

De préférence, afin de diminuer la disparité des résistances séries, les sources lumineuses
35 élémentaires font partie d'un composant monolithique, dans lequel les couches semi-conductrices des sources lumineuses élémentaires sont disposées sur un substrat commun.

De préférence, les couches semi-conductrices des sources lumineuses élémentaires peuvent être déposées ensemble et en même temps. Le dépôt peut de préférence être réalisé dans une enceinte commune, par exemple à l'aide d'un procédé d'épitaxie en phase vapeur aux organométalliques (metal oxide chemical vapor deposition), MOCVD.

5

Chacune des sources lumineuses élémentaires peut de préférence comprendre une couche semi-conductrice dopée n d'une épaisseur entre 0.1 et 2 μm . Il peut de préférence s'agir d'une couche semi-conductrice GaN dopée n.

10 De manière préférée, les sources élémentaires lumineuses peuvent être disposées sur un substrat commun de manière à former une matrice de sources lumineuses élémentaires.

Dans une telle configuration, la réduction de la taille de chaque source élémentaire permet d'augmenter précisément la résistance série de chaque source afin de la rendre compatible avec le circuit de pilotage.

15

De préférence, afin de garder le rendement de l'ensemble aussi bon que possible, aucune des branches du montage ne comprend un dispositif de régulation de courant électrique externe aux sources lumineuses élémentaires, autre d'un éventuel dispositif interrupteur.

20 Selon un autre aspect de l'invention, un module lumineux pour un véhicule automobile est proposé.

Le module lumineux comprend une source de tension reliée fonctionnellement à une source lumineuse. Le module est remarquable en ce que la source lumineuse est conforme à un aspect de l'invention, et en ce que le niveau de tension électrique fourni par la source de tension à la source lumineuse est apte à l'alimentation de celle-ci.

25

De manière préférée, le module peut comprendre une unité de commande reliée fonctionnellement aux interrupteurs de chaque branche du montage de la source lumineuse, l'unité de commande étant destinée à commander l'état d'ouverture des interrupteurs. L'unité de commande peut de préférence comprendre un élément microcontrôleur.

30

De préférence, la source de tension peut comprendre un circuit DC/DC multi-phase, et peut de préférence être configurée pour fournir un courant électrique d'une intensité comprise entre 1 à 100A.

35 La source de tension peut de préférence être configurée pour réduire la tension de 1 à 3 $\text{mV}/^\circ\text{C}$ afin de compenser la diminution de la tension directe des sources lumineuses élémentaires en fonction de la température.

La tension émise par la source de tension peut de préférence être réglée et/ou limitée en fonction du courant total circulant dans le montage de la source lumineuse.

- 5 De préférence, la tension de la source de tension peut être réglée et/ou limitée en fonction du courant total avec une compensation en fonction de nombre de pixels/sources lumineuses élémentaires alimentés.

- De préférence, la source de tension est configurée pour fournir une tension proche de la tension
10 $E = 1240 / \lambda$ avec λ en nanomètres et E en volts.

Selon encore un autre aspect de l'invention un procédé de fabrication de sources lumineuses élémentaires d'une source lumineuse selon un précédent aspect de l'invention est proposé. Le procédé est remarquable en ce que les couches épitaxiales semi-conductrices dopées P et N de
15 toutes les sources lumineuses élémentaires sont produites de manière uniforme sur un substrat commun, de manière à ce qu'un courant électrique d'une intensité uniforme parcourt les sources lumineuses élémentaires lorsqu'une tension électrique commune est appliquée à la source lumineuse. Les couches semi-conductrices de toutes les sources lumineuses élémentaires peuvent de préférence être produites ensemble en même temps lors d'au moins une étape du procédé.

20 De préférence, des connections vias entre au moins deux couches semi-conductrices des sources lumineuses élémentaires peuvent être produites lors d'au moins une étape du procédé.

De préférence, le dépôt des couches semi-conductrices dopées P et N peut être réalisé par un
25 procédé d'épithaxie en phase vapeur aux organométalliques (metal oxide chemical vapor deposition), MOCVD.

De manière préférée, l'épaisseur de ces couches peut être optimisée afin d'obtenir la résistance série compatible avec une source de tension.

30 En utilisant les mesures proposées par les modes de réalisation de la présente invention, il devient possible de piloter une source lumineuse à éléments semi-conducteurs électroluminescents, en utilisant uniquement une source de tension, bien que la source lumineuse présente une pluralité de sources lumineuses électroluminescentes élémentaires branchées en parallèle. Contrairement aux
35 sources lumineuses connues dans l'état de l'art, les sources lumineuses élémentaires proposées présentent une résistance série interne élevée, de l'ordre de 1 à 100 Ohm. Les caractéristiques des sources lumineuses élémentaires impliquées dans le montage d'une source lumineuse conforme

aux revendications sont homogènes. La résistance homogène parmi les sources lumineuses élémentaires et leur résistance série interne élevée assure une distribution uniformisée du courant parmi les branches du montage en parallèle des sources élémentaires, tout en assurant une luminosité homogène parmi les différentes branches. Comme on peut par conséquent s'affranchir de sources de courant dédiées à la régulation de l'intensité du courant électrique dans chaque

5
branche ou pour chaque LED du montage, le rapport entre la puissance optique émise par une source lumineuse telle qu'elle est proposée, et la puissance électrique fournie à la source pour engendrer cette émission, est plus grand comparé à une source comprenant un montage en parallèle semblable, générant une puissance optique semblable et nécessitant une tension directe identique.

10
Le rendement énergétique de la source est donc amélioré par rapport à des sources lumineuses connues. Dans le système clos d'un véhicule automobile, le rendement énergétique des composants électriques, donc également d'une matrice de LED est une mesure importante. Les mesures proposées permettent la création de composants LED matriciels monolithiques réalisées sur un substrat unique commun à toutes les sources lumineuses élémentaires du composant, le composant

15
présentant un rendement énergétique avantageux puisqu'il est alimenté uniquement par une source de tension.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description des exemples et des dessins parmi lesquels :

- 20 - la figure 1 montre une vue schématisée d'une source lumineuse selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 2 montre une vue schématisée d'une source lumineuse selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 3 montre une vue schématisée d'un module lumineux pour un véhicule
- 25 - la figure 4 montre une vue schématisée d'une coupe à travers une source lumineuse selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

Sauf indication spécifique du contraire, des caractéristiques techniques décrites en détail pour un

30
mode de réalisation donné peuvent être combinées aux caractéristiques techniques décrites dans le contexte d'autres modes de réalisation décrits à titre d'exemples et de manière non limitative. Des numéros de référence similaires seront utilisés pour décrire des concepts semblables à travers différents modes de réalisation de l'invention. Par exemple, les références 100, 200, 300 et 400 désignent quatre modes de réalisation d'une source lumineuse conforme à l'invention.

35

L'illustration de la figure 1 montre un schéma de montage d'une source lumineuse 100 selon un premier mode de réalisation de l'invention. La source lumineuse 100 comprend un montage en

parallèle d'une pluralité de branches 110. Chaque branche du montage 110 comprend au moins une, et de préférence une pluralité de diodes électroluminescentes, LED, 120 montées en série. Dans l'exemple illustré, la source lumineuse 100 comprend une matrice de LEDs. Chacune des LED 120 se caractérise par une résistance série interne qui est identique à la résistance série interne de toutes les autres LEDs 120 de la source lumineuse 100. La résistance est au moins égale à 1 Ohm, selon un mode de réalisation préféré elle se situe entre 5 et 30 ou 100 Ohm. L'importante résistance série interne, uniforme parmi toutes LEDs 120 de la source lumineuse 110, permet au courant électrique qui traverse le montage de se distribuer de manière uniforme sur toutes les branches 110 du montage. Afin d'alimenter la source et en assurer une luminosité homogène parmi les branches, il suffit d'appliquer tension V_{in} égale au moins à la somme des tensions directes de toutes les LEDs de la branche comprenant le nombre le plus important de LEDs parmi toutes les branches, soit appliqué à la source lumineuse 100. D'autres mesures de régulation de l'intensité du courant électrique qui traverse les LEDs 120 par rapport aux LEDs 120 ne sont pas nécessaires. Ceci augmente le rendement énergétique par rapport à des sources lumineuses à éléments semi-conducteurs électroluminescents équivalents, qui nécessitent des sources de courant afin de réguler l'intensité du courant électrique traversant leurs sources lumineuses élémentaires.

Selon le mode de réalisation de la figure 2, au moins une partie des branches 210, et de préférence chaque branche du montage en parallèle de la source lumineuse 200 comprend un dispositif interrupteur 222 monté en série avec la/les sources lumineuses élémentaires 220. La fermeture et l'ouverture sélective du dispositif interrupteur permettent d'alimenter de manière sélective la branche 210 en question du montage de la source lumineuse. Contrairement à des sources LED matricielles connues, les caractéristiques de la source lumineuse 200, similaires à celle illustrée par la figure 1, permettent de réaliser le dispositif interrupteur 222 du côté bas (« low side ») de chaque branche 210. L'interrupteur côté bas peut de préférence être réalisé en utilisant un transistor à effet de champ à grille métal-oxyde, MOSFET, à canal N. Un MOSFET à canal N présente en générale une superficie nettement réduite par rapport à un transistor MOSFET à canal P, qui serait nécessaires si le dispositif interrupteur devait figurer du côté haut (« high side ») de chaque branche du montage.

La figure 3 montre un module lumineux 10 pour un véhicule automobile comprenant une source lumineuse 300 similaire à la source lumineuse 200 illustrée par la figure 2. La source lumineuse 300 comprend une pluralité de branches 310 montées en parallèle. Chaque branche 310 comprend une pluralité de LEDs 320 montées en série, suivie d'un interrupteur 312 côté bas. Le module 10 comprend en outre une source de tension 330 destinée à fournir une tension V_{in} à la source lumineuse 300. La source de tension 330 est par exemple réalisée à l'aide d'un circuit convertisseur qui transforme une tension d'entrée V_{cc} fournie par une batterie interne au véhicule automobile, en

une tension V_{in} adaptée à l'alimentation de la source lumineuse 300. De tels circuits convertisseurs sont connus dans l'art et leur fonctionnement ne sera pas décrit en détails dans le contexte de la présente invention. Le module comprend également une unité de commande 340 agencée pour commander l'état d'ouverture/fermeture des dispositifs interrupteurs 322. L'unité de commande est par exemple réalisée par un élément microcontrôleur programmé à cet effet, qui reçoit des consignes 12 depuis une unité centrale du véhicule automobile et les traduit selon des règles préprogrammées en des signaux de commande destinés aux interrupteurs 322. Alternativement, l'unité de commande est par exemple réalisée à l'aide d'un circuit électronique dédié à cette fonction.

10

La figure 4 montre une coupe à travers une source lumineuse 400 selon un autre mode de réalisation de l'invention. La source lumineuse 400 est un composant monolithique, dans lequel les couches semi-conductrices des sources lumineuses élémentaires 420 sont disposées sur un substrat 428 commun. La source lumineuse 400 comprend un montage en parallèle d'une pluralité de branches, chaque branche comprenant des sources lumineuses semi-conductrices électroluminescentes 420. La vue en coupe de la figure 4 permet d'apercevoir les différentes couches 421-425 des sources lumineuses élémentaires 420, disposées les unes sur les autres selon l'axe marqué « x » perpendiculaire au substrat 428.

20

La source lumineuse 400 comprend à titre d'exemple et non-limitatif une première couche 421 électriquement conductrice déposée sur le substrat électriquement isolant 428. Il suit une couche semi-conductrice dopée n 422, dont l'épaisseur se situe entre 0.1 et 2 μm . Cette épaisseur est nettement inférieure à celles de diodes électroluminescentes connues, pour lesquelles la couche correspondante présente une épaisseur de l'ordre de 1 à 2 μm . La couche 423 est la couche active de puits quantiques d'une épaisseur d'environ 30 nm, suivie d'une couche 423 bloquant des électrons, et finalement une couche semi-conductrice dopée p, 425, cette dernière ayant une épaisseur d'environ 300nm. Des couches luminophores connues dans l'art ne sont pas montrées dans cet exemple. De préférence, la couche 421 est une couche de (Al)GaN:Si, la couche 422 est une couche de n-GaN:Si, la couche active comprend des puits quantiques en InGaN alternant avec des barrières en GaN. La couche bloquante 424 est de préférence en AlGaIn:Mg et la couche dopée p 425 est de préférence en p-GaN:Mg. Le nitride de Gallium dopé n présente une résistivité de 0.0005 Ohm/cm tandis que le nitride de Gallium dopé p présente une résistivité de 1 Ohm/cm. Les épaisseurs des couches proposées permettent notamment d'augmenter la résistance série interne de la source élémentaire, tout en réduisant de manière significative son temps de fabrication, comme la couche dopée n est moins épaisse comparée à des LEDs connues et nécessite un temps de dépôt moins important. Au titre d'exemple, typiquement 5 heures de temps de dépôts en MOCVD est

35

nécessaire pour une LED de configuration standard avec 2μ de couche n, et ce temps peut être réduit de 50% si l'épaisseur de la couche n est réduite à 0.2μ .

Afin d'obtenir des sources lumineuses 420 élémentaires présentant des couches semi-conductrices 422, 424 ayant des épaisseurs homogènes, le composant monolithique 400 est de préférence fabriqué en déposant les couches 421-425 de manière homogène et uniforme sur au moins une partie de la surface du substrat 428, de manière à la recouvrir. Le dépôt des couches est par exemple réalisé par un procédé d'épithaxie en phase vapeur aux organométalliques (metal oxide chemical vapor deposition), MOCVD. De tels procédés ainsi que des réacteurs pour leur mise en œuvre sont connus pour déposer des couches semi-conductrices sur un substrat, par exemple depuis les document de brevet WO 2010/072380 A1 ou WO 01/46498 A1. Les détails de leur mise en œuvre ne seront par conséquent pas détaillés dans le cadre la présente invention. Ensuite, les couches ainsi formées sont pixélisées. A titre d'exemple et non-limitatif, les couches sont enlevées par des procédés lithographiques connus et par etching aux endroits qui correspondent par la suite aux espaces séparant les sources lumineuses élémentaires 420 les unes des autres sur le substrat. Ainsi, une pluralité de plusieurs dizaines ou centaines ou milliers de pixels 420 de surface inférieure à un millimètre-carré pour chaque pixel individuel, et de surface totale supérieure à 2 millimètre-carré ayant des couches semi-conductrices à épaisseurs homogènes, et présentant donc des résistances série internes homogènes et élevées peuvent être produites sur le substrat 428 d'une source lumineuse 400. De manière générale, plus la taille de chaque pixel de LED diminue, plus sa résistance série augmente, et plus ce pixel est adapté à être piloté par une source de tension. Alternativement, le substrat comprenant les couches épithaxiées recouvrant au moins une partie de la surface du substrat est scié ou coupé en sources lumineuses élémentaires, chacune des sources lumineuses élémentaires ayant des caractéristiques similaires au niveau de leur résistance série interne.

L'illustration de la figure 4 montre également à titre d'exemple uniquement une connexion via 426 entre des couches de la source élémentaire 420. Selon le type de source élémentaire à semi-conducteur 420, de telles connexions sont nécessaires afin de d'assurer le fonctionnement de la source lumineuse. D'éventuels vias ont également un impact sur la résistance série interne de la source lumineuses 400.

Le mode de réalisation qui vient d'être décrit n'est pas limitatif et l'invention se rapporte à même titre à des types de sources lumineuses élémentaires à éléments semi-conducteurs impliquant d'autres configurations de couches semi-conductrices. Notamment les substrats, les matériaux semi-conducteurs des couches, l'agencement des couches, leurs épaisseurs et d'éventuels vias entre les couches peuvent être différents de l'exemple de la figure 4, pour autant que la structure des

couches semi-conductrices soit telle que la résistance série interne de la source lumineuse élémentaire qui en résulte soit d'au moins 1 Ohm, et de préférence d'au moins 5 ou 10 Ohm, ou encore comprise entre 1 et 100 Ohm.

- 5 L'étendue de la protection est définie par les revendications suivantes.

Revendications

1. Source lumineuse (100, 200, 300, 400) destinée à être alimentée par une source de tension, la source lumineuse comprenant un montage en parallèle d'au moins deux branches (110, 210, 310), chaque branche comprenant au moins une source lumineuse élémentaire à élément semi-conducteur électroluminescent (120, 220, 320, 420), dans laquelle chacune des sources lumineuses élémentaires (120, 220, 320, 420) est caractérisée par une résistance série interne identique d'au moins 1 Ohm, la résistance série étant déterminée par la structure des couches semi-conductrices comprises dans les sources lumineuses élémentaires, et en ce que les sources lumineuses élémentaires font partie d'un composant monolithique, dans lequel les couches semi-conductrices des sources lumineuses élémentaires sont disposées sur un substrat commun.
5
2. Source lumineuse selon la revendication 1, caractérisée en ce que chaque branche (110, 210, 310) du montage comprend un montage en série d'une pluralité de sources lumineuses élémentaires (120, 220, 320).
10
3. Source lumineuse selon une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que au moins une partie des branches (210, 310) du montage comprend un dispositif interrupteur (222, 322) monté en série avec les sources lumineuses élémentaires (220, 320), du côté bas de la branche.
15
4. Source lumineuse selon la revendication 3, caractérisée en ce que le dispositif interrupteur (222, 322) comprend un transistor à effet de champ à grille métal-oxyde, MOSFET, à canal N.
20
5. Sources lumineuse selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la résistance série interne des sources lumineuses élémentaires est déterminée par l'épaisseur des couches semi-conductrices, leur étendue, des connexions « vias » entre les couches, ou par une combinaison de ces facteurs.
25
6. Source lumineuse selon une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les résistances série internes de chacune des sources lumineuses élémentaires (120, 220, 320, 420) sont identiques et comprises entre 1 et 100 Ohm.
30

7. Source lumineuse selon une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que chacune des sources lumineuses élémentaires comprend une couche semi-conductrice dopée n d'une épaisseur entre 0.1 et 1 μm .
- 5 8. Source lumineuse selon une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que les sources élémentaires lumineuses sont disposées sur un substrat commun de manière à former une matrice de sources lumineuses élémentaires.
9. Source lumineuse selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chaque branche
10 du montage comprend un dispositif interrupteur, aucune des branches du montage ne comprenant un dispositif de régulation de courant électrique externe aux sources lumineuses élémentaires autre qu'un dispositif interrupteur.
10. Module lumineux (10) pour un véhicule automobile comprenant une source de tension
15 (330) reliée fonctionnellement à une source lumineuse (300), caractérisé en ce que la source lumineuse est conforme à une des revendications 1 à 9, et en ce que le niveau de tension électrique fourni par la source de tension à la source lumineuse est apte à l'alimentation de celle-ci.
- 20 11. Module lumineux selon la revendication 10, caractérisé en ce que la source lumineuse (300) est conforme à une des revendications 3 à 10, et en ce que le module (10) comprend une unité de commande (340) reliée fonctionnellement aux interrupteurs (322) de chaque branche (310) du montage de la source lumineuse, destinée à commander l'état d'ouverture de ceux-ci.
- 25 12. Procédé de fabrication de sources lumineuses élémentaires d'une source lumineuse selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que des couches épitaxiales semi-conductrices dopées P et N de toutes les sources lumineuses élémentaires sont produites de manière uniforme sur un substrat commun, de manière à ce qu'un courant électrique d'une
30 intensité uniforme parcourt les sources lumineuses élémentaires lorsqu'une tension électrique commune est appliquée à la source lumineuse.
13. Procédé de fabrication selon la revendication 12, caractérisé en ce que le dépôt des couches semi-conductrices dopées P et N est réalisé par un procédé d'épitaxie en phase vapeur aux
35 organométalliques (metal oxide chemical vapor deposition), MOCVD.

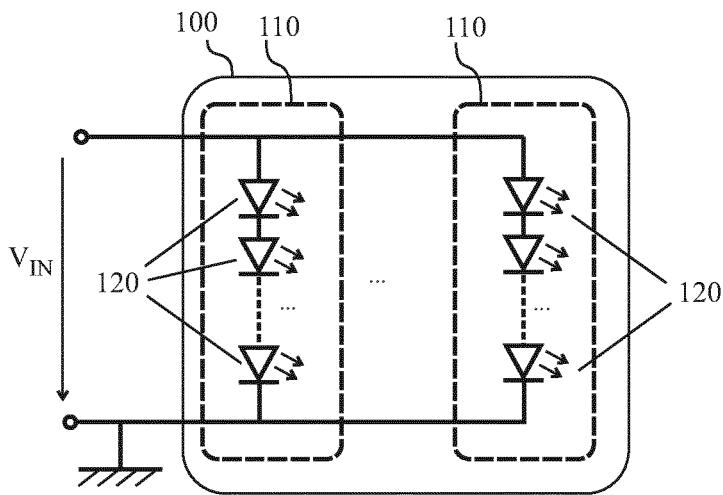


Fig. 1

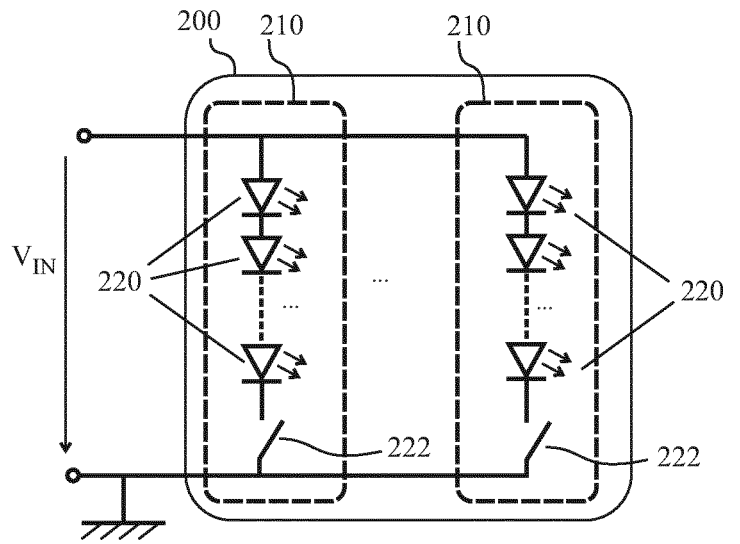


Fig. 2

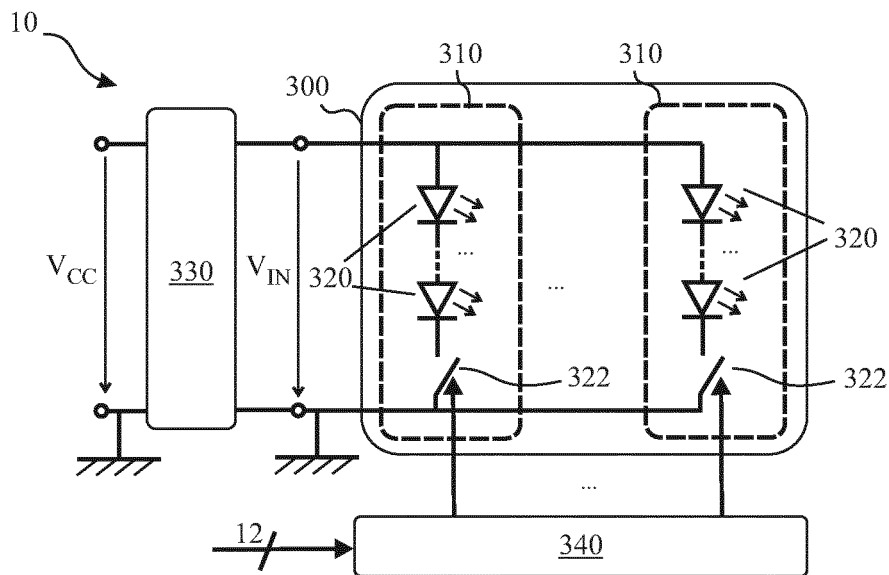


Fig. 3

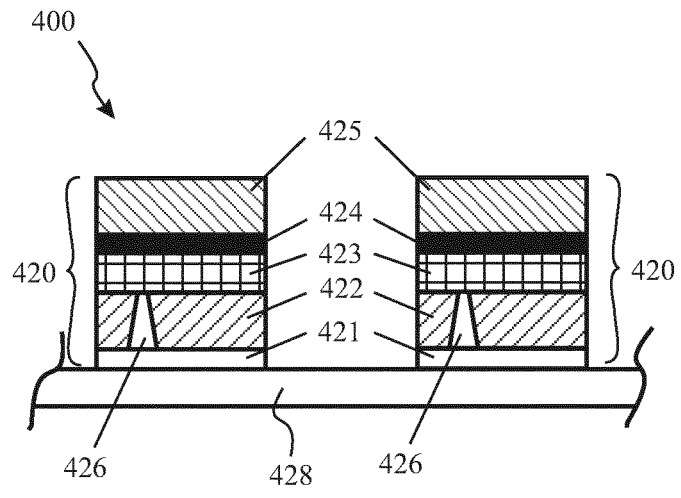


fig.4

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**

KWANG-HYUN JUNG ET AL: "Design and
Implementation of a Current-balancing
Circuit for LED Security Lights",
JOURNAL OF POWER ELECTRONICS,
vol. 12, no. 6,
20 novembre 2012 (2012-11-20), pages
869-877, XP055523671,
ISSN: 1598-2092, DOI:
10.6113/JPE.2012.12.6.869

EP 2 089 915 A2 (PANASONIC CORP [JP])
19 août 2009 (2009-08-19)

US 2015/228865 A1 (RHEE BYUNGJOON [KR])
13 août 2015 (2015-08-13)

WO 2011/099658 A1 (SEMICONLIGHT CO LTD
[KR]; PARK EUN HYUN [KR])
18 août 2011 (2011-08-18)

US 2013/020938 A1 (SEIF LOTHAR [FR])
24 janvier 2013 (2013-01-24)

US 2006/091786 A1 (CHAKRABORTY ARPAN [US]
ET AL) 4 mai 2006 (2006-05-04)

**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