

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 559 986

21 N° d'enregistrement national :

84 02371

51 Int Cl⁴ : H 05 B 33/02 // F 21 M 1/00.

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16 février 1984.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 34 du 23 août 1985.

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

71 Demandeur(s) : *ESTIVAL Hervé Jean Antoine.* — FR.

72 Inventeur(s) : Hervé Jean Antoine Estival.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) :

54 Procédé permettant d'obtenir des groupements de diodes électroluminescentes présentant des caractéristiques lumineuses constantes.

57 Procédé permettant d'obtenir des groupements de diodes électroluminescentes présentant des caractéristiques lumineuses constantes et reproductibles à partir de diodes du commerce possédant de très grandes dispersions.

Ces groupements sont constitués par une combinaison sélective de composants préalablement indentifiés en diagramme de rayonnement de façon à obtenir une sommation constante en intensité lumineuse pour chacune des directions du diagramme considérées.

Pour des groupements de couleurs différentes, le groupement sélectif correspond à des proportions relatives constantes.

Le procédé permet de modifier, si nécessaire, les caractéristiques lumineuses des diodes du commerce par retouche géométrique ou masquage local de la forme extérieure.

Une application pratique consiste à remplacer des projecteurs à lampes à incandescence de caractéristiques très dispersées et peu fiables par des projecteurs constitués par des groupements de diodes électroluminescentes moins fragiles et dont les caractéristiques ont été rendues convenables et précises grâce à l'utilisation de la présente invention.

FR 2 559 986 - A1

D

La présente invention concerne un procédé de combinaison et d'adaptation des diodes électro-luminescentes courantes permettant de les utiliser comme sources de lumière ayant des caractéristiques lumineuses précises et reproductibles.

- 5 L'utilisation des diodes électro-luminescentes comme sources de lumière (ou projecteurs) présente des avantages considérables par rapport aux traditionnelles lampes à incandescence :
- durée de vie et fiabilité améliorées,
 - évolution plus lente des caractéristiques,
- 10 - constance de la couleur, particulièrement lors de l'utilisation à niveau variable.

En revanche, elle soulève d'autres difficultés :

- puissance lumineuse unitaire relativement faible,
 - diagramme de rayonnement très variable avec les modèles et les
- 15 fabricants,
- dispersions très importantes sur l'intensité lumineuse et sur le diagramme de rayonnement pour un même modèle du même fabricant,
 - tolérances très larges de la tension d'alimentation correspondant à une intensité de courant donnée,
- 20 - éventail de couleurs limité aux modèles existants...

Si la première de ces difficultés est aisée à surmonter en groupant ou en utilisant un nombre suffisant d'éléments, les suivantes sont telles que l'utilisation des diodes électro-luminescentes courantes comme sources de lumière donne des résultats très dispersés et inadaptés pour des

25 applications nécessitant une précision reproductible. En particulier, si l'on combine des diodes de couleurs différentes afin d'obtenir une coloration intermédiaire, on obtient des plages de coloration variable. La présente invention a pour objet de donner un procédé simple mais très efficace permettant de résoudre tout ou partie de ces problèmes.

- 30 En analysant expérimentalement plusieurs lots de diodes électro-luminescentes déjà sélectionnées en catégories par leurs fabricants et correspondant à une même référence catalogue bien définie, on se rend compte qu'il existe un très grand nombre de dispersions possibles sur les paramètres fondamentaux qui peuvent caractériser ces diodes.

Les constatations ci-après portent successivement sur les points suivants :

- Intensité lumineuse comparée de diverses diodes.
- Diagramme de rayonnement.
- 5 - Intensité lumineuse en fonction de l'intensité de courant.
- Tension directe en fonction de l'intensité de courant
- Couleur.

En ce qui concerne l'intensité lumineuse et le diagramme de rayonnement comparés de diverses diodes d'un même lot de même référence fabricant, la figure 1 montre quelques exemples des caractéristiques rencontrées (pour simplifier, les valeurs sont supposées symétriques). On constate :

- que l'intensité lumineuse dans l'axe (0°) varie dans des proportions considérables ; pour le modèle choisi comme exemple, on a mesuré de 5,7 à 16,4 millicandelas pour une intensité de courant donnée.
- 15 - que le diagramme lumineux fait apparaître des répartitions très différentes ; en prenant le critère classique de l'angle total à mi-intensité, il varie dans le même exemple, de 35° à 63° .

Toutes les diodes correspondant à des modèles courants présentent, en pratique, des variations similaires plus ou moins importantes ; ces diodes utilisées telles qu'elles ne peuvent donc pas convenir pour des applications précises et homogènes.

Le procédé selon la présente invention afin de remédier à ces variations considérables est le suivant :

Si l'on appelle :

- 25 I_0 l'intensité lumineuse dans l'axe
- I_{θ_1} l'intensité lumineuse correspondant à un angle θ_1
- I_{θ_p} l'intensité lumineuse correspondant à un angle θ_p
- etc.

les caractéristiques recherchées pour un groupement devant comprendre un nombre n de diodes, destiné à constituer une source de lumière ou un projecteur,

- i_0 l'intensité lumineuse dans l'axe,
- i_{θ_1} l'intensité lumineuse correspondant à l'angle θ_1
- i_{θ_p} l'intensité lumineuse correspondant à l'angle θ_p
- 35 etc.

les caractéristiques relevées de chaque diode individuelle, le procédé consiste à retenir exclusivement pour constituer chaque groupement n diodes dont la somme des diagrammes lumineux correspond au diagramme lumineux final souhaité, autrement dit qui satisfont simultanément les

5 conditions suivantes :

$$i_0 \text{ (1}^\circ \text{ diode)} + i_0 \text{ (2}^\circ \text{ diode)} + \dots + i_0 \text{ (n}^{\text{ème}} \text{ diode)} = I_0$$

$$i_{\theta_1} \text{ (1}^\circ \text{ diode)} + i_{\theta_1} \text{ (2}^\circ \text{ diode)} + \dots + i_{\theta_1} \text{ (n}^{\text{ème}} \text{ diode)} = I_{\theta_1}$$

$$i_{\theta_p} \text{ (1}^\circ \text{ diode)} + i_{\theta_p} \text{ (2}^\circ \text{ diode)} + \dots + i_{\theta_p} \text{ (n}^{\text{ème}} \text{ diode)} = I_{\theta_p}$$

etc.

10 On obtient ainsi avec un angle zéro et deux angles θ , par ex., une précision qui dépend de la tolérance que l'on a fixé sur les valeurs I_0 , I_{θ_1} , I_{θ_2} .

En fonction du choix des angles θ_1 , θ_2 ,... on peut obtenir une superposition pratiquement parfaite des diagrammes de rayonnement de tous les

15 groupements répondant aux critères de sommation constante.

En pratique, pour simplifier les mesures d'identification et le processus de combinaisons sélectives, on peut souvent se contenter d'effectuer l'opération pour l'angle zéro et un seul angle θ , que l'on choisit comme suffisamment représentatif de l'application considérée.

20 Si la précision requise est plus faible, on peut ne retenir qu'une seule intensité lumineuse.

On peut aussi remplacer le paramètre intensité lumineuse, par une intensité lumineuse moyenne dans un angle solide déterminé (ce qui revient à mesurer un flux lumineux).

25 La recherche d'une sommation rigoureusement constante peut conduire en pratique à des difficultés de réalisation. On peut alors tenir compte du fait que l'oeil humain accepte assez facilement certains écarts relatifs pour affecter ces sommes de tolérances plus ou moins larges suivant le degré de perfection recherché.

30 Une tolérance déjà assez large de $\pm 10\%$, par exemple, conduit à des résultats pratiquement parfaits.

En ce qui concerne l'intensité lumineuse en fonction de l'intensité de courant, la figure 2 qui montre quelques exemples pris dans les mêmes lots, fait aussi apparaître une grande dispersion.

Si l'on fait une définition ou un réglage à une intensité de courant donnée, elles ne sont plus transposables avec certitude pour une autre intensité.

Il faut donc définir l'intensité de courant à laquelle on doit travailler,

5 ou, si nécessaire, plusieurs.

En ce qui concerne les caractéristiques tension-intensité de courant, les mesures faites n'ont pas révélé d'écarts très importants, mais les catalogues des fabricants donnent des limites impressionnantes ; par ex., typ : 1,7 V. max. : 2,1 V.

10 Dans la mesure où les caractéristiques du dispositif utilisé sont plus ou moins liées à la tension d'alimentation, il est également nécessaire de tenir compte de cette tolérance.

Une étude théorique géométrique complémentaire faite sur un modèle de diode de forme standard (cylindre à bout sphérique) a permis de faire

15 d'autres constatations qui confirment les mesures expérimentales et expliquent aisément que les différences ou simplement les tolérances de fabrication puissent affecter plus ou moins profondément les caractéristiques optiques. L'exploitation de cette étude a permis de mettre au point certains détails complémentaires.

20 Si l'on suppose (les approximations faites sont suffisantes pour le but recherché), que le cristal émetteur, muni éventuellement de son réflecteur, se comporte comme une source ponctuelle (S) par rapport au volume de matière enveloppe, et que la forme de ce volume soit parfaitement sphérique, on peut calculer très facilement les correspondances entre
25 l'angle φ du rayon lumineux interne issu du cristal et l'angle θ sous lequel il sort (tout au moins pour un milieu supposé transparent). (voir figure 3)

(les phénomènes observés, valables pour une diode claire (transparente) varient dans le même sens, mais sont très atténués avec des diodes

30 diffusantes).

Pour un indice de réfraction de ce milieu supposé égal à $n = 1,53$, on obtient le faisceau de courbes de la figure 4.

En prenant comme paramètre $k = \frac{CS}{r}$, qui peut être défini ici comme la distance relative du cristal (S) par rapport au centre de la sphère (C)

35 (et en ne considérant que les valeurs de k positives ; les valeurs négatives se traduisant par un effet divergent, sans intérêt pratique dans ce cas) on constate :

- qu'il y a deux zones distinctes de rayonnement :

la zone où la réfraction a lieu sur la surface sphérique,

la zone où la réfraction a lieu sur la surface cylindrique.

La zone de réfraction sur la surface cylindrique correspond à un faisceau
5 divergent, et l'intensité lumineuse correspondante diminue très rapide-
ment ; nous ne lui attacherons pas d'importance, ses effets pouvant être
considérés, ici, comme secondaires. Le point d'intersection de courbes
appartenant aux deux zones est dénommé point de transition.

- que pour $k = 0$ (cristal placé au centre de la sphère (C), tout se passe
10 (aux pertes de transmission et de réflexion près que l'on a aussi
négligées), comme si le cristal éclairait directement ($\theta = \varphi$)
(certains fabricants de diodes donnent le diagramme de rayonnement
comme lambertien)

- dès que k augmente, θ devient plus petit que φ , et cela est normal
15 puisque l'on a un système optique (dioptre) de plus en plus convergent.
L'intensité lumineuse (dans l'axe, par exemple) est ainsi augmentée.

- jusqu'à des valeurs de k de l'ordre de 0,6 à 0,7 environ, le rapport
des deux angles φ et θ reste pratiquement linéaire ; le diagramme de
rayonnement se déforme de façon continue en s'allongeant, puisque
20 l'angle θ correspondant au point de transition va en diminuant.

- dès que k atteint et dépasse certaines valeurs, au voisinage de 0,75,
on se rend compte qu'à une plage angulaire de plusieurs degrés du
faisceau φ (issu du cristal) correspond pratiquement un seul angle
émergent θ , ce qui se traduit par une concentration de lumière sous
25 forme d'anneaux très lumineux ; ce phénomène se remarque très facile-
ment sur certains modèles de diodes ; cela les rend impropres telles
qu'elles pour une utilisation comme source d'éclairage externe relative-
ment homogène.

La présente invention apporte une solution radicale à ce problème ; elle
30 consiste à supprimer les rayons "cumulatifs" par un masque correspondant à
la zone concernée. (figure 5)

- une variation relativement faible du coefficient k (correspondant à
quelques dixièmes de mm en pratique), entraîne une variation considé-
rable du faisceau émergent, donc de l'intensité lumineuse et du
diagramme de rayonnement. Il est donc nécessaire non seulement, de
35 choisir le " k " des diodes en fonction des performances attendues, mais
aussi d'en définir la variation limite admissible.

Dans le cas où les diodes disponibles dans le commerce ne permettent pas, soit de par leurs caractéristiques nominales, soit du fait de grandes tolérances, de procéder aux combinaisons sélectives précédemment décrites, et également dans le cas particulier où les diodes sont utilisées
5 individuellement (groupement $n = 1$), la présente invention apporte également une solution.

Elle consiste à modifier le "k" des diodes pour en changer le diagramme de rayonnement à volonté, en éloignant ou en rapprochant le centre de la sphère du cristal par adjonction ou suppression de matière transparente,
10 par exemple par surmoulage ou réusinage. (fig. 6 et fig. 7)

D'une manière similaire, la présente invention permet aussi d'obtenir des faisceaux non de révolution, en remplaçant la sphère d'extrémité de la diode par une surface possédant deux rayons de courbure principaux différents.

15 En ce qui concerne les caractéristiques colorimétriques, les diodes électro-luminescentes sont pratiquement des sources monochromatiques que l'on peut situer par des points repérés A, B, C dans le texte qui suit, sur le diagramme chromatique de la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)

20 En utilisant les principes de base de la colorométrie,

- si l'on associe deux diodes A et B et que l'on fasse varier les proportions relatives, on peut obtenir toutes les couleurs de la droite AB.

- si l'on associe trois diodes A, B, C, on peut obtenir toutes les
25 couleurs du triangle ABC.

- si l'on associe n diodes, on peut obtenir toutes les couleurs contenues dans le polygône correspondant.

On peut ainsi obtenir théoriquement toutes les couleurs correspondant au polygône formé par l'ensemble des diodes de toutes couleurs que l'on peut
30 trouver dans le commerce (bleu, vert, jaune, orangé, rouge, plus ou moins différents, suivant les fabricants).

Mais en pratique, si l'on groupe des diodes de couleurs différentes, on obtient généralement des plages colorées non homogènes. Il est nécessaire, pour obtenir une certaine uniformité, que les diagrammes de rayonne-
35 ment correspondant à chacune des diodes utilisées (ou à chaque groupe de diodes de la même couleur) soient suffisamment semblables, ce qui peut se traduire, par exemple, pour une diode rouge combinée avec une diode jaune par les relations :

- 7 -

$$i_0 \text{ (rouge)} = K \times i_0 \text{ (jaune)}$$

$$i_{\theta_1} \text{ (rouge)} = K \times i_{\theta_1} \text{ (jaune)}$$

$$i_{\theta_p} \text{ (rouge)} = K \times i_{\theta_p} \text{ (jaune)}$$

etc.

- 5 avec le même processus de simplifications éventuelles décrites pour les opérations de sommations faisant l'objet de paragraphes précédents (réduction du nombre de directions, flux lumineux moyen, affectation de tolérances...)

Deux exemples d'application selon l'invention sont cités ci-après :

- 10 - Remplacement de petits projecteurs à lampe à incandescence avec filtre coloré, dont les caractéristiques sont très variables et la fiabilité douteuse par de mini-boîtiers groupant plusieurs diodes électro-luminescentes de fiabilité bien meilleure et qui grâce au procédé décrit, possèdent des caractéristiques fidèles et reproductibles.
- 15 Ces projecteurs peuvent être utilisés pour l'éclairage externe de tableaux de bord.
- Instrument composé de diodes électro-luminescentes de couleurs différentes disposées de façon à éclairer uniformément une plage témoin ; un réglage relatif des différentes intensités de courant de chaque diode
- 20 permet de parcourir de façon continue et progressive tout le diagramme CIE du polygone représentatif ; cet instrument peut servir d'étalon chromatique permettant de vérifier très rapidement l'étalonnage de spectro-photomètres, aussi bien en intensité lumineuse, qu'en coordonnées trichromatiques.

REVENDEICATIONS

1) Procédé d'obtention de groupements de diodes électro-luminescentes caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- a) Choix d'un ou plusieurs modèles de diodes électro-luminescentes répondant le mieux possible aux dimensions, à la couleur, à la puissance
5 lumineuse, au diagramme de rayonnement et à la tension souhaitées, compte tenu du nombre n de composants compatible avec les possibilités de groupement recherchées.

- b) identification par mesure individuelle de ces composants en intensité lumineuse correspondant à certaines directions angulaires ou angles soli-
10 des considérés comme représentatifs de l'utilisation envisagée ; cette identification est faite pour une ou plusieurs intensités de courant, également les plus représentatives ; le choix et le nombre des points de mesure sont fonction de la précision à obtenir.

- c) combinaison sélective du nombre n défini en a) de composants donnant
15 pour chaque intensité de courant considérée, des sommations pratiquement constantes en intensité lumineuse pour chacune des directions angulaires ou angles solides ayant servi à l'identification, ce procédé permettant ainsi d'obtenir des groupements de diodes électro-luminescentes ayant des caractéristiques lumineuses précises et reproductibles.

20 2) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte en plus la combinaison sélective de sous-ensembles de couleurs différentes donnant des proportions constantes en diagramme lumineux, dans le cas où l'on travaille sur des groupements comportant un mélange de couleurs ; le choix et le nombre de directions angulaires ou angles solides considérés
25 étant alors fonction du degré d'homogénéité de la couleur finale à obtenir.

3) Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisé par la retouche géométrique externe des diodes électro-luminescentes par adjonction ou suppression de matière transparente permettant de modifier les caractéris-
tiques lumineuses lorsque les diodes trouvées dans le commerce ne sont pas
30 susceptibles de convenir telles qu'elles.

4) Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisé par la modification géométrique externe des diodes électro-luminescentes par adjonction ou suppression de matière transparente suivant une surface à rayons de courbure différents permettant d'obtenir des faisceaux lumineux non de
5 révolution.

5) Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisé par un masquage de la zone externe correspondant aux rayons lumineux cumulatifs permettant d'éviter le phénomène d'anneaux lumineux concentrés.

6) Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisé par une sélection
10 complémentaire en tension correspondant aux intensités de courant choisies, permettant ainsi une meilleure reproductibilité des caractéristiques électriques.

1/1

