

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 879 025**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **04 52891**

51) Int Cl⁸ : H 01 L 51/54 (2006.01), H 01 L 51/56, G 02 B 1/11,
G 09 F 13/22

12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22) Date de dépôt : 07.12.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.06.06 Bulletin 06/23.

56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71) Demandeur(s) : THOMSON LICENSING S.A. Société
anonyme — FR.

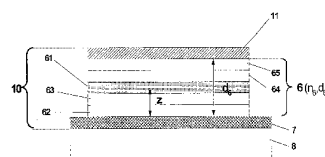
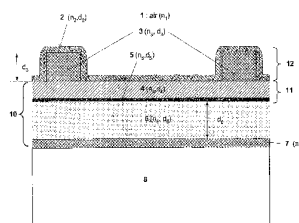
72) Inventeur(s) : FERY CHRISTOPHE et HAAS GUN-
THER.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : THOMSON.

54) **DIODE ORGANIQUE ELECTROLUMINESCENTE ET PANNEAU DE DIODES A COUCHE ANTI-REFLET FAVORISANT L'EXTRACTION DE LUMIERE.**

57) La diode comprend une couche organique électroluminescente (6), intercalée entre une électrode inférieure et une électrode supérieure partiellement transparente et semi-réfléchissante, qui comprend elle-même une sous-couche conductrice transparente (4) et une sous-couche métallique (3) de répartition du courant, par exemple une grille opaque; une couche diélectrique anti-reflet (2) est déposée sur la grille pour améliorer le contraste d'émission en lumière ambiante, qui, selon une variante avantageuse, est adaptée pour optimiser les propriétés semi-réfléchissantes de l'électrode supérieure, ce qui permet d'améliorer par effet de cavité optique, l'extraction de lumière émise.



FR 2 879 025 - A1



L'invention concerne une diode organique électroluminescente susceptible d'émettre de la lumière, comprenant :

- un substrat,
- une couche organique électroluminescente intercalée entre une 5 électrode inférieure et une électrode supérieure partiellement transparente comprenant une sous-couche conductrice transparente qui est continue et d'épaisseur homogène et une sous-couche métallique opaque de répartition du courant qui présente des fenêtres pour le passage de la lumière émise par la couche électroluminescente,
- 10 - et une couche diélectrique transparente anti-reflet en contact, par sa face externe, avec un milieu, généralement de l'air, et, par sa face interne, avec ladite sous-couche conductrice transparente et ladite sous-couche métallique opaque.

Il s'agit donc d'une diode dite à émission vers le haut (c'est à dire émettant 15 à l'opposé du substrat). De telles diodes peuvent être à structure classique, auquel cas l'électrode supérieure est une cathode, ou à structure dite inverse, auquel cas l'électrode supérieure est une anode.

L'électrode supérieure de cette diode est donc au moins bi-couche : une sous-couche principale conductrice transparente assure une répartition 20 homogène des charges électriques vers la couche électroluminescente, de manière à créer un champ électrique uniforme dans l'épaisseur de cette couche, et une sous-couche opaque de répartition du courant, par exemple une grille métallique qui sert essentiellement à renforcer la conductivité de l'électrode supérieure et entre les barreaux de laquelle la lumière émise dans la 25 couche électroluminescente peut passer.

L'invention concerne également les réseaux de ces diodes, notamment ceux qui forment des panneaux d'éclairage ou d'affichage, notamment d'images.

La réflexion de la lumière ambiante sur la sous-couche opaque de 30 répartition du courant, par exemple sur les barreaux de la grille précédemment citée, dégrade fortement le contraste d'émission de la diode en lumière ambiante. L'application d'une couche anti-reflet d'épaisseur homogène, c'est à dire en « pleine couche », sur l'ensemble de la surface active de la diode

permet de résoudre ce problème mais cette couche anti-reflet risque alors de dégrader la transparence globale de l'électrode supérieure et, par conséquent, le rendement lumineux de la diode.

Un but de l'invention est d'apporter un compromis optimum entre la
5 fonction anti-reflet d'une telle couche au niveau des zones opaques de l'électrode supérieure et la transparence globale de l'électrode supérieure de manière à garantir les meilleures performances d'extraction de la lumière émise par la diode au travers de cette électrode.

A cet effet, l'invention a pour objet une diode organique
10 électroluminescente susceptible d'émettre de la lumière, comprenant :

- un substrat,

- une couche organique électroluminescente susceptible d'émettre de la lumière, intercalée entre une électrode inférieure et une électrode supérieure partiellement transparente, qui sont adaptées pour faire passer un courant au
15 travers de la couche organique électroluminescente et provoquer ainsi une émission de lumière au sein de cette couche,

- ladite électrode supérieure comprenant une sous-couche conductrice transparente d'épaisseur approximativement homogène et une sous-couche métallique de répartition du courant qui se répartit en zones opaques entre
20 lesquelles des épargnes dans cette sous-couche forment des fenêtres pour le passage de la lumière émise par la couche électroluminescente,

- et une couche diélectrique transparente anti-reflet d'épaisseur approximativement homogène, en contact, par sa face externe, avec un milieu, généralement de l'air, et, par sa face interne, avec ladite sous-couche
25 conductrice transparente et ladite sous-couche métallique opaque,

- caractérisé en ce que le matériau et l'épaisseur de ladite couche diélectrique anti-reflet sont choisis avec le matériau de ladite sous-couche métallique de répartition du courant de manière à ce que la réflectance desdites zones opaques, mesurée en incidence normale à une longueur d'onde λ_{amb} ,
30 proche de 550 nm, soit inférieure à 0,1.

L'électrode inférieure est donc elle-même intercalée entre le substrat et la couche électroluminescente.

La sous-couche conductrice transparente de l'électrode supérieure est généralement à base d'oxyde semi-conducteur comme l'ITO (« Indium Tin Oxide »). On peut également utiliser une sous-couche métallique d'épaisseur très faible. Elle recouvre l'ensemble de la surface active de la diode et ne présente normalement pas de trous. Son épaisseur est généralement constante sur l'ensemble de la surface active de la diode.

La sous-couche métallique de répartition du courant présente au contraire de nombreux trous ou épargnes pour le passage de la lumière ; son épaisseur n'est donc pas uniforme sur toute la surface active de la diode ; entre ces « fenêtres », l'épaisseur de cette sous-couche métallique est suffisamment importante pour s'opposer au passage de la lumière ; sur ces zones opaques, la lumière émise ou la lumière ambiante est en général réfléchie.

La couche diélectrique transparente anti-reflet est en contact, par sa face interne, d'une part avec la sous-couche métallique de répartition du courant à l'endroit des zones opaques, d'autre part avec la sous-couche conductrice transparente au travers des fenêtres de la sous-couche métallique.

La valeur de la longueur d'onde λ_{amb} correspond à la longueur d'onde approximative du maximum d'émission de la lumière ambiante, en tenant compte de la sensibilité spectrale de l'œil humain.

L'électrode supérieure est seulement partiellement transparente, parce qu'à l'endroit des zones opaques où la sous-couche métallique de répartition du courant recouvre la sous-couche conductrice transparente, la lumière émise par la couche électroluminescente est absorbée ou réfléchie par cette électrode. Ces zones de recouvrement sont donc des zones opaques.

A l'inverse, la lumière émise par la couche électroluminescente traverse l'électrode supérieure par les fenêtres ou trous ménagés entre les zones opaques de la sous-couche métallique de répartition du courant. La conductivité surfacique de cette sous-couche métallique est, à l'endroit de ces zones opaques, de préférence au moins 10 fois supérieure à celle de la sous-couche conductrice transparente sous-jacente, de manière à assurer efficacement la répartition du courant circulant dans l'électrode.

Selon l'invention, la couche diélectrique transparente apporte donc une fonction anti-reflet optimale à la surface réfléchissante de la sous-couche

conductrice opaque de répartition du courant, vis à vis de la lumière ambiante. On améliore donc le contraste d'émission de la diode en lumière ambiante.

De préférence, si n_1 est l'indice optique dudit milieu à la longueur d'onde λ_{amb} , le matériau d'indice $n_2(\lambda_{amb})$ mesuré à la longueur d'onde λ_{amb} , et l'épaisseur d_2 de ladite couche diélectrique anti-reflet sont choisis avec le matériau d'indice \tilde{n}_3 de ladite sous-couche métallique de répartition du courant, qui est mesuré à la même longueur d'onde λ_{amb} et qui est défini par son argument n_3 et sa phase Φ de sorte que $\tilde{n}_3 = n_3 e^{i\Phi}$, de manière à satisfaire approximativement la relation :

$$10 \quad \bullet \quad n_2(\lambda_{amb}) = \frac{\sqrt{-(n_1 \cos(\phi) - n_3 + n_3 \sin^2(\phi))n_3 n_1 (n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1) - (n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1)}}{- (n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1)}$$

Grâce aux choix des matériaux notamment de la couche anti-reflet et de la couche de répartition du courant, on obtient alors une réflectivité faible ou très faible de la lumière ambiante sur les zones opaque de l'électrode supérieure, ce qui améliore sensiblement le contraste d'émission de la diode en lumière ambiante.

En outre, et pour compléter la fonction anti-reflet, de préférence, le matériau d'indice $n_2(\lambda_{amb})$ mesuré à une longueur d'onde λ_{amb} proche de 550 nm, et l'épaisseur d_2 de ladite couche diélectrique anti-reflet sont choisis de manière à satisfaire approximativement la relation :

$$20 \quad \bullet \quad d_2 = \frac{\lambda_{amb}}{4n_2(\lambda_{amb})} \left(p - \frac{\Phi_{2-3}}{\pi} \right)$$

où p est un entier pair quelconque, où Φ_{2-3} est le déphasage d'un rayon de lumière de longueur d'onde λ_{amb} après réflexion à l'interface entre la couche diélectrique anti-reflet et la sous-couche métallique de répartition du courant.

L'équation donnant la valeur de d_2 exprime ici des interférences destructrices de la lumière ambiante au sein de la couche diélectrique anti-reflet.

Grâce à cette épaisseur de la couche anti-reflet, on obtient alors une réflectivité faible ou très faible de la lumière ambiante sur l'électrode supérieure, ce qui améliore encore le contraste d'émission de la diode en lumière ambiante.

De préférence, le matériau de ladite couche diélectrique anti-reflet et le matériau de ladite sous-couche métallique de répartition du courant, sont respectivement :

- soit le nitrure de silicium et le tantale,
- 5 - soit l'oxyde de titane et l'un parmi le nickel, le chrome, le titane ou le vanadium.
- soit le séléniure de zinc et l'un parmi le nickel, le chrome, le titane ou le vanadium.

De préférence, la diode comprend également une couche inférieure
10 réfléchissante adaptée pour réfléchir ladite lumière émise, qui est intercalée entre ledit substrat et ladite couche organique électroluminescente ou qui est intégrée au substrat.

Grâce à cette couche inférieure réfléchissante, on améliore sensiblement l'extraction de lumière émise et le rendement lumineux de la diode.

15 De préférence, cette couche inférieure réfléchissante est partie intégrante de l'électrode inférieure ; elle est alors généralement métallique et opaque.

Selon d'autres variantes possibles :

- cette couche inférieure réfléchissante est intercalée entre le substrat et l'électrode inférieure, qui est alors transparente ou semi-transparente.
- 20 - cette couche inférieure réfléchissante est intercalée entre l'électrode inférieure et la couche organique électroluminescente.
- cette couche inférieure réfléchissante est partie intégrante du substrat ; dans le cas d'un substrat formé par une matrice active, la couche inférieure réfléchissante peut être formée par l'une des couches de la matrice active.

25 Cette couche inférieure réfléchissante peut être en matériau diélectrique, et présenter une structure multicouche (réflecteur de Bragg).

De préférence, la diode comprend en outre une couche supérieure semi-réfléchissante adaptée pour réfléchir partiellement ladite lumière émise, qui est intercalée entre ladite couche organique électroluminescente et l'électrode
30 supérieure, et/ou qui est intégrée à cette électrode supérieure.

La couche supérieure semi-réfléchissante peut comprendre la sous-couche métallique de répartition du courant, les zones opaques servant alors de réflecteurs vers la couche électroluminescente.

L'électrode supérieure elle-même, ou une sous-couche qui la compose, peut former cette couche supérieure semi-réfléchissante. Dans le cas où la couche organique électroluminescente comprend des sous-couches organiques fortement dopées comme illustré dans les documents EP0498979 ou
5 EP1017118, la sous-couche conductrice transparente est de préférence métallique et forme elle-même avantageusement la couche supérieure semi-réfléchissante. Dans les autres cas, l'électrode supérieure peut également comprendre une sous-couche d'injection de charges, intercalée entre la couche organique électroluminescente et la sous-couche conductrice transparente, qui
10 sert de couche supérieure semi-réfléchissante.

Dans ces autres cas, si l'électrode supérieure est une cathode, on choisit un métal à faible fonction de travail, comme le calcium ; on peut également utiliser un mélange du type LiF + Al ; si l'électrode supérieure est une anode, on choisit un métal à fonction de travail élevée, comme l'argent ou l'or.

15 L'électrode supérieure peut comprendre une sous-couche de barrière de diffusion qui est intercalée entre la couche organique électroluminescente et la sous-couche conductrice transparente ; cette sous-couche de barrière de diffusion est destinée à empêcher la diffusion de composants de l'électrode supérieure dans la couche organique électroluminescente, de manière à en
20 empêcher la dégradation ; avantageusement, cette sous-couche de barrière de diffusion sert également de couche supérieure de réflexion ; de préférence, on utilise l'argent pour cette sous-couche.

De préférence, la couche inférieure réfléchissante et la couche supérieure semi-réfléchissante délimitent une cavité optique pour la lumière émise par la
25 couche organique électroluminescente, et la distance d_6 entre ces couches délimitant cette cavité est adaptée pour obtenir des interférences constructives de la lumière émise au sein de cette cavité.

Ces interférences constructives favorisent avantageusement l'extraction de la lumière émise au travers de l'électrode supérieure, ce qui améliore le
30 rendement lumineux de la diode.

De préférence, ladite distance d_6 satisfait alors approximativement la relation suivante :

$$\bullet \quad d_6 = \frac{\lambda}{2n_6} \left(q - \frac{\phi_{\text{tot}}}{2\pi} \right)$$

- où q est un entier quelconque,

- où λ est une longueur d'onde proche d'un maximum d'émission de la lumière émise, et n_6 est l'indice moyen de la couche organique électroluminescente à cette longueur d'onde λ ,

- et où ϕ_{tot} est le déphasage total d'un rayon de lumière émise, après réflexion par la couche inférieure réfléchissante et par la couche supérieure semi-réfléchissante.

Selon une variante concernant la couche supérieure semi-réfléchissante, l'indice n_2 mesuré à la longueur d'onde λ et l'épaisseur d_2 de ladite couche diélectrique anti-reflet, l'indice n_4 mesuré à la longueur d'onde λ et l'épaisseur d_4 de ladite sous-couche conductrice transparente, et, le cas échéant, l'indice n_5 mesuré à la longueur d'onde λ et l'épaisseur d_5 de ladite couche supérieure semi-réfléchissante sont choisis en combinaison de manière à ce que la réflectance de l'empilement desdites couches et sous-couche, mesurée à cette longueur d'onde λ en incidence normale, soit maximum.

La couche diélectrique anti-reflet et la sous-couche conductrice transparente coopèrent alors à la fonction réfléchissante de la couche supérieure semi-réfléchissante, au point qu'il n'est parfois pas besoin de couche supérieure semi-réfléchissante spécifique.

Selon une autre variante concernant la couche supérieure semi-réfléchissante, cette couche peut comprendre une structure diélectrique multicouche (réflecteur de Bragg) telle que décrite dans le document US2003-184982 qui est déposée sur l'électrode supérieure. Cette structure multicouche peut servir à l'encapsulation de la diode, comme illustré dans le document WO03-052842.

En augmentant ainsi l'effet de cavité optique, on renforce encore les interférences constructives dans cette cavité et on améliore l'extraction de la lumière émise et le rendement lumineux de la diode.

En pratique, ayant choisi le matériau de la sous-couche conductrice transparente en fonction de critères de conductivité et de transparence, le matériau et l'épaisseur de la couche supérieure semi-réfléchissante en fonction

de critères de performances d'injection de charges et de barrière de diffusion dans la couche organique électroluminescente, on détermine l'épaisseur de la sous-couche conductrice transparente de manière à obtenir le maximum de réflectivité, en incidence normale, de la lumière émise dans la couche organique électroluminescente sur l'interface avec la couche supérieure semi-réfléchissante.

De préférence, ladite couche inférieure réfléchissante est à l'interface entre ladite électrode inférieure et ladite couche organique électroluminescente et en ce que ladite couche supérieure semi-réfléchissante est à l'interface entre ladite électrode supérieure et ladite couche organique électroluminescente.

Dans ce cas, chaque électrode a une fonction réfléchissante.

La distance d_6 correspond alors à l'épaisseur de la couche organique électroluminescente entre les électrodes ; l'équation fixant ci-dessus la valeur approximative de d_6 exprime des interférences constructives de la lumière émise dans la cavité optique délimitée ici par l'électrode inférieure et par l'électrode supérieure.

De préférence, la distance séparant la couche organique électroluminescente de la couche inférieure réfléchissante est adaptée pour obtenir des interférences constructives entre ladite lumière émise et la lumière réfléchi sur cette couche inférieure réfléchissante.

De préférence, ladite couche organique électroluminescente comprend alors une sous-couche organique émissive et au moins une sous-couche organique inférieure non-émissive qui est intercalée entre ladite couche inférieure réfléchissante et ladite sous-couche émissive, et l'épaisseur de la ou des sous-couches organiques inférieures non-émisives est/sont adaptée(s) pour que la distance z séparant le centre de ladite sous-couche organique émissive de ladite couche inférieure réfléchissante satisfasse approximativement la relation :

$$\bullet \quad z = \frac{\lambda}{2n_6} \left(r - \frac{\phi_{mf}}{2\pi} \right)$$

- r est un entier quelconque ;

- où λ est ladite longueur d'onde λ proche d'un maximum d'émission de la lumière émise, et n_0 est l'indice moyen de la couche organique électroluminescente à cette longueur d'onde,

- où ϕ_{int} est le déphasage d'un rayon de lumière émise, après réflexion par
5 la couche inférieure réfléchissante.

Le centre de la sous-couche organique émissive correspond à un niveau dans cette sous-couche approximativement équidistant de la face inférieure et de la face supérieure de cette sous-couche.

Généralement, la ou les sous-couches organiques inférieures non
10 émissives sont adaptées pour l'injection et/ou le transport de porteurs d'un premier genre ; la couche organique électroluminescente comprend alors de préférence également au moins une sous-couche organique supérieure non-émissive qui est intercalée entre l'électrode supérieure et ladite sous-couche émissive, et qui est de préférence adaptée pour l'injection et/ou le transport de
15 porteurs d'un second genre. Les genres de porteur correspondent à électron et trou

L'invention a également pour objet un panneau de visualisation d'images ou d'éclairage comprenant une pluralité de diodes selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ces diodes sont supportées
20 par le même substrat.

De préférence, l'électrode supérieure est alors commune à la pluralité de ces diodes. La sous-couche conductrice transparente de cette électrode s'étend alors sur l'ensemble de la surface active du panneau.

De préférence, la sous-couche conductrice opaque de l'électrode
25 supérieure commune forme une grille de répartition du courant sur cette électrode.

En résumé des principales caractéristiques ci-dessus, l'invention a pour objet une diode organique électroluminescente et un panneau comprenant un réseau de ces diodes ; cette diode comprend une couche organique
30 électroluminescente, intercalée entre une électrode inférieure et une électrode supérieure partiellement transparente et semi-réfléchissante, qui comprend elle-même une sous-couche conductrice transparente et une sous-couche métallique de répartition du courant, par exemple une grille opaque ; une

couche diélectrique anti-reflet est déposée sur la grille pour améliorer le contraste d'émission en lumière ambiante, qui, selon une variante avantageuse, est adaptée pour optimiser les propriétés semi-réfléchissante de l'électrode supérieure, ce qui permet d'améliorer par effet de cavité optique, l'extraction de
5 lumière émise.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, et en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- 10 - la figure 1 est une coupe schématique de l'ensemble d'une diode selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une coupe détaillée de l'empilement des sous-couches organiques de la diode selon la figure 1, entre l'électrode inférieure et l'électrode supérieure.
- 15 - la figure 3 décrit l'évolution du minimum de réflectivité d'un métal en fonction de l'indice « théorique » du matériau d'une couche diélectrique recouvrant ce métal pour assurer une fonction anti-reflet : chaque courbe illustre cette évolution pour un métal différent : Ta, Cr, Ti, Ni et V.
- 20 - la figure 4 représente la variation de la réflectance d'un empilement d'une sous-couche de 15 nm de calcium, d'une sous-couche d'ITO d'épaisseur d_4 et d'une couche diélectrique de 27 nm d'oxyde de titane en fonction de l'épaisseur d_4 de la couche d'ITO (en nm) utilisées en couches ou sous-couches supérieures dans la diode selon le premier mode de réalisation ; chaque courbe illustre cette variation pour une
25 longueur d'onde différente : 636 nm pour la courbe R, 516 nm pour la courbe G et 452 nm pour la courbe B ;
- 30 - la figure 5 représente la variation de l'intensité lumineuse (unités arbitraires) de la diode selon le premier mode de réalisation en fonction de la valeur de l'épaisseur d_6 (nm) de la couche organique de cette diode ; chaque courbe illustre cette variation pour une couleur d'émission différente : rouge pour la courbe R, verte pour la courbe G et bleue pour la courbe B ;

- 5 - la figure 6 représente la variation de la réflectance d'un empilement d'une sous-couche de 15 nm de calcium, d'une sous-couche d'oxyde de titane d'épaisseur d_4 et d'une couche diélectrique de 27 nm d'oxyde de titane en fonction de l'épaisseur d_4 de la sous-couche d'oxyde de titane (en nm) utilisées en couches ou sous-couches supérieures dans la diode selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; chaque courbe illustre cette variation pour une longueur d'onde différente : 636 nm pour la courbe R, 516 nm pour la courbe G et 452 nm pour la courbe B ;
- 10 - la figure 7 représente la variation de l'intensité lumineuse (unités arbitraires) de la diode selon le deuxième mode de réalisation en fonction de la valeur de l'épaisseur d_6 (nm) de la couche organique de cette diode ; chaque courbe illustre cette variation pour une couleur d'émission différente : rouge pour la courbe R, verte pour la courbe G et bleue pour la courbe B ;

15 On va maintenant décrire un **premier mode de réalisation** d'une diode ou d'un réseau de diodes selon l'invention, avec quelques variantes non limitatives, ainsi que quelques étapes de sa fabrication, en se référant notamment aux figures 1 et 2.

20 On part d'un substrat 8, par exemple une plaque de verre ou une matrice active comprenant des circuits de commande de diode. Ce substrat est doté d'une électrode ou d'un réseau d'électrodes inférieures métalliques réfléchissantes 7 destinées à servir de cathodes, chaque électrode étant reliée, le cas échéant, à une sortie d'un circuit de commande du substrat. La couche inférieure d'électrode(s) inférieure(s) est ici en aluminium ou en chrome. Son épaisseur est d'environ 0,1 μm .

Sur cette couche inférieure d'électrode(s) réfléchissante(s) 7, on dépose d'une manière connue en elle-même une couche organique électroluminescente 6 formée de l'empilement suivant, décrit à la figure 2 :

- 30 - une sous-couche 62 de 4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen) dopée au césium pour l'injection et le transport d'électrons, d'épaisseur d_{62} déterminée ultérieurement ;

- une sous-couche 63 de 4,7-diphényl-1,10-phenanthroline (BPhen) d'environ d'épaisseur $d_{63} = 10$ nm, pour le blocage des trous ;
- une sous-couche émissive 61 d'épaisseur $d_{61} = 20$ nm, adaptée pour émettre de la lumière lorsqu'elle est traversée par un courant, par exemple de la lumière rouge, verte, bleue ou blanche ; l'émittance de cette sous-couche présente un maximum pour une longueur d'onde λ ;
- une sous-couche 64 de spiro-bifluorène de 2,2',7,7'- tetrakis(N,N-di-phényl-amine)-9,9' (Spiro-TAD) d'épaisseur $d_{64} = 10$ nm, pour le blocage des électrons ;
- 10 - et une sous-couche 65 de spiro-bifluorène de 2,2',7,7'-tetrakis(N,N-di-méthyl-phényl-amine)-9,9' (Spiro m-TTB) dopée avec un dopant de type p, comme du F4-TCNQ (tetrafluoro-tetracyano-quino-dimethane pour l'injection et le transport des trous et d'épaisseur d_{65} déterminée ultérieurement.

On dépose ensuite une couche supérieure semi-réfléchissante 5 d'argent d'épaisseur $d_5 = 15$ nm environ ; cette couche assure avantageusement une barrière contre la diffusion des atomes des couches supérieures, qui protège la couche organique électroluminescente 6 contre des risques de dégradation.

Pour former la couche d'électrode supérieure 11 qui sert ici d'anode, on dépose :

- 20 - une sous-couche 4 pleine, c'est à dire sans trous volontairement pratiqués, d'oxyde mixte d'indium et d'étain (ITO) qui est semi-transparente et conductrice, d'épaisseur d_4 qui sera précisée ultérieurement ;
- une sous-couche métallique opaque 3 de répartition du courant formée d'un réseau de barreaux métalliques parallèles ménageant entre eux des ouvertures importantes ou fenêtres pour le passage de la lumière émise par la couche électroluminescente 6 ; chaque barreau présente une épaisseur d_3 , ici égale ou supérieure à 100 nm ; l'épaisseur d_3 est établie, selon le métal choisi, pour obtenir une conductivité surfacique au moins 10 fois supérieure à celle de la sous-couche 4 en ITO, de manière à assurer efficacement la répartition du courant circulant dans l'électrode ; le matériau métallique des barreaux présente un indice \tilde{n}_3 mesuré à la longueur d'onde λ_{amb} correspondant approximativement au maximum de sensibilité spectrale de l'œil, c'est à dire environ 550 nm.

Sur la couche d'électrode supérieure 11, on dépose ensuite une couche diélectrique transparente 2 d'indice $n_2(\lambda_{amb})$ mesuré à la longueur d'onde λ_{amb} ; cette couche est continue et d'épaisseur homogène d_2 ; elle ne présente pas de trous sauf par suite de défauts. Cette couche, destinée à assurer une fonction anti-reflet, est alors en contact, par sa face interne, avec les barreaux ou zones opaques de la sous-couche métallique 3 de répartition du courant et également avec la sous-couche conductrice transparente 4 au travers des fenêtres situés entre les barreaux de la sous-couche métallique 3.

La nature des matériaux de la sous-couche conductrice transparente 4 et de la couche diélectrique anti-reflet 2 sont adaptés pour protéger la couche organique sous-jacente 6 contre les risques de dégradation par l'oxygène et/ou par la vapeur d'eau de l'air ambiant : cette sous-couche 4 et/ou cette couche 2 ont donc ici également une fonction d'encapsulation de la diode.

La couche diélectrique transparente 2 est alors en contact, par sa face externe, avec un milieu 1 d'indice n_1 mesuré à la longueur d'onde λ_{amb} ; ce matériau est ici de l'air. Selon une première variante non décrite en détail, la diode est encapsulée dans un boîtier étanche remplie d'un gaz ou d'un fluide qui définit alors le milieu 1. Selon une deuxième variante non limitative, une couche supplémentaire d'encapsulation est ajoutée au dessus de la couche diélectrique transparente 2 : le milieu 1 correspond alors au matériau de cette couche d'encapsulation.

L'empilement comprenant, sur le substrat 8, l'au moins une électrode de la couche inférieure 7, la couche organique électroluminescente 6, la couche d'électrode supérieure 11 et la couche anti-reflet 2 forme alors une diode ou un réseau de diodes organiques électroluminescentes selon un mode de réalisation de l'invention dont certains paramètres vont maintenant être précisés.

Selon l'invention, le matériau d'indice $n_2(\lambda_{amb})$ et l'épaisseur d_2 de la couche diélectrique 2 sont choisis avec le matériau d'indice n_3 de la sous-couche métallique opaque 3 de manière à ce que la réflectance des barreaux de la sous-couche métallique opaque 3, mesurée à λ_{amb} (environ 550 nm) en incidence normale, soit inférieure à 0,1. La couche diélectrique 2 a alors une fonction anti-reflet vis à vis des barreaux qui forment ici des zones opaques

dans l'électrode supérieure transparente : une partie importante de la lumière ambiante n'est plus réfléchiée sur les zones opaques de l'électrode supérieure de la diode, ce qui améliore significativement les performances de contraste d'émission de la diode en lumière ambiante.

5 On va maintenant décrire, de manière non limitative, une **première façon pour réaliser ce choix**.

La figure 3 illustre, pour une liste de métaux Ta, Cr, Ti, Ni, V susceptibles de former les grilles de la sous-couche 3 de répartition du courant, l'évolution du minimum de réflectivité à λ_{amb} d'un métal en fonction de l'indice $n_2(\lambda_{amb})$ du matériau d'une couche diélectrique recouvrant ce métal pour assurer une
10 fonction anti-reflet. Les valeurs $n_2(\lambda_{amb})$ d'indice des diélectriques SiO₂, SiN et TiO₂ ont été reportés.

Le choix selon l'invention consiste à sélectionner un couple métal – diélectrique pour lequel le minimum de réflectivité est obtenu pour une valeur
15 n_2^0 proche de la valeur n_2 de l'indice d'un des matériaux diélectrique : on retiendra ainsi :

- avec l'oxyde de titane, le chrome, le titane, le nickel et le vanadium ; parmi ces métaux, on privilégiera le chrome, qui est largement utilisé en micro-électronique ;
- 20 - avec le nitrure de silicium, le tantale.

Selon cette méthode, l'utilisation de silice pour la couche diélectrique anti-reflet est à éviter, du moins avec les métaux listés ci-dessus.

On va maintenant décrire, de manière non limitative, une **deuxième façon pour réaliser ce choix**.

25 Les connaissances générales de l'homme de métier établissent que l'indice $n_2^0(\lambda_{amb})$ que devrait avoir le matériau diélectrique de la couche anti-reflet répond à la relation suivante :

$$\bullet \quad n_2^0(\lambda_{amb}) = \frac{\sqrt{-(n_1 \cos(\phi) - n_3 + n_3 \sin^2(\phi))n_3 n_1 (n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1)}}{-(n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1)}$$

Le tableau 1 ci-après donne l'indice complexe \tilde{n}_3 à λ_{amb} de différents
30 métaux Cr, Ta, Ti, Ni, V, Co, et la valeur d'indice n_2^0 à λ_{amb} calculés selon cette relation ($n_1 = 1$). Dans la partie droite du tableau, figurent des valeurs réelles d'indice de certains matériaux diélectriques SiO₂, SiN, TiO₂.

Tableau 1

métal	\tilde{n}_3	n_2^0	d_2
Cr	2.8 + 3.3 i	2.97	27 nm
Ta	2.74 + 1.97 i	2.23	39 nm
Ti	1.79 + 2.42 i	3.03	20 nm
Ni	1.69 + 2.99 i	3.83	15 nm
V	3.59 + 3.21 i	2.75	33 nm
Co	2.02 + 3.72 i	3.95	17 nm

diélectrique	n_2
SiO ₂	1,5
SiN	2,0
TiO ₂	3,0

Le choix selon l'invention consiste à sélectionner un couple métal – diélectrique pour lequel les valeurs correspondantes de n_2^0 et de n_2 sont aussi
5 proches que possible l'une de l'autre ; on retiendra ainsi :

- avec l'oxyde de titane, le chrome, le titane, le cobalt ou le vanadium ;
parmi ces métaux, on privilégiera le chrome, qui est largement utilisé en micro-
électronique ;

- avec le nitrure de silicium, le tantale.

10 Selon cette méthode, l'utilisation de silice pour la couche diélectrique anti-reflet est à éviter, du moins avec les métaux listés ci-dessus.

Pour la suite de la description, on retiendra le couple Cr-TiO₂.

Le matériau (chrome) de la grille formant la sous-couche conductrice opaque 3 traversée par des fenêtres et celui (oxyde de titane) de la couche
15 diélectrique anti-reflet 2 étant choisis, reste à déterminer notamment l'épaisseur idéale d_2 de cette couche diélectrique.

De préférence, si Φ_{2-3} est le déphasage d'un rayon de lumière de longueur d'onde λ_{amb} après réflexion à l'interface entre la couche diélectrique 2 et les barreaux de la sous-couche métallique 3, on choisit l'épaisseur d_2 de
20 manière à satisfaire approximativement l'équation :

$$\bullet \quad d_2 = \frac{\lambda_{amb}}{4n_2} \left(p - \frac{\phi_{2-3}}{\pi} \right)$$

où p est un entier pair quelconque, et où λ_{amb} est une longueur d'onde proche du maximum d'émission de la lumière ambiante, généralement de l'ordre de 550 nm. L'équation donnant ainsi la valeur de d_2 exprime des

interférences destructrices de la lumière ambiante au sein de la couche diélectrique anti-reflet, au dessus des zones opaques de la couche métallique 3 de répartition du courant.

Comme l'indique le tableau 1, on aboutit alors à $d_2 = 27$ nm (pour $p = 0$).

5 Le tableau indique également les valeurs de d_2 (toujours pour $p = 0$) qu'on obtiendrait en utilisant l'oxyde de titane sur d'autres métaux ; les variations de d_2 reflète les valeurs de Φ_{2-3} propres à chaque métal.

Dans la diode selon l'invention, entre les zones opaques de l'électrode supérieure (c'est à dire entre les barreaux de la grille), la couche organique 6 est revêtue d'un empilement de trois couches : la sous-couche 5 d'épaisseur $d_5 = 15$ nm d'argent, la sous-couche 4 d'épaisseur d_4 d'ITO et, sur les zones opaques, les barreaux d'épaisseur $d_3 > 100$ nm de la couche métallique 3 de répartition du courant, ou, sur les fenêtres de cette couche, la couche diélectrique 2 d'épaisseur $d_2 = 27$ nm d'oxyde de titane. Selon une variante 15 avantageuse de l'invention, l'épaisseur d_4 de la sous-couche conductrice transparente 4 de l'électrode supérieure est choisie de manière à obtenir approximativement le maximum de réflectance de cet empilement de la lumière émise par la couche électroluminescente. Cette réflectance est évaluée ici à la longueur d'onde λ , précédemment définie, pour laquelle l'émittance de la sous- 20 couche émissive 61 présente un maximum.

L'électrode supérieure forme donc, en combinaison avec la couche diélectrique 2, une surface semi-réfléchissante, qui renvoie la lumière émise vers l'intérieur de la diode. On obtient donc entre les deux électrodes, inférieure réfléchissante et supérieure semi-réfléchissante, une cavité optique pour la 25 lumière émise à la longueur d'one λ dans la couche électroluminescente.

Grâce au maximum de réflectance de l'électrode supérieure avec la couche diélectrique 2, on augmente cet effet de cavité optique, ce qui permet d'améliorer l'extraction de la lumière émise et le rendement lumineux de la diode.

30 On va maintenant décrire, de manière non limitative, **une méthode pour réaliser le choix d'épaisseur d_4** de la sous-couche conductrice 4 en ITO. La figure 4 représente la variation de la réflectance de l'empilement précédemment décrit en fonction de cette épaisseur d_4 . Cette figure comprend trois courbes,

l'une R pour une longueur d'onde dans le rouge utilisable pour des diodes émettant dans le rouge, une seconde G pour une longueur d'onde dans le vert utilisable pour des diodes émettant dans le vert, la dernière B pour une longueur d'onde dans le bleu utilisable pour des diodes émettant dans le bleu.

- 5 On choisit sur cette figure une valeur de d_4 correspondant au maximum de réflectance. Le tableau 2 ci-après indique les valeurs de d_4 ainsi choisies : 60 nm pour le rouge, 40 nm pour le vert et 30 nm pour le bleu.

On va maintenant établir les relations définissant l'épaisseur totale d_6 de la couche organique électroluminescente et la distance z séparant
10 approximativement le centre de la sous-couche organique émissive 61 de l'électrode inférieure réfléchissante 7 qui permettent à l'effet de cavité optique obtenu entre les deux électrodes d'améliorer sensiblement le rendement d'extraction de lumière émise par la diode :

En premier lieu, on choisit approximativement d_6 tel que :

15 •
$$d_6 = \frac{\lambda}{2n_6} \left(q - \frac{\phi_{tot}}{2\pi} \right)$$

- où q est un entier quelconque,

- où λ est toujours approximativement la longueur d'onde de maximum d'émission de la diode,

- n_6 est l'indice moyen de la couche organique électroluminescente 6 à
20 cette longueur d'onde,

- et où ϕ_{tot} est le déphasage total d'un rayon de lumière émise, après réflexion par l'électrode inférieure réfléchissante 7 et par l'empilement précédemment décrit des trois couches ou sous-couches supérieures 5, 4, 2.

L'équation fixant la valeur approximative de d_6 exprime des interférences
25 constructives de la lumière émise dans la cavité optique entre l'électrode inférieure 7 et l'empilement supérieur semi-réfléchissant 5, 4, 2.

En deuxième lieu, on choisit approximativement l'épaisseur de la sous-couche 62 d'injection et/ou de transport de trous de manière à ce que la distance z soit approximativement égale à :

30 •
$$z = \frac{\lambda}{2n_6} \left(r - \frac{\phi_{mf}}{2\pi} \right)$$

- r est un entier quelconque ;

- où n_6 est l'indice moyen des sous-couches de la couche organique électroluminescente à la longueur d'onde λ ; ici, $n_6 = 1,7$;

- où ϕ_{int} est le déphasage d'un rayon de lumière émise, après réflexion par l'électrode inférieure réfléchissante ; ici, $\Phi_{int} = 2,6$ rd ;

5 L'équation fixant la valeur approximative de z exprime des interférences constructives entre la lumière émise dans la sous-couche émissive 61 et la lumière réfléchi sur l'électrode inférieure réfléchissante 7.

Les deux types d'interférences ci-dessus coopèrent avantageusement à l'obtention d'un taux d'extraction de lumière très élevé, ce qui améliore le
10 rendement lumineux de la diode.

Un moyen équivalent pour établir la valeur de d_6 qui permet d'obtenir des interférences constructives dans la cavité optique consiste à extraire cette donnée d'une des courbes de la figure 5, qui, à l'aide d'un modèle numérique simple à la portée de l'homme du métier ou de diodes présentant différentes
15 caractéristiques géométriques, donne les variations de l'intensité lumineuse sortant effectivement de la diode (lumière extraite - unités arbitraires) en fonction de la valeur de d_6 (nm) : on choisit la valeur de d_6 qui donne approximativement le maximum d'intensité lumineuse. Ces valeurs de d_6 sont reportées sur le tableau 2 ci-après pour les couleurs d'émission rouge, verte, et
20 bleue.

Comme on a :

- $z = d_{61}/2 + d_{62} + d_{63}$, approximativement : comme on connaît déjà $d_{61} = 20$ nm et $d_{63} = 10$ nm, on en déduit alors d_{62} .

- $d_6 = d_{61} + d_{62} + d_{63} + d_{64} + d_{65} = z + d_{61}/2 + d_{64} + d_{65}$: comme on
25 connaît déjà $d_{61} = 20$ nm et $d_{64} = 10$ nm, on en déduit alors d_{65} .

L'ensemble des valeurs obtenues est récapitulée au tableau 2 pour chaque couleur, rouge, verte et bleue :

L'abréviation « Int » dans la dernière colonne désigne l'intensité lumineuse extraite en unité arbitraire.

30 On obtient une diode électroluminescente ou un réseau de diodes électroluminescente à émission vers le haut, présentant un excellent rendement lumineux grâce à la combinaison des caractéristiques spécifiques à l'invention qui viennent d'être décrites.

Tableau 2

Couleur	λ nm	ITO d_4 Réf 4 nm	z nm	EIL/ ETL d_{62} nm	HBL d_{63} nm	EML d_{61} nm	EBL d_{64} nm	HIL/ HTL d_{65} nm	Tot. d_6 nm	Int. a.u.
Bleu	452	30	53	23	10	20	10	37	100	6.7
Vert	516	40	61	31	10	20	10	44	115	6.7
Rouge	636	60	75	45	10	20	10	55	140	6.0

On va maintenant décrire un **deuxième mode de réalisation de**
5 l'invention, qui est une variante du premier mode précédemment décrit, dans lequel la seule différence est que la sous-couche conductrice transparente 4 est en oxyde de titane au lieu d'être en ITO.

A l'aide de la figure 6 en remplacement de la figure 4, de la figure 7 en remplacement de la figure 5, on établit d'une manière analogue à celle
10 précédemment décrites les nouveaux résultats reportés au tableau 3 :

Tableau 3

Couleur	λ nm	TiO ₂ d_4 Réf 4 nm	z nm	EIL/ ETL Réf.62 nm	HBL Réf.63 nm	EML Réf.61 nm	EBL Réf.64 nm	HIL/ HTL Réf.65 nm	Tot. d_6 nm	Int. a.u.
Bleu	452	20	53	23	10	20	10	42	105	7,1
Vert	516	36	61	31	10	20	10	49	120	7,0
Rouge	636	38	75	45	10	20	10	65	150	6,8

La présente invention s'applique également à une diode ou un panneau organique électroluminescent où l'injection des charges se fait par des couches
15 organiques dopées ; il est évident pour l'homme du l'art qu'elle peut s'appliquer à d'autres types de diodes, de panneaux d'éclairage ou d'affichage sans sortir du cadre des revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

- 1.- Diode organique électroluminescente susceptible d'émettre de la lumière, comprenant :
- un substrat (8),
- 5 - une couche organique électroluminescente (6) susceptible d'émettre de la lumière, intercalée entre une électrode inférieure et une électrode supérieure partiellement transparente, qui sont adaptées pour faire passer un courant au travers de la couche organique électroluminescente (6) et provoquer ainsi une émission de lumière au sein de cette couche,
- 10 ladite électrode supérieure comprenant une sous-couche conductrice transparente (4) d'épaisseur approximativement homogène et une sous-couche métallique (3) de répartition du courant qui se répartit en zones opaques entre lesquelles des épargnes dans cette sous-couche forment des fenêtres pour le passage de la lumière émise par la couche électroluminescente (6),
- 15 - et une couche diélectrique transparente anti-reflet (2) d'épaisseur approximativement homogène, en contact, par sa face externe, avec un milieu (1), généralement de l'air, et, par sa face interne, avec ladite sous-couche conductrice transparente (4) et ladite sous-couche métallique opaque (3),
- caractérisé en ce que le matériau et l'épaisseur de ladite couche
- 20 diélectrique anti-reflet (2) sont choisis avec le matériau de ladite sous-couche métallique (3) de répartition du courant de manière à ce que la réflectance desdites zones opaques, mesurée en incidence normale à une longueur d'onde λ_{amb} proche de 550 nm, soit inférieure à 0,1.
- 25 2.- Diode selon la revendication 1 caractérisée en ce que, si n_1 est l'indice optique dudit milieu (1) à la longueur d'onde λ_{amb} , le matériau d'indice $n_2(\lambda_{amb})$ mesuré à la longueur d'onde λ_{amb} , et l'épaisseur d_2 de ladite couche diélectrique anti-reflet (2) sont choisis avec le matériau d'indice \tilde{n}_3 de ladite sous-couche métallique (3) de répartition du courant, qui est mesuré à la même
- 30 longueur d'onde λ_{amb} et qui est défini par son argument n_3 et sa phase Φ de sorte que $\tilde{n}_3 = n_3 e^{i\Phi}$, de manière à satisfaire approximativement la relation :

$$\bullet \quad n_2(\lambda_{amb}) = \frac{\sqrt{-(n_1 \cos(\phi) - n_3 + n_3 \sin^2(\phi))n_3 n_1 (n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1)}}{-(n_1 \sin^2(\phi) + n_3 \cos(\phi) - n_1)}$$

3.- Diode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que, le matériau d'indice $n_2(\lambda_{amb})$ mesuré à une longueur d'onde λ_{amb} proche de 550 nm, et l'épaisseur d_2 de ladite couche diélectrique anti-reflet (2) sont choisis de manière à satisfaire approximativement la relation :

$$\bullet \quad d_2 = \frac{\lambda_{amb}}{4n_2(\lambda_{amb})} \left(p - \frac{\phi_{2-3}}{\pi} \right)$$

où p est un entier pair quelconque, où ϕ_{2-3} est le déphasage d'un rayon de lumière de longueur d'onde λ_{amb} après réflexion à l'interface entre la couche diélectrique anti-reflet (2) et la sous-couche métallique (3) de répartition du courant.

4.- Diode selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que le matériau de ladite couche diélectrique anti-reflet (2) et le matériau de ladite sous-couche métallique (3) de répartition du courant, sont respectivement :

- soit le nitrure de silicium et le tantale,
- soit l'oxyde de titane et l'un parmi le nickel, le chrome, le titane ou le vanadium.
- soit le séléniure de zinc et l'un parmi le nickel, le chrome, le titane ou le vanadium.

5.- Diode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisée en ce qu'elle comprend une couche inférieure réfléchissante adaptée pour réfléchir ladite lumière émise, qui est intercalée entre ledit substrat et ladite couche organique électroluminescente (6) ou qui est intégrée au substrat.

6.- Diode selon la revendication 5 caractérisée en ce qu'elle comprend une couche supérieure semi-réfléchissante adaptée pour réfléchir partiellement ladite lumière émise, qui est intercalée entre ladite couche organique

électroluminescente (6) et l'électrode supérieure, et/ou qui est intégrée à cette électrode supérieure.

7.- Diode selon la revendication 6 caractérisée en ce que, la couche inférieure réfléchissante et la couche supérieure semi-réfléchissante délimitant une cavité optique pour la lumière émise par la couche organique électroluminescente, la distance d_6 entre ces couches délimitant cette cavité est adaptée pour obtenir des interférences constructives de la lumière émise au sein de cette cavité.

10

8.- Diode selon la revendication 7 caractérisée en ce que ladite distance d_6 satisfait approximativement la relation suivante :

$$\bullet \quad d_6 = \frac{\lambda}{2n_6} \left(q - \frac{\phi_{tot}}{2\pi} \right)$$

- où q est un entier quelconque,

15 - où λ est une longueur d'onde proche d'un maximum d'émission de la lumière émise, et n_6 est l'indice moyen de la couche organique électroluminescente à cette longueur d'onde λ ,

- et où ϕ_{tot} est le déphasage total d'un rayon de lumière émise, après réflexion par la couche inférieure réfléchissante et par la couche supérieure semi-réfléchissante.

20

9.- Diode selon la revendication 7 ou 8 caractérisée en ce que l'indice n_2 mesuré à la longueur d'onde λ et l'épaisseur d_2 de ladite couche diélectrique anti-reflet (2), l'indice n_4 mesuré à la longueur d'onde λ et l'épaisseur d_4 de ladite sous-couche conductrice transparente (4), et, le cas échéant, l'indice n_5 mesuré à la longueur d'onde λ et l'épaisseur d_5 de ladite couche supérieure semi-réfléchissante (5) sont choisis en combinaison de manière à ce que la réflectance de l'empilement desdites couches et sous-couche (5, 4, 2), mesurée à cette longueur d'onde λ en incidence normale, soit maximum.

30

10.- Diode selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 caractérisée en ce que ladite couche inférieure réfléchissante est à l'interface entre ladite

électrode inférieure et ladite couche organique électroluminescente et en ce que ladite couche supérieure semi-réfléchissante est à l'interface entre ladite électrode supérieure et ladite couche organique électroluminescente.

5 11.- Diode selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée en ce que la distance séparant la couche organique électroluminescente de la couche inférieure réfléchissante est adaptée pour obtenir des interférences constructives entre ladite lumière émise et la lumière réfléchi sur cette couche inférieure réfléchissante.

10

12.- Diode selon la revendication 11 caractérisée en ce que ladite couche organique électroluminescente (6) comprend une sous-couche organique émissive et au moins une sous-couche organique inférieure non-émissive qui est intercalée entre ladite couche inférieure réfléchissante et ladite sous-couche
15 émissive, et en ce que l'épaisseur de la ou des sous-couches organiques inférieures non-émissives est/sont adaptée(s) pour que la distance z séparant le centre de ladite sous-couche organique émissive de ladite couche inférieure réfléchissante satisfasse approximativement la relation :

$$\bullet \quad z = \frac{\lambda}{2n_6} \left(r - \frac{\phi_{\text{inf}}}{2\pi} \right)$$

20 - r est un entier quelconque ;

- où λ est ladite longueur d'onde λ proche d'un maximum d'émission de la lumière émise, et n_6 est l'indice moyen de la couche organique électroluminescente à cette longueur d'onde,

- où ϕ_{int} est le déphasage d'un rayon de lumière émise, après réflexion par
25 la couche inférieure réfléchissante.

30

13.- Panneau de visualisation d'images ou d'éclairage comprenant une pluralité de diodes selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ces diodes sont supportées par le même substrat.

14.- Panneau selon la revendication 13 caractérisé en ce que ladite électrode supérieure est commune à la pluralité desdites diodes.

15.- Panneau selon la revendication 14 caractérisé en ce que ladite sous-couche conductrice opaque de l'électrode supérieure commune forme une grille de répartition du courant sur cette électrode.

1/4

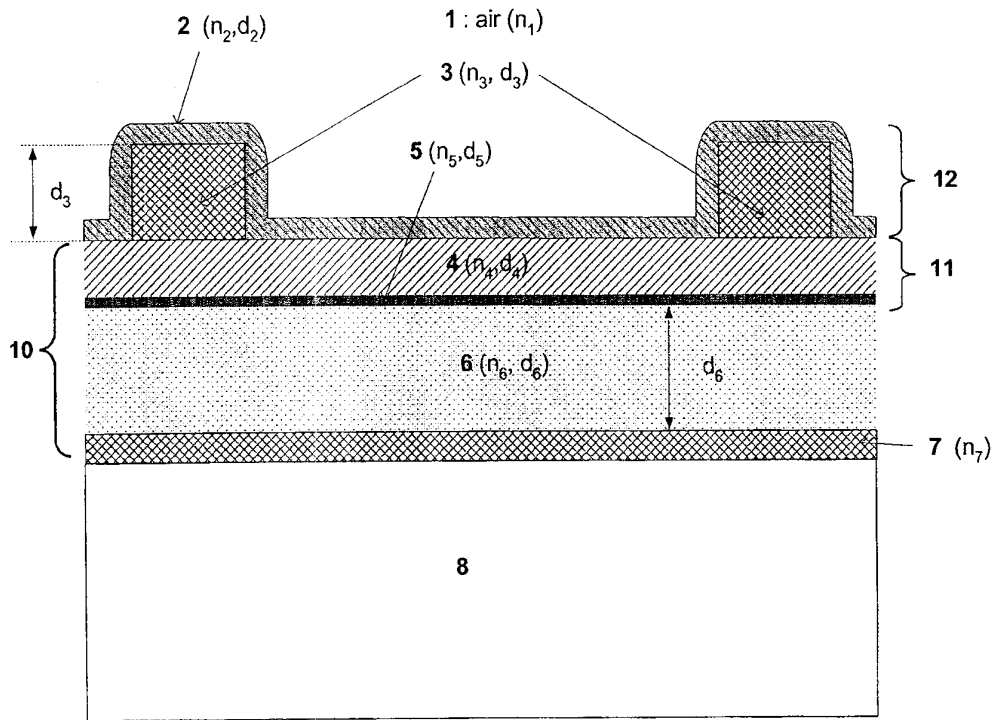


Fig.1

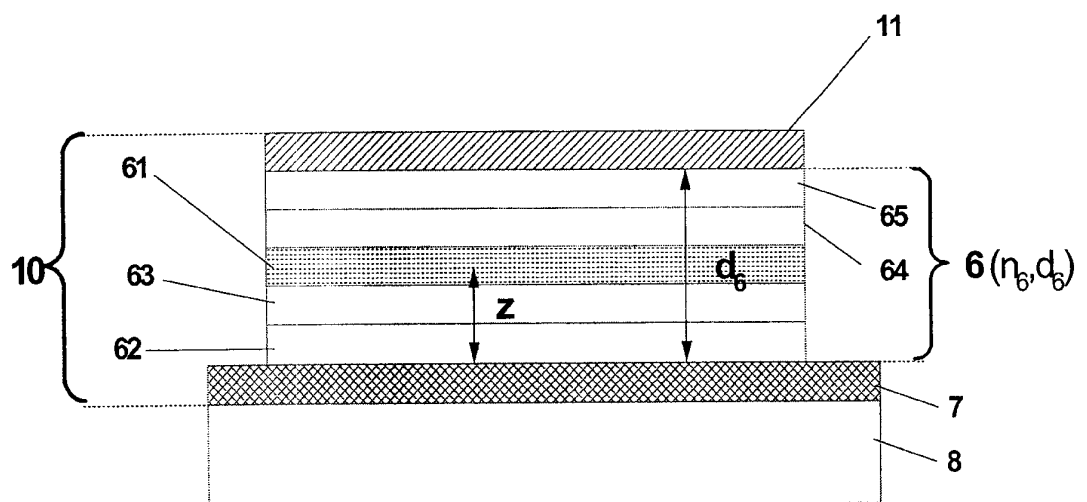


Fig.2

2/4

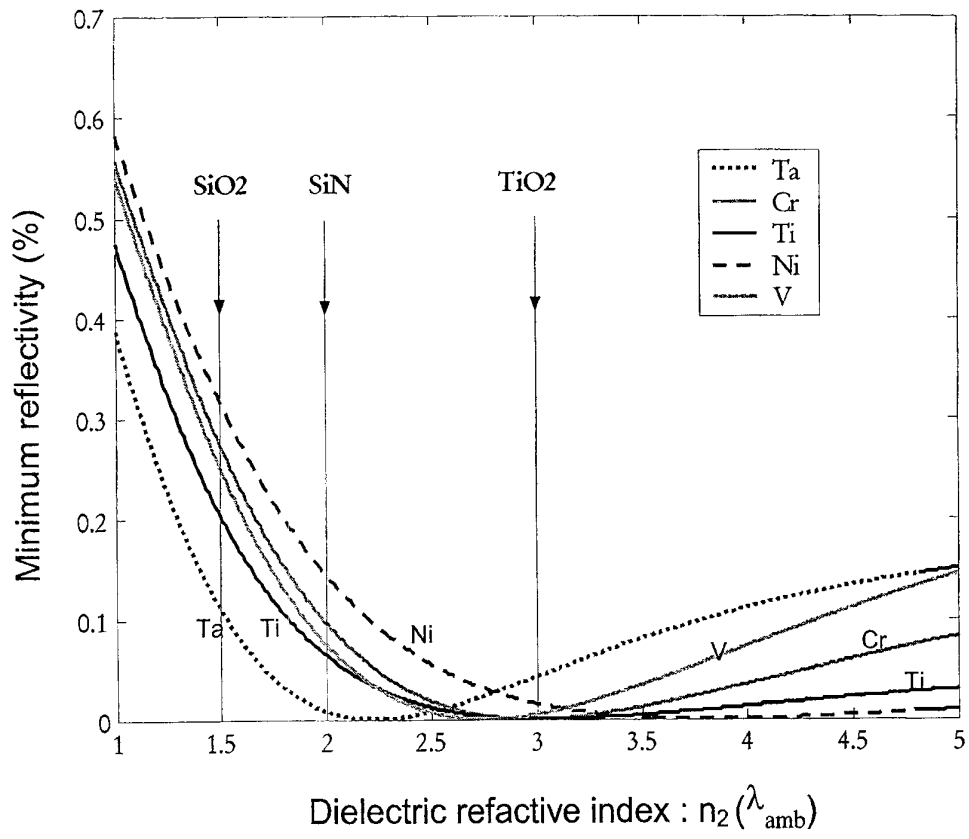
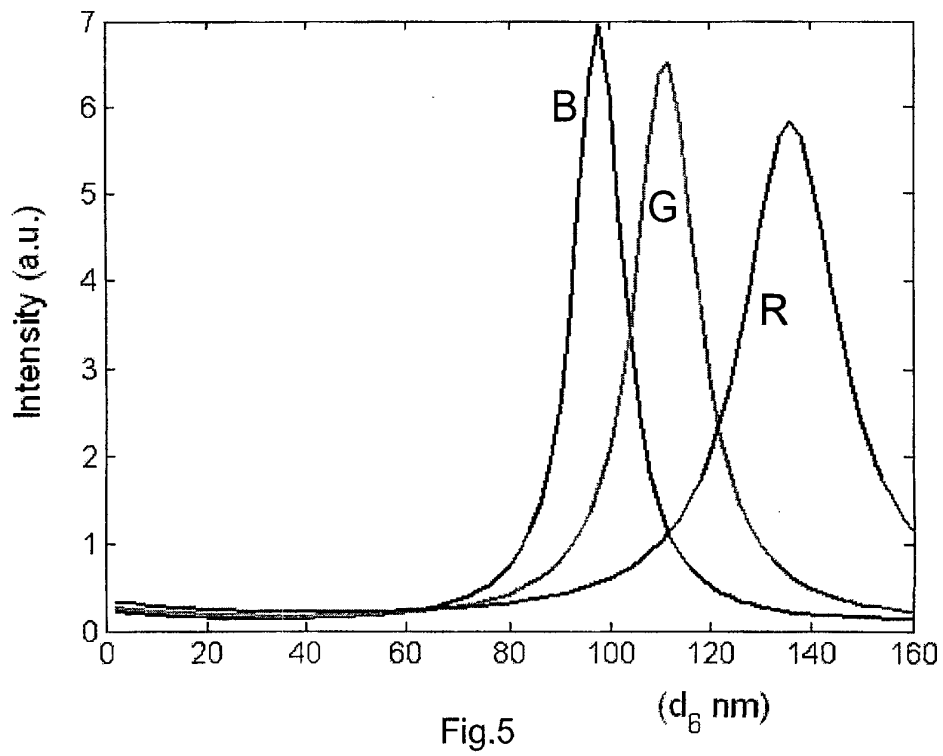
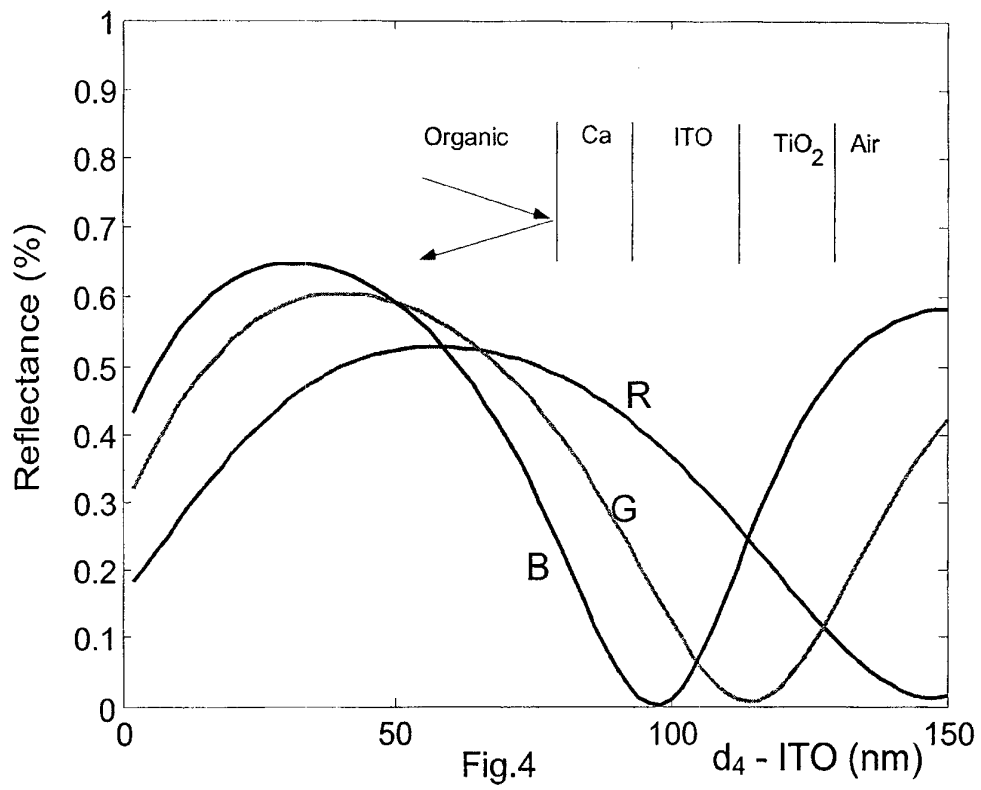


Fig.3

3/4



4/4

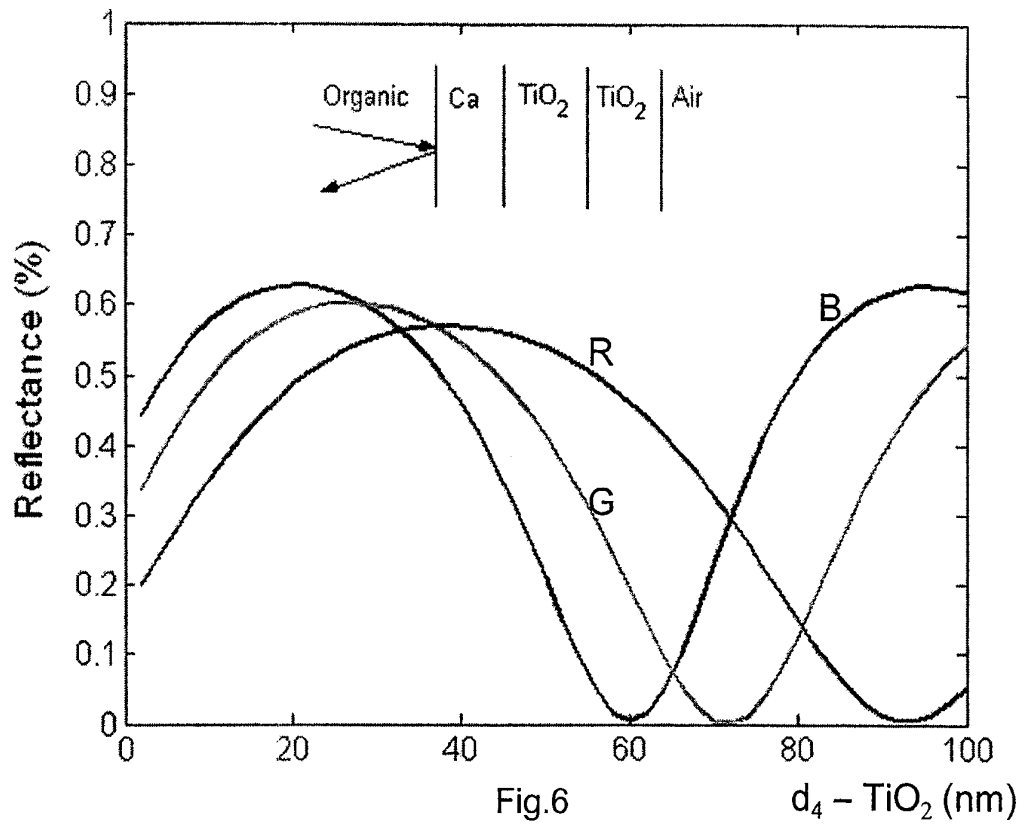


Fig.6

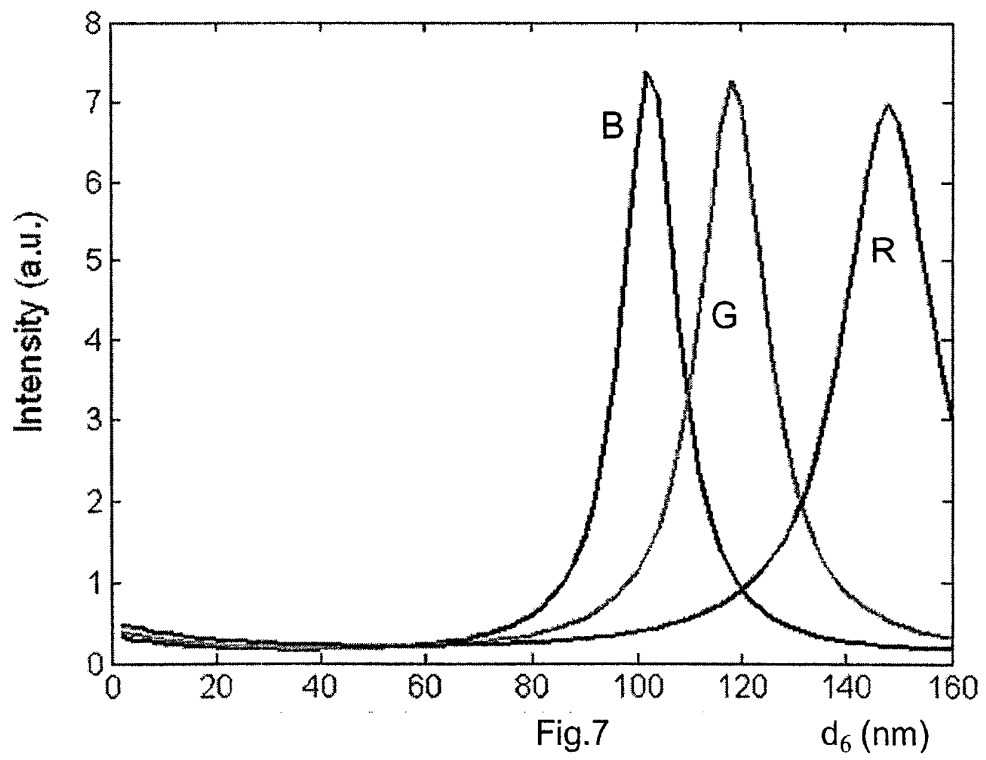
 d_4 - TiO₂ (nm)

Fig.7

 d_6 (nm)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 659057
FR 0452891

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2004/178722 A1 (COK RONALD S ET AL) 16 septembre 2004 (2004-09-16) * alinéas [0003], [0004], [0016], [0021], [0023], [0024], [0026], [0027], [0035] * * revendication 14 *	1-8, 10-15	G09F13/22 G02B1/11 H01L51/40 H01L51/30
Y	CHIH-JEN YANG ET AL: "High-contrast top-emitting OLEDs for OLED displays" LASERS AND ELECTRO-OPTICS SOCIETY, 2004. LEOS 2004. THE 17TH ANNUAL MEETING OF THE IEEE RIO GRANDE, PUERTO RICO NOV. 8-9, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol. 1, 8 novembre 2004 (2004-11-08), pages 186-187, XP010748875 ISBN: 0-7803-8557-8 * le document en entier *	1-8, 10-15	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) -& JP 2003 303685 A (CANON INC), 24 octobre 2003 (2003-10-24) * abrégé; figure 2 * * alinéa [0022] *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H01L
A	EP 1 154 676 A (SONY CORPORATION) 14 novembre 2001 (2001-11-14) * alinéas [0029] - [0036]; figure 4 *	7,8,11, 12	
A	WO 2004/044998 A (LUXELL TECHNOLOGIES INC; WOOD, RICHARD, P; JOHNSON, DAVID, J) 27 mai 2004 (2004-05-27) * page 3, ligne 19-21 *	11,12	
----- -/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 septembre 2005		Faou, M	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

3
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 659057
FR 0452891

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 04, 4 août 2002 (2002-08-04) -& JP 2001 338770 A (TOHOKU PIONEER CORP), 7 décembre 2001 (2001-12-07) * abrégé; figures 7,8 * * alinéa [0018] *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	US 2003/173891 A1 (CHIBA YASUHIRO ET AL) 18 septembre 2003 (2003-09-18) * alinéas [0006] - [0008]; figures 10c,10d *	1-15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 septembre 2005		Faou, M	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

3
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0452891 FA 659057**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 23-09-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004178722 A1	16-09-2004	JP 2004281402 A	07-10-2004
JP 2003303685 A	24-10-2003	AUCUN	
EP 1154676 A	14-11-2001	WO 0139554 A1 TW 466889 B	31-05-2001 01-12-2001
WO 2004044998 A	27-05-2004	AU 2003283150 A1 CA 2411683 A1 EP 1561249 A2	03-06-2004 13-05-2004 10-08-2005
JP 2001338770 A	07-12-2001	AUCUN	
US 2003173891 A1	18-09-2003	EP 1396836 A1 WO 02103663 A1 JP 2002372928 A TW 540021 B	10-03-2004 27-12-2002 26-12-2002 01-07-2003