

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **90400348.0**

51 Int. Cl.⁵: **G09G 3/30**

22 Date de dépôt: **08.02.90**

30 Priorité: **10.02.89 FR 8901747**

43 Date de publication de la demande:
16.08.90 Bulletin 90/33

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB NL

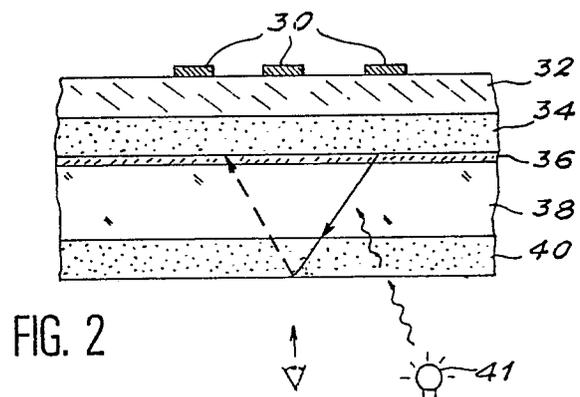
71 Demandeur: **ETAT FRANCAIS** représenté par
le Ministre des Postes, Télécommunications
et de l'Espace
(Centre National d'Etudes des
Télécommunications) 38-40 rue du Général
Leclerc
F-92130 Issy-les-Moulineaux(FR)

72 Inventeur: **Thioulouse, Pascal**
19 rue Nélaton
F-75015 Paris(FR)

74 Mandataire: **Mongrédién, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

54 **Dispositif d'affichage monochrome à mémoire du type photoconducteur-électroluminescent.**

57 Ce dispositif comprend sur un substrat (38) une couche électroluminescente (34) et une couche photoconductrice (32) empilées, cet empilement étant intercalé entre deux systèmes d'électrodes (30, 36) servant à exciter la couche électroluminescente, cette couche électroluminescente ayant un spectre d'émission recouvrant le spectre de sensibilité du matériau photoconducteur, et un filtre optique (40) disposé entre la couche électroluminescente et l'observateur du dispositif et laissant passer la partie du spectre d'émission de la couche électroluminescente la plus utile à l'affichage et bloquant une région du spectre d'émission de l'éclairage ambiant, le spectre de sensibilité de la couche photoconductrice étant alors essentiellement contenu dans cette région.



EP 0 382 642 A1

DISPOSITIF D'AFFICHAGE MONOCHROME A MEMOIRE DU TYPE PHOTOCONDUCTEUR-ELECTROLUMINESCENT

La présente invention a pour objet un dispositif d'affichage monochrome électroluminescent à effet mémoire utilisable dans le domaine de l'optoélectronique pour l'affichage analogique d'images complexes ou pour l'affichage de caractères alphanumériques.

On rappelle brièvement ci-après le principe d'un afficheur à effet mémoire du type photoconducteur-électroluminescent.

On dit qu'un dispositif d'affichage est à effet mémoire si sa caractéristique électro-optique (courbe luminance-tension) présente une hystérésis. Pour une même tension située à l'intérieur de la boucle d'hystérésis, le dispositif peut ainsi avoir deux états stables : éteint ou allumé. Les écrans à plasma et à excitation alternative présentent une telle caractéristique de bistabilité, qui est aujourd'hui couramment exploitée.

Les avantages d'un affichage à effet mémoire sont appréciables : pour afficher une image fixe, il suffit d'appliquer simultanément et continûment à tout l'écran une tension dite d'entretien. Cette dernière peut être un signal sinusoïdal ou en forme de créneaux par exemple, mais surtout, la forme et la fréquence de ce signal d'entretien peuvent être choisies indépendamment de la complexité de l'écran, notamment du nombre de lignes de points d'affichage. Il n'y a donc en principe pas de limite à la complexité d'un écran d'affichage à effet mémoire. Ainsi, on trouve sur le marché des écrans à plasma et à excitation alternative de 1200x1200 points image (pixels).

Par ailleurs, la technologie de l'affichage par électroluminescence en couches minces et à couplage capacitif (en abrégé ACTFEL) est maintenant parvenue pratiquement à maturité dans l'industrie. On peut doter ces dispositifs d'un effet mémoire dit inhérent mais au prix d'une dégradation sensible des performances électro-optiques. Une méthode plus attrayante consiste à connecter une structure photoconductrice (PC) en série avec une structure électroluminescente (EL) et à coupler optiquement ces deux structures.

On peut ainsi produire un effet mémoire de type extrinsèque que l'on appelle effet mémoire PC-EL dont le principe est le suivant. Quand le dispositif est dans l'état éteint, le matériau photoconducteur est peu conducteur et retient une partie importante de la tension V appliquée à l'ensemble. Si l'on augmente V jusqu'à une valeur V_{on} telle que la tension présente aux bornes de la structure électroluminescente excède le seuil d'électroluminescence, le dispositif PC-EL bascule dans l'état allumé. Le matériau photoconducteur est alors

éclairé par la structure électroluminescente et passe à l'état conducteur. La tension à ses bornes chute et il en résulte une augmentation de la tension disponible pour la structure électroluminescente. Pour éteindre un dispositif PC-EL, il suffit de diminuer la tension totale V jusqu'à une valeur V_{off} inférieure à V_{on} : on obtient ainsi une caractéristique luminance-tension comportant une hystérésis.

Une structure PC-EL a été décrite récemment dans le document FR-A-2 574 972 et dans l'article de l'inventeur intitulé "Monolithic Thin-Film Photoconductor-ACEL Structure with Extrinsic Memory by Optical Coupling" et publié dans IEEE Transactions on Electron Devices, vol. ED-33, n° 8, d'août 1986, pages 1149-1153.

Cette structure est représentée schématiquement sur la figure 1. Elle comprend un substrat de verre 10 sur lequel sont déposées une électrode 12, une première couche diélectrique 14, une couche électroluminescente 16, une seconde couche diélectrique 18, une couche photoconductrice 20, une troisième couche diélectrique 21 et enfin une électrode 22. Les électrodes 12 et 22 sont reliées à une source de tension alternative 24. Dans cette réalisation, les couches PC et EL sont des couches minces, dont l'épaisseur est de l'ordre du micromètre.

Une telle structure est simple à réaliser car elle ne nécessite pas d'étapes de gravure supplémentaires. Par ailleurs, le comportement courant-tension du photoconducteur en couche mince dans l'obscurité est fortement non-linéaire et reproductible. Les conséquences bénéfiques en sont que l'allumage électrique du dispositif est toujours aisé, que l'hystérésis ne dépend que faiblement de la fréquence d'excitation et que la reproductibilité de la marge d'hystérésis d'une fabrication à l'autre est garantie.

Malheureusement, l'utilisation d'un dispositif d'affichage PC-EL sous un éclairage ambiant intense peut entraîner une dégradation sensible de l'hystérésis PC-EL. En effet, l'éclairage par une source externe intense de la couche photoconductrice peut provoquer une diminution de la tension aux bornes de cette dernière et donc un abaissement de la tension d'allumage. En pratique, cela conduit à un allumage accidentel de certains pixels normalement éteints.

Par ailleurs, on connaît un dispositif d'affichage PC-EL comportant une couche photoconductrice intercalée entre une première et une seconde couches électroluminescentes. La première couche électroluminescente possède une bande d'émission de lumière qui est comprise dans les limites

de la bande d'excitation (ou de sensibilité) de la couche photoconductrice ; la seconde couche électroluminescente possède une bande d'émission de lumière qui se trouve en dehors de ces limites et qui est en principe comprise dans la partie visible du spectre de lumière utilisable pour l'affichage. Un tel dispositif est décrit dans le document FR-A-2 335 902.

Ce dispositif d'affichage présente une tension de fonctionnement V encore trop élevée. En outre, ce dispositif et les dispositifs précédents possèdent un contraste relativement médiocre. En effet, les réflexions parasites de l'émission électroluminescente d'un point mémoire déterminé peuvent perturber l'affichage des points voisins.

L'invention a justement pour objet un dispositif d'affichage monochrome électroluminescent à effet mémoire permettant notamment de remédier à ces inconvénients.

Le dispositif d'affichage selon l'invention comprend sur un substrat isolant une seule couche électroluminescente et une couche photoconductrice empilées, l'ensemble de ces deux couches étant intercalé entre un premier et un second systèmes d'électrodes connectés à une source de tension électrique pour exciter certaines zones de la couche électroluminescente, et se caractérise en ce que la couche photoconductrice est telle que la zone de recouvrement du spectre de sensibilité lumineuse de cette couche photoconductrice et du spectre d'émission de l'éclairage ambiant est minimale et en ce que la couche électroluminescente est telle que la zone de recouvrement dudit spectre de sensibilité et du spectre d'émission de la couche électroluminescente est maximale.

Le recouvrement du spectre d'émission de la couche électroluminescente et du spectre de sensibilité de la couche photoconductrice assure la bistabilité du dispositif d'affichage PC-EL.

Lorsque le spectre d'émission de l'éclairage ambiant est connu, ce qui est le cas lors de l'utilisation du dispositif d'affichage en intérieur avec un type d'éclairage déterminé, ayant un domaine d'émission réduit (utilisation de lampes monochromatiques dans certains laboratoires par exemple), la couche photoconductrice doit avoir un spectre de sensibilité extérieur au spectre d'émission de l'éclairage ambiant ; ceci nécessite l'utilisation de matériaux photoconducteurs ayant des spectres de sensibilité situés dans des longueurs d'onde plus courtes ou plus longues que celles contenues dans le spectre d'émission de l'éclairage ambiant.

Dans le cas de lampes fluorescentes par exemple, correspondant au domaine visible allant de 450 à 700 nm, on utilise soit une couche photoconductrice dont la longueur d'onde de coupure du côté des longueurs d'onde plus élevées, notée λ_2 et déterminée à mi-hauteur sur le spectre

de sensibilité du matériau photoconducteur, est située dans l'ultraviolet, c'est-à-dire est inférieure à 450 nm, soit une couche photoconductrice dont la longueur d'onde de coupure du côté des longueurs d'onde plus courtes, notée λ_1 et déterminée à mi-hauteur sur le spectre de sensibilité de la couche photoconductrice, est située dans l'infrarouge, c'est-à-dire au-dessus de 700 nm.

Pour assurer la bistabilité du dispositif PC-EL, le spectre d'émission de la couche électroluminescente doit recouvrir à la fois le spectre visible en vue de l'affichage et le spectre de sensibilité du matériau photoconducteur.

Le matériau électroluminescent peut avoir un spectre d'émission large bande ou bien un spectre d'émission à plusieurs bandes, l'une des bandes se situant dans le spectre visible et l'autre dans l'ultraviolet ou l'infrarouge suivant le matériau photoconducteur utilisé.

A titre d'exemple de matériau photoconducteur ayant son pic de sensibilité lumineuse situé dans l'infrarouge, on peut citer le CdSe. Comme matériau électroluminescent ayant une émission dans le visible et dans l'infrarouge, on peut citer le ZnS:Tm^{3+} ou le ZnS:Mn^{2+} avec une teneur en Mn^{2+} élevée (supérieure à 1% en atome).

Comme matériau photoconducteur ayant un spectre de sensibilité situé dans l'ultraviolet, on peut citer le silicium amorphe hydrogéné et carboné de formule $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{H}$ avec x voisin de 0,4, ce qui correspond à une concentration C en méthane, dans le mélange gazeux méthane-silane utilisé pour le dépôt d'une couche de ce matériau, égale à 0,99. Autrement dit, $C = [\text{CH}_4]/([\text{CH}_4] + [\text{SiH}_4])$. Le matériau présente une longueur d'onde de coupure haute λ_2 de 450 nm et une sensibilité maximale à $\lambda_{0.4} = 425$ nm.

Lorsque le spectre d'émission de l'éclairage ambiant est mal connu, ce qui est le cas le plus fréquent (éclairage extérieur éventuellement associé à un éclairage intérieur), on utilise un filtre optique entre la couche électroluminescente et l'observateur du dispositif, ayant pour rôle de laisser passer la partie du spectre d'émission de la couche électroluminescente la plus utile à l'affichage et de bloquer une région du spectre d'émission de l'éclairage ambiant, le spectre de sensibilité de la couche photoconductrice étant alors essentiellement contenu dans ladite région.

La partie la plus utile à l'affichage du spectre d'émission de la couche électroluminescente est celle qui conserve une luminescence suffisamment élevée ainsi qu'une couleur d'émission compatible avec l'application envisagée.

Le fait que le spectre de sensibilité de la couche photoconductrice soit contenu intégralement ou quasi-intégralement dans la région du spectre d'émission bloqué par le filtre optique per-

met d'éviter l'influence de la lumière ambiante sur la couche photoconductrice et donc l'allumage inopportun des points non affichés.

La couche électroluminescente peut alors présenter un spectre d'émission assez large de façon à couvrir non seulement une partie du spectre visible non bloqué, pour l'affichage, mais aussi une partie importante du spectre de sensibilité de la couche photoconductrice dans la partie bloquée, pour l'effet PC-EL.

Le filtre optique peut être un filtre passe bande, un filtre passe bas ou un filtre passe haut. Le matériau électroluminescent peut présenter un spectre large bande ou bien un spectre formé de plusieurs bandes (au moins deux bandes), l'une des bandes étant située dans le spectre de transmission du filtre et l'autre bande étant située dans le domaine spectral de blocage du filtre.

Comme matériau large bande, à spectre déterminé, on peut citer le ZnS:Mn^{2+} de bande d'émission relativement étroite et située dans le jaune et l'orange ; le CaS:Eu^{2+} à dominante rouge ; le SrS:Eu^{2+} à dominante allant du rouge à l'orange ; le CaS:Ce^{3+} à dominante allant du vert à l'orange ; le SrS:Ce^{3+} à dominante allant du bleu au vert.

Comme matériau électroluminescent à large bande pour lequel le spectre d'émission peut être modifié en fonction du filtre optique et du matériau photoconducteur utilisés, on peut citer $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{S:Eu}^{2+}$ avec x allant de 0 à 1, la dominante pour $x=1$ étant le rouge et pour $x=0$, l'orange ; $\text{Ca}_x\text{Sr}_{1-x}\text{S:Ce}^{3+}$ avec x allant de 1 à 0, $x=1$ correspondant à une dominante verte et $x=0$ à une dominante bleue. Il est aussi possible de mélanger deux activateurs luminophores dans une même matrice pour adapter la bande large d'émission du matériau électroluminescent ; le spectre obtenu est alors une combinaison des spectres élémentaires des deux activateurs ; comme exemples, on peut citer $\text{SrS:Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$; $\text{CaS:Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$; $\text{SrS:Ce}^{3+}, \text{Pr}^{3+}$.

Comme matériaux électroluminescents à plusieurs bandes étroites ou raies utilisables dans l'invention, on peut citer ZnS:Sm^{3+} à dominante rouge ; ZnS:Tb^{3+} à une dominante verte et une dominante verte-bleue ; ZnS:Tm^{3+} à dominante bleue et proche infrarouge (780 nm) ; SrS:Pr^{3+} à deux dominantes, une dans le rouge, une dans le bleu-vert. On peut aussi utiliser des alliages tels que $\text{Zn}_x\text{Sr}_{1-x}\text{S:Tb}^{3+}$; $\text{Zn}_x\text{Ca}_{1-x}\text{S:Tb}^{3+}$; $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{S:Tb}^{3+}$ avec x allant de 0 à 1.

Il est possible de modifier le spectre d'émission à raies de certains matériaux électroluminescents en utilisant plusieurs activateurs dans une même matrice tels que $\text{ZnS:Sm}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$.

Pour de plus amples informations sur la forme des spectres des matériaux électroluminescents donnés ci-dessus, on peut se référer à l'article de Shosaku Tanaka et al. SID-88 Digest. 293-296

"Bright-white-light electroluminescent devices with new phosphor thin-films based on SrS ; à l'article de Hiroshi Kobayashi "Recent Development of Multi-color Thin-Film Electroluminescence Research", abstract n° 1231, p. 1712-1713, Extended Abstracts of Electrochemical Society Meeting, vol. 87-2, du 18-23 octobre 1987 ; à l'article de Shosaku Tanaka "Color electroluminescence in alkaline-earth sulfide thin-films", Journal of Luminescence 40 & 41 (1988), p. 20-23.

Comme matériaux photoconducteurs utilisables dans l'invention et présentant un spectre de sensibilité ajustable en fonction du matériau électroluminescent utilisé, on peut citer $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ ou $\text{a-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$ avec x compris entre 0 et 1. On peut aussi utiliser des matériaux photoconducteurs à spectre de sensibilité déterminé comme le CdS, le CdSe, ou a-Si:H.

Pour de plus amples renseignements sur la fabrication et sur les propriétés du silicium amorphe hydrogéné et carboné, on peut se référer au document FR-A-2 105 777 déposé au nom de l'inventeur.

Pour de plus amples détails sur les spectres de sensibilité des matériaux $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, on peut se référer au document de Robert et al., Journal of Applied Physics, vol. 48, n° 7, Juillet 1977, p. 3162-3164, "II-VI solid-solution films by spray pyrolysis".

De préférence, on utilise de $\text{a-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$ avec $0 \leq x \leq 0,5$.

Les filtres optiques peuvent être des filtres interférentiels. Ces filtres permettent d'obtenir des spectres passe bas, passe haut et passe bande avec des longueurs d'onde de coupure quelconques. En outre, ils présentent une transition spectrale brutale de l'état passant à l'état bloquant ainsi qu'une grande stabilité chimique et thermique. En revanche, ces filtres sont souvent coûteux. Aussi, lorsque cela est possible, on utilise plutôt des verres colorés ou des filtres organiques.

Les filtres organiques sont en particulier ceux utilisés pour les écrans polychromes à cristaux liquides tels que les couches de polymère (ou gélatine) chargé avec des colorants ou des pigments organiques ; les couches de polyimide avec colorants ; les pigments ou colorants organiques évaporés sous vide : pérylène (rouge), phtalocyanine de plomb (bleu), phtalocyanine de cuivre (vert), quinacridone (magenta), isoindolinone (jaune) ; les pigments électrodéposés.

Conformément à l'invention, tous les systèmes d'électrodes connus pour l'affichage peuvent être utilisés. En particulier, l'un des systèmes d'électrodes peut être constitué d'électrodes point et l'autre système constitué d'une électrode commune. De façon avantageuse, les systèmes d'électrodes sont constitués chacun de bandes conductrices parallèles.

les entre elles, les bandes conductrices du premier système étant croisées par rapport aux bandes conductrices du second système.

En outre, le dispositif de l'invention peut fonctionner en réflexion ou en transmission. Suivant le type de fonctionnement utilisé, un ou deux des systèmes d'électrodes peuvent être transparents.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre illustratif et non limitatif, en référence aux figures 2 à 8 annexées, la figure 1 ayant déjà été décrite.

La figure 2 représente schématiquement un mode de réalisation du dispositif d'affichage conforme à l'invention,

les figures 3 et 4 donnent l'allure des spectres de sensibilité et d'émission que doivent posséder respectivement les couches photoconductrice et électroluminescente ainsi que le spectre de transmission du filtre du dispositif de la figure 2,

les figures 5 à 8 représentent des variantes de réalisation du dispositif conforme à l'invention.

Sur la figure 2, le dispositif conforme à l'invention comporte un premier système d'électrodes constitué de bandes conductrices 30, parallèles entre elles. Ces bandes conductrices 30 sont en général réfléchissantes et réalisées en aluminium. Ces électrodes sont disposées sur une couche photoconductrice 32 en $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$, avec $0 \leq x \leq 1$, de 1 micromètre d'épaisseur recouvrant une structure électroluminescente constituée d'une seule couche émettrice 34, comme représenté sur la figure 2, ou associée à une ou plusieurs couches diélectriques, comme représenté sur la figure 1 ou dans le document FR-A-2 574 972.

Le matériau électroluminescent est en particulier l'un de ceux cités précédemment ; son épaisseur est comprise entre 0,5 et 2 micromètres (typiquement 0,7 μm). Les couches diélectriques 14, 18, 21 peuvent être réalisées en l'un des matériaux choisis parmi Si_3N_4 , SiO_2 , SiO_xN_y , Ta_2O_5 et avoir une épaisseur de 200 nm.

En vue d'une simplification des dessins et de la description correspondante, la suite du texte ne portera que sur une couche électroluminescente 34 seule.

Sous la couche électroluminescente 34, on trouve le second système d'électrodes 36 constitué de bandes conductrices parallèles entre elles et constituées en un matériau transparent ITO par exemple, les électrodes 36 étant disposées perpendiculairement aux électrodes 30.

Le second système d'électrodes 36 est supporté par un substrat isolant 38 généralement en verre, pourvu sur sa face inférieure d'un filtre 40. L'observation de l'affichage se fait par la face arrière du dispositif, c'est-à-dire du côté du filtre. De même, l'éclairage du dispositif se fait du côté du

filtre à l'aide d'une lampe blanche 41.

Le filtre 40 du dispositif de l'invention permet un filtrage efficace des réflexions parasites 43 d'un pixel, dues à l'émission électroluminescente, et donc d'empêcher toute perturbation des pixels voisins.

Le dispositif conforme à l'invention fonctionne comme les dispositifs de l'art antérieur et en particulier en utilisant une source d'alimentation alternative 24 connectée aux électrodes 36 et 30 ; la fréquence d'oscillation est de 1 kHz, l'amplitude crête est de 150 à 290 volts (typiquement de 230 volts). Avec le dispositif d'IBM, la tension de fonctionnement est typiquement de 300 V soit supérieure à celle utilisée dans l'invention.

Sur la partie a de la figure 3, on a représenté le spectre 42 d'émission de la lumière ambiante et le spectre visible 44. Sur la partie b de la figure 3, on a représenté le spectre de transmission d'un filtre optique F ; la courbe 46 correspond au spectre de transmission d'un filtre passe haut et la courbe 47 à celui d'un filtre de transmission passe bande. Sur la partie c de la figure 3, on a représenté le spectre de sensibilité du matériau photoconducteur (PC). Sur la partie d de la figure 3, on a représenté le spectre d'émission d'un matériau électroluminescent (EL) à large bande et sur la partie e, le spectre de luminescence d'un matériau électroluminescent à plusieurs raies.

Ces spectres donnent les variations de l'intensité lumineuse I en fonction de la longueur d'onde, l'intensité lumineuse étant donnée en unité arbitraire et la longueur d'onde en nanomètre.

Conformément à l'invention, le filtre passe haut ou passe bande (figure 3b) comprend une longueur d'onde de coupure λ_0 au-dessous de laquelle la lumière ambiante est filtrée et au-dessus de laquelle la lumière ambiante est transmise. Cette longueur d'onde de coupure λ_0 est telle que le spectre de transmission du filtre se situe essentiellement dans le spectre de lumière visible 44 en vue de l'affichage. En pratique, λ_0 correspond à 1/10 de la lumière transmise.

Le matériau photoconducteur (figure 3c) comporte une longueur d'onde λ_1 de coupure inférieure et une longueur d'onde de coupure supérieure λ_2 ; ces longueurs d'onde de coupure sont prises pour une sensibilité à mi-hauteur du spectre de sensibilité. λ_0 correspond à la longueur d'onde de sensibilité maximum du matériau photoconducteur.

Conformément à l'invention, le spectre de sensibilité du photoconducteur est situé en dehors du spectre de transmission du filtre ce qui signifie que λ_2 est inférieur à λ_0 . Ainsi, le matériau photoconducteur n'est plus perturbé par la lumière ambiante. Pratiquement, λ_2 est inférieur ou égal à λ_0 .

Afin d'assurer la bistabilité du dispositif EL-PC, le spectre d'émission du matériau électrolumines-

cent doit comporter une partie de son spectre dans le spectre de sensibilité du matériau photoconducteur et une autre partie de son spectre située dans le domaine visible.

Dans le cas d'un matériau large bande (figure 3d), la longueur d'onde de coupure inférieure notée λ_4 , déterminée à mi-hauteur sur le spectre d'émission, doit être voisine de λ_1 et la longueur d'onde de coupure haute λ_5 du matériau électroluminescent, déterminée à mi-hauteur sur le spectre d'émission, doit être choisie supérieure à λ_0 .

Pour un matériau électroluminescent à raies (figure 3e), la longueur d'onde de coupure haute λ_6 de la raie 50 la plus basse en longueur d'onde, toujours prise à mi-hauteur sur la courbe 50, est choisie de préférence inférieure à λ_0 , avec $\lambda_4 < \lambda_6$ alors que la longueur d'onde de coupure inférieure λ_7 de la raie 52 la plus haute en longueur d'onde, déterminée à mi-hauteur sur la courbe 52, est choisie de préférence supérieure à λ_0 , λ_5 étant alors supérieure à λ_7 .

Sur la figure 4, on a représenté les différents spectres d'intensité lumineuse que doivent avoir le filtre, le matériau photoconducteur et le matériau électroluminescent, lors de l'utilisation d'un filtre passe bas ou passe bande comportant une longueur d'onde de coupure supérieure λ_3 .

Les intensités lumineuses des spectres de la figure 4 sont données en unité arbitraire en fonction d'une longueur d'onde exprimée en nanomètre. La figure 4a donne le spectre d'émission de la lumière ambiante ; la figure 4b donne le spectre de transmission de lumière du filtre ; la figure 4c donne le spectre de sensibilité du matériau photoconducteur et les figures 4d et 4e donnent, respectivement, le spectre d'émission d'un matériau électroluminescent large bande et à raies. La courbe 48 de la figure 4b correspond à un filtre passe bas et la courbe 49 à un filtre passe bande.

Dans ce cas, c'est la lumière ambiante située dans des longueurs d'onde supérieure à λ_3 qui est bloquée par le filtre et la lumière de longueurs inférieures à λ_3 qui est transmise par le filtre. Le matériau photoconducteur (figure 4c) doit alors présenter un spectre de sensibilité situé au-dessus de λ_3 , en particulier λ_1 est supérieur ou égal à λ_3 .

Comme précédemment, le spectre d'émission d'un matériau électroluminescent large bande (figure 4d) doit présenter une longueur d'onde de coupure inférieure λ_4 , inférieure à λ_3 et une longueur d'onde de coupure supérieure λ_5 , supérieure à λ_3 . Dans le cas d'un matériau électroluminescent à raies (figure 4e), λ_6 correspondant à la longueur d'onde de coupure haute pour la première bande d'émission 54 est aussi de préférence inférieure à λ_3 et λ_7 correspondant à la longueur d'onde de coupure basse de la bande d'émission supérieure 56 du matériau électroluminescent est choisie de

préférence supérieure à λ_3 .

Les différentes couches constituant le dispositif d'affichage de l'invention peuvent être agencées de différentes façons comme cela apparaît sur les figures 5 à 8. La seule exigence est que le filtre 40 soit disposé entre l'observateur et la couche électroluminescente 34.

Aussi, comme représenté sur la figure 5, il est possible d'inverser la position du substrat en verre 38 avec le filtre 40 par rapport à la figure 2 ou bien, comme représenté sur la figure 6, de disposer le filtre optique 40 entre la seconde série d'électrodes 36 et la structure électroluminescente 34.

Il est aussi possible, comme représenté sur la figure 7 d'inverser l'emplacement des deux systèmes d'électrodes. Dans ce cas, l'observation se fait par la face avant du dispositif d'affichage. Dans ce mode de réalisation, on trouve, de haut en bas, le filtre optique 40, les électrodes transparentes 36, la structure électroluminescente 34, la couche photoconductrice 32, les électrodes réfléchissantes 30 et enfin le substrat en verre 38.

Pour une observation par la face avant, il est aussi possible, comme représenté sur la figure 8, d'inverser les dispositions du filtre optique 40 et des électrodes 36.

On donne ci-après différents exemples de réalisation du dispositif conforme à l'invention. Dans ces exemples, le matériau électroluminescent est du $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$, avec $0 \leq x \leq 1$. Ce matériau est déposé par la méthode de dépôt chimique en phase vapeur assisté plasma (PECVD), basse puissance (de l'ordre de $0,1 \text{ W/cm}^2$). Pour de plus amples détails sur la méthode de dépôt du $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$, on peut se référer à l'article de M.P. Schmidt et al., Philosophical Magazine B, 1985, vol. 51, n° 6, p. 581-589, "Influence of carbon incorporation in amorphous hydrogenated silicon".

Ce matériau photoconducteur présente un certain nombre d'avantages. En particulier, il présente une chute de sensibilité du côté des grandes longueurs d'onde (c'est-à-dire du côté des faibles énergies) correspondant à une baisse d'absorption optique ou bande interdite optique. (On rappelle que $\lambda(\text{nm}) = 1240/E(\text{eV})$).

Une caractéristique du spectre de photoconductivité de ce matériau est l'énergie E_{04} (en eV) pour laquelle le coefficient d'absorption α vaut 10^4 cm^{-1} . Cette énergie E_{04} peut être ajustée en jouant sur la teneur C en carbone, c'est-à-dire, sur la teneur en méthane dans le mélange méthane-silane utilisé pour la fabrication de ce matériau photoconducteur.

Du côté des courtes longueurs d'onde (énergies élevées), la sensibilité du matériau photoconducteur chute aussi car le rayonnement est absorbé dans toutes les premières couches de la

couche photoconductrice et la photoconduction, recherchée dans la direction normale au plan des couches (excitation électrique transversale), est empêchée car le coeur de la couche photoconductrice n'est pas exposé au rayonnement d'excitation.

Le spectre de photosensibilité résultant, pour une couche d'épaisseur d'1 micromètre, est un pic large dont la largeur à mi-hauteur est de 50 nanomètres environ et dont le maximum est à E_{04} . La largeur à mi-hauteur correspond à la distance séparant les seuils de coupure bas et haut, c'est-à-dire séparant λ_1 de λ_2 sur les figures 3c ou 4c.

Exemples 1 à 3

Ces exemples se rapportent à la figure 3 qui correspond à l'utilisation d'un filtre passe-haut (ou passe bande). En outre, ils sont relatifs à des matériaux électroluminescents large bande (courbe 3d).

1) - Matériau électroluminescent : ZnS:Mn^{2+} (émission du jaune à l'orange) ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL de longueur d'onde de coupure λ_0 de 585 nm ;

- Matériau photoconducteur de longueur d'onde λ_2 égal à 585 nm, de λ_{04} voisin de 560 nm ce qui correspond à E_{04} voisin de 2,2 eV et par conséquent à une concentration C en méthane de l'ordre de 0,6, et à x égal 0,10 ;

- L'émission résultante de l'écran est orange.

2) - Matériau électroluminescent : SrS:Eu^{2+} (émission allant du rouge à l'orange) ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec une longueur d'onde de coupure λ_0 égal à 600 nm ;

- Matériau photoconducteur avec $\lambda_2 = 600$ nm et λ_{04} égal 575 nm ce qui correspond à E_{04} égal à 2,15 eV et donc à C voisin de 0,50 et x égal 0,07 ;

- L'émission résultante de l'écran est rouge.

3) - Matériau électroluminescent : CaS:Eu^{2+} (émission dans le rouge) ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec λ_0 égal 630 nm ;

- Matériau photoconducteur : λ_2 égal 630 nm ; λ_{04} égal 600 nm ; $E_{04} = 2,07$ eV ; C voisin de 0,40 et x = 0,04 ;

- L'émission résultante est dans le rouge profond.

Exemples 4 à 6

Ces exemples sont relatifs à des filtres passe-haut (figure 3b) associés à des matériaux électroluminescents à raies (figure 3e).

4) - Matériau électroluminescent : ZnS:Tb^{3+} avec une raie dans le vert et une raie dans le vert-bleu ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec λ_0 égal

530 nm ;

- Matériau photoconducteur : λ_2 égal à 530 nm ; λ_{04} égal à 500 nm ; $E_{04} = 2,48$ eV ; C voisin de 0,8 et x = 0,20 ;

5 - L'émission résultante est verte.

5) - Matériau électroluminescent : ZnS:Sm^{3+} (émission allant du jaune au rouge) ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec λ_0 égal à 640 nm ;

10 - Matériau photoconducteur : λ_2 égal 640 nm ; λ_{04} égal à 615 nm ; $E_{04} = 2,02$ eV ; C voisin de 0,30 et x = 0,03 ;

- L'émission résultante est rouge.

6) - Matériau électroluminescent : SrS:Pr^{3+}

15 avec une raie dans le vert-bleu et une raie dans le rouge ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL : $\lambda_0 = 600$ nm ;

20 - Matériau photoconducteur : λ_2 égal 600 nm ; $\lambda_{04} = 575$ nm ; $E_{04} = 2,15$ eV ; C voisin de 0,50 et x = 0,07 ;

- L'émission résultante est dans le rouge.

Exemples 7 à 9

25

Ces exemples sont relatifs à l'utilisation d'un filtre passe-bas (ou passe bande) dont le spectre de transmission est donné à la figure 4b. En outre, le matériau électroluminescent est un matériau large bande dont le spectre ressemble à celui donné à la figure 4d.

30

7) - Matériau électroluminescent : ZnS:Mn^{2+} (émission du jaune à l'orange) ;

35 - Filtre interférentiel de chez ORIEL avec une longueur d'onde de coupure basse λ_3 égale à 585 nm ;

- Matériau photoconducteur : λ_1 égal 585 nm ; $\lambda_{04} = 610$ nm ; $E_{04} = 2,03$ eV ; C voisin de 0,30 et x = 0,03 ;

40 - L'émission résultante est jaune.

8) - Matériau électroluminescent : SrS:Ce^{3+} avec une émission allant du vert au bleu ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec λ_3 voisin de 500 nm ;

45 - Matériau photoconducteur : λ_1 égal 500 nm ; λ_{04} voisin de 525 nm ; $E_{04} = 2,36$ eV ; C voisin de 0,70 et x = 0,14 ;

- L'émission résultante est bleue.

9) - Matériau électroluminescent : CaS:Ce^{3+} (émission allant du vert à l'orange) ;

50

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec λ_3 voisin de 540 nm ;

- Matériau photoconducteur : λ_1 de l'ordre de 540 nm ; λ_{04} voisin de 565 nm ; $E_{04} = 2,20$ eV ; C = 0,60 et x = 0,10 ;

- L'émission résultante est dans le bleu-vert.

Exemples 10 et 11

Ces exemples sont relatifs à un filtre interférentiel passe bas (figure 4b) associé à des matériaux électroluminescents à spectre de raies (figure 4e).

10) - Matériau électroluminescent : ZnS:Tb^{3+} (une raie dans le vert et une raie dans le bleu-vert) ;

- Filtre interférentiel de chez ORIEL avec λ_3 égal 570 nm ;

- Matériau photoconducteur : λ_1 égal 570 nm ; λ_{04} voisin de 595 nm ; $E_{04} = 2,08$ eV ; $C = 0,40$ et $x = 0,04$;

- L'émission résultante est dans le vert.

11) - Cet exemple est identique à l'exemple 10 à l'exception du matériau électroluminescent qui est du SrS:Pr^{3+} avec une raie dans le bleu-vert et une raie dans le rouge. L'émission résultante est dans le bleu-vert.

Dans les exemples 1 à 11 ci-dessus, l'agencement des différentes couches du dispositif peut être l'un quelconque de ceux représentés sur la figure 2 et sur les figures 5 à 8.

Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 5 et 6, les filtres optiques à base de gélatine ou de polymère classiquement utilisés sont à écarter étant donné que le filtre est déposé avant les matériaux électroluminescent et photoconducteur, lors de la fabrication du dispositif, et donc qu'ils subissent des cycles thermiques contraignants typiquement de 150 à 200 °C. Ces filtres ne supportent que des températures <100 °C.

Revendications

1. Dispositif d'affichage monochrome électroluminescent à effet mémoire comprenant sur un substrat isolant une seule couche électroluminescente (16, 34) et une couche photoconductrice (20, 32) empilées, l'ensemble de ces deux couches étant intercalé entre un premier (36) et un second (30) systèmes d'électrodes connectés à une source de tension électrique (24) pour exciter certaines zones de la couche électroluminescente, caractérisé en ce que la couche photoconductrice (32) est telle que la zone de recouvrement du spectre de sensibilité lumineuse de cette couche photoconductrice et du spectre d'émission de l'éclairage ambiant est minimale et en ce que la couche électroluminescente (34) est telle que la zone de recouvrement dudit spectre de sensibilité et du spectre d'émission de la couche électroluminescente est maximale.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un filtre optique (40) est prévu entre la couche électroluminescente (34) et l'observateur

du dispositif laissant passer la partie du spectre d'émission de la couche électroluminescente la plus utile à l'affichage et bloquant une région du spectre d'émission de l'éclairage ambiant, le spectre de sensibilité de la couche photoconductrice (32) étant essentiellement contenu dans ladite région.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la couche électroluminescente (34) est constituée d'un matériau à spectre d'émission large bande ou multibande.

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le filtre optique (40) est un filtre passe haut, passe bas ou passe bande.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la couche électroluminescente (16) est intercalée entre un premier (14) et un second (18) empilements de couches de diélectrique.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'un troisième empilement de couches de diélectrique (21) est intercalé entre la couche photoconductrice (20) et l'un des deux systèmes d'électrodes (30, 36).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la couche photoconductrice (32) est en silicium amorphe hydrogéné et carboné de formule $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$ avec $0 \leq x \leq 1$.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les systèmes d'électrodes (30, 36) sont constitués chacun de bandes conductrices parallèles entre elles, les bandes conductrices du premier système (36) étant croisées par rapport aux bandes conductrices du second système (30).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le premier système d'électrodes (36) est transparent et placé au contact du substrat (38) qui est transparent et en ce que le second système d'électrodes (30) est réfléchissant.

10. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la couche photoconductrice est en silicium amorphe hydrogéné et carboné de formule $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{:H}$ avec $0 \leq x \leq 0,5$.

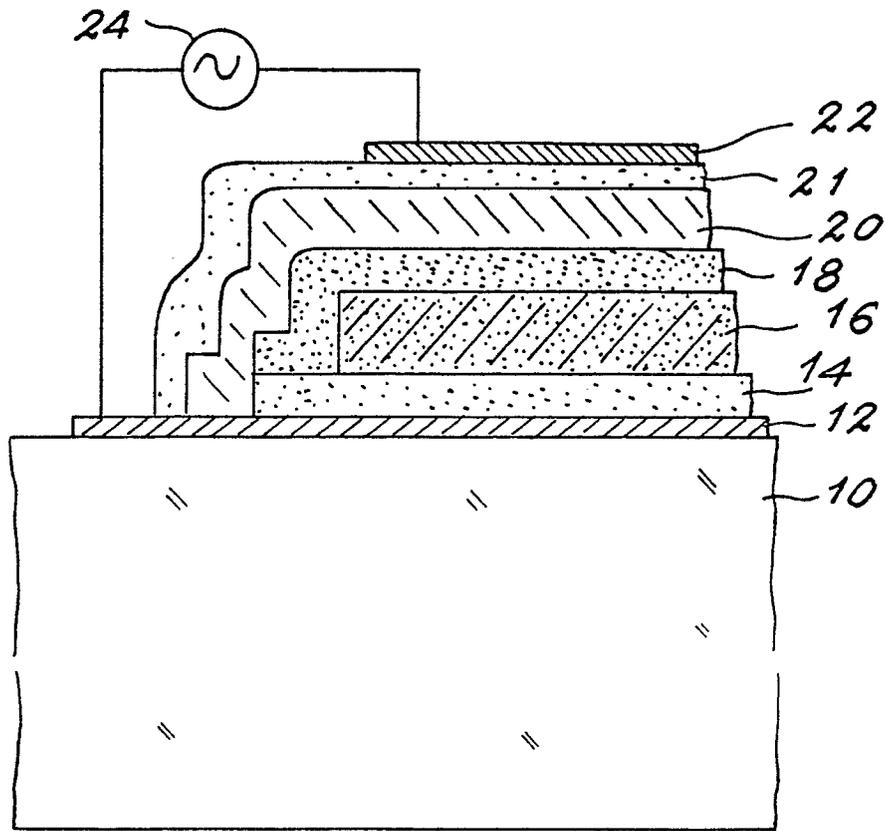


FIG. 1

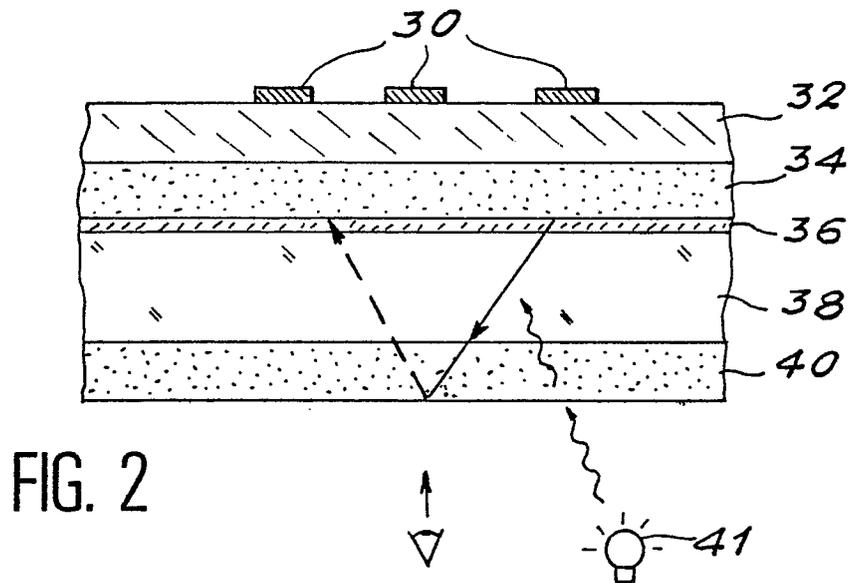


FIG. 2

FIG. 3

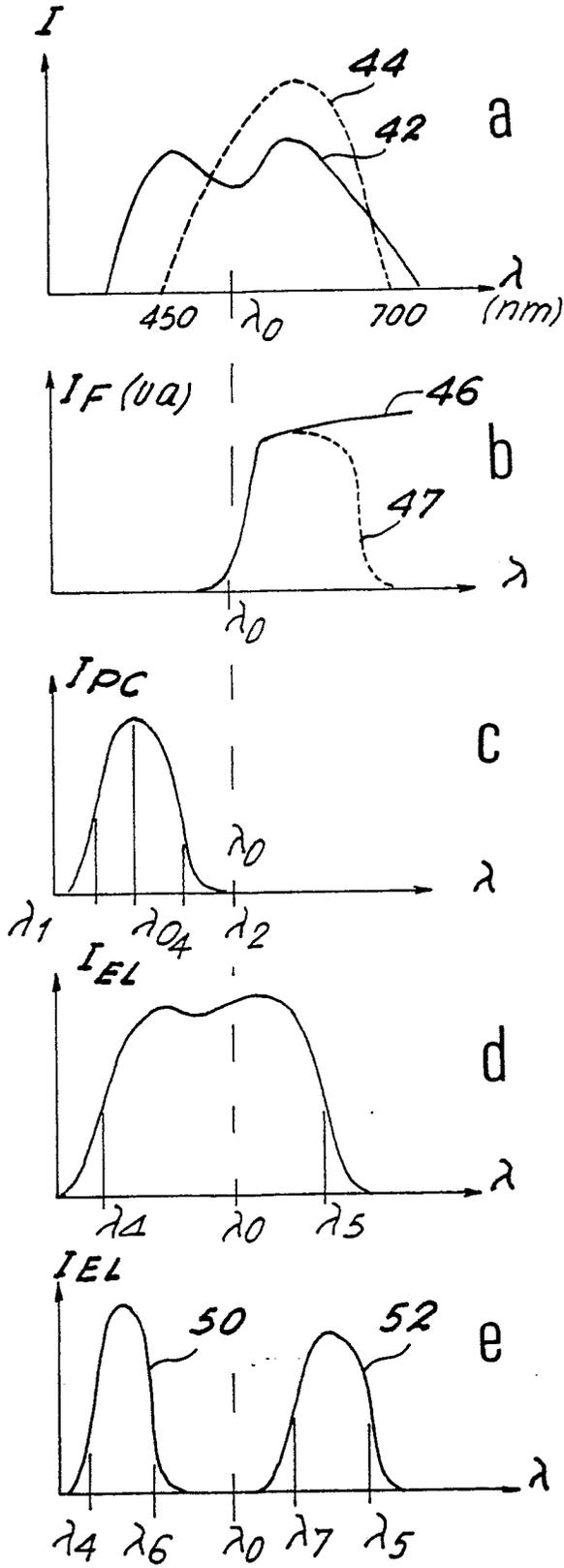
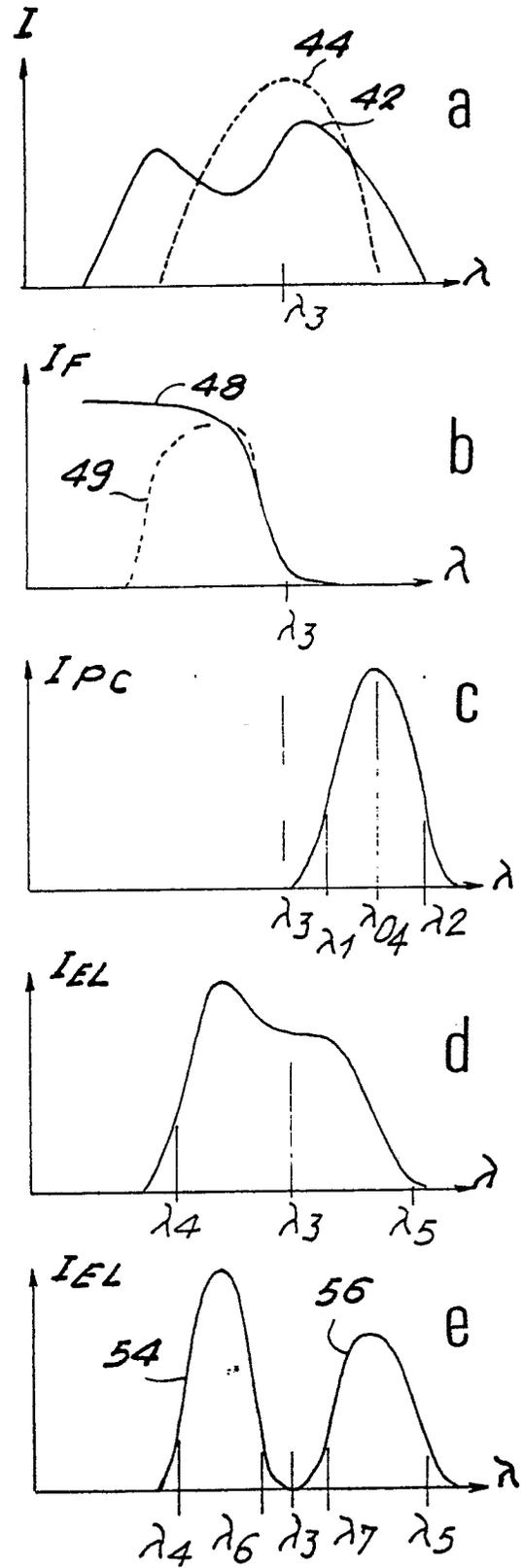


FIG. 4



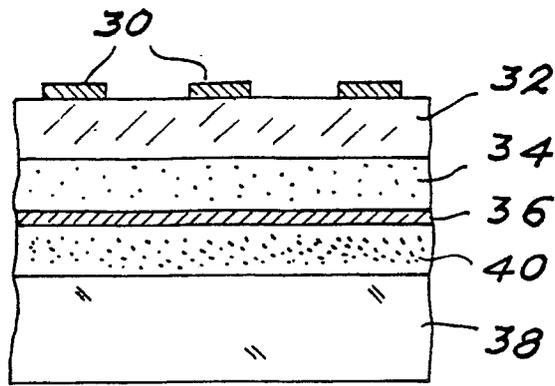


FIG. 5

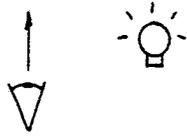


FIG. 6

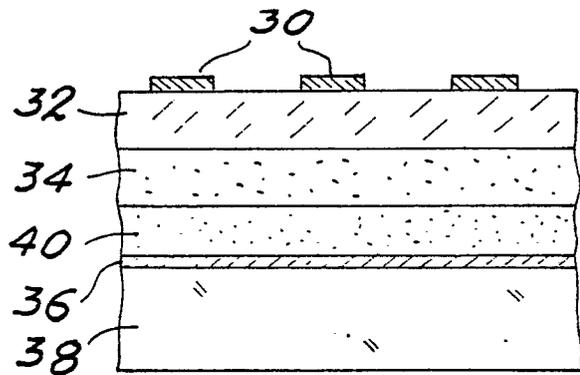


FIG. 7

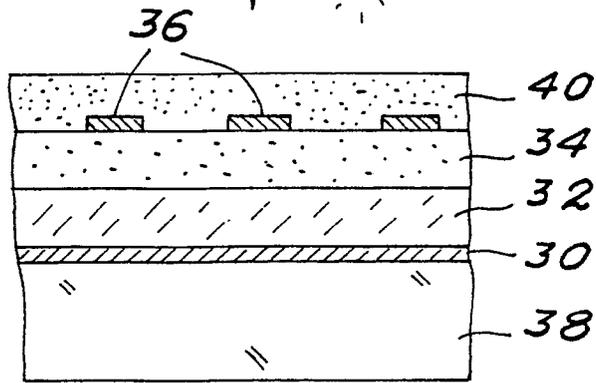
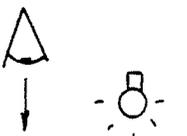
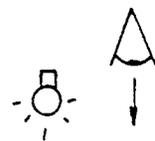
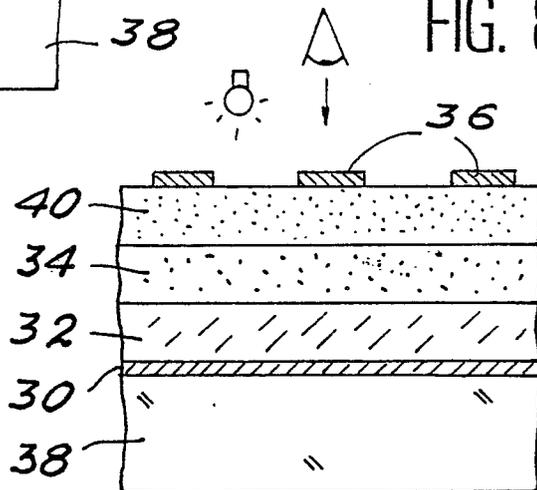


FIG. 8





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A,D	FR-A-2 335 902 (IBM) * Revendications 1,4; page 3; page 5, ligne 38 - page 7, ligne 5; page 8, lignes 7-36 *	1	G 09 G 3/30
A	EP-A-0 259 213 (THIOULOUSE) * Revendication 1; colonne 4, lignes 5-57 *	1	
A	ELECTRONICS, vol. 43, no. 11, 25 mai 1970, pages 112-117, New York, US; L. MIRANDO et al.: "Flat-screen television takes two giant steps forward" * Page 116, colonne de gauche, paragraphes 2-4 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G 09 G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16-05-1990	Examineur TIBAUX M.J.P.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			