

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: 87402320.3

⑤① Int. Cl.⁴: **H 05 B 33/12**

㉔ Date de dépôt: 16.10.87

③① Priorité: 23.10.86 FR 8614715

④③ Date de publication de la demande:
08.06.88 Bulletin 88/23

⑥④ Etats contractants désignés: DE FR GB

⑦① Demandeur: **ETAT FRANCAIS** représenté par le Ministre
des PTT (Centre National d'Etudes des
Télécommunications)
38-40 rue du Général Leclerc
F-92131 Issy-les-Moulineaux (FR)

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

Solomon, Lionel
56, rue de Sèvres
F-92100 Boulogne (FR)

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

⑤④ Dispositif d'affichage électroluminescent utilisant du silicium amorphe hydrogéné et carboné.

⑤⑦ Dispositif d'affichage électroluminescent utilisant un matériau photoconducteur.

Le matériau photoconducteur est du silicium amorphe hydrogéné et carboné de formule $a-Si_xC_{1-x}:H$ avec 1-x compris de préférence entre 0,05 et 0,50.

Application à l'affichage.

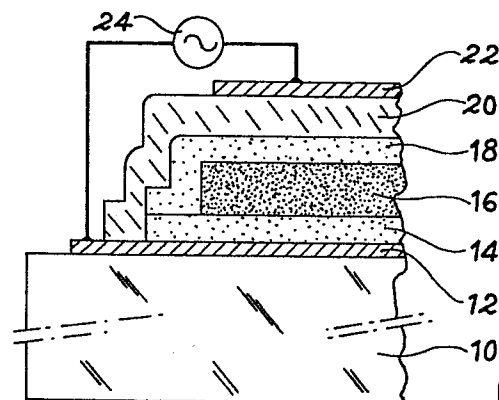


FIG. 1

Description

DISPOSITIF D'AFFICHAGE ELECTROLUMINESCENT UTILISANT DU SILICIUM AMORPHE HYDROGENE ET CARBONE

La présente invention a pour objet un dispositif d'affichage électroluminescent utilisant du silicium amorphe hydrogéné et carboné.

Bien que le dispositif de l'invention ne soit pas nécessairement à effet mémoire, comme on le comprendra mieux par la suite, c'est tout de même cette propriété qui est le plus souvent recherchée dans la pratique. On peut donc rappeler brièvement en quoi elle consiste. On dit qu'un dispositif d'affichage est à effet mémoire si sa caractéristique électro-optique (courbe luminance-tension) présente un hystérésis. Pour une même tension située à l'intérieur de la boucle d'hystérésis, le dispositif pourra 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 crêteaux 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 1200×1200 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 sur le plan industriel. On peut doter cette technologie 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.

Un tel dispositif est décrit par exemple dans l'article de A.H. KITAI et G.J. WOLGA intitulé "Hysteretic Thin Film EL Devices Utilizing Optical Coupling of EL Output to a Series Photoconductor" publié dans les Comptes Rendus de la Conférence SID 84, pages 255, 256.

On peut ainsi produire un effet mémoire de type extrinsèque que l'on appellera effet mémoire PC-EL- dont le principe est le suivant. Quand le dispositif est dans l'état éteint, le 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 couche électroluminescente excède le seuil d'électroluminescence, le dispositif PC-EL bascule dans l'état allumé. Le 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 un hystérésis.

Une nouvelle structure PC-EL a été décrite récemment dans le document FR-A-2 574 972 et dans l'article des inventeurs intitulé "Monolithic AC-EL Photoconductor Thin Film Structure with Extrinsic Memory by Optical Coupling" et publié dans les Comptes rendus de l'International Display Research Conference de 1985, pages 177-181.

Cette structure est illustrée sur la figure 1. Elle comprend un substrat de verre 10 sur lequel est déposée une électrode 12, par exemple en ITO (oxyde d'étain et d'indium), une première couche diélectrique 14, une couche électroluminescente 16, par exemple en $ZnS:Mn$, une seconde couche diélectrique 18, une couche photoconductrice 20 constituée d'un empilement de couches $n^+ - n - n^+$, en silicium amorphe hydrogéné a-Si:H et enfin une électrode 22, par exemple en aluminium. Les électrodes 12 et 24 sont reliées à une source de tension 24. Dans cette réalisation les couches PC et EL sont des couches minces, dont l'épaisseur est de l'ordre du micron. On rappelle que les couches n^+ , fortement dopées n et de très faible épaisseur (20 nm typiquement) ont pour rôle de permettre une injection électronique quasi-ohmique dans la couche n dite intrinsèque. Pourvu que cette injection quasi-ohmique soit obtenue, ce sont les caractéristiques électriques et photoconductrices de la couche intrinsèque qui déterminent en premier lieu le comportement de l'empilement $n^+ - n - n^+$, appelé ici "couche photoconductrice", et les caractéristiques de mémoire du dispositif PC-EL.

Une telle structure est simple à réaliser car elle ne nécessite pas d'écran optique ni 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.

A la suite de ces premiers résultats encourageants, les inventeurs ont poursuivi leurs travaux pour mieux saisir les phénomènes mis en jeu dans de telles structures et pour mieux définir les contraintes imposées par la structure PC-EL. Ils ont pu ainsi énoncer clairement les conditions à satisfaire pour obtenir un dispositif performant :

- 1) - Il est préférable que la couche photoconductrice soit le plus mince possible (épaisseur inférieure à $2 \mu m$) de manière à limiter les perturbations qu'elle risque de produire sur la structure électroluminescente sur laquelle elle est déposée. Ces perturbations consistent par exemple en contraintes mécaniques pouvant induire un décollement des couches ou en une mauvaise cicatrisation

des claquages électriques intervenant dans la structure électroluminescente.

2) - Le fait que la couche photoconductrice doive supporter, dans l'état éteint, une tension de 30 à 50 Volts appliquée perpendiculairement au plan des couches, associé à la contrainte évoquée ci-avant d'une épaisseur faible, impose à la couche photoconductrice de pouvoir supporter des champs électriques pouvant aller jusqu'à 10^6 V/cm. Le matériau doit donc être d'une résistivité élevée.

3) - Il convient de fixer la photoconductivité à une valeur suffisamment faible pour annuler pratiquement toute influence de la lumière ambiante sur le fonctionnement du dispositif PC-EL en tirant parti au mieux de l'écart important entre le niveau d'éclairement ambiant (inférieur à 1000 lux typiquement) et celui qui est engendré par la couche électroluminescente (de l'ordre de 20000 lux typiquement).

4) - Les mécanismes gouvernant la conduction dans a-Si:H, posent également certains problèmes. Des études théoriques ont été publiées sur ce sujet où il apparaît que le mécanisme de conduction dans des structures $n^+ - n - n^+$ en a-Si:H est du type "conduction limitée par la charge d'espace" ou SCLC en abrégé (pour Space Charge Limited Conduction). Cela signifie que la conduction dans la couche n dépend bien sûr de la résistivité R de la couche en régime ohmique, mais aussi et surtout de la charge d'espace distribuée dans toute la profondeur de la couche. Dans un article de I. Solomon et al, intitulé "Space-Charge-Limited Conduction for the determination of the midgap density of states in amorphous silicon : Theory and Experiment" publié dans "The American Physical Society", vol. 6, N°6, pp.3422-3429, les auteurs ont défini un modèle théorique précis pour le comportement courant-tension (I-V) d'une structure $n^+ - n - n^+$ en régime de quasi-équilibre (tension appliquée continue). Ils ont aussi déterminé l'influence de la résistivité R et de la densité d'états au quasi-niveau de Fermi appelée (DOS) de la couche n sur la courbe I-V. La formule suivante permet de rendre compte approximativement de cette dépendance :

$$I = \frac{1}{RL} V \exp(V/V_0) \text{ avec } V_0 = \frac{ag(E_F)}{F}$$

où L est l'épaisseur de la couche n, $g(E_F)$ la DOS au quasi-niveau de Fermi et a une constante.

De ces résultats théoriques (qui, il faut le souligner, ne concernent en rien l'application aux dispositifs PC-EL), les inventeurs ont déduit que, pour un courant de conduction donné (cas du fonctionnement du PC dans une structure PC-EL à l'état éteint), la tension aux bornes de la structure $n^+ - n - n^+$ est pratiquement proportionnelle à la DOS, d'une part, et au logarithme de la résistivité d'autre part.

5) - Les inventeurs se sont également penchés sur la question du spectre de sensibilité d'un matériau photoconducteur. Ce spectre est directement lié à la largeur de la bande interdite du matériau utilisé et son intensité dépend des caractéristiques des centres de recombinaison des paires électrons-trous engendrées par photo-excitation (profondeur en énergie, section efficace de capture, temps de dépiégeage, etc.). Pour un effet mémoire PC-EL optimal, il serait souhaitable d'adapter le spectre du photoconducteur à celui de la structure électroluminescente, de manière à améliorer le couplage optique entre les couches EL et PC. Mais dans un système utilisant a-Si:H, il n'y a aucune possibilité d'effectuer cette adaptation.

En résumé, les inventeurs, s'appuyant tant sur leurs travaux personnels que sur certaines études théoriques effectuées sur a-Si:H, ont pu poser clairement certains problèmes rencontrés pour les dispositifs électroluminescents à photoconducteur. Le choix du matériau photoconducteur devrait permettre de commander à des valeurs appropriées :

- la résistivité,
- la densité d'états au quasi-niveau de Fermi,
- la photoconductivité,
- le spectre de la couche photoconductrice.

Or, les matériaux conventionnels comme CdS ou CdSe ou a-Si:H ne peuvent pas satisfaire à toutes ces conditions de manière reproductible, n'étant intrinsèquement pas suffisamment résistif et trop photoconducteur en général. Pour réaliser la structure PC-EL décrite dans la dernière référence par exemple, les inventeurs avaient dû déposer la couche de a-Si:H sur un substrat maintenu à une température relativement élevée ; entre 350° et 400° C. Mais alors la reproductibilité de caractéristiques comme la densité d'états et la résistivité, posait des problèmes considérables, du fait de la très forte dépendance de celles-ci vis-à-vis de la température de dépôt dans cette gamme.

Ayant pu poser ainsi clairement le problème, les inventeurs ont trouvé un matériau qui permet de remplir toutes (ou tout au moins un grand nombre de) ces conditions. Ce matériau est le silicium amorphe hydrogéné et carboné dont la formule est $a-Si_xC_{1-x}:H$.

De façon plus précise, l'invention a pour objet un dispositif d'affichage électroluminescent comprenant, sur un support isolant une couche électroluminescente et une couche photoconductrice, ces couches étant empilées l'une sur l'autre, l'ensemble de ces deux couches étant intercalé entre deux systèmes d'électrodes connectées à une source de tension électrique permettant l'excitation de certaines zones de la couche électroluminescente, ce dispositif étant caractérisé par le fait que la couche photoconductrice est en silicium amorphe hydrogéné et carboné a-Si_xC_{1-x}:H

Plus précisément, la couche photoconductrice sera constituée d'une couche intrinsèque n de silicium amorphe hydrogéné et carboné $a-Si_xC_{1-x}:H$, insérée éventuellement entre deux couches n^+ d'injection quasi-ohmique, aussi en silicium amorphe hydrogéné et carboné $a-Si_yC_{1-y}:H$.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui va suivre, faite en référence à des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, représente une coupe d'un dispositif d'affichage électroluminescent à couche photoconductrice,
- la figure 2 est une courbe montrant les variations de l'indice de réfraction de la couche photoconductrice en fonction de la concentration en méthane dans le mélange gazeux utilisé pour déposer $a-Si_xC_{1-x}:H$,
- la figure 3 représente la variation du spectre de cette même couche en fonction de cette même concentration.

La photoconductivité chute aux courtes longueurs d'onde (énergies élevées) du fait de l'absorption du rayonnement dans le matériau. Une caractéristique du spectre de photoconductivité du $a-Si_xC_{1-x}:H$ est l'énergie E_{04} (en eV) à laquelle le coefficient d'absorption α vaut 10^4 cm^{-1} . C'est cette énergie qui est représentée sur la figure 3.

Selon l'invention, $1-x$ est de préférence compris entre 0,05 et 0,50. Autrement dit, la concentration en carbone $[C]/[C] + [Si]$ est comprise entre 5% et 50%.

Le choix plus précis de $1-x$ dans cette plage dépend des buts poursuivis et des applications envisagées. On peut définir 4 plages différentes, comprises dans la fourchette 0,05-0,50 :

1. Si $1-x$ est augmenté de 0 à 0,35, la DOS et R augmentent, avec un optimum situé autour de 0,10.
2. Si $1-x$ est augmenté de 0,10 à 0,35, la photoconductivité diminue ; un optimum peut être défini en fonction du point précédent.
3. Si $1-x$ est augmenté de 0 à 0,50, le spectre de sensibilité de la photoconductivité se déplace : E_{04} va de 1,9 à 2,7 eV.
4. Si $1-x$ est augmenté de 0 à 0,40, l'indice de réfraction diminue de 3,6 à environ 2,0.

On comprend qu'on possède ainsi, selon l'invention, un degré de liberté supplémentaire (la concentration en carbone) pour ajuster certaines caractéristiques, ce que ne permettrait pas le $a-Si:H$.

A titre d'exemple, en prenant $1-x=0,10$, les inventeurs ont obtenu de manière reproductible une conductivité dans l'obscurité située dans la gamme allant de 10^{-11} à $10^{-10} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ et une DOS située dans la gamme allant de 30 à $40 \cdot 10^{16} \text{ eV}^{-1} \text{ cm}^{-3}$. Ces caractéristiques ont permis l'obtention de marges d'hystérésis supérieures à 25V à 1kHz de fréquence d'excitation.

En ce qui concerne l'adaptation du spectre du photoconducteur, on sait que les longueurs d'onde d'émission utilisées pour l'affichage polychrome vont d'environ 450 nm pour le bleu à environ 640 nm pour le rouge. On peut obtenir une adaptation à de tels spectres en prenant $1-x$ égal respectivement à 0,50 pour le bleu et 0,05 pour le rouge.

Outre l'effet mémoire qu'elle procure dans un dispositif PC-EL, la couche photoconductrice peut donner à une structure électroluminescente un contraste d'affichage excellent en raison de l'effet de "couche noire" qui l'accompagne. La couche photoconductrice masque en effet les électrodes arrière en aluminium, absorbe la lumière ambiante et empêche la réflexion de celle-ci sur les électrodes. Une application de l'invention est donc la réalisation de dispositifs d'affichage électroluminescent à contraste élevé, sans effet mémoire.

Le principe de l'utilisation d'une couche absorbante est naturellement connu. Il est décrit par exemple dans la publication des inventeurs citée plus haut, ainsi que dans le brevet américain US-A-3,560,784. Mais dans ces documents antérieurs, la "couche noire" est tantôt du $a-Si:H$, tantôt un diélectrique, autrement dit des corps de composition, donc de propriété, donnée. On ne peut donc pas jouer librement sur les propriétés optiques de ces corps. Dans l'invention, on peut fixer l'indice de réfraction dans une gamme étendue (2,0 à 3,6) en agissant sur $1-x$ et adapter optiquement la couche noire aux autres couches, par exemple à la couche diélectrique qui la jouxte et qui peut être du Ta_2O_5 d'indice 2,1 ou à la couche électroluminescente, qui peut être du ZnS d'indice 2,35. On minimise ainsi les réflexions de la lumière ambiante par le dioptré couche photoconductrice -couche sous-jacente (isolant ou couche électroluminescente).

Pour ce qui concerne les couches n^+ , l'incorporation de C a certains avantages spécifiques que l'on décrit ci-après.

Le dopage d'une couche de $a-Si:H$ au phosphore (P) permet d'augmenter très sensiblement la densité des porteurs libres : jusqu'à 10^{18} - 10^{19} cm^{-3} . C'est cette densité élevée de porteurs libres qui assure une injection électronique quasi-ohmique dans la couche intrinsèque. Cependant, la conductivité ohmique de telles couches n^+ est si élevée (10^{-2} à $10^{-3} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$) qu'elle provoque des phénomènes de conduction latérale parasites dans les écrans PCEL matriciels. L'incorporation de C dans la couche n^+ permet d'en diminuer significativement la conductivité sans modifier sensiblement la densité de porteurs libres. Ainsi, par exemple, avec un mélange de 50% $[SiH_4]$ -50% $[CH_4]$ (teneur y en C dans la couche de $\approx 0,14$), on réduit la conductivité ohmique de la couche n^+ dopée P à 10^{-5} - $10^{-6} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ typiquement et les effets électriques parasites dans les écrans PCEL matriciels disparaissent.

En résumé, l'incorporation de carbone dans le $a-Si:H$ a des effets positifs importants à la fois pour la couche intrinsèque n et pour les couches n^+ éventuellement introduites dans la structure photoconductrice.

Pour ce qui est des conditions pratiques à utiliser pour mettre en oeuvre l'invention, on peut se référer à deux articles : le premier de M.P. SCHMIDT et al intitulé "Physics of Low Density-Of-States $a-Si_{1-x}C_x$ films"

publié dans Journal of Non-Crystalline Solids 77 and 78, pp. 849-852 ; le second de M.P. SCHMIDT et al intitulé "Influence of Carbon incorporation in amorphous hydrogenated silicon" publié dans "Philosophical Magazine" B, 1985, vol 51, n°6, pp. 581-589.

Dans la technique décrite dans ces documents, les couches de silicium amorphe hydrogéné et carboné sont déposées par décharge luminescente ("glow discharge") à partir d'un mélange de silane (SiH_4) et de méthane (CH_4). Lorsque la teneur du mélange en CH_4 varie dans une gamme allant de 0 à 60%, la teneur en carbone 1-x dans la couche déposée varie de 0 à 0,2. En faisant varier la teneur en CH_4 du mélange gazeux, on obtient, de manière reproductible, des valeurs de conductivité dans le noir et de DOS s'étendant sur des gammes aussi étendues que 10^{-6} - 10^{-13} (Ωcm) $^{-1}$ pour la conductivité et $2 \cdot 10^{15}$ - 10^{18} $\text{cm}^{-3}\text{eV}^{-1}$ pour la DOS. C'est grâce à cette propriété que les inventeurs ont pu, en choisissant une teneur de 35% en CH_4 obtenir une valeur d'environ 0,10 pour 1-x et obtenir de manière reproductible une conductivité de la couche photoconductrice de $10^{-10} \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ et une DOS d'environ $4 \cdot 10^{17} \text{eV}^{-1}\text{cm}^{-3}$. Dans des travaux récents, la gamme d'étude de la concentration en CH_4 dans le mélange gazeux SiH_4 - CH_4 a été étendue à 95% et il a été possible d'obtenir par cette méthode des valeurs de 1-x supérieures à 0,5 donc dépassant les exigences de l'invention.

Les figures 2 et 3 permettent de mieux préciser les conditions expérimentales à mettre en oeuvre pour obtenir certaines performances. Sur ces figures, l'axe des abscisses correspond à la concentration C de méthane à utiliser dans le mélange gazeux méthane-silane. Autrement dit $C = [\text{CH}_4]/([\text{CH}_4] + [\text{SiH}_4])$.

L'axe des ordonnées correspond à l'indice de réfraction n sur la figure 2 et à l'énergie E04 de la bande d'absorption du photoconducteur exprimée en électrons-volts sur la figure 3.

Ces courbes correspondent à une température du substrat comprise entre 250 et 290°C.

Naturellement, l'ajustement de 1-x pour optimiser la DOS, la résistivité, la photoconductivité, le spectre, l'indice, etc. n'exclut en aucune manière le réglage des conditions opératoires de dépôt (température du substrat, puissance du plasma, etc.). Ce réglage permet de parfaire les effets de la présence de carbone, ou au contraire, de compenser cette action. C'est le cas par exemple lorsqu'on a choisi 1-x pour ajuster le spectre de photoconductivité et/ou l'indice et qu'on veut corriger en plus la DOS, la résistivité et la photoconductivité qui résultent de ce choix.

L'action sur 1-x peut donc avantageusement être combinée aux ajustements classiques sur les conditions opératoires pour satisfaire simultanément à toutes les conditions énoncées plus haut.

Les couches n^+ de $\text{a-Si}_{1-y}\text{C}_y\text{:H}$ seront obtenues par exemple en ajoutant au mélange de $[\text{SiH}_4]$ - $[\text{CH}_4]$ une concentration adéquate de $[\text{PH}_3]$ (0,5% typiquement).

L'invention est applicable à tout type de structure électroluminescente en couches minces ou à base de poudre, et à excitation continue ou alternative, ceci bien que l'exemple décrit concerne l'électroluminescence en couches minces à excitation alternative.

Revendications

1. Dispositif d'affichage électroluminescent comprenant, sur un support isolant (10) une couche électroluminescente (16) et une couche photoconductrice (20), ces couches étant empilées l'une sur l'autre, l'ensemble de ces deux couches étant intercalé entre deux systèmes d'électrodes (12, 22) connectées à une source de tension électrique (24) permettant l'excitation de certaines zones de la couche électroluminescente, ce dispositif étant caractérisé par le fait que la couche photoconductrice est en silicium amorphe hydrogéné et carboné $\text{a-Si}_x\text{C}_{1-x}\text{:H}$

2. Dispositif d'affichage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que 1-x est compris entre 0,05 et 0,50.

3. Dispositif d'affichage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que 1-x est compris entre 0,10 et 0,35.

4. Dispositif d'affichage selon la revendication 3, caractérisé par le fait que la couche photoconductrice a une épaisseur inférieure à 2 microns, et que le dispositif est doté de l'effet mémoire de type PC-EL.

5. Dispositif d'affichage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que 1-x est choisi dans l'une des plages suivantes : 0,05-0,15 / 0,10-0,35 et 0,25-0,50, le spectre de sensibilité de la couche photoconductrice étant alors adapté au spectre de la lumière émise par la couche électroluminescente, ce spectre correspondant à l'une des trois couleurs primaires rouge, vert, bleu respectivement et l'effet mémoire PC-EL pouvant alors être produit dans chaque couleur.

6. Dispositif d'affichage selon la revendication 1, caractérisé par le fait que 1-x est compris entre 0,20 et 0,50.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que 1-x est choisi en outre pour que la résistivité de la couche photoconductrice soit supérieure à $10^{11} \Omega\cdot\text{cm}$, que la photoconductivité de cette couche soit pratiquement nulle et que son indice de réfraction soit inférieur à 3, la couche photoconductrice jouant alors le rôle de couche absorbante permettant un affichage à contraste élevé.

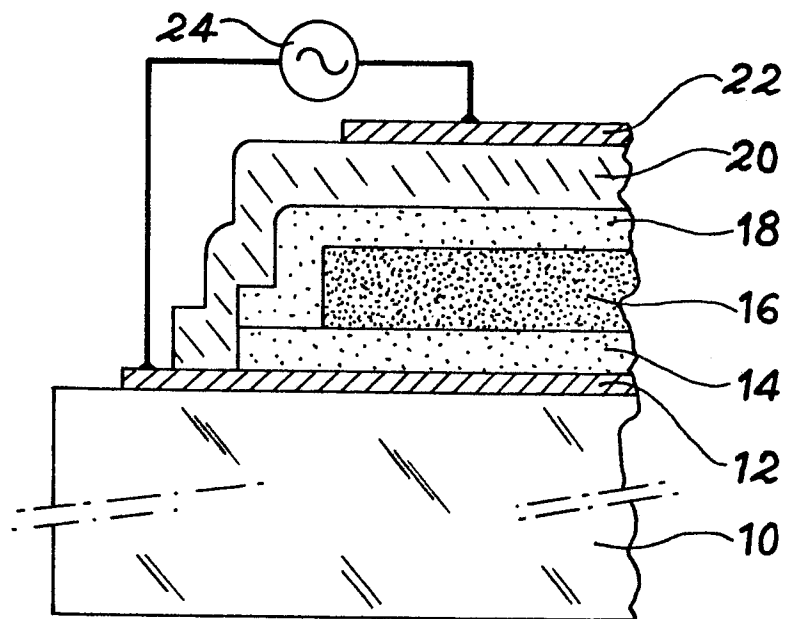


FIG. 1

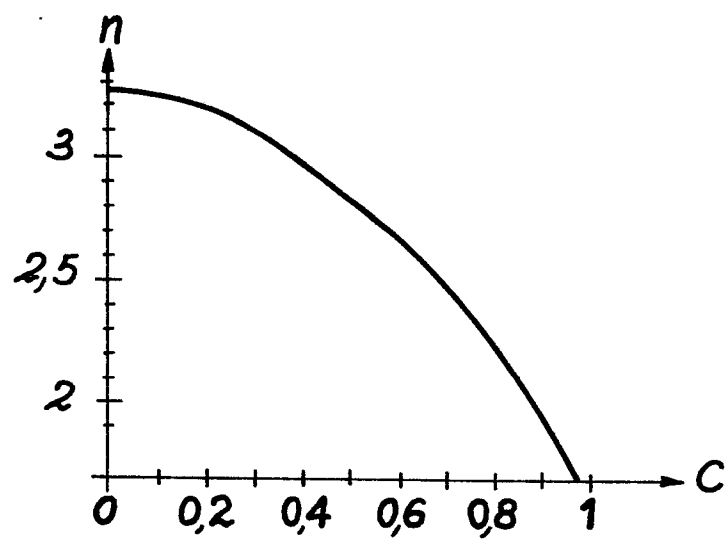


FIG. 2

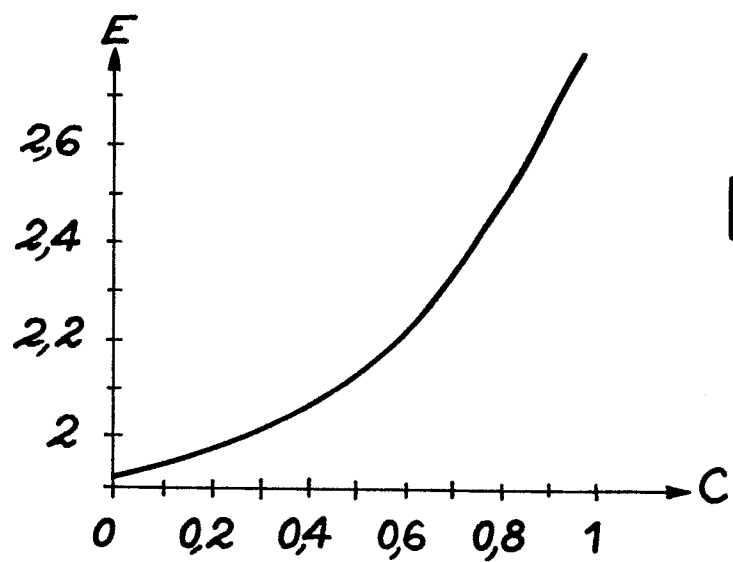


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2320

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.4)
D,Y	WO-A-8 603 871 (THIOULOUSE) * Figure 2; abrégé; page 12, ligne 29 - page 13, ligne 16 * & FR-A-2 574 972 ---	1	H 05 B 33/12
D,Y	PHILOSOPHICAL MAGAZINE B, vol. 51, no. 6, 1985, pages 581-589, FR; M.P. SCHMIDT et al.: "Influence of carbon incorporation in amorphous hydrogenated silicon" * En entier * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 05 B G 09 G G 09 F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01-02-1988	Examineur VAN ROOST L.L.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			