



(11) **EP 1 456 831 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
19.05.2010 Bulletin 2010/20

(51) Int Cl.:
G09G 3/32^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **02805375.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2002/004314

(22) Date de dépôt: **12.12.2002**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2003/054843 (03.07.2003 Gazette 2003/27)

(54) **PANNEAU DE VISUALISATION D'IMAGE EN FORME D'UNE MATRICE DE CELLULES
ELECTROLUMINESCENTES SHUNTEES ET AVEC EFFET MEMOIRE OBTENU PARMI UN
ELEMENT PHOTOSENSIBLE**

BILDANZEIGETAFEL IN FORM EINER MATRIX VON ELEKTROLUMINESZENTEN ZELLEN MIT
ÜBERBRÜCKUNG UND DURCH EIN LICHTEMPFLINDLICHES ELEMENT ERHALTENEM
SPEICHEREFFEKT

IMAGE DISPLAY PANEL CONSISTING OF A MATRIX OF ELECTROLUMINESCENT CELLS WITH
SHUNTED MEMORY EFFECT

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **18.12.2001 FR 0116843**

(43) Date de publication de la demande:
15.09.2004 Bulletin 2004/38

(73) Titulaire: **Thomson Licensing
92443 Issy-les-Moulineaux Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:
• **DAGOIS, Jean-Paul
F-35510 Cesson Sévigné (FR)**
• **FERY, Christophe
F-35000 Rennes (FR)**

(74) Mandataire: **Browaeys, Jean-Philippe
Thomson
1, rue Jeanne d'Arc
92443 Issy-les-Moulineaux Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**GB-A- 889 277 US-A- 3 786 307
US-A- 4 035 774 US-B1- 6 188 175**

• **D.E.DEBAR ET AL.: "Erasable Memory Storage
Display" IBM TECHNICAL DISCLOSURE
BULLETIN, vol. 24, no. 5, octobre 1981 (1981-10),
pages 2307-2310, XP002213607 NEW YORK US**

EP 1 456 831 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un panneau de visualisation d'images formé d'une matrice de cellules électroluminescente, comprenant, en référence à la figure 1 :

- une couche électroluminescente 16 susceptible d'émettre de la lumière vers l'avant dudit panneau (flèches 19 d'émission de lumière),
- à l'avant de cette couche, une couche avant transparente d'électrodes 18,
- à l'arrière de cette couche, une couche photoconductrice 12, elle-même intercalée entre une couche arrière opaque d'électrodes 11 et une couche intermédiaire d'électrodes 14 au contact de la couche électroluminescente 16,
- des moyens de couplage optique entre ladite couche électroluminescente 16 et ladite couche photoconductrice 12, qui peuvent par exemple être formés par une couche de couplage spécifique 13 (comme sur la figure) ou formés dans la couche intermédiaire d'électrodes 14.

[0002] Les panneaux de ce type comportent également un substrat 10, à l'arrière (comme sur la figure) ou à l'avant du panneau, pour supporter l'ensemble des couches précédemment décrites ; il s'agit en général d'une plaque de verre ou de matériau polymère.

[0003] La couche photoconductrice 12 est destinée à apporter aux cellules du panneau un effet mémoire qui sera décrit ultérieurement.

[0004] Les électrodes de la couche avant 18, de la couche arrière 11 et de la couche intermédiaire 14 sont adaptées d'une manière connue en elle-même pour pouvoir commander et maintenir l'émission des cellules du panneau, indépendamment les unes des autres ; à cet effet, les électrodes de la couche avant 18 sont par exemple disposées en lignes Y et les électrodes de la couche arrière 11 sont alors disposées en colonnes X, généralement orthogonales aux lignes ; les électrodes peuvent également avoir la configuration inverse : électrodes de couche avant en colonnes et électrodes de couche arrière en ligne ; les cellules du panneau sont situées aux intersections des électrodes lignes Y et des électrodes colonnes X, et sont donc disposées en matrice.

[0005] Pour visualiser sur un tel panneau des images partitionnées en une matrice de points lumineux, on alimente les électrodes des différentes couches de manière à faire circuler un courant électrique au travers des cellules du panneau correspondant aux points lumineux de ladite image ; le courant électrique qui circule entre une électrode X et une électrode Y pour alimenter une cellule positionnée à l'intersection de ces électrodes, traverse la couche électroluminescente 16 située à cette intersection ; la cellule ainsi excitée par ce courant émet alors de la lumière 19 vers la face avant du panneau ; l'émission de l'ensemble des cellules excitées du panneau forme l'image à visualiser.

[0006] Les documents US 4035774 - IBM, US 4808880 - CENT, US 6188175 B1 - CDT décrivent des panneaux de ce type.

[0007] La couche électroluminescente 16, lorsqu'elle est organique, se décompose en général en trois sous-couches : une sous-couche centrale 160 électroluminescente intercalée entre une sous-couche 162 de transport de trous et une sous-couche 161 de transport d'électrons.

[0008] Les électrodes de la couche avant d'électrodes 18, au contact de la sous-couche 162 de transport de trous, servent alors d'anodes ; cette couche d'électrodes 18 doit être transparente, au moins partiellement, pour laisser passer vers l'avant du panneau la lumière émise par la couche électroluminescente 16 ; les électrodes de cette couche sont généralement elles-mêmes transparentes et réalisées en oxyde mixte d'étain et d'indium (« ITO »), ou en polymère conducteur comme du polyéthylènedioxythiophène (« PDOT »).

[0009] La couche intermédiaire d'électrodes 14 doit être suffisamment transparente pour permettre un couplage optique adéquat entre la couche électroluminescente 16 et la couche photoconductrice 12, car ce couplage optique est nécessaire au fonctionnement du panneau et, notamment, à l'obtention de l'effet mémoire décrit ci-après.

[0010] Les documents cités ci-dessus divulguent également des configurations où, à l'inverse de ce qui vient d'être décrit, d'une part, les électrodes de la couche intermédiaire d'électrodes 14 et la sous-couche 161 servent respectivement à l'injection et au transport des trous dans la sous-couche électroluminescente 160, d'autre part, les électrodes de la couche avant d'électrodes 18 et la sous-couche 162 servent respectivement à l'injection et au transport des électrons dans la sous-couche électroluminescente 160.

[0011] Selon une autre variante, la couche avant d'électrodes 18 peut elle-même comporter plusieurs sous-couches, dont une sous-couche d'interface avec la couche organique électroluminescente 16 destinée à améliorer l'injection de trous (cas anode) ou d'électrons (cas cathode).

[0012] La couche photoconductrice 16 peut être par exemple en silicium amorphe, ou en sulfure de cadmium.

[0013] Dans les panneaux de visualisation de ce type, le rôle de la couche photoconductrice 12 est d'apporter un effet « mémoire » aux cellules du panneau ; en se reportant à la figure 2, chaque cellule du panneau peut être représentée par deux éléments en série :

- un élément électroluminescent E_{EL} englobant une zone de couche électroluminescente 16, et,
- un élément photoconducteur E_{PC} englobant une zone de couche photoconductrice 12 au regard de cette même zone de couche électroluminescente 16.

[0014] L'effet mémoire que l'on obtient reposerait sur un fonctionnement en boucle, tel que représenté à la figure 2 : tant qu'un élément électroluminescent E_{EL} d'une cellule émet de la lumière 19 dont une partie 19' parvient, par couplage optique, à l'élément photoconducteur E_{PC} de cette même cellule, l'interrupteur formé par cet élément E_{PC} est fermé, et tant que cet interrupteur est fermé, l'élément électroluminescent E_{EL} est alimenté en courant entre une borne A au contact d'une électrode de la couche avant 18 et une borne B au contact d'une électrode de la couche arrière 11 ; l'élément électroluminescent E_{EL} émet donc de la lumière 19 dont une partie 19' excite l'élément photoconducteur E_{PC} .

[0015] Ce fonctionnement en boucle repose donc sur un couplage optique adéquat entre la couche électroluminescente 16 et la couche photoconductrice 12 ; si le panneau de visualisation comporte une couche spécifique de couplage optique, il peut s'agir par exemple d'une couche isolante opaque percée d'ouvertures transparentes adaptées et positionnées en face de chaque élément électroluminescent E_{EL} , c'est à dire de chaque pixel ou sous-pixel du panneau ; en l'absence de couche spécifique de couplage, on peut également utiliser, comme moyen de couplage, des ouvertures transparentes pratiquées dans la couche intermédiaire d'électrodes 14 ; d'autres moyens de couplage optique sont envisageables, qui sont connus de l'homme du métier et ne seront pas décrits ici en détail.

[0016] Cet effet mémoire supposé est destiné à faciliter la commande des pixels et sous-pixels du panneau pour visualiser des images et, notamment, à pouvoir utiliser un procédé dans lequel, successivement pour chaque ligne du panneau, on passe par une phase d'adressage destinée à allumer les cellules à allumer dans cette ligne, puis par une phase de maintien destinée à maintenir les cellules de cette ligne dans l'état où la phase précédente d'adressage les a mises ou laissées.

[0017] En pratique, on balaye successivement chaque ligne du panneau pour mettre chaque cellule de la ligne balayée dans l'état souhaité, allumé ou éteint ; après balayage d'une ligne donnée, on maintient ou on alimente de la même façon l'ensemble des cellules de cette ligne pour que seulement les cellules mises à l'état allumé de cette ligne émettent de la lumière pendant que l'on balaye ou que l'on adresse d'autres lignes ; ainsi, de préférence, pendant les phases de maintien d'une ligne, se déroulent les phases d'adressage d'autres lignes.

[0018] En pratique, la durée des phases de maintien permet de moduler la luminance des cellules du panneau et, notamment, de générer les niveaux de gris nécessaires à la visualisation d'une image.

[0019] La mise en oeuvre d'un tel procédé de commande des cellules du panneau passe généralement par :

- lors des phases d'adressage, l'application, uniquement aux bornes A, B des cellules à allumer, d'une tension d'allumage V_a ;
- lors des phases de maintien, l'application aux bornes A, B de toutes les cellules d'une tension de maintien V_s , qui doit être suffisamment élevée pour que les cellules préalablement allumées restent allumées, et suffisamment faible pour ne pas risquer d'allumer les cellules préalablement non allumées.

[0020] La phase d'adressage est donc une phase sélective ; la phase de maintien n'est au contraire pas sélective, ce qui permet d'appliquer la même tension à toutes les cellules et simplifie considérablement la commande du panneau.

[0021] Le document « IBM Technical Disclosure Bulletin », Vol.24, n°5, pp.2307-2310, intitulé « Erasable memory storage Display », décrit un panneau de visualisation dont chaque cellule comprend :

- un élément inorganique électroluminescent Zel et un élément photoconducteur LPC branchés en série comme dans les panneaux de visualisation du type précité,
- en outre, un élément photoconducteur d'effacement, référencé EPC dans ce document, branché en parallèle sur ledit élément électroluminescent.

[0022] L'élément photoconducteur d'effacement en parallèle avec l'élément électroluminescent présente une résistance variant entre une valeur faible R-ON lorsqu'il est excité par un éclairage d'effacement et une valeur faible R-OFF lorsqu'il n'est pas éclairé ; selon ce document, cet élément photoconducteur d'effacement sert à faire passer à l'état éteint les cellules correspondantes qui seraient allumées et en phase de maintien ; le procédé de pilotage du panneau comprend donc des phases d'effacement de cellules, lors desquelles on éclaire ces cellules par un éclairage d'effacement.

[0023] Lors d'une phase d'effacement, qui termine généralement une phase de maintien, il convient évidemment que, au niveau de chaque cellule qui est allumée à l'état ON, qui est à effacer, et dont l'élément photoconducteur d'effacement est excité, la résistance R-ON soit inférieure à la résistance R_{ON-EL} que présente l'élément électroluminescent E_{EL} à l'état allumé, de manière à ce que l'on puisse considérer que l'intensité du courant électrique qui traverse cette cellule encore à l'état ON passe essentiellement par l'élément photoconducteur d'effacement, et non pas par l'élément élec-

électroluminescent E_{EL} , puisqu'il s'agit précisément de l'éteindre.

[0024] En dehors des phases d'effacement, les éléments photoconducteurs d'effacement présentent une résistance R_{OFF} et les éléments électroluminescents E_{EL} du panneau sont soit à l'état éteint et présentent résistance R_{OFF-EL} , soit à l'état allumé et présentent une résistance R_{ON-EL} ; rien n'est dit dans ce document sur la valeur de R_{OFF} par rapport à la valeur de R_{OFF-EL} , de sorte que l'homme du métier ne peut tirer aucun enseignement sur la fonction effective et efficace de shunt qu'auraient ou non les éléments photoconducteurs d'effacement à l'état non excité vis à vis des éléments électroluminescents à l'état éteint.

[0025] Ainsi, ce document se borne à décrire des moyens susceptibles de shunter efficacement des éléments électroluminescents à l'état allumé pour les effacer, alors que l'invention, comme on le verra ci-après, propose, dans un tout autre but, des moyens pour shunter les éléments électroluminescents à l'état éteint.

[0026] On va maintenant décrire plus précisément l'effet mémoire lorsqu'on applique un procédé de commande de ce type à un panneau électroluminescent à effet mémoire du type qui vient d'être décrit, dans le cas où les zones de la couche d'électrodes intermédiaires 14 propres à chaque élément électroluminescent E_{EL} sont isolées électriquement les unes des autres, de sorte que le potentiel électrique au point commun C de l'élément électroluminescent E_{EL} et de l'élément photoconducteur E_{PC} est flottant.

[0027] Toujours en référence à la figure 2, le panneau de visualisation forme un ensemble de cellules $C_{n,p}$ susceptibles d'émettre de la lumière et alimentée par des lignes d'électrodes Y_n, Y_{n+1} de la couche avant 18 reliées à des points A correspondant à une borne d'élément électroluminescent E_{EL} et des colonnes d'électrodes X_p, X_{p+1} de la couche arrière 11 reliées à des points B correspondant à une borne d'élément photoconducteur E_{PC} .

[0028] La figure 3 illustre, selon ce mode de commande classique :

- pour une cellule $C_{n,p}$, une séquence d'adressage de cette ligne au temps t_1 , avec allumage de cette cellule qui reste allumée pour $t > t_1$,
- pour une cellule de la ligne suivante $C_{n+1,p}$, une séquence d'adressage de cette ligne au temps t_2 , sans allumage de cette cellule qui reste éteinte pour $t > t_2$.

[0029] Les trois chronogrammes Y_n, Y_{n+1}, X_p indiquent les tensions appliquées aux électrodes lignes Y_n, Y_{n+1} et à l'électrode colonne X_p pour obtenir ces séquences.

[0030] Le bas de la figure 3 indique les valeurs de potentiels aux bornes A, B (figure 2) des cellules $C_{n,p}, C_{n+1,p}$ et l'état allumé (« ON ») ou éteint (« OFF ») de ces cellules.

[0031] Pour obtenir l'état ON ou OFF indiqué au bas de cette figure, il faut donc que, en appliquant aux bornes A, B d'une cellule telle que représentée à la figure 2 :

- un potentiel V_a à une cellule à l'état OFF, cette cellule bascule à l'état ON;
- un potentiel V_s ou $(V_s - V_{off})$ à une cellule à l'état ON, cette cellule reste à l'état ON ;
- un potentiel $(V_a - V_{off})$ ou V_s à une cellule à l'état OFF, cette cellule reste à l'état OFF ;

[0032] La figure 4 reprend ces différentes valeurs de potentiel en les situant par rapport :

- à la tension seuil $V_{S,EL}$ aux bornes AC de la diode électroluminescente E_{EL} de la cellule (figure 2), en deçà laquelle cette diode s'éteint et au delà de laquelle elle s'allume ; la caractéristique typique d'une telle diode E_{EL} est représentée à la figure 5 (intensité lumineuse émise -en lumen - en fonction de la tension appliquée - en Volt) ;
- à la tension V_T aux bornes AB d'une cellule au delà de laquelle une cellule éteinte à l'état OFF s'allume et passe à l'état ON.

[0033] Pour obtenir l'effet mémoire recherché, la valeur de la tension V_{off} susceptible d'être appliquée aux électrodes colonnes comme X_p doit être choisie de manière à ce que la tension $V_a - V_{off}$ appliquée aux bornes d'une cellule ne soit pas suffisante pour l'allumer, donc que $V_a - V_{off} < V_T$ et à ce que la tension $V_s - V_{off}$ n'affecte pas l'état allumé ou éteint de la cellule, donc que $V_{S,EL} < V_s - V_{off}$.

[0034] Comme l'illustre la figure 4, pour un bon fonctionnement du panneau, il convient donc qu'une cellule $C_{n,p}$ à laquelle on a appliqué une tension $V_a > V_T$ continue d'émettre une quantité de lumière importante même si la tension appliquée à ses bornes décroît jusqu'à la valeur $V_s - V_{off}$, qui reste supérieure à $V_{S,EL}$; pour ce type de fonctionnement, il est nécessaire que la cellule, c'est à dire que l'élément électroluminescent E_{EL} et l'élément photoconducteur E_{PC} branchés en série présentent une hystérésis importante.

[0035] La caractéristique typique d'un élément photoconducteur E_{PC} d'une cellule $C_{n,p}$ du panneau est représentée à la figure 6 (intensité électrique -en Ampère - en fonction de l'éclairement - en lumen - lorsque cet élément E_{PC} est soumis à une tension de 10 V) ; compte tenu des caractéristiques déjà citées (figure 5) de l'élément électroluminescent E_{EL} , il est maintenant possible de représenter les caractéristiques globales courant-tension de l'ensemble de ces élé-

ments E_{EL} et E_{PC} en série formant une cellule $C_{n,p}$ du panneau : voir la figure 7, qui illustre, lorsqu'on applique une tension croissante de 0 à 20 V puis décroissante de 20 à 0 V aux bornes AB d'une cellule :

- la tension V_{Eel} aux bornes AC de l'élément électroluminescent de la cellule ;
- la tension V_{Epc} aux bornes CB de l'élément photoconducteur de la cellule ;
- l'intensité I du courant circulant dans cette cellule.

[0036] On constate qu'au cours d'un cycle de croissance jusqu'à l'allumage (intensité élevée) puis de décroissance jusqu'à l'extinction, l'évolution de l'intensité I du courant dans cette cellule ne manifeste aucune hystérésis, ce qui montre qu'il n'existe en réalité aucune zone de maintien (voir figure 4) de valeurs de tensions dans laquelle, la cellule ayant été préalablement allumée, celle-ci reste allumée ; on n'obtient donc pas l'effet mémoire précédemment décrit.

[0037] L'invention a pour but de pallier l'absence ou l'insuffisance d'effet mémoire.

[0038] A cet effet, l'invention a pour objet un panneau de visualisation d'images comprenant une matrice de cellules électroluminescentes à effet mémoire, susceptibles d'émettre de la lumière vers l'avant dudit panneau, comprenant :

- un réseau avant d'électrodes et un réseau arrière d'électrodes, les électrodes du réseau avant croisant les électrodes du réseau arrière au niveau de chacune desdites cellules,
- au moins une couche électroluminescente formant, pour chaque cellule, au moins un élément électroluminescent,
- une couche photoconductrice pour obtenir ledit effet mémoire, formant, pour chaque cellule, un élément photoconducteur,

l'au moins un élément électroluminescent et l'élément photoconducteur de chaque cellule étant reliés électriquement en série et les deux bornes extrêmes de ladite série étant reliées l'une à une électrode dudit réseau avant et l'autre à une électrode dudit réseau arrière,

- des moyens de couplage optique, au niveau de chaque cellule, entre au moins une couche électroluminescente du panneau et ladite couche photoconductrice ,

caractérisé en ce qu'il comprend, pour chaque cellule, un élément de shunt disposé en parallèle de l'au moins un élément électroluminescent de la dite cellule et dont la résistance ne dépend pas de l'éclairement.

[0039] Comme la résistance des éléments de shunt ne dépend pas de l'éclairement, l'utilisation comme shunts d'éléments photoconducteurs d'effacement tels que décrits dans le document « IBM Technical Disclosure Bulletin », Vol.24, n°5, pp.2307-2310 précédemment cité est tout à fait exclue ; on entend donc ici par élément de shunt une résistance classique réalisée à l'aide d'un matériau non photoconducteur et présentant une résistance qui ne varie pas sensiblement en fonction de l'éclairement.

[0040] De préférence, la ou les couches électroluminescentes du panneau sont organiques.

[0041] L'invention s'applique également aux panneaux du même type que ceux décrits dans le document US 4035774 - IBM précédemment cité qui comprennent une couche électroluminescente arrière pour émettre la lumière adaptée à l'activation ou l'excitation des cellules photoconductrices et une couche électroluminescente avant pour émettre la lumière nécessaire à la visualisation des images ; la couche photoconductrice est intercalée entre les deux couches électroluminescentes et est optiquement couplée uniquement ou principalement avec la couche électroluminescente arrière ; chaque cellule comprend ici deux éléments électroluminescents, l'un arrière, l'autre avant, et un élément photoconducteur intercalé ; les bornes extrêmes de la série formée par ces trois éléments sont connectées l'une à une électrode arrière, l'autre à une électrode avant.

[0042] Dans le cas, le plus fréquent, où le panneau ne comprend qu'une seule couche organique électroluminescente, l'invention a pour objet un panneau de visualisation d'images comprenant une matrice de cellules électroluminescentes à effet mémoire, susceptibles d'émettre de la lumière vers l'avant dudit panneau, comprenant :

- un réseau avant d'électrodes et un réseau arrière d'électrodes, les électrodes du réseau avant croisant les électrodes du réseau arrière au niveau de chacune desdites cellules,
- une couche organique électroluminescente formant, pour chaque cellule, un élément électroluminescent dont une borne est reliée à une électrode dudit réseau avant,
- une couche photoconductrice pour obtenir ledit effet mémoire, formant, pour chaque cellule, un élément photoconducteur dont une borne est reliée à une électrode dudit réseau arrière,
- des moyens pour relier électriquement au même potentiel, au niveau de chaque cellule, l'autre borne de l'élément électroluminescent et l'autre borne de l'élément photoconducteur,
- des moyens de couplage optique entre ledit élément électroluminescent de chaque cellule et ledit élément photoconducteur de cette même cellule,

caractérisé en ce qu'il comprend, pour chaque cellule, un élément de shunt disposé en parallèle de l'élément électroluminescent de la dite cellule et dont la résistance ne dépend pas de l'éclairement.

[0043] Selon ce mode de réalisation le plus fréquent de l'invention, le schéma électrique équivalent d'une cellule quelconque du panneau est représenté à la figure 9 ; les références E_{PC} , E_{EL} renvoient respectivement à l'élément photoconducteur et à l'élément électroluminescent de cette cellule, comme sur la figure 2 précédemment décrite ; selon l'invention, cette cellule comporte en outre un élément de shunt $E_{S,EL}$, de résistance constante et indépendante de l'éclairement $R_{S,EL}$, branché en parallèle sur l'élément électroluminescent E_{EL} .

[0044] Nous allons maintenant déterminer quelle valeur il importe de donner à la résistance $R_{S,EL}$ de l'élément de shunt $E_{S,EL}$ pour tirer le meilleur parti de l'invention.

[0045] En premier lieu, il convient évidemment que la résistance $R_{S,EL}$ soit supérieure à la résistance R_{ON-EL} que présente l'élément électroluminescent E_{EL} à l'état allumé, de manière à ce que l'on puisse considérer que, lorsque la cellule est à l'état allumé ON, l'intensité du courant électrique qui la traverse passe essentiellement par l'élément électroluminescent E_{EL} ; on a donc de préférence $R_{S,EL} > R_{ON-EL}$; on limite ainsi les pertes ohmiques dans l'élément de shunt lorsque les cellules sont allumées ; pour limiter encore davantage les pertes, il est préférable que $R_{S,EL} > 2 \times R_{ON-EL}$.

[0046] A noter que cette caractéristique distingue encore davantage l'élément de shunt selon l'invention de l'élément photoconducteur d'effacement du panneau décrit dans le document « IBM Technical Disclosure Bulletin », Vol.24, n°5, pp.2307-2310 précédemment cité ; en effet, puisque la résistance $R_{S,EL}$ de cet élément de shunt est supérieure à la résistance interne R_{ON-EL} que présente l'élément électroluminescent E_{EL} à l'état allumé, il n'est susceptible en aucun cas de shunter efficacement l'élément électroluminescent correspondant E_{EL} lorsqu'il est allumé ; à noter que, dans le cas contraire, l'élément de shunt selon l'invention éteindrait ou effacerait l'élément électroluminescent correspondant, ce qui serait absolument contraire au but poursuivi par l'invention.

[0047] En résumé, le document « IBM Technical Disclosure Bulletin », Vol.24, n°5, pp.2307-2310 précédemment cité décrit des moyens pour shunter les éléments électroluminescents à l'état allumé, alors que l'invention propose des moyens pour shunter les éléments électroluminescents à l'état éteint.

[0048] En second lieu, il convient que la résistance $R_{S,EL}$ soit inférieure, de préférence très inférieure, à la résistance interne R_{OFF-EL} que présente l'élément électroluminescent E_{EL} à l'état éteint, de manière à ce que l'on puisse considérer que, lorsque la cellule est à l'état éteint OFF, l'intensité du courant électrique qui la traverse passe essentiellement par l'élément de shunt $E_{S,EL}$; on a donc $R_{S,EL} < R_{OFF-EL}$, de préférence $R_{S,EL} < \frac{1}{2} R_{OFF-EL}$; autrement dit, l'élément de shunt selon l'invention est « passant » lorsque l'élément électroluminescent E_{EL} est à l'état éteint, alors que l'élément photoconducteur d'effacement décrit dans le document « IBM - Technical Disclosure Bulletin » précédemment cité est adapté pour être susceptible de devenir « passant » lorsque l'élément électroluminescent E_{EL} est à l'état allumé.

[0049] A noter qu'on a généralement $R_{OFF-EL} > R_{ON-EL}$, ce qui permet de combiner avantageusement les deux conditions énoncées ci-dessus : $R_{S,EL} > R_{ON-EL}$ et $R_{S,EL} < R_{OFF-EL}$.

[0050] Soit R_{OFF-PC} la résistance de l'élément photoconducteur E_{PC} à l'état non excité OFF ; dans les conditions de commande d'un panneau précédemment décrites en référence aux figures 3 et 4, soit, conformément à la définition déjà donnée, V_T la tension aux bornes AB de cette cellule au delà de laquelle cette cellule éteinte (à l'état OFF) s'allume et passe à l'état ON ; alors, pour une tension $V_T - \varepsilon$ très légèrement inférieure à la tension d'allumage V_T (ε très petit), la tension $V_{E_{EL}}$ aux bornes de l'élément électroluminescent E_{EL} est très proche de la tension de seuil précédemment définie $V_{S,EL}$, de sorte que : $V_{E_{EL}} = V_{S,EL} - \varepsilon'$ (ε' très petit) ; si V_{PC} est la tension aux bornes de l'élément photoconducteur E_{PC} , on a alors $V_T - \varepsilon = V_{PC} + V_{S,EL} - \varepsilon'$; par ailleurs, si I est l'intensité du courant parcourant la cellule, si l'on considère que tout ce courant passe par l'élément de shunt $E_{S,EL}$ et non pas par l'élément électroluminescent E_{EL} parce que la cellule est éteinte, on a :

$$V_T - \varepsilon = V_{PC} + V_{S,EL} - \varepsilon' = (R_{OFF-PC} + R_{S,EL}) \times I$$

$$V_{E_{EL}} = V_{S,EL} - \varepsilon' = R_{S,EL} \times I$$

[0051] De ces deux équations, on déduit : $V_T - \varepsilon = (1 + R_{OFF-PC}/R_{S,EL}) (V_{S,EL} - \varepsilon')$, soit, en simplifiant : $V_T = (1 + R_{OFF-PC}/R_{S,EL}) V_{S,EL}$ ou $(V_T/V_{S,EL}) = (1 + R_{OFF-PC}/R_{S,EL})$.

[0052] En considérant le schéma des tensions de commande du panneau de la figure 4, la largeur de la « zone de maintien » correspond à $V_T - V_{S,EL}$; en pratique, pour bénéficier d'une « zone de maintien » suffisamment large pour pouvoir piloter facilement le panneau de visualisation, il convient que la différence $V_T - V_{S,EL}$ soit supérieure ou égale à 8 ou 9 Volt ; dans le cas où, par exemple, la tension de seuil de déclenchement de la diode électroluminescente vaut $V_{S,EL} = 9 \text{ V}$, il convient donc que $(V_T/V_{S,EL}) \geq 2$, c'est à dire $(R_{OFF-PC}/R_{S,EL}) \geq 1$ ou $R_{S,EL} \leq R_{OFF-PC}$; dans le but de

limiter les pertes, la technique des diodes électroluminescentes pour visualisation d'images s'oriente vers l'abaissement des tensions de seuil de déclenchement en deçà de la valeur de 9 Volt, ce qui implique que, pour que la largeur de la « zone de maintien » reste supérieure à 8 ou 9 volts, le ratio $(V_T/V_{S,EL})$ soit strictement supérieur à 2, voire égal ou supérieur à 3 et le ratio $(R_{OFF-PC}/R_{S,EL})$ soit strictement supérieur à 1, voire égal ou supérieur à 2.

[0053] Ainsi, de préférence, pour chaque cellule du panneau selon l'invention, la résistance $R_{S,EL}$ de l'élément de shunt $E_{S,EL}$ de l'élément électroluminescent E_{EL} de cette cellule est inférieure ou égale à la résistance R_{OFF-PC} de l'élément photoconducteur correspondant E_{PC} lorsqu'il n'est pas à l'état excité et est inférieure à la résistance R_{OFF-EL} de l'élément électroluminescent correspondant E_{EL} lorsqu'il est éteint, ce qui suppose généralement que $R_{OFF-EL} > R_{OFF-PC}$.

[0054] De préférence, la résistance $R_{S,EL}$ de l'élément de shunt $E_{S,EL}$ de l'élément électroluminescent E_{EL} de cette cellule est strictement inférieure à la résistance R_{OFF-PC} de l'élément photoconducteur correspondant E_{PC} lorsqu'il n'est pas à l'état excité, voire inférieure ou égale à la moitié de cette résistance.

[0055] Grâce à l'élément de shunt $E_{S,EL}$ de l'élément électroluminescent selon l'invention, on constate, comme l'illustre de manière plus détaillée l'exemple ci-après, que le panneau est maintenant doté d'un effet mémoire réellement exploitable par un procédé de commande classique tel que précédemment décrit, et que l'évolution de l'intensité I du courant dans chaque cellule du panneau manifeste une hystérésis et une zone de maintien (voir figure 4 et 10) de valeurs de tensions dans laquelle, la cellule ayant été préalablement allumée, celle-ci reste allumée.

[0056] Selon un autre mode de réalisation avantageux de l'invention, le panneau selon l'invention comprend également, pour chaque cellule, un élément de shunt disposé en parallèle de l'élément photoconducteur de la dite cellule.

[0057] On parvient ainsi à diminuer sensiblement la consommation d'énergie du panneau ; en outre, ce shunt additionnel facilite la désexcitation des éléments photoconducteurs et permet avantageusement de diminuer les durées de commutation des cellules du panneau.

[0058] Le schéma électrique équivalent d'une cellule quelconque du panneau selon cet autre mode de réalisation avantageux de l'invention est représenté à la figure 15 ; les références E_{PC} , E_{EL} renvoient respectivement à l'élément photoconducteur et à l'élément électroluminescent de cette cellule ; cette cellule comporte ici non seulement un élément de shunt $E_{S,EL}$, de résistance $R_{S,EL}$, branché en parallèle sur l'élément électroluminescent E_{EL} , mais également un élément de shunt $E_{S,PC}$, de résistance $R_{S,PC}$, branché en parallèle sur l'élément photoconducteur E_{PC} .

[0059] Soit R_{OFF-PC} la résistance de l'élément photoconducteur E_{PC} à l'état non excité OFF ; la résistance $R_{S,PC}$ doit être choisie très inférieure à la résistance interne R_{OFF-PC} que présente l'élément photoconducteur E_{PC} à l'état éteint, de manière à ce que l'on puisse considérer que, lorsque la cellule est à l'état éteint OFF, l'intensité du courant électrique qui la traverse passe essentiellement par l'élément de shunt $E_{S,PC}$; on a donc $R_{S,PC} < R_{OFF-PC}$, de préférence $R_{S,PC} < \frac{1}{2} R_{OFF-PC}$.

[0060] Dans les conditions de commande d'un panneau (précédemment décrites en référence aux figures 3 et 4), soit, conformément à la définition déjà donnée, V_T la tension aux bornes AB de cette cellule au delà de laquelle cette cellule éteinte (à l'état OFF) s'allume et passe à l'état ON ; alors, pour une tension $V_T - \varepsilon$ très légèrement inférieure à la tension d'allumage V_T (ε très petit), la tension V_{Eel} aux bornes de l'élément électroluminescent E_{EL} est très proche de la tension de seuil précédemment définie $V_{S,EL}$, de sorte que : $V_{Eel} = V_{S,EL} - \varepsilon'$ (ε' très petit) ; si V_{Epc} est la tension aux bornes de l'élément photoconducteur E_{PC} , on a alors $V_T - \varepsilon = V_{Epc} + V_{S,EL} - \varepsilon'$; par ailleurs, si I est l'intensité du courant parcourant la cellule, si l'on considère que tout ce courant passe par les éléments de shunt $E_{S,PC}$ et $E_{S,EL}$, et non pas par l'élément photoconducteur E_{PC} et l'élément électroluminescent E_{EL} parce que la cellule est éteinte, on a :

$$V_T - \varepsilon = V_{Epc} + V_{S,EL} - \varepsilon' = (R_{S,PC} + R_{S,EL}) \times I$$

$$V_{Eel} = V_{S,EL} - \varepsilon' = R_{S,EL} \times I$$

[0061] De ces deux équations, on déduit : $V_T - \varepsilon = (1 + R_{S,PC}/R_{S,EL}) (V_{S,EL} - \varepsilon')$, soit, en simplifiant : $V_T = (1 + R_{S,PC}/R_{S,EL}) V_{S,EL}$ ou $(V_T/V_{S,EL}) = (1 + R_{S,PC}/R_{S,EL})$.

[0062] En considérant le schéma des tensions de commande du panneau de la figure 4, la largeur de la « zone de maintien » correspond à $V_T - V_{S,EL}$; en pratique, pour bénéficier d'une « zone de maintien » suffisamment large pour pouvoir piloter facilement le panneau de visualisation, il convient que la différence $V_T - V_{S,EL}$ soit supérieure ou égale à 8 ou 9 Volt ; dans le cas où, par exemple, la tension de seuil de déclenchement de la diode électroluminescente vaut $V_{S,EL} = 9 \text{ V}$, il convient donc que $(V_T/V_{S,EL}) \geq 2$, c'est à dire $(R_{S,PC}/R_{S,EL}) \geq 1$ ou $R_{S,EL} \leq R_{S,PC}$; dans le but de limiter les pertes, la technique des diodes électroluminescentes pour visualisation d'images s'oriente vers l'abaissement des tensions de seuil de déclenchement en deçà de la valeur de 9 Volt, ce qui implique que, pour que la largeur de la « zone

de maintien » reste supérieure à 8 ou 9 volts, le ratio ($V_T/V_{S,EL}$) soit strictement supérieur à 2, voire égal ou supérieur à 3 et le ratio ($R_{S,PC}/R_{S,EL}$) soit strictement supérieur à 1, voire égal ou supérieur à 2.

[0063] Ainsi, de préférence, pour chaque cellule du panneau selon l'invention, la résistance $R_{S,PC}$ de l'élément de shunt $E_{S,PC}$ de l'élément photoconducteur E_{PC} de cette cellule est supérieur ou égale à la résistance $R_{S,EL}$ de l'élément de shunt $E_{S,EL}$ de l'élément électroluminescent E_{EL} de cette même cellule.

[0064] De préférence, on a $R_{S,PC} / R_{S,EL} \geq 2$, et même, encore mieux, $R_{S,PC} / R_{S,EL} \geq 3$.

[0065] De préférence, le panneau selon l'invention comprend, au niveau de chaque cellule, un élément conducteur à chaque interface entre l'au moins une couche électroluminescente et la couche photoconductrice pour relier électriquement en série les éléments électroluminescent et photoconducteur correspondants et les éléments conducteurs de différentes cellules sont isolés électriquement les uns des autres.

[0066] De préférence, les éléments conducteurs entre la même couche électroluminescente la même couche photoconductrice forment une même couche conductrice qui est évidemment discontinue pour que les éléments conducteurs des différentes cellules soient isolés électriquement les uns des autres ; dans le cas d'un panneau du type décrit dans le document US 4035774 déjà cité comprenant deux couches électroluminescentes, on a donc deux couches conductrices d'interface.

[0067] Dans le cas plus fréquent d'un panneau à une seule couche électroluminescente, chaque élément de shunt de l'élément électroluminescent est reliée à la même électrode du réseau avant et au même élément conducteur de la couche intermédiaire que l'élément électroluminescent E_{EL} qu'il shunte ; le cas échéant, chaque élément de shunt de l'élément photoconducteur est reliée à la même électrode du réseau arrière et au même élément conducteur de la couche intermédiaire que l'élément photoconducteur E_{PC} qu'il shunte ; on entend par élément de shunt tout moyen de shuntage : plusieurs exemples seront donnés ultérieurement.

[0068] Avantagusement, le panneau selon l'invention comprend des moyens de commande des cellules pour la visualisation d'images, adaptés pour mettre en oeuvre un procédé dans lequel, successivement pour chaque ligne de cellules du panneau, on passe par une phase sélective d'adressage destinée à allumer les cellules à allumer dans cette ligne, puis par une phase non-sélective de maintien destinée à maintenir les cellules de cette ligne dans l'état où la phase précédente d'adressage les a mises ou laissées.

[0069] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description d'un mode de réalisation préférentiel, donnée à titre non limitatif et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma en coupe d'une cellule d'un panneau électroluminescent à couche photoconductrice de l'art antérieur,
- la figure 2 illustre le schéma équivalent électrique de la cellule de la figure 1,
- la figure 3 donne trois chronogrammes des tensions appliquées à deux électrodes de ligne et à une électrode de colonne d'un panneau matriciel électroluminescent à effet mémoire, lorsqu'on utilise un procédé classique de commande de panneau adapté pour tirer parti de l'effet mémoire des cellules de ce panneau,
- la figure 4 illustre le positionnement des différentes tensions appliquées aux électrodes d'un panneau lors de l'application d'un procédé de commande de la figure 3,
- les figures 5 et 6 représentent les caractéristiques typiques respectivement d'un élément électroluminescent E_{EL} et d'un élément photoconducteur E_{PC} d'une cellule d'un panneau telle que représentée aux figures 1 et 2 ;
- la figure 7 illustre, selon l'art antérieur, la répartition des tensions V_{E-el} et V_{E-pc} respectivement aux bornes de l'élément électroluminescent E_{EL} et de l'élément photoconducteur E_{PC} d'une cellule d'un panneau telle que représentée aux figures 1 et 2, lorsqu'on applique aux bornes AB de cette cellule un cycle de tension croissante (0 à 20 V), puis décroissante (20 à 0 V) ; cette figure illustre également l'évolution de l'intensité du courant circulant dans cette cellule ;
- la figure 8 est un schéma en coupe d'une cellule d'un panneau électroluminescent à couche photoconductrice selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 illustre le schéma équivalent électrique de la cellule de la figure 8,
- la figure 10 illustre, selon l'invention, la répartition des tensions V_{E-el} et V_{E-pc} respectivement aux bornes de l'élément électroluminescent E_{EL} et de l'élément photoconducteur E_{PC} d'une cellule d'un panneau telle que représentée aux figures 8 et 9, lorsqu'on applique aux bornes AB de cette cellule un cycle de tension croissante (0 à 20 V), puis décroissante (20 à 0 V) ; cette figure illustre également l'évolution de l'intensité du courant circulant dans cette cellule ;
- les figures 11 et 12 sont des coupes d'un premier mode de réalisation d'un panneau selon l'invention, respectivement selon la direction des électrodes lignes et selon la direction des électrodes colonnes, destinées à illustrer un procédé de fabrication de ce panneau ;
- les figures 13 et 14 sont des coupes d'un second mode de réalisation d'un panneau selon l'invention, respectivement selon la direction des électrodes lignes et selon la direction des électrodes colonnes, destinées à illustrer une variante du procédé de fabrication de ce panneau illustré aux figures 11 et 12.
- la figure 15 illustre le schéma équivalent électrique d'une cellule selon un autre mode de réalisation avantageux de

l'invention.

[0070] Les figures représentant des chronogrammes ne prennent pas en compte d'échelle de valeurs afin de mieux faire apparaître certains détails qui n'apparaîtraient pas clairement si les proportions avaient été respectées.

[0071] Afin de simplifier la description et de faire apparaître les différences et avantages que présente l'invention par rapport à l'état antérieur de la technique, on utilise des références identiques pour les éléments qui assurent les mêmes fonctions.

[0072] On va maintenant décrire un panneau selon un mode général de réalisation de l'invention, c'est à dire comportant des éléments de shunt uniquement des éléments électroluminescents ; on va également décrire un procédé de fabrication de ce panneau.

[0073] En référence à la figure 8, chaque cellule du panneau selon l'invention comprend, outre les éléments du panneau déjà décrit en référence à la figure 1 qui présentent ici les mêmes références :

- des barrières 20 entourant la zone de couche électroluminescente 16 et la zone de couche intermédiaire d'électrodes 14 de cette cellule, dont la base s'appuie sur la couche photoconductrice 12, et dont le sommet parvient au moins à hauteur de la couche avant transparente d'électrodes 18 ;
- un couche de shunt 21 appliquée sur le versant de ces barrières de manière à mettre en contact électrique la couche photoconductrice 12 et l'électrode transparente de la couche 18 ; cette couche de shunt 21 forme l'élément de shunt $E_{S,EL}$ selon l'invention ; la résistance $R_{S,EL}$ de cet élément de shunt $E_{S,EL}$ est proportionnelle à la largeur de la couche 21 (qui s'étend dans le sens de la hauteur des barrières) et inversement proportionnelle à son épaisseur ; le dimensionnement de cette couche de shunt, notamment son épaisseur, le matériau de cette couche de shunt 21 sont choisis de manière à ce que, au niveau de chaque cellule, la résistance $R_{S,EL}$ de cet élément de shunt $E_{S,EL}$ qu'il forme soit :
 - d'une part inférieure ou égale à la résistance R_{OFF-PC} de l'élément photoconducteur E_{PC} correspondant à la zone de couche électroluminescente 16 de cette cellule, lorsqu'elle n'est pas à l'état excité ;
 - d'autre part, inférieure à la résistance R_{OFF-EL} de l'élément électroluminescent E_{EL} qu'il shunte, correspondant à la zone de couche photoconductrice 12 de cette cellule, lorsqu'elle n'est pas à l'état excité ;

[0074] Enfin, le matériau de cette couche de shunt 21 n'est pas photoconducteur de sorte que la résistance des éléments de shunt correspondant ne dépend pas de l'éclairement.

[0075] Les barrières 20 forment alors un réseau bidimensionnel de délimitation des cellules du panneau ; le dimensionnement de ces barrières, notamment leur hauteur, le matériau de ces barrières sont choisis de manière à ce que, au niveau de chaque cellule, la résistance électrique de ces barrières, mesurée entre leur base et leur sommet, soit largement supérieure à celle $R_{S,EL}$ de l'élément de shunt $E_{S,EL}$ de cette cellule ; ainsi, ces barrières isolent électriquement les cellules du panneau les une des autres ; ainsi,

- les éléments de shunt $E_{S,EL}$ sont isolés les uns des autres,
- les zones de la couche d'électrodes intermédiaires 14, propres à chaque cellule, sont isolées électriquement les unes des autres, de sorte que le potentiel électrique au point commun de l'élément électroluminescent E_{EL} et de l'élément photoconducteur E_{PC} de cette cellule est flottant.

[0076] Selon une variante de l'invention non représentée, la couche de shunt présente des discontinuités sur le pourtour des barrières d'une cellule, de sorte que, par exemple, seules les barrières d'un seul côté de chaque cellule sont recouvertes de cette couche de shunt ; par contre, il est évidemment essentiel que cette couche de shunt 21 mette en contact électrique la couche photoconductrice 12 et l'électrode transparente de la couche 18.

[0077] Selon une variante non représentée, ce contact électrique peut être assuré indirectement par l'intermédiaire les électrodes de la couche intermédiaire 14.

[0078] En se reportant à la figure 9, chaque cellule du panneau peut être représentée par les éléments suivants :

- un élément électroluminescent E_{EL} englobant une zone de couche électroluminescente 16, et,
- en série avec l'élément électroluminescent E_{EL} , un élément photoconducteur E_{PC} englobant une zone de couche photoconductrice 12 au regard de cette même zone de couche électroluminescente 16.
- en parallèle avec l'élément électroluminescent E_{EL} , un élément de shunt $E_{S,EL}$, formé par la couche de shunt 21 de cette cellule.

[0079] Sur la base des caractéristiques électriques typiques précédemment décrites en référence aux figures 5 et 6 de l'élément électroluminescent E_{EL} et de l'élément photoconducteur E_{PC} , et en choisissant $R_{S,EL} = 25 \text{ k}\Omega$ environ égal à $1/4 R_{OFF-PC}$ (avec $R_{OFF-PC} = 100 \text{ k}\Omega$ environ), on examine les caractéristiques globales courant-tension de cette

cellule selon l'invention : voir la figure 10, qui illustre, lorsqu'on applique une tension croissante de 0 à 20 V puis décroissante de 20 à 0 V aux bornes AB d'une cellule :

- la tension V_{EEL} aux bornes AC de l'élément électroluminescent E_{EL} de la cellule et de l'élément de shunt $E_{S,EL}$;
- la tension V_{EPC} aux bornes CB de l'élément photoconducteur E_{PC} de la cellule ;
- l'intensité I du courant circulant dans l'élément électroluminescent E_{EL} .

[0080] On constate qu'au cours d'un cycle de croissance jusqu'à l'allumage (intensité élevée) puis de décroissance jusqu'à l'extinction, l'évolution de l'intensité I du courant dans cette cellule manifeste une hystérésis importante, grâce à l'adjonction de l'élément de shunt $E_{S,EL}$ selon l'invention.

[0081] Il est alors possible d'utiliser, pour la commande des cellules du panneau et la visualisation d'images, un procédé dans lequel, successivement pour chaque ligne du panneau, on passe par une phase sélective d'adressage destinée à allumer les cellules à allumer dans cette ligne, puis par une phase non-sélective de maintien destinée à maintenir les cellules de cette ligne dans l'état où la phase précédente d'adressage les a mis ou laissés.

[0082] En reprenant les définitions précédentes de V_a , V_S , V_{off} en référence aux figures 3 et 4, pour appliquer ce procédé de commande :

- il suffit de choisir V_a (tension d'allumage de la cellule) supérieur ou égal à la tension V_T ; la tension V_T est celle qui, appliquée aux bornes d'une cellule éteinte à l'état OFF, provoque son allumage et son passage à l'état ON ; la valeur de V_T est reportée à la figure 10 ;
- il suffit de choisir V_S (tension de maintien de la cellule) et V_{off} tels que la valeur $(V_S - V_{off})$ soit supérieure ou égale à la tension $V_{S,EL}$; la tension $V_{S,EL}$ est celle qui appliquée aux bornes d'un élément électroluminescent E_{EL} , provoque son allumage ($V > V_{S,EL}$) ou son extinction ($V < V_{S,EL}$) ; la valeur de $V_{S,EL}$ est également reportée sur la figure 10.

[0083] Comme expliqué précédemment, on a en outre $V_T = (1 + R_{OFF-PC}/R_{S,EL}) V_{S,EL}$.

[0084] Contrairement à l'art antérieur, on constate qu'il existe une zone de maintien (voir figure 4 et 10) de valeurs de tensions dans laquelle, la cellule du panneau ayant été préalablement allumée, celle-ci reste allumée ; grâce à l'élément de shunt $E_{S,EL}$ propre à l'invention, on obtient donc l'effet mémoire précédemment décrit pour toutes les cellules du panneau.

[0085] Pour fabriquer les panneaux électroluminescent de visualisation selon l'invention, on utilise des méthodes de dépôt et de gravure de couches classiques pour l'homme du métier de ce type de panneaux ; on va maintenant décrire un procédé de fabrication d'un tel panneau en référence aux figures 11 et 12 qui sont des coupes du panneau respectivement selon la direction des électrodes lignes et selon la direction des électrodes colonnes.

[0086] Sur un substrat 10 formé par exemple par une plaque de verre, on dépose une couche homogène d'aluminium par pulvérisation cathodique ou par évaporation sous vide (« PVD ») puis on grave la couche obtenue de manière à former un réseau d'électrodes parallèles ou électrodes de colonnes X_p , X_{p+1} : on obtient ainsi la couche arrière opaque d'électrodes 11.

[0087] Sur cette couche d'électrodes de colonne 11, on dépose ensuite une couche homogène de matériau photoconducteur 12 : par exemple du silicium amorphe par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD », ou Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition en langue anglaise), ou un matériau photoconducteur organique par dépôt chimique en phase vapeur (« CVD ») ou dépôt par centrifugation (« spin-coating » en langue anglaise).

[0088] On applique ensuite la couche de couplage optique 13, comprenant, pour chaque future cellule électroluminescentes $C_{n,p}$, un élément de couplage 25 formée d'une portion de couche opaque d'aluminium percée en son centre d'une ouverture 26 destinée à laisser passer de la lumière vers la couche photoconductrice 12 : on procède par dépôt d'une couche homogène d'aluminium 25 puis gravure des ouvertures 26 de couplage optique, positionnées au centre des futures cellules du panneau ainsi que gravure des zones définissant les futures barrières 20 destinées à partitionner le panneau en cellules.

[0089] On applique ensuite, par pulvérisation cathodique sous vide, une couche mince et conductrice 14 d'oxyde mixte d'étain et d'indium (« ITO »), destinée à former des électrodes intermédiaires de connexion entre les éléments photoconducteurs de la couche photoconductrice 12 et les éléments électroluminescents de chaque cellule. Cette couche est ensuite gravée, toujours pour définir les zones sur lesquelles les barrières 20 seront posées.

[0090] Puis on forme le réseau bidimensionnel de barrières 20 destinées à partitionner le panneau en cellules électroluminescentes $C_{n,p}$ et à isoler électriquement les éléments de shunt $E_{S,EL}$ de chaque cellule : à cet effet, on dépose d'abord une couche homogène de résine organique de barrière par centrifugation (« spin-coating » en langue anglaise), puis on grave cette couche de manière à former le réseau bidimensionnel de barrières 20.

[0091] Ensuite le matériau servant au « shuntage » selon l'invention est déposé en une couche pleine homogène sur toute la surface active du panneau ; cette couche épouse les reliefs que présente la surface du panneau à cette étape du procédé ; les éléments de shunt $E_{S,EL}$ selon l'invention sont ensuite obtenus par gravure anisotrope pleine plaque

de manière à ne laisser une couche de shuntage d'épaisseur égale à l'épaisseur initiale du dépôt que sur les parois des barrières 20 ; en se repérant sur la figure, la gravure n'opère donc que dans le sens vertical et n'enlève que les parties horizontales de la couche de shuntage ; on obtient alors la couche de shuntage 21 et les éléments de shunt $E_{S,EL}$ selon l'invention pour chaque cellule ; par exemple le matériau de « shuntage » peut être du nitrure de titane (TiN) obtenu par dépôt chimique en phase vapeur (« CVD ») ; la gravure anisotrope peut être faite dans une enceinte de gravure plasma « haute densité » en utilisant une chimie adaptée connue en elle-même. Pour une cellule de $500 \times 500 \mu m^2$, il faudrait entre 2 nm et 100 nm d'épaisseur de nitrure de titane (TiN - matériau dont la résistivité est ajustable de $2 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot cm$ à $10^{-2} \Omega \cdot cm$) pour obtenir une résistance de shunt $R_{S,EL}$ autour de 5k Ω , susceptible d'apporter le fonctionnement en mode bi-stable à effet mémoire selon l'invention.

[0092] En se référant à la figure 12, perpendiculairement aux électrodes colonnes X_p , X_{p+1} et entre les futures cellules, on peut alors monter, sur les barrières 20, un réseau de séparateurs 20' perpendiculaires aux électrodes colonnes X_p , X_{p+1} : à cet effet, on dépose d'abord une couche homogène de résine organique de barrière par centrifugation (« spin-coating » en langue anglaise), puis on grave cette couche de manière à former le réseau de séparateurs 20' ; la hauteur des séparateurs, c'est à dire l'épaisseur de la couche déposée, doit être largement supérieure à l'épaisseur des couches encore à déposer dans les phases ultérieures du procédé, comme illustré sur la figure 12.

[0093] Entre les barrières 20 revêtues de la couche de shunt 21 selon l'invention, on dépose ensuite les couches organiques 161, 160, 162 destinées à former les éléments électroluminescents E_{EL} de la couche électroluminescente 16 ; ces couches organiques 161, 160, 162 sont connues en elles-mêmes et ne sont pas décrites ici en détail ; d'autres variantes peuvent être envisagées sans se départir de l'invention, notamment l'utilisation de matériaux électroluminescents minéraux.

[0094] Entre les barrières sur-élevées 20' perpendiculaires aux électrodes de colonnes X_p , X_{p+1} , on dépose ensuite la couche conductrice transparente 18 de manière à former des lignes d'électrodes Y_n , Y_{n+1} : de préférence, cette couche comprend la cathode et une couche d'ITO. Il faut que les conditions de dépôt soient telles que la tranche des éléments de shunt $E_{S,EL}$ de chaque cellule soit recouverte par cette couche transparente 18. On obtient ainsi un panneau de visualisation d'images selon l'invention.

[0095] En référence aux figures 13 et 14, on va maintenant décrire une variante de procédé de fabrication du panneau selon l'invention ; le procédé reste le même que le procédé précédemment décrit, à la différence près qu'on va utiliser la couche superficielle des versants des barrières 20 comme élément de shunt $E_{S,EL}$ selon l'invention, à la place de la couche de shunt 21 ; à cet effet, on va doper les barrières en surface pour en rendre la couche superficielle plus conductrice ; ce procédé est avantageux car il permet d'éviter de déposer une couche de shunt spécifique ; étant données les dimensions usuelles des barrières (de l'ordre de $1 \mu m$ d'épaisseur pour $40 \mu m$ de largeur), la fuite générée par le dopage superficiel des barrières sera suffisante pour obtenir l'effet de shunt souhaité entre les électrodes aux bornes des éléments électroluminescents E_{EL} au sein de chaque cellule ; le dopage conducteur des barrières n'étant que superficiel, on conserve la même isolation électrique que précédemment entre les cellules du panneau.

[0096] Selon une troisième variante, la fonction de shunt selon l'invention est assurée par un dopage de la multicouche organique électroluminescente 16 adapté pour créer des canaux parallèles de transport non recombinaire de charges au travers de cette couche.

[0097] L'homme du métier déduira directement de la description détaillée ci-dessus et de ses connaissances générales les éléments nécessaires pour la réalisation d'un panneau selon un mode préférentiel de réalisation de l'invention, c'est à dire comportant des éléments de shunt à la fois au niveau des éléments électroluminescents et des éléments photoconducteurs, sur la base de la description générale de ce mode de réalisation faite en tête de ce document.

[0098] La présente invention s'applique à tout type de panneaux matriciels électroluminescents, qu'ils utilisent des matériaux électroluminescents organiques ou des matériaux électroluminescents inorganiques.

Revendications

1. Panneau de visualisation d'images comprenant une matrice de cellules électroluminescentes à effet mémoire (1), susceptibles d'émettre de la lumière vers l'avant dudit panneau, comprenant :

- un réseau avant d'électrodes (18) et un réseau arrière d'électrodes (11), les électrodes du réseau avant croisant les électrodes du réseau arrière au niveau de chacune desdites cellules (1),
- au moins une couche électroluminescente (16) formant, pour chaque cellule (1), au moins un élément électroluminescent (E_{EL}),
- une couche photoconductrice (12) pour obtenir ledit effet mémoire, formant, pour chaque cellule (1), un élément photoconducteur E_{PC} ,

l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) et l'élément photoconducteur (E_{PC}) de chaque cellule étant reliés

électriquement en série et les deux bornes extrêmes de ladite série étant reliées l'une à une électrode dudit réseau avant (18) et l'autre à une électrode dudit réseau arrière (11),

- des moyens de couplage optique, au niveau de chaque cellule, entre ladite au moins une couche électroluminescente (16) du panneau et ladite couche photoconductrice (12), ledit panneau comprenant, pour chaque cellule (1), un élément de shunt ($E_{S,EL}$) (21) disposé en parallèle de l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) de la dite cellule,

caractérisé en ce que

la résistance dudit élément de shunt ne dépend pas de l'éclairement.

2. Panneau selon la revendication 1 **caractérisé en ce que**, pour chaque cellule, la résistance ($R_{S,EL}$) de l'élément de shunt ($E_{S,EL}$) de l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) de cette cellule est supérieure à la résistance (R_{ON-EL}) que présente l'élément électroluminescent (E_{EL}) à l'état allumé

3. Panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 2 **caractérisé en ce que** l'au moins une couche électroluminescente (16) est organique.

4. Panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que**, pour chaque cellule, la résistance ($R_{S,EL}$) de l'élément de shunt ($E_{S,EL}$) de l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) de cette cellule est inférieure ou égale à la résistance (R_{OFF-PC}) de l'élément photoconducteur correspondant (E_{PC}) lorsqu'il n'est pas à l'état excité et est inférieure à la résistance (R_{OFF-EL}) de l'au moins un élément électroluminescent correspondant (E_{EL}) lorsqu'il est éteint.

5. Panneau selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** la résistance ($R_{S,EL}$) de l'élément de shunt ($E_{S,EL}$) de l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) de cette cellule est strictement inférieure à la résistance (R_{OFF-PC}) de l'élément photoconducteur correspondant (E_{PC}) lorsqu'il n'est pas à l'état excité.

6. Panneau selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** la résistance ($R_{S,EL}$) de l'élément de shunt ($E_{S,EL}$) de l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) de cette cellule est inférieure ou égale à la moitié de la résistance (R_{OFF-PC}) de l'élément photoconducteur correspondant (E_{PC}) lorsqu'il n'est pas à l'état excité.

7. Panneau selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** comprend également, pour chaque cellule (1), un élément de shunt ($E_{S,PC}$) (22) disposé en parallèle de l'élément photoconducteur (E_{PC}) de la dite cellule.

8. Panneau selon la revendication 7 **caractérisé en ce que**, pour chaque cellule, la résistance ($R_{S,PC}$) de l'élément de shunt ($E_{S,PC}$) de l'élément photoconducteur (E_{PC}) de cette cellule :

- est inférieure ou égale à la résistance (R_{OFF-PC}) de cet élément photoconducteur (E_{PC}) lorsqu'il n'est pas à l'état excité,
- et est supérieure ou égale à la résistance ($R_{S,EL}$) de l'élément de shunt ($E_{S,EL}$) de l'au moins un élément électroluminescent (E_{EL}) de cette même cellule.

9. Panneau selon la revendication 8 **caractérisé en ce que**, pour chaque cellule, on a $R_{S,PC} / R_{S,EL} \geq 2$, $R_{S,PC}$ étant la résistance de l'élément de shunt de l'élément photoconducteur de cette cellule et $R_{S,EL}$ étant la résistance de l'élément de shunt de l'au moins un élément électroluminescent de cette même cellule.

10. Panneau selon la revendication 9 **caractérisé en ce que**, pour chaque cellule, on a $R_{S,PC} / R_{S,EL} \geq 3$.

11. Panneau selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** comprend, au niveau de chaque cellule, un élément conducteur à chaque interface entre l'au moins une couche électroluminescente et la couche photoconductrice pour relier électriquement en série les éléments électroluminescent et photoconducteur correspondant et **en ce que** lesdits éléments conducteurs de différentes cellules (1, 1') sont isolés électriquement les uns des autres.

12. Panneau selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de commande des cellules pour la visualisation d'images, adaptés pour mettre en oeuvre un procédé dans lequel,

successivement pour chaque ligne de cellules du panneau, on passe par une phase sélective d'adressage destinée à allumer les cellules à allumer dans cette ligne, puis par une phase non-sélective de maintien destinée à maintenir les cellules de cette ligne dans l'état où la phase précédente d'adressage les a mises ou laissées.

Claims

1. An image display panel comprising a matrix of electroluminescent cells (1) with memory effect that are capable of emitting light toward the front of said panel, comprising:

- a front array (18) of electrodes and a rear array (11) of electrodes, the electrodes of the front array crossing the electrodes of the rear array at each of said cells (1),
- at least one electroluminescent layer (16) forming, for each cell (1), at least one electroluminescent element (E_{EL}),
- a photoconductive layer (12) for obtaining said memory effect, forming, for each cell (1), a photoconductive element (E_{PC});

the at least one electroluminescent element (E_{EL}) and the photoconductive element (E_{PC}) of each cell being electrically connected in series and the two outermost terminals of said series being connected, in the case of one of them to an electrode of said front array (18) and in the case of the other to an electrode of said rear array (11),

- means for optical coupling, at each cell, between the at least one electroluminescent layer (16) of the panel and said photoconductive layer (12), said panel comprising, for each cell (1), a shunt element ($E_{S,EL}$) (21) placed in parallel with at least one electroluminescent element (E_{EL}) of said cell, **characterized in that** the resistance of said shunt element does not depend on the illumination.

2. The panel as claimed in claim 1, **characterized in that**, for each cell, the resistance ($R_{S,EL}$) of the shunt element ($E_{S,EL}$) of at least one electroluminescent element (E_{EL}) of this cell is greater than the resistance (R_{ON-EL}) that the electroluminescent element (E_{EL}) has in the on state.

3. The panel as claimed in either of claims 1 and 2, **characterized in that** at least one electroluminescent layer (16) is organic.

4. The panel as claimed in any one of claims 1 to 3, **characterized in that**, for each cell, the resistance ($R_{S,EL}$) of the shunt element ($E_{S,EL}$) of at least one electroluminescent element (E_{EL}) of this cell is less than or equal to the resistance (R_{OFF-PC}) of the corresponding photoconductive element (E_{PC}) when it is not in the excited state and is less than the resistance (R_{OFF-EL}) of at least one corresponding electroluminescent element (E_{EL}) when it is off.

5. The panel as claimed in claim 4, **characterized in that** the resistance ($R_{S,EL}$) of the shunt element ($E_{S,EL}$) of at least one electroluminescent element (E_{EL}) of this cell is strictly less than the resistance (R_{OFF-PC}) of the corresponding photoconductive element (E_{PC}) when it is not in the excited state.

6. The panel as claimed in claim 5, **characterized in that** the resistance ($R_{S,EL}$) of the shunt element ($E_{S,EL}$) of at least one electroluminescent element (E_{EL}) of this cell is less than or equal to one half of the resistance (R_{OFF-PC}) of the corresponding photoconductive element (E_{PC}) when it is not in the excited state.

7. The panel as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** it also includes, for each cell (1), a shunt element ($E_{S,PC}$) (22) placed in parallel with the photoconductive element (E_{PC}) of said cell.

8. The panel as claimed in claim 7, **characterized in that**, for each cell, the resistance ($R_{S,PC}$) of the shunt element ($E_{S,PC}$) of the photoconductive element (E_{PC}) of this cell:

- is less than or equal to the resistance (R_{OFF-PC}) of this photoconductive element (E_{PC}) when it is not in the excited state; and
- is greater than or equal to the resistance ($R_{S,EL}$) of the shunt element ($E_{S,EL}$) of at least one electroluminescent element (E_{EL}) of this same cell.

9. The panel as claimed in claim 8, **characterized in that**, for each cell, $R_{S,PC}/R_{S,EL} \geq 2$, $R_{S,PC}$ being the resistance

of the shunt element of the photoconductive element of this cell and $R_{S,EL}$ being the resistance of the shunt element of the at least one electroluminescent element of this same cell.

10. The panel as claimed in claim 9, **characterized in that**, for each cell, $R_{S,PC}/R_{S,EL} \geq 3$.

11. The panel as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** it includes, within each cell, a conductive element at each interface between at least one electroluminescent layer and the photoconductive layer in order for the corresponding electroluminescent and photoconductive elements to be electrically connected in series and **in that** said conductive elements of various cells (1, 1') are electrically isolated from one another.

12. The panel as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** it includes means for driving the cells for image display, these being designed to implement a procedure in which, successively for each row of cells of the panel, a selective address phase, designed to turn on the cells to be turned on in this row, is followed by a non-selective sustain phase, designed to keep the cells of this row in the state in which they had been put or left during the preceding address phase.

Patentansprüche

1. Bildanzeigetafel mit einer Matrix von elektrolumineszenten Zellen mit Speichereffekt (1), die Licht zum vorderen Bereich der Bildanzeigetafel hin ausstrahlen können, mit

- einem vorderen Elektrodengitter (18) und einem hinteren Elektrodengitter (11), wobei die Elektroden des vorderen Gitters die Elektroden des hinteren Gitters an den jeweiligen Zellen (1) kreuzen,
- mindestens einer elektrolumineszenten Schicht (16), welche für jede Zelle (1) mindestens ein elektrolumineszentes Element (E_{EL}) bildet,
- einer fotoleitenden Schicht (12) zur Erzielung des Speichereffektes, welche für jede Zelle (1) ein fotoleitendes Element E_{PC} bildet,

wobei das mindestens eine elektrolumineszente Element (E_{EL}) und das fotoleitende Element (E_{PC}) jeder Zelle elektrisch in Serie verbunden sind und die beiden Endanschlüsse der Serie mit einer Elektrode des vorderen Gitters (18) beziehungsweise mit einer Elektrode des hinteren Gitters (11) verbunden sind,

- Mitteln zur optischen Kopplung an jeder Zelle zwischen der mindestens einen elektrolumineszenten Schicht (16) der Bildanzeigetafel und der fotoleitenden Schicht (12), wobei die Bildanzeigetafel für jede Zelle (1) ein Shuntelement ($E_{S,EL}$) (21) aufweist, das parallel zu dem mindestens einen elektrolumineszenten Element (E_{EL}) der Zelle angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstand des Shuntelements nicht von der Belichtung abhängt.

2. Bildanzeigetafel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Zelle der Widerstand ($R_{S,EL}$) des Shuntelements ($E_{S,EL}$) des mindestens einen elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) dieser Zelle größer ist als der Widerstand (R_{ON-EL}) des elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) in angeschaltetem Zustand.

3. Bildanzeigetafel nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine elektrolumineszente Schicht (16) organisch ist.

4. Bildanzeigetafel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**, für jede Zelle, der Widerstand ($R_{S,EL}$) des Shuntelements ($E_{S,EL}$) des mindestens einen elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) dieser Zelle kleiner als oder gleich dem Widerstand (R_{OFF-PC}) des entsprechenden fotoleitenden Elements (E_{PC}) ist, wenn dieses fotoleitende Element (E_{PC}) nicht in erregtem Zustand ist, und kleiner als der Widerstand (R_{OFF-EL}) des mindestens einen elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) ist, wenn dieses elektrolumineszente Element (E_{EL}) abgeschaltet ist.

5. Bildanzeigetafel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstand ($R_{S,EL}$) des Shuntelements ($E_{S,EL}$) des mindestens einen elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) dieser Zelle strikt kleiner als der Widerstand (R_{OFF-PC}) des entsprechenden fotoleitenden Elements (E_{PC}) ist, wenn dieses fotoleitende Element (E_{PC}) nicht in erregtem Zustand ist.

6. Bildanzeigetafel nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstand ($R_{S,EL}$) des Shuntelements ($E_{S,EL}$) des mindestens einen elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) dieser Zelle kleiner als oder gleich der Hälfte des Widerstands (R_{OFF-PC}) des entsprechenden fotoleitenden Elements (E_{PC}) ist, wenn dieses fotoleitende Element (E_{PC}) nicht in erregtem Zustand ist.
7. Bildanzeigetafel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie für jede Zelle (1) ein Shuntelement ($E_{S,PC}$) (22) aufweist, der parallel zu dem fotoleitenden Element (E_{PC}) der Zelle ist.
8. Bildanzeigetafel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Zelle der Widerstand ($R_{S,PC}$) des Shuntelements ($E_{S,PC}$) des fotoleitenden Elements (E_{PC}) dieser Zelle
 - kleiner als oder gleich dem Widerstand (R_{OFF-PC}) dieses fotoleitenden Elements (E_{PC}) ist, wenn dieses fotoleitende Element (E_{PC}) nicht in erregtem Zustand ist, und
 - größer als oder gleich dem Widerstand ($R_{S,EL}$) des Shuntelements ($E_{S,EL}$) des mindestens einen elektrolumineszenten Elements (E_{EL}) derselben Zelle ist.
9. Bildanzeigetafel nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Zelle $R_{S,PC}/R_{S,EL} \geq 2$, wobei $R_{S,PC}$ der Widerstand des Shuntelements des fotoleitenden Elements dieser Zelle und $R_{S,EL}$ der Widerstand des Shuntelements des mindestens einen elektrolumineszenten Elements derselben Zelle sind.
10. Bildanzeigetafel nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Zelle $R_{S,PC}/R_{S,EL} \geq 3$.
11. Bildanzeigetafel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie an jeder Zelle ein leitendes Element an jeder Schnittstelle zwischen der mindestens einen elektrolumineszenten Schicht und der fotoleitenden Schicht umfasst, um das elektrolumineszente und das entsprechende fotoleitende Element elektrisch in Serie zu verbinden, und dass die leitenden Elemente unterschiedlicher Zellen (1, 1') elektrisch gegenüber einander isoliert sind.
12. Bildanzeigetafel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zur Steuerung der Zellen für die Anzeige von Bildern umfasst, welche Mittel geeignet sind, um ein Verfahren umzusetzen, bei dem sukzessive für jede Zeile von Zellen der Bildanzeigetafel eine selektive Adressierphase, die dazu bestimmt ist, die in dieser Zeile anzuschaltenden Zellen anzuschalten, und anschließend eine nicht selektive Aufrechterhaltungsphase, die dazu bestimmt ist, die Zellen dieser Zeile in dem Zustand aufrechtzuerhalten, in den die vorherige Adressierungsphase sie versetzt oder in dem sie sie belassen hat, durchlaufen werden.

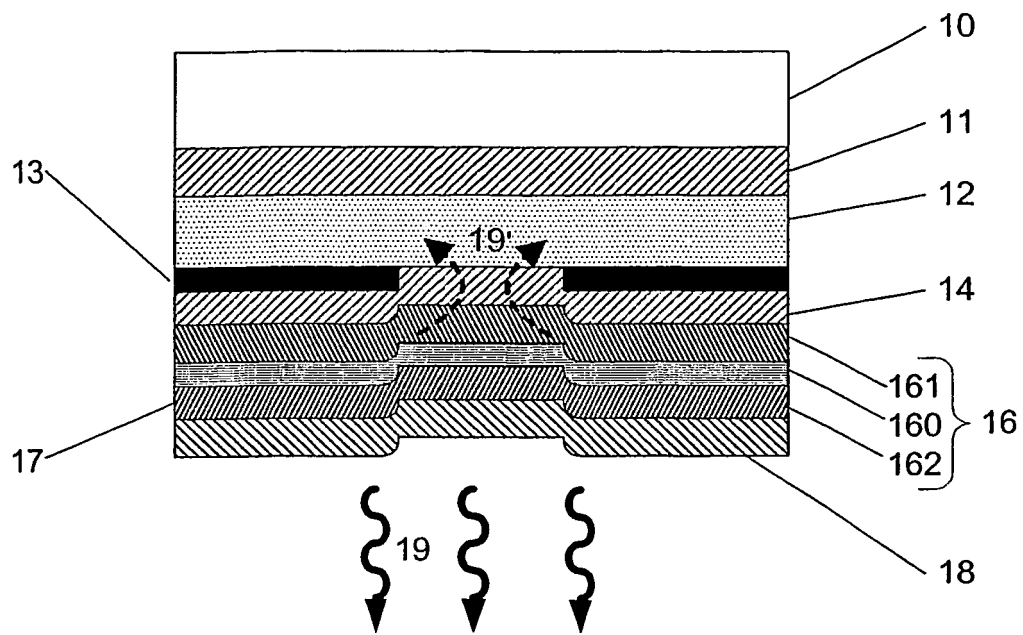


FIG. 1 - ART ANTERIEUR

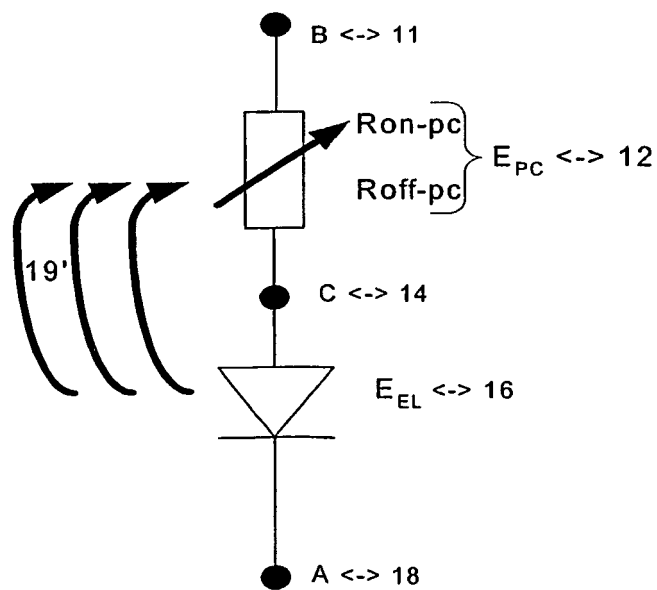


FIG. 2 - ART ANTERIEUR

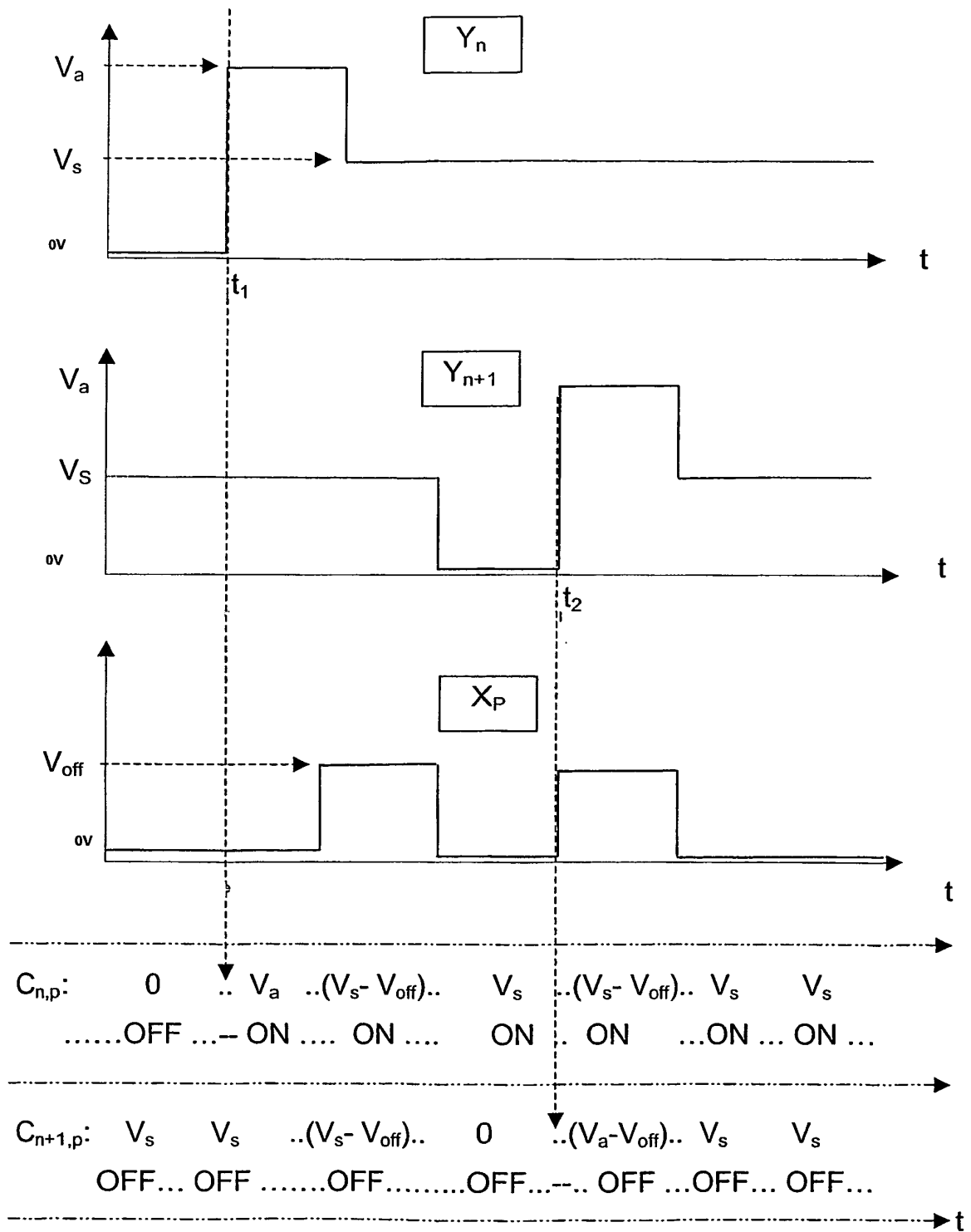


FIG. 3

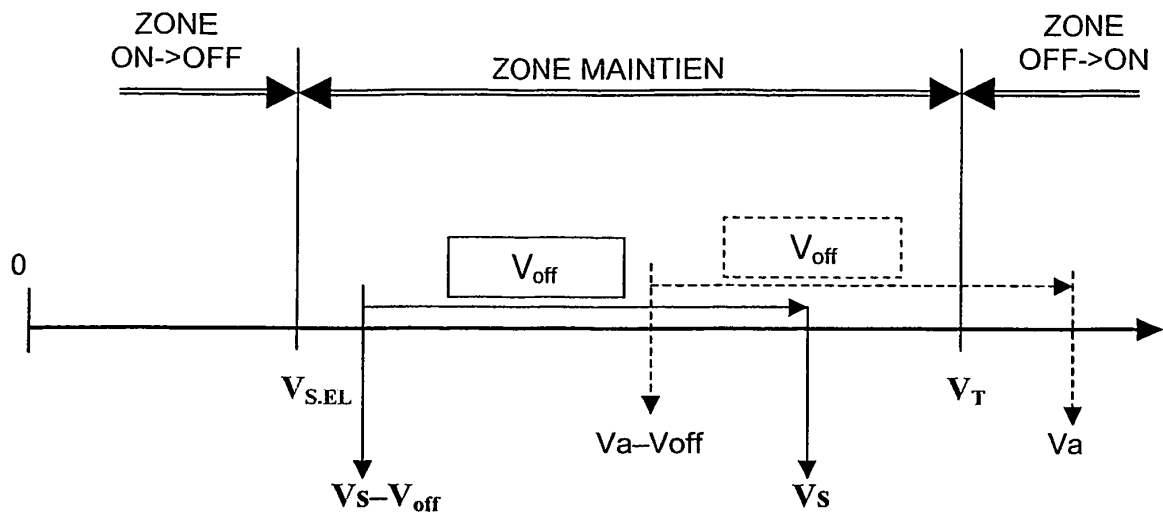


FIG. 4

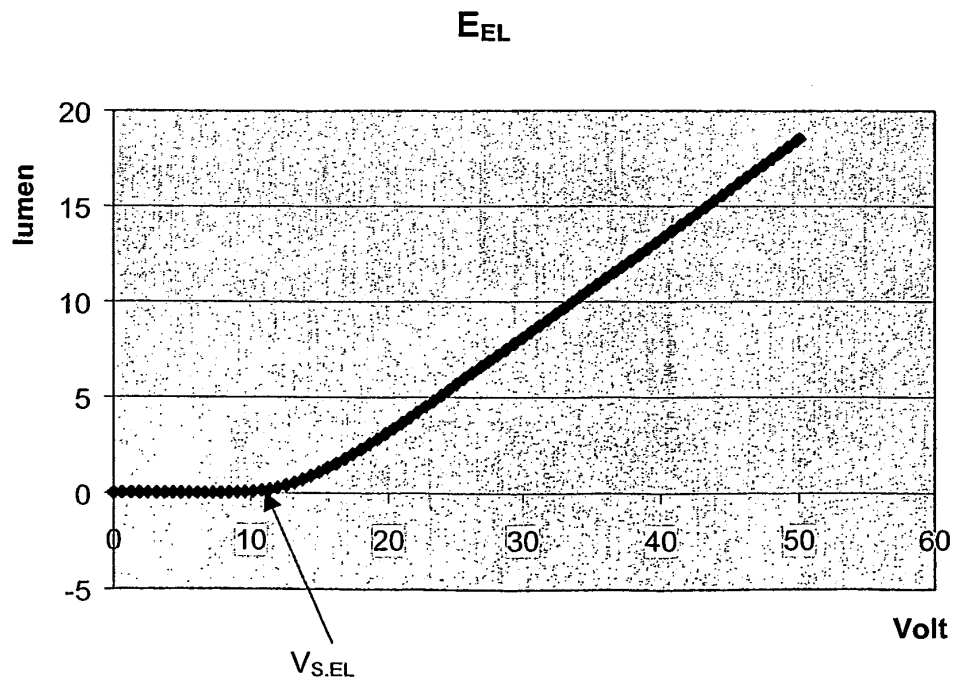


FIG. 5

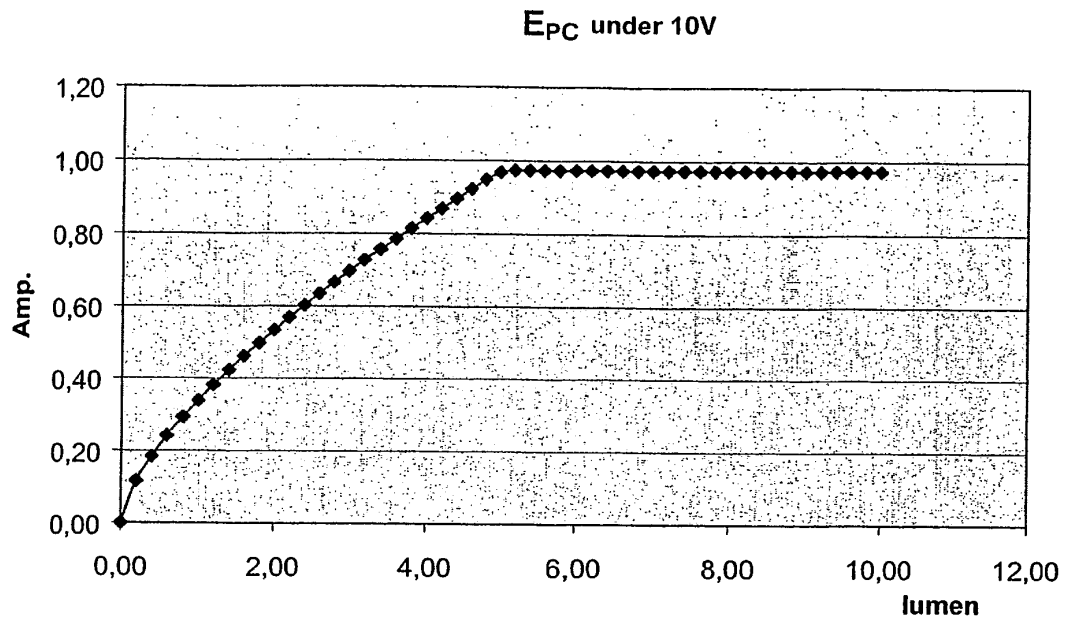


FIG. 6

$C_{n,p} : (A)-E_{el}-(C)-E_{pc}-(B)$

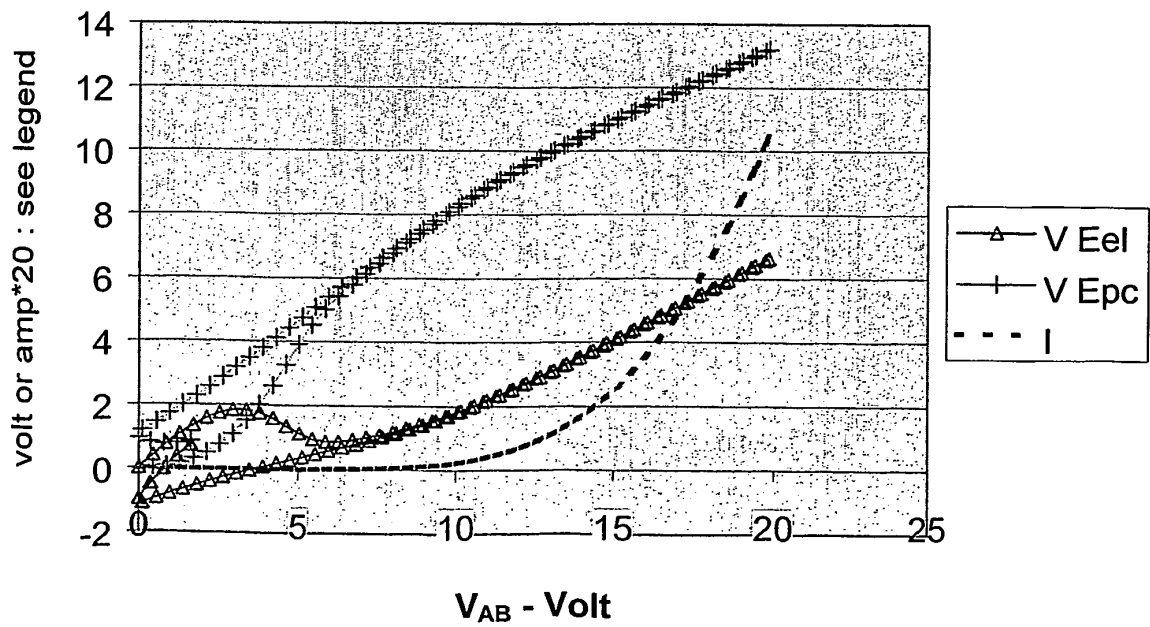


FIG. 7

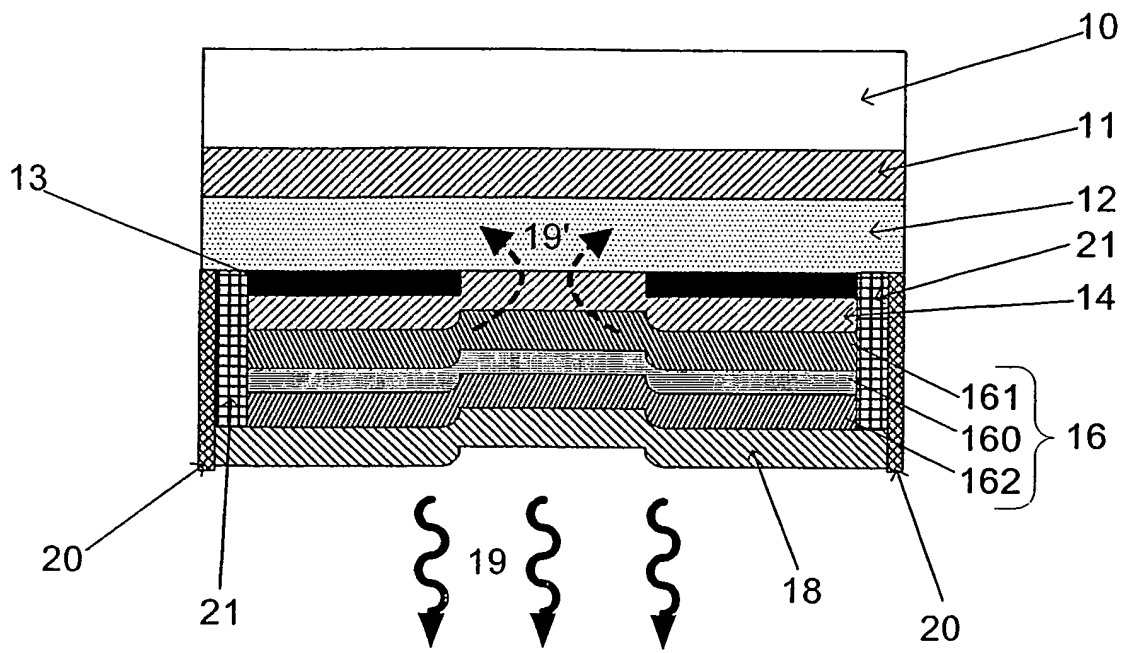


FIG. 8

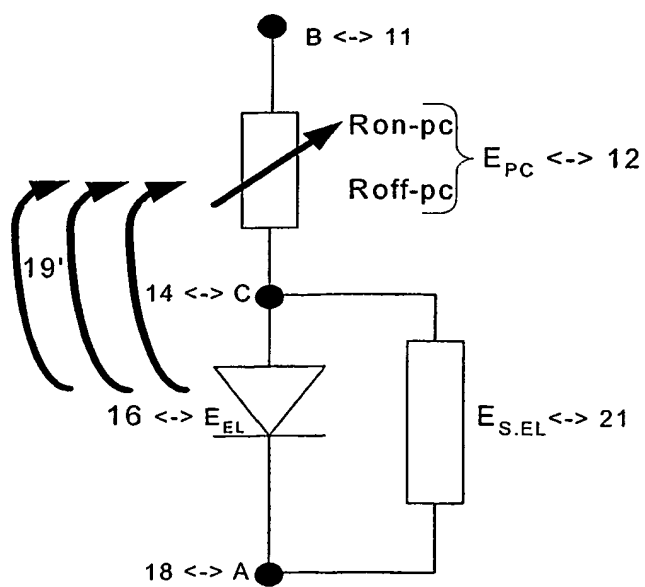
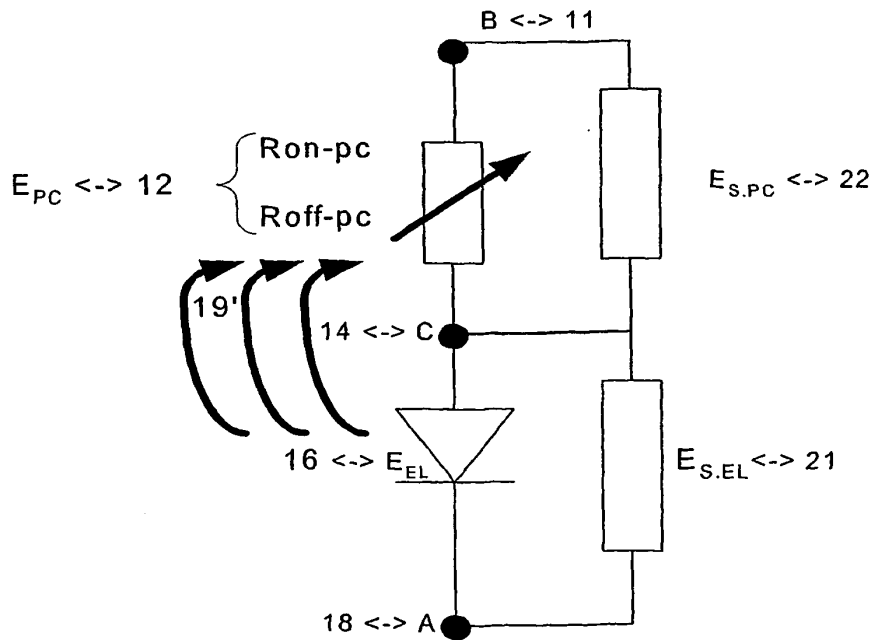
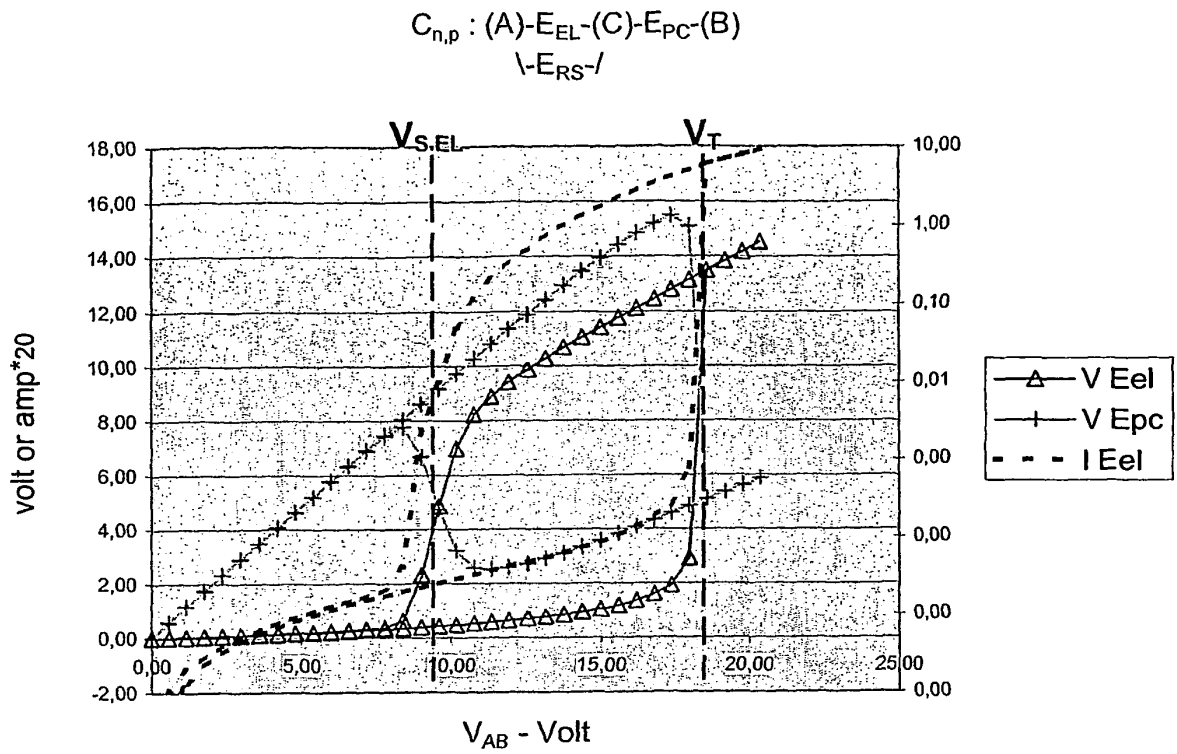


FIG. 9



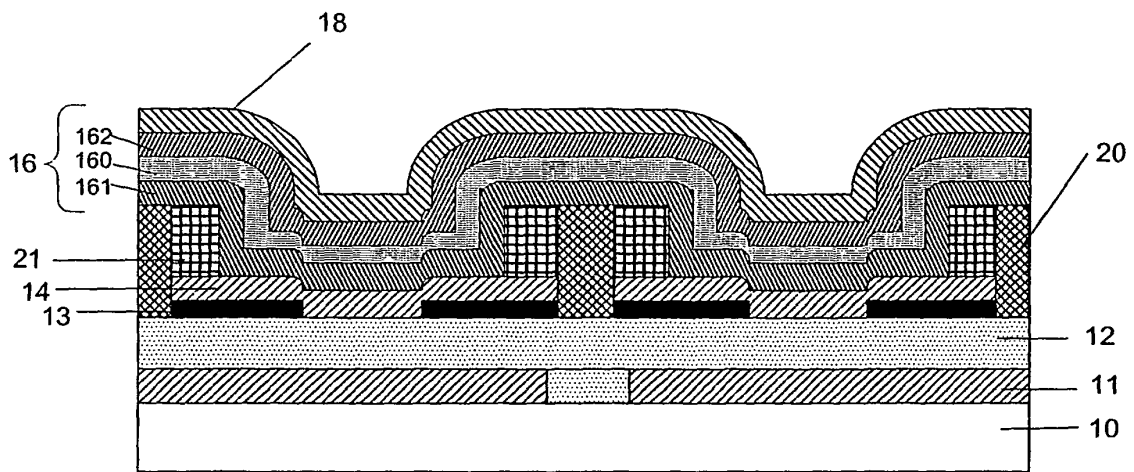


FIG. 11

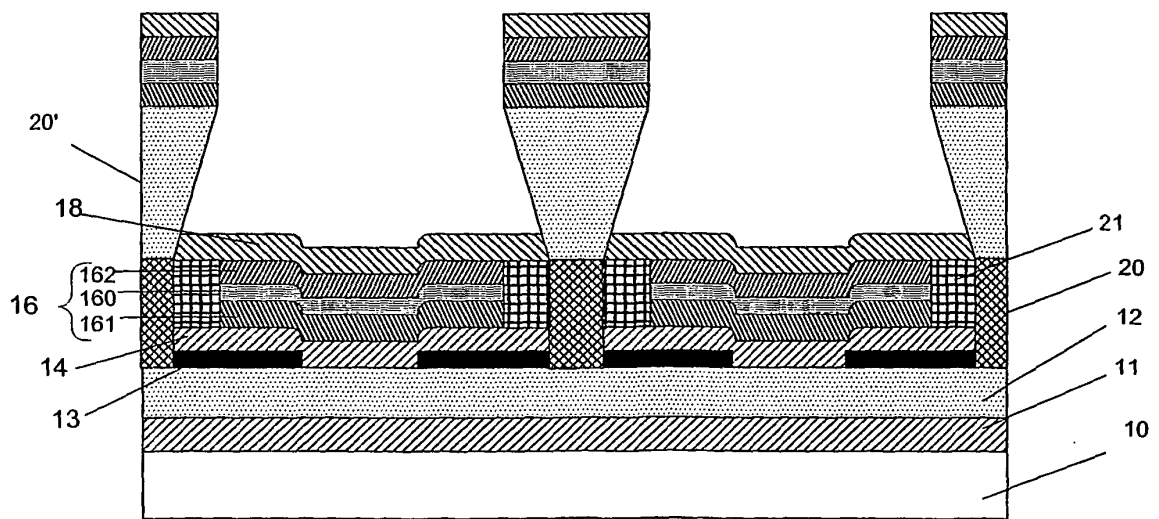


FIG. 12

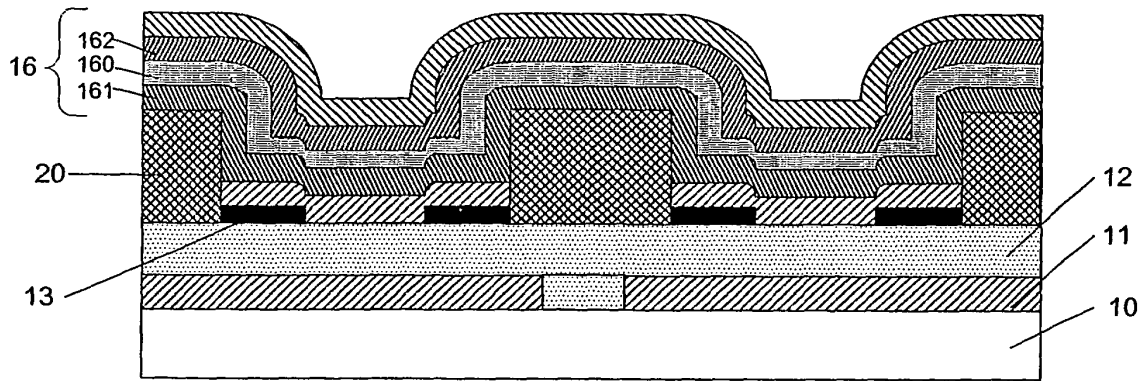


FIG. 13

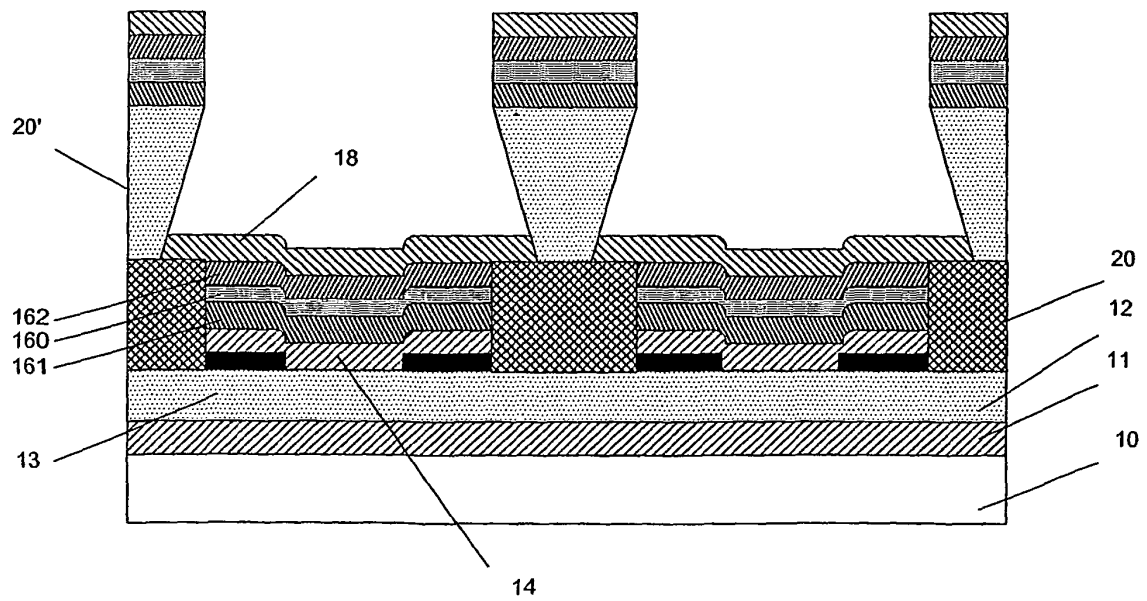


FIG. 14

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4035774 A [0006] [0041] [0066]
- US 4808880 A [0006]
- US 6188175 B1 [0006]

Littérature non-brevet citée dans la description

- IBM Technical Disclosure Bulletin. *Erasable memory storage Display*, vol. 24 (5), 2307-2310 [0021]
- *IBM Technical Disclosure Bulletin*, vol. 24 (5), 2307-2310 [0039] [0046] [0047]