



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**21.04.2010 Bulletin 2010/16**

(51) Int Cl.:  
**G09G 3/36<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **08290975.5**

(22) Date de dépôt: **15.10.2008**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA MK RS**

(71) Demandeur: **Nemoptic**  
**78114 Magny-Les-Hameaux (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Dozov, Ivan**  
**91400 Orsay (FR)**

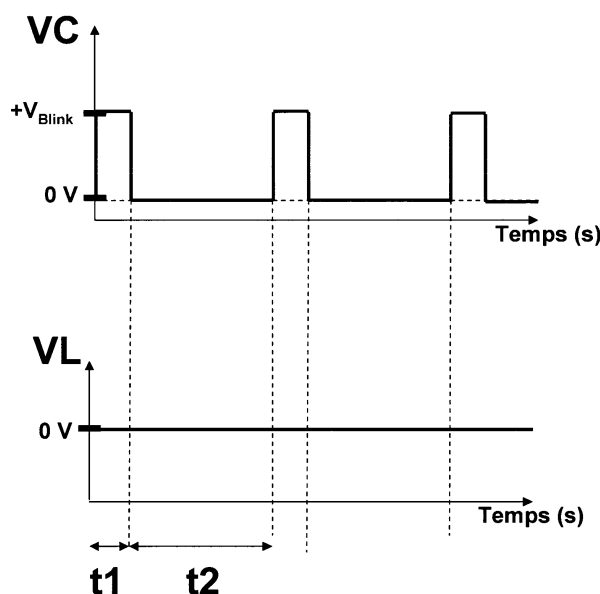
- **Leblanc, François**  
**75015 Paris (FR)**
- **Laffite, Jean-Denis**  
**91310 Leuville sùr Orge (FR)**
- **Joly, Stéphane**  
**72650 Saint Saturnin (FR)**
- **Martinot-Lagarde, Philippe**  
**91460 Marcoussis (FR)**
- **Angele, Jacques**  
**92240 Malakoff (FR)**

(54) **Procédé économique en énergie pour marquer une zone d'un écran à cristal liquide**

(57) La présente invention concerne un procédé d'adressage d'un écran matriciel bistable, dans lequel on réitère les deux étapes suivantes :

A. on applique sur chaque pixel d'une zone de marquage un signal de perturbation ( $S_p = V_L - V_C$ ) pendant un temps  $t_1$ , ledit signal de perturbation étant supérieur à un signal seuil de sorte que chaque pixel de la zone quitte son état initial stable, ledit signal de perturbation étant

inférieur à un signal de commutation de sorte que chaque pixel de la zone ayant comme état initial un des états stables ne bascule pas dans l'autre état stable, chaque pixel de la zone se trouvant alors dans un état perturbé intermédiaire entre les deux états stables, puis  
B. on n'applique aucun signal à chaque pixel de la zone pendant un temps  $t_2$  pour laisser revenir chaque pixel de la zone vers son état stable initial.



**Figure 7**



**Description****DOMAINE DE L'INVENTION**

**[0001]** L'invention concerne un procédé d'adressage d'un écran d'affichage à cristal liquide et un dispositif d'affichage mettant en oeuvre ce procédé.

**[0002]** Plus précisément, la présente invention concerne les afficheurs bistables à cristaux liquides. Elle s'applique en particulier aux afficheurs bistables à cristaux liquides nématiques dont deux textures stables diffèrent par une torsion d'environ 180°.

**ETAT DE LA TECHNIQUE**

**[0003]** Les afficheurs à cristaux liquides les plus répandus utilisent un cristal liquide de type nématique. Ils sont constitués d'une couche de cristal liquide placée entre deux lames. Chaque lame comporte un substrat, souvent en verre, sur lequel ont été déposées une électrode conductrice, puis une couche dite d'ancrage également appelée couche d'alignement. La couche d'ancrage exerce, sur les molécules de cristal liquide voisines, un couple de rappel qui tend à les orienter parallèlement à une direction nommée axe facile. Les couches d'ancrage sont souvent réalisées par un dépôt de polymère brossé pour créer la direction de l'axe facile. Celle-ci est le plus souvent très proche de la direction de brossage.

**[0004]** L'épaisseur de la cellule ainsi constituée, dénommée  $d$ , est rendue constante par exemple en répartissant, entre les lames, des billes dont le diamètre est égal à l'épaisseur souhaitée (typiquement de 1 à 6  $\mu\text{m}$ ).

**[0005]** On connaît des dispositifs à base de cristaux liquides monostables. En l'absence de champ électrique, le cristal liquide est orienté selon une seule texture. Cette texture correspond à un minimum absolu de l'énergie élastique du cristal liquide dans la cellule, compte tenu des ancrages sur les deux lames. Sous champ électrique, cette texture est déformée continûment et ses propriétés optiques varient en fonction de la tension appliquée. Des couches d'ancrage dites « couches d'ancrage fort » maintiennent la direction des molécules situées près des lames, qui varie peu, à la fois dans le plan du substrat (plan azimutal) et dans la direction perpendiculaire à celui-ci (direction zénithale): un ancrage fort des molécules près des lames sur la couche d'alignement correspond à un ancrage azimutal fort (maintien d'une direction fixe dans le plan du substrat) et un ancrage zénithal fort (maintien d'une direction proche du plan du substrat, c'est-à-dire pas ou peu de lever des molécules vers la direction perpendiculaire au substrat, parallèle au champ électrique, et ce quelle que soit la tension appliquée).

**[0006]** A la coupure du champ, le nématique est rappelé par les ancrages sur les deux lames. Il revient selon l'unique texture stable sans champ appliqué. Le dispositif est monostable. L'homme de l'art reconnaîtra le mode de fonctionnement des afficheurs nématiques les plus répandus : nématiques tordus (TN), supertordus (STN), à biréfringence électriquement contrôlée (ECB), verticalement alignés (VAN), etc... Au niveau de l'adressage, ces afficheurs peuvent être adressés directement (très faible résolution), en mode multiplexé passif (résolution moyenne) ou en mode actif (haute résolution). Quand l'adressage est multiplexé, c'est-à-dire effectué ligne par ligne, pour que l'image paraisse stable visuellement, les signaux d'adressage doivent être envoyés à une fréquence de plusieurs dizaines de hertz : dès que le pixel n'est plus sous tension, il relaxe vers l'état stable sans champ appliqué.

**[0007]** Il est possible d'obtenir sur ces afficheurs monostables un effet de clignotement, par exemple dans une zone donnée de l'afficheur, dénommée zone de clignotement. Cette zone peut être l'ensemble de la surface adressée de l'afficheur ou une partie de celle-ci. Le clignotement correspond ici à l'obtention dans ladite zone d'une image qui apparaît puis disparaît, puis réapparaît et ainsi de suite, la disparition de l'image étant caractérisée par une teinte uniforme sur l'ensemble de ladite zone. Une teinte uniforme est une teinte sensiblement identique pour l'ensemble des pixels de la zone, la couleur de la teinte pouvant être quelconque. Pour obtenir cet effet de clignotement, il est nécessaire d'adresser ladite zone de l'afficheur en lui envoyant :

- les signaux correspondant à l'image à afficher pour faire apparaître l'image
- les signaux correspondant à une teinte uniforme sur l'afficheur
- à nouveau les signaux correspondant à l'image à afficher pour faire réapparaître l'image.

**[0008]** Les afficheurs monostables ne disposent pas de mémoire d'image, une fois les signaux correspondant à la teinte uniforme appliqués, l'afficheur a « oublié » l'image précédemment appliquée et il est nécessaire d'envoyer à nouveau les signaux correspondant à ladite image pour la réafficher.

**BUT DE L'INVENTION**

**[0009]** Le but de la présente invention est d'améliorer les performances des dispositifs d'affichage à cristal liquide.



En particulier l'invention a pour but de permettre, par l'utilisation de nouveaux moyens, le marquage d'une partie ou de l'ensemble de l'information affichée sur un afficheur à cristal liquide, tout en conservant une consommation énergétique réduite par rapport à celle d'un afficheur à cristal liquide standard.

## EXPOSE DE L'INVENTION

**[0010]** Cet objectif est atteint avec un procédé d'adressage d'un écran matriciel, ledit écran comprenant :

- une couche de cristal liquide bistable se décomposant en pixels de cristal liquide bistable et,
- pour chaque pixel, des moyens pour appliquer un signal à ce pixel, le signal appliqué comprenant un champ électrique, chaque pixel de cristal liquide bistable ayant deux états stables possibles qui sont stables sans qu'un champ électrique ne soit appliqué à ce pixel, les deux états stables correspondant à des perceptions visuelles différentes pour un observateur observant l'écran, ledit procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :

A. on applique, à chaque pixel d'une zone de pixels se trouvant dans un état initial correspondant à un des états stables, et pendant un premier laps de temps donné ( $t_1$ ), un signal dit signal de perturbation ( $S_p$ ), ledit signal de perturbation étant supérieur à un signal seuil de sorte que chaque pixel de la zone quitte son état initial, ledit signal de perturbation étant inférieur à un signal de commutation de sorte que chaque pixel de la zone ayant comme état initial un des états stables ne bascule pas dans l'autre état stable, chaque pixel de la zone se trouvant alors dans un état perturbé intermédiaire entre les deux états stables, puis

B. on n'applique aucun signal à chaque pixel de la zone pendant un deuxième laps de temps donné ( $t_2$ ) pour laisser revenir chaque pixel de la zone vers son état stable initial, puis

C. on réitère les deux étapes A et B précédentes.

**[0011]** Dans une variante, on réitère les étapes A et B de préférence un nombre de fois supérieur à 1, de manière à obtenir un effet visuel de clignotement de la zone provoqué par une alternance de l'état perturbé et de l'état initial pour chaque pixel de la zone.

**[0012]** Dans une autre variante, deux itérations successives des étapes A et B sont de préférence espacées d'une durée inférieure à une durée de persistance rétinienne de l'observateur, de manière à obtenir un effet visuel de marquage statique de la zone.

**[0013]** Le procédé selon l'invention peut comprendre en outre un déplacement de la zone de pixels sur l'écran entre au moins deux itérations des étapes A et B.

**[0014]** Les pixels de la couche sont de préférence disposés en lignes de pixels parallèles et en colonnes de pixels parallèles, les lignes étant sensiblement perpendiculaire aux colonnes. Le signal de perturbation appliqué à un pixel comprend de préférence un signal colonne appliqué à la colonne sur lequel est situé ce pixel et comprend en outre de préférence un signal ligne appliqué à la ligne sur lequel est situé ce pixel, ce signal de perturbation étant de préférence proportionnel ou égal à une différence entre le signal colonne et le signal ligne. Dans une variante, la zone peut comprendre un ensemble de lignes adjacentes ou un ensemble de colonnes adjacentes. Dans une autre variante, la zone peut comprendre une intersection d'un ensemble de lignes adjacentes et d'un ensemble de colonnes adjacentes.

**[0015]** Le signal de perturbation peut être:

- un signal d'effacement pour lequel l'état perturbé d'un pixel initialement dans un des états stables est identique à l'état perturbé d'un autre pixel initialement dans l'autre état stable, les états perturbés de deux pixels initialement dans deux états stables différents correspondant à une même perception visuelle pour l'observateur observant l'écran, ou
- un signal de perturbation intermédiaire pour lequel l'état perturbé d'un pixel initialement dans un des états stables est différent de l'état perturbé d'un autre pixel initialement dans l'autre état stable, les états perturbés de deux pixels initialement dans deux états stables différents correspondant à des perceptions visuelles différentes pour l'observateur observant l'écran.

**[0016]** Le signal de perturbation peut comprendre:

- un signal électrique de tension constante, ou
- un signal périodique ; dans ce cas, la fréquence du signal de perturbation peut être comprise entre 50 Hz et 500 Hz, ou peut être supérieure à 500 Hz.

**[0017]** Les deux états stables comprennent de préférence un état bloquant et un état passant, l'état passant ayant



une luminance (Lib) perçue par l'observateur supérieure à la luminance (Lid) de l'état bloquant, l'état perturbé d'un pixel initialement dans l'état passant possédant une luminance (Lpb) perçue par l'observateur inférieure d'au moins 5% par rapport à la luminance (Lib) de l'état initial passant de ce pixel.

**[0018]** Le signal de perturbation peut comprendre un signal électrique ayant une valeur efficace RMS de tension supérieure à 1,65 fois une tension de Freedericksz de la couche de cristal liquide.

**[0019]** Enfin, le signal de perturbation est de préférence bipolaire.

## BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

**[0020]** Les différents objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre et dans les figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 présente schématiquement une partie d'un premier mode de réalisation de dispositif selon l'invention comprenant un afficheur bistable de type ZBD et mettant en oeuvre un procédé selon l'invention,
- la figure 2 présente schématiquement une partie d'un deuxième mode de réalisation de dispositif selon l'invention comprenant un afficheur bistable de type BiNem et mettant en oeuvre un procédé selon l'invention,
- la figure 3 décrit la structure d'un écran matriciel à adressage passif multiplexé du premier ou du deuxième mode de réalisation selon l'invention,
- la figure 4 décrit un exemple d'adressage en deux étapes de l'écran passif du deuxième mode de réalisation de dispositif selon l'invention de type BiNem,
- la figure 5 montre des variations de la luminance de pixels en fonction d'une tension RMS d'un signal de perturbation  $S_p$  de fréquence 600 Hz appliqué lors de la mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention,
- la figure 6 illustre un exemple de réalisation de procédé selon l'invention sur un afficheur bistable où l'on marque un ensemble de colonnes (zone de marquage) ; la figure 6a présente l'afficheur au repos ; la figure 6b présente l'afficheur quand un signal de perturbation « intermédiaire » est appliqué sur une partie des colonnes, les textures initiales se distinguant encore ; la figure 6c présente l'afficheur quand un signal de perturbation « d'effacement » est appliqué, le brouillage de l'image dans la zone marquée étant total.
- la figure 7 illustre des exemples de signaux appliqués lors de la mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention, le signal ligne étant relié à la masse, le signal colonne VC étant monopolaire (positif ou négatif) et ayant la forme d'un créneau d'amplitude  $V_{blink}$ ,
- la figure 8 illustre autre exemple de signaux appliqués lors de la mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention, le signal ligne étant égal à un potentiel moyen  $V_m$  et le signal colonne étant constitué d'alternance à  $V_m + V_{blink}$  et  $V_m - V_{blink}$ .
- la figure 9 illustre un exemple pour appliquer selon l'invention des tensions de perturbation sur les lignes et les colonnes pour déformer fortement et uniquement les textures d'un domaine rectangulaire.
- la figure 10 un autre exemple pour appliquer selon l'invention des tensions de perturbation sur les lignes et les colonnes pour déformer plus légèrement que dans le cas de la figure 9 les textures du domaine rectangulaire mais en économisant beaucoup d'énergie.

## DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

### Dispositif mettant en oeuvre le procédé selon l'invention

**[0021]** On va maintenant décrire un premier et un deuxième mode de réalisation de dispositif selon l'invention (aussi appelé afficheur) mettant en oeuvre un procédé selon l'invention.

**[0022]** Ces modes de réalisation comprennent un écran matriciel permettant d'afficher une image, ledit écran comprenant :

- une couche de molécules de cristal liquide bistable se décomposant en pixels de cristal liquide bistable et,
- pour chaque pixel, des moyens pour appliquer un signal à ce pixel, le signal appliqué comprenant un champ électrique, ces moyens d'application étant notamment agencés pour appliquer de façon itérative un signal de perturbation  $S_p$  selon l'invention selon le procédé selon l'invention décrit par la suite.

**[0023]** Chaque pixel de cristal liquide bistable a deux états stables possibles. Ces deux états stables sont stables sans qu'un champ électrique ne soit appliqué à ce pixel, les deux états stables correspondant à des perceptions visuelles différentes pour un observateur observant l'écran matriciel. Chaque état stable d'un pixel correspond à une texture stable donnée de molécules de cristal liquide au niveau de ce pixel.

**[0024]** Les pixels sont disposés en lignes de pixels parallèles et en colonnes de pixels parallèles, les lignes étant



sensiblement perpendiculaire aux colonnes.

**[0025]** Le cristal liquide de la couche est de type nématique. La couche de cristal liquide est placée entre deux lames, l'ensemble constituant une cellule de cristal liquide. Chaque lame comporte un substrat, de préférence en verre, sur lequel ont été déposées une électrode conductrice, puis une couche dite d'ancrage également appelée couche d'alignement. La couche d'ancrage exerce, sur les molécules de cristal liquide voisines, un couple de rappel qui tend à les orienter parallèlement à une direction nommée axe facile. Les couches d'ancrage sont de préférence réalisées par un dépôt de polymère brossé pour créer la direction de l'axe facile. Cette direction de l'axe facile est de préférence très proche de la direction de brossage.

**[0026]** L'épaisseur de la cellule ainsi constituée (c'est-à-dire la distance entre les lames entre lesquelles est comprise la couche de cristal liquide), dénommée  $d$ , est rendue constante par exemple en répartissant, entre les lames, des billes dont le diamètre est égal à l'épaisseur souhaitée (typiquement de 1 à 6  $\mu\text{m}$ ).

**[0027]** Le cristal liquide de la couche est « bistable » : ce type de cristal liquide fonctionne par commutation entre deux états stables en l'absence de champ électrique. Un champ électrique externe n'est appliqué que pendant le temps nécessaire pour faire commuter d'un état à l'autre la texture du cristal liquide. En l'absence de signal électrique de commande, l'afficheur reste en l'état obtenu. Par son principe de fonctionnement, ce type d'afficheur consomme une énergie proportionnelle au nombre de changements d'images. Ainsi, quand la fréquence de ces changements diminue, la puissance nécessaire pour le fonctionnement de l'afficheur tend vers zéro.

## Technologie ZBD et technologie BiNem

**[0028]** La figure 1 illustre, pour le premier mode de réalisation de dispositif selon l'invention, deux états différents d'un pixel de cristal liquide entre deux portions des lames. Ce premier mode utilise un effet flexo-électrique pour commuter, c'est-à-dire le signe du champ électrique appliqué. C'est le prétilt, c'est à dire l'angle que fait la molécule de cristal liquide proche de la surface avec celle-ci, qui varie entre deux valeurs stables sans champ appliqué. Cette bistabilité est obtenue à l'aide d'un réseau faisant office de couche d'alignement (cf documents [1], [2], [3] et figure 1). Cette technologie est dénommée ZBD (Zenithal Bistable Display). Une des couches d'alignement est constituée par un réseau périodique permettant au voisinage de la surface de ce réseau deux orientations des molécules de cristal liquide, l'une planaire, l'autre homéotrope.

**[0029]** La figure 2 est une vue de coupe et de profil d'une portion de la cellule de cristal liquide du deuxième mode de réalisation de dispositif selon l'invention. Sur cette figure, on visualise 3 pixels de cristal liquide adjacents. Ce deuxième mode de réalisation bistable utilise un effet de surface : une cassure de l'ancrage zénithal sur au moins une des couches d'alignement. Cette cassure permet la commutation entre deux textures dont les torsions diffèrent d'un angle compris entre  $150^\circ$  et  $180^\circ$  en valeur absolue. Le fonctionnement de cet afficheur dénommé BiNem est décrit dans le paragraphe suivant.

**[0030]** L'afficheur BiNem (documents [4] à [8]) est présenté schématiquement sur la figure 2, et possède une configuration générale identique à celle de la cellule à cristal liquide de type ZBD qui utilise également substrats, électrodes, polariseurs, cristal liquide. L'afficheur BiNem utilise préférentiellement deux textures tordues qui diffèrent par une torsion d'environ  $\pm 180^\circ$ , (située en valeur absolue entre  $150^\circ$  et  $180^\circ$ ). Une variante préférentielle mais non limitative est constituée d'une texture uniforme ou faiblement tordue dénommée U (illustrée sur la gauche de la figure 2) dans laquelle les molécules sont sensiblement parallèles entre elles, et d'une texture fortement tordue dénommée T (illustrée sur la droite de la figure 2). La texture U la moins tordue possède une torsion comprise entre  $0^\circ$  et  $20^\circ$  en valeur absolue. La couche de cristal liquide 30 est placée entre les deux lames 20 et 10, que l'on appelle respectivement lame maître et lame esclave. La lame maître 20 comporte un substrat 21, une électrode 22 et une couche d'ancrage 24 réalisant un ancrage azimutal et zénithal forts du cristal liquide, c'est-à-dire un ancrage du même type que celui utilisé dans les afficheurs à cristal liquide monostable. La lame esclave 10 comporte un substrat 11, une électrode 12 et une couche d'ancrage 14 réalisant un ancrage spécifique, correspondant à un ancrage zénithal faible et un ancrage azimutal moyen ou fort du cristal liquide. Les électrodes habituellement transparentes 12 et 22 sont typiquement constituées d'un matériau appelé ITO déposé sur les substrats 11 et 21. Elles permettent d'appliquer un champ électrique perpendiculaire aux lames 10 et 20.

**[0031]** L'adjonction de polariseurs sur chacun des substrats 11 et 21 typiquement mais non limitativement à l'extérieur de la cellule permet d'associer à chaque texture un état optique, par exemple sombre pour la texture U et clair pour la texture T ou inversement, en fonction des angles des deux polariseurs par rapport aux directions des ancrages.

**[0032]** En fonction du type de polariseur arrière, c'est-à-dire situé de l'autre côté de la couche de cristal liquide par rapport à l'observateur de l'afficheur, on peut obtenir divers modes optiques, transmissif, transflectif ou réflectif (documents [9], [10]). Une configuration utilisant un polariseur unique côté observateur et un miroir diffusant côté opposé est également possible ([18], [19]).

**[0033]** Le nématique est chiralisé avec un pas spontané  $p_0$ , choisi proche de quatre fois l'épaisseur  $d$  de la cellule, pour égaliser les énergies des deux textures précitées. Le rapport entre l'épaisseur  $d$  de la cellule et le pas spontané



po, soit  $d/po$ , est donc environ égal à 0,25 +/- 0,1. Sans champ, les états T et U sont les états d'énergie minimale : la cellule est bistable.

**[0034]** Sous fort champ électrique, une texture presque homéotrope, dénommée H et illustrée au milieu de la figure 2, est obtenue. Au voisinage de la surface de la lame esclave 10, les molécules lui sont perpendiculaires, l'ancrage zénithal est dit « cassé ». Cette cassure est obtenue grâce à la propriété d'ancrage zénithal faible sur cette lame, qui permet aux molécules proches de la surface de s'extraire de l'attraction de la couche d'alignement dans la direction perpendiculaire au substrat. On appelle tension de cassure  $V_{cass}$  la tension électrique correspondant à la cassure de l'ancrage sur la lame esclave 10. En fait c'est au champ électrique de cassure  $E_{cass} = V_{cass}/d$ , que sont sensibles les molécules. Typiquement  $E_{cass}$  est inférieur à  $15V/\mu m$  à température ambiante ( $25^{\circ}C$ ) pour les couches d'alignement à ancrage zénithal faible telles que décrites dans les documents [11] et [12]. Les tensions de cassure sont alors : pour  $d=1\mu m$   $V_{cass} < 15V$  ; pour  $d=2\mu m$   $V_{cass} < 30V$  ; pour  $d=5\mu m$   $V_{cass} < 75V$ . De plus, la tension de cassure  $V_{cass}$  est toujours d'au moins quelques volts, et ce même pour des cellules à cristal liquide très fines ( $1\mu m$ ).

**[0035]** A la coupure du champ électrique, la cellule évolue vers l'une ou l'autre des textures bistables U et T (voir figure 2). Lorsque les signaux de commande utilisés induisent un fort écoulement du cristal liquide au voisinage de la lame maître 20, le couplage hydrodynamique 26 entre la lame maître 20 et la lame esclave 10 crée près de la lame esclave un écoulement (ou flux) hydrodynamique suffisant pour induire la texture T. Dans le cas contraire, la texture U est obtenue par couplage élastique 28 entre les deux lames 10 et 20, aidé par l'inclinaison éventuelle de l'ancrage faible.

**[0036]** Dans la suite on désignera par « commutation » d'un élément d'écran ou pixel d'un afficheur de type BiNem le fait de faire passer les molécules du cristal liquide d'une texture stable initiale (U ou T ou une coexistence de ces deux textures) vers une texture stable finale (U ou T ou une coexistence de ces textures). Cette dénomination est également valable pour les deux textures stables de l'afficheur de type ZBD.

**[0037]** Le signal appliqué au pixel est classiquement constitué de plusieurs paliers. Le signal appliqué au pixel VP est classiquement bi-palier, mais peut être également multi-palier [13] ou mono-palier. Si la chute de tension entre deux paliers dépasse une certaine valeur absolue, et qu'elle s'opère en un temps suffisamment court, le « saut » de tension est suffisant pour que la texture T soit obtenue. Si le saut n'est pas suffisant, ou si le temps de transition est trop long, le flux hydrodynamique est insuffisant, la texture T devient impossible, et la texture U est obtenue.

## Modes d'adressage

**[0038]** Les 3 modes d'adressage développés pour les cristaux liquides standards (direct, multiplexé passif, actif) peuvent être utilisés pour l'afficheur BiNem ou ZBD. Le mode d'adressage le plus commun est l'adressage passif multiplexé, mais un adressage actif à l'aide de transistors en couches minces est également possible [14]. Dans les modes multiplexés actif et passif, l'afficheur (de type Binem ou ZBD) est un écran matriciel formé de  $N \times M$  éléments d'écran appelés pixels, N étant le nombre de lignes de pixels et M le nombre de colonnes de pixels, et l'adressage s'effectue ligne après ligne.

**[0039]** Dans le mode passif multiplexé, tel qu'illustré sur la figure 3, chaque pixel est constitué par l'intersection :

- d'une bande ou électrode conductrice ligne 52 déposée sur une des lames et correspondant à une ligne de pixels, et
- d'une bande ou électrode conductrice colonne 50 déposée sur l'autre lame et correspondant à une colonne de pixels.

**[0040]** Ces bandes 50, 52 perpendiculaires sont déposées sur chaque lame. La zone située entre deux bandes conductrices adjacentes portées par un même substrat est appelée espace interpixel. La zone constituée de l'ensemble des pixels est appelée zone matricielle. Une zone de marquage  $Z_m$  est une partie de cette zone matricielle. Habituellement dans l'état de la technique, la zone matricielle correspond à la zone d'affichage, zone sur laquelle on affiche le contenu de l'image que l'on souhaite visualiser. En dehors de la zone matricielle, les bandes conductrices précitées 50, 52 se transforment en pistes qui réalisent la connexion aux circuits de commande générant le signal d'adressage. Ces circuits de commande peuvent être situés sur le substrat ou déportés. Classiquement, mais non limitativement, les afficheurs sont adressés à l'aide de composants ou circuits de commande que nous appellerons « drivers » situés par exemple sur des éléments de connexion flexibles soudés à l'écran. Les drivers, constitués principalement de portes analogiques commandées par des registres à décalage permettent de faire le lien entre l'électronique de pilotage et les pistes.

**[0041]** Pour afficher le pixel P de coordonnées (n, m), n étant le numéro (nombre entier) de la ligne sur lequel est situé ce pixel, m étant le numéro (nombre entier) de la colonne sur lequel est situé ce pixel, on applique un signal d'adressage de ligne  $V_{Ln}$  sur la ligne n et un signal d'adressage de colonne  $V_{Cm}$  sur la colonne m. Généralement, les électrodes conductrices sont réalisées avec un matériau conducteur transparent appelé ITO (Oxyde mixte d'Indium et d'Étain). Mais lorsque l'afficheur est réflectif, les électrodes situées sur le côté opposé à l'observateur peuvent être réalisées avec un matériau conducteur opaque, par exemple en aluminium.

**[0042]** Une des différences importantes à noter entre le mode passif et le mode actif est que dans le mode passif multiplexé, la tension électrique est appliquée par des bandes d'électrodes orthogonales constituant les lignes et les



colonnes, dont les intersections constituent les pixels, alors que lors de l'adressage actif, la tension électrique est appliquée aux transistors associés à chacun pixel par des fils fins. Tous les transistors d'une même ligne sont passants lors de l'activation de cette ligne.

## 5 Pilotage d'un afficheur Binem en mode multiplexé

**[0043]** Lorsque la structure de l'afficheur est matricielle comme décrit précédemment, l'adressage s'effectue ligne par ligne. Lorsque l'on souhaite inscrire une ligne donnée  $n$ , un signal électrique est appliqué sur cette ligne qui alors est dite « activée ». Nous appellerons ce signal d'adressage de ligne signal d'activation  $V_{Ln}$ . Dans le cas d'un multiplexage passif standard, le signal  $V_{Ln}$  est identique pour toutes les lignes, et nous l'appellerons  $V_L$ .

**[0044]** Pour le BiNem, en référence à la figure 4, on distingue deux phases pendant l'activation : la première phase consiste essentiellement à obtenir une cassure d'ancrage, c'est à dire la texture homéotrope sur la ligne considérée, en appliquant par exemple une tension  $V_{1L} > V_{cass}$  sur le signal d'adressage de ligne pendant une durée  $T_1$ , ce qui constitue un premier palier de  $V_L$ . Typiquement dans l'état actuel de la technologie BiNem,  $V_{1L}$  est compris entre 6V et 30V sur la plage de température  $0^\circ - 50^\circ$ . Pendant la deuxième phase, un signal  $V_{2L}$  est appliqué sur la ligne pendant une durée  $T_2$ , ce qui constitue un deuxième et dernier palier de  $V_L$ . Typiquement dans l'état actuel de la technologie BiNem,  $V_{2L}$  est compris entre 2V et 12V sur la plage de température  $0^\circ - 50^\circ$ . Le signal d'adressage de ligne est dans cet exemple bi-palier, mais il peut également être mono-palier ou multi-palier. Une variante utilise un signal ligne inférieur à la tension de cassure, le signal colonne permettant la commutation dans l'une ou l'autre des textures [20] ; ou, selon une variante en deux étapes, tous les pixels sont d'abord commutés dans une même texture, ensuite la tension colonne provoque la cassure mais uniquement dans les pixels à commuter dans l'autre texture.

**[0045]** Des signaux électriques dits « data » appelés  $VC$  sont appliqués simultanément sur toutes les colonnes. Selon une variante classique, le flanc de descente du signal data  $VC$  est synchronisé avec le flanc de descente du deuxième palier du signal d'activation ligne  $V_{2L}$  [4]. Selon la valeur de tension, et/ou sa forme, et/ou la durée  $t_c$  du signal  $VC_m$  appliqué simultanément à chacune des colonnes, la texture  $U$  ou  $T$  est obtenue dans le pixel correspondant à l'intersection de cette colonne et de la ligne activée. Puis la ligne suivante est à son tour activée, les autres lignes étant non activées et ainsi de suite de la première à la dernière ligne de l'afficheur. Le temps entre la fin d'activation d'une ligne et le début de l'activation de la ligne suivante est appelé temps interligne  $TL$ . Ce temps est typiquement mais non limitativement compris entre 10  $\mu s$  et 10 ms. Nous appellerons cet adressage « adressage en une étape ». L'ordre d'activation des lignes (d'abord  $n-1$ , puis  $n$ , puis  $n+1$ ) définit le sens de balayage 46 (voir figure 3). Le temps d'adressage de l'afficheur est le temps nécessaire pour adresser toutes ses lignes, de manière à afficher un nouveau contenu d'image.

**[0046]** Le document [15] décrivant la réalisation de niveaux de gris prévoit trois variantes d'obtention de niveaux de gris (figure 23 du document [15]) en modifiant les paramètres de  $VC$ .

**[0047]** Selon un mode d'utilisation appelé adressage partiel, on souhaite afficher un nouveau contenu dans seulement une zone de l'image, le reste de l'image restant inchangé. Dans ce cas, seules les lignes correspondant à la zone où l'on souhaite afficher un nouveau contenu sont activées.

**[0048]** Selon un mode préférentiel connu mais non limitatif de pilotage, préalablement à l'adressage ligne à ligne, on effectue de manière collective l'adressage complet de l'écran (affichage d'une image complète) ou d'une zone de l'écran (adressage partiel) dans une texture donnée, habituellement  $T$ , en activant simultanément toutes les lignes ou un groupe de lignes correspondant à la zone à adresser, avec un signal  $V_{pre}$ . Les lignes sont ensuite adressées une par une, selon la méthode de multiplexage classique, pour afficher l'image ou la zone voulue. Deux transitions seulement doivent alors être réalisées, la transition  $T$  vers  $T$  d'une part, et la transition  $T$  vers  $U$  ou vers un mélange de  $U$  et de  $T$  d'autre part. Cet « adressage en deux étapes » permet de mieux maîtriser la commutation des pixels car ainsi les pixels partent tous d'un état bien défini au début de la deuxième étape. Selon la variante où la tension ligne est inférieure à la tension de cassure, pendant la deuxième étape la tension colonne ne provoque la cassure que pour les pixels dont on souhaite modifier l'état (la texture). A titre d'exemple, le principe d'adressage passif multiplexé de l'afficheur BiNem en deux étapes est illustré figure 4. Le signal d'adressage de colonne appliqué à la colonne  $m$  est choisi ici tel que  $t_c = T_2$ . Les valeurs  $VC_1$  à  $VC_5$  sont les valeurs de  $VC_m$  appliquées sur la colonne  $m$  en synchronisation avec les lignes 1 à 5, successivement activées, de manière à obtenir la texture finale désirée sur le pixel à l'intersection de la ligne activée et de la colonne  $m$ . Dans un mode où l'on cherche à obtenir uniquement soit  $U$  soit  $T$ , on peut choisir par exemple une tension  $VC$  sous forme de créneau et différentes variantes sont possibles:

$VC(U) = +V_{col}$  et  $VC(T) = -V_{col}$  (exemple de la figure 4)

$VC(U)$  est le signal d'adressage colonne pour obtenir la texture  $U$ .

$VC(T)$  est le signal d'adressage colonne pour obtenir la texture  $T$ .

ou bien:  $VC(U) = +V_{col}$  et  $VC(T) = 0$ , ou inversement.

**[0049]** Selon un mode préférentiel connu mais non limitatif de réalisation d'afficheur BiNem, la direction de brossage



des couches d'alignement est orthogonale à la direction des lignes de l'afficheur, ce type d'afficheur est dit « à brossage orthogonal » (document [15]).

**[0050]** Afin d'éviter des effets électrochimiques dans le cristal liquide, des impulsions bipolaires, pour le signal  $V_{pre}$  et pour le signal  $V_L$  peuvent être utilisées.

#### Tension de seuil $V_0$ et tension de Freedericksz $V_F$

**[0051]** Dans les cellules cristal liquide, on constate que le champ à appliquer, pour orienter les molécules, présente le plus souvent un seuil. Par exemple, considérons un nématique d'anisotropie diélectrique positive placé dans une cellule à ancrage planaire et parallèle sur les deux lames ; sans champ, les molécules sont parallèles entre elles et parallèles aux lames dans l'ensemble de la cellule. Un champ électrique, appliqué perpendiculairement aux lames, ne commence à orienter les molécules que lorsque la tension électrique est supérieure à un certain seuil dénommé seuil de Freedericksz  $V_F$  ou tension de Freedericksz  $V_F$  (document [16]). En dessous de  $V_F$ , les molécules de cristal liquide restent immobiles, maintenues par l'élasticité nématique. A partir de  $V_F$ , au fur et à mesure que la tension augmente, les molécules de cristal liquide tournent progressivement dans la direction du champ : d'abord celles situées au centre de la cellule puis les autres, excepté celles proches des lames, dont l'alignement est maintenu par l'ancrage.

**[0052]** La tension  $V_F$  peut s'exprimer suivant la formule suivante :

$$V_F = \pi [K_{11}/|\Delta\epsilon|]^{1/2}$$

où  $K_{11}$  est une des constantes élastiques du cristal liquide et  $\Delta\epsilon$  son anisotropie diélectrique. Selon le signe de  $\Delta\epsilon$ , les molécules tendent à s'orienter parallèlement ( $\Delta\epsilon > 0$ ) ou perpendiculairement au champ appliqué ( $\Delta\epsilon < 0$ ).  $V_F$  est indépendante de l'épaisseur de la cellule cristal liquide et varie typiquement, pour les mélanges cristal liquide utilisés dans les afficheurs, entre 0,3V et 1V.

**[0053]**  $\Delta\epsilon$  étant fonction de la fréquence du signal appliqué au cristal liquide, on appelle :

- $V_F$ (statique) ou  $V_Fs$  la tension de Freedericksz correspondant à un signal appliqué en continu (c'est-à-dire avec une fréquence nulle), et
- $V_F$ (dynamique) ou  $V_Fd$  la tension de Freedericksz correspondant à un signal appliqué de fréquence supérieure à la fréquence de réponse du cristal liquide.

Typiquement  $V_Fd$  est légèrement supérieure à  $V_Fs$ .

**[0054]** Lorsque l'inclinaison des molécules sur une lame (prétilt) est élevée, le seuil disparaît. Pour des prétilts intermédiaires, typiquement quelques degrés, le seuil demeure mais il est moins marqué. Lorsque les cellules sont tordues ou dopées, mais toujours planaires, le seuil demeure mais la tension de seuil peut varier jusqu'à environ 30% par rapport à la tension  $V_F$  théorique obtenue avec une cellule à ancrage planaire et parallèle. Ainsi, pour des textures de cristal liquide différentes de celle utilisées pour la mesure du seuil de Freedericksz, on parle d'effet de seuil, caractérisé par une tension de seuil, dénommée  $V_0$ , dont la valeur reste toujours relativement proche de  $V_F$ .

**[0055]** La présence de cet effet de seuil impose une valeur minimale aux signaux de commande des afficheurs nématiques, c'est un de leurs atouts. Elle permet d'éviter que les images affichées soient perturbées par des signaux parasites ; il suffit que ces parasites aient une amplitude inférieure à la tension de seuil. Cette propriété est fondamentale pour le multiplexage.

#### Signal de perturbation $S_p$ appliqué selon l'invention.

**[0056]** L'invention permet de marquer un pixel ou une zone d'un afficheur bistable matriciel comportant deux textures cristal liquide stables sans champ appliqué, par une méthode originale, qui n'est pas applicable sur les afficheurs monostables. La notion de marquage est définie par une modification optique visuellement détectable de cette zone par rapport au reste de l'image.

**[0057]** Les inventeurs ont montré qu'il était possible de réaliser cette fonction supplémentaire sur ces afficheurs bistables en ne commutant aucun des pixels de l'écran, donc à la fois rapidement et avec une dépense d'énergie minimale.

**[0058]** Une image est préalablement affichée sur l'écran par commutation de chaque pixel dans un desdits états stables initiaux.

**[0059]** Le procédé selon l'invention mis en oeuvre par l'afficheur à cristal liquide bistable comprend les étapes suivantes :



a) on applique, à chaque pixel d'une zone  $Z_m$  de pixels se trouvant dans un état initial correspondant à un des états stables, et pendant un premier laps de temps donné  $t_1$ , un signal dit signal de perturbation  $S_p$ , ledit signal de perturbation étant supérieur à au signal seuil  $V_0$  de sorte que chaque pixel de la zone quitte son état initial, ledit signal de perturbation étant inférieur au signal de commutation  $V_{cass}$  de sorte que chaque pixel de la zone ayant

comme état initial un des états stables ne bascule pas dans l'autre état stable, chaque pixel de la zone se trouvant alors dans un état perturbé intermédiaire entre les deux états stables ; ainsi, on génère pendant ledit premier temps  $t_1$  une perturbation visuelle de l'image préalablement inscrite dans la zone  $Z_m$ ; puis

b) on n'applique aucun signal à chaque pixel de la zone pendant un deuxième laps de temps donné  $t_2$  pour laisser revenir chaque pixel de la zone vers son état stable initial, puis

c) on réitère les deux étapes a) et b) précédentes, un nombre de fois supérieur à un, et avec une fréquence de répétition égale à  $t_1 + t_2$ .

**[0060]** Ainsi, le procédé proposé est d'appliquer, sur toute une zone de marquage  $Z_m$  comprenant un ensemble de pixels à marquer, pendant le temps  $t_1$ , un signal électrique appelé signal de perturbation  $S_p$  ayant une amplitude définie ne comprenant pas de plage continue nulle, puis de ne plus appliquer de signal pendant le temps  $t_2$ .

**[0061]** Le signal électrique de perturbation  $S_p$  appliqué, par les moyens d'application, à un pixel comprend :

- un signal électrique colonne appliqué à la colonne sur lequel est situé ce pixel, tel qu'un signal d'adressage colonne  $V_C$  ou  $V_{Cm}$  adressé tel que décrit précédemment, et

- un signal électrique ligne appliqué à la ligne sur lequel est situé ce pixel, tel qu'un signal d'adressage ligne  $V_L$  ou  $V_{Ln}$  adressé tel que décrit précédemment, ce signal de perturbation  $S_p$  étant proportionnel ou même égal à une différence entre le signal colonne et le signal ligne :

$$S_p = V_L - V_C$$

ou bien

$$S_p \text{ du pixel } (n, m) = V_{Ln} - V_{Cm}$$

**[0062]** L'amplitude du signal de perturbation  $S_p$  est :

- supérieure au seuil de Freedericksz  $V_F$  et à la tension de seuil  $V_0$ , et
- nettement inférieure aux seuils de commutation et à la tension de cassure  $V_{cass}$ .

**[0063]** Ce signal dit de perturbation  $S_p$  déforme les deux textures correspondant aux deux états des pixels : leurs propriétés optiques sont modifiées, le contraste diminue jusqu'à la valeur du signal de perturbation pour laquelle la zone prend une teinte uniforme.

**[0064]** Cependant comme le signal de perturbation est nettement inférieur aux seuils de commutation, l'orientation des molécules près des lames ne change pratiquement pas pendant  $t_1$  : l'écran garde en mémoire sur les lames l'image initiale. Il suffit d'arrêter le signal de perturbation pour que les pixels reviennent chacun dans leur texture d'équilibre sans champ. L'image précédant la déformation est ainsi reconstituée au début de  $t_2$  en quelques millisecondes sans aucune dépense d'énergie.

**[0065]** Le marquage de la zone d'écran est ainsi réalisé par disparition, pendant  $t_1$ , puis réapparition, pendant  $t_2$ , de l'image dans cette zone.

**[0066]** La durée typique de  $t_1$  est comprise entre 0.1 et quelques dizaines de secondes, et la durée typique de  $t_2$  est comprise entre 0.1s et quelques minutes, de sorte que la durée typique de  $t_1 + t_2$  est comprise entre 0.2s et quelques minutes.

#### Effet du signal de perturbation $S_p$ : modification de la luminance

**[0067]** Dans le cas particulier d'un afficheur BiNem, ces deux états stables correspondent aux textures U et T.

**[0068]** De manière générale, les deux états stables comprennent :

- un état clair aussi appelé état passant, et
- un état sombre aussi appelé état bloquant.

Soit  $Lib$  la luminance (exprimée en candelas/m<sup>2</sup>) issue d'un pixel dont la texture correspond à l'état dit clair ou passant (« bright ») de ce pixel, et  $Lid$  la luminance (exprimée en candelas/m<sup>2</sup>) issue d'un pixel dont la texture correspond à l'état sombre ou bloquant (« dark ») de ce pixel. Nous choisirons pour définir les luminances émises



par l'afficheur, les luminances mesurées dans la direction perpendiculaire aux substrats. Lorsque l'afficheur est en mode réflectif, la mesure de luminance dépend du type d'éclairage illuminant la cellule. Nous choisirons pour caractériser la luminance de l'afficheur en mode réflectif un éclairage diffus, et l'on recueille la luminance réfléchie au travers de l'afficheur dans la direction perpendiculaire au substrat et obstruant la zone autour du détecteur, de manière à ne pas recueillir dans le détecteur de rayons issu de la réflexion spéculaire de la source d'éclairage sur la face avant (interface air/afficheur) de l'afficheur (en anglais « specular excluded »). Cette méthode de mesure de luminance de l'afficheur en mode réflectif utilisant un éclairage diffus dite « specular excluded » est décrite dans le document [17]. Elle permet d'obtenir une mesure de contraste (rapport entre la luminance de l'état passant et la luminance de l'état bloquant) et une mesure de réflectance (rapport entre la luminance de l'afficheur dans l'état passant et la luminance obtenue en remplaçant l'afficheur par un diffuseur de type Lambertien). La réflectance s'exprime en %.

L'état passant a une luminance  $L_{ib}$  perçue par l'observateur supérieure à la luminance  $L_{id}$  de l'état bloquant.

Le signal de perturbation  $S_p$  appliqué à la zone de marquage pendant un laps de temps  $t_1$  a pour effet d'orienter les molécules de cristal liquide dans le volume en fonction de ce signal  $S_p$  appliqué et donc différemment de leur orientation initiale sans champ appliqué. Cette nouvelle orientation provoque une modification de la luminance issue de chaque pixel de l'afficheur. On appelle ;

- $L_{pb}$  la luminance (exprimée en candelas/m<sup>2</sup>) issue d'un pixel se trouvant dans un état perturbé intermédiaire entre les deux états stables du fait de l'application de signal de perturbation, ce pixel se trouvant initialement dans l'état passant avant l'application du signal de perturbation, et
- $L_{pd}$  la luminance (exprimée en candelas/m<sup>2</sup>) issue d'un pixel se trouvant dans un état perturbé intermédiaire entre les deux états stables du fait de l'application de signal de perturbation, ce pixel se trouvant initialement dans l'état bloquant avant l'application du signal de perturbation.

**[0069]** Ainsi,  $L_{pb}$  et  $L_{pd}$  sont les luminances des pixels perturbés ayant des états initiaux stables correspondant aux luminances respectivement  $L_{ib}$  et  $L_{id}$ .

**[0070]** Une tension RMS (« Root Mean Square ») est aussi appelée valeur efficace de cette tension. La figure 5 présente l'évolution du rapport de luminances  $L_{pb}/L_{ib}$  et du rapport de luminances  $L_{pd}/L_{ib}$  en fonction de la tension RMS du signal de perturbation  $S_p$  appliqué. Sur la figure 5, les luminances  $L_{pb}$  et  $L_{pd}$  sont toutes deux normalisées par rapport à  $L_{ib}$  la luminance de l'état initial passant sans signal de perturbation appliqué.

**[0071]** Sur cet exemple, l'effet du signal de perturbation  $S_p$  est triple.

**[0072]**  $S_p$  diminue la luminance  $L_{pb}$  de l'état passant progressivement au fur et à mesure que la valeur de  $S_p$  augmente, jusqu'à une valeur correspondant à l'état « d'équilibre » des molécules cristal liquide sous champ appliqué. Une quelconque augmentation de la tension appliquée ne modifiera quasiment plus la texture cristal liquide obtenue. La valeur effective de la luminance correspondant à cet état d'équilibre, dénommée luminance « d'équilibre »  $L_o$ , est fonction de la position des polariseurs de la cellule.

**[0073]**  $S_p$  augmente la luminance  $L_{pd}$  de l'état bloquant progressivement au fur et à mesure que la valeur de  $S_p$  augmente, jusqu'à cette même valeur dite luminance « d'équilibre »  $L_o$ .

**[0074]** Lorsque cette luminance « d'équilibre »  $L_o$  est atteinte, on a  $L_{pb}=L_{pd}=L_o$ . Le contraste entre état passant et état bloquant  $L_{pb} / L_{pd}$  est égal à 1 :

$$L_{pb} / L_{pd} = 1$$

c'est-à-dire que l'image préalablement inscrite est totalement effacée. Un signal  $S_p$  tel que l'image préalablement inscrite est effacée est appelé signal de perturbation  $S_p$  « d'effacement ». Tel qu'illustré sur la figure 6c, en appliquant un signal de perturbation « d'effacement » sur un pixel  $P_6$  initialement dans un état passant et sur un pixel  $P_5$  initialement dans un état bloquant, le pixel  $P_6$  initialement dans l'état stable passant se retrouve dans état perturbé identique à l'état perturbé dans lequel se retrouve le pixel  $P_5$  initialement dans l'état stable bloquant, ces états perturbés de pixels initialement dans deux états stables différents correspondant à une même perception visuelle pour l'observateur observant l'écran.

**[0075]** A titre d'exemple non limitatif, le résultat du marquage d'une zone  $Z_m$  de l'afficheur correspondant à un ensemble jointif de colonnes de pixels (colonnes contiguës à droite de l'afficheur), dénommée zone de marquage, est montré sur les figures 6a, 6b et 6c. Sur ces figures :

- un pixel  $P_1$  dans un état stable bloquant est représenté en noir,
- un pixel  $P_2$  dans un état stable passant est représenté en gris clair, et
- un pixel  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$  et  $P_6$  dans un état perturbé est représenté en gris plus ou moins foncé.



[0076] La figure 6a correspond à l'afficheur dans son état initial. L'état passant correspond ici à l'état T et l'état bloquant à l'état U. La figure 6b montre l'image obtenue avec un signal de perturbation  $S_p$  « intermédiaire », c'est-à-dire avec une diminution de la luminance de l'état passant et une augmentation de la luminance de l'état bloquant, mais sans avoir atteint la luminance « d'équilibre » dans la zone marquage. Tel qu'illustré sur la figure 6b, en appliquant un signal de perturbation « intermédiaire » sur un pixel P4 initialement dans un état passant et sur un pixel P3 initialement dans un état bloquant, le pixel P4 initialement dans l'état stable passant se retrouve dans état perturbé différent de l'état perturbé dans lequel se retrouve le pixel P3 initialement dans l'état stable bloquant, ces états perturbés de pixels initialement dans deux états stables différents correspondant à des perceptions visuelles différentes pour l'observateur observant l'écran. Ainsi, l'état passant s'est assombri, l'état bloquant est nettement moins noir également mais les texture obtenues à partir des textures de départ U et T pour cette valeur « intermédiaire » du signal de perturbation sont encore optiquement distinctes. Bien que toujours visible, l'image a un contraste dégradé et l'oeil perçoit parfaitement le marquage de cette zone. La figure 6c montre l'image obtenue avec un signal  $S_p$  tel que la luminance « d'équilibre » est atteinte. Pour cette valeur, les textures issues de U et de T paraissent optiquement identiques, l'image préalablement inscrite n'est plus visible, elle est effacée. Bien entendu et à fortiori, le marquage est parfaitement perceptible. Le signal de perturbation  $S_p$  est alors dénommé signal de perturbation « d'effacement ».

### Mode de marquage statique ou mode de marquage clignotant

[0077] La zone  $Z_m$  que l'on souhaite marquer peut l'être de deux manières :

- soit avec une perturbation de l'image (étape a) pendant le temps  $t_1$  et une absence de signal de perturbation (étape b) pendant le temps 2) telles que la périodicité soit inférieure à une durée de persistance rétinienne de l'observateur, de manière à obtenir un effet visuel de marquage statique de la zone, ce que nous appellerons mode de fonctionnement statique ou marquage statique, ce mode étant le plus économique en énergie.
- soit en alternant perturbation de la zone  $Z_m$  pendant le temps  $t_1$  et image non perturbée pendant le temps  $t_2$ , à une fréquence sensible pour l'observateur ; ce mode sera appelé mode clignotant ou marquage clignotant; le temps  $t_1+t_2$  sera alors par exemple supérieur à 0,1 seconde ; ainsi, on réitère les étapes a) et b) un nombre de fois supérieur à 1, de manière à obtenir un effet visuel de clignotement de la zone  $Z_m$  provoqué par une alternance de l'état perturbé et de l'état initial stable pour chaque pixel de la zone.

### Fréquence du signal de perturbation

[0078] Pendant le ou les temps  $t_1$ , la perturbation de la zone de marquage peut être obtenue selon deux variantes :

- soit en appliquant un signal de perturbation  $S_p$  constitué d'une tension unique continue de durée  $t_1$  et d'amplitude  $V_{blink}$  inférieure à  $V_{cass}$  mais supérieure à la tension de seuil  $V_0$  du cristal liquide (fréquence nulle du signal  $S_p$ ) ; dans ce cas, le signal de perturbation  $S_p$  comprend un signal électrique de tension constante.
- soit en appliquant, pour éviter une polarisation de la cellule, malgré l'augmentation de consommation d'énergie que cela implique, un signal de perturbation  $S_p$  périodique de fréquence non nulle  $f_p$ . Par exemple un train d'impulsions de fréquence suffisamment élevée donnera à la zone une teinte homogène pendant la perturbation (typiquement une fréquence supérieure à 50 Hz, soit une période du signal de perturbation  $p_p$  inférieure à 20ms). Si la fréquence est inférieure à 50 HZ, l'oeil de l'observateur va pouvoir percevoir des fluctuations pendant le temps de perturbation  $t_1$ .

[0079] Les deux modes sont compatibles avec l'effet recherché, c'est-à-dire une perturbation de l'image pendant le ou les temps  $t_1$ , puis un retour à l'image préalablement affichée, pendant les temps  $t_2$  et après le marquage.

[0080] Pour une période  $p_p$  comprise entre 20 ms et le temps de réponse du cristal liquide (typiquement quelques ms, soit une fréquence  $f_p$  entre 50Hz et 500Hz), le cristal liquide va plus ou moins suivre le signal appliqué, et l'oeil percevra une luminance moyenne correspondant aux différentes orientations du cristal liquide. L'effet visuel obtenu, qui sera toujours une différence de la luminance par rapport à celles des états stables de l'image préalablement affichée, sera une teinte homogène fonction de la forme du signal appliqué pendant la période  $p_p$ .

[0081] Pour une période  $p_p$  inférieure au temps de réponse du cristal liquide, typiquement une fréquence  $f_p$  supérieure à 500 Hz, celui-ci va s'orienter selon la valeur RMS (Root Mean Square) du signal périodique appliqué. Le comportement du cristal liquide devient indépendant de la forme du signal appliqué et de sa fréquence, seule compte la valeur RMS du signal. Dans ce cas également, la perturbation correspondra à une teinte homogène dans le temps.

[0082] Dans tous les cas, le signal de perturbation appliqué doit avoir une tension RMS inférieure à la tension de cassure  $V_{cass}$  et supérieure à la tension de seuil  $V_0$  du cristal liquide.



**Première variante : zone marquée égale à tous les pixels d'un ensemble de lignes ou de colonnes**

**[0083]** Une première variante de l'invention est de marquer (de façon statique ou clignotante) une zone  $Z_m$  constituée d'un ensemble de  $q$  lignes adjacentes (référéncées respectivement  $L_{x1}, L_{x2}, \dots, L_{xq}$ ) ou d'un ensemble de  $q$  colonnes adjacentes (référéncées respectivement  $C_{x1}, C_{x2}, \dots, C_{xq}$ ), le marquage concernant tous les pixels de la ligne ou de la colonne concernée. Ainsi, la zone  $Z_m$  comprend un ensemble de lignes adjacentes ou un ensemble de colonnes adjacentes.

**[0084]** Par exemple le marquage statique ou le clignotement d'un ensemble de colonnes peut être obtenu en appliquant uniquement un signal colonne sur les colonnes de la zone de clignotement, les lignes étant à la masse ou à un potentiel fixé.

**[0085]** On peut appliquer selon une première option un signal colonne VC par exemple monopolaire (positif ou négatif) ayant la forme d'un créneau et d'amplitude  $V_{blink}$ , par exemple égal 2,5 V pendant la durée  $t_1$  (cas du signal continu, par exemple  $t_l=500$  ms), tel que décrit figure 7, simultanément sur un ensemble de colonnes excitées. Le signal ligne VL est par exemple égal à 0V sur toutes les lignes, obtenu par exemple en mettant toutes les lignes à la masse. Le temps  $t_2$  entre deux perturbations est par exemple égal à une seconde.

**[0086]** Une variante (non illustrée sur les figures) pour éviter un stockage des charges dans l'afficheur est d'appliquer un signal bipolaire (+ $V_{blink}$  pendant la moitié de  $t_1$  puis -  $V_{blink}$  pendant l'autre moitié de  $t_1$ , ou l'inverse). Une autre variante (non illustrée sur les figures) est d'appliquer +  $V_{blink}$  pendant  $t_1$  pour une perturbation et à la perturbation suivante un signal - $V_{blink}$  pendant  $t_1$ .

**[0087]** En référence à la figure 8, une deuxième option est d'utiliser un signal de perturbation  $S_p$  de fréquence non nulle  $f_p$ , monopolaire ou bipolaire. Un signal de perturbation  $S_p$  bipolaire présente l'avantage d'éliminer les inconvénients d'une polarisation électrique continue pouvant provoquer un stockage des charges dans l'écran.

**[0088]** Lorsque les drivers colonnes ne peuvent délivrer qu'un signal colonne positif, l'obtention d'alternances positives et négatives sur les pixels des colonnes peut s'obtenir en mettant les colonnes appartenant à la zone de marquage statique (ou de marquage clignotant) à un potentiel moyen  $V_m$ , le signal colonne étant constitué d'alternance à  $V_m + V_{blink}$  et  $V_m - V_{blink}$ . Les lignes sont mises au potentiel moyen  $V_m$ , si nécessaire à l'aide d'un circuit de génération de  $V_m$  optimisé et spécifique. Il est aussi nécessaire d'appliquer  $V_m$  également aux colonnes situées en dehors de la zone de marquage (ou de clignotement), pour que celles-ci ne voient pas les perturbations optiques provoquées par l'application de  $V_m$  aux lignes.

**[0089]** Bien entendu les variantes permettant le clignotement d'un ensemble de colonnes sont applicables à un ensemble de lignes.

**Sensibilité de la perturbation à la tension RMS**

**[0090]** Le signal de perturbation  $S_p$  utilisé sur la figure 6 est un signal colonne monopolaire de fréquence 600 Hz, les lignes étant à la masse. Comme décrit précédemment, la figure 6a correspond à l'afficheur dans son état initial. L'état passant correspond à l'état T et l'état bloquant à l'état U. La figure 6b montre l'image obtenue avec un signal de perturbation  $S_p$  de valeur RMS 1,5V dans la zone de marquage (ou de clignotement). Les textures obtenues à partir des textures de départ U et T pour une valeur RMS du signal appliqué de 1,5V sont encore optiquement distinctes. Cette valeur de tension RMS correspond donc ici à un signal de perturbation  $S_p$  « intermédiaire ». Bien que toujours visible, l'image a une luminance de l'état passant diminuée, un contraste dégradé et l'oeil perçoit parfaitement le marquage de cette zone. La figure 6c montre l'image obtenue avec un signal  $S_p$  de valeur RMS 2,5 V. Pour cette valeur, les textures issues de U et de T paraissent identiques, presque toutes les molécules sont levées par le champ appliqué, l'image n'est plus visible. Cette valeur de tension RMS correspond donc ici à un signal de perturbation  $S_p$  « d'effacement ». Bien entendu et à fortiori, le marquage est parfaitement perceptible.

**[0091]** Le signal de perturbation  $S_p$  comprend donc de préférence un signal électrique (VL -VC) ayant une valeur efficace RMS de tension supérieure à 1,65 fois la tension de Freedericksz VF de la couche de cristal liquide.

**Tension de seuil**

**[0092]** Pour une valeur de  $S_p$  inférieure ou égale à ce qui est appelé la tension de seuil  $V_0$  du cristal liquide, les molécules de cristal liquide ne réagissent pas au champ appliqué. Optiquement cela se traduit par une luminance des états passant et sombre sous champ égale à celle sans champ. Cette tension de seuil est fonction du cristal liquide, de la texture dans laquelle se trouve celui-ci, de la fréquence et du facteur de forme du signal appliqué. Pour les deux textures stables utilisées ici, la tension de seuil est quasiment identique. La tension de seuil  $V_0$  est supérieure ou égale à la tension VF.

**[0093]** Pour la courbe de la figures 5, un cristal liquide tel que VF = 0,6 V a été utilisé, et on constate que les luminances des états passant et bloquant restent constantes environ jusqu'à une tension RMS, qui correspond donc à la tension



de seuil  $V_0$ , proche de  $V_F$ s soit 0,6 V.

*Tension  $V_{5\%}$*

**[0094]** Après de nombreuses investigations, les inventeurs ont montré qu'un marquage était perceptible dès que la luminance  $L_{pb}$  variait au moins de 5% par rapport à sa luminance  $L_{ib}$  sans signal appliqué. Lorsqu'une partie de l'afficheur (zone de marquage statique ou clignotant) est soumise à un signal de perturbation  $S_p$  pendant un temps donné  $t_1$ , nous appellerons  $V_{5\%}$  la valeur de la tension maximale appliquée à un pixel initialement dans l'état passant telle que celle-ci perturbe de 5% la luminance du pixel en question. Au-delà de la fréquence correspondant au temps de réponse du cristal liquide utilisé,  $V_{5\%}$  est une tension RMS. Cette tension  $V_{5\%}$  est fonction du cristal liquide utilisé, de la fréquence du signal  $S_p$  appliqué ainsi que de son facteur de forme, et du temps  $t_1$  pendant lequel le signal de perturbation est appliqué ;  $V_{5\%}$  est supérieure ou égale à  $V_F$ s et à  $V_0$ .

**[0095]** Ainsi, pour chaque pixel de la zone  $Z_m$  initialement dans l'état passant et auquel on applique un signal de perturbation  $S_p$ , l'état perturbé de ce pixel initialement dans l'état passant possède une luminance  $L_{pb}$  perçue par l'observateur inférieure d'au moins 5%, voir 10% ou même 20% par rapport à la luminance  $L_{ib}$  de l'état initial passant de ce pixel.

*Exemple de la figure 5*

**[0096]** Sur l'exemple de la figure 5, le signal  $S_p$  est un signal de fréquence 600Hz. Dans un premier temps, pour des valeurs de  $S_p$  telles que la valeur RMS est inférieure à la tension de seuil (ici  $V_0 \approx V_F$ s=0,6V), on n'observe aucune altération de l'image affichée.

**[0097]** Puis, à partir d'une valeur RMS de  $S_p$  supérieure à la tension de seuil  $V_0$ , progressivement au fur et à mesure que  $S_p$  augmente, les molécules de cristal liquide se lèvent, ce qui a pour conséquence optique une baisse de la luminance  $L_{pb}$ .

**[0098]** Une chute de 5% de la luminance de l'état passant ( $L_{pd}/L_{ib}=0,95$ ) correspond à une tension appliquée d'environ  $V_{5\%}=0,8V$ , soit à une tension légèrement supérieure à  $V_F$ s.

**[0099]** Pour des valeurs de tension « intermédiaires », on constate une baisse continue du contraste ( $L_{pb}/L_{pd}$ ), c'est-à-dire une diminution de  $L_{pb}$  conjointement à une augmentation de  $L_{pd}$ . Pour une valeur de tension RMS appliquée égale à 1,65 fois  $V_F$ s soit 1V, le ratio  $L_{pb}/L_{ib} = 0,85$ . On a bien 0,85 inférieur à 0,95, 0,95 correspondant à une chute de 5% de la luminance initiale. Dans cet exemple la diminution de luminance de l'état passant est supérieure à 5% lorsque le signal appliqué a une valeur RMS égale à 1,65 fois  $V_F$ s du cristal liquide. Ainsi pour un marquage statique ou clignotant perceptible, une valeur de  $S_p$  de 1,65 fois  $V_F$ s est suffisante. Pour un marquage statique ou clignotant plus marqué, on choisira d'appliquer un signal ayant une tension RMS égale à 2,5 fois  $V_F$ s.

**[0100]** A partir d'une certaine valeur critique  $V_{cri}$  de la tension du signal de perturbation, le signal de perturbation  $S_p$  est un signal « d'effacement », et presque toutes les molécules sont levées, les textures des états passant et sombre n'évoluent plus, optiquement les luminances  $L_{pb}$  et  $L_{pd}$  des états perturbés deviennent égales à la luminance d'équilibre  $L_0$ . Cette valeur de luminance  $L_0$  est fonction entre autres des angles des polariseurs utilisés. Dans la configuration expérimentale décrite, cette valeur est égale à 0,52 multiplié par  $L_{ib}$ .

**[0101]** Dans cet exemple, la valeur de tension RMS minimale pour obtenir l'effacement de l'image préalablement inscrite est d'environ  $2V = 3,3$  fois  $V_F$ s. Le marquage de la zone est dans ce cas maximal.

## Deuxième variante : marquage de l'intersection de $N'$ lignes et $M'$ colonnes d'un écran de $N$ lignes et $M$ colonnes

**[0102]** Une deuxième variante de l'invention est de marquer (de façon statique ou clignotante) une zone  $Z_m$  comprenant une intersection d'un ensemble de  $N'$  lignes adjacentes et d'un ensemble de  $M'$  colonnes adjacentes.

**[0103]** On a  $1 \leq N' \leq N$  et  $1 \leq M' \leq M$ . Les lignes ou colonnes dont au moins un pixel appartient à la zone à marquer sont dénommées « excitées ». On choisit ici des lignes et des colonnes jointives c'est-à-dire adjacentes. On peut bien entendu marquer simultanément plusieurs zones de l'afficheur, chaque zone étant au moins égale à un pixel.

**[0104]** Le signal appliqué à un pixel est la différence entre le signal sur sa ligne et celui sur sa colonne. La difficulté par rapport au cas précédent est de ne perturber optiquement que la zone située à l'intersection des lignes et colonnes excitées, tandis que les autres pixels des lignes et colonnes excitées n'appartenant pas à la zone à marquer ne sont pas perturbés. Ce résultat sera obtenu en profitant de l'existence de la tension de seuil de l'afficheur  $V_0$ .

**[0105]** Une première option est illustrée sur la figure 9. La zone marquée  $Z_m$  est en noir, la bande de lignes excitées est horizontale et en gris clair, et la bande de colonnes excitées est verticale et en gris foncé. On applique pendant le temps de perturbation  $t_1$ , 3 fois  $V_0$  RMS aux lignes excitées et  $+V_0$  RMS aux autres lignes, 0V RMS aux colonnes excitées, et  $2xV_0$  RMS aux colonnes non excitées. Ainsi on applique une tension RMS  $V_0$  à tout l'écran sauf aux pixels de la zone à marquer  $Z_m$  qui reçoivent 3 fois  $V_0$  RMS, ce qui est largement suffisant pour obtenir une perturbation de l'image préalablement inscrite. Les pixels soumis à  $V_0$ , tension de seuil, ne réagiront pas à cette tension et resteront stables.



[0106] On peut également appliquer V0 à toutes les lignes, et V0 aux colonnes non excitées et -V0 aux colonnes excitées.

[0107] Aucune tension n'est ensuite appliquée sur aucune ligne et colonne pendant le temps t2. Ce mode permet une perturbation très visible, mais il présente l'inconvénient d'appliquer une différence de potentiel sur tout l'afficheur, ce qui consomme environ autant d'énergie qu'un rafraichissement d'image. Il faut remarquer cependant que dans le cas d'un marquage par clignotement, la fréquence du clignotement est environ dix fois plus faible que celle du rafraichissement d'un afficheur classique monostable. Ainsi la puissance consommée par l'invention est dans ce cas dix fois plus faible que celle consommée par un afficheur classique.

[0108] Une deuxième option est illustrée sur la figure 10. La zone marquée Zm est en noir, la bande de lignes excitées est horizontale et en gris clair, et la bande de colonnes excitées est verticale et en gris foncé. Cette deuxième option permet de n'appliquer une différence de potentiel que sur les lignes et les colonnes excitées, ce qui est moins consommateur en énergie. On applique 2 fois V0 aux lignes excitées et V0 aux autres lignes, 0V aux colonnes excitées, et V0 aux colonnes non excitées. Ainsi on applique une tension nulle ou V0 aux pixels en dehors de la zone de clignotement Zm, et on applique 2 fois V0 aux pixels de la zone de clignotement Zm. Le signal de perturbation est ici de 2 fois V0 à comparer à 3 fois V0 pour la variante précédente. La perturbation obtenue pour cette deuxième variante est moindre que celle de la première variante si on est dans le cas où 2 fois V0 ne permet pas d'obtenir l'effacement total de l'image préalablement inscrite. Mais un brouillage répété de l'image, même sans disparition de celle-ci, est suffisant pour attirer l'oeil qui est sensible à la variation temporelle de luminance.

### Troisième variante : curseur dynamique

[0109] Une troisième variante de l'invention est de marquer (de façon statique ou clignotante) une zone de marquage Zm mobile, appelée « curseur ».

[0110] En appliquant les concepts développés ci-dessus, il est possible de mettre en place dans un écran BiNem un curseur dynamique. La zone de marquage Zm comprenant l'ensemble des pixels perturbés est appelée « curseur ». L'ensemble des pixels du curseur Zm sont perturbés de manière à se différencier du reste de l'image affichée sur l'écran, ce curseur Zm se déplaçant d'un point à un autre de l'écran de manière à recréer une fonction « souris » d'un ordinateur. Le procédé selon l'invention comprend alors en outre un déplacement de la zone de pixels Zm sur l'écran entre au moins deux itérations des étapes a) et b):

- dans une première variante, le procédé selon l'invention comprend un déplacement de la zone de pixels Zm sur l'écran après chaque itération des étapes a) et b), ou
- dans une deuxième variante, le procédé selon l'invention comprend un déplacement de la zone de pixels Zm sur l'écran après un nombre Q d'itération des étapes a) et b) supérieur à 1, la zone Zm étant de préférence marquée de façon clignotante pendant les Q itérations pendant lesquelles Zm est immobile.

[0111] Les lignes et les colonnes adressées par le signal de perturbation Sp seront différentes à chaque fois que la position du « curseur » devra changer. La rapidité de déplacement du curseur sera adaptée de manière à obtenir un suivi satisfaisant du curseur par l'oeil de l'observateur. Bien entendu, pour cette application seuls les pixels correspondant au curseur seront adressés, les autres pixels continuant à afficher l'image du fait de la bistabilité de l'écran.

[0112] Pour cette application, l'intérêt de l'invention est évidente. En effet il suffit de marquer la zone du curseur en la déplaçant ou en la faisant clignoter au plus 5 fois par seconde.

[0113] Si le curseur n'est pas utile, l'afficheur bistable selon l'invention ne consomme aucune puissance électrique, alors qu'un écran à cristaux liquides monostable selon l'état de la technique antérieur consomme une puissance P car il doit rafraichir son image 50 fois par seconde.

[0114] Si le curseur est utile, un écran à cristaux liquides monostable selon l'état de la technique antérieur consomme toujours la même puissance P, alors que l'afficheur bistable selon l'invention lui doit recevoir la même énergie par pixel, mais 5 fois moins souvent et uniquement sur les lignes et les colonnes du curseur. La puissance nécessaire pour afficher un curseur de 5\*5mm<sup>2</sup> dans un écran de format A4 bistable est :

$$P_{\text{ curseur bistable}} = P_{\text{ écran classique}} (N'/N + M'/M) * (5/50) \approx P_{\text{ écran classique}} / 250$$

Ainsi, grâce à l'invention proposée, il est possible d'ajouter un curseur à un écran bistable en n'augmentant que marginalement sa consommation.



## DOCUMENTS CITES

## [0115]

- 5 Document [1]: « Grating Aligned Bistable Nematic Device », G.P. Bryan-Brown et al, proceeding SID 1997, p37-40  
 Document [2]: « Novel bistable liquid crystal displays based on grating alignment » J.Cliff Jones et al, proceeding of SPIE vol,3955 (2000), p84-93  
 Document [3] : EP 0744 042  
 Document[4] : US 6327 017  
 10 Document[5] : I.Dofov et al, "Recent improvements of bistable nematic displays switched by anchoring breaking (BiNem)", Proceeding SID 2001, p 224-227  
 Document[6] :P. Martinot Lagarde et al , SPIE vol. 5003 (2003), p25-34  
 Document[7]: M.Giocondo, I.Lelidis, I.Dofov, G.Durand, Eur. Phys. J.AP5, 227 (1999)  
 Document[8] : I. Dofov, Ph. Martinot-Lagarde, Phys. Rev. E., 58, 7442 (1998).  
 15 Document[9] : WO 2005 / 054 940  
 Document[10] : WO 2005 / 054 941  
 Document[11] : US 7087 270  
 Document[12] : US 7067180  
 Document [13] : US 7173 587  
 20 Document [14] : US 10 / 536 419  
 Document [15] : US 10 / 557 721  
 Document [16] : The Physics of Liquid Crystals (2nd Ed.), International Series of Monographs on Physics, 83, Clarendon, Oxford, 1974 DE GENNES P. G. - PROST J. p123.  
 Document [17] : Thierry Leroux, SID 2002, Display Metrology 11-1  
 25 Document [18] : US 6795 146  
 Document [19] : US 6831 716  
 Document [20] : PCT / EP 2008 / 052 082

30 **Revendications**

## 1. Procédé d'adressage d'un écran matriciel, ledit écran comprenant :

- 35 - une couche de cristal liquide bistable se décomposant en pixels de cristal liquide bistable et,  
 - pour chaque pixel, des moyens pour appliquer un signal à ce pixel, le signal appliqué comprenant un champ électrique,  
 chaque pixel de cristal liquide bistable ayant deux états stables possibles qui sont stables sans qu'un champ électrique ne soit appliqué à ce pixel, les deux états stables correspondant à des perceptions visuelles différentes pour un observateur observant l'écran, ledit procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes  
 40 suivantes :

- A. on applique, à chaque pixel d'une zone de pixels se trouvant dans un état initial correspondant à un des états stables, et pendant un premier laps de temps donné ( $t_1$ ), un signal dit signal de perturbation ( $S_p$ ), ledit signal de perturbation étant supérieur à un signal seuil de sorte que chaque pixel de la zone quitte son état initial, ledit signal de perturbation étant inférieur à un signal de commutation de sorte que chaque  
 45 pixel de la zone ayant comme état initial un des états stables ne bascule pas dans l'autre état stable, chaque pixel de la zone se trouvant alors dans un état perturbé intermédiaire entre les deux états stables, puis  
 B. on n'applique aucun signal à chaque pixel de la zone pendant un deuxième laps de temps donné ( $t_2$ ) pour laisser revenir chaque pixel de la zone vers son état stable initial, puis  
 50 C. on réitère les deux étapes A et B précédentes.

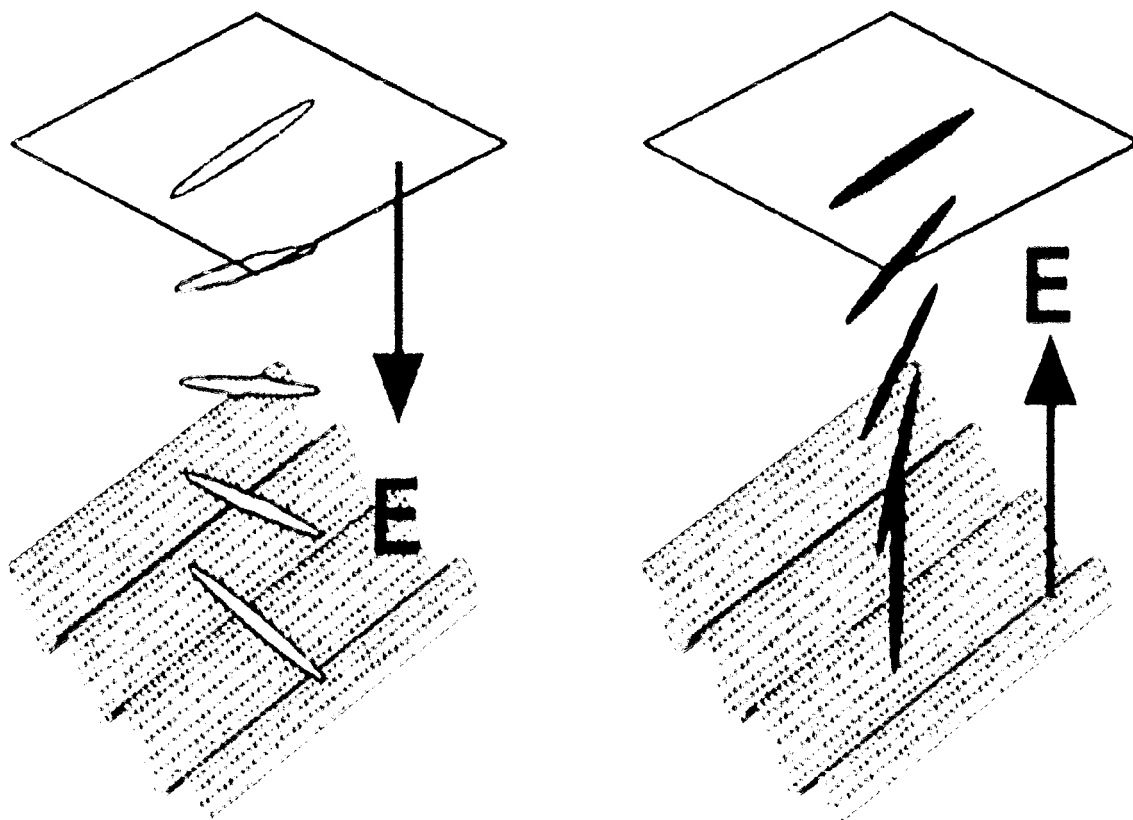
2. Procédé d'adressage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on réitère les étapes A et B un nombre de fois supérieur à 1, de manière à obtenir un effet visuel de clignotement de la zone provoqué par une alternance de l'état perturbé et de l'état initial pour chaque pixel de la zone.

- 55 3. Procédé d'adressage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les étapes A et B sont itérées avec une périodicité inférieure à une durée de persistance rétinienne de l'observateur, de manière à obtenir un effet visuel de marquage statique de la zone.



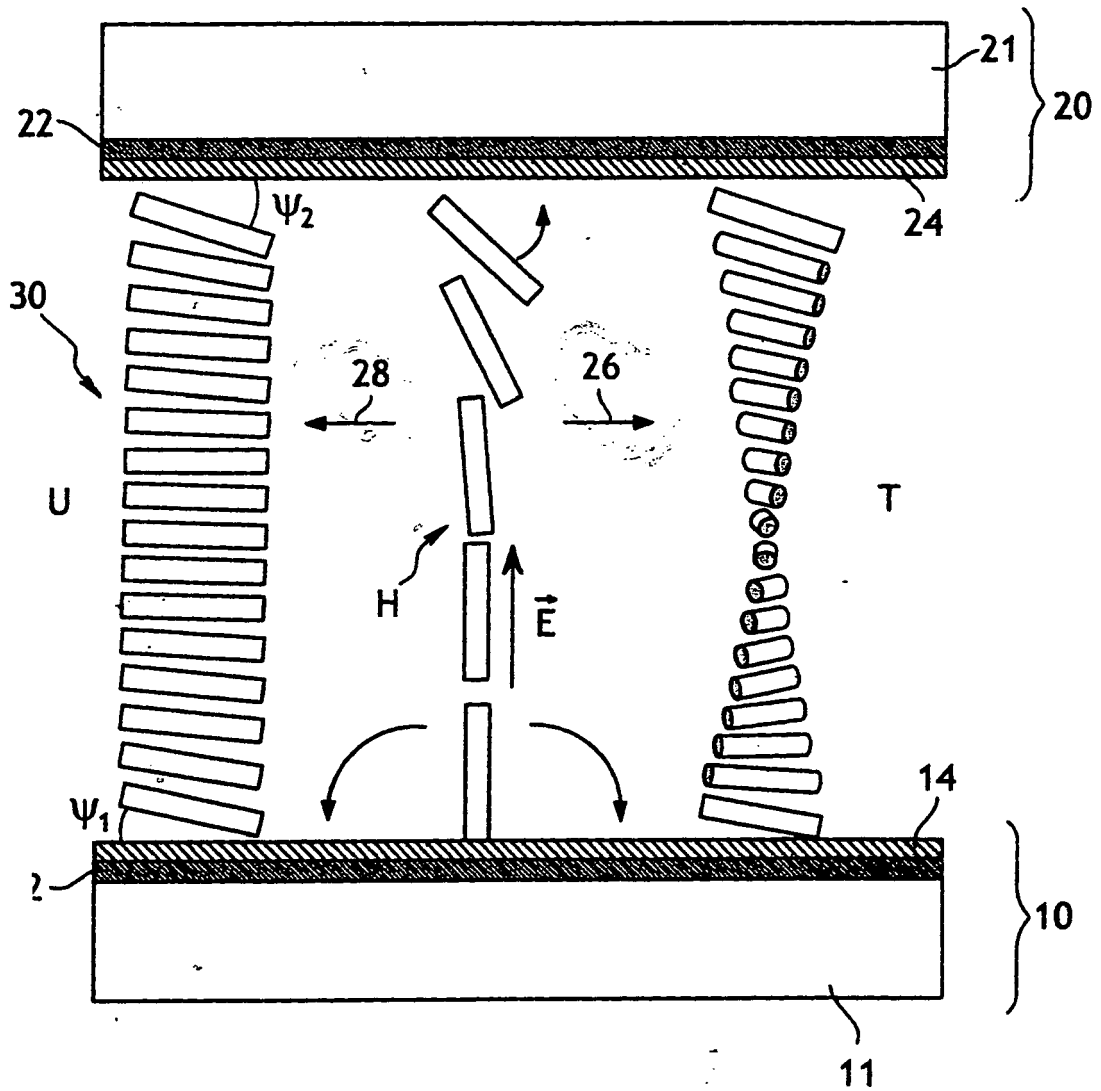
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un déplacement de la zone de pixels sur l'écran entre au moins deux itérations des étapes A et B.
- 5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les pixels sont disposés en lignes de pixels parallèles et en colonnes de pixels parallèles, les lignes étant sensiblement perpendiculaires aux colonnes.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la zone comprend un ensemble de lignes adjacentes ou un ensemble de colonnes adjacentes.
- 10 7. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la zone comprend une intersection d'un ensemble de lignes adjacentes et d'un ensemble de colonnes adjacentes.
- 15 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation appliqué à un pixel comprend un signal colonne appliqué à la colonne sur lequel est situé ce pixel et comprend en outre un signal ligne appliqué à la ligne sur lequel est situé ce pixel et est proportionnel à une différence entre le signal colonne et le signal ligne.
- 20 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation est un signal d'effacement pour lequel l'état perturbé d'un pixel initialement dans un des états stables est identique à l'état perturbé d'un autre pixel initialement dans l'autre état stable, les états perturbés de deux pixels initialement dans deux états stables différents correspondant à une même perception visuelle pour l'observateur observant l'écran.
- 25 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation est un signal de perturbation intermédiaire pour lequel l'état perturbé d'un pixel initialement dans un des états stables est différent de l'état perturbé d'un autre pixel initialement dans l'autre état stable, les états perturbés de deux pixels initialement dans deux états stables différents correspondant à des perceptions visuelles différentes pour l'observateur observant l'écran.
- 30 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation comprend un signal électrique de tension constante.
- 35 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation comprend un signal périodique.
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la fréquence du signal de perturbation est comprise entre 50 Hz et 500 Hz.
- 40 14. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la fréquence du signal de perturbation est supérieure à 500 Hz.
- 45 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux états stables comprennent un état bloquant et un état passant, l'état passant ayant une luminance (Lib) perçue par l'observateur supérieure à la luminance (Lid) de l'état bloquant, l'état perturbé d'un pixel initialement dans l'état passant possédant une luminance (Lpb) perçue par l'observateur inférieure d'au moins 5% par rapport à la luminance (Lib) de l'état initial passant de ce pixel.
- 50 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation comprend un signal électrique ayant une valeur efficace RMS de tension supérieure à 1,65 fois une tension de Freedericksz de la couche de cristal liquide.
- 55 17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal de perturbation est bipolaire.





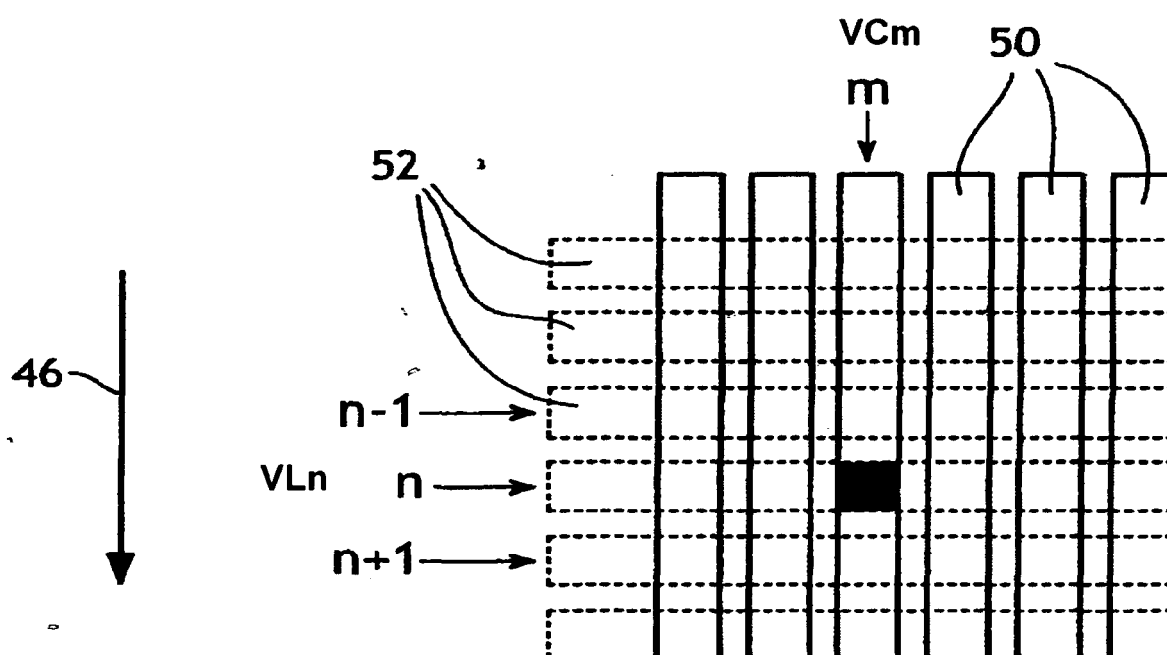
**Figure 1**





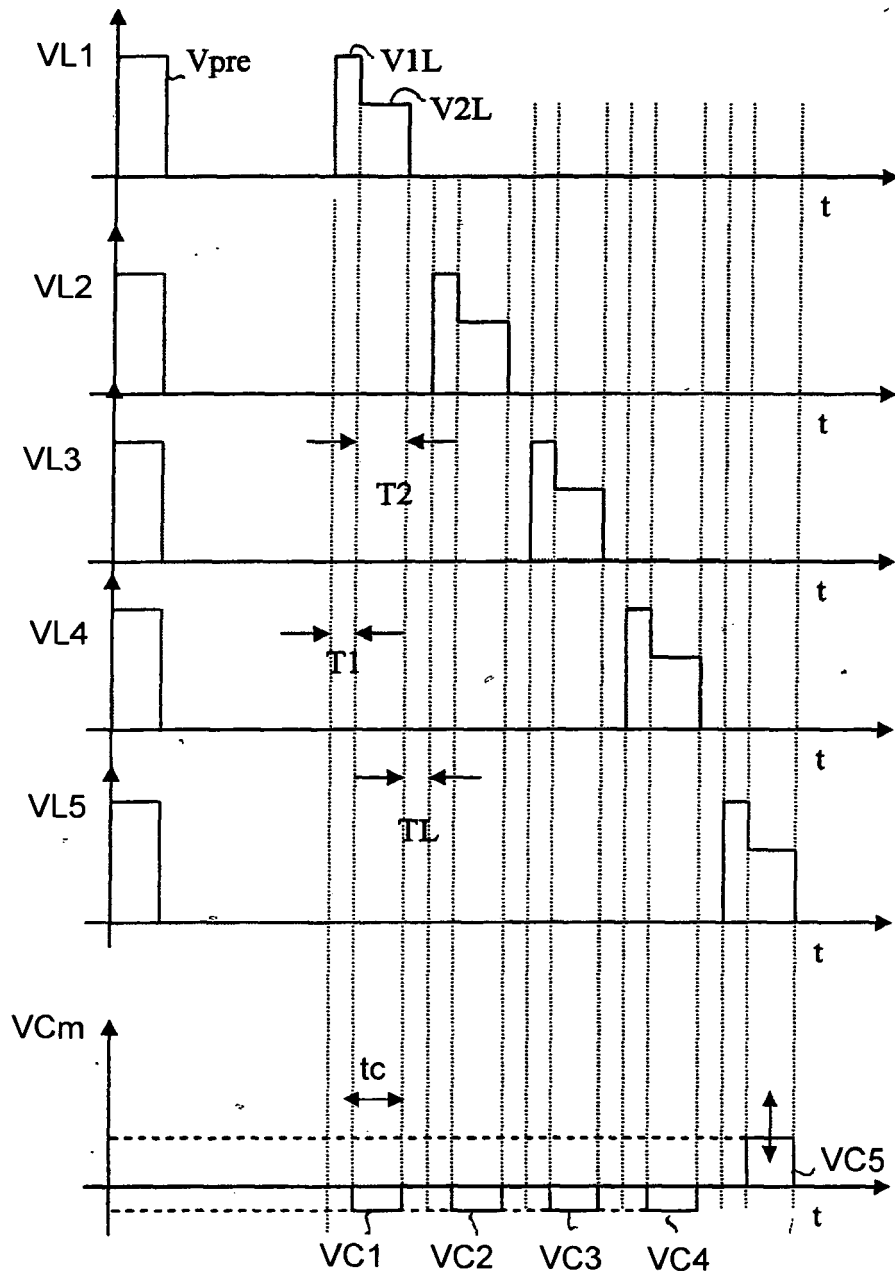
**Figure 2**





**Figure 3**





**Figure 4**



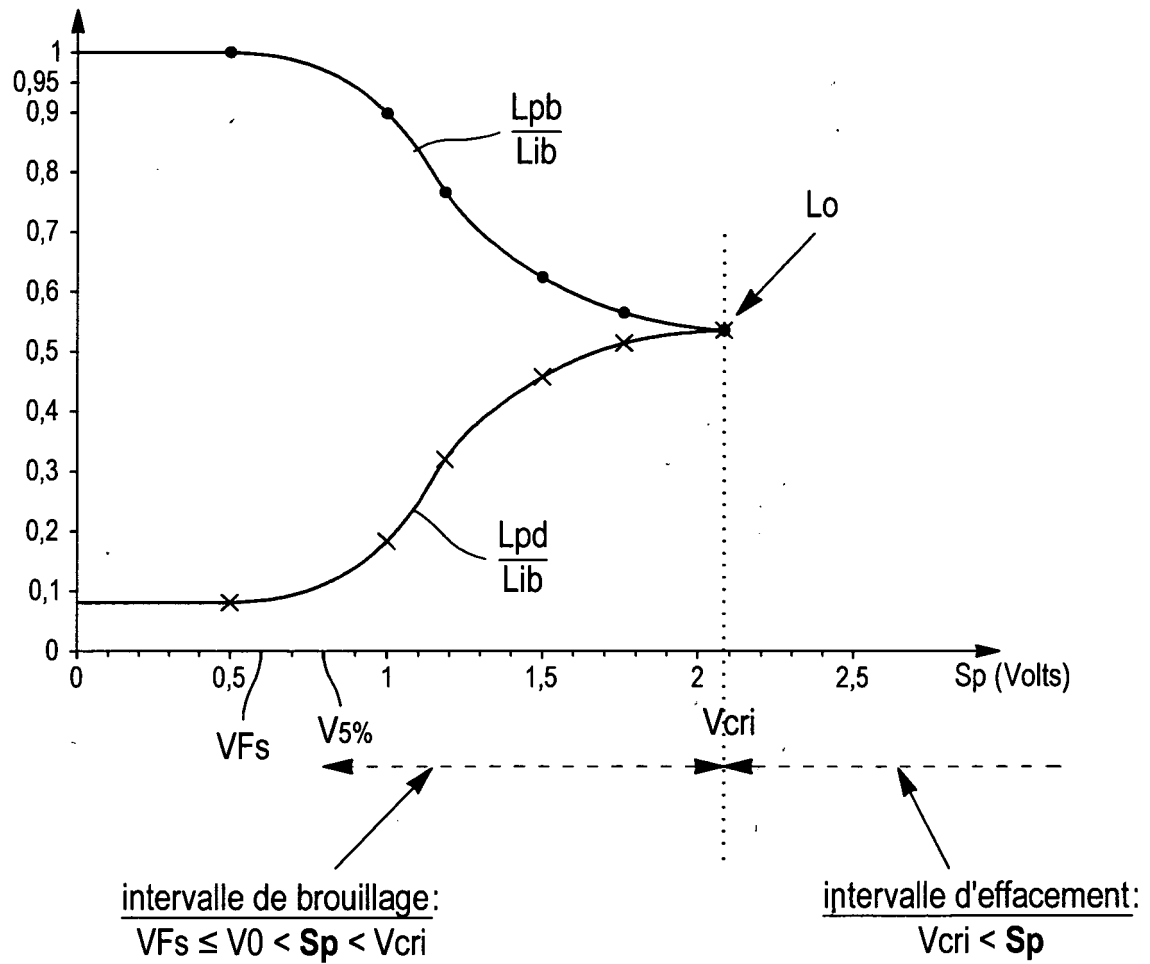
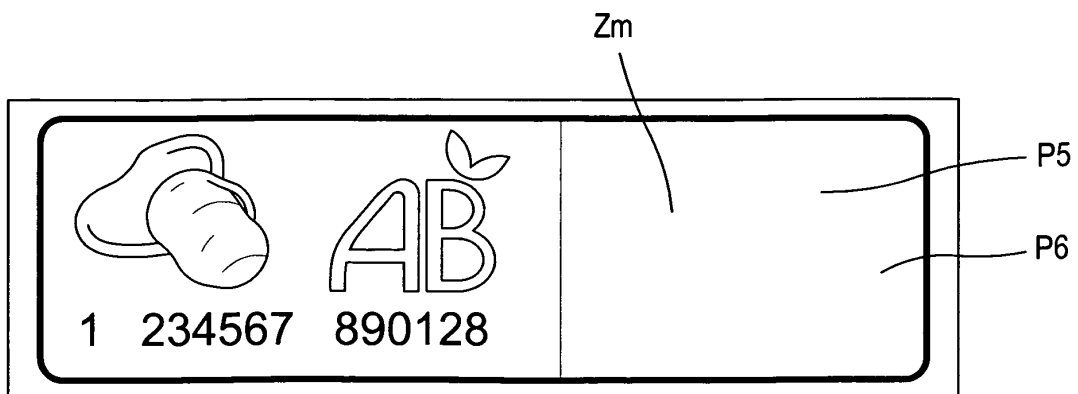
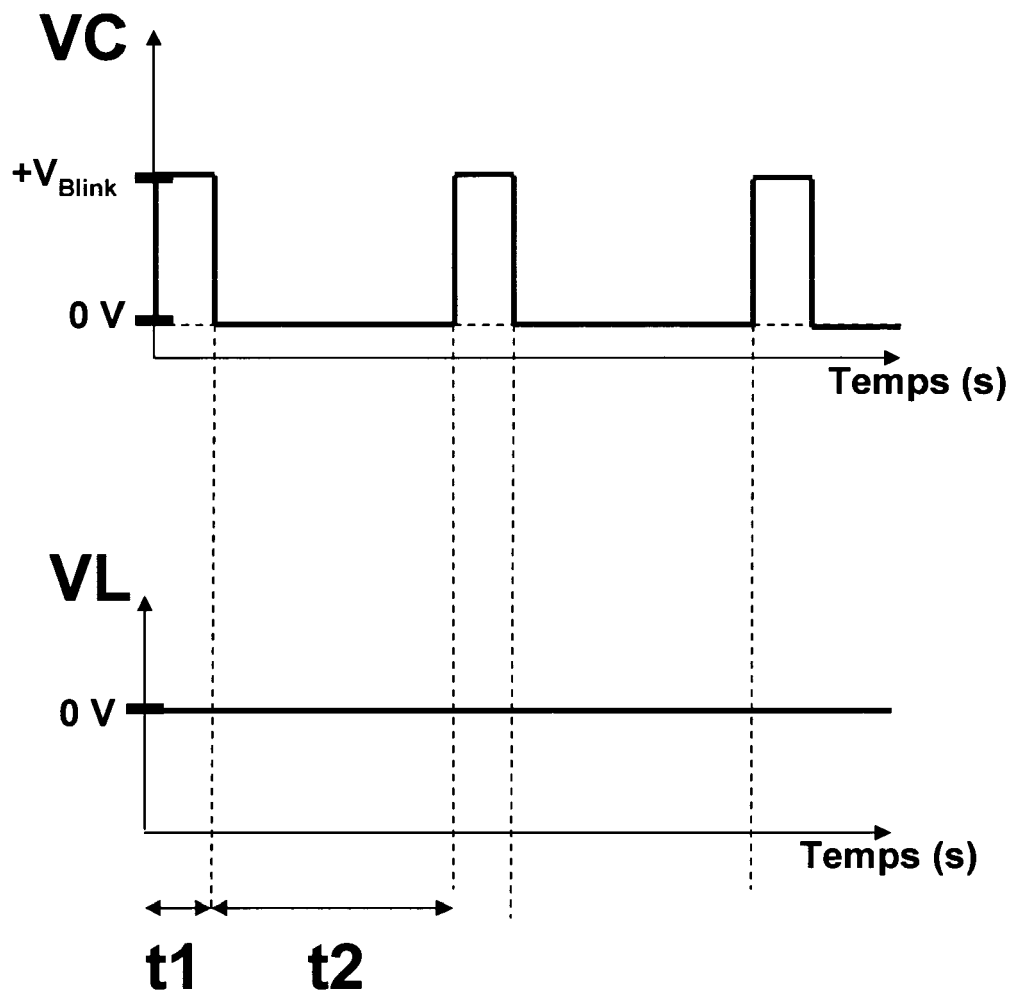


FIG. 5

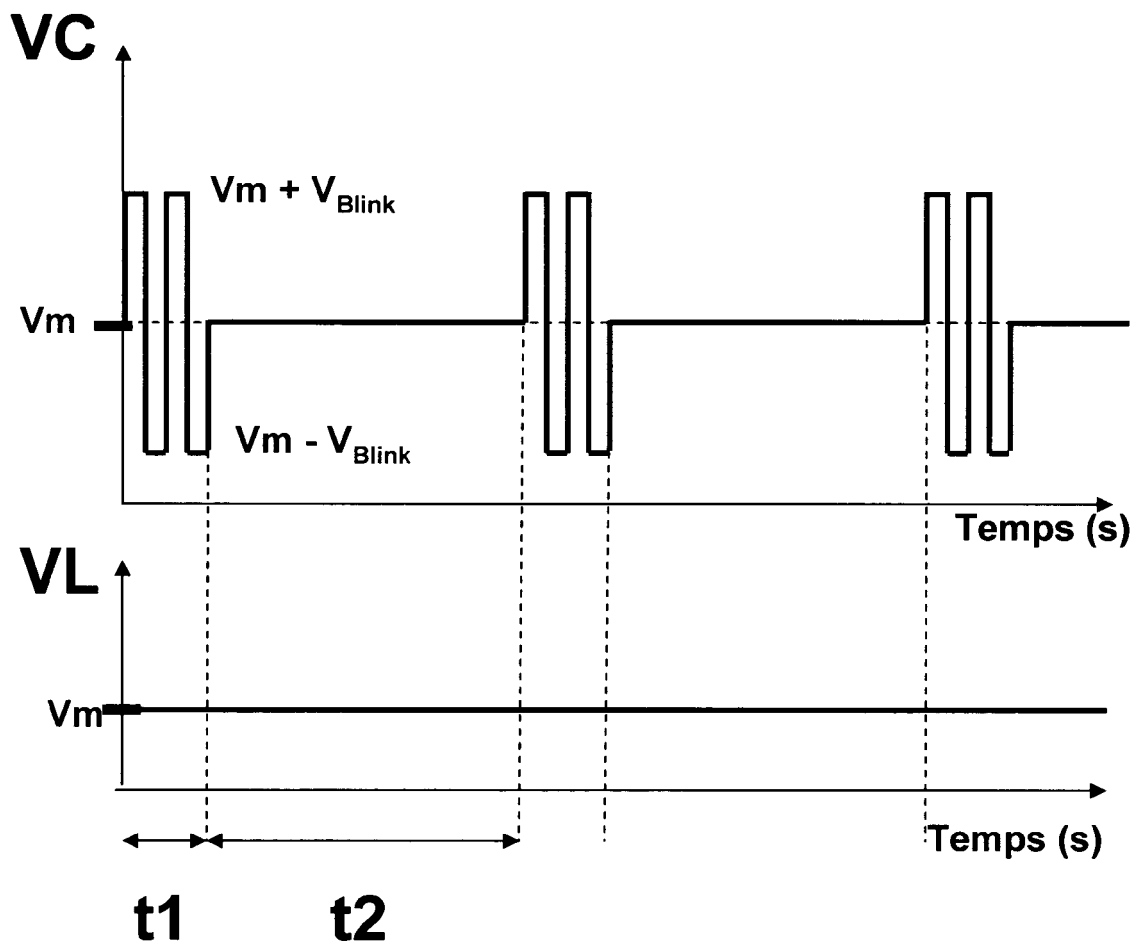






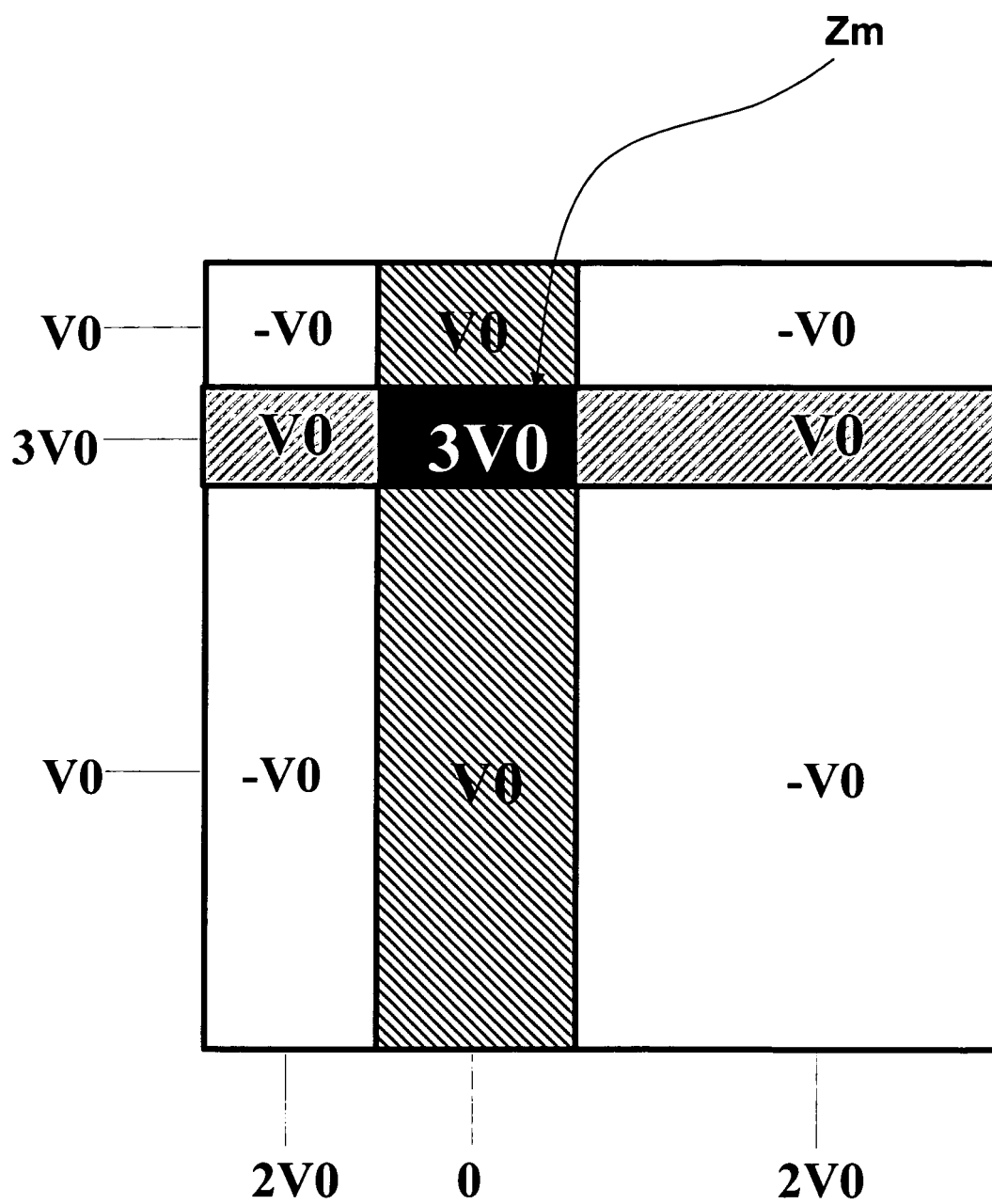
**Figure 7**





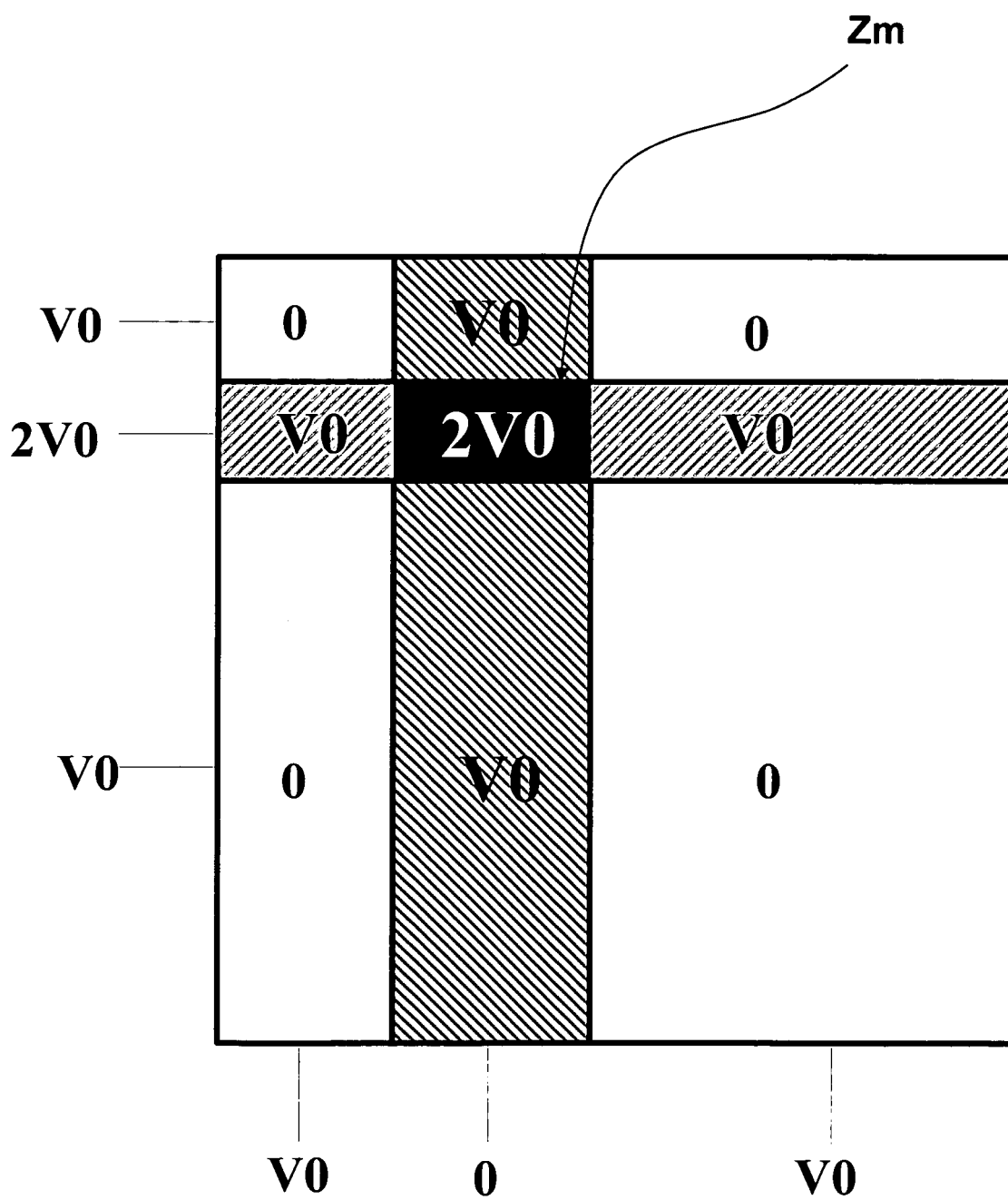
**Figure 8**





**Figure 9**





**Figure 10**





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 29 0975

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2006/136799 A (MAGINK DISPLAY TECHNOLOGIES LT [IL]; BEN SHALOM AMIR [IL]; FELDMAN ILA) 28 décembre 2006 (2006-12-28) * figures 10,11 * * page 19, ligne 26 - page 24, ligne 26 * -----	1-8, 10-17	INV. G09G3/36
A	US 6 133 895 A (HUANG XIAO-YANG [US]) 17 octobre 2000 (2000-10-17) * figures 4a,4b,5a,5b * -----	1-17	
A	US 6 061 042 A (TAKAHASHI HIROYUKI [JP] ET AL) 9 mai 2000 (2000-05-09) * le document en entier * -----	1-17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G09G G02F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>24 février 2009</b>	Examineur <b>Giancane, Iacopo</b>
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			

 2  
EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 29 0975

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

24-02-2009

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006136799 A	28-12-2006	CN 101243484 A	13-08-2008
		EP 1899946 A1	19-03-2008
US 6133895 A	17-10-2000	AU 7796898 A	21-12-1998
		EP 0998737 A2	10-05-2000
		JP 3736645 B2	18-01-2006
		JP 2001506379 T	15-05-2001
		TW 394921 B	21-06-2000
		WO 9855987 A2	10-12-1998
US 6061042 A	09-05-2000	JP 3529999 B2	24-05-2004
		JP 11153778 A	08-06-1999

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82



## 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

- EP 0744042 A [0115]
- US 6327017 B [0115]
- WO 2005054940 A [0115]
- WO 2005054941 A [0115]
- US 7087270 B [0115]
- US 7067180 B [0115]
- US 7173587 B [0115]
- US 10536419 B [0115]
- US 10557721 B [0115]
- US 6795146 B [0115]
- US 6831716 B [0115]
- EP 2008052082 W [0115]

### Littérature non-brevet citée dans la description

- **G.P. Bryan-Brown et al.** Grating Aligned Bistable Nematic Device. *proceeding SID*, 1997, 37-40 [0115]
- **J.Cliff Jones et al.** Novel bistable liquid crystal displays based on grating alignment. *proceeding of SPIE*, 2000, vol. 3955, 84-93 [0115]
- **I.Dofov et al.** Recent improvements of bistable nematic displays switched by anchoring breaking (BiNem). *Proceeding SID 2001*, 2001, 224-227 [0115]
- **P. Martinot Lagarde et al.** *SPIE*, 2003, vol. 5003, 25-34 [0115]
- **M.Giocondo ; I.Lelidis ; I.Dofov ; G.Durand.** *Eur. Phys. J.AP5*, 1999, 227 [0115]
- **I. Dofov ; Ph. Martinot-Lagarde.** *Phys. Rev. E.*, 1998, vol. 58, 7442 [0115]
- The Physics of Liquid Crystals (2nd Ed.). **DE GENNES P. G. ; PROST J.** International Series of Monographs on Physics. 1974, vol. 83, 123 [0115]
- **Thierry Leroux.** *SID 2002, Display Metrology*, 2002, 11-1 [0115]