

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
2 décembre 2004 (02.12.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/104980 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **G09G 3/36**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/001187

(22) Date de dépôt international : 14 mai 2004 (14.05.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/05934 16 mai 2003 (16.05.2003) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
NEMOPTIC [FR/FR]; Parc du Mérantais, 1, rue Guyne-
mer, F-78114 Magny-les-Hameaux (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **MAR-
TINOT-LAGARDE, Philippe** [FR/FR]; 29ter, avenue
Massena Deroche, F-91190 Gif Sur Yvette (FR). **AN-
GELE, Jacques** [FR/FR]; 67, rue Louis Girard, F-92240
Malakoff (FR). **JOLY, Stéphane** [FR/FR]; 1, rue Ernest
Lavis Villaroy, F-78280 Guyancourt (FR). **LAFFITTE,
Jean-Denis** [FR/FR]; 5, rue Camille Claudel, F-91600
Savigny-sur-Orge (FR). **LEBLANC, François** [FR/FR];
35, rue Mathurin Régnier, F-75015 Paris (FR). **BODY,
Christophe** [—/FR]; Résidence du Château de Courcelle,
160, avenue du Général Leclerc, F-91190 Gif sur Yvette
(FR).

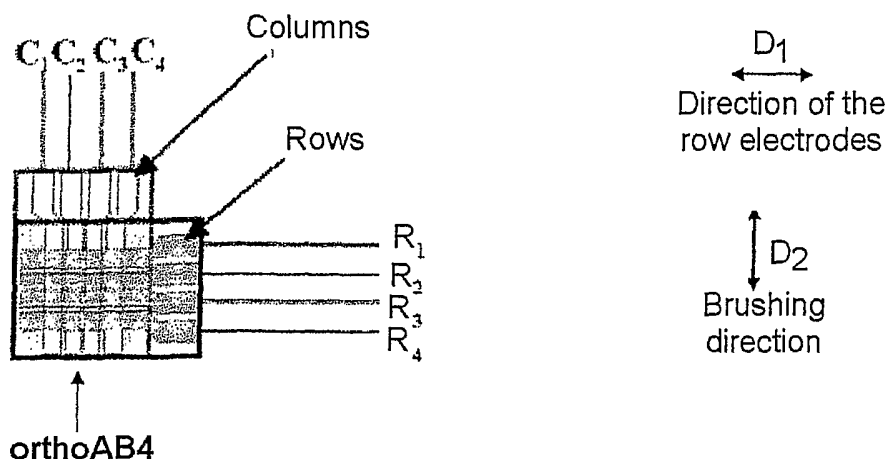
(74) Mandataires : **MARTIN, Jean-Jacques** etc.; Cabinet
Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17
(FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ADVANCED METHOD AND DEVICE WITH A BISTABLE NEMATIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF PERFECTIONNES D'AFFICHAGE A CRISTAL LIQUIDE NEMATIQUE BISTABLE

"Orthogonal" 4-row x 4-column BiNem display according to the invention



(57) Abstract: The invention relates to a bistable nematic liquid crystal matricial display device wherein the shift to one of the at least two bistable states is carried out by displacing the liquid crystal parallel to the surfaces of the device, characterized by the fact that it comprises a system for addressing various elements of the display device, characterized in that it comprises a system for addressing the various elements of the display device such that it does not simultaneously shift two adjacent elements located in the direction in which the material flows. The invention also relates to a display method. The invention makes it possible to control the grey level by controlling the scan rings of the hydrodynamic flow in order to define the border between two different textures.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif d'affichage matriciel à cristal liquide nématique bistable dans lequel le passage dans l'un au moins des deux états bistables est opéré par déplacement du cristal liquide parallèlement aux surfaces du dispositif, caractérisé par le fait qu'il comprend un système d'adressage des différents éléments de l'afficheur, tel qu'il ne commute pas simultanément

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/104980 A2



(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé et dispositif perfectionnés d'affichage a cristal liquide nématique bistable.

DOMAINE

La présente invention concerne le domaine des afficheurs à cristaux liquides.

Plus précisément la présente invention concerne les afficheurs
5 bistables à cristaux liquides nématiques. La présente invention s'applique en particulier aux afficheurs bistables à cristaux liquides nématiques, à cassure d'ancrage dont deux textures stables diffèrent par une torsion d'environ 180°.

BUT DE L'INVENTION

10 Le but premier de la présente invention est d'améliorer les performances des dispositifs d'affichage bistables.

Un second but est de proposer un nouveau dispositif d'affichage bistable permettant l'obtention de niveaux de gris.

Ces deux résultats sont obtenus par l'utilisation de nouveaux
15 moyens qui permettent l'affichage des niveaux de gris, ainsi que l'amélioration des qualités d'affichage en noir et blanc lorsque l'affichage avec niveaux de gris n'est pas recherché.

En particulier, ces nouveaux moyens peuvent permettre d'améliorer significativement la définition optique des pixels lors de
20 l'adressage d'un afficheur bistable multiplexé, en réduisant les effets de bords affectant la commutation. Ils peuvent également permettre de réduire significativement les défauts de non-uniformité affectant les images présentées par ces afficheurs. De plus, ces nouveaux moyens permettent l'obtention de niveaux de gris maîtrisés et uniformes sur
25 l'ensemble de l'afficheur.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Plusieurs dispositifs bistables à cristaux liquides nématiques ont déjà été proposés.

L'un deux auquel s'applique tout particulièrement la présente
30 invention est connu sous la dénomination "BiNem".

Les afficheurs bistables à cristal liquide nématique à cassure d'ancrage dont deux textures stables diffèrent par une torsion de 180°, dénommés « BiNem », sont décrits dans les documents [1] et [2].

Un afficheur BiNem, selon ce procédé est constitué d'une couche de cristal liquide nématique chiralisé placée entre deux substrats formés de deux lames de verre, l'une "maître" LM, l'autre "esclave" LE. Des électrodes Ele ligne et colonne, disposées respectivement sur chacun
5 des substrats, reçoivent des signaux électriques de commande et permettent d'appliquer sur le cristal liquide nématique un champ électrique perpendiculaire aux surfaces. Des couches d'ancrage CAFO et CAFA sont déposées sur les électrodes. Sur la lame maître, l'ancrage CAFO des molécules de cristal liquide est fort et légèrement incliné, sur
10 la lame esclave, cet ancrage CAFA est faible et à plat ou très légèrement incliné.

Deux textures bistables peuvent être obtenues. Elles diffèrent entre elles par une torsion de $\pm 180^\circ$ et sont topologiquement incompatibles. On dénomme U une texture uniforme ou faiblement
15 tordue et T une texture tordue. Le pas spontané du nématique est choisi sensiblement égal au quart de l'épaisseur de la cellule, pour rendre les énergies de U et T essentiellement égales. Sans champ il n'existe aucun autre état avec une énergie plus basse : U et T présentent une vraie bistabilité.

20 Sous fort champ électrique une texture presque homéotrope dénommée H est obtenue. Sur la surface esclave, les molécules sont normales à la plaque au voisinage de sa surface, l'ancrage est dit « cassé » : à la coupure du champ électrique, la cellule évolue vers l'un ou l'autre des états bistables U et T (voir figure 1). Lorsque les signaux
25 de commande utilisés induisent un fort écoulement du cristal liquide au voisinage de la lame maître, le couplage hydrodynamique entre la lame maître et la lame esclave induit la texture T. Dans le cas contraire, la texture U est obtenue par couplage élastique, aidé par l'inclinaison éventuelle de l'ancrage faible. Dans la suite on désignera par
30 « commutation » d'un élément d'écran BiNem le fait pour les molécules de cristal liquide de passer par l'état homéotrope (cassure d'ancrage), puis d'évoluer ensuite vers un des deux états bistables U ou T à la coupure du champ électrique.

Le couplage hydrodynamique [6] entre lame esclave LE et lame maître LM est lié à la viscosité du cristal liquide. A l'arrêt du champ, le retour à l'équilibre des molécules ancrées sur la lame maître LM crée un écoulement près de celle-ci. La viscosité fait diffuser cet écoulement
5 dans toute l'épaisseur de la cellule en moins d'une microseconde. Si l'écoulement est assez fort près de la lame esclave LE, il y incline les molécules dans la direction qui induit la texture T ; elles tournent en sens inverse sur les deux lames. Le retour à l'équilibre des molécules près de la lame esclave LE est un deuxième moteur de l'écoulement, il le
10 renforce et aide au passage homogène du pixel en texture T. Ainsi le passage de la texture H sous champ à la texture T est obtenu grâce à un écoulement donc un déplacement du cristal liquide dans la direction où est incliné l'ancrage des molécules sur la lame maître LM (voir figure 2).

Le couplage élastique entre les deux lames donne une très
15 légère inclinaison des molécules près de la lame esclave LE, dans la texture H sous champ ; même si le champ appliqué tend à les orienter perpendiculairement aux lames. En effet l'ancrage fort incliné de la lame maître LM maintient inclinées les molécules adjacentes. L'inclinaison près de la lame maître LM est transmise par l'élasticité d'orientation du
20 cristal liquide jusqu'à la lame esclave LE; sur celle-ci la force de l'ancrage et une éventuelle inclinaison de celui-ci amplifie l'inclinaison des molécules. [7]. Quand, à l'arrêt du champ, le couplage hydrodynamique est insuffisant pour lutter contre l'inclinaison résiduelle des molécules près de la lame esclave LE, les molécules près des deux
25 lames reviennent à l'équilibre en tournant dans le même sens : la texture U est obtenue. Ces deux rotations sont simultanées elles induisent des écoulements en sens inverse qui se contrarient. Le débit total est nul. Il n'y a donc pas de déplacement global du cristal liquide pendant le passage de la texture H à la texture U.

30 Les afficheurs BiNem sont le plus souvent des écrans matriciels formés de $n \times m$ pixels, réalisés à l'intersection de bandes conductrices perpendiculaires déposées sur les substrats maître et esclave. L'application de signaux de multiplexage permet, par la combinaison de

signaux ligne et colonne, de sélectionner l'état final des $n \times m$ pixels de la matrice : la tension appliquée au pixel pendant le temps de sélection de la ligne forme une impulsion qui, dans une première phase, casse l'ancrage, puis dans une seconde phase, détermine la texture finale du pixel. Typiquement, à la demande, pendant cette seconde phase, la tension appliquée soit s'arrête brusquement en provoquant une chute de tension suffisante pour induire la texture tordue T, soit descend progressivement, éventuellement par plateaux, et crée la texture uniforme U. L'excursion de la tension pixel déterminant la rapidité de la chute de tension est généralement faible. Elle est réalisée par des signaux de multiplexage dits « de colonne » et contient l'information d'image. L'excursion des tensions pixels permettant la cassure de l'ancrage est plus élevée. Elle est réalisée par des signaux de multiplexage dits « de ligne » et est indépendante du contenu de l'image. Dans la suite, on appelle lignes les électrodes de l'afficheur permettant d'appliquer les signaux « de ligne », et colonnes les électrodes permettant l'application des tensions « de colonne ». L'application des signaux de multiplexage permet de sélectionner la texture de tous les pixels d'une ligne, en balayant successivement chaque ligne de l'écran, et en appliquant simultanément les signaux colonnes déterminant l'état de chaque pixel de la ligne sélectionnée.

Optiquement, les deux états U et T sont très différents et permettent d'afficher des images en noir et blanc avec un contraste supérieur à 100.

25 LIMITATIONS PRESENTEES PAR LES AFFICHEURS BINEM REALISES SELON L'ETAT DE LA TECHNIQUE

On constate expérimentalement, dans certaines circonstances, des défauts de commutation sur des afficheurs bistables Binem noirs et blancs réalisés selon l'état de l'art antérieur à la présente invention.

30 L'observation à fort grossissement des pixels montre parfois la présence de textures parasites à proximité des bords des pixels. Cet effet de bord peut dégrader significativement la commutation des pixels, la définition des images et leur contraste.

D'autre part, il est difficile d'obtenir une excellente uniformité d'image lorsque l'afficheur est multiplexé. La dispersion des tensions de seuil sur la surface de l'afficheur excède parfois la latitude de réglage autorisée par les signaux de multiplexage.

5 ETUDE EXPERIMENTALE DES DEFAUTS DE COMMUTATION DES PIXELS ADRESSES

La présente invention résulte des expérimentations suivantes qui sont l'aboutissement de longues études fondées sur les premières constatations de défaut précitées.

- 10 Plusieurs afficheurs BiNem semblables à ceux proposés par la publication [1] ont été réalisés, afin d'identifier les causes des effets de bord et d'en rechercher une solution. 2 types de véhicules de test ont été réalisés, l'un possédant 4x4 pixels, l'autre 160x160 pixels.

15 Description de l'afficheur BiNem 4 lignes X 4 colonnes réalisé suivant l'état de la technique

- Les premiers afficheurs BiNem réalisés pour l'étude des effets de bord sont constitués d'une couche de cristal liquide nématique chiralisé placée entre deux substrats constitués de lames de verre. Des électrodes ligne L1, L2, L3 et L4 et colonne C1, C2, C3 et C4, disposées
20 respectivement sur chacun des substrats, reçoivent des signaux électriques de commande et permettent d'appliquer sur le cristal liquide nématique un champ électrique perpendiculaire aux surfaces. Des couches d'ancrage sont déposées sur les électrodes. Sur la lame maître, l'ancrage des molécules de cristal liquide est fort et légèrement incliné,
25 sur la lame esclave, il est faible et à plat.

De manière classique, ces couches d'ancrage sont brossées pour déterminer l'orientation et l'ancrage des molécules de cristal liquide.

- Cet afficheur bistable BiNem comporte quatre électrodes colonne et quatre électrodes ligne, disposées respectivement sur les substrats
30 maître LM (ancrage fort) et esclave LE (ancrage faible), et définissant au total 16 pixels . La largeur des électrodes est d'environ 2 mm, leur longueur environ 10 mm, et l'isolement entre deux électrodes est d'environ 0.05 mm.

L'afficheur est placé entre deux polariseurs linéaires, l'ensemble étant observé en transmission au moyen d'un dispositif d'éclairage arrière. Les axes des polariseurs sont approximativement croisés entre eux, et orientés à environ 45° de la direction commune d'alignement des couches d'ancrage. Dans cette configuration, la transmission optique de la texture U (uniforme ou faiblement tordue) est élevée. La texture U est passante (elle apparaît claire.) La transmission optique de la texture T (tordue) est faible. La texture T est non-passante (elle apparaît sombre.). Cet afficheur BiNem est prénommé AB4.

10 L'afficheur BiNem selon l'état de la technique possède la direction de brossage parallèle aux électrodes ligne (les directions de brossage de la lame maître LM et de la lame esclave LE sont parallèles mais opposées).

Un afficheur BiNem AB4 avec un brossage « parallèle » tel qu'illustré figure 3 a été réalisé pour une première caractérisation des effets de bords. Nous prénommons cet afficheur AB4para.

Commutation d'un afficheur Binem 4x4 réalisé selon l'état de la technique

Commutation des pixels par adressage simultané (mode non multiplexé)

20 Les électrodes ligne et colonne de AB4para sont connectées à une électronique de commande. Dans une première expérience, les quatre lignes (notées L1, L2, L3 et L4) de l'afficheur sont connectées entre elles à un même potentiel noté VL, et les quatre colonnes (notée C1, C2, C3 et C4) reliées à un même potentiel noté Vc. On applique
25 alors entre VL et Vc une différence de potentiel.

Le signal appliqué est un signal de commande à deux niveaux de tension, comme illustré sur la figure 4, à savoir une tension de niveau V1 supérieure à la tension seuil de cassure d'ancrage pendant une première phase de cassure d'ancrage de durée T1, puis une tension de
30 niveau V2 pendant une seconde phase de sélection de durée T2, capable d'induire soit la texture T, soit la texture U, en fonction de la tension V2 appliquée. Il s'agit donc d'un adressage en mode non multiplexé.

L'ensemble des 16 pixels de AB4para commute simultanément après application du signal de commande, soit dans la texture U (figure 5a), soit dans la texture T (figure 5b), en fonction de la tension V_2 appliquée.

- 5 L'état de la figure 5a (U) est obtenu avec $V_1 = 15V$, $V_2 = 9V$ et $T_1 = T_2 = 1ms$. L'état de la figure 5b (T) est obtenu avec $V_1 = V_2 = 15V$ et $T_1 = T_2 = 1ms$.

Observation des images en mode non multiplexé

- 10 On peut voir sur la figure 5 que les pixels commutent de manière uniforme, sur toute leur surface. La parfaite commutation en T des pixels prouve que le déplacement du cristal liquide s'y opère correctement à proximité immédiate de l'interpixel.

- Cette zone non adressée de faible largeur ne présente donc pas un obstacle à sa traversée par le flux de cristal liquide, probablement du fait de sa très faible largeur (0.05 mm), alors que le cristal liquide est mis en mouvement de part et d'autre par les pixels adressés en T.

Commutation des pixels par adressage en mode multiplexé

- L'afficheur AB4para réalisé précédemment est connecté dans une seconde expérience à une électronique générant des signaux de multiplexage usuels du BiNem (semblables à ceux décrits par le document [3]) par exemple tel qu'illustré sur la figure 6. Dans notre exemple la durée du signal colonne t_c est égale à T_2 . Les 4 électrodes lignes L1 à L4 et les 4 électrodes colonnes C1 à C4 de l'afficheur sont maintenant reliées chacune à l'une des 8 voies d'une carte électronique CE, comme schématisé sur la figure 7. Une seule ligne est sélectionnée à la fois : le signal de sélection ligne est appliqué successivement aux quatre lignes de l'afficheur, dans l'ordre suivant : d'abord la ligne L4, puis L3, puis L2, puis L1. Les signaux colonne sont appliqués simultanément aux 4 électrodes colonne de l'afficheur en coïncidence temporelle avec la fin de chacun des signaux ligne, tel que cela est décrit dans le document [3]. Les pixels commutent alors dans la texture U ou T en fonction des tensions appliquées aux colonnes comme illustré sur la figure 8.

Pour faciliter les observations en évitant d'éventuels effets de mémorisation, l'afficheur est placé dans un état initial T par un adressage simultané de tous les pixels avant application des signaux de multiplexage.

- 5 On ajuste les paramètres des signaux de commande pour permettre une commutation optimale des pixels.

Trois images sont affichées : une image entièrement T illustrée sur la fig. 8a (obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 11V$ et $V_c = -3V$), une image entièrement U illustrée sur la fig. 8b (obtenue avec $V_{1L} = 15V$,
10 $V_{2L} = 11V$ et $V_c = +3V$), ou un motif constitué de 9 pixels T et 7 pixels U illustré sur la fig. 8c (obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 11V$ et $V_c = +/- 3V$).

Analyse des défauts de commutation en mode multiplexé

- On observe l'afficheur après l'adressage de ces 3 images : on
15 constate l'apparition de défauts de bord sur certains des pixels T.

Les défauts de bord consistent en une texture U parasite sur les extrémités du pixel dans la direction du brossage. Ils concernent tous les pixels adressés en T adjacents à un pixel adressé en U. La texture parasite U est présente dans le pixel T sur une longueur d'environ 0.1
20 mm (voir figure 9).

L'observation montre que les pixels U ne sont pas affectés, ni les pixels T adjacents à d'autres pixels T.

Incidence des défauts sur un afficheur BiNem à haute résolution

- Le défaut de commutation précédemment décrit peut
25 considérablement gêner la réalisation d'afficheur bistable de haute résolution. En particulier, il perturbe le fonctionnement d'afficheurs BiNem couleur. En effet, un afficheur couleur comporte trois fois plus de pixels élémentaires qu'un afficheur noir et blanc de résolution équivalente, et le petit coté des pixels élémentaires qui le compose est
30 alors fréquemment inférieur à 0.1 mm pour les produits commerciaux courants. Avec un tel pixel, la taille du défaut de bord deviendrait équivalente à celle du pixel tout entier, ce qui n'est pas admissible.

Commutation d'un afficheur Binem 160x160 réalisé selon l'état de la technique

Description d'un afficheur BiNem 160 lignes x 160 colonnes réalisé selon l'état de la technique

5 Un afficheur BiNem avec une définition de 160 lignes x 160 colonnes a été réalisé afin d'évaluer l'amplitude du défaut de commutation sur de plus petits pixels. La largeur des électrodes ligne El (sur la lame esclave) de ce dispositif est d'environ 0.3 mm, leur longueur environ 55 mm, et l'isolement entre deux électrodes est
10 d'environ 0.015 mm. Les dimensions des électrodes colonne Ec (sur la lame maître) ont les mêmes caractéristiques que El (largeur, longueur, isolement). La direction de broissage est parallèle aux électrodes ligne. Les directions de broissage des lames maître et esclave sont parallèles mais opposées.

15 L'afficheur est muni d'un réflecteur arrière, d'un polariseur avant et d'un dispositif d'éclairage avant pour fonctionner en mode réflectif : la texture T est passante (elle apparaît claire), la texture U est non passante (elle apparaît sombre).

Une électronique de pilotage adaptée, délivrant 160 signaux
20 ligne et 160 signaux colonne, complète le dispositif et permet l'adressage en mode multiplexé de l'afficheur.

Analyse des défauts de commutation de l'afficheur BiNem 160 lignes x 160 colonnes en mode multiplexé

Comme dans le cas précédent, l'observation des pixels sous fort
25 grossissement montre la présence de défauts de bord.

Ces défauts de bord consistent également en une texture U parasite sur les extrémités gauche et droite, dans la direction du broissage, de tous les pixels adressés en T adjacents à un pixel adressé en U (voir figure 10) Ce défaut n'apparaît qu'en mode multiplexé. Il
30 donne une impression visuelle de colonnes mal définies, ayant tendance à déborder. La texture U parasite s'étend sur environ 0.08 mm.

ETUDE THEORIQUE DE L'ORIGINE DES DEFAUTS DE COMMUTATION DES AFFICHEURS BINEM REALISES SELON L'ETAT DE LA TECHNIQUE

5 Après de nombreuses études, manipulations et
expérimentations, les inventeurs ont interprété l'inhibition
précédemment décrite de la sélection de la texture T à la bordure
gauche et droite des pixels dans le sens de l'écoulement
hydrodynamique du cristal liquide, sur un afficheur classique, comme un
10 amortissement rapide du déplacement de cristal liquide aux limites du
pixel au cours de la commutation en T.

Le flux de cristal liquide au bord du pixel, qui se déplace selon la
direction d'alignement, est perturbé par les zones adjacentes qui ne
commutent pas simultanément vers la même texture. Dans ces zones, le
15 déplacement de cristal liquide est très réduit. Cette réduction du flux de
cristal liquide en bordure de pixel réduit le couplage hydrodynamique
entre lames maître et esclave, et interdit la commutation en T des zones
du pixel où le flux de cristal liquide devient trop faible.

Plus précisément, la texture T est obtenue quand, à l'arrêt du
20 champ électrique, l'écoulement au voisinage de la lame esclave crée un
couple hydrodynamique de cisaillement opposé à celui exercé par
l'ancrage et plus fort en module que celui-ci. A cet instant, le couple
élastique de l'ancrage est non nul, il correspond à l'angle d'inclinaison
résiduel sous champ et tend à induire la texture U. Le cisaillement
25 hydrodynamique est proportionnel au gradient de vitesse au voisinage
de la lame esclave.

On note (voir figure 11) v la vitesse du cristal liquide dans le
pixel, t le temps, xyz un repère orthonormé. Les lames maîtres et
esclaves sont parallèles au plan xy et la direction d'alignement est dans
30 le sens de x . $x=0$ définit le bord du pixel, que l'on suppose indéfiniment
étendu vers les x négatifs. $z=0$ définit le plan de la lame esclave LE, $z=d$
(épaisseur de la cellule) définit le plan de la lame maître LM.

La vitesse obéit à une équation de diffusion :

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} = \eta \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$$

où η est la viscosité du cristal liquide et ρ sa densité. Comme $\eta \approx 0,1$ Pa.s et $\rho \approx 10^3$ kg/m³, le temps de propagation de la vitesse d'une lame à l'autre sur une distance $d \approx 1\mu\text{m}$ est $\tau \approx 10$ ns. Ce temps est absolument
 5 négligeable par rapport aux temps d'orientation des cristaux liquides. On peut donc considérer que le gradient de vitesse au voisinage de la lame esclave LE, donc le couple hydrodynamique de cisaillement, ne dépend du temps que comme v_0 , la vitesse près de la lame maître LM:

$$\frac{\partial v_e}{\partial z} = \frac{v_0}{d}$$

10 Lorsque la vitesse près de la lame maître atteint ou dépasse une vitesse critique, le centre du pixel passe en texture T. Dans le cas contraire, le centre du pixel passe dans l'état U.

La situation est différente au bord du pixel. On va considérer le cas d'un bord de pixel orienté parallèlement à l'écoulement, puis le cas
 15 d'un bord de pixel orienté perpendiculairement à l'écoulement.

Si le bord est orienté parallèlement à l'écoulement, le cristal liquide près de ce bord, mais à l'extérieur du pixel, est entraîné par l'écoulement près de ce bord à l'intérieur du pixel. Réciproquement l'écoulement à l'intérieur est ralenti. Cependant le couplage selon la
 20 direction y perpendiculaire au bord est visqueux comme le couplage selon la direction z qui lance l'écoulement à partir de la lame maître. L'équation de ces couplages est une équation de Laplace donc l'effet ne sera visible dans le pixel et à l'extérieur que sur une bande dont la largeur est proche de l'épaisseur d , soit un micron de part et d'autre. Un
 25 facteur correctif apparaît à cause de l'anisotropie des viscosités des cristaux liquides et de la différence d'orientation des molécules entre l'intérieur et l'extérieur du pixel. Dans cette bande étroite l'écoulement est moins fort et la texture T doit être difficile à obtenir. Cependant les effets électriques de bord d'électrode ou des défauts d'orientation
 30 mécaniques existent au même endroit et sur une bande de la même

largeur car ces effets sont aussi solutions d'équations de Laplace; ils peuvent masquer la baisse de l'efficacité de l'écoulement.

Sur le bord d'un pixel orienté perpendiculairement à l'écoulement, le débit de matière sortant ou entrant dans le pixel ne trouve sa place qu'en comprimant ou dilatant le cristal liquide dans une bande de part et d'autre du bord. Cette contrainte augmente avec le temps, elle peut devenir assez forte pour déformer les lames de verre.

Les premières microsecondes de l'écoulement sont décisives pour la commutation de la texture. A température ambiante, les simulations montrent que 10 μ s environ après l'arrêt du champ les molécules ont commencé à basculer irréversiblement dans le sens donnant la texture T, ou dans le sens opposé donnant la texture U. Un temps de cet ordre est assez court pour que l'on puisse considérer les lames de verre comme infiniment raides : seul le liquide se comprime. Il est aussi assez long pour négliger les termes d'inertie. L'équation de diffusion de la vitesse peut alors s'écrire :

$$\eta \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \chi \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = 0 \quad \text{où } v = \frac{\partial \xi}{\partial t}$$

où η est la viscosité du cristal liquide; χ sa compressibilité et ξ le déplacement élémentaire de la couche de cristal liquide à la hauteur z .

Les conditions aux limites sont $v=0$ pour $z=0$ (la vitesse est nulle sur la lame esclave.) Près de la lame maître dans le pixel $v=v_0$ (pour $z=d$ et $x < 0$) et à l'extérieur $v=0$ (pour $z=d$ et $x > 0$). En tenant compte de la géométrie des conditions aux limites la solution de cette équation ne dépend que de deux variables, elle est de la forme :

$$\frac{v}{v_0} = f\left(\frac{z}{d}, \frac{x}{x_0}\right) \quad x_0 = d \sqrt{\frac{\chi t}{\eta}}$$

où v_0 est arbitraire, c'est la vitesse induite par la rotation des molécules près de la lame maître. x_0 est l'échelle en x . La figure 12 présente la fonction $f(x/x_0)$ donc la vitesse au bord d'un pixel en fonction de la distance à ce bord. Cette vitesse est tracée pour la lame maître, et pour 9 positions en z entre lame maître et lame esclave. L'échelle en x/x_0 va de $-\sqrt{2}$ à $\sqrt{2}$. Pour un cristal liquide classique $\eta/\chi=0,1$ ns, si la cellule a

une épaisseur $d=1\mu\text{m}$, au temps $t=5\mu\text{s}$, les bords du graphique sont à $\pm 300\mu\text{m}$. Dans le pixel, à $300\mu\text{m}$ les vitesses sont celles du centre du pixel, elles restent proportionnelles à la distance depuis la lame esclave. À $-100\mu\text{m}$ du bord la vitesse près de la lame esclave est réduite de 25%, le gradient est réduit dans les mêmes proportions, la commutation en T peut être impossible. Remarquons que juste au bord du pixel, la vitesse générée par la lame maître est divisée par 2 à tout instant. À $100\mu\text{m}$ du bord de pixel à l'extérieur de celui-ci on retrouve un écoulement de Couette. Le signe de la vitesse n'intervient pas sur le profil des vitesses, l'écoulement sortant a le même effet que celui entrant dans le pixel.

En conclusion pendant le temps où la chute des molécules sur la lame maître commande la commutation son mouvement est transmis intégralement sur la lame esclave sauf sur une bande de largeur environ $100\mu\text{m}$ le long des bords de pixels perpendiculaires à l'écoulement.

Les équations sont linéaires dans ce cas simple où la viscosité est considérée comme isotrope. La solution d'un problème plus compliqué se construit en ajoutant les solutions simples.

Par exemple si deux pixels se suivent selon l'axe x et commutent au même instant de l'état H vers l'état T, les écoulements s'ajoutent, comme la distance interpixel est inférieure à $100\mu\text{m}$ la commutation en T est obtenue près des deux bords en regard. Cet exemple se rencontre dans les expériences précédentes où la direction de brossage D2 et la direction D1 des électrodes lignes coïncident : entre deux pixels passant en T sur la même ligne donc au même instant il n'apparaît pas de bande en U.

Un exemple très intéressant pratiquement correspond à la commutation d'un pixel en T s'il est isolé ou si le pixel qui le suit dans le sens de l'écoulement commute en U au même instant. La courbe de la figure 12 montre que la vitesse transmise à la lame esclave LE est divisée par deux au bord du pixel considéré, car il n'y a pas d'écoulement dans le pixel adjacent. Si le signal électrique est ajusté pour faire commuter le milieu du pixel, son bord passera en U. Cet

exemple se rencontre dans les expériences précédentes, au bord du pixel en T adjacent à un pixel en U sur la même ligne donc ayant commuté au même instant, apparaît une bande en U. On comprend l'apparition des bandes dans les deux expériences précédentes où la direction de brossage D2 et la direction D1 des électrodes lignes coïncident. Cette disposition favorise le couplage de pixels voisins en cours d'adressage par un même flux de cristal liquide, car les pixels partageant une électrode ligne commune sont adressés simultanément.

Incidence sur la réalisation de niveaux de gris

Cet exemple présente un autre intérêt : si les pixels fonctionnent indépendamment, il est possible d'ajuster le signal électrique pour faire commuter en T une partie du pixel et obtenir ainsi des teintes de gris par variation progressive de la surface commutée du pixel. A partir d'un seuil de vitesse sur la lame maître LM le milieu du pixel commute en T, une bande d'environ 0,1mm sur les bords commute en U. Nettement au dessus du seuil tout le pixel commutera en T.

On a vu que la texture T est obtenue partout où le cisaillement, donc la vitesse du déplacement du cristal liquide excède une certaine valeur critique lorsque la texture H est relâchée.

Dans le cas d'un afficheur à niveau de gris, il est important que l'état optique final de chaque pixel, défini par le rapport entre la surface occupée par la texture T et la surface totale du pixel, puisse être contrôlé précisément pour chacun des pixels de l'écran. Faute de quoi, l'uniformité d'affichage d'une image pour un niveau de gris donné laisserait à désirer (en d'autres termes, le nombre de niveaux de gris distincts effectivement disponibles serait réduit.)

Dans le cas de l'orientation parallèle, le déplacement du cristal liquide s'effectue le long des lignes, les électrodes de la lame maître LM. On a vu que la vitesse de déplacement donnant l'état T n'est pas affectée lorsqu'un pixel voisin dans le sens de l'écoulement est adressé pour commuter également en T. Par contre, cette vitesse est localement réduite sous une valeur critique aux frontières avec d'éventuels pixels voisins adressés pour commuter en U.

Il découle de ce qui précède une difficulté immédiate pour obtenir des niveaux de gris uniforme en orientation parallèle : tous les pixels de la ligne doivent être adressés dans le même état T, autrement l'état de commutation d'un pixel T voisinant un pixel U serait défectueux, au sens
5 de son niveau de gris, du fait de la présence d'une zone parasite U au voisinage de sa frontière avec le pixel adressé en U.

Il est clair qu'une telle contrainte est inacceptable pour l'affichage à niveaux de gris. Un afficheur BiNem à orientation parallèle n'est donc pas adapté à l'affichage à niveaux de gris, du moins dans le cas des
10 petits pixels (par exemple de côté inférieur à 1 mm), pour lesquels la surface de la texture parasite U de bord de pixel est significative.

BASE DE L'INVENTION

Pour palier les inconvénients inhérents à l'état de la technique, la présente invention propose un dispositif d'affichage matriciel à cristal
15 liquide nématique bistable dans lequel le passage dans l'un au moins des deux états bistables est opéré par déplacement du cristal liquide parallèlement aux surfaces du dispositif, caractérisé par le fait qu'il comprend un système d'adressage des différents éléments de l'afficheur, tel qu'il ne commute pas simultanément deux éléments
20 contigus situés dans le sens de l'écoulement de la matière, et permette ainsi un meilleur contrôle des écoulements aux bords de pixel.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses de la présente invention :

- les lignes adressées du dispositif sont inclinées par rapport au sens de
25 l'écoulement du cristal liquide, avantageusement perpendiculaires à ce sens,
- le sens d'orientation des molécules de cristal liquide est incliné par rapport aux lignes adressées, avantageusement perpendiculaires à celles-ci,
- 30 - l'orientation des molécules est obtenue à l'aide de l'un des moyens choisis dans le groupe comprenant : un brossage, une couche de polymère activée sous lumière polarisée, un dépôt orienté par évaporation sous vide, un réseau,

- le dispositif est de type affichage BiNem, (Cependant il peut s'appliquer également à tout afficheur à cristaux liquides utilisant les effets hydrodynamiques pour la commutation entre textures).

5 Selon encore d'autres caractéristiques avantageuses de la présente invention, le dispositif conforme à la présente invention comprend des moyens aptes à appliquer des signaux de commande adaptés pour contrôler l'intensité du déplacement du cristal liquide et contrôler progressivement l'étendue de l'un des deux états stables à l'intérieur de chacun des pixels, afin de générer des niveaux de gris
10 contrôlés à l'intérieur de chacun de ceux-ci.

Les moyens précités peuvent procéder par modulation de différents paramètres des signaux de commande, et notamment le niveau de tension des signaux de colonne et/ou la durée, et/ou la phase de ceux-ci.

15 La présente invention concerne également un procédé d'affichage à l'aide d'un dispositif matriciel à cristal liquide nématique bistable dans lequel le passage dans l'un au moins des deux états bistables est opéré par déplacement du cristal liquide parallèlement aux surfaces du dispositif, caractérisé par le fait qu'il comprend une étape
20 d'adressage des différents éléments de l'afficheur à l'aide de signaux électriques tels que le dispositif ne commute pas simultanément deux éléments contigus situés dans le sens de l'écoulement de la matière.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

25 D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement le principe de fonctionnement d'un afficheur de type BiNem,
- 30 - la figure 2 représente l'écoulement hydrodynamique présent dans la cellule lors d'une coupure brutale du champ électrique,
- la figure 3 représente schématiquement un afficheur BiNem 4 lignes x 4 colonnes conforme à l'état de la technique et illustre en particulier la

Direction D1 des électrodes lignes et la direction parallèle D2 de brossage,

- la figure 4 représente schématiquement des signaux de commande classiques pour la commutation simultanée des pixels de cet afficheur,
- 5 - la figure 5a représente l'état résultant de l'afficheur dans la texture U,
- la figure 5b représente l'état résultant de l'afficheur dans la texture T,
- la figure 6 représente les signaux de multiplexage d'un afficheur BiNem matriciel.
- la figure 7 schématise un montage de test avec signaux de
- 10 multiplexage sur le même afficheur conforme à l'état de la technique,
- la figure 8a représente l'état résultant de l'afficheur pour une commande des 16 pixels à l'état T,
- la figure 8b représente l'état résultant de l'afficheur pour une commande des 16 pixels en l'état U,
- 15 - la figure 8c représente l'état résultant de l'afficheur pour une commande de 9 pixels à l'état T et 7 pixels à l'état U,
- la figure 9 représente le détail des défauts de bord de pixel, à gauche et à droite d'un pixel dans le sens de la direction de brossage,
- la figure 10 représente un défaut de commutation à gauche et à droite
- 20 sur des pixels d'un afficheur 160 lignes x 160 colonnes,
- la figure 11 représente la vitesse v du cristal liquide dans le repère xyz
- la figure 12 représente la vitesse v du cristal liquide à un instant, à différentes positions entre la lame esclave et lame maître, en fonction de la distance x au bord du pixel,
- 25 - la figure 13 représente schématiquement un afficheur BiNem 4 lignes x 4 colonnes conforme à la présente invention et illustre en particulier la direction D1 des électrodes lignes et la direction orthogonale D2 de brossage,
- la figure 14a représente l'état résultant de l'afficheur pour une
- 30 commande de 16 pixels à l'état T,
- la figure 14b représente l'état résultant de l'afficheur pour une commande de 16 pixels à l'état U,

- la figure 14c représente l'état résultant de l'afficheur pour une commande de 8 pixels à l'état T et 8 pixels à l'état U,
- la figure 15 représente le détail des défauts de bord de pixel, à gauche et à droite d'un pixel dans le sens de la direction de brossage, pour une direction de brossage D2 perpendiculaire à la direction D1 des électrodes ligne,
- la figure 16 représente schématiquement un afficheur BiNem 4 lignes x 4 colonnes conforme à une variante de la présente invention et illustre en particulier la direction D1 des électrodes lignes et la direction D2 à 45° de brossage,
- la figure 17a représente l'état résultant de ce dernier afficheur pour une commande de 16 pixels à l'état T,
- la figure 17b représente l'état résultant de ce même afficheur pour une commande de 16 pixels à l'état U,
- la figure 17c représente l'état résultant de l'afficheur pour une commande de 9 pixels à l'état T et 7 pixels à l'état U,
- la figure 18 représente le détail des défauts de bord de pixel visualisés sur cet afficheur,
- la figure 19 représente l'avantage géométrique obtenu avec un afficheur selon l'invention, en comparant un effet de bord « gauche-droite » conforme à l'état de la technique illustré sur la figure 19a avec un effet de bord « haut-bas » conforme à la présente invention illustré sur la figure 19b,
- la figure 20 représente sous forme d'une courbe de réponse électrooptique le pourcentage de texture T d'un afficheur en fonction de la tension V2 illustrée sur la figure 4,
- la figure 21 représente 6 états optiques des pixels d'un afficheur 160x480 selon l'état de l'art obtenus en appliquant des tensions colonne successives Vc de -0.4V , -0.8V ; -1V ; -1.4V ; -1.6V ; -2V ,
- la figure 22 représente 4 états optiques des pixels d'un afficheur 160x480 selon l'état de l'art obtenus en appliquant des impulsions colonne de durées variables, respectivement de 100µs, 200µs, 300µs, et 500µs,

- la figure 23 représente les paramètres du signal colonne susceptibles d'être modulés pour la réalisation de niveaux de gris par « effet rideau » selon l'invention, plus précisément sur la figure 23 la première ligne représente un signal de ligne n , la deuxième ligne représente un signal de ligne $n+1$, la troisième ligne référencée « a » évoque la modulation de l'amplitude V_c du signal colonne, la quatrième ligne référencée « b » évoque la modulation de la durée T_c du signal colonne et la cinquième ligne référencée « c » évoque la modulation de la phase, caractérisée par ΔT_c , du signal colonne,
- 5 - la figure 24 représente le principe de réalisation des niveaux de gris selon l'invention,
- la figure 25 représente 8 états optiques des pixels d'un afficheur 160x480 conforme à la présente invention obtenus en appliquant des tensions colonne successives V_c de -3,6V, -2,8V, -1,8V, -0,8V, -0,6V, -
15 0,5V, -0,4V et -0,2V avec les signaux définis en table III,
- la figure 26 représente la courbe de la réponse optique d'un afficheur conforme à la présente invention, en fonction de la tension colonne V_c pour la température de 26,4°C,
- la figure 27 représente 8 états optiques des pixels d'un afficheur
20 160x480 conforme à la présente invention obtenus en appliquant des impulsions colonne de durées variables, respectivement de 400 μ s, 600 μ s, 650 μ s, 700 μ s, 750 μ s, 800 μ s, 850 μ s et 900 μ s,
- la figure 28 représente la courbe de la réponse optique d'un afficheur conforme à la présente invention en fonction de la durée de l'impulsion
25 colonne pour la température ambiante 26,4°C,
- la figure 29 représente 6 états optiques des pixels d'un afficheur 160x480 conforme à la présente invention brossé à 60° de la direction des électrodes lignes en fonction de la tension colonne V_c , pour 6 tensions respectivement de -1,2V ; -2,8V ; -2,9V ; -3,1V ; -3,2V et -
30 3,4V.
- la figure 30 représente un exemple de signaux ligne d'un afficheur BiNem adressé par un mode en deux étapes selon l'invention, plus précisément la figure 30 illustre l'exemple d'un signal V_{simul} de type

- « passage en T » monoplateau et de signaux de multiplexage biplateaux,
- la figure 31 représente un exemple de signaux ligne d'un afficheur BiNem adressé par un mode en deux étapes selon l'invention, plus
- 5 précisément la figure 31 illustre l'exemple d'un signal Vsimul de type « passage en U » biplateaux et de signaux de multiplexage biplateaux,
- la figure 32 représente un exemple de signaux ligne d'un afficheur BiNem adressé par un mode en deux étapes selon l'invention, plus
- 10 précisément la figure 32 illustre l'exemple d'un signal Vsimul de type « passage en T » monolateau et de signaux de multiplexage monoplateau,
- la figure 33 représente un exemple de signaux ligne d'un afficheur BiNem adressé par un mode en deux étapes selon l'invention, plus
- 15 précisément la figure 33 illustre l'exemple d'un signal Vsimul de type « passage en U » à rampe et de signaux de multiplexage monoplateau,
- la figure 34 représente un afficheur BiNem 4x4 pixels commandé à l'aide de signaux ligne conformes à la figure 33, sur cette figure 34 la texture U est passante (claire) tandis que la texture T est non passante (sombre),
- 20 - la figure 35 représente la courbe de réponse optique en fonction de la tension du signal appliqué au pixel pour des signaux de commande du type illustré sur la figure 33,
- la figure 36 représente des modalités d'obtention de niveaux de gris par « effet rideau » en mode multitrame,
- 25 - la figure 37 représente un afficheur BiNem 160x160, avec un damier où sur chaque ligne alterne un carré blanc et un carré dont la teinte correspond à un niveau de gris, ainsi que le zoom sur les carrés correspondant aux 8 niveaux inscrits,
- la figure 38 représente un agrandissement de quelques pixels de
- 30 l'afficheur de la figure 37,
- la figure 39 représente la réponse optique associée à chaque niveau de gris de la figure 37,

- la figure 40 illustre deux sens de balayage possible pour un afficheur BiNem brossé à 90° : l'un dans la même direction que l'écoulement hydrodynamique, l'autre en sens inverse de l'écoulement hydrodynamique, et
- 5 - la figure 41 représente l'influence du sens de balayage de l'afficheur sur l'obtention des effets de bord permettant de réaliser des gris ou « effet rideau ».

On va maintenant expliciter plus en détail l'invention en regard des figures 13 et suivantes.

- 10 Dans le cas d'un BiNem tel que décrit précédemment, le moyen d'empêcher que 2 éléments contigus dans le sens de l'écoulement de la matière ne commutent simultanément est de différencier la direction des molécules de cristal liquide (qui définit la direction de l'écoulement) de la direction des électrodes ligne de l'afficheur (qui définit les pixels qui
- 15 vont commuter simultanément).

Différents prototypes d'afficheurs BiNem selon l'invention caractérisés par une direction de brossage nettement distincte de la direction des électrodes ligne ont été réalisés.

Afficheur BiNem brossé à 90° de la direction des électrodes ligne

- 20 Un afficheur de 4 lignes x 4 colonnes similaire à celui de la première réalisation (illustrée sur la figure 3) a été fabriqué selon la technologie générale dite BiNem. L'angle entre la direction de brossage D2 et la direction des électrodes ligne D1 a été porté à 90° . Cet afficheur est illustré sur la figure 13. La direction de brossage de la lame
- 25 maître et de la lame esclave sont identiques.

On dénomme « afficheur BiNem orthogonal » ce nouveau type d'afficheur BiNem. L'afficheur AB4 réalisé selon l'invention est référencé AB4ortho sur la figure 13.

- L'afficheur AB4ortho a ensuite été relié à la même électronique
- 30 de commande CE que celle du premier dispositif expérimental. Il est ensuite adressé en mode multiplexé.

Observation des images en mode multiplexé

L'afficheur étant placé dans le même dispositif optique que précédemment, on l'observe après l'adressage des 3 mêmes images.

Cette fois ci, on constate l'apparition de défauts de bord sur tous les pixels T (voir figure 14).

5 La figure 14a qui correspond à 16 pixels T est obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 11V$ et $V_c = -3V$.

La figure 14b qui correspond à 16 pixels U est obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 11V$ et $V_c = +3V$.

10 La figure 14c qui correspond à 8 pixels U et 8 pixels T est obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 11V$ et $V_c = +/- 3V$.

Analyse des défauts de commutation en mode multiplexé

Les défauts de bord consistent en une texture U parasite, s'étendant sur une longueur typique de 0.1 mm de part et d'autre des extrémités dans la direction du brossage (maintenant haut et bas par rapport à la direction des lignes) , de tous les pixels T (voir figure 15). Les pixels U ne sont pas affectés.

Le fait que l'effet de bord affecte tous les pixels en T indépendamment de la commutation des pixels voisins est un avantage par rapport à l'état de la technique, car on obtient un aspect visuel
20 uniforme et maîtrisé. Par ailleurs, en décorrélant l'effet de bord du signal ligne, on s'ouvre la possibilité lors de la réalisation de gris de maîtriser la proportion de U et de T de manière identique sur tous les pixels.

Afficheur BiNem brossé à 45° de la direction des électrodes ligne

25 Dans cette réalisation, un angle de 45° est introduit entre la direction de brossage D2 et la direction des électrodes ligne D1. Cet appareil est schématisé sur la figure 16.

L'afficheur a ensuite été relié à la même électronique de commande CE que celle du dispositif initial, avec adressage en mode
30 multiplexé.

Observation des images en mode multiplexé

Les images obtenues de manière similaire figurent sur la figure 17. On constate une forte réduction des défauts de bord.

La figure 17a qui correspond à 16 pixels T est obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 12V$ et $V_c = -3V$.

La figure 17b qui correspond à 16 pixels U est obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 12V$ et $V_c = +3V$.

- 5 La figure 17c qui correspond à 9 pixels T et 7 pixels U est obtenue avec $V_{1L} = 15V$, $V_{2L} = 12V$ et $V_c = +/- 3V$.

Analyse des défauts de commutation en mode multiplexé

Les défauts de bord affectent les deux angles alignés dans la direction du brossage de tous les pixels adressés en T (figure 18).

- 10 Les défauts consistent en une texture U parasite, de diamètre typique inférieur à 0.1 mm. La surface de ces défauts est très inférieure à celle constatée sur le dispositif initial.

AVANTAGE GEOMETRIQUE DE L'INVENTION

- 15 Le fait d'avoir déplacé l'effet de bord par exemple selon la direction « haut-bas » par rapport aux lignes plutôt que selon la direction « gauche - droite » de l'état de l'art permet de minimiser cet effet de bord lorsque les pixels de l'afficheur présentent leur plus grande dimension selon la direction « haut-bas », comme c'est le cas pour les afficheurs couleurs.

- 20 Le principe de cet avantage géométrique est illustré sur la figure 19 pour un pixel blanc carré de 290 μm de côté, subdivisé en trois sous pixel (R,V,B). L'effet de bord est supposé pour l'exemple être d'environ 30 μm sur chaque bord.

- 25 Pour un afficheur selon l'état de la technique dit « parallèle », dès que l'effet de bord devient supérieur à la demi largeur du pixel, la texture parasite U, ici le noir, envahit l'ensemble du pixel (figure 19a) : le passage en T du pixel devient alors impossible.

- Pour un afficheur selon l'invention dit « orthogonal », la texture parasite U (noire) reste très minoritaire en proportion par rapport à la texture T, que l'on peut donc obtenir sur une très grande partie du pixel
30 (figure 19b).

AVANTAGE DU CHOIX DU POINT DE FONCTIONNEMENT

On définit pour les afficheurs BiNem une courbe électrooptique de référence : L'état optique ou pourcentage de texture T en fonction de la tension V2 telle que représentée sur la figure 4. (document [3]). Cette courbe de référence illustrée sur la figure 20, fournit des indications sur les paramètres à utiliser pour le multiplexage de l'afficheur.

Cette courbe indique que l'on peut multiplexer un afficheur BiNem soit sur le point de fonctionnement « à gauche » (la tension V2 du signal de multiplexage de ligne est affectée à la valeur V2G), soit « à droite » (tension de ligne V2D).

L'homme de l'art comprend en effet qu'en faisant évoluer la tension V2 respectivement d'un côté ou de l'autre de ces 2 points de fonctionnement V2G et V2D, le pourcentage de texture T évolue rapidement entre 100% et 0%, respectivement 0% et 100%.

Le point de fonctionnement « à gauche » est toujours préférable en théorie, car il permet d'améliorer l'uniformité d'affichage (amélioration de la pente et réduction de la dispersion des tensions de seuil), de réduire le scintillement de l'écran (par la réduction des tensions colonne) ainsi que la diminution d'une des tensions ligne. Malheureusement, il n'est en général pas exploitable pratiquement sur les afficheurs BiNem classiques.

L'expérience montre que ce point de fonctionnement est pleinement utilisable sur les afficheurs BiNem orthogonaux, ce qui permet de bénéficier des améliorations indiquées.

AVANTAGE DU CONTROLE DES NIVEAUX DE GRIS

Il est apparu expérimentalement que l'invention permet en outre d'obtenir une commutation bien contrôlée à niveaux de gris des pixels sur des afficheurs BiNem brossés de manière inclinée vis à vis de la direction des électrodes ligne, par exemple brossés à 90° ou 60° de cette direction.

Réalisation de niveaux de gris selon l'état de l'art antérieur

Le document [8] décrit un mode de réalisation de niveaux de gris par modulation de la tension appliquée au pixel, en maîtrisant la

proportion de U et T au sein d'un même pixel, selon l'état de l'art antérieur à la présente invention. On constate expérimentalement qu'en adressage dit « parallèle », les pixels placés dans un état optique intermédiaire présentent une multitude de microdomaines U et T jointifs.

Les photographies des figures 21 et 22 montrent l'évolution de ces microdomaines avec la tension de commande pour un afficheur BiNem 160x480 selon l'état de l'art (brossage dit « parallèle »). La figure 21 correspond au cas où la valeur de la tension colonne varie, la figure 22 correspond au cas où la durée de la tension colonne varie. Les signaux d'adressage utilisés sont typiquement des signaux à trois plateaux dont le schéma est indiqué sur la figure 6. Les valeurs correspondant aux photographies des figures 21 et 22 sont respectivement décrites dans les tableaux I et II.

V1L	18 V	V2L	11.2 V	Vc	-0.4 à -2 V
T1	1 ms	T2	1 ms	Tc	1 ms

Table I : paramètres du signal pixel (figure 21)

V1L	18 V	V2L	8.6 V	Vc	-3 V
T1	1 ms	T2	1 ms	Tc	100 à 500 μ s

Table II : paramètres du signal pixel (figure 22)

Les photographies des figures 21 et 22 montrent que, pour un pixel donné, bien que la proportion moyenne de texture T augmente lorsque Vc décroît, les centres de microdomaines en texture T restent disposés aléatoirement à l'intérieur du pixel. La présence d'un nombre élevé de microdomaines de petite taille n'est pas favorable à la stabilité à terme de l'état de gris obtenu.

Réalisation de niveaux de gris selon l'invention

Au contraire, dans le cas de l'adressage orthogonal conforme à la présente invention, le pixel est constitué de deux domaines : un

domaine T et un domaine U, séparés par un mur rectiligne. La taille élevée des domaines donne une stabilité optimale. Cette frontière se déplace dans le pixel et détermine ainsi un ensemble de niveaux de gris. Ceci est obtenu en contrôlant le flux hydrodynamique à l'intérieur d'un pixel à l'aide des signaux appliqués. Nous appellerons ce mode de réalisation des gris selon l'invention par contrôle de l'effet hydrodynamique « effet rideau ». Dans certains cas, l'effet peut se propager à partir des deux bords opposés plutôt que d'un seul.

Ce phénomène est unique dans le domaine des afficheurs à cristaux liquides. Les effets à cristaux liquides connus donnent en effet une texture homogène à l'échelle d'un pixel, du moins tant que la structure de la cellule et du pixel est homogène et uniforme par construction, ce qui est le cas pour les afficheurs BiNem décrit dans le présent document.

Le phénomène décrit dans le cadre de la présente invention est, en ce sens, très différent des niveaux de gris obtenus par remplissage du pixel par des textures microscopiques tel que décrit par le document [5]. Dans cette dernière méthode, une dispersion volontaire est en effet introduite portant sur les caractéristiques d'un des éléments de la structure du pixel ou de l'afficheur.

Dans la présente invention, le pixel est approximativement partagé en deux zones, chacune étant occupée par une des deux textures. La longueur des lignes de disinclinaison ou des murs séparant les textures n'est donc jamais microscopique. Cette situation est propice à l'obtention d'une excellente stabilité de l'extension des textures, donc de l'état optique du pixel.

Les niveaux de gris de l'afficheur réalisés par « effet rideau » conformément à l'invention peuvent être contrôlés par modulation des différents paramètres de commande de l'afficheur.

Ces paramètres sont (voir figure 23) :

- paramètres ligne : V1L, VL2 (amplitude des tensions appliquées), T1, T2 (durée des tensions appliquées)
- temps entre deux signaux ligne TL

- paramètres colonne :

- o amplitude V_c (figure 23a)
- o Durée T_c (figure 23b)
- o Phase ΔT_c : la phase du signal colonne est définie figure 23c par le décalage entre les fronts descendants du deuxième plateau du signal ligne et du signal colonne. La valeur de ΔT_c peut être positive ou négative.

Le paramètre TL (temps qui sépare deux signaux lignes), n'est pas nécessairement variable, mais il doit être optimisé.

Selon une variante de l'invention, le signal ligne ne comporte qu'un plateau de valeur V_L . Selon cette variante où le signal ligne est monoplateau, V_L peut être soit supérieure soit inférieure à la tension de seuil de cassure d'ancrage.

Selon un mode préférentiel où l'image est obtenue en une seule trame, on agit alors seulement sur le signal colonne, par la modulation de la valeur V_c du signal colonne et/ou de la durée T_c du signal colonne, et/ou de la phase ΔT_c du signal colonne.

Le principe de réalisation de niveaux de gris selon l'invention pour un signal pixel à deux plateaux (cas particulier $T_2 = T_c$) est donné figure 24. Dans cet exemple, le signal pixel est caractérisé par quatre paramètres V_1, V_2 (amplitude des tensions appliquées), T_1 et T_2 (durée de ces tensions appliquées).

Dans un mode multiplexé multitrame, on agit sur la modulation de l'ensemble des paramètres du signal pixel en modulant certains de ces signaux trame par trame.

Des prototypes ont été réalisés afin de tester la maîtrise des niveaux de gris par « effet rideau » en mode mono et multi trame.

Réalisation de niveaux de gris selon l'invention en mode monotrane

Les niveaux de gris sont réalisés dans les trois exemples suivants par modulation des paramètres du signal colonne, soit l'amplitude du créneau, soit sa durée.

Montage expérimental avec un afficheur BiNem 160x480 brossé à 90°

Un prototype d'écran BiNem de définition de 160 lignes x 480 colonnes, brossé à 90° de la direction des électrodes ligne a été réalisé. Il s'agit donc d'un BiNem orthogonal selon la désignation indiquée précédemment. La largeur des électrodes colonne est d'environ 0.085 mm, leur longueur est d'environ 55 mm, l'isolement entre colonnes est d'environ 0.015 mm. La largeur des lignes est d'environ 0.3 mm, leur longueur environ 55 mm, l'isolement entre lignes est d'environ 0.015 mm. Le pixel élémentaire est décrit sur la figure 19b. La direction de brossage D2 est perpendiculaire aux électrodes lignes. L'afficheur est muni d'un réflecteur arrière, d'un polariseur avant et d'un dispositif d'éclairage avant pour fonctionner en mode réflectif : la texture T est passante (elle apparaît claire), la texture U est non passante (elle apparaît sombre). Une électronique de pilotage adaptée, délivrant 160 signaux ligne et 480 signaux colonne, complète le dispositif et permet l'adressage en mode multiplexé de l'afficheur.

Les pixels du véhicule de test sont observés sous un grossissement compatible avec l'observation des textures présentes sur les pixels.

L'écran est adressé par des signaux de multiplexage dont les paramètres par défaut et les excursions sont définis en table III.

Les signaux d'adressage sont typiquement des signaux à trois plateaux dont le schéma est indiqué sur la figure 6. Le plateau intermédiaire est à la tension du deuxième plateau ligne V2. Sa durée est la différence entre le temps T2 du deuxième plateau ligne et le temps TC de l'impulsion colonne.

TL est le temps entre deux signaux ligne. Il a été optimisé pour l'obtention des niveaux de gris par effet rideau conforme à l'invention.

Pour chaque valeur du ou des paramètres sélectionnés (par exemple la tension colonne Vc ou la durée de l'impulsion colonne Tc), une image de test est adressée. On observe ensuite les textures obtenues sur une zone sélectionnée de l'afficheur.

Observation des pixels en modulation de la tension colonne Vc

On fait varier de manière continue la tension de multiplexage V_c appliquée aux colonnes entre 0 V et -3.6 V (les autres paramètres de la tension pixel sont donnés table III) en observant l'état optique obtenu pour chaque tension. Le résultat est illustré sur la figure 25.

V1L	15 V	V2L	5.4 V	Vc	0 à -4 V		
T1	950 μs	T2	300 μs	Tc	250 μs	TL	60 μs

Table III

Table III

5

Selon un mode préférentiel, les pixels sont préalablement passés dans un état donné, par exemple T, avant d'être adressés pour les gris (voir ci après).

Sur la figure 25, on voit qu'à partir de pixels en texture T, la
10 proportion de texture U augmente progressivement comme si on levait
progressivement un store d'où le nom d'« effet rideau ».

Réponse optique à niveaux de gris par modulation de la tension colonne

La figure 25 démontre l'excellente capacité de l'afficheur BiNem brossé à 90° à restituer une échelle de niveaux de gris.

15 La réponse optique de l'afficheur en fonction de la tension
colonne V_c appliquée est illustrée sur la figure 26.

Cette réponse continue se prête particulièrement bien à la réalisation d'afficheurs BiNem multiplexés à niveaux de gris par modulation des tensions colonne V_C .

20 Observation des pixels en modulation de durée des impulsions colonne

La durée des impulsions colonne varie de 400 μ s à 900 μ s. Les autres paramètres des signaux de multiplexage sont indiqués en table IV. TL est le temps entre deux signaux ligne. Il a été optimisé pour l'obtention des niveaux de gris par effet rideau conforme à l'invention.

V1L	15 V	V2L	6 V	Vc	-3 V		
T1	950 μ s	T2	950 μ s	Tc	200 à 900 μ s	TL	60 μ s

Table IV

Table IV

Réponse optique à niveaux de gris par modulation de la durée colonne

Là encore on obtient une échelle de niveaux de gris : le remplissage du pixel par la texture T (ou U) est continûment variable entre 0 et 100%, cette proportion étant contrôlable par la durée des impulsions colonne appliquées, tel que le montre la figure 27.

La courbe de réponse optique de l'afficheur en fonction de la durée des impulsions colonne appliquées est représentée sur la figure 28.

10 Cette réponse continue permet la réalisation d'afficheurs BiNem
multiplexés à niveaux de gris par modulation de durée des signaux
colonne.

Les paramètres utilisés pour les signaux de multiplexage sont donnés par la table IV ci-dessus.

15 Montage expérimental avec un afficheur BiNem 160x480 brossé à 60° et
résultats

Le véhicule de test est le même que précédemment, à la différence de la direction de brossage, qui est ici de 60° au lieu de 90° .

L'obtention de niveaux de gris avec un tel écran est également possible, comme le montrent les observations suivantes.

On fait varier de manière continue la tension de multiplexage appliquée aux colonnes entre -1.2 V et -3.4 V en observant l'état optique obtenu pour chaque tension. Le résultat est représenté sur la figure 29.

25 Les paramètres utilisés par défaut pour les signaux de multiplexage sont
donnés par la table V ci-dessous. TL est le temps entre deux signaux
ligne. Il a été optimisé pour l'obtention des niveaux de gris par effet
rideau conforme à l'invention.

V1L	15 V	V2L	6.2 V	Vc	-3 V		
T1	950 μ s	T2	450 μ s	Tc	250 μ s	TL	60 μ s
Table V							

Le temps TL entre lignes, ici égal à 60 μ s, peut être allongé de façon à réduire la tension quadratique moyenne présente aux bornes du cristal liquide. Typiquement, il est possible d'aller jusqu'à environ 20 ms, au delà le temps d'adressage de l'ensemble de l'afficheur devient trop
5 élevé.

Variante : adressage en deux étapes

Rappelons que les paramètres de la cellule cristal liquide, les tensions et le mode d'adressage, la température de fonctionnement sont autant de facteurs susceptibles d'influer sur la commutation d'une cellule
10 BiNem. Selon la valeur de ces facteurs, il peut exister une texture « facile » à obtenir et une texture « difficile » à obtenir ou bien une texture « rapide » à obtenir et une texture « lente » à obtenir. Par exemple, ceci est particulièrement vrai pour le facteur température, qui influe notablement sur les propriétés du cristal liquide et donc sur les
15 caractéristiques de la commutation.

D'autre part, la commutation d'une cellule BiNem en T fait intervenir le déplacement du cristal liquide dans la direction d'alignement des molécules. Cette commutation s'opère d'autant plus facilement que la surface devant commuter est plus importante. Ainsi,
20 une commutation simultanée de plusieurs lignes à la fois (dite par paquet), voire de l'ensemble de l'afficheur (dite collective) est plus aisée qu'une commutation ligne par ligne.

Concernant la commutation en U, elle s'opère plus lentement que la commutation en T, et nécessite plusieurs paliers ou une rampe de
25 tension. On peut donc avoir intérêt à effectuer cette commutation simultanément sur plusieurs lignes à la fois (dite par paquet), voire sur l'ensemble de l'afficheur (dite collective).

La combinaison de ces deux constatations amène à préconiser un adressage d'un afficheur BiNem en deux étapes:

- 30 - une première étape dite « simultanée » où l'on commute par paquet ou collectivement les pixels de l'afficheur dans la texture dite « difficile » ou « lente » ,

- une deuxième étape où l'on adresse l'ensemble de l'afficheur en mode multiplexé de façon à faire commuter les pixels de l'afficheur devant prendre l'état dit « facile » ou « rapide ».

Un exemple de la mise en œuvre d'un adressage en 2 étapes selon l'invention est illustré sur la figure 30, en prenant l'exemple d'un signal collectif de type passage en T. Deux lignes, n et n+1 sont concernées dans cet exemple non limitatif, et le principe se généralise à l'ensemble de l'afficheur. Les paramètres du signal ligne V_{simul} appliqué simultanément à plusieurs lignes (V_{ST} , τ'_p) sont adaptés au mode collectif de commutation et peuvent varier en fonction de certains paramètres. Ici V_{simul} ne comporte qu'un plateau mais il peut également en comporter deux ou plus. Les paramètres des signaux de multiplexage ($VL'1$; $VL'2$; T'_1 ; T'_2 ; V'_c ; T'_c) sont également adaptés et peuvent prendre des valeurs différentes de celles utilisées dans le mode multiplexé simple. Les signaux lignes, biplateau dans cet exemple, peuvent être également, multi ou monoplateau. Les signaux colonne peuvent être modulés par l'amplitude, la durée ou la phase tels qu'illustré figure 23 ou une combinaison de deux voire des trois méthodes.

Un autre exemple de la mise en œuvre d'un adressage en 2 étapes selon l'invention est illustré sur la figure 31, en prenant l'exemple d'un signal collectif de type passage en U. Deux lignes, n et n+1 sont concernées dans cet exemple non limitatif, et le principe se généralise à l'ensemble de l'afficheur. Les paramètres du signal ligne V_{simul} appliqué simultanément à plusieurs lignes ($V_{\text{SU}1}$; $V_{\text{SU}2}$; τ''_p) sont adaptés au mode collectif de commutation et peuvent varier en fonction de certains paramètres. Les paramètres des signaux de multiplexage ($VL''1$; $VL''2$; T''_1 ; T''_2 ; V''_c ; T''_c) sont également adaptés et peuvent prendre des valeurs différentes de celles utilisées dans le mode multiplexé simple. Les signaux lignes, biplateau dans cet exemple, peuvent être également, multi ou monoplateau. Les signaux colonne peuvent être modulés par l'amplitude, la durée ou la phase tel qu'illustré figure 23 ou une combinaison de deux voire des trois méthodes.

Un autre exemple de la mise en œuvre d'un adressage en 2 étapes selon l'invention est illustré sur les figures 32 et 33, où les signaux de multiplexage sont monoplateau. Les signaux colonnes peuvent être modulés par l'amplitude, la durée ou la phase tel qu'illustré figure 23 ou une combinaison de deux voire des trois méthodes. Dans la figure 32, le signal V_{simul} de passage en U a une forme de rampe.

La commutation simultanée pour la texture difficile peut s'effectuer « par paquet » de p lignes, qui sont ensuite adressées en mode multiplexé, puis le paquet des p lignes suivantes est adressé en collectif puis multiplexé, et ainsi de suite jusqu'à l'adressage de toutes les lignes de l'afficheur.

La commutation simultanée pour la texture difficile peut également s'effectuer collectivement pour l'ensemble des lignes de l'afficheur, puis celui-ci est adressé en mode multiplexé sur l'ensemble de ces lignes, comme cela se pratique habituellement.

Un premier exemple d'adressage en deux étapes tel qu'illustré sur la figure 30 est :

- Première étape :

Signal simultané de type collectif (toutes les lignes de l'afficheur en même temps) avec les paramètres suivants (table VI) :

V_{ST}	τ'_p
25 V	5 ms

Table VI

- Deuxième étape :

Modulation de V_c : Adressage de type multiplexé tel que décrit table VII, afin de réaliser des niveaux de gris par « effet rideau » selon l'invention.

V1L	-20V	V2L	-7 V	Vc	0 à -3 V	Blanc : Vc = +3V	
T1	1 ms	T2	1200 μs	Tc	1200 μs	TL	100 μs
Table VII							

Table VII

Dans cet exemple, les gris sont obtenus avec les valeurs négatives de V_c , mais le blanc est obtenu avec une valeur positive de V_c de +3V.

Un premier exemple d'adressage en deux étapes tel qu'illustré sur la figure 32 est :

5 - Première étape :

Signal simultané de type collectif (toutes les lignes de l'afficheur en même temps) avec les paramètres de la table VI :

- Deuxième étape :

Modulation de V_c et T_c : Adressage de type multiplexé tel que décrit table VIII, afin de réaliser des niveaux de gris par « effet rideau » selon l'invention

V1L	-20V	V2L	0 V	V_c	-3 à -5 V	
T1	1 ms	T2	0 ms	T_c	0 à 800 μ s	TL 50 μ s
Table VIII						

Un second exemple d'adressage en deux étapes tel qu'illustré sur la figure 32 est :

15 - Première étape :

Signal simultané de type collectif (toutes les lignes de l'afficheur en même temps) avec les paramètres de la table VI :

- Deuxième étape :

Modulation de ΔT_c : Adressage de type multiplexé tel que décrit table IX, afin de réaliser des niveaux de gris par « effet rideau » selon l'invention

V1L	-20V	V2L	0 V	V_c	-5 V	ΔT_c 0 à 400 μ s
T1	1 ms	T2	0 ms	T_c	600 μ s	TL 50 μ s
Table IX						

Un exemple d'adressage en deux étapes tel qu'illustré sur la figure 33 est celui correspondant à la table X.

V_{su}	τ''_p	V''_L	T''	T_L	V_c
-20 V	1 ms	-23.5 V	50 μ s	10 ms	0 à 4 V

Table X

Dans ce cas le signal ligne monoplateau en mode multiplexé est très court (50 μ s) et le temps entre les lignes est plutôt long (10ms).

Un exemple des textures obtenues est donné figure 34. La première ligne est 100% U blanc ($V_c = 0V$), la quatrième ligne est 100%T noire ($V_c = 3V$), les 2 lignes intermédiaires correspondent à deux niveaux de gris, gris 1 ($V_c = 0.4V$) et gris 2 ($V_c = 1V$). On constate que ce mode d'adressage permet d'obtenir un « effet rideau » conforme à l'invention. La figure 35 donne la transmission optique en fonction de la tension pixel égale à $V''_L - V_c$. Une modulation entre noir et blanc est obtenue avec une variation de 4V de V_c .

Le signal V_{simul} peut être monopolaire positif, monopolaire négatif, bipolaire, non nécessairement symétrique. L'important n'est pas sa forme exacte mais sa fonction qui est de faire commuter, collectivement ou par paquet, des lignes de l'afficheur, afin de les placer dans un état (texture du cristal liquide) parfaitement défini avant l'application des signaux de multiplexage.

Le temps entre signaux ligne TL est un facteur qui peut être optimisé en fonction des autres paramètres d'adressage.

20 **Réalisation de niveaux de gris selon l'invention en mode multi trames**

Montage expérimental avec un afficheur BiNem 160x160 brossé à 90°

Ce mode est par exemple intéressant lorsque il n'est pas possible de moduler directement V_c , comme c'est le cas quand on utilise des drivers STN.

Un afficheur BiNem du même type que précédemment mais comportant 160x160 pixels carrés a été utilisé pour cette expérience. La taille d'un pixel élémentaire est 290 μ m.

Principe général de la méthode d'adressage par multi trames

Pour réaliser des gris, la valeur de l'ensemble des signaux d'adressage peut être modifiée entre deux trames. Pour obtenir n niveaux de gris, on doit typiquement adresser n trames.

Soit $VL1(i)$, $T1(i)$, $VL2(i)$, $T2(i)$, $Vc(i)$ et $Tc(i)$ les signaux lignes et colonnes associés à la trame i . Le temps interligne TI est également un paramètre à prendre en compte. L'ensemble de ces valeurs peut théoriquement être modifié entre deux trames, afin de générer le

5 niveaux de gris souhaité.

Selon un mode préférentiel, les pixels sont préalablement passés dans un état donné, avant d'être adressés pour les gris.

La variante de l'adressage « en deux étapes » peut être appliquée, la trame 1 correspond alors à la première étape dite

10 « simultanée » ou l'on commute par paquet ou collectivement les pixels de l'afficheur dans la texture dite « difficile » ou « lente ». Les trames suivantes sont adressées en mode multiplexé.

Exemple lorsqu'un driver STN est utilisé pour les colonnes :

Dans ce cas, seules les valeurs 0V et +/- Vc fixé sont accessibles.

15 On changera donc les paramètres lignes entre deux trames pour obtenir les gris. Par exemple, la démarche peut être la suivante pour une ligne m :

Trame 1 : on commute tous les pixels en 100 % T

Trame 2 : on commute en U tous les pixels de la ligne devant avoir

20 100% de U (par exemple signal colonne $-Vc$). Les autres pixels reçoivent un signal inopérant, et donc restent en 100%T.

Trame 3 : on adresse ensuite les pixels devant avoir une proportion légèrement inférieure de U, par exemple 80%. Les pixels en attente d'être adressés en gris, c'est à dire « en attente d'être remplis »

25 reçoivent un signal inopérant, qui confirme leur état de T. Les pixels « déjà rempli » avec la bonne proportion de U (ici ceux en 100%U) reçoivent également un signal inopérant pour eux.

Trame 4 : on adresse ensuite les pixels qui ont une proportion inférieure de U , par exemple 60%. Les pixels « en attente d'être

30 remplis » reçoivent un signal inopérant, qui confirme leur état de T. Les pixels « déjà rempli » avec la bonne proportion de U (ici ceux en 100%U et 80%U) reçoivent également un signal inopérant pour eux.

Et ainsi de suite de trame en trame jusqu'à adresser les pixels qui ont le pourcentage de U le plus faible avant 0%.

Avec n trames, on aura (n-2) niveaux de gris plus le blanc et le noir.

5 Une illustration de ce mode d'adressage est donné figure 36 pour 3 niveaux de gris plus le noir et le blanc, soit 5 trames. Dans cet exemple, la tension colonne peut prendre les valeurs 0, +Vc et -Vc, la durée Tc est fixe, et on fait varier les paramètres VL1,VL2,T1,T2 à chaque trame pour obtenir le gris souhaité. Les tensions ligne sont
10 négatives dans cet exemple.

Le mode opératoire est le suivant :

Trame 1 : On commute d'abord collectivement tous les pixels en T.

Pour une trame i donnée :

- les pixels que l'on va adresser dans le niveau de gris correspondant
15 auront -Vc sur leur colonne et des valeurs adaptées VL1(i), VL2(i), T1(i), T2(i)
- les pixels « en attente d'être remplis » qui ne sont pas concernés par l'état correspondant à la trame sont adressés avec un signal inopérant qui confirme leur état 100%T. Ce signal inopérant est par exemple un
20 signal possédant bien sûr les mêmes paramètres ligne VL1(i), VL2(i), T1(i), T2(i) et une valeur sur leur colonne de +Vc
- les pixels « déjà remplis » en U par les trames de 1 à i-1 ne doivent plus être modifiés, ils reçoivent un signal inopérant. Ce signal a dans l'exemple de la figure 36 également une valeur de +Vc sur la colonne,
25 avec toujours bien sûr les mêmes paramètres lignes VL1(i), VL2(i), T1(i), T2(i) . Un autre type de signal inopérant pour les pixels « déjà remplis » peut être -Vc (voir exemple de réalisation expérimentale ci dessous). Ici, pour des raisons inexpliquées, tout se passe comme ci une fois dans l'état U, le retour à l'état T était impossible, sauf en mode
30 collectif.

Réalisation expérimentale avec le véhicule de test

Le mode d'adressage illustré figure 36 a été appliqué à l'afficheur Binem 160x160 pour l'obtention de 6 niveaux de gris plus le blanc et le

noir, soit au total 8 trames. La table XI ci dessous donne, pour chaque trame i , les valeurs des différentes tensions et durées appliquées :

- à la ligne pour la trame i : $VL1(i)$, $VL2(i)$, $T1(i)$, $T2(i)$
- à la colonne pour les pixels que l'on veut passer dans le niveau de gris

5 associé à la trame : $-V_c$

- à la colonne pour les pixels « en attente d'être remplis » : signal inopérant $+V_c$

- à la colonne pour les pixels « déjà remplis » : signal inopérant $-V_c$

10 La trame 1 est consacrée au passage 100%T (blanc) collectif. Puis en mode multiplexé les trames suivantes « remplissent » de U les pixels.

La trame 2 est consacrée au passage des pixels dont l'état final est 100% U (noir).

La trame 3 est consacrée aux pixels à adresser en gris foncé etc... jusqu'au gris le plus clair.

15 Dans cet exemple, les gris sont obtenus dans un premier temps par variation de la valeur de $VL2$, puis pour les gris plus clair en diminuant la durée $T1$.

Bien entendu, dans ce mode multitrames, un grand nombre de combinaisons sont possibles au niveau des variations des paramètres de
20 la tension pixel.

	VL1 Volts	T1 ms	VL2 Volts	T2 ms	Tc ms	Vc gris Volts	Vc «en attente»	Vc « déjà remplis»
Trame 1 (100%T) Blanc	-20	10	0	0	0	0	0	0
Trame 2 (100%U) Noir	-20	3	-12	1.2	1.15	-4	+4	-
Trame 3 Gris 1	-20	3	-11	1.2	1.15	-4	+4	-4

foncé								
Trame 4 Gris 2	-20	3	-10.4	1.2	1.15	-4	+4	-4
Trame 5 Gris 3	-20	3	-10	1.2	1.15	-4	+4	-4
Trame 6 Gris 4	-20	3	-9.6	1.2	1.15	-4	+4	-4
Trame 7 Gris 5	-20	2	-9.6	1.2	1.15	-4	+4	-4
Trame 8 Gris 6 claire	-20	1.2	-9.6	1.2	1.15	-4	+4	-4

Table XI : exemple de paramètres de la tension appliquée aux pixel dans un mode à 8 trames

La figure 37 montre un afficheur BiNem 160x160 , adressé selon le mode décrit précédemment, avec un damier où sur chaque ligne alterne un carré blanc et un carré dont la teinte correspond à un niveau de gris , ainsi que le zoom sur les carrés correspondant aux 8 niveaux inscrits. On peut voir là aussi une maîtrise très uniforme de la proportion de U et T dans tous les pixels. La figure 38 montre un agrandissement de quelques pixels pour une meilleure visibilité de l'effet. On remarque le caractère très rectiligne de la limitation entre les deux textures. La figure 39 donne la réponse optique associée à chaque gris.

Dans cet exemple on remarque également que l' « effet rideau » n'apparaît que le long d'un seul bord et pas selon les deux bords (figure 38). Pour ces expériences, le balayage été effectué dans le sens du flux hydrodynamique (voir figures 2 et 40). En effet pour un afficheur BiNem brossé à 90°, il existe deux sens de balayage possibles : l'un dans la même direction que l'écoulement hydrodynamique, l'autre en sens opposé de l'écoulement hydrodynamique. Si l'on effectue le balayage en sens inverse de l'écoulement, l' « effet rideau » apparaît le long des 2 bords (figure 41) et les niveaux de gris sont plus difficiles à maîtriser,

particulièrement les gris foncés. Il existe donc un sens de balayage préférentiel pour l'obtention d'un « effet rideau » unique : ce sens de balayage préférentiel est identique au sens de l'écoulement hydrodynamique.

- 5 Bien entendu la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particuliers qui viennent d'être décrits, mais s'étend à toute variante conforme à son esprit.

En particulier la présente invention pourra faire application des dispositions enseignées dans le document [3], à savoir en particulier :

- 10 - un dispositif d'adressage d'un écran matriciel cristal liquide nématique bistable à cassure d'ancrage, comprenant des moyens conçus pour appliquer, sur les électrodes de colonne de l'écran, un signal électrique dont les paramètres sont adaptés pour diminuer la tension quadratique moyenne des impulsions pixels parasites à une valeur inférieure à la
- 15 tension de Fréederikzs, afin de réduire les effets optiques parasites de l'adressage,
- un dispositif dans lequel la fin du signal colonne est synchronisé avec la fin de l'impulsion ligne,
- un dispositif dans lequel la durée du signal colonne est inférieure à la
- 20 durée du palier de l'impulsion ligne,
- un dispositif dans lequel la durée du signal colonne est de l'ordre de la moitié de la durée du dernier palier de l'impulsion ligne,
- un dispositif dans lequel le signal colonne a la forme d'un créneau,
- un dispositif dans lequel le signal colonne a la forme d'une rampe,
- 25 - un dispositif dans lequel le signal colonne a la forme d'une rampe qui croît linéairement jusqu'à atteindre une tension maximale, puis est brutalement ramenée à zéro en synchronisme avec la fin de l'impulsion ligne,
- un dispositif dans lequel les signaux électriques appliqués sont adaptés
- 30 pour définir une valeur moyenne nulle du signal pixel,
- un dispositif dans lequel chaque signal de ligne et chaque signal de colonne comprend deux sous-ensembles successifs de configuration identique, mais de polarités opposées,

- un dispositif dans lequel la polarité des signaux de ligne et des signaux de colonne est inversée à chaque changement d'image,
 - un dispositif dans lequel une tension commune est ajoutée aux composantes utiles des signaux ligne et des signaux colonne de sorte
- 5 que les signaux appliqués à chaque pixel présentent deux sous-ensembles successifs de polarités opposées.
- Un dispositif de type matrice active, utilisant des transistors déposés sur verre pour contrôler la commutation des pixels individuellement, tel, par exemple, que décrit dans le document [9].
- 10 Elle pourra également faire application des dispositions enseignées dans le document [4], à savoir en particulier :
- un dispositif d'adressage électrique d'un écran matriciel à cristal liquide nématique bistable et à cassure d'ancrage, comprenant des moyens aptes à appliquer des signaux électriques contrôlés respectivement sur
- 15 des électrodes de lignes et sur des électrodes colonne de l'écran, comprenant des moyens aptes à adresser simultanément plusieurs lignes, à l'aide de signaux de lignes semblables et décalés temporellement d'un délai supérieur ou égal au temps d'application des tensions colonnes, lesdits signaux d'adressage ligne comprenant dans
- 20 une première période au moins une valeur de tension permettant d'effectuer une cassure d'ancrage de tous les pixels de la ligne, puis une deuxième période permettant de déterminer l'état final des pixels composant la ligne adressée, cet état final étant fonction de la valeur de chacun des signaux électriques appliquées sur les colonnes
- 25 correspondantes,
- un dispositif dans lequel
- $$\tau_c \leq \tau_D < \tau_L$$
- relation dans laquelle :
- τ_D représente le décalage temporel entre deux signaux ligne,
- 30 τ_L représente le temps d'adressage ligne comprenant au moins une phase de cassure d'ancrage et une phase de sélection de la texture et τ_c représente la durée d'un signal colonne,

- un dispositif dans lequel le temps d'adressage de x lignes adressées simultanément est égal à

$$\tau_L + [\tau_D \cdot (x-1)]$$

relation dans laquelle :

- 5 τ_D représente le décalage temporel entre deux signaux ligne, et τ_L représente le temps d'adressage ligne comprenant au moins une phase de cassure d'ancrage et une phase de sélection de la texture,
- un dispositif dans lequel les lignes adressées simultanément en recouvrement temporel sont des lignes adjacentes,
- 10 - un dispositif dans lequel les lignes adressées simultanément en recouvrement temporel sont des lignes espacées spatialement,
- un dispositif dans lequel des moyens aptes à adresser simultanément les lignes i modulo j, soit les lignes i, i+j, i+2j, etc ..., en prévoyant un signal ligne de durée $\tau_L = j\tau_D$, en décalant temporellement de τ_D deux
- 15 signaux de ligne successifs appliqués simultanément et en décalant de τ_L les blocs successifs de signaux ligne appliqués simultanément,
- un dispositif dans lequel x lignes consécutives sont adressées simultanément avec un décalage temporel τ_D d'une ligne à l'autre, les signaux colonne correspondant à chaque ligne sont envoyés
- 20 séquentiellement tous les τ_D et chaque signal ligne a une durée globale au moins égale à $\tau_L = x\tau_D$,
- un dispositif dans lequel le début du signal ligne pour la (i+x)ème ligne est synchronisé sur la fin du signal ligne de la ième ligne,
- un dispositif dans lequel les signaux ligne ne représentent pas de
- 25 symétrisation,
- un dispositif dans lequel les signaux présentent une symétrisation trame,
- un dispositif dans lequel la polarisation des signaux ligne est inversée d'une image p à l'image suivante p+1,
- 30 - un dispositif dans lequel la polarité des signaux ligne et la polarité des signaux colonne sont inversées d'une image p à l'image suivante p+1,
- un dispositif dans lequel la polarité de deux signaux ligne successifs, est inversée,

- un dispositif dans lequel la polarité de deux signaux ligne successifs, et respectivement de deux signaux colonne successifs, est inversée,
 - un dispositif dans lequel le nombre de lignes adressées à la fois est au moins égal à
- 5 $x_{opt} = \text{partie entière } [\tau_L / \tau_D]$
relation dans laquelle :
- τ_D représente le décalage temporel entre deux signaux ligne, et
 τ_L représente le temps d'adressage ligne comprenant au moins une phase de cassure d'ancrage et une phase de sélection de la texture,
- 10 - un dispositif dans lequel les signaux présentent une symétrisation ligne,
- un dispositif dans lequel chaque signal ligne comprend deux séquences successives adjacentes présentant des polarités respectivement opposées,
- 15 - un dispositif dans lequel le signal colonne est scindé en deux séquences dont la fin est synchronisé sur la fin respectivement de la première séquence et de la deuxième séquence du signal ligne associé, la polarité des deux séquences du signal colonne étant également inversée,
- 20 - un dispositif dans lequel la fin du signal colonne est synchronisée sur la fin de la deuxième séquence du signal ligne associé,
- un dispositif dans lequel la polarité de deux signaux ligne successifs, est inversée,
 - un dispositif dans lequel la polarité de deux signaux ligne successifs, et respectivement de deux signaux colonne successifs, est inversée,
- 25 - un dispositif dans lequel le nombre de lignes adressées à la fois est au moins égal à
- $x_{opt} = \text{partie entière } [2. \tau_L / \tau_D]$
relation dans laquelle :
- 30 τ_D représente le décalage temporel entre deux signaux ligne, et
 τ_L représente le temps d'adressage ligne comprenant au moins une phase de cassure d'ancrage et une phase de sélection de la texture,

- un dispositif dans lequel le signal colonne est choisi dans le groupe comprenant : un signal colonne de durée inférieure ou égale à la durée du dernier plateau du signal ligne, un signal colonne de durée τ_C égale à τ_D et un signal colonne de durée τ_C inférieure à τ_D , τ_D représentant le
- 5 décalage temporel entre deux signaux ligne, tandis que τ_C représente la durée du signal colonne.

La présente invention pourra également faire application, que ce soit en particulier pour les signaux avec adressage en une ou deux

10 étapes, des dispositions enseignées dans le document [10], à savoir notamment:

- un dispositif d'affichage comprenant des moyens d'adressage aptes à générer et à appliquer sur chacun des pixels de l'écran matriciel, des signaux de commande comprenant des flancs ascendants en pente, de
- 15 préférence des flancs ascendants en pente qui présentent une pente de $0.1 \text{ V} / \mu\text{s}$ à $0.005 \text{ V} / \mu\text{s}$.
- un dispositif comprenant des moyens d'adressage adaptés pour générer des signaux comprenant deux phases : une première phase de cassure de l'ancrage, et une deuxième phase de sélection.
- 20 - un dispositif dont les moyens d'adressage sont adaptés pour générer, pour l'obtention d'une texture uniforme, des signaux pour lesquels la chute entre deux paliers successifs du front descendant de la phase de sélection ne dépasse pas une valeur seuil critique ΔV , tandis que pour l'obtention d'une texture tordue, le front descendant comprend au moins
- 25 une chute brusque supérieure à la valeur seuil critique ΔV .
- un dispositif dans lequel le flanc ascendant présente une durée τ_R de $200 \mu\text{s}$ à 4 ms .
- un dispositif dans lequel le flanc ascendant présente une durée τ_R supérieure à $300 \mu\text{s}$.
- 30 - un dispositif dans lequel les signaux d'adressage et de commande comprennent également des flancs descendants en pente à la fin d'une phase de cassure d'ancrage.

- un dispositif dans lequel la pente du flanc descendant est du même ordre de grandeur que le flanc ascendant.
 - un dispositif dans lequel chaque pixel est commandé par un composant, par exemple un transistor, susceptible d'être commuté entre deux états
- 5 respectivement passant et non passant.

La présente invention s'étend également aux combinaisons de caractéristiques précitées.

Dans le cadre de la présente invention, les deux textures qui diffèrent d'environ 180° ne sont pas nécessairement l'une uniforme ou

10 faiblement tordue (soit proche de 0°) et l'autre proche du demi tour (soit proche de 180°). En effet dans le cadre de la présente invention l'on peut prévoir des torsions différentes pour ces deux textures, par exemple 45° et 225° .

DOCUMENTS CITES

- 15 Doc [1] : FR 2 740 894
- Doc [2] : C .Joubert , proceeding SID 2002, p. 30-33
- Doc [3] : FR 2 835 644
- Doc [4] : FR 2 838 858
- Doc [5] : FR 2 824 400
- 20 Doc [6] : M. Giocondo, I. Lelidis, I. Dozov, G. Durand, Eur. Phys. J. AP 5, 227 (1999)..
- Doc [7] : I. Dozov, Ph. Martinot-Lagarde, Phys. Rev. E., 58, 7442 (1998).
- Doc [8] : FR 2 824 400
- 25 Doc [9] : FR 2 847 704
- Doc[10] : FR 0302074

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'affichage matriciel à cristal liquide nématique bistable dans lequel le passage dans l'un au moins des deux états
5 bistables est opéré par déplacement du cristal liquide parallèlement aux surfaces du dispositif, caractérisé par le fait qu'il comprend un système d'adressage des différents éléments de l'afficheur, tel qu'il ne commute pas simultanément deux éléments contigus situés dans le sens de l'écoulement de la matière.
- 10 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les lignes adressées du dispositif sont inclinées par rapport au sens de l'écoulement du cristal liquide.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que les lignes adressées sont perpendiculaires au sens de
15 l'écoulement du cristal liquide.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le sens d'orientation des molécules de cristal liquide est incliné par rapport aux lignes adressées.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par
20 le fait que le sens d'orientation des molécules de cristal liquide est perpendiculaire aux lignes adressées.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le sens d'orientation des molécules de cristal liquide est incliné de l'ordre de 45° par rapport aux lignes adressées.
- 25 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le sens d'orientation des molécules de cristal liquide est incliné de l'ordre de 60° par rapport aux lignes adressées.
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'orientation des molécules est obtenue à l'aide de l'un des
30 moyens choisis dans le groupe comprenant : un brossage, une couche de polymère activée sous lumière polarisée, un dépôt orienté par évaporation sous vide, un réseau.

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens aptes à appliquer des signaux de commande adaptés pour contrôler l'intensité du déplacement du cristal liquide et contrôler progressivement l'étendue de l'un des deux états stables à l'intérieur de chacun des pixels, afin de générer des niveaux de gris contrôlés à l'intérieur de chacun de ceux-ci.

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que lesdits moyens sont adaptés pour moduler l'un au moins des paramètres des signaux de commande pour contrôler les niveaux de gris générés.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour moduler l'un au moins des paramètres des signaux de colonne.

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour moduler le niveau de tension des signaux de commande.

13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour moduler la durée des signaux de commande.

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour moduler la phase de signaux de commande.

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour contrôler la température du dispositif.

16. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour moduler les variables des signaux de commande de pixels régissant la place de la frontière entre deux textures, afin de contrôler un niveau de gris.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé par le fait que lesdits moyens sont adaptés pour moduler des niveaux de tension et des durées respectives.

18. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens adaptés pour moduler la durée de l'intervalle séparant les signaux de commande de ligne entre 10 μ s et 20ms.

5 **19.** Dispositif selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens d'adressage adaptés pour définir l'ensemble d'une image en une seule trame.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour moduler les signaux de
10 colonne.

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour moduler l'un au moins de l'amplitude, la durée ou la phase des signaux de colonne.

22. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisé
15 par le fait qu'il comprend des moyens d'adressage adaptés pour définir l'ensemble d'une image en une seule trame et pour moduler l'amplitude des signaux de colonne.

23. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens d'adressage adaptés pour définir
20 l'ensemble d'une image en une seule trame et pour moduler la durée des signaux de colonne.

24. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens d'adressage adaptés pour définir l'ensemble d'une image en une seule trame et pour moduler la phase
25 des signaux de colonne.

25. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens d'adressage adaptés pour définir l'ensemble d'une image à l'aide de plusieurs trames successives.

26. Dispositif selon la revendication 25, caractérisé par le fait
30 que les moyens d'adressage sont adaptés pour procéder à des modulations de variables par trame.

27. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour procéder à des modulations des paramètres de signaux de ligne.

28. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 27, caractérisé
5 par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour commander l'état des pixels par application de signaux de commande en deux étapes successives.

29. Dispositif selon la revendication 28, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour appliquer des signaux
10 propres à placer l'ensemble des pixels dans un état difficile ou lent dans une première étape.

30. Dispositif selon l'une des revendications 28 ou 29, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour appliquer des signaux propres à placer l'ensemble des pixels dans un
15 état difficile ou lent dans une première étape, puis pour appliquer des signaux propres à placer certains au moins des pixels dans un état facile ou rapide, ou obtenir un niveau de gris recherché dans une deuxième étape.

31. Dispositif selon l'une des revendications 29 ou 30, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour
20 appliquer des signaux de commande simultanément sur l'ensemble des pixels au cours de la première étape.

32. Dispositif selon l'une des revendications 29 ou 30, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour
25 appliquer des signaux de commande simultanément sur certains sous ensembles ou paquets de lignes au cours de la première étape.

33. Dispositif selon l'une des revendications 29 ou 30, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour appliquer des signaux de commande simultanément sur l'ensemble des
30 pixels au cours de la première étape.

34. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 33, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour appliquer des

signaux de multiplexage de lignes de type monoplateau ou biplateau ou multiplateau au cours de la deuxième étape.

35. Dispositif selon l'une des revendications 29 à 33, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour moduler l'un
5 au moins de l'amplitude, de la durée ou de la phase des signaux de colonne au cours de la deuxième étape.

36. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 35, caractérisé par le fait que les moyens d'adressage sont adaptés pour opérer un balayage de l'écran identique au sens de l'écoulement hydrodynamique
10 des molécules de cristal liquide.

37. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 36, caractérisé par le fait qu'il est de type BiNem.

38. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 37, caractérisé par le fait qu'il utilise deux textures dont la torsion diffère de l'ordre de
15 +/- 180°.

39. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 38, caractérisé par le fait qu'il utilise deux textures, l'une uniforme ou faiblement tordue dans laquelle les molécules sont au moins sensiblement parallèles entre elles, et l'autre qui diffère de la première par une torsion de l'ordre de
20 +/- 180°.

40. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 39, caractérisé par le fait qu'il présente une courbe électrooptique en fonction du niveau de tension de commande qui présente un double point d'inflexion et que la tension de commande évolue de part et d'autre du point d'inflexion le
25 plus faible.

41. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 40, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens conçus pour appliquer, sur les électrodes de colonne de l'écran, un signal électrique dont les paramètres sont adaptés pour diminuer la tension quadratique moyenne
30 des impulsions pixels parasites à une valeur inférieure à la tension de Fréederikzs, afin de réduire les effets optiques parasites de l'adressage,

42. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 41, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens aptes à appliquer des signaux

électriques contrôlés respectivement sur des électrodes de lignes et sur des électrodes colonne de l'écran, comprenant des moyens aptes à adresser simultanément plusieurs lignes, à l'aide de signaux de lignes semblables et décalés temporellement d'un délai supérieur ou égal au

5 temps d'application des tensions colonnes, lesdits signaux d'adressage ligne comprenant dans une première période au moins une valeur de tension permettant d'effectuer une cassure d'ancrage de tous les pixels de la ligne, puis une deuxième période permettant de déterminer l'état final des pixels composant la ligne adressée, cet état final étant fonction

10 de la valeur de chacun des signaux électriques appliquées sur les colonnes correspondantes,

43. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 42, caractérisé par le fait des moyens d'adressage aptes à générer et à appliquer sur chacun des pixels de l'écran matriciel, des signaux de commande

15 comprenant des flancs ascendants en pente, de préférence des flancs ascendants en pente qui présentent une pente de $0.1 \text{ V} / \mu\text{s}$ à $0.005 \text{ V} / \mu\text{s}$.

44. Procédé d'affichage à l'aide d'un dispositif matriciel à cristal liquide nématique bistable dans lequel le passage dans l'un au moins

20 des deux états bistables est opéré par déplacement du cristal liquide parallèlement aux surfaces du dispositif, caractérisé par le fait qu'il comprend une étape d'adressage des différents éléments de l'afficheur à l'aide de signaux électriques tels que le dispositif ne commute pas simultanément deux éléments contigus situés dans le sens de

25 l'écoulement de la matière.

Figure 1 :

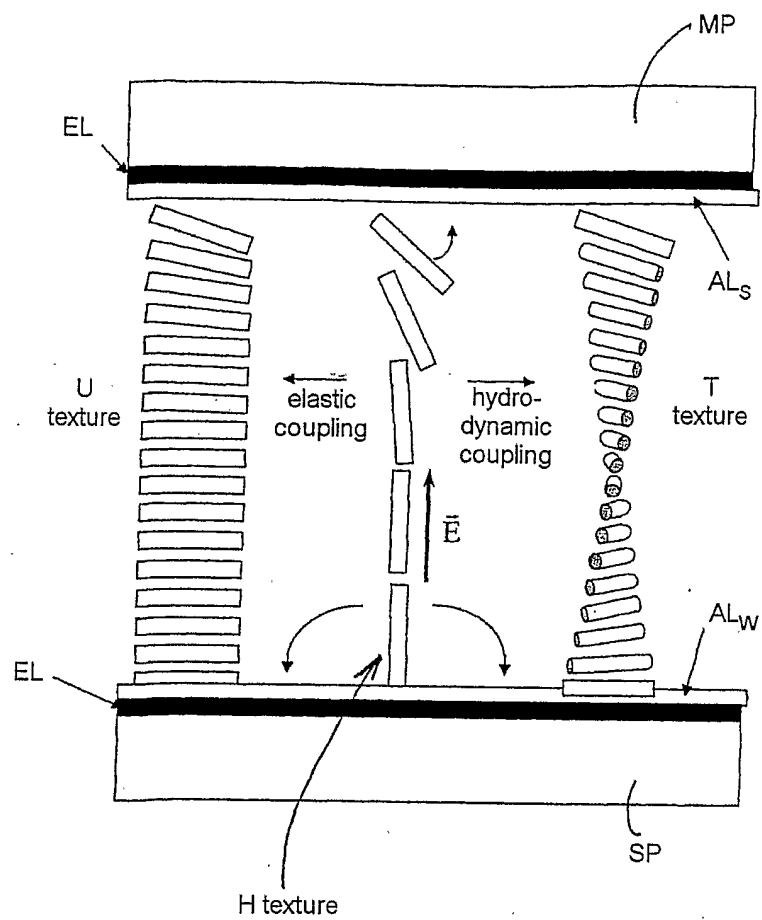


Figure 2 :

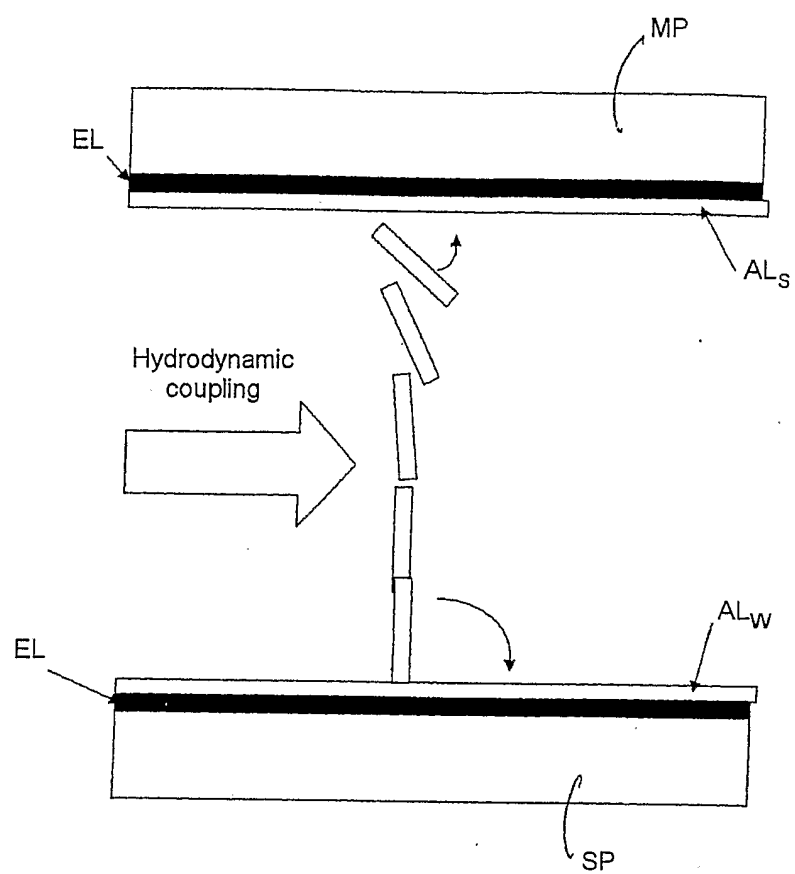


Figure 3:
4-row x 4-column BiNem display according to the prior art.

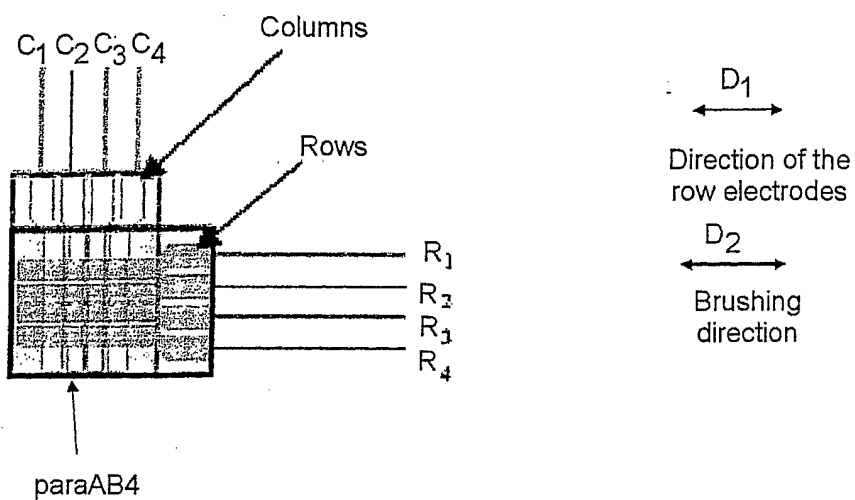


Figure 4 :
Control signals for simultaneous switching of the pixels.

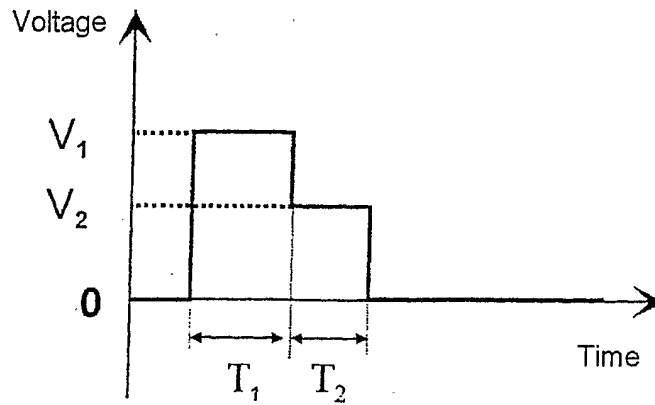


Figure 5 :
Simultaneous switching of all the pixels to the U (white) state or T (black) state.

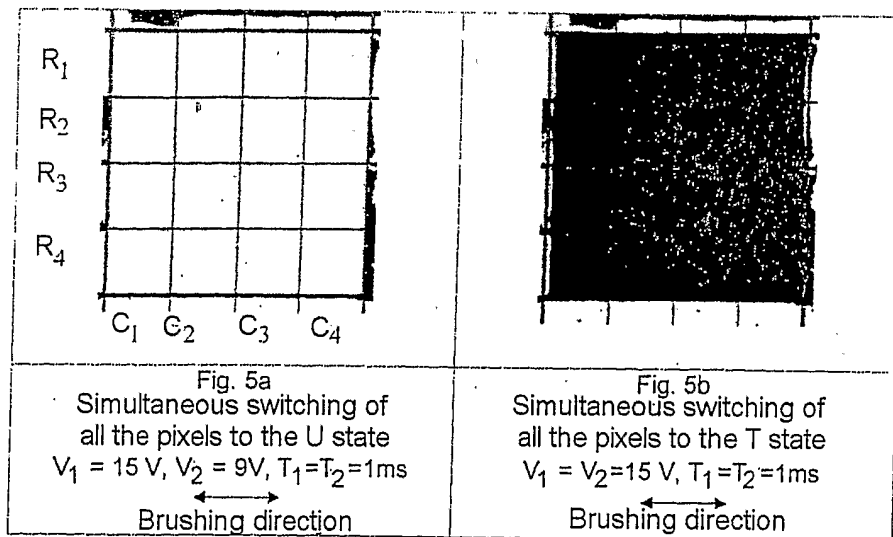


Figure 6:
 Signals used for multiplexing a BiNem display.
 Row signals: V_{1R} , V_{2R} of respective duration T_1 , T_2
 Column signals: V_C of duration T_C .

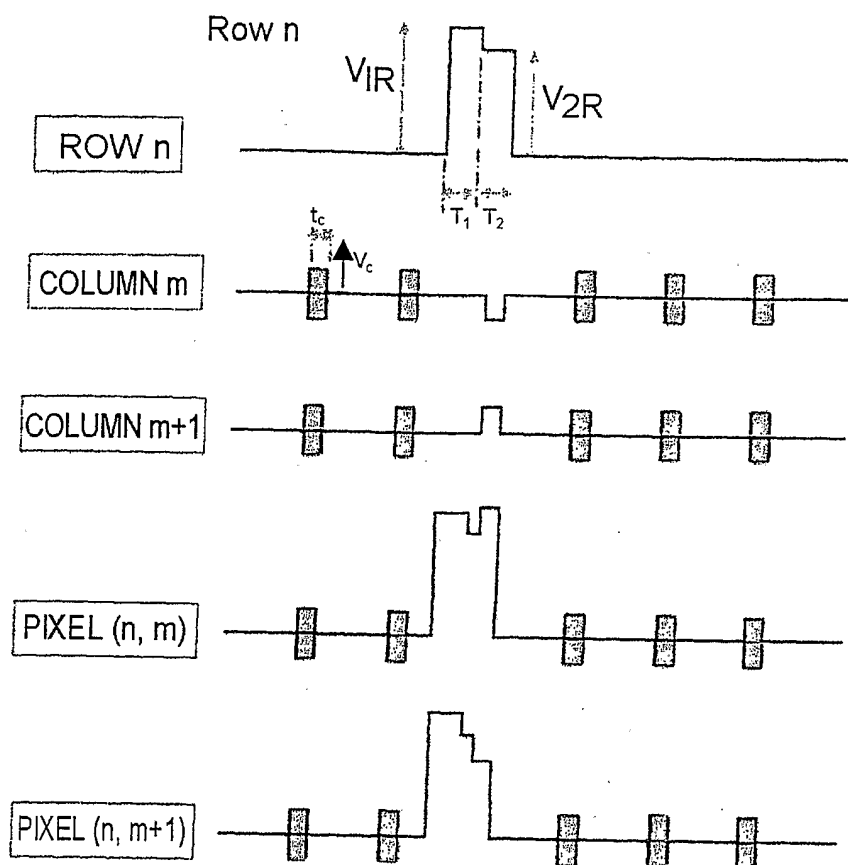
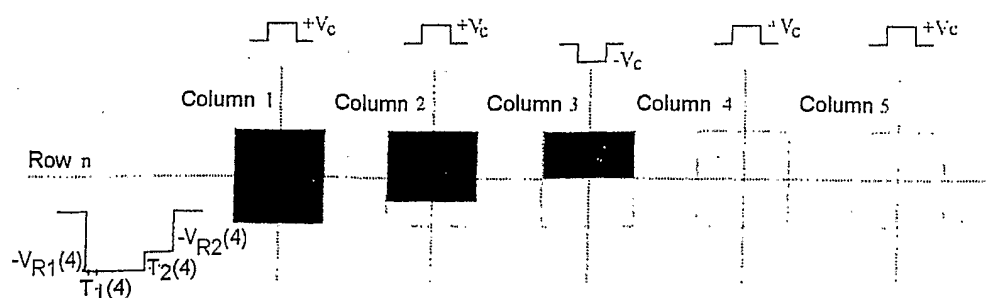


Figure 6 (continuation)

Frame 4: the pixels desired to be in the intermediate grey state are addressed



Frame 5: the pixels desired to be in the lightest grey state are addressed

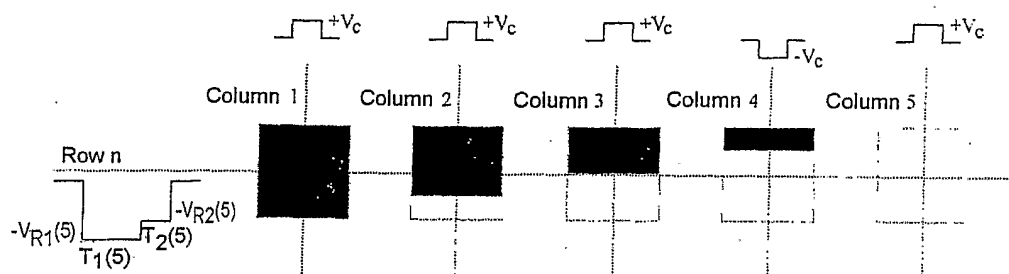


Figure 7:
Test set-up with multiplexing signals.

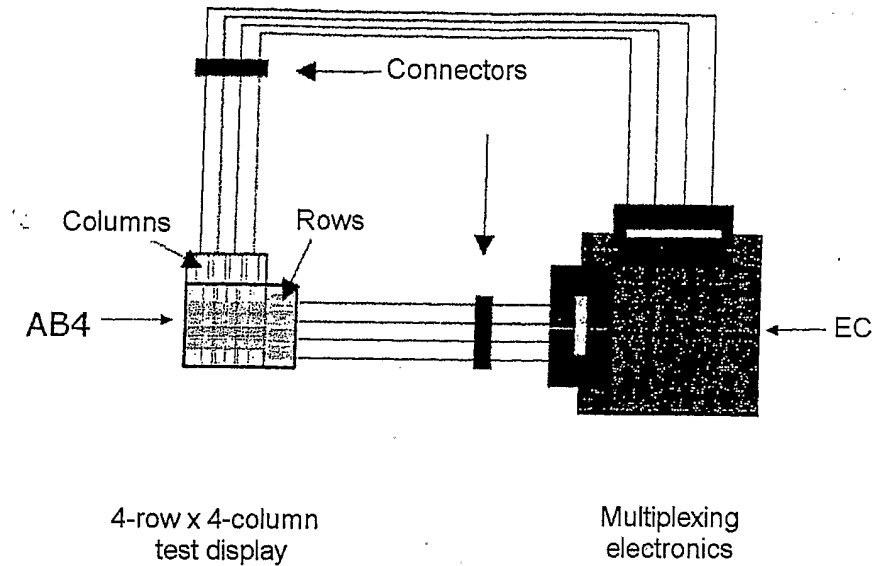


Figure 8:
Pixel switching in a paraAB4 BiNem display in multiplexed mode.

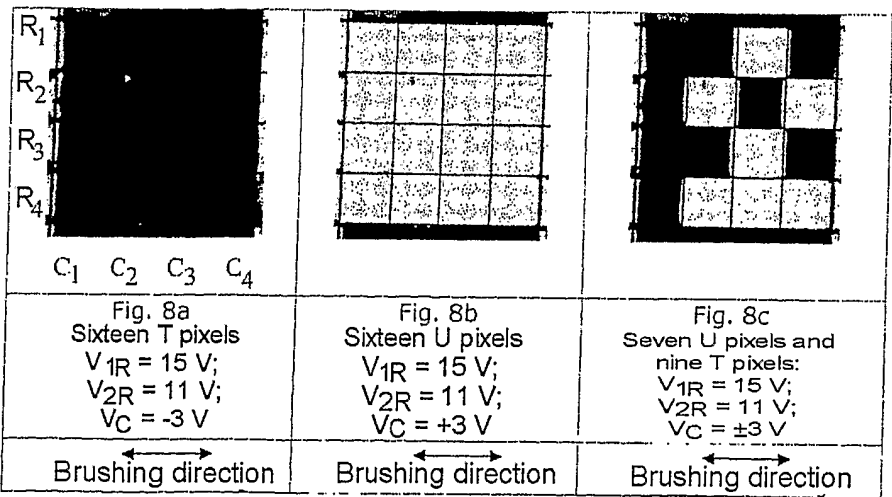


Figure 9:

Detail of the pixel edge defects on either side of a pixel in the brushing direction.

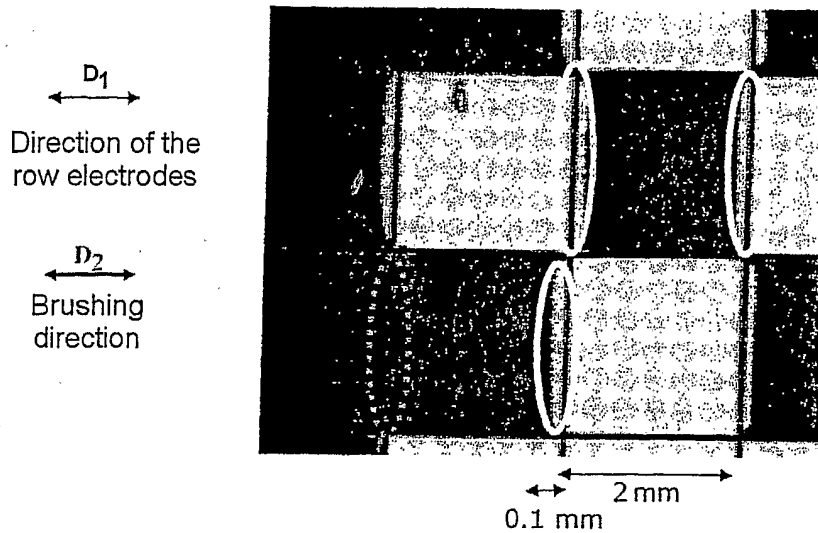


Figure 10 :

"Left-right" switching defect on pixels of the 160-row x 160-column display in reflective mode: the black state is the U state and the white state is the T states

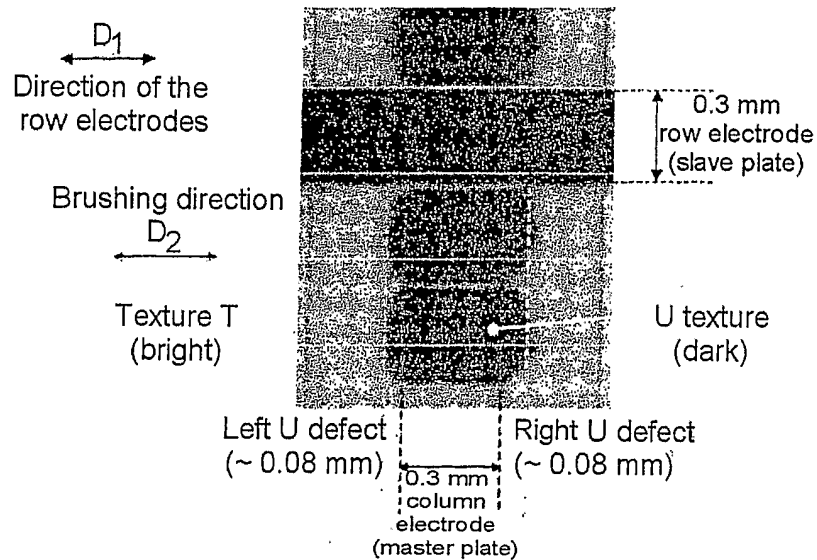


Figure 11:
Reference frame and velocity v of the liquid crystal.

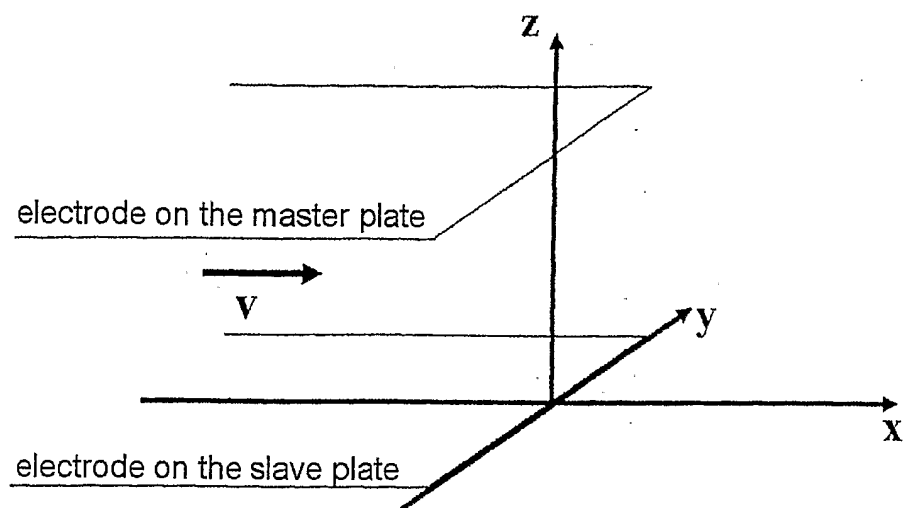


Figure 12:
Velocity v of the liquid crystal placed at various distances z from the slave plate as a function of the distance from the pixel edge.

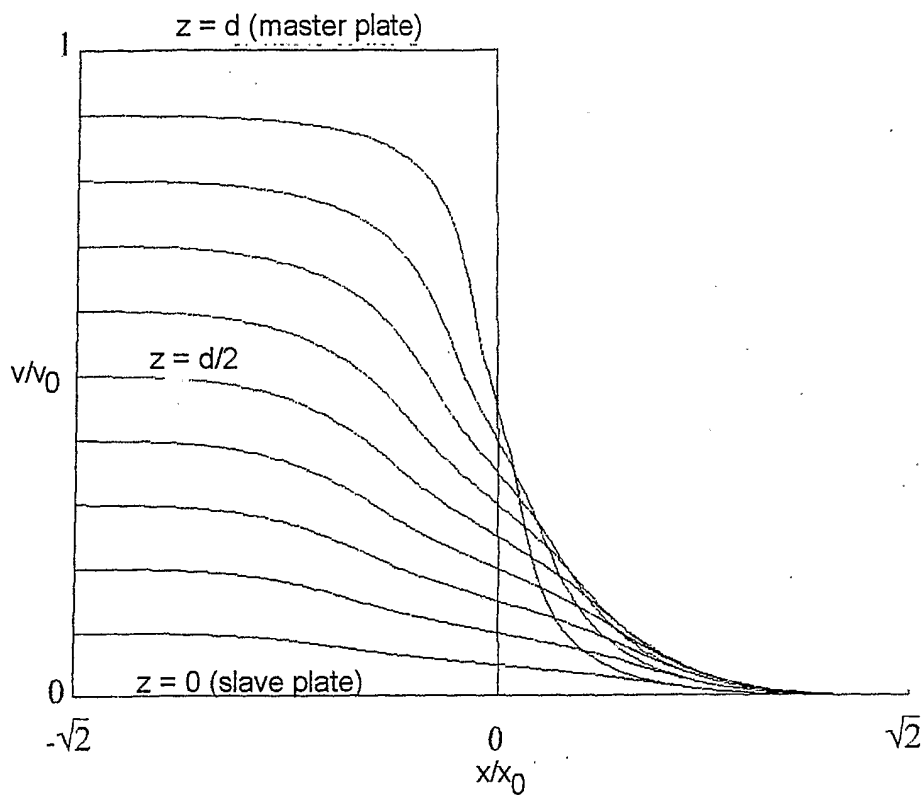


Figure 13:
"Orthogonal" 4-row x 4-column BiNem display according to the invention

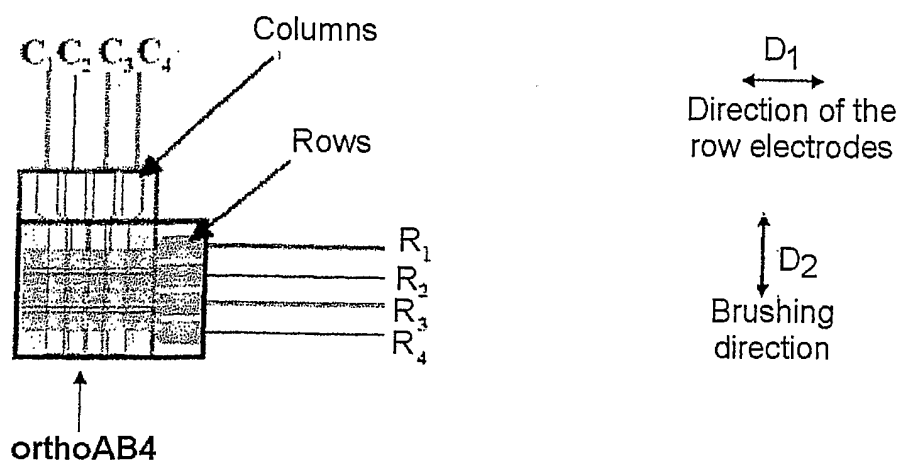


Figure 14:
Switching of the pixels in multiplexed mode with an
orthogonal BiNem display.

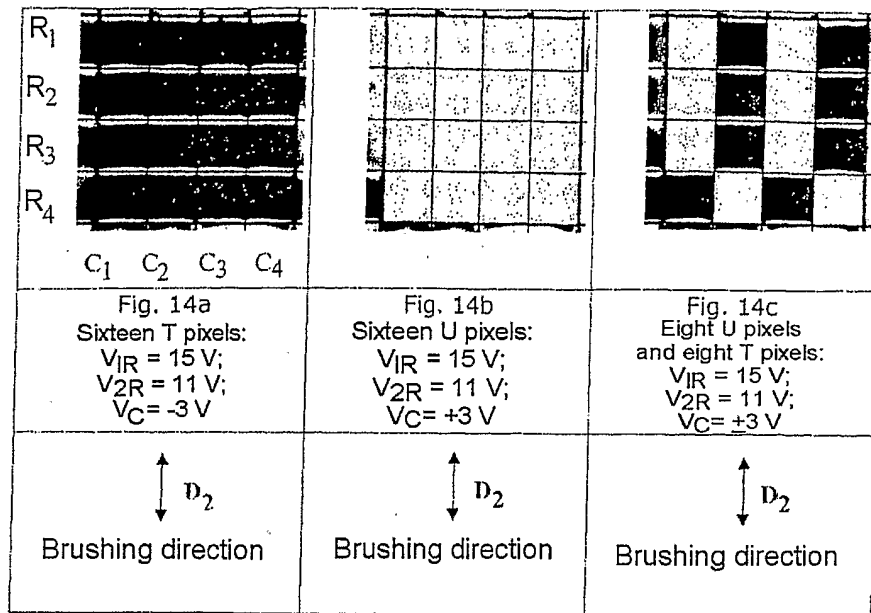


Figure 15 :
Detail of the pixel edge defects. They appear along the two edges,
perpendicular to the brushing direction, of all the pixels that switch to the T State.

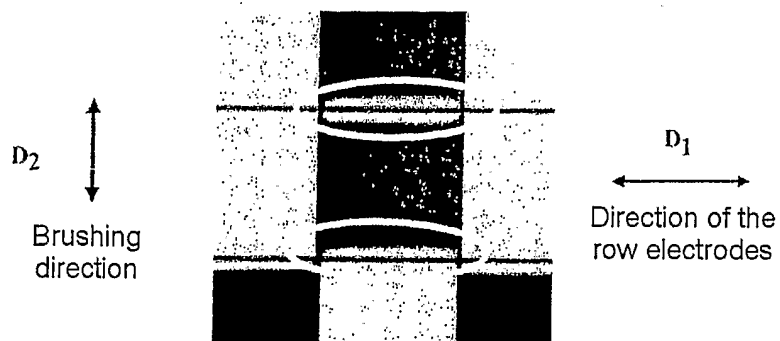


Figure 16:
45°-brushed 4-row x 4-column BiNem display.

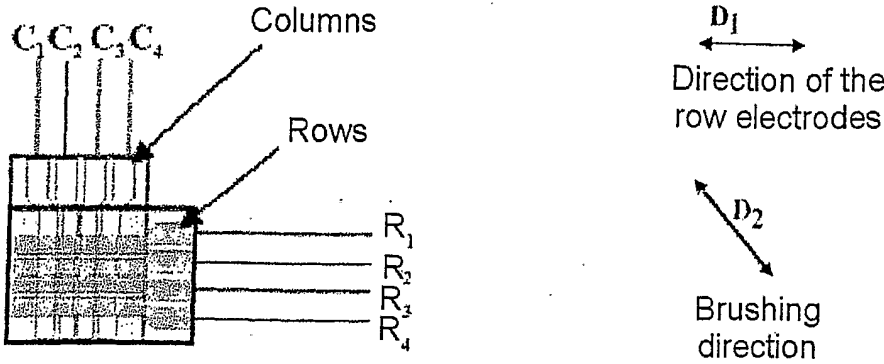


Figure 17:
Switching of the pixels in multiplexed mode with a 45°-brushed BiNem display.

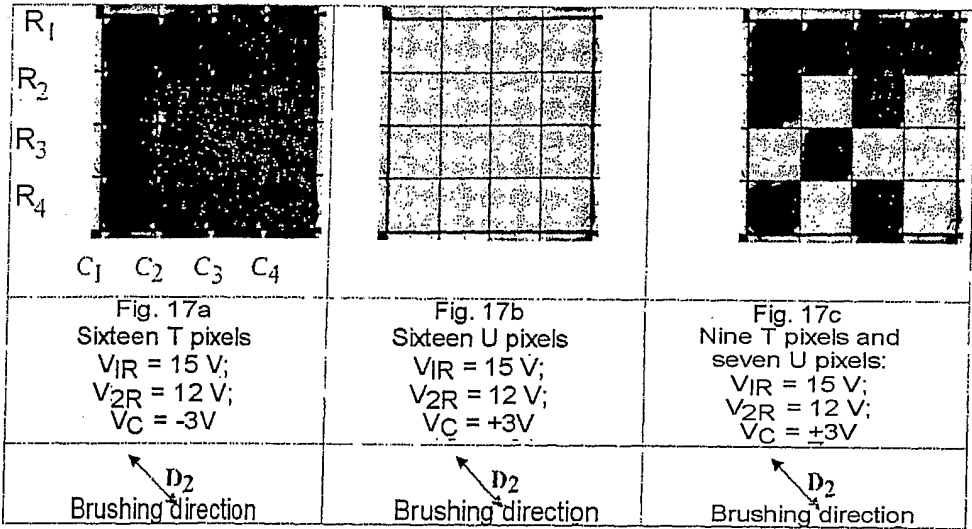


Figure 18:
Detail of the pixel edge defects for a 45°-brushed BiNem display.

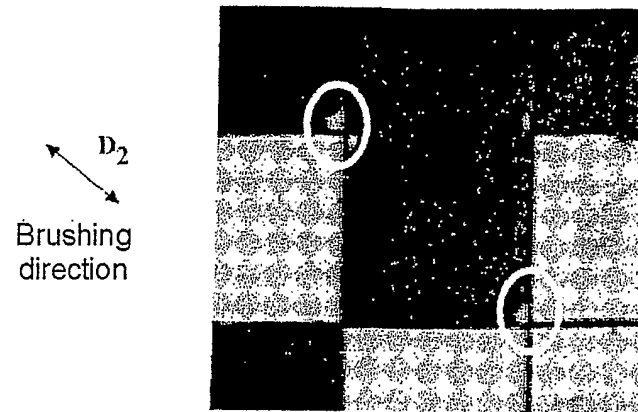
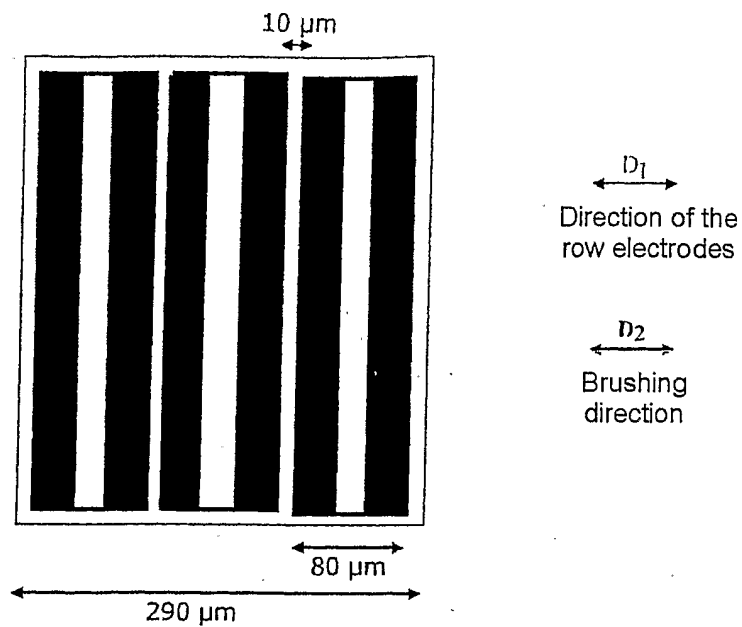


Figure 19:

Geometric advantage of a "top-bottom" edge affect according to the invention.

19a: "left-right" edge effect



19b: "top-bottom" edge effect

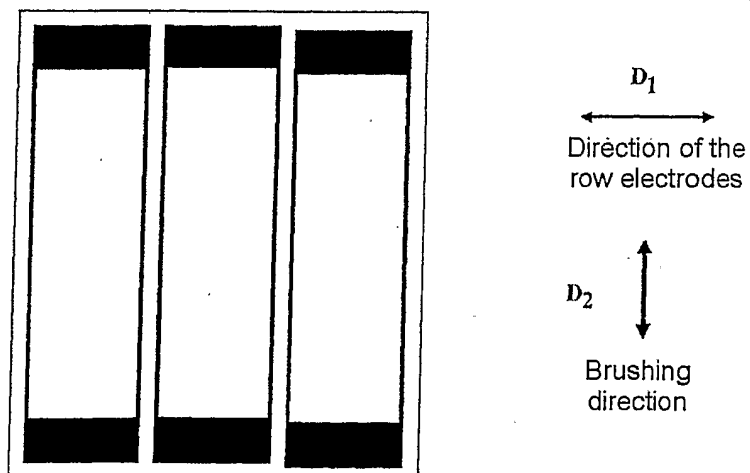


Figure 20:

Electrooptic curve for a BiNem display with both the two possible, "left" and "right", multiplexing operating points.

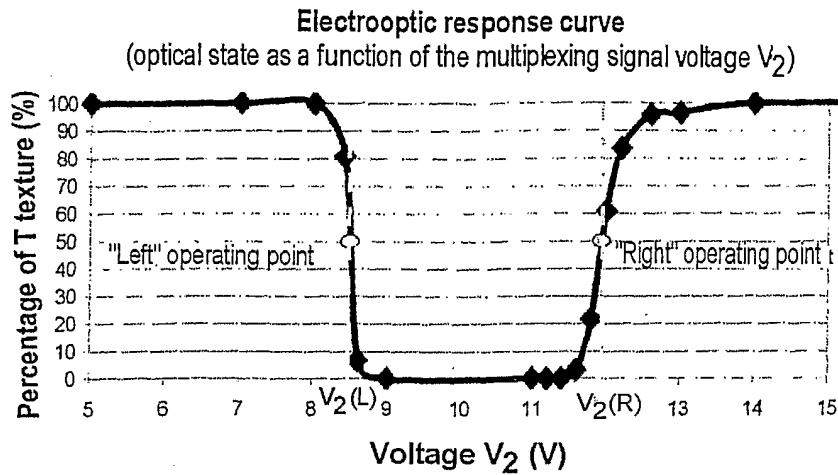
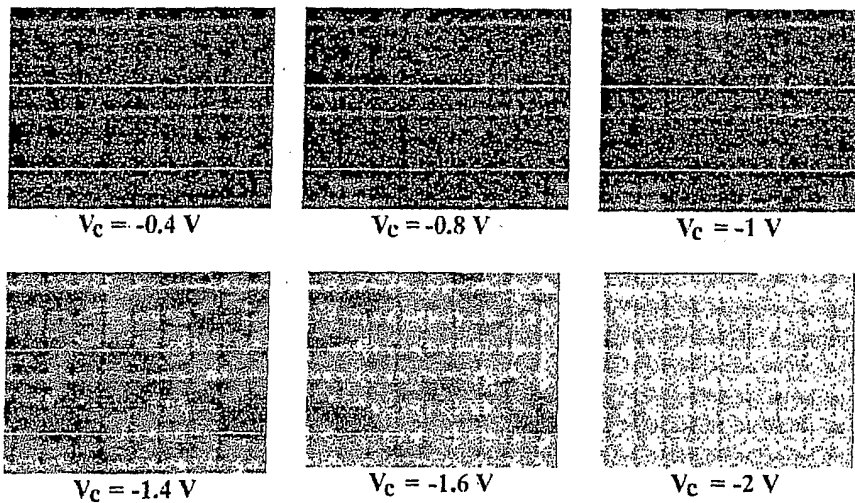


Figure 21 :

Optical state of the pixels of a 160x480 display according to the prior art ("parallel" brushing) as a function of the column voltage addressed by the signals defined in Table I: "on" (light) T texture; "off" (dark) U texture



Direction of the
row electrodes

Figure 22 :

Optical state of the pixels of a 160x480 display according to the prior art ("parallel" brushing) as a function of the duration of the column voltage addressed by the signals defined in Table II: "on" (light) T texture; "off" (dark) U texture.

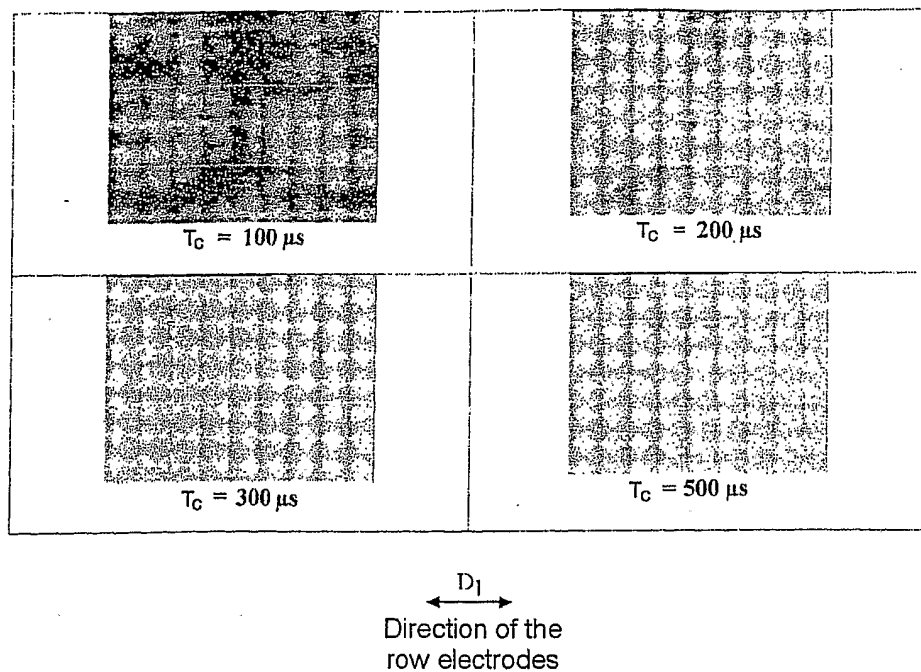


Figure 23:

Example of the modulation of the column signal parameters for producing grey levels by the "curtain effect" according to the invention:

a: modulation of the amplitude V_C

b: modulation of the duration T_C

c: modulation of the phase ΔT_C

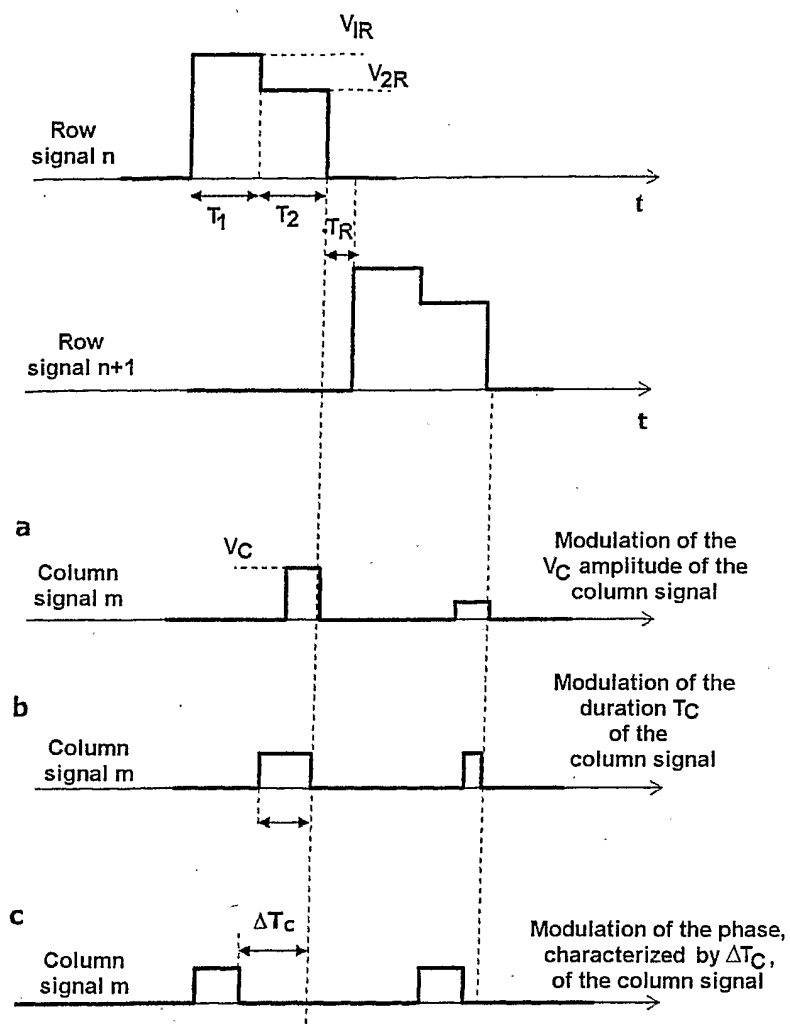


Figure 24:
Principle of grey level production according to the invention.

☐ White = T

■ Black = U

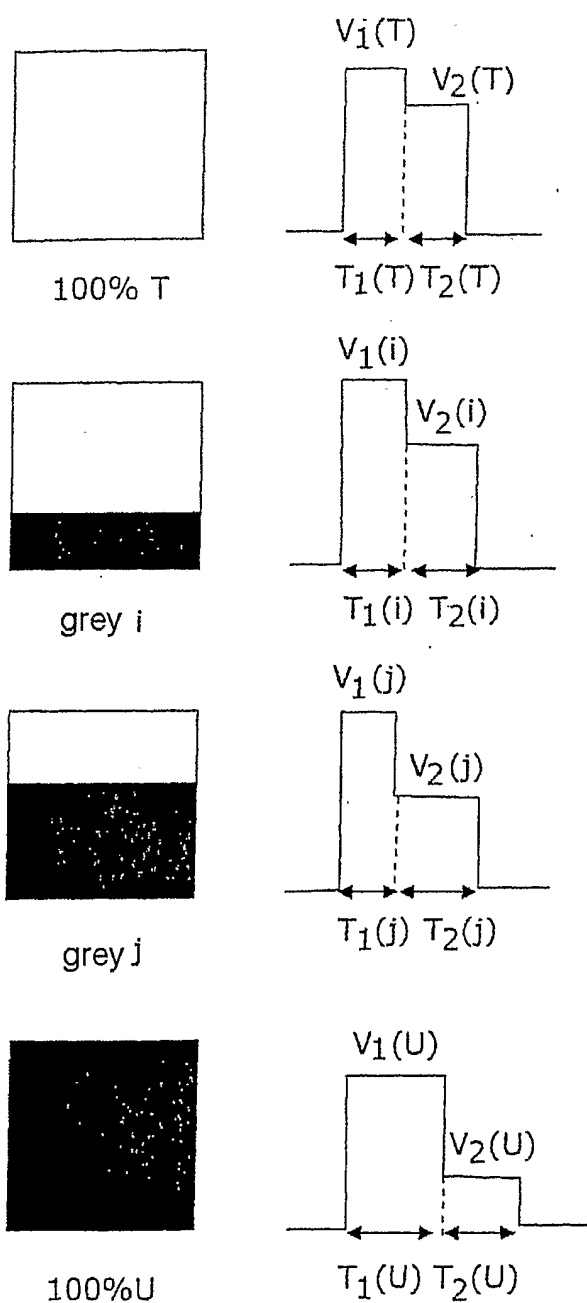


Figure 25:

Optical state of the pixels of a 160x480 display according to the invention as a function of the column voltage addressed by the signals defined in Table III: "on" (light) T texture; "off" (dark) U texture.

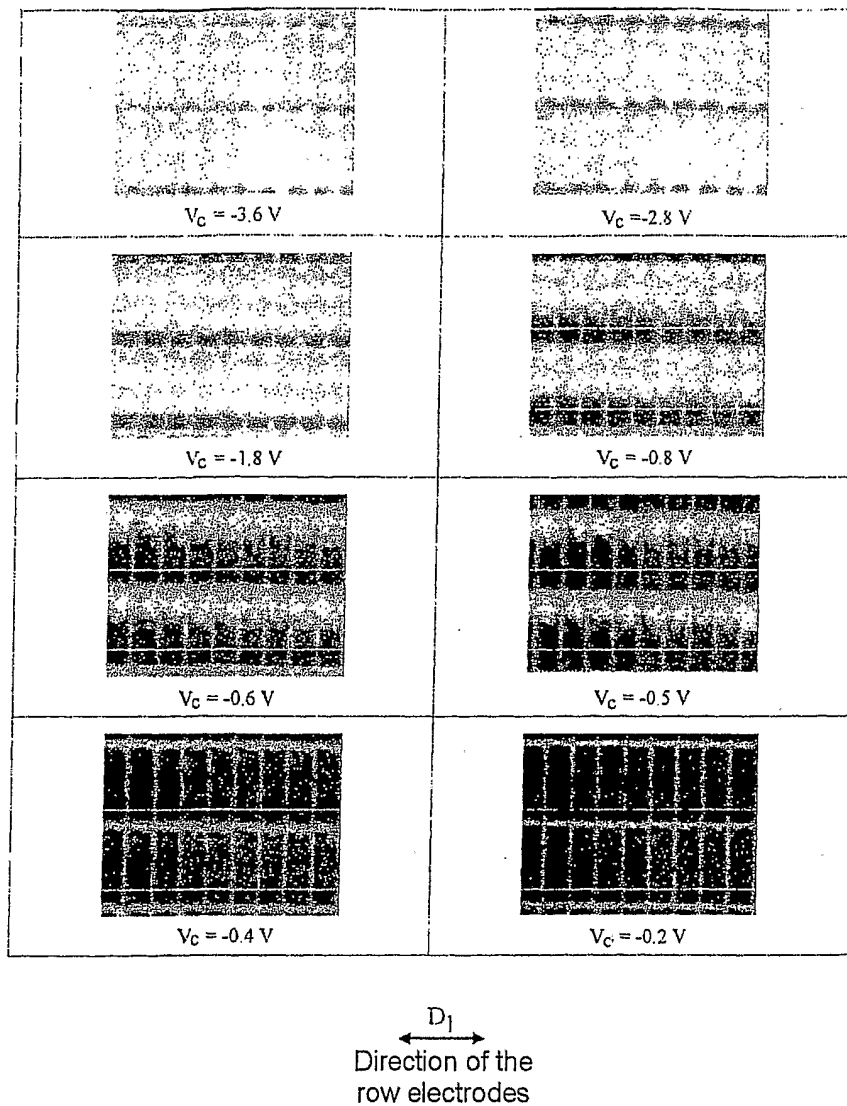


Figure 26:
Curve of the optical response as a function of the column voltage.

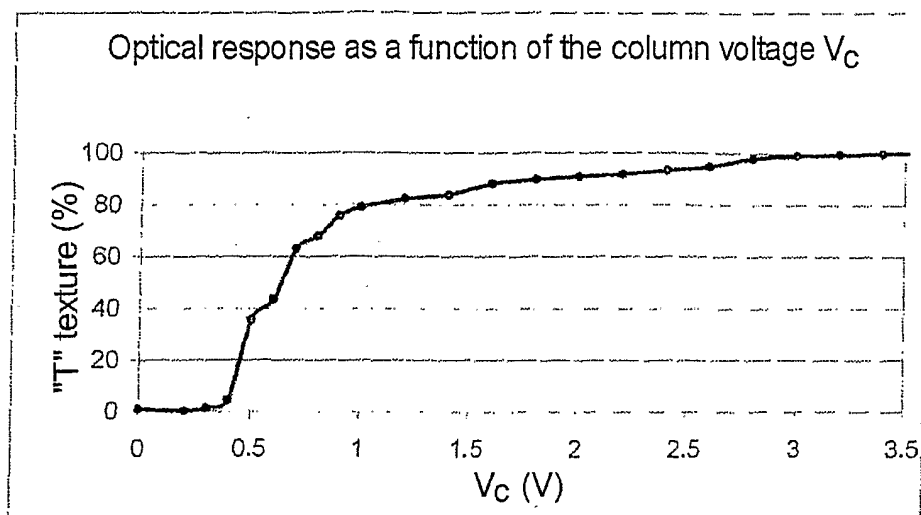
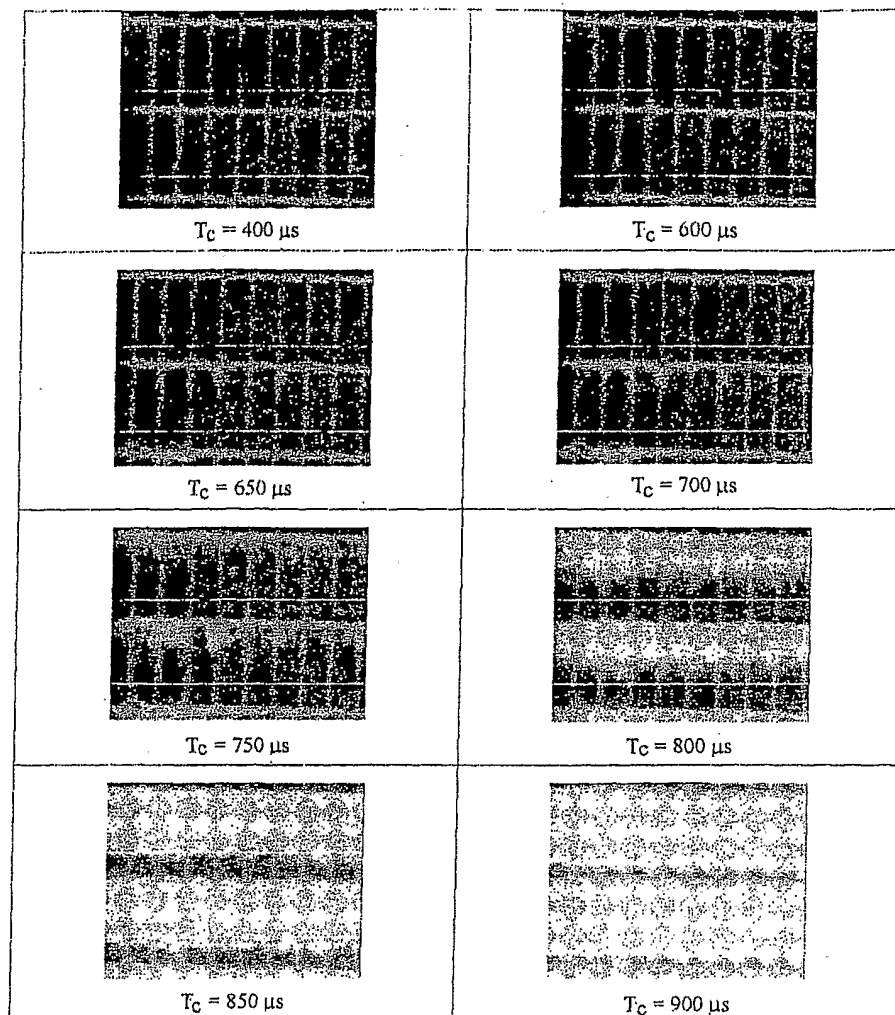


Figure 27:

Optical state of the pixels of a 160x480 display according to the invention as a function of the duration of the column signal.



D_1
↔

Direction of the
row electrodes

Figure 28 :
Optical response curve as a function of the column signal voltage.

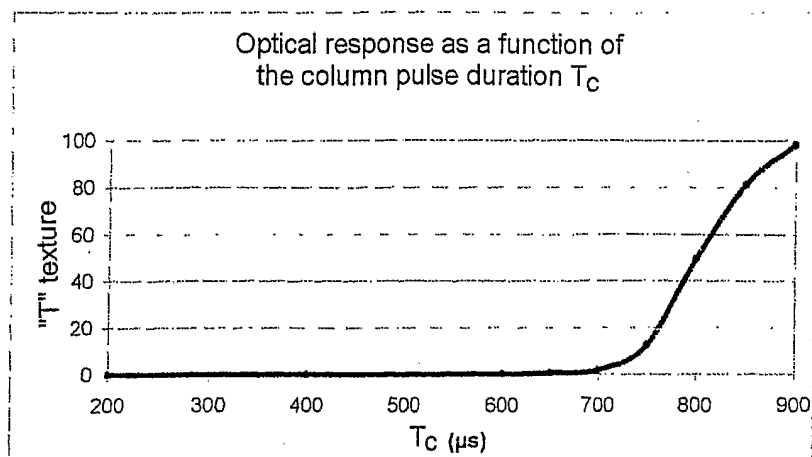
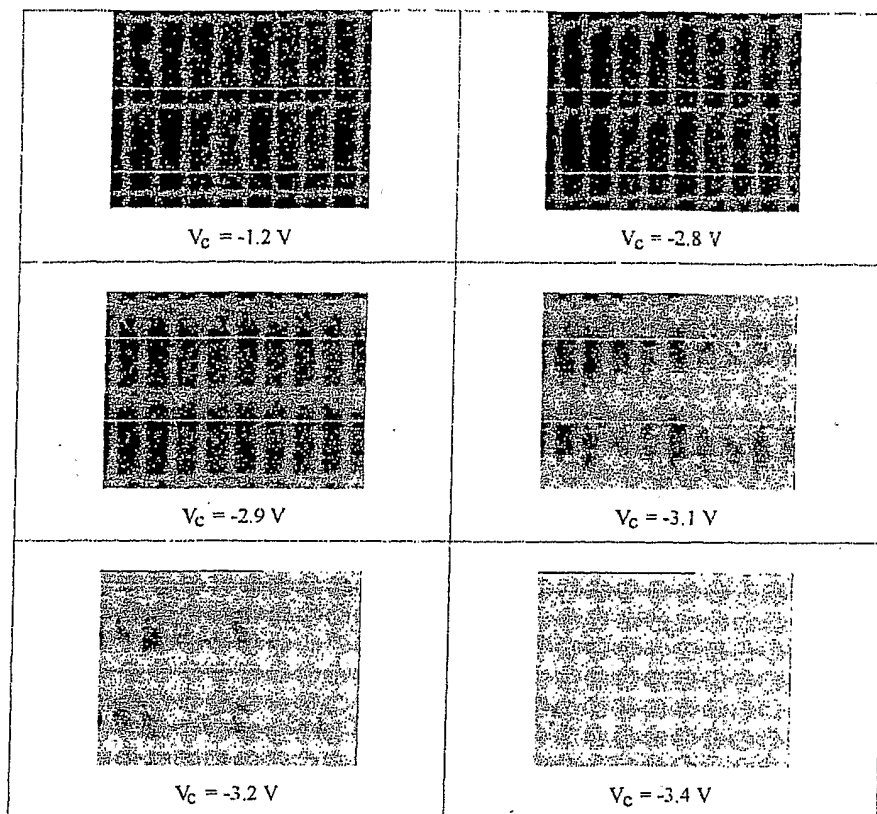


Figure 29 :

Optical state of the pixels of a 160x480 pixel BiNem display brushed at 60° to the direction of the row electrodes as a function of the column voltage.



Direction of the
row electrodes

Figure 30:

Example of row signals for a BiNem display addressed in two-step mode according to the invention. Example of a signal V_{simul} of the one stage "T-setting" type and two-stage multiplexing signals.

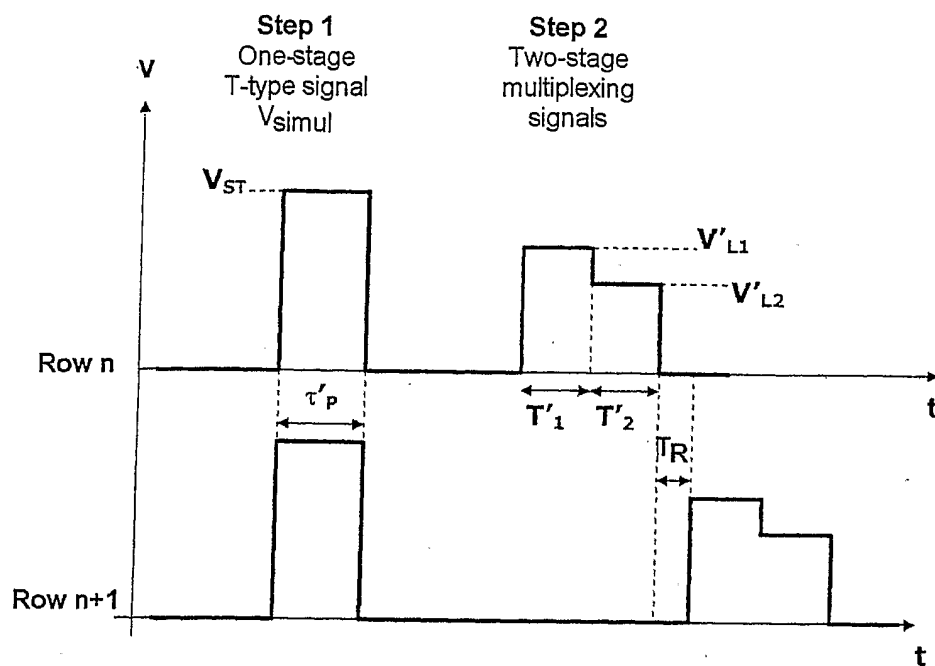


Figure 31:

Example of row signals for a BiNem display addressed in two-step mode according to the invention. Example of a signal V_{simul} of the one stage "T-setting" type and two-stage multiplexing signals.

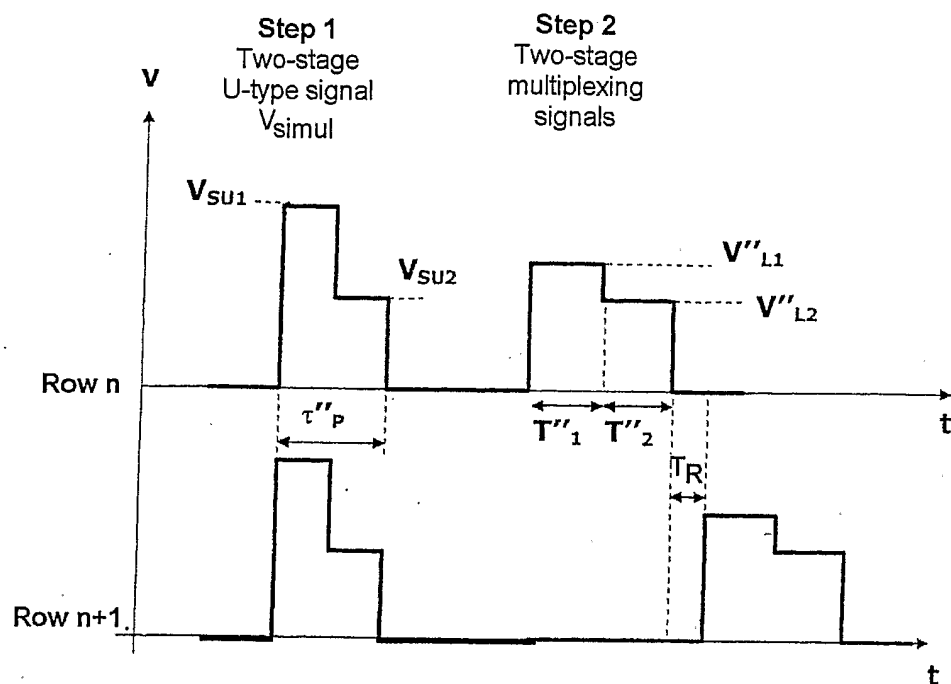


Figure 32 :

Example of row signals for a BiNem display addressed in two-step mode according to the invention. Example of a one-stage "T setting"-type signal V_{simul} and one-stage multiplexing signals.

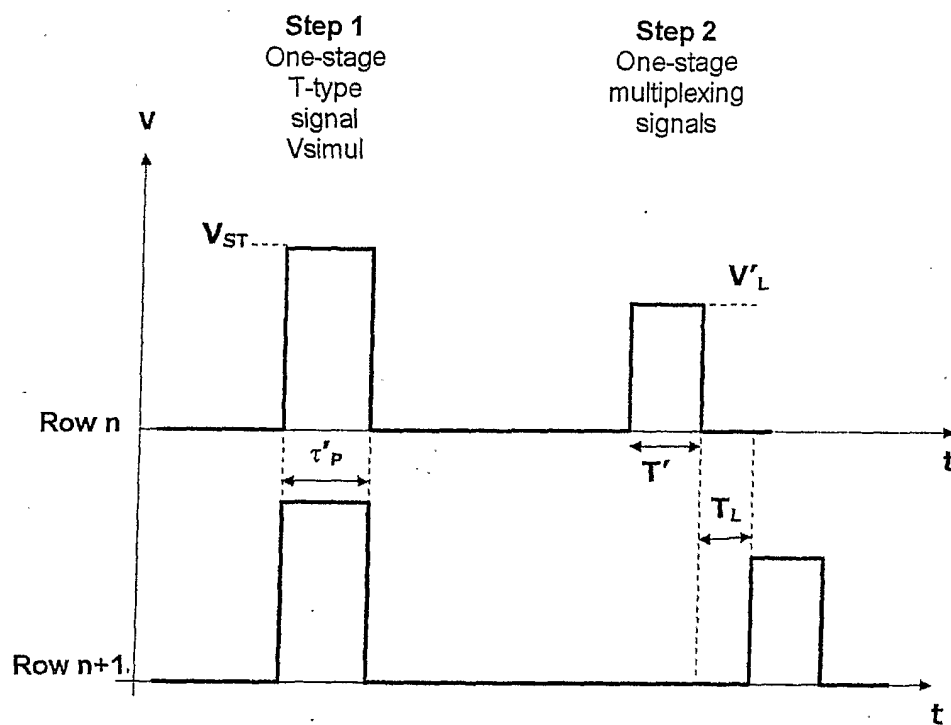


Figure 33 :
Example of row signals for a BiNem display addressed in two-stage mode according to the invention. Example of a ramped "U-setting"-type signal V_{simul} and one stage multiplexing signals

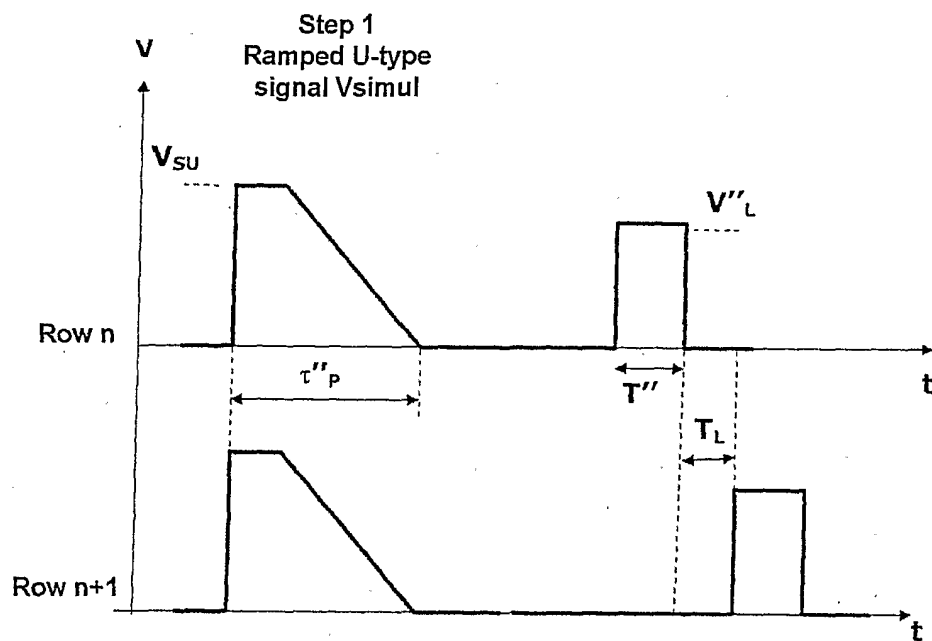


Figure 34 :

Exemple of row signals for a BiNem display addressed in two-stage mode according to the invention as described in Figure 33: 4x4 pixel BiNem display. The U texture is the "on" (light) state and the T texture is the "off" (dark) state.

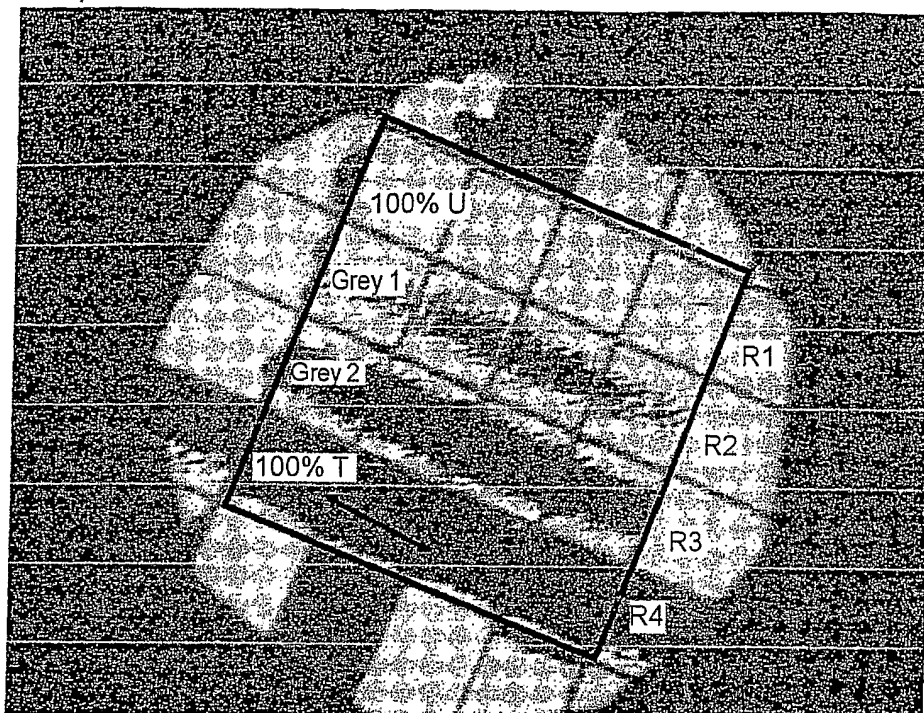


Figure 35 :

Example of row signals for a BiNem display addressed in two-stage mode according to the invention as described in Figure 33. Optical response curve as a function of the voltage of the signal applied to the pixel.

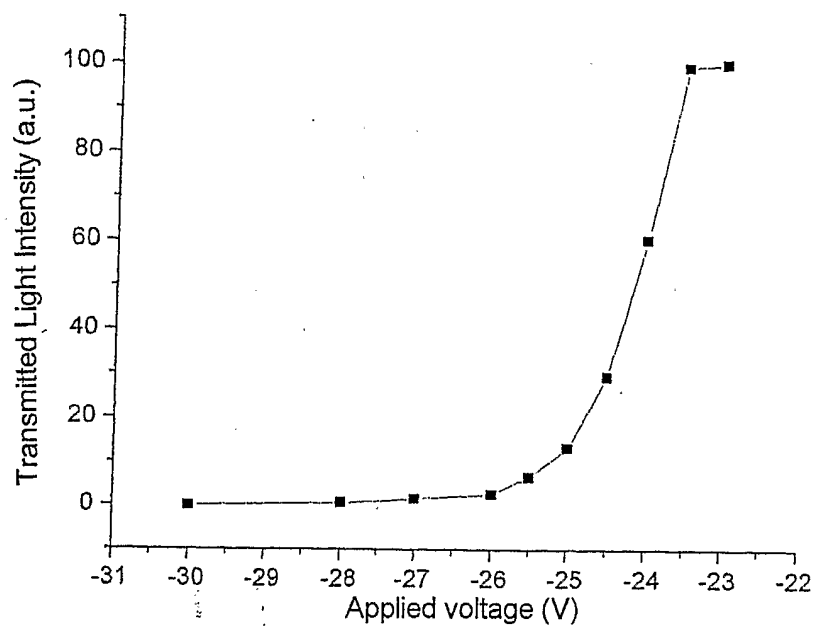


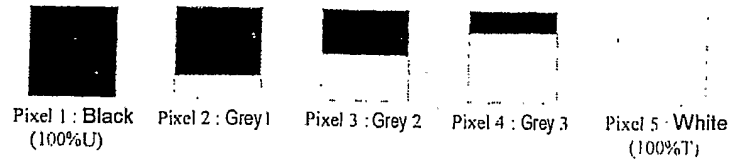
Figure 36 :

Example of grey level formation by the "curtain effect" in multiframe mode.

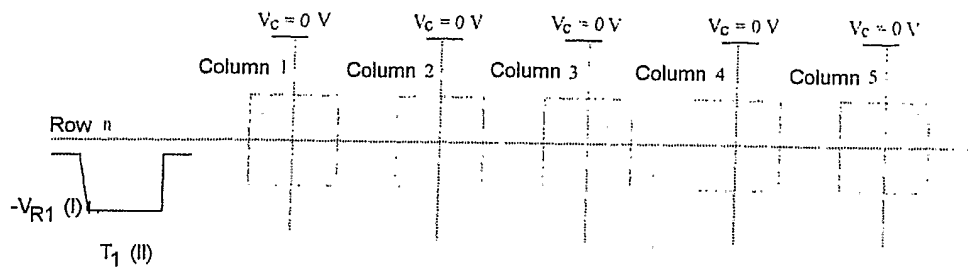
The inoperative signal for the "on-hold, to be filled" pixels and the "already-filled" pixels is $+V_c$ on the column. Five-frame example: the white is given by T and the black by U.

Objective: to write the following 5 pixels onto row m:

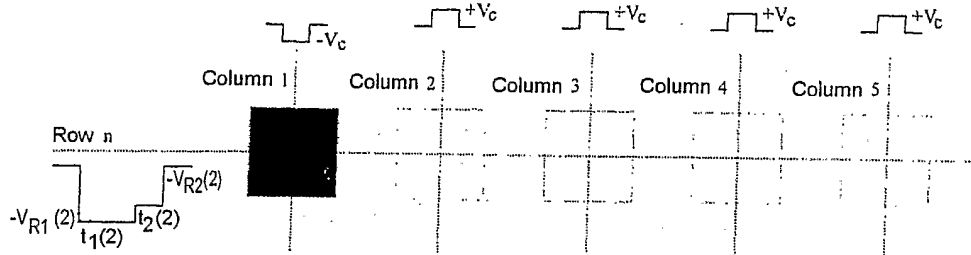
Objective:
row m



Frame 1: all the pixels in 100% T(White) [in simultaneous mode]



Frame 2: the pixels destined to be in the 100% U (black) state are addressed



Frame 3: the pixels desired to be in the darkest grey state are addressed

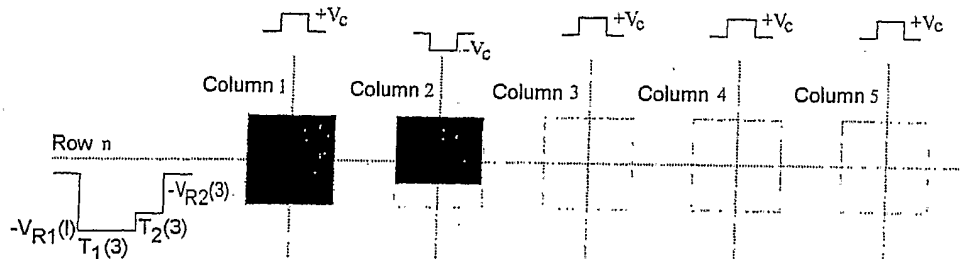


Figure 37 :
160X160 BiNem display addressed in multiframe mode
(8 frames in this example)

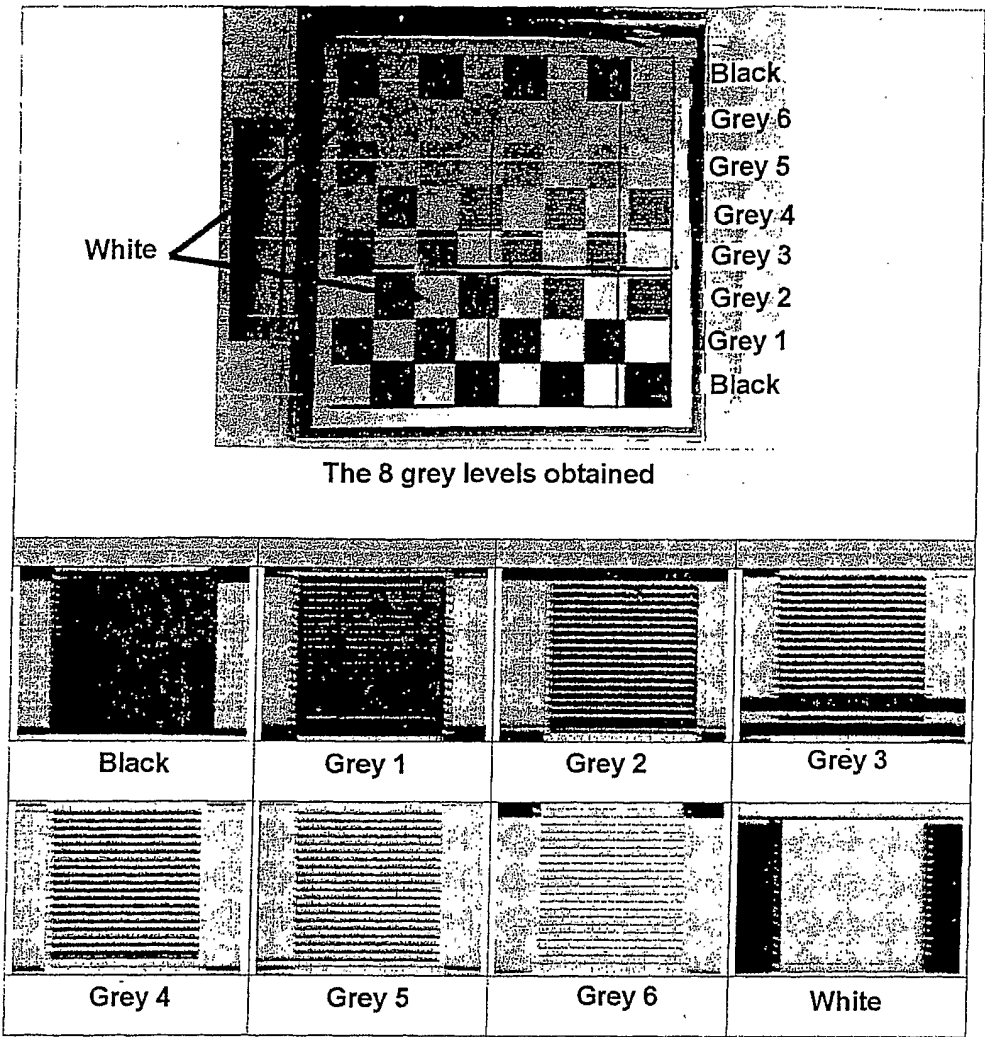


Figure 38 :
Magnification of a few pixels of the display shown in Figure 37.

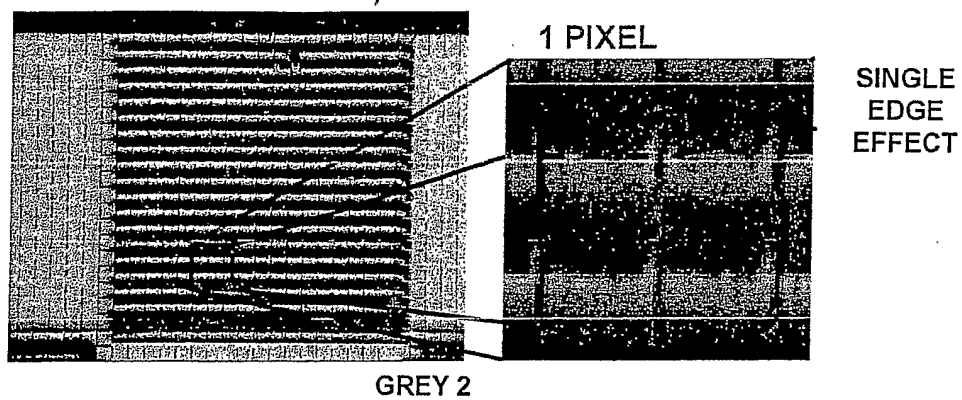
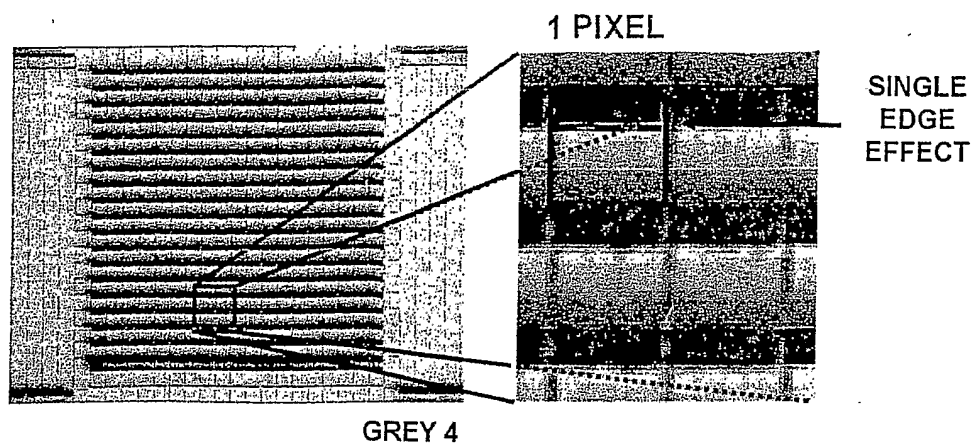


Figure 39 :
Optical response associated with each grey level of Figure 37

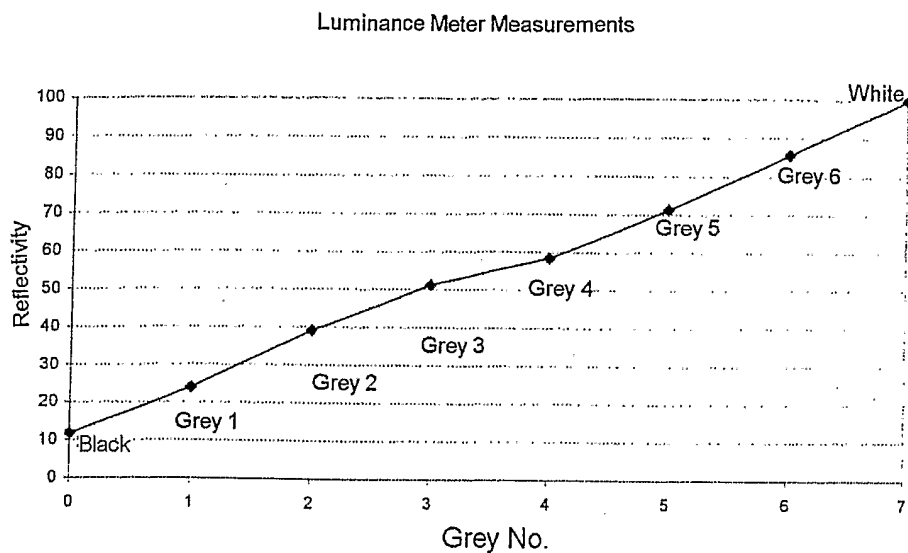


Figure 40 :
For a 90°-brushed BiNem display there are two possible scanning directions, namely one in the same direction as the hydrodynamic flow and the other in the direction opposite to the hydrodynamic flow.

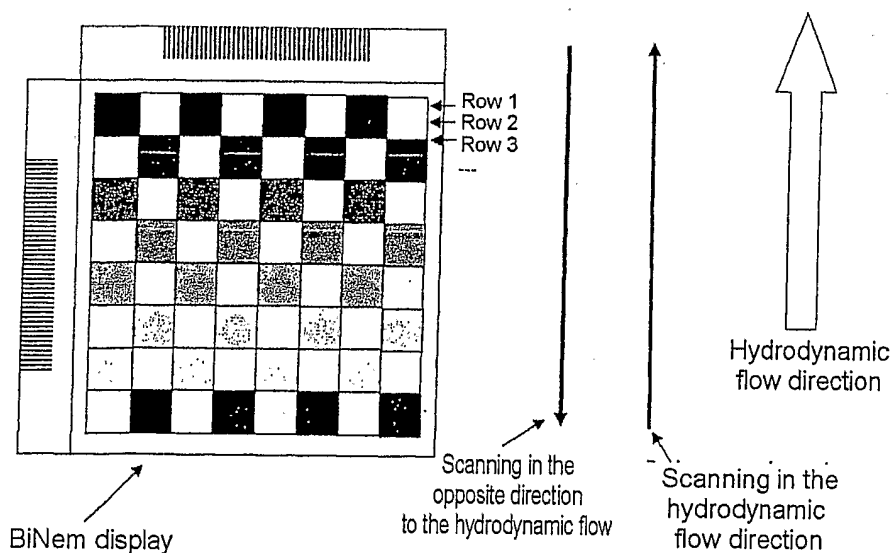


Figure 41 :
Edge effects for producing grey levels or the "curtain effect" as a function of the display scanning direction.

