

①⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

①⑫ Date de dépôt : 29.08.01.

①⑬ Priorité :

①⑭ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.03.03 Bulletin 03/10.

①⑮ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

①⑯ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

①⑰ Demandeur(s) : NEMOPTIC Société anonyme — FR.

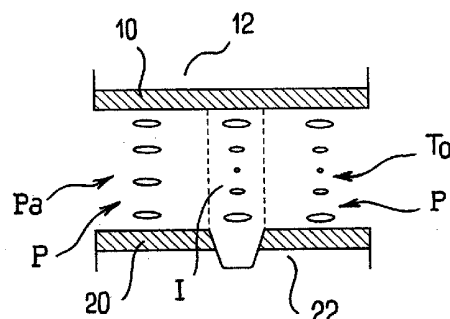
①⑱ Inventeur(s) : MARTINOT LAGARDE PHILIPPE,
BOISSIER ALAIN, ANGELE JACQUES, PECOUT
BERTRAND et DOZOV IVAN N.

①⑲ Titulaire(s) :

①⑳ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

①㉔ DISPOSITIF D'AFFICHAGE BISTABLE A CRISTAL LIQUIDE NEMATIQUE A MASQUE OPTIQUE
PERFECTIONNE.

①㉕ L'invention concerne un dispositif d'affichage bistable
à cristal liquide nématique comprenant: des moyens d'ali-
gnement, qui orientent le cristal liquide, des moyens conçus
pour appliquer, des signaux électriques qui permettent de
commuter par cassure de l'ancrage sur au moins un des
deux substrats, entre deux textures distinctes et des
moyens conçus pour favoriser, dans le cristal liquide recou-
vrant les espaces inter-électrodes, l'installation de celle des
dites textures donnant l'état non passant.



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

Plus précisément la présente invention concerne les afficheurs bistables à cristaux liquides nématiques à cassure d'ancrage dont deux textures stables diffèrent par une torsion de 180° .

5 Les afficheurs à cristaux liquides sont couramment utilisés pour l'affichage de symboles, textes et images par les ordinateurs, les projecteurs vidéo, les téléviseurs, les montres et de nombreux autres systèmes de présentation de l'information. Leur surface est le plus souvent divisée en petites parties (pixels) formant des cellules dont les états sont indépendants.

10 Un critère de qualité très important d'un afficheur à cristal liquide est son contraste optique, généralement défini par une quantité appelée rapport de contraste ou contraste. Le contraste d'un afficheur à cristaux liquide est le quotient entre l'intensité de la lumière transmise ou réfléchie par une zone de l'écran placée dans l'état passant et l'intensité de la lumière transmise ou réfléchie par la même zone
15 placée dans l'état non passant (on considère l'intensité de la lumière transmise ou réfléchie selon que l'afficheur est conçu pour un fonctionnement en transmission ou en réflexion). L'état passant de l'afficheur est idéalement caractérisé par un taux de transmission ou de réflexion aussi élevé que possible, tandis que l'état non passant présente idéalement un taux de transmission ou de réflexion aussi faible que
20 possible. Un contraste élevé procure aux informations ou images affichées une plus grande lisibilité et une meilleure qualité. Par exemple, un rapport de contraste de moins de 10 correspond à une image terne ou délavée. La même image présentée avec un contraste de 20 apparaît beaucoup plus brillante et vive. La zone de l'afficheur prise en compte pour la mesure du contraste peut intégrer de nombreux
25 pixels si la taille de ces derniers est inférieure à la limite de résolution de l'œil dans les conditions normales d'observation de l'afficheur.

Un afficheur à cristaux liquides comprend généralement, comme on l'a illustré schématiquement sur les figures 1 à 3 annexées, deux plaques parallèles 12, 22 munies d'électrodes respectives 10, 20 sur leurs surfaces internes et contenant un
30 matériau cristal liquide 30 entre les électrodes précitées. Les zones de recouvrement des électrodes opposées 10, 20 définissent les pixels 40. L'image affichée est constituée de la multitude de ces pixels placés dans les états optiques désirés. L'état optique de chaque pixel, c.-à-d. le fait qu'il apparaisse passant ou non passant, est

déterminé par l'application de champs électriques convenables entre les électrodes 10, 20 qui définissent les pixels, et du schéma d'adressage utilisé.

La plupart des afficheurs à cristaux liquides sont monostables. Dans ceux-ci, une seule texture est réalisée sans champ. Sous champ, cette texture varie
5 progressivement, donnant des états de plus en plus lumineux (ou de plus en plus non passants).

Les afficheurs bistables possèdent eux au moins deux états qui restent stables pendant un temps en théorie infini en l'absence de champ appliqué. L'un des états est l'état non passant, l'autre l'état passant. La stabilité des deux états découle
10 de la quasi-égalité des énergies des deux textures et du fait qu'il existe une barrière de potentiel interdisant le passage spontané d'une texture à l'autre.

Les pixels voisins ne sont pas jointifs, mais séparés par une surface non-adressable appelée interpixel (voir figure 3). Sur la figure 3 on a schématisé un pixel sous la référence P, et un interpixel sous la référence I. Par exemple, lorsque
15 l'afficheur est organisé sous la forme d'une matrice passive, les électrodes lignes 10 sont solidaires d'un substrat 12, les électrodes colonnes 20 d'un autre substrat 22, et les électrodes 10 et 20 se croisent à angle droit. Dans ce cas, les pixels P sont délimités par les surfaces de recouvrement des électrodes ligne 10 et colonne 20, et les interpixels I correspondent aux surfaces en regard avec un espace inter-
20 électrode, qu'il soit situé sur le substrat ligne 12 ou colonne 22.

Cet espace inter-électrode permet d'isoler chaque électrode de ses voisines, et on ne peut le réduire en dessous d'une valeur critique qui dépend de la nature et de l'épaisseur du matériau utilisé pour constituer les électrodes, de la technologie de gravure employée, des champs électriques à appliquer et d'autres caractéristiques de
25 l'afficheur.

En l'absence de couche d'occultation, l'état optique de l'interpixel est mal défini, et la transmission ou la réflexion de la lumière par ces zones est susceptible de dégrader de manière considérable le contraste d'un afficheur. Par exemple, un afficheur qui serait organisé en pixels carrés de pas égal à 0.25 mm et de coté égal à
30 0.23 mm présenterait un interpixel de 0.02 mm de large, correspondant à une surface totale non-active de l'ordre de 15 % de la surface utile totale de l'écran. Dans l'hypothèse défavorable d'un interpixel toujours passant, le contraste de l'afficheur mesuré dans une zone englobant plusieurs pixels pourrait chuter à une

valeur inférieure à 7, même si le contraste microscopique mesuré à l'intérieur des pixels était arbitrairement élevé.

L'utilisation d'un mode d'affichage à contraste négatif (c. à d. ayant un état non passant lorsque le champ est nul, par exemple le mode TN en polariseurs parallèles) permet de limiter la perte de contraste par rapport à un afficheur à contraste positif. Néanmoins, cette solution n'est pas applicable aux afficheurs à forte résolution pour lesquels les champs latéraux créés lors de l'adressage des pixels distordent la texture du cristal liquide entre électrodes voisines et la rendent optiquement passante [1]. Le choix d'un contraste négatif peut également obliger à utiliser une configuration optique défavorable (l'état non passant du TN à contraste négatif, par exemple, est moins bon que celui du TN à contraste positif du fait de son chromatisme), ce qui limite le contraste de l'afficheur.

Toutes les autres solutions proposées pour pallier la perte de contraste due aux parties non-actives de l'écran sont basées sur l'adjonction entre les pixels ou dans l'espace inter-électrodes d'une couche opaque bloquant la lumière transmise ou réfléchie.

Le document [2] propose l'utilisation comme masque optique de couches d'aluminium ou de chrome. L'emploi de métaux comme masque optique nécessite une coûteuse opération de dépôt sous vide supplémentaire et des précautions d'isolement pour éviter l'apparition de court-circuits entre pixels. Ces couches présentent aussi un taux de réflexion irréductible de l'ordre de 1.5 % à 3%, ce qui limite le contraste en réflexion.

Le document [3] propose l'utilisation d'un polymère absorbant (coloré en noir) comme masque optique. Toutefois la densité optique assez faible des polymères colorés nécessite leur utilisation en couche relativement épaisse ($> 0.5 \mu\text{m}$) pour obtenir un taux de transmission suffisamment bas ($< 1 \%$). La gravure de ces couches entraîne donc la création d'un relief interne abrupt à l'intérieur de l'afficheur, et l'apparition concomitante de champs électriques non uniformes, qui induisent des défauts d'orientation comme les zones à inversion de tilt ou de twist. Ces défauts peuvent-être réduits si l'on élargit le masque optique pour couvrir un peu les bords d'électrodes, au détriment du taux de transmission ou de réflexion de l'état passant. D'autre part, la précision de gravure de ces couches polymères assez épaisses est moindre, ce qui conduit à élargir le masque optique pour conserver des

tolérances d'alignement suffisantes entre le masque optique et les électrodes. Cette méthode préserve donc le contraste, mais au détriment d'une autre caractéristique importante de l'afficheur qui est la brillance de l'état lumineux.

Une autre solution est d'utiliser une couche d'occultation faite d'un empilement d'un métal et d'une couche de polymère absorbante jouant le rôle d'antireflet et d'isolant [4] afin d'optimiser les propriétés optiques du masque optique en transmission et en réflexion sans trop l'épaissir, ou bien de faible appel à des structures encore plus compliquées à base de matériaux diélectriques contenant de très fines particules de métaux ou de semiconducteurs présentant des propriétés absorbantes [5].

Toutes ces méthodes se traduisent par des opérations de fabrication supplémentaires et l'utilisation de matériaux ou de procédés coûteux. Il faut en effet déposer le matériau opaque sur les électrodes et l'enlever des zones actives. Ces opérations doivent être précises car il faut créer des bandes opaques de 0.01 ou 0.02 mm de large sans empiéter sur les pixels ni laisser des zones non occultées. Le surcoût induit est particulièrement prohibitif pour les afficheurs matriciels passifs, dont le prix de référence est celui des afficheurs monochromes STN-LCD et dont le procédé de fabrication ne fait pas appel à des dépôts sous vide.

La présente invention permet de réaliser, dans le cas de cellules bistables à cristal liquide nématique, l'occultation des espaces interpixels, sans apport de matière en modifiant ou en adaptant les opérations de fabrication. Elle utilise les propriétés des afficheurs bistables qui seront rappelées brièvement.

Par exemple, le document [6] propose un afficheur bistable dont les états sont réalisés avec les mêmes positions à plat ou presque à plat des molécules sur les substrats (ancrages monostables). Ces états diffèrent par la texture du cristal liquide entre les deux surfaces des substrats. Pour l'un des états, les molécules sont pratiquement parallèles (la texture est uniforme ou légèrement tordue). Pour l'autre état, les molécules tournent à plat d'un demi-tour en allant d'un substrat à l'autre (la texture est tordue de 180° par rapport à la texture précédente). La commutation entre les deux textures est obtenue sous fort champ par la cassure de l'ancrage monostable sur au moins une des surfaces et l'utilisation d'un effet hydrodynamique.

Dans la présente invention, l'occultation des espaces interpixel est obtenue en réalisant des cellules bistables telles que le cristal liquide des espaces interpixel présente en permanence l'état non passant. Ceci est exécuté en fixant des conditions de torsion spontanée et d'ancrage spécifiques à la couche de cristal liquide recouvrant les espaces interpixels pour y favoriser la texture donnant l'état non passant, ces conditions réduisant son énergie par rapport à celle de la texture donnant l'état passant.

Dans ce qui suit, on suppose que la configuration de polarisation de la lumière pour l'observation de l'afficheur en transmission, en réflexion ou dans un mode mixte est optimisée à la conception pour donner le meilleur état non passant possible dans les pixels. L'état non passant peut correspondre soit à la texture tordue, soit à la texture uniforme. A titre d'exemple, l'optimisation de la configuration de polarisation dans le mode réflectif est de préférence conforme aux dispositions définies dans la demande de brevet déposée par la Demanderesse le 12 mai 2000 sous le N° 00 06107.

Selon la présente invention, le dispositif d'affichage bistable à cristal liquide nématique comprend, pour la formation d'un masque optique interpixels :

- a) un matériau cristal liquide nématique contenu entre deux substrats parallèles, munis d'électrodes sur leurs surfaces intérieures en regard, pour permettre d'appliquer un champ électrique sur le dit cristal liquide, au moins le substrat frontal et l'électrode frontale étant optiquement transparents,
- b) des couches ou des traitements d'alignement sur les électrodes, qui orientent le cristal liquide et permettent la réalisation alternative d'au moins deux textures distinctes stables ou métastables en absence de champ, où une des textures est soit non-tordue soit tordue à un angle total compris entre -90° et $+90^\circ$, et l'autre texture présente une torsion supplémentaire d'un angle de l'ordre de 180° ,
- c) l'épaisseur d de la couche de cristal liquide recouvrant les électrodes étant choisie telle que le produit $d \cdot \Delta n$ est proche soit de $\lambda_0/4$, soit de $\lambda_0/2$, à un multiple entier de la longueur d'onde près, ou bien est compris entre ces deux valeurs (selon le mode de fonctionnement réflectif, transmissif ou transflectif de l'afficheur), λ_0 étant la longueur d'onde médiane de la bande spectrale utile de l'afficheur et Δn la biréfringence du cristal liquide pour cette longueur d'onde,

d) des moyens conçus pour appliquer, sur le cristal liquide recouvrant les électrodes, des signaux électriques qui permettent de commuter par cassure de l'ancrage sur au moins un des deux substrats, entre les dites textures distinctes et de rester dans une d'entre-elles après enlèvement du champ, et

- 5 e) des moyens conçus pour favoriser, dans le cristal liquide recouvrant les espaces inter-électrodes, l'installation de celle des dites textures donnant l'état non passant.

Il s'entend que le nombre et la disposition des polariseurs est optimisé pour le mode de fonctionnement optique du dispositif d'affichage (transmissif, réflectif, translectif).

- 10 Selon d'autres caractéristiques avantageuses de la présente invention :
- . au moins une des électrodes contient plusieurs segments différents pour permettre de réaliser plusieurs éléments d'image (pixels) indépendants sur les mêmes substrats et dans le même dispositif,
 - . les éléments d'image (pixels) indépendants sont munis de moyens indépendants

15 pour appliquer le champ,

 - . les éléments d'image (pixels) indépendants sont organisés dans une matrice passive multiplexée, ou
 - . les éléments d'image (pixels) indépendants sont organisés dans une matrice active multiplexée.

20 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 précédemment décrite, représente schématiquement un pixel classique obtenu à l'intersection de deux électrodes orthogonales entre elles,

25 . la figure 2 précédemment décrite, représente schématiquement une matrice multiplexée formée par un ensemble de deux réseaux d'électrodes croisées, situées de part et d'autre d'un matériau cristal liquide, définissant des pixels et des espaces interélectrodes,

 - . la figure 3 également précédemment décrite, représente schématiquement une vue

30 en coupe d'une telle matrice multiplexée,

 - . la figure 4 illustre schématiquement la stabilité des textures en fonction de la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide,

. la figure 5 représente schématiquement une induction de texture tordue dans un interpixel, conformément à la présente invention, par enlèvement de matière, conduisant dans les pixels à des textures parallèles (Pa) ou tordues (To) stables (donc à une instabilité) et dans l'interpixel à une texture tordue favorisée,

- 5 . la figure 6 représente schématiquement une induction de texture parallèle dans un interpixel, conformément à la présente invention, par ajout de matière, conduisant dans les pixels à des textures parallèles (Pa) ou tordues (To) stables (donc à une instabilité) et dans l'interpixel à une texture parallèle favorisée.

Les afficheurs objets de la présente invention peuvent adresser deux textures
10 stables sur la couche de cristal liquide recouvrant leurs pixels. La bistabilité est réalisée par adjonction d'un dopant chiral dans le cristal liquide.

Sans dopant chiral, un cristal liquide présente une orientation uniforme en l'absence de couple. Son pas libre est infini. En présence d'un dopant chiral, l'orientation du cristal liquide tourne le long d'une hélice lorsqu'il est traversé le
15 long de son axe. Le cristal liquide présente alors un pas libre fini (la direction d'orientation tourne de 360° après un déplacement le long de l'axe d'une distance égale à un pas). Le pas libre diminue lorsque la concentration de dopant augmente. On définit la torsion libre q_0 du cristal liquide par l'expression $2\pi/p_0$, où p_0 est le pas libre du cristal liquide, et la torsion spontanée après la traversée d'un échantillon du
20 cristal liquide d'épaisseur d par $d.q_0$. La torsion spontanée est donc l'angle dont aurait tourné le directeur après la traversée de la couche de cristal liquide en l'absence de tout couple.

La bistabilité est obtenue en ajustant la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les pixels à la valeur de 90° . Les conditions d'ancrage sur
25 les surfaces imposent aux deux textures possibles, tordue et uniforme, que le cristal liquide soit déformé par une torsion de plus ou moins 90° par rapport à son état d'équilibre. Les énergies des deux états sont alors égales, et les deux textures deviennent bistables. Une torsion spontanée de moins de 90° favorise la texture uniforme, une torsion spontanée de plus de 90° favorise au contraire la texture
30 tordue. Notons à ce stade que les caractéristiques fines de l'ancrage sur les surfaces contribuent aussi à l'énergie des textures. Par exemple, pour une même torsion spontanée du cristal liquide de 90° dans l'épaisseur de la cellule, une configuration d'ancrage avec un pré-tilt parallèle suffisamment élevé favorisera la texture tordue,

tandis qu'une configuration avec le même pré-tilt anti-parallèle favorisera la texture uniforme. En pratique, l'équilibre rigoureux des énergies n'est pas indispensable pour assurer la bistabilité, du fait de l'existence d'une barrière de potentiel interdisant la transition spontanée d'une texture à l'autre. Par exemple, la torsion
5 spontanée peut être ajustée sur une certaine plage centrée sur 90° sans perte de bistabilité (les textures tordue et uniforme restant toutes deux stables). Mais en dehors de cette plage, la texture d'énergie minimale est la seule stable (voir figure 4).

On va à présent exposer les moyens développés par la présente invention
10 pour installer dans le cristal liquide recouvrant l'interpixel la texture donnant l'état non passant.

Le premier moyen est de rendre les épaisseurs du cristal liquide sur les parties actives (pixels) et non-actives (interpixels) différentes, cette différence d'épaisseur étant ajustée par enlèvement ou ajout sélectif de matière. Comme la
15 torsion spontanée sur les pixels doit être proche de 90° pour y rendre les textures tordues et uniformes d'égale énergie, l'ajout ou l'enlèvement localisé de matière dans les espaces inter-électrode de chaque substrat diminue ou accroît la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide aux interpixels. La différence de torsion est proportionnelle à la différence des épaisseurs du cristal liquide
20 recouvrant les pixels et les inter-pixels. Lorsque la torsion en un lieu diffère significativement de la torsion d'équilibre idéale de 90° , la bistabilité est perdue et une des deux textures est favorisée (un écart de l'ordre de 5 à 10° suffit par exemple à favoriser une texture). Selon ce premier moyen, il suffit donc de fixer par fabrication la dite différence d'épaisseur à une valeur suffisante pour rendre instable
25 la texture donnant l'état passant (cette texture pouvant être soit la texture uniforme, soit la texture tordue, selon la configuration de polarisation retenue).

Si c'est la texture tordue qui donne l'état non passant, un léger creusement de l'espace inter-électrode sur au moins un substrat la favorise et l'installe dans l'interpixel, formant ainsi un masque optique à cristal liquide. (voir figure 5).

30 Si c'est la texture uniforme qui donne l'état non passant, un dépôt localisé de matière dans l'espace inter-électrode, sur au moins un substrat, permet d'atteindre le même résultat. (voir figure 6).

Par exemple, prenons le cas d'un afficheur en réflexion muni d'un polariseur circulaire en face avant et d'un réflecteur en face arrière, rempli avec un cristal liquide de biréfringence $\Delta n \approx 0.13$. L'épaisseur d de cristal liquide recouvrant les pixels est choisie égale à $1.1 \mu\text{m}$, proche de l'épaisseur optimum pour le cas

5 réflectif donnée par la relation $d \cdot \Delta n = \lambda_0/4$, où λ_0 est la longueur d'onde médiane de la région spectrale de fonctionnement. La texture tordue donne alors l'état non passant. La torsion spontanée d'équilibre donnant la bistabilité sur les pixels est ajustée par fabrication à 90° . En creusant de $0.1 \mu\text{m}$ les espaces inter-électrode sur

10 chaque substrat, la torsion spontanée devient d'environ 98° dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les interpixels (égale à $1.2 \mu\text{m}$, on néglige ici le cas des zones réduites où se croisent les espaces inter-électrodes des deux substrats) Cette torsion est suffisante pour favoriser l'installation de la texture tordue. Un masque optique non passant à faible taux de réflexion entourant les pixels est alors formé.

L'épaisseur du cristal liquide dans l'interpixel doit cependant rester

15 suffisamment proche de celle dans les pixels pour que l'état optique de l'interpixel reste non passant. Cette condition est satisfaite lorsque la différence d'épaisseur du cristal liquide recouvrant les pixels et les interpixels n'excède pas environ 15 % de l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les pixels. Cette condition détermine l'amplitude maximale du relief interne de l'afficheur, plus précisément celui de la

20 surface d'alignement déposée sur les électrodes ou espaces inter-électrode, ce relief pouvant être en creux ou en saillie. Le choix du matériau creusé ou ajouté dans l'espace inter-électrode et de la méthode de gravure ou de dépôt est guidé par des considérations de compatibilité avec le procédé de fabrication usuel des afficheurs. Par exemple, si un moyen de gravure par plasma est utilisé pour la fabrication des

25 électrodes, le léger creusement de l'espace inter-électrode ne demande ni masque supplémentaire, ni opération nouvelle (une adaptation des paramètres de gravure peut toutefois s'avérer nécessaire).

Un autre moyen développé par la présente invention pour former le masque optique à cristal liquide s'applique au cas où l'état non passant est donné par la

30 texture tordue. Ce moyen consiste à fabriquer des électrodes d'épaisseur adaptée à la création du relief permettant l'installation de la texture tordue dans l'interpixel. Cette méthode oblige cependant à fabriquer des électrodes relativement épaisses

(par exemple de l'ordre de 40 nm ou plus), ce qui n'est parfois pas compatible avec le respect des spécifications optiques ou électriques de l'afficheur, ou de certaines contraintes de fabrication.

Une autre méthode pour induire le masque optique à cristal liquide est d'ajuster le taux de dopant chiral du cristal liquide jusqu'à obtenir l'apparition de la texture désirée dans l'interpixel, l'afficheur étant conçu pour que l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les pixels et les interpixels soit légèrement différente. La barrière de potentiel qui existe entre les textures tordue et uniforme donne en effet une certaine largeur à la plage de torsion spontanée compatible avec la bistabilité sur les pixels. Par exemple, on peut accroître le taux de dopant chiral jusqu'à atteindre la limite de bistabilité sur les pixels sans la dépasser. Tout relief en creux, même peu prononcé, de l'interpixel par rapport au pixel fait franchir à la torsion spontanée cette limite, ce qui suffit à y installer sélectivement la texture tordue. La même méthode s'applique pour installer la texture uniforme sur un interpixel présentant un relief en saillie, en réduisant le taux de dopant chiral jusqu'à la valeur limite.

Une autre méthode est de réaliser des conditions d'ancrage spécifiques à la couche de cristal liquide recouvrant les espaces interpixels qui favorisent la texture donnant l'état non passant. Par exemple, la couche d'alignement peut être déposée en phase liquide de telle manière qu'elle présente une surépaisseur dans les espaces en creux des inter-électrodes par rapport à son épaisseur sur la surface des électrodes, ce qui diminue son énergie d'ancrage azimutale. Cet effet, conjugué à l'abaissement local de la force de brossage appliquée dans ces surfaces en creux, favorise l'installation de la texture tordue par glissement de la direction d'orientation sous l'influence du couple azimutal exercé par la couche de cristal liquide. Ce résultat peut être accentué par un traitement thermique de l'afficheur. Il est également possible, par la réalisation d'un traitement d'orientation en deux fois, de modifier sélectivement la direction d'orientation dans l'espace inter-électrode afin que la torsion spontanée dans la couche de cristal liquide recouvrant ces espaces y défavorise la texture tordue ou uniforme. De la même manière, la modification sélective du pré-tilt peut permettre d'arriver au même résultat.

Enfin, l'utilisation d'un traitement temporaire peut permettre l'installation de la texture donnant l'état non passant dans l'interpixel, même lorsque le relief

interne est réduit, en favorisant momentanément la texture désirée. Par exemple, si le remplissage de l'afficheur s'effectue avec une épaisseur provisoire de cristal liquide légèrement supérieure à l'épaisseur définitive, la torsion spontanée favorise temporairement l'installation de l'état tordu à la fois sur les pixels et les inter-pixels.

- 5 Lorsque la couche de cristal liquide est réduite à son épaisseur nominale à la fin des opérations de fabrication, la bistabilité est obtenue sur les pixels. Si le relief en creux des interpixels est suffisant, on a vu que la texture uniforme est instable et la texture tordue est favorisée. Si le relief est trop réduit (par exemple, lorsqu'il est causé par la gravure d'électrodes épaisses de moins de 40 nm), les interpixels sont
- 10 également bistables, et conservent l'état tordu initialisé par le traitement temporaire. Cet état n'est plus affecté par le fonctionnement ultérieur de l'afficheur et un masque optique définitif est obtenu.

Un autre moyen est d'effectuer un traitement thermique de l'afficheur après remplissage, permettant souvent d'obtenir le même résultat.

- 15 Lorsque l'une des méthodes exposées ci-dessus est employée, le cristal liquide occulte de lui-même les zones non adressables de l'afficheur, et forme un masque optique à cristal liquide permettant d'obtenir facilement un contraste supérieur à plusieurs dizaines.

- 20 Les propriétés favorables de ce masque optique à cristal liquide autoaligné sont indifféremment obtenues pour un fonctionnement transmissif, réflectif ou transflectif, et présentent de nombreux avantages par comparaison avec les autres techniques d'occultation par dépôt-et gravure de couches opaques déjà discutées :

- Faibles taux de transmission et de réflexion intrinsèques du masque optique à cristal liquide, adaptés à la réalisation d'afficheurs transmissifs, réflectifs ou
- 25 transflectifs à fort contraste,
- Pas de dégradation de l'état passant par occultation partielle des pixels par un masque optique rajouté (taux d'ouverture maximal),
- Pas de dégradation de l'homogénéité du champ électrique à l'intérieur de l'afficheur,
- 30 - Pas de perturbation de l'alignement du cristal liquide en dehors des périodes de mises à jour de l'image, et donc pas de dégradation du contraste lorsque l'image mémorisée est observée,
- Aucune opération de dépôt ou d'alignement du masque optique à cristal liquide.

Bien que les méthodes qui précèdent ont été exposées en prenant l'exemple d'afficheurs se présentant sous la forme de matrices passives, elles sont applicables à toute disposition particulière d'électrodes sur les deux substrats aboutissant à la définition de zones adressables (pixels) ou non (interpixels).

5 Bibliographie

- [1] A. Lien, « Two dimensional Simulation of the Lateral Field Effect of a 90 degree TN-LCD cell », IDRC Eurodisplay'90 Digest
- [2] Brevet européen EP0532311, publié le 17/03/1993 (Scheffer)
- [3] Brevet américain US 5,307,189, publié le 26/04/1994 (Nishiki)
- 10 [4] Brevet américain US 5,666,177, publié le 09/09/1997 (Hsieh Ting-Chang)
- [5] Brevet américain US 5,686,980, publié le 11/11/1997 (Kobayashi)
- [6] Brevet français n° 2 740 894, (Durand)

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'affichage bistable à cristal liquide nématique à masque optique à cristal liquide caractérisé par le fait qu'il comprend :
 - a) un matériau cristal liquide nématique contenu entre deux substrats parallèles,
 - 5 munis d'électrodes sur leurs surfaces intérieures en regard, pour permettre d'appliquer un champ électrique sur le dit cristal liquide, au moins le substrat frontal et l'électrode frontale étant optiquement transparents,
 - b) des couches ou des traitements d'alignement sur les électrodes, qui orientent le cristal liquide et permettent la réalisation alternative d'au moins deux textures
 - 10 distinctes stables ou métastables en absence de champ, où une des textures est soit non-tordue soit tordue à un angle total compris entre -90° et $+90^\circ$, et l'autre texture présente une torsion supplémentaire d'un angle de l'ordre de 180° ,
 - c) l'épaisseur d de la couche de cristal liquide recouvrant les électrodes étant choisie telle que le produit $d \cdot \Delta n$ est proche soit de $\lambda_0/4$, soit de $\lambda_0/2$, à un multiple entier de
 - 15 la longueur d'onde près, ou bien est compris entre ces deux valeurs, λ_0 étant la longueur d'onde médiane de la bande spectrale utile de l'afficheur et Δn la biréfringence du cristal liquide pour cette longueur d'onde,
 - d) des moyens conçus pour appliquer, sur le cristal liquide recouvrant les électrodes, des signaux électriques qui permettent de commuter par cassure de l'ancrage sur au
 - 20 moins un des deux substrats, entre les dites textures distinctes et de rester dans une d'entre-elles après enlèvement du champ, et
 - e) des moyens conçus pour favoriser, dans le cristal liquide recouvrant les espaces inter-électrodes, l'installation de celle des dites textures donnant l'état non passant.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend
 - 25 en outre un dopant chiral dont le taux est ajusté de telle sorte que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes défavorise la texture donnant l'état passant, et que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les pixels est comprise dans la plage permettant la bistabilité de ces deux textures.
- 30 3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il présente une différence d'épaisseur de cristal liquide entre les parties actives correspondant aux pixels et les parties non actives correspondant aux interpixels.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que la différence d'épaisseur de cristal liquide est réalisée par rajout ou enlèvement localisé de matière dans les espaces interélectrodes de chaque substrat, de telle sorte que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes défavorise la texture donnant l'état passant.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comprend des électrodes d'épaisseur telles que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes défavorise la texture donnant l'état passant.
- 10 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les moyens conçus pour favoriser l'installation de la texture donnant l'état non passant comprennent un alignement ou des caractéristiques d'ancrage, dans les espaces interélectrodes, ajustés afin d'y favoriser la texture donnant l'état non passant.
- 15 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que les moyens conçus pour favoriser la texture donnant l'état non passant comprennent un traitement temporaire de type thermique, électrique ou mécanique, associé à des caractéristiques d'ancrage telles que le traitement temporaire défavorise la texture donnant l'état passant au niveau des espaces interélectrodes.
- 20 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'au moins une des électrodes contient plusieurs segments différents pour permettre de réaliser plusieurs éléments d'image (pixels) indépendants sur les mêmes substrats et dans le même dispositif.
- 25 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que les éléments d'image (pixels) indépendants sont munis de moyens indépendants pour appliquer le champ.
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que les éléments d'image (pixels) indépendants sont organisés dans une matrice passive multiplexée.
- 30 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que les éléments d'image (pixels) indépendants sont organisés dans une matrice active multiplexée.

12. Procédé de fabrication d'un dispositif d'affichage bistable à cristal liquide nématique à masque optique à cristal liquide caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :

- a) placer un matériau cristal liquide nématique entre deux substrats parallèles,
- 5 munis d'électrodes sur leurs surfaces intérieures en regard, pour permettre d'appliquer un champ électrique sur ledit cristal liquide, au moins le substrat frontal et l'électrode frontale étant optiquement transparents,
- b) former des couches ou des traitements d'alignement sur les électrodes, qui orientent le cristal liquide et permettent la réalisation alternative d'au moins deux
- 10 textures distinctes stables ou métastables en absence de champ, où une des textures est soit non-tordue soit tordue à un angle total compris entre -90° et $+90^\circ$, et l'autre texture présente une torsion supplémentaire d'un angle de l'ordre de 180° ,
- c) contrôler l'épaisseur d de la couche de cristal liquide recouvrant les électrodes telle que le produit $d \cdot \Delta n$ est proche soit de $\lambda_0/4$, soit de $\lambda_0/2$, ou bien est compris
- 15 entre ces deux valeurs, λ_0 étant la longueur d'onde médiane de la bande spectrale utile de l'afficheur et Δn la biréfringence du cristal liquide pour cette longueur d'onde,
- d) fournir des moyens conçus pour appliquer, sur le cristal liquide recouvrant les électrodes, des signaux électriques qui permettent de commuter par cassure de
- 20 l'ancrage sur au moins un des deux substrats, entre lesdites textures distinctes et de rester dans une d'entre-elles après enlèvement du champ, et
- e) fournir des moyens conçus pour favoriser, dans le cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes, l'installation de celle desdites textures donnant l'état non passant.

25 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé par le fait qu'il comprend l'étape consistant à réaliser une épaisseur de cristal liquide différente entre les parties actives correspondant aux pixels et les parties non actives interpixels.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé par le fait que la différence d'épaisseur entre les parties actives et non actives est inférieure à 15% de

30 l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les parties actives.

15. Procédé selon l'une des revendications 13 ou 14, caractérisé par le fait que la différence d'épaisseur du cristal liquide est comprise entre 5 et 10% de l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les parties actives.

16. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé par le fait que la différence d'épaisseur de cristal liquide est réalisée par enlèvement de matière entre les parties actives.

5 17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé par le fait que l'enlèvement de matière est contrôlé pour définir une texture tordue correspondant à l'état non passant.

10 18. Procédé selon l'une des revendications 16 ou 17, caractérisé par le fait que l'enlèvement localisé de matière dans les espaces interélectrodes de chaque substrat est réalisé au cours de la même opération que la gravure des électrodes, par un procédé de gravure humide ou assisté par plasma.

19. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé par le fait que la différence d'épaisseur de cristal liquide est obtenue par ajout de matière au niveau des zones non actives.

15 20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé par le fait que l'ajout de matière est contrôlé de manière à obtenir une texture uniforme dans les espaces interélectrodes, correspondant à l'état non passant.

20 21. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé par le fait que la différence d'épaisseur de cristal liquide est obtenue par contrôle de l'épaisseur des électrodes de telle sorte que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes défavorise la texture donnant l'état passant.

25 22. Procédé selon l'une des revendications 12 à 21, caractérisé par le fait qu'il comprend l'étape consistant à ajuster un taux de dopant chiral du cristal liquide de telle sorte que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes défavorise la texture donnant l'état passant et que la torsion spontanée dans l'épaisseur du cristal liquide recouvrant les pixels est comprise dans la plage permettant la bistabilité des textures tordue et uniforme.

30 23. Procédé selon la revendication 22, caractérisé par le fait que le dispositif présente un relief en creux interpixels et que l'état d'ajustement du taux de dopant chiral consiste à augmenter ce taux jusqu'à l'obtention d'une limite de bistabilité.

24. Procédé selon la revendication 22, caractérisé par le fait que le dispositif comprend des reliefs en saillie interpixels et que l'étape d'ajustement du

taux de dopant chiral consiste à réduire ce taux jusqu'à l'obtention d'une limite de bistabilité.

25. Procédé selon l'une des revendications 12 à 24, caractérisé par le fait qu'il comprend l'étape consistant à contrôler les caractéristiques d'ancrage ou d'alignement dans les espaces interélectrodes afin d'y favoriser les textures donnant l'étape non passant.

26. Procédé selon la revendication 24, caractérisé par le fait qu'il comprend l'étape consistant à déposer une couche d'alignement en phase liquide de telle manière qu'elle présente une surépaisseur dans les espaces en creux des interélectrodes par rapport à son épaisseur sur la surface des électrodes, afin de diminuer son énergie d'ancrage azimutal.

27. Procédé selon l'une des revendications 25 ou 26, caractérisé par le fait qu'il comprend un traitement d'orientation réalisé en deux fois afin de modifier sélectivement la direction d'orientation dans l'espace interélectrode afin que la torsion spontanée dans la couche de cristal liquide recouvrant ces espaces y défavorise la structure passante.

28. Procédé selon l'une des revendications 12 à 27, caractérisé par le fait qu'il comprend un traitement thermique, électrique ou mécanique, du dispositif afin de provoquer une modification temporaire de la torsion spontanée, et un contrôle des caractéristiques d'ancrage dans le cristal liquide recouvrant les espaces interélectrodes tel que ce traitement temporaire y défavorise la texture donnant l'état passant.

29. Procédé selon l'une des revendications 12 à 28, caractérisé par le fait que l'opération de remplissage est effectuée avec une épaisseur de cristal liquide défavorisant la texture donnant l'état passant, les opérations de fin de fabrication conférant ensuite à la couche de cristal liquide remplissant le dispositif son épaisseur nominale.

30. Procédé selon la revendication 29, caractérisé par le fait que l'opération de remplissage du dispositif est effectuée avec une épaisseur de cristal liquide supérieure à l'épaisseur nominale définitive, la couche de cristal liquide étant ensuite réduite à son épaisseur nominale, à la fin des opérations de fabrication, pour obtenir la bistabilité sur les pixels tout en maintenant la texture défavorisant l'état passant entre les pixels.

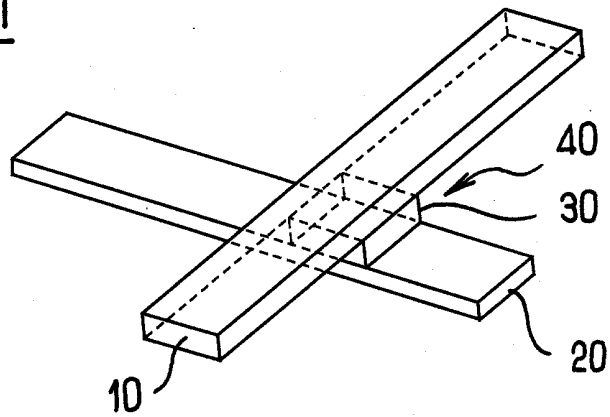
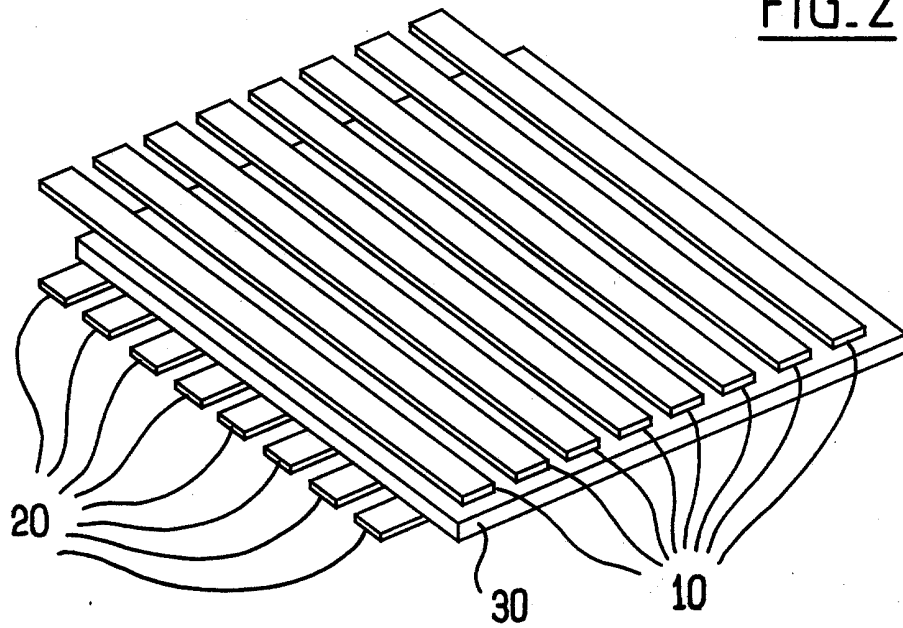
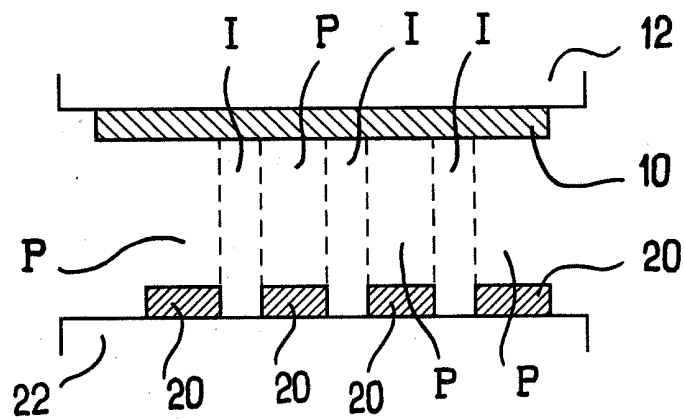
31. Procédé selon l'une des revendications 12 à 30, caractérisé par le fait qu'au moins une des électrodes contient plusieurs segments différents pour permettre de réaliser plusieurs éléments d'image (pixels) indépendants sur les mêmes substrats et dans le même dispositif.

5 **32.** Procédé selon l'une des revendications 12 à 31, caractérisé par le fait que les éléments d'image (pixels) indépendants sont munis de moyens indépendants pour appliquer le champ.

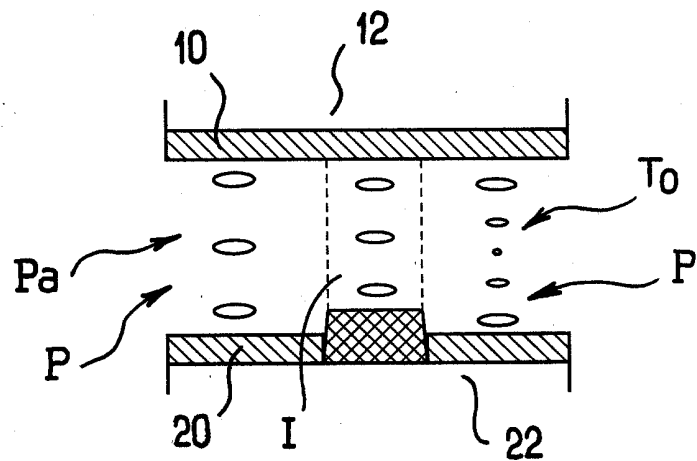
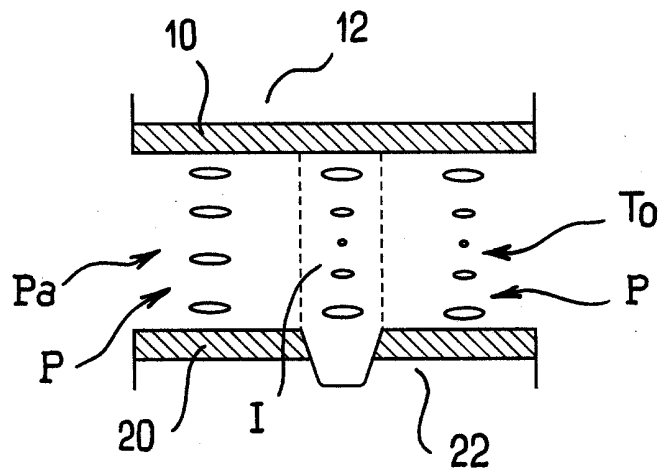
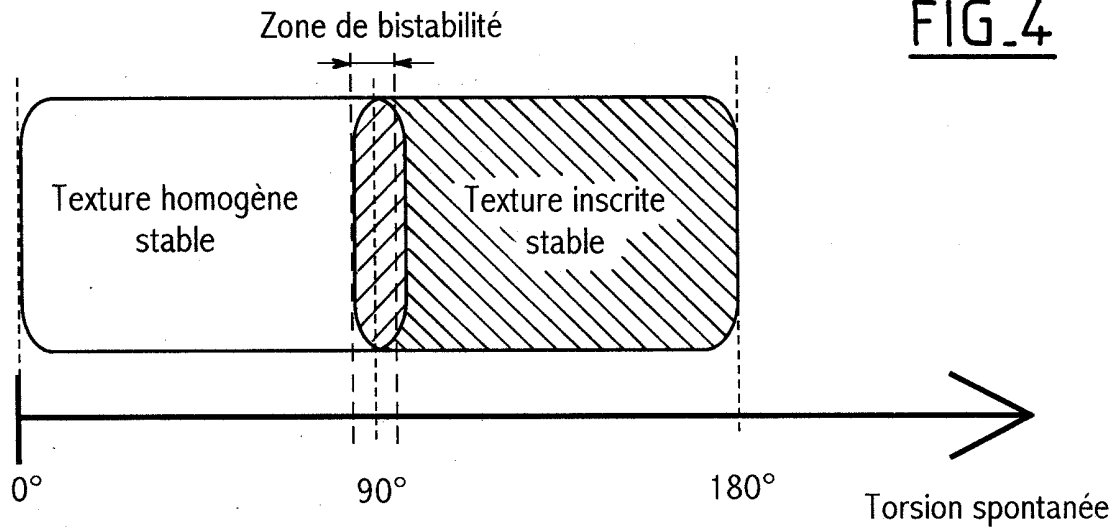
10 **33.** Procédé selon l'une des revendications 12 à 32, caractérisé par le fait que les éléments d'image (pixels) indépendants sont organisés dans une matrice passive multiplexée.

34. Procédé selon l'une des revendications 12 à 32, caractérisé par le fait que les éléments d'image (pixels) indépendants sont organisés dans une matrice active multiplexée.

1 / 2

FIG. 1FIG. 2FIG. 3

2 / 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2829244

N° d'enregistrement
national

FA 608556
FR 0111227

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	GB 2 350 692 A (SHARP KK) 6 décembre 2000 (2000-12-06) * page 1, ligne 01 - page 3, ligne 04 *	1-34	G02F1/133 G09F9/35
Y	US 4 239 345 A (BERREMAN DWIGHT W ET AL) 16 décembre 1980 (1980-12-16) * colonne 5, ligne 29 - ligne 68 *	1-34	
A	US 5 764 325 A (BRYAN-BROWN GUY PETER ET AL) 9 juin 1998 (1998-06-09) * colonne 4, ligne 13 - ligne 20 *	6,12,25, 27	
A	US 5 132 816 A (ITOH NOBUYUKI ET AL) 21 juillet 1992 (1992-07-21) * colonne 8, ligne 29 - ligne 32 * * colonne 11, ligne 42 - colonne 12, ligne 57; figure 2 *	3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30 avril 1997 (1997-04-30) -& JP 08 327969 A (SHARP CORP), 13 décembre 1996 (1996-12-13) * abrégé *	1,3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 265 (P-1542), 24 mai 1993 (1993-05-24) -& JP 05 005886 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 14 janvier 1993 (1993-01-14) * abrégé *	7,27	G02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 mai 2002		Diot, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0111227 FA 608556

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 22-05-2002
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 2350692	A	06-12-2000	WO	0070394 A2	23-11-2000
US 4239345	A	16-12-1980	CA	1130486 A1	24-08-1982
			DE	3068849 D1	13-09-1984
			EP	0018180 A1	29-10-1980
			ES	490587 D0	16-02-1981
			ES	8103395 A1	16-05-1981
			JP	1051818 B	06-11-1989
			JP	1581310 C	11-10-1990
			JP	55142318 A	06-11-1980
			KR	8302189 A	18-10-1983
US 5764325	A	09-06-1998	CA	2182963 A1	17-08-1995
			CN	1145119 A ,B	12-03-1997
			DE	69500923 D1	27-11-1997
			DE	69500923 T2	05-03-1998
			EP	0744042 A1	27-11-1996
			ES	2108569 T3	16-12-1997
			WO	9522078 A1	17-08-1995
			GB	2286466 A	16-08-1995
			GB	2301448 A	04-12-1996
			JP	9508717 T	02-09-1997
			SG	47941 A1	17-04-1998
US 5132816	A	21-07-1992	DE	69009511 D1	14-07-1994
			DE	69009511 T2	05-01-1995
			DE	69030508 D1	22-05-1997
			DE	69030508 T2	20-11-1997
			DE	69030509 D1	22-05-1997
			DE	69030509 T2	09-10-1997
			EP	0381526 A1	08-08-1990
			EP	0556930 A1	25-08-1993
			EP	0556931 A1	25-08-1993
			JP	3233427 A	17-10-1991
JP 08327969	A	13-12-1996	AUCUN		
JP 05005886	A	14-01-1993	AUCUN		