

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 584 521**

②1 N° d'enregistrement national :

**85 10055**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : G 09 F 9/35.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 2 juillet 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 9 janvier 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : REGIE NATIONALE DES USINES RE-  
NAULT. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Feveydoun Gharadjedaghi.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Muriel Korb.

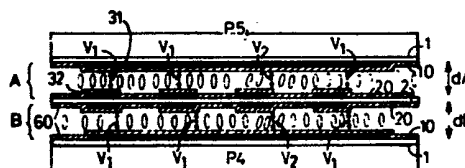
⑤4 Dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide.

⑤7 Une première variante de l'invention concerne une cellule  
d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie posi-  
tive ou négative comprenant, entre deux polariseurs croisés  $P_1$   
et  $P_2$ , au moins deux cellules élémentaires identiques mono-  
couches A et B, empilées l'une contre l'autre de telle sorte que  
leurs réseaux d'électrodes coïncident et soient soumis chacune  
simultanément à l'application d'une tension électrique.

Première application à un affichage multiplexé en couleurs.

Seconde application à une cellule multicouche stable thermi-  
quement.

Troisième application à une cellule multicouche à polariseurs  
elliptiques ou circulaires ajustables électroniquement.



FR 2 584 521 - A1

DISPOSITIF D'AFFICHAGE ELECTRO-OPTIQUE A CRISTAL LIQUIDE

5 La présente invention concerne un dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie diélectrique positive ou négative, et utilisant l'effet de la variation de biréfringence, ceci par l'application d'un champ électrique. Cet effet est appelé parfois l'effet de Biréfringence Contrôlée Electriquement (BCE).

10

Il existe actuellement des dispositifs utilisant cet effet, ces dispositifs étant monocouches c'est-à-dire comprenant un film de cristal liquide emprisonné entre deux plaques de matériau transparent, sur les faces internes desquelles sont disposées en regard les unes des autres, des  
15 électrodes. Entre des électrodes, on crée un champ électrique destiné à modifier l'orientation des molécules du cristal liquide pour faire apparaître une information. Dans l'article de F. CLERC, paru dans la revue DISPLAYS October 1981 et intitulé "electro-optical limits of the electrically controlled birefringence effect in nematic liquid crystals", un tel dispositif est décrit avec ses limitations, dans le cas d'un cristal  
20 liquide d'anisotropie diélectrique négative. Le cas d'un cristal liquide d'anisotropie diélectrique positive est décrit par S. Matsumoto et al. (Journal of Applied. Physics, Vol. 47, N°9, Sept. 1976) et par J. Ferguson (1980 Biennial Displays Revarch Conference).

25

Dans le cas d'un dispositif du type matriciel, c'est-à-dire comprenant un réseau matriciel d'électrodes, l'adressage électronique est en général du type séquentiel, appelé également multiplexé. Dans ce type d'adressage, on applique séquentiellement (ou successivement) sur les lignes d'électrodes  
30 un signal électrique  $V_x$  par exemple carré et on applique en parallèle (ou simultanément) sur les colonnes électrodes et pendant l'adressage d'une ligne des signaux électriques carrés  $V_y$  qui peuvent être soit en opposition de phase soit en phase avec le signal  $V_x$ , suivant que l'on désire afficher ou non la zone de cristal liquide correspondant. Le principe de ce type  
35 d'adressage, son optimisation ainsi que ses limitations sont décrits par

5 P.M. ALT et P. Pleskko, paru dans la revue IEEE Trans. Elect. Dev, ED-21, 146, 1974. Les principales limitations de ce type d'adressage apparaissent lorsque le taux de multiplexage augmente, c'est-à-dire lorsque la complexité de l'afficheur s'accroît nécessitant un nombre croissant de lignes électrodes. Lorsque le taux de multiplexage augmente, le rapport des tensions efficaces  $V_{ON}$  et  $V_{OFF}$  correspondant respectivement aux zones activées et non activées diminue et tend vers 1, ce qui entraîne une dégradation du comportement électro-optique du dispositif et notamment de son contraste. De plus l'augmentation de ce taux de multiplexage exige dans la pratique des niveaux de tension de plus en plus élevés, ce qui entraîne l'utilisation des composants électroniques de plus en plus onéreux.

15 Pour un dispositif du type BCE monocouche, à taux de multiplexage donné et pour des niveaux de tensions donnés, le contraste est amélioré en augmentant l'épaisseur de la couche de cristal liquide. Ceci est dû au fait que la caractéristique contraste-tension présente en chaque point une pente d'autant plus grande que l'épaisseur de la couche de cristal liquide est grande. A contraste donné, le taux de multiplexage peut être augmenté et/ou les niveaux de tensions abaissés lorsque cette épaisseur augmente.

25 L'inconvénient est que l'augmentation de l'épaisseur de la couche de cristal liquide détériore son comportement dynamique ; en effet pour des tensions  $V_x$  et  $V_y$  données, les temps de réponse de l'effet électro-optique sont proportionnels au carré de l'épaisseur.

30 Il est connu qu'une cellule BCE peut permettre l'affichage des informations en couleurs. Sur la caractéristique transmission-tension, l'affichage en noir et blanc correspond à des tensions proches de la tension de seuil de l'effet électro-optique, les couleurs apparaissant vers des tensions plus élevées.

35 Dans le cas d'un affichage couleur, un dispositif du type BCE à adressage multiplexé nécessite des tensions  $V_x$  et  $V_y$  plus grandes que dans le cas

noir et blanc entraînant d'une façon plus critique l'utilisation de composants électroniques plus onéreux.

5 Un troisième inconvénient d'un dispositif monocouche est son mauvais comportement en température. En effet une variation de température crée en général une variation de biréfringence à tension fixe ce qui revient à un déplacement horizontal de la caractéristique contraste-tension. Dans la pratique une compensation électronique permettant l'asservissement des  
10 niveaux de tension  $V_x$  et  $V_y$  est nécessaire.

De plus, un tel dispositif monocouche nécessite deux polariseurs positionnés de part et d'autre de façon à minimiser ou maximiser la transmission de la lumière à travers la cellule en l'absence de toute  
15 excitation électrique. Ces polariseurs peuvent être du type rectiligne ou préférentiellement elliptique ou circulaire dans certains cas. Or actuellement, il n'existe pas de solution industrielle adéquate pour des polariseurs elliptiques ou circulaires adaptés à cette application.

20 Le but de l'invention est de proposer tout d'abord un dispositif d'affichage à cristal liquide du type BCE offrant un bon contraste à taux de multiplexage élevé tout en présentant une bonne dynamique.

C'est ensuite de proposer un dispositif à cristal liquide du type BCE à  
25 taux de multiplexage élevé permettant l'affichage d'informations en couleurs et nécessitant des niveaux de tensions relativement bas.

C'est aussi de réaliser une compensation en température d'un tel dispositif dont le comportement électro-optique est indépendant de la  
30 température.

C'est enfin de réaliser un dispositif à cristal liquide sans polariseurs elliptiques ou circulaires extérieurs, mais réalisés par des couches de cristal liquide en même temps que la cellule elle-même et présentant  
35 l'avantage d'être commandés électriquement en fonction de la longueur d'onde de l'éclairage du dispositif.

Pour cela, selon une première caractéristique de l'invention, le dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie diélectrique positive ou négative, est caractérisé en ce qu'il comprend :

5

- au moins deux cellules élémentaires constituées, chacune par deux plaques transparentes sensiblement parallèles entre lesquelles est emprisonné un mélange cristal liquide de même signe d'anisotropie diélectrique, deux réseaux matriciels croisés d'électrodes transparentes étant disposés chacun sur la face interne des deux plaques en regard, ces électrodes étant elles-mêmes recouvertes d'une couche d'alignement imposant de préférence aux molécules des deux couches un alignement identique au voisinage des surfaces ; ces deux cellules élémentaires étant empilées l'une contre l'autre de telle sorte que leurs réseaux d'électrodes coïncident et soient soumis simultanément aux mêmes séquences électriques, et

10

15

- deux polariseurs rectilignes, elliptiques ou circulaires situés de part et d'autre de ses faces externes.

20

Selon une seconde caractéristique de l'invention, le dispositif d'affichage comprend une cellule d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie diélectrique positive ou négative comprenant :

25

- au moins deux cellules élémentaires  $C_1$  et  $C_2$ , constituées chacune par au moins deux plaques transparentes sensiblement parallèles, entre lesquelles est emprisonné le cristal liquide, ces cellules étant empilées les unes contre les autres,

30

- deux polariseurs rectilignes, elliptiques ou circulaires situés de part et d'autre de ses faces externes ;

la première cellule élémentaire  $C_1$  comportant deux réseaux matriciels croisés d'électrodes transparentes disposés sur la face interne de ses plaques, et recouvertes d'une couche d'alignement des molécules, lesdits

35

réseaux étant susceptibles d'être soumis à l'application de séquences électriques de niveaux tels que les informations soient affichées en noir et blanc par exemple si cette cellule était unique, et la seconde cellule  
5 élémentaire C<sub>2</sub> comportant deux électrodes transparentes planes disposées sur la face interne de ses deux plaques et susceptibles d'être soumises à l'application d'une tension électrique rendant l'élément d'affichage de la première cellule C<sub>1</sub> visible en couleur.

10 Selon une troisième caractéristique de l'invention, pour assurer une bonne compensation en température, le dispositif est caractérisé en ce que les deux cellules élémentaires utilisent deux mélanges cristal liquide et sont à anisotropies diélectriques de signes inverses et en ce que la  
15 variation de la biréfringence moyenne présentée par la seconde cellule élémentaire permet de compenser partiellement ou totalement les variations correspondant aux points d'affichage sélectionnés ou non de la première cellule.

20 Enfin, selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif d'affichage comporte :

25 - trois cellules élémentaires, constituées chacune par deux plaques transparentes, sensiblement parallèles entre lesquelles sont emprisonnées des couches de cristal liquide, ces trois cellules étant empilées les unes contre les autres,

- deux polariseurs rectilignes situés de part et d'autre de ses faces externes ;

30 et est caractérisé en ce que la cellule centrale comporte des électrodes transparentes disposées sur les faces internes (10 et 20) de ses deux plaques (1 et 2) respectivement,

35 en ce que les deux cellules extrêmes renferment un cristal liquide nématique, dont les molécules sont alignées selon une même direction, faisant un angle non nul avec la direction de polarisation des polariseurs rectilignes, ces cellules comportant préférentiellement

chacune deux électrodes transparentes planes disposées sur les faces internes de leurs plaques et susceptibles d'être soumises à l'application d'une tension électrique permettant d'ajuster l'état de polarisation de l'onde lumineuse.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit, d'exemples de réalisation non limitatifs et illustrée par les figures suivantes qui représentent :

- la figure 1 : un dispositif monocouche d'affichage à cristal liquide utilisant l'effet selon l'art antérieur ;
- la figure 2 : un exemple de réalisation d'un dispositif à cristal liquide multicouche selon l'invention ;
- la figure 3 : un mode de réalisation d'un dispositif d'affichage multiplexé en couleurs selon l'invention ;
- la figure 4 : un autre mode de réalisation d'un dispositif d'affichage assurant une bonne compensation thermique, selon l'invention ;
- la figure 5 : un autre mode de réalisation d'un dispositif d'affichage avec polariseurs de type particulier, selon l'invention.

Les éléments référencés identiquement dans les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue de mêmes résultats.

La figure 1 représente un dispositif monocouche à cristal liquide selon une vue en coupe transversale.

Ce dispositif est constitué de deux plaques 1 et 2 de matériau transparent, du verre par exemple, entre lesquelles est emprisonné un cristal liquide nématique d'anisotropie diélectrique négative par exemple. Sur les surfaces internes 10 et 20 de ces deux plaques 1 et 2

respectivement, sont déposées des électrodes 3 transparentes entre lesquelles on établit des tensions électriques  $V_1$  et  $V_2$  de façon à modifier sélectivement l'aspect optique des parties du motif, comprises entre ces électrodes. Un tel dispositif est généralement placé entre deux polariseurs  $P_4$  et  $P_5$  positionnés de façon à minimiser ou maximiser la transmission de la lumière à travers le dispositif en l'absence d'excitation, ces polariseurs étant rectilignes croisés par exemple sur la figure 1, faisant un angle de  $45^\circ$  par rapport au plan de basculement des molécules du cristal liquide.

Dans le cas de la figure 1 où le mélange d'un cristal liquide est à anisotropie diélectrique négative, le procédé d'alignement des molécules, au niveau de la surface des plaques de verre, est préférentiellement tel que l'alignement est homéotrope (perpendiculaire à la surface) ou quasi-homéotrope c'est-à-dire présentant un faible angle par rapport à la normale. Cet angle dit angle de "tilt" par rapport à la normale permet de contrôler le plan de basculement des molécules lorsqu'un champ électrique  $E$  est créé par application d'une tension entre les électrodes des deux plaques.

Dans le cas d'un cristal liquide à anisotropie diélectrique positive, l'alignement des molécules doit être préférentiellement planaire (parallèle à la surface) ou quasi-planaire, avec un faible angle par rapport à la surface, permettant le contrôle du plan de basculement des molécules en présence d'un champ  $E$ .

Un dispositif monocouche à cristal liquide nématique et utilisant l'effet BCE fonctionne de la façon suivante : en l'absence de tension électrique ou pour des tensions  $V_2$  inférieures à la tension de seuil électro-optique établie entre les électrodes 3 des deux plaques 1 et 2, les molécules 6 du cristal ne subissent aucun changement d'orientation et la lumière incidente traverse la cellule ou est absorbée selon l'orientation des polariseurs  $P_4$  et  $P_5$ .

En présence d'une tension électrique  $V_2$  supérieure à la tension de seuil électro-optique, les molécules 6 du cristal liquide subissent un changement d'orientation, créant ainsi une variation de la biréfringence agissant sur

l'état de la polarisation de la lumière traversant la cellule. La transmission de la lumière entre les polariseurs est alors différente suivant qu'elle traverse des zones soumises à cette tension électrique  $V_2$  ou des zones non soumises à cette tension. Ainsi apparaît une information visible se détachant du fond correspondant aux zones non activées de la cellule.

Lorsque le dispositif comporte un réseau d'électrodes dont l'excitation se fait par un adressage multiplexé, il a été dit auparavant que le contraste est meilleur, à taux de multiplexage donné, lorsque l'épaisseur de la couche cristal liquide est plus grande, ce qui a l'inconvénient d'entraîner une détérioration du comportement dynamique du dispositif.

L'invention concerne un dispositif à cristal liquide utilisant l'effet BCE comportant au moins deux cellules élémentaires à réseaux d'électrodes identiques et remplies d'un cristal liquide d'anisotropie diélectrique de même signe, telles que décrites précédemment, empilées l'une sur l'autre. La figure 2 en montre un exemple de réalisation.

Ce dispositif comporte au moins deux cellules élémentaires A et B monocouche constituées chacune par deux plaques transparentes - du verre par exemple -, sensiblement parallèles espacées d'une distance  $d_A$  et  $d_B$  respectivement entre lesquelles est emprisonné le mélange cristal liquide. Deux réseaux 31 et 32 matriciels croisés d'électrodes 3 transparentes sont disposés chacun sur la face interne 10 et 20 respectivement des deux plaques 1 et 2 en regard, de chaque cellule. Dans le cas particulier de la figure 2, le mélange cristal liquide est à anisotropie diélectrique négative et l'alignement des molécules du voisinage des surfaces est homéotrope.

Ces deux cellules élémentaires A et B sont empilées l'une contre l'autre de telle sorte que leurs réseaux d'électrodes coïncident. Ces réseaux sont susceptibles d'être soumis simultanément à l'application des mêmes séquences électriques. Deux polariseurs  $P_4$  et  $P_5$  sont disposés de part et d'autre des faces externes de la cellule. Ainsi les zones activées (respectivement non activées) de la cellule élémentaire A sont superposées aux zones activées (respectivement non activées) de la cellule élémentaire B.

A taux de multiplexage égal et pour des niveaux de tension de commandes identiques ce dispositif double couche selon l'invention présente par rapport à un dispositif monocouche un meilleur contraste sans que le comportement dynamique soit dégradé. Le contraste de ce  
5 dispositif correspond à celui d'un dispositif monocouche dont l'épaisseur du cristal liquide est égale à la somme de  $d_A$  et  $d_B$ , tandis que son comportement dynamique correspond à celui d'un dispositif monocouche dont l'épaisseur du mélange cristal liquide est égale à la plus grande des  
10 valeurs  $d_A$  et  $d_B$ .

De façon préférentielle, un tel dispositif à N cellules élémentaires peut être réalisé à partir de N + 1 lames de verre, les deux surfaces des N - 1 lames comprises entre deux couches consécutives de cristal liquide sont recouvertes par les réseaux d'électrodes transparentes disposées de façon  
15 à respecter un alignement nécessaire à l'amélioration du contraste. Pour une cellule du type matrice de points, les réseaux d'électrodes sont en forme de bandes parallèles, les directions de ces bandes sur les deux faces internes 10 et 20 des deux plaques 1 et 2 constituant une seule et même cellule élémentaire sont orthogonales.

Pour éviter les effets de paralaxe, les plaques de verre internes doivent avoir préférentiellement une épaisseur inférieure à 0,5 mm.

Dans le cas particulier d'un dispositif multicouche à cristal liquide à anisotropie diélectrique négative, le procédé d'alignement des molécules du cristal au repos doit permettre préférentiellement un alignement soit homéotrope soit quasi-homéotrope. On peut obtenir un alignement homéotrope par l'utilisation d'un surfactant comme la lécithine ou d'un agent d'alignement de la famille des silanes. Dans cette dernière  
25 catégorie on peut donner comme exemple un produit commercialisé par la firme Japonnaise Chisso Co sous le nom DMOAP. Un alignement quasi-homéotrope peut être obtenu en déposant par évaporation sous  
30 l'incidence oblique une couche mince (environ 200 Å) du monoxyde de silicium suivie d'une étape de frottement et de traitement avec la lécithine ou le DMOAP. Un alignement quasi-planaire peut être obtenu par  
35 le dépôt d'une couche de polyimide, suivi d'une étape de frottement.

La figure 3 montre un mode de réalisation d'une autre caractéristique de l'invention, constituée par un dispositif multicouche à cristal liquide nématique à effet BCE, permettant l'affichage d'informations multiplexées en couleurs, en utilisant des niveaux de tensions relativement faibles.

5

Ce dispositif d'affichage électro-optique comprend au moins deux cellules élémentaires  $C_1$  et  $C_2$ , constituées chacune par au moins deux plaques transparentes 1 et 2 sensiblement parallèles, entre lesquelles est emprisonné le cristal liquide, ces plaques étant emfilées l'une contre l'autre. Deux polariseurs  $P_4$  et  $P_5$ , par exemple rectilignes croisés, sont placés de part et d'autre des faces externes du dispositif.

10

La cellule  $C_1$  comporte deux réseaux matriciels 31 et 32 croisés d'électrodes transparentes disposés sur les faces internes 10 et 20 des deux plaques 1 et 2 en regard respectivement, chaque élément d'affichage étant à l'intersection d'une électrode du réseau 31 et d'une électrode du réseau 32. Les deux réseaux d'électrodes sont susceptibles d'être soumis à l'application de séquences électriques de niveaux tels que les informations apparaîtraient par exemple en noir et blanc sans la cellule  $C_2$ .

15

20

La cellule  $C_2$  comporte deux électrodes planes transparentes disposées en regard l'une de l'autre sur une partie ou la totalité des faces internes 10 et 20 des deux plaques 1 et 2 qui la constituent. Ces deux électrodes étant susceptibles d'être soumises à une tension électrique  $V_2$  telle que la cellule apparaîtrait par exemple à la limite de l'apparition des couleurs, soit la couleur jaune, qui est la première couleur obtenue après le blanc quand on augmente la tension d'excitation des électrodes, si cette cellule était unique. Les cellules  $C_1$  et  $C_2$  étant simultanément commandées électroniquement, les effets s'ajoutent et les éléments d'affichage définis par les réseaux d'électrodes de la cellule  $C_1$  apparaissent en couleurs.

25

30

Ce mode de réalisation présente l'avantage d'obtenir des informations en couleurs sur un écran matriciel, avec des niveaux de tensions d'excitation qui sont ceux d'un écran matriciel noir et blanc fonctionnant avec le

35

même taux de multiplexage. Un écran couleur matriciel actuel, monocouche, nécessite, à taux de multiplexage relativement élevé, des tensions d'excitation supérieures à 25V environ, obligeant à utiliser, pour la réalisation du circuit électronique de commande des réseaux matriciels de l'écran, des composants CMOS. Un écran couleurs matriciel selon l'invention permet l'utilisation de composants CMOS pour des taux de multiplexage plus élevés.

Selon une variante de réalisation de cette cellule d'affichage matriciel en couleurs, on peut combiner plusieurs couleurs en réalisant différentes zones d'électrodes de la cellule  $C_2$ , chaque zone étant excitée par une valeur de tension appropriée à la couleur désirée.

La figure 4 montre un autre mode de réalisation du dispositif d'affichage multicouche selon l'invention, destiné à assurer une bonne compensation en température. En effet, lorsque la température ambiante du milieu dans lequel se trouve une cellule à cristal liquide augmente, la caractéristique contraste-tension de la cellule se déplace horizontalement. Quand cette température croît, la valeur de la tension nécessaire pour créer un état optique donné décroît généralement de sorte que pour une valeur de tension choisie au départ, l'aspect optique des différents points ou segments d'affichage se trouve modifié.

Dans la figure 4, les deux cellules élémentaires  $C_3$  et  $C_4$  du type BCE utilisant deux types de mélanges cristal liquide, l'un d'anisotropie diélectrique négative, l'autre positive, sont empilées, la cellule  $C_3$  comportant deux réseaux 31 et 32 d'électrodes multiplexées et contient par exemple un cristal liquide à anisotropie diélectrique négative  $\Delta\epsilon < 0$ .

Pour des niveaux de tensions d'excitation donnés, lorsque la température augmente, les molécules du cristal liquide ont tendance à s'écarter d'avantage de la direction normale aux plaques provoquant une augmentation de la biréfringence moyenne correspondant à chaque point d'affichage. Cette augmentation de la biréfringence moyenne est fonction de l'état d'excitation de chaque point ou segment d'affichage. Soient  $\delta_{\max} (\overline{\Delta n_3})$  et  $\delta_{\min} (\overline{\Delta n_3})$  respectivement les valeurs maximale et

minimale de cette augmentation correspondant par exemple aux points d'affichage sélectionnés et non sélectionnés. La seconde cellule  $C_4$  comporte deux électrodes 3 planes et contient un cristal liquide d'anisotropie diélectrique de signe contraire à celui de la cellule  $C_3$ . Dans l'exemple choisi, ce signe est positif. Entre les électrodes 3 de cette cellule est appliquée une tension fixe supérieure à la tension de seuil électro-optique correspondant à cette cellule. Dans le cas de cette cellule  $C_4$  lorsque la température augmente la direction d'alignement des molécules tend vers la normale aux plaques, ce qui entraîne une diminution de la biréfringence.

Si on choisit deux cellules  $C_3$  et  $C_4$  de telle sorte que les épaisseurs respectives des couches cristal liquide étant  $d_3$  et  $d_4$ , on ait

$$\frac{\delta(\overline{\Delta n_3}) \cdot d_3}{\delta \theta} = - \frac{\delta(\overline{\Delta n_4}) \cdot d_4}{\delta \theta}$$

$$\text{et } \delta_{\min}(\overline{\Delta n_3}) \leq \delta(\overline{\Delta n}) \leq \delta_{\max}(\overline{\Delta n_3})$$

$\delta(\overline{\Delta n_4})$  étant la variation en valeur absolue de la biréfringence moyenne correspondant à la cellule  $C_4$  et  $\delta \theta$  la variation de température, on obtient une bonne compensation en température, qui s'effectue autrement que par des composants électroniques.

L'intérêt reste appréciable même si la première cellule  $C_3$  n'est pas à adressage électronique multiplexé.

La figure 5 représente un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention, pour lequel les polariseurs elliptiques ou circulaires ont été réalisés par l'association des polariseurs rectilignes et des cellules élémentaires du type BCE.

De façon générale, les polariseurs posent un problème de fiabilité spécialement dans leurs applications où on rencontre un environnement

5 chaud et humide. Dans le cas particulier des polariseurs elliptiques, ou circulaires, se pose de plus un problème d'approvisionnement de polariseurs adaptés aux exigences industrielles et techniques des afficheurs à cristaux liquides.

10 Un des buts de l'invention est de réaliser une cellule d'affichage électro-optique à cristal liquide ne nécessitant pas l'adjonction des polariseurs elliptiques ou circulaires extérieurs. On réalise la fonction de polarisation elliptique à l'aide de cellules élémentaires à cristal liquide réalisés en même temps que la cellule d'affichage.

15 Cette cellule d'affichage est constituée par au moins trois cellules élémentaires  $C_5$ ,  $C_6$  et  $C_7$ , dont la ou les cellules centrales  $C_6$  sont des cellules d'affichage à cristaux liquides matriciel ou non. Ces trois cellules empilées les unes contre les autres, sont constituées chacune par deux plaques transparentes 1 et 2 sensiblement parallèles. Les deux cellules extrêmes  $C_5$  et  $C_7$  renferment un cristal liquide nématique dont les molécules 70 sont alignées de façon planaire dans une même direction. Ces deux cellules jouent le rôle de lames biréfringentes. Selon une variante préférentielle, ces cellules comportent chacune deux électrodes transparentes 71 et 72 sur la face interne de leurs plaques susceptibles d'être soumises à l'application d'une tension d'excitation permettant d'ajuster l'état de polarisation de l'onde lumineuse en fonction du spectre d'émission du système d'éclairage du dispositif. Pour réaliser deux polariseurs elliptiques ou circulaires, il est nécessaire d'ajouter deux polariseurs  $P_5$  et  $P_7$  rectilignes de part et d'autre de ces cellules extrêmes  $C_5$  et  $C_7$ , dont les directions de polarisation font un angle non nul, par exemple de  $45^\circ$  avec la direction des molécules 70 du cristal liquide nématique correspondant aux cellules  $C_6$  et  $C_7$ . Les polariseurs  $P_5$  et  $P_7$  peuvent être collés directement de part et d'autre de la cellule d'affichage.

35 L'invention n'est pas bien entendu limitée aux modes de réalisation décrits et représentés mais comprend également tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont effectuées dans l'esprit de l'invention et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

REVEN DIC A T I O N S

5 1. Dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide, caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins deux cellules élémentaires (A, B ; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> ; C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> ; C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>), constituées chacune au moins par deux plaques transparentes (1, 2) sensiblement parallèles entre lesquelles est emprisonné un mélange cristal liquide, ces deux cellules étant empilées l'une contre l'autre et l'une d'elles au moins comportant des électrodes transparentes, et
- deux polariseurs (P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>) situés de part et d'autre de ses faces externes.

15 2. Dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie diélectrique positive ou négative selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins deux cellules (A et B) élémentaires, constituées chacune par deux plaques transparentes (1 et 2) sensiblement parallèles, entre lesquelles est emprisonné un mélange cristal liquide dont le signe d'anisotropie diélectrique est identique pour les deux cellules, deux réseaux (31 et 32) matriciels croisés d'électrodes transparentes étant disposés chacun sur la face interne (10 et 20) des deux plaques (1 et 2) en regard, les électrodes étant elles-mêmes recouvertes d'une couche mince destinée à l'alignement des molécules cristallines ; ces deux cellules (A et B) élémentaires étant empilées l'une contre l'autre de telle sorte que leurs réseaux d'électrodes coïncident et soient soumis chacun simultanément à l'application des mêmes séquences électriques d'adressage, et
- deux polariseurs (P<sub>4</sub> et P<sub>5</sub>), situés de part et d'autre de ses faces externes, de type rectiligne, elliptique ou circulaire.

3. Dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie diélectrique positive ou négative selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5
- au moins deux cellules élémentaires ( $C_1$  et  $C_2$ ) constituées chacune au moins par deux plaques transparentes (1 et 2) sensiblement parallèles, entre lesquelles est emprisonné le cristal liquide, ces deux cellules étant empilées l'une contre l'autre,
- 10
- deux polariseurs ( $P_4$  et  $P_5$ ) situés de part et d'autre de ses faces externes, de type rectiligne, elliptique ou circulaire, en ce que la première cellule élémentaire ( $C_1$ ) comporte deux réseaux matriciels croisés (31 et 32) d'électrodes transparentes disposés sur les faces internes (10 et 20) de ses deux plaques (1 et 2) respectivement,
- 15
- lesdits réseaux étant susceptibles d'être soumis à un adressage électronique multiplexé de niveaux de tensions rendant l'affichage visible en noir et blanc par exemple, et en ce que la seconde cellule élémentaire ( $C_2$ ) comporte deux électrodes transparentes (3) planes disposées sur les faces internes (10 et 20) de ses deux plaques (1 et 2) et susceptibles d'être soumises à l'application d'une tension électrique ( $V_2$ ) rendant l'affichage de la cellule ( $C_1$ ) visible en couleur.
- 20

4. Dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide à anisotropie diélectrique positive ou négative selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 25
- au moins trois cellules élémentaires ( $C_5$ ,  $C_6$  et  $C_7$ ) constituées chacune au moins par deux plaques transparentes (1 et 2) sensiblement parallèles
- 30
- entre lesquelles sont emprisonnées des couches de cristal liquide, ces trois cellules étant empilées les unes contre les autres,
- deux polariseurs rectilignes ( $P_5$  et  $P_7$ ) situés de part et d'autre de ses faces externes,
- 35
- en ce que la ou les cellules ( $C_6$ ) centrales comportent des électrodes transparentes (3) et une couche d'alignement des molécules disposées sur

les faces internes (10 et 20) de leurs deux plaques (1 et 2) respectivement,

5 en ce que les deux cellules extrêmes ( $C_5$  et  $C_7$ ) renferment un mélange cristal liquide nématique dont les molécules (70) sont alignées suivant une même direction,

et en ce que les polariseurs ( $P_5$  et  $P_7$ ) ont une direction de polarisation faisant un angle non nul avec le plan des molécules (70) du cristal liquide.

10 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'au moins une cellule élémentaire ( $C_7$ ) extrême comporte deux électrodes transparentes planes (71 et 72) disposées sur les faces internes (10 et 20) de ses deux plaques (1 et 2) respectivement et destinées à ajuster le fonctionnement  
15 de cette cellule en fonction du spectre d'émission du système d'éclairage du dispositif.

20 6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisée en ce que la seconde cellule élémentaire ( $C_2$ ) comporte plusieurs paires d'électrodes transparentes planes (3) correspondant à plusieurs zones d'affichage susceptibles d'être soumises chacune à une valeur de tension électrique déterminée afin d'obtenir des zones de couleurs différentes.

25 7. Dispositif d'affichage électro-optique à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins deux cellules élémentaires ( $C_3$  et  $C_4$ ) utilisant des mélanges  
30 cristaux liquides dont les signes d'anisotropie diélectrique sont opposés et constituées chacune par au moins deux plaques transparentes (1 et 2) sensiblement parallèles, entre lesquelles est emprisonné le cristal liquide, ces deux cellules étant empilées l'une contre l'autre ;

- deux polariseurs ( $P_4$  et  $P_5$ ) du type rectiligne, elliptique ou circulaire  
35 situés de part et d'autre de ses faces externes ;  
en ce que la ou les premières cellules élémentaires ( $C_3$ ) comportent des niveaux matriciels croisés (31 et 32) identiques d'électrodes transparentes disposés sur les faces internes (10 et 20) de ses deux

plaques (1 et 2) respectivement, lesdits réseaux étant susceptibles d'être soumis à un adressage électronique multiplexé et en ce que la cellule élémentaire (C<sub>4</sub>) comporte deux électrodes transparentes (3) planes disposées sur les faces internes (10 et 20) de ses deux plaques (1 et 2) et susceptible d'être soumise à l'application d'une tension électrique (V<sub>4</sub>) et en ce que la relation entre l'épaisseur de la couche cristal liquide (d<sub>3</sub> et d<sub>4</sub>) et les variations extrêmes de la biréfringence moyenne  $\delta_{\min}(\overline{\Delta n_3})$  et  $\delta_{\max}(\overline{\Delta n_3})$  en valeur absolue correspondant aux points ou segments d'affichage de la ou les cellules élémentaires (C<sub>3</sub>) et celle de la biréfringence moyenne  $\delta(\overline{\Delta n_4})$  en valeur absolue de la cellule élémentaire (C<sub>4</sub>) en fonction de la variation ( $\delta \theta$ ) de la température du milieu est telle que :

$$\frac{\delta(\overline{\Delta n_3})}{\delta \theta} d_3 = - \frac{\delta(\overline{\Delta n_4})}{\delta \theta} d_4$$

$$\text{avec } \delta_{\min}(\overline{\Delta n_3}) \leq \delta(\overline{\Delta n_3}) \leq \delta_{\max}(\overline{\Delta n_3})$$

de façon à assurer une bonne compensation en température.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le cristal liquide est nématique.

9. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la direction d'alignement des molécules (6) au voisinage des surfaces internes (10 et 20) des deux plaques (1 et 2) constituant une cellule élémentaire monocouche est la même pour toutes les molécules et toutes les cellules du dispositif.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que deux cellules élémentaires consécutives ont une plaque de verre (2) en commun, sur les deux faces de laquelle sont déposés les réseaux d'électrodes de chaque cellule.

1/2

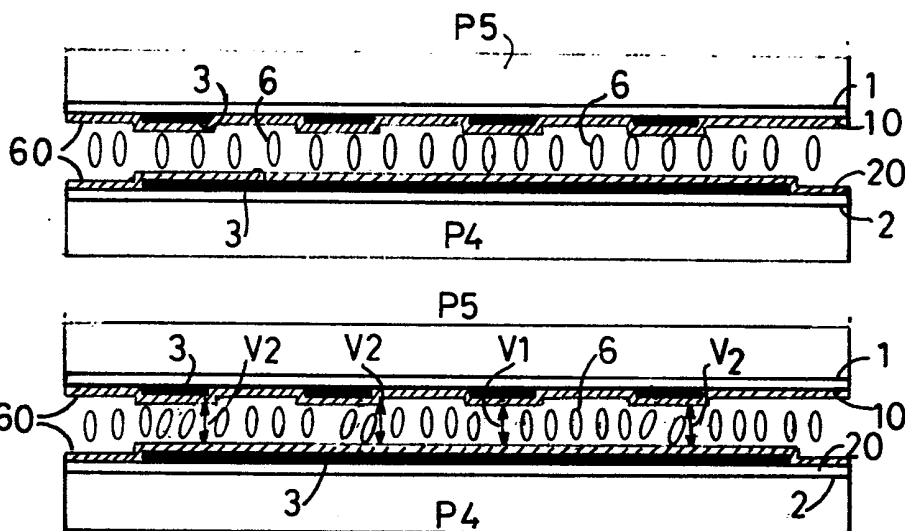


FIG. 1

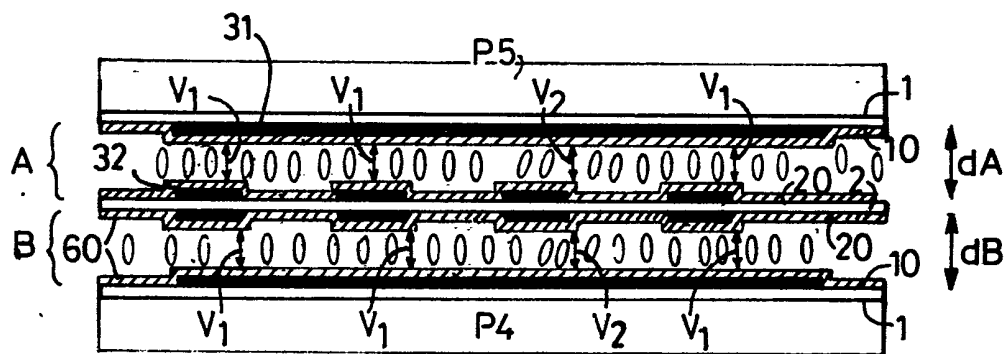


FIG. 2

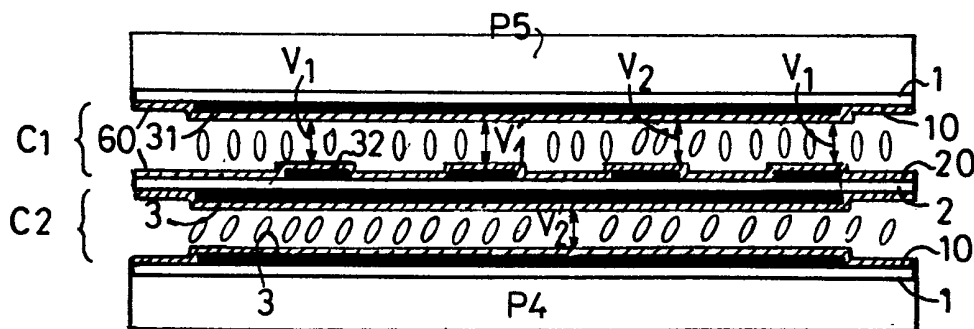


FIG. 3

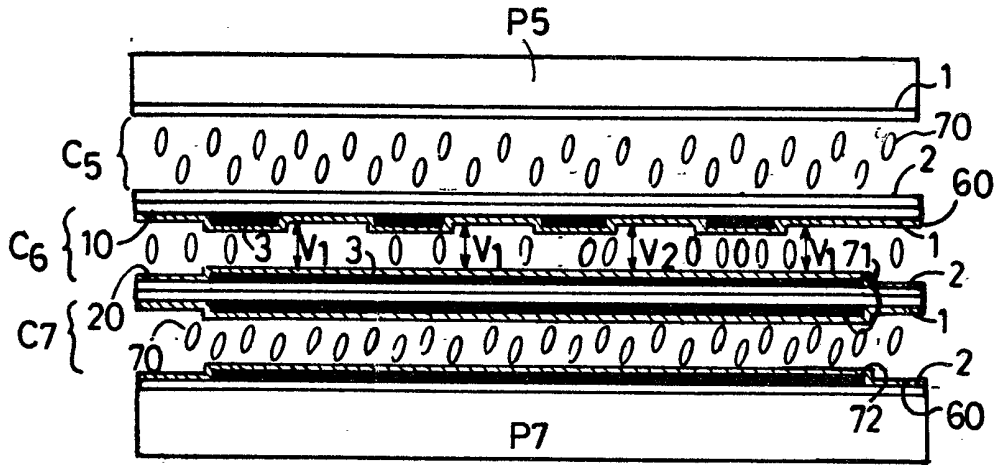


FIG. 5

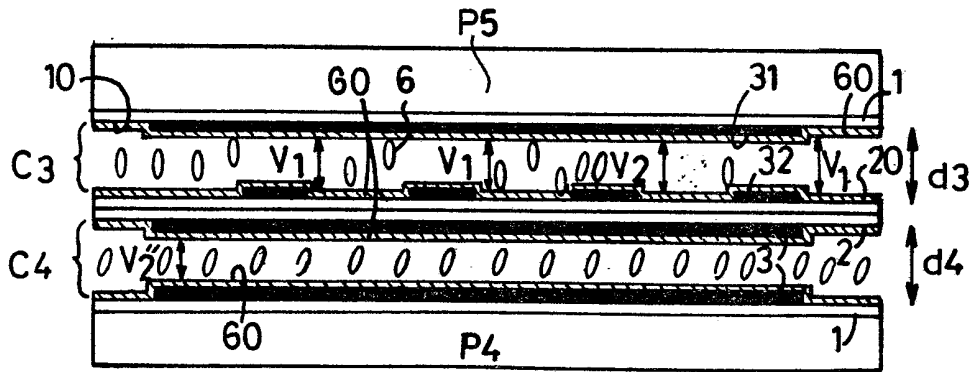


FIG. 4