

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 563 031

②1 N° d'enregistrement national :

85 05569

⑤1 Int Cl⁴ : G 09 F 9/35.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12 avril 1985.

③0 Priorité : JP, 12 avril 1984, n° 71735/84; 27 juillet 1984, n°s 113438/84 et 113439/84.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 42 du 18 octobre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : CASIO COMPUTER CO., LTD. — JP.

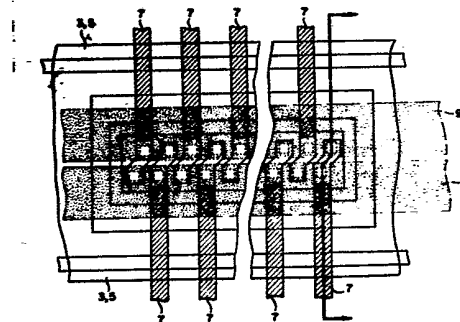
⑦2 Inventeur(s) : Koh Fujimura et Hisashi Aoki.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Dispositif à cristaux liquides.

⑤7 Un dispositif à cristaux liquides de la présente invention présente une paire de substrats 3, 5 pour cristaux liquides situés en face l'un de l'autre. Un certain nombre d'électrodes de réception des signaux 7 sont formées sur la surface interne de l'un des substrats 3, 5 pour cristaux liquides appariés. Deux électrodes de balayage 9 sont formées sur la surface interne de l'autre des substrats 3, 5 pour cristaux liquides, appariés. Une couche de cristaux liquides est interposée entre les substrats 3, 5. Les cristaux liquides, les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 constituent des obturateurs de lumière à cristaux liquides. Les cristaux liquides ne se trouvent que dans la section où sont formés les obturateurs, de façon à réduire la capacité existant entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage 7, 9. Des matériaux d'une constante diélectrique faible se trouvent dans la zone où les obturateurs ne sont pas formés entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage 7, 9.



FR 2 563 031 - A1

Dispositif à cristaux liquides

La présente invention se rapporte à une amélioration du dispositif à cristaux liquides qui opère à haute vitesse et, plus particulièrement, elle se rapporte à une amélioration des dispositifs à cristaux liquides pilotés selon le schéma d'adressage à double fréquence.

On utilise actuellement le dispositif à cristaux liquides comme dispositif d'affichage de l'image pour emploi dans le récepteur de télévision, l'écran d'ordinateur et autre semblable. On l'utilise également dans l'imprimante dite électrophotographique, comme exposé par le brevet US 4 386 836, par exemple. Ce dispositif à cristaux liquides que l'on utilise pour l'affichage de l'image ou dans une imprimante électrophotographique présente en général la disposition suivante. Une paire de substrats sont disposés en face l'un de l'autre, avec interposition entre eux de cristaux liquides en sandwich. Un certain nombre d'électrodes de réception des signaux sont prévues sur la face interne de l'un des substrats et un certain nombre d'électrodes de balayage sont prévues sur la face interne de l'autre substrat, formant ainsi un certain nombre d'obturateurs de lumière (micro-obturateurs) qui servent à laisser passer et à arrêter la lumière. Ces obturateurs comprennent une partie de la surface où les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage sont en face l'une de l'autre, les cristaux liquides étant interposés entre elles. L'étanchéité des cristaux liquides est assurée par un élément d'étanchéité prévu le long du contour des substrats appariés.

On se trouve parfois devant le cas où le dispositif à cristaux liquides présentant la disposition décrite ci-dessus est piloté à vitesse élevée pour donner un contraste élevé. On utilise dans ce cas le schéma d'adressage à double fréquence. Ce schéma d'adressage à double fréquence utilise le phénomène de la dispersion diélectrique des cristaux liquides. Dans le cas où l'on emploie ce schéma d'adressage à double fréquence, on utilise des cristaux liquides pilotés en double fréquence. Ces cristaux

liquides pilotés en double fréquence présentent la propriété de changer leur anisotropie diélectrique pour passer de positive en négative, selon la fréquence du champ électrique alternatif appliqué. Comme on le voit sur la figure 1, on suppose que la fréquence du champ électrique alternatif pour lequel l'anisotropie diélectrique $\Delta\epsilon$ des cristaux liquides devient zéro est f_c . Si l'on applique un champ électrique alternatif d'une fréquence f_L inférieure à la fréquence f_c , les cristaux liquides présentent une anisotropie diélectrique positive $\Delta\epsilon_L$ et les axes molaires des cristaux liquides deviennent parallèles au champ électrique. Si l'on applique un champ électrique alternatif d'une fréquence f_H supérieure à la fréquence f_c , les cristaux liquides présentent une anisotropie négative $\Delta\epsilon_H$ et les axes molaires des cristaux liquides deviennent perpendiculaires au champ électrique. Comme décrit ci-dessus, le schéma d'adressage en double fréquence a pour but de traiter sélectivement les molécules des cristaux liquides en appliquant sélectivement les champs électriques alternatifs de basse fréquence et de haute fréquence aux cristaux liquides. Il en résulte que l'on peut commander la quantité de lumière passant à travers les obturateurs.

On va décrire un cas dans lequel on applique le schéma d'adressage à double fréquence au dispositif à cristaux liquides du type à image positive, à cristaux en phase nématique à rotation TN. Le dispositif à cristaux liquides du type à image positive, à cristaux en phase nématique à rotation TN est du mode en phase nématique à rotation où les axes de polarisation du polariseur sont disposés perpendiculairement l'un à l'autre. Si l'on applique entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage une tension à la fréquence basse f_L , les axes molaires des cristaux liquides deviennent perpendiculaires à la face formant électrode. Les obturateurs arrêtent alors la lumière et sont fermés. Si l'on applique entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage une tension à la fréquence haute f_H , les axes molaires des cristaux liquides subissent une rotation et deviennent parallèles à la face formant

électrode. Les obturateurs permettent ainsi le passage de la lumière et sont ouverts.

On va décrire un autre cas dans lequel on applique le schéma d'adressage en double fréquence au dispositif à cristaux liquides du mode G-H (ou mode à effet Gest-Host). Si l'on applique entre les électrodes la tension de fréquence basse f_L , les axes molaires des cristaux liquides deviennent perpendiculaires aux électrodes et les axes du colorant dichroïque qui se déplace avec les molécules de cristaux liquides deviennent également perpendiculaires aux électrodes. Par conséquent le colorant dichroïque n'absorbe pas la lumière et les obturateurs sont ouverts, permettant à la lumière de les traverser. Si l'on applique entre les électrodes la tension de fréquence basse f_H , les axes molaires des cristaux liquides deviennent parallèles à la face formant électrode et ceux du colorant dichroïque deviennent donc parallèles à la face formant électrode, absorbant alors la lumière dans une bande de longueur d'onde spécifique du colorant. Par conséquent, les obturateurs sont fermés, interdisant le passage de la lumière dans cette bande de longueur d'onde spécifique.

Dans les dispositifs à cristaux liquides mentionnés ci-dessus, la surface des portions qui forme les nombreux micro-obturateurs parmi les électrodes est extrêmement faible. Les dimensions de chacun des obturateurs sont par exemple de 0,1 mm x 0,1 mm. Par contre, la surface de l'autre portion, mise à part celle qui forme les nombreux micro-obturateurs parmi les électrodes, est importante. Par exemple la surface de la portion conductrice, qui sert à amener la puissance aux obturateurs est importante car il n'est pas possible d'avoir des électrodes de dessin étroit si l'on veut garder faible la valeur de leur résistance. En outre, les cristaux liquides, qui ont une constante diélectrique importante, s'interposent entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage. La capacité électrostatique qui existe entre deux de ces électrodes est donc extrêmement grande. Si l'on applique entre ces deux électrodes une

fréquence élevée, par conséquent, on autorise le passage d'une intensité élevée à travers la capacité constituée par ces deux électrodes. D'un autre côté, on ne peut pas donner aux électrodes une forme de dimension tellement grande pour des motifs d'encombrement et sans augmenter la capacité entre les deux électrodes et il est donc difficile de rendre suffisamment faible la valeur de la résistance des électrodes. Par conséquent, les dispositifs conventionnels à cristaux liquides qui utilisaient le schéma d'adressage en double fréquence présentaient un inconvénient consistant en ce que leurs portions conductrices chauffaient. Si le nombre des électrodes de réception des signaux est important, la valeur de l'intensité qui s'écoule à travers les électrodes de balayage est élevée même si la valeur de l'intensité qui s'écoule à travers les électrodes de réception des signaux est faible. Par conséquent, la quantité de chaleur était extrêmement élevée sur la face puissance des électrodes de balayage.

En outre, les cristaux liquides étaient détériorés par la chaleur générée dans les dispositifs conventionnels à cristaux liquides. De plus, la chaleur générée modifiait les caractéristiques opératoires des cristaux liquides. En particulier dans le cas où les dispositifs à cristaux liquides sont pilotés selon le schéma de l'adressage en double fréquence, la fréquence de changement de signe f_c change dans une large mesure lorsque la température des cristaux liquides s'élève. Les anisotropies diélectriques $\Delta\epsilon_L$ et $\Delta\epsilon_H$ relatives à la fréquence basse f_L et à la fréquence haute f_H se modifient donc dans une large mesure, de sorte qu'il n'est pas possible de piloter de façon stable les dispositifs à cristaux liquides. En outre, leur vitesse de réponse et leur contraste sont réduits. Il n'est parfois pas possible de commander l'ouverture et la fermeture des obturateurs.

L'objet de l'invention est d'apporter un dispositif à cristaux liquides dans lequel la capacité qui existe entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage soit faible.

On peut atteindre l'objet de l'invention au moyen d'un

dispositif à cristaux liquides comportant une paire de substrats (3, 5) pour cristaux liquides situés en face l'un de l'autre ; au moins une première électrode (7) formée sur la surface interne de l'un (3) des substrats pour cristaux liquides appariés (3, 5) ;
5 au moins une seconde électrode (9) formée sur la surface interne de l'autre (5) des substrats pour cristaux liquides appariés (3, 5) ; des cristaux liquides (1) interposés entre les substrats appariés (3, 5) et formant au moins un obturateur de lumière pour coopérer avec une partie de cette portion où la première et la
10 seconde électrodes (7) et (9) se recouvrent l'une l'autre, commandant ainsi la quantité de lumière qui passe ; un élément d'étanchéité (17) prévu pour enclore au moins la zone remplie de cristaux liquides (1) entre les substrats appariés (3, 5) ; et des moyens disposés sur une partie, entre ces portions, autre que
15 celles où la première électrode et la seconde électrode (7, 9) forment l'obturateur de lumière et incluant au moins un matériau qui a une constante diélectrique inférieure à celle desdits cristaux liquides, pour réduire ainsi la capacité électrostatique entre la première électrode et la seconde électrode (7, 9).

20 Lorsqu'ils sont disposés comme décrits ci-dessus, les cristaux liquides de l'invention ont l'effet suivant. On peut réduire la capacité entre la première électrode et la seconde électrode en comparaison des cas conventionnels. Si on applique une tension de fréquence élevée entre la première électrode et la
25 seconde électrode, par conséquent, on peut réduire la valeur de l'intensité qui s'écoule à travers la capacité fournie par les électrodes, en comparaison des cas conventionnels. La valeur de l'intensité qui s'écoule à travers les électrodes devient donc plus faible et on peut donc réduire la quantité de chaleur générée par les électrodes en comparaison des cas conventionnels. Par
30 conséquent, les caractéristiques opératoires dudit dispositif à cristaux liquides ne sont pas modifiées et les cristaux liquides ne sont pas détériorés du fait de la chaleur générée. En outre, on peut accroître la vitesse opératoire de ce dispositif à cristaux liquides puisque la capacité est devenue plus faible.
35

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

5 La figure 1 est une courbe montrant la relation qui existe entre les fréquences du champ électrique alternatif appliqué aux cristaux liquides et les anisotropies diélectriques des cristaux liquides.

La figure 2 est une vue en plan, partiellement interrom-
10 pue, de la première réalisation des dispositifs à cristaux liquides selon l'invention.

La figure 3 est une vue en coupe, prise le long d'une ligne III-III de la figure 2.

La figure 4 représente une disposition de l'imprimante à
15 écriture par éclaircissement.

La figure 5 représente la disposition de la section d'écriture par éclaircissement de la figure 4.

La figure 6 est une vue en plan de la disposition du dispositif à cristaux liquides représenté sur la figure 4.

20 Les figures 7A et 7B représentent les ondes des tensions appliquées entre les électrodes de réception des signaux et les électrodes de balayage du dispositif à cristaux liquides représenté sur la figure 6.

La figure 8 est une vue en coupe représentant la disposition
25 tion de la seconde réalisation conforme à l'invention.

La figure 9 est une vue en coupe prise le long d'une ligne IX-IX de la figure 8. Et

La figure 10 est une vue en coupe représentant une troisième réalisation du dispositif à cristaux liquides conforme à
30 l'invention.

En se référant aux figures 2 et 3, on va décrire une première réalisation de l'invention où on emploie des cristaux liquides du mode Gest-Host. La figure 2 est une vue en plan de la position relative des pièces qui forment le premier exemple de
35 dispositif à cristaux liquides. Dans le but d'expliquer ces

pièces, on a utilisé des hachures et des pointillés. De plus, on a omis les pièces considérées comme non nécessaires pour expliquer la réalisation.

Dans la première réalisation, on suppose, pour la clarté de l'explication, que les obturateurs de lumière (ou obturateurs à cristaux liquides ou micro-obturateurs) DPl-DPn (n représente un entier positif, par exemple 1300) sont disposés sur deux files. On suppose également que les cristaux liquides 1 sont du mode Gest-Host, où un colorant dichroïque est dissout dans les cristaux liquides pilotés en double fréquence.

Une paire de substrats transparents (par exemple des verres) 3 et 5 sont disposés en retenant en sandwich entre eux les cristaux liquides 1 (figure 3). Un certain nombre d'électrodes de réception des signaux 7 sont prévues sur la surface interne de l'un 3 des substrats de verre appariés qui est en face de l'autre substrat de verre, 5. Les électrodes de réception des signaux 7 s'étendent dans la direction verticale sur la figure 2. La figure 2 ne représente que 8 des électrodes de réception des signaux 7. Les portions d'extrémité les plus en avant de ces électrodes de réception des signaux 7 sont placées sur deux électrodes de balayage 9. Les électrodes de balayage 9 sont prévues sur la surface interne de l'autre substrat 5 (qui est en face du substrat 3). Les électrodes de balayage 9 s'étendent dans la direction horizontale sur la figure 2. Les deux électrodes de balayage 9, par exemple, sont prévues dans le cas de la réalisation.

Les électrodes de réception des signaux 7 comportent une couche conductrice transparente 7a appliquée sur la surface interne du substrat 3. Une couche métallique conductrice 7b est formée sur la couche conductrice 7a. De même, les électrodes de balayage comportent une couche conductrice transparente 9a appliquée sur la surface interne de l'autre substrat 5. Une couche métallique conductrice 9b est formée sur la couche conductrice 9a. Ces couches métalliques conductrices 7b et 9b sont prévues pour maintenir faibles les valeurs de la résistance des électro-

des 7 et 9. Les couches métalliques conductrices 7b et 9b servent également à masquer optiquement la portion dans laquelle les obturateurs DP1-DPn ne sont pas inclus. La couche métallique conductrice 7b correspond aux portions hachurées sur la figure 2. De façon plus précise, la couche métallique 7b est formée en excluant les portions d'extrémité les plus en avant des électrodes de réception des signaux 7 (ce qui correspond à une portion représentée par la lettre W sur la figure 3). Par conséquent, les portions d'extrémité les plus en avant des électrodes de réception des signaux 7 ne sont formées que par l'électrode transparente 7a, autorisant à travers elle le passage de la lumière. La couche métallique conductrice 9b est formée sur la portion représentée en pointillé sur la figure 2. De façon plus précise, la couche métallique conductrice 9b recouvre les électrodes de réception des signaux 7 et elle est formée en excluant les portions où sont formés les micro-interrupteurs DP1-DPn. La couche métallique conductrice 9b est formée en excluant les portions représentées par les lettres X sur la figure 3. La valeur de la cote X est 100 microns.

Les obturateurs DP1-DPn sont formés par des cristaux liquides 1 et par les portions transparentes des électrodes de réception des signaux 7 et des électrodes de balayage 9 à l'endroit où ces portions se recouvrent. La portion dans laquelle sont inclus les obturateurs DP1-DPn et qui est voisine des obturateurs est définie comme une portion obturateur.

Une couche isolante 11 est prévue pour recouvrir les électrodes de réception des signaux 7. Une autre couche isolante 13 est également prévue pour recouvrir les électrodes de balayage 9. Il est préférable que ces couches isolantes 11 et 13 soient faites en un matériau comme une résine polyimide qui a une faible constante diélectrique relative. Aux surfaces des couches isolantes 11 et 13, on applique un traitement d'alignement pour rendre homogène la disposition moléculaire des cristaux liquides. Un élément d'étanchéité interne 15, qui assure l'étanchéité à l'égard des cristaux liquides 1, est prévu sur les électrodes de

balayage 9 entre les substrats en verre 3 et 5. L'élément d'étanchéité interne 15 est prévu pour enclore la portion obturateur. Un élément d'étanchéité externe 17 est prévu sur la portion de bordure circonférentielle entre les substrats de verre appariés 3 et 5 venant enclore l'élément d'étanchéité interne 15. L'élément d'étanchéité interne 15 et l'élément d'étanchéité externe 17 sont faits en un matériau comme une résine époxy qui a une faible constante diélectrique relative. Les cristaux liquides 1 remplissent un espace formé par l'élément d'étanchéité interne 15 et les substrats 3 et 5. De l'air est piégé dans un autre espace formé par l'élément d'étanchéité interne 15, l'élément d'étanchéité externe 17 et les substrats 3, 5.

Si l'on applique entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 un signal de fréquence basse, les axes des molécules des cristaux liquides sont orientés dans la direction du champ électrique. Les axes des molécules du colorant dichroïque sont également orientés dans la direction du champ électrique, suivant le mouvement des molécules des cristaux liquides. Par conséquent, le colorant dichroïque n'absorbe pas de lumière. Les obturateurs DPl-DPn sont ouverts, autorisant le passage de la lumière. Si l'on applique un signal de fréquence élevée entre les électrodes 7 et 9, les axes des molécules des cristaux liquides sont orientés dans une direction perpendiculaire au champ électrique. Suivant le mouvement des molécules des cristaux liquides, les axes molaires des molécules du colorant dichroïque sont orientés dans la direction perpendiculaire au champ électrique. Le colorant dichroïque absorbe alors la lumière qui présente une longueur d'onde spécifique. Du fait que la longueur d'onde de la lumière incidente est accordée avec la bande de longueur d'onde de la lumière absorbée par le colorant dichroïque, les obturateurs DPl-DPn sont fermés et arrêtent la lumière incidente. Au voisinage des obturateurs DPl-DPn (portion obturateur), il y a la même quantité de cristaux liquides 1 que dans les dispositifs conventionnels. Par conséquent, les obturateurs DPl-DPn peuvent commander la pénétration de la lumière de

la même façon que les micro-obturbateurs conventionnels.

Dans cette réalisation, les cristaux liquides 1 n'existent que dans la portion obturbateur. De façon plus précise, ils n'existent que dans une région définie par l'élément d'étanchéité interne 15. Par conséquent, la capacité qui existe entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 ne présente pas de changement dans la portion obturbateur comme cela se produit dans les cas conventionnels. Par contre, en dehors de la portion obturbateur (entre l'élément d'étanchéité interne 15 et l'élément d'étanchéité externe 17, il existe de l'air 19 (dont la constante diélectrique relative est 1). La capacité qui existe entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 est celle entre l'élément d'étanchéité interne 15 et l'élément d'étanchéité externe 17. Par conséquent, la valeur totale de la capacité qui existe entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 devient substantiellement plus faible par comparaison aux cas conventionnels. Par conséquent, la valeur de l'intensité qui s'écoule à travers la capacité existant entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 est faible même si on applique entre les électrodes 7 et 9 une tension de fréquence élevée. La valeur de l'intensité qui s'écoule à travers les électrodes 7 et 9 est réduite en conséquence. La chaleur générée par effet Joule par les électrodes 7 et 9 décroît largement (la quantité de chaleur est proportionnelle au carré de la valeur de l'intensité), supprimant ainsi la génération de chaleur.

En utilisant le dispositif à cristaux liquides qui avait les éléments d'étanchéité double 15 et 17 décrits ci-dessus, on a effectué un test pour confirmer un effet obtenu au moyen du dispositif à cristaux liquides. Le test a été exécuté en comparant cet exemple de dispositif à cristaux liquides avec le dispositif conventionnel qui comporte un seul élément d'étanchéité. Les conditions sous lesquelles on a exécuté le test étaient les suivantes. On a utilisé comme cristaux liquides les cristaux

liquides pilotés en double fréquence. On a mesuré la température aux portions d'extrémité des électrodes de balayage situées sur la face puissance, du fait que toute l'intensité qui passe à travers les électrodes 7 se regroupe en ces portions d'extrémité
5 des électrodes de balayage 9 et que c'est donc là que la quantité de chaleur est la plus importante. La longueur totale du dispositif à cristaux liquides était de 15 cm, les dimensions de chacun des obturateurs 100 microns x 100 microns (dans un alignement décalé), le nombre des électrodes de réception des signaux était
10 de 650, la largeur de ces électrodes 180 microns, le nombre des électrodes de balayage 2, la largeur de ces électrodes 3 mm, le nombre des obturateurs 1 300, la constante diélectrique relative des cristaux liquides 8, l'intervalle de l'élément d'étanchéité interne 15 (ou largeur des cristaux liquides remplie) 1 mm et
15 l'intervalle de l'élément d'étanchéité externe 8,4 mm. On utilisait comme signal appliqué entre deux électrodes 7 et 9 une onde carrée de 300 Hz à 25 V. On utilisait simultanément la totalité des obturateurs. Le dispositif à cristaux liquides était disposé dans un récipient isothermique à 40°C.

20 On a mesuré de façon répétitive la température sous les conditions ci-dessus. On a obtenu les résultats ci-dessous dans une situation d'équilibre maintenue entre la chaleur générée et la chaleur évacuée.

Elévation de la température avec cet exemple de dispositif
25 à cristaux liquides comportant les éléments d'étanchéité double : 15°C.

Elévation de la température avec un dispositif conventionnel comportant l'élément d'étanchéité simple : 66°C.

L'élévation de température dans le cas de cet exemple est
30 de moins 1/4 en comparaison du dispositif conventionnel. Comme ce test le fait apparaître, il a été confirmé que cet exemple de dispositif à cristaux liquides présente d'excellentes caractéristiques, en comparaison du dispositif conventionnel.

Si on applique entre les électrodes de réception des
35 signaux 7 et les électrodes de balayage 9 une tension de fréquen-

ce élevée, la chaleur générée par les électrodes 7 et 9 est faible dans le cas de cet exemple du dispositif à cristaux liquides. On peut donc éviter la modification des caractéristiques opératoires ainsi que la détérioration des cristaux liquides 1 par suite de la génération de chaleur. Il n'est pas nécessaire d'utiliser un matériau coûteux comme de l'or pour rendre faibles les valeurs des résistances et des électrodes de balayage 9 et 7. On peut utiliser les électrodes 9 et 7 de structure relativement simple telle que les corps métalliques conducteurs usuels 7b et 9b soient formés sur les couches transparentes 7a et 9a des électrodes. La quantité de cristaux liquides utilisée est moindre, et c'est donc plus économique, en comparaison du dispositif à cristaux liquides étudié pour avoir un unique élément d'étanchéité. En outre, l'élément d'étanchéité externe 17 est prévu pour enclore l'élément d'étanchéité interne 15, interdisant ainsi à la poussière, à la saleté et autre de pénétrer dans la couche d'air 19. On peut ainsi éviter que les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 ne viennent en court-circuit. En outre, on peut augmenter la résistance de structure pour la rendre durable. De plus, puisque la capacité existant entre les électrode de réception de signaux 7 et les électrodes de balayage 9 devient plus petite, la montée de la tension d'impulsion appliquée entre les deux électrodes devient plus rapide, ce qui permet d'accélérer la réponse des cristaux liquides.

Bien que, dans cet exemple, on ait interposé de l'air 19 entre l'élément d'étanchéité interne 15 et l'élément d'étanchéité externe 17, l'invention n'y est pas limitée. A la place de l'air 19, on peut utiliser d'autres matériaux présentant une constante diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides 1. Bien que l'on ait utilisé les couches métalliques conductrices 7b et 9b pour masquer la lumière aux portions où les obturateurs ne sont pas prévus, on peut, en variante, masquer les substrats 3 et 5.

Le dispositif à cristaux liquides de l'invention peut s'appliquer à ce que l'on appelle l'imprimante électrophotogra-

phique. L'imprimante électrophotographique que l'on va citer ici est du type dans laquelle les lettres et autres caractères sont imprimés selon le processus suivant. Les obturateurs du dispositif à cristaux liquides s'ouvrent et se ferment pour commander
5 l'entrée de la lumière en provenance d'une source lumineuse et pour former sur un corps sensible une image latente de points. On développe alors l'image latente pour obtenir une image visible que l'on transfère sur une feuille de papier de transfert.

On va décrire un cas concret où le premier exemple de dispositif à cristaux liquides s'applique à l'imprimante électrophotographique. On va tout d'abord décrire la disposition de l'imprimante électrophotographique en se référant à la figure 4. Un chargeur 23 est situé près d'un tambour photosensible 21. Le chargeur 23 électrifie uniformément la surface du tambour photosensible 21. Une section d'écriture par éclairage 25 effectue
15 une écriture par éclairage sur la surface du tambour photosensible 21 qui a été électrifiée. Une section de commande 27 commande l'opération de la section d'écriture par éclairage 25 en réponse à une information écrite comme des images provenant de l'extérieur. La section d'écriture par éclairage 25 irradie les points éclairés à la surface du tambour photosensible 21. Sur
20 cette zone de la surface du tambour photosensible 21 qui a été irradiée par la lumière, la charge est supprimée. Une image latente électrostatique de points se forme alors à la surface du tambour photosensible 21. L'image latente électrostatique est développée par des moyens de développement 29 pour donner une image à toner (pigment organique).

Un rouleau 33 amène des feuilles de papier 31. Le papier 31 amené est temporairement arrêté par un rouleau de retenue 35.
30 Le papier 31 passe dans une section de transfert 37, en synchronisme avec l'image à toner qui se trouve à la surface du tambour photosensible 21. L'image à toner est transférée sur le papier 31 à la section transfert 37. Le papier 31 est séparé d'avec le tambour photosensible 21 à la section de séparation 39. Des
35 moyens de fixation 41 fixent l'image à toner sur le papier 31 qui

est ensuite évacué à l'extérieur par des rouleaux 43. Après le transfert de l'image à toner sur le papier 31, un effaceur 45 neutralise électriquement le toner qui se trouve sur le tambour photosensible 21. Un nettoyeur 47 nettoie alors le toner subsistant. Un effaceur 49 neutralise à nouveau électriquement la surface du tambour photosensible 21.

Comme représenté sur la figure 5, la section d'écriture par éclairement 25 comporte une source lumineuse 51, un dispositif à cristaux liquides d'écriture par éclairement 55 et des lentilles de formation de l'image 53. Lorsque les obturateurs du dispositif à cristaux liquides 55 sont ouverts, la lumière provenant de la source lumineuse 51 est irradiée sur la surface du tambour photosensible 21 par les lentilles 53 de formation de l'image. Lorsque les obturateurs à cristaux liquides du dispositif à cristaux liquides 55 sont fermés, la lumière provenant de la source lumineuse 51 est arrêtée par les obturateurs et ne parvient pas sur le tambour photosensible 21.

Comme représenté sur la figure 6, le dispositif à cristaux liquides 55 est plus long selon la direction axiale du tambour photosensible 21. Un certain nombre de micro-obturateurs qui commandent la pénétration de la lumière sont disposés, de façon dense, sur le dispositif à cristaux liquides 55 selon sa direction longitudinale.

Ces obturateurs sont disposés en deux files, par exemple. Les obturateurs DPi de l'une des files sont décalés de $1/2$ pas des obturateurs DPj de l'autre file. Le motif pour lequel les obturateurs DPi et DPj sont décalés de $1/2$ pas l'un de l'autre et disposés en deux files réside dans le fait que chaque intervalle situé entre les points qui ont été irradiés par la lumière passant à travers les obturateurs Dpi de l'une des files est irradié par la lumière passant à travers les obturateurs DPj de l'autre file. Si les obturateurs de l'une des files sont décalés de $1/2$ pas de ceux de l'autre file, l'image latente électrostatique formée par une densité élevée de points peut s'obtenir à la surface du tambour photosensible 21.

Comme le présente la figure 6, des électrodes de réception des signaux (électrodes des segments) 63 et deux électrodes de balayage (électrodes communes) 65 sont disposées sur le dispositif à cristaux liquides 55. Les électrodes de réception des signaux 63 sont connectées à un circuit pilote 61 par des lignes de signaux SL. Les électrodes de balayage 65 sont connectées au circuit 61 par des lignes de signaux CL. Le circuit pilote 61 applique une tension alternative entre les électrodes de réception des signaux 63 et les électrodes de balayage 65 pour piloter les obturateurs DPi et DPj. De façon plus précise, des tensions ayant les formes d'onde représentées sur la figure 7 sont appliquées entre les électrodes de réception des signaux 63 et les électrodes de balayage 65. Dans le cas où il faut ouvrir les obturateurs DPi et DPj (la lumière pénètre), une tension pilote ayant une forme d'onde comme représenté sur la figure 7A est appliquée entre les électrodes 63 et 65. Lorsqu'il faut fermer les obturateurs (la lumière ne pénètre pas), c'est la tension pilote ayant la forme d'onde représentée sur la figure 7B qui est appliquée entre les électrodes 63 et 65 correspondant l'une à l'autre. Les formes d'onde de tension représentées sur les figures 7A et 7B constituent un cycle de commande des obturateurs DPi et DPj. Les obturateurs DPi et DPj sont ouverts par une tension alternative fL de fréquence basse, puis sont fermés par une tension alternative de fréquence haute fH. En outre ils sont maintenus ouverts ou fermés par une tension qui se superpose à la fréquence haute et à la fréquence basse fL et fH. Ils sont commandés, en fonction du temps, sur la base de données, comme des lettres, entrées dans le circuit pilote 61. Par exemples les obturateurs DPi de la première file sont manoeuvrés tandis que ceux DPj de la seconde file sont maintenus pendant une période de temps T2 représentée sur la figure 7. Les obturateurs DPj de la seconde file sont alors manoeuvrés tandis que ceux DPi de la première file sont maintenus pendant une période de temps T3. La lumière provenant de la source lumineuse 51 est ainsi irradiée sur le tambour photosensible 21, sous forme de points

lumineux qui représentent des lettres et autres caractères, formant ainsi l'image latente électrostatique sur le tambour photosensible 21. Cette image latente électrostatique est alors fixée, sous forme d'image visible, sur le papier selon le processus électrophotographique représenté sur la figure 4.

On va maintenant décrire une seconde réalisation de l'invention en se référant aux figures 8 et 9. Les mêmes pièces que celles des figures 2 et 3 sont représentées par les mêmes chiffres de référence et on ne reprendra pas la description détaillée des pièces.

Un certain nombre d'obturateurs de lumière Sn sont prévus, comme représenté sur la figure 9. Les obturateurs Sn, semblables à ceux de la première réalisation, sont des points carrés disposés décalés. Les cristaux liquides sont du type Gest-Host. Une paire de substrats de verre 3 et 5 sont situés en face l'un de l'autre, maintenant entre eux en sandwich les cristaux liquides 1. Un certain nombre d'électrodes de réception des signaux 7 qui s'étendent dans la direction verticale de la figure 9 sont formées sur la surface interne de l'un 3, des substrats de verre. Les électrodes de balayage 9 qui s'étendent dans la direction longitudinale de la figure 9 sont formées sur la surface interne de l'autre substrat de verre 5. Les obturateurs de lumière Sn sont formés par la partie des portions des électrodes de réception des signaux 7 et des électrodes de balayage 9 qui se recouvrent et par les cristaux liquides 1 situés entre elles. L'électrode de réception des signaux 7 comporte l'électrode transparente 7a et la couche métallique 7b. De même, l'électrode de balayage 9 comporte l'électrode transparente 9a et la couche métallique 9b. Les couches métalliques conductrices 7b et 9b sont formées sur les électrodes transparentes 7a et 9a à l'exception des zones des électrodes transparentes 7a et 9a sur lesquelles les obturateurs Sn ont été formés. Une couche isolante 71 est prévue tout autour de la surface interne du substrat de verre 3. Une autre couche isolante 73 est prévue sur la surface interne du substrat de verre 5. On applique aux

surfaces des couches isolantes 71 et 73 un traitement de mise en alignement, par exemple un rodage. L'élément d'étanchéité 15, qui assure l'étanchéité des cristaux liquides 1, est prévu sur les portions de bordure circonférentielles des substrats de verre 3 et 5.

Les couches isolantes 71 et 73 sont faites d'un matériau qui présente une constante diélectrique beaucoup plus faible que celle des cristaux liquides 1. Les couches isolantes 71 et 73 sont faites en un composé organique comme une polyimide ou un composé inorganique comme du dioxyde de silicium (SiO_2) et du dioxyde de titane (TiO_2). La couche isolante 71 est réalisée fine et uniforme sur le substrat supérieur de verre 3. D'un autre côté, la couche isolante 73 a une épaisseur différente sur sa surface qui correspond à une portion obturateur 75 et sur le reste de sa surface. La portion obturateur 75, semblable à celle de la première réalisation, représente une portion dans laquelle sont inclus les obturateurs Sn et qui est voisine des obturateurs Sn. La couche isolante 73 est prévue fine sur la portion obturateur 75 tandis qu'elle est prévue épaisse sur le reste de sa surface en dehors de la portion obturateur. Le jeu entre les substrats 3 et 5 est de 5 microns, l'épaisseur y de la couche isolante 73 sur la portion obturateur 75 est de 0,2 micron et l'épaisseur z de la couche isolante 73 sur le reste de sa surface, en dehors de la portion obturateur 75, est 2 microns. Par conséquent, les cristaux liquides 1 ont une épaisseur en partie différente.

On va décrire la manière dont on forme la couche isolante 73. La couche isolante 73 qui a l'épaisseur y est formée sur la surface interne du substrat de verre 5. On applique à la surface de cette couche isolante 73 le traitement de mise en alignement. Une autre couche isolante est en outre formée sur la surface qui ne contient pas la section obturateur 75, pour faire que les couches isolantes ainsi formées aient l'épaisseur z. On peut former simultanément la portion fine et la portion épaisse de la couche isolante.

Comme décrit ci-dessus, la couche isolante 73 a une épaisseur différente dans la portion obturateur 75 et dans le reste de sa surface. Par conséquent, une épaisseur suffisante de cristaux liquides 1 existe à l'endroit de la section obturateur 75, ce qui permet aux obturateurs Sn d'être ouverts ou fermés. D'un autre côté, la couche de cristaux liquides 1 devient fine sur le reste de la surface autre que la portion obturateur 75. La capacité électrostatique existant entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 est réduite en conséquence sur le reste de la surface, en dehors de la portion obturateur 75. Si l'on applique un signal de fréquence élevée entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9, l'intensité qui passe à travers les électrodes 7 et 9 est réduite, ce qui permet de limiter la génération de chaleur.

En outre, on peut utiliser des électrodes 7 et 9 présentant chacune une structure relativement simple de formation des couches métalliques 7b et 9b sur des électrodes transparentes 7a et 9a. De plus, on peut diminuer la quantité de cristaux liquides 1 utilisée pour avoir une solution plus économique. En outre on peut réduire la capacité existant entre les électrodes de réception des signaux 7 et des électrodes de balayage 9, ce qui permet d'accélérer la montée de la tension d'impulsion appliquée entre les deux électrodes 7 et 9, ce qui permet d'accélérer la vitesse de réponse des cristaux liquides.

On a exécuté un test pour confirmer un effet obtenu par le dispositif à cristaux liquides de la disposition décrite ci-dessus. On a conduit le test de façon telle que l'étanchéité des cristaux liquides pilotés en double fréquence était assurée d'une part de la façon décrite dans le second exemple et d'autre part de la façon conventionnelle, le dispositif conventionnel comportant la couche isolante fine et plane 73 et le signal de fréquence élevée étant appliqué entre les électrodes. On mesurait la température aux portions d'extrémité des électrodes de balayage situées sur la face puissance. Les conditions des essais étaient les suivantes : la longueur de la portion obturateur 75 était de

15 cm, les dimensions de chacun des obturateurs Sn 100 microns x 100 microns, le nombre des électrodes de réception des signaux 650, la largeur des électrodes de réception des signaux 180 microns, le nombre des électrodes de balayage 2, la largeur 5 des électrodes de balayage 3 mm, le nombre des obturateurs 1300, la constante diélectrique relative des cristaux liquides pilotés en double fréquence 8 et on utilisait comme signal de fréquence élevée une onde carrée de 300 kHz à 25 V. On manoeuvrait simultanément l'ensemble des obturateurs Sn. Ce dispositif à cristaux 10 liquides était placé dans un réservoir isothermique à 40°C. En outre l'intervalle entre les substrats 3 et 5 était de 5 microns, l'épaisseur de la couche isolante 73, de 0,2 micron sur la portion obturateur (y) et de 2 microns sur le reste de sa surface (z). On a obtenu les résultats suivants de test dans ces condi- 15 tions et également dans une condition d'équilibre entre la chaleur produite et la chaleur évacuée.

Elévation de température dans le cas du second exemple du dispositif à cristaux liquides : 30°C.

Elévation de température dans le cas du dispositif conven- 20 tionnel à cristaux liquides : 66°C.

Les résultats de test ci-dessus confirment que l'élévation de température dans le cas du dispositif à cristaux liquides selon l'invention est inférieurs à la moitié de celle du dispositif conventionnel et donc que le dispositif à cristaux liquides 25 de l'invention peut donner un effet meilleur.

L'invention n'est pas limitée à cette seconde réalisation. Bien que l'on ait formé la couche isolante épaisse 73 selon les directions longitudinale et transversale du dispositif à cristaux liquides, respectivement, on peut ne la former que dans 30 sa direction longitudinale. De plus, l'épaisseur de la couche isolante 73 n'est pas limitée à celle de la seconde réalisation mais peut être définie en variante. Bien que la couche isolante 73 ait été prévue avec des épaisseurs partiellement différentes, on peut également prévoir la couche isolante 71 avec les 35 épaisseurs partiellement différentes. Bien que l'on ait prévu la

couche isolante 73 épaisse sur sa surface autre que la portion obturateur 75, on peut la prévoir épaisse sur sa surface autre que les obturateurs Sn.

En se référant à la figure 10, on va décrire une troisième réalisation de l'invention. Les mêmes pièces que celles des figures 8 et 9 seront repérées par les mêmes chiffres de référence et on ne reprendra pas la description de ces pièces. On ne reprend pas une vue en coupe prise selon la ligne XI-XI de la figure 10 car elle est semblable à la figure 9.

La caractéristique de cette troisième réalisation réside dans le fait que la portion épaisse (z) et la couche isolante 73 de la seconde réalisation atteint l'autre couche isolante 71. Par conséquent, les cristaux liquides 1 n'existent que dans la portion obturateur 75. Le reste de la surface, en dehors de cette portion obturateur 75, est rempli d'un matériau de faible constante diélectrique.

L'épaisseur de la couche isolante 73 est d'environ 0,2 micron dans la portion obturateur 75 et la couche de cristaux liquides 1, d'épaisseur suffisante, existe dans la portion obturateur 75, permettant ainsi aux obturateurs Sn de commander la pénétration de la lumière. Du fait que la constante diélectrique relative de la couche isolante 73 est suffisamment inférieure à celle des cristaux liquides, la capacité existant entre les électrodes de réception des signaux 7 et les électrodes de balayage 9 devient plus faible en comparaison du cas conventionnel. Par conséquent, la quantité de chaleur générée par les électrodes 7 et 9 devient faible, de la même façon que dans le cas de la seconde réalisation, lorsque l'on applique entre les électrodes 7 et 9 le signal de fréquence élevée. En outre, cette structure devient plus durable. On peut réduire la quantité de cristaux liquides utilisée, ce qui donne une économie. En outre la vitesse de réponse des cristaux liquides s'accélère.

On a effectué un test pour confirmer un effet obtenu par un dispositif à cristaux liquides de la disposition décrite ci-dessus. On a exécuté le test de façon telle que l'étanchéité des

cristaux liquides pilotés en double fréquence était assurée comme dans le troisième exemple de dispositif à cristaux liquides et comme dans le dispositif conventionnel, respectivement ; et l'on a appliqué entre les électrodes le signal de fréquence élevée.

5 Les conditions du test étaient les suivantes : la longueur de la portion obturateur était de 15 cm, les dimensions de chacun des obturateurs 100 microns x 100 microns (dans une disposition décalée), le nombre des électrodes de réception des signaux 650, la

10 largeur des électrodes de réception des signaux 180 microns, le nombre des électrodes de balayage 2, la largeur des électrodes de balayage 3 mm, le nombre des obturateurs 1300 et la constante diélectrique des cristaux liquides pilotés en double fréquence 8. On a utilisé comme signal de fréquence élevée une onde carrée de 300 kHz à 25 V. On manoeuvrait simultanément l'ensemble des obtu-

15 rateurs Sn. Le dispositif à cristaux liquides de ce troisième exemple était placé dans un récipient isothermique à 40°C. L'épaisseur de la couche isolante 73 était de 0,2 micron dans la portion obturateur et de 5 microns dans le reste de la surface (portion épaisse) en dehors de la portion obturateur. On a obtenu

20 les résultats suivants de test dans ces conditions et également dans une condition d'équilibre entre la chaleur produite et la chaleur évacuée.

Elévation de température dans le dispositif à cristaux liquides conforme à l'invention : 25°C.

25 Elévation de température dans le dispositif conventionnel à cristaux liquides : 66°C.

Les résultats de test ci-dessus ont confirmé que l'élévation de température dans le dispositif à cristaux liquides conforme à l'invention est inférieure à la moitié et que le dispositif à cristaux liquides de l'invention peut donner un effet

30 excellent.

Il faut comprendre que l'invention n'est pas limitée aux réalisations décrites ci-dessus, mais qu'elle peut être modifiée en variante. Bien que l'on ait décrit les trois réalisations de

35 la présente invention en citant le cas où l'invention s'applique

au dispositif à cristaux liquides du type Gest-Host, on peut également l'appliquer au dispositif à cristaux liquides du type à cristaux en phase nématique à rotation (TN).

REVENDECATIONS

1. Dispositif à cristaux liquides comportant
une paire de substrats pour cristaux liquides (3, 5)
situés en face l'un de l'autre ;
5 au moins une première électrode (7) formée sur la surface
interne de l'un des substrats (3, 5) pour cristaux liquides appa-
riés ;
au moins une seconde électrode (9) formée sur la surface
interne de l'autre des substrats (3, 5) pour cristaux liquides
10 appariés ;
une couche de cristaux liquides (1) interposée entre les
substrats appariés (3, 5) et coopérant avec une partie des
portions de la première électrode et de la seconde électrode (7,
9) qui se recouvrent l'une l'autre, pour former au moins un obtu-
15 rateur de lumière ; et
un élément d'étanchéité (17) prévu pour enclore au moins
une surface située entre les substrats appariés (3, 5) et remplie
de cristaux liquides ;
caractérisé en ce qu'il est en outre prévu des moyens (15,
20 19) de réduction de la capacité électrostatique ; en ce que
cesdits moyens (15, 19) sont prévus au moins dans la partie des
portions situées entre la première et la seconde électrode (7, 9)
autre que celle où sont formés les obturateurs de lumière ; et en
ce que lesdits moyens (15, 19) incluent au moins un matériau
25 d'une constante diélectrique inférieure à celle des cristaux
liquides (1), réduisant ainsi la capacité électrostatique exis-
tant entre la première électrode et la seconde électrode.
2. Dispositif à cristaux liquides selon la revendication
1, caractérisé en ce que chacune des premières électrodes et des
30 secondes électrodes (7, 9) comporte une section d'électrode
formant obturateur qui constitue l'obturateur de lumière et une
section d'électrode formant conducteur qui amène au moins un
signal pilote à la section d'électrode formant obturateur ; et en
ce que lesdits moyens (15, 19) de diminution de la capacité élec-
35 trostatique sont prévus au moins entre les portions des sections,

des premières électrodes et des secondes électrodes, formant conducteur qui sont situées en face l'une de l'autre.

3. Dispositif à cristaux liquides selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens (15, 19) de
5 réduction de la capacité électrostatique incluent un gaz.

4. Dispositif à cristaux liquides selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens (15, 19) de réduction de la capacité électrostatique incluent un matériau isolant organique.

10 5. Dispositif à cristaux liquides selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens (15, 19) de réduction de la capacité électrostatique incluent un matériau isolant inorganique.

6. Dispositif à cristaux liquides selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de réduction
15 de la capacité électrostatique comportent l'élément d'étanchéité interne (15) formé entre les substrats appariés (3, 5), à l'intérieur de l'élément d'étanchéité (17) pour assurer l'étanchéité des cristaux liquides (1) entre les premières et secondes élec-
20 trodes (7, 9) de façon à permettre de former l'obturateur de lumière ; et en ce que ces moyens de réduction comportent le matériau isolant (19) interposé dans la surface définie par l'élément d'étanchéité (17), l'élément d'étanchéité interne (15) et les substrats appariés (3, 7) et présentant une constante
25 diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides (1).

7. Dispositif à cristaux liquides selon la revendication 6, caractérisé en ce que le matériau isolant (19) qui a une constante diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides (1) est l'air.

30 8. Dispositif à cristaux liquides selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'élément d'étanchéité interne (15) et l'élément d'étanchéité (17) sont faits en un matériau qui présente une constante diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides (1) ; et en ce que le matériau isolant qui présente une
35 constante diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides

est le même matériau que celui dont est fait l'élément d'étanchéité interne (15) et vient d'une pièce avec l'élément d'étanchéité interne (15) et l'élément d'étanchéité (17).

9. Dispositif à cristaux liquides selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de réduction de la capacité électrostatique sont une couche isolante (73) formée au moins sur l'un des substrats appariés (3, 5) et faite d'un matériau qui présente une constante diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides ; et en ce que la couche isolante (73) est prévue pour présenter une première épaisseur entre les portions des premières électrodes et des secondes électrodes où se forment les obturateurs de lumière et une seconde épaisseur, supérieure à la première épaisseur, au moins en partie entre les portions des premières électrodes et des secondes électrodes autres que là où se forment les obturateurs de lumière.

10. Dispositif à cristaux liquides selon la revendication 9, caractérisé en ce que la portion de la couche isolante (73) qui présente la seconde épaisseur s'étend jusqu'à l'autre substrat.

20 11. Dispositif à cristaux liquides selon l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que la couche isolante (73) est faite en une résine synthétique qui présente une constante diélectrique inférieure à celle des cristaux liquides (1).

FIG. 2

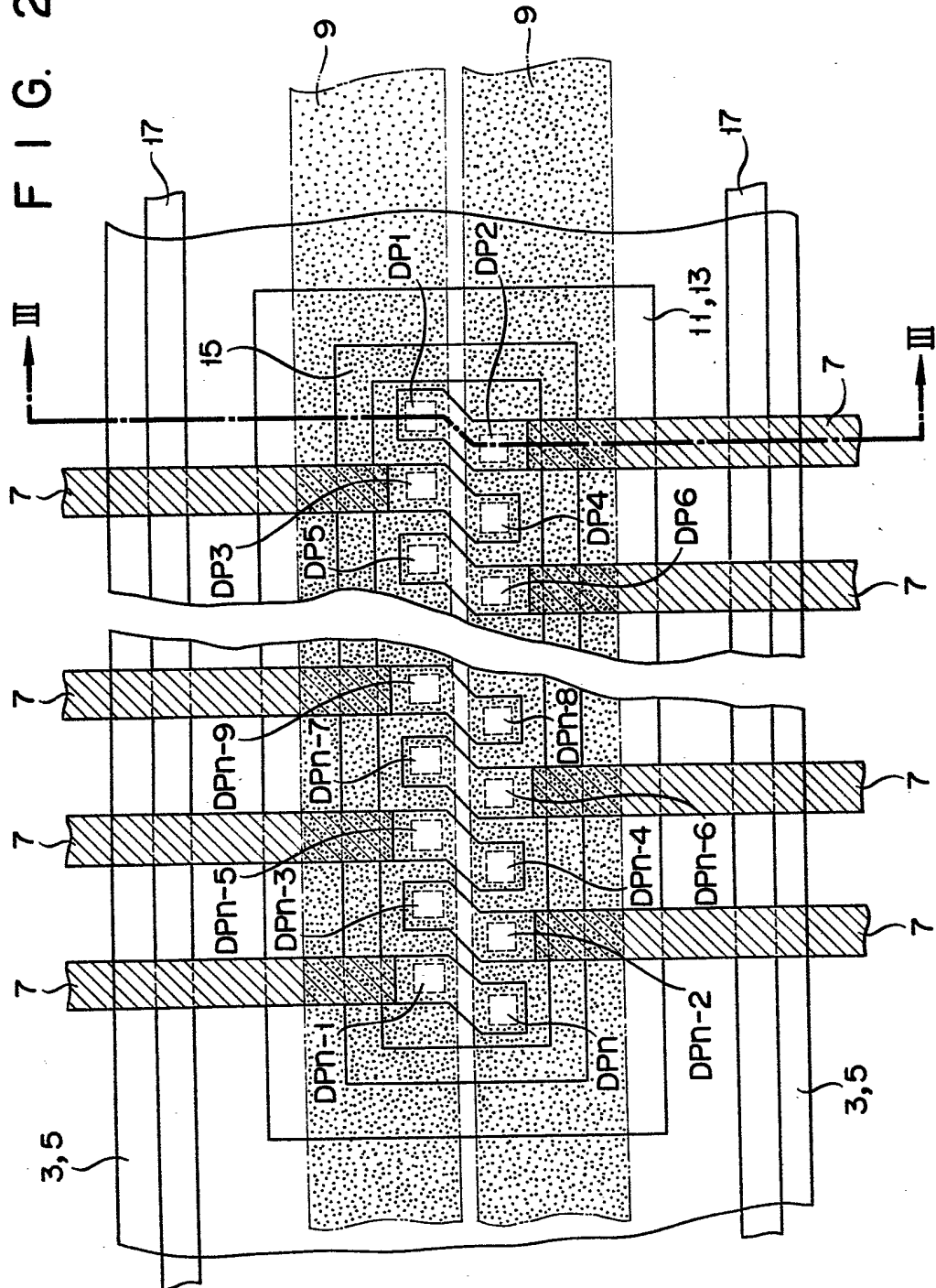
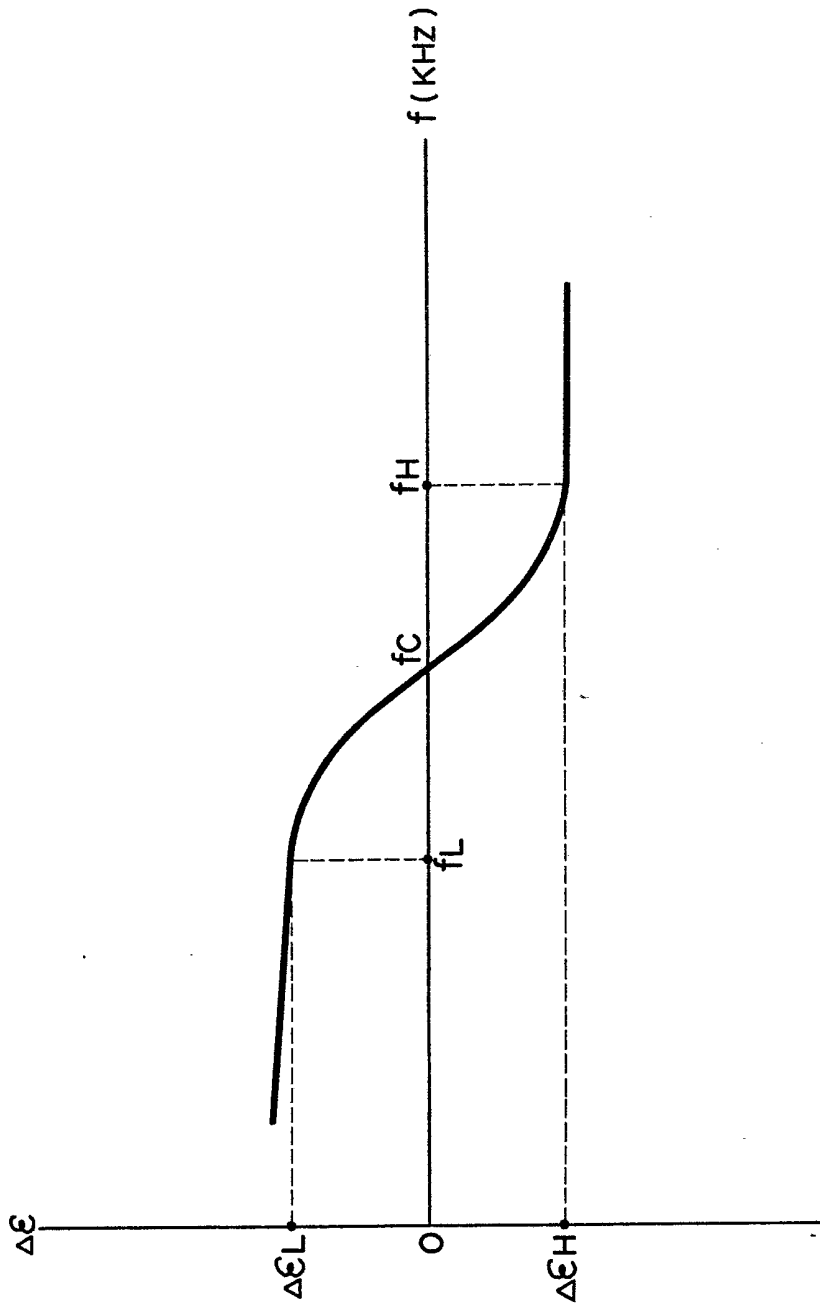


FIG. 1



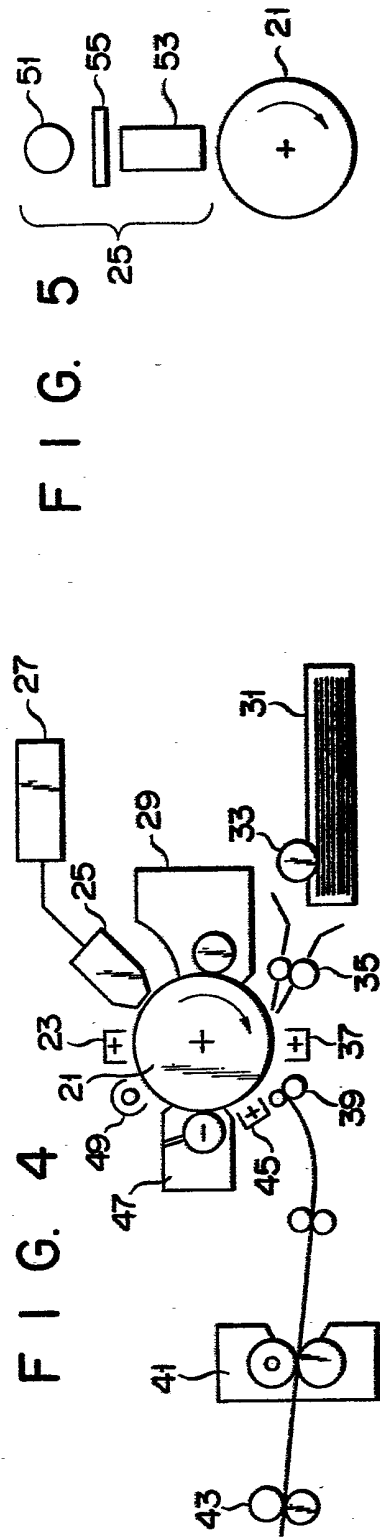
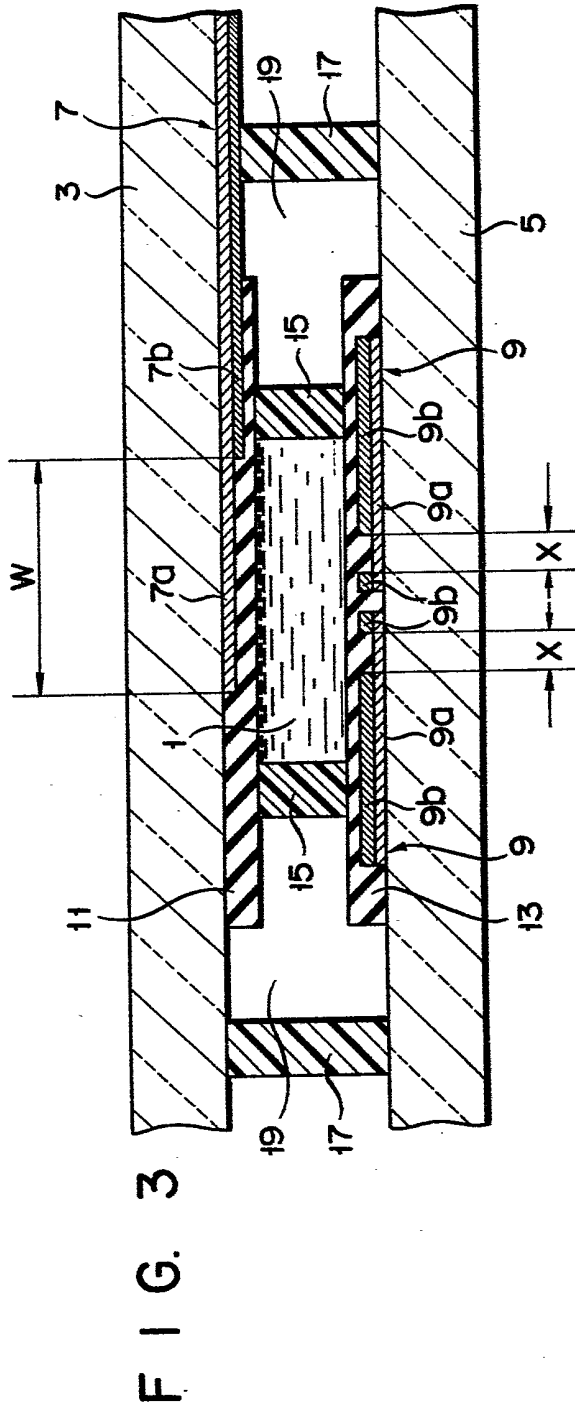
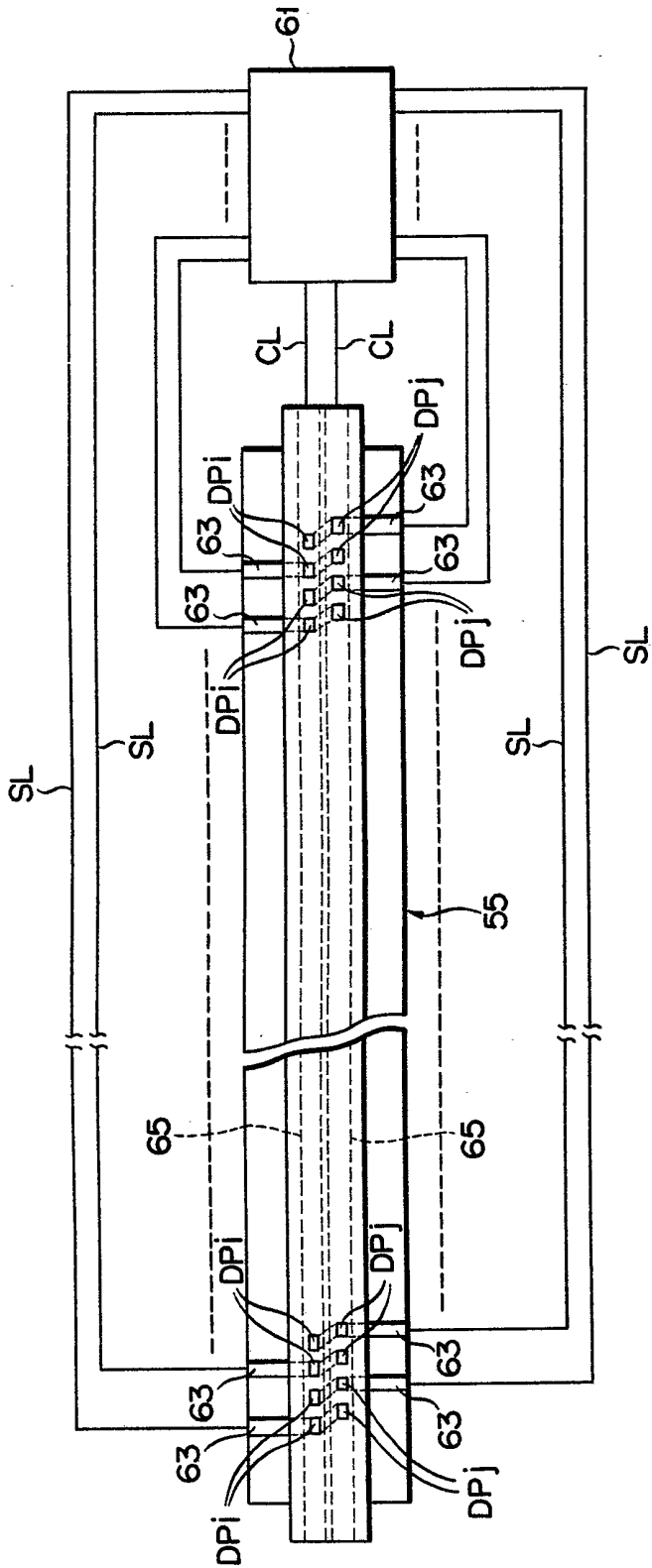


FIG. 6



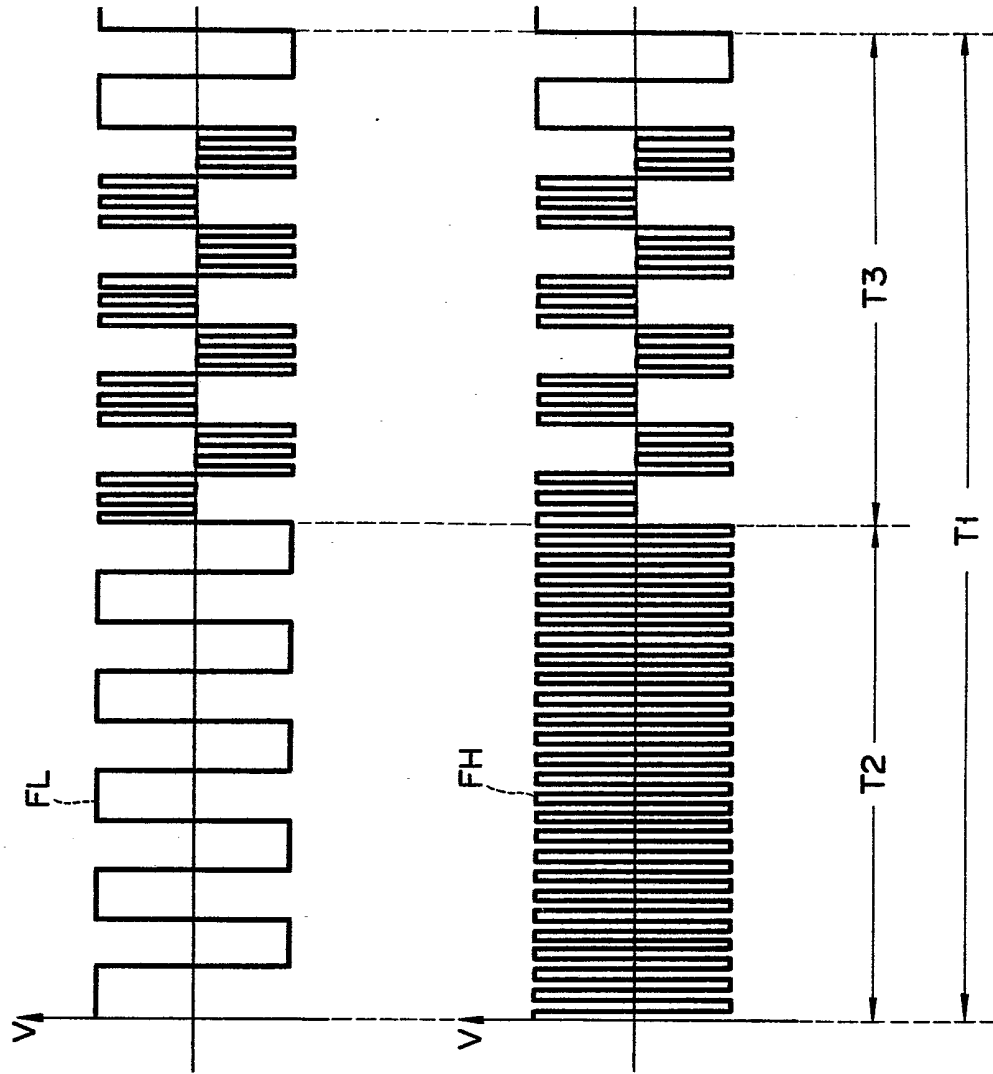
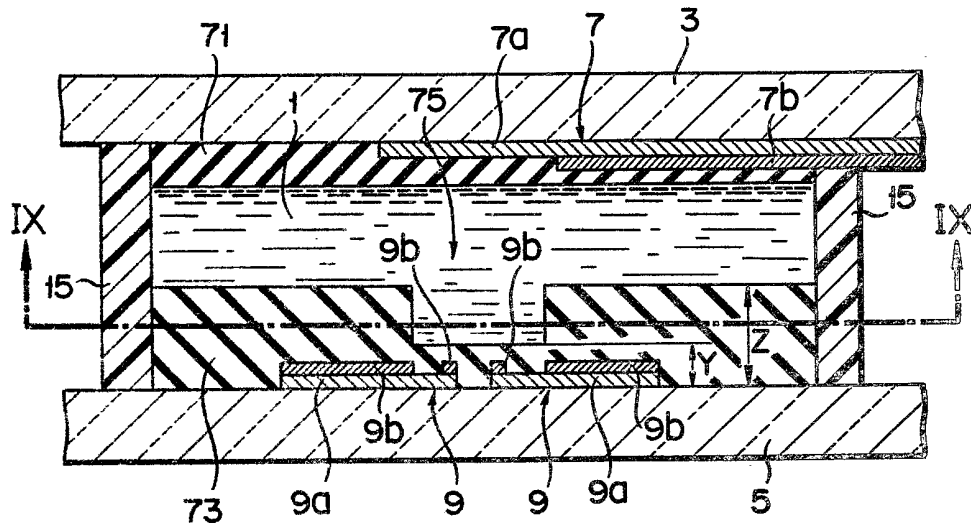


FIG. 7A

FIG. 7B

F I G. 8



F I G. 10

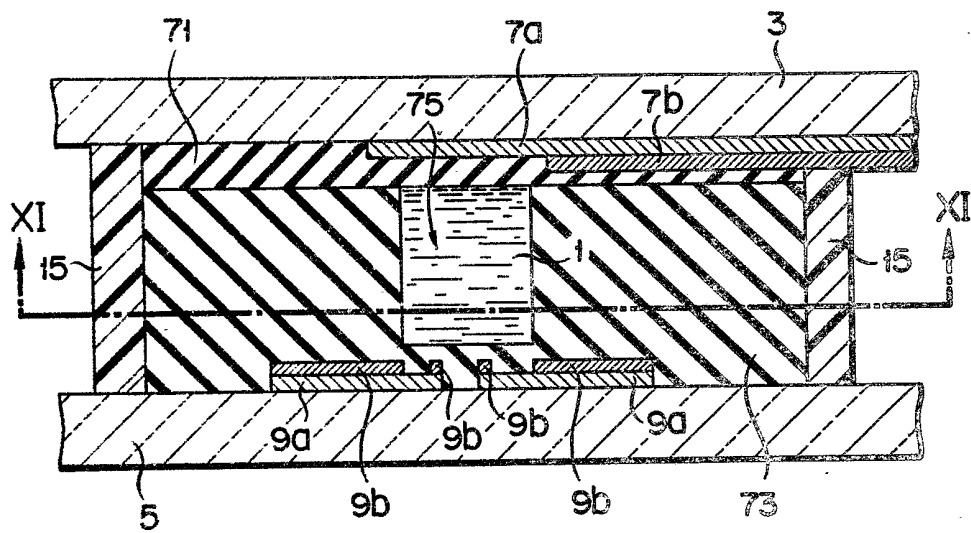


FIG. 9

