(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 581 209**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 06036**

(51) Int Cl⁴ : G 02 F 1/133.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 25 avril 1986.

(30) **Priorité :** JP, 26 avril 1985, n° 090123/1985 et n° 090124/1985.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 44 du 31 octobre 1986.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite : CANON KABUSHIKI KAISHA.* — JP.

(72) **Inventeur(s) :** Akira Tsuboyama, Shinjiro Okada, Osamu Taniguchi et Masahiko Enari.

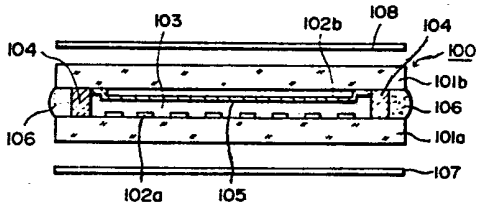
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Rinuy, Santarelli.

(54) Dispositif optique à cristal liquide.

(57) L'invention concerne un dispositif optique à cristal liquide comprenant une cellule 100 à deux plaques de base 101*a*, 101*b* entre lesquelles est disposé un cristal liquide smectique ferro-électrique 103 à anisotropie diélectrique négative, des moyens destinés à appliquer un champ électrique alternatif au cristal liquide pour lui donner au moins deux états d'orientation stables, des moyens destinés à modifier la fréquence ou la tension du champ électrique en fonction d'une variation de la température, des moyens 102*a*, 102*b* destinés à appliquer sélectivement un premier ou un second champ électrique pour orienter le cristal liquide dans le premier ou le second état stable, et des moyens destinés à détecter une différence optique entre les rayons lumineux traversant le cristal liquide ferro-électrique dans le premier état et ceux le traversant dans le second état.

Domaine d'application : visuels, réseaux obturateurs et autres dispositifs d'affichages à cristaux liquides.



FR 2 581 209 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention concerne un dispositif optique à cristal liquide appliqué à un dispositif d'affichage à cristaux liquides, un réseau obturateur optique à cristaux liquides, etc., et plus particulièrement un dispositif optique à cristal liquide présentant des caractéristiques améliorées d'affichage et de commande.

Clark et Lagerwall ont proposé un dispositif à cristal liquide dans lequel la transmission de rayons lumineux est commandée par l'utilisation de l'anisotropie de l'indice de réfraction des molécules d'un cristal liquide ferro-électrique en combinaison avec des éléments de polarisation (voir, par exemple, le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 367 924 et la demande de brevet japonais N° 107216/1981). Le cristal liquide ferro-électrique présente généralement une phase smectique chirale C (SmC*) ou H (SmH*) dans une plage de températures particulières et, dans cet état, il est bistable, c'est-à-dire qu'il possède la propriété de pouvoir prendre soit un premier état optiquement stable (première orientation stable), soit un second état optiquement stable (seconde orientation stable) sous l'effet d'un champ électrique qui lui est appliqué, et de conserver l'état résultant en l'absence du champ électrique. Le dispositif à cristal liquide ferro-électrique présente en outre une vitesse de réponse élevée à une variation du champ électrique et il est donc envisagé de l'utiliser largement comme dispositif d'affichage à grande vitesse d'un type de mémoire.

Cependant, pour qu'un dispositif à cristal liquide ferro-électrique bistable présente des caractéristiques souhaitées, il est nécessaire de donner à l'écartement entre deux plaques de base constituant la cellule une valeur de 3 µm ou moins, et un autre problème est posé par le fait que l'angle d'inclinaison utilisé pour la mémoire n'est généralement pas l'angle

maximal d'inclinaison.

L'invention a pour objet principal un dispositif optique à cristal liquide conçu pour résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus.

Un objet particulier de l'invention est de proposer un dispositif optique à cristal liquide qui peut être conçu pour établir un écartement important entre deux plaques de base parallèles et qui peut être amené dans un état de mémoire avec un angle d'inclinaison sensiblement du même ordre que l'angle maximal d'inclinaison.

Conformément à l'invention, il est proposé un dispositif optique à cristal liquide comprenant : a) une cellule à cristal liquide comprenant deux plaques de base et un cristal liquide smectique ferro-électrique possédant une anisotropie électrique négative, b) des moyens destinés à appliquer au cristal liquide ferro-électrique un champ électrique alternatif capable de produire au moins deux états d'orientation stables, comprenant un premier état d'orientation stable et un second état d'orientation stable, c) des moyens destinés à modifier la fréquence ou la valeur de tension du champ électrique alternatif, en correspondance avec une variation de température, d) des moyens destinés à appliquer sélectivement un premier champ électrique pour orienter le cristal liquide ferro-électrique dans le premier état d'orientation stable et un second champ électrique pour orienter le cristal liquide ferro-électrique dans le second état d'orientation stable, et e) des moyens destinés à détecter une différence optique entre les rayons lumineux ayant traversé le cristal liquide ferro-électrique dans le premier état d'orientation et les rayons lumineux ayant traversé le cristal liquide ferro-électrique dans le second état d'orientation.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

la figure 1 est une vue schématique en perspective illustrant le principe fondamental de fonctionnement d'un dispositif à cristal liquide utilisant un cristal liquide smectique chiral ;

la figure 2A est une vue en plan montrant un exemple du dispositif à cristal liquide selon l'invention ;

la figure 2B est une coupe suivant la ligne A-A de la figure 2A ;

la figure 3A est une vue schématique en plan d'un agencement d'électrodes d'un dispositif à cristal liquide selon l'invention ;

les figures 3BA à 3BD illustrent des signaux appliqués à des lignes de balayage et des lignes de données ;

les figures 3CA à 3CD illustrent les formes d'ondes de signaux de tension appliqués à des éléments d'images respectifs ;

la figure 4A est un diagramme des temps illustrant les formes d'ondes de signaux montrés sur les figures 3BA à 3CD en série dans le temps ;

la figure 4B est un diagramme des temps illustrant un autre exemple de signaux en série dans le temps ;

les figures 5A à 5D illustrent des formes d'ondes de signaux appliqués aux lignes de balayage et aux lignes de données ; et

les figures 6 et 7 sont des schémas simplifiés d'un exemple d'un circuit de commande utilisé dans le dispositif à cristal liquide selon l'invention.

Des essais ont montré qu'il était possible d'établir au moins deux états d'orientation stables,

comprenant un premier état d'orientation stable et un second état d'orientation stable dans un cristal liquide smectique ferro-électrique possédant une anisotropie diélectrique négative ($\Delta\varepsilon < 0$) par l'application d'un champ électrique alternatif à haute fréquence au cristal liquide ferro-électrique. Bien que ce procédé ait pour avantage que la couche du cristal liquide n'ait pas à être établie à une épaisseur particulière, il pose un problème car les états stables d'orientation du cristal liquide smectique ferro-électrique établis sous l'application d'un champ électrique alternatif à haute fréquence disparaissent sous l'effet d'une variation de la température.

La présente invention sera expliquée plus en détail en référence aux dessins annexés selon les nécessités.

Les cristaux liquides adaptés à une utilisation de la présente invention sont des cristaux liquides smectiques chiraux ferro-électriques. Plus particulièrement, on peut utiliser des cristaux liquides en phase smectique chirale C (SmC*), en phase smectique chirale G (SmG*), en phase smectique chirale F (SmF*), en phase smectique chirale I (SmI*) ou en phase smectique chirale H (SmH*).

Des cristaux liquides ferro-électriques sont décrits en détail, par exemple, dans "LE JOURNAL DE PHYSIQUE LETTERS" 36, (L-69) 1975, "Ferroelectric Liquid Crystals" ; "Applied Physics Letters" 36 (11) 1980 "Submicrosecond Bistable Electrooptic Switching in Liquid Crystals" ; Kotai Butsuri (Solid State Physics) 16 (141), 1981 "Liquid Crystals", etc. Dans la présente invention, des cristaux liquides ferro-électriques possédant une anisotropie diélectrique négative parmi ceux décrits dans ces publications peuvent être utilisés.

Des cristaux liquides ferro-électriques particulièrement avantageux peuvent être ceux présentant une phase cholestérique d'un côté des températures plus élevées, comprenant des cristaux liquides du type ester de phényle indiqués dans les exemples décrits ci-après.

Lorsqu'un dispositif est constitué par l'utilisation de ces matières, il peut être supporté comme souhaité au moyen d'un bloc de cuivre, etc., dans lequel un élément chauffant est encastré afin d'établir un état de température tel que le composé du cristal liquide prenne une phase souhaitée.

En référence à la figure 1, il est représenté schématiquement un exemple d'une cellule à cristal liquide ferro-électrique pour l'explication de son fonctionnement. Ci-après, on considérera la phase SmC* comme phase souhaitée. Les références numériques 11a et 11b désignent des plaques de base (plaques de verre) sur lesquelles est disposée une électrode transparente, par exemple en In_2O_3, SnO_2, ITO (oxyde d'indium-étain), etc. Un cristal liquide de la phase SmC*, dans lequel des couches 12 de molécule de cristal liquide sont orientées perpendiculairement aux surfaces des plaques de verre, est disposé hermétiquement entre les plaques. Les lignes 13 en trait plein (13a, 13b, ...) montrent des molécules de cristal liquide qui forment successivement des spirales d'axes 15 s'étendant parallèlement aux faces des plaques de base 11a et 11b. L'angle formé entre l'axe d'une spirale et une molécule de cristal liquide est défini comme étant un angle d'inclinaison. Chaque molécule 13 de cristal liquide possède un moment dipolaire ($P_\perp$) 14 de direction perpendiculaire à son prolongement. Lorsqu'une tension Ea supérieure à certains niveaux de seuil est appliquée au moyen de bornes 16a et 16b entre des électrodes formées sur les plaques de base 11a et 11b, la structure en spirale des molécules 13

du cristal liquide disparaît ou se déroule de façon à modifier la direction d'alignement des molécules respectives 13 du cristal liquide pour leur donner celle de la molécule 13a afin que les moments dipolaires ($P_{\perp}$) soient tous orientés dans la direction du champ électrique. En variante, lorsqu'une tension Eb supérieure à un niveau de seuil, mais d'orientation inverse, est appliquée, la structure en spirale des molécules 13 du cristal liquide disparaît et les molécules s'orientent uniformément dans la direction d'alignement de la molécule 13b afin que les moments dipolaires 14 soient tous orientés dans la direction du champ électrique inverse Eb. L'état d'orientation résultant établi par la tension Ea ou Eb revient à l'état d'alignement formant la structure en spirale initiale. Les molécules 13 du cristal liquide ont une forme allongée et présentent une anisotropie de réfraction entre leur grand axe et leur petit axe. En conséquence, on comprend aisément que lorsque par exemple, des polariseurs disposés en nicols croisés, c'est-à-dire dont les directions de polarisation se croisent mutuellement, sont disposés sur les surfaces supérieure et inférieure des plaques de verre, la cellule à cristal liquide ainsi agencée assume la fonction d'un dispositif de modulation optique à cristal liquide dont les caractéristiques optiques varient suivant la polarité de la tension appliquée.

Les figures 2A et 2B illustrent un exemple du dispositif à cristal liquide selon l'invention. La figure 2A est une vue en plan de l'exemple et la figure 2B est une coupe suivant la ligne A-A de la figure 2A.

Une structure 100 de cellule montrée sur les figures 2A et 2B comprend deux plaques de base 101a et 101b constituées de plaques de verre ou de plaques de matière plastique qui sont maintenues à un intervalle prédéterminé au moyen d'entretoises 104 et qui sont

scellées au moyen d'un adhésif 106 pour former la structure d'une cellule. Il est en outre formé, sur la plaque de base 101a, un groupe d'électrodes (par exemple un groupe d'électrodes destiné à l'application de tensions de balayage d'une structure d'électrodes de matrice) comprenant plusieurs électrodes transparentes 102a dans une configuration prédéterminée, par exemple une configuration en bandes. Il est formé, sur la plaque de base 101b, un autre groupe d'électrodes (par exemple un groupe d'électrodes pour l'application de signaux de tension de la structure d'électrodes de la matrice) comprenant plusieurs électrodes transparentes 102b croisant les électrodes transparentes 102a.

Il peut en outre être formé, sur la plaque de base 101b portant ces électrodes transparentes 102b, un film 105 de commande d'orientation composé d'une matière isolante inorganique telle que du monoxyde de silicium, du dioxyde de silicium, de l'oxyde d'aluminium, de l'oxyde de titane, de la zircone, du fluorure de magnésium, de l'oxyde de cérium, du fluorure de cérium, du nitrure de silicium, du carbure de silicium et du nitrure de bore, ou d'une matière isolante organique telle que de l'alcool polyvinylique, un polyimide, un polyamide-imide, un polyester-imide, du polyparaxylylène, un polyester, un polycarbonate, du polyvinylacétal, du chlorure de polyvinyle, un polyamide, du polystyrène, une résine cellulosique, une résine mélamine, une résine du type urée, une résine acrylique et une résine photosensible.

Le film 105 de commande d'orientation peut être obtenu par formation, d'abord, d'un film d'une matière isolante inorganique ou d'une matière isolante organique comme décrit ci-dessus, puis frottement de sa surface dans une direction, à l'aide de velours,

d'une étoffe, de papier, etc.

Dans une autre forme préférée de réalisation selon l'invention, le film 105 de commande d'orientation peut être réalisé sous la forme d'un film en matière isolante inorganique telle que SiO ou SiO_2 sur la plaque de base 101a par dépôt de vapeur oblique ou incliné.

Il est avantageux que le film 105 de commande d'orientation soit également amené à assumer la fonction d'un film isolant. A cet effet, le film de commande d'orientation peut avantageusement avoir une épaisseur dans la plage 10 nanomètres à 1 µm, en particulier 50 à 500 nanomètres. Le film isolant a également pour fonction d'empêcher l'apparition d'un courant électrique qui est généralement provoqué par la présence de petites quantités d'impuretés contenues dans la couche 103 du cristal liquide, ce qui évite une détérioration des composés du cristal liquide, même lors d'opérations répétées.

Dans le dispositif à cristal liquide selon l'invention, un film de commande d'orientation similaire à celui désigné par la référence numérique 105 peut également être formé sur l'autre plaque de base 101a.

La couche 103 de cristal liquide de la structure 100 de cellule montrée sur la figure 2 peut être formée, par exemple, de SmC*. L'épaisseur de la couche 103 de cristal liquide n'est pas particulièrement limitée, mais elle peut être avantageusement de l'ordre de 3 à 15 µm, en général.

Sur les faces extérieures des plaques de base 101a et 101b de la structure 100 de cellule sont disposés des polariseurs 107 et 108, respectivement, sous la forme de nicols croisés, afin qu'une modulation optique provoquée par l'application de tensions entre les électrodes 102a et 102b puisse être détectée par les polariseurs 107 et 108.

A présent, lorsqu'un champ électrique alternatif à haute fréquence est appliqué à la cellule à cristal liquide parallèlement aux couches moléculaires 12 du cristal liquide, par exemple perpendiculairement aux plaques de base 11a et 11b (ou 101a et 101b), les molécules du cristal liquide s'orientent dans l'un ou l'autre des états d'orientation obtenus par l'application d'un champ électrique Ea ou Eb. Les orientations résultantes, sous l'effet de l'application d'un champ électrique alternatif à haute fréquence, sont appelées "premier état d'orientation stable" et "second état d'orientation stable".

Le phénomène ci-dessus est dû au fait que la matière du cristal liquide possède une anisotropie diélectrique négative. La fréquence du champ électrique alternatif doit être assez élevée pour que le cristal liquide ne réagisse pas au champ électrique alternatif à une tension de crête prédéterminée.

La tension alternative peut avoir une fréquence de 400 Hz à 100 kHz et une forme d'onde triangulaire, sinusoïdale, rectangulaire, etc. La tension peut avantageusement être de l'ordre de 20 à 100 V en valeur crête à crête, bien qu'elle dépende quelque peu de l'épaisseur de la couche du cristal liquide.

Conformément aux essais auxquels on a procédé, il est apparu une tendance à la disparition de la bistabilité sous l'effet de l'application d'un champ électrique alternatif d'une certaine fréquence ou d'une certaine tension. Cependant, dans ce cas, il est apparu que la bistabilité pouvait être maintenue telle quelle si la fréquence ou la tension du champ électrique alternatif était augmentée. L'amplitude de la variation de la fréquence à cet effet est avantageusement de l'ordre de 10 à 500 Hz pour une variation de 10°C, bien qu'elle dépende quelque peu de la matière du cristal liquide,

de l'épaisseur de la cellule et d'autres conditions d'utilisation. En outre, l'amplitude de la variation de tension à cet effet est avantageusement de l'ordre de 1 à 20 V pour une variation de 10°C.

Un exemple du procédé de commande utilisé pour le dispositif optique à cristal liquide selon l'invention sera expliqué ci-dessous.

La figure 3A montre schématiquement un agencement de matrice d'électrodes conçu pour un affichage. Les références numériques 62 et 63 désignent, respectivement, un groupe d'électrodes de balayage et un groupe d'électrodes de signaux d'information. Les figures 3BA et 3 BB montrent un signal appliqué aux électrodes de balayage, la figure 3BA montrant un signal de sélection de balayage et la figure 3BB montrant un signal de non-sélection de balayage. Les figures 3BC et 3BD montrent des signaux d'information appliqués à des électrodes de signaux d'information. Ils sont, respectivement, appliqués sélectivement aux électrodes de signaux d'information, en dépendance respective d'entrées d'information d'écriture. Les figures 3CA à 3CD montrent des formes d'ondes de tension appliquées à des éléments d'images par l'utilisation des signaux électriques montrés sur les figures 3BA à 3BD. Les figures 3CA et 3CB montrent des formes d'ondes de tension appliquées à des éléments d'images d'une ligne de balayage à laquelle un signal de sélection de balayage est appliqué, et les figures 3CC et 3CD montrent des formes d'ondes de tension appliquées à des éléments d'images d'une ligne de balayage à laquelle aucun signal de sélection de balayage n'est appliqué. Les tensions appliquées à ces éléments d'images sont étalies au-dessous d'une valeur de seuil. Des signaux d'écriture montrés sur les figures 3BC et 3BD peuvent être appliqués sélectivement en phase avec un signal de sélection de balayage pour l'exécution

séquentielle d'une écriture pour chaque ligne de balayage. Les tensions appliquées aux éléments d'images après l'écriture sur une ligne de balayage choisie sont établies au-dessous d'une valeur de seuil comme montré sur les figures 3CC et 3CD, de sorte que les états écrits sur une ligne balayée sont maintenus ou placés en mémoire pendant la durée d'une trame ou d'un champ.

La figure 4A montre des signaux en série chronologique ou dans le temps, obtenus par l'application de signaux pour l'obtention d'un état d'affichage tel que montré sur la figure 3A. Sur la figure 4A, des composantes de courant alternatif à haute fréquence, produites par superposition sur les signaux d'information, n'ont pas été représentées.

La figure 4B montre un exemple de signaux en série dans le temps dans lesquels un signal auxiliaire est produit en phase Δt afin d'empêcher la diaphonie.

Dans une autre forme de réalisation, il est également possible d'appliquer aux électrodes de balayage des composantes de courant alternatif à haute fréquence. Il est en outre possible, aussi, d'appliquer des composantes alternatives à haute fréquence à la fois aux électrodes de balayage et aux électrodes de signaux, en phase entre elles, de manière que les tensions demandées de régime de circuits intégrés d'attaque de terminal pour les électrodes de balayage et les électrodes de signaux puissent être abaissées.

Les figures 5A à 5D montrent une autre forme de réalisation de l'invention.

Dans cette forme de réalisation, un signal alternatif est appliqué en tant que signal de non-sélection de balayage, tandis que le signal de sélection de balayage peut être de la même forme d'onde que celle montrée sur la figure 3BA. Pour la sélection, le signal

à haute fréquence est coupé afin que les molécules du cristal liquide soient placées dans un état aisément mobile et que la commutation soit facilitée. En outre, en évitant la superposition d'un signal de sélection (a : composante de basse fréquence) et d'un signal de non-sélection (b : composante de haute fréquence), on peut bénéficier de l'avantage d'abaisser la tension de régime du circuit intégré d'attaque du côté de balayage.

La figure 6 est un schéma simplifié d'un exemple de circuit de commande ou d'attaque pour la commande d'un panneau d'affichage 601 à cristaux liquides à M x N points, utilisant le dispositif à cristal liquide selon l'invention. Le circuit de commande comprend un circuit générateur 602 de fréquence variable dont x et y sorties sont décalées entre elles d'un déphasage de 180°. La sortie x est appliquée à un circuit à superposition de courant alternatif pour l'entrée de signaux de données, tandis que la sortie y est appliquée à un circuit à superposition de courant alternatif. Des signaux d'information sont appliqués par l'intermédiaire d'une borne 605 à un registre à décalage 609 commandé par des impulsions d'horloge arrivant par une borne 606. Des signaux de synchronisation de balayage sont appliqués par l'intermédiaire d'une borne 607 à un registre à décalage 613 commandé par des impulsions d'horloge appliquées par l'intermédiaire d'une borne 608.

Le circuit 603 à superposition de courant alternatif situé du côté d'entrée des signaux de données a pour fonction de produire les sorties suivantes :

$$I_{1a} = I_{1b} \oplus x$$

$$I_{2a} = I_{2b} \oplus x$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$I_{Na} = I_{Nb} \oplus x$$

où ⊕ désigne une addition, I_a, I_b et $\underline{x}$ désignent des valeurs de tension et N désigne le nombre de lignes de données. Par ailleurs, le circuit 604 à superposition de courant alternatif a pour fonction de produire les sorties suivantes :

$$S_{1a} = S_{1b} \oplus y$$
$$S_{2a} = S_{2b} \oplus y$$
$$\vdots \qquad \vdots$$
$$S_{Ma} = S_{Mb} \oplus y,$$

où Sa, Sb et $\underline{y}$ désignent des valeurs de tension, et M désigne le nombre de lignes de balayage. Du côté des signaux de données, des signaux d'entrée d'informations sont appliqués successivement par la borne 605 au registre à décalage 609, à une bascule 610 commandée par les impulsions d'horloge 606 et par un compteur 611, au circuit précité 603 à superposition de courant alternatif et à un circuit d'attaque 612 afin que des signaux soient émis vers N lignes de données. Du côté du signal de balayage, les signaux d'entrée 607 de synchronisation pour les lignes de balayage et les impulsions d'horloge 608 sont appliqués au registre à décalage 613 dont les signaux de sortie sont émis successivement vers le circuit précité 604 à superposition de courant alternatif et vers un circuit d'attaque 614 afin que les signaux de balayage soient dirigés vers M lignes de balayage.

En outre, la température au voisinage de la cellule 601 d'affichage à cristal liquide est détectée par un capteur de température 615 dont le signal de sortie est transmis à un circuit générateur 602 à fréquence variable. Par conséquent, en réglant les fré-

quences des signaux alternatifs superposés aux signaux de données et aux signaux de balayage en fonction de la température, on maintient la bistabilité demandée même en cas de variation de la température. L'un du circuit 603 à superposition de courant alternatif du côté des lignes de données et du circuit 604 à superposition de courant alternatif du côté des lignes de balayage peut être supprimé. Dans tous les cas, la bistabilité est maintenue de façon stable vis-à-vis d'une variation de la température.

La figure 7 est un schéma simplifié d'un autre exemple de circuit de commande ou d'attaque pour la commande d'un panneau d'affichage 701 à cristal liquide à M x N points, utilisant le dispositif à cristal liquide selon l'invention. Le circuit de commande comprend un circuit générateur 702 de courant alternatif (dont la sortie est appliquée à un circuit 707 à superposition de courant alternatif du côté des signaux de données), une borne 703 d'entrée d'informations, une borne 704 d'entrée d'impulsions d'horloge qui lui est associée, une borne 705 d'entrée de synchronisation, une borne 706 d'entrée d'impulsions d'horloge qui lui est associée, un circuit 707 à superposition de courant alternatif du côté d'entrée des signaux de données, et un circuit 708 de superposition de courant alternatif du côté d'entrée des signaux de balayage. Les circuits 707 et 708 à superposition de courant alternatif ont les mêmes fonctions que celles des circuits 603 et 604 à superposition de courant alternatif, mentionnés ci-dessus et décrits en référence à la figure 6.

Du côté des signaux de données, des signaux d'entrée d'informations sont appliqués successivement par la borne 703 à un registre à décalage 709, une bascule 710 commandée par les impulsions d'horloge 704 et par un compteur 711, au circuit précité 707 à super-

position de courant alternatif et à un circuit d'attaque 712 afin que des signaux soient fournis aux N lignes de données. Du côté des signaux de balayage, des signaux d'entrée de synchronisation 705 pour les lignes de balayage et des impulsions d'horloge 708 sont appliqués à un registre à décalage 713 dont les signaux de sortie sont transmis successivement au circuit précité 708 à superposition de courant alternatif et à un circuit d'attaque 714 afin que des signaux de balayage soient appliqués aux M lignes de balayage.

En outre, la température au voisinage de la cellule 701 d'affichage à cristal liquide est détectée par un capteur 715 de température dont le signal de sortie est transmis à un convertisseur de phase 702. Par conséquent, en réglant les phases des signaux alternatifs superposés aux signaux de données et aux signaux de balayage en fonction de la température afin de modifier les tensions des signaux de courant alternatif, effectivement appliqués, on conserve de façon constante la bistabilité demandée vis-à-vis d'une variation possible de la température.

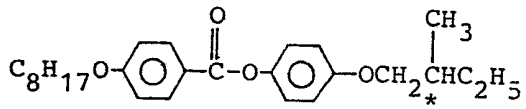
La présente invention sera expliquée ci-dessous en référence à des exemples particuliers.

Exemple 1

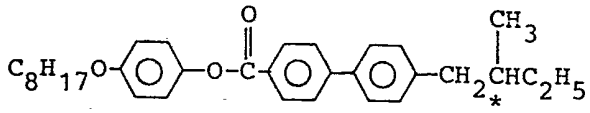
On a préparé un dispositif à cristal liquide possédant un agencement d'électrodes tel que montré sur la figure 3A. Les plaques de base étaient des plaques de verre sur lesquelles ont été formées des bandes d'électrodes transparentes de 100 nanomètres d'épaisseur, recouvertes de films de polyimide frottés en surface. Les deux plaques de verre ainsi préparées ont été fixées l'une à l'autre avec, entre elles, des entretoises de polyimide de 10 µm de hauteur, afin qu'il subsiste un espace entre elles, et la périphérie de cet espace a été scellée au moyen d'une résine époxy pour préparer une ébauche de cellule.

Dans la cellule, on a injecté, en phase isotropique, le mélange suivant de cristal liquide ferroélectrique ayant une anisotropie diélectrique négative.

Mélange du cristal liquide

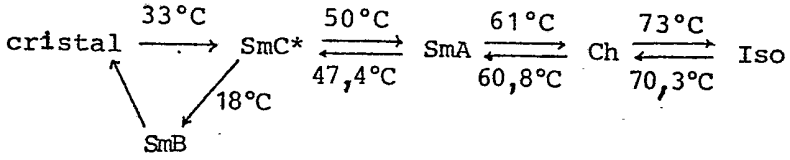


4 parties en poids



1 partie en poids

Le mélange de cristal liquide présente la caractéristique de transition de phase suivante :



Dans ce cas, SmC* signifie une phase smectique chirale C ; SmA une phase smectique A ; Ch une phase cholestérique et Iso une phase isotropique. Les températures de transition de phase sont des valeurs mesurées au moyen d'un calorimètre à balayage différentiel.

On a ensuite scellé hermétiquement l'orifice d'injection et on a refroidi progressivement le cristal liquide de la phase isotropique à la phase SmC*, à une vitesse de 0,5°C/h. Lorsque le dispositif à cristal liquide ainsi préparé a été placé en sandwich entre des polariseurs se croisant perpendiculairement et observé au moyen d'un microscope, il a été confirmé la formation d'un domaine unique sur une grande surface et on a observé

le pas de la spirale de la phase SmC*.

Le dispositif à cristal liquide a été incorporé dans un circuit de commande tel que montré sur la figure 6, sauf que le circuit 604 à superposition de courant alternatif du côté des lignes de balayage a été supprimé. On a procédé à une opération d'affichage en utilisant des impulsions de commutation telles que montrées sur les figures 3BA à 3BD et un champ électrique alternatif à haute fréquence superposé, de 10 kHz et 60 V crête à crête. Plus particulièrement, on a utilisé comme conditions : $t_1 + t_2 = 2$ ms ($t_1 = t_2$), et V = 21,5V.

Le circuit générateur 602 à fréquence variable a été commandé de façon que la fréquence croisse à raison de 5 % par °C d'élévation, avec 10°C comme température de référence. On a obtenu, comme résultat, de bons états d'affichage même avec une variation de température dans la plage de 10°C à 30°C. Ceci signifie qu'un état bistable suffisant a subsisté malgré une variation de température dans la plage de 10°C à 30°C.

Par contre, lorsque l'opération d'affichage mentionnée ci-dessus a été répétée, sauf que l'on n'a pas utilisé le circuit générateur de fréquence variable, il n'a pas été possible d'obtenir une caractéristique d'affichage suffisante du côté des températures plus élevées, sous la variation de température dans la plage de 10°C à 30°C. Ceci signifie que l'état d'orientation bistable n'a pas pu être établi de façon satisfaisante du côté des températures plus élevées.

Exemple 2

On a préparé un dispositif à cristal liquide exactement de la même manière que dans l'exemple 1, sauf que les entretoises de polyimide de 10 µm ont été remplacées par des entretoises de polyimides de 7 µm. Dans le dispositif à crital liquide, un domaine unique s'est formé sur une grande surface alors que, contraire-

rement au dispositif de l'exemple 1, on n'a pas observé le pas de la spirale de la phase SmC* (c'est-à-dire que l'état de la structure en spirale a disparu), et on n'a pas observé d'état bistable en l'absence d'un champ électrique.

Lorsque ce dispositif à cristal liquide a été incorporé dans le circuit de commande pour l'exécution d'un affichage de la même manière que dans l'exemple 1, sauf que la tension crête à crête du champ électrique alternatif a été portée à 42 V, l'état bistable a été maintenu de façon stable malgré une variation de température similaire à celle de l'exemple 1.

Exemple 3

On a incorporé le dispositif à cristal liquide de l'exemple 1 dans un circuit de commande tel que montré sur la figure 7 et on l'a commandé à l'aide des impulsions de commutation et du champ électrique alternatif à haute fréquence utilisé dans l'exemple 1.

Le convertisseur de phase 702 a été commandé de façon que la tension alternative augmente de 1 % par °C d'élévation, 30°C étant la température de référence. On a obtenu, comme résultat, de bons états d'affichage, même lorsque la température a varié dans la plage de 10°C à 30°C. Ceci signifie qu'un état bistable suffisant a été maintenu malgré une variation de température dans la plage de 10°C à 30°C.

Par contre, lorsque l'opération d'affichage mentionnée ci-dessus a été répétée, hormis l'utilisation du convertisseur de phase, on n'a pas pu obtenir une caractéristique d'affichage suffisante du côté des températures inférieures, sous la variation de température dans la plage de 10°C à 30°C. Ceci signifie que l'état d'orientation bistable n'a pas pu être établi de façon satisfaisante du côté des températures inférieures.

Exemple 4

Le dispositif à cristal liquide préparé dans l'exemple 2 a été incorporé dans le circuit de commande tel que montré sur la figure 7 et commandé de la même manière que dans l'exemple 3, et il est apparu que l'état bistable était conservé de façon stable malgré une variation de température.

Comme expliqué précédemment, conformément à l'invention, l'état bistable demandé pour faire fonctionner efficacement le cristal liquide ferro-électrique est maintenu de façon stable même lorsque la température ambiante varie, de sorte que l'on peut obtenir une bonne caractéristique d'affichage, sans dépendre des variations de la température.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif à cristal liquide décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif à cristal liquide, caractérisé en ce qu'il comporte une cellule à cristal liquide (100) comprenant deux plaques de base (101a, 101b) et un cristal liquide smectique ferro-électrique (103) à anisotropie diélectrique négative, des moyens destinés à appliquer au cristal liquide ferro-électrique un champ électrique alternatif capable d'établir au moins deux états d'orientation stables, comprenant un premier état d'orientation stable et un second état d'orientation stable, des moyens destinés à modifier la fréquence du champ électrique alternatif en fonction d'une variation de la température, des moyens (102a, 102b) destinés à appliquer sélectivement un premier champ électrique pour orienter le cristal liquide ferro-électrique dans le premier état d'orientation stable et un second champ électrique pour orienter le cristal liquide ferro-électrique dans le second état d'orientation stable, et des moyens (107, 108) destinés à détecter une différence optique entre les rayons lumineux ayant traversé le cristal liquide ferro-électrique orienté dans le premier état et les rayons lumineux ayant traversé le cristal liquide ferro-électrique orienté dans le second état.

2. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de détection d'une différence optique comprennent un polariseur possédant un axe de polarisation sensiblement parallèle à l'axe des molécules du cristal liquide ferro-électrique orienté dans le premier état stable ou dans le second état stable.

3. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de détection d'une différence optique comprennent deux polariseurs agencés en nicols croisés, l'un des deux polariseurs ayant un axe de polarisation sensiblement

parallèle aux axes des molécules du cristal liquide ferro-électrique orientés dans le premier état stable et dans le second état stable.

4. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cristal liquide smectique ferro-électrique est en phase smectique chirale C, H, I, G ou F.

5. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fréquence du champ électrique alternatif est comprise entre 400 Hz et 100 kHz.

6. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cellule à cristal liquide comprend une matrice d'électrodes composée d'électrodes de balayage (62) et d'électrodes d'information (63), et en ce que le champ électrique alternatif est appliqué à partir des électrodes d'information en superposition à un signal d'information.

7. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cellule à cristal liquide comprend une matrice d'électrodes composée d'électrodes de balayage (62) et d'électrodes d'information (63), et en ce que le champ électrique alternatif est appliqué à partir d'électrodes de balayage parmi les électrodes de balayage auxquelles est appliqué un signal de non-sélection de balayage.

8. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens destinés à modifier la fréquence du champ électrique alternatif en fonction d'une variation de la température comprennent un capteur (615) de température et un circuit générateur (602) à fréquence variable.

9. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cristal liquide smectique ferro-électrique présente une phase cholestéri-

que plutôt que smectique du côté des températures plus élevées.

10. Dispositif à cristal liquide, caractérisé en ce qu'il comporte une cellule (100) à cristal liquide comprenant deux plaques de base (101a, 101b) et un cristal liquide smectique ferro-électrique (103) à anisotropie diélectrique négative, des moyens destinés à appliquer au cristal liquide ferro-électrique un champ électrique alternatif capable d'établir au moins deux états d'orientation stables, comprenant un premier état d'orientation stable et un second état d'orientation stable, des moyens destinés à modifier la valeur de la tension du champ électrique alternatif en fonction d'une variation de la température, des moyens (102a, 102b) destinés à appliquer sélectivement un premier champ électrique pour orienter le cristal liquide ferro-électrique dans le premier état stable et un second champ électrique pour orienter le cristal liquide ferro-électrique dans le second état stable, et des moyens (107, 108) destinés à détecter une différence optique entre les rayons lumineux traversant le cristal liquide ferro-électrique orienté dans le premier état stable et les rayons lumineux traversant le cristal liquide ferro-électrique orienté dans le second état stable.

11. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de détection d'une différence optique comprennent un polariseur ayant un axe de polarisation sensiblement parallèle à l'axe des molécules du cristal liquide ferro-électrique orienté dans le premier état stable ou dans le second état stable.

12. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caracérisé en ce que les moyens de détection d'une différence optique comprennent deux polariseurs agencés en nicols croisés, l'un des deux

polariseurs ayant un axe de polarisation sensiblement parallèle à l'axe des molécules du cristal liquide ferro-électrique orienté dans le premier état stable ou dans le second état stable.

13. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que le cristal liquide smectique ferro-électrique se présente dans une phase smectique chirale C, H, I, G ou F.

14. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que la fréquence du champ électrique alternatif est comprise entre 400 Hz et 100 kHz.

15. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que la cellule à cristal liquide comprend une matrice d'électrodes composée d'électrodes de balayage (62) et d'électrodes d'information (63), et en ce que le champ électrique alternatif est appliqué à partir des électrodes d'information en superposition à un signal d'information.

16. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que la cellule à cristal liquide comprend une matrice d'électrodes composée d'électrodes de balayage (62) et d'électrodes d'information (63), et en ce que le champ électrique alternatif est appliqué à partir d'électrodes de balayage faisant partie des électrodes de balayage auxquelles est appliqué un signal de non-sélection de balayage.

17. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens destinés à faire varier la valeur de la tension du champ électrique alternatif en fonction d'une variation de température comprennent un capteur (715) de température et un convertisseur de phase (702).

18. Dispositif à cristal liquide selon la revendication 10, caractérisé en ce que le cristal liquide smectique ferro-électrique présente une phase cholestérique plutôt que smectique du côté des températures plus élevées.

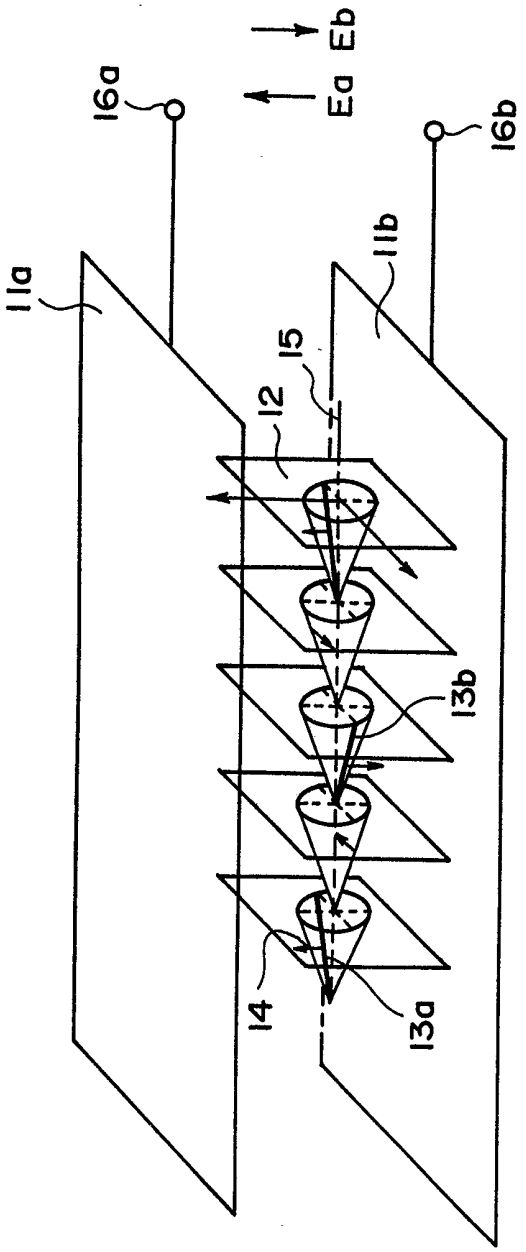


FIG. 1

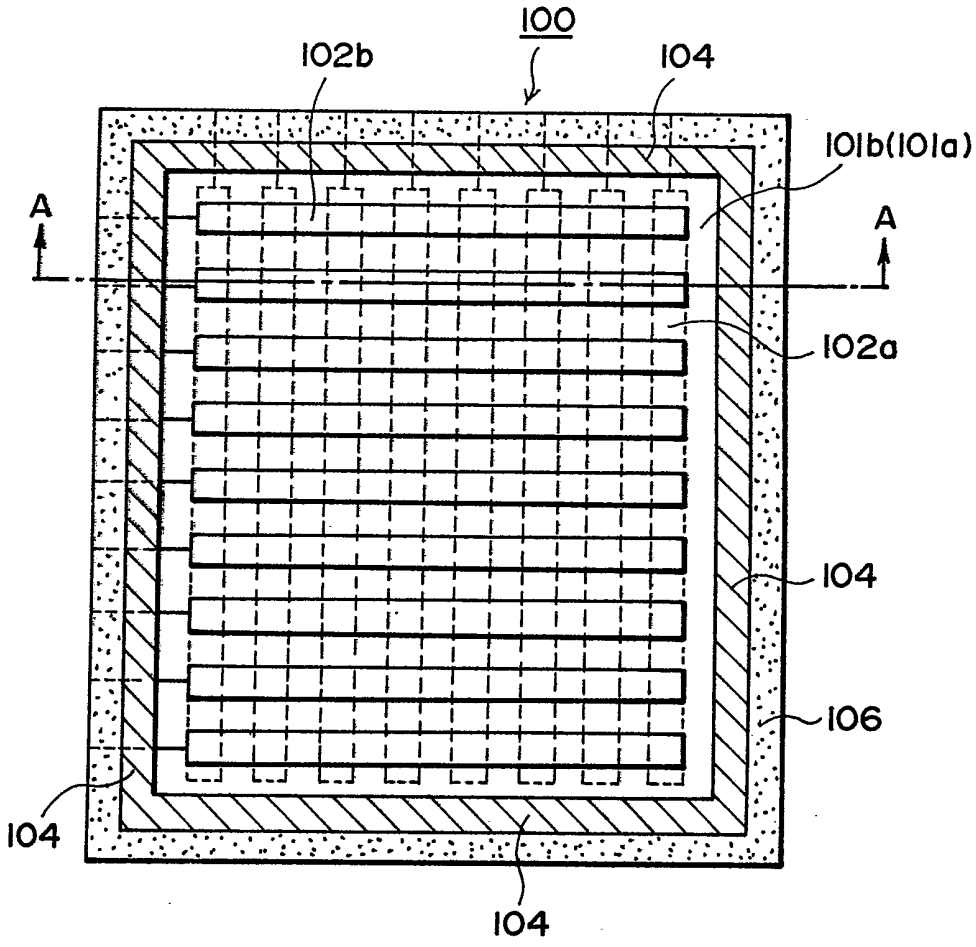

100
102b
104
101b(101a)
A
A
102a
104
106
104
104

FIG. 2A

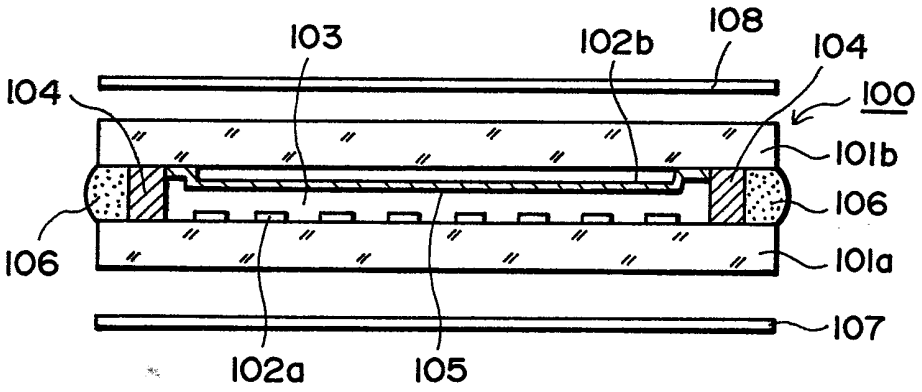

103
102b
108
104
104
100
101b
106
106
101a
107
102a
105

FIG. 2B

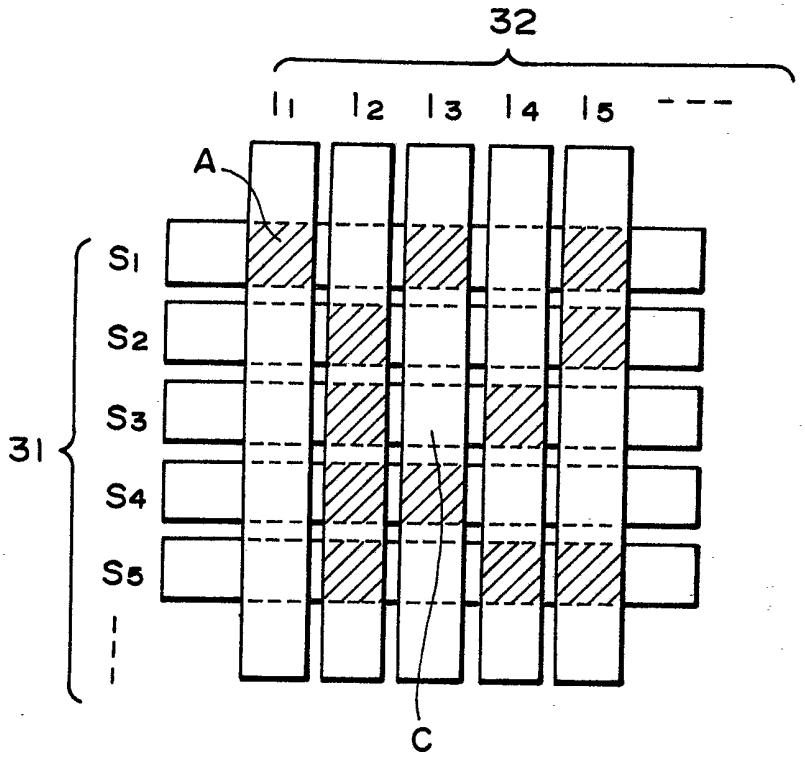


FIG. 3A

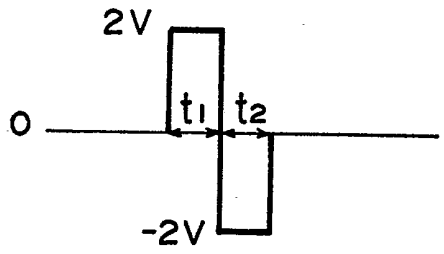


FIG.3BA

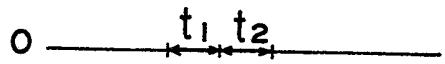


FIG.3BB

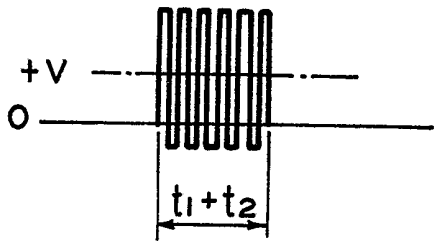


FIG.3BC

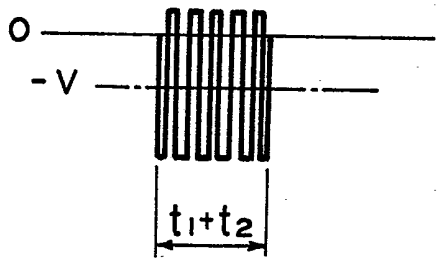


FIG. 3BD

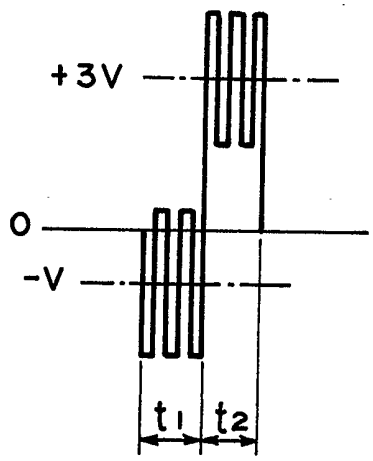
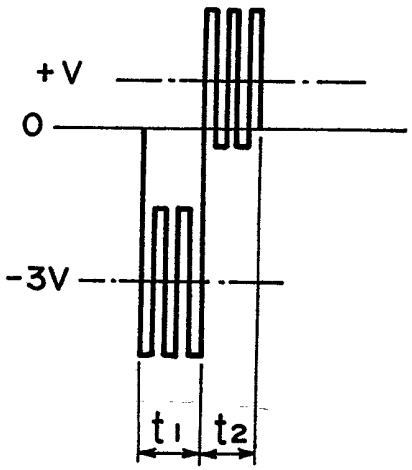


FIG.3CA

FIG.3CB



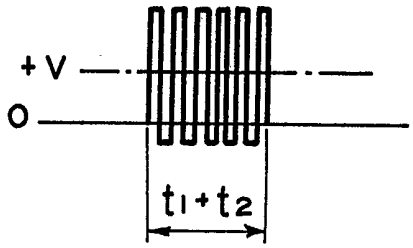
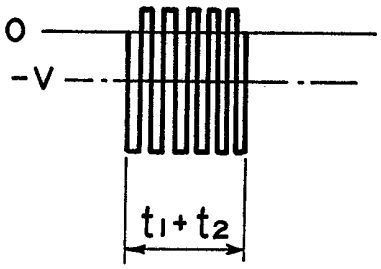


FIG.3CC

FIG.3CD



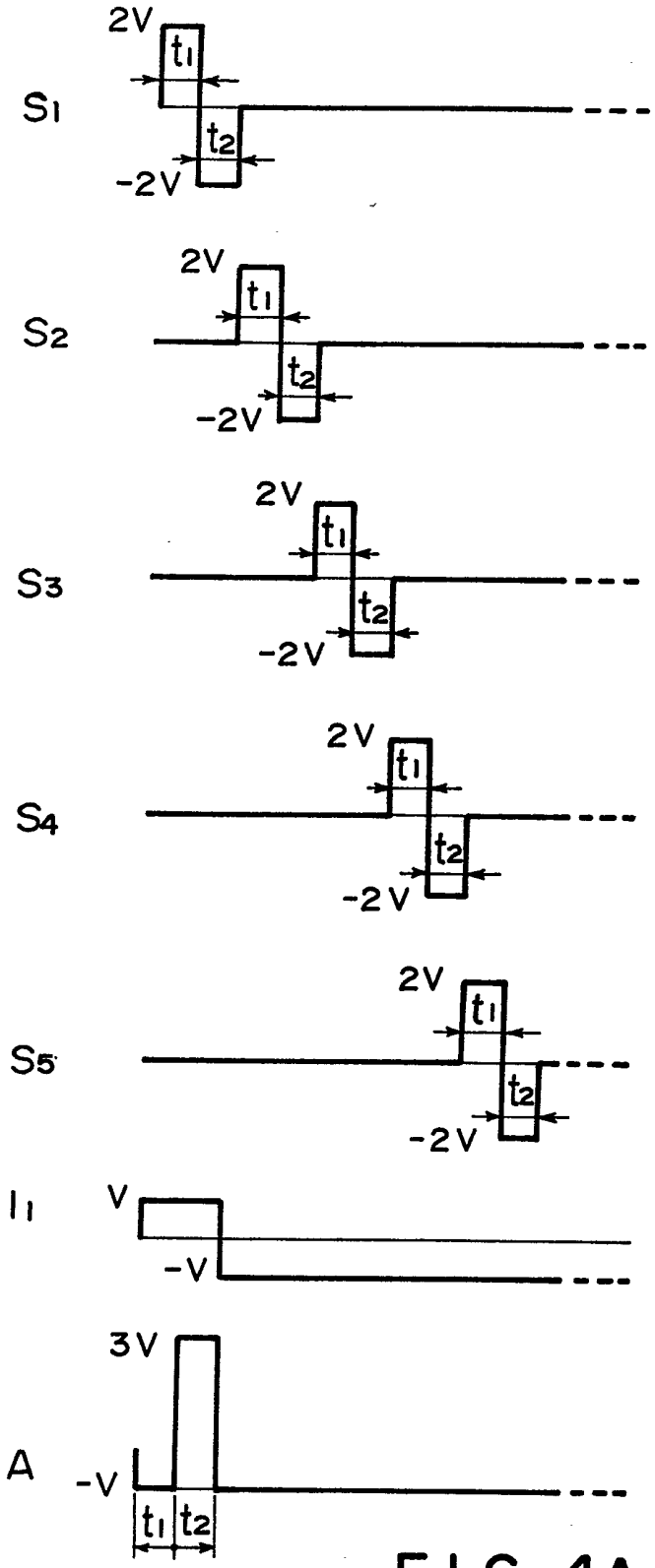

S1
2V
t1
t2
-2V
S2
2V
t1
t2
-2V
S3
2V
t1
t2
-2V
S4
2V
t1
t2
-2V
S5
2V
t1
t2
-2V
I1
V
-V
A
3V
-V
t1
t2

FIG. 4A

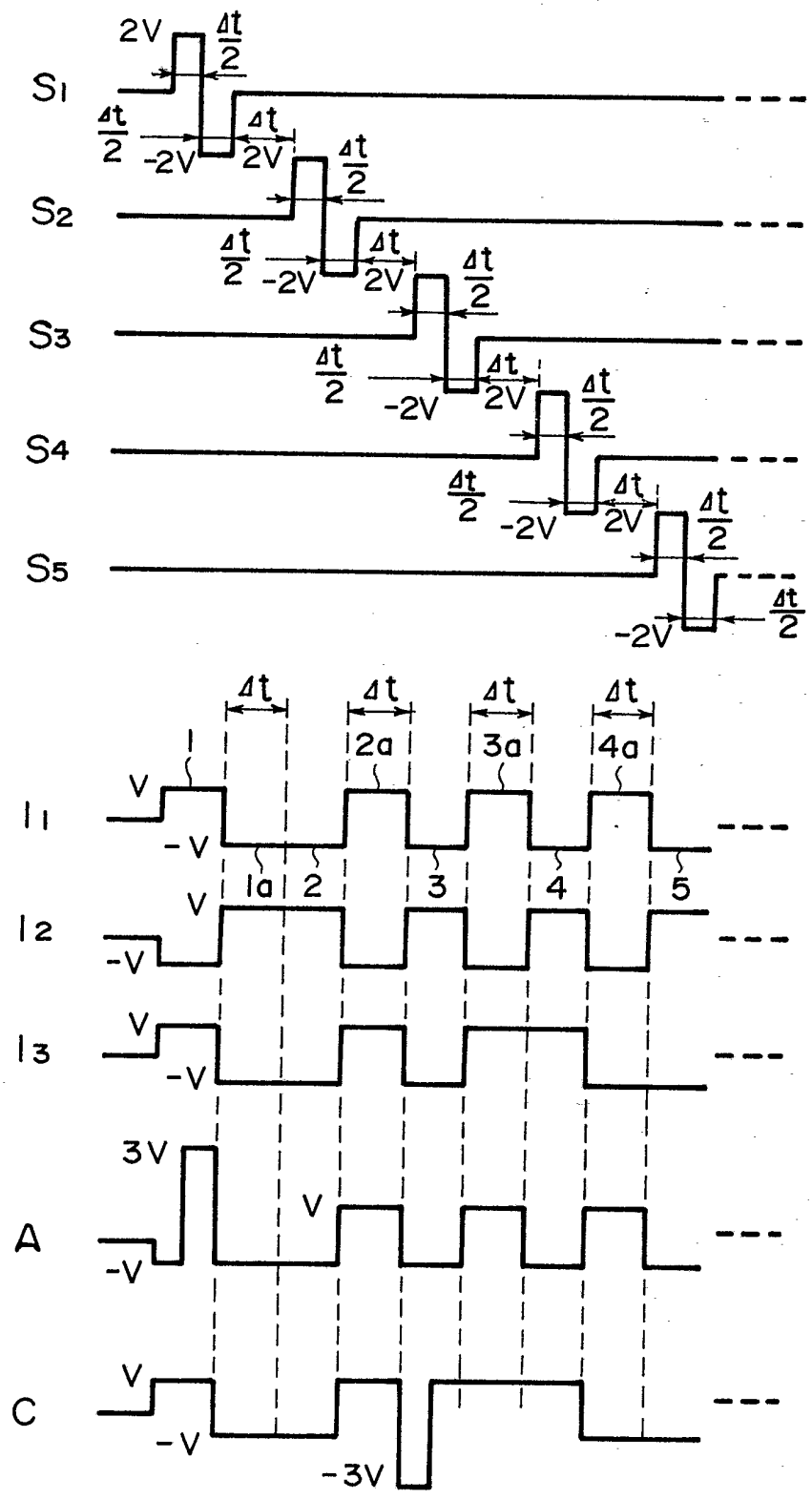


FIG. 4B

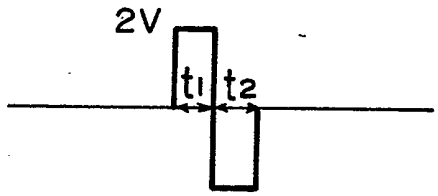


FIG.5A

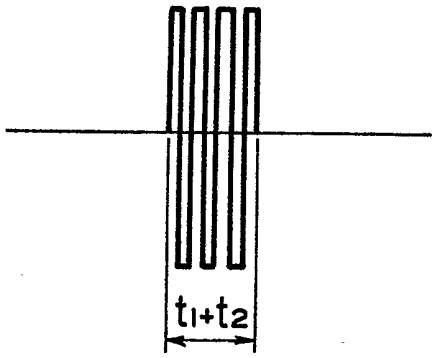


FIG.5B

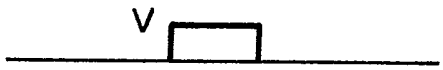


FIG.5C



FIG. 5D

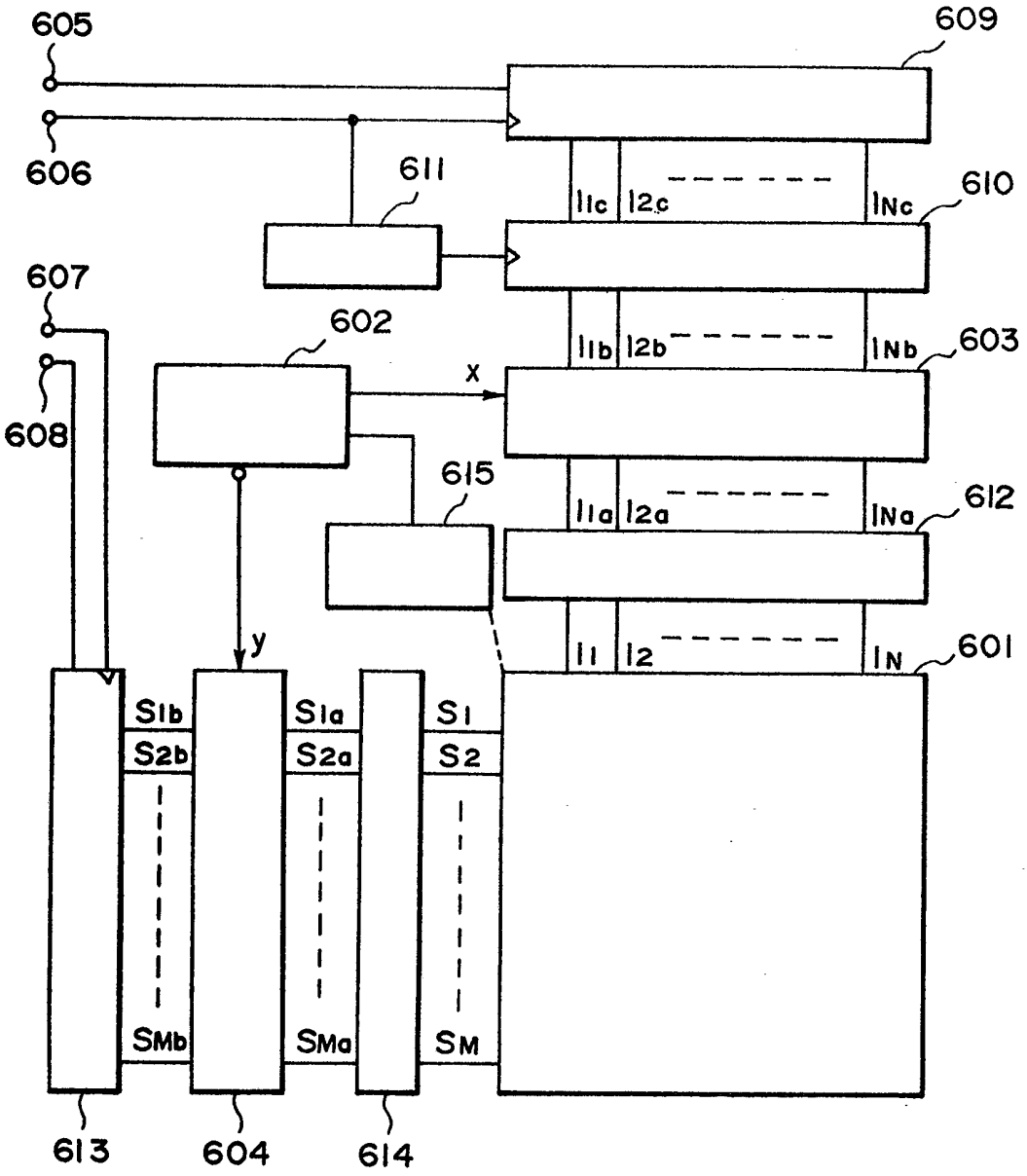
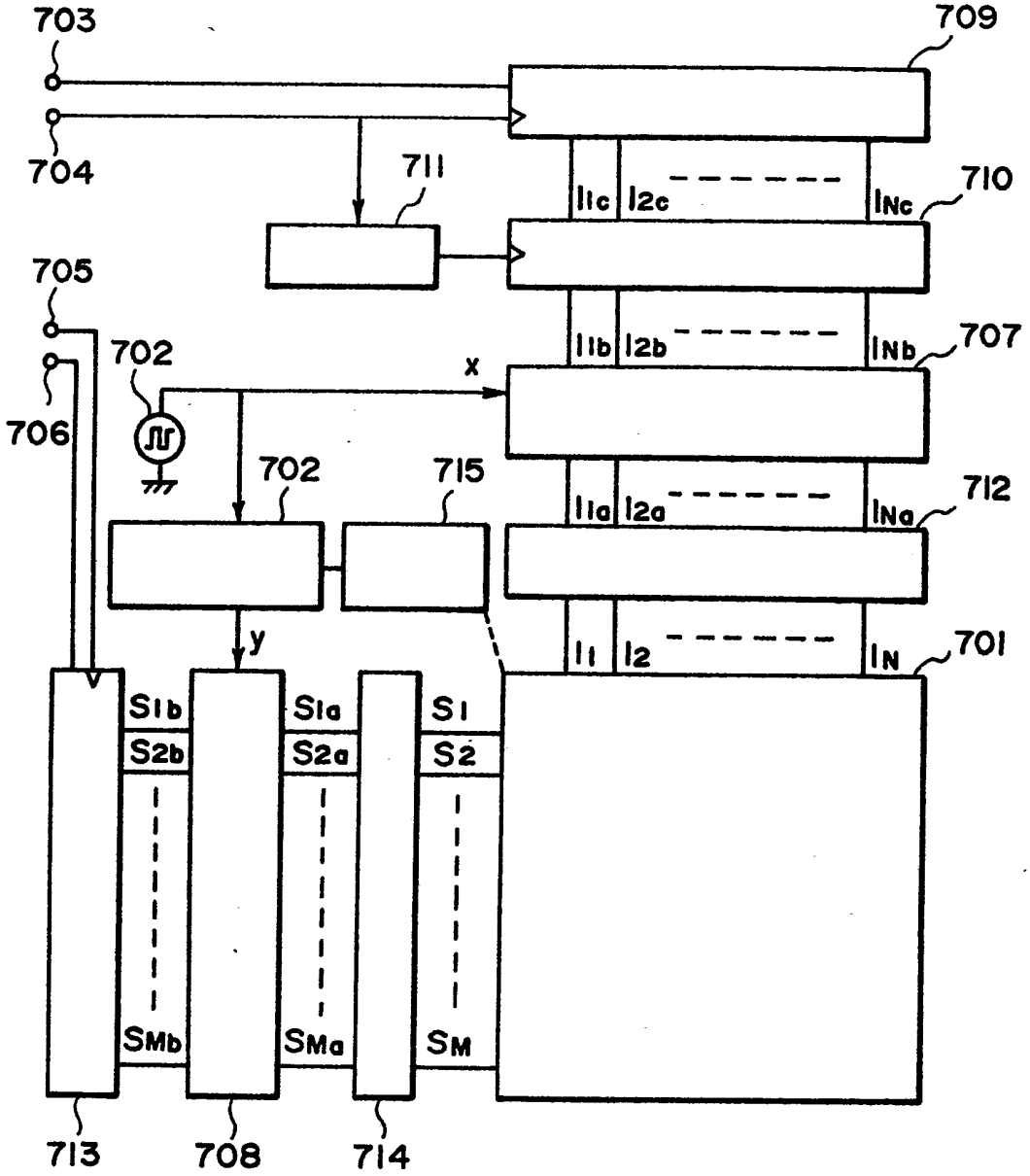

605
606
609
611
610
607
608
602
603
615
612
601
613
604
614
x
y
I1c
I2c
INc
I1b
I2b
INb
I1a
I2a
INa
I1
I2
IN
S1b
S2b
SMb
S1a
S2a
SMa
S1
S2
SM

FIG. 6


703
704
709
711
710
705
706
702
x
707
702
715
712
y
701
S1b
S2b
SMb
S1a
S2a
SMa
S1
S2
SM
713
708
714

F I G. 7