

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5719439号
(P5719439)

(45) 発行日 平成27年5月20日 (2015. 5. 20)

(24) 登録日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)

(51) Int. Cl.	F 1
GO2F 1/1368 (2006.01)	GO2F 1/1368
GO2F 1/133 (2006.01)	GO2F 1/133 505
GO2F 1/1343 (2006.01)	GO2F 1/133 550
	GO2F 1/1343

請求項の数 16 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2013-522549 (P2013-522549)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成24年5月31日 (2012. 5. 31)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/064214		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(87) 国際公開番号	W02013/001979	(74) 代理人	110000914
(87) 国際公開日	平成25年1月3日 (2013. 1. 3)		特許業務法人 安富国際特許事務所
審査請求日	平成26年2月19日 (2014. 2. 19)	(72) 発明者	居山 裕一
(31) 優先権主張番号	特願2011-142346 (P2011-142346)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(32) 優先日	平成23年6月27日 (2011. 6. 27)	(72) 発明者	津田 和彦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	今奥 崇夫
			日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶駆動装置及び液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1基板及び第2基板により液晶層が挟持され、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置であって、

該液晶駆動装置は、第2基板に配置された一対の櫛歯電極を第1の電極対、それとは異なる、第1基板及び第2基板のそれぞれに配置された一対の対向電極を第2の電極対とすると、表示に用いる全階調数の半以下の階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間に第1の電極対の電極間よりも高い電位差を生じさせ、第1の電極対の電極間の電位差を用いて階調表示を行う駆動操作を実行する

ことを特徴とする液晶駆動装置。

【請求項2】

前記液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半を超える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行する

ことを特徴とする請求項1に記載の液晶駆動装置。

【請求項3】

前記液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半を超える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間には電位差を生じさせない駆動操作を実行する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶駆動装置。

【請求項 4】

前記液晶駆動装置は、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第 2 の電極対の一方の電極の電位を第 2 の電極対の他方の電極の電位に合わせるように変化させる

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 5】

前記液晶駆動装置は、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレームとサブフレームとの間に、1 フレームごとに縦電界の有無を切り替えたり、階調が変化したときだけ縦電界を印加し、階調が変化しないときは縦電界を印加しないようにしたりする

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 6】

第 1 基板及び第 2 基板により液晶層が挟持され、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置であって、

該液晶駆動装置は、第 2 基板に配置された一对の櫛歯電極を第 1 の電極対、それとは異なる、第 1 基板及び第 2 基板のそれぞれに配置された一对の対向電極を第 2 の電極対とすると、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせず、かつ第 1 の電極対の電極と第 2 の電極対の電極の一方との間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間に第 1 の電極対の電極と第 2 の電極対の電極の一方との間よりも高い電位差を生じさせ、第 1 の電極対の電極と第 2 の電極対の電極の一方との間の電位差を用いて階調表示を行い、表示に用いる全階調数の半分以上を越える階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせ、第 1 の電極対の電極間の電位差を用いて階調表示を行う駆動操作を実行する

ことを特徴とする液晶駆動装置。

【請求項 7】

前記液晶駆動装置は、フィールドシーケンシャル駆動をおこなう表示装置、車載用表示装置、又は、3D 表示装置に用いられる

ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 8】

前記液晶駆動装置は、表示のための複数の画素を備え、

前記第 1 の電極対の少なくとも一方の電極は、画素ラインに沿って電氣的に接続される

ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 9】

前記第 1 の電極対の少なくとも一方の電極は、透明導電体及び該透明導電体と電氣的に接続される金属導電体から構成される

ことを特徴とする請求項 8 に記載の液晶駆動装置。

【請求項 10】

前記第 1 の電極対の少なくとも一方の電極は、前記第 2 の電極対の一方と電氣的に接続される

ことを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 11】

前記液晶駆動装置は、表示のための複数の画素を備え、

前記第 2 の電極対の少なくとも一方の電極は、画素ラインに沿って電氣的に接続される

ことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 12】

前記第 2 の電極対の少なくとも一方の電極は、透明導電体及び該透明導電体と電氣的に接続される金属導電体から構成される

ことを特徴とする請求項 11 に記載の液晶駆動装置。

【請求項 13】

前記画素ラインごとに電氣的に接続された電極の主線は、基板主面を平面視したときに、

10

20

30

40

50

金属配線と重畳する

ことを特徴とする請求項 8 又は 11 に記載の液晶駆動装置。

【請求項 14】

前記液晶駆動装置は、フィールドシーケンシャル駆動をおこなうものであり、かつ円偏光板を備えるものである

ことを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

【請求項 15】

前記第 1 基板及び第 2 基板の少なくとも一方は、薄膜トランジスタ素子を備え、該薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含む

ことを特徴とする請求項 1 ~ 14 のいずれかに記載の液晶駆動装置。

10

【請求項 16】

請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の液晶駆動装置を備える

ことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶駆動装置及び液晶表示装置に関する。より詳しくは、フィールドシーケンシャル方式の液晶表示装置、車載用表示装置及び 3D 表示装置（立体映像を認識可能な表示装置）等の高い応答速度が要求される表示装置に好適に用いることができる液晶駆動装置及び液晶表示装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

液晶駆動装置は、一对のガラス基板等に液晶層を挟持して構成され、液晶を駆動して表示を制御するために広く用いられている。例えば、このような液晶駆動装置を備える液晶表示装置は、薄型で軽量かつ低消費電力といった特長をもち、例えば、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、カーナビゲーション等の車載用の機器、携帯電話等の携帯情報端末のディスプレイ等、日常生活やビジネスに欠かすことのできないものとなっている。これらの用途において、液晶層の光学特性を変化させるための電極配置や基板の設計に係る各種モードの液晶駆動装置が検討されている。

【0003】

30

近年の液晶表示装置の表示方式としては、負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して垂直配向させた垂直配向（VA：Vertical Alignment）モードや、正又は負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して水平配向させて液晶層に対し横電界を印加する面内スイッチング（IPS：In-Plane Switching）モード及び縞状電界スイッチング（FFS：Fringe Field Switching）モード等が挙げられる。

【0004】

例えば、FFS 駆動方式の液晶表示装置として、高速応答性及び広視野角を有する薄膜トランジスタ型液晶ディスプレイであって、第 1 の共通電極層を有する第 1 の基板と、ピクセル電極層及び第 2 の共通電極層の両方を有する第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に挟まれた液晶と、高速な入力データ転送速度に対する高速応答性及び見

40

る人にとっての広視野角をもたらすために、前記第 1 の基板にある前記第 1 の共通電極層と、前記第 2 の基板にある前記ピクセル電極層及び第 2 の共通電極層の両方との間に電界を発生させる手段とを含むディスプレイが開示されている（例えば、特許文献 1 参照。）

【0005】

また複数の電極により横電界を印加する液晶装置として、互いに対向配置された一对の基板間に誘電率異方性が正の液晶からなる液晶層が挟持された液晶装置であって、前記一对の基板を構成する第 1 の基板、第 2 の基板のそれぞれに前記液晶層を挟んで対峙し、該液晶層に対して縦電界を印加する電極が設けられるとともに、前記第 2 の基板には、前記液晶層に対して横電界を印加する複数の電極が設けられた液晶装置が開示されている（例え

50

ば、特許文献 2 参照。)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特表 2 0 0 6 - 5 2 3 8 5 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 3 6 5 6 5 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

上記特許文献 1 は、垂直配向型の 3 層電極構造を有する液晶表示装置において、立上がり（暗状態〔黒表示〕から明状態〔白表示〕に表示状態が変化の間）は下側基板の上層スリット - 下層面状電極間で発生するフリンジ電界（F F S 駆動）、立下がり（明状態〔白表示〕から暗状態〔黒表示〕に表示状態が変化の間）は基板間の電位差で発生する縦電界により、立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させて高速応答化できるものを開示する。

10

【 0 0 0 8 】

図 5 7 は、下側基板上に従来の F F S 駆動方式の電極構造を有する液晶駆動装置の断面模式図である。図 5 8 は、図 5 7 に示した液晶駆動装置の平面模式図であり、図 5 9 は、図 5 7 に示した液晶駆動装置における、ダイレクタ D の分布、電界分布及び透過率分布を示すシミュレーション結果である。図 5 7 では、液晶駆動装置の構造を示しており、スリット電極が一定の電圧に印加され（図では 1 4 V。例えば、対向電極 8 1 3 との電位差が閾値以上であればよい。上記閾値とは、液晶層が光学的な変化を起こし、液晶表示装置において表示状態が変化することになる電場及び / 又は電界を生じる電圧値を意味する。）、スリット電極が配置された基板と、対向基板に、それぞれ対向電極 8 1 3、8 2 3 が配置されている。対向電極 8 1 3、8 2 3 は、7 V である。図 5 9 は、立上がりにおけるシミュレーション結果を示しており、電圧分布、ダイレクタ D の分布、透過率分布（実線）が示されている。

20

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 に記載されるように、液晶分子が垂直配向している液晶表示装置にスリット電極を用いてフリンジ電界を印加しても、スリット電極端近傍の液晶分子しか回転しないため（図 5 9 参照。）、十分な透過率が得られない。

30

【 0 0 1 0 】

これに対し、透過率を得るためには、図 5 8 に示したようなスリット電極 8 1 7 の代わりに一對の櫛歯電極を用いて櫛歯駆動をおこない、櫛歯電極間の液晶分子を十分に水平方向に配向させることが考えられる。

【 0 0 1 1 】

例えば、表示に用いる全階調数を 0 階調から 2 5 5 階調の 2 5 6 とすると、2 5 5 階調から 0 階調へと駆動するとき、通常は自然緩和になるため、応答速度が遅い。しかし、ボジ型の液晶（誘電率異方性が正の液晶）に縦電界をかけることで液晶が垂直方向を向くので、応答速度が速くなる。ただし、白状態と黒状態で電圧のかけ方が異なるため、実際に駆動するときは駆動方法を工夫しなければうまく階調を出すことができない。駆動方法としては、特願 2 0 1 1 - 0 6 1 6 6 2 号、特願 2 0 1 1 - 0 6 1 6 6 3 号に記載の駆動方法のように一旦完全にオフ状態にしてから、次の階調を書き込む方法がある。

40

【 0 0 1 2 】

この方法では、1 つの階調を表現するのに最低 2 回以上駆動しなければならない。そのため、応答時間がオフにかかる時間とオンにかかる時間（上記特許出願の例では、0 . 8 m s e c（オフ時間）+ 2 . 4 m s e c（オン時間））となって長くなり、また、駆動回数が倍以上になるため、回路やドライバの負担が大きくなるという課題があった。

【 0 0 1 3 】

また上記方法では、電極を別々に駆動させる必要がある。例えば、3 層電極構造の櫛歯駆

50

動において電極を別々に駆動させる場合は、液晶表示装置における1絵素当たり、上層電極に2つのTF T、下層電極に1つのTF Tが必要になる。TF Tの数が増加すると開口が狭くなるので、開口率・透過率が低くなるおそれがある。すなわち、1絵素当たり3つのTF Tが必要になり、開口率を十分に優れたものとすることができない。また、表示をオン状態にするときは横電界をかけるが、表示をオフ状態にするときは縦電界をかけるため、駆動方法が異なり中間調表示が電圧のかけ方で性能が異なるが、上述した先行技術文献にはこのような駆動方法に関して、何ら述べられていない。

【0014】

本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、液晶駆動装置及び液晶表示装置において、透過率が十分に優れるうえに、十分に高速応答化することができ、回路やドライバの負担を十分に小さくすることができる液晶駆動装置及び液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明者らは、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置及び液晶表示装置について検討をおこない、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動されるものとして、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせる駆動操作と、第2の電極対の電極間に電位差を生じさせる駆動操作とで、それぞれ電界状態を形成することにより、二対の電極によって電界オン・電界オンのスイッチング（電界印加状態から別の電界印加状態へのスイッチング）を好適におこなうことができることを見出した。これにより、両電界印加状態において電界によって液晶分子を回転させて液晶表示装置を高速応答化することができる。

20

【0016】

更に、本発明者らは、このように立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させる液晶駆動装置及び液晶表示装置において各階調を適切に表示できるものとしながら更に高速応答化し、回路やドライバの負担を十分に小さくすることを検討し、駆動装置において1つの階調を表現するのに駆動する回数を少なくすることに着目した。そして、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行することにより、各階調を適切に表示できるものとしたうえで、更に高速応答化することができるとともに、回路やドライバの負担を十分に小さくすることができることを見出し、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。すなわち、新しい階調を書き込むとき、一度表示をオフ状態にするための電圧を書き込んでから、指定の階調に書き換えなくてはならない場合はその分応答速度が遅くなっていたところ、その問題を解決するために、常に縦電界をかけながら駆動したり、高階調は横電界駆動、低階調は横電界と縦電界とで駆動したりする駆動方法をおこなうことで、応答速度と透過率を改善することができることを見出したものである。

30

【0017】

本発明では、このように、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置及び液晶表示装置において、横電界表示により高透過率化を実現でき、更に、各階調を適切に表示できるものとしたうえで、高速応答化することができるとともに、回路やドライバの負担を十分に小さくすることができる駆動方法を実行できることを特徴とし、この点で先行技術文献に記載の発明と異なる。更に言えば、低温環境下では応答速度の課題が特に顕著になるところ、本発明ではこれを解決し、かつ透過率にも優れたものとすることができる。

40

【0018】

本発明では、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置及び液晶表示装置において、立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させるとともに、表示時の少なくとも一部の期間において縦電界をかけることにより、高速応答化し、かつ高透過率化も実現できる点で上述した特許文献1、2等に記載の公知技術と異なる。すな

50

わち、上述した特許文献 1、2 においては具体的な駆動方法が述べられていないが、中間調をだすためには課題があるので、新規な駆動方法を見出し、これを提案するものである。

【0019】

また本発明者らは、1 絵素当たり 3 TFT を駆動させると開口率が下がるので、1 絵素当たり 1 TFT または 2 TFT で駆動できる方法も併せて提案する。櫛歯電極駆動をおこなうためには 3 つの電極を別々に駆動させる必要がある。そのため、好適な対策として、以下の (A) ~ (D) を見出した。(A) 下層電極 (i i i) を一方向 (例えば、ゲートライン方向) で 1 つにつなぎ、ラインごとに駆動させることで下層電極 (i i i) の TFT を削減する。(B) 下層電極 (i i i) と上層電極の片方 (i) 又は (i i) をコンタクトホールで電気的につなぐことで上層電極の片方 (i) 又は (i i) と下層電極 (i i i) とを同時に駆動させる。(C) 上層電極 (i i) を一方向 (例えば、ゲートライン方向) で 1 つにつなぎ、ラインごとに駆動させることで、1 絵素当たり TFT を 1 つ削減する。(D) 上記の方法を組み合わせることで上層電極の片方 (i) と下層電極 (i i i) とを同時に駆動させ、下層電極 (i i i) のみ TFT で駆動する。なお、本明細書中、特に断らない限り、(i) は、下側基板の上層にある櫛歯電極の一方の電極又は電位を示し、(i i) は、下側基板の上層にある櫛歯電極の他方の電極又は電位を示し、(i i i) は、下側基板の下層の面状電極の電極又は電位を示し、(i v) は、上側基板の面状電極の電極又は電位を示す。

【0020】

すなわち、本発明の一側面は、第 1 基板及び第 2 基板により液晶層が挟持され、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置であって、上記液晶駆動装置は、一対の電極を第 1 の電極対、それとは異なる一対の電極を第 2 の電極対とすると、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行する液晶駆動装置である。

【0021】

本発明は、二対の電極によって液晶を駆動させる液晶駆動装置及び液晶表示装置、例えば、垂直配向型の 3 層電極構造 (下側基板の上層電極は、好ましくは一対の櫛歯電極である。) を有する液晶表示装置において、立上がりは一対の電極間の電位差で発生する電界 (例えばポジ型液晶を用いた場合は、横電界)、立下がりとは他方の一対の電極間の電位差で発生する電界 (例えばポジ型液晶を用いた場合は、縦電界) により、立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させて高速応答化し、かつ櫛歯駆動の横電界により少なくとも高階調表示時における高透過率化も実現することを特徴とする。なお、本発明の液晶駆動装置は、二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置であることが好ましい。二対の電極は、2 つの電極から構成される一対の電極と、該 2 つの電極とは異なる 2 つの電極から構成されるもう 1 つの一対の電極とからなることを意味し、言い換えれば、4 つの電極から構成されるといえるものである。

【0022】

本発明の液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間に電位差を生じさせる期間があればよく、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、常に、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に第 2 の電極対の電極間に電位差を生じさせる形態に限定されるものではない。なお、上記期間は、本発明の効果が発揮される限り特に限定されないが、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときの略半分以上の期間であることが好ましい。また、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレームの少なくとも前半において、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に第 2 の電極対の電極間に電位差を生じさせることが好適である。なお、後述するように、サブフレームの前半において第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせ、後半において当該電位差を生じさせない駆動は、基本的には表示に用いる

全階調数においておこなう。

【 0 0 2 3 】

上述した表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作としては、例えば、(I) 更に、表示に用いる全階調数の半分以上を越える階調数の表示となるときにも、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作、(I I) 表示に用いる全階調数の半分以上を越える階調数の表示となるときには、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間には電位差を生じさせない駆動操作、(I I I) 液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第2の電極対の一方の電極の電位を変化させる駆動操作が更に好適なものとして挙げられる。それぞれの駆動操作について、以下に詳細に説明する。

10

【 0 0 2 4 】

上記液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分以上を越える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行することが好ましい。すなわち、低階調表示時だけでなく、高階調表示時においても、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせることが好ましい。ここで、第1の電極対に第2の電極対よりも相対的に大きな電位差を生じさせる駆動操作を実行してもよく、例えば第2の電極対の一方(第2基板の下層電極)が常に15Vである場合等は、第2の電極対に第1の電極対よりも相対的に大きな電位差を生じさせる駆動操作を実行してもよく、いずれの駆動操作も好適である。より好ましくは、例えば、電界印加時(表示中)に、横電界とともに、常に縦電界を印加する液晶駆動装置である。

20

【 0 0 2 5 】

上記液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分以上を越える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間には電位差を生じさせない駆動操作を実行することもまた好ましい。すなわち、高階調表示時において、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間には電位差を生じさせない形態が好ましい。より好ましくは、例えば、表示時に横電界を印加し、低階調表示時のみ横電界とともに縦電界を印加する液晶駆動装置である。このとき、第1の電極対の一方(基準電位)を一定電圧に固定すること(例えば、0V又は15Vとし、電位変化を反転させる場合に变化させること)が好ましい。

30

【 0 0 2 6 】

上記液晶駆動装置は、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム毎に、第1の電極対の両方の電極の電位変化を反転させるとともに、第2の電極対の一方の電極の電位変化を反転させることが好適である。

【 0 0 2 7 】

上記液晶駆動装置は、表示をおこなう間に、第2の電極対の一方の電極の電位を変化させることもまた好ましい。例えば、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第2の電極対の一方の電極の電位を変化させる形態、該サブフレームと該サブフレームとの間に、第2の電極対の一方の電極の電位を変化させる形態が挙げられ、いずれも好適である。液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第2の電極対の一方の電極の電位を変化させる場合は、例えば、縦電界をサブフレームの途中でオフするように第2の電極対の一方の電極の電位を他方の電極の電位に合わせるように変化させることが好ましい。ここで、縦電界をサブフレームの途中でオフする駆動は、基本的には全階調でおこなうこととなる。これにより、後述する(A)の設計パターン及び(B-2)の設計パターンに加えて、(B-1)の設計パターンを適用することが可能となる。また、表示に用いる全階調の半分以下の階調数の表示となるときに、縦電界をサブフレームの途中でオフする駆動をおこなってもよい。この場合は、後述する(A)の設計パターン及び(B-2)の設計パターンを適用することが可能である。また、サブフ

40

50

レームとサブフレームとの間に、第2の電極対の一方の電極の電位を変化させる場合は、1フレームごとに縦電界の有無を切り替えたり、階調が変化したときだけ縦電界を印加し、階調が変わらないときは縦電界を印加しないようにしたりすることができる。

【0028】

また、本発明の液晶駆動装置は、高応答速度を達成できるため、フィールドシーケンシャル駆動をおこなう表示装置、車載用表示装置、又は、3D表示装置（立体映像を認識可能な表示装置）に用いられるものであることが好ましい。本発明の液晶駆動装置は、例えば1サブフレームに要する時間を2ms以下とする等、フィールドシーケンシャル駆動等に適した高応答速度を達成できるため、フィールドシーケンシャル駆動をおこなう液晶駆動装置に特に好適である。

10

【0029】

上記液晶駆動装置は、表示のための複数の画素を備え、上記第1の電極対の少なくとも一方の電極は、画素ラインに沿って電氣的に接続されることが好ましい。これによりTFTを削減し、開口率を向上することができる。上記第1の電極対の少なくとも一方の電極が、ゲートバスラインに沿って接続されることが特に好ましい。また、上記第1の電極対の少なくとも一方の電極が、上記第2の電極対の一方と電氣的に接続されることもまた好ましい。これによってもTFTを削減し、開口率を向上することができる。

【0030】

上記第1の電極対の少なくとも一方の電極は、透明導電体及び該透明導電体と電氣的に接続される金属導電体から構成されることが好ましい。これにより、電極を低抵抗化することができ、波形がなまることを十分に防止できる。大型パネルにおいて、電極の抵抗が大き過ぎて波形がなまるおそれがあるところ、これを防ぐことができる点で、大型の液晶表示装置に適用することが特に好ましい。

20

【0031】

上記液晶駆動装置は、表示のための複数の画素を備え、上記第2の電極対の少なくとも一方の電極は、画素ラインに沿って電氣的に接続されることが好ましい。これによってもTFTを削減し、開口率を向上することができる。上記第2の電極対の少なくとも一方の電極が、ゲートバスラインに沿って接続されることが特に好ましい。

上記第2の電極対の少なくとも一方の電極は、透明導電体及び該透明導電体と電氣的に接続される金属導電体から構成されることが好ましい。これにより、電極を低抵抗化することができ、波形がなまることを十分に防止できる。上述したのと同様に、このような液晶駆動装置を大型の液晶表示装置に適用することが特に好ましい。

30

【0032】

なお、本明細書中、電極が画素ラインに沿って電氣的に接続されるとは、言い換えれば、電極が少なくとも同一の画素ラインごとに電氣的に接続されていることを言うが、例えば、電極が1本の画素ラインごとに接続されているものであってもよく、電極がn本の画素ラインごとに（nラインずつ）接続されているものであってもよく、いずれも好ましい。なお、nは、2以上の整数である。電極が複数本（n本）の画素ラインごとに接続されているとは、当該複数本の画素ラインに対応する電極が電氣的に接続されているものであればよく、例えば、電極が奇数番目の画素ラインごと、偶数番目の画素ラインごとに電氣的に接続される形態も含まれる。このように電極が複数本の画素ラインごとに接続されている場合は、通常は当該複数ラインを同時に反転させることになる。

40

【0033】

上記第1の電極対（好ましくは、一对の櫛歯電極）は、基板主面を平面視したときに、2つの櫛歯電極が対向するように配置されているといえるものであることが好ましい。これら一对の櫛歯電極により櫛歯電極間で横電界を好適に発生させることができるため、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときは、立上がり時の応答性能及び透過率が優れたものとなり、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときは、立下がり時において横電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。また、上記第2の電極対（好ましくは、上記第1基板が有する電極及び上記第2基板が有する電

50

極)は、基板間に電位差を付与することができるものであることが好ましく、これにより、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立下がり時、並びに、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立上がり時において基板間の電位差で縦電界を発生させ、電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。

【0034】

上記一对の櫛歯電極は、同一の層に設けられていてもよく、本発明の効果を発揮できる限り、異なる層に設けられていてもよいが、一对の櫛歯電極は、同一の層に設けられていることが好ましい。一对の櫛歯電極が同一の層に設けられているとは、それぞれの櫛歯電極が、その液晶層側、及び/又は、液晶層側と反対側において、共通する部材(例えば、絶縁層、液晶層等)と接していることを言う。

10

【0035】

上記一对の櫛歯電極は、基板主面を平面視したときに、櫛歯部分がそれぞれ沿っていることが好ましい。中でも、一对の櫛歯電極の櫛歯部分がそれぞれ略平行であること、言い換えれば、一对の櫛歯電極がそれぞれ複数の略平行なスリットを有することが好適である。

【0036】

上記液晶層は、電圧無印加時に基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子を含むことが好ましい。なお、基板主面に対して垂直方向に配向するとは、本発明の技術分野において、基板主面に対して垂直方向に配向するといえるものであればよく、実質的に垂直方向に配向する形態を含む。上記液晶層に含まれる液晶分子は、閾値電圧未満で基板主面に対して垂直方向に配向する液晶分子から実質的に構成されるものであることが好適である。上記「電圧無印加時に」は、本発明の技術分野において実質的に電圧が印加されていないといえるものであればよい。このような垂直配向型の液晶表示パネルは、広視野角、高コントラストの特性等を得るのに有利な方式であり、その適用用途が拡大しているものである。また、本発明の作用効果をより十分に発揮することができる。

20

【0037】

上記一对の櫛歯電極は、閾値電圧以上で異なる電位とすることができることが好ましい。例えば、明状態の透過率を100%に設定したとき、5%の透過率を与える電圧値を意味する。閾値電圧以上で異なる電位とすることができるとは、閾値電圧以上で異なる電位とする駆動操作を実現できるものであればよく、これにより液晶層に印加する電界を好適に制御することが可能となる。異なる電位の好ましい上限値は、例えば20Vである。異なる電位とすることができる構成としては、例えば、一对の櫛歯電極のうち、一方の櫛歯電極をあるTFTで駆動するとともに、他方の櫛歯電極を、別のTFTで駆動したり、該他方の櫛歯電極の下層電極と導通させたりすることにより、一对の櫛歯電極をそれぞれ異なる電位とすることができる。上記一对の櫛歯電極における櫛歯部分の幅は、例えば2 μ m以上が好ましい。また、櫛歯部分と櫛歯部分との間の幅(本明細書中、スペースともいう。)は、例えば2 μ m~7 μ mであることが好ましい。

30

【0038】

上記液晶表示パネルは、一对の櫛歯電極間又は第1基板と第2基板との間で生じる電界により、液晶層における液晶分子が基板主面に対して垂直方向に配向されるように構成されたものであることが好ましい。

40

【0039】

上記第2の電極対は、例えば基板間に電位差を付与することができるものであることが好ましい。これにより、液晶層が正の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立下がり時、並びに、液晶層が負の誘電率異方性を有する液晶分子を含むときの立上がり時において基板間の電位差で縦電界を発生させ、電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。例えば立下がり時において、上下基板間で生じる電界により、液晶層における液晶分子が基板主面に対して垂直方向になるように回転させて高速応答化することができる。上記第1の電極対は、上下基板のいずれか一方に配置された一对の櫛歯電極であり、上記第2の電極対は、上下基板(第1基板及び第2基板)のそれぞれに配置された対向電極であることが特に好ましい。より好ましくは、上記第1の電極対は、第2基板に

50

配置された一対の櫛歯電極であることである。

【0040】

上記上下基板のそれぞれに配置された対向電極は、面状電極であることが好ましい。これにより、より好適に縦電界を発生させることができる。本明細書中、面状電極とは、複数の画素内で電氣的に接続された形態を含み、例えば第1基板の面状電極としては、すべての画素内で電氣的に接続された形態、同一の画素列（画素ライン）内で電氣的に接続された形態等が好適なものとして挙げられる。また、上記第2基板は、更に、面状電極を有することが好ましい。これにより、縦電界を好適に印加して高速応答化することができる。なお、第2基板の面状電極は、通常は一対の櫛歯電極と電気抵抗層を介して形成される。上記電気抵抗層は、絶縁層であることが好ましい。絶縁層とは、本発明の技術分野において、絶縁層といえるものであればよい。

10

【0041】

上記第1基板の電極が面状電極であり、かつ第2基板が更に面状電極を有する形態とすることが特に好ましく、これにより立下がり時に基板間の電位差で好適に縦電界を発生させることができ、高速応答化させることができる。また、横電界・縦電界を好適に印加するうえで、第2基板の液晶層側の電極（上層電極）を一対の櫛歯電極とし、第2基板の液晶層側と反対側の電極（下層電極）を面状電極とする形態が特に好ましい。例えば、第2基板の一対の櫛歯電極の下層（第2基板からみて液晶層と反対側の層）に絶縁層を介して第2基板の面状電極を設けることができる。更に、上記第2基板の面状電極は、各画素単位で独立して駆動可能なものであってもよいが、同一の画素列内で電氣的に接続されているものであることが好ましい。なお、櫛歯電極をその下層電極である面状電極と導通させた場合に、当該面状電極が同一の画素列内で電氣的に接続されているときは、当該櫛歯電極も同一の画素列内で電氣的に接続されている形態となり、当該形態も本発明の好ましい形態の一つである。そして、上記第2基板の面状電極は、少なくとも、基板主面を平面視したときに第1基板が有する電極と重畳する箇所が面状であることが好ましい。

20

【0042】

上記同一の画素列（画素ライン）とは、例えば第2基板がアクティブマトリクス基板である場合、基板主面を平面視したときに、アクティブマトリクス基板におけるゲートバスライン又はソースバスラインに沿って配置される画素列である。より好ましくは、ゲートバスラインに沿って配置される画素列である。このように第1基板の面状電極及び/又は第2基板の面状電極が同一の画素ライン内で電氣的に接続されていることにより、例えば偶数のゲートバスラインに対応する画素ごと・奇数のゲートバスラインに対応する画素ごとに、電位変化が反転するように電極に電圧を印加することができ、好適に縦電界を発生させて高速応答化することができる。

30

【0043】

上記第1基板及び/又は第2基板の面状電極は、本発明の技術分野において面形状といえるものであればよく、その一部の領域にリブやスリット等の配向規制構造体を有していたり、基板主面を平面視したときに画素の中心部分に当該配向規制構造体を有していたりしてもよいが、実質的に配向規制構造体を有さないものが好適である。

【0044】

上記液晶層における液晶分子は、通常は、一対の櫛歯電極間又は第1基板と第2基板との間で生じる電界により、閾値電圧以上で基板主面に対して水平成分を含んで配向するものであるが、中でも、水平方向に配向する液晶分子を含むことが好ましい。水平方向に配向するとは、本発明の技術分野において水平方向に配向するといえるものであればよい。これにより、透過率を更に向上することができる。上記液晶層に含まれる液晶分子は、閾値電圧以上で基板主面に対して水平方向に配向する液晶分子から実質的に構成されるものであることが好適である。

40

【0045】

上記液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶分子（ポジ型液晶分子）を含むことが好ましい。正の誘電率異方性を有する液晶分子は、電界を印加した場合に一定方向に配向され

50

るものであり、配向制御が容易であり、より高速応答化することができる。また、上記液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子（ネガ型液晶分子）を含むこともまた好ましい。これにより、より透過率を向上することができる。すなわち、高速応答化の観点からは、上記液晶分子が正の誘電率異方性を有する液晶分子から実質的に構成されることが好適であり、透過率の観点からは、上記液晶分子が負の誘電率異方性を有する液晶分子から実質的に構成されることが好適であるといえる。

【0046】

上記第1基板及び第2基板は、少なくとも一方の液晶層側に、通常は配向膜を有する。該配向膜は、垂直配向膜であることが好ましい。また、該配向膜としては、有機材料、無機材料から形成された配向膜、光活性材料から形成された光配向膜等が挙げられる。なお、上記配向膜は、ラビング処理等による配向処理がなされていない配向膜であってもよい。有機材料、無機材料から形成された配向膜、光配向膜等の、配向処理が必要ない配向膜を用いることによって、プロセスの簡略化によりコストを削減するとともに、信頼性及び歩留まりを向上することができる。また、ラビング処理をおこなった場合、ラビング布などからの不純物混入による液晶汚染、異物による点欠陥不良、液晶パネル内でラビングが不均一であるために表示ムラが発生するなどのおそれがあるが、これら不利点も無いものとする事ができる。また、上記第1基板及び第2基板は、少なくとも一方の液晶層側と反対側に、偏光板を有することが好ましい。該偏光板は、円偏光板が好ましい。このような構成により、透過率改善効果を更に発揮することができる。該偏光板は、直線偏光板であることもまた好ましい。このような構成により、視野角特性を優れたものとする事ができる。本明細書においては、このように偏光板を備える液晶表示装置を、液晶を駆動して表示をおこなうものであることから、液晶駆動装置ともいう。

【0047】

本発明の液晶駆動装置は、第2の電極対の電極間に電位差を生じさせる駆動操作により、通常、縦電界、すなわち、少なくとも第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極（例えば、面状電極）との間に電位差を生じさせる。好ましい形態は、第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極との間に、第2の基板が有する電極（例えば、一對の櫛歯電極）間よりも高い電位差を生じさせる形態である。

【0048】

また本発明の液晶駆動装置は、本発明の効果を発揮することができる限り、縦電界発生後、第1の基板が有する面状電極の電位と第2の基板が有する面状電極の電位差、及び、第2の基板が有する一對の櫛歯電極間の電位差を、実質的に生じさせない駆動操作を実行する（本明細書中、初期化工程ともいう。）ものであってもよいが、当該初期化工程を含まないものとする事が好ましい。なお、初期化工程により、全電極を等電位にしないままでは浮いてしまう透過率を、初期の黒状態まで十分に下げることができる（例えば、後述する図8の点線で囲んだ箇所）が、本発明のように表示中に縦電界を印加することによっても、表示として問題の無いレベルまで黒状態での透過率を下げる事ができる。すなわち、応答時間を短縮し、回路やドライバの負担が大きくなることを防止することができる点で、サブフレーム中に上記初期化工程を実行しない液晶駆動装置が好適である。

【0049】

本発明の液晶駆動装置は、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせる駆動操作により、通常、横電界を生じさせる。横電界発生時においては、通常、第2の基板が有する電極（例えば、一對の櫛歯電極）間に、電位差を生じさせる。例えば、第2の基板が有する電極間に、第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極（例えば、面状電極）間よりも高い電位差を生じさせる形態とすることができる。また、中間調表示においては、第2の基板が有する電極間に、第1の基板が有する電極と第2の基板が有する電極間よりも低い電位差を生じさせる形態とすることもでき、櫛歯間の横電界により低階調表示をおこなう場合、例えば、第1の基板が有する面状電極の電位及び第2の基板が有する面状電極の電位を、それぞれ、7.5V、0Vとし、第2の基板が有する一對の櫛歯電極の電位を、それぞれ10V、5V（櫛歯間電位5V）とすることができる。

【0050】

ここで、偶数ライン・奇数ラインごとに共通接続された下層電極（第2基板が有する面状電極）に印加して電位変化を反転させるものとするができる。また一定電圧で保持された電極の電位を中間電位としてもよく、この一定電圧で保持された電極の電位を0Vであると考え、バスラインごとの下層電極に印加される電圧の極性が反転されているともいえる。

【0051】

本発明の液晶表示パネルが備える第1基板及び第2基板は、液晶層を挟持するための一对の基板であり、例えば、ガラス、樹脂等の絶縁基板を母体とし、絶縁基板上に配線、電極、カラーフィルタ等を作り込むことで形成される。

10

【0052】

なお、上記一对の櫛歯電極の少なくとも一方が画素電極であること、上記一对の櫛歯電極を備える第2基板がアクティブマトリクス基板であることが好適である。また、本発明の液晶表示パネルは、透過型、反射型、半透過型のいずれであってもよい。

【0053】

本発明はまた、本発明の液晶駆動装置を備える液晶表示装置でもある。本発明の液晶表示装置における液晶駆動装置の好ましい形態は、上述した本発明の液晶駆動装置の好ましい形態と同様である。液晶表示装置としては、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、カーナビゲーション等の車載用の機器、携帯電話等の携帯情報端末のディスプレイ等が挙げられ、特に、カーナビゲーション等の車載用の機器等の低温環境下等で用いられる機器に適用されることが好ましい。

20

【0054】

本発明の液晶駆動装置は、高応答速度を達成できるため、フィールドシーケンシャル駆動をおこなう表示装置、車載用表示装置又は3D表示装置等に好適に適用することができる。フィールドシーケンシャル駆動においては、複数色の光源が順次発光する動作を繰り返す。ここで、それぞれの光源が発光するタイミングに合わせて絵素（液晶層）を透過状態にすることにより、色の加法混色を利用して、カラーフィルタを用いることなく、一つの絵素領域で種々の色相を表現することができる。フィールドシーケンシャル駆動は、画面を素早く切り替えることに起因して表示品位が損なわれる場合があるが、本発明の液晶駆動装置のような高応答速度の液晶駆動装置を用いることにより、表示品位を十分に優れたものとするができる。

30

【0055】

また、本発明のもう一つの側面としては、第1基板及び第2基板により液晶層が挟持され、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置であって、上記液晶駆動装置は、一对の電極を第1の電極対、それとは異なる一对の電極を第2の電極対とすると、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせず、かつ第1の電極対の電極と第2の電極対の電極の一方との間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行する液晶駆動装置でもある。この液晶駆動装置は、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動されるうえ、低階調表示時においては、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせず、第1の電極対の電極と第2の電極対の電極の一方との間に電位差を生じさせることにより、フリッジ電界を発生させる。そして、このフリッジ電界を発生させると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる。このような液晶駆動装置によっても、後に詳述するように本発明の効果を発揮することができる。また、本発明のもう一つの側面である液晶駆動装置の好ましい形態は、本発明の効果を発揮できる限り、上述した本発明の一側面である液晶駆動装置の好ましい形態と同様である。

40

【0056】

なお、本発明のもう一つの側面としては、第1基板及び第2基板により液晶層が挟持され、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動方法であって、上記液晶駆動方法は、一对の電極を第1の電極対、それとは異なる一对の電極を第2の電極対とすると

50

、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行する液晶駆動方法でもある。本発明の液晶駆動方法における好ましい形態は、本発明の液晶駆動装置の好ましい形態と同様である。

本発明の液晶駆動装置及び液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではなく、液晶駆動装置及び液晶表示装置に通常用いられるその他の構成を適宜適用することができる。

【0057】

上述した各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

10

【発明の効果】

【0058】

本発明の液晶駆動装置及び液晶表示装置によれば、透過率が十分に優れるうえに、十分に高速応答化することができ、回路やドライバの負担を十分に小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】参考例1に係る液晶駆動装置の横電界発生時における断面模式図である。

【図2】参考例1に係る液晶駆動装置の縦電界発生時における断面模式図である。

【図3】参考例1に係る液晶駆動装置の横電界発生時における断面模式図である。

【図4】図3に示した液晶駆動装置についてのシミュレーション結果である。

20

【図5】参考例1に係る液晶駆動装置の縦電界発生時における断面模式図である。

【図6】図5に示した液晶駆動装置についてのシミュレーション結果である。

【図7】櫛歯駆動とFFS駆動のシミュレーションによる応答波形比較を示すグラフである。

【図8】参考例1における駆動応答波形実測値及び各電極の印加矩形波を示すグラフである。

【図9】参考例2の駆動方法に係る液晶駆動装置の横電界発生時における断面模式図である。

【図10】参考例2の駆動方法に係る液晶駆動装置の縦電界発生時における断面模式図である。

30

【図11】参考例2の駆動方法における各電極の印加矩形波（駆動波形）を示すグラフである。

【図12】参考例3に係る液晶表示パネルの横電界発生時における断面模式図である。

【図13】参考例3に係る液晶表示パネルの縦電界発生時における断面模式図である。

【図14】参考例3における各電極の印加矩形波（駆動波形）を示すグラフである。

【図15】参考例1～3における駆動応答波形実測値を示すグラフである。

【図16】初期化工程を実行する場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図17】実施形態1において255階調から0階調に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図18】実施形態1に係る255階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

40

【図19】実施形態1に係る0階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図20】実施形態1に係る中間調表示時の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図21】実施形態1に係る中間調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図22】実施形態1に係る中間調（逆極性）表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図23】実施形態2において高階調から低階調（逆電位）に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図24】実施形態2に係る高階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図25】実施形態2に係る低階調（逆電位）表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

50

【図 2 6】実施形態 2 において低階調から高階調（逆電位）に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図 2 7】実施形態 2 に係る低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 2 8】実施形態 2 に係る高階調（逆電位）表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 2 9】実施形態 3 において中間調を表示する場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図 3 0】実施形態 3 に係る中間調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 3 1】実施形態 3 に係る中間調（逆電位）表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 3 2】実施形態 3 の変形例において表示時の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図 3 3】実施形態 3 のもう一つの変形例において表示時の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図 3 4】実施形態 4 において高階調から低階調（逆電位）に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図 3 5】実施形態 4 に係る高階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 3 6】実施形態 4 に係る低階調（逆電位）表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 3 7】実施形態 4 において低階調から高階調（逆電位）に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。

【図 3 8】実施形態 4 に係る低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 3 9】実施形態 4 に係る高階調（逆電位）表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 4 0】本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。

【図 4 1】本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。

【図 4 2】本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。

【図 4 3】本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。

【図 4 4】本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。

【図 4 5】本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。

【図 4 6】実施形態 1 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 4 7】実施形態 2 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 4 8】実施形態 2 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 4 9】実施形態 2 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 5 0】実施形態 2 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 5 1】実施形態 4 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 5 2】実施形態 4 に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。

【図 5 3】通常の高階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 5 4】本発明に係る縦電界駆動をおこなう低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【図 5 5】低階調駆動の応答速度を示す棒グラフである。

【図 5 6】縦電界と横電界との関係を示すグラフである。

【図 5 7】比較例 1 に係る液晶駆動装置のフリッジ電界発生時における断面模式図である。

【図 5 8】図 5 7 に示した液晶駆動装置の平面模式図である。

【図 5 9】図 5 7 に示した液晶駆動装置についてのシミュレーション結果である。

【図 6 0】本実施形態の液晶駆動方法に用いられる液晶表示装置の一例を示す断面模式図である。

【図 6 1】本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の平面模式図である。

【図 6 2】本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0060】

以下に実施形態を掲げ、本発明を図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。本明細書中、画素とは、特に明示しない限り、絵素（サブ画素）であってもよい。また、階調とは、中間調の段階の数を言い、低階調表示とは、表示に用いる全階調数の半以下の階調数の表示となるときであればよい。例えば、表示に用いる全階調数が0階調～255階調の256であるときは、128階調以下の表示となるときであればよい。高階調表示とは、表示に用いる全階調数の半を超える階調数の表示となるときであればよい。例えば、表示に用いる全階調数が0階調～255階調の256であるときは、128階調を超える表示となるときであればよい。

【0061】

またサブフレームとは、すべての画素（例えば、RGBを含む画素）による表示であるフレームに対し、一部又は全ての絵素を用いて、例えば、フィールドシーケンシャル（時分割）駆動で1フレーム内での各色の連続表示をおこなう際に、1色を表示するために費やす時間をいい、本明細書中では該表示のための期間をいう。本明細書中、フレームとは、特に明示しない限りはサブフレームを言う。更に、液晶層を挟持する一对の基板のうち、表示面側の基板を上側基板ともいい、表示面と反対側の基板を下側基板ともいう。そして、基板に配置される電極のうち、表示面側の電極を上層電極ともいい、表示面と反対側の電極を下層電極ともいう。更に、本実施形態の回路基板（第2基板）を、薄膜トランジスタ素子（TFT）を有すること等から、TFT基板又はアレイ基板ともいう。なお、本実施形態では、立上がり（横電界印加）・立下がり（縦電界印加）の両方において、TFTをオン状態にして一对の櫛歯電極の少なくとも一方の電極（画素電極）に電圧を印加している。なお、各実施形態において、同様の機能を発揮する部材及び部分は同じ符号を付している。

【0062】

本発明の液晶駆動装置は、少なくとも二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置であって、低階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行することを特徴とする。以下に、先ず、二対の電極によって液晶が駆動される液晶駆動装置において、横電界によって透過率を向上させることができることを説明する（参考例1～3）。この参考例1～3に係る液晶駆動装置において、低階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行することにより、上記の透過率向上効果を発揮できるうえで、十分に高速応答化することができるとともに、回路やドライバの負担を十分に小さくすることができ、本発明の作用効果を発揮することができる（実施形態1～4）。

【0063】

参考例1

図1は、参考例1に係る液晶駆動装置の横電界発生時における断面模式図である。図2は、参考例1に係る液晶駆動装置の縦電界発生時における断面模式図である。図1及び図2において、点線は、発生する電界の向きを示す。参考例1に係る液晶駆動装置は、ポジ型液晶である液晶分子31を用いた垂直配向型の3層電極構造（ここで、第2層目に位置する下側基板の上層電極は、一对の櫛歯電極である。）を有する。立上がりは、図1に示すように、一对の櫛歯電極16（例えば、電位0Vである櫛歯電極17と電位14Vである櫛歯電極19とからなる）間の電位差14Vで発生する横電界により、液晶分子を回転させる。このとき、基板間（電位7Vである対向電極13と電位7Vである対向電極23との間）の電位差は実質的に生じていない。

【0064】

また、立下がりは、図2に示すように、基板間（例えば、それぞれ電位14Vである対向電極13、櫛歯電極17、及び、櫛歯電極19と、電位7Vである対向電極23との間）の電位差7Vで発生する縦電界により、液晶分子を回転させる。このとき、一对の櫛歯電極16（例えば、電位14Vである櫛歯電極17と電位14Vである櫛歯電極19とから

10

20

30

40

50

なる)間の電位差は実質的に生じていない。

【0065】

立上がり、立下がりともに電界によって液晶分子を回転させることにより、高速応答化する。すなわち、立上がりでは、一对の櫛歯電極間の横電界でオン状態として高透過率化し、立下がりでは、基板間の縦電界でオン状態として高速応答化する。更に、櫛歯駆動の横電界により高透過率化も実現することができる。なお、参考例1及び後述する実施形態では液晶としてポジ型液晶を用いているが、ポジ型液晶の代わりにネガ型液晶を用いてもよい。ネガ型液晶を用いた場合は、一对の基板間の電位差(縦電界)により、液晶分子が水平方向に配向し、一对の櫛歯電極間の電位差(横電界)により、液晶分子が垂直方向に配向することになる。これにより、透過率が優れたものとなるとともに、立上がり・立下がり
10
の両方において電界によって液晶分子を回転させて高速応答化することができる。ポジ型液晶とネガ型液晶のいずれを用いた場合であっても、表示時の少なくとも一期間において横電界とともに縦電界を印加することにより、高応答速度とし、回路等の負担を低減するとともに、表示上それほど問題のないレベルまで、黒表示時の透過率を十分に低くすることができる。なお、本明細書中、一对の櫛歯電極の電位を(i)、(ii)で示し、下層基板の面状電極の電位を(iii)で示し、上層基板の面状電極の電位を(iv)で示す。

【0066】

参考例1に係る液晶駆動装置は、図1及び図2に示されるように、アレイ基板10、液晶層30及び対向基板20(カラーフィルタ基板)が、液晶駆動装置の背面側から観察面側
20
に向かってこの順に積層されて構成されている。参考例1の液晶駆動装置は、図2に示されるように、閾値電圧未満では液晶分子を垂直配向させる。また、図1に示されるように、櫛歯電極間の電圧差が閾値電圧以上ではガラス基板11(第2基板)上に形成された上層電極17、19(一对の櫛歯電極16)間に発生する電界で、液晶分子を櫛歯電極間で水平方向に傾斜させることによって透過光量を制御する。面状の下層電極13(対向電極13)は、上層電極17、19(一对の櫛歯電極16)との間に絶縁層15を挟んで形成される。絶縁層15には、例えば、酸化膜 SiO_2 や、窒化膜 SiN や、アクリル系樹脂等が使用され、または、それらの材料の組み合わせも使用可能である。

【0067】

図1、図2には示していないが、偏光板が、両基板の液晶層とは反対側に配置されている
30
。偏光板としては、円偏光板又は直線偏光板のいずれも使用することが可能である。また、両基板の液晶層側にはそれぞれ配向膜が配置され、これら配向膜には、膜面に対して液晶分子を垂直に立たせるものである限り、有機配向膜又は無機配向膜のいずれであってもよい。

【0068】

走査信号線で選択されたタイミングで、映像信号線(ソースバスライン)から供給された電圧を薄膜トランジスタ素子(TFT)を通じて、液晶材料を駆動する櫛歯電極19に印加する。なお、本実施形態では櫛歯電極17と櫛歯電極19とは同層に形成されており、同層に形成される形態が好適であるが、櫛歯電極間に電圧差を発生させて横電界を印加し、透過率を向上するという本発明の効果を発揮できる限り、別層に形成されるものであ
40
ってもよい。櫛歯電極19は、コンタクトホールを介してTFTから延びているドレイン電極と接続されている。なお、図1、図2では、対向電極13、23が面状形状であり、対向電極13は、ゲートバスラインの偶数ライン・奇数ラインごとに共通接続されている。このような電極も本明細書では面状電極という。また、対向電極23は、すべての画素に対応して共通接続されている。

【0069】

参考例1では、櫛歯電極の電極幅Lは2.4 μm であるが、例えば2 μm 以上が好ましい。櫛歯電極の電極間隔Sは、2.6 μm であるが、例えば2 μm 以上が好ましい。なお、好ましい上限値は、例えば7 μm である。

また、電極間隔Sと電極幅Lとの比(L/S)としては、例えば0.4~3であることが
50

好ましい。より好ましい下限値は、0.5であり、より好ましい上限値は、1.5である。

【0070】

セルギャップ d は、5.4 μm であるが、2 μm ~ 7 μm であればよく、当該範囲内であることが好適である。セルギャップ d （液晶層の厚み）は、本明細書中、液晶駆動装置における液晶層の厚みの全部を平均して算出されるものであることが好ましい。

【0071】

（シミュレーションによる応答性能及び透過率の検証）

図3は、参考例1に係る液晶駆動装置の横電界発生時における断面模式図である。参考例1に係る櫛歯駆動では、一对の櫛歯電極16（例えば、電位0Vである櫛歯電極17と電位14Vである櫛歯電極19とからなる）間で横電界を発生させることにより、一对の櫛歯電極間の広範囲にわたって液晶分子を回転させることが可能となる（図3及び図4参照）。

10

【0072】

図4は、図3に示した液晶駆動装置についてのシミュレーション結果である。図4では、ダイレクタ D 、電界、および透過率分布の、立上がり後2.2msの時点でのシミュレーション結果を示す。実線で示されたグラフは、透過率を示す。また、ダイレクタ D は、液晶分子長軸の配向方向を示す。シミュレーション条件として、セル厚は5.4 μm とし、櫛歯間隔は2.6 μm とした。

【0073】

図5は、参考例1に係る液晶駆動装置の縦電界発生時における断面模式図である。基板間（例えば、それぞれ電位14Vである対向電極13、櫛歯電極17、及び櫛歯電極19と、電位7Vである対向電極23との間）の電位差7Vで発生する縦電界により、液晶分子を回転させる。図6は、図5に示した液晶駆動装置についてのシミュレーション結果である。図6では、ダイレクタ D 、電界、および透過率分布の、立上がり期間の終点（2.8msの時点）を過ぎた後の、3.5msの時点でのシミュレーション結果を示す。

20

【0074】

図7は、櫛歯駆動とFFS駆動のシミュレーションによる応答波形比較を示すグラフである。立上がり期間（横電界印加期間）は、2.4msであり、立下がり期間（縦電界印加期間）は0.8msである。なお、最初の0.4msの期間は駆動していない。図7では、櫛歯駆動（参考例1）と後述するFFS駆動（比較例1）とを比較している。参考例1の液晶駆動装置において櫛歯駆動による横電界を印加した場合は、櫛歯電極間の広範囲で液晶分子を回転させることができ、高透過率化を実現した（シミュレーションにおける透過率18.6%〔図7参照〕、後述する実測透過率17.7%〔図8等参照〕）。一方、後述する比較例1（先行資料のFFS駆動）では、十分な透過率を得ることができなかった。比較例1のFFS駆動では、下側基板の上層-下層電極間で発生するフリンジ電界で液晶分子を回転させる。この場合、スリット電極端近傍の液晶分子しか回転しないため（図59参照。）、透過率が得られないと考えられる（シミュレーションにおける透過率3.6%〔図7参照〕）。なお、シミュレーション条件は、セル厚5.4 μm 、一对の櫛歯電極の電極間隔2.6 μm でおこなったものである。

30

40

【0075】

応答速度については、以下のように考えられる。参考例1に係る櫛歯駆動で得られる透過率（18.6%）は、比較例1に係るFFS駆動の場合（3.6%）と比較して高い。そのため、参考例1に係る櫛歯駆動で3.6%の透過率を得ようとする際には、オーバードライブ駆動を用いることにより、FFS駆動と比較してより高速な応答を実現できる。すなわち、少なくとも櫛歯駆動で3.6%の透過率を得るために必要な定格電圧よりも大きい電圧を印加して、液晶を速く応答させておき、目的の透過率に達するタイミングで定格電圧まで印加電圧を下げることにより、立上がりの応答時間を短縮することができる。例えば、図7では、0.6msの時点41で定格電圧まで下げて、立上がりの応答時間を短縮できる。同じ透過率からの立下がりの応答時間は同等である。

50

【 0 0 7 6 】

(実測による応答性能及び透過率の検証)

図 8 は、参考例 1 における駆動応答波形実測値及び各電極の印加矩形波を示すグラフである。評価セルは、上述したシミュレーションと同様に、セル厚 $5.4 \mu\text{m}$ とし、一对の櫛歯電極の電極間隔は $2.6 \mu\text{m}$ とした。なお、測定温度は、 25 であった。

立上がり及び立下がりにおいては、図 3 及び図 5 に示したように電極に電圧を印加し、それぞれ横電界及び縦電界を液晶分子に印加した。すなわち、立上がり期間は、一对の櫛歯電極間で櫛歯駆動(参考例 1) 2.4ms であり、立下がり期間は、一对の櫛歯電極、下側基板の下層電極、及び、上側基板の対向電極間(図 2 における対向電極 13、櫛歯電極 17、及び櫛歯電極 19 と対向電極 23 との間)で縦電界駆動 0.8ms (各電極の印加波形は図 8 の電極 (i) ~ (iv) を参照)であった。

10

【 0 0 7 7 】

実測の結果、参考例 1 では最大透過率 17.7% (シミュレーションでの透過率は 18.6%) で、後述する比較例 1 (シミュレーション透過率 3.6%) と比較して高透過率化を実現した。また、立上がりは透過率 $10\% - 90\%$ (最大透過率を 100% としたときの値) で応答速度 0.9ms 、立下がり透過率 $90 - 10\%$ (最大透過率を 100% としたときの値) で 0.4ms であり、立上がり、立下がりともに高速化を実現した。

【 0 0 7 8 】

なお、後述する参考例・実施形態・比較例に係る図の参照番号は、特に明示した場合を除いて、百の位を付した以外は参考例 1 に係る図について示したものと同様である。

20

【 0 0 7 9 】

参考例 2

図 9 は、参考例 2 の駆動方法に係る液晶駆動装置の横電界発生時における断面模式図である。図 10 は、参考例 2 の駆動方法に係る液晶駆動装置の縦電界発生時における断面模式図である。図 11 は、参考例 2 の駆動方法における各電極の印加矩形波(駆動波形)を示すグラフである。

参考例 1 において説明した駆動方法では、横電界発生時において、対向電極 13 及び対向電極 23 は、それぞれ、一对の櫛歯電極間の電圧差 (1.4V) の中間電圧 (7V) を印加していたが、実施形態 2 では、対向電極 113 を一对の櫛歯電極の片側である櫛歯電極 117 と同電位に設定するとともに、対向電極 123 を一对の櫛歯電極間の電圧差 (1.4V) の中間電圧 (7V) とした場合(参考例 2) であり、その他の構成は参考例 1 におけるものと同様である。

30

【 0 0 8 0 】

参考例 3

図 12 は、参考例 3 に係る液晶表示パネルの横電界発生時における断面模式図である。図 13 は、参考例 3 に係る液晶表示パネルの縦電界発生時における断面模式図である。図 14 は、参考例 3 における各電極の印加矩形波(駆動波形)を示すグラフである。参考例 3 では、対向電極 213 を一对の櫛歯電極の片側である櫛歯電極 217 と同電位に設定するとともに、対向電極 223 を 0V とした場合であり、その他の構成は参考例 1 におけるものと同様である。

40

【 0 0 8 1 】

図 15 は、参考例 1 ~ 3 における駆動応答波形実測値を示すグラフである。他の駆動法である参考例 2、参考例 3 についても参考例 1 と同様に応答性能及び透過率を実測した。例えば、評価セルは、セル厚 $5.4 \mu\text{m}$ とし、一对の櫛歯電極の電極間隔は $2.6 \mu\text{m}$ とした。また、測定温度は、 25 とした。ここで、参考例 1 と同様に、参考例 2 や、参考例 3 においても、図 15 に示すように高速応答性を維持しながら比較例 1 (シミュレーション透過率 3.6%) と比較して高応答性能・高透過率化を実現できることを確認した。

【 0 0 8 2 】

図 16 は、初期化工程を実行する場合の各電極の電位変化を示すグラフである。 2.55 階調から 0 階調へと駆動するとき、通常は自然緩和になるため、応答速度が遅い。しかしな

50

から、ポジ型の液晶に縦電界をかけることで液晶が垂直方向を向くので、応答速度が速くなる。ただし、白状態と黒状態で電圧のかけ方が異なるため、実際に駆動するときには駆動方法を工夫しなければうまく階調を出すことができない。駆動方法としては、特願2011-061662号、特願2011-061663号に記載の駆動方法のように一旦完全にオフ状態にしてから、次の階調を書き込む方法がある(図16参照。)

【0083】

この方法では、1つの階調を表現するのに最低2回は駆動しなければならない。そのため、応答時間がオフにかかる時間とオンにかかる時間(例えば、0.8 msec(オフ時間) + 2.4 msec(オン時間))となって長くなる。また、駆動回数が倍以上になるため、回路やドライバの負担が大きくなるという課題があった。なお、図16では、(1)で示した期間がオンにかかる時間であり、(2)で示した期間及び(3)で示した期間がオフにかかる時間である。

【0084】

以下では、上述した参考例1~3に示した駆動それぞれに好適に適用できるTFT駆動法を説明する。以下のTFT駆動方法では、駆動回数を低減することによって、応答時間を短縮できるとともに、回路やドライバの負担を低減することができる。

【0085】

実施形態1(常時縦電界駆動)

図17は、実施形態1において255階調から0階調に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。基準電位を0Vとしたり、15Vとしたりして、両値間で振ることによってフレームごとに極性反転している。図中、「縦電界」とは、縦電界としてかかる電圧を意味し、「横電界」とは、横電界としてかかる電圧を意味する。後述する図においても同様である。図18は、実施形態1に係る255階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図18では、横電界と縦電界とが両立する。横電界の方が強いので、白状態になる。図19は、実施形態1に係る0階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図19では、縦電界のみになるので、液晶が垂直に立ち、黒状態になる。

【0086】

図20は、実施形態1に係る中間調表示時の各電極の電位変化を示すグラフである。図21は、実施形態1に係る中間調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図22は、実施形態1に係る中間調(逆極性)表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。また、実施形態1の各電極の電位変化を下記表1に示す。

【0087】

【表1】

	225階調	0階調	中間調	中間調(逆極性)
(i)基準電位	15V	0V	15V	0V
(ii)階調電位	0V	0V	15V~0V	0V~15V
(iii)下層電位	15V	0V	15V	0V
(iv)対向電位	7.5V	7.5V	7.5V	7.5V

【0088】

実施形態1の駆動方法では、表示中、常に縦電界をかけながら駆動する(この場合は、下層電極(iii)と対向電極(iv)との間の電位差が常に7.5Vである。)。この時、階調は横電界(一对の櫛歯電極間にかかる電界)だけで表現できる。例えば、255階調を出したいときは、液晶層にかかる電界は横電界の方が縦電界よりも強くなるので、液晶は横方向に倒れて、白表示が可能になる。また、横電界を弱めていくと、次第に縦電界の方が支配的になるので、液晶が垂直に立ち始める。この駆動方法ならば、一回の書き込みで階調が決まるので、応答速度が速く、回路も低周波の駆動でよい。また、回路やドライバの負担を十分に小さくすることができる。

【0089】

なお、実施形態1の液晶駆動装置を備える液晶表示装置は、通常の液晶表示装置が備える部材(例えば、光源等)を適宜備えることができる。後述する実施形態においても同様で

10

20

30

40

50

ある。

【 0 0 9 0 】

実施形態 2 (低階調表示のみ縦電界をかける〔基準電位を 0 V (1 5 V) に固定〕)

図 2 3 は、実施形態 2 において高階調から低階調 (逆電位) に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。図 2 4 は、実施形態 2 に係る高階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図 2 4 では、横電界のみで駆動する。縦電界がかかっていない分、透過率を高くすることができる。図 2 5 は、実施形態 2 に係る低階調 (逆電位) 表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図 2 5 では、縦電界をかけることで、液晶の戻りを速くすることができる。横電界で階調表現することができる。

【 0 0 9 1 】

低階調に駆動するときには応答速度が遅いため、縦電界をかけることで応答速度を速くする。しかし、高階調に駆動するときには縦電界がかかっていない方が透過率は高くなるので、透過率の点では縦電界をかけないほうがよい。そのため、高階調を駆動するときには下層電極と対向電極を同電位にして駆動操作をおこなう。すなわち、低階調表示のときは縦電界を印加し、高階調表示のときは縦電界を印加しない。また、この駆動も一回の書き込みで実現できる。

【 0 0 9 2 】

電圧のかけ方の一例を図 2 4、図 2 5 に示す。この例は基準電位を 1 5 V 又は 0 V に固定している。この時、例えば、ライン駆動反転をおこなった場合、1 ライン間は基準電極 (i) の電圧 (基準電位) が等しくなるので、同一駆動をおこなうことができる利点がある。この例では基準電位を基準に、階調電位を変えることで階調を表現する。すなわち、基準電位を 0 V (または 1 5 V) に固定し、その電圧を基準に中間調表示をおこなう。この駆動により、ライン方向に電極をつなぐことが可能になり、T F T を削減することによっても透過率を向上することができる。

【 0 0 9 3 】

図 2 6 は、実施形態 2 において低階調から高階調 (逆電位) に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。図 2 7 は、実施形態 2 に係る低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図 2 8 は、実施形態 2 に係る高階調 (逆電位) 表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。また、実施形態 2 の各電極の電位変化を下記表 2 に示す。

【 0 0 9 4 】

【表 2】

	高階調	高階調(逆電位)	低階調	低階調(逆電位)
(i)基準電位	15V	0V	15V	0V
(ii)階調電位	5V	10V	10V	5V
(iii)下層電位	7.5V	7.5V	15V	0V
(iv)対向電位	7.5V	7.5V	7.5V	7.5V

【 0 0 9 5 】

実施形態 3 (下層電極のみフレーム途中で電界をかえる)

図 2 9 は、実施形態 3 において中間調を表示する場合の各電極の電位変化を示すグラフである。図 3 0 は、実施形態 3 に係る中間調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図 3 1 は、実施形態 3 に係る中間調 (逆電位) 表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。また、実施形態 3 の各電極の電位変化を下記表 3 に示す。

【 0 0 9 6 】

【表 3】

	中間調	中間調(逆極性)
(i)基準電位	15V	0V
(ii)階調電位	10V	5V
(iii)下層電位	15V→7.5V	0V→7.5V
(iv)対向電位	7.5V	7.5V

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

(基準電位を 0 V 又は 1.5 V に固定)

実施形態 3 では、1 フレーム内で、(i i i) の電極のみ 1.5 V (又は 0 V) から 7.5 V にかえる。前半では縦電界がかかっているため、低階調表示でも高速応答可能である。後半で縦電界が切れるので、指定の階調になる。前半と後半で縦電界有無の違いのみのため、電界分布が近いので、高階調でも応答速度が速くなる。この間、一对の櫛歯電極 ((i) の電極と (i i) の電極) にかかっている電圧は、このフレームで表示したい階調に常にすればよく、途中で書き換えなくてよい。初期化工程を実行する駆動方法に近いが、実施形態 3 の駆動は黒表示に戻していないことと、一对の櫛歯電極 ((i) の電極と (i i) の電極) の電位を 1 フレーム内で変動しないことが特徴である。また、フレーム反転等をおこなえば、下層電極を一括駆動できるので、回路やドライバの負担も比較的少ないものとする事ができる。

10

【 0 0 9 8 】

上述した実施形態 3 では、サブフレーム中に縦電界を変化させるものであり、これが好ましい形態の 1 つであるが、サブフレームとサブフレームとの間に縦電界を変化させるものであってもよく、本発明の効果を発揮することができる。以下に、実施形態 3 の変形例として、1 フレームごとに縦電界を切り替える形態、及び、階調が変化するときだけ縦電界を印加し、階調が変わらないときは縦電界を印加しない形態について説明する。

【 0 0 9 9 】

実施形態 3 の第 1 の変形例 (1 フレームごとに縦電界切り替え)

図 3 2 は、実施形態 3 の変形例において表示時の各電極の電位変化を示すグラフである。実施形態 3 の変形例は、1 フレーム目は縦電界有り、2 フレーム目は縦電界無しの繰り返しとなる駆動である。

20

【 0 1 0 0 】

実施形態 3 の第 2 の変形例 (階調が変化するときだけ縦電界を印加し、階調が変わらないときは縦電界を印加しない)

図 3 3 は、実施形態 3 のもう一つの変形例において表示時の各電極の電位変化を示すグラフである。

実施形態 3 のもう一つの変形例は、階調が大きく変わるタイミング (階調が大きく変わったフレーム) で縦電界をかけ、他のタイミングは縦電界をかけないような駆動である。例えば、OD (オーバードライブ) 駆動をおこなう場合、1 フレーム目 (図 3 3 においては、2 フレーム目が該当する。) は縦電界有りの駆動で、高速応答を実現し、2 フレーム目以降 (図 3 3 においては、3 フレーム目以降が該当する。) は縦電界を印加しない駆動をおこない、階調を維持するというような駆動が考えられる。

30

【 0 1 0 1 】

実施形態 4 (低階調はフリンジ駆動をおこなう)

図 3 4 は、実施形態 4 において高階調から低階調 (逆電位) へと変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。図中、「フリンジ駆動」とは、電位差にもとづいてフリンジ駆動されることを意味する。図 3 5 は、実施形態 4 に係る高階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図 3 6 は、実施形態 4 に係る低階調 (逆電位) 表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

40

【 0 1 0 2 】

実施形態 4 においても、低階調の応答を速くするために、縦電界をかけたが、本実施形態では、基準電極 (i) の電位と階調電極 (i i) の電位とを同位相にし、これらの電位と下層電極 (i i i) の電位との電位差で駆動させるフリンジ駆動をおこなうことで低階調側の応答速度を更に速める。この場合、0 階調のときに、基準電極 (i)、階調電極 (i i)、下層電極 (i i i) がすべて同電位 (0 V) となり、液晶に縦電界が印加される。階調を変えていくときに、基準電極 (i)、階調電極 (i i) (上層電極) の電界を変更する。対向電極 (i v) が 7.5 V であるので、下層電極 (i i i) を 0 V からはじめることで、低階調でも電圧がかかるので、高速応答が可能になる。なお、対向電極 (i v) が 0 V である場合は、0 階調のときに、基準電極 (i)、階調電極 (i i)、下層電極 (

50

i i i) がすべて同電位 (7.5 V) となり、液晶に縦電界が印加される。階調を変えていくときに、基準電極 (i)、階調電極 (i i) (上層電極) の電界を変更する。対向電極 (i v) が 0 V であるので、下層電極 (i i i) を 0 V ではなく、7.5 V から始めることで、低階調でも電圧がかかるので、高速応答が可能になる。また、基準電極 (i) と階調電極 (i i) とを駆動させる代わりに、下層電極 (i i i) を駆動させてもよい。フリンジ駆動を用いるとき、高階調では透過率がでないため、高階調では櫛歯駆動をおこなう。このことにより、低電圧で高速応答と高透過率とが両立できる。

【0103】

なお、図 37 は、実施形態 4 において低階調から高階調 (逆電位) に変化させる場合の各電極の電位変化を示すグラフである。図 38 は、実施形態 4 に係る低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。図 39 は、実施形態 4 に係る高階調 (逆電位) 表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。

【0104】

(3 電極を駆動させるための基本設計パターン)

図 40 ~ 図 45 は、本発明の駆動装置の設計パターンの一形態を示す平面模式図である。T F T 側の 3 つの電極を別々に駆動する必要があるため、1 絵素当たり 3 つの T F T が必要になってくる。しかし、T F T の数が多いと開口率が低くなるため、設計パターンを工夫する必要がある。

図 40 ~ 図 45 において、(i) は、上層 I T O (Indium Tin Oxide; 酸化インジウム錫) (基準電極) を表し、(i i) は、上層 I T O (階調電極) を表し、(i i i) は、下層 I T O (下層電極) を表し、S (i)、S (i i)、S (i i i) は、それぞれ電極 (i)、(i i)、(i i i) に電圧を印加するためのソース配線を表し、M 及び M' は、それぞれソース配線以外のゲート配線等のメタル配線を表し、C は、コンタクトホールを表す。なお、電極材料としては、I T O の他に I Z O (Indium Zinc Oxide; 酸化インジウム亜鉛) 等の公知の材料を用いることができる。

【0105】

なお、図 40 ~ 図 45 において、横向きの画素と縦向きの画素とがあるのは、ソース配線等のメタル配線が電極を構成する I T O の幹 (主線) に重なった方が透過率を高めることができ好ましいため、適宜調整したためであり、基本的にはどちらでも可能である。なお、画素ラインごとに電気的に接続された電極 (I T O 又は I Z O 等) の主線は、基板主面を平面視したときに、金属配線と重畳することが好ましい。上記金属配線は通常光が透過しないものであるため、上記したように画素ラインごとに電気的に接続された電極の主線を配置することで開口率を高めることができる。上記金属配線は、好ましくは、ソースバスライン、ゲートバスライン及び容量低減用の金属配線からなる群より選択される少なくとも 1 つの配線である。

【0106】

(A) 3 T F T 駆動

図 40 は、1 絵素当たり 3 つの T F T (示していない) を用いて駆動する場合を示す。(A) では、下側基板 (第 2 基板) に配置された 3 つの電極 (第 1 の電極対である基準電極 (i) 及び階調電極 (i i)、及び、第 2 の電極対の一方の電極である下層電極 (i i i)) を別個に駆動でき、異なる電位とすることができる。そのため、1 絵素に対応する 3 本のソース配線と 3 つの T F T が必要である。なお、S (i) は、基準電極 (i) 用ソース配線を表し、S (i i) は、階調電極 (i i) 用ソース配線を表し、S (i i i) は、下層電極 (i i i) 用ソース配線を表す。3 T F T 駆動では、本明細書に示したあらゆる駆動方法をおこなうことが可能であり、また、信号の遅延が少なく、大型の液晶駆動装置、液晶表示装置に有利なものとすることができる。

【0107】

(B - 1) 2 T F T 駆動、下層電極共通

図 41 は、1 絵素当たり 2 つの T F T を用いて駆動し、下層電極が横ライン方向で共通する場合を示す。(B - 1) では、下側基板 (第 2 基板) に配置された下層電極 (i i i)

10

20

30

40

50

(第2の電極対の一方の電極)は、画素ライン毎に電氣的に接続される。

すなわち、基準電極(i)、階調電極(ii)は、個別に駆動できるようにソース配線S(i)、S(ii)からそれぞれ電圧を印加する。

下層電極(iii)は、横ライン方向(ゲート配線方向)をすべて同一の下層電極とすること、すなわち、下層電極(iii)が横ライン方向で共通接続されていることで、TFTとソース配線の数を減らして開口率を高める(縦ライン方向でもよく、同様に開口率を高める効果を発揮できる)。このとき、大型パネルでは下層電極の抵抗が大きすぎて波形がなまる可能性があるため、大型パネルにおいて下層電極等の共通接続されるITOにメタルを電氣的に接続させて抵抗を低くすることが好ましい。

下層電極共通の2TFT駆動では、開口率を高めることができる。

10

【0108】

(B-2)2TFT駆動、基準電極(階調電極)共通

図42は、1画素当たり2つのTFTを用いて駆動し、基準電極(i)が横ライン方向で共通する場合を示す。(B-2)では、第2基板(下側基板)に配置された第1の電極対の、一方の電極である基準電極(i)が、画素ライン毎に電氣的に接続される。

ここで、階調電極(ii)、下層電極(iii)は、個別に駆動できるようにソース配線から電圧を印加する。基準電極(i)は、図42に示すように横ライン方向で共通化するものであってもよい。また、縦ラインで共通化するものであってもよい。

階調電極(ii)は、横ライン方向(ゲート方向)をすべて同一とすることでTFTとソースの数を減らして開口率を高める(縦ライン方向で同一とするものであってもよい)。このとき、基準電極等の共通接続されるITOにメタルを電氣的に接続させることが好ましい。

20

基準電極(階調電極)共通の2TFT駆動では、開口率を高めることができる。

【0109】

(B-3)2TFT駆動、下層電極と基準電極との共通化

図43は、1画素当たり2つのTFTを用いて駆動し、下層電極と基準電極(i)とを共通化した場合を示す。(B-3)では、下側基板(第2基板)に配置された2つの電極(第1の電極対の一方の電極である基準電極(i)及び第2の電極対の一方の電極である下層電極(iii))は、電氣的に接続される。

ここでは、階調電極(ii)は、個別に駆動できるようにソース配線S(ii)から電圧を印加する。

30

基準電極(i)は、ソース配線S(i)から別供給されるが、TFTの数を減らすため、基準電極(i)と下層電極(iii)とをコンタクトホールでつなぐ(電氣的に接続すること)ことで下層電極(iii)用のTFTとソースラインが必要なくなる。

下層電極と基準電極とを共通化した2TFT駆動では、開口率を高めることができるとともに、他の2TFT駆動方法(B-1)、(B-2)よりも共通接続される電極の抵抗を少なくすることができる。

【0110】

(C-1)1TFT駆動、下層電極と基準電極の共通化

図44は、1画素当たり1つのTFTを用いて駆動し、下層電極(iii)と基準電極(i)とを共通化した場合を示す。(C-1)では、第2の電極対の一方の電極である下層電極(iii)は、画素ライン毎に電氣的に接続され、かつ第2基板に配置された2つの電極(第1の電極対の一方の電極である基準電極(i)及び第2の電極対の一方の電極である下層電極(iii))は、電氣的に接続される。すなわち、第1の電極対の少なくとも一方の電極は、上記第2の電極対の一方と電氣的に接続され、液晶駆動装置は、表示のための複数の画素を備え、該第2の電極対の少なくとも一方の電極は、画素ラインに沿って電氣的に接続されており、当該形態も本発明の好ましい形態の1つである。

40

ここでは、階調電極(ii)は、個別に駆動できるようにソース配線S(ii)から電圧を印加する。

下層電極(iii)を横方向(縦方向でもよい)で共通化し、1ラインごとに入力するこ

50

とでTFTとソースを削減することができる。また、基準電極(i)と下層電極(iii)とをコンタクトホールでつなぐことで1絵素当たり1TFTによる駆動装置を実現する。

下層電極(iii)と基準電極(i)とを共通化した1TFT駆動では、開口率を最大とすることができ、小型及び中型の液晶駆動装置、液晶表示装置に好適なものとすることができる。

【0111】

(C-2)1TFT駆動、下層電極と基準電極の共通化

図45は、1絵素当たり1つのTFTを用いて駆動し、下層電極(iii)を画素ラインに沿って共通化するとともに、基準電極(i)も画素ラインに沿って共通化した場合を示す。(C-2)では、第2の電極対の一方の電極である下層電極(iii)は、画素ライン毎に電氣的に接続され、かつ第2基板に配置された第1の電極対の一方の電極である基準電極(i)も、画素ライン毎に電氣的に接続される。

ここでは、階調電極(ii)は、個別に駆動できるようにソース配線S(ii)から電圧を印加する。

下層電極(iii)を横方向(縦方向でもよい)で共通化し、基準電極(i)も横方向(縦方向でもよい)で共通化し、1ラインごとに入力することでTFTとソースを削減することができる。基準電極(i)と下層電極(iii)とをそれぞれ画素ライン毎に電氣的に接続することで1絵素当たり1TFTによる駆動装置を実現する。また、低抵抗化の観点からは、共通接続されるITO等の基準電極及び/又は共通接続されるITO等の下層電極にメタルを電氣的に接続させることが好ましい。

下層電極(iii)と基準電極(i)とを共通化した1TFT駆動では、開口率を最大とすることができ、小型及び中型の液晶駆動装置、液晶表示装置に好適なものとするすることができる。

【0112】

なお、本明細書中、小型の液晶駆動装置とは、10型以下の携帯用ディスプレイをいう。中型の液晶駆動装置とは、20型以下のパーソナルコンピュータ用等のディスプレイをいう。大型パネルは、それより大きなテレビ用等のディスプレイをいう。

【0113】

実施形態1~4の駆動方法と設計パターン(A)、(B-1)、(B-2)、(B-3)、(C-1)、(C-2)(計6パターン)の組み合わせにより、様々な駆動方法をおこなうことができる。それぞれの駆動方法に長所があるのでパネル設計によって最適な駆動方法をおこなうことが可能である。具体的には、実施形態1(常時電界駆動)においては、駆動可能な設計パターンは、(A)、(B-1)、(B-2)、(B-3)、(C-1)、(C-2)のすべてのパターンである。実施形態2(低階調表示のみ縦電界をかける〔基準電位を0V(15V)に固定〕)においては、駆動可能な設計パターンは、(A)、(B-2)のパターンである。実施形態3(下層電極のみフレーム途中で電界をかえる)においては、基準電位を0Vとしたり、15Vとしたりして固定することになるが、駆動可能な設計パターンは、(A)、(B-1)、(B-2)のパターンである。実施形態4(低階調はフリッジ駆動をおこなう)においては、駆動可能な設計パターンは、フリッジ駆動時に上層電極を駆動する場合は、(A)、(B-1)の2パターンであり、フリッジ駆動時に下層電極を駆動する場合は、(A)、(B-2)の2パターンである。

【0114】

それぞれの画素設計と電圧印加パターンの組み合わせの長所としては、以下の通りである。例えば、実施形態1と(A)のパターンの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第2基板に配置された3つの電極(第1の電極対、及び、第2の電極対の一方の電極)を別個に駆動でき、異なる電位とすることができることが好ましい。これにより、信号の遅延が少なく、大型の液晶駆動装置、液晶表示装置に有利なものとするすることができる。

【 0 1 1 5 】

実施形態 2 と (A) のパターンの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間には電位差を生じさせない駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された 3 つの電極 (第 1 の電極対、及び、第 2 の電極対の一方の電極) を別個に駆動でき、異なる電位とすることができることも同様に好ましい。また、実施形態 3 と (A) のパターンの組み合わせである、液晶駆動装置は、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第 2 の電極対の一方の電極の電位を変化させる駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された 3 つの電極 (第 1 の電極対、及び、第 2 の電極対の一方の電極) を別個に駆動でき、異なる電位とすることができることも同様に好ましい。

更に、実施形態 4 と (A) のパターンの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせず、かつ第 1 の電極対の電極と第 2 の電極対の電極の一方との間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された 3 つの電極 (第 1 の電極対、及び、第 2 の電極対の一方の電極) を別個に駆動でき、異なる電位とすることができることも同様に好ましい。

10

【 0 1 1 6 】

また、実施形態 1 と (B - 1) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された 1 つの電極 (第 2 の電極対の一方の電極) が、画素ライン毎に電氣的に接続されることにより、開口率を高めることができ好ましい。実施形態 3 と (B - 1) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第 2 の電極対の一方の電極の電位を変化させ、第 2 基板に配置された 1 つの電極 (第 2 の電極対の一方の電極) は、画素ライン毎に電氣的に接続されることも同様の効果を発揮でき好ましい。また、実施形態 4 と (B - 1) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせず、かつ第 1 の電極対の電極と第 2 の電極対の電極の一方との間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された 1 つの電極 (第 2 の電極対の一方の電極) は、画素ライン毎に電氣的に接続されることも同様の効果を発揮でき好ましい。

20

30

【 0 1 1 7 】

実施形態 1 と (B - 2) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された第 1 の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続されることにより、開口率を高めることができ好ましい。実施形態 2 と (B - 2) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間には電位差を生じさせない駆動操作を実行し、第 2 基板に配置された第 1 の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続されることも同様の効果を発揮でき好ましい。更に、実施形態 3 と (B - 3) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、液晶を変化させて表示をおこなう駆動周期であるサブフレーム中に、第 2 の電極対の一方の電極の電位を変化させ、第 2 基板に配置された第 1 の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続されることも同様の効果を発揮でき好ましい。そして、実施形態 4 と (B - 2) のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分以下の階調数の表示となるときに、第 1 の電極対の電極間に電位差を生じさせず、かつ第 1 の電極対の電極と第 2 の電極対の電極の一方との間に電位差を生じさせると同時に、第 2 の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第 2 基板に配置され

40

50

た第1の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続されることも同様の効果を発揮でき好ましい。

【0118】

実施形態1と(B-3)のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第2基板に配置された2つの電極(第1の電極対の一方の電極及び第2の電極対の一方の電極)は、電氣的に接続されることにより、抵抗を小さくするとともに、開口率を高めることができ、好ましい。

【0119】

実施形態1と(C-1)のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第2の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続され、かつ第2基板に配置された2つの電極(第1の電極対の一方の電極及び第2の電極対の一方の電極)が、電氣的に接続されることは、最適な組み合わせの1つであり、これにより透過率を最も高いものとすることができる。また、実施形態1と(C-2)のパターンとの組み合わせである、液晶駆動装置は、表示に用いる全階調数の半分を超える階調数の表示となるときに、第1の電極対の電極間に電位差を生じさせると同時に、第2の電極対の電極間にも電位差を生じさせる駆動操作を実行し、第2の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続され、かつ第1の電極対の一方の電極が、画素ライン毎に電氣的に接続されることは、最適な組み合わせの1つであり、これにより透過率を最も高いものとすることができる。

【0120】

また上述した実施形態においては、電極が奇数の画素ラインごと、偶数の画素ラインごとに電氣的に接続されているものについて説明し、このような形態のものが反転駆動をおこなううえで好ましいが、電極が画素ラインに沿って電氣的に接続されているものであればよく、例えば、電極が1本の画素ラインごとに接続されているものであってもよく、電極が上述した以外の複数本の画素ラインごと(nラインずつ[nは、2以上の整数である。])に接続されているものであってもよい。

【0121】

(電圧印加方法)

上述した各実施形態に好適に適用することができる電圧印加方法について、更に以下に説明する。

図46は、実施形態1(常時縦電界駆動)に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。常に縦電界をかけ続け、階調電極(i_i)のみ駆動する。

【0122】

図47及び図48は、実施形態2(横電界併用)に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。図47に示すように、高階調では縦電界を切ることによって透過率を高めることができる。縦電界を切った後、図48に示すように、対向する一对の櫛歯電極に対して均等に横電界をかけてもよい。

【0123】

図49及び図50もまた、実施形態2に係る駆動装置の電圧印加方法の一形態を示すグラフである。図49では、縦電界を少しずつ小さくしていく。図50では、高階調で縦電界を少しずつ小さくしていくものの、高階調でも縦電界を少しかけている。このように高階調でも縦電界を少しかけることが、高応答速度の点で特に好ましい。また、図49や図50のように電圧を印加する場合は、表示に用いる全階調数の1/4階調以下の階調数の表示となるときに縦階調を印加することが好ましい。例えば、縦電界の落ち始めが、表示に用いる全階調数の1/4階調の階調数の表示となるあたりが望ましい。

【0124】

図51及び図52は、実施形態4(フリッジ駆動併用)に係る駆動装置の電圧印加方法の

10

20

30

40

50

一形態を示すグラフである。

図5 1及び図5 2では、低階調はフリンジ駆動をおこなう。図5 1は、上層電極を駆動する方法を示し、図5 2は、下層電極を駆動する方法を示している。

【0125】

(縦電界をかけることの利点)

液晶を応答させるとき、電界の力で応答させる方が速い。ところが、低階調駆動(例:0階調 32階調)などの場合、横電界のみで駆動すると液晶にかかる電圧が弱いため、応答速度が遅くなる。これは、垂直配向である液晶と横向きに倒そうとする電界の強さが同程度の強さのため、液晶が配向しにくいからである。

ここで、縦電界を追加することで、液晶は縦電界と横電界の合成ベクトル方向を向くようになる。液晶が垂直方向に向こうとする力よりも電界による力が強くなるため、液晶の応答が速くなる。

【0126】

図5 3は、通常低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。通常駆動では横電界のみで駆動するので電界が弱く、応答が遅い。通常駆動では横電界の強弱と液晶の粘性のバランスで階調を表現する。

図5 4は、本発明に係る縦電界駆動をおこなう低階調表示時の液晶駆動装置の断面模式図である。縦電界の駆動では縦電界と横電界の合成のため、電界が強くなるので、応答が速くなる。この時、液晶は電界が強くなり電界方向に液晶が倒れる。

図5 5は、低階調駆動の応答速度を示す棒グラフである。縦電界無しの駆動では下層電極(i i i)は対向電極(i v)と同電位である。縦電界有りの駆動では下層電極(i i i)に7.5Vを印加している。

【0127】

図5 6は、縦電界と横電界との関係を示すグラフである。

点線は、実施形態1(常時縦電界駆動)の例を示す。常に縦電界がかかるので駆動は簡単であるが、白輝度が低い。実線は、実施形態2(低階調表示のみ縦電界を印加)の例を示す。255階調で縦電界がなくなるので、白輝度が高くなる。縦電界は、なるべくかかっている方が、応答速度は速い。

【0128】

上述した実施形態1~4では、液晶表示ディスプレイの製造が容易で、高透過率化が達成可能である。また、フィールドシーケンシャル方式が実施可能であり、また、車載用途、3D表示装置用途に好適である応答速度を実現できる。中でも、液晶駆動装置は、フィールドシーケンシャル駆動をおこなうものであり、かつ円偏光板を備えるものであることが好ましい。フィールドシーケンシャル駆動をおこなうとき、カラーフィルタが無い場合、内部反射が大きくなる。カラーフィルタの透過率が通常は1/3で、反射光は2回カラーフィルタを通るので、カラーフィルタがある場合は内部反射が1/10程度になるからである。このため、円偏光板を用いることでこのような内部反射を十分に低減することができる。

本発明の構成は、パネルを分解し、TFTアレイと対向側の基板とをSEM(Scanning Electron Microscope; 走査型電子顕微鏡)等で解析すること、駆動電圧を検証することで確認することができる。

【0129】

上述した実施形態では、サブフレームごとに電位変化を反転させる。また、偶数ライン・奇数ラインごとに共通接続された電極においても、電位変化を反転させる。なお、一定電圧で保持された電極の電位を7.5Vと表記しているが、これは実質的に0Vともいえるため、偶数ラインと奇数ラインは極性反転させて駆動されるといえる。

【0130】

比較例1

図5 7は、比較例1に係る液晶駆動装置のフリンジ電界発生時における断面模式図である。図5 8は、図5 7に示した液晶駆動装置の平面模式図である。図5 9は、図5 7に示し

10

20

30

40

50

た液晶駆動装置についてのシミュレーション結果である。

比較例 1 に係る液晶表示パネルは、特許文献 1 と同様に、F F S 駆動によりフリンジ電界を発生させるものである。図 5 9 は、ダイレクタ D、電界、および透過率分布のシミュレーション結果（セル厚 5 . 4 μm 、スリット間隔 2 . 6 μm ）を示す。

【 0 1 3 1 】

なお、図 5 7 ではスリット電極 8 1 7 を 1 4 V とし、対向する面状電極を 7 V としているが、例えば、スリット電極を 5 V とし、対向する面状電極を 0 V とするものであってもよい。上述した特許文献 1 に記載の F F S 駆動のディスプレイ（一对の櫛歯電極の代わりにスリット電極を用いたもの）では、下側基板の上層 - 下層電極間で発生するフリンジ電界で液晶分子を回転させる。この場合スリット電極端近傍の液晶分子しか回転しないため、シミュレーションにおける透過率は低く、3 . 6 % となった。上述した実施形態のように透過率を向上させることができなかつた（図 5 9 参照）。

【 0 1 3 2 】

（その他の好適な実施形態）

本発明の各実施形態においては、酸化物半導体 T F T（I G Z O 等）が好適に用いられる。この酸化物半導体 T F T について、以下に詳細に説明する。

【 0 1 3 3 】

上記第 1 基板及び第 2 基板の少なくとも一方は、通常は薄膜トランジスタ素子を備える。上記薄膜トランジスタ素子は、酸化物半導体を含むことが好ましい。すなわち、薄膜トランジスタ素子においては、シリコン半導体膜の代わりに、酸化亜鉛等の酸化物半導体膜を用いてアクティブ駆動素子（T F T）の活性層を形成することが好ましい。このような T F T を「酸化物半導体 T F T」と称する。酸化物半導体は、アモルファスシリコンよりも高いキャリア移動度を示し、特性バラつきも小さいという特徴を有している。このため、酸化物半導体 T F T は、アモルファスシリコン T F T よりも高速で動作でき、駆動周波数が高く、より高精細である次世代表示装置の駆動に好適である。また、酸化物半導体膜は、多結晶シリコン膜よりも簡便なプロセスで形成されるため、大面積が必要とされる装置にも適用できるという利点を奏する。

【 0 1 3 4 】

本実施形態の液晶駆動方法を、特に F S D（フィールドシーケンシャル表示装置）で使用する場合に、以下の特徴が顕著なものとなる。

（ 1 ）画素容量が通常の V A（垂直配向）モードよりも大きい（図 6 0 は、本実施形態の液晶駆動方法に用いられる液晶表示装置の一例を示す断面模式図であるところ、図 6 0 中、矢印で示される箇所において、上層電極と下層電極との間に大きな容量が発生するため、画素容量が通常の垂直配向〔V A : Vertical Alignment〕モードの液晶表示装置より大きい。）。（ 2 ）R G B の 3 画素が 1 画素になるため、1 画素の容量が 3 倍である。（ 3 ）更に、2 4 0 H z 以上の駆動が必要のためゲートオン時間が非常に短い。

【 0 1 3 5 】

更に、酸化物半導体 T F T（I G Z O 等）を適用した場合のメリットは、以下の通りである。

上記（ 1 ）と（ 2 ）の理由より、5 2 型で画素容量が U V 2 A の 2 4 0 H z 駆動の機種約 2 0 倍ある。

故に、従来の a - S i でトランジスタを作製するとトランジスタが約 2 0 倍以上大きくなり、開口率が充分にとれない課題があった。

I G Z O の移動度は a - S i の約 1 0 倍であるため、トランジスタの大きさが約 1 / 1 0 になる。

カラーフィルタ R G B を用いる液晶表示装置にあった 3 つのトランジスタが 1 つになっているので、a - S i とほぼ同等か小さいくらいで作製可能である。

上記のようにトランジスタが小さくなると、C g d の容量も小さくなるので、その分ソースバスラインに対する負担も小さくなる。

【 0 1 3 6 】

〔具体例〕

酸化物半導体 T F T の構成図 (例示) を、図 6 1、図 6 2 に示す。図 6 1 は、本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の平面模式図である。図 6 2 は、本実施形態に用いられるアクティブ駆動素子周辺の断面模式図である。なお、符号 T は、ゲート・ソース端子を示す。符号 C s は、補助容量を示す。

酸化物半導体 T F T の作製工程の一例 (当該部) を、以下に説明する。

酸化物半導体膜を用いたアクティブ駆動素子 (T F T) の活性層酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b は、以下のようにして形成できる。

まず、スパッタリング法を用いて、例えば厚さが 3 0 n m 以上、3 0 0 n m 以下の In - Ga - Zn - O 系半導体 (I G Z O) 膜を絶縁膜 9 1 3 i の上に形成する。この後、フォトリソグラフィにより、I G Z O 膜の所定の領域を覆うレジストマスクを形成する。次いで、I G Z O 膜のうちレジストマスクで覆われていない部分をウェットエッチングにより除去する。この後、レジストマスクを剥離する。このようにして、島状の酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b を得る。なお、I G Z O 膜の代わりに、他の酸化物半導体膜を用いて酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b を形成してもよい。

【 0 1 3 7 】

次いで、基板 9 1 1 g の表面全体に絶縁膜 9 0 7 を堆積させた後、絶縁膜 9 0 7 をパターンニングする。

具体的には、まず、絶縁膜 9 1 3 i 及び酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b の上に、絶縁膜 9 0 7 として例えば S i O ₂ 膜 (厚さ: 例えば約 1 5 0 n m) を C V D 法によって形成する。

絶縁膜 9 0 7 は、S i O y 等の酸化物膜を含むことが好ましい。

【 0 1 3 8 】

酸化物膜を用いると、酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b に酸素欠損が生じた場合に、酸化物膜に含まれる酸素によって酸素欠損を回復することが可能となるので、酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b の酸化欠損をより効果的に低減できる。ここでは、絶縁膜 9 0 7 として S i O ₂ 膜からなる単層を用いているが、絶縁膜 9 0 7 は、S i O ₂ 膜を下層とし、S i N x 膜を上層とする積層構造を有していてもよい。

絶縁膜 9 0 7 の厚さ (積層構造を有する場合には各層の合計厚さ) は、5 0 n m 以上、2 0 0 n m 以下であることが好ましい。5 0 n m 以上であれば、ソース・ドレイン電極のパターンニング工程等において、酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b の表面をより確実に保護できる。一方、2 0 0 n m を超えると、ソース電極やドレイン電極により大きい段差が生じるので、断線等を引き起こすおそれがある。

【 0 1 3 9 】

また本実施形態における酸化物半導体層 9 0 5 a、9 0 5 b は、例えば Zn - O 系半導体 (Zn O)、In - Ga - Zn - O 系半導体 (I G Z O)、In - Zn - O 系半導体 (I Z O)、又は、Zn - Ti - O 系半導体 (Z T O) 等からなる層であることが好ましい。中でも、In - Ga - Zn - O 系半導体 (I G Z O) がより好ましい。

【 0 1 4 0 】

なお、本モードは上記の酸化物半導体 T F T との組み合わせで一定の作用効果を奏するが、アモルファス S i T F T や多結晶 S i T F T 等公知の T F T 素子を用いて駆動させることも可能である。

【 0 1 4 1 】

上述した実施形態における各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

【 0 1 4 2 】

なお、本願は、2 0 1 1 年 6 月 2 7 日に出願された日本国特許出願 2 0 1 1 - 1 4 2 3 4 6 号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

【符号の説明】

10

20

30

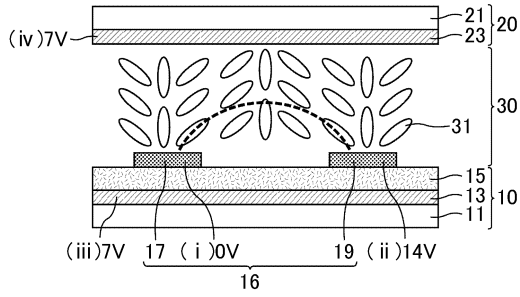
40

50

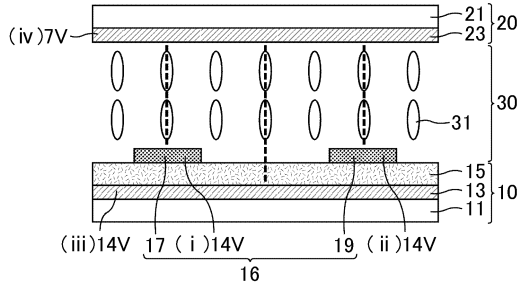
【 0 1 4 3 】

1 0、1 1 0、2 1 0、3 1 0、4 1 0、5 1 0、6 1 0、7 1 0、8 1 0	: アレイ基板	
1 1、2 1、1 1 1、1 2 1、2 1 1、2 2 1、3 1 1、3 2 1、4 1 1、4 2 1、5 1 1、5 2 1、6 1 1、6 2 1、7 1 1、7 2 1、8 1 1、8 2 1	: ガラス基板	
1 3、2 3、1 1 3、1 2 3、2 1 3、2 2 3、3 1 3、3 2 3、4 1 3、4 2 3、5 1 3、5 2 3、6 1 3、6 2 3、7 1 3、7 2 3、8 1 3、8 2 3	: 対向電極	
1 5、1 1 5、2 1 5、3 1 5、4 1 5、5 1 5、6 1 5、7 1 5、8 1 5	: 絶縁層	
1 6	: 一对の櫛歯電極	
1 7、1 9、1 1 7、1 1 9、2 1 7、2 1 9、4 1 7、4 1 9、5 1 7、5 1 9、6 1 7、6 1 9、7 1 7、7 1 9	: 櫛歯電極	10
2 0、1 2 0、2 2 0、3 2 0、4 2 0、5 2 0、6 2 0、7 2 0、8 2 0	: 対向基板	
3 0、1 3 0、2 3 0、3 3 0、4 3 0、5 3 0、6 3 0、7 3 0、8 3 0	: 液晶層	
3 1	: 液晶 (液晶分子)	
4 1	: 0 . 6 m s の時点	
8 1 7	: スリット電極	
9 0 1 a	: ゲート配線	
9 0 1 b	: 補助容量配線	
9 0 1 c	: 接続部	
9 1 1 g	: 基板	
9 1 3 i	: 絶縁膜 (ゲート絶縁膜)	20
9 0 5 a、9 0 5 b	: 酸化物半導体層 (活性層)	
9 0 7	: 絶縁層 (エッチングストッパ、保護膜)	
9 0 9 a s、9 0 9 a d、9 0 9 b、9 1 5 b	: 開口部	
9 1 1 a s	: ソース配線	
9 1 1 a d	: ドレイン配線	
9 1 1 c、9 1 7 c	: 接続部	
9 1 3 p	: 保護膜	
9 1 7 p i x	: 画素電極	
9 0 1	: 画素部	
9 0 2	: 端子配置領域	30
C s	: 補助容量	
T	: ゲート・ソース端子	
D	: ダイレクタ	
t	: 透過率	

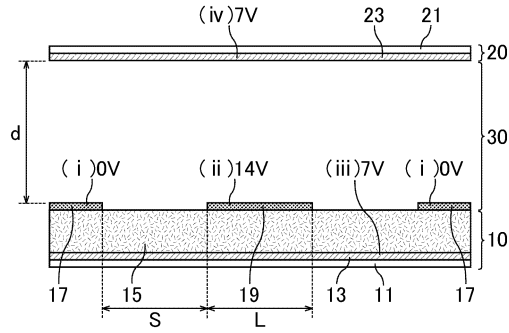
【図1】



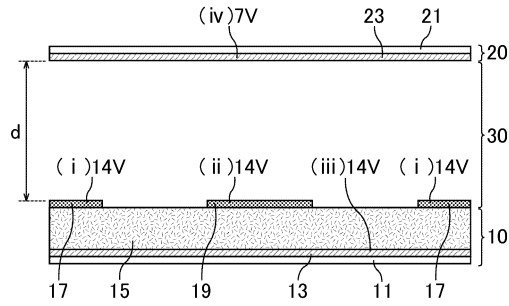
【図2】



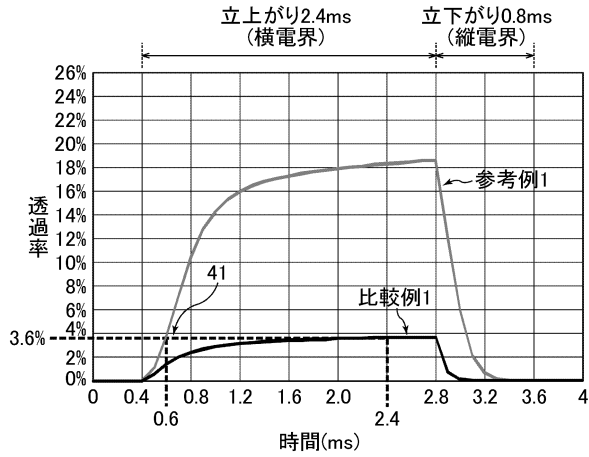
【図3】



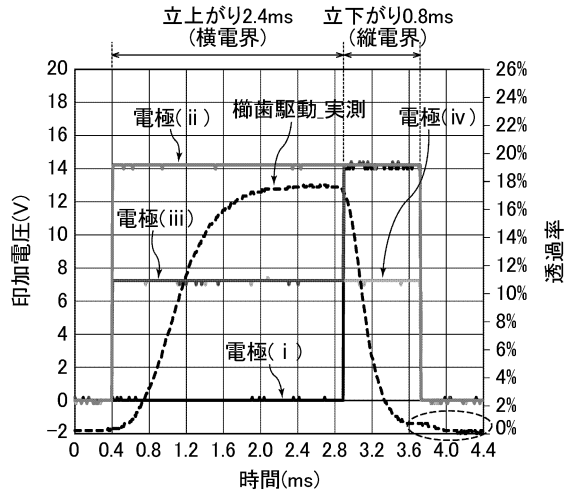
【図5】



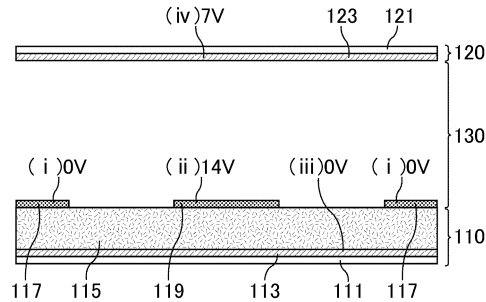
【図7】



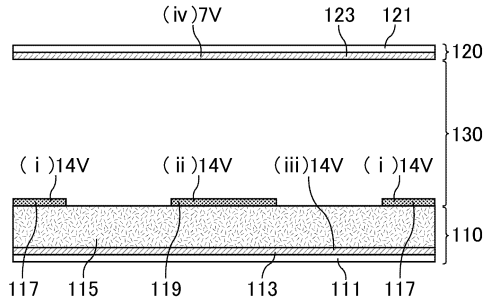
【図8】



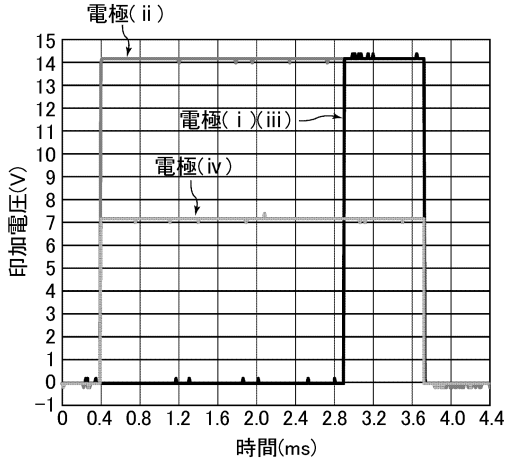
【図9】



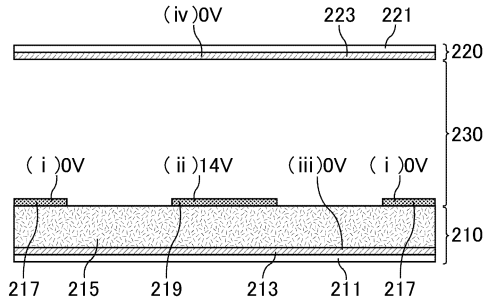
【図10】



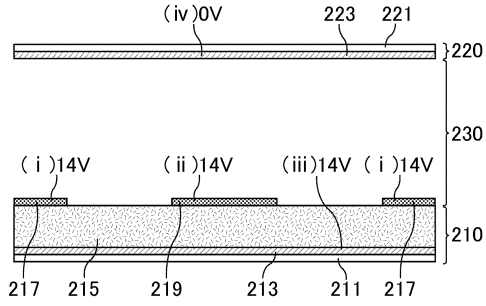
【図11】



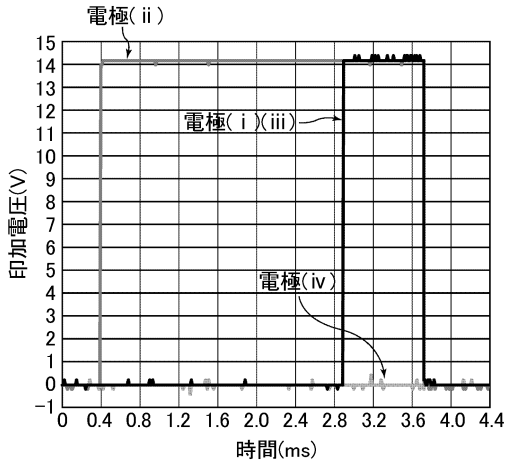
【図12】



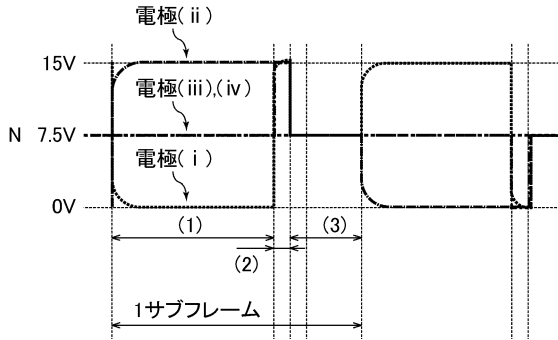
【図13】



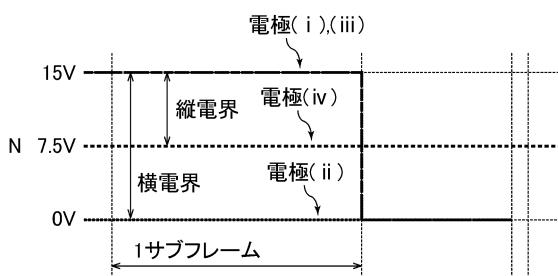
【図14】



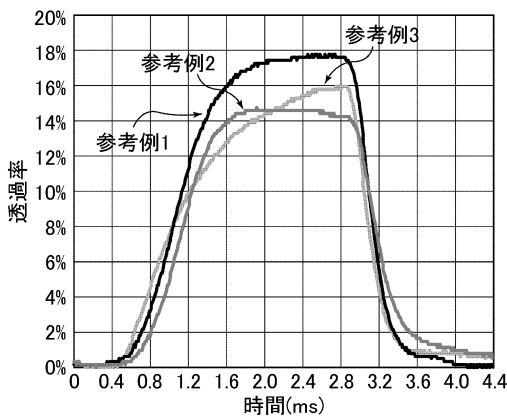
【図16】



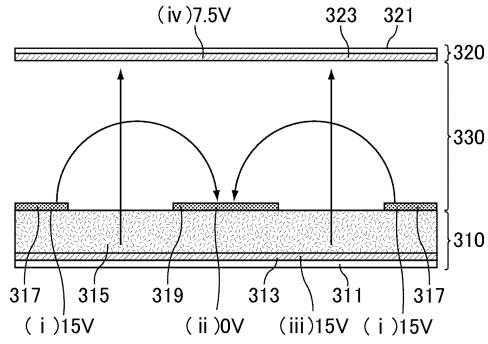
【図17】



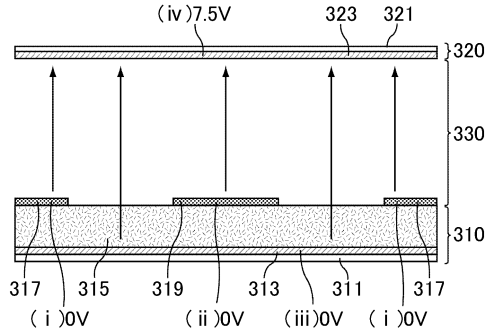
【図15】



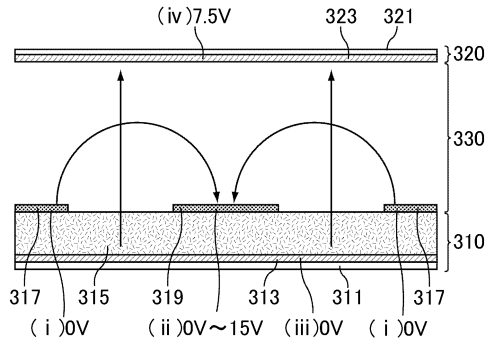
【図18】



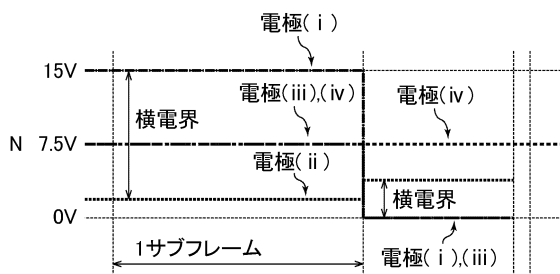
【図19】



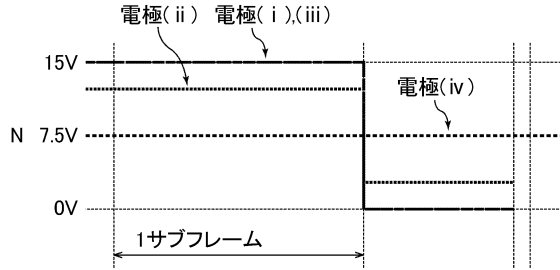
【図22】



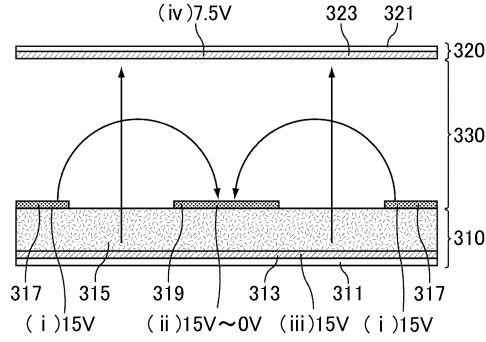
【図23】



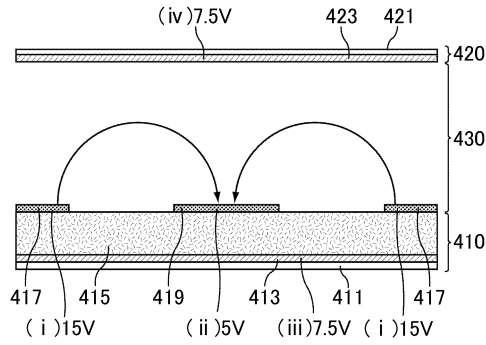
【図20】



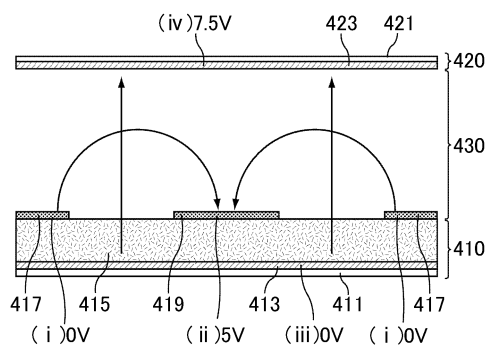
【図21】



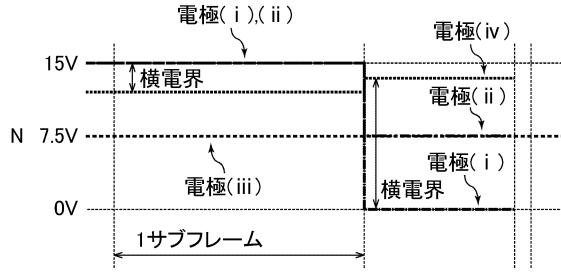
【図24】



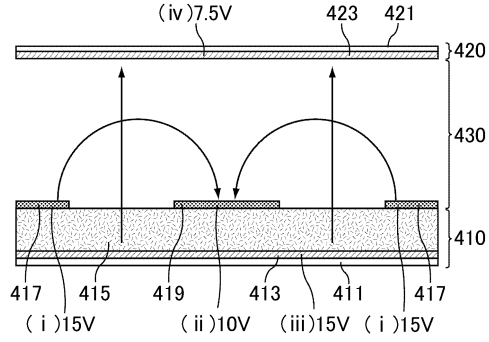
【図25】



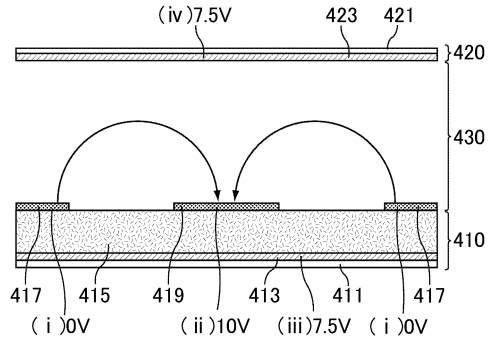
【図26】



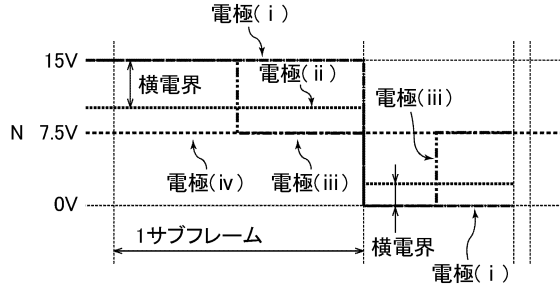
【図27】



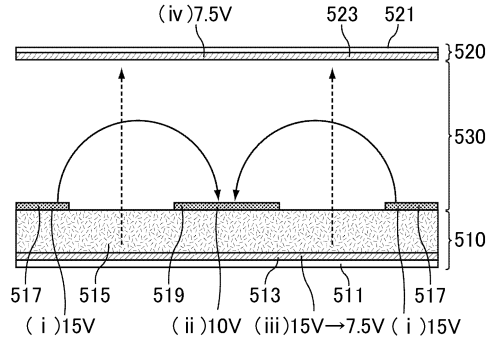
【図28】



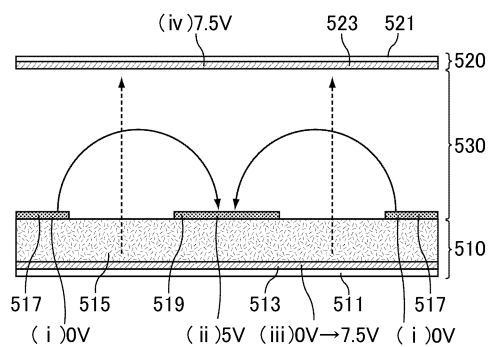
【図29】



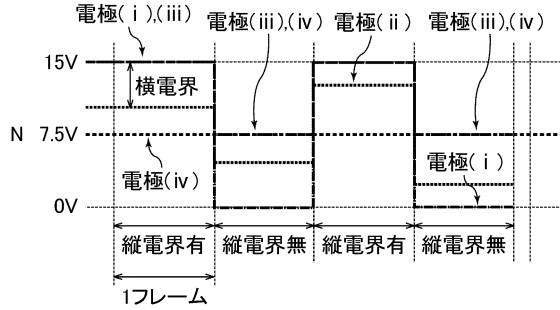
【図30】



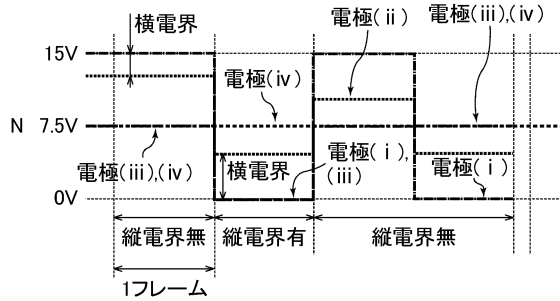
【図31】



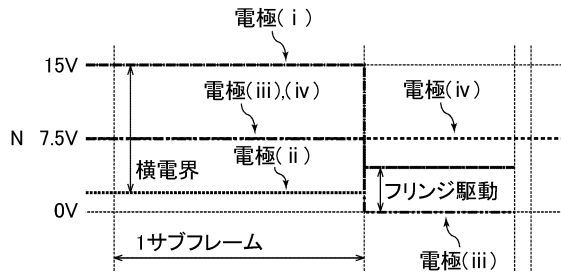
【図32】



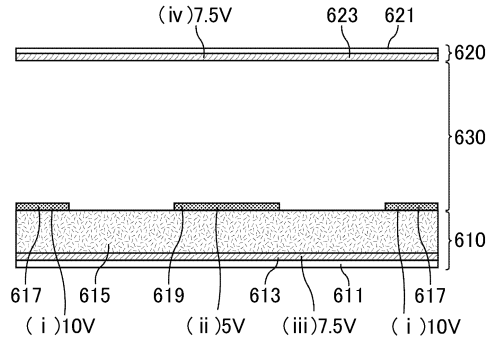
【図33】



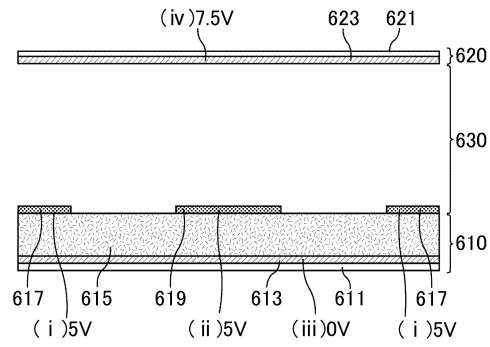
【図34】



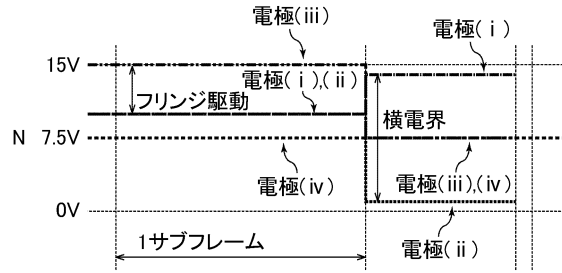
【図35】



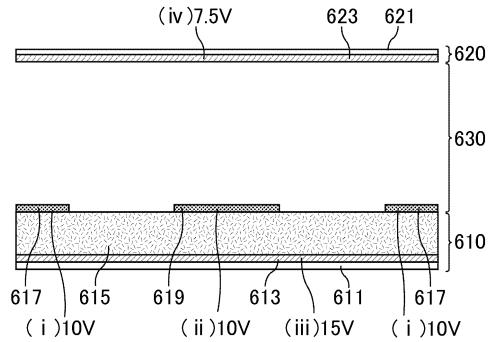
【図36】



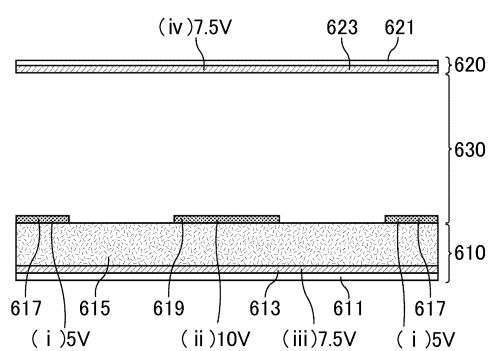
【図37】



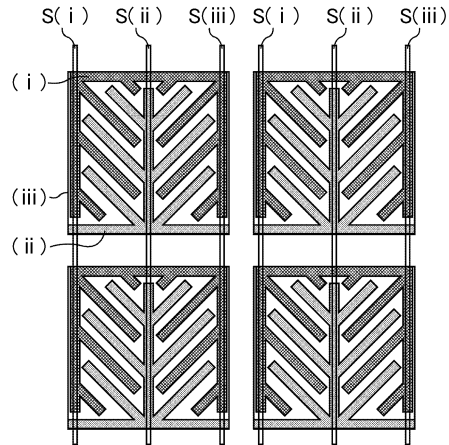
【図38】



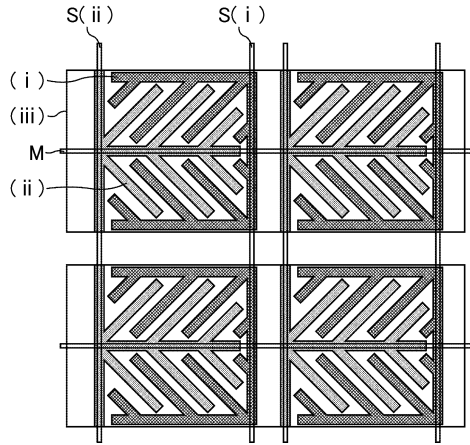
【図39】



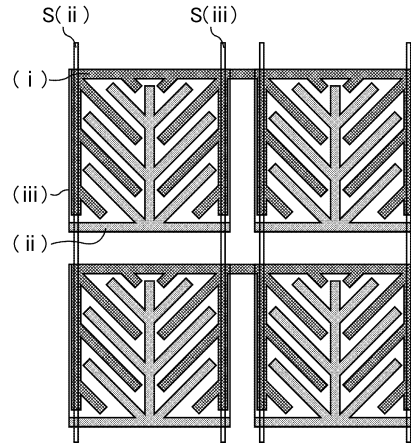
【図40】



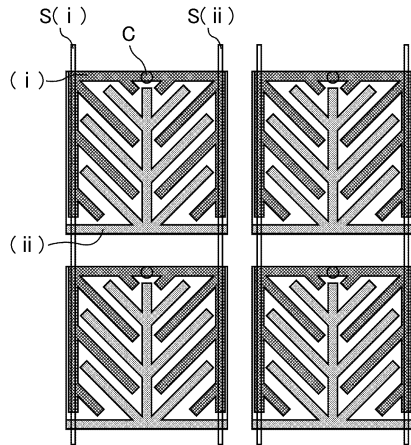
【図 4 1】



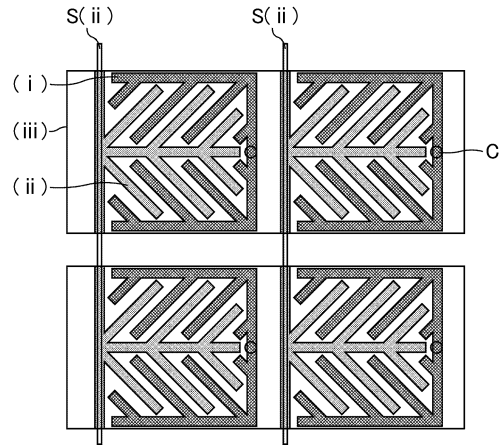
【図 4 2】



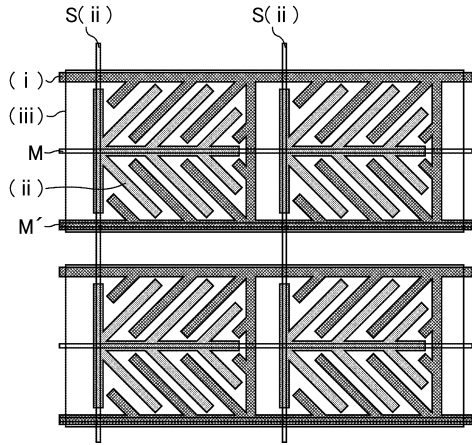
【図 4 3】



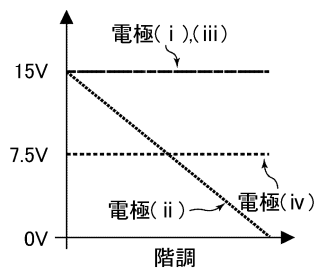
【図 4 4】



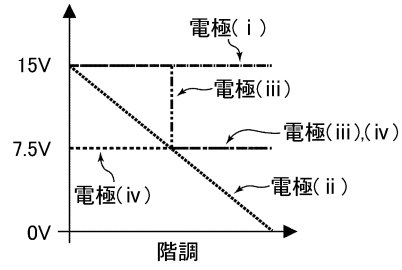
【図 4 5】



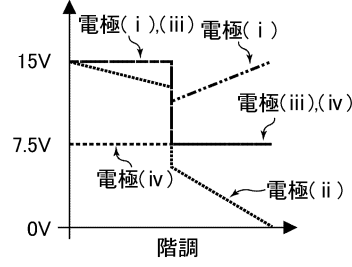
【図 4 6】



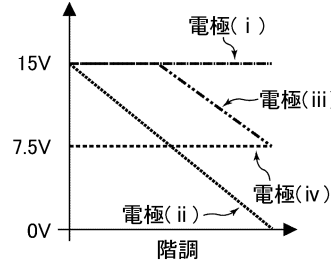
【図 4 7】



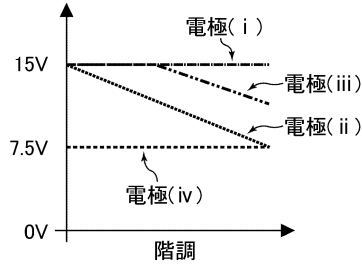
【図 4 8】



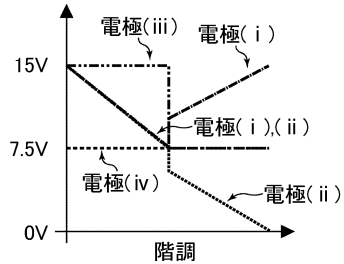
【図 4 9】



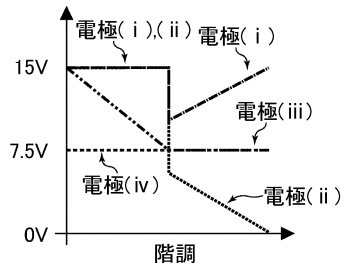
【図 5 0】



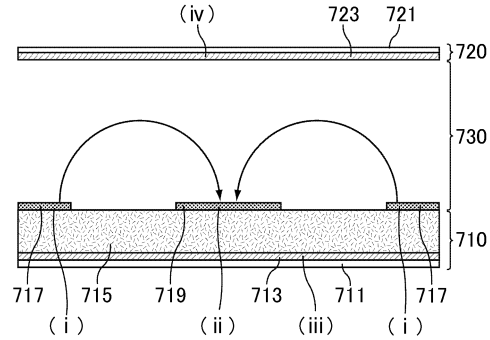
【図 5 1】



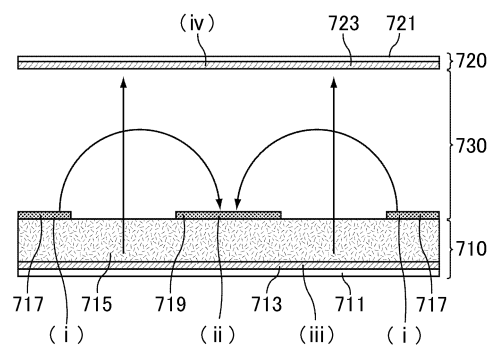
【図 5 2】



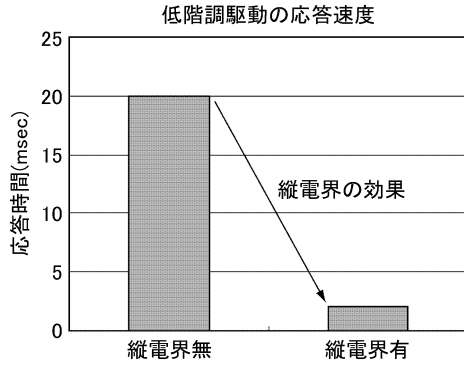
【図 5 3】



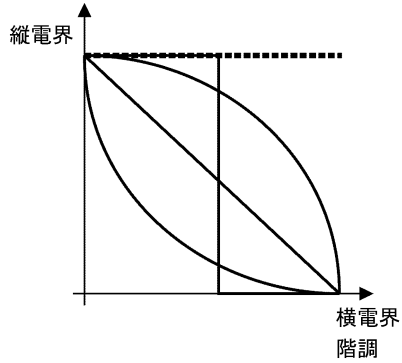
【図 5 4】



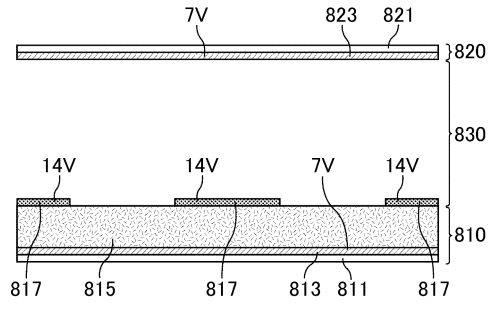
【図55】



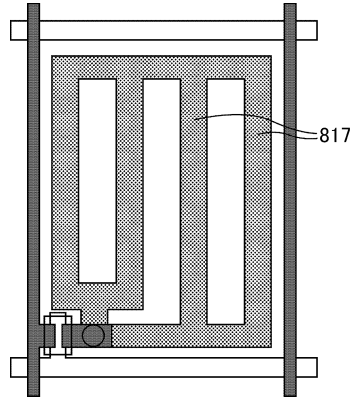
【図56】



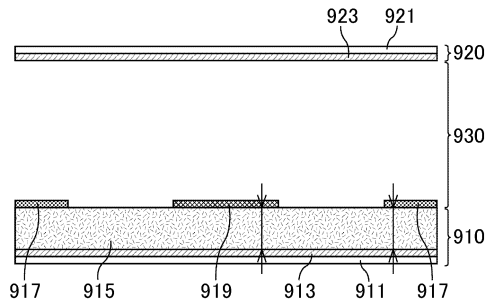
【図57】



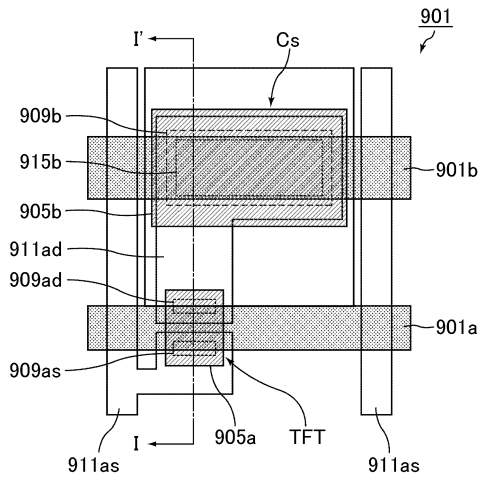
【図58】



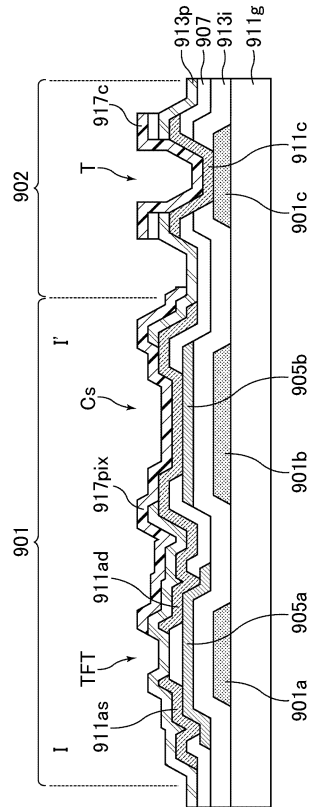
【図60】



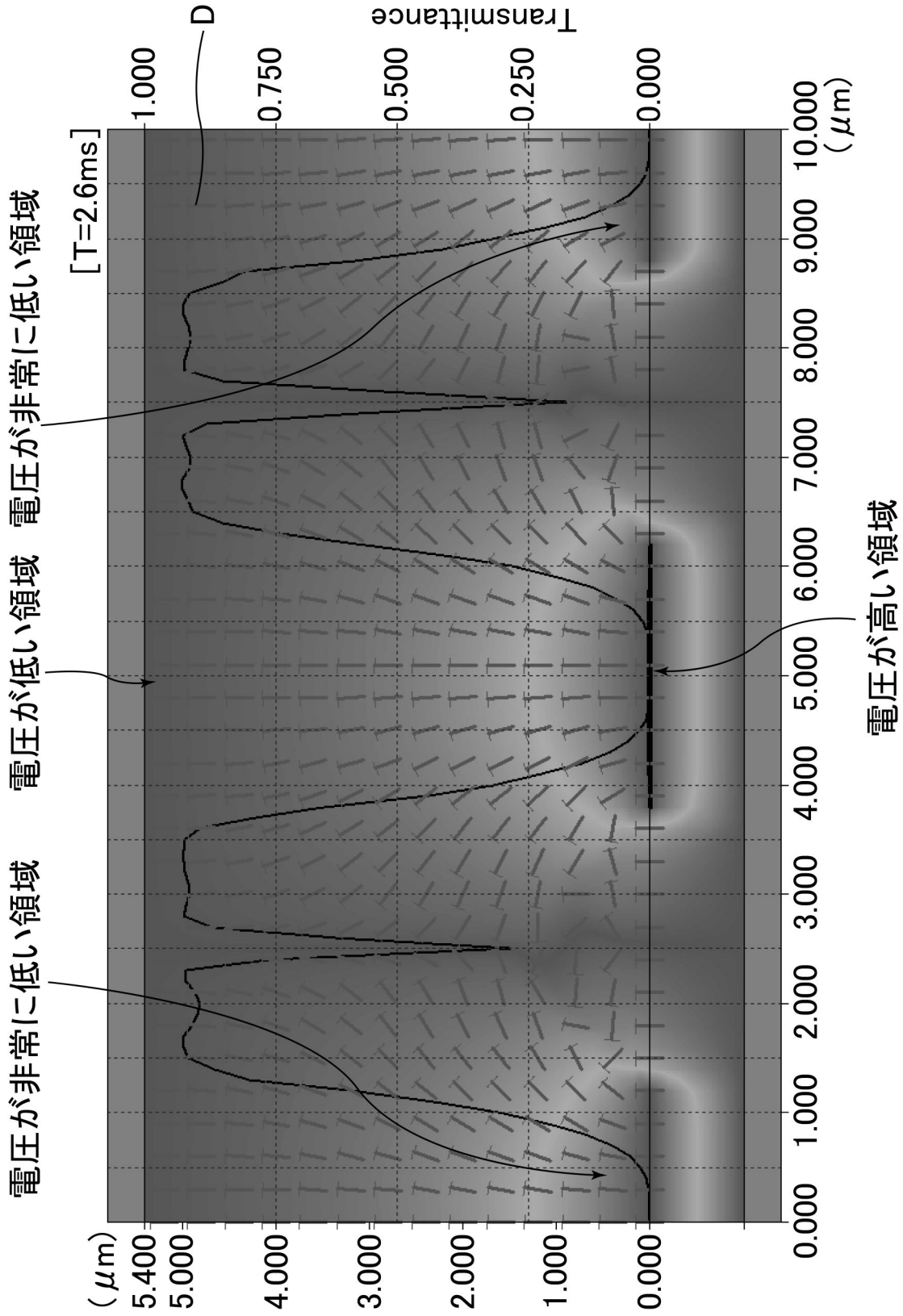
【図61】



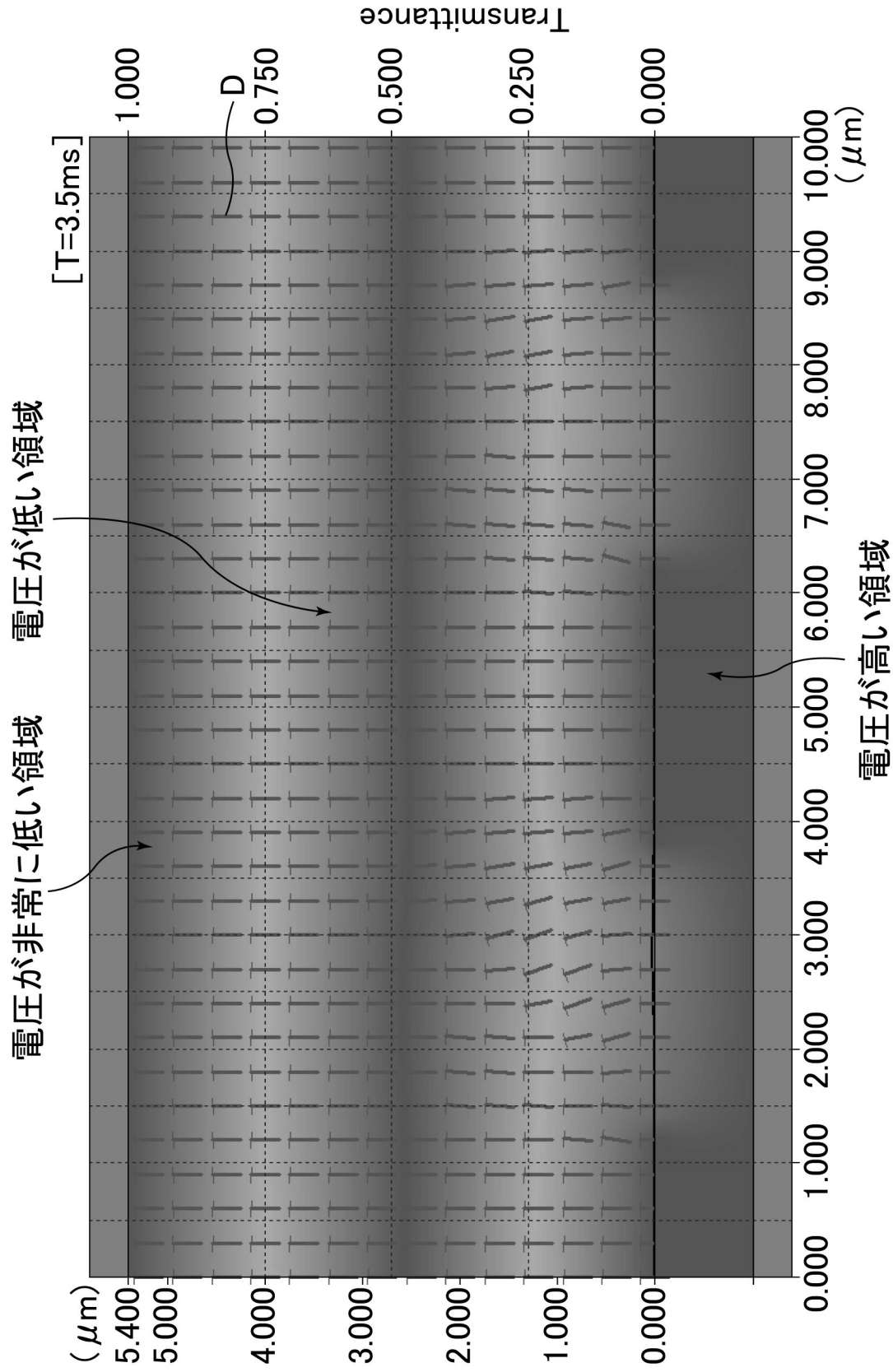
【図62】



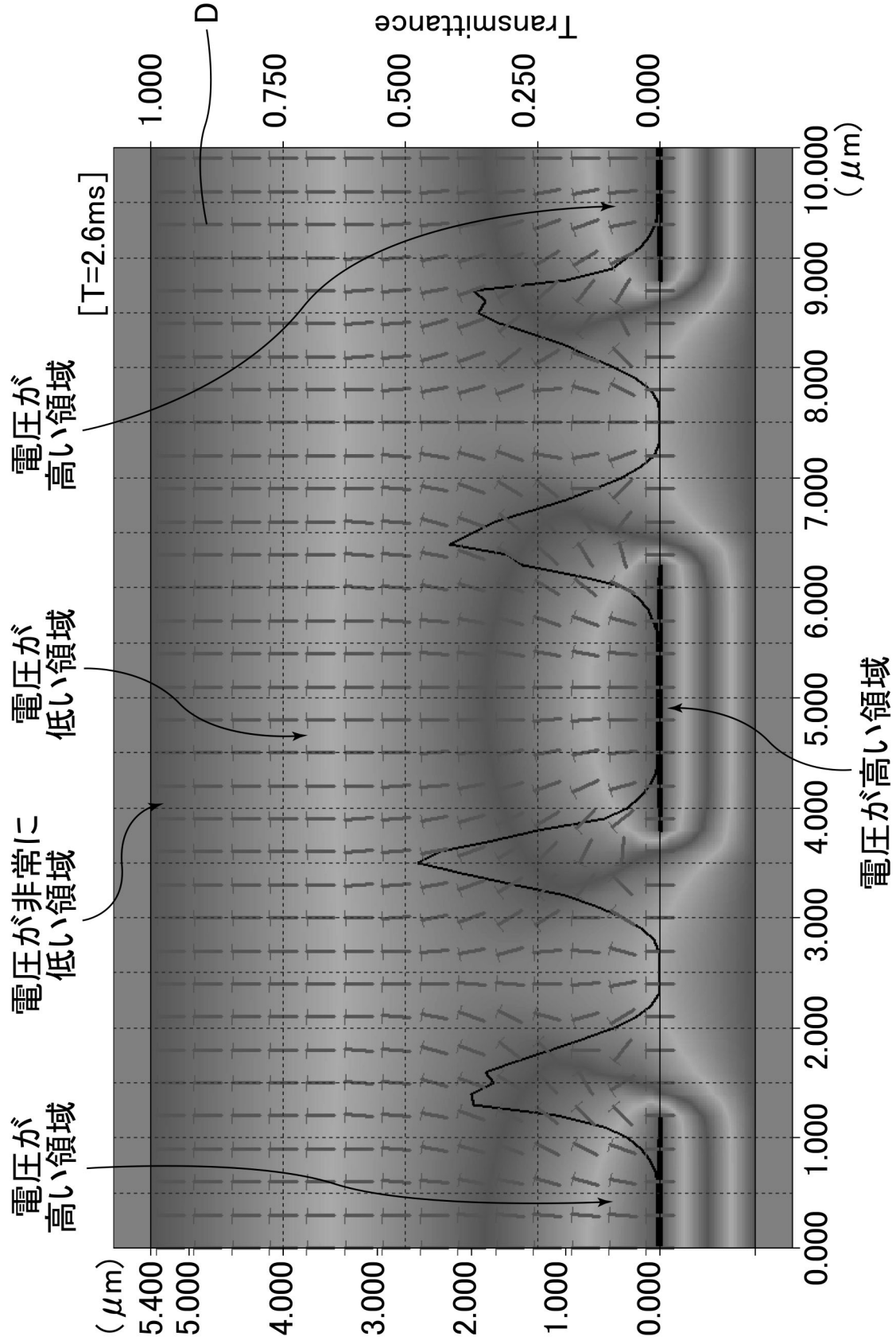
【図4】



【図6】



【図59】



フロントページの続き

- (72)発明者 青山 伊織
日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 吉岡 孝兼
日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 福村 拓

- (56)参考文献 特開平08-043861(JP,A)
特開昭61-017129(JP,A)
特開2002-182228(JP,A)
特開2002-365657(JP,A)
特開2001-209063(JP,A)
特表2006-523850(JP,A)
特開2004-354407(JP,A)
国際公開第2011/043103(WO,A1)
特開2000-356786(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0273638(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1368
G02F 1/133
G02F 1/1343

专利名称(译)	液晶驱动装置和液晶显示装置		
公开(公告)号	JP5719439B2	公开(公告)日	2015-05-20
申请号	JP2013522549	申请日	2012-05-31
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	居山裕一 津田和彦 今奥崇夫 青山伊織 吉岡孝兼		
发明人	居山 裕一 津田 和彦 今奥 崇夫 青山 伊織 吉岡 孝兼		
IPC分类号	G02F1/1368 G02F1/133 G02F1/1343		
CPC分类号	G09G3/36 G02F1/134309 G02F2001/134381 G02F2203/30 G09G3/3648 G09G2300/0426 G09G2300/043 G09G2300/0434 G09G2300/0447 G09G2310/06 G09G2320/0252		
FI分类号	G02F1/1368 G02F1/133.505 G02F1/133.550 G02F1/1343		
审查员(译)	福村 拓		
优先权	2011142346 2011-06-27 JP		
其他公开文献	JPWO2013001979A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在本发明的液晶驱动装置中，当要显示具有等于或小于用于显示的灰度总数的一半的灰度数（低灰度）的显示时，第一电极对（417）的电极之间的电位差（419）（横向电场），同时，执行用于在第二电极对（413）（423）的电极之间产生电位差（垂直电场）的驱动操作要。结果，可以增加响应速度。在显示高灰度的情况下，可以仅通过横向电场驱动液晶，并且可以增加透射率。本发明的液晶驱动装置适用于例如场序型液晶显示装置，车载显示装置和3D显示装置。

	22.5階調	0階調	中間調	中間調(逆極性)
(i)基準電位	15V	0V	15V	0V
(ii)階調電位	0V	0V	15V~0V	0V~15V
(iii)下層電位	15V	0V	15V	0V
(iv)対向電位	7.5V	7.5V	7.5V	7.5V