

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3865277号
(P3865277)

(45) 発行日 平成19年1月10日(2007. 1. 10)

(24) 登録日 平成18年10月13日(2006. 10. 13)

(51) Int. Cl.

G02F 1/136 (2006.01)

F I

G02F 1/136

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平10-31732	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成10年2月13日(1998. 2. 13)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開平11-231340		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(43) 公開日	平成11年8月27日(1999. 8. 27)	(74) 代理人	100078282
審査請求日	平成13年5月7日(2001. 5. 7)		弁理士 山本 秀策
審査番号	不服2003-24905(P2003-24905/J1)	(74) 代理人	100062409
審査請求日	平成15年12月24日(2003. 12. 24)		弁理士 安村 高明
		(74) 代理人	100107489
			弁理士 大塩 竹志
		(72) 発明者	中島 睦
			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	和泉 良弘
			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】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液晶層を挟んで対向配置される一対の基板の一方に、相互に平行に設けられた複数の信号線と、前記各信号線とは少なくとも一部が重畳した状態で前記各信号線に沿った状態に設けられた複数の画素電極と、前記各画素電極とは基板平面方向に離隔して、前記各画素電極とはそれぞれ平行に設けられた複数の信号電極とを具備し、

前記各信号線と前記各画素電極との重畳部に強誘電体層がそれぞれ設けられて、前記各信号線と前記各強誘電体層と前記各画素電極とによって、分極特性が非線形になった非線形素子がそれぞれ構成されており、

前記各画素電極と隣接する前記各信号電極との間に生じる基板平面方向にほぼ平行な成分を主とする電界により液晶層が駆動されて、選択期間に各画素に映像信号が書き込まれ、非選択期間に前記各画素に書き込まれた映像信号が保持され、

前記非線形素子は、前記選択期間に前記強誘電体層に印加される電界によって前記画素の液晶層に電荷を誘起し、誘起された電荷に基づく電界を前記非選択期間に前記画素の液晶層に印加するようになっており、

前記各画素電極の上下一方側に絶縁膜が設けられ、該絶縁膜を挟んで前記各画素電極と重畳するように付加容量電極がそれぞれ設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

液晶層を挟んで対向配置される一対の基板の一方に、相互に平行に設けられた複数の信号線と、前記各信号線とは少なくとも一部が重畳した状態で前記各信号線に沿った状態に

10

20

設けられた複数の画素電極と、前記各画素電極とは基板平面方向に離隔して、前記各画素電極とはそれぞれ平行に設けられた複数の信号電極とを具備し、

前記各信号線と前記各画素電極との重畳部に強誘電体層がそれぞれ設けられて、前記各信号線と前記各強誘電体層と前記各画素電極とによって、分極特性が非線形になった非線形素子がそれぞれ構成されており、

前記各画素電極と隣接する前記各信号電極との間に生じる基板平面方向にほぼ平行な成分を主とする電界により液晶層が駆動されて、選択期間に各画素に映像信号が書き込まれ、非選択期間に前記各画素に書き込まれた映像信号が保持され、

前記非線形素子は、前記選択期間に前記強誘電体層に印加される電界によって前記画素の液晶層に電荷を誘起し、誘起された電荷に基づく電界を前記非選択期間に前記画素の液晶層に印加するようになっており、

10

前記各画素電極が設けられた前記基板に対向する他方の基板に前記液晶層を挟んで前記各画素電極と重畳するように付加容量電極がそれぞれ設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】

前記各画素電極と前記各信号線とが交差し、かつ、前記各画素電極が前記各信号線との交差部の両側で屈曲してそれぞれの屈曲部から、交差した前記信号線の両側に沿って延在している請求項 1 又は請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記付加容量電極が、重畳する前記画素電極に対して前記信号電極側にはみ出さないように形成されている請求項 1 又は請求項 2 に記載の液晶表示装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、テレビジョンセット、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ又は OA (Office Automation) 機器等に用いられるマトリクス型の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、液晶表示装置はその薄型、軽量及び低消費電力等の特徴を活かして、例えば、テレビジョンセット、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータや OA 機器等に用いられている。

30

【0003】

現在普及している液晶表示装置においては、液晶層を挟んで対向する透明電極間に電圧を印加し、液晶層に基板表面とほぼ垂直な電界を生じさせる TN (ツイステッドネマティック) 型や STN (スーパーツイステッドネマティック) 型の表示モードが採用されている。しかし、これらの表示モードのものは画像のコントラスト等の光学特性が視角方向に依存するため、視野角が狭くなるという問題がある。特に、画面が大型化した場合には実用上の問題となり、大型の液晶表示装置が普及する上で大きな制限となっていた。

【0004】

この視野角の問題を改善する方法として、「ASIA DISPLAY '95 P577. ~ P. 580」に電氣的及び光学的特性が詳細に説明されている横電界方式がある。

40

【0005】

図 8 は横電界方式による液晶表示装置の一般的な構成を示す断面図であり、図 9 はその画素の構成を示す平面図である。

【0006】

この液晶表示装置は、マトリクス基板 50 と対向基板 51 との間に液晶層 52 を挟んだ構造となっている。マトリクス基板 50 には複数のゲートライン 53 と複数のコモンライン 54 とが交互に平行に配線され、ゲートライン 53 に直交する方向に複数のソースライン 55 が平行に配線されている。ゲートライン 53 とソースライン 55 とに囲まれた領域に

50

は、コモンライン 54 から分岐したコモン電極 56 と、TFT 57 を介してソースライン 55 に接続されたドレイン電極 58 とが一对の電極としてくし歯状に設けられている。表示装置の開口部 59 は、コモン電極 56 とドレイン電極 58 との間の隙間に対応している。

【0007】

この液晶表示装置において、正の誘電率異方性を有する液晶を用いる場合には、液晶分子をコモン電極 56 とドレイン電極 58 とに対して平行な方向に初期配向させる。そして、コモン電極 56 とドレイン電極 58 との間に電圧を印加して液晶層 52 に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、液晶分子をコモン電極 56 とドレイン電極 58 とに対して直交する方向へ基板面に平行な面内で回転させる。また、負の誘電率異方性を有する液晶を用いる場合には、液晶分子をコモン電極 56 とドレイン電極 58 とに対して直交する方向に配向させる。そして、コモン電極 56 とドレイン電極 58 との間に電圧を印加して液晶層 52 に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、液晶分子をコモン電極 56 とドレイン電極 58 とに対して平行な方向へ基板面に平行な面内で回転させる。このようにして、液晶層 52 を電圧無印加時と電圧印加時とで光学的に変調させることができる。

【0008】

この横電界方式の液晶表示装置における視野角特性については、「ASIA DISPLAY '95 P707. ~ P. 710」に説明されている。この横電界方式によれば液晶分子が基板面にほぼ平行な面内で回転するので、TN型やSTN型のように液晶分子が基板平面に垂直な方向に傾斜する表示モードと比較して、光学特性の視角依存性が飛躍的に減少して視野角特性が大幅に改善される。

【0009】

一方、強誘電体の自発分極を利用した液晶表示装置は、例えば特開平6-43429号公報にその基本的な概念が示されている。この公報によれば、図10に示すように、行信号線と列信号線との間で液晶画素セルの容量 C_{lc} と強誘電体セルの容量 C_{fe} とが直列に接続された液晶表示装置において、強誘電体の自発分極を画素の非選択期間における電圧維持に用いることについて示されている。また、ある画素の非選択期間において、他の画素に対するデータ信号の変動がその画素の強誘電体の自発分極に影響を与えずにほぼ一定の残留分極を維持できるようにするための条件について考察を加えている。

【0010】

また、同様の液晶表示装置は、T. Sato et. al. A new Two-Terminal Device Using Ferroelectric Polymetric Thin Film for Large-Are LCDs (SID '91 DIGEST pp. 18 - pp. 21) にても公表されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

上述した横電界方式の液晶表示装置によれば、視野角特性を大幅に改善できる。しかし、液晶表示装置として利用する場合には設計上のデメリットも生じる。このことについて以下に説明する。

【0012】

横電界方式における閾値電圧 V_c 及び閾値電界 E_c は下記式(1)で表され、応答時間は下記式(2)で表される。

【0013】

$$V_c = E_c \times l = \pi \times l / d \sqrt{(K_2 / \epsilon_0 \Delta \epsilon)} \quad \cdots (1)$$

$$\tau = \gamma \times d^2 / \pi^2 \times K_2 \quad \cdots (2)$$

d : 液晶層厚さ l : 電極間距離

K_2 : 液晶の弾性定数 ϵ : 液晶の誘電率

$\Delta \epsilon$: 液晶の誘電率異方性 γ : 液晶の粘性係数

上記式(1)から分かるように、閾値電圧 V_c は一定の閾値電界 E_c に対して電極間距離

10

20

30

40

50

1 に比例し、また、液晶層厚さ d に反比例している。

【0014】

よって、液晶の駆動電圧を下げるためには、電極間距離 l を小さくするか、又は液晶層厚さ d を大きくする必要がある。ところが、上記式 (2) により、液晶層厚さ d を増加させると応答時間が増大してしまう。

【0015】

従って、低電圧駆動と応答時間の低減とを両立させるためには、液晶層厚さ d と電極間距離 l との両方をできるだけ小さくする必要がある。

【0016】

例えば、液晶駆動電圧を TFT 駆動を行うために適切な 10 V 以下とするためには電極間距離 l を約 15 μm 以下とする必要があるが、この電極間距離で実際の表示装置の電極構造を設計すると、光学変調を制御できる面積が減少して開口率が小さくなってしまうという問題がある。

【0017】

表示装置の開口率が小さい場合、表示の明るさを十分確保するためには非常に高輝度のバックライトと組み合わせる必要があり、薄型、軽量及び低消費電力という液晶表示装置の優れた特徴が失われてしまう。

【0018】

一方、上述した強誘電体の自発分極を液晶層への電圧印加手段として利用した液晶表示装置においては、強誘電体を横電界方式の表示装置に用いることについての記述や示唆は示されておらず、そのような概念に基づく表示装置の構造に関しても示唆する記述はない。

【0019】

本発明は上記従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、薄型、軽量及び低消費電力である優れた特徴を活かすと共に視野角を広くすることができる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明の液晶表示装置は、液晶層を挟んで対向配置される一対の基板の一方に、相互に平行に設けられた複数の信号線と、前記各信号線とは少なくとも一部が重畳した状態で前記各信号線に沿った状態に設けられた複数の画素電極と、前記各画素電極とは基板平面方向に離隔して、前記各画素電極とはそれぞれ平行に設けられた複数の信号電極とを具備し、前記各信号線と前記各画素電極との重畳部に強誘電体層がそれぞれ設けられて、前記各信号線と前記各強誘電体層と前記各画素電極とによって、分極特性が非線形になった非線形素子がそれぞれ構成されており、前記各画素電極と隣接する前記各信号電極との間に生じる基板平面方向にほぼ平行な成分を主とする電界により液晶層が駆動されて、選択期間に各画素に映像信号が書き込まれ、非選択期間に前記各画素に書き込まれた映像信号が保持され、前記非線形素子は、前記選択期間に前記強誘電体層に印加される電界によって前記画素の液晶層に電荷を誘起し、誘起された電荷に基づく電界を前記非選択期間に前記画素の液晶層に印加するようになっており、前記各画素電極の上下一方側に絶縁膜が設けられ、該絶縁膜を挟んで前記各画素電極と重畳するように付加容量電極がそれぞれ設けられていることを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】

また、本発明の液晶表示装置は、液晶層を挟んで対向配置される一対の基板の一方に、相互に平行に設けられた複数の信号線と、前記各信号線とは少なくとも一部が重畳した状態で前記各信号線に沿った状態に設けられた複数の画素電極と、前記各画素電極とは基板平面方向に離隔して、前記各画素電極とはそれぞれ平行に設けられた複数の信号電極とを具備し、前記各信号線と前記各画素電極との重畳部に強誘電体層がそれぞれ設けられて、前記各信号線と前記各強誘電体層と前記各画素電極とによって、分極特性が非線形になった非線形素子がそれぞれ構成されており、前記各画素電極と隣接する前記各信号電極との間に生じる基板平面方向にほぼ平行な成分を主とする電界により液晶層が駆動されて、

10

20

30

40

50

選択期間に各画素に映像信号が書き込まれ、非選択期間に前記各画素に書き込まれた映像信号が保持され、前記非線形素子は、前記選択期間に前記強誘電体層に印加される電界によって前記画素の液晶層に電荷を誘起し、誘起された電荷に基づく電界を前記非選択期間に前記画素の液晶層に印加するようになっており、前記各画素電極が設けられた前記基板に対向する他方の基板に前記液晶層を挟んで前記各画素電極と重畳するように付加容量電極がそれぞれ設けられていることを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】

前記各画素電極と前記各信号線とが交差し、かつ、前記各画素電極が前記各信号線との交差部の両側に屈曲してそれぞれの屈曲部から、交差した前記信号線の両側に沿って延在していてもよい。

【0023】

前記付加容量電極が、重畳する前記画素電極に対して前記信号電極側にはみ出さないように形成されていてもよい。

【0027】

以下、本発明の作用について説明する。

【0028】

本発明にあつては、画素電極と信号電極とにより基板表面にほぼ平行な成分を主とする電界を生じさせて液晶層を駆動する横電界方式の液晶表示装置において、画素電極に電位を与える一方の信号線と画素電極との間に強誘電体層からなる非線形素子を設けているので、信号電極と画素電極とで挟まれた液晶容量 C_{lc} と強誘電体層からなる非線形素子の容量 C_{fe} とが電氣的に直列に接続された構造が得られる。

【0029】

強誘電体層は自発分極 P を有するので、この自発分極 P に相当する電荷が液晶容量 C_{lc} に誘起される。従つて、画素の非選択期間においても、強誘電体層の分極によって生じる電荷に基づく電界を液晶層に印加することができる。これにより、液晶層に印加される電圧を大きくすることができるので、十分なコントラストを得るために従来では約 $15\mu m$ 以下にする必要があつた電極間距離を、例えば後述する実施形態1では $100\mu m$ と広げることができる、その結果、開口率を高くすることができる。

【0030】

また、強誘電体層を挟んで画素電極と一方の信号線とを少なくとも一部重畳して形成し、この重畳部で非線形素子を構成することにより、非線形素子の面積を任意に設定することができる。よつて、適切な電圧を液晶層に容易に印加することができ、画素電極と信号電極との間隔を充分大きくして表示装置の開口率を大きくすることができる。

【0031】

また、強誘電体層を挟んで画素電極と一方の信号線とを交差させ、画素電極を交差部の両側で屈曲させて、その屈曲部からその一方の信号線の両側に沿って延長形成することにより、その一方の信号線からの電界が液晶層に影響を与えるのを防ぐことができる。よつて、液晶層への印加電圧を容易に適切なものにすることができる。

【0032】

また、信号電極は他方の信号線の分岐部であってもよく、その信号線を兼ねていてもよい。この場合、信号電極を別に設ける必要が無いので製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりするのを防ぐことができる。

【0033】

また、一方の基板上に絶縁膜を挟んで画素電極と重畳するように付加容量電極を形成し、又は他方の基板上に液晶層を挟んで画素電極と重畳するように付加容量電極を形成することにより、画素電極と付加容量電極とで挟まれた付加容量と画素電極と信号電極とで挟まれた液晶容量とが電氣的に並列に接続された構造が得られる。これにより画素の容量が液晶容量と付加容量とを加えた値になるので、画素の非選択時における列信号線と行信号線との間の電圧変動の影響を抑制することができる。

【0034】

10

20

30

40

50

この付加容量電極は、他方の基板上に液晶層を挟んで画素電極と重畳するように形成すると、付加容量のための絶縁膜を別に設ける必要がなく、製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりするのを防ぐことができる。

【0035】

また、付加容量電極を他方の信号線の分岐部として形成すると、付加容量電極を別に設ける必要が無いので製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりするのを防ぐことができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

10

【0037】

(実施形態1)

図1は実施形態1の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図であり、図2は図1のA - A'線による断面図である。

【0038】

この液晶表示装置は、液晶層を挟んで対向配置された一对のガラス基板の一方に、複数の平行な列信号線1及び複数の平行な行信号線4が互いに交差（ここでは直交）する方向に配線されている。

【0039】

列信号線1の上には、強誘電体層2を挟んで列信号線1と少なくとも一部が重畳するように画素電極3が設けられ、列信号線1、強誘電体層2及び画素電極3の重畳部で非線形素子8が構成されている。本実施形態1では、強誘電体層2としてP(VDF/TrFE)を用い、列信号線1のパターンと画素電極3のパターンとがずれても非線形素子部8の面積が変化しないように列信号線1を覆うように画素電極3を形成した。

20

【0040】

この画素電極3と離隔して、かつ画素電極3とほぼ平行に行信号線4から分岐した信号電極5が設けられ、画素電極3と信号電極5との間の隙間が表示装置の開口部6に対応している。そして、画素電極3の両側の開口部6、6を1組として1画素が構成されている。本実施形態1では、画素電極3と信号電極5との間隔を100μm、両者の対向部の幅を800μmに設定した。

30

【0041】

この液晶表示装置において、画素電極3とその両側の信号電極5とに挟まれた液晶層は、両電極3、5に印加された電圧に応じて光学変調される。本実施形態1では、正の誘電率異方性を有する液晶を用い、ラビング処理を行うことにより液晶分子7を画素電極3と信号電極5とに対してほぼ平行な方向に初期配向させている。よって、この画素電極3と信号電極5との間に電圧を印加して液晶層に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、画素電極3と信号電極5とにほぼ直交する方向に液晶分子7を回転させるトルクが生じて液晶分子7が回転し、光学変調が得られる。

【0042】

この液晶表示装置の駆動原理について、以下に説明する。

40

【0043】

図3は典型的な強誘電体層の履歴曲線を示すグラフである。この図に示すように、強誘電体層にある程度以上の電界を与えても、全体が単一の分極状態となって飽和するのでほぼ一定の分極値となる。逆に、分極値が飽和した後で電界の値を小さくしても、履歴特性によりほぼ一定の分極値が維持されるが（図中、Aの領域）、電界が零に近づくにつれて少しずつ分極が逆転しはじめ、全体としての分極値が少しずつ小さくなる（図中、Bの領域）。しかし、電界が零になっても、飽和した状態より少し小さい値ではあるが、依然としてかなりの分極値（残留分極Pr）を維持している。さらに逆方向の電界を加えると、残留分極を構成していた分極でも分極が逆転しはじめ、最初は少しずつの逆転（図中、Cの領域）が起こり、ついで急激な逆転（図中、Dの領域）が起こって、所謂抗電界において

50

全体としての自発分極が零になる。

【0044】

本発明の液晶表示装置は、強誘電体層におけるこのような特性、即ち、飽和領域における自発分極の平坦性領域から、残留分極に至る領域、さらには逆電界によって分極の急激な減少に至るまでの領域の分極特性を利用するものであり、強誘電体層の分極によって生じる電荷に基づく電界を、画素の非選択期間において液晶層に印加しようとするものである。

【0045】

この液晶表示装置において、画素に映像信号を書き込む選択時には、強誘電体層2の抗電界以上の電圧を行信号線4と列信号線1との間に印加して強誘電体層2の自発分極を制御する。また、書き込まれた映像信号を保持する非選択時には、行信号線4と列信号線1との間に印加される電圧を強誘電体層2の抗電界を超えない範囲にすることで自発分極が保持される。

10

【0046】

これにより液晶層に印加される電圧は、例えば以下のようになる。

【0047】

画素電極3と信号電極5とで挟まれた液晶容量 C_{lc} は画素電極3を介して強誘電体層2の容量 C_{fe} と直列に接続されており、強誘電体層3が自発分極 P を有するので、この自発分極 P に相当する電荷が液晶容量 C_{lc} に誘起される。従って、画素電極3と信号電極5とで挟まれた液晶層に印加される電圧 V_{lc} は下記式(3)で表される。

20

【0048】

$$V_{lc} = (V \times C_{fe} - P \times A_{fe}) / (C_{lc} + C_{fe}) \quad \dots (3)$$

V ：行信号線と列信号線との間の電圧

C_{fe} ：非線形素子の容量

A_{fe} ：非線形素子の面積

C_{lc} ：液晶容量

上記式(3)は、 $P \times A_{fe} \gg V \times C_{fe}$ 、かつ、 $C_{lc} \gg C_{fe}$ の条件において下記式(4)で近似できる。

【0049】

$$V_{lc} = E_{lc} \times l = -P \times A_{fe} / C_{lc} \quad \dots (4)$$

30

ここで、十分なコントラストを得るためには液晶層に印加される電界強度 E_{lc} を約 $0.7 \times 10^6 \text{ V/m}$ より大きくする必要がある。本実施形態1では、画素電極3と信号電極5との間隔を $100 \mu\text{m}$ 、両者の対向部の幅を $800 \mu\text{m}$ に設定しているので、十分なコントラストを得るためには液晶層に印加される電圧 V_{lc} を約 70 V より大きくする必要がある。

【0050】

一方、 $P(VDF/TrFE)$ からなる強誘電体層2の自発分極 P は約 100 mC/m^2 であり、液晶容量 C_{lc} が約 0.1 pF であるので、非線形素子8の面積 A_{fe} が $100 \mu\text{m}^2$ であっても $V_{lc} = 100 \text{ V}$ であり、液晶層に十分な電圧を印加することができる。

40

【0051】

このように、本実施形態1によれば、強誘電体層の自発分極により液晶層への印加電圧を充分大きくすることができるので、画素電極3と信号電極5との間隔を大きくして、開口率を大きくすることができる。その結果、広い視野角特性と薄型、軽量及び低消費電力という優れた特性とを両立させることができる。また、 PZT や $BaTiO_3$ 等の強誘電体層を用いることにより、自発分極 P をさらに大きくして液晶層に印加される電圧 V_{lc} をより大きくすることもできる。

【0052】

また、非線形素子8の面積 A_{fe} は列信号線1と画素電極3との重畳部の面積で決定されるので、本実施形態1のように列信号線1を覆うように画素電極3を形成することにより

50

、列信号線 1 のパターンと画素電極 3 のパターンとがずれても非線形素子部 8 の面積が変化せず、液晶層への印加電圧を適切な値に制御することができる。

【0053】

なお、本実施形態 1 において、行信号線 4 及び信号電極 5 は、上記一方の基板と液晶層を挟んで対向配置される他方の基板に設けてもよい。

【0054】

(実施形態 2)

本実施形態 2 では、非線形素子を列信号線と画素電極との交差部に設けた例について説明する。

【0055】

図 4 は実施形態 2 の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図である。

【0056】

この液晶表示装置は、液晶層を挟んで対向配置された一対のガラス基板の一方に、複数の平行な列信号線 20 及び複数の平行な行信号線 22 が互いに交差（ここでは直交）する方向に配線されている。

【0057】

列信号線 20 の上には、強誘電体層（図示せず）を挟んで列信号線 20 と交差するように画素電極 21 が設けられ、列信号線 20、強誘電体層及び画素電極 21 の重畳部で非線形素子 28 が構成されている。また、画素電極 21 は、列信号線 20 との交差部の両側で屈曲して列信号線 20 の両側に沿って延びている。

【0058】

この画素電極 21 と離隔し、かつ、画素電極 21 とほぼ平行に行信号線 22 から分岐した信号電極 23 が設けられ、画素電極 21 と信号電極 23 との間の隙間が表示装置の開口部 24 に対応している。そして、画素電極 21 の両側の開口部 24、24 を 1 組として 1 画素が構成されている。

【0059】

この液晶表示装置において、画素電極 21 とその両側の信号電極 23 とに挟まれた液晶層は、両電極 21、23 に印加された電圧に応じて光学変調される。本実施形態 2 では、正の誘電率異方性を有する液晶を用いて液晶分子 25 を画素電極 21 と信号電極 23 とに対してほぼ平行な方向に初期配向させている。よって、画素電極 21 と信号電極 23 との間に電圧を印加して液晶層に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、画素電極 21 と信号電極 23 とにほぼ直交する方向に液晶分子 25 を回転させるトルクが生じて液晶分子 25 が回転し、光学変調が得られる。

【0060】

本実施形態 2 の液晶表示装置の駆動原理は実施形態 1 と同様であり、液晶層に印加される電圧 V_{lc} は液晶容量 C_{lc} 、非線形素子の面積 A_{fe} 、非線形素子の容量 C_{fe} 、強誘電体層の自発分極 P で決定される。この中でも特に、非線形素子の面積 A_{fe} は非線形素子の容量 C_{fe} の因子でもあり、電気特性を決定付ける重要な因子である。

【0061】

そこで、本実施形態 2 においては、画素電極 21 と列信号線 20 との交差部に非線形素子 28 を形成し、これにより非線形素子 28 の面積 A_{fe} を容易に任意な面積に設計できるようにしているのである。これにより、液晶層への印加電圧を容易に適切な大きさに設定することができるので、画素電極 21 と信号電極 23 との間隔を大きくして開口率を大きくすることができる。その結果、広い視野角特性と薄型、軽量及び低消費電力という優れた特性とを両立させることができる。

【0062】

また、本実施形態 2 では、画素電極 21 を列信号線 20 との交差部の両側で屈曲させて列信号線 20 の両側に沿って延在させているので、列信号線 20 からの電界が表示に影響を及ぼすのを防ぐことができる。よって、さらに高品位の画像表示を行うことが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

なお、本実施形態 2 においても、行信号線 2 2 及び信号電極 2 3 は、上記一方の基板と液晶層を挟んで対向配置される他方の基板に設けてもよい。

【 0 0 6 4 】

(実施形態 3)

本実施形態 3 では、付加容量を設けた例について説明する。

【 0 0 6 5 】

図 5 は実施形態 3 の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図であり、図 6 はその B - B ' 線断面図である。

【 0 0 6 6 】

この液晶表示装置は、液晶層を挟んで対向配置された一対のガラス基板の一方に、複数の平行な列信号線 3 0 及び複数の平行な行信号線 3 2 が互いに交差（ここでは直交）する方向に配線されている。

【 0 0 6 7 】

列信号線 3 0 の上には、強誘電体層 3 2 を挟んで列信号線 3 0 と交差するように画素電極 3 1 が設けられ、列信号線 3 0、強誘電体層 3 8 a 及び画素電極 3 1 の重畳部で非線形素子 3 8 が構成されている。また、画素電極 3 1 は、列信号線 3 0 との交差部の両側で屈曲して列信号線 3 0 の両側に沿って延びている。

【 0 0 6 8 】

画素電極 3 1 の列信号線 3 0 の両側に沿って延びている部分の上には、基板全面に設けられた絶縁膜 3 3 a を挟んで行信号線 3 2 から分岐した付加容量電極 3 3 が設けられ、画素電極 3 1、絶縁膜 3 3 a 及び付加容量電極 3 3 の重畳部で付加容量が構成されている。

【 0 0 6 9 】

この画素電極 3 1 と離隔し、かつ、画素電極 3 1 とほぼ平行に行信号線 3 2 から分岐した信号電極 3 4 が設けられ、画素電極 3 1 と信号電極 3 4 との間の隙間が表示装置の開口部 3 5 に対応している。そして、画素電極 3 1 の両側の開口部 3 5、3 5 を 1 組として 1 画素が構成されている。

【 0 0 7 0 】

この液晶表示装置において、画素電極 3 1 とその両側の信号電極 3 4 とに挟まれた液晶層は、両電極 3 1、3 4 に印加された電圧に応じて光学変調される。本実施形態 4 では、正の誘電率異方性を有する液晶を用いて液晶分子 3 6 を画素電極 3 1 と信号電極 3 4 とに対してほぼ平行な方向に初期配向させている。よって、画素電極 3 1 と信号電極 3 4 との間に電圧を印加して液晶層に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、画素電極 3 1 と信号電極 3 4 とにほぼ直交する方向に液晶分子 3 6 を回転させるトルクが生じて液晶分子 3 6 が回転し、光学変調が得られる。

【 0 0 7 1 】

本実施形態 3 の液晶表示装置の駆動原理においては、実施形態 1 における液晶容量 C_{lc} が液晶容量 C_{lc} と付加容量 C_{cs} とを加えたものとなり、その他は実施形態 1 と同様である。

【 0 0 7 2 】

実施形態 1 で説明したように、液晶層に印加される電圧 V_{lc} は上記式 (4) で近似でき、非線形素子の面積 A_{fe} に比例する。つまり、非線形素子の面積 A_{fe} のばらつきがそのまま液晶層に印加される電圧 V_{lc} のばらつきとなるので、非線形素子の面積 A_{fe} の精度を高める必要がある。パターンニングの絶対的な精度が非線形素子の面積 A_{fe} に与える影響を相対的に緩和するためには、非線形素子を構成するパターンの各辺の長さを長くして非線形素子の面積 A_{fe} の絶対値を大きくすればよい。

【 0 0 7 3 】

しかし、非線形素子の面積 A_{fe} が増加すると非線形素子の容量 C_{fe} も共に増加するので、上記式 (4) で近似できる条件である $P \times A_{fe} > V \times C_{fe}$ 、かつ、 $C_{lc} > C_{fe}$ が満たされなくなる。その結果、液晶層に印加される電圧 V_{lc} は上記式 (3) に

10

20

30

40

50

従うことになる。

【 0 0 7 4 】

上記式 (3) では、列信号線と信号電極との間の電圧の変化量 ΔV に比例して下記式 (5) に示すような液晶層に印加される電圧の変動 ΔV_{lc} が生じる。

【 0 0 7 5 】

$$\Delta V_{lc} = \Delta V \times C_{fe} / (C_{lc} + C_{fe}) \quad \cdots (5)$$

ここで、列信号線には各行に対応した映像信号が順次入力されるので、液晶層に印加される電圧 V_{lc} が他の画素の映像信号に影響されて変動し、これがクロストーク等の原因となる。

【 0 0 7 6 】

そこで、本実施形態 3 においては、絶縁膜 33a を挟んで画素電極 31 と重畳するように付加容量電極 33 を設けて、液晶容量と並列に接続された付加容量を形成しているのである。これにより、液晶層に印加される電圧の変動を小さくすることができるので、パターンニングの精度を緩和することができる。その結果、広い視野角特性と薄型、軽量及び低消費電力という優れた特性を両立させ、さらに、量産性も向上することができる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態 3 においても、実施形態 2 と同様に、画素電極 31 と列信号線 30 との交差部に非線形素子 38 を形成しているので、非線形素子 38 の面積 A_{fe} を容易に任意な面積に設計できる。よって、液晶層への印加電圧を容易に適切な大きさに設定し、画素電極 31 と信号電極 34 との間隔を大きくして開口率を大きくすることができる。また、画素電極を列信号線 30 との交差部の両側で屈曲させて列信号線 30 の両側に沿って延在させているので、列信号線 30 からの電界が表示に影響を及ぼすのを防ぐことができる。よって、さらに高品位の画像表示を行うことが可能である。

【 0 0 7 8 】

なお、本実施形態 3 において、付加容量電極 33 は、画素電極 31 よりも信号電極 34 側にはみ出さないように形成すれば、付加容量電極 33 から開口部への電界の影響を少なくすることができる。

【 0 0 7 9 】

また、付加容量電極 33 は行信号線 32 から分岐させたが、付加容量電極用に他の信号線を設けてもよい。但し、付加容量電極 33 を行信号線から分岐させた場合には、製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりしない。

【 0 0 8 0 】

また、絶縁膜及び付加容量電極を画素電極よりも基板側に設けてもよい。

【 0 0 8 1 】

さらに、行信号線 32 及び信号電極 34 は、上記一方の基板と液晶層を挟んで対向配置される他方の基板に設けてもよい。また、付加容量電極 33 も他方の基板に設けてもよい。この場合、画素電極 31 と付加容量電極 33 とで挟まれた液晶層を誘電層とした付加容量が得られる。

【 0 0 8 2 】

(実施形態 4)

本実施形態 4 では、非線形素子を行信号線と画素電極との交差部に設けた例について説明する。

【 0 0 8 3 】

図 7 は実施形態 4 の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図である。

【 0 0 8 4 】

この液晶表示装置は、液晶層を挟んで対向配置された一对のガラス基板の一方に、複数の平行な行信号線 40 及び複数の平行な列信号線 42 が互いに交差 (ここでは直交) する方向に配線されている。

【 0 0 8 5 】

行信号線 40 の上には、強誘電体層 (図示せず) を挟んで行信号線 40 と交差するように

10

20

30

40

50

画素電極 4 1 が設けられ、行信号線 4 0、強誘電体層及び画素電極 4 1 の重畳部で非線形素子 4 8 が構成されている。また、画素電極 4 1 は、行信号線 4 0 との交差部から列信号線 4 2 と平行な方向に延びている。

【 0 0 8 6 】

列信号線 4 2 は画素電極 4 1 の両側にある 1 本ずつが端部（この図では上端）でつながって同一信号が入力されるようになっており、画素電極 4 1 と列信号線 4 2 との間の隙間が表示装置の開口部 4 3 に対応している。そして、画素電極 4 1 の両側の開口部 4 3、4 3 を 1 組として 1 画素が構成されている。

【 0 0 8 7 】

この液晶表示装置において、画素電極 4 1 とその両側の列信号線 4 2 とに挟まれた液晶層は、画素電極 4 1 と列信号線 4 2 との間に印加された電圧に応じて光学変調される。本実施形態 4 では、正の誘電率異方性を有する液晶を用いて液晶分子 4 4 を画素電極 4 1 と列信号線 4 2 とに対してほぼ平行な方向に初期配向させている。よって、画素電極 4 1 と列信号線 4 2 との間に電圧を印加して液晶層に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、画素電極 4 1 と列信号線 4 2 とにほぼ直交する方向に液晶分子 4 4 を回転させるトルクが生じて液晶分子 4 4 が回転し、光学変調が得られる。

【 0 0 8 8 】

本実施形態 4 の液晶表示装置の駆動原理は実施形態 1 と同様であり、本実施形態 4 では、画素電極 4 1 と行信号線 4 0 との交差部に非線形素子 4 8 を形成してあるので、非線形素子 4 8 の面積 A_{fe} を容易に任意な面積に設計できる。よって、液晶層への印加電圧を容易に適切な大きさに設定することができ、画素電極 4 1 と信号電極である列信号線 4 2 との間隔を大きくして開口率を大きくすることができる。その結果、広い視野角特性と薄型、軽量及び低消費電力という優れた特性とを両立させることができる。

【 0 0 8 9 】

なお、本実施形態 4 においては、列信号線 4 2 は、上記一方の基板と液晶層を挟んで対向配置される他方の基板に設けてもよい。

【 0 0 9 0 】

また、上記実施形態 1 ~ 4 において、強誘電体層としては P V D F や P (V D F / T r F E) 等の有機材料又は B a T i O₃ や P Z T 等の無機材料を用いることができ、配線や電極材料としては A l、T i、T a、C r、C u、W やそれらの合金を用いることができ、絶縁膜の材料としては S i O₂、T a₂O₅、S i N_x 等を用いることができるが、その他の材料であってもよく、画面サイズ、画素ピッチ等の仕様や製造プロセスの容易さ等に応じて適宜選択して用いることが可能である。

【 0 0 9 1 】

また、上記実施形態 1 ~ 4 では、画素電極の長手方向を列方向に配置した例について説明したが、画素形状が横長である場合等には画素電極の長手方向を行方向に配置するのが好ましい場合もある。よって、画素サイズや画素ピッチ等に応じて適切な形状の画素電極を形成すればよい。

【 0 0 9 2 】

また、上記実施形態 1 ~ 4 では、正の誘電率異方性を有する液晶を用いた例について説明したが、負の液晶を用いた液晶表示装置についても本発明は適用可能である。この場合、液晶分子を画素電極と信号電極とに対してほぼ直交する方向に初期配向させる。そして、画素電極と信号電極とに電位を与えて液晶層に基板表面とほぼ平行な電界を生じさせることにより、液晶分子が画素電極と信号電極とにほぼ平行な方向になるように基板面にほぼ平行な面内で回転させて、光学変調を得る。

【 0 0 9 3 】

さらに、上記実施形態 1 ~ 4 では上記式 (4) を成立させるために $C_{lc} > C_{fe}$ の条件が成立する場合について説明したが、本発明の液晶表示装置を駆動する条件は単純ではなく、これに限られない。例えば $C_{lc} > C_{fe}$ が成立しない場合には、上述の図 3 から予想されるように、非選択期間中に強誘電体層に印加される電圧としては、可能な限り

10

20

30

40

50

図中の平坦な領域の電圧であるのが好ましい。その意味で最良の領域は図3のAの領域であり、この領域では平坦性が高いため、画素に印加される電界の変動が少ない。次に好ましい領域は図3のBの領域であり、その次に好ましいのはCの領域である。一方、Dの領域では、印加される電界に大きな変動が生じるのであまり好ましくない。しかし、非選択期間中において、強誘電体層に印加される電界が絶対にD領域に入ってはいけないということではない。

【0094】

その理由は、液晶層は印加電圧の実効値に対応して応答するため、例えば非選択期間中の50分の1の期間だけD領域に入ったとしてもそれ以外の50分の49の期間がA、B、Cの領域で動作していれば、印加電圧の実効値はA、B、Cの領域で動作する期間中の実効値で決定され、D領域で動作する期間の影響は小さくなるからである。従って、非選択期間中のある程度の期間をD領域で動作することがあっても、実質的に十分な品位の表示を得ることが可能であり、また、A、B、Cの領域で動作する時間の比についても一概に決定することはできない。なお、実質的に十分な品位の表示についても、表示装置の用途や目的によっても基準が変動するため、絶対的な基準は存在しない。

10

【0095】

なお、図3に示した履歴特性のうち、自発電極による分域の揃った領域であるA、B、Cの領域を用いるのが好ましく、又は上記(2)を成立させるための条件である $C_{lc} > C_{fe}$ が好ましいというのは、実質的に十分な表示品位を得るための理想的な一条件として例を挙げているだけであり、これらは必要条件ではない。よって、これらの条件を満たさなくても本発明の本質を外れるわけではないが、これらの条件から離れるにつれてその表示品位が理想状態から少しずつ離れていくことがある。従って、表示装置の用途や目的によってその劣化の度合いが実用上十分な程度になるように条件を設定すればよい。

20

【0096】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、液晶層に基板表面とほぼ平行な成分を主として有する電界を印加することにより、液晶層の視野角を広げることができる。また、画素電極に電位を与える一方の信号線と画素電極との間に強誘電体層からなる非線形素子を設けているので、電極間距離を広げて開口率を高くしても十分に高い電界を液晶層に印加することができる。よって、薄型、軽量、低消費電力であり、しかも視野角が広い液晶表示装置を実現することができる。

30

【0097】

また、画素電極と一方の信号線との重畳部に非線形素子を形成することにより、非線形素子の面積を任意に設定することができるので、液晶層への印加電圧を容易に適切なものにすることができる。

【0098】

また、画素電極を一方の信号線との交差部の両側で屈曲させて、その屈曲部からその一方の信号線の両側に沿って延長形成することにより、その一方の信号線からの電界が液晶層に影響を与えるのを防いでより高品位な画像を得ることができる。

【0099】

また、信号電極を他方の信号線の分岐部として形成し、又は他方の信号線を兼ねて形成すると、信号電極を別に設ける必要が無いので製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりするのを防ぐことができる。

40

【0100】

また、絶縁膜や液晶層を挟んで画素電極と重畳するように付加容量電極を設けることにより、画素の非選択時における列信号線と行信号線との間の電圧変動の影響を抑制してさらに高品位の画像を得ることができる。また、非線形素子のパターン精度を緩和することができるので、量産性を高めることができる。

【0101】

この付加容量電極は、他方の基板上に液晶層を挟んで画素電極と重畳するように形成する

50

と、付加容量のための絶縁膜を別に設ける必要がなく、製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりするのを防ぐことができる。

【0102】

さらに、付加容量電極を他方の信号線の分岐部として形成すると、付加容量電極を別に設ける必要が無いので製造プロセスが増加したりパターンが複雑化したりするのを防ぐことができるので、さらに量産性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図である。

【図2】図1のA - A'線による断面図である。

【図3】典型的な強誘電体層の履歴曲線を示すグラフである。

10

【図4】実施形態2の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図である。

【図5】実施形態3の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図である。

【図6】図5のB - B'線による断面図である。

【図7】実施形態4の液晶表示装置の画素の構成を示す平面図である。

【図8】従来の横電界方式による液晶表示装置の一般的な構成を示す断面図である。

【図9】図8の液晶表示装置における画素の構成を示す平面図である。

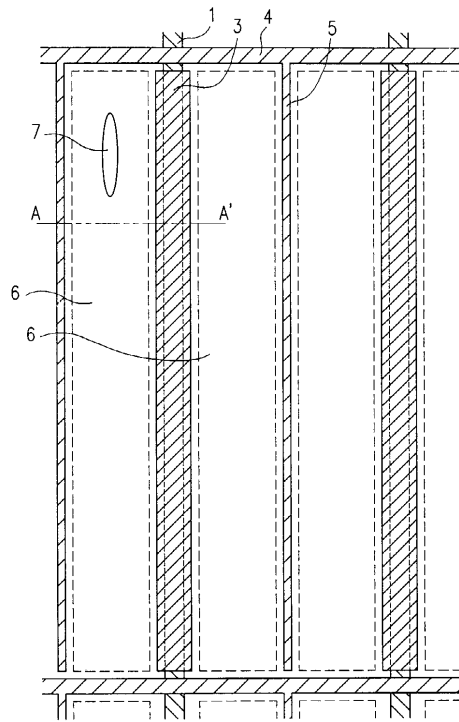
【図10】従来の強誘電体の自発分極を利用した液晶表示装置の基本的な概念を示す図である。

【符号の説明】

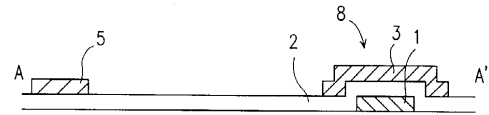
- 1、20、30、42 列信号線
- 2、38a 強誘電体層
- 3、21、31、41 画素電極
- 4、22、32、40 行信号線
- 5、23、34 信号電極
- 6、24、35、43 開口部
- 7、25、36、44 液晶分子
- 8、28、38、48 非線形素子
- 33 付加容量電極
- 33a 絶縁膜

20

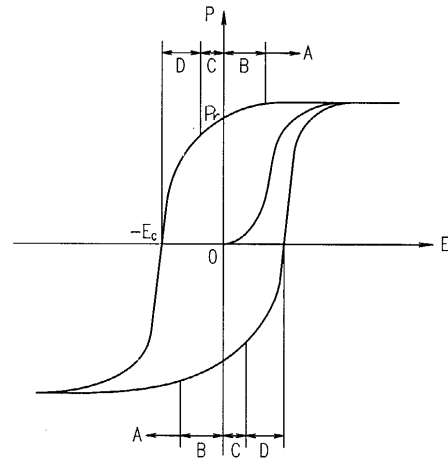
【図 1】



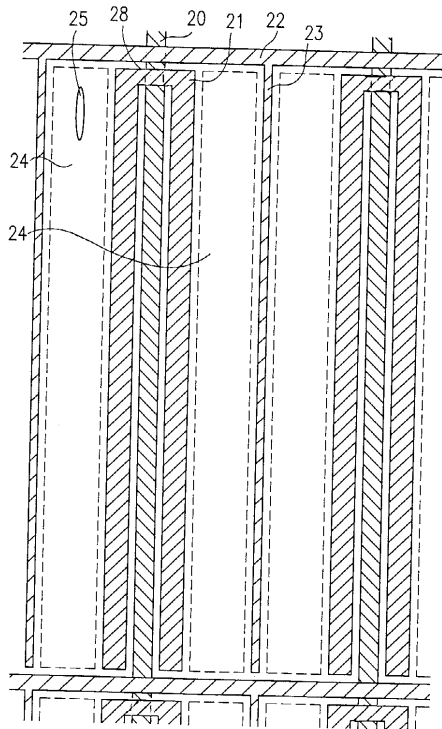
【図 2】



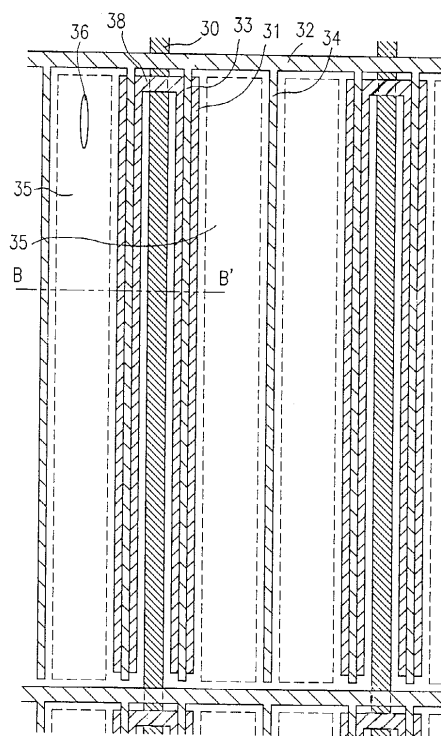
【図 3】



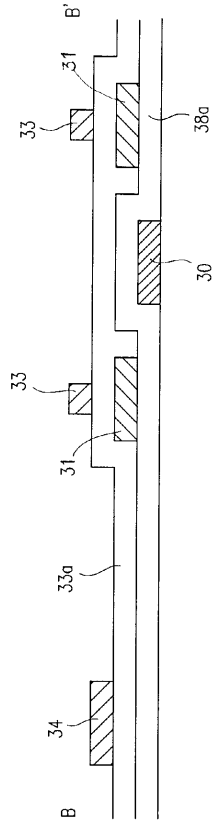
【図 4】



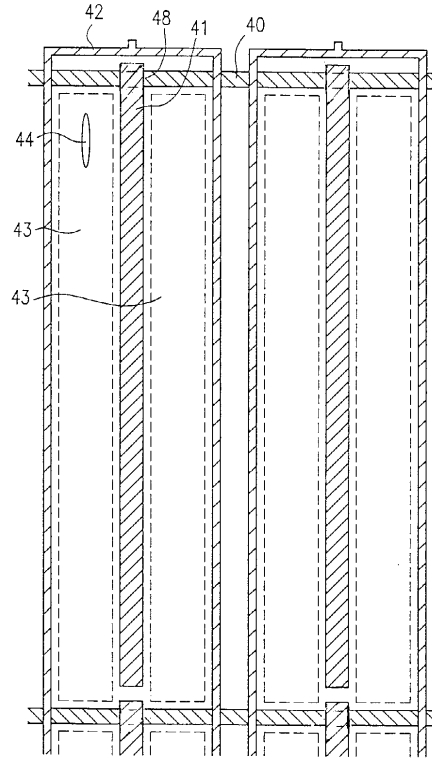
【図 5】



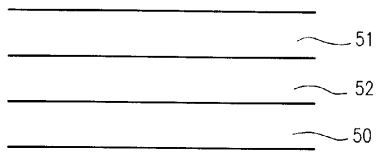
【図 6】



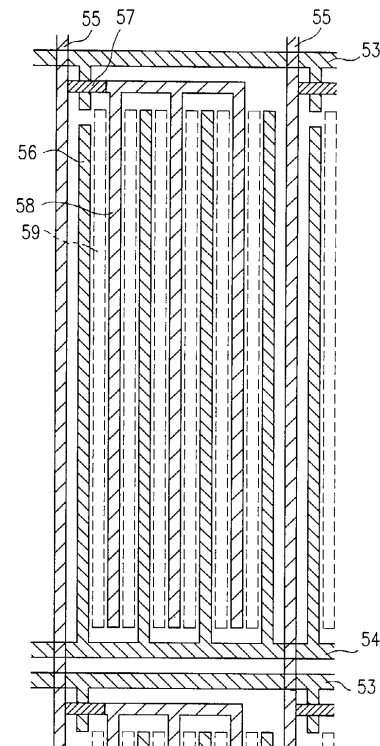
【図 7】



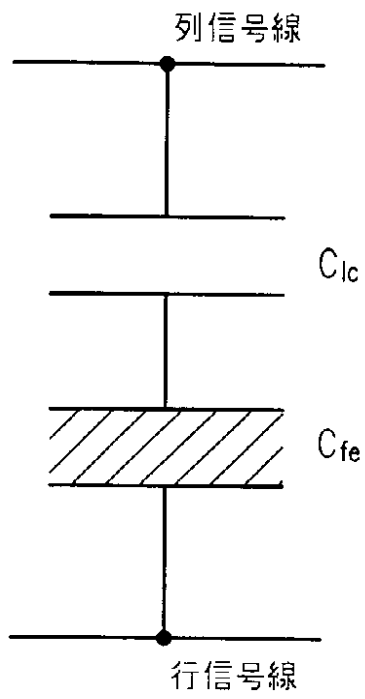
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

合議体

審判長 向後 晋一

審判官 井上 博之

審判官 吉野 三寛

(56)参考文献 特開平 7 - 1 5 9 7 8 6 (J P , A)

特開平 9 - 2 5 8 2 4 5 (J P , A)

特開平 6 - 7 5 2 4 2 (J P , A)

特開昭 6 4 - 1 7 0 2 5 (J P , A)

特開平 6 - 1 9 4 6 9 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02F1/1343-1/1368