

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5161577号
(P5161577)

(45) 発行日 平成25年3月13日(2013.3.13)

(24) 登録日 平成24年12月21日(2012.12.21)

(51) Int.Cl.	F I
GO2F 1/133 (2006.01)	GO2F 1/133 575
GO2F 1/1337 (2006.01)	GO2F 1/1337 505
GO2F 1/139 (2006.01)	GO2F 1/139
	GO2F 1/133 570

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-537606 (P2007-537606)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成18年9月25日 (2006.9.25)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/318973		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(87) 国際公開番号	W02007/037203	(74) 代理人	100101683
(87) 国際公開日	平成19年4月5日 (2007.4.5)		弁理士 奥田 誠司
審査請求日	平成20年3月24日 (2008.3.24)	(74) 代理人	100155000
(31) 優先権主張番号	特願2005-281743 (P2005-281743)		弁理士 喜多 修市
(32) 優先日	平成17年9月28日 (2005.9.28)	(74) 代理人	100139930
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 山下 亮司
		(74) 代理人	100125922
			弁理士 三宅 章子
		(74) 代理人	100151817
			弁理士 川口 寿志

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】

誘電異方性が負の液晶材料を含む垂直配向型の液晶層と、前記液晶層を介して互いに対向する第1基板および第2基板と、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極および前記第2基板の前記液晶層側に設けられた第2電極と、前記第1電極の前記液晶層側に設けられた第1配向膜および前記第2電極の前記液晶層側に設けられた第2配向膜とを備え、画素は、前記第1配向膜による液晶分子の第1プレチルト方向と前記第2配向膜による液晶分子の第2プレチルト方向とが略直交し、且つ、最高階調の表示のための信号電圧が印加されたときの前記液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向が、前記第1プレチルト方向と前記第2プレチルト方向とを略2等分する第1方向である第1液晶ドメインを有する液晶パネルと、

10

前記画素の前記液晶層に1垂直走査期間ごとに信号電圧を供給する駆動回路であって、最低階調の表示を行うための信号電圧としてしきい値電圧 V_{th} の0.96倍未満の電圧を供給するとともに、少なくとも最低階調から最高階調へ表示階調が遷移する際に、最高階調の表示を行うための信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記最低階調の表示を行うための前記信号電圧に代えて、前記液晶層の前記しきい値電圧 V_{th} の0.96倍以上の電圧を供給する駆動回路とを備える、液晶表示装置。

【請求項2】

前記駆動回路は、最低階調の表示を行うための信号電圧としてしきい値電圧 V_{th} の0

20

．96倍未満の電圧を供給するとともに、最低階調から前記しきい値電圧 V_{th} の2.2倍以上の信号電圧を供給する階調へ表示階調が遷移する際に、当該信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記最低階調の表示を行うための前記信号電圧に代えて、前記液晶層の前記しきい値電圧 V_{th} の0.96倍以上の電圧を供給する、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】

前記駆動回路は、最低階調の表示を行うための信号電圧としてしきい値電圧 V_{th} の0.96倍未満の電圧を供給するとともに、最低階調から他の階調へ遷移する全ての場合に、当該信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記最低階調の表示を行うための前記信号電圧に代えて、前記液晶層の前記しきい値電圧 V_{th} の0.96倍以上の電圧を供給する、請求項1または2に記載の液晶表示装置。

10

【請求項4】

前記駆動回路は前記信号電圧としてオーバーシュート電圧を供給することができる、請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項5】

前記画素は、最高階調の表示のための信号電圧が印加されたときの前記液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向が、第2方向である第2液晶ドメインと、第3方向である第3液晶ドメインと、第4方向である第4液晶ドメインとを更に有し、前記第1方向、第2方向、第3方向および第4方向は、任意の2つの方向の差が90°の整数倍に略等しい4つの方向である、請求項1から4のいずれかに記載の液晶表示装置。

20

【請求項6】

前記画素は、互いに異なる信号電圧が前記液晶層に印加される複数の副画素を有し、前記駆動回路は、前記複数の副画素の少なくとも1つの副画素の前記液晶層に、最低階調の表示を行うための信号電圧としてしきい値電圧 V_{th} の0.96倍未満の電圧を供給するとともに、少なくとも最低階調から最高階調へ表示階調が遷移する際に、最高階調の表示を行うための信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記最低階調の表示を行うための前記信号電圧に代えて、前記液晶層の前記しきい値電圧 V_{th} の0.96倍以上の電圧を供給する、請求項1から5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は液晶表示装置に関し、特に広視野角特性を有する液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置の表示特性が改善され、テレビジョン受像機などへの利用が進んでいる。液晶表示装置の視野角特性は向上したものの更なる改善が望まれている。特に、垂直配向型の液晶層を用いた液晶表示装置（VAモード液晶表示装置と呼ばれることもある。）の視野角特性の改善に対する要求は強い。

【0003】

40

現在、テレビ等の大型表示装置に用いられているVAモード液晶表示装置には、視野角特性を改善するために、1つの画素に複数の液晶ドメインを形成する配向分割構造（「画素分割構造」ともいう。）が採用されている。配向分割構造を形成する方法としては、MVAモードが主流である。MVAモードは、垂直配向型液晶層を挟んで対向する一对の基板の液晶層側に、配向規制構造を設けることによって、配向方向（チルト方向）が異なる複数のドメイン（典型的には配向方向は4種類）を形成している。配向規制構造としては、電極に設けたスリット（開口部）あるいはリブ（突起構造）が用いられ、液晶層の両側から配向規制力を発揮する。

【0004】

しかしながら、スリットやリブを用いると、従来のTNモードで用いられていた配向膜

50

によってプレチルト方向を規定した場合と異なり、スリットやリブが線状であることから、液晶分子に対する配向規制力が画素内で不均一となるため、例えば、応答速度に分布が生じるという問題がある。また、スリットやリブを設けた領域の光の透過率が低下するので、表示輝度が低下するという問題もある。

【 0 0 0 5 】

これらの問題を回避するためには、VAモード液晶表示装置についても、配向膜によってプレチルト方向を規定することによって配向分割構造を形成することが好ましい。またプレチルト方向を規定する方法としては、ラビング法や光配向法が知られている。ラビング法を用いて配向分割構造を形成する場合、ラビング領域と非ラビング領域とをレジストによるパターンングで分離して行う。また、光配向法を用いる場合、フォトマスクを介した露光を複数回行うことにより配向分割を行う。

10

【 0 0 0 6 】

配向膜によってプレチルト方向を制御するVAモードの液晶表示装置の1つとして、互いの基板でプレチルト方向が直交する垂直配向膜を用いることにより、液晶分子がツイスト構造となるVAモード(以下、RTN(R e v e r s e T w i s t e d N e m a t i c)モードまたはVATN(V e r t i c a l A l i g n m e n t T w i s t e d N e m a t i c)モードともいう)が提案されている(例えば、特許文献1~4参照)。RTNモードでは、各垂直配向膜によって規定される液晶分子のプレチルト方向は、液晶層を介してクロスニコル配置される一对の偏光板の吸収軸と平行または直交する。RTNモードでは、液晶層に十分な電圧(少なくとも最高階調の表示のための信号電圧)が印加されたとき液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向は、一对の配向膜によって規定される2つのプレチルト方向を略2等分する方向になる。この液晶層の中央付近の液晶分子のチルト方向が互いに異なる4つの液晶ドメインを各画素内に設ける場合(「4分割構造」という。)、RTNモードを採用すると、両方の配向膜に対する配向処理(ラビングまたは光照射)の回数を合計で最低4回とすることが出来るという利点がある。

20

【特許文献1】特開平11-352486号公報

【特許文献2】特開2002-277877号公報

【特許文献3】特開平11-133429号公報

【特許文献4】特開平10-123576号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、本発明者がRTNモードの液晶表示装置の表示性能を検討している過程で、応答特性にRTNモードに特有の問題があることを見出した。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、RTNモードの液晶表示装置の応答特性を改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

40

本発明の液晶表示装置は、誘電異方性が負の液晶材料を含む垂直配向型の液晶層と、前記液晶層を介して互いに対向する第1基板および第2基板と、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極および前記第2基板の前記液晶層側に設けられた第2電極と、前記第1電極の前記液晶層側に設けられた第1配向膜および前記第2電極の前記液晶層側に設けられた第2配向膜とを備え、画素は、前記第1配向膜による液晶分子の第1プレチルト方向と前記第2配向膜による液晶分子の第2プレチルト方向とが略直交し、且つ、最高階調の表示のための信号電圧が印加されたときの前記液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向が、前記第1プレチルト方向と前記第2プレチルト方向とを略2等分する第1方向である第1液晶ドメインを有する液晶パネルと、前記画素の前記液晶層に1垂直走査期間ごとに信号電圧を供給する駆動回路であって、少なくとも

50

最低階調から最高階調へ表示階調が遷移する際に、最高階調の表示を行うための信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記液晶層のしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給する駆動回路とを備えることを特徴とする。

【0010】

ある実施形態において、最低階調の表示を行うための信号電圧は前記しきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍未満である。

【0011】

ある実施形態において、前記駆動回路は、最低階調から前記しきい値電圧 V_{th} の 2.2 倍以上の信号電圧を供給する階調へ表示階調が遷移する際に、当該信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記液晶層のしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給する。

10

【0012】

ある実施形態において、最低階調から他の階調へ遷移する全ての場合に、当該信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記液晶層のしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給する。

【0013】

ある実施形態において、前記駆動回路は前記信号電圧としてオーバーシュート電圧を供給することができる。

【0014】

ある実施形態において、前記画素は、最高階調の表示のための信号電圧が印加されたときの前記液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向が、第 2 方向である第 2 液晶ドメインと、第 3 方向である第 3 液晶ドメインと、第 4 方向である第 4 液晶ドメインとを更に有し、前記第 1 方向、第 2 方向、第 3 方向および第 4 方向は、任意の 2 つの方向の差が 90° の整数倍に略等しい 4 つの方向である。

20

【0015】

ある実施形態において、前記画素は、互いに異なる信号電圧が前記液晶層に印加される複数の副画素を有し、前記駆動回路は、前記複数の副画素の少なくとも 1 つの副画素の前記液晶層に、少なくとも最低階調から最高階調へ表示階調が遷移する際に、最高階調の表示を行うための信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、前記液晶層のしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給する。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明によると RTN モードの液晶表示装置の表示品位、特に応答特性を改善することが出来る。また、オーバーシュート駆動と組み合わせることによって液晶表示装置の動画表示品位を改善することができる。さらに、配向分割および/または画素分割技術と組み合わせることにより、液晶表示装置の視野角特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】電圧無印加状態の液晶層にしきい値電圧 V_{th} の 3 倍の電圧を印加した時の RTN モードの液晶表示装置の透過率の時間変化を示すグラフである。

40

【図 2】(a) は電圧無印加状態 (電圧印加後 0 ms)、(b)、(c)、(d) および (e) はそれぞれしきい値電圧 V_{th} の 3 倍の電圧を印加後、2 ms、10 ms、25 ms および 50 ms 経過後の液晶分子の配向状態を示すシミュレーションによる CG 画像である。

【図 3】図 2 に示した液晶分子のチルト方向を厚さ方向における位置の関数としてプロットした結果を示すグラフである。

【図 4】印加電圧がしきい値電圧 V_{th} の 1.75 倍、2 倍、2.25 倍、2.5 倍、2.75 倍および 3 倍の時の透過率の時間変化を示すグラフであり、(a) は液晶材料 A を用いた場合、(b) は液晶材料 B を用いた場合をそれぞれ示している。

【図 5】図 4 に示した応答特性 (透過率の時間変化) から、横軸に到達電圧をとり、縦軸

50

に立ち上がり時間 T_r (0 - 90%) をとったグラフである。

【図6】RTNモードの応答特性(透過率の時間変化)を示すグラフであり、(a)はプレチルト角の影響を調べた結果を示すグラフであり、(b)はセル厚の影響を調べた結果を示すグラフであり、(c)は液晶材料の粘度(1)の影響を調べた結果を示すグラフである。

【図7】電圧(スタート電圧)が印加されている液晶層にしきい値電圧 V_{th} の3倍の電圧を印加した時のRTNモードの液晶表示装置の透過率の時間変化を示すグラフである。

【図8】(a)は、図7に示した応答特性(透過率の時間変化)から、横軸にスタート電圧をとり、縦軸に立ち上がり時間 T_r (0 - 90%) をとったグラフであり、(b)~(d)は、それぞれプレチルト角が 88° 、 87° および 86° の場合のグラフである。

【図9】(a)~(c)は、それぞれ、セル厚、液晶材料の粘度、およびセル厚と液晶材料の種類が、立ち上がり時間 T_r (0 - 90%) のスタート電圧依存性に与える影響を示すグラフである。

【図10】VAモードの液晶表示装置の立ち上がり時間 T_r (0 - 90%) のスタート電圧依存性を示すグラフであり、(a)はプレチルト角の影響を調べたものであり、(b)はセル厚の影響を調べたものである。

【図11】本発明による液晶表示装置における信号電圧の波形を説明するための図である。

【図12】(a)従来のVAモードの液晶表示装置の透過率の時間変化を示す図であり、(b)は本発明のRTNモードの液晶表示装置の透過率の時間変化を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面を参照しながら、本発明による実施形態の液晶表示装置の構成を説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0019】

本発明による実施形態の液晶表示装置は、誘電異方性が負の液晶材料を含む垂直配向型の液晶層を備えるRTNモードの液晶表示装置であって、1垂直走査期間ごとに信号電圧を画素の液晶層に供給する駆動回路を有し、駆動回路は、少なくとも最低階調から最高階調へ表示階調が遷移する際に、最高階調の表示を行うための信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、液晶層のしきい値電圧 V_{th} の0.96倍以上の電圧を供給することを特徴としており、そのことによって、本発明者が見つけたRTNモードの液晶表示装置に特有の異常な応答の発生を抑制する。

【0020】

本明細書において、「垂直配向型液晶層」とは、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸(「軸方位」ともいう。)が約 85° 以上の角度で配向した液晶層をいう。液晶分子は負の誘電異方性を有し、クロスニコル配置された偏光板と組み合わせて、ノーマリーブランクモードで表示を行う。視野角特性の観点から上述したように配向分割構造(特に4分割構造)を採用することが好ましいが、本発明はRTNモードの液晶表示装置に共通の問題、すなわち配向分割構造を採用した場合には各ドメインで起こる問題を解決するので、以下では配向分割構造を有しない単純な画素構造のRTNモードの液晶表示装置について説明する。

【0021】

なお、本明細書において「画素」とは、表示において特定の階調を表現する最小の単位を指し、カラー表示においては、例えば、R、GおよびBのそれぞれの階調を表現する単位に対応し、ドットとも呼ばれる。R画素、G画素およびB画素の組み合わせが、1つのカラー表示画素を構成する。「画素」は、表示の「画素」に対応する液晶表示装置の領域を指す。「プレチルト方向」は、配向膜によって規制される液晶分子の配向方向であって、表示面内の方位角方向を指す(簡単のために、垂直配向膜のプレチルト方向と表現することもある)。また、このとき液晶分子が配向膜の表面となす角をプレチルト角と呼ぶ。プレチルト方向は、配向膜に、ラビング処理または光配向処理を行うことによって規定さ

10

20

30

40

50

れる。液晶層を介して対向する一対の配向膜のプレチルト方向の組み合わせを変えることによって4分割構造を形成することができる。4分割された画素は、4つの液晶ドメイン（単に「ドメイン」ということもある。）を有する。それぞれの液晶ドメインは、液晶層に十分な電圧が印加されたときの液晶層の層面内および厚さ方向における中央付近の液晶分子のチルト方向（「基準配向方向」ということもある。）で特徴付けられ、このチルト方向（基準配向方向）が各ドメインの視角依存性に支配的な影響を与える。チルト方向も方位角方向である。方位角方向の基準は、表示の水平方向とし、左回りに正をとる（表示面を時計の文字盤に例えると3時方向を方位角0°として、反時計回りを正とする）。4つの液晶ドメインのチルト方向が、任意の2つの方向の差が90°の整数倍に略等しい4つの方向（例えば、12時方向、9時方向、6時方向、3時方向）となるように設定することによって、視野角特性が平均化され、良好な表示を得ることができる。また、視野角特性の均一さの観点からは、4つの液晶ドメインの画素内に占める面積は互いに等しくすることが好ましい。

10

【0022】

以下の実施形態で例示する垂直配向型液晶層は、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含み、液晶層の両側に設けられた一対の配向膜の一方の配向膜が規定するプレチルト方向と、他方の配向膜が規定するプレチルト方向は互いに略90°異なっており、これら2つのプレチルト方向の中間の方向にチルト角（基準配向方向）が規定されている。カイラル剤は添加しておらず、液晶層に電圧を印加したときには、配向膜の近傍の液晶分子は配向膜の配向規制力に従ってツイスト配向をとる。必要に応じてカイラル剤を添加しても良い。このように、一対の配向膜によって規定されるプレチルト方向（配向処理方向）が互いに直交する垂直配向膜を用いることにより、液晶分子がツイスト配向となるRTNモードが得られる。

20

【0023】

RTNモードにおいては、本出願人が特願2005-141846号に記載しているように、一対の配向膜のそれぞれによって規定されるプレチルト角は互いに略等しいことが好ましい。プレチルト角が略等しい配向膜を用いることによって、表示輝度特性を向上させることができるという利点を得られる。特に、一対の配向膜によって規定されるプレチルト角の差が1°以内にすることによって、液晶層の中央付近の液晶分子のチルト方向（基準配向方向）を安定に制御することが可能となり、表示輝度特性を向上させることができる。これは、上記プレチルト角の差が1°超になると、チルト方向が液晶層内の位置によってばらつき、その結果、透過率がばらつく（すなわち所望の透過率よりも低い透過率となる領域が形成される）ためと考えられる。

30

【0024】

液晶分子のプレチルト方向を配向膜に規定させる方法としては、ラビング処理を行う方法、光配向処理を行う方法、配向膜の下地に微細な構造を予め形成しておきその微細構造を配向膜の表面に反映させる方法、あるいは、SiOなどの無機物質を斜め蒸着することによって表面に微細な構造を有する配向膜を形成する方法などが知られているが、量産性の観点からは、ラビング処理または光配向処理が好ましい。特に、光配向処理は、非接触で処理できるので、ラビング処理のように摩擦による静電気の発生が無く、歩留まりを向上させることが出来る。さらに、上記特願2005-141846号に記載されているように、結合構造を形成し得る感光性基を含む光配向膜を用いることによって、プレチルト角のばらつきを1°以下に制御することができる。特に、4-カルコン基、4'-カルコン基、クマリン基、及び、シンナモイル基からなる群より選ばれる少なくとも一つの感光性基を含むことが好ましい。

40

【0025】

まず、本発明者が見出したRTNモードに特有の問題を説明する。以下では、シミュレーション（シンテック社製LCD MASTER）結果に基づいて説明する。なお、シミュレーション結果の一部については実験的にその確かさを確認している。

【0026】

50

シミュレーションに用いた液晶セルのパラメータを表1に示す。液晶材料AおよびBのいずれを用いた場合も、液晶層のリタデーションは320nmとした。液晶材料Aを用いた場合の液晶層の厚さは3.9μmであり、液晶材料Bを用いた場合の液晶層の厚さは3.4μmである。

【0027】

【表1】

液晶材料	液晶材料A	液晶材料B
$\Delta\epsilon$	-4.1	-3.1
K_{11} (pN)	15.9	14.2
K_{33} (pN)	18.4	15.2
γ_1 (mPa·s)	163	127
V_{th} (V)	2.24	2.34

$$\text{しきい値電圧 } V_{th} = \pi \times \{K_{33} / (\epsilon_0 \times |\Delta\epsilon|)\}^{1/2}$$

ここで ϵ_0 は真空の誘電率、 $\Delta\epsilon$ は比誘電率異方性(例えばat1kHz)である。

【0028】

ここで用いるRTNモードの液晶表示装置のしきい値電圧 V_{th} は、表1の欄外に示したように、液晶材料の物性値(誘電率および弾性定数)によって決まる電圧であり、いわゆるV-T特性におけるしきい値電圧ではなく、光学的な配置に依存しない。本明細書において、特に示さない限り、液晶層のしきい値電圧とは上記の定義によるしきい値電圧をいうものとする。また、RTNモードの液晶表示装置の電圧-透過率特性において液晶層に印加する電圧の大きさは、しきい値電圧で規格化した値を用いることにする。

【0029】

(RTNモードの液晶表示装置の応答特性の問題点)

まず、RTNモードの液晶表示装置の応答特性の問題点を図1から図3を参照して説明する。

【0030】

図1は、電圧無印加状態の液晶層にしきい値電圧 V_{th} の3倍の電圧(最高階調印加電圧とほぼ等しい)を印加した時のRTNモードの液晶表示装置の透過率の時間変化を示すグラフであり、比較のためにプレチルト角や電圧条件等は同じでモードだけをVAモードに変更したときの透過率の時間変化を示すグラフを合わせて示している。縦軸は、到達透過率(透過率が時間変化しなくなったときの透過率)で規格化した値で示している。

【0031】

図1に示すように、RTNモードの液晶表示装置では、VAモードの液晶表示装置のように印加電圧に応じた透過率まで単調に上昇するのではなく、A点まで上昇した後、B点まで一旦低下し、その後印加電圧に応じた透過率まで上昇する。また、印加電圧に対応する透過率(目標透過率、すなわち表示すべき階調)に到達するまでの時間が長い。VAモードの液晶表示装置が約10msでほぼ目標透過率に到達しているのに対し、RTNモードの液晶表示装置では40ms程度要している。典型的な液晶表示装置では一垂直走査期間は16.7ms(NTSCのインターレース信号の1/2フレームに対応する)であるので、RTNモードの液晶表示装置の応答速度が十分でないことがわかる。なお、ここでは特に示さない限り、「一垂直走査期間」とは、入力映像信号で規定される期間ではなく、液晶表示装置について規定される期間であり、ある画素に信号電圧が供給されてから、再び信号電圧が供給されるまでの期間である。例えば、NTSC信号の1フレームは33.3msであるが、一般に液晶表示装置ではNTSC信号の1/2フレーム=1フィールド(16.7ms)の期間内に全ての画素に信号電圧の書き込みを行っており、16.7msが液晶表示装置の一垂直走査期間である。さらに、応答特性を改善する目的などのために倍速駆動を行う場合、液晶表示装置の一垂直走査期間は、さらに半分の8.4msとなる。また、各画素に供給される「信号電圧」とは、表示すべき階調に対応する電圧(階調電圧)に限られず、応答特性を改善するためのオーバーシュート電圧や、擬似インバル

10

20

30

40

50

ス駆動（黒挿入駆動）のための黒表示電圧など、画素に供給される全ての電圧を含む。

【0032】

図1に示したRTNモードの液晶表示装置の液晶層における液晶分子の配向変化を図2(a)～(e)および図3を参照して説明する。

【0033】

図2(a)は電圧無印加状態（電圧印加後0msと表現することもある）、図2(b)、(c)、(d)および(e)はそれぞれしきい値電圧 V_{th} の3倍の電圧を印加後、2ms、10ms、25msおよび50ms経過後の液晶分子の配向状態を示すシミュレーションによるCG画像である。図2中の底面の十字の方向が一对の偏光板の吸収軸（または透過軸）方向である。

10

【0034】

図3は、図2に示した液晶分子のチルト方向（方位角： ϕ ）を厚さ方向における位置の関数としてプロットした結果を示すグラフであり、図2(a)から(e)に対応して、電圧無印加状態（0ms）、2ms、10ms、25msおよび50ms経過後の液晶分子のチルト角の分布を示している。厚さ方向の位置（z座標）は液晶層の厚さdで規格化した値（ z/d ）として示している。 $z/d = 0$ が下側配向膜上の位置を示し、 $z/d = 1$ が上側配向膜上の位置を示し、 $z/d = 0.5$ が厚さ方向の中央の位置を示している。

【0035】

図3からわかるように、電圧無印加時（0ms）には、 $z/d = 0$ の下側配向膜上の液晶分子のチルト方向（すなわちプレチルト方向）は方位角 0° （時計の文字盤の3時方向）であり、 $z/d = 1$ の上側配向膜上の液晶分子のチルト方向（すなわちプレチルト方向）は方位角 90° （時計の文字盤の12時方向）、 $z/d = 0.5$ の厚さ方向の中央に位置する液晶分子のチルト方向は上下の配向膜によって規定される液晶分子のプレチルト方向を2等分する方向であり方位角 45° である。またチルト方向は厚さ方向に沿ってほぼ一定の割合で変化している（図3中の0msを示す線はほぼ直線である）。

20

【0036】

一方、電圧を印加して50msが経過した後の液晶分子のチルト方向は、上下の配向膜に規制されている液晶分子を除いて、ほぼ全ての液晶分子が方位角 45° 方向を向いている。

30

【0037】

0msと50msとの間の時間における液晶分子のチルト方向を見ると、0msの時のチルト方向から50msの時のチルト方向へと直接的に変化せず、一旦逆方向に向きを変えていることがわかる（図3中の矢印参照）。このように、液晶分子が、電圧印加後一旦逆方向にチルト方向が変化し、その後、安定なチルト方向へと配向変化するため、図1に示したように、透過率の時間変化に2つの変極点（山と谷）が現れるのである。

【0038】

次に、図4(a)および(b)を参照しながら、RTNモードに特有の異常な応答の電圧依存性を説明する。図4は、印加電圧がしきい値電圧 V_{th} の1.75倍、2倍、2.25倍、2.5倍、2.75倍および3倍の時の透過率の時間変化を示すグラフであり、(a)は液晶材料Aを用いた場合、(b)は液晶材料Bを用いた場合をそれぞれ示している。

40

【0039】

図4から分かるように、印加電圧がしきい値電圧 V_{th} のほぼ2倍より大きくなると、RTNに特有の異常な応答が現れる。また、この異常な応答が現れる印加電圧の大きさは、液晶材料の種類に依存していない。

【0040】

図4に示した応答特性（透過率の時間変化）から、横軸に到達電圧をとり、縦軸に立ち上がり時間 T_r （0-90%）をとったグラフを図5に示す。ここで到達電圧とは、電圧を印加していない液晶層に印加した電圧を指し、 T_r （0-90%）は、それぞれの印加

50

電圧に対応する到達透過率を100%として、透過率が90%に到達するまでの時間を表す。

【0041】

図5から分かるように、到達電圧が大きくなると $T_r(0-90\%)$ は一旦低下し、しきい値電圧 V_{th} の2.2倍よりも大きくなると、 $T_r(0-90\%)$ は大きくなる。この傾向は液晶材料AおよびBに共通してみられることから、液晶材料に依存しない。到達電圧がしきい値電圧 V_{th} の2.2倍よりも大きくなると $T_r(0-90\%)$ が増大する理由は、上述した異常な応答が現れるためである。

【0042】

次に、図6(a)~(c)を参照して、RTNモードに特有の異常な応答に対するセルパラメータの影響を検討した結果を説明する。ここでは、液晶材料Aを用いた。図6(a)はプレチルト角の影響を調べた結果を示すグラフであり、図6(b)はセル厚(液晶層の厚さ)の影響を調べた結果を示すグラフであり、図6(c)は液晶材料の粘度(1)の影響を調べた結果を示すグラフである。

【0043】

図6(a)からわかるように、垂直配向膜によるプレチルト角が 89° 、 88° 、 87° 、 86° と小さいほど、透過率の時間変化における変極点の位置が低電圧側にシフトするものの、変極点(山および谷)は消失しない。プレチルト角を 85° よりも小さくすると、黒表示品位が低下するので好ましくない。

【0044】

また、図6(b)からわかるように、液晶層の厚さを小さくしても、透過率の時間変化における変極点の位置が低電圧側にシフトするだけで、変極点(山および谷)は消失しない。

【0045】

さらに、図6(c)からわかるように、液晶材料の粘度1を $163\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、 $130\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、 $100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ と小さくしても、上記と同様に、透過率の時間変化における変極点の位置が低電圧側にシフトするだけで、変極点(山および谷)は消失しない。

【0046】

上述したことから分かるように、プレチルト角、液晶セルの厚さ、および液晶材料の粘性を最適化してもRTNモード特有の異常な応答の発生を防止することが出来ない。

【0047】

上述したように、この異常な応答は、電圧無印加状態の液晶層にしきい値電圧の2.2倍以上の電圧を印加したときに現れることが分かった。そこで、無印加状態からではなく、いくらかの電圧を印加した状態で、しきい値電圧の2.2倍以上の電圧を印加すればどうなるかを検討した。

【0048】

液晶材料Aを用い、プレチルト角が 89° として、しきい値電圧 V_{th} の3倍の電圧を印加する前の液晶層に印加する電圧(以下「スタート電圧」という。)の大きさを変えて、透過率の時間変化を求めた結果を図7に示す。図7は、図1(スタート電圧が0V)と同じ条件で、スタート電圧だけを変更して求めたグラフに相当する。

【0049】

図7から明らかなように、スタート電圧をしきい値電圧 V_{th} の0.76倍から増大させると変極点は低電圧側にシフトすると共に山の高さおよび谷の深さが小さくなり、しきい値電圧 V_{th} の1.00倍では、山および谷は殆ど見られない。

【0050】

図7に示した応答特性(透過率の時間変化)から、横軸にスタート電圧をとり、縦軸に立ち上がり時間 $T_r(0-90\%)$ をとったグラフを図8(a)に示す。プレチルト角が 88° 、 87° および 86° の結果を合わせて、図8(b)から(d)に示す。

【0051】

図8(a)~(d)からわかるように、立ち上がり時間 $T_r(0-90\%)$ は、しきい

10

20

30

40

50

値電圧 V_{th} の 0.96 倍を境に 2 つの異なる傾きの直線にのる。スタート電圧がしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍未満では立ち上がり時間が長かつ電圧依存性が小さい（傾きの絶対値が小さい）のに対し、スタート電圧がしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上では立ち上がり時間が短かつ電圧依存性が大きい（傾きの絶対値が大きい）。しきい値電圧 V_{th} が 0.96 倍未満までは、透過率の時間変化において上述した異常な応答を示すため、立ち上がり時間が長くなるのである。また、立ち上がり時間のスタート電圧依存性（傾き）が変わる点（しきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍）は、プレチルト角が $86^\circ \sim 89^\circ$ の範囲でほぼ一定である。

【0052】

また、セル厚（ $3.9 \mu\text{m}$ と $2.9 \mu\text{m}$ ）、液晶材料の粘度（1 が $163 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ と $100 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ ）、およびセル厚と液晶材料の種類（液晶材料 A・セル厚 $3.9 \mu\text{m}$ と液晶材料 B・セル厚 $3.4 \mu\text{m}$ ）による影響を調べた結果をそれぞれ図 9 (a) ~ (c) に示す。プレチルト角はいずれも 89° である。図 9 (a) ~ (c) に示した立ち上がり時間 T_r (0 - 90%) のスタート電圧依存性を示すグラフからわかるように、スタート電圧依存性（傾き）が変わる点は、ほぼしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍になっている。

【0053】

参考のために、VA モードの液晶表示装置について同様のシミュレーションを行った結果を図 10 (a) および (b) に示す。図 10 (a) はプレチルト角が 87° 、 88° 、 89° の場合、図 10 (b) はセル厚が $3.9 \mu\text{m}$ 、 $3.4 \mu\text{m}$ の場合（但しプレチルト角は 89° ）をそれぞれ示している。図 10 からわかるように、VA モードでは立ち上がり時間 T_r (0 - 90%) のスタート電圧依存性（傾き）はほぼ一定しており、不連続に変化する点は見られない。

【0054】

上記の説明から明らかなように、RTN モードに特有の異常な応答は、黒表示状態からしきい値電圧 V_{th} の 2.2 倍以上の電圧を印加する際に起こり、印加電圧（到達電圧）が大きくなるほど大きい。従って、1 垂直走査期間毎に駆動回路から画素に信号電圧を供給する液晶表示装置において、最低階調（黒表示）から最高階調（白表示）に表示階調が遷移する際に、上記の異常応答が最も顕著に現れる。従って、これを防止するためには、少なくとも最低階調から最高階調へ表示階調が遷移する際に、最高階調の表示を行うための信号電圧を供給する直前の垂直走査期間において、液晶層のしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給すればよい。

【0055】

もちろん、最低階調の表示を行うための信号電圧をしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧としてもよいが、しきい値電圧 V_{th} 付近では液晶分子が電界の影響を受けて倒れ始めるので、透過率が上昇する（黒が浮く）ことが懸念される（現行品は例えばしきい値電圧 V_{th} の 0.3 倍程度）。従って、最低階調の表示を行うための信号電圧はしきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍未満とし、異常応答が現れる階調遷移の直前の垂直走査期間においてのみ、しきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給することが好ましい。

【0056】

ここで、異常応答が現れる階調遷移とは、遷移後に表示する階調に対応する電圧（階調電圧）がしきい値電圧 V_{th} の 2.2 倍以上の電圧の場合に限られない。遷移後の階調電圧がしきい値電圧 V_{th} の 2.2 倍未満の電圧であっても、応答速度を改善するために当該階調電圧よりも高いオーバーシュート電圧（OS 電圧）を印加する場合、この OS 電圧がしきい値電圧 V_{th} の 2.2 倍以上であれば異常応答が現れるので、このような場合にも直前の垂直走査期間において、しきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給することが好ましい。オーバーシュート駆動としては、例えば、特開 2003 - 172915 号公報に記載されている方法を例示することが出来るが、これに限られず公知のオーバーシュート駆動を用いることが出来る。

【0057】

なお、後述するように、しきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を印加することによる応答特性の改善効果は、黒表示状態からの遷移後に表示する階調に対応する階調電圧や OS 電圧がしきい値電圧 V_{th} の 2.2 倍以上の電圧の場合に限られない。最低階調から他の階調へ遷移する場合の全てについて、しきい値電圧 V_{th} の 0.96 倍以上の電圧を供給した後当該階調へ遷移するようにしてもよい。

【0058】

以下に具体的な例を示して説明する。ここで用いた液晶セルのパラメータは上述した液晶材料 A (しきい値電圧 $V_{th} = 2.24 V$)、セル厚 $3.9 \mu m$ 、プレチルト角 89° である。TFT 型液晶表示装置を倍速でかつオーバーシュート駆動を行う場合を例に説明する。

10

【0059】

図 11 にソース電圧 (信号電圧) とゲート電圧 (走査電圧) の波形を示す。ここでは、映像信号の 1 フレームは $16.7 ms$ である。ゲート電圧は 1 フレーム ($16.7 ms$) の 2 分の 1 の期間、すなわち $8.4 ms$ でハイレベルになり TFT を ON 状態にする (倍速駆動)。TFT が ON 状態になったときにソース電圧が画素に供給される。ここでは、黒表示状態 (相対透過率 0%) から 168 階調 / 255 階調 (相対透過率 40%) へ遷移する場合を例にする。黒表示状態の階調電圧の振幅 d は $0.5 V$ であり、168 階調に対応する階調電圧の振幅 c は $2.8 V$ である。

【0060】

図 11 に示したソース電圧の波形のパラメータ (振幅 a 、 b および c) を従来と本発明とについて表 2 にまとめて示す。

20

【0061】

【表 2】

	従 来					本 発 明				
	OS 無	OS-A	OS-B	OS-C	OS-D	OS 無	OS-A'	OS-B'	OS-C'	OS-D'
a	2.8	4.8	5.0	5.2	5.4	2.8	3.4	3.6	3.65	3.7
b	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
c	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8

【0062】

表 2 に示したように、従来の駆動では、OS 駆動無しの場合、黒表示状態 ($d = b = 0.5 V$) から 168 階調表示状態 ($2.8 V$) へ移行する ($a = c = 2.8 V$)。OS 駆動を適用すると、168 階調表示を行うフレームの前半の 2 分の 1 フレームにおけるソース電圧の振幅 a を大きくし、 $2.8 V$ よりも高い OS 電圧を印加する。OS 電圧の低いものから順に、OS-A、OS-B、OS-C および OS-D とする。

30

【0063】

RTN モードに表 2 に示したソース電圧を印加した場合の、透過率の時間依存性を図 12 (a) に示す。

【0064】

図 12 (a) から分かるように、OS を行わない場合、168 階調表示のための階調電圧は $2.8 V$ であり、しきい値電圧 V_{th} ($2.24 V$) の 2.2 倍よりも小さいので、異常応答は現れていない。また OS-A の OS 電圧は $4.8 V$ であり、しきい値電圧 V_{th} ($2.24 V$) の 2.2 倍よりも僅かに小さいので異常応答は現れない。しかしながら、OS-A の条件では、1 フレーム ($16.7 ms$) 後でも、168 階調の所定の透過率に到達しておらず、OS 駆動の効果が十分に得られていない。OS 電圧をしきい値電圧 V_{th} ($2.24 V$) の 2.2 倍以上まで大きくすると、OS-B、OS-C、OS-D で示したように、異常応答が現れる。また、透過率が 168 階調の所定の透過率を超えて大きくなり過ぎ、1 フレーム ($16.7 ms$) 後にも所定の透過率よりも高い。

40

【0065】

これに対し、表 2 に示すように、本発明による駆動方法を採用すると、図 12 (b) に

50

示すように、2分の1フレーム(8.4ms)後に168階調の所定の透過率に到達し、一定するように出来る。

【0066】

ここで例示する本発明の駆動方法では、168階調の表示に切り替える直前の垂直走査期間(ここでは2分の1フレーム)のソース電圧の振幅bを2.24V(=V_{th})とする。OS駆動を行う場合のOS電圧の振幅aは、従来と異なる値に設定する。

【0067】

図12(b)のOS無しの場合をみると、図12(a)のOS無しの場合よりも、応答特性が改善されていることが分かる。また、振幅aを3.6VとしたOS-B'をみると、2分の1フレーム(8.4ms)後に168階調の所定の透過率に到達し、そのままの透過率を維持している。このように、従来の駆動方法ではしきい値電圧V_{th}の2.2倍以上のOS電圧を印加しても達成できなかった応答特性を従来よりも低いOS電圧で達成でき、応答特性の改善効果が高いことが分かる。

10

【0068】

なお、ここで示したように、OS-B'のOS電圧は3.6Vであり、しきい値電圧V_{th}の2.2倍を超えないので、上述したRTNモード特有の異常応答が現れないが、応答速度を向上させる効果が得られる。もちろん、上記の説明から分かるように、OS電圧がしきい値電圧V_{th}の2.2倍以上の場合にも、本発明を適用することによって、異常応答の発生を防止できるとともに、応答速度を向上させることができる。

【0069】

20

本発明によるとRTNモードの液晶表示装置の応答特性を改善することがきる。RTNモードの液晶表示装置は、配向分割構造を適用した場合に、従来のVAモードよりも応答速度の分布が小さい、あるいは、表示輝度が高いので利点を有しており、配向分割構造に本発明を適用することによってさらに高品位の表示を行うことができる。

【0070】

また、VAモードの特性(階調表示特性)の視角依存性を改善する技術として、いわゆる画素分割という技術が提案されている。画素分割とは、従来単一の画素で表示していた輝度を、空間的に分割した2以上の副画素で表示する方法を指す。2以上の副画素は、少なくとも表示すべき輝度よりも高い輝度を表示する明副画素と表示すべき輝度よりも低い輝度を表示する暗副画素とを有する。このような画素分割技術に本発明を適用する場合、副画素の少なくとも1つを上述のように駆動すればよい。もちろん、本発明の効果を最大限に発揮させるためには全ての副画素に対して上述の駆動を適用することが好ましい。なお、画素分割技術として、例えば、特開2004-62146号公報、特開2004-78157号公報や特開2005-189804号公報に記載されているものを好適に利用することができる。

30

【0071】

本願の優先権主張の基礎出願である特願2005-281743号、および上記特願2005-141846号、ならびに、特許文献1~4、特開2004-62146号公報、特開2004-78157号公報および特開2005-189804号公報の全ての開示内容を参考のために本明細書に援用する。

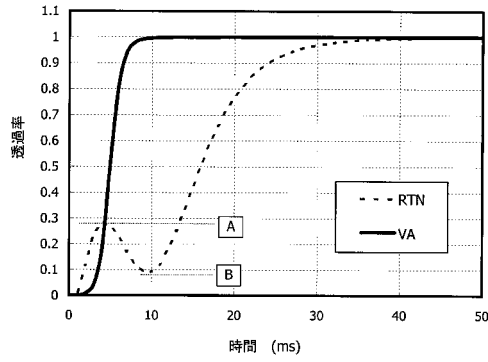
40

【産業上の利用可能性】

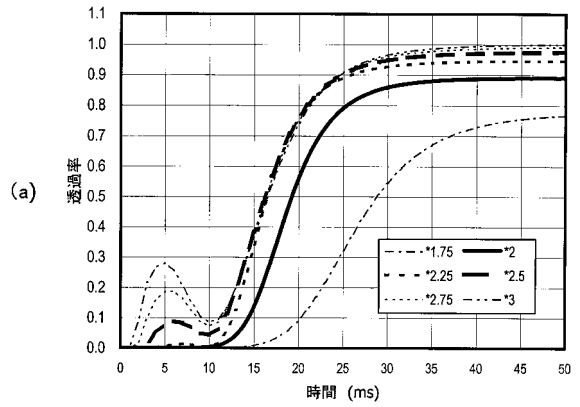
【0072】

本発明による液晶表示装置は、テレビジョン受像機などの高品位の表示が求められる用途に好適に用いられる。

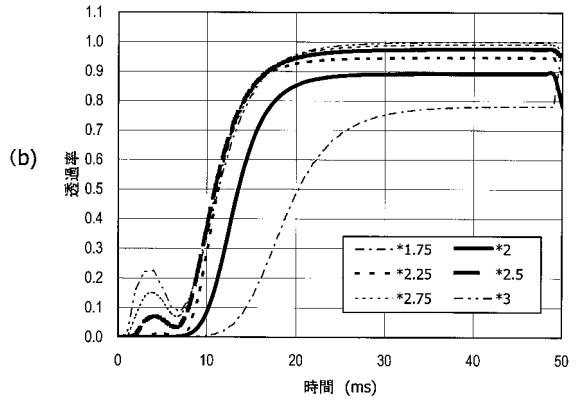
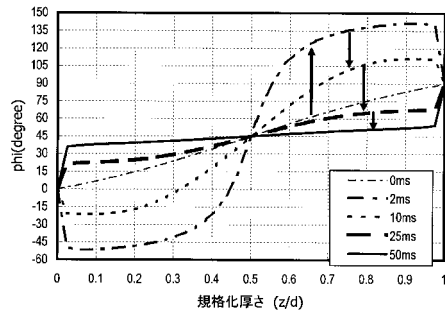
【 図 1 】



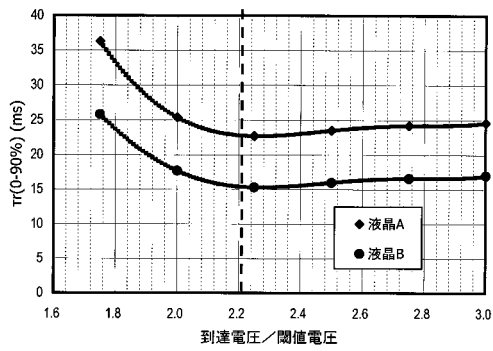
【 図 4 】



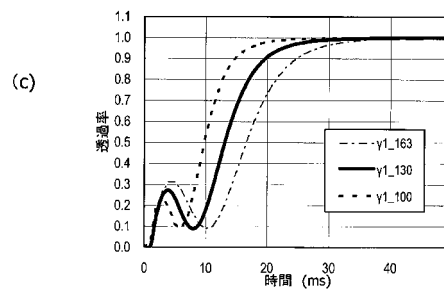
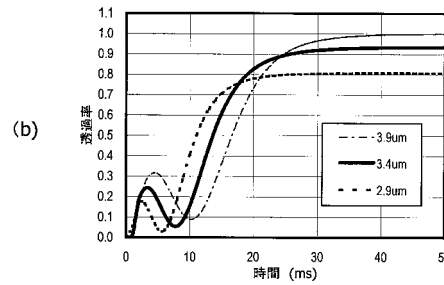
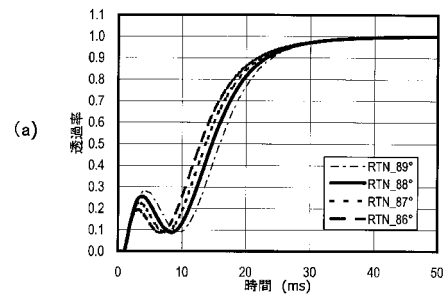
【 図 3 】



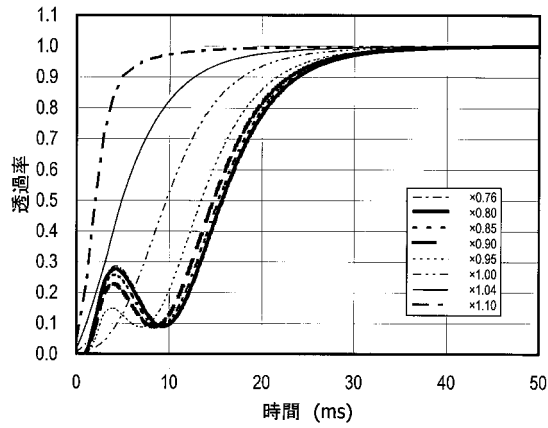
【 図 5 】



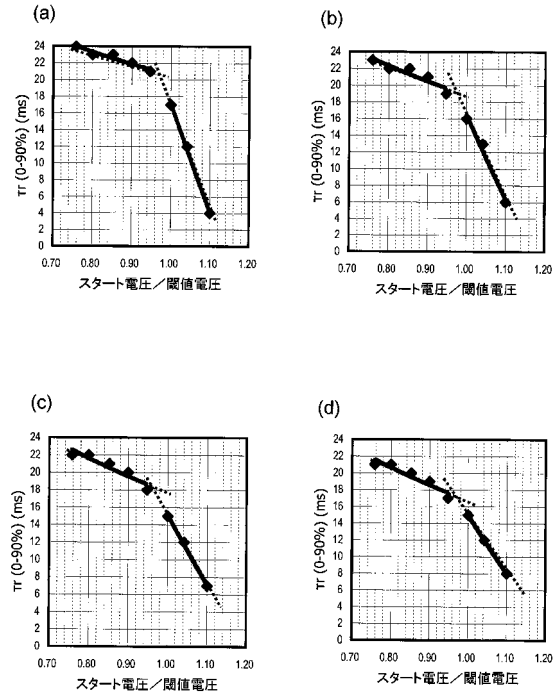
【 図 6 】



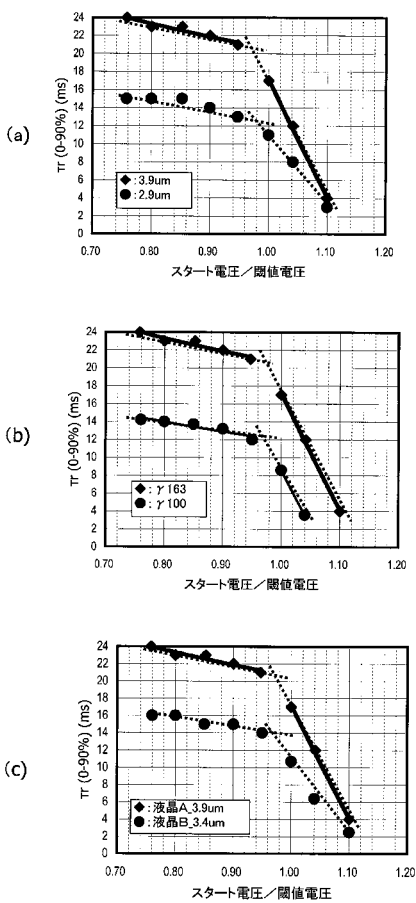
【図7】



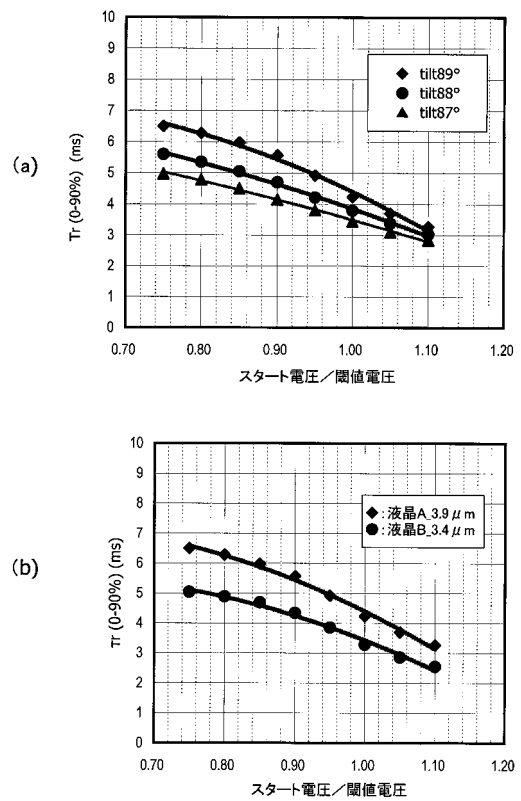
【図8】



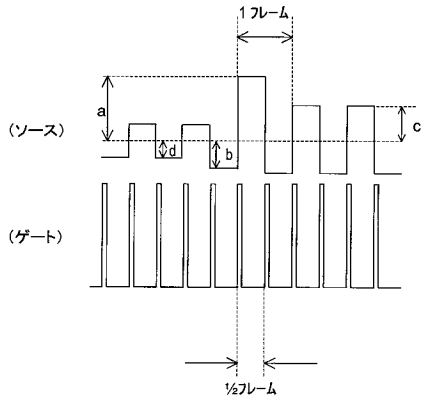
【図9】



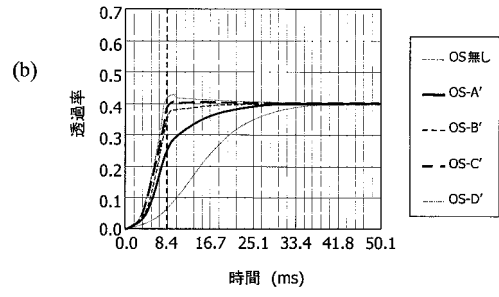
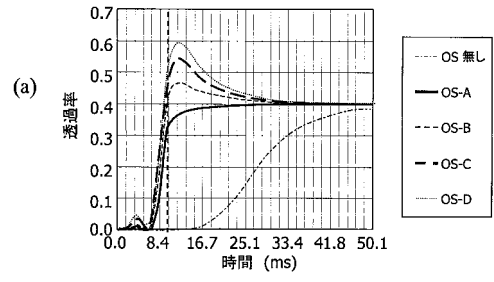
【図10】



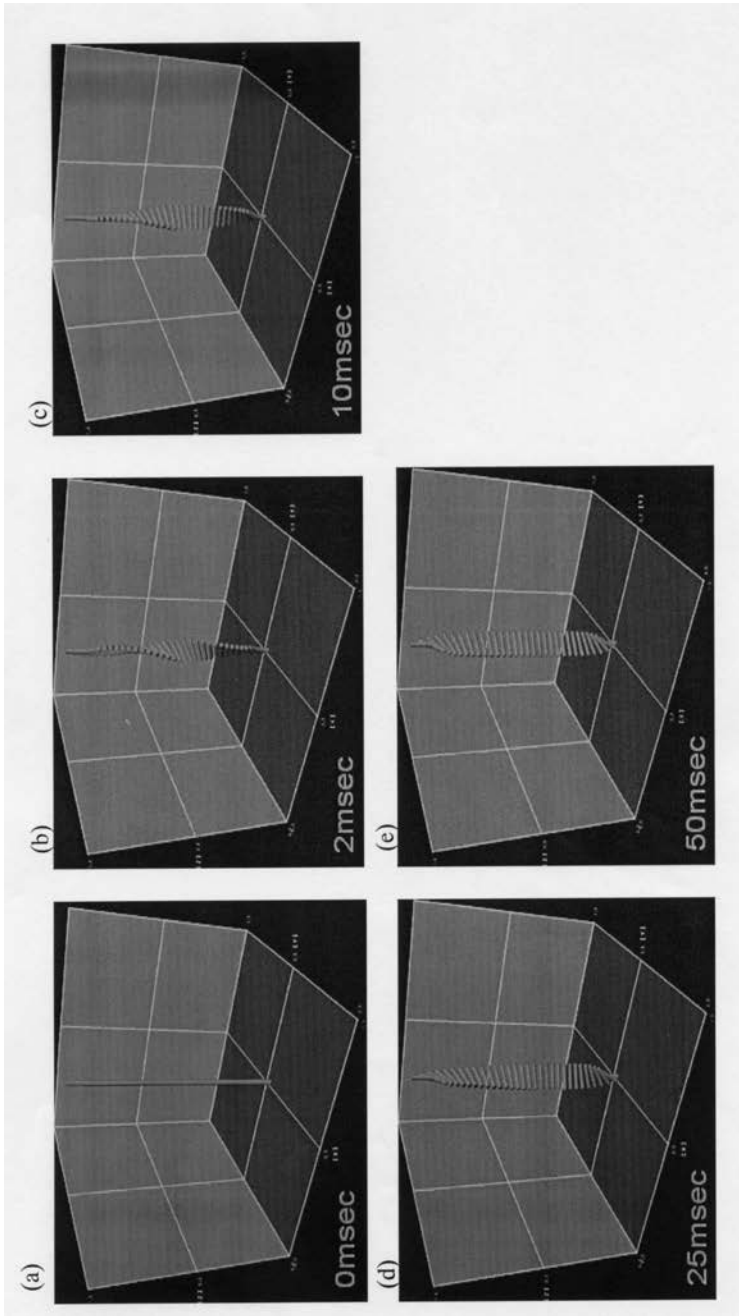
【図 1 1】



【図 1 2】



【 図 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 橋本 義人
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 久保 真澄
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 中井 貴子
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 福田 知喜

- (56)参考文献 特開2000-231091(JP,A)
特開平11-352486(JP,A)
特開2003-172915(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/133
G02F 1/1337
G09G 3/20
G09G 3/36