

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 255305

(P2003 - 255305A)

(43)公開日 平成15年9月10日(2003.9.10)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/133	575	G 0 2 F 1/133	2 H 0 9 0
	1/1337		2 H 0 9 2
	1/1368		2 H 0 9 3
G 0 9 G 3/20	624	G 0 9 G 3/20	5 C 0 0 6
	641		5 C 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002 - 52303(P2002 - 52303)

(22)出願日 平成14年2月27日(2002.2.27)

(71)出願人 302036002

富士通ディスプレイテクノロジー株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72)発明者 上田 一也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

富士通株式会社内

(72)発明者 吉田 秀史

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

富士通株式会社内

(74)代理人 100108187

弁理士 横山 淳一

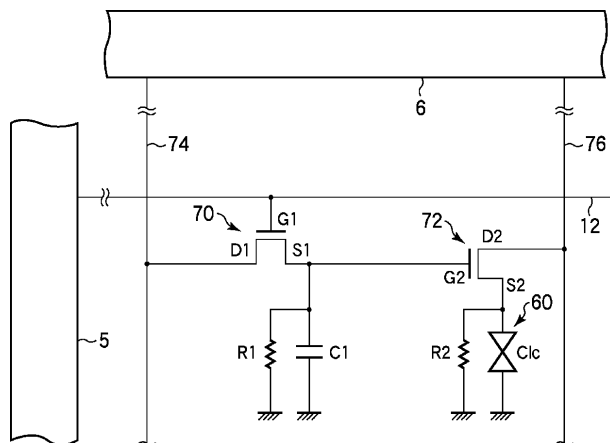
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置及びその駆動方法

(57)【要約】

【課題】本発明は、情報機器等の表示部に用いられる液晶表示装置及びその駆動方法に関し、良好な視角特性の得られる液晶表示装置及びその駆動方法を提供することを目的とする。

【解決手段】相対的に高レベルのデータ電圧がT F T 7 2のゲート電極G 2に印加されると、液晶層5 7に駆動電圧が長時間印加されて白表示が実現される。相対的に低レベルのデータ電圧がT F T 7 2のゲート電極G 2に印加されると、液晶層5 7に駆動電圧が印加されず黒表示が実現される。上記高レベルおよび低レベルの中間のデータ電圧がT F T 7 2のゲート電極G 2に印加されると、T F T 7 2は、容量C 1と抵抗R 1により定まる時間定数で決まる時間だけオン状態を維持する。当該オン時間だけ液晶層5 7には駆動電圧が印加される。これにより、1フレーム期間中のT F T 7 2のオン時間の割合に応じて、中間調表示が実現される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】1 フレーム期間内の所定時間だけ画素の液晶に駆動電圧を印加し、
前記駆動電圧の印加時間を変化させて前記画素に所定の階調を表示させることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 2】請求項 1 記載の液晶表示装置の駆動方法において、
前記駆動電圧の電圧レベルを変化させることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置の駆動方法において、
前記駆動電圧は、前記液晶が高速応答可能な電圧又は電圧範囲に設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 4】対向配置された一対の基板と、
前記一対の基板間に封止された液晶と、
一方の前記基板上に形成されたゲートバスラインと、
前記ゲートバスラインに絶縁膜を介して交差して形成され、所定の階調電圧が印加されるデータバスラインと、
前記ゲートバスライン及び前記データバスラインの交差位置近傍に形成された第 1 の薄膜トランジスタと、
前記第 1 の薄膜トランジスタのソース電極にゲート電極が接続された第 2 の薄膜トランジスタと、
前記第 2 の薄膜トランジスタのソース電極に接続された画素電極と、
前記第 2 の薄膜トランジスタのドレイン電極に接続され、前記液晶を駆動する駆動電圧が印加される駆動電圧バスラインとを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】請求項 4 記載の液晶表示装置において、
前記第 1 の薄膜トランジスタのソース電極側に並列接続された第 1 の容量及び抵抗をさらに有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】請求項 4 又は 5 に記載の液晶表示装置において、
前記第 2 の薄膜トランジスタのソース電極側に並列接続された第 2 の容量及び抵抗をさらに有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】対向配置された一対の基板と、
前記一対の基板間に封止された液晶と、
マトリクス状に複数配置され、前記液晶のプレチルト角が異なる複数の領域を有する複数の配向領域を備えた画素領域とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】請求項 7 記載の液晶表示装置において、
前記液晶は、光硬化性組成物を硬化させた光硬化物を有し、
少なくとも 1 つ以上の領域のプレチルト角は、前記光硬化物により規定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】対向配置された一対の基板と、

前記一対の基板間に封止された液晶と、
マトリクス状に配置された複数の画素領域と、
前記画素領域に形成され、複数のストライプ状電極と前記ストライプ状電極間のスペースとを備え、前記ストライプ状電極及び / 又は前記スペースが異なる幅で形成された画素電極とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】請求項 9 記載の液晶表示装置において、
前記液晶は、光硬化性組成物を硬化させた光硬化物を有し、
前記プレチルト角は、前記光硬化物により規定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報機器等の表示部に用いられる液晶表示装置及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示装置は大型化、高階調化及び高コントラスト化が図られ、PC (Personal Computer) のモニターやテレビジョン受像機等に使用されるようになってきている。これらの用途では、表示画面をあらゆる方向から見る事ができるような優れた視角特性が要求される。

【0003】カラー液晶表示装置は、視角特性の点で未だ CRT (Cathode-Ray Tube) に及ばないため、広視野角化の実現が望まれている。液晶表示装置の広視野角化の手法として、MVA (Multi-domain Vertical Alignment) モードがある。図 27 は、MVA モードの液晶表示装置の概略の断面構成を示している。図 27 (a) は液晶層に電圧が印加されていない状態を示し、図 27 (b) は液晶層に所定の電圧が印加された状態を示している。図 27 (a)、(b) に示すように、液晶表示装置は、対向して配置された基板 302、304 を有している。両基板 302、304 上には、透明電極 (図示せず) が形成されている。また、一方の基板 302 上には線状の突起 306 が互いに平行に複数形成され、他方の基板 304 上には線状の突起 308 が互いに平行に複数形成されている。突起 306、308 は、基板面に垂直方向に見て、交互に配列するようになってきている。

【0004】両基板 302、304 間には、負の誘電率異方性を有する液晶層 160 が封止されている。図 27 (a) に示すように、液晶分子 312 は、両基板 302、304 の対向面に形成された垂直配向膜 (図示せず) の配向規制力により基板面にほぼ垂直に配向している。突起 306、308 近傍の液晶分子 312 は、突起 306、308 により形成された斜面にほぼ垂直に配向する。すなわち、突起 306、308 近傍の液晶分子 312 は、基板面に対して傾いて配向している。

【0005】図27(b)に示すように、両基板302、304の透明電極間に所定の電圧が印加されると、突起306、308近傍の液晶分子312は、突起306、308の延伸方向に垂直な方向に傾斜する。その傾斜は突起306、308の間の各液晶分子312に伝播し、突起306、308間の領域の液晶分子312は同一方向に傾斜する。

【0006】このように、突起306、308等の配向規制用構造物を配置することにより、液晶分子312の傾斜方向を領域毎に規制することができる。配向規制用構造物を互いにほぼ垂直な2方向に形成すると、液晶分子312は1画素内で4方向に傾斜する。各領域の視角特性が混合される結果、白表示又は黒表示において広い視野角が得られる。MVAモードの液晶表示装置では、表示画面に垂直な方向から上下左右方向への角度80°以上においても10以上のコントラスト比が得られている。

【0007】MVAモードの液晶表示装置は、高コントラスト及び高速応答を実現する垂直配向技術と、広視野角を実現する配向分割技術とが組み合わされて用いられている。配向分割技術では、線状の突起306、308や電極の抜き部（スリット）等の配向規制用構造物が基板上に形成される。これらの配向規制用構造物により液晶分子312の配向方向が規制されるとともに、生産性低下の大きな原因となるラビング処理が不要になるため、高生産性を実現される。

【0008】また、表示品位のさらに高いMVAモードの液晶表示装置を実現するため、液晶層160中に光硬化物を形成することによって、液晶分子312の配向規制力を高める技術がある。液晶表示パネル中に、光硬化性組成物（樹脂）を含む液晶を注入し、電圧を印加した状態で光硬化物を形成することにより、配向規制用構造物で分割されたそれぞれの配向領域全体に所定のプレチルト角を付与することができる。これにより、液晶分子312の配向異常領域が減少して高透過率化を実現できるとともに、液晶分子312の傾斜の伝播がほとんど不要になるため高速応答が実現できる。

【0009】配向規制用構造物には、突起306、308やスリット以外に微細電極パターンがある。図28は、微細電極パターンが形成された1画素を示している。図28に示すように、TFT基板102上には、図中左右方向に延びる複数のゲートバスライン104（図28では1本のみ示している）と、不図示の絶縁膜を介してゲートバスライン104に交差して図中上下方向に延びる複数のドレインバスライン106（図28では2本示している）とが形成されている。ゲートバスライン104とドレインバスライン106との交差位置近傍には、TFT110が形成されている。また、ゲートバスライン104及びドレインバスライン106で画定された長方形の画素領域のほぼ中央を横切って、蓄積容量

バスライン108が形成されている。

【0010】長方形の画素領域内には、4つの同一形状の長方形に分割する十字形状の接続電極120、122が形成されている。接続電極122は画素領域中央でドレインバスライン106に平行に形成され、接続電極120は蓄積容量バスライン108上に形成されている。また、接続電極120、122から45°の角度で延出して、微細電極パターンとなる複数のストライプ状電極124が形成されている。隣接するストライプ状電極124間には、電極を抜いた状態のスペース126が形成されている。接続電極120、122と複数のストライプ状電極124とスペース126とで画素電極が構成される。また、ストライプ状電極124とスペース126とで配向規制用構造物が構成されている。ストライプ状電極124は幅L1で形成され、スペース126は幅S1で形成されている。

【0011】図29及び図30は、図28のB-B線で切断した液晶表示装置の断面を示している。図29は液晶層160に電圧が印加されていない状態を示し、図30は液晶層160に電圧が印加された状態を示している。図29及び図30に示すように、TFT基板102は、ガラス基板150上にストライプ状電極124を有している。TFT基板102に対向配置されている対向基板103は、ガラス基板151上に共通電極154を有している。TFT基板102及び共通電極103の液晶層160に接する表面には、垂直配向膜152、153がそれぞれ形成されている。

【0012】液晶層160に電圧が印加されていない状態では、図29に示すように、液晶分子312は基板面にほぼ垂直に配向する。液晶層160に電圧が印加された状態では、図30に示すように、液晶分子312はストライプ状電極124の延伸方向の接続電極122、124側に倒れ、基板面にほぼ平行に配向する。

【0013】図28に示す構成によっても、液晶分子312の配向方向を1画素内で4分割することにより、白表示や黒表示において広い視野角が得られている。ただし、微細電極パターンのみでは液晶分子312の配向規制力が小さいため、上記と同様に、液晶層160内に光硬化物を形成して配向規制力が高められている。光硬化物は、光により重合可能な光硬化性組成物（モノマー）を液晶層160に混合し、所定の電圧を印加した状態で紫外線（UV；Ultra Violet rays）等の光を照射することにより形成される。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】図31は、MVAモードの液晶表示装置の透過率特性（T-V特性）を示すグラフである。横軸は液晶層160への印加電圧（V）を表し、縦軸は光の透過率（%）を表している。グラフ中に実線で示す曲線Aは表示画面に垂直な方向（以下、「正面方向」という）でのT-V特性を示し、印でブ

ロットされた実線で示す曲線 B は表示画面に対して方位角 90° 、極角 60° の方向（以下、「斜め方向」という）での T-V 特性を示している。ここで、方位角は、表示画面のほぼ中心から水平方向を基準として反時計回りに測った角度とする。また極角は、表示画面の中心に立てた垂線となす角とする。液晶表示装置の表示モードは、液晶層 160 への印加電圧を低下させて黒を表示させ、印加電圧を上昇させて白を表示させるノーマリブラックモードである。T-V 特性は視野角によらず一定であることが望ましい。

【0015】しかしながら、図 31 に示すように、正面方向での T-V 特性を示す曲線 A と斜め方向での T-V 特性を示す曲線 B は、印加電圧約 2.7V 付近で交差している。斜め方向の透過率は、2.7V 以下の印加電圧では正面方向の透過率より高く、2.7V 以上の印加電圧では正面方向の透過率より低くなっている。このため、印加電圧が 1.5V から 2.7V の範囲では、斜め方向の透過率は正面方向より高くなっているために当該斜め方向から見ると表示画像が白っぽく見えてしまうという問題が生じる。また、斜め方向の透過率は、比較的高い印加電圧の範囲で正面方向の透過率よりも低下しているため、斜め方向から見たときには表示画面全体としてコントラストが低下する。

【0016】透過率は、液晶層 160 のリタデーション（ $n \cdot d$ ）に依存して変動する。斜め方向から見ると、当該斜め方向に傾く液晶分子 312 により液晶層 160 の実質的なリタデーションが小さくなるために上記の問題が生じる。また、色度についても、正面方向から見たときと斜め方向から見たときとで各画素からの透過率の比重が変化するため色度が変化するという問題が生じている。

【0017】図 32 は、MVA モードの液晶表示装置の表示画面を複数の視野角から観察した T-V 特性を示すグラフである。横軸は液晶層 160 への印加電圧（V）を表し、縦軸は光の透過率（%）を表している。グラフ中の曲線 A は正面方向での T-V 特性を示している。曲線 B、C、D、E は方位角 90° で極角がそれぞれ 20° 、 40° 、 60° 、 80° の方向での T-V 特性を示している。図 32 に示すように、領域 F で曲線 E にうねりが生じており、印加電圧を高くしても透過率が低下してしまう範囲が存在する。このため、正面方向と極角 80° の方向とで、表示画像が反転してしまうという問題が生じる。

【0018】本発明の目的は、良好な視角特性の得られる液晶表示装置及びその駆動方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的は、1 フレーム期間内の所定時間だけ画素の液晶に駆動電圧を印加し、前記駆動電圧の印加時間を変化させて前記画素に所定の

階調を表示させることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法によって達成される。

【0020】

【発明の実施の形態】〔第 1 の実施の形態〕本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置及びその駆動方法について図 1 乃至図 15 を用いて説明する。図 1 は、本実施の形態による液晶表示装置の概略構成を示している。液晶表示装置は、薄膜トランジスタ（TFT; Thin Film Transistor）等が形成された TFT 基板 2 とカラーフィルタ（CF; Color Filter）等が形成された対向基板 4 とを対向させて貼り合わせ、両基板 2、4 間に液晶を封止した構造を有している。

【0021】TFT 基板 2 には、複数のバスラインを駆動するドライバ IC がそれぞれ実装されたゲートバスライン駆動回路 5 及びデータバスライン駆動回路 6 が設けられている。これらの駆動回路 5、6 は、制御回路 7 から出力された所定の信号に基づいて、走査信号やデータ信号を所定のゲートバスラインあるいはドレインバスラインに出力するようになっている。TFT 基板 2 の素子形成面と反対側の基板面には偏光板 8 が配置され、偏光板 8 の TFT 基板 2 と反対側の面にはバックライトユニット 3 が取り付けられている。一方、対向基板 4 の CF 形成面と反対側の面には、偏光板 8 とクロスニコルに配置された偏光板 9 が貼り付けられている。

【0022】本実施の形態では、負の誘電率異方性を備え電圧無印加時に垂直配向する液晶を封止したノーマリブラックモードの液晶表示装置を用いている。図 2 を用いて液晶分子の配向状態による視角特性の変化について説明する。図 2 (a) は黒を表示しているときの液晶分子の配向状態を示し、図 2 (b) は白を表示しているときの液晶分子の配向状態を示している。また、図 2

(c) は中間調を表示しているときの液晶分子の配向状態を示している。図 2 (a) に示すように、ガラス基板 58 上に形成された画素電極 60 と、ガラス基板 59 上に形成された共通電極 62 との間に電圧が印加されていない状態では、液晶分子 56 は基板面にほぼ垂直に配向している。この状態では、正面方向から見ると液晶層 57 で生じるリタデーションはほぼ 0 になるため黒が表示される。また、斜め方向から見た場合も図 31 に示すように、正面方向とほとんど同じ透過率の黒表示が得られる。

【0023】図 2 (b) に示すように、画素電極 60 と共通電極 62 との間に所定の電圧が印加され、液晶分子 56 が基板面に平行に配向している状態では、正面方向から見ると液晶層 57 で生じるリタデーションはほぼ $\lambda/2$ になるため白が表示される。また、斜め方向から見た場合には正面方向より透過率がやや低下してグレー表示となる（図 31 参照）。

【0024】また、図 2 (c) に示すように、液晶分子

56 が基板面に対して所定の角度で傾いて配向している状態では、液晶層 57 のリタデーションは 0 から $\pi/2$ の範囲で変化して、中間調が表示される。ところがこの中間調表示は、正面方向から見た場合に適正となるが、斜め方向から見た場合には視野角に依存して液晶層 57 のリタデーションが変化してしまうため所望の階調が得られない。例えば、図 2 (c) に示す斜め方向から見ると、本来グレーを表示させるはずがより白っぽい表示になってしまう。

【0025】図 31 に示す T-V 特性では、既に説明したように、印加電圧が 1.5 V から 2.7 V の範囲の中間調表示では、斜め方向では透過率が正面方向より高くなっているために表示画像が白っぽく見えてしまう。例えば図 31 において、2 V の電圧を印加して正面方向から見て 1 % の透過率を得る場合には、斜め方向では概ねその 5 倍の透過率となってしまう。このように印加電圧が 1.5 V から 2.7 V の範囲の中間調表示では、液晶層 57 のリタデーションが視野角に依存して大きく変化してしまう結果、表示される中間調が視野角に応じて大きく変化してしまう。

【0026】それに対して白表示をさせた場合、すなわち図 31 に示すように最大階調電圧の 5 V を液晶層 57 に印加して正面方向から見て 30 % の透過率を得る場合には、斜め方向では概ねその 2/3 倍程度の透過率が得られる。この場合にはコントラストが幾分低下するだけで白っぽさは生じない。さらに図 31 に示すように、黒表示をさせた場合は視野角による透過率の変動はより少なくなる。本実施の形態は、この点に着目して図 3 に示すような駆動方法を採用している。

【0027】図 3 は、本実施の形態によるノーマリブラックモードの液晶表示装置の液晶層 57 への印加電圧及び透過率の時間変化を示すグラフである。図 3 の上方のグラフ (a) はある画素における液晶層 57 への印加電圧の時間変化を示し、下方のグラフ (b) は当該画素の透過率の時間変化を示している。両グラフ (a)、(b) は共通の横軸 (時間軸: msec) で表されている。上方のグラフ (a) の縦軸は印加電圧 (V) を表し、下方のグラフ (b) の縦軸は光の透過率 (%) を表している。グラフ (a) に示すように、フレーム f_n の周期は 16.7 msec ($1/60$ sec) であり、液晶層 57 はフレーム f_n 毎に階調電圧の極性が反転するフレーム反転駆動方式で駆動されるようになっている。画素に印加される階調電圧 P は、正極性フレーム f_n の例えば最初の 50 % の期間 ($1/120$ sec) 中連続して +5.0 V のオンレベルに維持される。次いで階調電圧 P はオフレベルになり、残りの 50 % の期間 ($1/120$ sec) でコモン電位 (例えば、0 V) に維持される。

【0028】次のフレーム f_{n+1} では、画素に印加される階調電圧 P はオンレベルになって最初の 50 % の期間

($1/120$ sec) 中連続して -5.0 V の負極性の電圧レベルに維持される。次いで階調電圧 P は、残りの 50 % の期間 ($1/120$ sec) はオフレベルになってコモン電位に維持される。この例では、1 フレーム周期の 50 % (デューティ比 50 %) の期間だけ階調電圧 P がオンレベルになるようにしている。デューティ比を変化させることにより、複数の階調を表示できる。このように本実施の形態による液晶表示装置の駆動方法は、1 フレーム期間内の所定時間だけ画素の液晶に駆動電圧を印加し、駆動電圧の印加時間を変化させて画素に所定の階調を表示させるようにしている。駆動電圧の印加時間だけでなく駆動電圧の電圧レベルも変化させるようにしてもよい。

【0029】図 3 下方のグラフ (b) 中の曲線 C は正面方向の透過率を示し、曲線 D は斜め方向の透過率を示している。グラフ (b) に示すように、正面方向及び斜め方向の光の透過率は、階調電圧 P に応じて変化している。階調電圧 P がオンレベル (± 5.0 V) のときには、曲線 C と曲線 D に示すように正面方向の透過率は斜め方向の透過率より大きくなっている。階調電圧 P がオフレベル (0 V) のときには、斜め方向の透過率は正面方向の透過率より大きくなっている部分が存在するが、1 フレーム f_n の全期間での平均透過率は、正面方向の方が斜め方向より大きくなる。これにより、斜め方向の透過率が正面方向の透過率より大きくなると生じてしまう白っぽさを防止できる。したがって、各画素に印加する階調電圧 P の大きさを上記のように最大階調電圧 (例えば ± 5 V) にして、階調電圧 P を印加するデューティ比を変えることにより、白っぽさを抑えて各画素に階調表示することができるようになる。

【0030】また、階調電圧 P のオンレベルの大きさとデューティ比とをパラメータとして階調を設定することにより、図 31 に示した任意の印加電圧における正面方向と斜め方向の透過率の比率を適用することができる。したがって、透過率特性や応答特性を考慮して、階調電圧 P のオンレベルの大きさとデューティ比とを最適化することにより、全ての階調にわたって良好な視角特性を得ることができる。例えば、液晶層 57 に印加する電圧を、視角特性に優れた垂直配向状態及び平行配向状態となる電圧とし、それらの配向状態に対応する透過率特性に基づいて電圧の印加時間を変化させて階調表示を行うことにより、中間調表示においても優れた視角特性が得られる。

【0031】また、本実施の形態は、正面方向及び斜め方向から見たときの、階調による色度変化を抑える作用を有している。図 3 下方のグラフ (b) に示す例では、上記の通り、5.0 V の電圧を印加したときの光学特性 (リタデーション) が全ての階調表示に反映される。したがって、5.0 V の電圧を印加したときに液晶層 57 に発生するリタデーションに対応する色度が全ての階調

において支配的となるため、階調による色度変化が大幅に少なくなり優れた表示特性が得られる。また、印加電圧の大きさとその電圧の印加時間とをパラメータとして各階調を設定することにより、任意のリタデーションに対応する色度を適用することができる。したがって、透過率特性や応答特性を考慮して電圧の大きさとその電圧の印加時間とを選択することにより、斜め方向から見ても階調による色度変化の少ない良好な視角特性が得られる。

【0032】液晶分子56の傾斜角度が変化する過程で10の光学特性の寄与を少なくするには、印加電圧の変化に伴う透過率変化が急峻な液晶すなわち光学応答性に優れた液晶パネルを用いることが望ましい。したがって、高速応答性に優れた液晶表示パネルに本実施の形態を適用すると、より優れた階調視角特性を得ることができる。同様の理由で、液晶が高速に応答可能な電圧又は電圧範囲を駆動電圧範囲に用いる方が、より優れた階調視角特性を得ることができる。以下、本実施の形態による液晶表示装置及びその駆動方法について実施例1-1及び1-2を用いてより具体的に説明する。

【0033】(実施例1-1)本実施の形態の実施例1-1による液晶表示装置及びその駆動方法について図4及び図5を用いて説明する。まず、本実施例に用いる液晶表示装置について図1及び図2を参照しつつ説明する。TFT基板2には、高さ1.2 μ mで幅10 μ mの絶縁性を有する線状の突起が70 μ m周期で互いに平行に複数形成されている。対向基板4には、幅10 μ mのスリットが同じく70 μ m周期で互いに平行に複数形成されている。両基板2、4には垂直配向膜(例えばJSR社製)が塗布され、直径3.0 μ mの球状スペーサを30散布して両基板2、4の配向規制用構造物が交互に配列するように貼り合わされている。両基板2、4間には負の誘電率異方性を有する液晶(例えばメルク社製)が封止されている。

【0034】次に、本実施例による液晶表示装置の駆動方法について説明する。上記の液晶表示装置に、フレーム反転の周波数が30Hz(フレーム周期1/60sec)で、デューティ比を画素毎に変化させることにより各画素の階調表示を行う。本実施例による液晶表示装置の液晶分子56は、電圧無印加状態で基板面にほぼ垂直に配向し、 ± 5.0 Vの電圧を印加した状態で基板面にほぼ水平に配向する。

【0035】図4は、本実施例による液晶表示装置の駆動方法を用いた場合のデューティ比の変化に対する透過率の変化を示すグラフである。横軸は液晶層57へ印加する階調電圧Pのデューティ比を表し、縦軸は光の透過率(%)を表している。グラフ中の実線で示す曲線Eは正面方向の透過率を示し、印でプロットされた実線で示す曲線Fは斜め方向の透過率を示している。図4に示すように、本実施例によれば、正面方向の透過率と斜め

方向の透過率の差が、図31に示す従来の液晶表示装置の駆動方法を用いたときと比較して極めて小さくなり、良好な階調視角特性が得られている。

【0036】図5は、本実施例による液晶表示装置の駆動方法を用いた場合の表示特性と従来のそれとを比較するグラフである。横軸は規格化透過率を表している。従来の駆動方法については、階調電圧が5.0Vのときの透過率で各透過率を規格化している。本実施例の駆動方法については、1フレーム全てに5.0Vの階調電圧を印加したときの透過率で各透過率を規格化している。縦軸は、正面方向の透過率に対する斜め方向の透過率の比率(透過率比)を対数で表している。グラフ中の印でプロットされた実線で示す曲線Gは従来の液晶表示装置の駆動方法を用いた場合の透過率比を示し、印でプロットされた実線で示す曲線Hは本実施例による液晶表示装置の駆動方法を用いた場合の透過率比を示している。図5に示すグラフでは、規格化透過率によらず透過率比が一定、すなわちプロファイルが平坦である方が階調視角特性に優れている。また、透過率比が1.0に近い方がさらに階調視角特性に優れている。図5に示すように、本実施例によれば、従来透過率比が高かった低透過率での透過率比が低下してプロファイルがより平坦になっており、さらに全体的に透過率比が1.0に近づいている。したがって、従来と比較して優れた階調視角特性が得られることがわかる。

【0037】本実施例によれば、階調による色度変化についても大幅に改善される。例えば、白色の色度では、従来はx-y色度図上で0.04程度の色度シフトが生じるのに対し、本実施例では色度シフトを0.01未満に抑えることができる。また、改善が困難である赤(R)、緑(G)、青(B)単色の色度変化についても、同様の効果が得られる。

【0038】本実施の形態では、MVAモードの液晶表示装置を例に挙げたが、他のモードの液晶表示装置においても同様に階調視角特性を改善できる。例えば、正の誘電率異方性を有する液晶を封止したホモジニアス配向の液晶表示装置においても、本実施の形態を適用することにより優れた階調視角特性が得られる。

【0039】(実施例1-2)次に、本実施の形態の実施例1-2による液晶表示装置及びその駆動方法について図6乃至図15を用いて説明する。図6は、本実施例による液晶表示装置の駆動方法を示す概念図である。図6(a)は黒に近いグレーを表示する場合の駆動状態を示し、図6(b)は白に近いグレーを表示する場合の駆動状態を示している。図6(a)、(b)では、横方向が1フレームの時間を表している。図6(a)に示すように、黒に近いグレーを表示する場合には、1フレーム期間のうち例えば4分の1の期間は白を表示させ(デューティ比25%)、残りの期間は黒を表示させる。また、図6(b)に示すように、白に近いグレーを表示す

る場合には、1フレーム期間のうち例えば6分の5の期間は白を表示させ（デューティ比83%）、残りの期間は黒を表示させる。このように、本実施例では黒表示と白表示のみを用いており、白を表示させる時間を1フレーム期間内で変化させ時間分割（デューティ比）で中間調表示を実現している。

【0040】例えばPDP（Plasma Display Panel）では、輝度の相対比の異なる複数のサブフィールド（例えば1、2、4、8、16、32）を組み合わせることで64階調を実現している。しかし液晶表示装置では、液晶の応答特性やTFTの応答特性を考えるとPDPで用いられる方法の採用は極めて困難である。それに対し本実施例のようにすれば、通常の液晶とTFTとを用いて時間分割による多階調表示を容易に実現できる。

【0041】次に、本実施例による液晶表示装置の駆動方法について説明する。図7は、本実施例による液晶表示装置の1画素分の等価回路を示している。図7に示すように、図中上下方向には、データバスライン74と駆動電圧バスライン76とが互いにほぼ平行にそれぞれ複数本形成されている（図7ではそれぞれ1本のみ示している）。不図示の絶縁膜を介してデータバスライン74及び駆動電圧バスライン76にほぼ直交して複数のゲートバスライン12が形成されている（図7では1本のみ示している）。各データバスライン74及び各駆動電圧バスライン76はデータバスライン駆動回路6により駆動され、各ゲートバスライン12はゲートバスライン駆動回路5により駆動される。

【0042】1画素には2つのTFT70、72が形成されている。第1のTFT70のゲート電極G1は、ゲートバスライン12に接続されている。TFT70のドレイン電極D1はデータバスライン74に接続されている。TFT70のソース電極S1は、並列接続された容量（第1の容量）C1と抵抗（第1の抵抗）R1の一端に接続されるとともに、第2のTFT72のゲート電極G2に接続されている。容量C1と抵抗R1の他端は不図示の電源回路に接続されている。TFT72のドレイン電極D2は駆動電圧バスライン76に接続され、ソース電極S2は画素電極60に接続されている。画素電極60とコモン電極およびそれらに挟まれた液晶とで液晶容量（第2の容量）C1cが形成される。また、液晶層で抵抗（第2の抵抗）R2が形成されている。これにより、TFT72のソース電極S2は、並列接続された液晶容量C1cと抵抗R2の一端に接続されている。液晶容量C1cと抵抗R2の他端はコモン電位に維持されている。

【0043】ゲートバスライン12を介してゲート電極G1に所定のゲート電圧が印加されると、TFT70はオン状態になる。TFT70がオン状態になると、データバスライン74に印加されているデータ電圧がTFT

72のゲート電極G2に印加されるとともに容量C1に所定の電荷が充電される。TFT72のゲート電極G2に閾値電圧を超えるデータ電圧が印加されるとTFT72がオン状態になり、画素電極60に駆動電圧バスライン76からの駆動電圧が印加される。

【0044】TFT70がオフ状態になると、ゲート電極G2のゲート電圧Vg2は容量C1と抵抗R1により決定される時定数により時間の経過と共に低下する。ゲート電圧Vg2が閾値電圧以下になるとTFT72がオフ状態になる。TFT72がオフ状態になると、画素電極60に印加された駆動電圧は液晶容量C1cと抵抗R2により決定される時定数により時間の経過と共に低下する。

【0045】データバスライン74から相対的に高レベルのデータ電圧がTFT70を介して容量C1と抵抗R1およびTFT72のゲート電極G2に印加されると、TFT72は、比較的長時間オン状態を維持するので、液晶層57に駆動電圧が長時間印加されて白表示が実現される。

【0046】データバスライン74から相対的に低レベル（TFT72の閾値電圧以下）のデータ電圧がTFT70を介して容量C1と抵抗R1およびTFT72のゲート電極G2に印加されると、TFT72はオフ状態を維持するので、液晶層57に駆動電圧が印加されず黒表示が実現される。

【0047】データバスライン74から上記高レベルおよび低レベルの中間のデータ電圧がTFT70を介して容量C1と抵抗R1およびTFT72のゲート電極G2に印加されると、TFT72は、TFT70がオフになった後、容量C1と抵抗R1により定まる時定数で決まる時間だけオン状態を維持する。当該オン時間だけ液晶層57には駆動電圧が印加される。これにより、1フレーム期間中のTFT72のオン時間の割合に応じて、中間調表示が実現される。

【0048】図8は、本実施例による液晶表示装置の1画素の構成を示している。図9は図8のC-C線で切断した断面図であり、図10は図8のD-D線で切断した断面図である。図8乃至図10に示すように、TFT基板2上には、図8で左右方向に延びるゲートバスライン12とゲートバスライン12にほぼ平行に延びるコモンバスライン78とが、所定の間隙を介して隣接して同一の形成材料で形成されている。ゲートバスライン12及びコモンバスライン78に絶縁膜を介してほぼ直交して、データバスライン74と駆動電圧バスライン76とが画素領域を挟んで両側に形成されている。データバスライン74と駆動電圧バスライン76とは、同一の形成材料で形成されている。

【0049】ゲートバスライン12とデータバスライン74との交差位置近傍にはTFT70が形成されている。TFT70のドレイン電極D1は、データバスライ

ン 74 に接続されている。またソース電極 S1 は、コモンバスライン 78 にほぼ平行に形成された接続配線 84 にコンタクトホール 82 を介して接続されている。ソース電極 S1 からは、コモンバスライン 78 にほぼ平行なソース配線 86 が延出している。ソース配線 86 は、コンタクトホール 80 上に形成された比較的抵抗値の小さい誘電体 90 を介してコモンバスライン 78 に接続されている。誘電体 90 の形成材料には、レジストや紫外線硬化樹脂などが用いられる。接続配線 84 は、TFT72 のゲート電極 G2 に接続されている。TFT72 のドレイン電極 D2 は駆動電圧バスライン 76 に接続され、ソース電極 S2 はコンタクトホール 222 を介して画素電極 60 に接続されている。本実施例では、誘電体 90 が抵抗 R1 及び容量 C1 の誘電体として機能する。また、液晶層 57 は抵抗 R2 として機能する。

【0050】次に、本実施例による液晶表示装置の駆動方法を具体例に基づいて説明する。図 11 は、本実施例による液晶表示装置の 2 フレーム分の駆動波形等を示している。図 11 (a) はあるデータバスライン 74 に印加されるデータ電圧 Vd の波形を示し、図 11 (b) は TFT70 のゲート電極 G1 に印加されるゲート電圧 Vg1 の波形を示している。図 11 (c) は TFT72 のゲート電極 G2 に印加されるゲート電圧 Vg2 の波形を示し、図 11 (d) は駆動電圧バスライン 76 に印加される液晶駆動電圧 Vdd とコモン電圧 Vcom の波形を示している。また、図 11 (e) は画素電極 60 に印加される階調電圧 Vp の波形を示し、図 11 (f) は画素の例えば正面方向の表示輝度 Tp の波形を示している。図中横方向は時間を表している。図 11 (a) ~ (e) の縦方向は電圧レベルを表し、図 11 (f) の縦方向は 30 輝度レベルを表している。

【0051】本実施例では、図 11 (d) に示すように、コモン電圧 Vcom = +5V としている。そして、駆動電圧バスライン 76 には正極性駆動電圧 Vddp = +10V と逆極性駆動電圧 Vddn = 0V とがフレーム f 毎に交互に出力されるようになっている。これにより、液晶層 57 が ±5V の駆動電圧でフレーム反転駆動される。以下、駆動電圧バスライン 76 に正極性駆動電圧 Vddp が印加されているフレーム期間を正極性フレーム期間と呼び、駆動電圧バスライン 76 に逆極性駆動電圧 Vddn が印加されているフレーム期間を逆極性フレーム期間と呼ぶことにする。

【0052】正極性フレーム期間での駆動電圧バスライン 76 には、正極性駆動電圧 Vddp = +10V が印加される。この正極性フレーム期間で TFT72 を確実にオフ状態にするには、TFT72 のゲート電圧 Vg2 は、ドレイン電圧の最小値（すなわち正極性駆動電圧 Vddp = +10V）より 5V 程度低くさせておく必要がある。また、正極性フレーム期間で TFT72 を確実にオン状態にするには、TFT72 のゲート電圧 Vg2 は 50

ドレイン電圧の最大値（すなわち正極性駆動電圧 Vddp = +10V）より高くさせる必要がある。そこで、図 11 (a) に示すように、正極性フレーム期間にはデータバスライン 74 に印加するデータ電圧 Vdp は +5V から +15V まで（電圧幅 10V）の間の電圧を印加するようにしている。

【0053】逆極性フレーム期間での駆動電圧バスライン 76 には、逆極性駆動電圧 Vddn = 0V が印加される。この逆極性フレーム期間で TFT72 を確実にオフ状態にするには、TFT72 のゲート電圧 Vg2 は、ドレイン電圧の最小値（すなわち逆極性駆動電圧 Vddn = 0V）より 5V 程度低くさせておく必要がある。また、逆極性フレーム期間で TFT72 を確実にオン状態にするには、TFT72 のゲート電圧 Vg2 はドレイン電圧の最大値（すなわち逆極性駆動電圧 Vddn = 0V）より高くさせる必要がある。そこで、図 11 (a) に示すように、逆極性フレーム期間にはデータバスライン 74 に印加するデータ電圧 Vdn は -5V から +5V まで（電圧幅 10V）の間の電圧を印加するようにしている。

【0054】従って、図 11 (a) に示すように、データ電圧 Vd は -5V から +15V までの電圧幅 20V で変動する。このため、TFT70 をスイッチング素子として確実に動作させるために、図 11 (b) に示すように、ゲートバスライン 12 に印加するゲート電圧 Vg1 は、TFT70 のオフ時電圧 Vg1 (off) = -10V、オン時電圧 Vg1 (on) = +20V としている。

【0055】次に、順を追って駆動動作について説明する。

(1) 正極性フレーム期間の場合：例えば、階調電圧 Vdp = +12V がデータバスライン 74 に出力されているものとする（図 11 (a) 参照）。次に、ゲートバスライン 12 にゲートパルス Vg1 (on) が出力されて TFT70 がオン状態になる。TFT70 がオン状態の間、データ電圧 Vdp が TFT72 のゲート電極 G2 に印加されるとともに容量 C1 が充電される。TFT72 のゲート電極 G2 には、図 11 (c) に示すようにゲート電圧 Vg2 (onp) (= +12V) が印加されて TFT72 がオン状態になる。

【0056】次に、ゲート電圧が Vg1 (off) になって TFT70 がオフ状態になると、所定の時定数で容量 C1 の電荷が放電され、図 11 (c) に示すように、TFT72 のゲート電極 G2 に印加される電圧レベルが徐々に減少する。この電圧レベルは、次第に TFT72 の閾値電圧 Vth に近づいて遂にはそれより小さくなり、最終的には Vg2 (offp) (= Vcom = +5V) になる。

【0057】このように、TFT72 のオン時間は、ゲート電極 G2 に供給されるデータ電圧 Vdp の大きさと容量 C1 および抵抗 R1 による減衰の時定数で定まる。

TFT72 がオン状態において、図 11 (d) に示す正極性駆動電圧 $V_{ddp} = +10V$ が階調電圧 V_p として画素電極 60 に書込まれ、TFT72 のオン時間中当該電圧レベルが維持される (図 11 (e) 参照)。この期間中、図 11 (f) に示すように液晶層には所定の透過率 T_p が得られる。

【0058】TFT72 のゲート電圧 V_{g2} が所定の閾値電圧 V_{th} 以下になると TFT72 はオフ状態になり、液晶容量 C_{lc} と液晶抵抗 R_2 とに基づく時定数で階調電圧 V_p はコモン電圧 V_{com} にまで減少する (図 11 (e) 参照)。これにより、図 11 (f) に示すように液晶層の透過率 T_p は減少する。

【0059】(2) 逆極性フレーム期間の場合：上述の正極性フレームに続いて同一階調を表示させる場合を例にとって説明する。まず、不図示の回路により容量 C_1 及び抵抗 R_1 を介して TFT72 のゲート電極 G2 のゲート電圧 $V_{g2} (offn)$ を $-5V$ に維持しておく。次いで、逆極性の階調電圧 $V_{dn} = +2V$ がデータバスライン 74 に出力される (図 11 (a) 参照)。次に、ゲートバスライン 12 にゲートパルス $V_{g1} (on)$ が出力されて TFT70 がオン状態になる。TFT70 がオン状態の間、データ電圧 V_{dn} が TFT72 のゲート電極 G2 に印加されるとともに容量 C_1 が充電される。TFT72 のゲート電極 G2 には、図 11 (c) に示すようにゲート電圧 $V_{g2} (onn) (= +2V)$ が印加されて TFT72 がオン状態になる。

【0060】次に、ゲート電圧が $V_{g1} (off)$ になって TFT70 がオフ状態になると、所定の時定数で容量 C_1 の電荷が放電され、図 11 (c) に示すように、TFT72 のゲート電極 G2 に印加される電圧レベルが徐々に減少する。この電圧レベルは、次第に TFT72 の閾値電圧 V_{th} に近づいて遂にはそれより小さくなり、最終的には $V_{g2} (offn) (= -5V)$ になる。

【0061】このように、TFT72 のオン時間は、ゲート電極 G2 に供給されるデータ電圧 V_{dn} の大きさと容量 C_1 および抵抗 R_1 による減衰の時定数で定まる。TFT72 がオン状態において、図 11 (d) に示す逆極性駆動電圧 $V_{ddn} = 0V$ が階調電圧 V_p として画素電極 60 に書込まれ、TFT72 のオン時間中当該電圧レベルが維持される (図 11 (e) 参照)。この期間中、図 11 (f) に示すように液晶層には所定の透過率 T_p が得られる。

【0062】TFT72 のゲート電圧 V_{g2} が所定の閾値電圧 V_{th} 以下になると TFT72 はオフ状態になり、液晶容量 C_{lc} と液晶抵抗 R_2 とに基づく時定数で階調電圧 V_p はコモン電圧 V_{com} にまで減少する (図 11 (e) 参照)。これにより、図 11 (f) に示すように液晶層の透過率 T_p は減少する。

【0063】このように本実施例によれば、データバス

ライン 74 に出力するデータ電圧 V_d の大きさに応じて TFT72 のオン時間を制御できる。TFT72 がオン状態では液晶層 57 には $+10V$ 又は $0V$ の駆動電圧 V_{dd} が印加され、オフ状態ではコモン電圧 $V_{com} = +5V$ に等しくなる。このため、データ電圧 V_d の大きさに応じて、1 フレーム内で白を表示させる時間を制御することができる。

【0064】したがって、データ電圧 V_d を最大にすると、ほぼ 1 フレーム期間中 TFT72 をオン状態に維持して白表示を得ることができ、データ電圧 V_d を最小にすると、ほぼ 1 フレーム期間中 TFT72 をオフ状態に維持して黒表示を得ることができる。データ電圧を最大と最小との間の任意の値に設定することにより、1 フレーム期間中で TFT72 を任意の時間だけオン状態に維持してその後オフ状態にすることができる。これにより、中間調を表示させることができるようになる。本実施例によれば、一般の液晶材料および TFT 構造を用いて実施例 1-1 と同様の効果を得ることができる。

【0065】また、本実施例においては、液晶層 57 に印加された電圧を保持するのではなく放電させる必要があるため、抵抗値の大きい液晶を使用する必要はない。このためシアノ系のような液晶を使用することができ、液晶表示装置の応答速度を高めることが可能である。さらに、屈折率異方性 n は大きい抵抗値の小さい塩素系液晶を使うことが可能なため、セル厚 d を薄くすることができる。このため、さらに高速な応答の液晶表示装置を実現できる。

【0066】次に、本実施例による液晶表示装置の変形例について説明する。図 12 は、本変形例による液晶表示装置の構成を示している。図 13 は、図 12 の E-E 線で切断した断面を示している。図 12 及び図 13 に示すように、本変形例による液晶表示装置では、図 8 に示す構成と異なりコモンバスライン 78 が形成されていない。接続配線 84 上には、絶縁膜 88 が開口されたコンタクトホール 202 が形成されている。TFT70 のソース電極 S1 は接続配線 84 と、コンタクトホール 202 上に形成された抵抗体 91 とを介して対向基板 4 の共通電極 62 に接続されている。抵抗体 91 は所定のセル厚を保持する柱状スペーサになっている。抵抗体 91 の形成材料としては例えばレジストが好適である。本変形例では、抵抗体 91 は、抵抗 R_1 及び容量 C_1 の誘電体として機能する。本変形例によっても上記実施例と同様の効果が得られる。

【0067】次に、本実施例による液晶表示装置の他の変形例について説明する。図 14 は、本変形例による液晶表示装置の構成を示している。図 15 は、図 14 の F-F 線で切断した断面を示している。本変形例による液晶表示装置では、図 8 に示す構成と同様にコモンバスライン 78 が形成されている。接続配線 84 は、ゲートバスライン 12 とコモンバスライン 78 との間に形成され

ている。TFT70のソース電極51は、接続配線84の一端にコンタクトホール206を介して接続されている。コンタクトホール206近傍の断面構成は、図10に示すコンタクトホール82近傍と同様である。接続配線84は、データバスライン74及び駆動電圧バスライン76と同一の形成材料で形成された第2の接続配線85の一端に、コンタクトホール208上に形成された抵抗体210を介して接続されている。コンタクトホール208近傍の断面構成は、図9に示すコンタクトホール80近傍と同様である。第2の接続配線85の他端は、コンタクトホール220を介して共通バスライン78に接続されている。画素電極60は、コンタクトホール204上に形成された抵抗体92を介して共通バスライン78に接続されている。本変形例では、抵抗体210が抵抗R1及び容量C1の誘電体として機能し、抵抗体92が抵抗R2として機能する。本変形例によっても上記実施例と同様の効果が得られる。

【0068】以上説明したように、本実施の形態によれば良好な視覚特性の得られる液晶表示装置を作製できる。

【0069】〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態による液晶表示装置について図16乃至図19を用いて説明する。なお、第1の実施の形態による液晶表示装置の構成要素と同一の機能作用を有する構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略する。図16は、本実施の形態による液晶表示装置を表示画面側からみた2画素分の基本構成を示している。図17は、図16に示すA-A線で切断した液晶表示装置の断面を示している。図16に示すように、対向基板に形成された遮光膜(BM)50により図示縦長の長方形形状の2つの画素領域が画定され、さらに各画素内が横方向に2分されている。また、図16および図17に示すように、各画素領域の対向基板側には、画素領域端部に対して斜めに延びる線状の突起52が形成されている。各画素領域のTFT基板側には、画素領域端部に対して斜めに延びるスリット54が突起52と交互に配列するように形成されている。画素領域は、突起52とスリット54により、液晶分子56の配向方向の異なる4つの領域(配向領域)に分割されている。

【0070】図17に示すように、各画素は突起52又はスリット54の配向規制用構造物が形成された領域近傍の領域Aと、2つの領域Aの間の領域Bとを有している。領域Aと領域Bとでは、液晶分子のプレチルト角(基板面からの角度)が異なっている。このため、局所的に見れば2つの異なるT-V特性の領域A、Bが1画素内に存在している。しかしながら全体として観察される実際の表示ではそれぞれのT-V特性を平均したT-V特性が得られる。

【0071】複数に分割された領域A、Bのうちの1つは、高コントラストを維持するためにプレチルト角がほ

ぼ90°(配向方向が基板面にほぼ垂直)である必要がある。本例では領域Bのプレチルト角はほぼ90°になっている。さらに、同じく高コントラストを維持するために、領域A、Bのプレチルト角は全て80°以上であることが望ましい。本例では、領域Aでは液晶分子56のプレチルト角は80°以上である。また、各領域A、BのT-V特性が均等に混合されて平均化されると全体としてよりなだらかなT-V曲線を得ることができる。全体としてなだらかなT-V曲線が得られると、正面方向と斜め方向との透過率差を小さくすることができる。したがって、領域A、Bは、ほぼ均等に分割されるのが望ましい。

【0072】次に、本実施例による液晶表示装置の製造方法について説明する。幅10μmのスリット54が互いに平行に70μm間隔で複数形成されたTFT基板2と、高さ1.2μm、幅10μmの線状で絶縁性の突起52が互いに平行に70μm間隔で複数形成された対向基板4との対向面に、垂直配向膜(例えばJSR社製)を塗布する。次に、例えば直径4.0μmの球状スペーサ(例えば積水ファインケミカル社製)を散布する。次に、スリット54と突起52とが交互に配列するようにTFT基板2と対向基板4とを貼り合わせ、光硬化性組成物(例えばメルク社製)を0.3wt%添加したn型液晶(例えばメルク社製)を封止する。図16に示すように、スリット54と突起52は、1画素内で右上方45°と右下方45°に延びて形成されている。スリット54と突起52によって4方向に配向分割される配向領域の液晶傾斜方向は、表示画面の上下方向又は左右方向から45°傾いた方向となる。各配向領域の面積は、1画素内でほぼ均等になっている。

【0073】TFT基板と対向基板とで液晶を封止した後、各配向規制用構造物を中心として幅17.5μmを有する領域Aのみに光が照射されるようにパターンニングされたフォトマスクを液晶表示パネルに重ねた状態で、画素電極60と共通電極62との間に20Vの直流電圧を印加しながら液晶層に4000mJの照射エネルギーでUV光を照射する。これにより、領域Aの光硬化性組成物を選択的に硬化させる。続いて、電圧無印加状態で、液晶表示パネル全面に4000mJの照射エネルギーでUV光を照射して、幅17.5μmを有する領域Bの光硬化性組成物を硬化させる。この工程により、領域Aでは液晶分子56のプレチルト角は約80°になり、領域Bでは液晶分子56のプレチルト角は約90°になる。

【0074】図18は、本実施例による液晶表示装置のT-V特性を示している。横軸は液晶層57への印加電圧(V)を表し、縦軸は光の透過率(%)を表している。グラフ中の実線で示す曲線Aは正面方向でのT-V特性を示し、印でプロットされた実線で示す曲線Bは斜め方向でのT-V特性を示している。図18に示すT

- V特性は図31に示す従来の液晶表示装置のT-V特性と比較すると、正面方向と斜め方向との透過率の差が小さくなっているため、正面方向と斜め方向との間における表示画像の色ずれの少ない良好な階調視角特性が得られる。実際に液晶表示装置に画像を表示させ、表示画面を斜め方向から見たところ、本実施の形態の方が正面から見た表示画像との差が小さく、良好な階調視角特性が得られることが確認できた。なお、比較に用いた従来の液晶表示装置は、液晶中に光硬化性組成物が含まれないことと、UV光照射処理を行わないこと以外は、本実施の形態と同じ条件で製造されている。

【0075】本実施の形態では、液晶分子56のプレチルト角が異なる2つの領域A、Bを形成したが、液晶分子56のプレチルト角が異なる領域を3つ以上形成しても同様の、あるいはより優れた表示特性を得ることができる。また、プレチルト角は小さい方がより優れた階調視角特性が得られるが、コントラストが低下してしまうというトレードオフの関係がある。よって、液晶表示装置の使用環境等に基づいてプレチルト角を選択する必要がある。

【0076】図19は、本実施の形態による液晶表示装置の効果を示すグラフである。横軸は規格化透過率を表しており、階調電圧が6.0Vのときの透過率で各透過率を規格化している。縦軸は、正面方向の透過率に対する斜め方向の透過率の比率（透過率比）を対数で表している。グラフ中の印でプロットされた実線で示す曲線Cは従来の液晶表示装置の透過率比を示し、印でプロットされた実線で示す曲線Dは本実施の形態による液晶表示装置の透過率比を示している。図19に示すように、本実施の形態によれば、従来透過率比が高かった低透過率での透過率比が低下してプロファイルがより平坦になっており、さらに全体的に透過率比が1.0に近くなっている。したがって本実施の形態によれば、従来と比較して優れた階調視角特性が得られる。

【0077】〔第3の実施の形態〕次に、本発明の第3の実施の形態による液晶表示装置について図20乃至図26を用いて説明する。なお、第1及び第2の実施の形態による液晶表示装置の構成要素と同一の機能作用を有する構成要素については、同一の符号を付してその説明を省略する。まず、本実施の形態による液晶表示装置の原理について説明する。図20は、本実施の形態による液晶表示装置の液晶分子の傾斜角度と視角方向との関係を示している。図20(a)は従来の液晶表示装置について示し、図20(b)は本実施の形態による液晶表示装置について示している。図20(a)に示すように、従来の液晶表示装置では、液晶分子56の傾斜角度により斜め方向から見たときの液晶層57のリタデーションが変動することがある。例えば、図中矢印の視角方向に分子の長軸が揃う液晶層は、当該視角方向のリタデーションは最小になる。これに対し、本実施の形態による液

晶表示装置は、図20(b)に示す液晶分子56、56'のように傾斜角度が徐々に異なる複数領域を1画素内に設けることにより、斜め方向から見たときの実質的なリタデーションの変動を抑えるようにしている。

【0078】本実施の形態による液晶表示装置は、第2の実施の形態と同様に、1画素内で液晶分子56、56'のプレチルト角を異ならせることを特徴としている。図21は、本実施の形態による液晶表示装置の構成を示している。図21に示すように、TFT基板2上には、図中左右方向に延びる複数のゲートバスライン12と、ゲートバスライン12に不図示の絶縁膜を介して交差して図中上下方向に延びる複数のドレインバスライン14とが形成されている。ゲートバスライン12とドレインバスライン14との交差位置近傍には、TFT16が形成されている。また、ゲートバスライン12及びドレインバスライン14で画定された長方形の画素領域のほぼ中央を横切って、蓄積容量バスライン20が形成されている。

【0079】長方形の画素領域内には、4つの同一形状の長方形に分割する十字形状の接続電極26、28が形成されている。接続電極26は画素領域中央でドレインバスライン14に平行に形成され、接続電極28は蓄積容量バスライン20上に形成されている。接続電極26、28から45°の角度で延出して、微細電極パターンの複数のストライプ状電極22、22'が形成されている。ストライプ状電極22は幅L1で形成され、ストライプ状電極22'は幅L2(>L1)で形成されている。隣接するストライプ状電極22間には、電極を抜いた状態のスペース24が形成されている。また、隣接するストライプ状電極22'間には、スペース24'が形成されている。スペース24は幅S1で形成され、スペース24'は幅S2(>S1)で形成されている。接続電極26、28と複数のストライプ状電極22、22'とスペース24、24'とで画素電極が構成され、一部のストライプ状電極22、22'はTFT16のソース電極に電気的に接続されている。ストライプ状電極22、22'とスペース24、24'とは配向規制用構造物を構成している。

【0080】図22は、本実施の形態による液晶表示装置において、ストライプ状電極22及びスペース24の幅の変化に対する透過率の変化を示すグラフである。横軸はストライプ状電極22の幅L(μm)を表し、縦軸はスペース24の幅S(μm)を表している。透過率(%)は、液晶層57に電圧3.4Vを印加した際の正面での透過率を示している。

【0081】図22に示すように、ストライプ状電極22、22'の幅Lを広く、スペース24、24'の幅Sを狭く形成することにより、所定の電圧を印加した際の透過率が高くなる。図22から明らかなように、透過率は、縦軸方向すなわちスペース24、24'の幅Sの変

化に対して高感度で変化する。

【0082】このように、1画素内でストライプ状電極22、22'とスペース24、24'とを異なる幅で形成することにより、局所的に異なる複数のT-V特性を1画素内で得ることができる。したがって、全体的にはそれら複数のT-V特性を平均した1つのT-V特性として階調表示を得ることができるようになる。

【0083】図23は、本実施の形態による液晶表示装置の変形例を示している。図23に示すように、本変形例では、異なる3つの幅L1、L2、L3でストライプ状電極22、22'、22''がそれぞれ形成され、異なる3つの幅S1、S2、S3でスペース24、24'、24''がそれぞれ形成されている。

【0084】図24は、本実施の形態による液晶表示装置の他の変形例を示している。図24に示すように、本変形例では、ほぼ同じ幅L1でストライプ状電極22が形成され、異なる2つの幅S1、S2でスペース24、24'がそれぞれ形成されている。

【0085】図25は、本実施の形態による液晶表示装置のさらに他の変形例を示している。図25に示すように、本変形例では、複数のストライプ状電極23及び複数のスペース25、25'がドレインバスライン14に平行に形成されている。ストライプ状電極23はほぼ同じ幅L1で形成され、スペース25、25'はそれぞれ異なる幅S1、S2で形成されている。複数のストライプ状電極23は、画素領域ほぼ中央でゲートバスライン12に平行に形成された接続電極29により互いに電気的に接続されている。ストライプ状電極23の一部は、TFT16のソース電極に電気的に接続されている。

【0086】図26は、本実施の形態による効果を示すグラフである。図26(a)は、本実施の形態による液晶表示装置において、T-V特性の異なる3つの領域が1画素内に形成されている場合の各領域での局所的なT-V特性を示している。また、図26(b)は、T-V特性の異なる3つの領域を1画素内にほぼ均等に形成した場合の平均化されたT-V特性を示している。ともに横軸は印加電圧を表し、縦軸は透過率を表している。

【0087】図26(b)に示すように、T-V特性の異なる3つの領域を1画素内にほぼ均等に形成することにより、図26(a)に示す3つのT-V特性が均等に混在する結果、全体としてなだらかでうねりの生じない1本のT-V曲線が得られる。したがって、図32に示したような階調反転の生じる視野角をなくすることができるようになり、液晶表示装置の表示特性を大幅に改善できる。

【0088】次に、本実施の形態による液晶表示装置の製造方法について説明する。TFT16が形成されたガラス基板上に例えばITO(Indium Tin Oxide)を成膜してパターンニングし、図21に示す微細電極パターンを有する画素電極を形成する。次に、T

FT基板2及び対向基板4にポリイミド等からなる垂直配向膜を形成する。次に、TFT基板2と対向基板4とを所定の位置に貼り合わせる。次に、負の誘電率異方性を有する液晶と、UV光による重合が可能なモノマーとを混合した液晶組成物を両基板2、4間に封止する。

【0089】次に、液晶が封止された液晶表示パネルにゲート電圧(例えばDC30V)と階調電圧(例えばDC5V)を印加する。このとき、対向基板4の共通電極はグランド電位に維持される。液晶層57に電圧が印加されることにより、液晶分子56は徐々に安定状態に配向する。この状態でUV光を照射して、液晶層57内に光硬化物を形成する。液晶表示パネルに、所定の光学軸を有する偏光板を所定の配置で貼り付けることにより液晶表示装置が完成する。

【0090】本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、MVモードの液晶表示装置を例に挙げたが、本発明はこれに限らず、TNモード等の他の液晶表示装置にも適用できる。

【0091】また、上記実施の形態では、ノーマリブラックモードの液晶表示装置を例に挙げたが、本発明はこれに限らず、ノーマリホワイトモードの液晶表示装置にも適用できる。

【0092】さらに、上記実施の形態では、透過型の液晶表示装置を例に挙げたが、本発明はこれに限らず、反射型や半透過型等の他の液晶表示装置にも適用できる。

【0093】以上説明した上記実施の形態による液晶表示装置及びその駆動方法は、以下のようにまとめられる。

(付記1) 1フレーム期間内の所定時間だけ画素の液晶に駆動電圧を印加し、前記駆動電圧の印加時間を変化させて前記画素に所定の階調を表示させることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【0094】(付記2) 付記1記載の液晶表示装置の駆動方法において、前記駆動電圧の電圧レベルを変化させることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【0095】(付記3) 付記1又は2に記載の液晶表示装置の駆動方法において、前記駆動電圧は、前記液晶が高速応答可能な電圧又は電圧範囲に設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【0096】(付記4) 付記1乃至3のいずれか1項に記載の液晶表示装置の駆動方法において、前記液晶は、前記駆動電圧の印加時及び無印加時に、基板面に対してほぼ垂直又はほぼ平行に配向することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【0097】(付記5) 対向配置された一対の基板と、前記一対の基板間に封止された液晶と、一方の前記基板上に形成されたゲートバスラインと、前記ゲートバスラインに絶縁膜を介して交差して形成され、所定の階調電圧が印加されるデータバスラインと、前記ゲートバスラ

イン及び前記データバスラインの交差位置近傍に形成された第 1 の薄膜トランジスタと、前記第 1 の薄膜トランジスタのソース電極にゲート電極が接続された第 2 の薄膜トランジスタと、前記第 2 の薄膜トランジスタのソース電極に接続された画素電極と、前記第 2 の薄膜トランジスタのドレイン電極に接続され、前記液晶を駆動する駆動電圧が印加される駆動電圧バスラインとを有することを特徴とする液晶表示装置。

【0098】(付記 6) 付記 5 記載の液晶表示装置において、前記第 1 の薄膜トランジスタのソース電極側に並列接続された第 1 の容量及び抵抗をさらに有することを特徴とする液晶表示装置。

【0099】(付記 7) 付記 5 又は 6 に記載の液晶表示装置において、前記第 2 の薄膜トランジスタのソース電極側に並列接続された第 2 の容量及び抵抗をさらに有することを特徴とする液晶表示装置。

【0100】(付記 8) 付記 7 記載の液晶表示装置において、前記第 2 の容量は液晶容量であることを特徴とする液晶表示装置。

【0101】(付記 9) 対向配置された一对の基板と、前記一对の基板間に封止された液晶と、マトリクス状に複数配置され、前記液晶のプレチルト角が異なる複数の領域を有する複数の配向領域を備えた画素領域とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【0102】(付記 10) 付記 9 記載の液晶表示装置において、前記液晶は、光硬化性組成物を硬化させた光硬化物を有し、少なくとも 1 つ以上の領域のプレチルト角は、前記光硬化物により規定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【0103】(付記 11) 付記 9 又は 10 に記載の液晶表示装置において、前記プレチルト角は、ほぼ 90° を含むことを特徴とする液晶表示装置。

【0104】(付記 12) 付記 9 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、前記プレチルト角は、80° 以上であることを特徴とする液晶表示装置。

【0105】(付記 13) 付記 9 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、前記複数の領域は、ほぼ均等に分割されていることを特徴とする液晶表示装置。

【0106】(付記 14) 対向配置された一对の基板と、前記一对の基板間に封止された液晶と、マトリクス状に配置された複数の画素領域と、前記画素領域に形成され、複数のストライプ状電極と前記ストライプ状電極間のスペースとを備え、前記ストライプ状電極及び/又は前記スペースが異なる幅で形成された画素電極とを有することを特徴とする液晶表示装置。

【0107】(付記 15) 付記 14 記載の液晶表示装置において、前記液晶は、光硬化性組成物を硬化させた光硬化物を有し、前記プレチルト角は、前記光硬化物により規定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【0108】(付記 16) 付記 5 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、前記一对の基板は対向面にそれぞれ垂直配向膜を有し、前記液晶は負の誘電率異方性を有することを特徴とする液晶表示装置。

【0109】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、良好な視角特性の得られる液晶表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置の概略構成を示す図である。

【図 2】液晶分子の配向状態による液晶表示装置の視角特性を説明する図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態による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 4】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-1 による液晶表示装置のデューティ比の変化に対する透過率の変化を示すグラフである。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-1 による液晶表示装置の効果を示すグラフである。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の駆動方法を示す概念図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の等価回路を示す図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の駆動波形を示す図である。

【図 12】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成の変形例を示す図である。

【図 13】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成の変形例を示す断面図である。

【図 14】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成の変形例を示す図である。

【図 15】本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1-2 による液晶表示装置の構成の変形例を示す図である。

【図 16】本発明の第 2 の実施の形態による液晶表示装置の構成を示す図である。

【図 17】本発明の第 2 の実施の形態による液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図 18】本発明の第 2 の実施の形態による液晶表示装置の T-V 特性を示すグラフである。

【図 19】本発明の第 2 の実施の形態による液晶表示装置の効果を示すグラフである。

【図 20】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置の原理を示す図である。

【図 21】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装

置の構成を示す図である。

【図 2 2】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置の効果を示すグラフである。

【図 2 3】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置の構成の変形例を示す図である。

【図 2 4】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置の構成の他の変形例を示す図である。

【図 2 5】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置の構成のさらに他の変形例を示す図である。

【図 2 6】本発明の第 3 の実施の形態による液晶表示装置の効果を示すグラフである。

【図 2 7】従来の MVA モードの液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図 2 8】従来の MVA モードの液晶表示装置の構成を示す図である。

【図 2 9】従来の MVA モードの液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図 3 0】従来の MVA モードの液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図 3 1】従来の MVA モードの液晶表示装置の T - V 特性を示すグラフである。

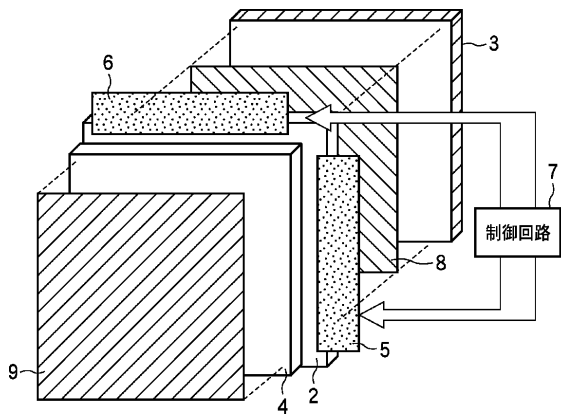
【図 3 2】従来の MVA モードの液晶表示装置の T - V 特性を示すグラフである。

【符号の説明】

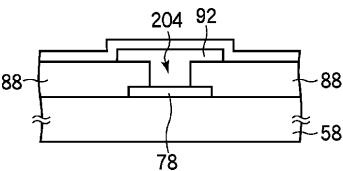
2 TFT 基板
3 バックライトユニット
4 対向基板
5 ゲートバスライン駆動回路

* 6 データバスライン駆動回路
7 制御回路
8、9 偏光板
1 2 ゲートバスライン
1 4 ドレインバスライン
1 6、7 0、7 2 TFT
2 0 蓄積容量バスライン
2 2、2 3 ストライプ状電極
2 4、2 5 スペース
2 6、2 8、2 9 接続電極
5 0 BM
5 2 突起
5 4 スリット
5 6 液晶分子
5 8、5 9 ガラス基板
6 0 画素電極
6 2 共通電極
7 4 データバスライン
7 6 駆動電圧バスライン
7 8 コモンバスライン
8 0、8 2、2 0 2、2 0 4、2 0 6、2 0 8、2 2 0、2 2 2 コンタクトホール
8 4、8 5 接続配線
8 6 ソース配線
8 8 絶縁膜
9 0 誘電体
9 1、9 2 抵抗体

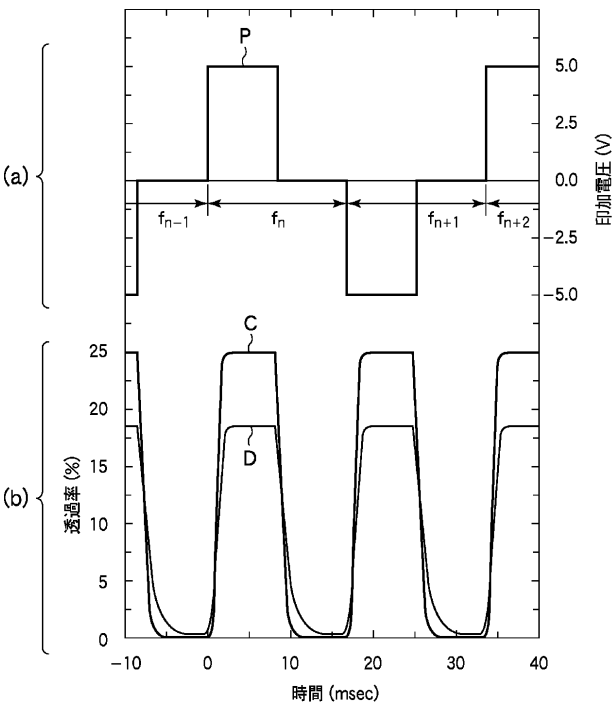
【図 1】



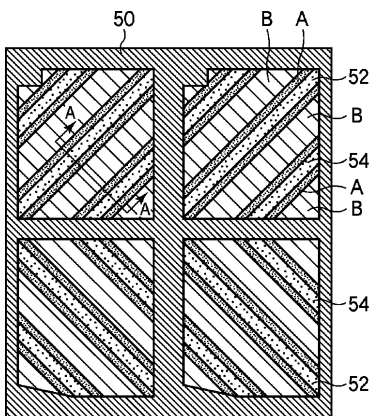
【図 1 5】



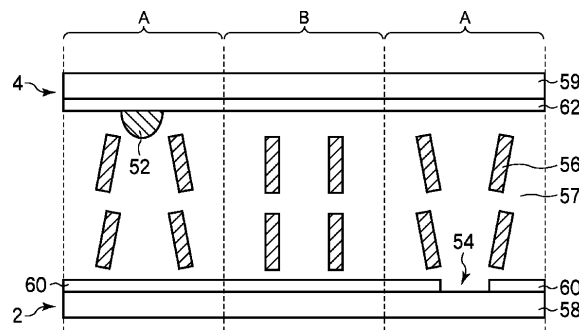
【図 3】



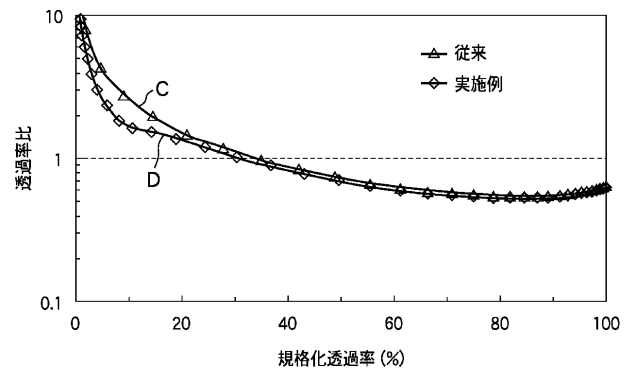
【図16】



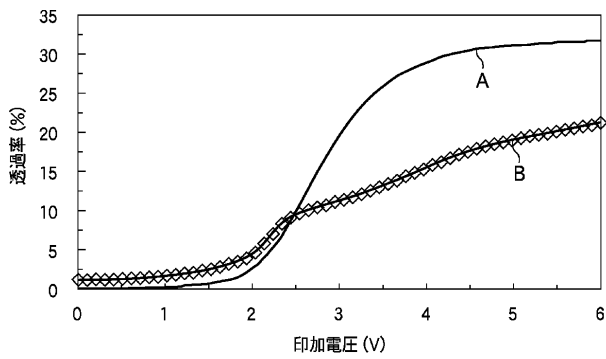
【図17】



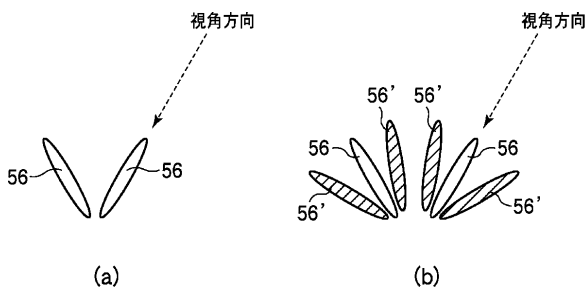
【図19】



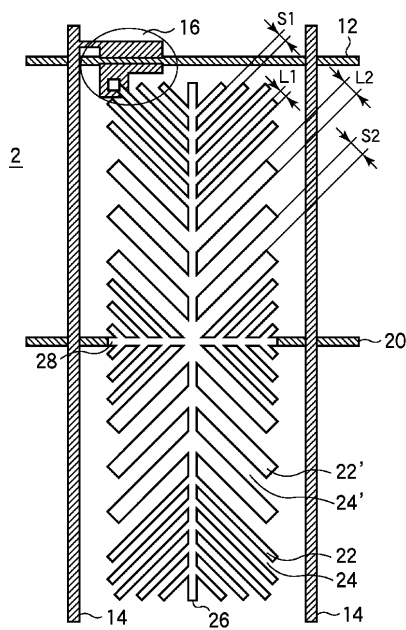
【図18】



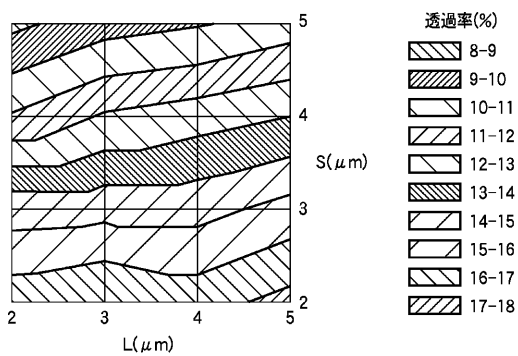
【図20】



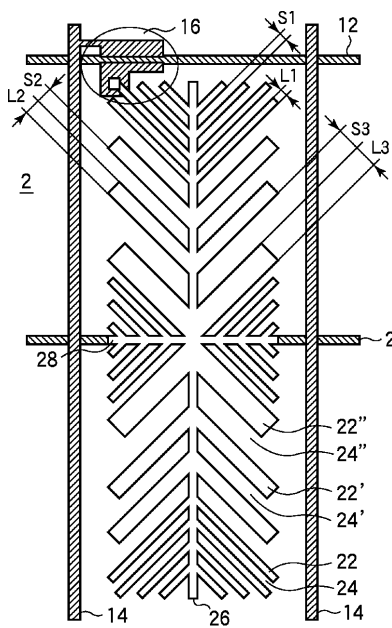
【図21】



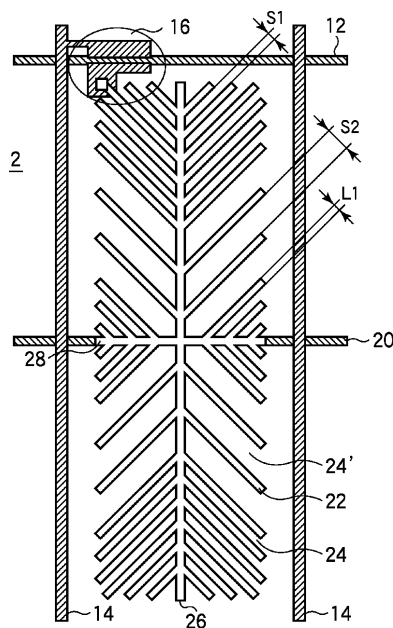
【図22】



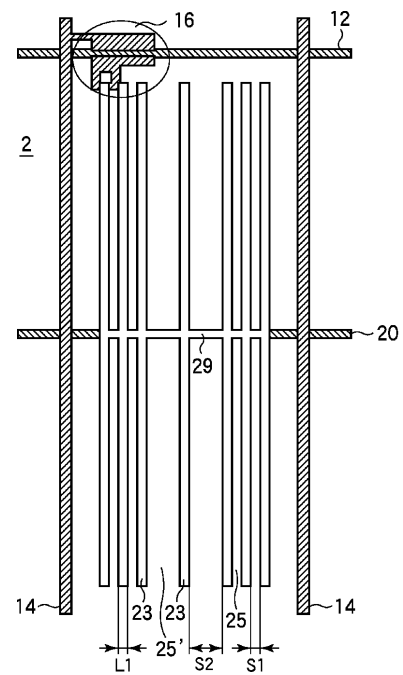
【図23】



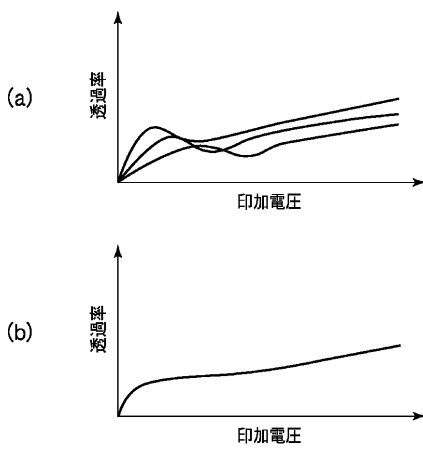
【図24】



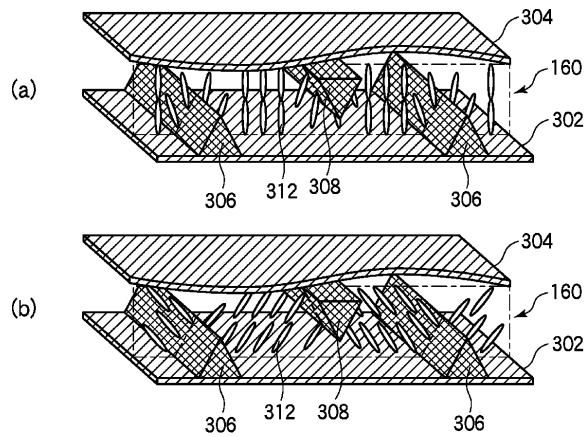
【図25】



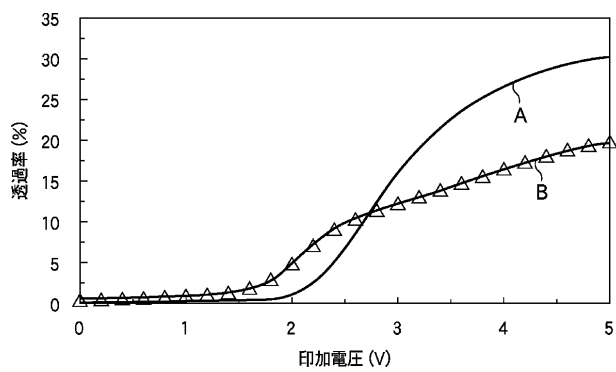
【図26】



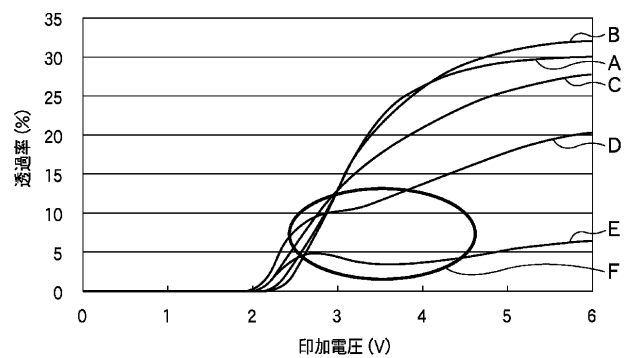
【図27】



【図31】



【図32】



(72)発明者 小池 善郎
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内

F ターム(参考) 2H090 KA05 LA01 LA02 LA04 MA01
MA11
2H092 JA24 JA46 JB05 JB22 JB31
JB61 NA01 PA02 PA03 PA06
QA07
2H093 NA16 NA33 NA51 NC03 NC16
NC34 NC35 ND06 NE03 NE04
NF05
5C006 AA01 AA15 AA16 AA17 AA22
AC28 AF44 AF51 BA19 BB16
BC06 FA14 FA18 FA55 GA04
5C080 AA10 BB05 CC03 DD05 DD08
EE17 EE29 EE30 FF11 GG08
JJ02 JJ03 JJ04 JJ05 JJ06
KK02 KK43

专利名称(译)	液晶显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	JP2003255305A	公开(公告)日	2003-09-10
申请号	JP2002052303	申请日	2002-02-27
[标]申请(专利权)人(译)	富士通显示技术股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	富士通显示器科技公司		
[标]发明人	上田一也 吉田秀史 井ノ上雄一 小池善郎		
发明人	上田 一也 吉田 秀史 井ノ上 雄一 小池 善郎		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/133 G02F1/1368 G02F1/137 G02F1/139 G09G3/20 G09G3/36		
CPC分类号	G02F1/1393 G02F2001/13775 G02F2201/128 G09G3/2014 G09G3/3648 G09G2300/0809 G09G2300/0842 G09G2310/06 G09G2320/028		
FI分类号	G02F1/133.575 G02F1/1337 G02F1/1368 G09G3/20.624.B G09G3/20.641.B G09G3/20.641.C G09G3/20.641.K G09G3/20.642.C G09G3/36		
F-TERM分类号	2H090/KA05 2H090/LA01 2H090/LA02 2H090/LA04 2H090/MA01 2H090/MA11 2H092/JA24 2H092/JA46 2H092/JB05 2H092/JB22 2H092/JB31 2H092/JB61 2H092/NA01 2H092/PA02 2H092/PA03 2H092/PA06 2H092/QA07 2H093/NA16 2H093/NA33 2H093/NA51 2H093/NC03 2H093/NC16 2H093/NC34 2H093/NC35 2H093/ND06 2H093/NE03 2H093/NE04 2H093/NF05 5C006/AA01 5C006/AA15 5C006/AA16 5C006/AA17 5C006/AA22 5C006/AC28 5C006/AF44 5C006/AF51 5C006/BA19 5C006/BB16 5C006/BC06 5C006/FA14 5C006/FA18 5C006/FA55 5C006/GA04 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/DD05 5C080/DD08 5C080/EE17 5C080/EE29 5C080/EE30 5C080/FF11 5C080/GG08 5C080/JJ02 5C080/JJ03 5C080/JJ04 5C080/JJ05 5C080/JJ06 5C080/KK02 5C080/KK43 2H092/GA13 2H093/NA56 2H093/NC40 2H192/AA24 2H192/BA25 2H192/CB12 2H192/CC04 2H192/DA12 2H192/DA81 2H192/DA91 2H192/EA43 2H192/GD14 2H192/GD61 2H192/JA13 2H193/ZA04 2H193/ZA19 2H193/ZC15 2H193/ZD21 2H193/ZD26 2H193/ZF03 2H193/ZP03 2H193/ZP04 2H193/ZQ06 2H290/AA04 2H290/AA33 2H290/BB24 2H290/BB44 2H290/BB45 2H290/BB46 2H290/BB52 2H290/BF52 2H290/BF54		
代理人(译)	横山纯一		
其他公开文献	JP4169992B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够具有良好视角特性的液晶显示器及其驱动方法，涉及用于信息设备等的显示部分的液晶显示装置。解决方案：当数据电压以相对较高的水平施加到TFT 72的栅极G2时，驱动电压长时间施加到液晶层57以实现白色显示。当数据电压以相对低的电平施加到TFT 72的栅极G2时，驱动电压不会施加到液晶层57以实现黑色显示。当将上述高电平和低电平之间的中间数据电压施加到TFT 72的栅电极G2时，TFT 72保持导通状态持续由电容C1和电阻R1确定的时间常数决定的时间。因此，在一个帧周期期间，与TFT 72的导通状态时间成比例地实现半色调显示。

