

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-164655

(P2011-164655A)

(43) 公開日 平成23年8月25日 (2011.8.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36	2H193
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 641C	5C006
G02F 1/133 (2006.01)	G09G 3/20 624E	5C080
	G09G 3/20 624D	
	G09G 3/20 622D	
審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-109487 (P2011-109487)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成23年5月16日 (2011.5.16)		シャープ株式会社
(62) 分割の表示	特願2004-232455 (P2004-232455) の分割		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
原出願日	平成16年8月9日 (2004.8.9)	(74) 代理人	100101683
(31) 優先権主張番号	特願2003-300177 (P2003-300177)		弁理士 奥田 誠司
(32) 優先日	平成15年8月25日 (2003.8.25)	(74) 代理人	100155000
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 喜多 修市
		(74) 代理人	100139930
			弁理士 山下 亮司
		(74) 代理人	100125922
			弁理士 三宅 章子
		(72) 発明者	下敷領 文一
			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	

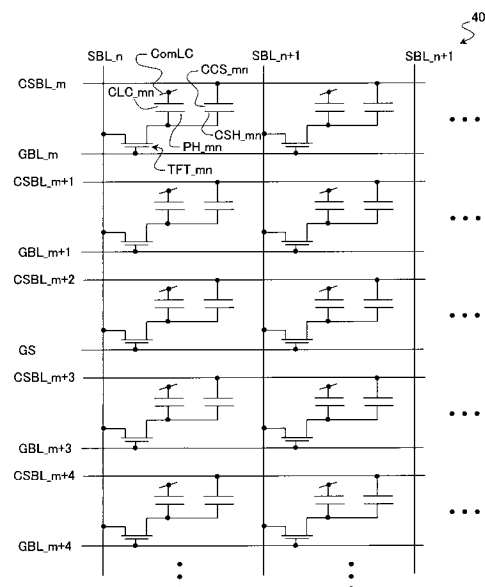
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 表示むらの発生が低減され高品位な表示が可能な液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 各画素は液晶容量CLCと補助容量CCSとを備え、補助容量は画素電極PHに電氣的に接続された第1電極CSHと、絶縁層を介して第1電極に対向する第2電極とを有する。液晶表示装置は、各行の画素に属する第2電極を互いに接続する複数のCSバスラインCSBLを有し、複数のCSバスラインのいずれかを介して第2電極に、1垂直走査時間内に複数回振動する振動電圧(Vadd)が印加され、任意の行に属する画素の第2電極に印加される振動電圧は実質的に等しい。振動電圧は、第1振動電圧と、第1振動電圧と異なる第2振動電圧を含み、任意の垂直走査時間において、互いに隣接する2行の内の一方の行に属する画素の第2電極に第1振動電圧が印加され、他方の行に属する画素の第2電極に第2振動電圧が印加される。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれが、液晶容量と補助容量とを有する複数の画素を備え、

表示動作を行っている状態において、前記複数の画素の内の任意の画素の前記液晶容量に、1 垂直走査時間内に複数回振動する振動電圧と、所定の階調電圧とが印加される、液晶表示装置であって、

前記液晶容量は、前記複数の画素ごとに設けられた画素電極と、前記複数の画素に共通の対向電極とを有し、

前記補助容量は前記画素電極に電氣的に接続された第 1 電極と、絶縁層と、前記絶縁層を介して前記第 1 電極に対向する第 2 電極とを有し、

前記複数の画素は、複数の行および複数の列を形成するように配列されており、

前記複数の画素毎に設けられた T F T と、それぞれの T F T に接続されたゲートバスラインと、ソースバスラインと、

それぞれが、各行の画素に属する前記第 2 電極を互いに接続する複数の C S バスラインとを有し、

前記振動電圧は、前記複数の C S バスラインのいずれかを介して前記第 2 電極に印加され、任意の行に属する画素の前記第 2 電極に印加される前記振動電圧は実質的に等しく、

前記振動電圧は、第 1 振動電圧と、前記第 1 振動電圧と異なる第 2 振動電圧を含み、

任意の垂直走査時間において、互いに隣接する 2 行の内の一方の行に属する画素の前記第 2 電極に前記第 1 振動電圧が印加され、他方の行に属する画素の前記第 2 電極に前記第 2 振動電圧が印加される、液晶表示装置。

【請求項 2】

前記第 1 振動電圧および前記第 2 振動電圧の周期はいずれも 2 水平走査時間であり、振幅は互いに等しい、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

任意の垂直走査時間において、前記複数の画素のそれぞれの第 2 電極に印加される前記振動電圧は、連続する m 行毎に異なる、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記連続する m 行毎に異なる周期はいずれも 1 水平走査時間の m 倍であり、振幅は互いに等しい、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記複数の画素毎に設けられた T F T と、それぞれの T F T に接続されたゲートバスラインと、ソースバスラインとを更に有し、

任意の行の画素に属する前記第 2 電極は、それぞれ対応する行のゲートバスラインに接続されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記複数の C S バスラインの中で電氣的に独立な C S バスラインの数が偶数である、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記複数の C S バスラインは、第 1 C S バスラインと第 2 C S バスラインとを含み、

任意の垂直走査時間において、互いに隣接する 2 行の内の一方の行に属する画素の前記第 2 電極に前記第 1 振動電圧が前記第 1 C S バスラインを介して印加され、他方の行に属する画素の前記第 2 電極に前記第 2 振動電圧が前記第 2 C S バスラインを介して印加され、前記第 1 振動電圧と前記第 2 振動電圧は同時に印加され、前記第 1 および第 2 C S バスラインは前記ゲートバスラインに平行である、請求項 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記振動電圧の電圧波形は、最大振幅を規定する 2 つの電位と、平均電位と一致する 1 つの電位を含む、少なくとも 3 つの電位を有している、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

前記補助容量を $C C S$ 、前記液晶容量の最小値を $C L C_{\min}$ 、前記液晶層の電気光学特性の閾値電圧を V_{th} とするとき、前記振動電圧の実効値は、 $V_{th} \cdot \{ (C C S + C L C_{\min}) / C C S \}$ の $1/10$ 以上 1 倍以下である、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 10】

ノーマリー・ブラックモードで表示を行う請求項 1 から 9 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、液晶表示装置およびその駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、高精細、薄型、軽量および低消費電力等の優れた特長を有する平面表示装置であり、近年、表示性能の向上、生産能力の向上および他の表示装置に対する価格競争力の向上に伴い、市場規模が急速に拡大している。

【0003】

従来一般的であったツイステッド・ネマティック・モード（TNモード）の液晶表示装置は、正の誘電率異方性を持つ液晶分子の長軸を基板表面に対して略平行に配向させ、且つ、液晶分子の長軸が液晶層の厚さ方向に沿って上下の基板間で略 90 度捻れるように配向処理が施されている。この液晶層に電圧を印加すると、液晶分子が電界に平行に立ち上がり、捻れ配向（ツイスト配向）が解消される。TNモードの液晶表示装置は、電圧による液晶分子の配向変化に伴う旋光性の変化を利用することによって、透過光量を制御するものである。

20

【0004】

TNモードの液晶表示装置は、生産マージンが広く生産性に優れている。一方、表示性能とりわけ視野角特性の点で問題があった。具体的には、TNモードの液晶表示装置の表示面を斜め方向から観測すると、表示のコントラスト比が著しく低下し、正面からの観測で黒から白までの複数の階調が明瞭に観測される画像を斜め方向から観測すると階調間の輝度差が著しく不明瞭となる点が問題であった。さらに、表示の階調特性が反転し、正面からの観測でより暗い部分が斜め方向からの観測ではより明るく観測される現象（いわゆる、階調反転現象）も問題であった。

30

【0005】

近年、これらTNモードの液晶表示装置における視野角特性を改善した液晶表示装置として、特許文献1に記載のインプレイン・スイッチング・モード（IPSモード）、特許文献2にマルチドメイン・バーティカル・アラインド・モード（MVAモード）、特許文献3に記載の軸対称配向モード（ASMモード）および、特許文献4に記載の液晶表示装置等が開発された。

【0006】

これらの新規なモード（広視野角モード）の液晶表示装置はいずれも視野角特性に関する上記の具体的な問題点を解決している。すなわち、表示面を斜め方向から観測した場合に表示コントラスト比が著しく低下したり、表示階調が反転するなどの問題は起こらない。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特公昭63-21907号公報

【特許文献2】特開平11-242225号公報

【特許文献3】特開平10-186330号公報

【特許文献4】特開2002-55343号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述のIPSモードやMVAモード等の液晶表示装置においては、液晶層に印加する階調電圧を従来のTNモードの液晶表示装置よりも高精度に制御しなければならない。これは、IPSモードやMVAモードの液晶表示装置では、印加電圧（V）の変化量に対する表示輝度（Y）の変化量の比（ $\alpha = \Delta Y / \Delta V$ ）が、TNモードに比較して大きいことに起因する。

【0009】

さらに、TNモードの液晶表示装置が一般にノーマリホワイトモード（以下、NWモードという。）で表示を行うのに対し、上述のIPSモードやMVAモードの液晶表示装置は、ノーマリー・ブラックモード（以下、NBモードという。）で表示を行うことにも関連している。

【0010】

γ 特性が $\gamma = 2.2$ に調整された256階調（0階調が最低輝度（黒）、255階調が最高輝度（白）とする。）表示の一般的な表示装置における表示むら（輝度むら）は、20～60階調、即ち黒付近の中間調（グレー）を表示した際に最も顕著に観測される。NBモードの液晶表示装置では、この黒付近の中間調での印加電圧の変化に対する輝度変化量の比（ α ）がNWモードの液晶表示装置に比べて大きいので、表示むらを低減するためには、液晶層に印加される電圧を高精度で制御しなければならない。

【0011】

従って、IPSモードやMVAモードの液晶表示装置においては、TF T素子等の回路要素の加工精度の向上や駆動回路（種々の信号電圧生成回路を含む）の高性能化が必要となり、製造コストが高くなる点が問題であった。逆に言えば、TF T素子等の加工精度あるいは駆動回路の性能が同等な場合、IPSモードやMVAモードの液晶表示装置は、表示面法線からの観察において、表示均一性（表示品位）および表示分解能がTNモードの液晶表示装置に比べて劣ってしまうという問題があった。

【0012】

上述したように、印加電圧の変化量に対する表示輝度の変化量の比（ $\alpha = \Delta Y / \Delta V$ ）が大きいことに起因する表示むらの問題は、TNモードの液晶表示装置に比較してIPSモードやMVAモードの液晶表示装置において顕著であり、また、NWモードの液晶表示装置に比較してNBモードの液晶表示装置において顕著であるが、全ての液晶表示装置に共通の問題であり、印加電圧の変化量に対する表示輝度の変化量の比（ $\alpha = \Delta Y / \Delta V$ ）を小さくすることができれば、表示品位を改善することができる。

【0013】

本発明は上記諸点に鑑みてなされたものであり、その目的は、表示むらの発生が低減され高品位な表示が可能な液晶表示装置を提供することにある。本発明の他の目的は、低電圧で駆動可能な液晶表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の液晶表示装置は、それぞれが液晶層と前記液晶層に電圧を与える一対の電極とによって構成される液晶容量を有する複数の画素を備え、表示動作を行っている状態において、前記複数の画素の内の任意の画素の前記液晶容量に、1垂直走査時間内に複数回振動する振動電圧と、所定の階調電圧とが印加される、ことを特徴とし、そのことによって上記目的が達成される。

【0015】

本発明の液晶表示装置は、それぞれが液晶層と前記液晶層に電圧を与える一対の電極とによって構成される液晶容量を有する複数の画素を備え、任意の垂直走査時間内において、前記複数の画素の内の任意の画素の前記一対の電極の一方に所定の階調電圧が印加されるとともに、前記一対の電極の前記一方または他方に、1垂直走査時間内に複数回振動す

10

20

30

40

50

る振動電圧が印加されることを特徴とする。

【0016】

本発明の液晶表示装置は、それぞれが液晶層と前記液晶層に電圧を与える一对の電極とによって構成される液晶容量を有する複数の画素を備え、表示信号に応じた階調電圧を生成する階調電圧生成回路と、対向電圧を生成する対向電圧生成回路と、1垂直走査時間内に複数回振動する振動電圧を生成する振動電圧生成回路とを備え、任意の垂直走査時間内において、前記複数の画素の内の任意の画素が有する前記一对の電極の一方に前記階調電圧が印加され、前記一对の電極の他方に前記対向電圧が印加され、且つ、前記一方または他方に前記振動電圧が印加されることを特徴とする。

【0017】

ある実施形態において、前記複数のそれぞれの前記液晶容量が有する一对の電極は、前記複数の画素ごとに設けられた画素電極と、前記複数の画素に共通の対向電圧が印加される対向電極とで構成され、前記階調電圧は前記画素電極に印加され、前記振動電圧は前記対向電極に印加される。

【0018】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれは補助容量をさらに有し、前記液晶容量は、前記複数の画素ごとに設けられた画素電極と、前記複数の画素に共通の対向電極とを有し、前記補助容量は前記画素電極に電氣的に接続された第1電極と、絶縁層と、前記絶縁層を介して前記第1電極に対向する第2電極とを有し、前記振動電圧は、前記2電極に印加される。

【0019】

ある実施形態において、前記複数の画素は、複数の行および複数の列を形成するように配列されており、任意の垂直走査時間において、任意の行に属する画素の前記第2電極は、互いに電氣的に接続されている。

【0020】

ある実施形態において、任意の行に属する画素の前記第2電極に印加される前記振動電圧は実質的に等しい。

【0021】

ある実施形態において、前記振動電圧は、第1振動電圧と、前記第1振動電圧と異なる第2振動電圧を含み、任意の垂直走査時間において、任意の行に属する画素の前記第2電極に印加される前記振動電圧は、前記第1振動電圧および前記第2振動電圧のいずれか一方である。

【0022】

ある実施形態において、任意の垂直走査時間において、互いに隣接する2行の内の一方の行に属する画素の前記第2電極に前記第1振動電圧が印加され、他方の行に属する画素の前記第2電極に前記第2振動電圧が印加される。

【0023】

ある実施形態において、前記第1振動電圧および前記第2振動電圧の周期はいずれも2水平走査時間であり、振幅は互いに等しく、且つ、位相が互いに180°異なる。

【0024】

ある実施形態において、任意の垂直走査時間において、前記複数の画素のそれぞれの第2電極に印加される前記振動電圧は、連続するm行毎に異なる。

【0025】

ある実施形態において、前記連続するm行毎に異なる振動電圧の周期はいずれも1水平走査時間のm倍であり、振幅は互いに等しい。

【0026】

ある実施形態において、任意の垂直走査時間において、前記複数の画素のそれぞれの前記第2電極に印加される前記振動電圧は、実質的に互いに等しい。

【0027】

ある実施形態において、前記振動電圧の周期は1水平走査時間である。

10

20

30

40

50

【0028】

ある実施形態において、前記複数の画素毎に設けられたT F Tと、それぞれのT F Tに接続されたゲートバスラインと、ソースバスラインとを更に有し、任意の行の画素に属する前記第2電極は、それぞれ対応する行のゲートバスラインに接続されている。

【0029】

ある実施形態において、前記複数の画素は、複数の行および複数の列を形成するように配列されており、前記複数の画素毎に設けられたT F Tと、それぞれのT F Tに接続されたゲートバスラインと、ソースバスラインと、それぞれが、各行の画素に属する前記第2電極を互いに接続する複数のC Sバスラインとを有し、前記複数のC Sバスラインの内で電氣的に独立なC Sバスラインの数が偶数である。

10

【0030】

ある実施形態において、前記振動電圧の電圧波形は、最大振幅を規定する2つの電位と、平均電位と一致する1つの電位を含む、少なくとも3つの電位を有している。

【0031】

ある実施形態において、前記補助容量をC C S、前記液晶容量の最小値をC L C_{min}、前記液晶層の電気光学特性の閾値電圧をV_{th}とすると、前記振動電圧の実効値は、 $V_{th} \cdot \{(C C S + C L C_{min}) / C C S\}$ の1/10以上1倍以下である。

【0032】

ある実施形態において、前記振動電圧の実効値は、前記液晶層の電気光学的な閾値電圧V_{th}の1/10以上1倍以下である。

20

【0033】

ある実施形態において、前記振動電圧の振動の周期は1水平走査時間の整数倍である。

【0034】

ある実施形態において、前記振動電圧の周期は1水平走査時間である。

【0035】

ある実施形態において、前記液晶表示装置は、ノーマリー・ブラックモードで表示を行う。

【0036】

本発明による液晶表示装置の駆動方法は、それぞれが液晶層と前記液晶層に電位差を与える一对の電極とによって構成される液晶容量を有する複数の画素を備える液晶表示装置の駆動方法であって、任意の垂直走査時間において、前記複数の画素の全ての前記液晶容量に、1垂直走査時間よりも短い周期で振動する振動電圧を印加する工程と、前記振動電圧が印加された状態で、前記複数の画素のそれぞれに対応する階調電圧をそれぞれの前記液晶容量に印加する工程とを包含する。

30

【発明の効果】

【0037】

本発明によると、液晶容量に階調電圧に重畳して振動電圧を印加することによって、階調電圧の変化量に対する輝度の変化量の比率（V-Y曲線の傾き）を小さくすることができるので、表示むらの発生が低減され高品位な表示が可能となる。階調電圧の変化量に対する輝度の変化量の比率を小さくする効果は、階調電圧が低い領域で効果が大きいので、特にN Bモードの表示品位を改善する効果が大きい。また、振動電圧を重畳することによって、電気光学特性における閾値電圧を低下させることができるので、低電圧駆動の液晶表示装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】従来の典型的な液晶表示装置10の構成および駆動方法を模式的に示す図である。

【図2】本発明による実施形態の液晶表示装置20の構成および駆動方法の一例を模式的に示す図である。

【図3】本発明による他の実施形態の液晶表示装置30の構成および駆動方法の一例を模

50

式的に示す図である。

【図４】本発明による実施形態の液晶表示装置において、液晶層に印加される電圧と階調電圧との関係を示すグラフである。

【図５】 $V_{add\ rms}$ の値をパラメータとして、液晶表示装置の輝度（ Y ）の階調電圧依存性（ $V-Y$ 特性）を示すグラフであり、（ a ）はNBモードの液晶表示装置の特性を示し、（ b ）はTNモードなどのNWモードの液晶表示装置の特性を示す。

【図６】（ a ）から（ c ）は、階調電圧の変化量に対する輝度 Y の変化量の比率（ $\Delta Y / \Delta (1/2) V_{sigpp}$ ）を小さくすることによって、表示むらが低減されることを説明するための図であり、（ a ）は $V-Y$ 特性を示すグラフであり、（ b ）は表示階調 N と表示輝度 Y との関係を示すグラフであり、（ c ）は表示階調 N と階調電圧（ $1/2$ ） V_{sigpp} との関係を示すグラフである。

【図７】本発明による実施形態の液晶表示装置において、階調電圧の変化量に対する輝度 Y の変化量 ΔY と表示輝度 Y との比率（ $\Delta Y / Y$ ）が小さくなることを説明するための図である。

【図８】本発明による実施形態のアクティブマトリクス型液晶表示装置４０の電氣的な等価回路を模式的に示す図である。

【図９】本発明による実施形態のアクティブマトリクス型液晶表示装置の駆動方法を説明するための図であり、種々の信号の波形を模式的に示す図である。

【図１０】 $VCSBL$ の振動状態と液晶容量 CLC に印加される電圧 $VCLC$ との関係を説明するための図であり、ゲートバスラインの電圧波形、 CS バスラインの電圧（ t_{ypeA} ）および液晶容量 CLC の電圧波形を複数の行にわたって説明する図である。

【図１１】 $VCSBL$ の振動状態と液晶容量 CLC に印加される電圧 $VCLC$ との関係を説明するための図であり、ゲートバスラインの電圧波形、 CS バスラインの電圧（ t_{ypeB1} および $B2$ ）および液晶容量 CLC の電圧波形を複数の行にわたって説明する図である。

【図１２】 $VCSBL$ の振動状態と液晶容量 CLC に印加される電圧 $VCLC$ との関係を説明するための図であり、ゲートバスラインの電圧波形、 CS バスラインの電圧（ t_{ypeC} ）および液晶容量 CLC の電圧波形を複数の行にわたって説明する図である。

【図１３】 $VCSBL$ の振動状態と液晶容量 CLC に印加される電圧 $VCLC$ との関係を説明するための図であり、ゲートバスラインの電圧波形、 CS バスラインの電圧（ t_{ypeAN} ）および液晶容量 CLC の電圧波形を複数の行にわたって説明する図である。

【図１４】 $VCSBL$ の振動状態と液晶容量 CLC に印加される電圧 $VCLC$ との関係を説明するための図であり、ゲートバスラインの電圧波形、 CS バスラインの電圧（ t_{ypeBN1} および $BN2$ ）および液晶容量 CLC の電圧波形を複数の行にわたって説明する図である。

【図１５】 $VCSBL$ の振動状態と液晶容量 CLC に印加される電圧 $VCLC$ との関係を説明するための図であり、ゲートバスラインの電圧波形、 CS バスラインの電圧（ t_{ypeCN} ）および液晶容量 CLC の電圧波形を複数の行にわたって説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【００３９】

以下、図を参照しながら本発明による実施形態の液晶表示装置およびその駆動方法を説明する。

【００４０】

まず、従来の典型的な液晶表示装置の駆動方法を図１（ a ）および（ b ）を参照しながら説明する。

【００４１】

図１（ a ）は従来の典型的な液晶表示装置１０の１画素の構成を模式的に示している。この画素は、液晶層１１と、液晶層１１に電位を与えるための一対の電極（画素電極１２および対向電極１４）から構成される液晶容量１０ a を有している。画素電極１２には階調電圧発生回路１６から所定の階調電圧（ V_{sig} ）が供給され、対向電極１４には対

10

20

30

40

50

向電圧発生回路 18 から対向電圧が供給される。

【0042】

なお、アクティブマトリクス型液晶表示装置では、一般に、それぞれの画素は、液晶容量 10a の電圧を保持するための補助容量、及び TFT 等のアクティブ素子を有するが、ここでは省略している。また、図 1 (a) において、画素電極 12 および対向電極 14 が、液晶層 11 を介して互いに対向する平行平板構造を有するように示しているが、上述した IPS モードの液晶表示装置のように、画素電極 12 と対向電極 14 とが同一の基板上に形成された櫛型電極構造をとっても良い。

【0043】

図 1 (b) は、画素電極 12 に印加される階調電圧 V_{sig} の波形、対向電極 14 に印加される対向電圧 V_{com} の波形および液晶容量 10a に印加される電圧 V_{LC} の波形を模式的に示した図である。

【0044】

階調電圧 V_{sig} は、表示すべき輝度（階調）に応じた振幅（ V_{sigpp} ）を有し、且つ垂直走査時間（ここではフレーム時間 T_f ）の 2 倍の周期で振動する矩形波である。対向電圧 V_{com} は、表示の輝度によらず、また時間軸に対しても一定の値を有する直流電圧である。対向電圧 V_{com} は液晶容量 10a に印加される電圧 V_{LC} の平均値 V_{LCave} が 0 V となるように設定してある。従って、液晶容量 10a（液晶層 11）に印加される電圧 V_{LC} （ $= V_{sig} - V_{com}$ ）の実効値 V_{LCrms} は、その実効値が階調電圧の V_{sig} の振幅 V_{sigpp} の $1/2$ で、その周期が T_f の 2 倍の矩形波となる。従って、従来の典型的な液晶表示装置の場合、液晶容量 10a に印加される電圧 V_{LC} の実効値 V_{LCrms} は、表示する階調によらず、すなわち黒から白までの全ての階調に亘って V_{sigpp} の $1/2$ となる。

【0045】

なお、液晶容量 10a に印加される電圧 V_{LC} を T_f の 2 倍の周期で振動する矩形波とし、 T_f 毎に極性が反転するようにするのは、液晶表示装置の信頼性の観点からの要求であり、極性反転の間隔（＝反転周期の 2 分の 1）を垂直走査時間（例えば、フレーム時間（概ね 16.7 ms））に設定するのが一般的である。

【0046】

本明細書において、「垂直走査時間」とは、ある走査線が選択され、次にその走査線が選択されるまでの時間と定義することにする。1 垂直走査時間は、ノンインターレース駆動においては 1 フレーム時間であり、インターレース駆動においては 1 フィールド時間に対応する。また、各垂直走査時間内において、ある走査線を選択する時刻と、その次の走査線を選択する時刻との差（時間）を 1 水平走査時間（1 H）という。

【0047】

次に、図 2 を参照しながら、本発明による実施形態の液晶表示装置 20 の構成およびその駆動方法を説明する。

【0048】

図 2 (a) は液晶表示装置 20 の 1 画素の構成を模式的に示している。図 1 (a) に示した構成要素と実質的に同じ構成要素は共通の参照符号で示し、ここでは説明を省略する。液晶表示装置 20 は、振動電圧発生回路 17 をさらに有している点において、図 1 (a) に示した液晶表示装置 10 と異なっている。

【0049】

液晶表示装置 20 において、振動電圧発生回路 17 で生成された振動電圧 V_{add} は、画素電極 12 に印加される。従って、画素電極 12 には、階調電圧発生回路 16 から所定の階調電圧 V_{sig} が印加されるとともに、振動電圧 V_{add} が印加される。なお、図 2 (a) においては、振動電圧発生回路 17 の出力が画素電極 12 に直接入力される構成を示しているが、後述するように、画素電極 12 に補助容量が接続されている場合には、補助容量を構成する電極に振動電圧を印加することによって、補助容量を介して画素電極 12 に間接的に振動電圧を印加してもよい。

【0050】

階調電圧発生回路16および対向電圧発生回路18は、図2(b)に示すように、それぞれ図1(b)と同様の、階調電圧 V_sig および対向電圧 V_com を出力する。

【0051】

振動電圧発生回路17が出力する振動電圧 V_add は、表示の輝度(階調)によらず、一定の振幅 V_add_pp を有し、振動の平均電圧 V_add_ave は0Vであり、 T_add の2倍の周期で振動する矩形波である。ここで、 T_add は T_f よりも短い時間とする。表示の均一性の観点から T_add は T_f の整数分の1、即ち $T_add = T_f / 2$, $T_f / 3$, $T_f / 4$, $\dots T_f / k$ ($k = \text{自然数}$)であることが好ましく、 $k > 100$ がさらに好ましい。

10

【0052】

画素電極12に階調電圧 V_sig および振動電圧 V_add が印加され、対向電極14に対向電圧 V_com が印加される結果、液晶容量10aに印加される電圧は振動の振幅が V_sig_pp 、振動の周期が2倍の T_f 、実効値が V_sig_pp の $1/2$ の矩形波(図1で示した典型的な液晶表示装置10と同様の電圧)に、振動振幅 V_add_pp 、振動の周期が2倍の T_add の V_add が重畳した電圧となる。

【0053】

従って、本実施形態の液晶表示装置20においては、 V_sig_pp の値がゼロのときでも液晶容量10aに印加される電圧 V_LC の実効値はゼロとはならず、振動電圧の振幅 V_add_pp の $1/2$ (すなわち、 V_add_rms)となる。

20

【0054】

また、階調電圧発生回路16が出力する階調電圧 $(1/2) \times V_sig_pp$ が振動電圧の実効値 V_add_rms に比べて大きくなればなるほど、液晶容量10aに印加される電圧の実効値 V_LC_rms は階調電圧 $(1/2) \times V_sig_pp$ の値に近づく。すなわち、階調電圧 $((1/2) \times V_sig_pp)$ の値が小さい領域では階調電圧の値の変化に対する液晶容量10aに印加される実効的な電圧 V_LC_rms の変化量が小さくなる。これが本発明の作用の本質であり、従来の典型的な液晶表示装置と本質的に異なる点である。

【0055】

次に、図3(a)および(b)を参照しながら、本発明による他の実施形態の液晶表示装置30の構成と動作を説明する。

30

【0056】

液晶表示装置30は、振動電圧発生回路17の出力が対向電極14に供給される構成を有している。階調電圧発生回路16、振動電圧発生回路17および対向電圧発生回路18が出力する電圧は、図3(b)に示すように、図2(b)と同じである。

【0057】

液晶表示装置20では振動電圧 V_add が画素電極12に印加されたのに対し、液晶表示装置30では、対向電極14に印加されるが、画素電極12と対向電極14はいずれも液晶容量10aを構成する電極であるので、液晶容量10aに印加される電圧 V_LC の波形は、図3(b)に示すように、図2(b)と実質的に同じになり、図2(b)の構成の場合に得られた本発明の本質的な作用が得られる。

40

【0058】

次に、図4および図5を参照しながら、振動電圧 V_add を液晶容量10aに付加的に(重畳的に)印加することによって得られる作用・効果を説明する。

【0059】

図4は、 V_add_rms の値をパラメータとして、液晶容量10aに印加される電圧 V_LC_rms の階調電圧依存性を示すグラフである。なお、グラフの横軸は階調電圧 $((1/2) \times V_sig_pp)$ である。 V_add_rms の値は $0V_{rms} < A \quad V_{rms} < B \quad V_{rms} < C \quad V_{rms}$ の4条件とした。 A 、 B および C の実効値(V_{rms})は、ここでは $1.5V_{rms}$ 、 $2.0V_{rms}$ 、 $2.5V_{rms}$ とした。上述したように、 V

50

V_{LCrms} の値は、階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ が 0 V ときの V_{addrms} の値に等しい。また、階調電圧の値が大きくなるにつれて、 V_{LCrms} の値は階調電圧の値に近づく。

【0060】

図 4 からわかるように、 V_{addrms} の値が増大するに従って、低階調すなわち $(1/2) \times V_{sigpp}$ の低電圧側で、階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ の変化量に対する V_{LCrms} の変化量の比率（曲線の傾き）、すなわち $\Delta V_{LCrms} / \Delta (1/2) \times V_{sigpp}$ が小さくなっている。従来の液晶表示装置に対応する図 4 中の $V_{addrms} = 0 \text{ Vrms}$ の直線と比較すると、振動電圧 V_{addrms} を印加することによって、 $\Delta V_{LCrms} / \Delta (1/2) \times V_{sigpp}$ を小さくする効果が得られることがわかる。また、この効果の程度は、階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ が低電圧側で顕著であることがわかる。

10

【0061】

図 5 (a) および (b) は、 V_{addrms} の値をパラメータとして、液晶表示装置の輝度 (Y) の階調電圧依存性 (V-Y 特性) を示すグラフである。なお、グラフの横軸は階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ である。図 5 (a) は、MVA モードや IPS モードなどの NB モードの液晶表示装置の特性を示し、図 5 (b) は TN モードなどの NW モードの液晶表示装置の特性を示す。なお、この V-Y 特性を「液晶層の電気光学特性」ということもある。

【0062】

20

図 5 (a) および (b) からわかるように、 V_{addrms} の値が増大するに従って、階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ の小さい側で $(1/2) \times V_{sigpp}$ の変化量に対する輝度 Y の変化量の比率（曲線の傾き）、すなわち $\Delta Y / \Delta (1/2) \times V_{sigpp}$ が小さくなっている。

【0063】

まず、図 5 (a) を見ると、V-Y 特性における閾値電圧 V_{th} （輝度が上昇し始める電圧： $V_{add} = 0 \text{ Vrms}$ の場合、約 2.2 V）は、 V_{addrms} の値が増加するに従って、低電圧側に移動する。 V_{addrms} の値が、 $V_{add} = 0 \text{ Vrms}$ のときの閾値電圧（約 2.2 V）を超えると、閾値電圧が消滅する（ $V_{add} = C \text{ Vrms}$ の曲線を参照）。従って、 V_{addrms} が $V_{add} = 0 \text{ Vrms}$ のときの V-Y 特性の閾値電圧 V_{th} を超えると、階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ の値を 0 V としても十分に低い輝度（黒表示）が得られず、表示のコントラスト比が著しく低下する。もちろん、 V_{addrms} の値を適切に設定することにより、十分な表示のコントラスト比を維持しつつ、閾値電圧を十分に低くすることが可能である。 V_{add} の実効値は、V-Y 特性の閾値電圧 V_{th} の $1/10$ 以上 1 倍以下であることが好ましい。 V_{th} の $1/10$ 未満であると V_{add} を印加することによる効果が小さく、 V_{th} を超えるとコントラスト比が低下する。

30

【0064】

図 5 (b) は本発明を TN モードに適用した場合の V-Y 特性である。 V_{add} の実効値が大きくなるに従って、V-Y 特性が低電圧側に移動していることがわかる。即ち、本発明によれば低電圧で駆動可能な液晶表示装置が得られることができることがわかる。

40

【0065】

次に、図 6 (a) から (c) および図 7 を参照しながら、低階調側での階調電圧 $(1/2) \times V_{sigpp}$ の変化量に対する輝度 Y の変化量の比率 $(\Delta Y / \Delta (1/2) \times V_{sigpp})$ を小さくすることによって、表示むらが低減されることを説明する。なお、表示むらの低減効果は、上述したように、NB モードの液晶表示装置において顕著なので、以下の説明では、NB モードの液晶表示装置について説明する。図 6 (a) は、図 5 (a) に示した $V_{add} = B \text{ Vrms}$ （本発明）と $V_{add} = 0 \text{ Vrms}$ （従来）の場合の V-Y 特性を示すグラフである。

【0066】

50

表示むら低減効果の評価は、任意の階調（N）を表示した状態の輝度Yに対する、その状態で階調電圧（ $(1/2) \times V_{\text{sigpp}}$ ）が一定の変化（変化量： ΔV ）をしたときの輝度の変化量 ΔY との比を指標として用いた。典型的な液晶表示装置の表示輝度（Y）の階調（N）依存特性は、図6（b）のように設定される。

【0067】

液晶表示装置は、図6（a）に示すV-Y特性を有する場合、図6（b）表示輝度の階調依存性を得るために、図6（c）に示すように、階調Nに対して階調電圧の設定を行う。

【0068】

ここで、任意の階調N_nを表示しているときに、液晶容量に印加される階調電圧が、所定の階調電圧V_nから ΔV だけ変動したとすると、表示の輝度は ΔY だけ変化する。液晶容量に印加される階調電圧の変動量 ΔV は、階調電圧発生回路の精度、あるいは液晶表示装置のTFT素子の特性ばらつき等に起因して、即ち製造のばらつきに起因して発生する。

【0069】

また、製造ばらつきによる変動量 ΔV の値が同一であっても、液晶表示装置で観察される輝度むらは、液晶表示装置のV-Y特性によって異なる。具体的には、図6（c）の階調電圧（ $(1/2) \times V_{\text{sigpp}}$ ）の表示階調依存性が急峻になるにつれて、即ち輝度（Y）の階調電圧（ $(1/2) \times V_{\text{sigpp}}$ ）依存性が緩やかになるにつれて、 ΔY の値は小さくなり、表示むらが低減される。本発明の実施形態の液晶表示装置は、図6（a）に示したように、表示輝度の階調電圧依存特性を緩やかにする効果を有しているので、その結果として直接的に表示むらを低減することが可能となる。

【0070】

図7に本実施形態の液晶表示装置でV_{addrms}の大きさをパラメータとし、上述の表示むら指標である $\Delta Y/Y$ の階調（N）依存性を示す。図7は、表示階調（N）を0から255までの256階調に設定し、階調電圧のばらつき幅 ΔV を10mVとした場合である。図7からわかるように、従来の典型的な液晶表示装置の場合に対応するV_{add} = 0V_{rms}の場合、32階調付近で $\Delta Y/Y$ 値が最大となっている。この結果は、実際に典型的な液晶表示装置を目視で観測した場合の主観評価の結果とも一致しており、表示むらの評価の指標として $\Delta Y/Y$ 値が有効であることが確認できる。

【0071】

図7によればV_{add}の値が増加するのに従って、 $\Delta Y/Y$ の値が減少しており、表示むらが改善されていることがわかる。具体的には、V_{add} = B V_{rms} = 2.0V_{rms}のときの $\Delta Y/Y$ の最大値は、従来の液晶表示装置（V_{add} = 0V_{rms}）の値の1/3程度に改善されている。

【0072】

上述したように、本発明の実施形態の液晶表示装置では、表示動作を行っている状態において、液晶容量に、振動電圧（V_{add}）と、階調電圧（ $(1/2) \times V_{\text{sigpp}}$ ）とが印加され、その結果、表示輝度の階調電圧依存性が改善される。なお、振動電圧は1垂直走査時間内に複数回振動する信号であればよい。液晶容量に印加する振動電圧は、液晶容量を構成する一対の電極（画素電極および対向電極）のいずれか一方に印加すればよく、画素電極に印加してもよいし、対向電極に印加してもよい。また、振動電圧を画素電極に印加する場合、振動電圧発生回路からの出力を画素電極に直接接続する必要は無く、例えば、画素毎にTFTなどのスイッチング素子が設けられ、液晶容量に電氣的に接続された補助容量を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置においては、補助容量を構成する電極に振動電圧を印加すればよい。

【0073】

以下に、本発明による実施形態のアクティブマトリクス型液晶表示装置の構成と動作を説明する。

【0074】

本発明による実施形態の典型的なアクティブマトリクス型液晶表示装置 40 の電氣的な等価回路について図 8 を参照しながら説明する。

【0075】

アクティブマトリクス型液晶表示装置 40 は、複数の画素を有し、それぞれの画素が TFT 素子 (TFT_{mn}) と、液晶容量 (CLC_{mn}) および補助容量 (CCS_{mn}) とを有する。それぞれの画素の電氣的な等価回路は略同等である。

【0076】

TFT_{mn} を有する画素について説明する。TFT_{mn} のゲート端子はゲートバスライン (走査線) GBL_m に接続されており、ソース端子はソースバスライン (信号線) SBL_n に接続されている。TFT_{mn} のドレイン端子は、液晶容量 CLC_{mn} を構成する一方の電極 (画素電極 PH_{mn}) と、補助容量 CCS_{mn} を構成する一方の電極 (補助容量電極 CSH_{mn}) に接続されている。液晶容量 CLC_{mn} を構成する他方の電極は ComLC (液晶容量対向電極) に接続されている。補助容量 CCS_{mn} を構成する他方の電極 (補助容量対向電極) は CS バスライン CSBL_m に接続されている。対向電極 ComLC は、典型的には全ての画素に対して共通に設けられ、すべての液晶容量 CLC_{mn} を構成する上記液晶容量対向電極に実質的に同じ電圧を印加することができる。また、CSBL_m は、典型的には少なくとも行方向に対して共通の電極であり、各行の画素に属する補助容量 CCS_{mn} を構成する上記補助容量対向電極に実質的に同じ電圧を印加することができる。

【0077】

本実施形態のアクティブマトリクス形液晶表示装置 40 の各画素に振動電圧 Vadd を印加する駆動方法を説明する。

【0078】

液晶表示装置 40 では、CS バスライン CSBL_m または ComLC の少なくとも一方に振動電圧を印加することによって、液晶表示装置 40 の各画素に振動振幅 Vaddp の振動電圧 Vadd を印加でき上述の効果を得ることができる。補助容量 CCS_{mn} の補助容量対向電極に接続されている CS バスライン CSBL_m に振動電圧を印加する場合について説明する。

【0079】

以下の説明では説明を簡略化するために、一つの液晶容量 CLC_{mn} に限って、また 1 垂直走査時間に限って説明する。すなわち、以下の説明では 1 垂直走査時間に一つの液晶容量 CLC_{mn} に印加される電圧 VCLC_{mn} に振動電圧 Vadd を重畳できることについての説明を行う。この説明に基づけば、複数の画素、複数の垂直走査時間、或いは典型的な液晶装置で用いられる各種反転駆動方法等に対応して、液晶容量に印加される電圧に振動電圧を重畳する方法を見出すことは容易である。

【0080】

図 9 に、液晶表示装置 40 のソースバスライン SBL_n、ゲートバスライン GBL_m、CS バスライン CSBL_m に印加する各電圧の波形、および画素電極 PH_{mn} に印加される電圧の波形を模式的に示す。図 9 の上段から、ソースバスライン SBL_n に印加する電圧の波形 VSBL_n、CS バスライン CSBL_m に印加する電圧の波形 VCSBL_m、ゲートバスライン GBL_m に印加する電圧の波形 VGBL_m、及び画素電極 PH_{mn} に印加される電圧の波形 VPH_{mn} の順に示してある。また、各電圧の波形に破線で示してあるのは液晶容量対向電極 ComLC に印加する電圧の波形 VComLC である。

【0081】

本実施形態では、液晶容量に印加される電圧 VCLC に振動電圧 Vadd を重畳するために、VCSBL_m を振動電圧 (矩形波) としてある。振動電圧 VCSBL_m の振動の振幅は VCSpp、振動の周期は 1 垂直走査時間よりも短い時間である。

【0082】

時刻 T1 で VGL が VgH に変化することにより、TFT_{mn} が導通状

10

20

30

40

50

態（オン状態）となり、画素電極 PH_mn にソースバスライン $SB L_n$ の電圧 $V SB L t 1$ が伝達され、液晶容量 $CL C_mn$ 及び補助容量 $CC S_mn$ が充電される。よって、画素電極 PH_mn の電圧 $V PH_mn$ は、

$$V PH_mn = V SB L t 1$$

となる。

【0083】

つづいて時刻 $T 2$ のとき、ゲートバスライン $GB L_m$ の電圧が $V g H$ から $V g L$ へ変化することにより、 TFT_mn が非導通状態（OFF状態）となり、液晶容量 $CL C_mn$ および補助容量 $CC S_mn$ が、ソースバスライン $SB L_n$ と電氣的に絶縁される。なお、この直後アクティブマトリクス構造に起因する寄生容量等の影響により、 $V PH_mn$ は引き込み電圧 $V d$ だけ低下し、

$$V PH_mn = V SB L t 1 - V d$$

となる。

【0084】

つづいて時刻 $T 3$ のとき、補助容量 $CC S_mn$ に接続された CS バスライン $CS BL_m$ の電圧 $V CS BL_m$ が $V CS pp$ だけ低下する。この $V CS BL_m$ の電圧変化に伴い、 $V PH_mn$ は、

$$V PH_mn = V SB L t 1 - V d - K \times V CS pp$$

但し、 $K = CC S / (CL C + CC S)$

となる。

【0085】

つづいて時刻 $T 4$ では、 $V CS BL_m$ が $V CS pp$ だけ増加する。この $V CS BL_m$ の電圧変化に伴い、 $V PH_mn$ は、

$$V PH_mn = V SB L t 1 - V d$$

となる。

【0086】

時刻 $T 5$ では、 $V CS BL_m$ が $V CS pp$ だけ低下する。この $V CS BL_m$ の電圧変化に伴い、 $V PH_mn$ は、

$$V PH_mn = V SB L (T 1) - V d - K \times V CS pp$$

となる。

【0087】

従って、 $V PH_mn$ は時刻 $T 3$ から $T 4$ の間は

$$V PH_mn = V SB L t 1 - V d - K \times V CS pp$$

で、時刻 $T 4$ から $T 5$ の間は

$$V PH_mn = V SB L t 1 - V d$$

である。

【0088】

上記時刻 $T 3 \sim T 5$ の $V PH_mn$ の電圧変化は次に画素が書き換えられるとき、すなわち $T 1$ に等価な時刻（ $T 1$ から 1 垂直走査時間後の時刻）になるまで繰り返し継続する。よって、画素電極 PH_mn に印加される電圧 $V PH_mn$ に振動電圧（ $V add$ ）を重畳することが可能となり、アクティブマトリクス型液晶表示装置においても本発明の効果を得ることが可能となる。

【0089】

液晶容量に印加される電圧に重畳される振動電圧について説明する。

【0090】

画素電極 PH_mn の電圧 $V PH_mn$ に重畳される振動電圧 $V add$ の振幅 $V add pp$ は、前記時刻 $T 3$ から $T 4$ の間の $V PH_mn$ と時刻 $T 4$ から $T 5$ の間の $V PH_mn$ の電圧差であるから

$$V add pp = K \times V CS pp$$

となる。画素電極 PH_mn の電圧 $V PH_mn$ に重畳される振動電圧 $V add$ の振幅 V

$a d d p p$ はCSバスラインCSBL $_{mn}$ の振動電圧VCSBL $_{mn}$ の振幅VCSppに比例している。尚、液晶容量CLC $_{mn}$ に印加される電圧VCLC $_{mn}$ は画素電極PH $_{mn}$ の電圧VPH $_{mn}$ から液晶容量対向電極ComLCの電圧VComLCを差し引いた電圧

$$VCLC_{mn} = VPH_{mn} - VComLC$$

となる。本実施形態ではVComLCは時間によらず一定の電圧値をとるように設定してある（図9に破線で示してある）。よって、液晶容量CLC $_{mn}$ に印加される電圧VCLC $_{mn}$ にも画素電極電圧VPH $_{mn}$ に重畳される振動電圧Vaddと同一の振動電圧が重畳される。故に、VCLC $_{mn}$ に重畳される振動電圧Vaddの振幅Vaddpもまた

$$Vaddpp = K \times VCSpp$$

となる。

【0091】

1垂直走査時間内での液晶容量CLC $_{mn}$ の電圧VCLC $_{mn}$ の平均値VCLCave $_{mn}$ について説明する。

【0092】

典型的な液晶表示装置では垂直走査時間に比べて水平走査時間（時刻T1からT3の時間）が十分に短い、また本実施形態ではVCSBL $_{mn}$ の振動波形がデューティ比1:1の矩形波である、これらの点を考慮すれば、VPHave $_{mn}$ は、略

$$VPHave_{mn} = VSBlt1 - Vd - K \times VCSpp / 2$$

となる。VPHave $_{mn}$ はCSバスラインCSBL $_{mn}$ の電圧VCSBL $_{mn}$ の振幅VCSppに依存している。

【0093】

今、VCSppが0ボルトとした場合のVPHave $_{mn}$ をVPHaveR $_{mn}$ とすれば、

$$VPHaveR_{mn} = VSBlt1 - Vd$$

となる。VPHaveR $_{mn}$ を用いてVPHave $_{mn}$ を書き改めれば

$$VPHave_{mn} = VPHaveR_{mn} - K \times VCSpp / 2$$

となる。

【0094】

上式右辺第2項は、1垂直走査時間内での画素電極電圧の平均値VPHave $_{mn}$ の値がVCSppに依存して変化するときの変化量を示している。この変化量をEVPHave $_{mn}$ とすれば、

$$EVPHave_{mn} = -K \times VCSpp / 2$$

となる。

【0095】

よって、VPHave $_{mn}$ は

$$VPHave_{mn} = VPHaveR_{mn} + EVPHave_{mn}$$

但し、

$$VPHaveR_{mn} = VSBlt1 - Vd$$

$$EVPHave_{mn} = -K \times VCSpp / 2$$

と書き改められる。

【0096】

液晶容量CLC $_{mn}$ に印加される電圧VCLC $_{mn}$ は、画素電極PH $_{mn}$ の電圧VPH $_{mn}$ から液晶容量対向電極ComLCの電圧VComLCを差し引いた電圧である。液晶容量対向電極ComLCの電圧VComLCは図9に破線で示したようにVComLCは時間によらず一定の電圧値を示す。よって、1垂直走査時間内におけるVCLC $_{mn}$ の平均値VCLCave $_{mn}$ は

$$VCLCave_{mn} = VSBlt1 - Vd - K \times VCSpp / 2 - VComLC$$

となる。上記関係式によれば V_{CLCave_mn} も V_{PHave_mn} 同様 CS バスライン $CSBL_m$ の振動電圧 V_{CSBL_m} の振幅 V_{CSpp} に依存している。

【0097】

ここで、前記 V_{PHave_mn} の場合と同様、 V_{CSpp} が 0 ボルトとしたときの V_{CLCave_mn} の値を $V_{CLCaveR_mn}$ とし、 V_{CSpp} の値の変化に伴う V_{CLCave_mn} の値の変化量を $E_{VCLCave_mn}$ として、 V_{CLCave_mn} を書き改めれば、

$$V_{CLCave_mn} = V_{CLCaveR_mn} + E_{VCLCave_mn}$$

但し、

$$V_{CLCaveR_mn} = V_{SBLt1} - V_d - V_{ComLC} \quad 10$$

$$E_{VCLCave_mn} = -K \times V_{CSpp} / 2$$

となる。

【0098】

ゲートバスラインの電圧と CS バスラインの電圧の振動のタイミングの変化が 1 垂直走査時間内の液晶容量 CLC_mn に印加される電圧の平均値に与える影響について説明する。

【0099】

図 9 では、時刻 T_3 (TFT 素子がオフ状態となった後、最初に CS ・バスラインの電圧が変化する時刻) のとき CS バスラインの電圧 V_{CSBL_m} が V_{CSpp} だけ低下している。これに対して、時刻 T_3 で CS バスラインの電圧が V_{CSpp} だけ増加する場合について示す。図 9 を参照しつつ行った説明を基に時刻 T_3 で V_{CSBL_m} の電圧が V_{CSpp} だけ増加する場合の V_{CLCave_mn} 、 $V_{CLCaveR_mn}$ 、 $E_{VCLCave_mn}$ 及び V_{addpp} を、それぞれ $V_{CLCave*mn}$ 、 $V_{CLCaveR*mn}$ 、 $E_{VCLCave*mn}$ 及び V_{addpp*} とすれば（「*」を付記すれば）

$$V_{CLCave*mn} = V_{CLCaveR*mn} + E_{VCLCave*mn}$$

$$V_{CLCaveR*mn} = V_{SBLt1} - V_d - V_{ComLC}$$

$$E_{VCLCave*mn} = K \times V_{CSpp} / 2$$

$$V_{addpp*} = K \times V_{CSpp} \quad 30$$

となる。

【0100】

$V_{CLCaveR_mn}$ 、 $E_{VCLCave_mn}$ と $V_{CLCaveR*mn}$ 、 $E_{VCLCave*mn}$ とをそれぞれ比較すれば、

$$V_{CLCaveR_mn} = V_{CLCaveR*mn}$$

$$E_{VCLCave_mn} \neq E_{VCLCave*mn}$$

である。

しかるに、

$$V_{CLCave_mn} \neq V_{CLCave*mn}$$

となる。

40

【0101】

よって、1 垂直走査時間内の液晶容量 CLC_mn に印加される電圧の平均値は時刻 T_3 での CS バスライン電圧 V_{CSBL_m} の変化状態に依存して異なった値をとる。

【0102】

ゲートバスラインの電圧と CS バスラインの電圧の振動のタイミングの変化が液晶容量に重畳される振動電圧の振幅の値に与える影響について説明する。

【0103】

V_{addpp} と V_{addpp*} を比較すれば、

$$V_{addpp} = V_{addpp*}$$

であり、液晶容量に重畳される振動電圧の振幅は CS バスライン電圧 V_{CSBL_m} の時

50

刻 T 3 での変化状態に依存せず同一の値をとる。

【0104】

以上まとめると、図 8 及び図 9 で説明した駆動方法、具体的には C S バスラインの電圧を振動電圧とすることにより、T F T 素子を用いたアクティブ・マトリックス駆動において液晶容量に印加される電圧に振動電圧を重畳できる。また、振動電圧が重畳されるのに伴って、垂直走査時間内に液晶容量に印加される電圧の平均値が変化する。さらに、垂直走査時間内に液晶容量に印加される電圧の平均値はゲートバスラインの電圧と C S バスラインの電圧の振動のタイミングに依存して変化する。

【0105】

上述の説明では説明を簡略化するために一つの液晶容量 C_{LC_mn} に関して、また 1 垂直走査時間に限って説明した。すなわち、1 垂直走査時間に一つの液晶容量 C_{LC_mn} に振動電圧 V_{add} が重畳されること、及び振動電圧 V_{add} の重畳に伴い 1 垂直走査時間に液晶容量 C_{LC_mn} に印加される電圧の平均値 $V_{C_{LC_ave_mn}}$ が変化する事に関する原理的説明であった。この説明に基づけば、複数の画素、複数の垂直走査時間、或いは典型的な液晶装置で用いられる各種反転駆動方法等に対応して、液晶容量に印加される電圧に振動電圧を重畳する方法を見出すことは容易に可能である。この際に注意しなければならないのは、複数の画素、或いは複数の垂直走査時間内において重畳される振動電圧の振幅 (V_{add_pp})、及び垂直走査時間内に液晶容量に印加される電圧の平均値 ($V_{C_{LC_ave}}$) を同一とすることである。なぜなら、これらの値が画素毎、あるいは垂直走査時間毎に異なればそれに応じた輝度差 (輝度ムラ、あるいはチラツキ) が発生してしまうからである。

【0106】

前述の原理的な説明に基づけば、 V_{add_pp} を同一とするためにはソースバスライン電圧の振動の振幅を画素毎及び垂直走査時間毎に V_{CS_pp} を一定とすれば良い。

【0107】

$V_{C_{LC_ave}}$ を画素毎及び垂直走査時間毎に同一とするためには、 V_{CS_pp} を一定にするのに加えて、ゲートバスラインの電圧と C S バスラインの電圧の振動のタイミングにも注意する必要がある。図 9 に示したように C S バスラインの電圧を矩形波で振動させる場合には、画素毎及び垂直走査時間毎に図 9 の時刻 T 3 で C S バスラインの電圧の変化方向を統一し $E_{V_{C_{LC_ave_mn}}}$ の値を一定にする必要がある。ゲートバスラインを用いて書き込み画素をライン状に走査するアクティブマトリクス型液晶表示装置では、前記条件を満足するために、水平走査時間と C S バスラインの電圧の振動周期に一定の規則を満たす必要がある。

【0108】

水平走査時間と C S バスラインの電圧の振動周期に関する規則について説明する。

【0109】

図 10 から図 12 は V_{CS_BL} の振動状態と液晶容量 C_{LC} に印加される電圧 $V_{C_{LC}}$ との関係の説明するための模式図である。

【0110】

それぞれの図の上段には、第 m 行から $m+7$ 行までの行毎のゲートバスライン GBL の電圧 V_{GBL} の波形を示している。中段には C S バスラインの電圧 V_{CS_BL} の波形を示している。下段には上段のゲートバスラインのそれぞれに対応した行毎の液晶容量 C_{LC} の電圧 $V_{C_{LC}}$ の波形を模式的に示してある。さらに、 $V_{C_{LC}}$ の波形の右側には $E_{V_{C_{LC}}}$ の値を、さらにその右には V_{add_pp} の値を示してある。

【0111】

図 10 では全ての行の C S バスラインに同一の振動電圧 $V_{CS_BL_type A}$ を印加している。例えばゲートバスライン GBL_m 、 GBL_m+1 、 GBL_m+2 、 GBL_m+3 、 GBL_m+4 、 GBL_m+5 、 GBL_m+6 に対応する C S バスラインに $V_{CS_BL_type A}$ を印加している。

【0112】

10

20

30

40

50

V C S B L t y p e A の振動の周期は水平走査時間の 2 倍 (2 H) であり、振動の振幅は V C S p p である。図 9 の説明に基づけば、V C S B L t y p e A の電圧波形の位相は、V C S B L t y p e A の波形の平坦な部分で任意の V G B L 波形が V g H から V g L に変化するように設定することが望ましい。図 10 では、製造上の問題等による波形の乱れを考慮し、V G B L の波形が V g H から V g L に変化する時刻を V C S B L t y p e A の波形の立ち上がり時刻とその直後の立下り時刻の中間の時刻、あるいは、立下り時刻とその直後の立ち上がり時刻の中間の時刻に一致するように設定してある。

【0113】

図 10 では、偶数行 (m 行、m + 2 行、m + 4 行、m + 6 行) と奇数行 (m + 1 行、m + 3 行、m + 5 行、m + 7 行) とで、図 9 で説明した時刻 T 3 での V C S B L t y p e A の電圧変化の方向 (増加或いは低下) が異なる。それに伴い、偶数行と奇数行で V C L C の波形が異なる。

【0114】

具体的には、偶数行の V C L C の電圧波形では T 3 に等価な時刻で $K \times V C S p p$ だけ電圧が低下し、その後 1 水平走査時間毎に $K \times V C S p p$ だけ電圧が振動する。これに対して、奇数行では T 3 に等価な時刻で $K \times V C S p p$ だけ電圧が増加し、その後 1 水平走査時間毎に $K \times V C S p p$ だけ電圧が振動する。

【0115】

従って、偶数行では E V C L C の値が「 $-K \times V C S p p / 2$ 」であるのに対して奇数行では E V C L C の値が「 $+K \times V C S p p / 2$ 」となり、液晶容量に印加される電圧の平均値 (V C L C a v e) の異なる行が混在する。

【0116】

すなわち、図 10 に示す駆動方法を用いた場合には、たとえば表示面全体に均一な輝度を表示しようとしても、偶数行と奇数行で輝度が異なる問題が発生する。

【0117】

図 11 の駆動方法を用いると上記の問題を解決することができる。

【0118】

図 11 の駆動方法では、2 種類の C S バスライン電圧 V C S B L t y p e B 1 と V C S B L t y p e B 2 を用い、C S バスラインに 1 行毎に順次切り替えて接続する。即ち、偶数行の C S バスライン (例えばゲートバスライン V G B L __m、V G B L __m + 2、V G B L __m + 4、V G B L __m + 6 に対応する C S バスライン) の電圧は V C S B L t y p e B 1 とし、奇数行の C S バスライン (例えばゲートバスライン V G B L __m + 1、V G B L __m + 3、V G B L __m + 5、V G B L __m + 7 に対応する C S バスライン) の電圧は V C S B L t y p e B 2 とする。

【0119】

2 種類の C S バスライン電圧 V C S B L t y p e B 1、V C S B L t y p e B 2 の振動の周期はいずれも水平走査時間の 2 倍 (2 H) である。また、V C S B L t y p e B 2 の振動は V C S B L t y p e B 1 の振動から水平走査時間 (1 H) だけ遅れている。即ち、V C S B L t y p e B 1 と V C S B L t y p e B 2 の振動の位相差は 1 H である。ゲートバスライン電圧の波形と各 C S バスラインの電圧の振動波形の位相は図 10 と同様に、ゲートバスライン電圧が V g H から V g L に変化する時刻と、対応する C S バスラインの電圧の振動波形の平坦部分の時刻 (好ましくは、平坦部分の中心の時刻) が一致するように設定してある。

【0120】

2 種類の C S バスライン電圧 V C S B L t y p e B 1、V C S B L t y p e B 2 の振動の振幅は同一の値 V C S p p である。

【0121】

上述のように C S バスラインの電圧を設定した図 11 の駆動方法では、各行の時刻 T 3 に対応する時刻で、対応する C S バスラインの電圧が V C S p p だけ減少している。よって、すべての行で E V C L C の値が同一値「 $-K \times V C S p p / 2$ 」となる。ここで、K

及び $VCSpp$ の値は全ての行で一定値となるように設定する。

【0122】

よって、図10を用いて説明した駆動方法のように行毎に $EVCLC$ の値が異なるといった問題は発生しない。

【0123】

さらに、図11の駆動方法では $Vaddpp$ の値もすべての行で同一の値をとっている。

【0124】

したがって、図11に示す駆動方法用では、図10を基に説明した駆動方法で生じた問題を解決しつつ液晶容量に振動電圧を印加することが可能となり、本発明の効果を得ることができる。

10

【0125】

図12に示す駆動方法でも図11に示した駆動方法と同様、図10を参照して説明した駆動方法における問題を回避しつつ、本発明の効果を得ることができる。

【0126】

図11に示す駆動方法では CS バスラインの電圧として異なる2種類の振動電圧 $VCSBLtypeB1$ 、 $VCSBLtypeB2$ を用いた。これに対して、図12に示す駆動方法では1種類の振動電圧 $VCSBLtypeC$ を用いて本発明の効果を得る。

【0127】

図12の駆動法では全ての CS バスラインに同一の CS バスライン電圧 $VCSBLtypeC$ を印加する。

20

【0128】

CS バスライン電圧 $VCSBLtypeC$ の振動の周期は水平走査時間 ($1H$) である。ゲートバスライン電圧の波形と CS バスラインの電圧の振動波形の位相は、各ゲートバスライン電圧が VgH から VgL に変化する時刻と、 CS バスラインの電圧の振動波形の平坦部分の時刻 (好ましくは、平坦部分の中心の時刻) が一致するように設定してある。

【0129】

CS バスライン電圧 $VCSBLtypeC$ の振動の振幅は $VCSpp$ である。

【0130】

図12に示す駆動方法では、全ての行で時刻 $T3$ に対応する時刻に CS バスラインの電圧が $VCSpp$ だけ増加している。よって、全ての行で $EVCLC$ の値が同一の値「 $+K \times VCSpp / 2$ 」となり、 $Vaddpp$ もまた同一の値「 $K \times VCSpp$ 」となる。

30

【0131】

したがって、図12に示した駆動方法においても図11で説明した駆動方法と同様に、図10で説明した駆動方法を用いる際に発生する問題を生じることなく本発明の効果を得ることができる。

【0132】

尚、図12の駆動方法では全ての CS バスラインに対して同一の CS バスライン電圧 $VCSBLtypeC$ を用いている。つまり、 CS バスラインに印加する振動電圧は1種類である。従って、振動電圧を CS バスラインに印加するのに代えて、液晶容量対向電極印加してもよい。即ち、図12の駆動方法を用いる場合には液晶容量対向電極 $ComLC$ の電圧 $VComLC$ に $VCSBLtypeC$ と同様の振動電圧を重ねることによっても、本発明の効果を得ることができる。

40

【0133】

$EVCLCave$ の符号について注目する。図11に示した実施形態では $EVCLCave$ の符号はマイナス (−) であり、図12の実施形態では $EVCLCave$ の符号はプラス (+) である。即ち、本発明では $EVCLCave$ の符号としてプラス或いはマイナスを適宜選ぶことができる。但し、 $EVCLCave$ の符号として好ましいのはプラスである。なぜならば、図9に示した Vd の影響を相殺する効果があるからである。

【0134】

50

図 8 に示したアクティブマトリクス型液晶表示装置において本発明の効果を得ることのできる駆動方法は、図 1 1 或いは図 1 2 に示した実施形態に限られない。

【0135】

電氣的に独立な C S バスラインの数と C S バスラインの振動電圧の振動の周期について説明する。

【0136】

図 1 2 で説明した駆動方法では電氣的に独立な C S バスラインは 1 種類であり、その C S バスライン電圧の振動の周期は水平走査時間 (1 H) に等しい。図 1 1 で説明した駆動方法では電氣的に独立な C S バスラインは 2 種類であり、その C S バスライン電圧の振動の周期は水平走査時間の 2 倍の時間 (2 H) に等しい。

10

【0137】

電氣的に独立な C S バスラインの数と C S バスライン電圧の振動の周期との関係はさらに拡張することができる。電氣的に独立な C S バスラインを 3 種類とし、その C S バスライン電圧の振動の周期を水平走査時間の 3 倍の時間 (3 H) としてもよく、また電氣的に独立な C S バスラインを 4 種類とし、その C S バスライン電圧の振動の周期を水平走査時間の 4 倍の時間 (4 H) としてもよく、さらに一般化すれば電氣的に独立な C S バスラインの数を N 種類とし、その C S バスライン電圧の振動の周期を水平走査時間の N 倍 (N H) とすれば良い。

【0138】

このとき、電氣的に独立な複数の C S バスラインは次に示す規則に従って配置する必要がある。C S バスラインが液晶表示装置最上行から順次 C S B L _ 1、C S B L _ 2、C S B L _ 3、C S B L _ 4、C S B L _ 5、・・・、C S B L _ m と配置された液晶表示装置において、例えば 3 種類の C S バスライン電圧 V C S B L t y p e D 1、V C S B L t y p e D 2、V C S B L t y p e D 3 を配置する場合には C S B L _ 1、C S B L _ 4、C S B L _ 7、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e D 1 とし、C S B L _ 2、C S B L _ 5、C S B L _ 8、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e D 2 とし、C S B L _ 3、C S B L _ 6、C S B L _ 9、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e D 3 とする必要がある。即ち、電氣的に独立な C S バスラインは C S B L _ 1、C S B L _ 4、C S B L _ 7、・・・の組と、C S B L _ 2、C S B L _ 5、C S B L _ 8、・・・の組と、C S B L _ 3、C S B L _ 6、C S B L _ 9、・・・の組の 3 種類とする必要がある。

20

30

【0139】

さらに、例えば 4 種類の C S バスライン電圧 V C S B L t y p e E 1、V C S B L t y p e E 2、V C S B L t y p e E 3、V C S B L t y p e E 4 を配置する場合には C S B L _ 1、C S B L _ 5、C S B L _ 9、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e E 1 とし、C S B L _ 2、C S B L _ 6、C S B L _ 10、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e E 2 とし、C S B L _ 3、C S B L _ 7、C S B L _ 11、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e E 3 とし、C S B L _ 4、C S B L _ 8、C S B L _ 12、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e E 4 とする必要がある。即ち、電氣的に独立な C S バスラインは C S B L _ 1、C S B L _ 5、C S B L _ 9、・・・の組と、C S B L _ 2、C S B L _ 6、C S B L _ 10、・・・の組と、C S B L _ 3、C S B L _ 7、C S B L _ 11、・・・の組と、C S B L _ 4、C S B L _ 8、C S B L _ 12、・・・の組の 4 種類とする必要がある。

40

【0140】

さらに、例えば N 種類の C S バスライン電圧 V C S B L t y p e F 1、V C S B L t y p e F 2、V C S B L t y p e F 3、・・・、V C S B L t y p e F N を配置する場合には C S B L _ 1、C S B L _ N + 1、C S B L _ 2 N + 1、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e F 1 とし、C S B L _ 2、C S B L _ N + 2、C S B L _ 2 N + 2、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e F 2 とし、C S B L _ 3、C S B L _ N + 3、C S B L _ 2 N + 3、・・・の C S バスライン電圧を V C S B L t y p e F 3

50

とし、・・・、 $CSBL_N$ 、 $CSBL_2N$ 、 $CSBL_3N$ 、・・・のCSバスライン電圧を $VCSBL_typeFN$ とする必要がある。即ち、電氣的に独立なCSバスラインは $CSBL_1$ 、 $CSBL_N+1$ 、 $CSBL_2N+1$ 、・・・の組と、 $CSBL_2$ 、 $CSBL_N+2$ 、 $CSBL_2N+2$ 、・・・の組と、 $CSBL_3$ 、 $CSBL_N+3$ 、 $CSBL_2N+3$ 、・・・の組と、・・・、 $CSBL_N$ 、 $CSBL_2N$ 、 $CSBL_3N$ 、・・・の組のN種類とする必要がある。

【0141】

上記複数CSバスライン電圧を用いる場合には、各CSバスライン電圧の位相についても次の条件を満たす必要がある。次に示す条件は、各駆動方法における全ての行で、図9で説明した時刻T3のときのCSバスライン電圧の変化方向を一致させるために設けた条件である。

10

【0142】

前記3種類のCSバスライン電圧 $VCSBL_typeD1$ 、 $VCSBL_typeD2$ 、 $VCSBL_typeD3$ を用いる場合には、 $VCSBL_typeD1$ を基準とするとき $VCSBL_typeD2$ 、 $VCSBL_typeD3$ の位相はそれぞれ水平走査時間(1H)、水平走査時間の2倍(2H)遅らせる必要がある。

【0143】

前記4種類のCSバスライン電圧 $VCSBL_typeE1$ 、 $VCSBL_typeE2$ 、 $VCSBL_typeE3$ 、 $VCSBL_typeE4$ を用いる場合には、 $VCSBL_typeE1$ を基準とするとき $VCSBL_typeE2$ 、 $VCSBL_typeE3$ 、 $VCSBL_typeE4$ の位相はそれぞれ水平走査時間(1H)、水平走査時間の2倍(2H)、水平走査時間の3倍(3H)遅らせる必要がある。

20

【0144】

前記N種類のCSバスライン電圧 $VCSBL_typeF1$ 、 $VCSBL_typeF2$ 、 $VCSBL_typeF3$ 、・・・、 $VCSBL_typeFN$ を用いる場合には、 $VCSBL_typeF1$ を基準とするとき $VCSBL_typeF2$ 、 $VCSBL_typeF3$ 、・・・、 $VCSBL_typeFN$ の位相はそれぞれ水平走査時間(1H)、水平走査時間の2倍(2H)、・・・、水平走査時間の(N-1)倍((N-1)H)遅らせる必要がある。

【0145】

上述の駆動方法の場合でも、図11、図12で述べたのと同様の理由から各CSバスラインの振動電圧の平坦部分の中心の時刻と対応するゲートバスラインの電圧が VgH から VgL に変化する時刻を一致させることが好ましい。

30

【0146】

上述の説明から、電氣的に独立なCSバスラインの種類の数を増やすことによりCSバスラインに印加する振動電圧の周期を長くすることができ、振動電圧発生回路の作製を容易にすることができる。一方で、電氣的に独立なCSバスラインの種類の数を増やすことは液晶表示パネルの作製を困難にする。そこで、電氣的に独立なCSバスラインの種類の数は、これらの点を考慮して適宜設定すればよい。

【0147】

本発明の効果をすることのできる駆動方法は上述の駆動方法に限られない。上述の説明ではCSバスラインに印加する電圧を矩形波としてあった。

40

【0148】

CSバスライン電圧に矩形波を用いる利点は、製造上の理由等によりゲートバスライン電圧、或いはCSバスライン電圧の位相が変動した場合の前記 $EVCLCave$ の変化を最小化することができる点にある。前記 $EVCLCave$ の説明は簡単のために矩形波について行い、且つ時刻T3におけるCSバスライン電圧の変化状態(電圧増加或いは低下)で場合分けをして説明した。この場合、 $EVCLCave$ は液晶容量と補助容量の静電容量値 CLC 或いは CCS で決まる定数 K と、CSバスライン電圧の振動の振幅 $VCSpp$ に依存している。しかしながら、一般的には $EVCLCave$ の値は前記 K と $VCSpp$

50

p の値に依存するのに加え、ゲートバスライン電圧が V_{gL} となり TFT 素子がオフ状態となった瞬間（図 9 の時刻 T_2 に相当）の CS バスライン電圧と同電圧の 1 垂直走査時間内の平均電圧との電圧差にも依存する。即ち、 $EVCLCave$ の値を一定にするためには、TFT 素子がオフ状態となった瞬間（図 9 の時刻 T_2 に相当）で、対応する CS バスラインの電圧を一定にすることが望ましい。前述の $EVCLCave$ の説明で CS バスライン電圧の変化状態（電圧増加或いは低下）によって $EVCLCave$ の値が異なっているのはこのためである。製造上の理由等によるゲートバスライン電圧、或いは CS バスライン電圧の位相の変動に対して $EVCLCave$ の変化を最小化するためには、前記時刻 T_2 付近での CS バスライン電圧の変化を小さくすることが望ましい。矩形波を用いる場合には前記時刻 T_2 と波形の平坦部分を一致させることにより、製造上の理由等によるゲートバスライン電圧、或いは CS バスライン電圧の位相が変動した場合の前記 $EVCLCave$ の変化を最小化できる。

10

【0149】

次に、本発明による他の実施形態の液晶表示装置およびその駆動方法を説明する。

【0150】

本実施形態は、CS バスラインに印加する振動電圧の電圧波形が少なくとも 3 つの電位を含んでおり、この 3 つ以上の電位は、振動電圧の最大振幅（上記の実施形態の駆動方法における V_{addpp} に相当）を規定する 2 つの電位と、振動電圧の平均電位と一致する 1 つの電位を含んでいる。ここで、「振動電圧の平均電位」とは、振動電圧の最大振幅を規定する 2 つの電位の単純な平均値ではなく、振動電圧の実効的な平均値を意味する。すなわち、振動電圧の波形は一周期において、当該平均電位よりも高い部分の面積と低い部分の面積とが互いに等しくなる。なお、以下に例示する振動電圧は、最大振幅を規定する 2 つの電位間の中心線に対して対称な波形を有しているので、振動電圧の最大振幅を規定する 2 つの電位の単純な平均値は振動電圧の実効的な平均値と一致している。

20

【0151】

また、前記振動電圧が振動電圧波形の平均電位と一致した電位を呈している時間（平坦部）に、その振動電圧が供給される CS バスラインに接続された画素に接続された TFT 素子がオフ状態となるようにしている。以下の示す例では、ゲートバスライン電圧が V_{gL} となり TFT 素子がオフ状態となった瞬間（図 9 の時刻 T_2 に相当）が、振動電圧の平均電位を呈している時間の真中となるようにしてある。なお、ここでは、振動電圧波形が前記 3 つの電位から構成されている例を示すが、前記 3 つの電位を含んでいる限り、5 電位、7 電位、9 電位・・・の電位を有してもよい。

30

【0152】

本実施形態によると、液晶容量に印加される電圧の平均値を変化させることなく、液晶容量に印加される電圧に振動電圧を重ねることができる。即ち、 $EVCLCave$ の値をゼロに保ちつつ、一定の V_{addpp} を得ることができる。このことによって、図 10 から図 12 を参照しながら説明した駆動方法を用いる場合よりも信頼性を向上することができる。その理由について次に説明する。

【0153】

一般に、CS バスラインの有する寄生容量及びバスライン抵抗で構成される電氣的負荷は、液晶表示装置の表示画面内の位置によって異なっている。CS バスラインに印加される振動電圧波形の実効的な波形は前記電氣的負荷の影響を受けるために鈍るため、その振幅（実効的な振幅）は表示画面内の位置によって異なることとなる。従って、図 11 および図 12 に示した先の実施形態の液晶表示装置において液晶容量に印加される電圧の平均値が CS バスラインに印加された振動電圧の振幅（実効的な振幅）に依存する場合には液晶容量に印加される電圧の平均値が表示画面内の位置に依存して変化することになる。この場合、表示面内の至る所で液晶層に印加される電圧の直流成分をゼロとすることができない、具体的には表示面内の至る所で対向電圧を最適値に調整することができないといった問題が生じる。液晶層に印加される電圧の直流成分がゼロに調整されていない液晶表示装置を長時間使用した場合には、液晶表示装置を構成する液晶材料或いは配向膜等の材料

40

50

がダメージを受け、液晶表示装置の表示品位が低下してしまう。これに対して、本実施形態の液晶表示装置では液晶容量に印加される電圧の平均値がCSバスラインに印加された振動電圧の振幅（実効的な振幅）に依存するといったことがないため、前述のような液晶表示装置の信頼性にかかわる問題を生じることではない。

【0154】

一方、前述の説明によれば、液晶層に印加される電圧に重畳される振動電圧成分、即ち V_{addpp} もまた液晶表示装置の表示画面内の位置に依存して変化することになる。しかしながら、振動電圧成分が表示画面の位置によって異なっても、表示品位に対する影響は大きくない。その理由について以下で説明する。

【0155】

液晶層に印加される電圧に重畳される振動電圧成分、即ち V_{addpp} は、図5に示した輝度の階調電圧依存特性を改善に寄与するものであり、振動電圧成分の量（大きさ）が液晶表示装置の表示画面内の位置に依存して変化した場合にはそれに応じて前記改善の程度が表示画面内の位置に依存して変化するのみである。即ち、前述のように液晶表示装置の信頼性に影響を与えることはない。さらに、前述の改善の程度の、表示画面内の位置に依存した変化は、CSバスラインの電氣的負荷の変化に依存するものであるから、グラデーション状の緩やかでかつ連続的な変化となるため、その変化は視認され難い。即ち、表示品位上の問題は極めて小さい。

【0156】

次に、前述の図10、図11および図12に示した実施形態に対応する本実施形態を説明する。

【0157】

本実施形態では、前述の図10、図11および図12の実施形態で示したCSバスラインに印加する振動電圧 $V_{CSBLtypeA}$ 、 $V_{CSBLtypeB1}$ 、 $V_{CSBLtypeB2}$ 、 $V_{CSBLtypeC}$ をそれぞれ本実施形態の特徴を有する振動電圧 $V_{CSBLtypeAN}$ 、 $V_{CSBLtypeBN1}$ 、 $V_{CSBLtypeBN2}$ 、 $V_{CSBLtypeCN}$ とする。前述の実施形態での図10、図11、図12に対応する本実施形態での図を図13、図14、図15に示す。

【0158】

図13から図15に示したように、CSバスラインに印加する振動電圧の電圧波形は、振動電圧の最大振幅（ V_{addpp} ）を規定する2つの電位と、振動電圧の平均電位と一致する1つの電位を含んでいる。また、前記振動電圧が振動電圧波形の平均電位と一致した電位を呈している時間（平坦部）の丁度中央において、その振動電圧が供給されるCSバスラインに接続された画素に接続されたTFT素子がオフ状態となるようにしてある。

【0159】

図13、図14、図15に示したように、何れの図でも $EVCLCave = 0$ 、 $V_{addpp} = K \times V_{CSpP}$ となることが示されている。即ち、液晶容量に印加される電圧の平均値を変化させることなく、液晶容量に印加される電圧に振動電圧を重ねることができる。

【0160】

特に、図10に対応した本実施形態を示す図13によれば、図10で問題であった奇数行、偶数行毎に液晶容量に印加される電圧の平均値が異なるといった問題、即ち $EVCLCave$ が異なるといった問題が解消されていることがわかる。

【0161】

また、本実施形態においても電氣的に独立なCSバスラインの数とその振動周期との間の関係については、前述の実施形態についての説明と同様の説明が成立する。即ち、電氣的に独立なCSバスラインの数をN種類とすれば、そのCSバスラインの水平走査時間のN倍とすることができる。

【0162】

この時、電氣的に独立なCSバスラインの数は偶数とし、任意のCSバスラインの振動

10

20

30

40

50

電圧波形は、その任意の時刻の電圧変化に注目する時、それと逆方向でかつ変化量の同一の電圧変化をするC Sバスラインが存在することが望ましい。そして、それら2つの電圧波形の印加されるC Sバスラインの数は同数であることが望ましい。即ち、本実施形態の図14に示すように任意のC Sバスラインの振動電圧に対してそれと逆相の（位相が180度異なる）振動電圧が存在することが望ましい。無論、前述の実施形態では図11に示す実施形態が望ましい。その理由は以下の通りである。

【0163】

一般に液晶表示装置の対向電極は有限の電気抵抗を有して電位基準（例えば対向電極電位）に接続されているため、C Sバスラインに振動電圧を印加した場合、その振動電圧に連動して対向電極の電位も変動する。よって、液晶容量或いは補助容量にC Sバスラインの振動電圧を効率良く伝えることができない（対向電極の電位を振動させることにも費やされてしまう）。これに対して、C Sバスラインの振動電圧とそれと逆相の（位相が180度異なる）振動電圧が存在する場合、対向電極の電位の変動が抑制されるため、C Sバスラインの振動電圧を液晶容量或いは補助容量に効率良く伝えることができる。

10

【0164】

なお、上述した実施形態ではいずれもC Sバスライン電圧に矩形波を用いている。矩形波を用いることによって上述した利点を得られるが、以下の問題点もある。

【0165】

C Sバスライン電圧に矩形波を用いることの問題点は、C Sバスラインに瞬間的に多くの電流が流れることである。一般的に静電容量に振動電圧を印加する際に流れる電流値は電圧の時間微分に比例する。矩形波では、電圧が変化するとき（例えば、図9の時刻T4、T5）の電圧の時間微分の値が非常に大きいため（理想的な矩形波では無限大となる）、その瞬間に膨大な電流が流れる。この問題を回避するためには、電圧変化の時間微分の小さな波形（例えば、正弦波）を用いるのが好ましい。但し、図13～図15に例示したように3つ以上の電位を有する振動電圧を用いる場合、少なくとも振動電圧の平均値と一致する電位は一定時間維持される（平坦部を有する）ことが好ましい。

20

【0166】

C Sバスライン電圧の波形は前述の矩形波を用いる場合の利点或いは問題点を考慮して適宜（例えば波形のなまった矩形波（ローパス・フィルタを透過した矩形波）或いは正弦波等）設定すればよい。

30

【0167】

なお、上記の説明では、画素電極に所定の階調電圧をそのまま印加する例を説明したが、これに限られず、例えば、液晶層の応答速度を改善するために、階調電圧とともにオーバーシュート用の電圧を印加する場合においても本発明の効果をj得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0168】

本発明によると、表示むらの発生が低減され高品位な表示が可能な液晶表示装置が提供される。また、電気光学特性における閾値電圧を低下させることができるので、低電圧駆動の液晶表示装置を提供することができる。

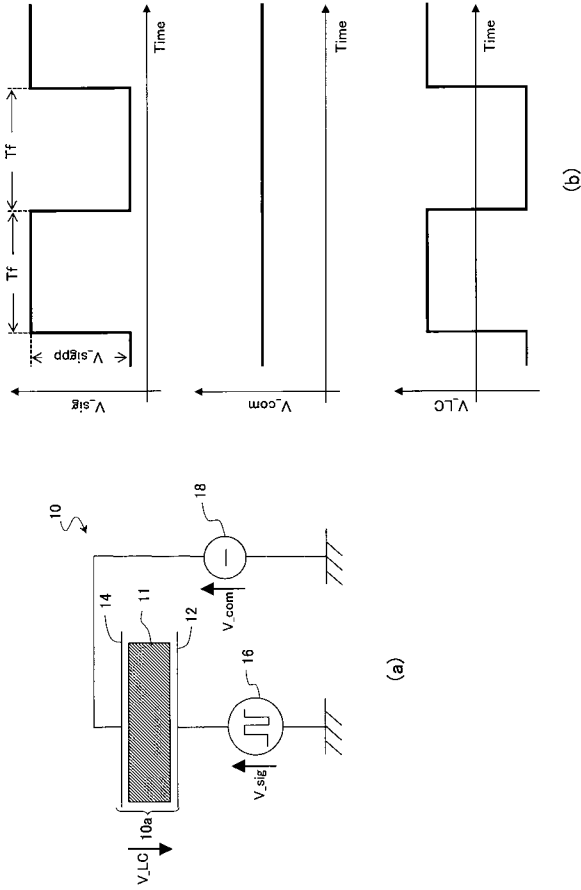
40

【符号の説明】

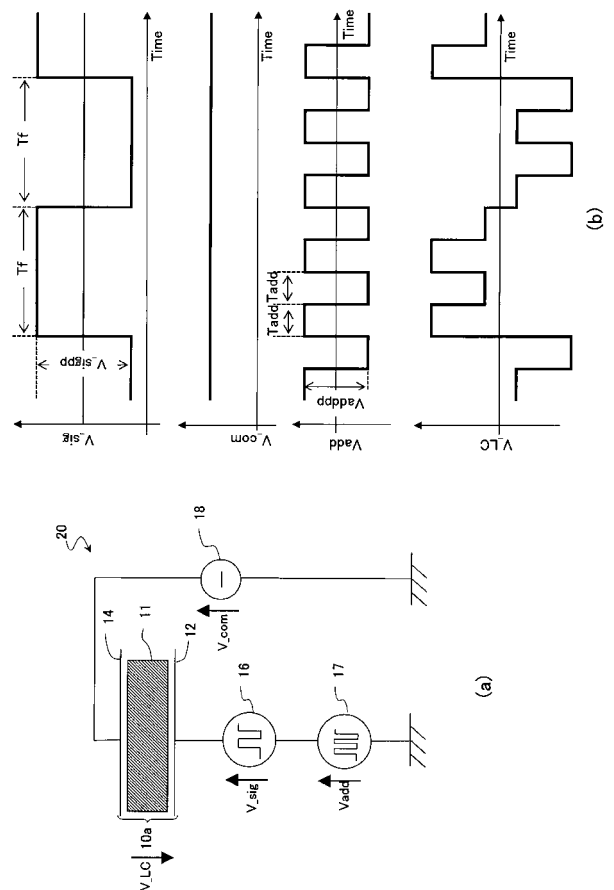
【0169】

- 10、20、30、40 液晶表示装置
- 10a 液晶容量
- 11 液晶層
- 12 画素電極
- 14 対向電極
- 16 階調電圧
- 17 振動電圧
- 18 対向電圧

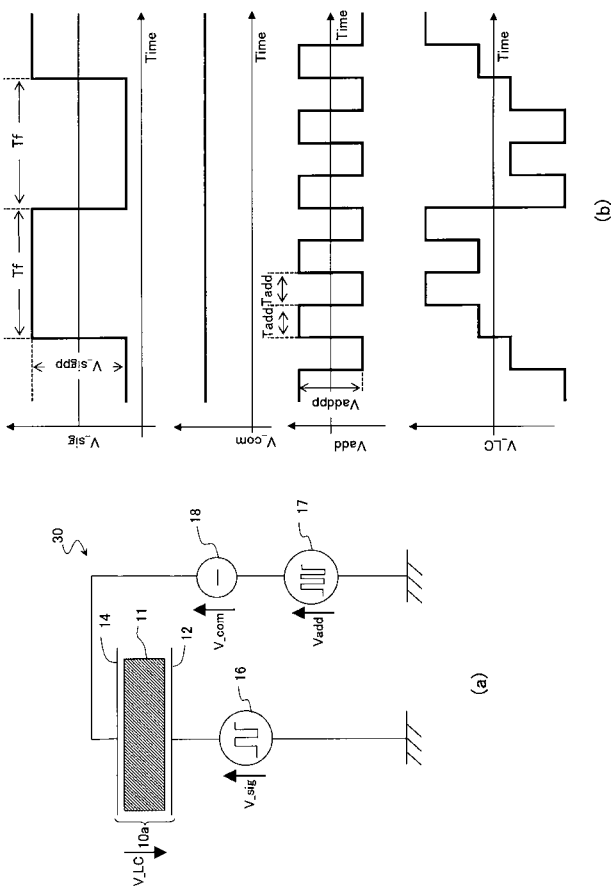
【図 1】



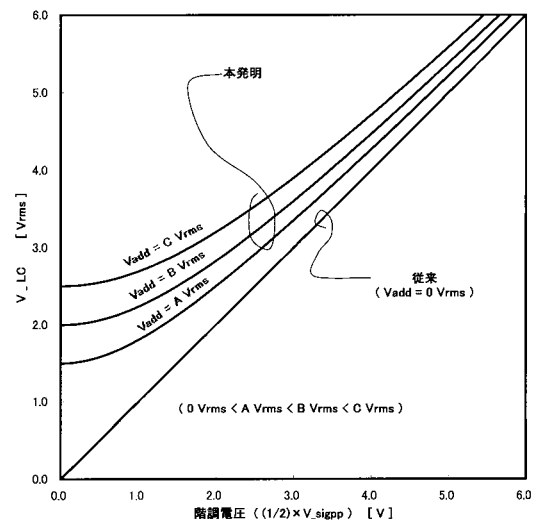
【図 2】



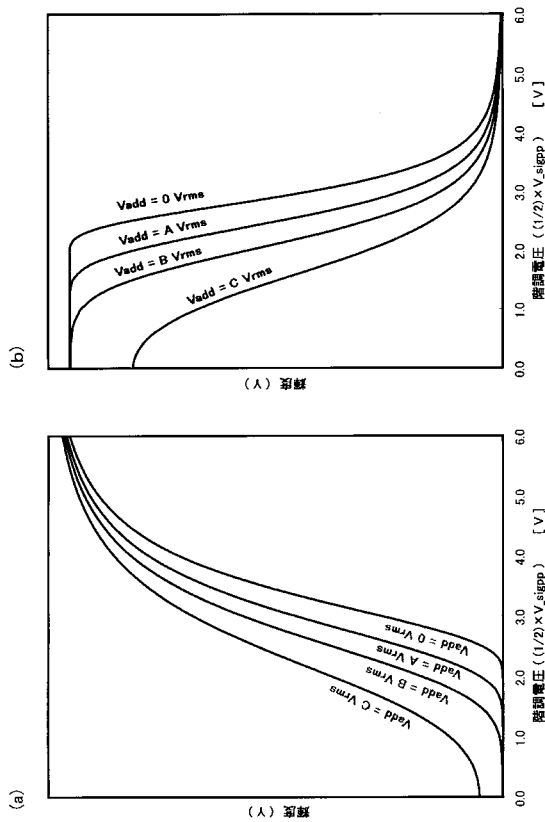
【図 3】



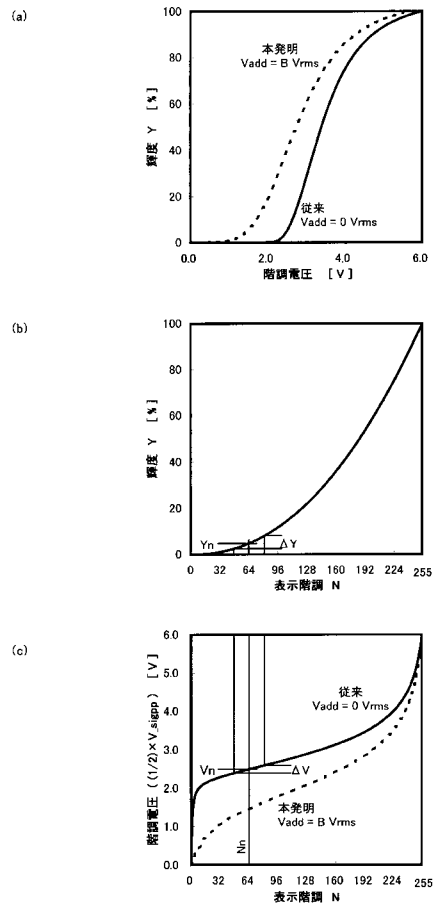
【図 4】



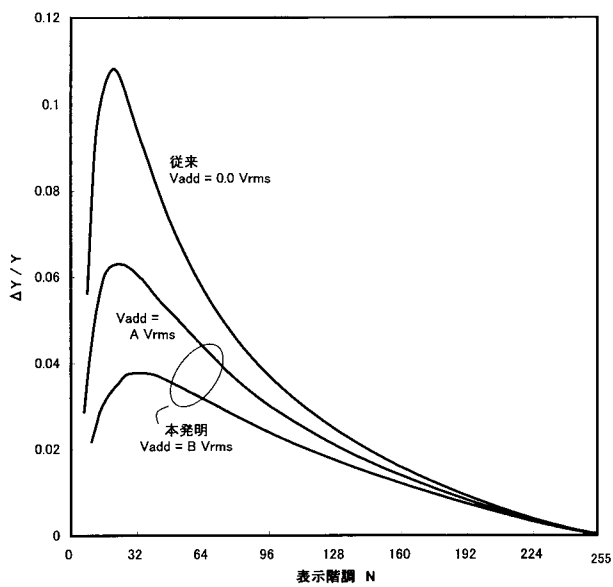
【図 5】



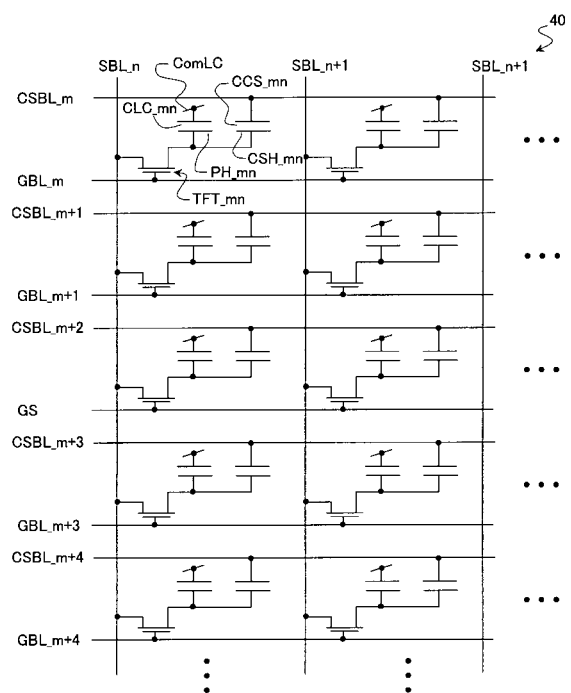
【図 6】



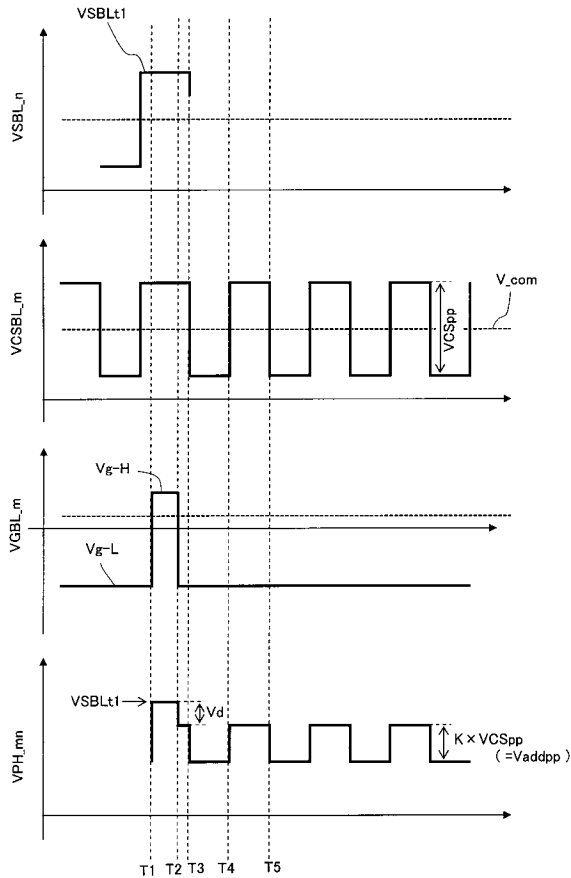
【図 7】



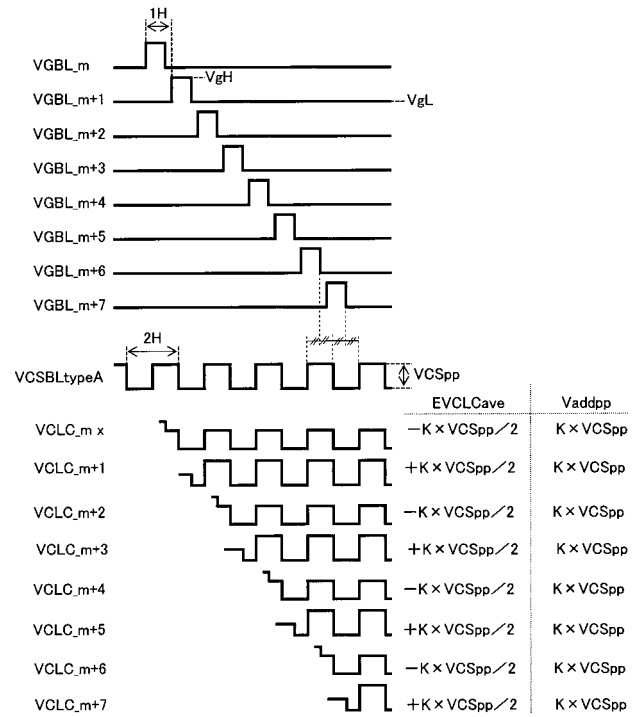
【図 8】



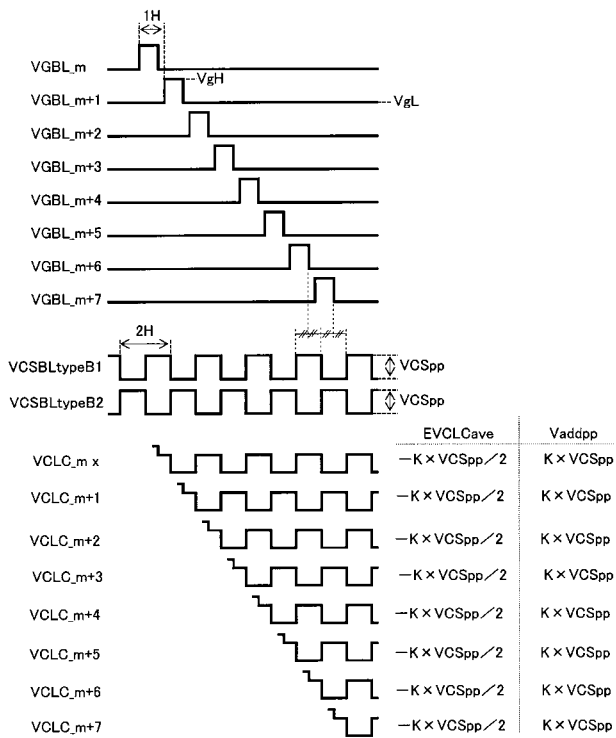
【図 9】



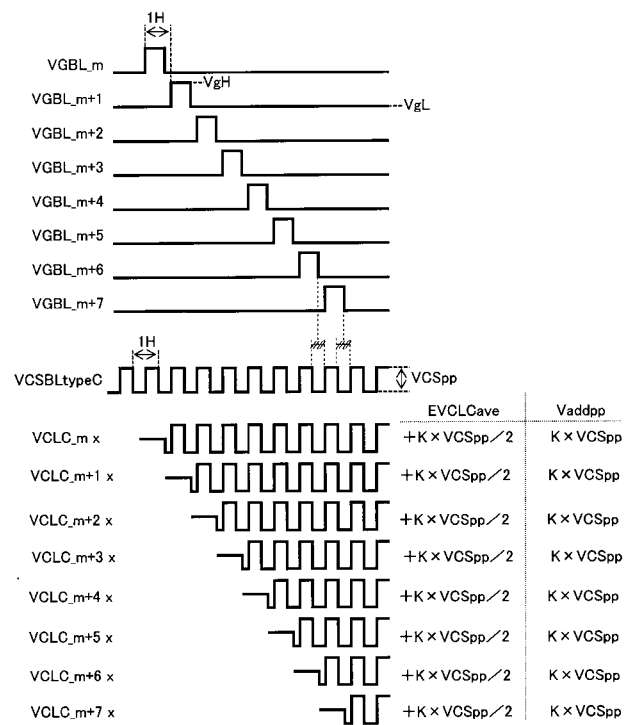
【図 10】



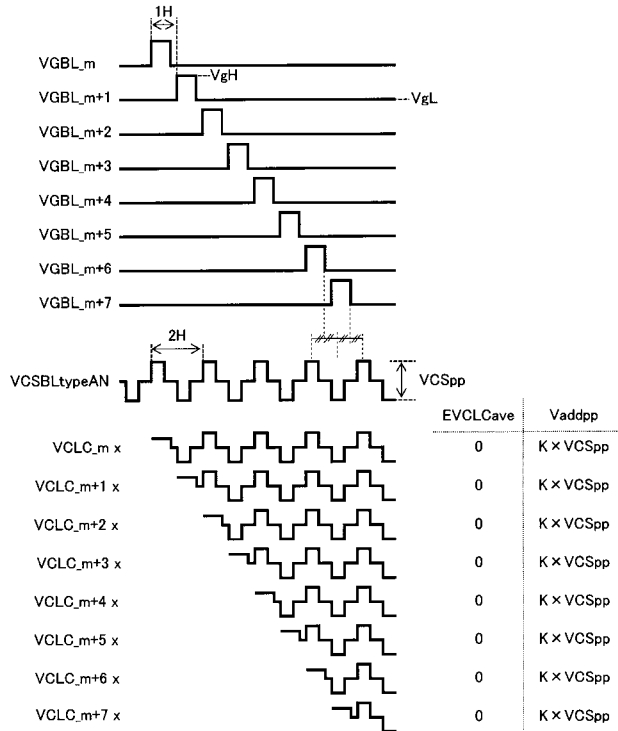
【図 11】



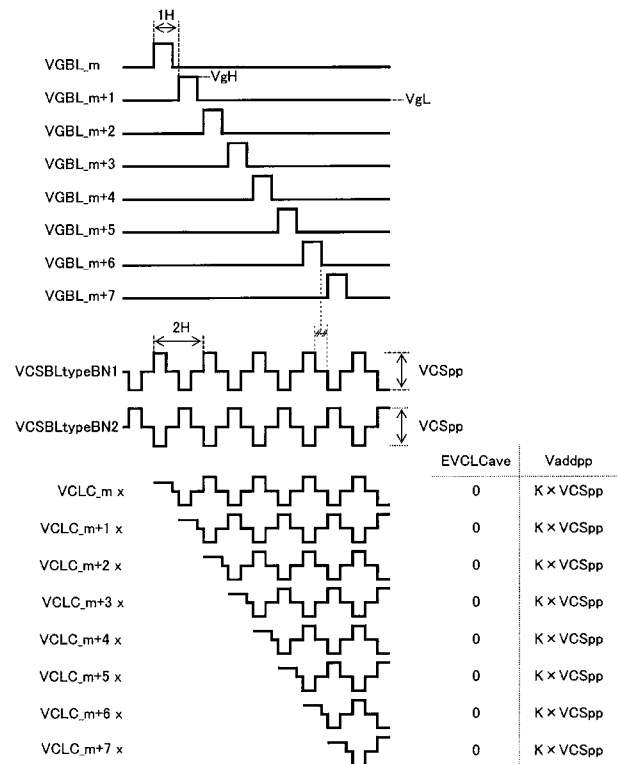
【図 12】



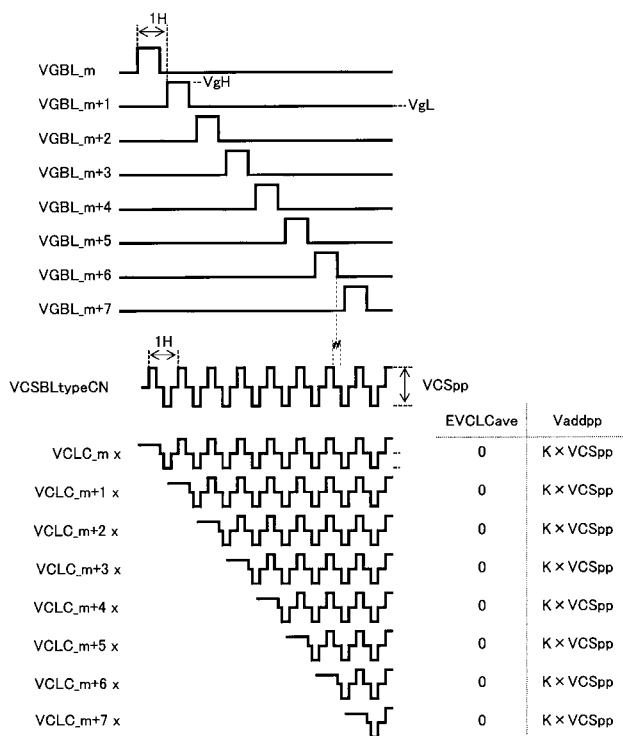
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G 0 9 G 3/20 6 2 1 A
 G 0 9 G 3/20 6 4 2 A
 G 0 9 G 3/20 6 1 1 A
 G 0 2 F 1/133 5 5 0

F ターム(参考) 2H193 ZA04 ZA07 ZB02 ZB03 ZB06 ZB14 ZB16 ZC16 ZC25 ZD02
 ZD23 ZD32 ZG51 ZQ06 ZQ11 ZQ16
 5C006 AA16 AC11 AC25 AC28 AF11 AF42 AF44 AF46 AF50 AF51
 AF71 AF83 AF84 BA19 BB16 BC12 BF07 BF21 BF24 BF42
 BF43 FA12 FA14 FA16 FA22 FA23 FA33 FA37 FA38 FA46
 FA47 FA55
 5C080 AA10 BB05 DD05 DD06 DD08 DD10 DD24 DD26 DD29 EE29
 FF03 FF11 JJ02 JJ03 JJ04 JJ05

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2011164655A	公开(公告)日	2011-08-25
申请号	JP2011109487	申请日	2011-05-16
[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		
[标]发明人	下敷領文一		
发明人	下敷領 文一		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20 G02F1/133		
FI分类号	G09G3/36 G09G3/20.641.C G09G3/20.624.E G09G3/20.624.D G09G3/20.622.D G09G3/20.621.A G09G3/20.642.A G09G3/20.611.A G02F1/133.550		
F-TERM分类号	2H193/ZA04 2H193/ZA07 2H193/ZB02 2H193/ZB03 2H193/ZB06 2H193/ZB14 2H193/ZB16 2H193/ZC16 2H193/ZC25 2H193/ZD02 2H193/ZD23 2H193/ZD32 2H193/ZG51 2H193/ZQ06 2H193/ZQ11 2H193/ZQ16 5C006/AA16 5C006/AC11 5C006/AC25 5C006/AC28 5C006/AF11 5C006/AF42 5C006/AF44 5C006/AF46 5C006/AF50 5C006/AF51 5C006/AF71 5C006/AF83 5C006/AF84 5C006/BA19 5C006/BB16 5C006/BC12 5C006/BF07 5C006/BF21 5C006/BF24 5C006/BF42 5C006/BF43 5C006/FA12 5C006/FA14 5C006/FA16 5C006/FA22 5C006/FA23 5C006/FA33 5C006/FA37 5C006/FA38 5C006/FA46 5C006/FA47 5C006/FA55 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/DD05 5C080/DD06 5C080/DD08 5C080/DD10 5C080/DD24 5C080/DD26 5C080/DD29 5C080/EE29 5C080/FF03 5C080/FF11 5C080/JJ02 5C080/JJ03 5C080/JJ04 5C080/JJ05		
代理人(译)	奥田诚治 三宅明子		
优先权	2003300177 2003-08-25 JP		
其他公开文献	JP5389859B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种液晶显示装置，该液晶显示装置能够以减少的显示不均的发生来进行高质量的显示。每个像素包括液晶电容器CLC和辅助电容器CCS，并且辅助电容器包括电连接到像素电极PH的第一电极CSH和经由绝缘层面对第一电极的第二电极。还有一个电极。液晶显示装置具有将各行像素的第二电极彼此连接的多条CS总线CSBL，在一个垂直扫描时间内经由多条CS总线中的任意一条将多条CS总线CSBL设置于第二电极。施加一次振荡的振荡电压（ V_{add} ），并且施加到属于任何行的像素的第二电极的振荡电压基本相等。振荡电压包括第一振荡电压和不同于第一振荡电压的第二振荡电压，并且在任意垂直扫描时间，属于彼此相邻的两行之一的像素的第二电极施加一个振荡电压，并且将第二振荡电压施加到属于另一行的像素的第二电极。[选择图]图8

