

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5043847号
(P5043847)

(45) 発行日 平成24年10月10日 (2012. 10. 10)

(24) 登録日 平成24年7月20日 (2012. 7. 20)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 3/36 (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)
G02F 1/133 (2006.01)

G09G 3/36
G09G 3/20 621B
G09G 3/20 621M
G09G 3/20 670K
G09G 3/20 680G

請求項の数 11 (全 56 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-530861 (P2008-530861)
(86) (22) 出願日 平成19年8月13日 (2007. 8. 13)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2007/065832
(87) 国際公開番号 W02008/023601
(87) 国際公開日 平成20年2月28日 (2008. 2. 28)
審査請求日 平成21年2月20日 (2009. 2. 20)
(31) 優先権主張番号 特願2006-228476 (P2006-228476)
(32) 優先日 平成18年8月24日 (2006. 8. 24)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(74) 代理人 100101683
弁理士 奥田 誠司
(74) 代理人 100155000
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2番2号
シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれが、第1副画素および第2副画素を含む複数の画素を備えた液晶表示装置であって、

前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれは、対向電極と、副画素電極と、前記対向電極と前記副画素電極との間に配置された液晶層とを有しており、

前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれの前記副画素電極は、それぞれ別個の第1副画素電極および第2副画素電極であり、前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれの前記対向電極は共通の単一電極であり、

連続する4以上の偶数の垂直走査期間にわたって所定の間隔調の表示を行う場合に、前記偶数の垂直走査期間のうちの少なくとも2つの垂直走査期間において前記第1副画素および前記第2副画素の輝度は異なり、前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれについて前記偶数の垂直走査期間のうちの極性が第1極性である第1極性期間の長さと第2極性である第2極性期間の長さとが等しく、前記第1極性期間および前記第2極性期間のそれぞれにおいて前記第1副画素の前記液晶層に印加される実効電圧の平均値と前記第2副画素の前記液晶層に印加される実効電圧の平均値との差が実質的にゼロであり、

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第1副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp a}$ とし、前記第2副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp b}$ とすると、

前記複数の画素のそれぞれにおいて、 $|V_{Lsp a}|$ と $|V_{Lsp b}|$ との大小関係を

10

20

2 垂直走査期間ごとに反転するとともに、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の極性を 2 垂直走査期間ごとに反転し、

前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の極性を反転するときとは異なるときに $|V_{Lsp a}|$ と $|V_{Lsp b}|$ との大小関係の反転を行う、液晶表示装置。

【請求項 2】

それぞれが、第 1 副画素および第 2 副画素を含む複数の画素を備えた液晶表示装置であって、

前記第 1 副画素および前記第 2 副画素のそれぞれは、対向電極と、副画素電極と、前記対向電極と前記副画素電極との間に配置された液晶層とを有しており、

前記第 1 副画素および前記第 2 副画素のそれぞれの前記副画素電極は、それぞれ別個の第 1 副画素電極および第 2 副画素電極であり、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素のそれぞれの前記対向電極は共通の単一電極であり、

連続する 4 以上の偶数の垂直走査期間にわたって所定の間階調の表示を行う場合に、前記偶数の垂直走査期間のうちの少なくとも 2 つの垂直走査期間において前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の輝度は異なり、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素のそれぞれについて前記偶数の垂直走査期間のうちの極性が第 1 極性である第 1 極性期間の長さ第 2 極性である第 2 極性期間の長さとは等しく、前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間のそれぞれにおいて前記第 1 副画素の前記液晶層に印加される実効電圧の平均値と前記第 2 副画素の前記液晶層に印加される実効電圧の平均値との差が実質的にゼロであり、

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp a}$ とし、前記第 2 副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp b}$ とすると、

前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間の一方の前記 2 つの垂直走査期間のうち、一方は $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす垂直走査期間であり、他方は $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす垂直走査期間であり、

前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間の他方の前記 2 つの垂直走査期間のそれぞれにおいて、 $V_{Lsp a}$ は $V_{Lsp b}$ と等しい、液晶表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 副画素電極および前記第 2 副画素電極に対応する補助容量配線の電圧は、第 1 レベルと、前記第 1 レベルよりも高電圧の第 2 レベルと、前記第 2 レベルよりも高電圧の第 3 レベルとの間で変化する、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記複数の画素は、複数の行方向および複数の列方向にマトリクス状に配置されており、

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素は前記列方向に沿って配置されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極および前記第 2 副画素電極の電圧は、対応する補助容量配線の電圧変化に応じて変化する、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】

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極に対応する補助容量配線の電圧は、前記第 2 副画素電極に対応する補助容量配線の電圧とは異なる方向に変化する、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記複数の画素のうちのある画素の前記第 2 副画素電極の電圧、および、前記ある画素の前記列方向に隣接する画素の前記第 1 副画素電極の電圧は、共通の補助容量配線の電圧変化に応じて変化する、請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記複数の画素のうちのある画素の前記第 2 副画素電極の電圧、および、前記ある画素

10

20

30

40

50

の前記列方向に隣接する画素の前記第 1 副画素電極の電圧は、異なる補助容量配線の電圧変化に応じて変化する、請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極は対応するスイッチング素子を介して前記第 2 副画素電極と同じ信号線に接続されている、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】

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極は第 1 スwitchング素子を介して第 1 信号線に接続されており、前記第 2 副画素電極は第 2 スwitchング素子を介して第 2 信号線に接続されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

10

【請求項 11】

前記第 1 副画素電極は前記第 2 副画素電極と等しい表示面積を有している、請求項 1 から 10 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】

本発明は液晶表示装置に関し、より詳細には、 γ 特性の視野角依存性を改善した液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

20

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）の液晶表示装置では、正の誘電率異方性を持つ液晶分子の長軸が、基板表面に対して略平行で、且つ、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では、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り、透過光量が制御される。

30

【0004】

このような 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。

【0005】

近年、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、インプレイン・スイッチング・モード（IPSモード）、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）、軸対称配向モード（ASMモード）等の液晶表示装置が開発されている。これらの新規なモード（広視野角モード）の液晶表示装置では、視野角特性に関する上記の具体的な問題点、すなわち、表示面を斜め方向から観測した場合における表示コントラスト比の著しい低下、および、表示階調の反転といった問題点が解決されている。

40

【0006】

しかしながら、液晶表示装置の表示品位の改善が進む状況下において、今日では視野角特性の問題点として、正面観測時の γ 特性と斜め観測時の γ 特性が異なる点、すなわち γ 特性の視野角依存性の問題が新たに顕在化してきた。ここで、 γ 特性とは表示輝度の階調

50

依存性であり、 γ 特性が正面方向と斜め方向で異なるということは、階調表示状態が観測方向によって異なることとなるため、写真等の画像を表示する場合や、またTV放送等を表示する場合に特に問題となる。

【0007】

γ 特性の視野角依存性を改善するための方法として、1つの画素に2つ以上の副画素を設け、中間輝度表示において一方の副画素の輝度を他方とは異ならせることにより、 γ 特性の視野角依存性を改善する方法が知られている（例えば、特許文献1および特許文献2参照）。

【0008】

特許文献1に開示されている液晶表示装置では、中間輝度表示において第2副画素の液晶層の実効電圧を第1副画素の液晶層の実効電圧とは異ならせることにより、第1副画素の輝度と第2副画素の輝度を異ならせ、これにより、 γ 特性の視野角依存性を改善している。液晶層の透過率は、液晶層に印加される電界の向き（電気力線の向き）にかかわらず、実効電圧の絶対値に応じて変化するので、特許文献1に開示されている液晶表示装置では、液晶層に印加される電界の向きを垂直走査期間ごとに交互に反転させることにより、直流成分（DCレベル）の偏りを抑制し、焼きつき等の信頼性上の問題を解決している。

【0009】

また、特許文献2に開示されている液晶表示装置では、第1副画素と第2副画素の明暗を垂直走査期間ごとに反転させる（例えば、第1垂直走査期間において第1副画素の輝度を第2副画素の輝度よりも高くし、第2垂直走査期間において第2副画素の輝度を第1副画素の輝度よりも高くする）とともに、液晶層に印加される電界の向きを垂直走査期間ごとに反転させている。複数の副画素のうち一方の副画素が常に明るいと、表示がざらついてみえることがあるが、特許文献2に開示されている液晶表示装置では、垂直走査期間ごとに第1副画素と第2副画素の明暗を反転させることにより、表示のざらつきを防止している。

【0010】

なお、以上のように、複数の副画素の輝度を異ならせることにより、 γ 特性の視野角依存性を改善する表示または駆動を、本明細書において、マルチ画素表示、マルチ画素駆動、面積階調表示、面積階調駆動などと呼ぶことがある。

【特許文献1】特開2004-62146号公報

【特許文献2】特開2003-295160号公報（米国特許第6958791号明細書）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1の液晶表示装置では、中間輝度表示において第1副画素の輝度が第2副画素の輝度よりも常に高いので、副画素の明暗が視認され、表示がざらついてみえることがある。

【0012】

また、特許文献2の液晶表示装置では、液晶層に印加される電界の向きと副画素の明暗を垂直走査期間ごとに反転させているため、一方の副画素が他方の副画素よりも明るいときに液晶層に印加される電界の向きは常に同じである。

【0013】

例えば、特許文献2の液晶表示装置では、ある垂直走査期間で、第1副画素に印加される実効電圧の絶対値が第2副画素に印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第1副画素が第2副画素よりも明るいときに、液晶層に印加される電界が副画素電極側から対向電極側に向いている（電界がこのように向く状態を「第1極性」という）。次の垂直走査期間では、第2副画素に印加される実効電圧の絶対値が第1副画素に印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第2副画素が第1副画素よりも明るくなり、液晶層に印加される電界は対向電極側から副画素電極側に向いている（電界がこのように向く状態を「

第2極性」という)。また、次の垂直走査期間では、第1副画素に印加される実効電圧の絶対値が第2副画素に印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第1副画素が第2副画素よりも明るくなり、第1極性となり、さらに次の垂直走査期間では、第2副画素に印加される実効電圧の絶対値が第1副画素に印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第2副画素が第1副画素よりも明るくなり、第2極性となる。

【0014】

以上のように、特許文献2の液晶表示装置では、第1副画素に印加される実効電圧の絶対値が大きいときは専ら第1極性であり、第2副画素に印加される実効電圧の絶対値が大きいときは専ら第2極性であるため、第1副画素に印加される実効電圧の平均値は第1極性となり、第2副画素に印加される実効電圧の平均値は第2極性となる。

10

【0015】

なお、一般的な液晶表示装置では、画素に印加される電圧の平均値がゼロでない状態、すなわち、画素に印加される電圧に直流電圧成分が残っている状態で長時間同一の画像を表示しつづけると、その後表示画像を切り替えても以前に長時間表示しつづけていた画像が残る、焼きつきと呼ばれる現象が発生する。この焼きつきを回避するために、一般的な液晶表示装置では、画素を交流駆動（絶対値の等しい第1極性電圧、第2極性電圧を交互に印加する）することで液晶層に印加される電圧の平均値をゼロにしている。また、交流駆動によって電圧の平均値がゼロとならない場合、さらに対向電圧の調整を行うことにより、電圧の平均値をゼロにしている。

【0016】

20

しかしながら、特許文献2の液晶表示装置において、第1副画素および第2副画素の実効電圧の平均値が異なるため、対向電圧を調整したとしても、ゼロにすることができないのは一方の副画素のみであり、他方の副画素についての電圧の平均値をゼロに調整することができない。この場合、調整できなかった副画素において焼きつきが生じ、その結果、表示装置全体として、焼きつきの発生を抑制することができない。したがって、特許文献2の液晶表示装置では、第1、第2副画素に印加される電圧の平均値を共にゼロにすることができず、焼きつき等の信頼性上の不具合が発生するといった問題がある。

【0017】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、表示のざらつきおよび焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制した液晶表示装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の液晶表示装置は、それぞれが、第1副画素および第2副画素を含む複数の画素を備えた液晶表示装置であって、前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれは、対向電極と、副画素電極と、前記対向電極と前記副画素電極との間に配置された液晶層とを有しており、前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれの前記副画素電極は、それぞれ別個の第1副画素電極および第2副画素電極であり、前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれの前記対向電極は共通の単一電極であり、連続する4以上の偶数の垂直走査期間にわたって所定の間隔調の表示を行う場合に、前記偶数の垂直走査期間のうちの少なくとも2つの垂直走査期間において前記第1副画素および前記第2副画素の輝度は異なり、前記第1副画素および前記第2副画素のそれぞれについて前記偶数の垂直走査期間のうちの極性が第1極性である第1極性期間の長さとは第2極性である第2極性期間の長さが等しく、前記第1極性期間および前記第2極性期間のそれぞれにおいて前記第1副画素の前記液晶層に印加される実効電圧の平均値と前記第2副画素の前記液晶層に印加される実効電圧の平均値との差が実質的にゼロである。

40

【0019】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第1副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp a}$ とし、前記第2副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp b}$ とすると、連続する4つの垂直走査期間のうち、2つの垂直走査期間は前記第1極性期間であり、残りの2つの垂直走査期間は前記第2極性期間であり、前

50

記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間のうち少なくとも一方の前記 2 つの垂直走査期間のうち、一方は $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たし、他方は $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす。

【0020】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp a}$ とし、前記第 2 副画素の前記液晶層に印加される実効電圧を $V_{Lsp b}$ とすると、連続する 4 つの垂直走査期間のうち、2 つの垂直走査期間は前記第 1 極性期間であり、残りの 2 つの垂直走査期間は前記第 2 極性期間であり、前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間のうち少なくとも一方の前記 2 つの垂直走査期間のうちの一方の垂直走査期間における $|V_{Lsp a}|$ の値および $|V_{Lsp b}|$ の値は、他方の垂直走査期間における $|V_{Lsp b}|$ の値および $|V_{Lsp a}|$ の値とそれぞれ等しい。

10

【0021】

ある実施形態において、前記 4 つの垂直走査期間のうち $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす垂直走査期間の数は $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす垂直走査期間の数と等しい。

【0022】

ある実施形態において、前記複数の画素は、複数の行方向および複数の列方向にマトリクス状に配置されており、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素は前記列方向に沿って配置されている。

20

【0023】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極および前記第 2 副画素電極の電圧は、対応する補助容量配線の電圧変化に応じて変化する。

【0024】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極に対応する補助容量配線の電圧は、前記第 2 副画素電極に対応する補助容量配線の電圧とは異なる方向に変化する。

【0025】

ある実施形態において、前記複数の画素のうちのある画素の前記第 2 副画素電極の電圧、および、前記ある画素の前記列方向に隣接する画素の前記第 1 副画素電極の電圧は、共通の補助容量配線の電圧変化に応じて変化する。

30

【0026】

ある実施形態において、前記複数の画素のうちのある画素の前記第 2 副画素電極の電圧、および、前記ある画素の前記列方向に隣接する画素の前記第 1 副画素電極の電圧は、異なる補助容量配線の電圧変化に応じて変化する。

【0027】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極は対応するスイッチング素子を介して前記第 2 副画素電極と同じ信号線に接続されている。

【0028】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記第 1 副画素電極は第 1 スwitching 素子を介して第 1 信号線に接続されており、前記第 2 副画素電極は第 2 スwitching 素子を介して第 2 信号線に接続されている。

40

【0029】

ある実施形態において、前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間のそれぞれの前記 2 つの垂直走査期間のうち、一方は $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす垂直走査期間であり、他方は $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす垂直走査期間である。

【0030】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、 $|V_{Lsp a}|$ と $|V_{Lsp b}|$ との大小関係を 1 垂直走査期間ごとに反転するとともに、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の極性を 2 垂直走査期間ごとに反転する。

50

【 0 0 3 1 】

ある実施形態において、フレーム周波数は 6 0 H z である。

【 0 0 3 2 】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、 $|V L s p a|$ と $|V L s p b|$ との大小関係を 2 垂直走査期間ごとに反転するとともに、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の極性を 1 垂直走査期間ごとに反転する。

【 0 0 3 3 】

ある実施形態において、フレーム周波数は 1 2 0 H z である。

【 0 0 3 4 】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、 $|V L s p a|$ と $|V L s p b|$ との大小関係を 2 垂直走査期間ごとに反転するとともに、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の極性を 2 垂直走査期間ごとに反転し、前記第 1 副画素および前記第 2 副画素の極性を反転するときとは異なるときに $|V L s p a|$ と $|V L s p b|$ との大小関係の反転を行う。

【 0 0 3 5 】

ある実施形態において、前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間の一方の前記 2 つの垂直走査期間のうち、一方は $|V L s p a| > |V L s p b|$ を満たす垂直走査期間であり、他方は $|V L s p a| < |V L s p b|$ を満たす垂直走査期間であり、前記第 1 極性期間および前記第 2 極性期間の他方の前記 2 つの垂直走査期間のそれぞれにおいて、 $V L s p a$ は $V L s p b$ と等しい。

【 0 0 3 6 】

ある実施形態において、前記第 1 副画素電極および前記第 2 副画素電極に対応する補助容量配線の電圧は、第 1 レベルと、前記第 1 レベルよりも高電圧の第 2 レベルと、前記第 2 レベルよりも高電圧の第 3 レベルとの間で変化する。

【 0 0 3 7 】

ある実施形態において、前記第 1 副画素電極は前記第 2 副画素電極と等しい表示面積を有している。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 8 】

本発明によれば、表示のざらつきおよび焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制した液晶表示装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

【図 1】本発明による液晶表示装置の第 1 実施形態の構造を示す模式図である。

【図 2】第 1 実施形態の液晶表示装置における液晶パネルの模式的ブロック図である。

【図 3】(a) は、第 1 実施形態の液晶表示装置における 1 つの画素の模式的平面図であり、(b) は、1 つの副画素の模式的断面図である。

【図 4】従来の液晶表示装置における第 1、第 2 副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a) は、第 1、第 2 副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b) は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c) は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

【図 5】別の従来の液晶表示装置における第 1、第 2 副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a) は、第 1、第 2 副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b) は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c) は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

【図 6】第 1 実施形態の液晶表示装置における第 1、第 2 副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a) は、第 1、第 2 副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b) は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c) は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

ある。

【図 7】第 1 実施形態の液晶表示装置の画素構造の一例を示す模式図である。

【図 8】第 1 実施形態の液晶表示装置における 1 つの画素の等価回路図である。

【図 9】第 1 実施形態の液晶表示装置の駆動に用いられる各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 10】第 1 実施形態の液晶表示装置における副画素の液晶層に印加される実効電圧の関係を示す図である。

【図 11】第 1 実施形態の液晶表示装置の γ 特性を示す図であり、(a) は右 60 度視角での γ 特性を示す図であり、(b) は右上 60 度視角の γ 特性を示す図である。

【図 12】第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の垂直走査期間にわたった各種の電圧波形の一例を示す図である。

10

【図 13】第 1 実施形態の液晶表示装置の等価回路図の一例である。

【図 14】第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の副画素の配列、明暗および極性を示す模式図である。

【図 15】第 1 実施形態の液晶表示装置における各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 16】第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の垂直走査期間にわたった各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 17】第 1 実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図 18】(a) および (b) は、第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の垂直走査期間にわたった各種の電圧波形の一例を示す図である。

20

【図 19】(a) ~ (c) は、第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の垂直走査期間にわたった各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 20】第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の垂直走査期間にわたった各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 21】第 1 実施形態の液晶表示装置における複数の垂直走査期間にわたった各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 22】第 1 実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図 23】第 1 実施形態の液晶表示装置の等価回路図の一例である。

30

【図 24】第 1 実施形態の液晶表示装置における各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 25】第 1 実施形態の液晶表示装置の画素構造の一例を示す模式図である。

【図 26】本発明による液晶表示装置の第 2 実施形態における第 1、第 2 副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a) は、第 1、第 2 副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b) は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c) は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

【図 27】第 2 実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図 28】本発明による液晶表示装置の第 3 実施形態における第 1、第 2 副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a) は、第 1、第 2 副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b) は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c) は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

40

【図 29】第 3 実施形態の液晶表示装置における各種の電圧波形の一例を示す図である。

【図 30】第 3 実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図 31】本発明による液晶表示装置の第 4 実施形態における第 1、第 2 副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a) は、第 1、第 2 副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b) は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧

50

の変化を示す模式図であり、(c)は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

【図32】第4実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図33】本発明による液晶表示装置の第5実施形態における第1、第2副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a)は、第1、第2副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b)は、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c)は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

【図34】第5実施形態の液晶表示装置における各種の電圧波形の一例を示す図である。

10

【図35】第5実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図36】本発明による液晶表示装置の第6実施形態における第1、第2副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a)は、第1、第2副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b)は、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c)は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

【図37】第6実施形態の液晶表示装置における副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図38】本発明による液晶表示装置の第7実施形態における第1、第2副画素の明暗、極性および実効電圧の変化を示す模式図であり、(a)は、第1、第2副画素の明暗および極性の変化を示す模式図であり、(b)は、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図であり、(c)は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を示す模式図である。

20

【図39A】第7実施形態の液晶表示装置のあるフレームにおける副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

【図39B】第7実施形態の液晶表示装置の次のフレームにおける副画素の明暗および極性、ならびに、各副画素の垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化を示す模式図である。

30

【図40】第7実施形態の液晶表示装置における各種の電圧波形の一例を示す図である。

【符号の説明】

【0040】

10 画素

10a、10b 副画素

13 液晶層

17 対向電極

18a、18b 副画素電極

100 液晶表示装置

100A 液晶パネル

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

(実施形態1)

以下、図面を参照して、本発明による液晶表示装置の第1実施形態を説明する。

【0042】

まず、図1～図3を参照して、本実施形態の液晶表示装置100の構成を概略的に説明する。図1に、本実施形態の液晶表示装置100を示す。液晶表示装置100の液晶パネル100Aは、図2に示すように、複数の行方向および列方向のマトリクス状に配列された複数の画素を有する表示部110と、表示部110を駆動する駆動回路120とを備えている。表示部110の各画素は、液晶層と、液晶層に電圧を印加する複数の電極とを有

50

している。駆動回路 120 は、入力された入力映像信号に基づいて駆動信号を生成する。

【0043】

図3(a)は1つの画素の電極構造の模式的平面図であり、図3(b)は1つの副画素の模式的断面図である。図3(b)は、図3(a)の3B-3B'線に沿った断面に相当する。図3(a)に示すように、1つの画素10は、列方向に沿うように配置された第1副画素10aと第2副画素10bとを有している。図3(b)に示すように、第1副画素10aは、液晶層13と、第1副画素電極18aと、液晶層13を介して第1副画素電極18aと対向する対向電極17とを有する。なお、図3(b)には、第1副画素10aの構成を示しているが、第2副画素10bも同様の構成を有している。対向電極17は、典型的には、全ての画素10に対して共通の1つの電極である。本実施形態の液晶表示装置100では、第1副画素電極18aおよび第2副画素電極18bに異なる電圧が印加され得、それにより、第1副画素10aの液晶層の実効電圧を、第2副画素10bの液晶層の実効電圧と異ならせることができる。

10

【0044】

次いで、図4~図6を参照して、特許文献1および特許文献2の液晶表示装置と比較しながら、本実施形態の液晶表示装置100における副画素の明暗および電界の向き(電気力線の向き)の変化を説明する。なお、ここでは、説明を簡略化するために、画素が所定の中間階調を数フレームにわたって表示すると仮定する。

【0045】

まず、図4を参照して、特許文献1の液晶表示装置における副画素の明暗および電界の向きの変化、ならびに、第1および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。図4(a)において1~6は期間を示しており、各期間は垂直走査期間を示している。なお、「垂直走査期間」とは、表示信号電圧を書き込むためにある走査線が選択されてから、次の表示信号電圧を書き込むためにその走査線が選択されるまでの期間と定義することにする。また、ノンインターレース駆動用の入力映像信号の場合の1フレーム期間、および、インターレース駆動用の入力映像信号の場合の1フィールド期間を「入力映像信号の垂直走査期間」と呼ぶ。通常、液晶表示装置における1垂直走査期間は、入力映像信号の1垂直走査期間に対応する。以下では、簡単のために、液晶パネルの1垂直走査期間が入力映像信号の1垂直走査期間に対応する場合について説明するが、本発明はこれに限定されず、例えば、入力映像信号の1垂直走査期間(例えば、1/60sec)に対して、液晶パネルの2垂直走査期間(例えば、2×1/120sec)を割り当てる、いわゆる2倍速駆動(垂直走査周波数が120Hz)などにも適用できる。また、ここでは、各垂直走査期間の長さは等しいとする。なお、各垂直走査期間内において、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(期間)を1水平走査期間(1H)という。

20

30

【0046】

図4(a)において上側および下側の矩形はそれぞれ第1および第2副画素であり、第1副画素および第2副画素のうち、より輝度の高い副画素を白で示し、より輝度の低い副画素を黒で示している。また、図4(a)において、「+」、「-」は、対応する走査線が選択されたときの対向電極に供給される共通電圧を基準とした表示信号電圧の極性を示している。ここでは、「+」は、第1副画素電極および第2副画素電極の電位が対向電極の電位よりも高く、電界が副画素電極側から対向電極側に向いていることを示す。一方、「-」は、第1副画素電極および第2副画素電極の電位が対向電極の電位よりも低く、電界が対向電極側から副画素電極側に向いていることを示す。以下の説明において、「+」を第1極性、「-」を第2極性とも称し、「+」および「-」を総称して極性とも称する。また、「+」となる期間を第1極性期間と、「-」となる期間を第2極性期間とも称する。

40

【0047】

特許文献1の液晶表示装置では、図4(a)に示すように、期間1、3および5は第1極性期間であり、期間2、4および6は第2極性期間であり、極性は垂直走査期間毎に反

50

転する。また、図4(a)に示すように、特許文献1の液晶表示装置では、すべての期間1～6において第1副画素の輝度は第2副画素の輝度よりも高い。

【0048】

図4(b)および図4(c)に、特許文献1の液晶表示装置において、第1、第2副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は、第1、第2副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。なお、図4(b)および図4(c)には特に示していないが、特許文献1に開示されているように、補助容量配線の電圧を変化させることにより、第1、第2副画素の液晶層に印加される電圧を同一垂直走査期間内で変化させてもよい。

10

【0049】

期間1において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高く、また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図4(a)に示すように、期間1は、第1極性期間であり、第1副画素は第2副画素よりも明るい。期間1から期間2に移行するとき、第1副画素および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は変化する。期間2において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図4(a)に示すように、期間2は、第2極性期間であり、第1副画素は第2副画素よりも明るい。

20

【0050】

期間3以降、第1、第2副画素の明暗および極性は、期間1および期間2における第1、第2副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。特許文献1の液晶表示装置では、図4(a)に示したように、第1副画素の輝度は第2副画素の輝度よりも常に高くなって副画素の明暗が視認され、表示がざらついて見える。

【0051】

次いで、図5を参照して、特許文献2の液晶表示装置における副画素の明暗および電界の向きの変化、ならびに、第1および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

30

【0052】

図5(a)に示すように、特許文献2の液晶表示装置でも、期間1、3および5は第1極性期間であり、期間2、4および6は第2極性期間であり、極性は垂直走査期間毎に反転する。また、特許文献2の液晶表示装置では、期間1、3および5において第1副画素の輝度は第2副画素の輝度よりも高く、期間2、4および6において第2副画素の輝度は第1副画素の輝度よりも高い。

【0053】

図5(b)および図5(c)に、第1、第2副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。なお、図5(b)および図5(c)には特に示していないが、特許文献1に開示されているように、補助容量配線の電圧を変化させることにより、第1、第2副画素の液晶層に印加される電圧を同一垂直走査期間内で変化させてもよい。

40

【0054】

期間1において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図5(a)に示すように、期間1は第1極性期間であり、第1副画素は第2副画素よりも明るい。期間1から期間2に移行するとき、第1、第2副画素の液晶層の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は変化する。期間2において、第1副画素電極および第2副画素

50

電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図5(a)に示すように、期間2は第2極性期間であり、また、第2副画素は第1副画素よりも明るい。

【0055】

期間3以降、第1、第2副画素の明暗および極性は、期間1および期間2における第1、第2副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。特許文献2の液晶表示装置では、極性を垂直走査期間毎に反転するとともに副画素の明暗を垂直走査期間毎に反転しているので、特許文献1の液晶表示装置とは異なり、第1副画素および第2副画素がそれぞれ他方よりも明るい期間があり、結果として、表示のざらつきを抑制することができる。しかしながら、特許文献2の液晶表示装置では、第1副画素が第2副画素よりも明るい期間は常に第1極性期間であり、また、第2副画素が第1副画素よりも明るい期間は常に第2極性期間であるため、図5(b)および図5(c)から理解されるように、複数の垂直走査期間(例えば、期間1~4)にわたった第1副画素の液晶層の実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均は対向電極の電圧 V_c よりも高く、また、複数の垂直走査期間(例えば、期間1~4)にわたった第2副画素の液晶層の実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均は対向電極の電圧 V_c よりも低い。したがって、特許文献2の液晶表示装置では、副画素ごとに直流成分(DCレベル)の偏りが残存しており、この偏りにより、焼きつき等の信頼性上の問題が発生する。

【0056】

次いで、図6を参照して、本実施形態の液晶表示装置100における副画素の明暗および電界の向きの変化、ならびに、第1および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

【0057】

図6(a)に示すように、本実施形態の液晶表示装置100において、期間1、2、5および6は第1極性期間であり、期間3、4は第2極性期間である。なお、上述したように、第1極性期間は第1、第2副画素電極の電圧が対向電極の電圧よりも高い期間であり、第2極性期間は第1、第2副画素電極の電圧が対向電極の電圧よりも低い期間である。ここで、連続する4つの垂直走査期間をみると、4つの垂直走査期間のうち、2つは第1極性期間であり、残りの2つは第2極性期間である。例えば、図6(a)における期間1~4では、期間1および期間2は第1極性期間であり、期間3および期間4は第2極性期間である。

【0058】

図6(b)および図6(c)に、第1、第2副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。なお、本実施形態においても、特許文献1および特許文献2に開示されているのと同様に、補助容量配線の電圧を変化させることにより、第1、第2副画素の液晶層に印加される電圧を同一垂直走査期間内で変化させてもよい。また、図6(b)および図6(c)では、対向電極の電圧 V_c を基準にしているため、対向電極の電圧 V_c が時間に問わず一定であるように示しているが、対向電極の電圧 V_c は時間に応じて変化してもよい。

【0059】

期間1において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図6(a)に示すように、期間1は第1極性期間であり、第1副画素は第2副画素よりも明るい。

【0060】

期間1から期間2に移行するとき、第1、第2副画素の液晶層の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は変化する。期間2において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |$

10

20

30

40

50

$V L s p b |$)。したがって、図 6 (a) に示すように、期間 2 は第 1 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【 0 0 6 1 】

期間 3 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($| V L s p a | > | V L s p b |$)。したがって、図 6 (a) に示すように、期間 3 は第 2 極性期間であり、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。

【 0 0 6 2 】

期間 4 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($| V L s p a | < | V L s p b |$)。したがって、図 6 (a) に示すように、期間 4 は第 2 極性期間であり、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。以下、期間 5 以降、第 1、第 2 副画素の明暗および極性は、期間 1 ~ 4 における第 1、第 2 副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。

【 0 0 6 3 】

以上のように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 において、連続する 4 つの垂直走査期間のうち 2 つの垂直走査期間は第 1 極性期間である。このうち、一方は $| V L s p a | > | V L s p b |$ を満たす垂直走査期間であり (例えば、期間 1)、他方は $| V L s p a | < | V L s p b |$ を満たす垂直走査期間である (例えば、期間 2)。また、連続する 4 つの垂直走査期間のうち残りの 2 つは第 2 極性期間である。このうち、一方は $| V L s p a | > | V L s p b |$ を満たす垂直走査期間であり (例えば、期間 3)、他方は $| V L s p a | < | V L s p b |$ を満たす垂直走査期間である (例えば、期間 4)。図 6 (a) から理解されるように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 では、副画素の明暗を垂直走査期間毎に反転するとともに、極性を 2 垂直走査期間毎に反転しており、第 1 副画素の (明さ、極性) は、(明、+)、(暗、+)、(明、-)、(暗、-) と順番に変化し、また、第 2 副画素の (明暗、極性) は、(暗、+)、(明、+)、(暗、-)、(明、-) の順番に変化する。ここで、「明」は他方の副画素よりも明るいことを示し、「暗」は他方の副画素よりも暗いことを示している。副画素の実効電圧がこのように変化することにより、第 1 極性期間および第 2 極性期間のそれぞれにおいて第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の平均値と第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の平均値との差が実質的にゼロになる。

【 0 0 6 4 】

本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 では、特許文献 1 の液晶表示装置とは異なり、副画素の明暗が垂直走査期間毎に反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 では、特許文献 2 の液晶表示装置とは異なり、第 1 極性期間および第 2 極性期間のいずれも ($| V L s p a | > | V L s p b |$) を満たす期間と、($| V L s p a | < | V L s p b |$) を満たす期間とを有するので、図 6 (b) および図 6 (c) から理解されるように、複数の垂直走査期間 (例えば、期間 1 ~ 4) にわたった実効電圧 $V L s p a$ の平均および実効電圧 $V L s p b$ の平均をともにゼロにすることができる。また、たとえ、実効電圧 $V L s p a$ 、 $V L s p b$ の平均がゼロにならなくても、実効電圧 $V L s p a$ の平均と実効電圧 $V L s p b$ の平均がほぼ等しいので、対向電圧を調整することにより、実効電圧 $V L s p a$ 、 $V L s p b$ の平均をともにゼロに調整することができる。このように実効電圧の平均がゼロにすることにより、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。なお、上記の関係を満足するように異なる電圧を第 1、第 2 副画素の液晶層に印加する構成には種々の構成があり得る。

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態は、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を含む垂直配向型液晶層を利用する液晶表示装置に適用することが好ましい。特に、それぞれの副画素に含まれる液晶層が、電圧印加時に液晶分子の傾斜する方位角方向が互いに約 90°異なる 4 つ

10

20

30

40

50

のドメインを含むことが好ましい(MVAモード)。あるいは、それぞれの副画素に含まれる液晶層が、少なくとも電圧印加時に軸対称配向をとる液晶層であってもよい(ASMモード)。

【0066】

以下では、本実施形態によるMVAモードの液晶表示装置100をさらに詳細に説明する。

【0067】

図1に示すように、液晶表示装置100は、液晶パネル100Aと、液晶パネル100Aの両側に設けられた位相差補償素子(典型的には位相差補償板)20aおよび20bと、これらを挟むように配置された偏光板30aおよび30bと、バックライト40とを有する。偏光板30aおよび30bの透過軸(「偏光軸」ともいう。)は、互いに直交するように配置(クロスニコル配置)されており、液晶パネル100Aの液晶層13(図3(b)参照)に電圧が印加されていない状態(垂直配向状態)において黒表示を行う。したがって、液晶表示装置100はノーマリブラックモードの液晶表示装置である。位相差補償素子20aおよび20bは液晶表示装置の視野角特性を良好にするために設けられており、公知の技術を用いて最適に設計される。具体的には、黒表示状態において、全ての方位角方向における斜め観測時と正面観測時との輝度(黒輝度)の差が最小となるように最適化される。

【0068】

図3(a)に示すように、第1副画素電極18aと第2副画素電極18bとの間には走査線12が配置されている。なお、当然のことではあるが、基板11a上には、第1、第2副画素電極18aおよび18bそれぞれに所定のタイミングで所定の電圧を印加するために、走査線12、信号線およびTFI(図3には不図示)、さらにはこれらを駆動するための回路等が形成されている。また、他方の基板11bには、必要に応じて、カラーフィルタ等が設けられる。

【0069】

次いで、図3(a)および図3(b)を参照しながら、MVAモードの液晶表示装置100における1つの画素の構造を説明する。MVAモードの液晶表示装置の基本的な構成および動作については、例えば、特開平11-242225号公報に開示されている。

【0070】

図3(b)に示すように、ガラス基板11a上に形成された副画素電極18aにはスリット18sが設けられており、この副画素電極18aと対向電極17とにより、液晶層13に斜め電界が生成される。また、対向電極17が設けられているガラス基板11bの表面には、液晶層13側に突き出たリブ19が設けられている。液晶層13は、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料で構成されており、対向電極17、リブ19および副画素電極18aおよび18bを覆うように形成されている垂直配向膜(不図示)によって、電圧無印加時に略垂直配向状態をとる。リブ19の表面(傾斜した側面)および上記斜め電界によって、垂直配向した液晶分子を所定の方向に安定に倒すことができる。

【0071】

図3(b)に示すように、リブ19はリブの中心に向かって山型に傾斜しており、液晶分子はその傾斜面に対して略垂直に配向している。従って、リブ19によって液晶分子のチルト角度(基板表面と液晶分子の長軸の成す角度)の分布が発生する。また、スリット18sは液晶層に印加される電界の方向を規則的に変化させている。その結果、このリブ19、スリット18sの作用によって電界印加時の液晶分子の配向方向は、図3(a)に示した矢印の方向、すなわち、右上、左上、左下、右下の4方向に配向するため上下左右対称な特性を有する良好な視野角特性を得ることができる。なお、液晶パネル100Aの矩形の表示面は、典型的には、長手方向を左右方向に配置され、偏光板30aの透過軸は長手方向に平行に設定される。一方、画素10は、画素10の長手方向が液晶パネル100Aの長手方向に直交する方向に配置される。

【0072】

図3(a)に示すように、第1副画素10aおよび第2副画素10bの面積を同じにし、それぞれの副画素において、第1方向に延びる第1リブと、第1方向と略直交する第2方向に延びる第2リブとを含み、第1リブと第2リブは、それぞれの副画素内において、走査線12に平行な中心線に対して対称に配置されており、かつ、一方の副画素内のリブの配置と他方の副画素内のリブの配置とが、走査線12に直交する中心線に対して対称である配置とすることが好ましい。このような配置にすることによって、それぞれの副画素内で液晶分子が右上、左上、左下、右下の4方向に配向し、かつ、第1副画素および第2副画素を含む画素全体について、それぞれの液晶ドメインの面積が実質的に同じなので、上下左右対称な特性を有する良好な視野角特性を得ることができる。この効果は、画素の面積が小さいときに顕著である。さらに、それぞれの副画素における走査線に平行な中心線の間隔が走査線の配列ピッチの約2分の1と等しい構成を採用することが好ましい。

10

【0073】

次に、図7～図9を参照して、本実施形態の液晶表示装置100における1つの画素10の具体的な構造、および、この画素10に含まれる2つの副画素10a、10bの液晶層に異なる電圧を印加することを説明する。

【0074】

図7に示すように、画素10は、2つの副画素10aおよび10bを有しており、副画素10a、10bの副画素電極18a、18bには、それぞれTFT16a、TFT16b、および補助容量(CS)22a、22bが接続されている。TFT16aおよびTFT16bのゲート電極は走査線12に接続され、ソース電極は共通の(同一の)信号線14に接続されている。補助容量22a、22bは、それぞれ補助容量配線(CSバス・ライン)24aおよび補助容量配線24bに接続されている。補助容量22aおよび22bは、それぞれ副画素電極18aおよび18bに電気的に接続された補助容量電極と、補助容量配線24aおよび24bに電気的に接続された補助容量対向電極と、これらの間に設けられた絶縁層(不図示)によって形成されている。補助容量22aおよび22bの補助容量対向電極は互いに独立しており、それぞれ補助容量配線24aおよび24bから互いに異なる補助容量対向電圧が供給され得る。

20

【0075】

図8に、液晶表示装置100における1つの画素10の等価回路を示す。この等価回路において、それぞれの副画素10aおよび10bの液晶層を液晶層13aおよび13bとして表している。また、副画素電極18aおよび18bと、液晶層13aおよび13bと、対向電極17(副画素10aおよび10bに対して共通)によって形成される液晶容量をC1ca、C1cbとして表している。液晶容量C1caおよびC1cbの静電容量値はCLC(V)であり、CLC(V)の値は、副画素10a、10bの液晶層に印加される実効電圧(V)に依存する。また、各副画素10aおよび10bの液晶容量にそれぞれ独立に接続されている補助容量22a、22bをCcsa、Ccsbと表しており、この静電容量値を同一の値CCSとする。

30

【0076】

第1副画素10aにおいて、液晶容量C1caおよび補助容量Ccsaのそれぞれの一方の電極は副画素10aのスイッチング素子として機能するTFT16aのドレイン電極に接続されており、液晶容量C1caの他方の電極は対向電極17に接続され、補助容量Ccsaの他方の電極は補助容量配線24aに接続されている。また、第2副画素10bにおいて、液晶容量C1cbおよび補助容量Ccsbのそれぞれの一方の電極は副画素10bのスイッチング素子として機能するTFT16bのドレイン電極に接続されており、液晶容量C1cbの他方の電極は対向電極17に接続され、補助容量Ccsbの他方の電極は補助容量配線24bに接続されている。TFT16aおよびTFT16bのゲート電極はいずれも走査線12に接続されており、ソース電極はいずれも信号線14に接続されている。

40

【0077】

図9に、本実施形態の液晶表示装置100を駆動するための各電圧のある垂直走査期間

50

内における変化を模式的に示す。図 9 において、 V_s は信号線 14 の電圧を示し、 V_{csa} は補助容量配線 24 a の電圧を示し、 V_{csb} は補助容量配線 24 b の電圧を示し、 V_g は走査線 12 の電圧を示し、 V_{lca} は第 1 副画素電極 18 a の電圧を示し、 V_{lcb} は第 2 副画素電極 18 b の電圧を示している。また、図中の破線は、対向電極 17 の電圧 $V_{COMMON}(V_c)$ を示している。補助容量配線 24 a の電圧 V_{csa} は、 $V_c - V_{ad}$ から $V_c + V_{ad}$ の範囲で周期的に変化し、また、補助容量配線 24 b の電圧 V_{csb} も $V_c - V_{ad}$ から $V_c + V_{ad}$ の範囲で周期的に変化する。補助容量配線 24 b の電圧 V_{csb} は、補助容量配線 24 a の電圧 V_{csa} と 180 度位相が異なる波形になっている。

【0078】

10

以下、図 9 を参照しながら、図 8 に示した等価回路の動作を説明する。

【0079】

時刻 T_1 のとき走査線 12 の電圧 V_g が V_{gL} から V_{gH} に変化することにより、 TFT_{16a} と TFT_{16b} が同時に導通状態（オン状態）となり、副画素 10 a、10 b の副画素電極 18 a、18 b に信号線 14 の電圧 V_s が伝達され、副画素 10 a、10 b の液晶容量 C_{lca} 、 C_{lcb} に充電が行われる。同様にそれぞれの副画素の補助容量 C_{csa} 、 C_{csb} にも信号線 14 から充電が行われる。

【0080】

次に、時刻 T_2 のとき走査線 12 の電圧 V_g が V_{gH} から V_{gL} に変化することにより、 TFT_{16a} と TFT_{16b} が同時に非導通状態（オフ状態）となり、副画素 10 a、10 b の液晶容量 C_{lca} 、 C_{lcb} 、補助容量 C_{csa} 、 C_{csb} はいずれも、信号線 14 と電氣的に絶縁される。なお、この直後 TFT_{16a} 、 TFT_{16b} の有する寄生容量等の影響による引き込み現象のために、第 1、第 2 副画素電極 18 a、18 b の電圧 V_{lca} 、 V_{lcb} は概ね同一の電圧 V_d だけ低下し、

20

$$V_{lca} = V_s - V_d$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d$$

となる。このとき、それぞれの補助容量配線の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は

$$V_{csa} = V_c - V_{ad}$$

$$V_{csb} = V_c + V_{ad}$$

である。

30

【0081】

時刻 T_3 において、補助容量 C_{csa} に接続された補助容量配線 24 a の電圧 V_{csa} は $V_c - V_{ad}$ から $V_c + V_{ad}$ に $2 \times V_{ad}$ 分だけ増加し、補助容量 C_{csb} に接続された補助容量配線 24 b の電圧 V_{csb} は $V_c + V_{ad}$ から $V_c - V_{ad}$ に $2 \times V_{ad}$ 分だけ減少する。補助容量配線 24 a および 24 b の電圧変化に伴い、第 1、第 2 副画素電極の電圧 V_{lca} 、 V_{lcb} は、それぞれ、

$$V_{lca} = V_s - V_d + 2 \times K \times V_{ad}$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d - 2 \times K \times V_{ad}$$

へ変化する。但し、 $K = C_{CS} / (C_{LC}(V) + C_{CS})$ である。

【0082】

40

時刻 T_4 では、補助容量配線 24 a の電圧 V_{csa} が $V_c + V_{ad}$ から $V_c - V_{ad}$ へ、補助容量配線 24 b の電圧 V_{csb} が $V_c - V_{ad}$ から $V_c + V_{ad}$ へ、 $2 \times V_{ad}$ 分だけ変化し、これにより、第 1、第 2 副画素電極の電圧 V_{lca} 、 V_{lcb} は、

$$V_{lca} = V_s - V_d + 2 \times K \times V_{ad}$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d - 2 \times K \times V_{ad}$$

から、

$$V_{lca} = V_s - V_d$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d$$

へ変化する。

【0083】

50

時刻 T 5 では、補助容量配線 2 4 a の電圧 V_{csa} が $V_c - V_{ad}$ から $V_c + V_{ad}$ へ、補助容量配線 2 4 b の電圧 V_{csb} が $V_c + V_{ad}$ から $V_c - V_{ad}$ へ、 $2 \times V_{ad}$ 分だけ変化し、第 1、第 2 副画素電極の電圧 V_{lca} 、 V_{lcb} もまた、

$$V_{lca} = V_s - V_d$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d$$

から、

$$V_{lca} = V_s - V_d + 2 \times K \times V_{ad}$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d - 2 \times K \times V_{ad}$$

へ変化する。

【 0 0 8 4 】

V_{csa} 、 V_{csb} 、 V_{lca} 、 V_{lcb} は、水平走査時間 1 H の整数倍の間隔毎に上記 T 4、T 5 における変化を交互に繰り返す。上記 T 4、T 5 の繰り返し間隔を 1 H の 1 倍とするか、2 倍とするか、3 倍とするかあるいはそれ以上とするかは液晶表示装置の駆動方法（極性反転方法等）や表示状態（ちらつき、表示のざらつき感等）を鑑みて適宜設定すればよい。この繰り返しは次に画素 1 0 が書き換えられるとき、すなわち T 1 に等価な時間になるまで継続される。従って、第 1、第 2 副画素電極の電圧 V_{lca} 、 V_{lcb} の平均電圧は、それぞれ、

$$V_{lca} = V_s - V_d + K \times V_{ad}$$

$$V_{lcb} = V_s - V_d - K \times V_{ad}$$

となる。

【 0 0 8 5 】

よって、副画素 1 0 a、1 0 b の液晶層 1 3 a、1 3 b に印加される実効電圧 V_1 ($= V_{Lspa}$)、 V_2 ($= V_{Lspb}$) は、それぞれ、第 1 副画素電極 1 8 a の電圧と対向電極 1 7 の電圧との差、第 2 副画素電極 1 8 b の電圧と対向電極 1 7 の電圧との差であり、すなわち、

$$V_1 = V_{Lspa} = V_{lca} - V_{com}$$

$$V_2 = V_{Lspb} = V_{lcb} - V_{com}$$

すなわち、

$$V_1 = V_s - V_d + K \times V_{ad} - V_c$$

$$V_2 = V_s - V_d - K \times V_{ad} - V_c$$

となる。従って、副画素 1 0 a および 1 0 b のそれぞれの液晶層 1 3 a および 1 3 b に印加される実効電圧の差 ΔV ($= V_1 - V_2$) は、 $\Delta V = 2 \times K \times V_{ad}$ (但し、 $K = C C S / (C L C (V) + C C S)$) となり、液晶層 1 3 a および 1 3 b に互いに異なる電圧を印加することができる。

【 0 0 8 6 】

図 1 0 に、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 における V_1 と V_2 との関係を模式的に示す。図 1 0 から理解されるように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 では、 V_1 の値が小さいほど ΔV の値が大きい。なお、 ΔV の値が V_1 あるいは V_2 に依存して変化するの、液晶容量の静電容量値 $C L C (V)$ が電圧に依存して変化するためである。

【 0 0 8 7 】

図 1 1 (a) に、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 における右 6 0 度視角での γ 特性を示しており、図 1 1 (b) に、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 における右上 6 0 度視角での γ 特性を示している。図 1 1 (a) および図 1 1 (b) には、また、比較のために副画素 1 0 a、1 0 b に同一の電圧を印加した場合の γ 特性も示している。図 1 1 (a) および図 1 1 (b) から理解されるように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 の階調特性は、2 つの副画素電極の電圧を等しくした場合と比べて、縦軸の値 = 横軸の値である正面方向の階調特性 ($\gamma = 2.2$) により近くなり、 γ 特性が改善されている。以上のように、1 つの垂直走査期間内において、各電圧を図 9 に示したように変化させることにより、異なる副画素の液晶層に異なる実効電圧を印加することができ、それにより、斜め方向から観測した際の γ 特性を改善することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

以下、図 1 2 を参照して、図 7 および図 8 を参照して説明した 1 つの画素 1 0 に印加する電圧の複数の垂直走査期間にわたる変化を説明する。

【 0 0 8 9 】

図 1 2 において、 V_g は走査線 1 2 の電圧を示し、 V_{csa} は第 1 補助容量配線 2 4 a の電圧を示し、 V_{csb} は第 2 補助容量配線 2 4 b の電圧を示し、 $V_{Lsp a}$ は第 1 副画素 1 0 a の液晶層 1 3 a に印加される実効電圧を示し、 $V_{Lsp b}$ は第 2 副画素 1 0 b の液晶層 1 3 b に印加される実効電圧を示している。上述したように、垂直走査期間は、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期間であり、図 1 2 においてその期間を $V - Total$ で示している。なお、図 1 2 には、図 9 を参照して説明した引き込み現象によって生じる電圧 V_d の変化を示していない。

10

【 0 0 9 0 】

また、第 1、第 2 補助容量配線の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は、表示期間 AH と調整期間 BH とを有している。第 1、第 2 補助容量配線の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は、表示期間 AH においてある期間（ここでは、 $20H$ ）を 1 周期として周期的に変化し、調整期間 BH において表示期間 AH の期間とは異なる期間（ここでは、 $36H$ または $26H$ ）で 1 周期変化する。表示期間 AH と調整期間 BH との和は、垂直走査期間（ $V - Total$ ）に等しい。また、ここでは、表示期間 AH は、あるフレームに対応する垂直走査期間が開始した後、第 1、第 2 補助容量配線の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} が変化したときに開始し、調整期間 BH は、そのフレームに対応する垂直走査期間が終了した後、第 1、第 2 補助容量配線の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} が変化したときに終了する。本実施形態において、フレーム周波数は、例えば、 $60Hz$ である。

20

【 0 0 9 1 】

図 1 2 には、4 つの垂直走査期間における電圧の変化を示している。以下の説明において、4 つの垂直走査期間をそれぞれ第 1 ~ 第 4 垂直走査期間と称し、各垂直走査期間に対応する表示期間 AH 、調整期間 BH を、それぞれ、第 1 ~ 第 4 表示期間 AH 、第 1 ~ 第 4 調整期間 BH と称する。また、ここでも、補助容量配線 2 4 a の電圧 V_{csa} がより高い電圧（ V_{cH} ）に変化すると、補助容量配線 2 4 b の電圧 V_{csb} はより低い電圧（ V_{cL} ）に変化し、反対に、 V_{csa} がより低い電圧（ V_{cL} ）に変化すると、 V_{csb} はより高い電圧（ V_{cH} ）に変化する。なお、 V_{cH} と V_{cL} との差は図 9 を参照して説明した $2 \times V_{ad}$ に対応している。

30

【 0 0 9 2 】

第 1 補助容量配線 2 4 a の電圧 V_{csa} が V_{cL} であり、第 2 補助容量配線 2 4 b の電圧 V_{csb} が V_{cH} である時刻において、走査線 1 2 の電圧 V_g は V_{gL} から V_{gH} に変化する。走査線 1 2 の電圧 V_g が V_{gH} に変化したことに伴い、第 1 垂直走査期間が開始するとともに、第 1、第 2 副画素電極 1 8 a、1 8 b への充電が行われる。走査線 1 2 の電圧 V_g が V_{gH} である間、信号線 1 4 の電圧 V_s は対向電極 1 7 の電圧 V_c よりも高いため、充電の結果、第 1 副画素電極 1 8 a および第 2 副画素電極 1 8 b の電圧は対向電極 1 7 の電圧 V_c よりも高くなる。その後、走査線 1 2 の電圧 V_g が V_{gL} から再び V_{gL} に戻ると、第 1、第 2 副画素電極 1 8 a、1 8 b への充電は終了する。

40

【 0 0 9 3 】

その後、第 1 補助容量配線 2 4 a の電圧 V_{csa} が V_{cH} に増加し、第 2 補助容量配線 2 4 b の電圧 V_{csb} が V_{cL} に減少する。ここでは、第 1 補助容量配線 2 4 a の電圧 V_{csa} が増加、および、第 2 補助容量配線 2 4 b の電圧 V_{csb} が減少するときが第 1 表示期間 AH の開始である。第 1 表示期間 AH において、第 1、第 2 補助容量配線 2 4 a、2 4 b の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は $10H$ ごとに増加または減少して $20H$ を 1 周期として周期的に変化する。第 1 表示期間 AH が終了すると、第 1 調整期間 BH が開始する。第 1 調整期間 BH において、第 1、第 2 補助容量配線 2 4 a、2 4 b の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は $18H$ で増加または減少する。第 1、第 2 補助容量配線 2 4 a、2 4 b の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} の変化に応じて第 1、第 2 副画素電極 1 8 a、1 8 b の電圧が変化するた

50

め、第1垂直走査期間において第1副画素10aの液晶層13aに印加される実効電圧の絶対値は第2副画素10bの液晶層13bに印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第1副画素10aは第2副画素10bよりも明るくなる。

【0094】

第1調整期間BHにおいて第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が V_{cH} であり、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が V_{cL} である時刻に、走査線12の電圧 V_g は、 V_{gL} から V_{gH} に変化する。走査線12の電圧 V_g が V_{gH} に変化したことに伴い、第1垂直走査期間が終了して第2垂直走査期間が開始するとともに、第1、第2副画素電極18a、18bへの充電が行われる。走査線12の電圧 V_g が V_{gH} である間、信号線14の電圧 V_s が対向電極17の電圧 V_c よりも高いため、充電の結果、第1副画素電極18aおよび第2副画素電極18bの電圧は対向電極17の電圧 V_c よりも高くなる。その後、走査線12の電圧 V_g が V_{gH} から再び V_{gL} に戻ると、第1、第2副画素電極18a、18bへの充電は終了する。

10

【0095】

その後、第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が V_{cL} に減少し、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が V_{cH} に増加する。第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が減少、および、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が増加するとき、第1調整期間が終了し、第2表示期間AHが開始する。第2表示期間AHにおいても、第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は10Hごとに増加または減少して20Hを1周期として周期的に変化し、第2調整期間BHでは、第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は13Hで増加または減少する。第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} の変化に応じて第1、第2副画素電極18a、18bの電圧が変化するため、第2垂直走査期間において第2副画素10bの液晶層13bに印加される実効電圧の絶対値は第1副画素10aの液晶層13aに印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第2副画素10bは第1副画素10aよりも明るくなる。

20

【0096】

次いで、第2調整期間BHにおいて第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が V_{cH} であり、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が V_{cL} である時刻に、走査線12の電圧 V_g は、 V_{gL} から V_{gH} に変化する。走査線12の電圧 V_g が V_{gH} に変化したことに伴い、第2垂直走査期間が終了して第3垂直走査期間が開始するとともに、第1、第2副画素電極18a、18bへの充電が行われる。走査線12の電圧 V_g が V_{gH} である間、信号線14の電圧 V_s が対向電極17の電圧 V_c よりも低いため、充電の結果、第1副画素電極18aおよび第2副画素電極18bの電圧は対向電極17の電圧 V_c よりも低くなる。その後、走査線12の電圧 V_g が V_{gH} から再び V_{gL} に戻ると、第1、第2副画素電極18a、18bへの充電は終了する。

30

【0097】

その後、第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が V_{cL} に減少し、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が V_{cH} に増加する。第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が減少、および、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が増加するとき、第2調整期間BHが終了し、第3表示期間AHが開始する。第3表示期間AHにおいて、第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は10Hごとに増加または減少して20Hを1周期として周期的に変化し、第3調整期間BHでは、第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は18Hで増加または減少する。第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} の変化に応じて第1、第2副画素電極18a、18bの電圧が変化するため、第3垂直走査期間において第1副画素10aの液晶層13aに印加される実効電圧の絶対値は第2副画素10bの液晶層13bに印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第1副画素10aは第2副画素10bよりも明るくなる。

40

【0098】

50

次いで、第3調整期間BHにおいて第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が V_{cL} であり、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が V_{cH} である時刻に、走査線12の電圧 V_g は、 V_{gL} から V_{gH} に変化する。走査線12の電圧 V_g が V_{gH} に変化したことに伴い、第3垂直走査期間が終了して第4垂直走査期間が開始するとともに、第1、第2副画素電極18a、18bへの充電が行われる。走査線12の電圧 V_g が V_{gH} である間、信号線14の電圧 V_s が対向電極17の電圧 V_c よりも低いいため、充電の結果、第1副画素電極18aおよび第2副画素電極18bの電圧は対向電極17の電圧 V_c よりも低くなる。その後、走査線12の電圧 V_g が V_{gH} から再び V_{gL} に戻ると、第1、第2副画素電極18a、18bへの充電は終了する。

【0099】

10

その後、第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が V_{cH} に増加し、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が V_{cL} に減少する。第1補助容量配線24aの電圧 V_{csa} が増加、および、第2補助容量配線24bの電圧 V_{csb} が減少するとき、第3調整期間BHが終了し、第4表示期間AHが開始する。第4表示期間AHにおいて、第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は10Hごとに増加または減少して20Hを1周期として周期的に変化し、第4調整期間BHでは、第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} は13Hで増加または減少する。第1、第2補助容量配線24a、24bの電圧 V_{csa} 、 V_{csb} の変化に応じて第1、第2副画素電極18a、18bの電圧が変化するため、第4垂直走査期間において第2副画素10bの液晶層13bに印加される実効電圧の絶対値は第1副画素10aの液晶層13aに印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなり、第2副画素10bは第1副画素10aよりも明るくなる。第5垂直走査期間以降、各電圧は、図12に示した第1～第4垂直走査期間と同様に变化する。

20

【0100】

以上のように、第1副画素の(明暗、極性)は、(明、+)、(暗、+)、(明、-)、(暗、-)と順番に変化し、また、第2副画素の(明暗、極性)は、(暗、+)、(明、+)、(暗、-)、(明、-)の順番に変化し、第1および第2副画素の明暗および極性は、図6(a)に示したように変化する。このようにして、第1、第2補助容量配線の電圧 V_{csa} 、 V_{csb} を変化させることにより、 γ 特性の視野角依存性を向上させた液晶表示装置において表示品位の低下を抑制することができる。

30

【0101】

なお、ここまで説明してきたように、本実施形態の液晶表示装置では、画素電極と対向電極との電位の大小関係が一定時間毎に反転し、液晶層に印加される電界の向きが一定時間毎に反転するように設定している。この場合、対向電極と画素電極とを異なる基板に設けた典型的な液晶表示装置では、液晶層に印加される電界の向きは光源側から観測者側、観測者側から光源側へと反転する。以上のように、電圧が交流電圧となるように設定することは「交流駆動法」と呼ばれる。本実施形態の液晶表示装置では、液晶層に印加される電界の向きの反転の周期は、2フレーム期間(例えば33.333ms)の2倍(例えば66.667ms)である。すなわち、本実施形態の液晶表示装置では表示する2枚のフレーム画像毎に液晶層に印加される電界の向きが反転することになる。従って、静止画を表示する場合、各々の電界の向きで電界強度(印加電圧)を正確に一致してなければ、すなわち、電界の向きが変わるたび毎に電界強度が変化してしまうと、電界強度の変化に伴って画素の輝度が変化してしまい、表示がちらつくといった問題が発生する。

40

【0102】

このちらつきを防止するためには、各々の電界の向きの電界強度(印加電圧)を正確に一致させる必要がある。しかしながら、工業的に生産される液晶表示装置においては、各々の電界の向きについて電界強度を正確に一致させることは困難であるため、表示領域内に互いに異なる電界の向きを有する画素を隣接して配置して、画素の輝度を空間的に平均化する効果を利用することにより、ちらつきを低減している。この方法は、一般的には、「ドット反転」あるいは「ライン反転」と呼ばれている。なお、これらの「反転駆動」に

50

は、反転する画素周期が1画素単位での市松模様状の反転(1行毎および1列毎の極性反転)のもの(1ドット反転)、あるいは1ライン状の反転(1行毎の反転)のもの(1ライン反転)だけでなく、2行毎および1列毎の極性反転(2行1列ドット反転)等様々な形態があり、必要に応じて適宜設定される。

【0103】

以上から、ちらつきを防止するためには、以下に示す3つの条件を満たすことが好ましい。

【0104】

第1の条件は、各々の電界の向き(各々の印加電圧の極性)において液晶層に印加される実効電圧の絶対値をできるだけ一致させることである。すなわち、上述した信頼性上の問題の場合と同様に液晶層に印加される電圧の平均値をできるだけゼロに近づけることである。

10

【0105】

第2の条件は、各フレーム期間において、液晶層に印加される電界の向きの異なる画素を隣接して配置することである。

【0106】

第3の条件は、同じフレーム内において、他方の副画素よりも明るい副画素を可能な限りランダムに配置することである。表示上最も好ましいのは、他方の副画素よりも明るい副画素が互いに列方向、および行方向に隣接しないように配置すること、言い換えれば、他方の副画素よりも明るい副画素を市松状に配置することである。

20

【0107】

以下に、本実施形態の液晶表示装置が上記3つの条件を満たすことを説明する。具体的に3つの条件を満たすことを説明するのに先だち、図13および図14を参照して、本実施形態の液晶表示装置100が、上記条件を満たす1ドット反転駆動に適した画素配列を有していることを説明する。

【0108】

図13に、液晶表示装置100の等価回路を示す。図13において、各画素は、図7および図8に示した構造を有している。画素はマトリクス状に配置されており、以下の説明において、第n行第m列の画素を画素n-mと示し、画素n-mに含まれる2つの副画素を副画素n-m-A、n-m-Bと示す。

30

【0109】

液晶表示装置100には10本の補助容量幹線CS1~CS10が設けられており、各副画素は、補助容量配線(CSバスライン)を介して補助容量幹線CS1~CS10のいずれか1つに接続されている。例えば、補助容量幹線CS2は、第1画素行の副画素1-a-B, 1-b-B, 1-c-B...と第2画素行の副画素2-a-A, 2-b-A, 2-c-A...と接続されており、ある副画素は、その副画素に隣接する別の画素に含まれる副画素と同じ補助容量配線を介して同じ補助容量幹線に接続されている。

【0110】

ここで、走査線G1および信号線Saによって特定される画素1-aに含まれる第1、第2副画素1-a-A、1-a-Bの構成を説明する。第1、第2副画素1-a-A、1-a-Bは、液晶容量CLC1-a-AおよびCLC1-a-Bと、補助容量CCS1-a-AおよびCCS1-a-Bを有している。液晶容量は、副画素電極と対向電極ComLCとこれらの間に設けられた液晶層とによって構成されており、補助容量は、補助容量電極と、絶縁膜と、補助容量対向電極(ComCS1、ComCS2)とで構成されている。

40

【0111】

第1、第2副画素1-a-A、1-a-Bは、それぞれ対応するTF T1-a-AおよびTF T1-a-Bを介して共通の信号線Saに接続されている。TF T1-a-AおよびTF T1-a-Bは、共通の走査線G1に供給される電圧によってオン/オフ制御され、2つのTF Tがオン状態にあるときに、第1、第2副画素1-a-A、1-a-Bのそ

50

れぞれが有する副画素電極および補助容量電極に、共通の信号線 S_a から電圧が供給される。副画素 $1 - a - A$ の補助容量対向電極は補助容量配線 (CS バスライン) CS_1 を介して補助容量幹線 CS_1 に接続されており、副画素 $1 - a - B$ の補助容量対向電極は補助容量配線 (CS バスライン) CS_2 を介して補助容量幹線 CS_2 に接続されている。以上のように、図 13 に示した構成は、一本の補助容量配線、または一本の走査線を 2 つの副画素で共有する構成であり、画素の開口率を高くできる利点を有している。

【 0112 】

図 14 に、あるフレームの有効走査期間内に变化した副画素の明暗および極性を示す。図 14 には、第 1 ~ 12 行および第 $a \sim f$ 列の画素を示している。図 15 に、図 13 に示した構成を有する液晶表示装置を駆動するための各種電圧 (信号) の波形を示す。図 15 において、 V_{sa} は信号線 S_a の電圧を示し、 V_{sb} は信号線 S_b の電圧を示し、 $V_{g1} \sim V_{g12}$ は走査線 $G_1 \sim G_{12}$ の電圧を示し、 $V_{cs1} \sim V_{cs10}$ は補助容量幹線 $CS_1 \sim CS_{10}$ の電圧を示し、 $V_{Lsp1-a-A} \sim V_{Lsp2-b-B}$ は対応する副画素の液晶層に印加される実効電圧を示している。なお、図 15 に示されているのは、1 つの垂直走査期間内の電圧波形である。

【 0113 】

図 13 の構成を有する液晶表示装置は、図 15 に示した波形を有する電圧で駆動される。以下の説明では、説明が過度に複雑になるのを避けるために、全ての画素が同じ中間調を表示すると仮定する。全ての画素が同じ中間調を表示する場合、図 15 に示すように信号線 S_a の電圧 V_{sa} および信号線 S_b の電圧 V_{sb} はそれぞれ、一定周期および一定振幅で振動する。電圧 V_{sa} 、 V_{sb} の振動の周期は 2 水平走査期間 ($2H$) である。信号線 S_b の電圧 V_{sb} は、信号線 S_a の電圧 V_{sa} と位相が 180 度異なるように変化する。図 15 には、電圧 V_{sa} 、 V_{sb} が対向電極の電圧よりも高い期間を「+」、低い期間を「-」と示している。図 9 を参照して上述したように、TFT を用いた液晶表示装置では、信号線の電圧が TFT を介して副画素電極に伝達された後、走査線の電圧 V_g の変化の影響を受けて変化する引き込み現象が発生する。対向電極の電圧は、引き込み現象を考慮して設定される。また、図 15 には示していないが、信号線 S_c 、 S_e の電圧は信号線 S_a の電圧 V_{sa} と同様に変化する、信号線 S_d 、 S_f の電圧は信号線 S_b の電圧 V_{sb} と同様に変化する。なお、上述したように、ある走査線の電圧 V_g がローレベル (V_{gL}) からハイレベル (V_{gH}) に切替わる時刻から、その次の走査線の電圧 V_g が V_{gL} から V_{gH} に切替わる時刻までの期間が 1 水平走査期間 ($1H$) である。

【 0114 】

図 15 に示すように、補助容量幹線 $CS_1 \sim CS_{10}$ の電圧 $V_{cs1} \sim V_{cs10}$ は、同一の振幅および周期で振動している。ここでは、振幅の周期は $20H$ である。電圧 V_{cs1} と V_{cs2} とでは、一方の電圧が V_{cH} に変化するると他方の電圧が V_{cL} に変化する、一方の電圧が V_{cL} に変化するると他方の電圧が V_{cH} に変化する関係になっている。電圧 V_{cs3} と V_{cs4} 、電圧 V_{cs5} と V_{cs6} 、電圧 V_{cs7} と V_{cs8} 、電圧 V_{cs9} と V_{cs10} も、電圧 V_{cs1} と V_{cs2} と同様の関係を有している。また、電圧 V_{cs3} 、 V_{cs4} は、電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} において変化が生じたときよりも $2H$ だけ後に変化する、以下、電圧 V_{cs5} および V_{cs6} 、電圧 V_{cs7} および V_{cs8} 、電圧 V_{cs9} および V_{cs10} と $2H$ ずつずれて変化する。

【 0115 】

走査線の電圧 V_g が V_{gL} から V_{gH} に変化する、この走査線に接続されている TFT がオン状態となり、この TFT に接続されている副画素に、対応する走査線の電圧 V_s が供給される。次いで、走査線の電圧が V_{gL} に変化した後、補助容量幹線の電圧が変化する、かつ、この補助容量幹線の電圧の変化量 (変化方向、変化量の符号を含む) が副画素に対して互いに異なっている、副画素の液晶層に印加される実効電圧が異なる。

【 0116 】

ここで、例示として、副画素 $1 - a - A$ および副画素 $1 - a - B$ の各電圧の変化を説明する。走査線 G_1 の電圧 V_{g1} が V_{gL} から V_{gH} に変化する、副画素 $1 - a - A$ 、1

10

20

30

40

50

- a - Bの液晶容量 $CLC1 - a - A$ 、 $CLC1 - a - B$ に充電が行われる。走査線 $G1$ の電圧 $Vg1$ が VgH であるとき、信号線 Sa の電圧 Vsa は+であり、副画素 $1 - a - A$ 、 $1 - a - B$ の液晶容量 $CLC1 - a - A$ 、 $CLC1 - a - B$ は対向電極よりも高い電位に充電される。その後、走査線 $G1$ の電圧 $Vg1$ が VgH から VgL に変化すると、副画素 $1 - a - A$ 、 $1 - a - B$ の液晶容量 $CLC1 - a - A$ 、 $CLC1 - a - B$ は信号線 Sa と電氣的に絶縁され、液晶容量 $CLC1 - a - A$ 、 $CLC1 - a - B$ の充電は終了する。走査線 $G1$ の電圧 $Vg1$ が VgH から VgL に変化した後、補助容量幹線 $CS1$ の電圧 $Vcs1$ の最初の変化は増加であり、補助容量幹線 $CS2$ の電圧 $Vcs2$ の最初の変化は減少であり、その後、電圧 $Vcs1$ 、 $Vcs2$ は、それぞれの10Hごとに増加および減少を繰り返す。したがって、走査線 $G1$ および信号線 Sa によって特定される画素 $1 - a$ のうちの補助容量幹線 $CS1$ に電氣的に接続された副画素 $1 - a - A$ の液晶層に印加された実効電圧の絶対値は、補助容量幹線 $CS2$ に電氣的に接続された副画素 $1 - a - B$ の液晶層に印加された実効電圧の絶対値よりも大きくなる。

10

【0117】

このように、各副画素の液晶層に印加される実効電圧は、対応する走査線の電圧が VgH から VgL に変化した後、対応する補助容量幹線の最初の電圧変化が増加である場合には、対応する走査線の電圧が VgH の時の対応する信号線の電圧よりも増加し、対応する補助容量幹線の最初の電圧変化が低下である場合には、対応する走査線の電圧が VgH の時の対応する信号線の電圧よりも低下する。その結果、対応する走査線が選択されたときの信号線の電圧に付した記号が+である場合には、補助容量幹線の上記電圧変化が増加方向であると、液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、上記電圧変化が減少方向の場合よりも大きくなる。また、対応する走査線が選択されたときの信号線の電圧に付した記号が-である場合には、補助容量幹線の上記電圧変化が増加方向であると、液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、上記電圧変化が減少方向の場合よりも小さくなる。

20

【0118】

上述したように、図14には、あるフレームの有効走査期間内に变化した副画素の明暗および極性を示している。図14において、記号「明」は、副画素が他方の副画素よりも明るいこと、すなわち、副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値が他方よりも大きいことを示しており、記号「暗」は、副画素が他方の副画素よりも暗いこと、すなわち、副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値が他方よりも小さいことを示している。また、図14において、記号「+」は、副画素電極の電圧が対向電極の電圧よりも高いことを示し、記号「-」は、副画素電極の電圧が対向電極の電圧よりも低いことを示している。なお、1つの画素に含まれる2つの副画素は、行番号のより小さい画素と行番号のより大きい画素とに隣接しているが、1つの画素に含まれる2つの副画素のうち、より行番号の小さい画素と隣接する副画素を「A」と示し、より行番号の大きい画素と隣接する副画素を「B」と示している。

30

【0119】

次いで、図14および図15を参照して、各副画素の明暗および極性を説明する。

【0120】

まず、画素 $1 - a$ に含まれる副画素 $1 - a - A$ および副画素 $1 - a - B$ の明暗および極性を説明する。図15から理解されるように、走査線 $G1$ の電圧 $Vg1$ が VgH である期間、信号線 Sa の電圧 Vsa は対向電極の電圧よりも高い。したがって、副画素 $1 - a - A$ および副画素 $1 - a - B$ の極性は+である。また、走査線 $G1$ の電圧 $Vg1$ が VgH から VgL に変化したときの、それぞれの副画素に対応する補助容量幹線 $CS1$ 、 $CS2$ の電圧 $Vcs1$ 、 $Vcs2$ は、図15に矢印（左から1番目の矢印）で示した位置の状態にある。従って、図15から理解されるように、走査線 $G1$ の電圧 $Vg1$ が VgH から VgL に変化した後、副画素 $1 - a - A$ の電圧 $Vcs1$ の最初の変化は増加であり（これを「U」として示している。）、副画素 $1 - a - B$ の補助容量幹線 $CS2$ の電圧 $Vcs2$ の最初の変化は減少である（これを「D」として示している。）ので、副画素 $1 - a - A$ の実効電圧は増加し、副画素 $1 - a - B$ の実効電圧は減少し、副画素 $1 - a - A$ は副画素 $1 -$

40

50

a - B よりも明るくなる。

【 0 1 2 1 】

次いで、画素 2 - a に含まれる副画素 2 - a - A および 2 - a - B の明暗および極性を説明する。図 1 5 に示すように、走査線 G 2 の電圧 V_{g2} が V_{gH} となる期間、信号線 S a の電圧 V_{sa} は対向電極の電圧よりも低い。したがって、副画素 2 - a - A および 2 - a - B の極性は - である。また、走査線 G 2 の電圧 V_{g2} が V_{gH} から V_{gL} に変化した後、それぞれの副画素 2 - a - A および 2 - a - B に対応する補助容量幹線 CS 2、CS 3 の電圧 V_{cs2} 、 V_{cs3} は、図 1 5 に矢印（左から 2 番目の矢印）で示した位置の状態にある。従って、図 1 5 から理解されるように、走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に変化した後、副画素 2 - a - A の補助容量幹線 CS 2 の電圧 V_{cs2} の最初の電圧変化は、減少（「D」）であり、副画素 2 - a - B の補助容量幹線 CS 3 の電圧 V_{cs3} の最初の電圧変化は、増加（「U」）である。従って、副画素 2 - a - A の実効電圧の絶対値は増加し、副画素 2 - a - B の実効電圧の絶対値は減少し、副画素 2 - a - A は副画素 2 - a - B よりも明るくなる。

10

【 0 1 2 2 】

次いで、画素 1 - b に含まれる副画素 1 - b - A および副画素 1 - b - B の明暗および極性を説明する。走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} であるとき、信号線 S b の電圧 V_{sb} は対向電極の電圧よりも低い。したがって、副画素 1 - b - A および副画素 1 - b - B の極性は - である。また、走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に変化したとき、それぞれの副画素 1 - b - A、副画素 1 - b - B に対応する補助容量幹線 CS 1、CS 2 の電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} は、図 1 5 に矢印（左から 1 番目の矢印）で示した位置の状態にある。従って、図 1 5 から理解されるように、走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に変化した後、副画素 1 - b - A の補助容量幹線の電圧の最初の電圧変化は、増加（「U」）であり、副画素 1 - b - B の補助容量幹線 CS 2 の電圧 V_{cs2} の最初の電圧変化は、減少（「D」）である。従って、副画素 1 - b - A の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は減少し、副画素 1 - b - B の実効電圧の絶対値は増加し、副画素 1 - b - B は副画素 1 - b - A よりも明るくなる。

20

【 0 1 2 3 】

次いで、画素 2 - b に含まれる副画素 2 - b - A および 2 - b - B の明暗および極性を説明する。図 1 5 に示すように、走査線 G 2 の電圧 V_{g2} が V_{gH} となる期間、信号線 S b の電圧 V_{sb} は対向電極の電圧よりも高い。したがって、副画素 2 - b - A および 2 - b - B の極性は + である。また、走査線 G 2 の電圧 V_{g2} が V_{gH} から V_{gL} に変化した後、それぞれの副画素 2 - b - A および 2 - b - B に対応する補助容量幹線 CS 2、CS 3 の電圧 V_{cs2} 、 V_{cs3} は、図 1 5 に矢印（左から 2 番目の矢印）で示した位置の状態にある。従って、図 1 5 から理解されるように、走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に変化した後、副画素 2 - b - A の補助容量幹線 CS 2 の電圧 V_{cs2} の最初の電圧変化は、減少（「D」）であり、副画素 2 - b - B の補助容量幹線 CS 3 の電圧 V_{cs3} の最初の電圧変化は、増加（「U」）である。従って、副画素 2 - b - A の実効電圧は減少し、副画素 2 - b - B の実効電圧は増加し、副画素 2 - b - B は副画素 2 - b - A よりも明るくなる。以上から、各副画素の明暗および極性は、図 1 4 に示したようになる。

30

40

【 0 1 2 4 】

以下、本実施形態の液晶表示装置が上述した 3 つの条件を満たすことを説明する。まず、本実施形態の液晶表示装置が第 1 の条件を満足することを説明する。

【 0 1 2 5 】

まず、第 1 の条件を満足すること、すなわち、各々の電界の向きにおいて各副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値が一致することを説明する。ここで、本実施形態の液晶表示装置においては、各画素が液晶層への実効電圧の異なる副画素を有しているが、表示のちらつきといった表示品位に支配的な影響を与えるのは明るい副画素、すなわち図 1 4 において「明」と示した副画素であるため、特に、記号「明」と示した副画素に対して第 1 の条件が課せられることになる。

50

【 0 1 2 6 】

第1の条件に関して、図15に示した各電圧波形を参照しながら説明する。図15には電界の向き（極性）の異なる「明」の副画素1-a-A、2-a-Aの液晶層に印加される電圧 $V_{Lsp1-a-A}$ 、 $V_{Lsp2-a-A}$ を示している。図15に示した $V_{Lsp1-a-A}$ 、 $V_{Lsp2-a-A}$ において、実線は副画素1-a-A、2-a-Aの副画素電極の電圧、破線は対向電極の電圧であり、液晶層に印加される実効電圧は実線と破線の電圧差となるため、対向電極の電圧を適宜設定することにより、各々の電界の向きにおいて液晶層に印加される実効電圧（あるいは液晶容量に充電される電荷量）をできるだけ一致させることにより、第1の条件を満足することができる。

【 0 1 2 7 】

10

次に、第2の条件を満足すること、すなわち、各フレーム期間において極性の異なる画素が隣接して配置されていることを説明する。但し、本実施形態の液晶表示装置においては、各画素が液晶層への実効電圧の異なる副画素を有しているため、画素について第2の条件が課せられるのに加え、実効電圧の等しい副画素同士に対しても第2の条件が課せられる。とりわけ、上記第2の条件の場合と同様に、明るい副画素、すなわち図14において記号「明」と示した副画素に対して第2の条件を満たすことが重要となる。

【 0 1 2 8 】

図14に示したように、各副画素の極性（電界の向き）を示す記号「+」および「-」は行方向（水平方向）には、例えば（+、-）、（+、-）、（+、-）と2画素（2列）周期で反転しており、列方向（垂直方向に）にも、例えば、（+、-）、（+、-）、（+、-）、（+、-）と2画素（2行）周期で反転している。すなわち、画素単位でみるとドット反転と呼ばれる状態を呈しており、第2の条件を満足している。

20

【 0 1 2 9 】

次に、明るい副画素、すなわち図14において記号「明」で示した副画素について確認する。図14に示したように、同一行の副画素、例えば第1行の副画素1-a-A、1-b-A、1-c-A・・・を見ると記号「明」で示した副画素の極性はすべて「+」であるが、同一列の副画素、例えば第1列の副画素1-a-A、1-a-B、2-a-A、2-a-B、3-a-A、3-a-B、・・・を見ると、記号「明」で示した副画素の極性は「+」、「-」、「+」、「-」と2画素（2行）周期で反転している。すなわち、とりわけ重要な輝度順位の高い副画素単位でみるとライン反転と呼ばれる状態を呈しており、第2の条件を満たしている。また、記号「暗」で示した副画素も同様の規則性をもって配置されており、第2の条件を満足している。

30

【 0 1 3 0 】

次に、第3の条件を満たすことを説明する。第3の条件は、積極的に輝度を異ならせた副画素の中で輝度順位が同じ副画素ができるだけ互いに隣接しないように配置することである。図14において、2つの行および2つの列の合計4個の副画素（例えば、副画素1-a-A、1-a-B、1-b-A、1-b-B）を見ると、列方向に「明」、「暗」、次の行の列方向に「暗」、「明」と配置されており、この4個の副画素を1つの副画素群とよぶとすると、複数の副画素は、上記副画素群が全面に敷き詰められるように配置されている。すなわち、図14に示すように、「明」および「暗」の記号が副画素単位で市松模様状に配置されており、第3の条件を満たしていることがわかる。

40

【 0 1 3 1 】

このように、図14および図15を参照しながら説明した本実施形態の液晶表示装置は、上述した3つの条件を全て満足するので、ちらつきを防止した高品位の表示を実現することができる。

【 0 1 3 2 】

なお、図14および図15を参照して、あるフレームの有効走査期間内に变化した副画素の明暗および極性ならびに電圧波形を示したが、次のフレームでは、各走査線の電圧に対して、信号線の電圧は、それぞれ、図15に示した波形と同様に变化するが、補助容量幹線の電圧は、それぞれ、図15に示した波形とは反転するように变化する。このため、

50

このフレームでは、図 1 4 に示した各副画素と比較して、各副画素の極性は変化することなく、各副画素の明暗が反転する。

【 0 1 3 3 】

さらに次のフレームでは、走査線の電圧に対して、信号線の電圧は、それぞれ、図 1 5 に示した波形とは反転するように変化するとともに、補助容量幹線の電圧は、それぞれ、図 1 5 に示した波形とは反転するように変化する。このため、このフレームでは、図 1 4 に示した各副画素と比較して、各副画素の明暗は変化することなく、各副画素の極性が反転する。

【 0 1 3 4 】

さらに次のフレームでは、走査線の電圧に対して、信号線の電圧は、それぞれ、図 1 5 に示した波形とは反転するように変化するが、補助容量幹線の電圧は、それぞれ、図 1 5 に示した波形と同様に变化する。このため、このフレームでは、図 1 4 に示した各副画素と比較して、各副画素の明暗および極性が反転する。

【 0 1 3 5 】

次いで、図 1 6 を参照して、本実施形態の液晶表示装置における複数の画素についての電圧の変化を説明する。図 1 6 において、 $V_{cs1} \sim V_{cs6}$ は補助容量幹線 $CS1 \sim CS6$ の電圧を示し、 $V_{g1} \sim V_{g3}$ は走査線 $G1 \sim G3$ の電圧を示し、 $V_{Lsp1-a-A} \sim V_{Lsp3-a-B}$ は副画素 $1-a-A \sim 3-a-B$ の液晶層に印加される実効電圧を示す。なお、以下の説明において、連続する 4 つのフレームをフレーム n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$ とする。

【 0 1 3 6 】

図 1 6 には、また、入力映像信号の垂直走査期間を示している。入力映像信号の垂直走査期間は、液晶パネル 100A (図 1 参照) 内の各画素が行毎に選択される有効走査期間 ($V-Disp$) と、液晶パネル 100A 内のいずれの画素も選択されない垂直帰線期間 ($V-Blank$) とからなっており、有効走査期間は液晶パネル 100A の表示エリア (有効な画素の行数) により決定される。

【 0 1 3 7 】

本明細書において、単に「垂直走査期間」という場合、「垂直走査期間」は「液晶パネルの垂直走査期間」を意味しており、「垂直走査期間」(すなわち「液晶パネルの垂直走査期間」)は、「入力映像信号の垂直走査期間」とは別の意味で用いている。「入力映像信号の垂直走査期間」は、1 フレームまたは 1 フィールドの期間であり、各画素に共通の時刻で開始し、終了する期間を意味するが、「垂直走査期間」は、上述したように、表示信号電圧を書き込むためにある走査線が選択されてから、次の表示信号電圧を書き込むためにその走査線が選択されるまでの期間を意味し、対応する走査線に応じて異なる時刻に開始し、異なる時刻に終了する。

【 0 1 3 8 】

図 1 6 では、画素の行に応じて「垂直走査期間」の開始時刻および終了時刻が異なることを斜めの線で示している。図 1 6 から理解されるように、1 つのフレーム内において、走査線は第 1 行目から順番に選択されていき、走査線が選択されると、対応する副画素電極の電圧が変化し、その副画素における垂直走査期間が開始される。上述したように、入力映像信号の垂直走査期間は有効走査期間 ($V-Disp$) と垂直帰線期間 ($V-Blank$) とからなっているが、ある副画素の垂直走査期間は、フレーム n の有効走査期間の途中から開始し、垂直帰線期間を経て、フレーム $n+1$ の有効走査期間の途中まで続く。次いで、対応する走査線が選択されると、当該副画素における次の垂直走査期間が開始する。なお、いずれの画素についても「垂直走査期間」の長さは「入力映像信号の垂直走査期間」の長さと同じである。

【 0 1 3 9 】

図 1 6 から理解されるように、フレーム n から $n+3$ において、副画素 $1-a-A$ の (明暗、極性) は (明、+)、(暗、+)、(明、-)、(暗、-) と順番に変化し、副画素 $1-a-B$ の (明暗、極性) は (暗、+)、(明、+)、(暗、-)、(明、-) の順

10

20

30

40

50

番に変化する。また、副画素 2 - a - A の（明暗、極性）は（明、-）、（暗、-）、（明、+）、（暗、+）と順番に変化し、また、副画素 2 - a - B の（明暗、極性）は、（暗、-）、（明、-）、（暗、+）、（明、+）の順番に変化する。

【0140】

図 17 に、副画素 1 - a - A、1 - a - B の明暗および極性ならびに副画素 1 - a - A、1 - a - B の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化を示す。図 17 に示すように、フレーム n において副画素 1 - a - A、1 - a - B の極性は + であり、かつ、副画素 1 - a - A の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）で、副画素 1 - a - B の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）である。また、フレーム n + 1 において副画素 1 - a - A、1 - a - B の極性は + であり、かつ、副画素 1 - a - A の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）で、副画素 1 - a - B の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）である。

10

【0141】

フレーム n + 2 において副画素 1 - a - A、1 - a - B の極性は - であり、かつ、副画素 1 - a - A の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）で、副画素 1 - a - B の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）である。また、フレーム n + 3 において副画素 1 - a - A、1 - a - B の極性は - であり、かつ、副画素 1 - a - A の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）で、副画素 1 - a - B の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）である。

20

【0142】

以上のように、副画素 1 - a - A の（極性、補助容量配線の始めの電圧変化）は、フレーム n から n + 3 にわたって（+、↑）、（+、↓）、（-、↓）、（-、↑）の順番に変化し、異なる組み合わせが順番に現れる。一方、副画素 1 - a - B の（極性、補助容量配線の始めの電圧変化）は、フレーム n から n + 3 にわたって（+、↓）、（+、↑）、（-、↑）、（-、↓）の順番に変化し、副画素 1 - a - A と極性が等しく、補助容量配線の電圧変化が異なる組み合わせが順番に現れる。

【0143】

なお、上述した説明では、補助容量配線の電圧は表示期間において 20 H を 1 周期として周期的に変化したが、本発明はこれに限定されない。補助容量配線の電圧は、図 18（a）に示すように表示期間において 16 H を 1 周期として変化してもよい。この場合、例えば、第 1 および第 3 調整期間 B H において補助容量配線の電圧は 13 H ごとに変化し、第 2 および第 4 調整期間 B H において補助容量配線の電圧は 9 H ごとに変化する。あるいは、補助容量配線の電圧は、図 18（b）に示すように、表示期間において 24 H を 1 周期として変化してもよい。この場合、例えば、第 1 および第 3 調整期間 B H において補助容量配線の電圧は 15 H ごとに変化し、第 2 および第 4 調整期間 B H において補助容量配線の電圧は 21 H ごとに変化する。期間 B H の補助容量配線の電圧変化の時間は $V - t_{otal}$ の値によって適宜変更可能である。

30

【0144】

また、上述した説明では、補助容量配線の電圧は調整期間において 1 周期変化したが、本発明はこれに限定されない。補助容量配線の電圧は、図 19（a）に示すように各調整期間において 2 H を 1 周期として周期的に変化してもよいし、図 19（b）に示すように 1 H を 1 周期として周期的に変化してもよい。あるいは、補助容量配線の電圧は、図 19（c）に示すように、調整期間において V_{cH} と V_{cL} との平均に維持されてもよい。

40

【0145】

また、上述した説明では、1 つのフレームに対応する 1 つの垂直走査期間に対して 1 つの調整期間が存在したが、本発明はこれに限定されない。図 20 に示すように、2 つのフレームに対応する 2 つの垂直走査期間に対して 1 つの調整期間が存在してもよい。図 20 では、各垂直走査期間は 810 H であり、補助容量電圧 $V_{cs1} \sim V_{cs3}$ は表示期間に

50

において 20 H を 1 周期として周期的に変化し、調整期間において 5 H ごとに変化する。このように、2 つの垂直走査期間 (810 H $\times$ 2 = 1620 H) が表示期間における 1 周期 (20 H) の整数倍である場合、補助容量配線の電圧に調整期間として半周期の期間を設けるとともに極性を 2 垂直走査期間ごとに反転することにより、図 17 を参照して説明したように、第 3 垂直走査期間において始めの補助容量電圧の変化を第 1 垂直走査期間における始めの補助容量電圧の変化と異ならすことができ、それにより、図 6 (a) に示したように、副画素の明暗および極性を変化させることができる。

【 0146 】

また、上述した説明では、各調整期間は、水平走査期間の偶数倍であったが、本発明はこれに限定されない。各調整期間は水平走査期間の奇数倍であってもよい。図 21 に示すように、第 1 および第 3 調整期間が 37 H、第 2 および第 4 調整期間が 27 H であっても、水平走査期間の偶数倍である場合と同様に副画素の明暗および極性を反転することで、表示のざらつきを抑制することができる。

【 0147 】

また、上述した説明では、隣接する画素の 2 つの副画素に同じ補助容量配線が接続されていたが、本発明はこれに限定されない。隣接する画素の 2 つの副画素に対して異なる補助容量配線を設けて、補助容量配線の電圧を個別に変化させてもよい。

【 0148 】

図 22 に、あるフレームの有効走査期間内に变化した副画素の明暗および極性を示す。図 22 には、第 1 ~ 6 行および第 a ~ f 列の画素を示している。ここでも、液晶表示装置 100 には 10 本の補助容量幹線 CS1 ~ CS10 が設けられており、図 22 に示すように、補助容量幹線 CS1 は、第 1 画素行の副画素 1 - a - A, 1 - b - A, 1 - c - A $\cdot$ $\cdot$ $\cdot$ 、第 6 画素行の副画素 6 - a - A, 6 - b - A, 6 - c - A $\cdot$ $\cdot$ $\cdot$ に接続されており、補助容量幹線 CS2 は、第 1 画素行の副画素 1 - a - B, 1 - b - B, 1 - c - B $\cdot$ $\cdot$ $\cdot$ 、第 6 画素行の副画素 6 - a - B, 6 - b - B, 6 - c - B $\cdot$ $\cdot$ $\cdot$ に接続されている。また、補助容量幹線 CS3 は、第 2 画素行の副画素 2 - a - A, 2 - b - A, 2 - c - A に接続されている。このように、図 22 に示した構成を有する液晶表示装置 100 では、ある副画素と、その副画素に隣接する別の画素に含まれる副画素とは、それぞれ異なる補助容量幹線に接続されており、2 つの副画素は電気的に独立している。

【 0149 】

図 23 に、図 22 に示した構成を有する液晶表示装置 100 の等価回路を示し、図 24 に、この液晶表示装置を駆動するための各種電圧 (信号) の波形を示す。図 24 において、Vs a は信号線 Sa の電圧を示し、Vs b は信号線 Sb の電圧を示し、Vg1 ~ Vg12 は走査線 G1 ~ G12 の電圧を示し、Vcs1 ~ Vcs10 は補助容量幹線 CS1 ~ CS10 の電圧を示し、VLsp1 - a - A ~ VLsp2 - b - B は副画素 1 - a - A ~ 2 - b - B の液晶層に印加される実効電圧を示している。なお、図 24 に示されているのは、1 つの垂直走査期間内の電圧波形である。

【 0150 】

図 24 に示すように、補助容量幹線 CS1 ~ CS10 の電圧 Vcs1 ~ Vcs10 は同一の振幅および周期で振幅している。ここでは、振幅の周期は 10 H である。電圧 Vcs1 と Vcs2 とでは、一方の電圧を VcH に変化すると他方の電圧が VcL に変化し、一方の電圧を VcL に変化すると他方の電圧が VcH に変化している関係になっている。電圧 Vcs3 と Vcs4、電圧 Vcs5 と Vcs6、電圧 Vcs7 と Vcs8、電圧 Vcs9 と Vcs10 も同様の関係を有している。図 24 から理解されるように、走査線 G1 の電圧 Vg1 が VgL になった後、電圧 Vcs1 は増加「↑」し、電圧 Vcs2 は減少「↓」する。また、図 24 から理解されるように、走査線 G2 の電圧 Vg2 が VgL になった後、電圧 Vcs3 は減少「↓」し、電圧 Vcs4 は増加「↑」する。

【 0151 】

図 22 に示した構成では、異なる行の副画素は異なる補助容量幹線に接続されているため、複数の画素のそれぞれにおいて副画素の液晶層に印加される電圧を同じ時刻に増加ま

10

20

30

40

50

たは減少させることができる。なお、この場合も、図 2 2 に示した構成の液晶表示装置を図 2 4 に示した電圧波形で駆動させることにより、上述した 3 つの条件を全て満足するので、ちらつきを防止した高品位の表示を実現することができる。

【 0 1 5 2 】

なお、ここまで、図 2 2 ~ 図 2 4 を参照して、あるフレームの有効走査期間内に变化した副画素の明暗および極性ならびに電圧波形を説明したが、次のフレームでは、各走査線の電圧に対して、信号線の電圧は、それぞれ、図 2 4 に示した波形と同様に变化するが、補助容量幹線の電圧は、それぞれ、図 2 4 に示した波形とは反転するように变化する。このため、このフレームでは、図 2 2 に示した各副画素と比較して、各副画素の極性は变化することなく、各副画素の明暗が反転する。

10

【 0 1 5 3 】

さらに次のフレームでは、走査線の電圧に対して、信号線の電圧は、それぞれ、図 2 4 に示した波形とは反転するように变化するとともに、補助容量幹線の電圧は、それぞれ、図 2 4 に示した波形とは反転するように变化する。このため、このフレームでは、図 2 2 に示した各副画素と比較して、各副画素の明暗は变化することなく、各副画素の極性が反転する。

【 0 1 5 4 】

さらに次のフレームでは、走査線の電圧に対して、信号線の電圧は、それぞれ、図 2 4 に示した波形とは反転するように变化するが、補助容量幹線の電圧は、それぞれ、図 2 4 に示した波形と同様に变化する。このため、このフレームでは、図 2 2 に示した各副画素と比較して、各副画素の明暗および極性が反転する。このようにして、図 2 2 に示した構成の液晶表示層においても、 γ 特性の視野角依存性を向上させるとともに、表示品位の低下を抑制することができる。

20

【 0 1 5 5 】

また、上述した説明では、図 8 に示したように、同じ画素 1 0 に含まれる副画素 1 0 a , 1 0 b に対して共通の信号線 1 4 が設けられていたが、本発明はこれに限定されない。同じ画素に含まれる副画素に対して異なる信号線を設けてもよい。この場合、補助容量配線の電圧を副画素ごとに異ならせなくても、信号線の電圧を異ならせることにより、副画素の液晶層に異なる実効電圧を印加することができる。

【 0 1 5 6 】

30

図 2 5 に、2 つの副画素 1 0 a 、 1 0 b のそれぞれに対して信号線 1 4 a 、 1 4 b が設けられた画素 1 0 を示す。図 2 5 に示すように、画素 1 0 は、互いに異なる信号線 1 4 a および 1 4 b に、それぞれ対応する T F T 1 6 a および 1 6 b を介して接続された 2 つの副画素電極 1 8 a および 1 8 b を有している。副画素 1 0 a および 1 0 b は、1 つの画素 1 0 を構成するので、T F T 1 6 a および 1 6 b のゲートは共通の走査線（ゲートバスライン）1 2 に接続され、同じ走査信号によってオン / オフ制御される。信号線（ソースバスライン）1 4 a および 1 4 b には、上記の関係を満足するように信号電圧（階調電圧）が供給される。なお、T F T 1 6 a および 1 6 b のゲートは共用する構成にすることが好ましい。

【 0 1 5 7 】

40

なお、上述した説明では、対向電極の電圧を時間によらず一定に示したが、本発明はこれに限定されない。対向電極の電圧は時間に応じて変化してもよい。

【 0 1 5 8 】

また、図 1 0 には、第 1 副画素の実効電圧と第 2 副画素の実効電圧とは広い階調範囲にわたって異なるように示したが、本発明はこれに限定されない。各副画素の実効電圧は、特定の階調範囲（例えば、黒 ~ 白までの階調を 0 階調 ~ 2 5 5 階調に分割した 2 5 6 階調表示の場合における 3 6 階調 ~ 1 2 8 階調の階調範囲）において異なっていればよい。

【 0 1 5 9 】

また、上述した説明では、ノーマリブラックモードの液晶表示装置、特に、M V A モードの液晶表示装置の表示品位を改善できることを示したが、本発明はこれに限定されず、

50

I P S モードの液晶表示装置に適用することもできる。γ 特性の視野角依存性の問題は、I P S モードよりも、M V A モードや A S M モードにおいて顕著である。一方、I P S モードは、M V A モードや A S M モードに比べて正面観測時のコントラスト比の高いパネルを生産性良く製造することが難しい。これらの点から、特に M V A モードや A S M モードの液晶表示装置における γ 特性の視野角依存性を改善することが望まれる。

【 0 1 6 0 】

(実施形態 2)

以下、本発明による液晶表示装置 1 0 0 の第 2 実施形態を説明する。本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 は、連続する 4 つの垂直走査期間における副画素の明暗、極性および実効電圧の変化の順番の点で実施形態 1 の液晶表示装置とは異なる。以下の説明では、冗長さを避けるために、実施形態 1 と重複する説明を省略する。

10

【 0 1 6 1 】

図 2 6 を参照して、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 における副画素の明暗および電界の向きの変化、ならびに、第 1 および第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

【 0 1 6 2 】

図 2 6 (a) に示すように、期間 1、4 および 5 は第 1 極性期間であり、期間 2、3 および 6 は第 2 極性期間である。ここで、連続する 4 つの垂直走査期間をみると、2 つは第 1 極性期間であり、残りの 2 つは第 2 極性期間である。例えば、図 2 6 (a) における期間 1 ~ 4 では、期間 1 および期間 4 は第 1 極性期間であり、期間 2 および期間 3 は第 2 極性期間である。本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 において、第 1 極性期間には、 $|V_{Ls pa}| > |V_{Ls pb}|$ を満たす期間（ここでは、期間 1）と、 $|V_{Ls pa}| < |V_{Ls pb}|$ を満たす期間（ここでは、期間 4）とがある。また、液晶表示装置 1 0 0 において、第 2 極性期間には、 $|V_{Ls pa}| > |V_{Ls pb}|$ を満たす期間（ここでは、期間 3）と、 $|V_{Ls pa}| < |V_{Ls pb}|$ を満たす期間（ここでは、期間 2）とがある。

20

【 0 1 6 3 】

図 2 6 (b) および図 2 6 (c) に、第 1、第 2 副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Ls pa}$ 、 $V_{Ls pb}$ をそれぞれ太線で示す。第 1、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Ls pa}$ 、 $V_{Ls pb}$ は、第 1、第 2 副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。

30

【 0 1 6 4 】

期間 1 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Ls pa}| > |V_{Ls pb}|$)。したがって、図 2 6 (a) に示すように、期間 1 は第 1 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。

【 0 1 6 5 】

期間 2 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Ls pa}| < |V_{Ls pb}|$)。したがって、図 2 6 (a) に示すように、期間 2 は第 2 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

40

【 0 1 6 6 】

期間 3 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Ls pa}| > |V_{Ls pb}|$)。したがって、図 2 6 (a) に示すように、期間 3 は第 2 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。

【 0 1 6 7 】

50

期間 4 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 26 (a) に示すように、期間 4 は第 1 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。期間 5 以降、第 1、第 2 副画素の明暗および極性は、期間 1 ~ 4 における第 1、第 2 副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。

【0168】

以上から、図 26 (a) に示すように、第 1 副画素の (明暗、極性) は (明、+)、(暗、-)、(明、-)、(暗、+) と順番に変化し、また、第 2 副画素の (明暗、極性) は (暗、+)、(明、-)、(暗、-)、(明、+) の順番に変化する。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗を垂直走査期間毎に反転するとともに、極性を 2 垂直走査期間毎に反転している。本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 1 の液晶表示装置と同様に、副画素の明暗が垂直走査期間毎に反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 1 の液晶表示装置と同様に、第 1 極性期間および第 2 極性期間のいずれも第 1 副画素が第 2 副画素よりも明るい期間を有しているので、図 26 (b) および図 26 (c) に示すように、複数の垂直走査期間 (例えば、期間 1 ~ 4) にわたった実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均と実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

【0169】

図 27 に、第 1、第 2 副画素の明暗および極性ならびに第 1、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化を示す。図 27 において、連続する 4 つのフレームをフレーム n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$ と示している。

【0170】

図 27 に示すように、フレーム n において第 1、第 2 副画素の極性は + であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) である。また、フレーム $n+1$ において第 1、第 2 副画素の極性は - であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) である。

【0171】

フレーム $n+2$ において第 1、第 2 副画素の極性は - であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) である。また、フレーム $n+3$ において第 1、第 2 副画素の極性は + であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) である。

【0172】

なお、実施形態 1 を説明するのに参照した図 6 (a) において、第 1 副画素と第 2 副画素とを入れ換えた場合の期間 2 ~ 5 おける副画素の明暗および極性は、図 26 (a) に示した期間 1 ~ 4 における副画素の明暗および極性と一致する。したがって、第 1 副画素電極の表示面積が第 2 副画素電極の表示面積と等しい場合、本実施形態の液晶表示装置は、実施形態 1 の液晶表示装置と実質的に同じ効果を奏する。

【0173】

(実施形態 3)

以下、本発明による液晶表示装置 100 の第 3 実施形態を説明する。本実施形態の液晶表示装置 100 は、連続する 4 つの垂直走査期間における副画素の明暗、極性および実効電圧の変化の順番の点で上述した液晶表示装置とは異なる。以下の説明では、冗長さを避

10

20

30

40

50

けるために重複する説明を省略する。

【 0 1 7 4 】

図 2 8 を参照して、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 における副画素の明暗および極性の変化、ならびに、第 1 および第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

【 0 1 7 5 】

図 2 8 (a) に示すように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 において、期間 1、3 および 5 は第 1 極性期間であり、期間 2、4 および 6 は第 2 極性期間である。ここで、連続する 4 つの垂直走査期間をみると、2 つは第 1 極性期間であり、残りの 2 つは第 2 極性期間である。例えば、図 2 8 (a) における期間 1 ~ 4 では、期間 1 および期間 3 は第 1 極性期間であり、期間 2 および期間 4 は第 2 極性期間である。本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 において、第 1 極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間 1）と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間 3）とがある。また、液晶表示装置 1 0 0 において、第 2 極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間 2）と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間 4）とがある。

【 0 1 7 6 】

図 2 8 (b) および図 2 8 (c) に、第 1、第 2 副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。第 1、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は、第 1、第 2 副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。

【 0 1 7 7 】

期間 1 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 2 8 (a) に示すように、期間 1 は第 1 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。

【 0 1 7 8 】

期間 2 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 2 8 (a) に示すように、期間 2 は第 2 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。

【 0 1 7 9 】

期間 3 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 2 8 (a) に示すように、期間 3 は第 1 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【 0 1 8 0 】

期間 4 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 2 8 (a) に示すように、期間 4 は第 2 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。期間 5 以降、第 1、第 2 副画素の明暗および極性は、期間 1 ~ 4 における第 1、第 2 副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。本実施形態の液晶表示装置において、フレーム周波数は例えば 1 2 0 H z である。

【 0 1 8 1 】

以上から、図 2 8 (a) に示すように、第 1 副画素の（明暗、極性）は（明、+）、（

10

20

30

40

50

明、-)、(暗、+)、(暗、-)と順番に変化し、また、第2副画素の(明暗、極性)は(暗、+)、(暗、-)、(明、+)、(明、-)の順番に変化する。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗を2垂直走査期間毎に反転するとともに、極性を垂直走査期間毎に反転している。本実施形態の液晶表示装置では、特許文献1の液晶表示装置とは異なり、副画素の明暗が2垂直走査期間毎に反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、特許文献2の液晶表示装置とは異なり、第1極性期間および第2極性期間のいずれにおいても第1、第2副画素の明暗が反転するので、図28(b)および図28(c)に示すように、複数の垂直走査期間(例えば、期間1~4)にわたった実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均と実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

10

【0182】

次いで、図29を参照して、複数の垂直走査期間にわたった第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。図29において、 V_g は走査線の電圧を示し、 $V_{cs a}$ は第1補助容量配線の電圧を示し、 $V_{cs b}$ は第2補助容量配線の電圧を示し、 $V_{Lsp a}$ は第1副画素の液晶層に印加される実効電圧を示し、 $V_{Lsp b}$ は第2副画素の液晶層に印加される実効電圧を示している。ここでは、第1、第2補助容量配線の電圧は、表示期間AHにおいて10Hごとに増加または減少して20Hを1周期として周期的に変化する。また、第1、第2補助容量配線の電圧は、第1、第3調整期間BHにおいて18Hごとに増加または減少し、第2、第4調整期間BHにおいて13Hごとに増加または減少している。

20

【0183】

第1、第2補助容量配線の電圧の変化に応じて第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧が変化することにより、第1副画素の(明暗、極性)は、(明、+)、(明、-)、(暗、+)、(暗、-)と順番に変化し、また、第2副画素の(明暗、極性)は、(暗、+)、(暗、-)、(明、+)、(明、-)の順番に変化する。このようにして、第1および第2副画素の明暗および極性は、図28(a)に示したように変化するので、本実施形態の液晶表示装置でも、 γ 特性の視野角依存性を向上させた液晶表示装置において表示品位の低下を抑制することができる。

30

【0184】

図30に、第1、第2副画素の明暗および極性ならびに第1、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化を示す。図30において、連続する4つのフレームをフレームn、n+1、n+2、n+3と示している。

【0185】

図30に示すように、フレームnにおいて第1、第2副画素の極性は+であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加(「↑」)で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少(「↓」)である。また、フレームn+1において第1、第2副画素の極性は-であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少(「↓」)で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加(「↑」)である。

40

【0186】

フレームn+2において第1、第2副画素の極性は+であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少(「↓」)で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加(「↑」)である。また、フレームn+3において第1、第2副画素の極性は-であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加(「↑」)で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少(「↓」)である。

【0187】

50

なお、図 17 と図 30 との比較から理解されるように、本実施形態の液晶表示装置において、第 1、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は実施形態 1 の液晶表示装置と同じであるが、極性の変化は実施形態 1 の液晶表示装置とは異なる。

【0188】

ここで、本実施形態の液晶表示装置および実施形態 1 の液晶表示装置において副画素の明暗が反転する周期の違いを説明する。本実施形態の液晶表示装置では、図 28 に示したように副画素の明暗は 2 垂直走査期間ごとに反転するのに対して、実施形態 1 の液晶表示装置では、図 6 に示したように副画素の明暗は 1 垂直走査期間ごとに反転する。したがって、本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 1 の液晶表示装置よりも副画素の明暗が反転する周期が 2 倍遅い。上述してきたように、副画素の明暗を反転させることによってざらつきを低減させることができるが、副画素の明暗の反転周期が短いほどざらつきの低減効果は高い。一方、垂直走査期間が短くなりすぎると、液晶分子の配向が一垂直走査期間内に十分に变化できず、その結果、所定の輝度に到達しないことがある。このように液晶分子の応答速度に比して垂直走査期間が短すぎると、副画素間の輝度差が十分に得られず、 γ 特性の視野角依存性を改善する効果が低減する。

【0189】

表 1 に、特許文献 1、特許文献 2、実施形態 1 および本実施形態の液晶表示装置についてフレーム周波数を変化させたときの表示品位を示す。表 1 において、表示品位がよいものを「○」で、表示品位がよいくないものを「×」で示している。

【0190】

【表 1】

フレーム周波数	50Hz	60Hz	75Hz	90Hz	120Hz
特許文献 1					
視野角改善効果	○	○	○	○	○
ざらつき	×	×	×	×	×
ちらつき(フリッカー)	○	○	○	○	○
信頼性	○	○	○	○	○
特許文献 2					
視野角改善効果	○	○	○	○	×
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	○	○	○	○	○
信頼性	×	×	×	×	×
実施形態 1 (図 6 参照)					
視野角改善効果	○	○	○	○	×
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	○	○	○	○
信頼性	○	○	○	○	○
実施形態 3 (図 28 参照)					
視野角改善効果	○	○	○	○	○
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	×	×	×	○
信頼性	○	○	○	○	○

【0191】

表 1 によれば、特許文献 1 の液晶表示装置は全てのフレーム周波数に対して良好な視野

角改善効果を得ている、一方で全てのフレーム周波数に対して表示がざらつくといった課題を有している。また、特許文献2の液晶表示装置では、信頼性上の課題があるため工業的な生産品に用いることはできない。

【0192】

実施形態1、3の液晶表示装置はいずれも、特許文献2で問題となっていた信頼性上の問題は生じず、工業製品として用いることについては問題ない。さらに、実施形態1、3の液晶表示装置は特許文献1で問題となっている表示のざらつきといった問題も解決している。

【0193】

しかしながら、実施形態1と実施形態3の液晶表示装置を比較すると、視野角特性の改善効果と表示のちらつき(フリッカー)の点でフレーム周波数に対して最適な選択をすることができる。表1に示すように、実施形態1の液晶表示装置では、フレーム周波数が60Hz以上90Hz以下であれば、良好な表示品位が得られたのに対して、本実施形態の液晶表示装置では、フレーム周波数が120Hz以上であればちらつきのない表示を実現することができた。なお、本実施形態の液晶表示装置においてフレーム周波数が120Hzであればγ特性の視野角依存性を改善する効果が得られることを実験的に確認しているが、それ以上のフレーム周波数については、液晶材料や駆動方法によって応答速度を向上させることが好ましい。

【0194】

(実施形態4)

以下、本発明による液晶表示装置100の第4実施形態を説明する。本実施形態の液晶表示装置100は、連続する4つの垂直走査期間における副画素の明暗、極性および実効電圧の変化の順番の点で上述した液晶表示装置とは異なる。以下の説明では、冗長さを避けるために重複する説明を省略する。

【0195】

図31を参照して、本実施形態の液晶表示装置100における副画素の明暗および極性の変化、ならびに、第1および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

【0196】

図31(a)に示すように、本実施形態の液晶表示装置100において、期間1、3および5は第1極性期間であり、期間2、4および6は第2極性期間である。ここで、連続する4つの垂直走査期間をみると、2つは第1極性期間であり、残りの2つは第2極性期間である。例えば、図31(a)における期間1～4では、期間1および期間3は第1極性期間であり、期間2および期間4は第2極性期間である。本実施形態の液晶表示装置100において、第1極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間(ここでは、期間1)と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間(ここでは、期間3)とがある。また、液晶表示装置100において、第2極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間(ここでは、期間4)と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間(ここでは、期間2)とがある。

【0197】

図31(b)および図31(c)に、第1、第2副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は、第1、第2副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。

【0198】

期間1において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図31(a)に示すように、期間1は第1極性期間であり、また、第1副画素は

10

20

30

40

50

第 2 副画素よりも明るい。

【 0 1 9 9 】

期間 2 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Ls\ p\ a}| < |V_{Ls\ p\ b}|$)。したがって、図 3 1 (a) に示すように、期間 2 は第 2 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【 0 2 0 0 】

期間 3 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Ls\ p\ a}| < |V_{Ls\ p\ b}|$)。したがって、図 3 1 (a) に示すように、期間 3 は第 1 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【 0 2 0 1 】

期間 4 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Ls\ p\ a}| > |V_{Ls\ p\ b}|$)。したがって、図 3 1 (a) に示すように、期間 4 は第 2 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。期間 5 以降、第 1、第 2 副画素の明暗および極性は、期間 1 ~ 4 における第 1、第 2 副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。

【 0 2 0 2 】

以上から、図 3 1 (a) に示すように、第 1 副画素の (明暗、極性) は (明、 +)、(暗、 -)、(暗、 +)、(明、 -) と順番に変化し、また、第 2 副画素の (明暗、極性) は (暗、 +)、(明、 -)、(明、 +)、(暗、 -) の順番に変化する。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗を 2 垂直走査期間毎に反転するとともに、極性を垂直走査期間毎に反転している。本実施形態において、フレーム周波数は、例えば、120Hz である。

【 0 2 0 3 】

図 3 2 に、第 1、第 2 副画素の明暗および極性ならびに第 1、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化を示す。図 3 2 において、連続する 4 つのフレームをフレーム n 、 $n + 1$ 、 $n + 2$ 、 $n + 3$ と示している。

【 0 2 0 4 】

図 3 2 に示すように、フレーム n において第 1、第 2 副画素の極性は + であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) である。また、フレーム $n + 1$ において第 1、第 2 副画素の極性は - であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) である。

【 0 2 0 5 】

フレーム $n + 2$ において第 1、第 2 副画素の極性は + であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) である。また、フレーム $n + 3$ において第 1、第 2 副画素の極性は - であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「↓」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「↑」) である。

【 0 2 0 6 】

本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 3 の液晶表示装置と同様に、副画素の明暗が 2 垂直走査期間毎に反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 3 の液晶表示装置と同様に、第 1 極性期間および第

10

20

30

40

50

2 極性期間のいずれにおいても第 1、第 2 副画素の明暗が反転するので、図 3 1 (b) および図 3 1 (c) に示すように、複数の垂直走査期間 (例えば、期間 1 ~ 4) にわたった実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均と実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

【 0 2 0 7 】

なお、実施形態 3 の液晶表示装置を説明するのに参照した図 2 8 (a) において、極性を反転させると仮定した場合の期間 2 ~ 5 おける副画素の明暗および極性は、図 3 1 (a) に示した期間 1 ~ 4 における副画素の明暗および極性と一致する。したがって、本実施形態の液晶表示装置は、実施形態 3 の液晶表示装置と実質的に同じ効果を奏する。

10

【 0 2 0 8 】

なお、実施形態 3 の液晶表示装置において、図 1 4 および図 1 5 を参照して説明したようにドット反転駆動を行う場合、副画素 1 - a - A、1 - a - B の明暗および極性が図 3 1 (a) の期間 1 ~ 4 に示すように変化するとき、副画素 2 - a - A、2 - a - B の明暗および極性は、図 2 8 (a) の期間 2 ~ 5 に示すように変化する。

【 0 2 0 9 】

(実施形態 5)

以下、本発明による液晶表示装置の第 5 実施形態を説明する。本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 は、連続する 4 つの垂直走査期間における副画素の明暗、極性および実効電圧の変化の順番の点で上述した液晶表示装置とは異なる。以下の説明では、冗長さを避けるために重複する説明を省略する。

20

【 0 2 1 0 】

図 3 3 を参照して、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 における副画素の明暗および極性の変化、ならびに、第 1 および第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

【 0 2 1 1 】

図 3 3 (a) に示すように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 において、期間 1、4 および 5 は第 1 極性期間であり、期間 2、3 および 6 は第 2 極性期間である。ここで、連続する 4 つの垂直走査期間をみると、2 つは第 1 極性期間であり、残りの 2 つは第 2 極性期間である。例えば、図 3 3 (a) における期間 1 ~ 4 では、期間 1 および期間 4 は第 1 極性期間であり、期間 2 および期間 3 は第 2 極性期間である。本実施形態の液晶表示装置 1 0 0 において、第 1 極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間 (ここでは、期間 1) と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間 (ここでは、期間 4) とがある。また、液晶表示装置 1 0 0 において、第 2 極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間 (ここでは、期間 2) と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間 (ここでは、期間 3) とがある。

30

【 0 2 1 2 】

図 3 3 (b) および図 3 3 (c) に、第 1、第 2 副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。第 1、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は、第 1、第 2 副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。

40

【 0 2 1 3 】

期間 1 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 3 3 (a) に示すように、期間 1 は第 1 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。

【 0 2 1 4 】

期間 2 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも

50

低い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図33(a)に示すように、期間2は第2極性期間であり、また、第1副画素は第2副画素よりも明るい。

【0215】

期間3において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図33(a)に示すように、期間3は第2極性期間であり、また、第2副画素は第1副画素よりも明るい。

10

【0216】

期間4において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図33(a)に示すように、期間4は第1極性期間であり、また、第2副画素は第1副画素よりも明るい。期間5以降、第1、第2副画素の明暗および極性は、期間1～4における第1、第2副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。本実施形態の液晶表示装置においてフレーム周波数は例えば120Hzである。

【0217】

以上から、図33(a)に示すように、第1副画素の(明暗、極性)は(明、+)、(明、-)、(暗、-)、(暗、+)と順番に変化し、また、第2副画素の(明暗、極性)は(暗、+)、(暗、-)、(明、-)、(明、+)の順番に変化する。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗を2垂直走査期間毎に反転するとともに、副画素の明暗の反転するときと1垂直走査期間ずれたときに極性を2垂直走査期間毎に反転している。本実施形態の液晶表示装置では、特許文献1の液晶表示装置とは異なり、副画素の明暗が2垂直走査期間毎に反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、特許文献2の液晶表示装置とは異なり、第1極性期間および第2極性期間のいずれにおいても第1、第2副画素の明暗が反転するので、図33(b)および図33(c)に示すように、複数の垂直走査期間(例えば、期間1～4)にわたった実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均と実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

20

30

【0218】

次いで、図34を参照して、複数の垂直走査期間にわたる電圧の変化を説明する。

【0219】

図34において、 V_g は走査線の電圧を示し、 $V_{cs a}$ は第1補助容量配線の電圧を示し、 $V_{cs b}$ は第2補助容量配線の電圧を示し、 $V_{Lsp a}$ は第1副画素の液晶層に印加される実効電圧を示し、 $V_{Lsp b}$ は第2副画素の液晶層に印加される実効電圧を示している。ここでは、第1、第2補助容量配線の電圧は、表示期間AHにおいて10Hごとに増加または減少して20Hを1周期として周期的に変化する。また、第1、第2補助容量配線の電圧は、第1～第4調整期間BHにおいて18Hごとに増加または減少する。

40

【0220】

図35に、第1、第2副画素の明暗および極性ならびに第1、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化を示す。図35において、連続する4つのフレームをフレームn、n+1、n+2、n+3と示している。

【0221】

図35に示すように、フレームnにおいて第1、第2副画素の極性は+であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加(「↑」)で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少(「↓」)である。また、フレームn+1において第1、第2副画素の極性は-であり、かつ、第1

50

副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）である。

【0222】

フレーム $n + 2$ において第1、第2副画素の極性は - であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）である。また、フレーム $n + 3$ において第1、第2副画素の極性は + であり、かつ、第1副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）である。

10

【0223】

以上のように、第1、第2補助容量配線の電圧の変化に応じて第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧が変化することにより、第1副画素の（明暗、極性）は、（明、+）、（明、-）、（暗、-）、（暗、+）と順番に変化し、また、第2副画素の（明暗、極性）は、（暗、+）、（暗、-）、（明、-）（明、+）、の順番に変化する。したがって、本実施形態の液晶表示装置でも、 γ 特性の視野角依存性を向上させた液晶表示装置において表示品位の低下を抑制することができる。

【0224】

（実施形態6）

以下、本発明による液晶表示装置の第6実施形態を説明する。本実施形態の液晶表示装置100は、連続する4つの垂直走査期間における副画素の明暗、極性および実効電圧の変化の順番の点で上述した液晶表示装置とは異なる。以下の説明では、冗長さを避けるために重複する説明を省略する。

20

【0225】

図36を参照して、本実施形態の液晶表示装置100における副画素の明暗および極性の変化、ならびに、第1および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。

【0226】

図36(a)に示すように、本実施形態の液晶表示装置100において、期間1、2、5および6は第1極性期間であり、期間3、4は第2極性期間である。ここで、連続する4つの垂直走査期間をみると、2つは第1極性期間であり、残りの2つは第2極性期間である。例えば、図36(a)における期間1～4では、期間1および期間2は第1極性期間であり、期間3および期間4は第2極性期間である。本実施形態の液晶表示装置100において、第1極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間1）と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間2）とがある。また、液晶表示装置100において、第2極性期間には、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間4）と、 $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間3）とがある。

30

【0227】

図36(b)および図36(c)に、第1、第2副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は、第1、第2副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。

40

【0228】

期間1において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい（ $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ ）。したがって、図36(a)に示すように、期間1は第1極性期間であり、また、第1副画素は第2副画素よりも明るい。

50

【 0 2 2 9 】

期間 2 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 3 6 (a) に示すように、期間 2 は第 1 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【 0 2 3 0 】

期間 3 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも低い ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 3 6 (a) に示すように、期間 3 は第 2 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【 0 2 3 1 】

期間 4 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 3 6 (a) に示すように、期間 4 は第 2 極性期間であり、また、第 1 副画素は第 2 副画素よりも明るい。期間 5 以降、第 1、第 2 副画素の明暗および極性は、期間 1 ~ 4 における第 1、第 2 副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。

【 0 2 3 2 】

以上から、図 3 6 (a) に示すように、第 1 副画素の (明暗、極性) は (明、 +)、(暗、 +)、(暗、 -)、(明、 -) と順番に変化し、また、第 2 副画素の (明暗、極性) は (暗、 +)、(明、 +)、(明、 -)、(暗、 -) の順番に変化する。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗を 2 垂直走査期間毎に反転するとともに、副画素の明暗の反転するときと 1 垂直走査期間ずらした状態で極性を 2 垂直走査期間毎に反転している。本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 5 の液晶表示装置と同様に、副画素の明暗が 2 垂直走査期間毎に反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、実施形態 5 の液晶表示装置と同様に、第 1 極性期間および第 2 極性期間のいずれにおいても第 1、第 2 副画素の明暗が反転するので、図 3 6 (b) および図 3 6 (c) に示すように、複数の垂直走査期間 (例えば、期間 1 ~ 4) にわたった実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均と実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

【 0 2 3 3 】

図 3 7 に、第 1、第 2 副画素の明暗および極性ならびに第 1、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化を示す。図 3 7 において、連続する 4 つのフレームをフレーム n 、 $n + 1$ 、 $n + 2$ 、 $n + 3$ と示している。

【 0 2 3 4 】

図 3 7 に示すように、フレーム n において第 1、第 2 副画素の極性は + であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「 ↑ 」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「 ↓ 」) である。また、フレーム $n + 1$ において第 1、第 2 副画素の極性は + であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「 ↓ 」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「 ↑ 」) である。

【 0 2 3 5 】

フレーム $n + 2$ において第 1、第 2 副画素の極性は - であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加 (「 ↑ 」) で、第 2 副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少 (「 ↓ 」) である。また、フレーム $n + 3$ において第 1、第 2 副画素の極性は - であり、かつ、第 1 副画素の垂直走査

10

20

30

40

50

期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は減少（「↓」）で、第2副画素の垂直走査期間における始めの補助容量配線の電圧の変化は増加（「↑」）である。

【0236】

なお、図36(a)において第1副画素と第2副画素とを入れ換えると仮定した場合の期間2～5における副画素の明暗および極性は、実施形態5を説明するために参照した図33(a)に示した期間1～4における副画素の明暗および極性と一致する。したがって、第1副画素電極の表示面積が第2副画素電極の表示面積と等しい場合、本実施形態の液晶表示装置は、実施形態5の液晶表示装置と実質的に同じ効果を奏する。

【0237】

なお、実施形態6の液晶表示装置において、図14および図15を参照して説明したようにドット反転駆動を行う場合、副画素1-a-A、1-a-Bの明暗および極性が図36(a)の期間1～4に示すように変化するとき、副画素2-a-A、2-a-Bの明暗および極性は、図33(a)の期間2～5に示すように変化する。

【0238】

（実施形態7）

以下、本発明による液晶表示装置の第7実施形態を説明する。本実施形態の液晶表示装置は、副画素の輝度が中間輝度を介して変化する点で実施形態1～6の液晶表示装置とは異なる。以下の説明では、冗長さを避けるために重複する説明を省略する。

【0239】

図38を参照して、本実施形態の液晶表示装置100における副画素の明暗および極性の変化、ならびに、第1および第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。図38(a)に示すように、本実施形態の液晶表示装置100において、期間1、3および5は第1極性期間であり、期間2、4および6は第2極性期間である。ここで、連続する4つの垂直走査期間をみると、2つは第1極性期間であり、残りの2つは第2極性期間である。例えば期間1～4では、期間1および期間3が第1極性期間であり、期間2および期間4が第2極性期間である。また、第1極性期間は、 $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間1）および $|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$ を満たす期間（ここでは、期間3）であり、第2極性期間は、 $V_{Lsp a}$ が $V_{Lsp b}$ と等しい期間（期間2および4）である。

【0240】

図38(b)および図38(c)に、第1、第2副画素の液晶層に印加される各垂直走査期間の実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ をそれぞれ太線で示す。第1、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ は、第1、第2副画素電極の電圧と対向電極の電圧 V_c との差の実効値であり、ここでは対向電極の電圧 V_c が一定であるように示している。

【0241】

期間1において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい（ $|V_{Lsp a}| > |V_{Lsp b}|$ ）。したがって、図38(a)に示すように、期間1は第1極性期間であり、また、第1副画素は第2副画素よりも明るい。

【0242】

期間2において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第1副画素の液晶層に印加される実効電圧は、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧と等しい（ $V_{Lsp a} = V_{Lsp b}$ ）。したがって、図38(a)に示すように、期間2は第2極性期間であり、また、第1副画素の明るさは第2副画素の明るさと等しい。

【0243】

期間3において、第1副画素電極および第2副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも高い。また、第2副画素の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、第1副画素の液晶層

10

20

30

40

50

に印加される実効電圧の絶対値よりも大きい ($|V_{Lsp a}| < |V_{Lsp b}|$)。したがって、図 38 (a) に示すように、期間 3 は第 1 極性期間であり、また、第 2 副画素は第 1 副画素よりも明るい。

【0244】

期間 4 において、第 1 副画素電極および第 2 副画素電極の電圧は対向電極の電圧よりも低い。また、第 1 副画素の液晶層に印加される実効電圧は、第 2 副画素の液晶層に印加される実効電圧と等しい ($V_{Lsp a} = V_{Lsp b}$)。したがって、図 38 (a) に示すように、期間 4 は第 2 極性期間であり、また、第 1 副画素の明るさは第 2 副画素の明るさと等しい。期間 5 以降、第 1、第 2 副画素の明暗および極性は、期間 1 ~ 4 における第 1、第 2 副画素の明暗および極性の繰り返しとなる。

10

【0245】

以上から、図 38 (a) に示すように、第 1 副画素の (明暗、極性) は (明、+)、(中、-)、(暗、+)、(中、-) と順番に変化し、また、第 2 副画素の (明暗、極性) は (暗、+)、(中、-)、(明、+)、(中、-) の順番に変化する。ここで、「中」は、第 1 副画素の明るさ (輝度) が第 2 副画素の明るさ (輝度) と等しいことを示す。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の輝度を垂直走査期間毎に中間輝度を介して 3 段階に変化させるとともに、極性を垂直走査期間毎に反転している。

【0246】

本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗が反転するので、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、図 38 (b) および図 38 (c) に示すように、複数の垂直走査期間 (例えば、期間 1 ~ 4) にわたった実効電圧 $V_{Lsp a}$ の平均と実効電圧 $V_{Lsp b}$ の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 $V_{Lsp a}$ 、 $V_{Lsp b}$ の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

20

【0247】

次いで、図 39 A、図 39 B および図 40 を参照しながら、本実施形態の液晶表示装置における副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を説明する。なお、以下の説明において、連続する 4 つのフレーム (垂直走査期間) をフレーム n 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$ とする。

【0248】

30

図 39 A に、フレーム n において変化した各副画素の明暗および極性を示し、図 39 B に、フレーム $n+1$ において変化した各副画素の明暗および極性を示す。本実施形態の液晶表示装置は、図 39 A および図 39 B に示すような画素配列を有しているが、これは、図 14 を参照して実施形態 1 の液晶表示装置において説明した画素配列と同様である。したがって、説明を過度に複雑にすることを避けるために、重複する説明を省略する。なお、本実施形態の液晶表示装置では 12 本の補助容量幹線が設けられており、図 39 A および図 39 B において、12 本の各補助容量幹線に接続された補助容量配線をそれぞれ $CS1$ 、 $CS2$ 、 $CS3$ 、 $\dots$ 、 $CS12$ と示している。

【0249】

40

例示として、画素 1-a、1-b、2-a、2-b に含まれる副画素の明暗および極性の変化を説明する。フレーム n では、図 39 A に示すように、画素 1-a および画素 2-b の極性は第 1 極性 (+) であり、画素 1-b および画素 2-a の極性は第 2 極性 (-) である。また、副画素 1-a-A、1-b-B、2-a-A、2-b-B は他方の副画素よりも明るい。次いで、フレーム $n+1$ では、図 39 B に示すように、各副画素は中間輝度に変化し、各副画素の極性はフレーム n のときと反転する。次いで、フレーム $n+2$ では、各副画素の極性はフレーム $n+1$ のときとは反転し、図 39 A に示したのと同様となり、副画素の明暗は、図 39 A に示したのと反転する。次いで、フレーム $n+3$ では、図 39 B に示したのと同様に、各副画素は中間輝度に変化し、また、各副画素の極性は図 39 B に示したのと同じ極性になるように反転する。

【0250】

50

ここで、本実施形態の液晶表示装置において、ちらつきを抑制するために上述した3つの条件を満たすことを説明する。

【0251】

また、本実施形態の液晶表示装置では、図15を参照して説明した実施形態1の液晶表示装置と同様に、各信号線の電圧および対向電極の電圧を適宜設定することにより、各々の電界の向きにおいて液晶層に印加される実効電圧をできるだけ一致させており、第1の条件を満たしている。また、本実施形態の液晶表示装置では、図39Aおよび図39Bに示すように、極性の異なる画素を隣接して配置しており、第2の条件を満たしている。また、本実施形態の液晶表示装置では、他方の副画素よりも明るい副画素が可能な限りランダムに、具体的には、図39Aに示すように、「明」および「暗」の記号が副画素単位で市松模様状に配置されており、第3の条件を満たしている。

10

【0252】

表2に、実施形態1、実施形態3および本実施形態の液晶表示装置についてフレーム周波数を変化させたときの表示品位を示す。表2において、表示品位がよいものを「○」で、表示品位がよいくないものを「×」で示している。表2に示すように、本実施形態の液晶表示装置では、フレーム周波数を90Hz以上にすれば、良好な表示品位を得ることができる。

【0253】

【表2】

フレーム周波数	50Hz	60Hz	75Hz	90Hz	120Hz
実施形態1（図6参照）					
視野角改善効果	○	○	○	○	×
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	○	○	○	○
信頼性	○	○	○	○	○
実施形態3（図28参照）					
視野角改善効果	○	○	○	○	○
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	×	×	×	○
信頼性	○	○	○	○	○
実施形態7（図38参照）					
視野角改善効果	○	○	○	○	○
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	×	×	○	○
信頼性	○	○	○	○	○

20

30

【0254】

図40を参照して、本実施形態の液晶表示装置における信号線の電圧、第1、第2補助容量幹線の電圧、走査線の電圧、および、第1、第2補助容量幹線の電圧変化に応じて変化する副画素の液晶層に印加される実効電圧の変化を、図39Aおよび図39Bにおいて破線で囲んだ副画素1-a-A、1-a-Bについて説明する。図40において、 V_{sa} は信号線S_aの電圧を示し、 V_{sb} は信号線S_bの電圧を示し、 V_{cs1} は第1補助容量幹線C_{S1}の電圧を示し、 V_{cs2} は第2補助容量幹線C_{S2}の電圧を示し、 V_{g1} は走査線G₁の電圧を示し、 $V_{Lsp1-a-A}$ 、 $V_{Lsp1-a-B}$ は副画素1-a-A、1-a-Bの液晶層に印加される実効電圧を示している。

40

【0255】

図40には、4つのフレーム $n \sim n+3$ における各電圧波形が示されており、図38、

50

図 3 9 A および図 3 9 B を参照して説明したように、副画素 1 - a - A の輝度を（明、中、暗、中）、副画素 1 - a - B の輝度を（暗、中、明、中）と変化させながら、それぞれの極性を（+、-、+、-）と反転させている。各フレームの書き込み動作は、走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} （ハイレベル）となる時点から開始される。入力映像信号の 1 垂直走査期間（ $V - Total$ ）は 801 H である。また、第 1 補助容量幹線 $CS1$ の電圧 V_{cs1} は、6 H 毎に第 1 レベル（ $VL1$ ）、第 2 レベル（ $VL2$ ）、第 3 レベル（ $VL3$ ）、第 2 レベル（ $VL2$ ）が交互に切り替わる波形であり、電圧 V_{cs1} と V_{cs2} は互いに 180° 位相が異なる。

【0256】

図 40 において、走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gL} （ローレベル）になってから補助容量配線の電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} のレベルが最初に変化するまでの期間は 3 H である。第 1 補助容量幹線 $CS1$ の電圧 V_{cs1} の表示期間（第 1 波形の期間）の周期は 24 H であり、振幅が一定値（第 1 レベル、第 2 レベルおよび第 3 レベル）となる期間はそれぞれ 6 H であるので、3 H は、補助容量配線の電圧 V_{cs} の振幅が一定値となる期間の半分（＝表示期間における周期の 4 分の 1 の期間）に相当する。

【0257】

フレーム n 、 $n+2$ において走査線 G 1 が選択されているとき、信号線 Sa の電圧 V_{sa} は対向電極の電圧よりも高い。また、フレーム $n+1$ 、 $n+3$ において走査線 G 1 が選択されているとき、信号線 Sa の電圧 V_{sa} は対向電極の電圧よりも低い。

【0258】

以下、図 40 を参照して、画素 1 - a の副画素 1 - a - A、1 - a - B におけるフレーム n からフレーム $n+3$ までの明暗および極性を説明する。

【0259】

フレーム n では、第 1 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} が第 2 レベルから低下して第 1 レベルに維持されているときに走査線 G 1 が選択されて（走査線の電圧 V_{g1} が V_{gH} となる）いる。走査線 G 1 が選択されると、副画素 1 - a - A、1 - a - B の副画素電極に対向電極の電圧よりも高い電圧が印加される。走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gL} に戻った後、第 1 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} は周期的に変化する。走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に戻ったときの第 1 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} は $VL1$ であり、第 2 補助容量幹線の電圧 V_{cs2} は $VL3$ である。第 1、第 2 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} の平均電圧である $VL2$ は $VL1$ よりも高く、 $VL3$ よりも低いので、副画素 1 - a - A の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、副画素 1 - a - B の液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも大きくなる。それにより、副画素 1 - a - A は、副画素 1 - a - B よりも明るくなる。

【0260】

次いで、フレーム $n+1$ では、第 1 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} が第 3 レベルから低下して第 2 レベルに維持されているときに走査線 G 1 が選択される（走査線の電圧 V_{g1} が V_{gH} となる）。走査線 G 1 が選択されると、副画素 1 - a - A、1 - a - B の副画素電極に対向電極の電圧よりも低い電圧が印加される。走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gL} に戻った後、第 1 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} は周期的に変化する。走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gL} に戻ったとき、第 1、第 2 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} は第 1、第 2 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} の平均電圧と同じ $VL2$ である。したがって、副画素 1 - a - A の液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、副画素 1 - a - B の液晶層に印加される実効電圧の絶対値と等しくなり、それにより、副画素 1 - a - A の明るさは、副画素 1 - a - B の明るさと等しくなる。

【0261】

次いで、フレーム $n+2$ では、第 1 補助容量幹線の電圧 V_{cs1} が第 2 レベルから第 3 レベルに上がったときに走査線 G 1 が選択されている（走査線の電圧 V_{g1} が V_{gH} となる）。走査線 G 1 が選択されると、副画素 1 - a - A、1 - a - B の副画素電極に対向電極の電圧よりも高い電圧が印加される。走査線 G 1 の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に戻

10

20

30

40

50

ったときの第1補助容量幹線の電圧 V_{cs1} は V_{L3} であり、第2補助容量幹線の電圧 V_{cs2} は V_{L1} であるので、副画素1-a-Aの液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、副画素1-a-Bの液晶層に印加される実効電圧の絶対値よりも小さくなる。それにより、副画素1-a-Aは、副画素1-a-Bよりも暗くなる。

【0262】

次いで、フレーム $n+3$ では、第1補助容量幹線の電圧 V_{cs1} が第1レベルから第2レベルに上がった後に走査線 $G1$ が選択されている（走査線の電圧 V_g が V_{gH} となる）。走査線 $G1$ が選択されると、副画素1-a-A、1-a-Bの副画素電極に対向電極の電圧よりも低い電圧が印加される。走査線 $G1$ の電圧 V_{g1} が V_{gH} から V_{gL} に戻ったときの第1、第2補助容量幹線の電圧 V_{cs1} 、 V_{cs2} は V_{L2} であるので、副画素1-a-Aの液晶層に印加される実効電圧の絶対値は、副画素1-a-Bの液晶層に印加される実効電圧の絶対値と等しくなり、それにより、副画素1-a-Aの明るさは、副画素1-a-Bの明るさと等しくなる。

【0263】

図40を参照した説明から理解されるように、副画素1-a-Aの（明暗、極性）は（明、+）、（中、-）、（暗、+）、（中、-）と順番に変化し、また、副画素1-a-Bの（明暗、極性）は（暗、+）、（中、-）、（明、+）、（中、-）の順番に変化する。また、ここでは、図示しなかったが、副画素2-a-Aの（明暗、極性）は（明、-）、（中、+）、（暗、-）、（中、+）と順番に変化する。このように、本実施形態の液晶表示装置では、副画素の明暗を明、中、暗、中と垂直走査期間毎に変化させるとともに、極性を垂直走査期間毎に反転しており、表示のざらつきを抑制することができる。また、本実施形態の液晶表示装置では、実施形態1の液晶表示装置と同様に、第1極性期間および第2極性期間のいずれも第1副画素が第2副画素よりも明るい期間を有しているので、図38(b)および図38(c)に示すように、複数の垂直走査期間（例えば、期間1~4）にわたった実効電圧 V_{Lspa} の平均と実効電圧 V_{Lspb} の平均とがほぼ等しくなり、対向電圧の調整により、実効電圧 V_{Lspa} 、 V_{Lspb} の平均を共にゼロにすることができ、その結果、焼きつき等の信頼性上の問題の発生を抑制することができる。

【0264】

なお、上述した実施形態1~7の液晶表示装置では、1つの画素を構成する副画素の数は2つであったが、本発明はこれに限られず、副画素の数を3以上にしてもよい。副画素の数が増加するにつれて、 γ 特性のずれ量を改善する効果が大きくなる。画素分割数を2個から4個に増やすことにより、表示階調の変化に対するずれ量の変化が滑らかになり表示品位はさらに良好になる。但し、分割数が多くなるほど白表示時の透過率（正面）が低下する。特に分割数を2個から4個に増やすと、白表示時の透過率の低下は著しい。この著しい低下の主な理由は、1つの副画素の表示面積が著しく低下するからである。 γ 特性の視角依存性の改善効果と白表示時透過率とを考慮して、液晶表示装置の用途などに応じて、分割数を適宜調整すればよい。なお、改善効果が最も顕著に見られるのは、画素分割無しの場合と画素2分割の場合（副画素数2個の場合）の差であり、副画素の数が増加することに伴う白表示時透過率の低下および量産性の低下を考慮すると、1つの画素あたりの副画素の数は2つであることが好ましい。

【0265】

なお、図13および図14を参照して説明したように、補助容量配線のそれぞれに独立に電圧 V_{cs} を供給する構成を採用してもよい。この場合においては、表示期間および調整期間における電圧 V_{cs} の波形の選択肢が増えるというメリットが得られる。ただし、電圧 V_{cs} は、1垂直走査期間内に走査線の電圧がローレベルとされてから少なくとも1回以上はレベル変化を行う必要がある。また、例えば、走査線の2倍の補助容量配線と各補助容量配線にそれぞれ独立に電圧 V_{cs} を供給する構成を備えた液晶表示装置で、走査線の電圧がローレベルとされてから1回だけ電圧 V_{cs} のレベル変化を行う場合は、1垂直走査期間内で、走査線の電圧がローレベルとされてから電圧 V_{cs} がレベル変化を行うまでの時間あるいは、電圧 V_{cs} のレベル変化を行った後、次に走査線の電圧がハイレベ

ルとされるまでの時間が全表示ラインにおいて等しく設定することが望ましい。

【0266】

一方、複数の補助容量幹線のそれぞれに対して複数の補助容量配線を設ける構成を採用すると、1つの補助容量幹線に接続された当該複数の補助容量配線の電圧 V_{cs} の振動の振幅を正確に一致させられるという利点を得られる。もちろん、多数の独立な電圧を提供するよりも回路構成を簡単にできるという利点も得られる。

【0267】

さらに、上述した実施形態1～7の液晶表示装置では、特許文献1に記載されたマルチ絵素駆動方法、即ちCSバスラインに矩形波状の電圧を印加することにより、一画素を構成する2つの副画素の輝度を異ならせる方式を採用していたが、本発明はこれに限定されない。

10

【0268】

本発明の要点は次の2点であり、この2点を満足する実施形態は上記実施形態に限定されない。

【0269】

本発明の第1の要点は、1画素を構成する副画素の輝度を入れ替えることにより、各副画素の輝度を一定時間で平均化して副画素間の輝度差を略ゼロとなるように各副画素の輝度の時間変化を最適化することにある。

【0270】

本発明の第2の要点は、各副画素に印加される電圧を一定時間で平均化した値が全ての副画素で略等しくなるように副画素の極性反転を行い、液晶層に印加される実効電圧の変化（輝度の変化）を最適化することにある。なお、信頼性の観点から、副画素間の平均実効電圧の差は1V以下であることが望ましい。

20

【0271】

上記2つの要点を満足する液晶表示装置の例としては画素の極性（+、-）と副画素の明るさ（明、暗）を組み合わせた4つのフレーム、（明、+）、（明、-）、（暗、+）、（暗、-）を一定期間内で同量含むものがある。また、別の液晶表示装置としては明暗の中間輝度を有する構成では（明、+）、（暗、+）と（中、-）、（中、-）或いは（明、-）、（暗、-）と（中、-）、（中、-）の4つのフレームを一定期間内で同量含むものがある。

30

【0272】

上記要点を満足するためには、上述した実施形態1～7の液晶表示装置に限定されず、フレーム毎に副画素の極性と輝度を制御してもよい。例えば、各副画素のTFT素子が副画素毎に独立のデータ信号、走査信号で駆動する液晶表示装置であってもよい。

【0273】

または、本発明の液晶表示装置は、図25に示したように、各副画素のTFT素子が副画素毎に独立のデータ信号で輝度を制御し、共通の走査線によって駆動される液晶表示装置であってもよい。この場合、副画素の輝度および極性を独立のデータ信号で供給することにより、各副画素の輝度および極性を制御することができる。

【0274】

40

あるいは、本発明の液晶表示装置は、各副画素のTFT素子が副画素毎に共通のデータ信号で輝度を制御し、別個の走査線によって駆動される液晶表示装置であってもよい。この場合、1フレームの時間をさらに分割し各副画素に対応した輝度と極性をデータ信号に供給し、それぞれの副画素で走査時間或いはタイミングを設定する（1フレーム内で時分割する）ことにより、各副画素の輝度および極性を制御することができる。

【0275】

なお、参考のために、本願の基礎出願である特願2006-228476、および、それに関連する特願2006-228475の開示内容を本明細書に援用する。

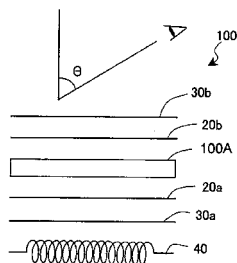
【産業上の利用可能性】

【0276】

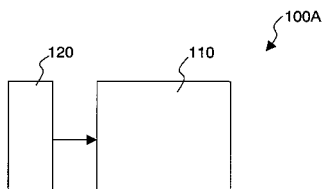
50

本発明によると、 γ 特性の視野角依存性が改善された表示品位の極めて高い大型あるいは高精細の液晶表示装置が提供される。本発明の液晶表示装置は、例えば30型以上の大型のテレビ受像機として好適に用いられる。

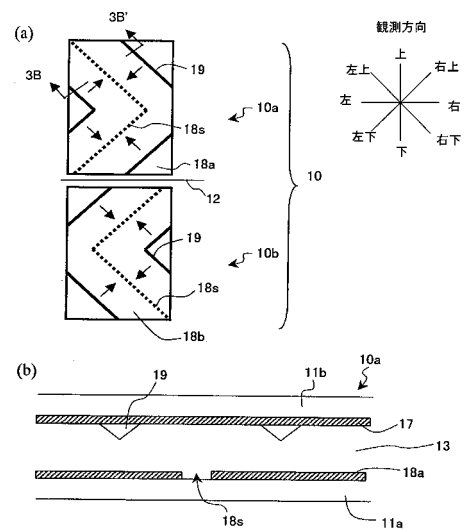
【図1】



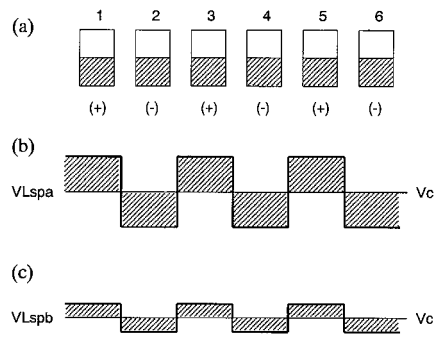
【図2】



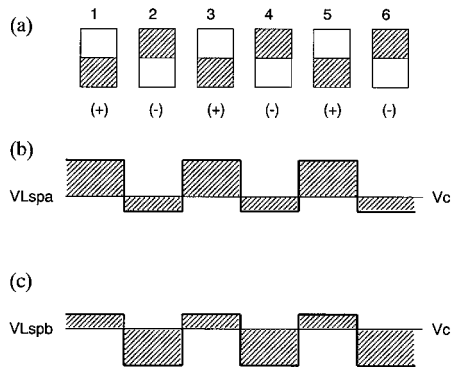
【図3】



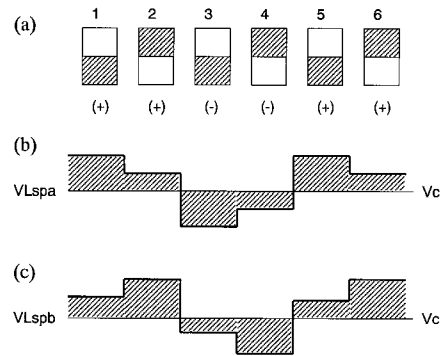
【図 4】



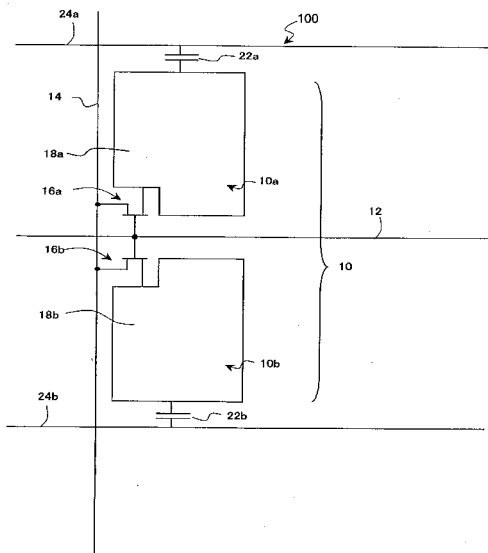
【図 5】



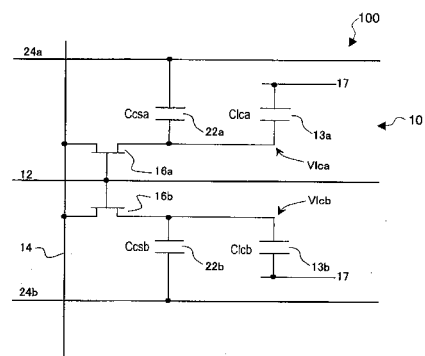
【図 6】



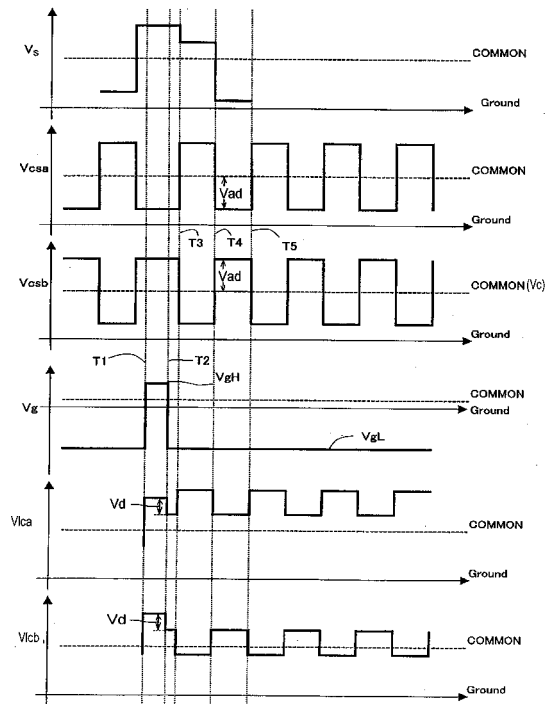
【図 7】



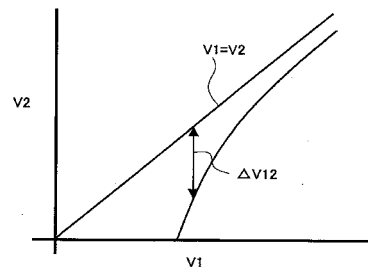
【図 8】



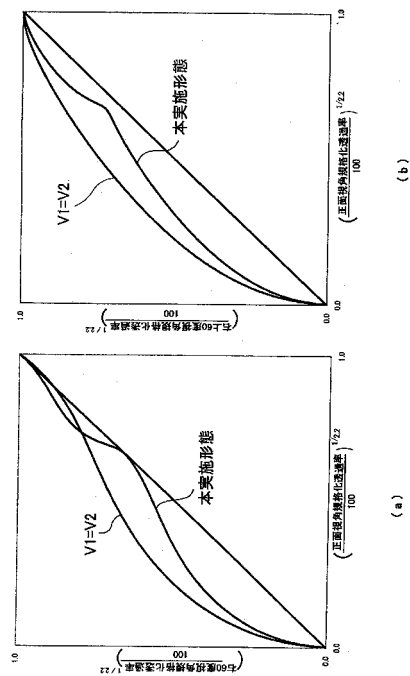
【図 9】



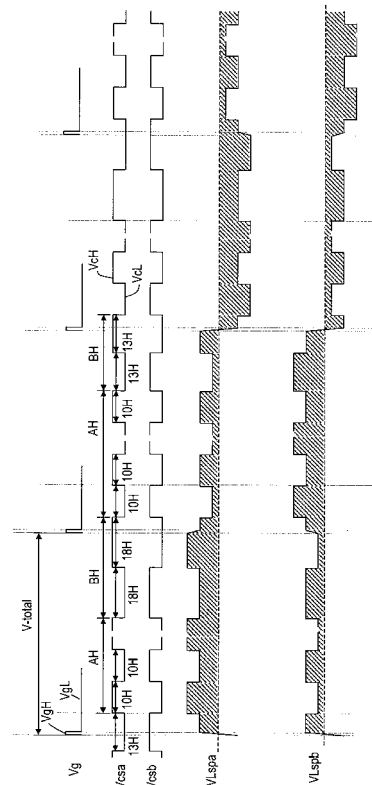
【図 10】



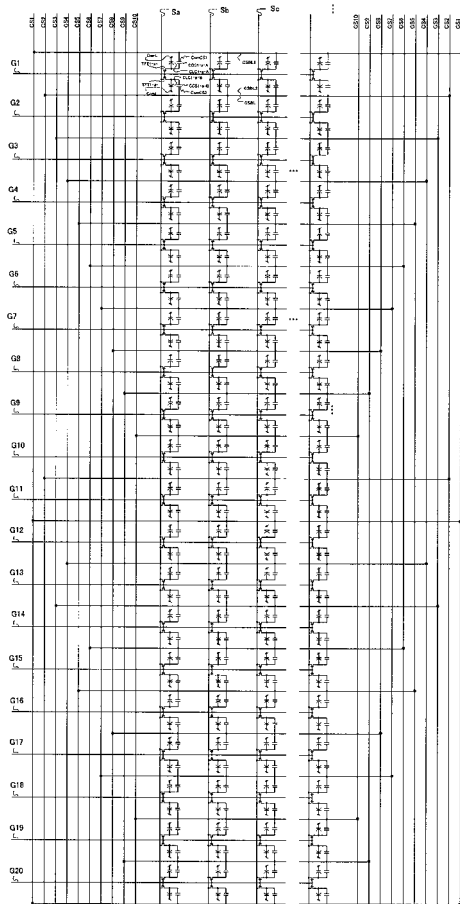
【図 11】



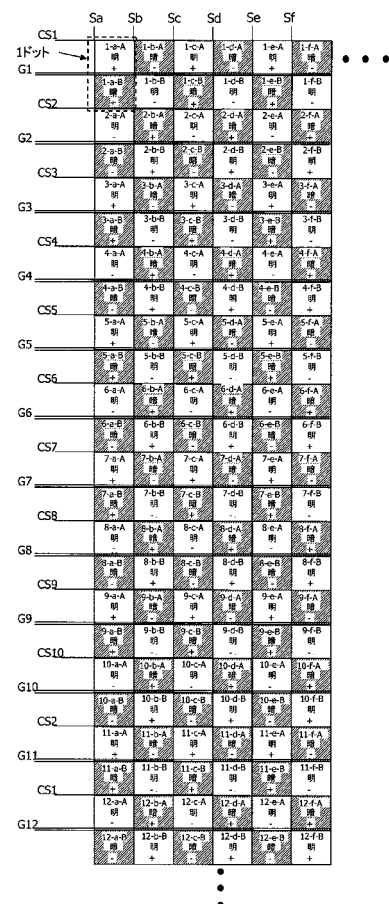
【図 12】



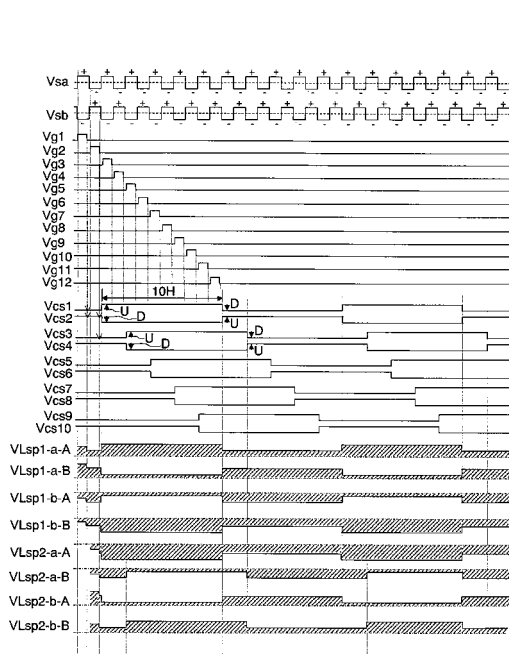
【図 13】



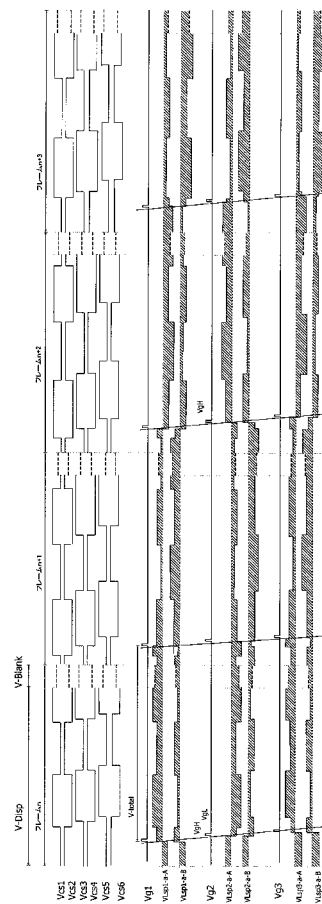
【図 14】



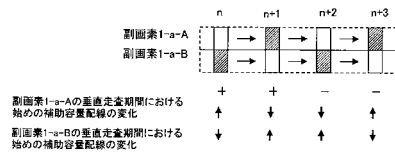
【図 15】



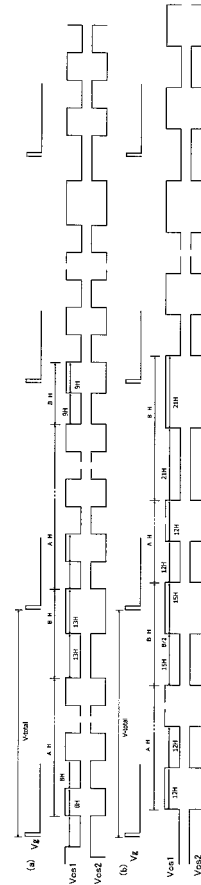
【図 16】



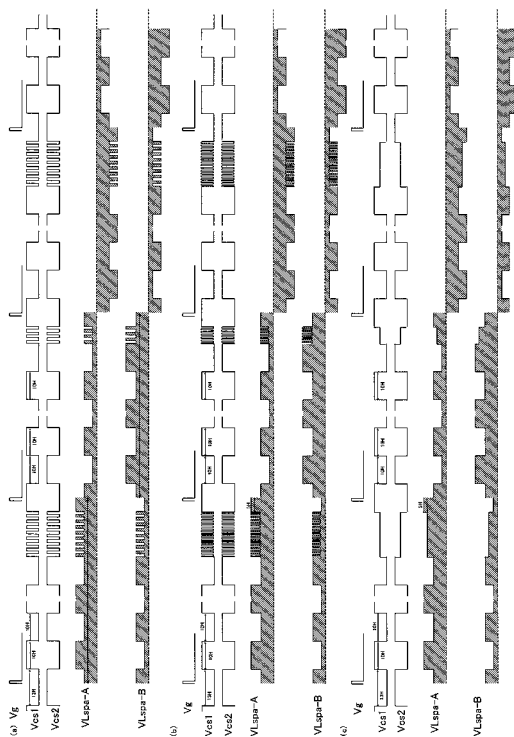
【図 17】



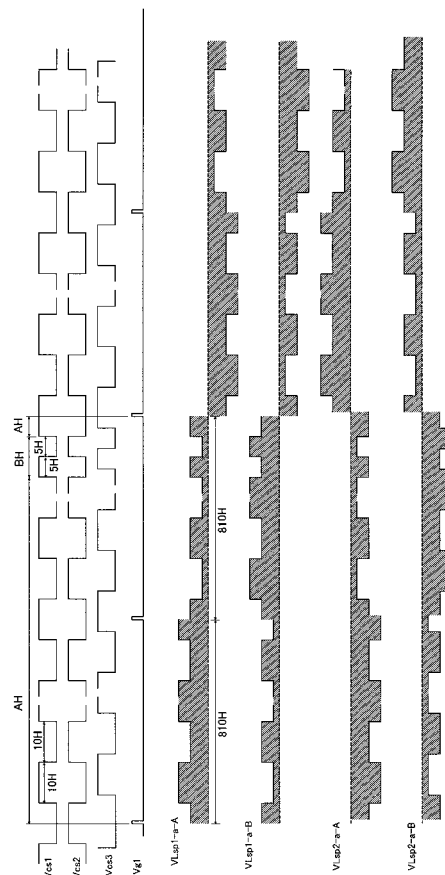
【図 18】



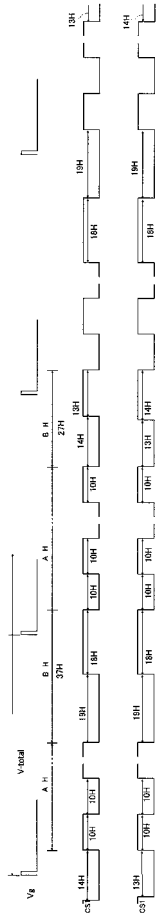
【図 19】



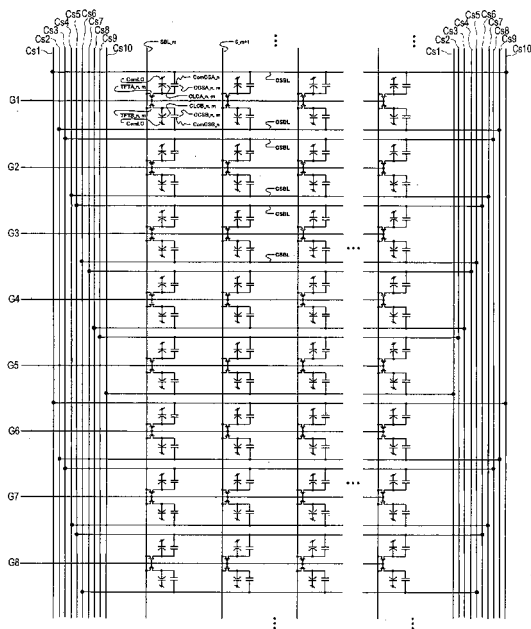
【図 20】



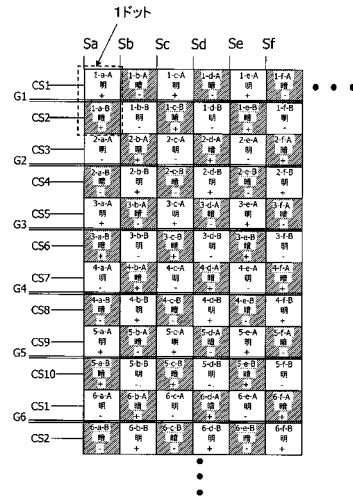
【図 2 1】



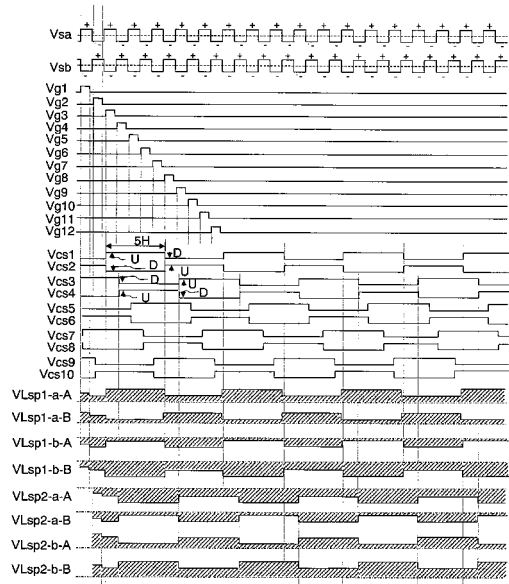
【図 2 3】



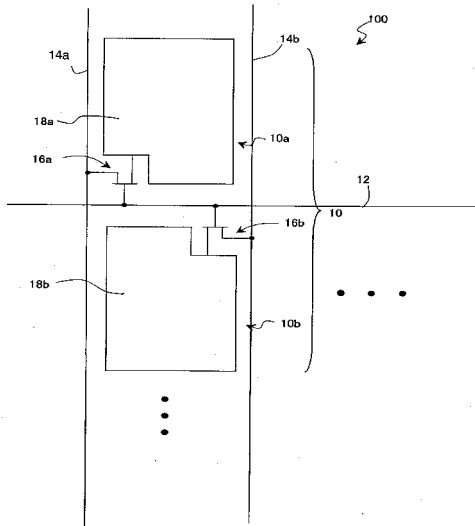
【図 2 2】



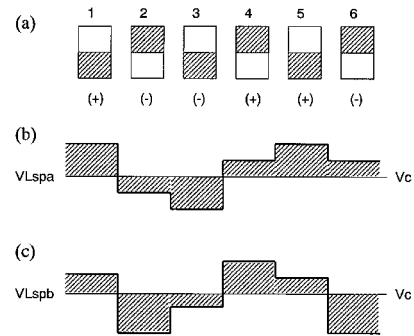
【図 2 4】



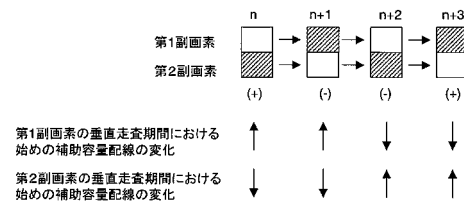
【図 25】



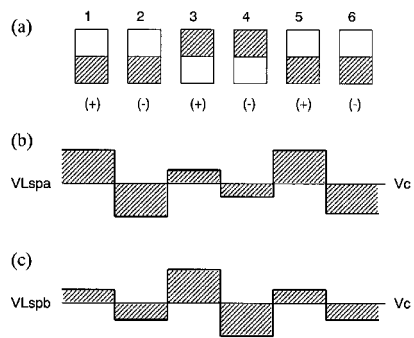
【図 26】



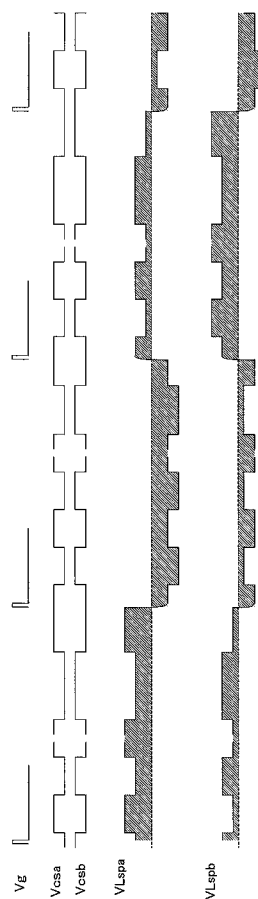
【図 27】



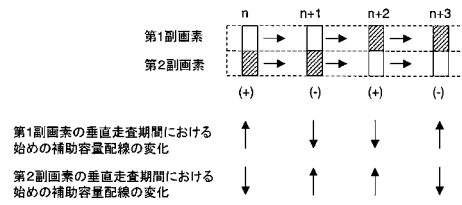
【図 28】



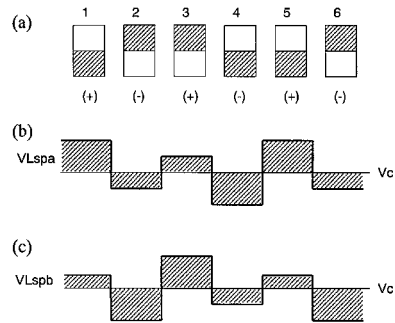
【図 29】



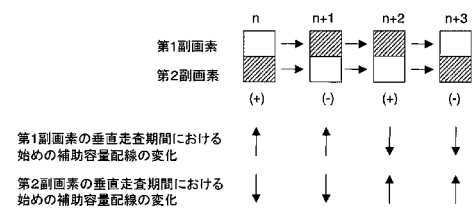
【図 30】



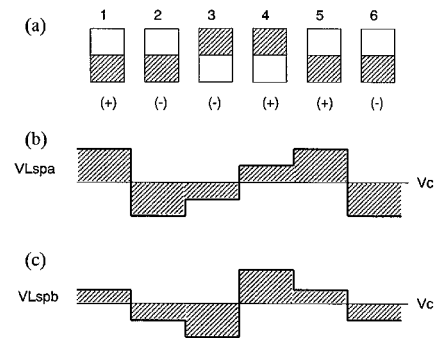
【図 31】



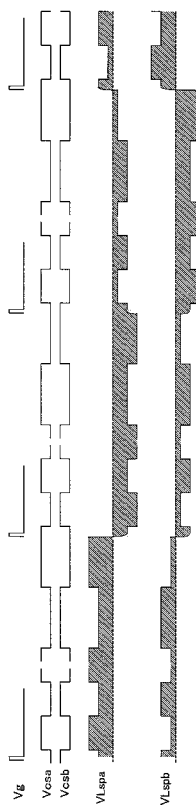
【図 32】



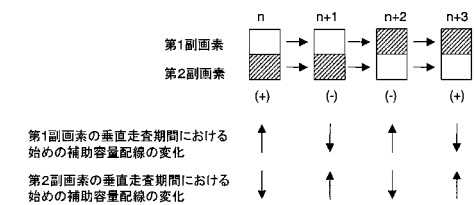
【図 33】



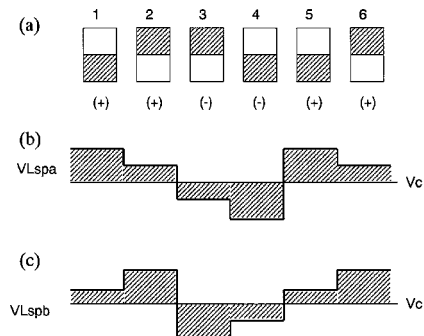
【図 34】



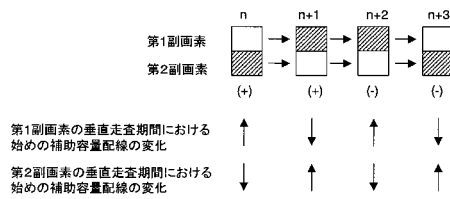
【図 35】



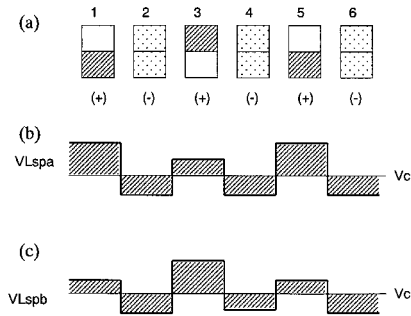
【図 36】



【 図 3 7 】



【 図 3 8 】



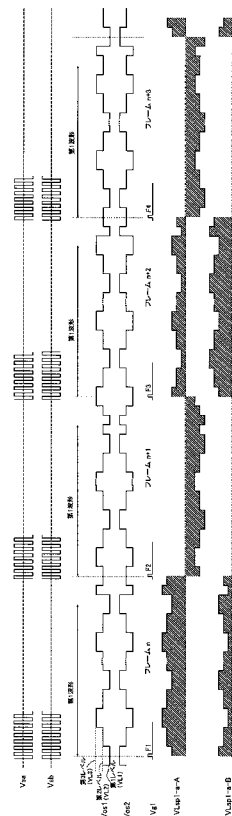
【 図 3 9 A 】

	Sa	Sb	Sc	Sd	Se	Sf	
CS1	1-aA 明	1-bA 明	1-cA 明	1-dA 明	1-eA 明	1-fA 明	
1ドット							
G1	1-aB 暗	1-bB 明	1-cB 暗	1-dB 明	1-eB 暗	1-fB 明	
CS2	2-aA 明	2-bA 明	2-cA 明	2-dA 明	2-eA 明	2-fA 明	
G2	2-aB 暗	2-bB 明	2-cB 暗	2-dB 明	2-eB 暗	2-fB 明	
CS3	3-aA 明	3-bA 明	3-cA 明	3-dA 明	3-eA 明	3-fA 明	
G3	3-aB 暗	3-bB 明	3-cB 暗	3-dB 明	3-eB 暗	3-fB 明	
CS4	4-aA 明	4-bA 明	4-cA 明	4-dA 明	4-eA 明	4-fA 明	
G4	4-aB 暗	4-bB 明	4-cB 暗	4-dB 明	4-eB 暗	4-fB 明	
CS5	5-aA 明	5-bA 明	5-cA 明	5-dA 明	5-eA 明	5-fA 明	
G5	5-aB 暗	5-bB 明	5-cB 暗	5-dB 明	5-eB 暗	5-fB 明	
CS6	6-aA 明	6-bA 明	6-cA 明	6-dA 明	6-eA 明	6-fA 明	
G6	6-aB 暗	6-bB 明	6-cB 暗	6-dB 明	6-eB 暗	6-fB 明	
CS7	7-aA 明	7-bA 明	7-cA 明	7-dA 明	7-eA 明	7-fA 明	
G7	7-aB 暗	7-bB 明	7-cB 暗	7-dB 明	7-eB 暗	7-fB 明	
CS8	8-aA 明	8-bA 明	8-cA 明	8-dA 明	8-eA 明	8-fA 明	
G8	8-aB 暗	8-bB 明	8-cB 暗	8-dB 明	8-eB 暗	8-fB 明	
CS9	9-aA 明	9-bA 明	9-cA 明	9-dA 明	9-eA 明	9-fA 明	
G9	9-aB 暗	9-bB 明	9-cB 暗	9-dB 明	9-eB 暗	9-fB 明	
CS10	10-aA 明	10-bA 明	10-cA 明	10-dA 明	10-eA 明	10-fA 明	
G10	10-aB 暗	10-bB 明	10-cB 暗	10-dB 明	10-eB 暗	10-fB 明	
CS11	11-aA 明	11-bA 明	11-cA 明	11-dA 明	11-eA 明	11-fA 明	
G11	11-aB 暗	11-bB 明	11-cB 暗	11-dB 明	11-eB 暗	11-fB 明	
CS12	12-aA 明	12-bA 明	12-cA 明	12-dA 明	12-eA 明	12-fA 明	
G12	12-aB 暗	12-bB 明	12-cB 暗	12-dB 明	12-eB 暗	12-fB 明	

【 図 3 9 B 】

	Sa	Sb	Sc	Sd	Se	Sf	
CS1	1-a-B 中	1-b-A 中	1-c-A 中	1-d-A 中	1-e-A 中	1-f-A 中	
G1	1-a-B 中	1-b-B 中	1-c-B 中	1-d-B 中	1-e-B 中	1-f-B 中	● ● ●
CS2	2-a-A 中	2-b-A 中	2-c-A 中	2-d-A 中	2-e-A 中	2-f-A 中	
G2	2-a-B 中	2-b-B 中	2-c-B 中	2-d-B 中	2-e-B 中	2-f-B 中	
CS3	3-a-A 中	3-b-A 中	3-c-A 中	3-d-A 中	3-e-A 中	3-f-A 中	
G3	3-a-B 中	3-b-B 中	3-c-B 中	3-d-B 中	3-e-B 中	3-f-B 中	
CS4	4-a-A 中	4-b-A 中	4-c-A 中	4-d-A 中	4-e-A 中	4-f-A 中	
G4	4-a-B 中	4-b-B 中	4-c-B 中	4-d-B 中	4-e-B 中	4-f-B 中	
CS5	5-a-A 中	5-b-A 中	5-c-A 中	5-d-A 中	5-e-A 中	5-f-A 中	
G5	5-a-B 中	5-b-B 中	5-c-B 中	5-d-B 中	5-e-B 中	5-f-B 中	
CS6	6-a-A 中	6-b-A 中	6-c-A 中	6-d-A 中	6-e-A 中	6-f-A 中	
G6	6-a-B 中	6-b-B 中	6-c-B 中	6-d-B 中	6-e-B 中	6-f-B 中	
CS7	7-a-A 中	7-b-A 中	7-c-A 中	7-d-A 中	7-e-A 中	7-f-A 中	
G7	7-a-B 中	7-b-B 中	7-c-B 中	7-d-B 中	7-e-B 中	7-f-B 中	
CS8	8-a-A 中	8-b-A 中	8-c-A 中	8-d-A 中	8-e-A 中	8-f-A 中	
G8	8-a-B 中	8-b-B 中	8-c-B 中	8-d-B 中	8-e-B 中	8-f-B 中	
CS9	9-a-A 中	9-b-A 中	9-c-A 中	9-d-A 中	9-e-A 中	9-f-A 中	
G9	9-a-B 中	9-b-B 中	9-c-B 中	9-d-B 中	9-e-B 中	9-f-B 中	
CS10	10-a-A 中	10-b-A 中	10-c-A 中	10-d-A 中	10-e-A 中	10-f-A 中	
G10	10-a-B 中	10-b-B 中	10-c-B 中	10-d-B 中	10-e-B 中	10-f-B 中	
CS11	11-a-A 中	11-b-A 中	11-c-A 中	11-d-A 中	11-e-A 中	11-f-A 中	
G11	11-a-B 中	11-b-B 中	11-c-B 中	11-d-B 中	11-e-B 中	11-f-B 中	
CS12	12-a-A 中	12-b-A 中	12-c-A 中	12-d-A 中	12-e-A 中	12-f-A 中	
G12	12-a-B 中	12-b-B 中	12-c-B 中	12-d-B 中	12-e-B 中	12-f-B 中	

【 図 4 0 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 G 3/20 6 2 4 C
G 0 9 G 3/20 6 4 1 C
G 0 2 F 1/133 5 5 0

(72)発明者 北山 雅江
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(72)発明者 入江 健太郎
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 8 9 8 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 5 3 0 6 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 2 1 1 4 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G09G 3/20-3/38
G02F 1/133

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP5043847B2	公开(公告)日	2012-10-10
申请号	JP2008530861	申请日	2007-08-13
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	下敷領文一 北山雅江 入江健太郎		
发明人	下敷領 文一 北山 雅江 入江 健太郎		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20 G02F1/133		
CPC分类号	G09G3/3614 G09G3/3406 G09G3/3655 G09G2300/0426 G09G2300/0443 G09G2300/0852 G09G2310/0262 G09G2320/0673 G09G2330/04		
FI分类号	G09G3/36 G09G3/20.621.B G09G3/20.621.M G09G3/20.670.K G09G3/20.680.G G09G3/20.624.C G09G3/20.641.C G02F1/133.550		
代理人(译)	奥田诚治 三宅明子		
优先权	2006228476 2006-08-24 JP		
其他公开文献	JPWO2008023601A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的液晶显示装置包括多个像素，每个像素包括第一子像素和第二子像素，并且甚至在四个或更多个偶数垂直扫描周期内执行预定半色调的显示。，第一子像素的亮度和第二子像素的亮度在偶数垂直扫描周期的至少两个垂直扫描周期中不同，并且第一子像素的亮度和第二子像素的亮度对于每个偶数垂直扫描周期是不同的极性为第一极性的第一极性周期的长度等于作为第二极性的第二极性周期的长度，并且在第一极性周期和第二极性周期的每一个中，第一子像素的液晶层的长度并且施加到第二子像素的液晶层的有效电压的平均值基本为零。

11

フレーム周波数	50Hz	60Hz	75Hz	90Hz	120Hz
特許文献1					
視野角改善効果	○	○	○	○	○
ざらつき	×	×	×	×	×
ちらつき(フリッカー)	○	○	○	○	○
信頼性	○	○	○	○	○
特許文献2					
視野角改善効果	○	○	○	○	×
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	○	○	○	○	○
信頼性	×	×	×	×	×
実施形態1 (図6参照)					
視野角改善効果	○	○	○	○	×
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	○	○	○	○
信頼性	○	○	○	○	○
実施形態3 (図2B参照)					
視野角改善効果	○	○	○	○	○
ざらつき	○	○	○	○	○
ちらつき(フリッカー)	×	×	×	×	○
信頼性	○	○	○	○	○

1911

1によれば、特許文献1の液晶表示装置は全てのフレーム周波数に対して良好な視野