

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5242130号
(P5242130)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl.	F I
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 611A
G02F 1/133 (2006.01)	G09G 3/20 621B
	G09G 3/20 624C
	G09G 3/20 641C
	請求項の数 16 (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-283116 (P2007-283116)
 (22) 出願日 平成19年10月31日(2007.10.31)
 (65) 公開番号 特開2009-109816 (P2009-109816A)
 (43) 公開日 平成21年5月21日(2009.5.21)
 審査請求日 平成22年5月17日(2010.5.17)

前置審査

(73) 特許権者 302062931
 ルネサスエレクトロニクス株式会社
 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
 (74) 代理人 100102864
 弁理士 工藤 実
 (72) 発明者 白井 宏明
 神奈川県川崎市中原区小杉町1丁目403
 番53 NECマイクロシステム株式会社
 内

審査官 中村 直行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示パネル駆動方法、液晶表示装置、及びLCDドライバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ソース線と対向電極とを備える液晶表示パネルを駆動する方法であって、
 (a) 対向電極を、前記対向電極の振幅のHighレベルである第1電位に駆動するステップと、
 (b) 前記(a)ステップの後、前記対向電極と前記ソース線とを前記第1電位よりも低く、接地電位より高い第2電位を有する電源配線に電氣的にショートして、前記対向電極と前記ソース線とを前記第2電位にするステップと、
 (c) 前記(b)ステップの後、前記ソース線を前記電源配線にショートさせた状態を維持したまま、接地電位を有する接地配線に前記対向電極を接続するステップと、
 (d) 前記(c)ステップの後、前記対向電極を前記対向電極の振幅のLowレベルであり、前記接地電位より低い第3電位に駆動するステップと、
 (e) 前記(c)ステップの後、前記ソース線を画像データに対応する電位に駆動するステップ
 とを備え、
前記第1電位が、前記第2電位を昇圧して生成され、
前記ソース線の前記画像データに対応する電位への駆動が、前記第2電位を昇圧して得られる昇圧電源電圧、又は前記昇圧電源電圧からレギュレータ回路を用いて生成された電源電圧によって動作する駆動回路によって行われる
 液晶表示パネル駆動方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の液晶表示パネル駆動方法であって、
 前記 (e) ステップは、前記 (d) ステップの後に行われ、
 前記 (e) ステップでは、前記対向電極を前記第 3 電位に維持したまま前記ソース線が前記画像データに対応する電位に駆動され、
 前記 (d) ステップでは、前記ソース線がハイインピーダンス状態に設定される
 液晶表示パネル駆動方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の液晶表示パネル駆動方法であって、
 前記 (e) ステップは、前記 (d) ステップの後に行われ、
 前記 (e) ステップでは、前記対向電極を前記第 3 電位に維持したまま前記ソース線が前記画像データに対応する電位に駆動され、
 前記 (d) ステップにおいて、前記ソース線が前記電源配線にショートされた状態が維持される
 液晶表示パネル駆動方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の液晶表示パネル駆動方法であって、
 前記 (e) ステップは、前記 (d) ステップの後に行われ、
 前記 (e) ステップでは、前記対向電極を前記第 3 電位に維持したまま前記ソース線が前記画像データに対応する電位に駆動され、
 前記 (d) ステップにおいて、前記ソース線が、前記画像データにตอบสนองしてハイインピーダンス状態に設定され、又は前記電源配線にショートされた状態が維持される
 液晶表示パネル駆動方法。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の液晶表示パネル駆動方法であって、
 前記 (d) ステップの前記対向電極の前記第 3 電位への駆動と、前記 (e) ステップの前記ソース線の前記画像データに対応する電位への駆動とが同時に行われる
 液晶表示パネル駆動方法。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の液晶表示パネル駆動方法であって、
 前記ソース線は、前記ソース線を駆動するソースドライバ回路の出力に接続され、
 前記対向電極は、前記対向電極を駆動する V C O M 回路の出力に駆動され、
 前記 (b) ステップでは、前記ソースドライバ回路の出力と前記 V C O M 回路の出力との間に設けられたスイッチを介して前記対向電極とソース線とがショートされる
 液晶表示パネル駆動方法。

30

【請求項 7】

ソース線と対向電極とを備える液晶表示パネルと、
 前記ソース線に接続されたソース出力を有するソースドライバ回路と、前記対向電極に接続された V C O M 出力を有する V C O M 回路と、所定電位を有する電源配線と、電源回路とを備える L C D ドライバ
 とを具備し、

40

前記ソースドライバ回路は、
 前記ソース線を駆動するための駆動部と、
 前記ソース出力と前記電源配線との間に設けられた第 1 スイッチ
 とを備え、
 前記 V C O M 回路は、
 前記対向電極を前記対向電極の振幅の H i g h レベルである第 1 電位に駆動するための第 1 駆動部と、
 前記対向電極と前記電源配線との間に設けられた第 2 スイッチと、
 前記対向電極と接地電位を有する接地配線との間に設けられた第 3 スイッチと、

50

前記対向電極を前記対向電極の振幅の Low レベルであり、前記接地電位より低い第 3 電位に駆動するための第 2 駆動部

とを備え、

前記電源配線が有する前記所定電位は、前記第 1 電位より低く、前記接地電位よりも高く、

前記第 1 電位は、前記所定電位を前記電源回路で昇圧して生成され、

第 1 期間において、前記 VCOM 回路の前記第 1 駆動部が対向電極を前記第 1 電位に駆動し、

第 1 期間の後の第 2 期間において、前記ソースドライバ回路が前記第 1 スイッチをターンオンして前記ソース線を前記電源配線にショートし、且つ、前記第 VCOM 回路が前記第 2 スイッチをターンオンして前記対向電極を前記電源配線にショートし、

前記第 2 期間の後の第 3 期間において、前記ソースドライバ回路が前記ソース線を前記電源配線にショートした状態を維持し、且つ、前記 VCOM 回路が前記第 3 スイッチをターンオンして前記接地配線に前記対向電極を接続し、

前記第 3 期間の後、前記 VCOM 回路の前記第 2 駆動部が前記対向電極を前記第 3 電位にプルダウンし、前記ソースドライバ回路が前記ソース線を画像データに対応する電位に駆動し、

前記電源回路は、前記所定電位を昇圧して昇圧電源電圧を生成し、前記昇圧電源電圧そのものを、又は、前記昇圧電源電圧からレギュレータ回路を用いて生成した電源電圧を前記ソースドライバ回路に供給する

液晶表示装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の液晶表示装置であって、

前記第 3 期間の後の第 4 期間において、前記 VCOM 回路の前記第 2 駆動部が前記対向電極を前記第 3 電位にプルダウンし、

前記第 4 期間の後の第 5 期間において、前記 VCOM 回路が前記対向電極を前記第 3 電位に維持し、且つ、前記ソースドライバ回路が前記ソース線を画像データに対応する電位に駆動する

液晶表示装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の液晶表示装置であって、

前記第 3 期間の後の第 4 期間において、前記 VCOM 回路の前記第 2 駆動部が前記対向電極を前記第 3 電位に駆動すると同時に、前記ソースドライバ回路が前記ソース線を画像データに対応する電位に駆動する

液晶表示装置。

【請求項 10】

請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載の液晶表示装置であって、

前記ソースドライバ回路は、

前記第 1 スイッチを介して前記ソース出力に接続された共通配線と、

前記共通配線と前記電源配線との間に設けられた第 4 スイッチ

とを更に備え、

前記第 2 スイッチは、前記 VCOM 回路の前記 VCOM 出力と前記共通配線との間に設けられた

液晶表示装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の液晶表示装置であって、

前記ソースドライバ回路は、前記 VCOM 出力に前記第 2 スイッチに対して並列に接続されており、且つ、前記 VCOM 出力と前記電源配線との間に設けられた第 5 スイッチを更に備える

液晶表示装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 1 0 又は 1 1 に記載の液晶表示装置であって、
前記ソースドライバ回路は、更に、前記共通配線と接地配線との間に設けられた第 6 スイッチを備える
液晶表示装置。

【請求項 1 3】

ソース線と対向電極とを備える液晶表示パネルを駆動するための LCD ドライバであって、

前記ソース線に接続されるソース出力を備えたソースドライバ回路と、
前記対向電極に接続される VCOM 出力を有する VCOM 回路と、
所定電位を有する電源配線と、

電源回路

とを具備し、

前記ソースドライバ回路は、

前記ソース線を駆動するための駆動部と、

前記ソース出力と前記電源配線との間に設けられた第 1 スイッチ

とを備え、

前記 VCOM 回路は、

前記対向電極を前記対向電極の振幅の High レベルである第 1 電位に駆動するための第 1 駆動部と、

前記対向電極と前記電源配線との間に設けられた第 2 スイッチと、

前記対向電極と接地電位を有する接地配線との間に設けられた第 3 スイッチと、

前記対向電極を前記対向電極の振幅の Low レベルである第 3 電位に駆動するための第 2 駆動部

とを備え、

前記電源配線が有する前記所定電位は、前記第 1 電位より低く、前記接地電位よりも高く、

前記第 1 電位は、前記所定電位を前記電源回路で昇圧して生成され、

第 1 期間において、前記 VCOM 回路の前記第 1 駆動部が対向電極を前記第 1 電位に駆動し、

第 1 期間の後の第 2 期間において、前記ソースドライバ回路が前記第 1 スイッチをターンオンして前記ソース線を前記電源配線にショートし、且つ、前記第 VCOM 回路が前記第 2 スイッチをターンオンして前記対向電極を前記電源配線にショートし、

前記第 2 期間の後の第 3 期間において、前記ソースドライバ回路が前記ソース線を前記電源配線にショートした状態を維持し、且つ、前記 VCOM 回路が前記第 3 スイッチをターンオンして前記接地配線に前記対向電極を接続し、

前記第 3 期間の後、前記 VCOM 回路の前記第 2 駆動部が前記対向電極を前記第 3 電位にプルダウンし、前記ソースドライバ回路が前記ソース線を画像データに対応する電位に駆動し、

前記電源回路は、前記所定電位を昇圧して昇圧電源電圧を生成し、前記昇圧電源電圧そのものを、又は、前記昇圧電源電圧からレギュレータ回路を用いて生成した電源電圧を前記ソースドライバ回路に供給する

LCD ドライバ。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の LCD ドライバであって、

前記ソースドライバ回路は、

前記第 1 スイッチを介して前記ソース出力に接続された共通配線と、

前記共通配線と前記電源配線との間に設けられた前記第 4 スイッチ

とを更に備え、

前記第 2 スイッチは、前記 VCOM 回路の前記 VCOM 出力と前記共通配線との間に設

10

20

30

40

50

けられた

L C Dドライバ。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の L C Dドライバであって、

前記ソースドライバ回路は、前記 V C O M出力に前記第 2 スイッチに対して並列に接続されており、且つ、前記 V C O M出力と前記電源配線との間に設けられた第 5 スイッチを更に備える

L C Dドライバ。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 又は 1 5 に記載の L C Dドライバであって、

前記ソースドライバ回路は、更に、前記共通配線と接地配線との間に設けられた第 6 スイッチを備える

L C Dドライバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、コモン反転駆動を採用する液晶表示装置における液晶表示パネルの駆動技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

液晶表示パネルの駆動においては、いわゆる焼き付き現象を回避するために、各画素に印加される駆動電圧の極性（即ち、対向電極に対する画素電極の電位の極性）を、適宜の時間間隔で反転する反転駆動が行われる。例えば、各画素の駆動電圧を、1 フレーム期間毎に反転する駆動方法は、フレーム反転駆動と呼ばれる。

【0 0 0 3】

しかしながら、単純なフレーム反転駆動を採用するとフリッカが視認されやすくなる問題が発生する。このため、フレーム反転駆動が行われる場合には、フリッカの抑制のために、各画素に印加される駆動電圧の極性が適宜の空間的間隔で反転される。例えば、隣接する画素の駆動電圧の極性が垂直方向、水平方向のいずれについても逆になるように画素を駆動するドット反転駆動は、広く採用される反転駆動技術の一つである。また、各画素の駆動電圧の極性を、所定数の水平ライン毎に反転する水平ライン反転駆動も広く採用される反転駆動技術の一つである。駆動電圧の極性を反転する水平ラインの周期は、様々に決定可能である。例えば 1 水平ライン毎に駆動電圧の極性を反転する水平ライン反転駆動は、1 H 反転駆動と呼ばれ、また、2 水平ライン毎に駆動電圧の極性を反転する水平ライン反転駆動は、2 H 反転駆動と呼ばれることがある。

【0 0 0 4】

反転駆動は、対向電極の駆動方法によって別の観点で分類することもできる。即ち、反転駆動には、大きく分けて、コモン一定駆動とコモン反転駆動の 2 つの駆動方法がある。コモン一定駆動とは、対向電極の電位を一定に保つ駆動方法であり、コモン反転駆動は、画素の駆動電圧の極性が反転される周期にあわせて対向電極の電位を反転させる駆動方法である。コモン反転駆動は、画素の駆動電圧を発生する駆動回路の動作電圧を低減させることができるメリットがあるため、（採用が可能であるならば）コモン一定駆動よりも望ましい駆動方法である。ドット反転駆動を採用する場合には、コモン反転駆動が採用できないためにコモン一定駆動が採用されるが、水平ライン反転駆動が行われる場合には、一般に、コモン反転駆動が採用される。

【0 0 0 5】

コモン反転駆動を採用する上での一つの問題は、一般的に対向電極は寄生容量が大きい為に、対向電極を駆動するには多くの電力が必要となることである。これは、液晶表示装置の消費電力を増加させるため好ましくない。

【0 0 0 6】

10

20

30

40

50

コモン反転駆動を採用する液晶表示装置の消費電力を低減させるための一つの手法は、対向電極を駆動する前に、液晶表示パネルのソース線（一般には、データ線、信号線と呼ばれることもある）と対向電極とを短絡させることである。これにより、ソース線や対向電極に蓄積されている電荷を有効に利用し、ソース線及び対向電極の駆動に必要な電力を有効に低減させることができる。このような技術は、例えば、特開2007-101570号公報に開示されている。

【0007】

図1は、特開2007-101570号公報に開示された液晶表示装置の構成を示すブロック図である。液晶表示パネル512を駆動する駆動装置600は、ソース線S1～Snを駆動するソース線駆動回路520と、電源回路542とを備えており、電源回路542は、対向電極VCOMに与えられる対向電極電圧を生成し、対向電極VCOMに対向電極電圧を供給する対向電極電圧供給回路560を含む回路構成となっている。ソース線駆動回路520は、対向電極VCOMとソース線S1～Snとを短絡するための短絡回路SHT1～SHTNを備えている。短絡回路SHT1～SHTNは、極性信号POL及び電荷再利用期間指定信号に応じて生成される制御信号BSCに応じて動作する。電源回路542は、画素の駆動電圧の極性に応じて対向電極VCOMの駆動電圧を生成する対向電極電圧供給回路560と、対向電極電圧供給回路560から供給された電圧と設定電圧VSETとの一方を対向電極VCOMに供給する電圧設定回路562とを含む。設定電圧VSETは、接地電位VSSに近い電位である。電圧設定回路562は、極性信号POL及び電荷再利用期間指定信号に応じて生成される制御信号VSCに応じて動作する。

【0008】

図2は、図1の液晶表示装置の動作を示すタイミングチャートである。図2において、符号SLで示された曲線は、あるソース線Sjの電位の変動を示し、符号VCOMで示された曲線は、対向電極VCOMの電位の変動を示している。図2は、液晶表示パネル512がノーマリホワイトである場合の液晶表示装置の動作を示していることに留意されたい。

【0009】

図1の液晶表示装置では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMの駆動手順が、画素の駆動電圧の極性を正から負に切り換える場合と負から正に切り換える場合とで異なる。言い換えれば、駆動手順は、対向電極VCOMを電位VCOMHにプルアップする場合と、電位VCOMLにプルダウンする場合とで異なる。ここで、電位VCOMHとは、画素の駆動電圧の極性が負である場合に対向電極VCOMに設定されるべき所定の正電位であり、電位VCOMLとは、画素の駆動電圧の極性が正である場合に対向電極VCOMに設定されるべき所定の負電位である。

【0010】

画素の駆動電圧の極性が正から負に切り換えられる場合、まず、対向電極VCOMが設定電位VSETに駆動される。具体的には、電圧設定期間信号がアサートされて電圧設定回路562によって設定電位VSETが選択され、対向電極VCOMが設定電位VSETに駆動される。続いて、電荷再利用期間指定信号がアサートされ、これにより、対向電極VCOMとソース線S1～Snとが短絡回路SHT1～SHTnを通じて短絡される。これにより、対向電極VCOMとソース線S1～Snとが、電力の消費なしに、ソース線S1～Snと対向電極VCOMの平均電位になる。対向電極VCOMが事前に設定電位VSETに駆動されるのは、対向電極VCOMとソース線S1～Snとが短絡されたときに、ソース線S1～Snが負電位になることを防ぐためである。対向電極VCOMとソース線S1～Snとが短絡された後、ソース線S1～Snに接続された各画素が所望の駆動電圧に駆動される。

【0011】

一方、画素の駆動電圧の極性が負から正に切り換えられる場合、（対向電極VCOMを設定電位VSETに駆動することなく）対向電極VCOMとソース線S1～Snとが短絡される。対向電極VCOMとソース線S1～Snとが短絡された後、ソース線S1～Sn

10

20

30

40

50

に接続された各画素が所望の駆動電圧に駆動される。

【0012】

いずれの場合でも、対向電極VCOMとソース線S1～Snとが、短絡されることにより、対向電極VCOM又はソース線S1～Snに蓄積された電荷が有効に再利用され、対向電極VCOM及びソース線S1～Snの駆動に必要な電力が低減される。

【特許文献1】特開2007-101570号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、発明者は、上記の従来の駆動方法では、各画素の駆動電圧を負から正に切り換える手順（即ち、対向電極VCOMを電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンする手順）が最適ではなく、電力消費を一層に低減させる余地があることを発見した。これは、従来の駆動方法では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMとが寄生容量によって電気的に結合していることが十分に考慮されていないことに関連している。上述のように、従来の駆動方法では、対向電極VCOMを電位VCOMLにプルダウンする場合の手順は2ステップで構成される：電荷再利用期間においてソース線S1～Snと対向電極VCOMを短絡させ、その後、駆動期間において、ソース線S1～Snが所望の電位に駆動され、対向電極VCOMが電位VCOMLに駆動される。確かに、電荷再利用期間では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMを短絡させているだけなので電力が消費されない。しかしながら、駆動期間では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMとが寄生容量によって結合されることに起因して、不必要に多くの電力が消費される。

【0014】

詳細には、従来の駆動方法では、ソース線S1～Snを所望の電位に駆動する間に、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。対向電極VCOMがプルダウンされると、ソース線S1～Snと対向電極VCOMとが寄生容量によって結合されているためにソース線S1～Snの電位も下がろうとする。この作用を打ち消してソース線S1～Snを所望の電位に駆動するためには、ソース線S1～Snを所望の電位に駆動するのに必要な電力に加え、ソース線S1～Snの電位を下げようとする作用を打ち消すための電力が必要になる。即ち、短絡後のソース線S1～Snと対向電極VCOMの電位を V_{SHT} とし、ソース線Sjの所望の電位を V_j とすると、ソース線Sjを電位 V_j に駆動するためには、ソース線Sjを電圧 $(V_{SHT} - VCOML)$ だけプルダウンしようとする作用を打ち消し、更に、ソース線Sjを電圧 $V_j - V_{SHT}$ だけプルアップできるだけの電力が必要である。

【0015】

同様に、従来の駆動方法では、対向電極VCOMを電位VCOMLにプルダウンする際に、ソース線S1～Snがプルアップされる。ソース線S1～Snと対向電極VCOMとが寄生容量によって結合されているため、ソース線S1～Snがプルアップされると、対向電極VCOMの電位も上がろうとする。この作用を打ち消して対向電極VCOMを所望の電位VCOMLに駆動するためには、対向電極VCOMを電位VCOMLに駆動するのに必要な電力に加え、対向電極VCOMの電位を上げようとする作用を打ち消すための電力が必要になる。

【0016】

このような状況は、ソース線S1～Snの駆動を、昇圧電源によって生成された電源電圧によって行う場合に特に深刻である。液晶表示パネルの駆動では、一般に、ソース線S1～Snの駆動は、2倍昇圧電源によって発生された電源電圧によって行われる。例えば、2倍昇圧電源によって発生された電源電圧によってソース線S1～Snに電荷を供給してソース線S1～Snをプルアップする場合には、2倍昇圧電源を使用しない場合に比べて2倍の電荷が消費される。従って、昇圧電源を使用する場合、ソース線S1～Snの駆動に必要な電力の増大は、より深刻である。

【0017】

10

20

30

40

50

以下では、図2の動作を行う場合に対向電極VCOM及びソース線S1～Snの駆動の際に必要な電荷を計算する。この計算では、液晶表示パネル512の画素が、図3に示されている構造を有していると仮定する。即ち、TFTのゲートにゲート線Giが接続され、TFTのソースにソース線Sjが接続される。TFTのドレインは、画素電極とストレージ容量Cstとに接続される。電気的には、TFTのドレインと対向電極VCOMとの間に、液晶画素容量CIとストレージ容量Cstが接続されることになる。対向電極VCOMとソース線S1～Snの間には寄生容量Csvが形成され、対向電極VCOMとゲート線G1～Gmの間には寄生容量Cgvが形成される。

【0018】

対向電極VCOM及びソース線S1～Snの駆動に必要な電荷の計算では、対向電極VCOMとソース線S1～Snの間の寄生容量Csvのみに着目し、液晶画素容量CI、ストレージ容量Cst、及び寄生容量Cgvは無視する。液晶画素容量CI、ストレージ容量Cstについては、選択されたラインの画素の液晶画素容量CI、ストレージ容量Cstしか電荷のやり取りは発生せず、1個あたりの容量も小さい。従って、液晶画素容量CI及びストレージ容量Cstで発生する電流は小さく、本説明では無視する。また、ゲート線Gjの寄生容量については、対向電極VCOMとゲート線G1～Gmの間の寄生容量CgvよりもTFTのゲートの容量が支配的である。また、一般的な液晶パネルの構成ではゲート線の配線本数もソース線に比べて少なく、寄生容量Cgvはそれほど大きくないので本説明では無視する。よって、対向電極VCOM及びソース線S1～Snの駆動において、消費電流に最も影響するのは、対向電極VCOMとソース線S1～Snの間には寄生容量Csvである。

【0019】

消費電荷の計算は、下記の条件の下で行われる：

電位VCOMLは-1[V]であり、電位VCOMHは+4V[V]であると仮定される。ソース線電位の取り得る範囲は、+0.5～4.5[V]であると仮定される。ソース線駆動回路及び電位VCOMHを生成する回路は、電源電圧VCI(=2.8V)を供給されて動作する2倍昇圧電源によって生成された電源電圧で駆動されると仮定される。一方、電位VCOMLを生成する回路は、電源電圧VCI(=2.8V)を供給されて動作する負電圧電源によって生成された電源電圧で駆動されると仮定される。また、対向電極VCOM及びソース線S1～Snの駆動において、消費電荷に最も影響するのは、対向電極VCOMとソース線S1～Snの間の寄生容量Csvであるため、他の寄生容量Cgv、液晶画素容量CI及びストレージ容量Cstは無視される。ソース線S1～Snと対向電極VCOMの間の寄生容量Csvは、C[F]であると仮定される。更に、液晶表示パネルは、ノーマリホワイトパネルであると仮定される。即ち、白表示が行われる場合には、ソース線が対向電極VCOMの電位に近い電位に駆動され、黒表示が行われる場合にはソース線が対向電極VCOMの電位から遠い電位に駆動される。灰色表示が行われる場合には、ソース線が中間の電位に駆動される。

【0020】

図4は、対向電極VCOMを電位VCOMLから電位VCOMHにプルアップする場合の消費電荷を示す表であり、図5は、対向電極VCOMを電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンする場合の消費電荷を示す表である。

【0021】

(1) 対向電極VCOMを電位VCOMLから電位VCOMHにプルアップする場合

以下では、まず、LCDパネル2で黒表示が行われる場合において消費される電荷の算出について説明する。

【0022】

期間T1を、液晶表示装置1が初期状態にある期間として考える。期間T1では、対向電極VCOMは、電位VCOML(=-1[V])に維持され、更に、ソース線S1～Snは4.5Vに駆動されている。期間T1では電荷の移動はなく、従って、電荷の消費はゼロである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

期間 T 2 では、電圧設定期間指定信号がアサートされ、対向電極 V C O M は、電位 V C O M L から設定電位 V S E T に駆動される。ここで、上述の特許文献では、設定電位 V S E T は、接地電位 V S S 又は接地電位 V S S よりも多少高い電位であると記載されているが、ここでは、設定電位 V S E T は、接地電位 V S S であると仮定される。ソース線 S 1 ~ S n は、4 . 5 V に維持される。対向電極 V C O M の電位 V C O M L から接地電位 V S S へのプルアップは、1 [V] × C の電荷を接地線に捨てることによって行われる。また、ソース線 S 1 ~ S n は、対向電極 V C O M の変動により、1 [V] だけ持ち上がろうとするが、ソース線 S 1 ~ S n の電位は 1 [V] × C の電荷を接地線に捨てることによって + 4 . 5 [V] に維持される。結局、期間 T 2 でも電荷は消費されない。

10

【 0 0 2 4 】

期間 T 3 では、電荷再利用期間指定信号がアサートされ、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M が短絡される。これにより、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の電位は + 2 . 2 5 [V] になる。ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の短絡時には、電荷は打ち消されるだけで新たに供給されないので、期間 T 3 では電荷は消費されず、電力は消費されないことになる。

【 0 0 2 5 】

期間 T 4 では、ソース線 S 1 ~ S n が + 2 . 2 5 [V] から + 0 . 5 [V] に駆動され、対向電極 V C O M が + 2 . 2 5 [V] から電位 V C O M H (= + 4 . 0 [V]) に駆動される。このとき、対向電極 V C O M がプルアップされる影響でソース線 S 1 ~ S n の電位は持ち上がろうとするが、最終的には、ソース線 S 1 ~ S n から接地線に電荷が逃がされるだけなので、ソース線 S 1 ~ S n では電荷は消費されず、電力は消費されないことになる。

20

【 0 0 2 6 】

一方、対向電極 V C O M の駆動では、電力が消費される。留意すべきことは、ソース線 S 1 ~ S n の電位が低下するため、対向電極 V C O M の駆動では、本来的に駆動される電位差の分の電荷よりも多い電荷が消費されることである。対向電極 V C O M は、+ 1 . 7 5 [V] の電位差だけプルアップされるが、ソース線 S 1 ~ S n の電位が 1 . 7 5 V だけプルダウンされるので、結局、3 . 5 [V] × C の電荷を対向電極 V C O M に供給する必要がある。そして、電位 V C O M H を生成する回路は、2 倍昇圧電源によって駆動されるので、電源電圧 V C I を基準として換算すると、対向電極 V C O M の駆動には 7 . 0 [V] × C の電荷が必要である。

30

【 0 0 2 7 】

以上の結果から、黒表示が行われる場合において期間 T 1 ~ T 4 で消費される電荷の合計は、7 . 0 [V] × C である。他の表示色についても、同様の計算を行うことによって消費電荷は算出可能であり、図 4 には、その結果が示されている。

【 0 0 2 8 】

(2) 対向電極 V C O M を電位 V C O M H から電位 V C O M L にプルダウンする場合

まず、黒表示が行われる場合の消費電荷の算出について説明する。

【 0 0 2 9 】

期間 T 1 を、液晶表示装置 1 が初期状態にある期間として考える。期間 T 1 では、対向電極 V C O M は、電位 V C O M H (= 4 . 0 [V]) に維持され、更に、ソース線 S 1 ~ S n は 0 . 5 V に駆動されている。期間 T 1 では電荷の移動はなく、従って、電荷の消費はゼロである。

40

【 0 0 3 0 】

期間 T 2 では、電荷再利用期間指定信号がアサートされ、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M が短絡される。これにより、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の電位は + 2 . 2 5 [V] になる。ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の短絡時には、電荷は打ち消されるだけで新たに供給されないので、期間 T 2 では電力は消費されない。

【 0 0 3 1 】

50

期間T3では、ソース線S1～Snが+2.25[V]から+4.5[V]に駆動され、対向電極VCOMが+2.25[V]から電位VCOML(=-1.0[V])に駆動される。ソース線S1～Snは、本来、2.25Vだけプルアップされればよいはずであるが、対向電極VCOMが3.25Vだけプルダウンされるため、結局、5.5[V]×Cだけの電荷をソース線S1～Snに供給する必要がある。加えて、ソース線S1～Snは、2倍昇圧電源によって駆動されるので、電源電圧VCIを基準として換算すると、ソース線S1～Snの駆動には11.0[V]×Cの電荷が必要である。

【0032】

更に、対向電極VCOMの駆動では、本来、対向電極VCOMが3.25Vだけプルダウンされればよいはずである。しかしながら、対向電極VCOMの駆動では、それ以上の電荷が必要である。即ち、ソース線S1～Snが2.25Vだけプルアップされるため、対向電極VCOMを目標の電位VCOML(=-1.0[V])に駆動するためには、5.5[V]×Cの電荷を対向電極VCOMに供給する必要がある。

10

【0033】

従って、期間T1～T3で消費される電荷の合計は、16.5[V]×Cである。他の表示色についても、同様の計算を行うことによって消費電荷は算出可能であり、図5には、その結果が示されている。

【0034】

上述された対向電極VCOMを電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンする場合の手順には、消費電力が無駄に消費されているという課題がある。以下に詳細に述べられるように、より最適な手順によって対向電極VCOMを電位VCOMLにプルダウンすることによって消費電力を減少させることができる。

20

【課題を解決するための手段】

【0035】

上記の課題を解決するために、本発明は、以下に述べられる手段を採用する。その手段を構成する技術的事項の記述には、[特許請求の範囲]の記載と[発明を実施するための最良の形態]の記載との対応関係を明らかにするために、[発明を実施するための最良の形態]で使用される番号・符号が付記されている。但し、付記された番号・符号は、[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲を限定的に解釈するために用いてはならない。

30

【0036】

本発明の一の観点では、対向電極(VCOM)とソース線(Sj)とを備える液晶表示パネル(2)を駆動する方法である液晶表示パネル駆動方法が、

(a)対向電極(VCOM)を、前記対向電極の振幅のHighレベルである第1電位に駆動するステップと、

(b)前記(a)ステップの後、前記対向電極(VCOM)とソース線(Sj)とを前記第1電位よりも低い第2電位を有する電源配線(27、30、43)に電氣的にショートして、前記対向電極(VCOM)とソース線(Sj)とを前記第2電位にするステップと、

(c)前記(b)ステップの後、ソース線(Sj)を前記電源配線(27、30)にショートさせた状態を維持したまま、接地電位を有する接地配線(44)に前記対向電極(VCOM)を接続するステップと、

40

(d)前記(c)ステップの後、前記対向電極(VCOM)を、前記対向電極の振幅のLowレベルである第3電位に駆動するステップと、

(e)前記(c)ステップの後、前記ソース線(Sj)を画像データに対応する電位に駆動するステップ

とを備えている。(d)ステップと(e)ステップは、同時に実行されてもよく、また、(d)ステップが行われた後、(e)ステップが行われてもよい。

【0037】

本発明の液晶表示パネル駆動方法は、(1)対向電極とソース線とをショートしても電

50

力は消費されない、(2)対向電極の出力を接地端子に接続して対向電極に残っている電荷を接地端子に電荷を流し込んでも新しい電荷は消費されない、という現象を有効に利用することにより、より少ない電力で対向電極を前記対向電極の振幅のHighレベルである第1電位から前記対向電極の振幅のLowレベルである第3電位にプルダウンすることができる。本発明の液晶表示パネル駆動方法は、特に、前記ソース線の前記画像データに対応する電位への駆動が、前記第1電源から供給される第1電源電圧を昇圧して得られる昇圧電源電圧、又は前記昇圧電源電圧からレギュレータ回路を用いて生成された第2電源電圧によって動作する駆動回路によって行われる場合に特に有効である。

【0038】

本発明の他の観点では、液晶表示装置(1、1A)が、ソース線(Sj)と対向電極(VCOM)とを備える液晶表示パネル(2)と、前記ソース線(Sj)に接続されたソース出力を有するソースドライバ回路(3、3A)と、前記対向電極(VCOM)に接続されたVCOM出力を有するVCOM回路(14、14A)と、所定電位を有する電源配線(27、30、43)とを備えるLCDドライバとを具備している。前記ソースドライバ回路(3、3A)は、前記ソース線(Sj)を駆動するための駆動部(25)と、前記ソース出力と前記電源配線(27、30、43)との間に設けられた第1スイッチ(SW1)とを備えている。前記VCOM回路(14、14A)は、前記対向電極を前記対向電極の振幅のHighレベルである第1電位に駆動するための第1駆動部(41)と、前記対向電極(VCOM)と前記電源配線(27、30、43)との間に設けられた第2スイッチ(SW5、SW8)と、前記対向電極(VCOM)と接地配線(44)との間に設けられた第3スイッチ(SW9)と、前記対向電極(VCOM)を前記対向電極(VCOM)の振幅のLowレベルである第3電位に駆動するための第2駆動部(42)とを備えている。前記電源配線(27、30、43)が有する前記所定電位は、前記第1電位より低く、前記接地電位よりも高い。

【0039】

このような構成の液晶表示装置(1、1A)は、上記の液晶表示パネル駆動方法を実行するために好適である。なお、「構成要素Aと構成要素Bの間に設けられた構成要素C」という表現は、構成要素A、Bと構成要素Cとの間に他の構成要素が存在する場合も含む意味で使用されていることに留意されたい。

【0040】

好適な一実施形態では、前記ソースドライバ回路(3A)が、前記第1スイッチ(SW1)を介して前記ソース出力に接続された共通配線(16)と前記共通配線(16)と前記電源配線(27、30、43)との間に設けられた第4スイッチ(SW3)とを更に備えており、第2スイッチ(SW5)は、前記VCOM回路(3A)の前記VCOM出力と前記共通配線(16)との間に設けられている。

【0041】

この場合、前記ソースドライバ回路(3A)は、前記VCOM出力に前記第2スイッチに対して並列に接続されており、且つ、前記VCOM出力と前記電源配線(27、30、43)との間に設けられた第5スイッチ(SW8)を更に備えてもよい。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、対向電極を正電位から負電位にプルダウンする際に必要な電力を有効に低減させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0043】

第1の実施形態：

(液晶表示装置の構成)

図6Aは、本発明の第1の実施形態の液晶表示装置1の構成を示すブロック図である。第1の実施形態の液晶表示装置1は、LCDパネル2とLCDドライバ3とを備えている。LCDドライバ3は、電源回路11と、ソースドライバ回路12と、ゲートドライバ回

10

20

30

40

50

路 1 3 と、V C O M 回路 1 4 と、タイミング制御回路 1 5 とを備えている。

【 0 0 4 4 】

電源回路 1 1 は、V C I 電源配線 3 0 から供給される電源電圧 V C I から各回路に対応する電圧レベルの電源電圧を生成する。ここで、V C I 電源配線 3 0 とは、V C I 電源（図示されない）から電源回路 1 1 に電源電圧 V C I を供給する配線である。V C I 電源は、L C D ドライバ 3 に集積化されてもよく、また、外部に設けられてもよい。

【 0 0 4 5 】

より具体的には、電源回路 1 1 は、ソースドライバ回路 1 2 に電源電圧 V S を供給し、ゲートドライバ回路 1 3 に電源電圧 V G H、V G L を供給する。ここで、電源電圧 V G H は、ゲート線 G j のプルアップに使用される電源電圧であり、電源電圧 V G L は、ゲート線 G j のプルダウンに使用される電源電圧である。更に電源回路 1 1 は、V C O M 回路 1 4 に電源電圧 V C O M H、V C O M L を供給し、タイミング制御回路 1 5 に 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 を供給する。ここで、電源電圧 V C O M H は、対向電圧 V C O M のプルアップに使用される電源電圧であり、電源電圧 V C O M L は、対向電圧 V C O M のプルダウンに使用される電源電圧である。2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 は、電源電圧 V C I を 2 倍昇圧して得られる電源電圧である。

【 0 0 4 6 】

図 6 B は、電源回路 1 1 のうち、電源電圧 V S、電源電圧 V C O M H、V C O M L、及び 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 を生成する部分の構成を示すブロック図である。電源回路 1 1 は、2 倍昇圧回路 3 1 と、V S レギュレータ回路 3 2 と、V C O M H レギュレータ回路 3 3 と、負電圧生成回路 3 4 と、V C O M L レギュレータ回路 3 5 とを備えている。2 倍昇圧回路 3 1 は、V C I 電源配線 3 0 から供給される電源電圧 V C I に対して 2 倍昇圧を行い、2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 を生成する。V S レギュレータ回路 3 2 は、2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 の供給を受けて 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 よりも少し低い電源電圧 V S を生成し、生成した電源電圧 V S をソースドライバ回路 1 2 に供給する。V C O M H レギュレータ回路 3 3 は、2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 の供給を受けて 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 よりも少し低い電源電圧 V C O M H を生成し、生成した電源電圧 V C O M H を V C O M 回路 1 4 に供給する。負電圧生成回路 3 4 は、電源電圧 V C I から負の電源電圧 - V C I を生成し、電源電圧 - V C I を V C O M L レギュレータ回路 3 5 に供給する。V C O M L レギュレータ回路 3 5 は、電源電圧 V C I と負の電源電圧 - V C I の電圧範囲で電源電圧 V C O M L を生成し、生成した電源電圧 V C O M L を V C O M 回路 1 4 に供給する。典型的には、電源電圧 V C I は、2 . 8 V であり（即ち 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 は 5 . 6 V であり）、電源電圧 V S は 5 . 0 V であり、電源電圧 V C O M H は 4 . 0 V であり、電源電圧 V C O M L は、- 1 . 0 V である。なお、ソースドライバ回路 1 2 に電源電圧 V S の代わりに 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 が供給され、ソースドライバ回路 1 2 が 2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 で動作されることも可能である。

【 0 0 4 7 】

電源電圧 V S、電源電圧 V C O M H が供給されている回路で電荷が消費された場合、V C I 電源配線 3 0 では、その 2 倍の電荷が消費されることに留意されたい。これは、電源電圧 V S、電源電圧 V C O M H が供給される回路において消費される電荷を低減することは、消費電力の低減において効果が大きいことを意味している。

【 0 0 4 8 】

ソースドライバ回路 1 2 は、その出力に L C D パネル 2 のソース線 S 1 ~ S n が接続されており、ソース線 S 1 ~ S n を駆動する。ソースドライバ回路 1 2 の出力を、以下では、「ソース出力」ということがある。図 6 C は、ソースドライバ回路 1 2 の構成の例を示すブロック図である。ソースドライバ回路 1 2 は、ラッチ回路 2 1 - 1 ~ 2 1 - n と、ラッチ回路 2 2 - 1 ~ 2 2 - n と、デコーダ回路 2 3 - 1 ~ 2 3 - n と、階調選択回路 2 4 - 1 ~ 2 4 - n と、出力アンプ 2 5 - 1 ~ 2 5 - n と、出力制御回路 2 6 - 1 ~ 2 6 - n と、V C I 電源配線 2 7 とを備えている。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

ラッチ回路 21-1 ~ 21-n は、それぞれ、ストローク信号 STRB1-1 ~ STRB1-n に応答して、ソースドライバ回路 12 に順次に送られる N ビットの画像データを順次にラッチする。詳細には、画像データがソースドライバ回路 12 に順次に転送されるのに同期して、ストローク信号 STRB1-1 ~ STRB1-n が順次にアサートされる。各ラッチ回路 21-j は、対応するストローク信号 STRB1-j がアサートされると画像データをラッチする。ラッチ回路 21-1 ~ 21-n には、合わせて 1 水平ライン分の画素の画像データ、詳細には、次の水平走査期間に選択されるゲート線 G_{j+1} に対応する画素の画像データがラッチされる。

【0050】

ラッチ回路 22-1 ~ 22-n は、共通のストローク信号 STRB2 に応答して、それぞれラッチ回路 21-1 ~ 21-n にラッチされた画像データを同時に、またはピーク電流分散の為に多少タイミングをずらしてラッチする。ラッチ回路 22-1 ~ 22-n には、現在の水平走査期間に選択されるゲート線 G_j に対応する画素の画像データがラッチされる。

10

【0051】

デコーダ回路 23-1 ~ 23-n は、ラッチ回路 22-1 ~ 22-n から受け取った画像データをデコードし、2^N 本の選択信号を出力する。また、回路構成によっては、デコーダ回路 23-1 ~ 23-n とラッチ回路 22-1 ~ 22-n の間にレベルシフト回路が入る構成もある。

【0052】

階調選択回路 24-1 ~ 24-n は、デコーダ回路 23-1 ~ 23-n から受け取った選択信号に応答して、階調電圧 V_{G1} ~ V_{Gp} のうちから一の階調電圧 V_G を選択する。

20

【0053】

出力アンプ 25-1 ~ 25-n は、階調選択回路 24-1 ~ 24-n によって選択された階調電圧 V_G に対応する駆動電圧を出力する。出力アンプ 25-1 ~ 25-n により、ソース線 S₁ ~ S_n は、所望の電圧レベルに駆動される。

【0054】

出力制御回路 26-1 ~ 26-n は、ソースドライバ回路 12 の出力端子（即ち、ソース線 S₁ ~ S_n）と、出力アンプ 25-1 ~ 25-n 及び VCI 電源配線 27 との間の、接続関係を切り換える回路である。ここで、VCI 電源配線 27 とは、VCI 電源（図示されない）から電源電圧 VCI が供給される配線であり、電源回路 11 に接続された VCI 電源配線 30 に電氣的に接続されている。VCI 電源配線 27 の電位は、VCI 電源によって電位 VCI に維持されている。

30

【0055】

出力制御回路 26-1 ~ 26-n のそれぞれは、スイッチ SW1 とスイッチ SW2 とを備えている。スイッチ SW1 は、ソースドライバ回路 12 のソース出力と VCI 電源配線 27 との間に接続されており、スイッチ SW2 は、ソース出力と出力アンプ 25-1 ~ 25-n の間に接続されている。スイッチ SW1 は、タイミング制御回路 15 から供給される制御信号 S-SW1 に応答してオンオフされ、スイッチ SW2 は、制御信号 S-SW2 に応答してオンオフされる。スイッチ SW1 がターンオンされると、ソース線 S₁ ~ S_n が VCI 電源配線 27 に電氣的に接続され、ソース線 S₁ ~ S_n は、電位 VCI に駆動される。一方、スイッチ SW2 がターンオンされると、ソース線 S₁ ~ S_n が出力アンプ 25-1 ~ 25-n に電氣的に接続され、これにより、ソース線 S₁ ~ S_n が画像データに対応する電位に駆動される。

40

【0056】

デコーダ回路 23-1 ~ 23-n、階調選択回路 24-1 ~ 24-n、出力アンプ 25-1 ~ 25-n、及び出力制御回路 26-1 ~ 26-n は、2 倍昇圧電源電圧 VDD2 から生成された電源電圧 VS の供給を受けて動作していることに留意されたい。これらの回路で電荷が消費されると、その 2 倍の電荷が VCI 電源配線 30 で消費される。

【0057】

50

なお、ソースドライバ回路12の構成は様々に変更可能であることに留意されたい。例えば、ソースドライバ回路12から、出力アンプ25-1~25-nが除去されることもある。

【0058】

図6Aを再度に参照して、ゲートドライバ回路13は、電源電圧VGH、VGLの供給を受け、ゲート線G1~Gmを駆動する回路である。ゲートドライバ回路13は、ゲート線G1~Gmを走査して順次に駆動する。

【0059】

VCOM回路14は、その出力に対向電極VCOMが接続されており、対向電極VCOMを駆動する役割を有している。以下では、VCOM回路14の出力をVCOM出力ということがある。VCOM回路14は、VCOMH出力アンプ41と、VCOML出力アンプ42と、VCI電源配線43と、接地配線44と、スイッチSW6~SW9とを備えている。VCOMH出力アンプ41は、電源電圧VCOMHが供給されており、対向電極VCOMを電位VCOMHにプルアップするために使用される。一方、VCOML出力アンプ42には電源電圧VCOMLが供給されており、対向電極VCOMをVCOML電位にプルダウンするために使用される。VCI電源配線43は、VCI電源に接続されている配線であり、その電位は、電位VCIに維持されている。VCI電源配線43は、上述のVCI電源配線27及び30に電気的に接続されている。接地配線44は、接地電位VSSに維持されている配線である。スイッチSW6は、VCOM回路14のVCOM出力とVCOMH出力アンプ41の間に接続されており、タイミング制御回路15から供給される制御信号S-SW6にตอบสนองしてオンオフされる。スイッチSW7は、VCOM出力とVCOML出力アンプ42の間に接続されており、タイミング制御回路15から供給される制御信号S-SW7にตอบสนองしてオンオフされる。スイッチSW8は、VCOM出力とVCI電源配線43の間に接続されており、タイミング制御回路15から供給される制御信号S-SW7にตอบสนองしてオンオフされる。スイッチSW9は、VCOM出力と接地電位VSS44の間に接続されており、タイミング制御回路15から供給される制御信号S-SW9にตอบสนองしてオンオフされる。

【0060】

VCOMH出力アンプ41は、2倍昇圧電源電圧VDD2から生成された電源電圧VCOMHの供給を受けて動作しており、VCOMH出力アンプ41で電荷が消費されると、その2倍の電荷がVCI電源配線30で消費されることに留意されたい。

【0061】

タイミング制御回路15は、LCDドライバ3のタイミング制御を行う。より具体的には、タイミング制御回路15は、制御信号S-SW1、S-SW2をソースドライバ回路12に供給し、制御信号S-SW6~S-SW9をVCOM回路14に供給する。

【0062】

(動作)

本実施形態の液晶表示装置1の動作の主たる特徴は、駆動電圧の極性を負から正に切り換える手順、即ち、対向電極VCOMを電位VCOMHから負電位VCOMLにプルダウンする手順にある。本実施形態では、対向電極VCOMを負電位VCOMLにプルダウンする手順を最適化することにより、消費電力の低減を達成している。

【0063】

より具体的には、図7Aに示されているように、本実施形態では、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとをVCI電源にショートさせて電位VCIにした後、ソース線S1~Snを電位VCIに保ったまま対向電極VCOMを接地配線に接続して接地電位にプルダウンする。更に、対向電極VCOMを負電位VCOMLにプルダウンする。その後、ソース線S1~Snを所望の電位に駆動する。ソース線S1~Snと対向電極VCOMとをVCI電源にショートさせる動作は、電荷を消費せずに実行でき、また、対向電極VCOMを接地配線に接続する動作は、ソース線S1~Snで電荷を消費するものの、対向電極VCOMでは電荷を消費しない。これらの動作の後、対向電極VCOMを負電位VCOM

10

20

30

40

50

Lにプルダウンすることにより、消費電力を減少させながら、対向電極VCOMを電位VCOMHから負電位VCOMLにプルダウンすることができる。

【0064】

図2に示された従来技術では、対向電極VCOMの駆動とソース線S1～Snの駆動を同時に行っているため、対向電極VCOMとソース線S1～Snの両方で、無駄に電力を消費する。即ち、従来技術では、対向電極VCOMの駆動においてソース線S1～Snがプルアップされることによる影響をキャンセルするための電力が余計に必要になり、ソース線S1～Snの駆動において対向電極VCOMがプルダウンされることによる影響をキャンセルするための電力が余計に必要になる。一方、本実施形態の動作では、ソース線S1～Snの駆動において、対向電極VCOMのプルダウンによる影響をキャンセルするの
10
に2倍昇圧した電源電圧を使用せず、VCI電源にショートしている時に影響をキャンセルさせているので半分の電力の消費で済む。また、その後、ソース線S1～Snを目的の電位にするのに、電位変化が小さいのでソース線S1～Snの駆動に必要な電力が低減される。ソース線S1～Snは、2倍昇圧電源電圧VDD2から発生される電源電圧VSを用いて駆動されるため、ソース線S1～Snの駆動に必要な電荷を少なくすることは、消費電力を低減するために有効である。

【0065】

厳密には、本実施形態の動作では、対向電極VCOMを接地電位VSSにプルダウンする際にソース線S1～Snを電位VCIに保つために追加的に電力が必要になるという不利益がある。しかしながら、この電力は、対向電極VCOMの駆動とソース線S1～Sn
20
の駆動を同時に行うために必要な電力の増加に較べて小さい。以下、本実施形態の動作を詳細に説明する。

【0066】

(1) 対向電極VCOMを電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンする場合

図7Aは、駆動電圧の極性を負から正に切り換える場合、即ち、対向電極VCOMを電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンする場合の液晶表示装置1の動作を説明するタイミングチャートであり、図8Aは、各期間における液晶表示装置1の動作を示すフローチャートである。以下では、期間T1に液晶表示装置1が初期状態にあるとして説明を行う。

【0067】

期間T1では、対向電極VCOMは、電位VCOMHにプルアップされており、ソースS1～Snは、画像データに対応した電位に駆動されている。黒表示が行われる場合、ソースS1～Snは、電位VCOMHよりも低く、且つ、電位VCOMHから離れた正電位に駆動される。一方、白表示が行われる場合、ソースS1～Snは、電位VCOMHよりも少し高い電位に駆動される。加えて、スイッチSW1、SW7～SW9がターンオフされる一方、スイッチSW2、SW6がターンオンされる。即ち、制御信号S-SW1、S-SW7～SW9はネゲートされ、制御信号S-SW2、S-SW6はアサートされる。

【0068】

期間T2から、駆動電圧の極性を負から正に切り換える動作が開始される。期間T2では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMとがVCI電源にショートされる。詳細には
40
、制御信号S-SW1、S-SW8がアサートされてスイッチSW1、SW8がターンオンされる一方、スイッチSW2、SW6、SW7、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1～SnがVCI電源配線27に接続され、対向電極VCOMがVCI電源配線43に接続され、ソース線S1～Sn及び対向電極VCOMが電位VCIになる。VCI電源配線27とVCI電源配線43とは、いずれもVCI電源配線30に電氣的に接続されていることに留意されたい。この動作では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMの電荷がVCI電源配線27、43を通じて再分配されるだけなので、電力は消費されない。

【0069】

期間T2に続く期間T3では、ソース線S1～SnがVCI電源に接続された状態のま
50

ま、対向電極VCOMが接地電位VSSにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW1、S-SW9がアサートされてスイッチSW1、SW9がターンオンされる。スイッチSW2、SW6、SW7、SW8はターンオフされる。この動作により、ソース線S1~SnがVCI電源配線27に接続されたまま、対向電極VCOMが接地配線44にショートされる。この動作では、ソース線S1~Snを電位VCIに維持するために電荷が消費されるものの、対向電極VCOMを接地電位VSSにプルダウンするには電荷は必要ない。

【0070】

期間T3に続く期間T4では、ソース線S1~Snをハイインピーダンス状態にした状態で、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW7がアサートされてスイッチSW7がターンオンされる一方、スイッチSW1、SW2、SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、対向電極VCOMがVCOML出力アンプ42の出力に接続され、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。ソース線S1~Snの電位は、対向電極VCOMのプルダウンによって低下するが、対向電極VCOMの電位の変化は小さいので、ソース線S1~Snの電位の変化量も小さく、この期間T4では電荷は消費しない。

10

【0071】

期間T4に続く期間T5では、対向電極VCOMが電位VCOMLに維持された状態で、ソース線S1~Snが(期間T1とは別の)画像データに応じた電位に駆動される。詳細には、制御信号S-SW2、S-SW7がアサートされてスイッチSW2、SW7がターンオンされる一方、スイッチSW1、SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1~Snが出力アンプ25-1~25-nに接続され、画像データに応じた電位に駆動される。

20

【0072】

図9~図13は、それぞれ、期間T1~T5における電荷の状態の例を詳細に示す図である。図9~図13の説明では、電位VCOMLは-1.0[V]であり、電位VCOMHは+4.0[V]、電位VCIは、2.8[V]であると仮定される。ソース線電位の取り得る範囲は、+0.5~4.5[V]であると仮定される。また、対向電極VCOM及びソース線S1~Snの駆動において、消費電荷に最も影響するのは、対向電極VCOMとソース線S1~Snの間の寄生容量C_{sv}であるため、対向電極VCOMとゲート線G1~Gmの寄生容量C_{gv}、液晶画素容量C_I及びストレージ容量C_{st}の影響は小さいので無視する。各ソース線S_jと対向電極VCOMの間の寄生容量C_{sv}は、C[F]であると仮定される。更に、LCDパネル2は、ノーマリホワイトパネルであると仮定され、且つ、LCDパネル2に黒表示が行われると仮定される。即ち、対向電極VCOMが電位VCOMH(=4.0[V])にプルアップされる場合には、ソース線S_jが0.5Vに駆動され、対向電極VCOMが電位VCOML(=-1.0[V])にプルダウンされる場合には、ソース線S_jが4.5Vに駆動されると仮定される。

30

【0073】

初期状態である期間T1では、図9に示されているように、対向電極VCOMが電位VCOMH(=+4.0[V])であり、ソース線S_jの電位は、0.5Vである。結果として、3.5[V]×Cの電荷が、ソース線S_jと対向電極VCOMの間の寄生容量に蓄えられている。

40

【0074】

期間T2では、図10に示されているように、対向電極VCOMとソース線S1~SnがVCI電源にショートされる。この動作では、寄生容量に蓄積された電荷が対向電極VCOMからソース線S1~Snに移動されるだけであり、VCI電源では電力は消費されない。期間T2では、ソース線S1~Snと対向電極VCOMの間の寄生容量に蓄えられる電荷は0になる。

【0075】

期間T3では、図11に示されているように、ソース線S1~Snが電位VCIに維持

50

されたまま、対向電極 VCOM が接地電位 VSS にプルダウンされる。このとき、ソース線 S1 ~ Sn を電位 VCI に維持するために、VCI 電源からソース線 S1 ~ Sn に、対向電極 VCOM の電位変化に相当する電荷（即ち、 $2.8 [V] \times C$ の電荷）が供給される。即ち、VCI 電源で消費される電荷は、 $2.8 [V] \times C$ である。一方、対向電極 VCOM の接地電位 VSS へのプルダウンは、接地配線 44 に電荷が流出させるだけで実現されるので、VCI 電源で消費される電荷は 0 である。期間 T3 では、ソース線 S1 ~ Sn と対向電極 VCOM の間の寄生容量に蓄えられる電荷は $2.8 [V] \times C$ であり、期間 T3 で $2.8 [V] \times C$ の電荷が消費されことになる。

【0076】

期間 T4 では、図 12 に示されているように、ソース線 S1 ~ Sn がハイインピーダンス状態にされ、更に、対向電極 VCOM が電位 VCOML (= $-1.0 [V]$) にプルダウンされる。対向電極 VCOM のプルダウンと共に、ソース線 S1 ~ Sn も対向電極 VCOM と同じ電位変化を示し、ソース線 S1 ~ Sn は、 $1.8 [V]$ にプルダウンされる。対向電極 VCOM の電位 VCOML へのプルダウンでは、ソース線 S1 ~ Sn と対向電極 VCOM の間の寄生容量に蓄積された電荷は移動されないため、VCI 電源で消費される電荷は 0 である。

【0077】

期間 T5 では、図 13 に示されているように、対向電極 VCOM が電位 VCOML (= $-1.0 [V]$) に維持されたまま、ソース線 S1 ~ Sn が $4.5 V$ にプルアップされる。このとき、ソース線 S1 ~ Sn を $4.5 V$ にプルアップするために、 $2.7 [V] \times C$ の電荷が、ソース線 S1 ~ Sn に供給される。ソース線 S1 ~ Sn は、2 倍昇圧電源 VDD2 から生成された電源電圧 VS で駆動されるので、VCI 電源で消費される電荷は、その 2 倍の $5.4 [V] \times C$ である。加えて、ソース線 S1 ~ Sn のプルアップの影響をキャンセルして対向電極 VCOM を $-1.0 [V]$ に維持するために、VCOML 出力アンブ 42 では、ソース線 S1 ~ Sn の電位変化に相当する電荷（即ち、 $2.7 [V] \times C$ の電荷）が消費される。結果として、期間 T5 において VCI 電源で消費される電荷は、 $8.1 [V] \times C$ である。

【0078】

期間 T1 ~ T5 の全体では、黒表示が行われる場合、VCI 電源において合計 $10.9 [V] \times C$ の電荷が消費される。他の表示色についても、同様の計算により、VCI 電源において消費される電力が算出可能である。

【0079】

図 14 は、図 7 A、図 8 A の駆動方法によって消費される電荷を各表示色について示す表である。上述の通り、黒表示が行われる場合、VCI 電源において合計 $10.9 [V] \times C$ の電荷が消費される。更に、白表示が行われる場合、合計 $4.1 [V] \times C$ の電荷が消費され、灰色表示が行われる場合、合計 $4.9 [V] \times C$ の電荷が消費される。図 7 A、図 8 A の駆動方法の利点は、図 14 と、従来の駆動方法において消費される電荷を示す図 5 とを比較すれば理解されよう。特に、黒表示が行われる場合については、従来技術の駆動方法では $16.5 [V] \times C$ の電荷が消費されるのに対し、本実施形態の駆動方法では消費される電荷を $10.9 [V] \times C$ にまで低減させることができる。他の表示色についても、消費される電荷を低減させることができる。図 38 は、消費電荷及び消費電流の対比表である。消費電流は、ソース線 S1 ~ Sn と対向電極 VCOM 間の容量 C が $10000 pF$ 、ゲート線 G1 ~ Gn の数が 160 ライン、及びフレーム周波数が $60 Hz$ であるとして算出されている。例えば、消費電荷が $10 [V] \times C$ である場合、

$$I = 10000 (pF) \times 10 [V] \times 160 \times 60 \\ = 0.96 [mA] \text{ である。}$$

図 38 に示されているように、本実施形態の駆動方法によれば、消費される電荷を、黒表示が行われる場合については約 34%、白表示が行われる場合についても約 9% 低減させることができる。

【0080】

10

20

30

40

50

第1の実施形態において、対向電極VCOMの接地電位VSSから電位VCOMLへのプルダウンとソース線S1～Snの画像データに応じた電位への駆動とが同時に行われてもよい。図7Bは、この場合における液晶表示装置1の動作を説明するタイミングチャートであり、図8Bは、図7Bの各期間における液晶表示装置1の動作を示すフローチャートである。

【0081】

図7B、図8Bの期間T1～期間T3における動作は、図7A、図8Aに示された動作と同一である。

即ち、液晶表示装置1が初期状態にある期間T1では、対向電極VCOMが電位VCOMHにプルアップされており、ソースS1～Snが画像データに対応した電位に駆動されている。加えて、スイッチSW1、SW7～SW9がターンオフされる一方、スイッチSW2、SW6がターンオンされる。即ち、制御信号S-SW1、S-SW7～SW9はネゲートされ、制御信号S-SW2、S-SW6はアサートされる。図7B、図8Bの動作の期間T1における電荷の状態は、図9に示された、図7A、図8Aの動作の期間T1における電荷の状態と同一である。

【0082】

期間T2から、駆動電圧の極性を負から正に切り換える動作が開始される。期間T2では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMとがVCI電源にショートされる。詳細には、制御信号S-SW1、S-SW8がアサートされてスイッチSW1、SW8がターンオンされる一方、スイッチSW2、SW6、SW7、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1～SnがVCI電源配線27に接続され、対向電極VCOMがVCI電源配線43に接続され、ソース線S1～Sn及び対向電極VCOMが電位VCIになる。VCI電源配線27とVCI電源配線43とは、互いに電氣的に接続されていることに留意されたい。この動作では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMの電荷がVCI電源配線27、43を通じて再分配されるだけなので、電力は消費されない。図7B、図8Bの動作の期間T2における電荷の状態は、図10に示された、図7A、図8Aの動作の期間T2における電荷の状態と同一である。

【0083】

期間T2に続く期間T3では、ソース線S1～SnがVCI電源に接続された状態のまま、対向電極VCOMが接地電位VSSにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW1、S-SW9がアサートされてスイッチSW1、SW9がターンオンされる。スイッチSW2、SW6、SW7、SW8はターンオフされる。この動作により、ソース線S1～SnがVCI電源配線27に接続されたまま、対向電極VCOMが接地配線44にショートされる。この動作では、ソース線S1～Snを電位VCIに維持するために電荷が消費されるものの、対向電極VCOMを接地電位VSSにプルダウンするには電荷は必要ない。図7B、図8Bの動作の期間T3における電荷の状態は、図11に示された、図7A、図8Aの動作の期間T3における電荷の状態と同一である。図9～図13と同様の条件の下で黒表示が行われる場合（電位VCIが2.8Vであり、ソース線S1～Snが駆動されるべき電位が4.5Vであり、電位VCOMLが-1.0Vである場合）には、期間T3では、 $2.8[V] \times C$ の電荷がソース線S1～Snを電位VCIに維持するために消費される。

【0084】

期間T3に続く期間T4では、ソース線S1～Snが画像データに応じた電位に駆動されると共に、対向電極VCOMが接地電位VSSから電位VCOMLにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW2、S-SW7がアサートされてスイッチSW2、SW7がターンオンされる一方、スイッチSW1、SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1～Snが出力アンプ25-1～25-nに接続されると共に、対向電極VCOMがVCOML出力アンプ42の出力に接続される。このとき、ソース線S1～Snを画像データに応じた電位に駆動するためには、対向電極VCOMが接地電位VSSから電位VCOMLにプルダウンされる影響をキャンセルしつつソース線を電位

10

20

30

40

50

V C I から画像データに応じた電位に駆動するだけに必要な電荷をソース線に供給する必要がある。従って、図 9 ~ 図 1 3 と同様の条件の下で黒表示が行われる場合には、 $2.7 [V] \times C$ の電荷がソース線 $S 1 \sim S n$ の駆動のために消費される。詳細には、 $1.0 [V] \times C$ の電荷は対向電極 V C O M が接地電位 V S S から電位 V C O M L にプルダウンされる影響をキャンセルするために使用され、 $1.7 [V] \times C$ の電荷はソース線 $S 1 \sim S n$ を $2.8 V$ から $4.5 V$ にプルアップするために使用される。ソース線 $S 1 \sim S n$ は、2 倍昇圧電源 V D D 2 から生成された電源電圧 V S で駆動されるので、V C I 電源で消費される電荷は、その 2 倍の $5.4 [V] \times C$ である。一方、ソース線 $S 1 \sim S n$ のプルアップの影響をキャンセルしつつ対向電極 V C O M を $-1.0 [V]$ に駆動するために、V C O M L 出力アンプ 4 2 では、ソース線 $S 1 \sim S n$ の電位変化及び対向電極 V C O M の電位変化の和に相当する電荷（即ち、 $2.7 [V] \times C$ の電荷）が消費される。結果として、期間 T 4 において V C I 電源で消費される電荷は、 $8.1 [V] \times C$ である。

【 0 0 8 5 】

結果として、図 7 B、図 8 B の動作によって黒表示が行われる場合、図 7 A、図 8 A の動作と同様に、V C I 電源において合計 $10.9 [V] \times C$ の電荷が消費される。

【 0 0 8 6 】

このような動作でも、ソース線 $S 1 \sim S n$ の駆動において、対向電極 V C O M の電位 V C I から接地電位 V S S へのプルダウンによる影響をキャンセルするのに 2 倍昇圧した電源電圧を使用せず、V C I 電源にショートしている時に影響をキャンセルさせているので半分の電力の消費で済む。また、その後、ソース線 $S 1 \sim S n$ を目的の電位にするのに、電位変化が小さいのでソース線 $S 1 \sim S n$ の駆動に必要な電力が低減される。

【 0 0 8 7 】

(2) 対向電極 V C O M を電位 V C O M L から電位 V C O M H にプルアップする場合

図 1 5 は、駆動電圧の極性を正から負に切り換える場合、即ち、対向電極 V C O M を電位 V C O M L から電位 V C O M H にプルアップする場合における液晶表示装置 1 の動作の一例を説明するタイミングチャートであり、図 1 6 は、図 1 5 の各期間における液晶表示装置 1 の動作を示すフローチャートである。以下に述べられるように、本実施形態の液晶表示装置 1 では、その構成の違いにより、従来の液晶表示装置とは異なる駆動方法によって対向電極 V C O M が電位 V C O M L から電位 V C O M H にプルアップされる。しかしながら、下記の駆動方法によれば、少なくとも消費電力の増加は生じない。以下では、期間 T 1 に、液晶表示装置 1 が初期状態にあるとして説明を行う。

【 0 0 8 8 】

期間 T 1 では、対向電極 V C O M が電位 V C O M L にプルダウンされており、ソース $S 1 \sim S n$ が画像データに対応した電位に駆動されている。黒表示が行われる場合、ソース $S 1 \sim S n$ は、電位 V C O M L よりも高く、且つ、電位 V C O M L から離れた正電位に駆動される。一方、白表示が行われる場合、ソース $S 1 \sim S n$ は、電位 V C O M L よりも少し高い電位に駆動される。加えて、スイッチ S W 1、S W 6、S W 8、S W 9 がターンオフされる一方、スイッチ S W 2、S W 7 がターンオンされる。即ち、制御信号 S - S W 1、S - S W 6、S - S W 8、S - S W 9 はネゲートされ、制御信号 S - S W 2、S - S W 7 はアサートされる。

【 0 0 8 9 】

期間 T 2 から、駆動電圧の極性を正から負に切り換える動作が開始される。期間 T 2 では、ソース線 $S 1 \sim S n$ と対向電極 V C O M とが V C I 電源にショートされる。詳細には、制御信号 S - S W 1、S - S W 8 がアサートされてスイッチ S W 1、S W 8 がターンオンされる一方、スイッチ S W 2、S W 6、S W 7、S W 9 はターンオフされる。これにより、ソース線 $S 1 \sim S n$ が V C I 電源配線 2 7 に接続され、対向電極 V C O M が V C I 電源配線 4 3 に接続され、ソース線 $S 1 \sim S n$ 及び対向電極 V C O M が電位 V C I になる。V C I 電源配線 2 7 と V C I 電源配線 4 3 とは、互いに電氣的に接続されていることに留意されたい。この動作では、ソース線 $S 1 \sim S n$ と対向電極 V C O M の電荷が V C I 電源配線 2 7、4 3 を通じて再分配されるだけなので、電力は消費されない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 0 】

期間 T 2 に続く期間 T 3 では、ソース線 S 1 ~ S n をハイインピーダンス状態にした状態で、対向電極 V C O M が電位 V C O M H にプルアップされる。詳細には、制御信号 S - S W 6 がアサートされてスイッチ S W 6 がターンオンされる一方、スイッチ S W 1、S W 2、S W 7 ~ S W 9 はターンオフされる。これにより、対向電極 V C O M が V C O M H 出力アンプ 4 1 の出力に接続され、対向電極 V C O M が電位 V C O M H にプルアップされる。ソース線 S 1 ~ S n の電位は、対向電極 V C O M のプルアップによって高くなるが、対向電極 V C O M の電位の変化は小さいので、ソース線 S 1 ~ S n の電位の変化量も小さく、電荷は消費されない。

【 0 0 9 1 】

期間 T 3 に続く期間 T 4 では、対向電極 V C O M が電位 V C O M H に維持された状態で、ソース線 S 1 ~ S n が画像データに応じた電位に駆動される。詳細には、制御信号 S - S W 2、S - S W 6 がアサートされてスイッチ S W 2、S W 6 がターンオンされる一方、スイッチ S W 1、S W 7 ~ S W 9 がターンオフされる。これにより、ソース線 S 1 ~ S n が出力アンプ 2 5 - 1 ~ 2 5 - n に接続され、画像データに応じた電位に駆動される。

【 0 0 9 2 】

図 1 7 ~ 図 2 0 は、それぞれ、期間 T 1 ~ T 4 における電荷の状態を詳細に示す図である。図 1 7 ~ 図 2 0 の説明では、図 9 ~ 図 1 3 の説明と同じ仮定を採用する。即ち、電位 V C O M L は -1.0 [V] であり、電位 V C O M H は $+4.0$ V [V] であり、電位 V C I は、 2.8 [V] であると仮定される。また、ソース線電位の取り得る範囲は、 $+0.5 \sim 4.5$ [V] であると仮定される。更に、LCD パネル 2 は、ノーマリホワイトパネルであると仮定され、且つ、LCD パネル 2 に黒表示が行われると仮定される。

【 0 0 9 3 】

初期状態である期間 T 1 では、図 1 7 に示されているように、対向電極 V C O M が電位 V C O M L (= -1.0 [V]) であり、ソース線 S 1 ~ S n の電位は、 4.5 V である。結果として、 5.5 [V] \times C の電荷が、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の間の寄生容量に蓄えられている。

【 0 0 9 4 】

期間 T 2 では、図 1 8 に示されているように、対向電極 V C O M とソース線 S 1 ~ S n が V C I 電源にショートされる。この動作では、寄生容量の両端を短絡されることにより打ち消され、V C I 電源では電力は消費されない。期間 T 2 では、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の間の寄生容量に蓄えられる電荷は 0 になる。

【 0 0 9 5 】

期間 T 3 では、図 1 9 に示されているように、ソース線 S 1 ~ S n がハイインピーダンス状態にされ、更に、対向電極 V C O M が電位 V C O M H (= $+4.0$ [V]) にプルアップされる。対向電極 V C O M の電位 V C O M H へのプルアップでは、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の間の寄生容量に蓄積された電荷は移動されないため、V C I 電源で消費される電荷は 0 である。

【 0 0 9 6 】

期間 T 4 では、図 2 0 に示されているように、対向電極 V C O M が電位 V C O M H (= 4.0 [V]) に維持されたまま、ソース線 S 1 ~ S n が 0.5 V にプルダウンされる。このとき、ソース線 S 1 ~ S n のプルダウンは、電荷がソース線 S 1 ~ S n から出力アンプ 2 5 を経由して接地端子に流出されることによって行われるので、ソース線 S 1 ~ S n のプルダウンでは電力は消費されない。一方、ソース線 S 1 ~ S n のプルダウンの影響をキャンセルして対向電極 V C O M を $+4.0$ [V] に維持するために、対向電極 V C O M に、V C O M H 出力アンプ 4 1 からソース線 S 1 ~ S n の電位変化に相当する電荷 (即ち、 3.5 [V] \times C の電荷) が供給される。V C O M H 出力アンプ 4 1 は、2 倍昇圧電源電圧 V D D 2 から生成された電源電圧 V C O M H で駆動されるので、V C I 電源で消費される電荷は、その 2 倍の 7.0 [V] \times C である。結果として、期間 T 3 において V C I 電源で消費される電荷は、 7.0 [V] \times C である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 7 】

期間 T 1 ~ T 4 の全体では、黒表示が行われる場合には、ソース線 S 1 ~ S n 及び対向電極 V C O M の駆動のために、V C I 電源において合計 $7.0 [V] \times C$ の電荷が消費される。他の表示色についても、同様の計算により、V C I 電源において消費される電力が算出可能である。

【 0 0 9 8 】

図 2 1 は、図 1 5、図 1 6 の駆動方法によって消費される電荷を各表示色について示す表である。上述の通り、黒表示が行われる場合、V C I 電源において合計 $7.0 [V] \times C$ の電荷が消費される。また、白表示が行われる場合には合計 $1.0 [V] \times C$ の電荷が消費され、灰色表示が行われる場合には合計 $3.0 [V] \times C$ の電荷が消費される。図 1 5、図 1 6 の駆動方法によれば、少なくとも、消費電力を増加させずに対向電極 V C O M を電位 V C O M L から電位 V C O M H にプルアップすることができることは、図 2 1 と図 4 との比較から理解されよう。

10

【 0 0 9 9 】

駆動電圧の極性を正から負に切り換える動作としては、他の手順が採用されることも可能である。図 2 2 は、駆動電圧の極性を正から負に切り換える場合（即ち、対向電極 V C O M を電位 V C O M L から電位 V C O M H にプルアップする場合）における液晶表示装置 1 の動作の他の例を説明するタイミングチャートであり、図 2 3 は、図 2 2 の各期間における液晶表示装置 1 の動作を示すフローチャートである。図 2 2、図 2 3 の動作と、図 1 5、図 1 6 の動作との相違点は、図 2 2、図 2 3 の動作では、対向電極 V C O M とソース線 S 1 ~ S n の駆動が、同時に行われる点にある。以下、詳細に説明する。

20

【 0 1 0 0 】

図 2 2、図 2 3 の期間 T 1 及び期間 T 2 における動作は、図 1 5、1 6 に示された動作と同一である。即ち、液晶表示装置 1 が初期状態にある期間 T 1 では、対向電極 V C O M が電位 V C O M L にプルダウンされており、ソース S 1 ~ S n が画像データに対応した電位に駆動されている。加えて、スイッチ S W 1、S W 6、S W 8、S W 9 がターンオフされる一方、スイッチ S W 2、S W 7 がターンオンされる。即ち、制御信号 S - S W 1、S - S W 6、S - S W 8、S - S W 9 はネゲートされ、制御信号 S - S W 2、S - S W 7 はアサートされる。図 2 2、図 2 3 の動作の期間 T 1 における電荷の状態は、図 1 8 に示された、図 1 5、図 1 6 の動作の期間 T 1 における電荷の状態と同一である。

30

【 0 1 0 1 】

期間 T 2 から、駆動電圧の極性を正から負に切り換える動作が開始される。期間 T 2 では、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M とが V C I 電源にショートされる。詳細には、制御信号 S - S W 1、S - S W 8 がアサートされてスイッチ S W 1、S W 8 がターンオンされる一方、スイッチ S W 2、S W 6、S W 7、S W 9 はターンオフされる。これにより、ソース線 S 1 ~ S n が V C I 電源配線 2 7 に接続され、対向電極 V C O M が V C I 電源配線 4 3 に接続され、ソース線 S 1 ~ S n 及び対向電極 V C O M が電位 V C I になる。V C I 電源配線 2 7 と V C I 電源配線 4 3 とは、互いに電氣的に接続されていることに留意されたい。この動作では、ソース線 S 1 ~ S n と対向電極 V C O M の電荷が V C I 電源配線 2 7、4 3 を通じて再分配されるだけなので、新しい電荷は消費されない。図 2 2、図 2 3 の動作の期間 T 2 における電荷の状態は、図 1 8 に示された、図 1 5、図 1 6 の動作の期間 T 2 における電荷の状態と同一である。

40

【 0 1 0 2 】

期間 T 2 に続く期間 T 3 では、ソース線 S 1 ~ S n が画像データに応じた電位に駆動されると同時に、対向電極 V C O M が電位 V C O M H にプルアップされる。詳細には、制御信号 S - S W 2、S - S W 6 がアサートされてスイッチ S W 2、S W 6 がターンオンされる一方、スイッチ S W 1、S W 7 ~ S W 9 はターンオフされる。これにより、ソース線 S 1 ~ S n が出力アンプ 2 5 - 1 ~ 2 5 - n に接続されると共に、対向電極 V C O M が V C O M H 出力アンプ 4 1 の出力に接続される。電位 V C O M L が $-1.0 [V]$ であり、電位 V C O M H が $+4.0 [V]$ であり、電位 V C I が $2.8 [V]$ であると仮定され、

50

また、ソース線電位の取り得る範囲が $+0.5 \sim 4.5$ [V]であると仮定した場合の、図22、図23の動作における期間T3における電荷の状態は、図20に示された図15、図16の動作における期間T4における電荷の状態と同一である。期間T3では、ソース線S1～Snの0.5Vへの駆動は、電荷がソース線S1～Snから出力アンプ25を經由して接地端子に流出されることによって行われるので、ソース線S1～Snの駆動では電荷は消費されない。一方、対向電極VCOMを $+2.8$ [V]から $+4.0$ [V]にプルアップするために、対向電極VCOMに、VCOMH出力アンプ41から 3.5 [V] \times Cの電荷が供給される。ソース線S1～Snのプルダウンの影響がなければ、対向電極VCOMを 1.2 [V]だけプルアップするために必要な電荷(即ち、 1.2 [V] \times Cの電荷)を供給すれば対向電極VCOMを駆動できるはずである。しかし、ソース線S1～Snが 2.8 [V]から 0.5 [V]にプルダウンされる影響をキャンセルするためには、ソース線S1～Snの電位変化に相当する 2.3 [V] \times Cの電荷を追加的に対向電極VCOMに供給する必要がある。VCOMH出力アンプ41は、2倍昇圧電源電圧VDD2から生成された電源電圧VCOMHで駆動されるので、VCI電源で消費される電荷は、その2倍の 7.0 [V] \times Cである。結果として、期間T3においてVCI電源で消費される電荷は、 7.0 [V] \times Cである。

10

【0103】

結果として、図24に示されているように、図22、図23の駆動方法による消費電力は、図15、図16の動作による駆動方法と同一、即ち、従来の駆動方法による消費電力と同一である。図22、図23の駆動方法を採用しても、少なくとも、消費電力の増大は生じない。

20

【0104】

第2の実施形態：

図25は、第2の実施形態における、駆動電圧の極性を負から正に切り換える場合、即ち、対向電極VCOMを電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンする場合の液晶表示装置1の動作を説明するタイミングチャートであり、図26は、各期間における液晶表示装置1の動作を示すフローチャートである。第2の実施形態では、第1の実施形態と異なる手順で、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。

【0105】

詳細には、図25、図26に示された第2の実施形態の動作は、期間T1～T3については、図7A、図8Aに示された第1の実施形態の動作と同一である。初期状態である期間T1では、対向電極VCOMは、電位VCOMHにプルアップされており、ソースS1～Snは、画像データに対応した電位に駆動されている。期間T1に続く期間T2では、ソース線S1～Snと対向電極VCOMとがVCI電源にショートされる。第1の実施形態で説明されているように、期間T1、T2では、電荷は消費されない。期間T2に続く期間T3では、ソース線S1～SnがVCI電源に接続された状態のまま、対向電極VCOMが接地電位VSSにプルダウンされる。上述されているように、図9～図13と同様の条件の下では、期間T3では、 2.8 [V] \times Cの電荷がソース線S1～Snを電位VCIに維持するために消費される。

30

【0106】

一方、第2の実施形態の期間T4以降における動作は、第1の実施形態と異なっている。より具体的には、期間T4では、ソース線S1～SnがVCI電源に接続された状態のまま、対向電極VCOMが接地電位VSSから電位VCOMLにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW1、S-SW7がアサートされてスイッチSW1、SW7がターンオンされる一方、スイッチSW2、SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、対向電極VCOMがVCOML出力アンプ42の出力に接続され、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる一方、ソース線S1～SnがVCI電源配線27に接続された状態が維持される。

40

【0107】

図27は、期間T4における電荷の状態を示す概念図である。図27では、図9～図1

50

3と同様に、電位 V_{COML} が $-1.0[V]$ であり、電位 V_{COMH} が $+4.0V[V]$ であり、電位 V_{CI} が $2.8[V]$ であると仮定され、また、ソース線電位の取り得る範囲が $+0.5 \sim 4.5[V]$ であると仮定されている。

【0108】

期間 T_4 では、対向電極 V_{COM} が接地電位 V_{SS} から電位 V_{COML} にプルダウンすることにより、 V_{COML} 出力アンプ42において $1.0[V] \times C$ の電荷が消費される。また、対向電極 V_{COM} が接地電位 V_{SS} から電位 V_{COML} にプルダウンされる影響で、ソース線 $S_1 \sim S_n$ を電位 V_{CI} に維持するために、対向電極 V_{COM} の電位変化に見合う電荷（即ち、 $1.0[V] \times C$ の電荷）がソース線 $S_1 \sim S_n$ に供給され、消費することになる。よって期間 T_4 では合計で $2.0[V] \times C$ の電荷が消費される。

10

【0109】

期間 T_4 に続く期間 T_5 では、対向電極 V_{COM} が電位 V_{COML} に維持された状態で、ソース線 $S_1 \sim S_n$ が画像データに応じた電位に駆動される。詳細には、制御信号 $S-SW_2$ 、 $S-SW_7$ がアサートされてスイッチ SW_2 、 SW_7 がターンオンされる一方、スイッチ SW_1 、 SW_6 、 SW_8 、 SW_9 はターンオフされる。これにより、ソース線 $S_1 \sim S_n$ が出力アンプ25-1~25-nに接続され、画像データに応じた電位に駆動される。

【0110】

期間 T_5 における電荷の状態は、図13に示された第1実施形態の期間 T_5 における状態と同一である。期間 T_5 では、ソース線 $S_1 \sim S_n$ を $2.8V$ から $4.5V$ にプルアップするために、 $1.7[V] \times C$ の電荷が、ソース線 $S_1 \sim S_n$ に供給される。ソース線 $S_1 \sim S_n$ は、2倍昇圧電源 V_{DD2} から生成された電源電圧 V_S で駆動されるので、 V_{CI} 電源で消費される電荷は、その2倍の $3.4[V] \times C$ である。加えて、ソース線 $S_1 \sim S_n$ のプルアップの影響をキャンセルして対向電極 V_{COM} を $-1.0[V]$ に維持するために、 V_{COML} 出力アンプ42では、ソース線 $S_1 \sim S_n$ の電位変化に相当する電荷（即ち、 $1.7[V] \times C$ の電荷）が消費される。結果として、期間 T_5 において V_{CI} 電源で消費される電荷は、 $5.1[V] \times C$ である。

20

【0111】

期間 $T_1 \sim T_5$ の全体では、黒表示が行われる場合、 V_{CI} 電源において合計 $9.9[V] \times C$ の電荷が消費される。他の表示色についても、同様の計算により、 V_{CI} 電源において消費される電荷が算出可能である。

30

【0112】

図28は、図25、図26の駆動方法によって消費される電荷を各表示色について示す表である。上述の通り、黒表示が行われる場合、 V_{CI} 電源において合計 $9.9[V] \times C$ の電荷が消費される。更に、白表示が行われる場合、合計 $7.1[V] \times C$ の電荷が消費され、灰色表示が行われる場合、合計 $5.1[V] \times C$ の電荷が消費される。図25、図26の駆動方法の利点は、図28と、従来の駆動方法において消費される電荷を示す図5とを比較すれば理解されよう。黒表示が行われる場合については、従来技術の駆動方法では $16.5[V] \times C$ の電荷が消費されるのに対し、第2の実施形態の駆動方法では消費される電荷を $9.9[V] \times C$ にまで低減させることができる。図38には、消費される電荷の対比が示されている。

40

【0113】

第3の実施形態：

第1の実施形態において駆動電圧の極性を負から正に切り換える動作、即ち、対向電極 V_{COM} を電位 V_{COML} にプルダウンする動作により消費される電荷（図14参照）と、第2の実施形態において同じ動作により消費される電荷（図28参照）との比較から、白表示が行われる場合には第1の実施形態の方が消費電荷が少なく、黒表示が行われる場合には第2の実施形態の方が消費電荷が少ないことが理解される。従って、対向電極 V_{COM} を接地電位 V_{SS} から電位 V_{COML} にプルダウンする期間 T_4 の動作を画像データの値に応じて切り換えることで、消費電荷が低減できる。

50

【 0 1 1 4 】

より具体的には、白表示が行われるソース線 S_j (即ち、電位 V_{COML} に比較的近い電位に駆動されるソース線 S_j) は、第 1 の実施形態の図 7 A、図 8 A に示されているように、対向電極 V_{COM} が接地電位 V_{SS} から電位 V_{COML} にプルダウンされる期間 T_4 においてハイインピーダンス状態に設定される。一方、黒表示が行われるソース線 (即ち、電位 V_{COML} から比較的離れた電位に駆動されるソース線 S_j) は、第 2 の実施形態の図 2 5、図 2 6 に示されているように、期間 T_4 において V_{CI} 電源に接続され続ける。

【 0 1 1 5 】

図 2 9 は、このような動作を実現するためのソースドライバ回路 1 2 の構成の例を示すブロック図である。図 2 9 には、ソースドライバ回路 1 2 のうち、一本のソース線 S_j に対応する部分の回路構成が示されている。図 6 C に示された第 1 の実施形態のソースドライバ回路 1 2 の構成との比較から理解されるように、第 3 の実施形態では、画像データの値に応じてスイッチ SW_1 を制御するデータ判別回路 2 8 - j が設けられる。詳細には、データ判別回路 2 8 - j には、駆動電圧の極性を指定する極性信号 POL と制御信号 $S-SW_1$ とがタイミング制御回路 1 5 から供給され、画像データの最上位ビット $MSBDATA$ が、ラッチ回路 2 2 - j から供給される。制御信号 $S-SW_1$ は、第 2 の実施形態のように、期間 T_4 においてはアサートされることに留意されたい。データ判別回路 2 8 - j は、極性信号 POL と制御信号 $S-SW_1$ と最上位ビット $MSBDATA$ とから、出力制御回路 2 6 - j のスイッチ SW_1 を制御する制御信号 SW_1_SEL を生成する。

【 0 1 1 6 】

図 3 0 は、データ判別回路 2 8 - j の動作を示す真理値表である。図 3 0 の真理値表は、駆動電圧の極性を正に指定する場合に極性信号 POL が " 0 " であり、また、画像データの値が大きい場合に (即ち、最上位ビット $MSBDATA$ が " 1 " である場合に)、階調選択回路 2 4 - j が対向電極 V_{COM} から離れた電位を選択する場合 (即ち、ソース線 S_j について黒表示が行われる場合) のノーマリホワイトパネルの黒系表示を行う場合の論理動作を表している。逆に、白系表示時は画像データの最上位ビットである $MSBDATA$ が " 0 " となる時の論理動作を取ることになる。

【 0 1 1 7 】

駆動電圧の極性が負から正に切り換えられる場合、(即ち、極性信号 POL が " 0 " に設定されて対向電極 V_{COM} が電位 V_{COMH} から電位 V_{COML} にプルダウンされる場合)、期間 T_4 において、制御信号 SW_1_SEL が最上位ビット $MSBDATA$ に応じて制御される。より具体的には、期間 T_4 において、データ判別回路 2 8 - j は、最上位ビット $MSBDATA$ が " 0 " である場合 (即ち、ソース線 S_j について白表示が行われる場合)、制御信号 SW_1 が " 1 " (即ち " High " レベル) であるにも関わらず、制御信号 SW_1_SEL を " 0 " に設定してスイッチ SW_1 をターンオフする。期間 T_4 では、スイッチ SW_2 もターンオフにされるので、結果としてソース線 S_j は、ハイインピーダンス状態に設定されることになる。一方、最上位ビット $MSBDATA$ が " 1 " である場合 (即ち、ソース線 S_j について黒表示が行われる場合) には制御信号 SW_1_SEL を " 1 " に設定してスイッチ SW_1 をターンオンする。スイッチ SW_1 がターンオンされることにより、ソース線 S_j が V_{CI} 電源配線 2 7 に接続されて V_{CI} 電源にショートされる。

【 0 1 1 8 】

一方、駆動電圧の極性が正から負に切り換えられる場合 (即ち、極性信号 POL が " 1 " に設定されて対向電極 V_{COM} が電位 V_{COML} から電位 V_{COMH} にプルアップされる場合)、データ判別回路 2 8 - j は、最上位ビット $MSBDATA$ に無関係に、制御信号 SW_1 の値を制御信号 SW_1_SEL の値に一致させる。

【 0 1 1 9 】

図 3 0 の動作では、画像データのうちの最上位ビットのみに応答して制御信号 SW_1_SEL が生成されるため、ソース線 S_j が中間的な電位に駆動される場合の動作が最適で

10

20

30

40

50

ないかもしれない。画像データのうちの複数のビットにตอบสนองして制御信号 $SW1_SEL$ を生成すれば、より消費電力を低減する動作が可能になる。ただし、最上位ビットのみにตอบสนองして制御信号 $SW1_SEL$ が生成される構成は、データ判別回路 28-j の回路規模の低減には有効である。

【0120】

このように、第3の実施形態の液晶表示装置1では、各ソース線が画像データに応じて VCI 電源にショートされ、又はハイインピーダンス状態にされ、これにより、消費電力が更に低減される。

【0121】

第4の実施形態：

図31Aは、第4の実施形態の液晶表示装置1Aの構成を示すブロック図である。第4の実施形態の液晶表示装置1Aは、図6Aに示された第1の実施形態の液晶表示装置1とほぼ同じ構成を有しているが、下記の点で相違している。

【0122】

第1に、 LCD ドライバ3Aのソースドライバ回路12Aには、低いインピーダンスを有する(即ち、配線幅が大きい)共通配線16と、スイッチ $SW3$ 、 $SW4$ と、接地配線29とが追加される。スイッチ $SW1$ は、共通配線16とソースドライバ回路12Aの出力の間に設けられ、スイッチ $SW3$ は、共通配線16と VCI 電源配線27との間に設けられ、スイッチ $SW4$ は、共通配線16と接地配線29の間に設けられる。スイッチ $SW3$ 、 $SW4$ を制御するために、ソースドライバ回路12Aには、タイミング制御回路15から制御信号 $S-SW3$ 、 $S-SW4$ が供給される。

【0123】

第2に、 $VCOM$ 回路14Aには、スイッチ $SW5$ が設けられる。スイッチ $SW5$ は、 $VCOM$ 回路14Aの出力とソースドライバ回路12Aの共通配線16との間に接続される。スイッチ $SW5$ を制御するために、 $VCOM$ 回路14Aには、タイミング制御回路15から制御信号 $S-SW5$ が供給される。

【0124】

$VCOM$ 回路14Aに設けられたスイッチ $SW5$ は、ソース線 $S1 \sim Sn$ と対向電極 $VCOM$ とを直接にショートする経路を提供する役割を有している。第1の実施形態では、ソース線 $S1 \sim Sn$ と対向電極 $VCOM$ とがいずれも VCI 電源に接続されることによって電氣的にショートされるが、このような構成では、電荷が移動する経路のインピーダンスが増大し、ソース線 $S1 \sim Sn$ と対向電極 $VCOM$ とが電位 VCI に安定するために時間が長くなることがある。本実施形態の構成では、スイッチ $SW5$ をターンオンすることによってソース線 $S1 \sim Sn$ と対向電極 $VCOM$ とを短い経路で接続可能であり、ソース線 $S1 \sim Sn$ と対向電極 $VCOM$ とを電位 VCI に安定させる時間を短縮できる。

【0125】

スイッチ $SW3$ 、 $SW4$ は、ソース線 $S1 \sim Sn$ を電位 VCI のみならず、接地電位 VSS に設定することも可能にする。スイッチ $SW4$ をターンオフした状態でスイッチ $SW1$ とスイッチ $SW3$ とをターンオンすることにより、ソース線 $S1 \sim Sn$ を電位 VCI に設定可能である。また、スイッチ $SW3$ をターンオフした状態でスイッチ $SW1$ とスイッチ $SW4$ とをターンオンすることにより、ソース線 $S1 \sim Sn$ が接地電位 VSS に設定可能である。ソース線 $S1 \sim Sn$ を接地電位 VSS に設定することは、 LCD パネル2に残像を残さずに液晶表示装置1Aの表示動作を停止させるときに有効である。残像を残さずに液晶表示装置1Aの表示動作を停止させるためには、 LCD パネル2の画素に溜まった電荷を接地配線に抜く動作を行うことが好ましい。スイッチ $SW1$ 及びスイッチ $SW4$ をターンオンして、ゲート線 $G1 \sim Gm$ を走査することにより、 LCD パネル2の画素に溜まった電荷を接地配線29に抜き、残像を残さずに液晶表示装置1Aの表示動作を停止させることができる。

【0126】

共通配線16に、スイッチ $SW3$ 、 $SW4$ を介して VCI 電源配線27及び接地配線2

10

20

30

40

50

9が接続されている構成は、ソースドライバ回路12Aの回路規模を増大させずに、ソースドライバ回路12Aの出力端子(即ち、ソース線S1~Sn)をVCI電源配線27及び接地配線29に電氣的に接続することが可能である点で好適である。確かに、ソースドライバ回路12Aの出力端子のそれぞれについて、VCI電源配線27、接地配線29に接続するためのスイッチを個別に設ける構成も可能ではある。しかし、このような構成では、スイッチの数が増大し、また、低いインピーダンスで電位VCI及び接地電位VSSを分配するための複数の太い配線が必要になり、ソースドライバ回路12Aの面積増大を招く。本実施形態の構成によれば、低いインピーダンスを有する1本の太い配線(具体的には、共通配線16)を用いてソース線S1~Snを電位VCI及び接地電位VSSに設定可能であり、面積増加を抑制することができる。

10

【0127】

第4の実施形態の液晶表示装置1Aの動作は、基本的には、第1の実施形態の液晶表示装置1の動作とほぼ同様である。主要な相違点は、第4の実施形態では、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとをVCI電源にショートする際にスイッチSW5がターンオンされることである。以下では、第4の実施形態における液晶表示装置1Aの動作を詳細に説明する。

【0128】

図32は、駆動電圧の極性を負から正に切り換える場合(即ち、対向電極VCOMが電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンされる場合)の液晶表示装置1Aの動作を説明するタイミングチャートであり、図33は、各期間における液晶表示装置1Aの動作を示すフローチャートである。以下では、期間T1に液晶表示装置1が初期状態にあるとして説明を行う。

20

【0129】

期間T1では、対向電極VCOMは、電位VCOMHにプルアップされており、ソースS1~Snは、画像データに対応した電位に駆動されている。加えて、スイッチSW1、SW3~SW5、SW7~SW9がターンオフされる一方、スイッチSW2、SW6がターンオンされる。即ち、制御信号S-SW1、S-SW3~SW5、S-SW7~SW9はネゲートされ、制御信号S-SW2、S-SW6はアサートされる。

【0130】

期間T2から、駆動電圧の極性を負から正に切り換える動作が開始される。期間T2では、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとがVCI電源にショートされる。本実施形態では、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとがVCI電源にショートされる際に、スイッチSW5がターンオンされ、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとがスイッチSW5を介してショートされることに留意されたい。上述のように、スイッチSW5のターンオンさせることは、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとを短い経路で接続し、ソース線S1~Snと対向電極VCOMとを電位VCIに安定させる時間を短縮させるために有効である。

30

【0131】

詳細には、制御信号S-SW1、S-SW3、S-SW5、S-SW8がアサートされてスイッチSW1、SW3、SW5、SW8がターンオンされる一方、スイッチSW2、SW4、SW6、SW7、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1~SnがVCI電源配線27に接続され、対向電極VCOMがVCI電源配線43に接続され、加えて、共通配線16とVCOM回路14Bの出力とが短絡されて、ソース線S1~Sn及び対向電極VCOMが電位VCIになる。この動作では、ソース線S1~Snと対向電極VCOMの電荷がVCI電源配線27、43、及びスイッチSW5を通じて再分配されるだけなので、電力は消費されない。

40

【0132】

期間T2に続く期間T3では、ソース線S1~SnがVCI電源に接続された状態のまま、対向電極VCOMが接地電位VSSにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW1、S-SW3、S-SW9がアサートされてスイッチSW1、SW3、SW9がター

50

ンオンされる。スイッチSW2、SW4、SW5、SW6、SW7、SW8はターンオフされる。この動作により、ソース線S1～SnがVCI電源配線27に接続されたまま、対向電極VCOMが接地配線44にショートされる。この動作では、ソース線S1～Snを電位VCIに維持するために電荷が消費されるものの、対向電極VCOMを接地電位SSにプルダウンするのには電荷は必要ない。

【0133】

期間T3に続く期間T4では、ソース線S1～Snをハイインピーダンス状態にした状態で、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。詳細には、制御信号S-SW7がアサートされてスイッチSW7がターンオンされる一方、スイッチSW1～SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、対向電極VCOMがVCOML出力アンプ42の出力に接続され、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。

10

【0134】

期間T4に続く期間T5では、対向電極VCOMが電位VCOMLに維持された状態で、ソース線S1～Snが画像データに応じた電位に駆動される。詳細には、制御信号S-SW2、S-SW7がアサートされてスイッチSW2、SW7がターンオンされる一方、スイッチSW1、SW3～SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1～Snが出力アンプ25-1～25-nに接続され、画像データに応じた電位に駆動される。

【0135】

上記の手順で対向電極VCOMを電位VCOMLにプルダウンする動作による消費電荷は、第1の実施形態の動作における消費電荷と同じである。第4の実施形態の液晶表示装置1Aでも、対向電極VCOMが電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンされる場合における消費電力を低減させることができる。

20

【0136】

第4の実施形態の液晶表示装置1Aにおいても、(第2の実施形態のように)期間T4においてソース線S1～SnをVCI電源にショートした状態で対向電極VCOMを電位VCOMLにプルダウンしてもよい。図34は、期間T4においてソース線S1～SnをVCI電源にショートする場合の、第4の実施形態の液晶表示装置1Aの動作を示すタイミングチャートであり、図35は、各期間における液晶表示装置1Aの動作を示すフローチャートである。

30

【0137】

図34、図35に示されている動作では、期間T4において、制御信号S-SW1、S-SW3、S-SW7がアサートされてスイッチSW7がターンオンされる一方、スイッチSW2、SW4～SW6、SW8、SW9はターンオフされる。これにより、ソース線S1～Snが電位VCIに接続されたまま、対向電極VCOMがVCOML出力アンプ42の出力に接続され、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされる。このような動作が、黒表示が行われる場合に消費電力を低減させることは、第2の実施形態において説明されたとおりである。

【0138】

加えて、第4実施形態においても第3の実施形態と同様に、期間T4において各ソース線Sjをハイインピーダンス状態に設定するかVCI電源にショートするかを画像データの値に応じて決定してもよい。

40

【0139】

図36は、駆動電圧の極性を正から負に切り換える場合(即ち、対向電極VCOMが電位VCOMLから電位VCOMHにプルアップされる場合)の液晶表示装置1Aの動作を説明するタイミングチャートであり、図37は、各期間における液晶表示装置1Aの動作を示すフローチャートである。

【0140】

期間T1では、対向電極VCOMが電位VCOMLにプルダウンされており、ソースS

50

1 ~ S nが画像データに対応した電位に駆動されている。加えて、スイッチS W 1、S W 3 ~ S W 6、S W 8、S W 9がターンオフされる一方、スイッチS W 2、S W 7がターンオンされる。即ち、制御信号S - S W 1、S - S W 3 ~ S W 6、S - S W 8、S - S W 9はネゲートされ、制御信号S - S W 2、S - S W 7はアサートされる。

【0141】

期間T 2から、駆動電圧の極性を正から負に切り換える動作が開始される。期間T 2では、ソース線S 1 ~ S nと対向電極V C O MとがV C I電源にショートされる。本実施形態では、ソース線S 1 ~ S nと対向電極V C O MとがV C I電源にショートされる際に、スイッチS W 5がターンオンされ、ソース線S 1 ~ S nと対向電極V C O MとがスイッチS W 5を介してショートされることに留意されたい。

10

【0142】

詳細には、制御信号S - S W 1、S - S W 3、S - S W 5、S - S W 8がアサートされてスイッチS W 1、S W 3、S W 5、S W 8がターンオンされる一方、スイッチS W 2、S W 4、S W 6、S W 7、S W 9はターンオフされる。これにより、ソース線S 1 ~ S nがV C I電源配線2 7に接続され、対向電極V C O MがV C I電源配線4 3に接続され、加えて、共通配線1 6とV C O M回路1 4 Bの出力とが短絡されて、ソース線S 1 ~ S n及び対向電極V C O Mが電位V C Iになる。この動作では、ソース線S 1 ~ S nと対向電極V C O Mの電荷がV C I電源配線2 7、4 3、及びスイッチS W 5を通じて再分配されるだけなので、電力は消費されない。

【0143】

20

期間T 2に続く期間T 3では、ソース線S 1 ~ S nをハイインピーダンス状態にした状態で、対向電極V C O Mが電位V C O M Hにプルアップされる。詳細には、制御信号S - S W 6がアサートされてスイッチS W 6がターンオンされる一方、スイッチS W 1 ~ S W 5、S W 7 ~ S W 9はターンオフされる。これにより、対向電極V C O MがV C O M H出力アンプ4 1の出力に接続され、対向電極V C O Mが電位V C O M Hにプルアップされる。ソース線S 1 ~ S nの電位は、対向電極V C O Mのプルアップによって高くなるが、対向電極V C O Mの電位の変化は小さく、ソース線S 1 ~ S nの電位の変化も小さい。期間T 3では電荷は消費されない。

【0144】

期間T 3に続く期間T 4では、対向電極V C O Mが電位V C O M Hに維持された状態で、ソース線S 1 ~ S nが画像データに応じた電位に駆動される。詳細には、制御信号S - S W 2、S - S W 6がアサートされてスイッチS W 2、S W 6がターンオンされる一方、スイッチS W 1、S W 3 ~ S W 5、S W 7 ~ S W 9がターンオフされる。これにより、ソース線S 1 ~ S nが出力アンプ2 5 - 1 ~ 2 5 - nに接続され、画像データに応じた電位に駆動される。

30

【0145】

このような駆動方法によれば、少なくとも消費電力の増加は生じさせずに、対向電極V C O Mを電位V C O M Lから電位V C O M Hにプルアップすることができる。

【0146】

なお本実施形態において、図3 1 Bに示されているように、L C Dドライバ3 AのV C O M回路1 4 BからV C I電源配線4 3及びスイッチS W 8が除去される構成も可能である。上述の動作では、ソース線S 1 ~ S n及び対向電極V C O MがV C I電源に接続される期間T 2においてスイッチS W 3、及びスイッチS W 5がターンオンされる。よって、期間T 2では、対向電極V C O MはスイッチS W 5及びスイッチS W 3を介してV C I電源配線2 7に接続される。V C I電源線4 3及びスイッチS W 8は、対向電極V C O MとV C I電源の間に、スイッチS W 3及びスイッチS W 5に対して並列に接続されているので、V C I電源線4 3及びスイッチS W 8がなくても、対向電極V C O MがV C I電源に接続されることには変わりない。

40

【図面の簡単な説明】

【0147】

50

【図 1】図 1 は、従来の液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の液晶表示装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図 3】図 3 は、液晶表示パネルの画素の典型的な構成を示す回路図である。

【図 4】図 4 は、図 2 に示された動作において、対向電極を電位 V_{COML} から電位 V_{COMH} にプルアップする際に消費される電荷を示す表である。

【図 5】図 5 は、図 2 に示された動作において、対向電極を電位 V_{COMH} から電位 V_{COML} にプルダウンする際に消費される電荷を示す表である。

【図 6 A】図 6 A は、本発明の第 1 の実施形態の液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図 6 B】図 6 B は、第 1 の実施形態の LCD ドライバに内蔵された電源回路の構成を示すブロック図である。

10

【図 6 C】図 6 C は、第 1 の実施形態の LCD ドライバのソースドライバ回路の構成を示すブロック図である。

【図 7 A】図 7 A は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COMH} から電位 V_{COML} にプルダウンするときの動作の一例を示すタイミングチャートである。

【図 7 B】図 7 B は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COMH} から電位 V_{COML} にプルダウンするときの動作の他の例を示すタイミングチャートである。

【図 8 A】図 8 A は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COMH} から電位 V_{COML} にプルダウンするときの動作の一例を示すフローチャートである。

【図 8 B】図 8 B は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COMH} から電位 V_{COML} にプルダウンするときの動作の他の例を示すフローチャートである。

20

【図 9】図 9 は、図 7 A の動作の期間 T_1 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 10】図 10 は、図 7 A の動作の期間 T_2 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 11】図 11 は、図 7 A の動作の期間 T_3 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 12】図 12 は、図 7 A の動作の期間 T_4 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 13】図 13 は、図 7 A の動作の期間 T_5 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

30

【図 14】図 14 は、図 7 A、図 8 A に示された動作において消費される電荷を示す表である。

【図 15】図 15 は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COML} から電位 V_{COMH} にプルアップするときの動作の例を示すタイミングチャートである。

【図 16】図 16 は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COML} から電位 V_{COMH} にプルアップするときの動作の例を示すフローチャートである。

【図 17】図 17 は、図 15 の動作の期間 T_1 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 18】図 18 は、図 15 の動作の期間 T_2 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

40

【図 19】図 19 は、図 15 の動作の期間 T_3 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 20】図 20 は、図 15 の動作の期間 T_4 において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図 21】図 21 は、図 15、図 16 に示された動作において消費される電荷を示す表である。

【図 22】図 22 は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COML} から電位 V_{COMH} にプルアップするときの動作の他の例を示すタイミングチャートである。

【図 23】図 23 は、第 1 の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位 V_{COML} から

50

電位VCOMHにプルアップするときの動作の他の例を示すフローチャートである。

【図24】図24は、図22、図23に示された動作において消費される電荷を示す表である。

【図25】図25は、第2の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンするときの動作を示すタイミングチャートである。

【図26】図26は、第2の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンするときの動作を示すフローチャートである。

【図27】図27は、図25の動作の期間T4において、ソース線と対向電極に蓄積された電荷の状態を示す概念図である。

【図28】図28は、図25、図26に示された動作において消費される電荷を示す表である。

10

【図29】図29は、第3の実施形態のLCDドライバのソースドライバ回路の構成を示すブロック図である。

【図30】図30は、第3の実施形態においてソースドライバ回路に搭載されているデータ判別回路の動作を示す真理値表である。

【図31A】図31Aは、本発明の第4の実施形態の液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図31B】図31Bは、本発明の第4の実施形態の液晶表示装置の他の構成を示すブロック図である。

【図32】図32は、第4の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンするときの動作の一例を示すタイミングチャートである。

20

【図33】図33は、第4の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンするときの動作の一例を示すフローチャートである。

【図34】図34は、第4の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンするときの動作の他の例を示すタイミングチャートである。

【図35】図35は、第4の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMHから電位VCOMLにプルダウンするときの動作の他の例を示すフローチャートである。

【図36】図36は、第4の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMLから電位VCOMHにプルアップするときの動作の一例を示すタイミングチャートである。

【図37】図37は、第4の実施形態の液晶表示装置の、対向電極を電位VCOMLから電位VCOMHにプルアップするときの動作の一例を示すフローチャートである。

30

【図38】図38は、従来の液晶表示装置と、第1の実施形態の液晶表示装置と、第2の実施形態の液晶表示装置とのそれぞれにおいて消費される電荷を示す表である。

【符号の説明】

【0148】

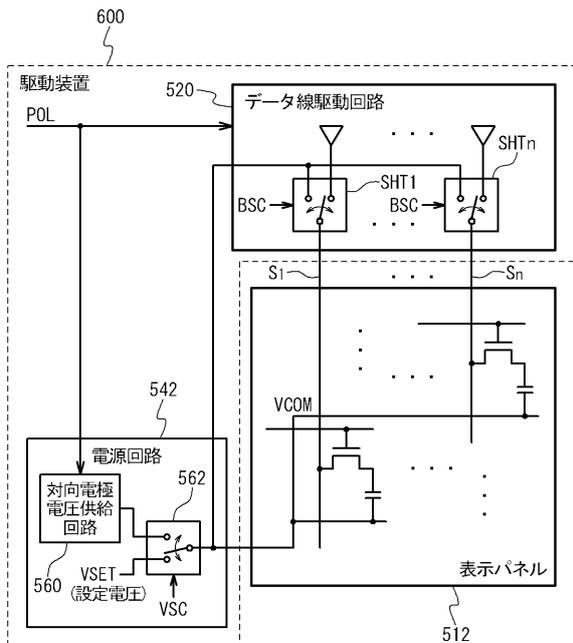
- 1、1A：液晶表示装置
- 2：LCDパネル
- 3、3A：LCDドライバ
 - 11：電源回路
 - 12、12A：ソースドライバ回路
 - 13：ゲートドライバ回路
 - 14、14A、14B：VCOM回路
 - 15：タイミング制御回路
- 21、22：ラッチ回路
- 23：デコーダ回路
- 24：階調選択回路
- 25：出力アンプ
- 26：出力制御回路
- 27：VCI電源配線
- 28：データ判別回路

40

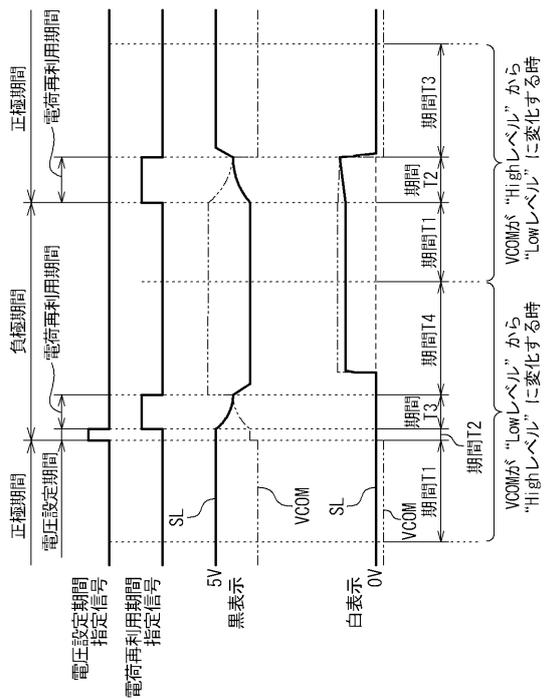
50

- 29 : 接地配線
- 30 : VCI電源配線
- 31 : 2倍昇圧回路
- 32 : VSレギュレータ回路
- 33 : VCOMHレギュレータ回路
- 34 : 負電圧生成回路
- 35 : VCOMLレギュレータ回路
- 41 : VCOMH出力アンプ
- 42 : VCOML出力アンプ
- 43 : VCI電源配線
- 44 : 接地配線
- SW1、SW2、SW3、SW4、SW5、SW6、SW7、SW8、SW9 : スイッチ
- 542 : 電源回路

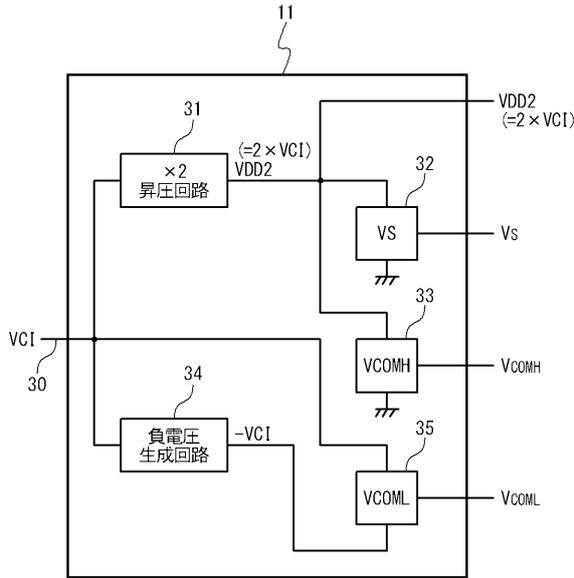
【図1】



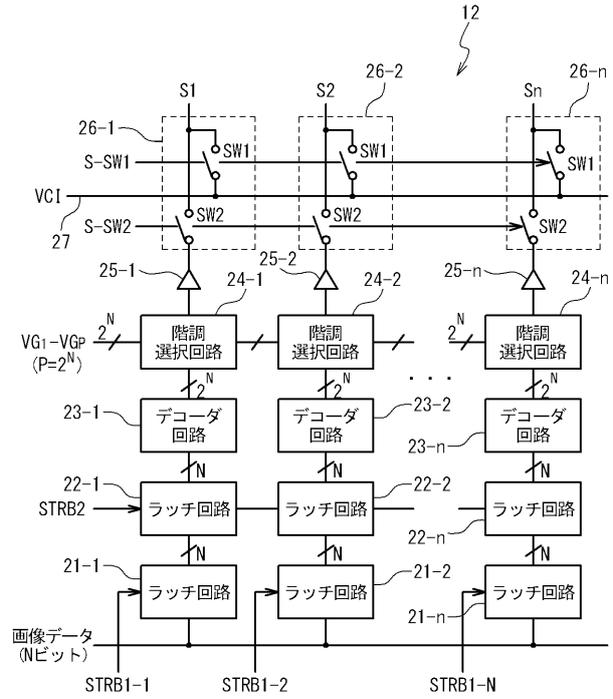
【図2】



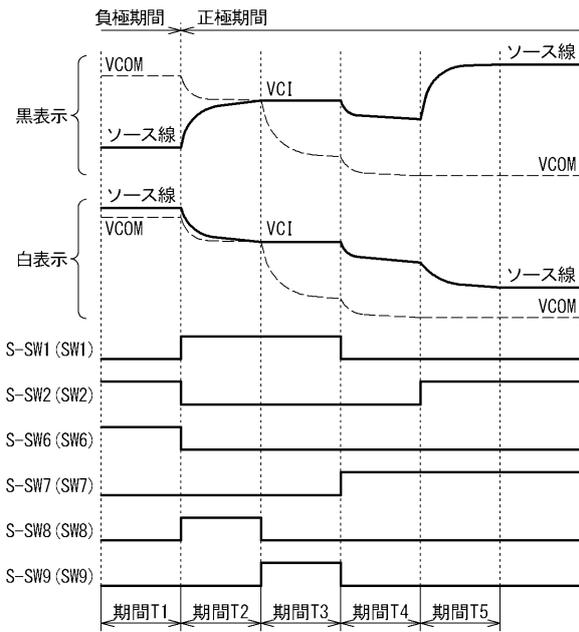
【図6B】



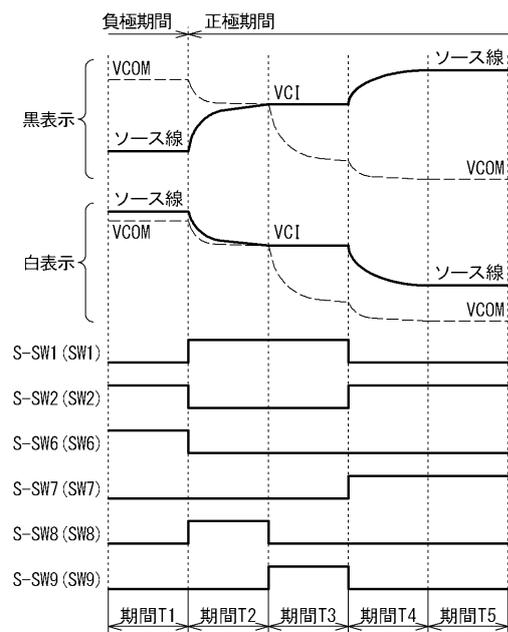
【図6C】



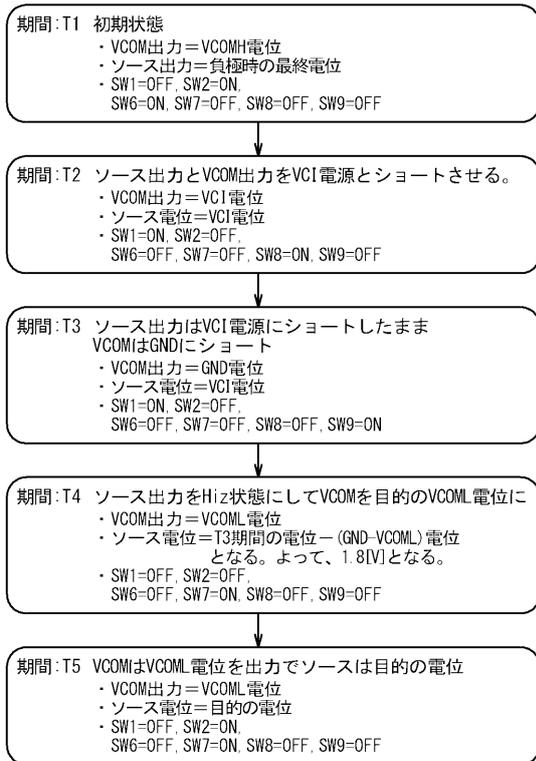
【図7A】



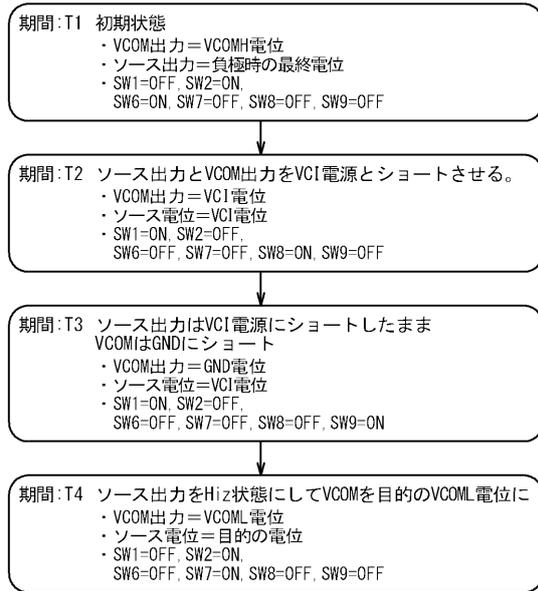
【図7B】



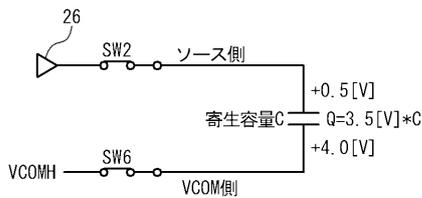
【図 8 A】



【図 8 B】



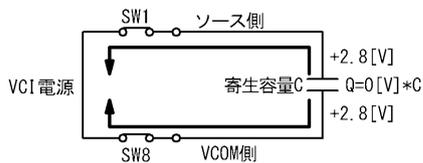
【図 9】



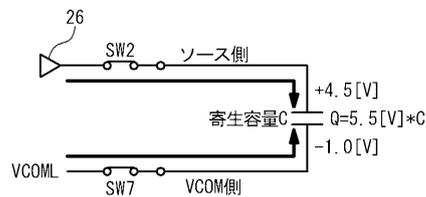
【図 1 2】



【図 1 0】



【図 1 3】



【図 1 1】

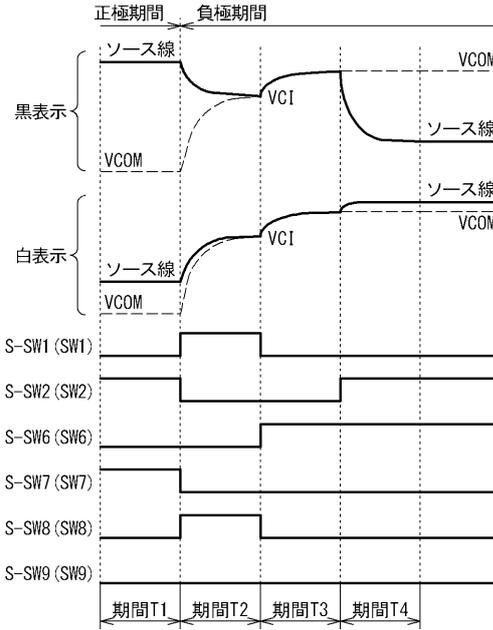


【図 14】

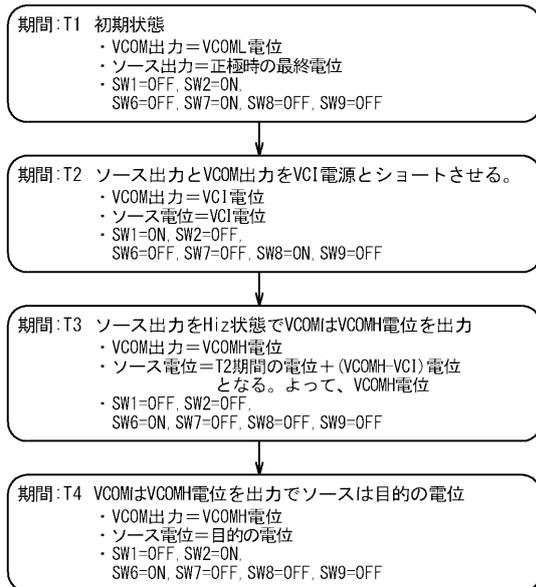
色	項目	期間T1	期間T2	期間T3	期間T4	期間T5	合計
白	VCOM電位	4.0[V]	2.8[V]	0[V]	-1.0[V]	-1.0[V]	4.1[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0	0	1.3[V]*C	
	ソース電位	4.5[V]	2.8[V]	2.8[V]	1.8[V]	0.5[V]	
	ソース消費電荷	0	0	2.8[V]*C	0	0	
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	2.8[V]*C	0	1.3[V]*C	
灰	VCOM電位	4.0[V]	2.8[V]	0[V]	-1.0[V]	-1.0[V]	4.9[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0	0	0.7[V]*C	
	ソース電位	2.5[V]	2.8[V]	2.8[V]	1.8[V]	2.5[V]	
	ソース消費電荷	0	0	2.8[V]*C	0	0.7[V]*C (2倍)	
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	2.8[V]*C	0	2.1[V]*C	
黒	VCOM電位	4.0[V]	2.8[V]	0[V]	-1.0[V]	-1.0[V]	10.9[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0	0	2.7[V]*C	
	ソース電位	0.5[V]	2.8[V]	2.8[V]	1.8[V]	4.5[V]	
	ソース消費電荷	0	0	2.8[V]*C	0	2.7[V]*C (2倍)	
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	2.8[V]*C	0	8.1[V]*C	

合計 19.9[V]*C

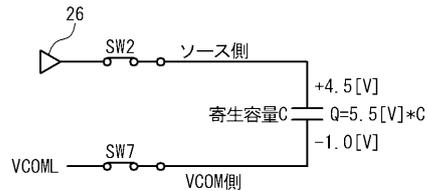
【図 15】



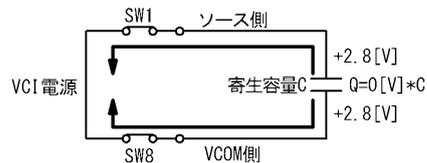
【図 16】



【図 17】



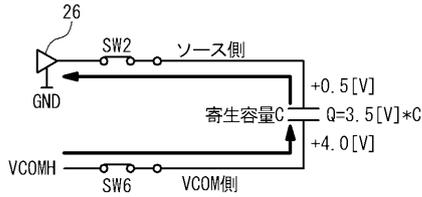
【図 18】



【図 19】



【図 2 0】

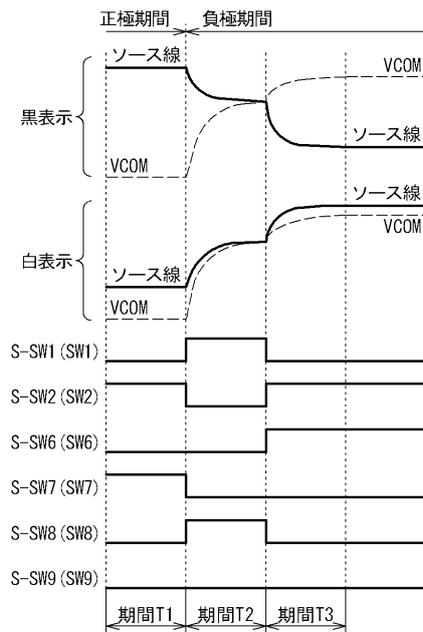


【図 2 1】

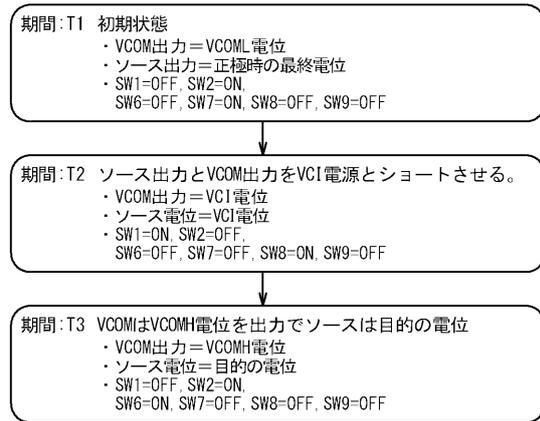
色	項目	期間T1	期間T2	期間T3	期間T4	期間T5	合計
白	VCOM電位	-1.0[V]	2.8[V]	4.0[V]	4.0[V]		1.0[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0	0		
	ソース電位	0.5[V]	2.8[V]	4.0[V]	4.5[V]		
	ソース消費電荷	0	0	0	0.5[V]*C (2倍)		
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	0	1.0[V]*C		
灰	VCOM電位	-1.0[V]	2.8[V]	4.0[V]	4.0[V]		3.0[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0	1.5[V]*C (2倍)		
	ソース電位	2.5[V]	2.8[V]	4.0[V]	2.5[V]		
	ソース消費電荷	0	0	0	0		
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	0	3.0[V]*C		
黒	VCOM電位	-1.0[V]	2.8[V]	4.0[V]	4.0[V]		7.0[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0	3.5[V]*C (2倍)		
	ソース電位	4.5[V]	2.8[V]	4.0[V]	0.5[V]		
	ソース消費電荷	0	0	0	0		
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	0	7.0[V]*C		

合計 11.0[V]*C

【図 2 2】



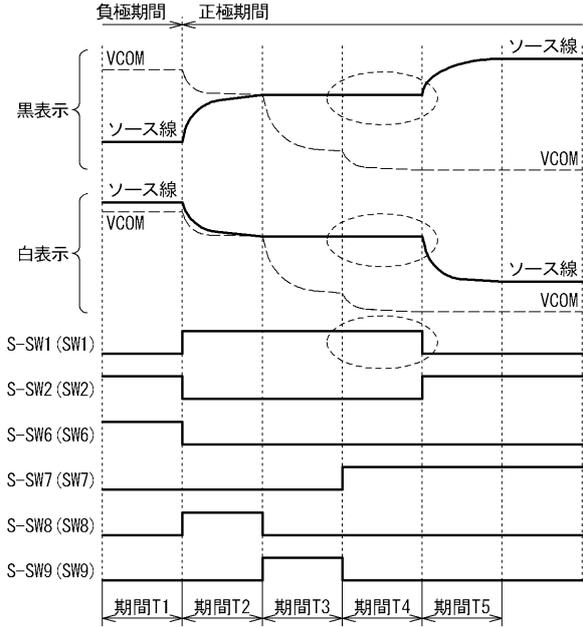
【図 2 3】



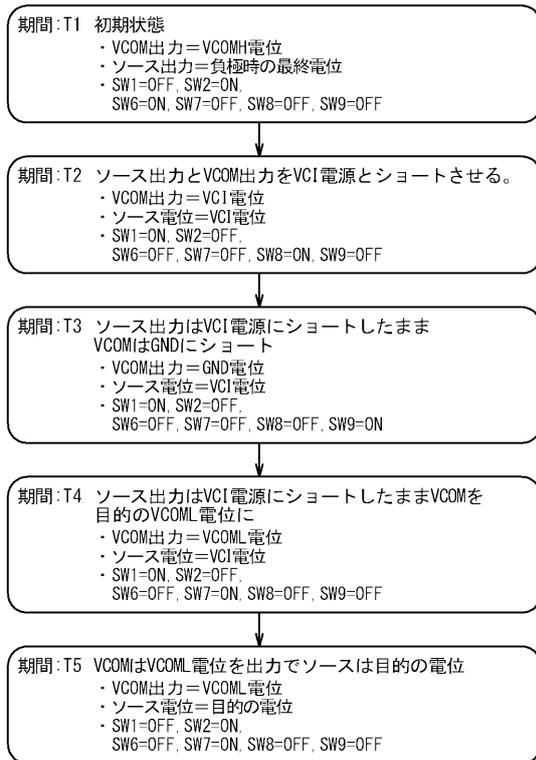
【図 2 4】

色	項目	期間T1	期間T2	期間T3	期間T4	期間T5	合計
白	VCOM電位	-1.0[V]	2.8[V]	4.0[V]			1.0[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	0			
	ソース電位	0.5[V]	2.8[V]	4.5[V]			
	ソース消費電荷	0	0	0.5[V]*C (2倍)			
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	1.0[V]*C			
灰	VCOM電位	-1.0[V]	2.8[V]	4.0[V]			3.0[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	1.5[V]*C (2倍)			
	ソース電位	2.5[V]	2.8[V]	2.5[V]			
	ソース消費電荷	0	0	0			
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	3.0[V]*C			
黒	VCOM電位	-1.0[V]	2.8[V]	4.0[V]			7.0[V] *C
	VCOM消費電荷	0	0	3.5[V]*C (2倍)			
	ソース電位	4.5[V]	2.8[V]	0.5[V]			
	ソース消費電荷	0	0	0			
	合計消費電荷 (VCI換算)	0	0	7.0[V]*C			
合計							11.0[V]*C

【図 2 5】



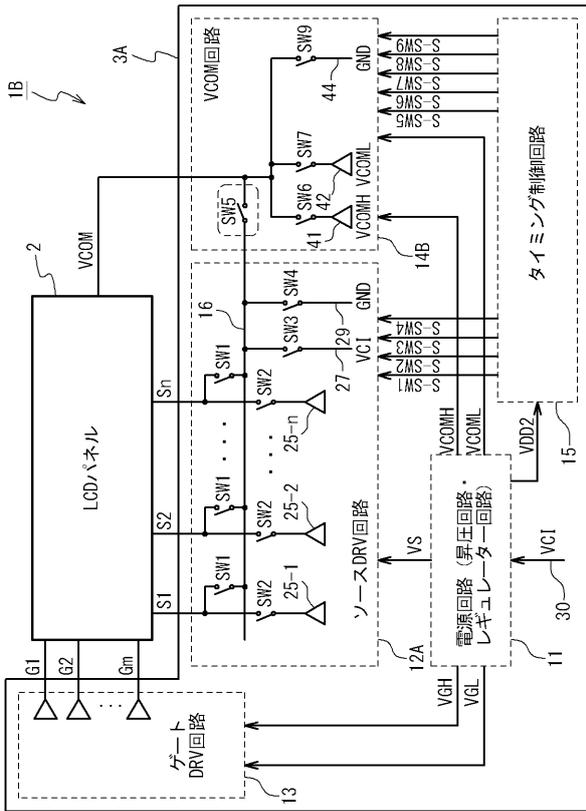
【図 2 6】



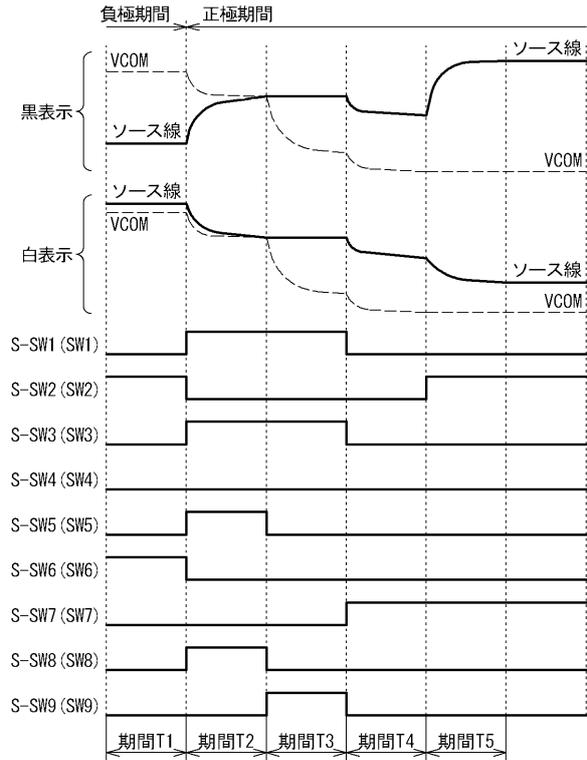
【図 2 7】



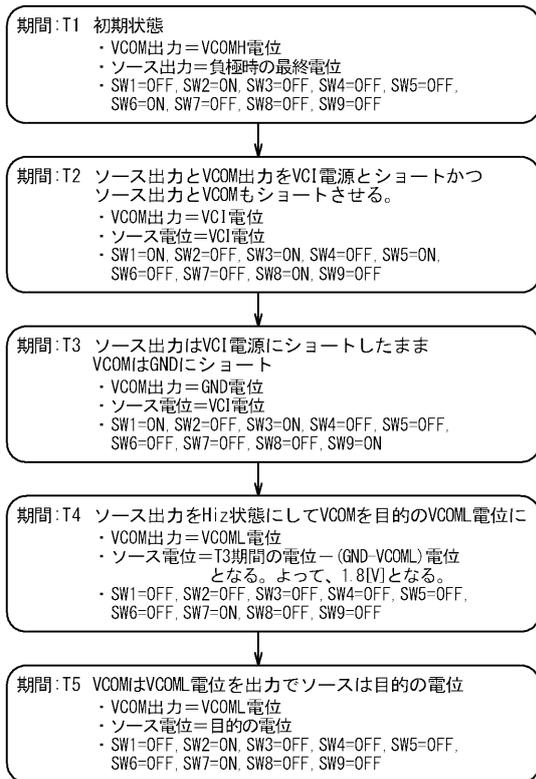
【図31B】



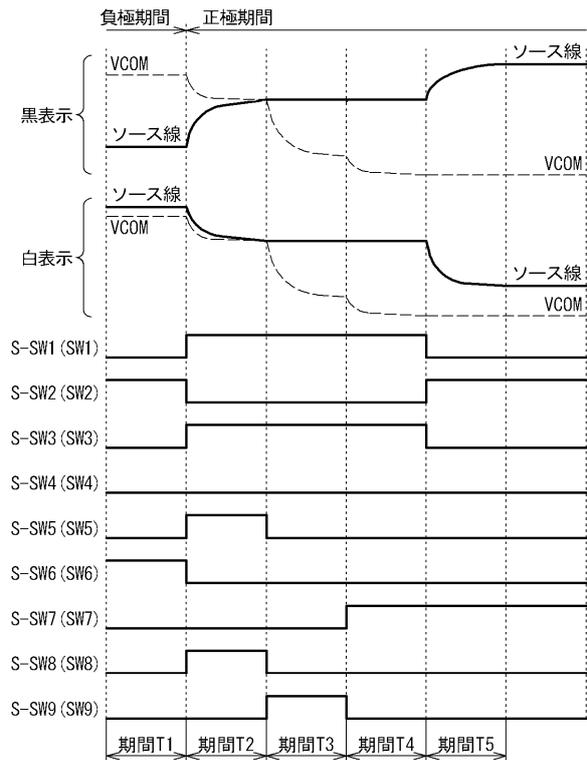
【図32】



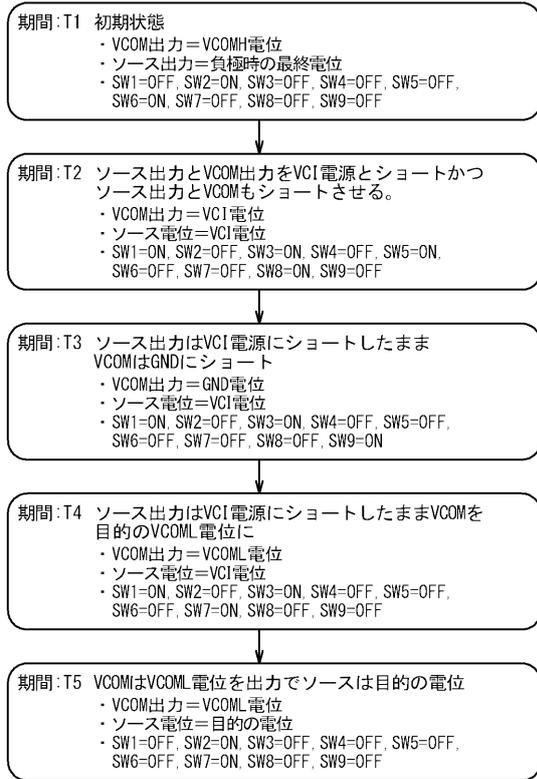
【図33】



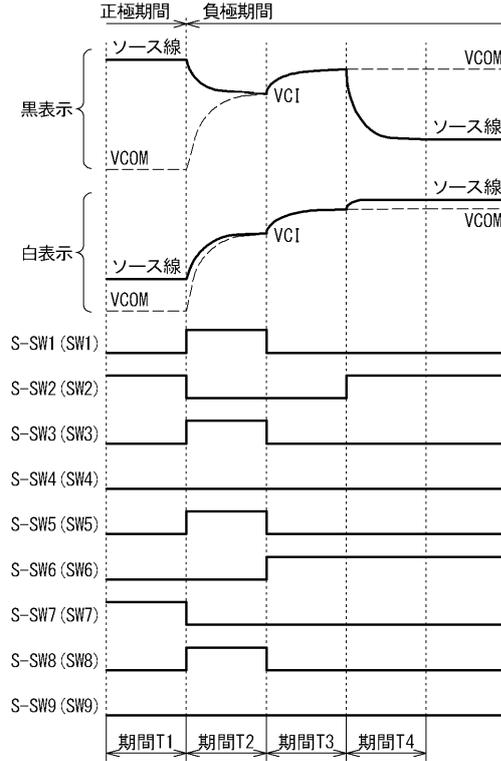
【図34】



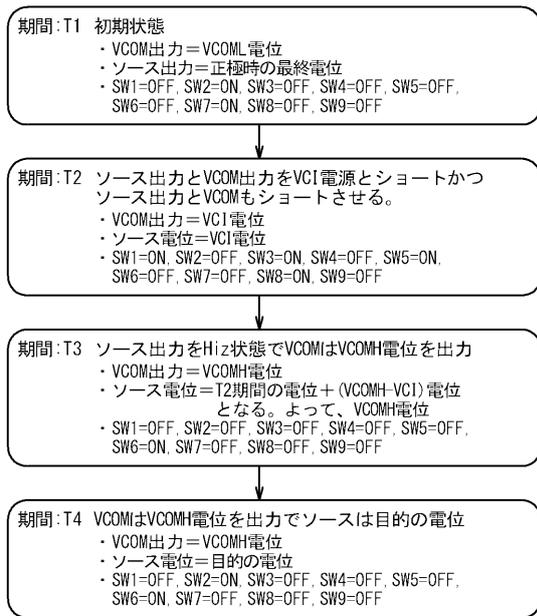
【図 3 5】



【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】

駆動方法	表示色	VCOM (L→H) 変化時		VCOM (H→L) 変化時		効果
		消費電荷	電流[mA]	消費電荷	電流[mA]	
従来駆動	白色表示	1.0[V]*C	0.0960	4.5[V]*C	0.4320	—
	灰色表示	3.0[V]*C	0.2880	10.5[V]*C	1.0080	—
	黒色表示	7.0[V]*C	0.6720	16.5[V]*C	1.5840	—
	平均	3.67[V]*C	0.3520	10.5[V]*C	1.0080	—
第1の実施形態	白色表示	1.0[V]*C	0.0960	4.1[V]*C	0.3936	-9[%]減
	灰色表示	3.0[V]*C	0.2880	4.9[V]*C	0.4704	-53[%]減
	黒色表示	7.0[V]*C	0.6720	10.9[V]*C	1.0464	-34[%]減
第2の実施形態	平均	3.67[V]*C	0.3520	6.63[V]*C	0.6368	-37[%]減
	白色表示			7.1[V]*C	0.6816	+58[%]増
	灰色表示			5.1[V]*C	0.4896	-51[%]減
	黒色表示			9.9[V]*C	0.9504	-40[%]減
平均			7.37[V]*C	0.7072	-30[%]減	

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 F 1/133 5 5 0

(56)参考文献 特開2007-101570(JP,A)
特開2005-134910(JP,A)
特開2003-302951(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 9 G 3 / 0 0 - 3 / 3 8
G 0 2 F 1 / 1 3 3