

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6332984号
(P6332984)

(45) 発行日 平成30年5月30日(2018.5.30)

(24) 登録日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/13 (2006.01)

G O 2 F 1/13 1 O 1

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

G O 2 F 1/133 (2006.01)

G O 2 F 1/133 5 5 O

G O 1 R 31/00 (2006.01)

G O 1 R 31/00

G O 9 G 3/20 (2006.01)

G O 9 G 3/20 6 7 O Q

請求項の数 22 (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-16192 (P2014-16192)
 (22) 出願日 平成26年1月30日(2014.1.30)
 (65) 公開番号 特開2014-170222 (P2014-170222A)
 (43) 公開日 平成26年9月18日(2014.9.18)
 審査請求日 平成29年1月16日(2017.1.16)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-23867 (P2013-23867)
 (32) 優先日 平成25年2月8日(2013.2.8)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 502356528
 株式会社ジャパンディスプレイ
 東京都港区西新橋三丁目7番1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 坂本 道昭
 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
 社ジャパンディスプレイ内
 (72) 発明者 鶴間 建行
 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
 社ジャパンディスプレイ内
 審査官 越河 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加し、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する測定用回路を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性を計測する測定装置であって、

前記測定用回路を介して、前記電圧を印加する電圧生成部と、
 前記過渡電流を計測する電流測定部と、を備える、
 液晶特性の測定装置。

【請求項2】

第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性を計測する測定装

10

20

置であって、

複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して所定の変化する電圧を印加する電圧生成部と、

前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を計測する電流測定部と、を備える、

液晶特性の測定装置。

【請求項 3】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性の測定装置であって、

10

前記スイッチング素子に接続される画素電極に、前記液晶層の液晶分子が面内で回転する液晶の閾値電圧よりも大きい電圧の矩形波と、矩形波よりも大きな周期で液晶の閾値電圧以下の極性が変化する電圧を重ね合わせて印加する電圧生成部と、

前記極性を変化する場合、前記過渡電流を計測する電流測定部と、を備える、

液晶特性の測定装置。

【請求項 4】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性の測定装置であって、

20

前記スイッチング素子に接続される画素電極に、前記液晶層の液晶分子が面内で回転する液晶の閾値電圧よりも大きい電圧の矩形波と、矩形波よりも大きな周期で液晶の閾値電圧以下の極性が変化する電圧を重ね合わせて印加する電圧生成部と、

前記極性が変化する場合、前記液晶層の輝度変化を計測する、

液晶特性の測定装置。

30

【請求項 5】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記液晶層よりも前記第 2 基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極と、所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するためのイオン掃引電圧入力端部と、前記画素電極と前記共通電極との間に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する測定用回路とを備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性を計測する測定装置であって、

40

前記イオン掃引電圧入力端部を介して、前記イオン掃引電圧を印加する第 1 電圧生成部と、

前記過渡電流を計測する電流測定部と、を備える、

液晶特性の測定装置。

【請求項 6】

前記液晶表示パネルは、

前記画素電極又は前記共通電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧を印加するコネクティング信号電圧端子を備え、

前記電流測定部は、

前記コネクティング信号電圧が印加された画素電極又は共通電極のうち的一方と異なる

50

画素電極又は共通電極の他方に流れる前記過渡電流を計測する、請求項 5 に記載の液晶特性の測定装置。

【請求項 7】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する前記液晶層の特性を測定する液晶特性の測定方法であって、

複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して所定の変化する電圧を印加するステップと、

10

前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を計測する電流測定ステップと、を備える、

液晶特性の測定方法。

【請求項 8】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記液晶層よりも前記第 2 基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極とを備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する前記液晶層の特性を測定する液晶特性の測定方法であって、

20

所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するイオン掃引電圧ステップと、

前記画素電極と前記共通電極との間に流れる過渡電流を計測する電流測定ステップと、を備える、

液晶特性の測定方法。

【請求項 9】

イオン掃引電圧印加ステップにおいて、イオン掃引電圧を前記透光性電極に印加する間に、前記画素電極又は前記共通電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧を印加し、

電流測定ステップにおいて、前記コネクティング信号電圧が印加された画素電極又は共通電極のうち的一方と異なる画素電極又は共通電極の他方に流れる前記過渡電流を計測する、請求項 8 に記載の液晶特性の測定方法。

30

【請求項 10】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルであって、

複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加し、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する測定用回路を備える、液晶表示パネル。

40

【請求項 11】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルであって、

複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加する配線の端部と、前記電圧が印

50

加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を測定のために液晶表示パネル外へ出力する配線の端部とを備える、液晶表示パネル。

【請求項 1 2】

前記電圧が印加された画素電極と、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極とは、隣り合う画素にある、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 3】

前記電圧がされた画素電極に接続されたスイッチング素子と行が隣り合うスイッチング素子は、接続する画素電極の電位を固定しない、請求項 1 0 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 4】

前記共通電極の電位が固定されている、請求項 1 0 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 5】

前記共通電極の電位が固定されていない、請求項 1 0 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 6】

前記スイッチング素子が接続される各前記画素電極が複数組み合わせられて 1 つの画素が表示される場合、前記電圧が印加された画素電極と、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極とは、複数の前記画素に跨がって隣り合う、請求項 1 0 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 7】

前記スイッチング素子が接続される各前記画素電極が複数組み合わせられて 1 つの画素が表示される場合、前記画素のうちの一部の画素電極の電位が固定されていない、請求項 1 0 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 8】

前記スイッチング素子が接続される各前記画素電極が複数組み合わせられて 1 つの画素が表示され、前記画素が複数組み合わせられて表示エリア部となり、

前記測定用回路は、前記表示エリア部の一部にのみ前記電圧を印加する、請求項 1 0 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 1 9】

前記電圧は、液晶層の液晶分子が面内で回転する液晶の閾値電圧よりも大きい電圧の矩形波と、矩形波よりも大きな周期で液晶の閾値電圧以下の極性が変化する電圧を重ね合わせて印加される電圧である、請求項 1 0 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 2 0】

前記液晶層よりも前記第 2 基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極をさらに有し、

前記電圧とは異なる電圧であって、液晶表示パネル外から供給されて所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するためのイオン掃引電圧入力端部を備える、請求項 1 0 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 2 1】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に配置される液晶層と、前記第 1 基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記液晶層よりも前記第 2 基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極とを備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルであって、

液晶表示パネル外から供給されて所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するためのイオン掃引電圧入力端部と、前記画素電極と前記共通電極との間に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する端子を備える測定用回路とを備える、液晶表示

10

20

30

40

50

パネル。

【請求項 2 2】

前記測定用回路は、前記画素電極又は前記共通電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧を印加するコネクティング信号電圧端子を備え、

前記コネクティング信号電圧が印加された画素電極又は共通電極のうち的一方と異なる画素電極又は共通電極の他方に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する、請求項 2 1 に記載の液晶表示パネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、液晶を備える液晶表示パネルに関する。また、本発明は、液晶特性の測定装置及び液晶特性の測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、携帯電話機、PDA (Personal Digital Assistant: 携帯情報端末機) 等といった電子機器に表示パネルが広く用いられている。例えば、電子機器に関する各種情報を表示する表示エリア部として液晶パネルが用いられている。この液晶表示パネルとして、従来、TN (Twisted Nematic) 液晶を用いた液晶装置に代表される縦電界型の液晶装置が知られている。この液晶装置では、基板に対して直角方向に電界を形成することにより液晶分子を基板に対して直角方向に立たせる状態で液晶分子の配向制御を行い、その液晶分子の配向制御に対応した光透過率変化を利用して表示が行われる。

20

【0003】

このような縦電界型の液晶装置では、液晶層の液晶分子の挙動 (液晶特性) について測定する技術がある。例えば特許文献 1 に記載の技術では、液晶セルの液晶層を挟む電極間に所定の変化する電圧を印加し、前記液晶層の過渡的誘電率を測定することにより、前記電極間に所定の電圧を印加した状態で液晶分子の挙動を観測することを特徴とする液晶セルの特性測定方法が記載されている。

【0004】

上述した縦電界型の液晶装置においては、液晶分子を基板面に対して直角方向に駆動するため、液晶装置の表示面を見る角度に応じて液晶分子を違う方向から見ることになり、視野角が狭い傾向にある。この視野角度を向上させた液晶装置として、横電界型の液晶装置が知られている (例えば、特許文献 2 参照)。

30

【0005】

横電界型の液晶装置では、基板に対して平行方向に電界を形成することにより液晶分子を基板面と平行な面内で回転させ、その液晶分子の回転に対応した光透過率変化を利用して表示が行われる。この横電界型の液晶装置においては、液晶装置の表示面を見る角度が変わっても、液晶分子を見る方向は同じであるので、視野角が広くなるという長所を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献 1】特開平 6 - 082835 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 52161 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 に記載の液晶特性の測定方法は、液晶表示パネルの信頼性に重要な役割を果たす、液晶層に含まれる不純物イオンの挙動について測定する技術であり、液晶層を挟む電極間に所定の変化する電圧を印加した状態で液晶層に含まれる不純物イオンの挙動を過渡電流の測定で観測する。しかしながら、特許文献 1 に記載の液晶特性の測定方法は、横

50

電界によって液晶分子の配向を制御する液晶表示パネルに適用する場合、横電界によって液晶に流れる不純物イオンの過渡電流の測定については考慮していない。

【 0 0 0 8 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、横電界によって液晶分子に流れる過渡電流の検出感度を高める、液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定装置は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加し、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する測定用回路を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性を計測する測定装置であって、前記測定用回路を介して、前記電圧を印加する電圧生成部と、前記過渡電流を計測する電流測定部と、を備える。

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定装置は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性を計測する測定装置であって、複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して所定の変化する電圧を印加する電圧生成部と、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を計測する電流測定部と、を備える。

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定装置は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性の測定装置であって、前記スイッチング素子に接続される画素電極に、前記液晶層の液晶分子が面内で回転する液晶の閾値電圧よりも大きい電圧の矩形波と、矩形波よりも大きな周期で液晶の閾値電圧以下の極性が変化する電圧を重ね合わせて印加する電圧生成部と、前記極性を変化する場合、前記過渡電流を計測する電流測定部と、を備える。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定装置は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性の測定装置であって、前記スイッチング素子に接続される画素電極に、前記液晶層の液晶分子が面内で回転する液晶の閾値電圧よりも大きい電圧の矩形波と、矩形波よりも大きな周期で液晶の閾値電圧以下の極性が変化する電圧を重ね合わせて印加する電圧生成部と、前記極性が変化する場合、前記液晶層の輝度変化を計測する。

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定装置は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記液晶層よりも前記第2基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極と、所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するためのイオン掃引電圧入力端部と、前記イオン掃引電圧が印加された画素電極と前記共通電極との間に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する測定用回路とを備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルに対して、前記液晶層の液晶特性を計測する測定装置であって、前記イオン掃引電圧入力端部を介して、前記イオン掃引電圧を印加する第1電圧生成部と、前記過渡電流を計測する電流測定部と、を備える。

10

【 0 0 1 4 】

望ましい一態様として、前記液晶表示パネルは、前記画素電極又は前記共通電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧を印加するコネクティング信号電圧端子を備え、前記電流測定部は、前記コネクティング信号電圧が印加された画素電極又は共通電極のうち的一方と異なる画素電極又は共通電極の他方に流れる前記過渡電流を計測する、液晶特性の測定装置であってもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定方法は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する前記液晶層の特性を測定する液晶特性の測定方法であって、複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して所定の変化する電圧を印加するステップと、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を計測する電流測定のステップと、を備える。

20

【 0 0 1 6 】

本発明の一態様に係る液晶特性の測定方法は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記液晶層よりも前記第2基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極とを備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する前記液晶層の特性を測定する液晶特性の測定方法であって、所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するイオン掃引電圧ステップと、前記画素電極と前記共通電極との間に流れる過渡電流を計測する電流測定の電流測定ステップと、を備える。

30

【 0 0 1 7 】

望ましい一態様として、イオン掃引電圧印加ステップにおいて、イオン掃引電圧を前記透光性電極に印加する間に、前記画素電極又は前記共通電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧を印加し、電流測定ステップにおいて、前記コネクティング信号電圧が印加された画素電極又は共通電極のうち的一方と異なる画素電極又は共通電極の他方に流れる前記過渡電流を計測する、液晶特性の測定方法であってもよい。

40

【 0 0 1 8 】

本発明の一態様に係る液晶表示パネルは、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、

50

を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルであって、複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加し、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する測定用回路を備える。

【0019】

本発明の一態様に係る液晶表示パネルは、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、を備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルであって、複数の前記スイッチング素子のうち、一部のスイッチング素子に接続される画素電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加する配線の端部と、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極に流れる過渡電流を測定のために液晶表示パネル外へ出力する配線の端部とを備える。

10

【0020】

望ましい一態様として、前記電圧が印加された画素電極と、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極とは、隣り合う画素にある、液晶表示パネルであってもよい。

【0021】

望ましい一態様として、前記電圧がされた画素電極に接続されたスイッチング素子と行が隣り合うスイッチング素子は、接続する画素電極の電位を固定しない、液晶表示パネルであってもよい。

20

【0022】

望ましい一態様として、前記共通電極の電位が固定されている、液晶表示パネルであってもよい。

【0023】

望ましい一態様として、前記共通電極の電位が固定されていない、液晶表示パネルであってもよい。

【0024】

望ましい一態様として、前記スイッチング素子が接続される各前記画素電極が複数組み合わせられて1つの画素が表示される場合、前記電圧が印加された画素電極と、前記電圧が印加された画素電極と異なる画素電極とは、複数の前記画素に跨がって隣り合う、液晶表示パネルであってもよい。

30

【0025】

望ましい一態様として、前記スイッチング素子が接続される各前記画素電極が複数組み合わせられて1つの画素が表示される場合、前記画素のうちの一部の画素電極の電位が固定されていない、液晶表示パネルであってもよい。

【0026】

望ましい一態様として、前記スイッチング素子が接続される各前記画素電極が複数組み合わせられて1つの画素が表示され、前記画素が複数組み合わせられて表示エリア部となり、前記測定用回路は、前記表示エリア部の一部にのみ前記電圧を印加する、液晶表示パネルであってもよい。

40

【0027】

望ましい一態様として、前記電圧は、液晶層の液晶分子が面内で回転する液晶の閾値電圧よりも大きい電圧の矩形波と、矩形波よりも大きな周期で液晶の閾値電圧以下の極性が変化する電圧を重ね合わせて印加される電圧である、液晶表示パネルであってもよい。

【0028】

望ましい一態様として、前記液晶層よりも前記第2基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極をさらに有し、前記電圧とは異なる電圧であって、液晶表示パネル外から供給されて所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加す

50

るためのイオン掃引電圧入力端部を備える、液晶表示パネルであってもよい。

【0029】

本発明の一態様に係る液晶表示パネルは、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に配置される液晶層と、前記第1基板の面上にあり、かつマトリクス状に配置された複数のスイッチング素子と、前記スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して前記画素電極と絶縁された共通電極と、前記液晶層よりも前記第2基板側に備えられ、少なくとも前記画素電極と対向する透光性電極とを備え、横電界によって前記液晶層の液晶分子の配向が変化する液晶表示パネルであって、液晶表示パネル外から供給されて所定の電圧変化するイオン掃引電圧を前記透光性電極に印加するためのイオン掃引電圧入力端部と、前記画素電極と前記共通電極との間に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する端子を備える測定用回路とを備える。

10

【0030】

望ましい一態様として、前記測定用回路は、前記画素電極又は前記共通電極に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧を印加するコネクティング信号電圧端子を備え、前記コネクティング信号電圧が印加された画素電極又は共通電極のうちの一方と異なる画素電極又は共通電極の他方に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する、液晶表示パネルであってもよい。

【0031】

本発明による液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネルによれば、横電界によって液晶分子に流れる過渡電流の検出感度を高めることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、実施形態1に係る液晶表示パネルの一例を表す説明図である。

【図2】図2は、図1の液晶表示パネルのシステムの一例を表すブロック図である。

【図3】図3は、画素を駆動する駆動回路の一例を示す回路図である。

【図4】図4は、実施形態1に係る液晶表示パネルの画素電極を説明するための模式図である。

【図5】図5は、実施形態1に係る液晶表示パネルの断面を説明するための模式図である。

【図6】図6は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧無印加時における液晶分子の配向を説明するための模式図である。

30

【図7】図7は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧無印加時における液晶分子の配向を説明するための断面模式図である。

【図8】図8は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧印加時における液晶分子の配向を説明するための模式図である。

【図9】図9は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧印加時における液晶分子の配向を説明するための断面模式図である。

【図10】図10は、液晶特性の測定システムを説明するための説明図である。

【図11】図11は、実施形態1に係る液晶表示パネルの液晶特性の測定を説明するための等価回路図である。

40

【図12】図12は、実施形態1に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。

【図13】図13は、実施形態1に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。

【図14】図14は、実施形態1に係る液晶表示パネルの測定用回路を説明する説明図である。

【図15】図15は、実施形態1に係る液晶表示パネルの液晶特性の測定方法を説明するフローチャートである。

【図16】図16は、実施形態1に係る液晶表示パネルのイオン検出駆動を説明するための説明図である。

50

【図 17】図 17 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの電圧電流特性の一例を示す図である。

【図 18】図 18 は、実施形態 1 の変形例に係る液晶表示パネルの液晶を駆動する検査波形の一例を説明する説明図である。

【図 19】図 19 は、実施形態 2 に係る液晶表示パネルのイオン検出駆動を説明するための説明図である。

【図 20】図 20 は、実施形態 2 の変形例に係る液晶表示パネルの表示エリア部の駆動領域の一例を示す図である。

【図 21】図 21 は、実施形態 3 に係る液晶表示パネルの測定用回路を説明する説明図である。

10

【図 22】図 22 は、実施形態 4 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。

【図 23】図 23 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。

【図 24】図 24 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの液晶を駆動する波形の一例を説明する説明図である。

【図 25】図 25 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの電圧電流特性の一例を示す図である。

【図 26】図 26 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの液晶を駆動する波形の一例を説明する説明図である。

20

【図 27】図 27 は、実施形態 5 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。

【図 28】図 28 は、実施形態 5 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。

【図 29】図 29 は、実施形態 5 に係る液晶表示パネルの測定用回路を説明する説明図である。

【図 30】図 30 は、実施形態 5 に係る液晶表示パネルのイオン検出駆動を説明するための説明図である。

【図 31】図 31 は、実施形態 5 に係る液晶表示パネルの電圧電流特性の一例を示す図である。

30

【図 32】図 32 は、実施形態 5 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。

【図 33】図 33 は、実施形態 5 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。

【図 34】図 34 は、実施形態 6 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。

【図 35】図 35 は、実施形態 6 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。

【図 36】図 36 は、実施形態 1 から 6 に係る液晶表示パネル製造工程における、液晶セルイオン密度調査を液晶特性の測定システムがインライン工程で行うフローチャートの一例である。

40

【発明を実施するための形態】

【0033】

発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表

50

される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。

【0034】

< 1. 実施形態 1 (液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル)>

図 1 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの一例を表す説明図である。図 2 は、図 1 の液晶表示パネルのシステムの一部を表すブロック図である。図 1 は模式的に表したものであり、実際の寸法、形状と同一とは限らない。なお、表示装置 1 が「液晶表示パネル」の一具体例に相当する。

【0035】

(液晶表示パネル)

表示装置 1 は、透過型、又は半透過型の表示装置であり、液晶表示パネル 2 と、ドライバ IC 3 と、バックライト 6 と、を備えている。表示装置 1 は、COG 入力信号用電極パッド T_{ic} と、後述する液晶特性の測定装置と接続するテスト信号用電極パッド T_{test} とを備えている。ドライバ IC 3 は、COG (Chip On Glass) と呼ばれる、基板上に設けられた集積回路である。表示装置 1 は、バックライト 6 を備えない、反射型の表示装置であってもよい。図示しないフレキシブルプリント基板 (FPC (Flexible Printed Circuits)) は、COG 入力信号用電極パッド T_{ic} を介してドライバ IC 3 の外部信号又はドライバ IC 3 を駆動する駆動電力を伝送する。液晶表示パネル 2 は、透光性絶縁基板、例えばガラス基板 11 と、ガラス基板 11 の表面にあり、液晶セルを含む画素がマトリクス状 (行列状) に多数配置されてなる表示エリア部 21 と、水平ドライバ (水平駆動回路) 23 と、垂直ドライバ (垂直駆動回路) 22A、22B と、を備えている。垂直ドライバ (垂直駆動回路) 22A、22B は、第 1 垂直ドライバ 22A、第 2 垂直ドライバ 22B として、表示エリア部 21 を挟むように配置されている。ガラス基板 11 は、スイッチング素子 (例えば、トランジスタ) を含む多数の画素回路がマトリクス状に配置形成される第 1 基板と、この第 1 基板と所定の間隙をもって対向して配置される第 2 基板とを含む。そして、ガラス基板 11 は、第 1 基板、第 2 基板の間に液晶が封入される液晶層を有する。

【0036】

液晶表示パネル 2 の額縁 11gr、11gl は、ガラス基板 11 の表面にあり、液晶セルを含む画素がマトリクス状 (行列状) に多数配置されてなる表示エリア部 21 がない、非表示領域である。垂直ドライバ 22A、22B は、額縁 11gr、11gl に配置されている。

【0037】

バックライト 6 は、液晶表示パネル 2 の裏面側 (画像を表示する面とは反対側の面) に配置されている。バックライト 6 は、液晶表示パネル 2 に向けて光を照射し、表示エリア部 21 の全面に光を入射させる。バックライト 6 は、例えば光源と、光源から出力された光を導いて、液晶表示パネル 2 の裏面に向けて出射させる導光板と、を含む。

【0038】

(表示装置のシステム構成例)

液晶表示パネル 2 は、ガラス基板 11 上に、表示エリア部 21 と、インタフェース (I/F) 及びタイミングジェネレータの機能を備えるドライバ IC 3 と、第 1 垂直ドライバ 22A、第 2 垂直ドライバ 22B 及び水平ドライバ 23 とを備えている。

【0039】

表示エリア部 21 は、液晶層を含む副画素 S_{pix} が、表示上の 1 画素を構成するユニットが m 行 × n 列に配置されたマトリクス (行列状) 構造を有している。なお、この明細書において、行とは、一方向に配列される n 個の副画素 S_{pix} を有する画素行をいう。また、列とは、行が配列される方向と直交する方向に配列される m 個の副画素 S_{pix} を有する画素列をいう。そして、m と n との値は、垂直方向の表示解像度と水平方向の表示解像度に応じて定まる。表示エリア部 21 は、副画素 S_{pix} の m 行 n 列の配列に対して

行毎に走査線 24_1 、 24_2 、 $24_3 \cdots 24_m$ が配線され、列毎に信号線 25_1 、 25_2 、 $25_3 \cdots 25_n$ が配線されている。例えば、各副画素 S_{pix} にはそれぞれ赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の3色の異なる色領域を1組として対応付けられて、複数の副画素 S_{pix} が画素 P_{pix} となっている。以後、本実施形態においては、走査線 24_1 、 24_2 、 $24_3 \cdots 24_m$ を代表して走査線 24 又は走査線 24_m のように表記し、信号線 25_1 、 25_2 、 $25_3 \cdots 25_n$ を代表して信号線 25 又は信号線 25_n のように表記することがある。また、本実施形態においては、走査線 24_1 、 24_2 、 $24_3 \cdots 24_m$ を代表して走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 $24_{m+3} \cdots$ のように表記し、信号線 25_1 、 25_2 、 $25_3 \cdots 25_n$ を代表して信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 $25_{n+3} \cdots$ のように表記することもある。表示エリア部 21 は、正面に直交する方向から見た場合、走査線 24 と信号線 25 がカラーフィルタのブラックマトリクスと重なる領域に配置されている。また、表示エリア部 21 は、ブラックマトリクスが配置されていない領域が開口部となる。

10

【0040】

液晶表示パネル 2 には、外部から外部信号である、マスタークロック、水平同期信号及び垂直同期信号が入力され、ドライバ IC 3 に与えられる。ドライバ IC 3 は、外部電源の電圧振幅のマスタークロック、水平同期信号及び垂直同期信号を、液晶の駆動に必要な内部電源の電圧振幅にレベル変換 (昇圧) し、マスタークロック、水平同期信号及び垂直同期信号を生成する。ドライバ IC 3 は、生成したマスタークロック、水平同期信号及び垂直同期信号をそれぞれ第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B 及び水平ドライバ 23 に与える。ドライバ IC 3 は、副画素 S_{pix} 毎の画素電極に対して各画素共通に与えるコモン電位 (対向電極電位) V_{com} を生成して表示エリア部 21 に与える。

20

【0041】

第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B は、後述するシフトレジスタを含み、さらにラッチ回路等を含む。第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B は、ラッチ回路が、垂直クロックパルスに同期してドライバ IC 3 から出力される表示データを1水平期間で順次サンプリングしラッチする。第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B は、ラッチ回路においてラッチされた1ライン分のデジタルデータを垂直走査パルスとして順に出力し、表示エリア部 21 の走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 $24_{m+3} \cdots$ に与えることによって副画素 S_{pix} を行単位で順次選択する。第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B は、走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 $24_{m+3} \cdots$ の延在方向に走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 $24_{m+3} \cdots$ を挟むように配置されている。第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B は、例えば、走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 $24_{m+3} \cdots$ の表示エリア部 21 の上寄り、垂直走査上方向から、表示エリア部 21 の下寄り、垂直走査下方向へ順にデジタルデータを出力する。また、第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B は、走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 $24_{m+3} \cdots$ の表示エリア部 21 の下寄り、垂直走査下方向から、表示エリア部 21 の上寄り、垂直走査上方向へ順にデジタルデータを出力することもある。

30

【0042】

水平ドライバ 23 には、例えば6ビットの R (赤)、G (緑)、B (青) のデジタル映像データである画像信号 V_{sig} が与えられる。水平ドライバ 23 は、第1垂直ドライバ 22A、第2垂直ドライバ 22B による垂直走査によって選択された行の各副画素 S_{pix} に対して、画素毎に、もしくは複数画素毎に、あるいは全画素一斉に、信号線 25 を介して表示データを書き込む。

40

【0043】

(液晶表示パネルの通常駆動方式)

図3は、画素を駆動する駆動回路の一例を示す回路図である。表示エリア部 21 には、図3に示す各副画素 S_{pix} の薄膜トランジスタ (TFT; Thin Film Transistor) T_r に表示データとして画素信号を供給する信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 25_{n+3} 、各薄膜トランジスタ T_r を駆動する走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} 等の配線

50

が形成されている。薄膜トランジスタ T_r は、液晶素子 LC を駆動するスイッチング素子である。このように、信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 25_{n+3} は、上述したガラス基板 11 の表面と平行な平面に延在し、副画素 $Spix$ に画像を表示するための画素信号を供給する。副画素 $Spix$ は、薄膜トランジスタ T_r 及び液晶素子 LC を備えている。薄膜トランジスタ T_r は、この例では、 n チャネルの MOS (Metal Oxide Semiconductor) 型の TFT で構成されている。薄膜トランジスタ T_r のソース及びドレインのうち一方は信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 25_{n+3} に接続され、ゲートは走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} に接続され、ソース及びドレインのうち他方は液晶素子 LC の一端に接続されている。液晶素子 LC は、一端が薄膜トランジスタ T_r に接続され、他端が共通電極 com のコモン電位 V_{com} に接続されている。

10

【0044】

副画素 $Spix$ は、走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} により、表示エリア部 21 の同じ行に属する他の副画素 $Spix$ と互いに接続されている。走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} は、第1垂直ドライバ $22A$ と接続され、第1垂直ドライバ $22A$ から走査信号の垂直走査パルスが供給される。走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} は、第2垂直ドライバ $22B$ と接続され、第2垂直ドライバ $22B$ から、走査信号の垂直走査パルスが供給される。このように、第1垂直ドライバ $22A$ 、第2垂直ドライバ $22B$ は、走査方向の走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} に垂直走査パルスを印加する。また、副画素 $Spix$ は、信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 25_{n+3} により、表示エリア部 21 の同じ列に属する他の副画素 $Spix$ と互いに接続されている。信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 25_{n+3} は、水平ドライバ 23 と接続され、水平ドライバ 23 より画素信号が供給される。共通電極 com のコモン電位 V_{com} は、不図示の駆動電極ドライバと接続され、駆動電極ドライバより電圧が供給される。さらに、副画素 $Spix$ は、共通電極 com のコモン電位 V_{com} により、表示エリア部 21 の同じ列に属する他の副画素 $Spix$ と互いに接続されている。

20

【0045】

図1及び図2に示す第1垂直ドライバ $22A$ 、第2垂直ドライバ $22B$ は、垂直走査パルス V_{gate} を、図3に示す走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} を介して、副画素 $Spix$ の薄膜トランジスタ T_r のゲートに印加することにより、表示エリア部 21 にマトリクス状に形成されている副画素 $Spix$ のうちの1行(1水平ライン)を表示駆動の対象として順次選択する。図1及び図2に示す水平ドライバ 23 は、画素信号を、図3に示す信号線 25_{n+1} 、 25_{n+2} 、 25_{n+3} を介して、第1垂直ドライバ $22A$ 、第2垂直ドライバ $22B$ により順次選択される1水平ラインを含む各副画素 $Spix$ にそれぞれ供給する。そして、これらの副画素 $Spix$ では、供給される画素信号に応じて、1水平ラインの表示が行われるようになっている。

30

【0046】

上述したように、表示装置 1 は、第1垂直ドライバ $22A$ 、第2垂直ドライバ $22B$ が走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} を順次走査するように駆動することにより、1水平ラインが順次選択される。また、表示装置 1 は、1水平ラインに属する副画素 $Spix$ に対して、水平ドライバ 23 が画素信号を供給することにより、1水平ラインずつ表示が行われる。この表示動作を行う際、駆動電極ドライバは、その1水平ラインに対応する共通電極 com のコモン電位 V_{com} を印加するようになっている。

40

【0047】

表示装置 1 は、液晶素子 LC に同極性の直流電圧が印加され続けることによって液晶の比抵抗(物質固有の抵抗値)等が劣化する可能性がある。表示装置 1 は、液晶の比抵抗(物質固有の抵抗値)等の劣化を防ぐため、駆動信号のコモン電位 V_{com} を基準として映像信号の極性を所定の周期で反転させる駆動方式が採られる。

【0048】

この液晶表示パネルの駆動方式として、カラム反転、ライン反転、ドット反転、フレーム反転などの駆動方式が知られている。カラム反転は、1カラム(1画素列)に相当する

50

1 V (Vは垂直期間)の時間周期で映像信号の極性を反転させる駆動方式である。ライン反転は、1ライン(1画素行)に相当する1 H (Hは水平期間)の時間周期で映像信号の極性を反転させる駆動方式である。ドット反転は、互いに隣接する上下左右の画素毎に映像信号の極性を交互に反転させる駆動方式である。フレーム反転は、1画面に相当する1フレーム毎に全画素に書き込む映像信号を一度に同じ極性で反転させる駆動方式である。表示装置1は、上記の各駆動方式のいずれを採用することも可能である。

【0049】

(表示エリア部)

次に、表示エリア部21の構成を詳細に説明する。図4は、実施形態1に係る液晶表示パネルの画素電極を説明するための模式図である。図5は、実施形態1に係る液晶表示パネルの断面を説明するための模式図である。図6は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧無印加時における液晶分子の配向を説明するための模式図である。図7は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧無印加時における液晶分子の配向を説明するための断面模式図である。図8は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧印加時における液晶分子の配向を説明するための模式図である。図9は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧印加時における液晶分子の配向を説明するための断面模式図である。図4に示す隣り合う副画素 S_{pix1} 及び副画素 S_{pix2} は、走査線 24_m に選択される、隣り合う薄膜トランジスタ T_r が、走査線 25_{n+1} を挟んだ位置に配置される。隣り合う画素電極72間の間には、容量 C_{pp} が作用しており、画素電極72と共通電極 c_{om} の間には容量 C_{str} が作用している。

【0050】

表示エリア部21は、図5に示すように、画素基板70Aと、この画素基板70Aの表面に垂直な方向に対向して配置された対向基板70Bと、画素基板70Aと対向基板70Bとの間に挟まれた液晶層70Cとを備えている。なお、画素基板70Aは、液晶層70Cとは反対側の面に、バックライト6が配置されている。

【0051】

液晶層70Cは、電界の状態に応じてそこを通過する光を変調するものであり、FFS(フリンジフィールドスイッチング)又はIPS(インプレーンスイッチング)等の横電界モードの液晶を用いた液晶表示デバイスが用いられる。なお、図5に示すように、液晶層70Cと画素基板70Aとの間、及び液晶層70Cと対向基板70Bとの間には、それぞれ配向膜が備えられてもよい。以下の液晶表示パネル2は、FFSモードの液晶を例に説明する。

【0052】

対向基板70Bは、ガラス基板78と、このガラス基板78の一方の面に形成されたカラーフィルタ76を含む。カラーフィルタ76は、例えば、赤(R)、緑(G)、青(B)の3色に着色された色領域を含む。カラーフィルタ76は、開口部76bに例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の3色に着色された色領域を周期的に配列して、図3に示す各副画素 S_{pix} にR、G、Bの3色の色領域が1組として画素 P_{ix} として対応付けられている。カラーフィルタ76は、TFT基板71と垂直な方向において、液晶層70Cと対向する。なお、カラーフィルタ76は、異なる色に着色されていれば、他の色の組み合わせであってもよい。一般に、カラーフィルタ76は、緑(G)の色領域の輝度が、赤(R)の色領域及び青(B)の色領域の輝度よりも高い。なお、ブラックマトリクス76aが図3に示す副画素 S_{pix} の外周を覆うように形成されていてもよい。このブラックマトリクス76aは、二次元配置された副画素 S_{pix} と副画素 S_{pix} との境界に配置されることで、格子形状となる。そして、ブラックマトリクス76aは、光の吸収率が高い材料で形成される。

【0053】

画素基板70Aは、回路基板としてのTFT基板71と、このTFT基板71上にマトリクス状に配設された複数の画素電極72と、TFT基板71及び画素電極72の間に形成された共通電極 c_{om} と、画素電極72と共通電極 c_{om} とを絶縁する絶縁層74と、

絶縁層 73 とを含む。画素電極 72 及び共通電極 com は、ITO (Indium Tin Oxide) 等の透光性導電材料 (透光性導電酸化物) で形成される透光性電極である。

【0054】

TFT 基板 71 には、図示は省略するが、上述した各副画素 Spix の薄膜トランジスタ Tr が形成された半導体層、画素信号を供給する信号線、薄膜トランジスタ Tr を駆動する走査線 24 等の配線が絶縁層 73、74 を介して積層されている。絶縁層 73 は、例えば、走査線 24 と半導体層との間の絶縁膜と、半導体層と信号線 25 との間の絶縁膜と、信号線 25 と共通電極 com との間の絶縁膜とを含む。絶縁層 74 は、共通電極 com と画素電極 72 との間の絶縁膜をしている。実施形態 1 に係る画素基板 70A は、絶縁層 73、共通電極 com、絶縁層 74、画素電極 72 の順に積層されている。例えば変形例として、実施形態 1 に係る画素基板 70A は、絶縁層 73、画素電極 72、絶縁層 74、共通電極 com の順に積層されていてもよい。

【0055】

画素基板 70A は、液晶層 70C 側に配向膜 75 を備えている。同様に、対向基板 70B は、液晶層 70C 側に配向膜 77 を備えている。FFS モードの表示装置 1 (液晶表示パネル 2) は、画素基板 70A に形成された共通電極 com の上に、上述した絶縁層 74 を介して、パターニングされた画素電極 72 が配置され、これを覆うように配向膜 75 が形成される。図 6 に示すように、配向膜 75 と、対向基板 70A 側の配向膜 77 との間に、液晶層 70C の液晶素子 LC が挟持される。2 枚の偏光板 81、82 は、クロスニコルの状態で配置される。2 枚の配向膜 75、77 のラビング方向は、2 枚の偏光板 81、82 の一方の透過軸と一致している。図 6 に示す配向膜 75 及び配向膜 77 の矢印が示すラビング方向は、出射側の偏光板 82 の透過軸を示す矢印と方向が一致している。さらに、2 枚の配向膜 75、77 のラビング方向及び偏光板 82 の透過軸の方向は、液晶分子が回転する方向が規定される範囲で、画素電極 72 の延設方向とほぼ平行に設定されている。

【0056】

FFS モードにおいて液晶素子 LC の液晶分子は、図 7 に示すように、ラビング方向に沿って電界非印加時に並んでいる。図 6 及び図 7 に示すように、液晶層 70C は、共通電極 com と画素電極 72 との間に電圧を印加していない状態において、液晶層 70C の液晶分子の軸が、入射側の偏光板 81 の透過軸と直交し、かつ、出射側の偏光板 82 の透過軸と平行な状態となる。このため、入射側の偏光板 81 を透過した入射光 h は、液晶層 70C 内において位相差を生じることなく出射側の偏光板 82 に達し、ここで吸収されるため、黒表示となる。

【0057】

一方、図 8 及び図 9 に示すように、共通電極 com と画素電極 72 との間に電圧を印加した状態において、液晶層 70C は、液晶分子の配向方向が、共通電極 com と画素電極 72 との間に生じる横電界 E (図 9 参照) により、画素電極 72 の延設方向に対して斜め方向に回転する。この際、液晶層 70C の厚み方向の中央に位置する液晶分子が約 45 度回転するように白表示時の電界強度を最適化する。これにより、入射側の偏光板 81 を透過した入射光 h には、液晶層 70C 内を透過する間に位相差が生じ、90 度回転した直線偏光となり、出射側の偏光板 82 を通過するため、白表示となる。なお、共通電極 com は、表示エリア部 21 の略全面と同じ面積を有している。画素電極 72 と、共通電極 com との間にある絶縁膜 74 は、例えばシリコン窒化膜 (SiN) などの無機材料である。絶縁膜 74 の厚みは、0.2 μ m 程度であり、液晶層 70C の厚み、例えば 3 μ m と比較すると小さい。このため、図 4 に示す、実施形態 1 に係る容量 Cstr は、絶縁膜 74 を介して作用する成分が支配的になり、縦方向電界駆動と呼ばれる液晶の画素電極と共通電極 (対向電極) との容量に比べて 10 倍程度大きくなる。ここで、縦方向電界駆動の液晶表示パネルは、画素電極と共通電極 (対向電極) とで液晶層を挟み、液晶を基板面に対して直角方向に駆動する液晶表示パネルである。縦方向電界駆動の液晶表示パネルは、例えば、TN (Twisted Nematic: ツイステッドネマティック)、VA (Vertical Alignment: 垂直配向) 等がある。

【 0 0 5 8 】

共通電極 $c o m$ は表示エリア部 2 1 内でベタ膜として形成され、横方向（面内方向）に一樣である。このため、横電界 E による液晶分子のイオン $i t$ の変位は、イオン $i t$ の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy が比較的作用しやすく、容量 $C s t r$ を介して誘起される共通電極 $c o m$ の電荷 e^- が、横方向の変位 Δx では誘起されない。これにより、共通電極 $c o m$ により、検出されるイオン起因の過渡電流は、イオン $i t$ の縦方向の変位 Δy に起因する電荷 e^- が主となり、イオン $i t$ の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- が、ほとんど作用しない。横方向電界駆動の場合は、縦方向電界駆動に比べて、液晶にかかる電界 E は横方向が支配的であるので、縦成分 $I(i o n_y)$ も、例えば 1 / 1 0 程度となり、小さくなる。

10

【 0 0 5 9 】

（液晶特性の測定システム）

図 1 0 は、液晶特性の測定システムを説明するための説明図である。液晶特性の測定システム 1 0 0 は、測定装置 1 1 0 と、コンピュータ 1 2 0 と、表示装置 1 3 0 と、プロンプト $P T S I G 1$ 、 $P T S I G 2$ 及び $P c o m$ を含む。

【 0 0 6 0 】

コンピュータ 1 2 0 は、演算手段として $C P U$ （中央演算処理装置：Central Processing Unit）1 2 1 と、 $R A M$ （Random Access Memory）1 2 2 と、ハードディスクドライブ（ $H D D$ ：Hard Disc Drive）などの記憶部 1 2 3 と、 I / O インタフェース 1 2 4、1 2 5 と、を備えている。

20

【 0 0 6 1 】

$R A M$ 1 2 2 は、プログラム及びデータの記録及び読み出しができるメインメモリであり、作業エリアを提供すると共に、液晶特性の測定システム 1 0 0 を制御するための複数のプログラムが格納されている。

【 0 0 6 2 】

$C P U$ 1 2 1 は、 I / O インタフェース 1 2 4 から入力された信号等に基づいて、 $R A M$ 1 2 2 に格納されたプログラムを読み出して実行し、演算結果を記憶部 1 2 3 又は I / O インタフェース 1 2 5 へ出力する。

【 0 0 6 3 】

表示装置 1 3 0 は、 I / O インタフェース 1 2 5 から入力された信号等に基づいて、グラフィックスの表示に必要な演算処理を行い、表示部 1 3 1 で表示する。

30

【 0 0 6 4 】

I / O インタフェース 1 2 4 は、通信インタフェース規格に合致した入出力インタフェース等である。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの液晶特性の測定を説明するための等価回路図である。図 1 2 は、実施形態 1 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。測定装置 1 1 0 は、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、電圧生成部 1 1 1 を備えている。

【 0 0 6 6 】

40

図 1 1 に示す等価回路は、図 1 2 に示す電圧生成部 1 1 1 とテスト信号用電極パッド $T t e s t$ との接続状態により、電圧生成部 1 1 1 が図 1 3 に示す画素電極 7 2 へ電圧を印加している。図 1 1 に示す等価回路において、容量 $C p p$ は、図 4 に示す隣り合う画素電極 7 2 間の間に作用する容量成分である。また、図 1 1 に示す等価回路において、容量 $C s t r$ は、図 4 に示す画素電極 7 2 と共通電極 $c o m$ との間に作用する容量成分である。なお、図 1 1 に示す抵抗 $R p p$ は、隣り合う画素電極 7 2 間の間にある抵抗成分である。図 1 1 に示す抵抗 $R s t$ は、画素電極 7 2 と共通電極 $c o m$ との間にある抵抗成分である。電圧生成部 1 1 1 とテスト信号用電極パッド $T t e s t$ との接続については、図 1 2 を参照して詳述する。

【 0 0 6 7 】

50

図 12 に示すように、測定装置 110 は、電圧生成部 111 と、検出駆動選択部 112 と、信号線選択制御部 113 と、走査線選択制御部 114 と、第 1 の電流測定部 AM1 と、第 2 の電流測定部 AM2 とを備えている。測定装置 110 は、第 2 の電流測定部 AM2 への接続と、電位を固定しないフローティング状態にするフローティング端子 floating とを選択する選択スイッチ TSWm を備えている。

【0068】

電圧生成部 111 は、例えば時間に対する電圧が上下に変化し、縦軸を電圧及び横軸を時間として三角形状となる三角波の電圧波形を生成する。電圧生成部 111 は、上述したプローブ PTSIG1 を介して、テスト信号用電極パッド Ttest の tsig1 配線の端部へ三角波信号（所定の変化する電圧）を供給する。

10

【0069】

検出駆動選択部 112 は、後述する測定用回路を動作させる信号をテスト信号用電極パッド Ttest の sTSW 配線へ供給する。

【0070】

信号線選択制御部 113 は、後述する測定用回路から駆動する副画素 Spix の信号線 25 を選択動作させる信号をテスト信号用電極パッド Ttest の sSEL-R (G, B) 配線へ供給する。

【0071】

走査線選択制御部 114 は、表示エリア部 21 内の全画素 Pix の走査線 24 を全部オンし、全画素 Pix における画素電極 72 を動作させる信号をテスト信号用電極パッド Ttest の xdisc 配線へ供給する。

20

【0072】

第 1 の電流測定部 AM1 は、上述したプローブ PTSIG2 を介して、テスト信号用電極パッド Ttest の tsig2 配線の端部に接続し、tsig2 配線に流れる電流を計測することができる。

【0073】

選択スイッチ TSWm は、上述したプローブ Pcom を介して、テスト信号用電極パッド Ttest のコモン電位 Vcom を供給する配線の端部に接続されている。このように、選択スイッチ TSWm は、テスト信号用電極パッド Ttest のコモン電位 Vcom を供給する配線と第 2 の電流測定部 AM2 とを接続している場合、共通電極 com に流れる電流を計測することができる。第 2 の電流測定部 AM2 は共通電極 com に流れる電流を計測するために、共通電極 com を所定の電位で固定している。選択スイッチ TSWm は、テスト信号用電極パッド Ttest のコモン電位 Vcom を供給する配線とフローティング端子 floating とを接続している場合、共通電極 com の電位を固定しない。

30

【0074】

図 13 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。電圧生成部 111 は、隣り合う副画素 Spix1 及び副画素 Spix2 のうち、一方の副画素 Spix1 の画素電極 72 に、所定（例えば、三角波）の変化する電圧を印加する。第 1 の電流測定部 AM1 は、隣り合う副画素 Spix1 及び副画素 Spix2 のうち、他方の副画素 Spix2 の画素電極 72 に流れる電流を検出する。第 2 の電流測定部 AM2 は、共通電極 com に流れる電流を検出する。第 2 の電流測定部 AM2 は、選択スイッチ TSWm により共通電極 com に接続された場合、共通電極 com に流れる電流を検出する。第 2 の電流測定部 AM2 は、選択スイッチ TSWm により共通電極 com が floating 端子と接続している場合、何も行わない。

40

【0075】

ここで、実施形態 1 に係る液晶特性の測定方法は、横電界によって液晶分子の配向を制御する液晶表示パネルの液晶を流れる過渡電流を、特許文献 1 に記載の液晶特性の測定方法と比較して、高精度で検出できる理由について説明する。特許文献 1 に記載の液晶特性の測定方法は、画素電極が液晶層を介して共通電極 com と対向している縦電界によって

50

液晶分子の配向を制御する場合、有効に液晶を流れる過渡電流を検出できる。しかしながら、特許文献 1 に記載の液晶特性の測定方法は、横電界によって液晶分子の配向を制御する液晶表示パネルに適用する場合、電圧生成部 111 は、対象となる副画素 S_{pix1} の画素電極 72 に、所定（例えば、三角波）の変化する電圧を印加する。そして、第 2 の電流測定部 AM2 は、共通電極 com に流れる電流を検出する。この場合、液晶分子のイオン i_t は、横電界 E によってイオン i_t の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy により、容量 C_{str} を介して共通電極 com に電荷 e^- が誘起される。これにより、第 2 の電流測定部 AM2 が検出する電流は、イオン i_t の縦方向の変位 Δy に起因する電荷 e^- が主となり、イオン i_t の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- が、例えば $1/10$ 程度しか作用しない。

10

【0076】

これに対して、実施形態 1 に係る液晶特性の測定方法は、図 13 に示すように、電圧生成部 111 は、隣り合う副画素 S_{pix1} 及び副画素 S_{pix2} のうち、一方の副画素 S_{pix1} の画素電極 72 に、所定（例えば、三角波）の変化する電圧を印加する。第 1 の電流測定部 AM1 は、隣り合う副画素 S_{pix1} 及び副画素 S_{pix2} のうち、他方の副画素 S_{pix2} の画素電極 72 に流れる電流を検出する。第 2 の電流測定部 AM2 は、共通電極 com に流れる電流を検出する。図 13 に示すように、液晶分子のイオン i_t は、横電界 E によってイオン i_t の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy により、容量 C_{str} を介して共通電極 com に電荷 e^- が誘起される。横電界 E によってイオン i_t の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち横方向の変位 Δx により、容量 C_{pp} を介して副画素 S_{pix2} に電荷 e^- が誘起される。

20

【0077】

また、一般的に容量 C_{str} は、容量 C_{pp} の容量成分より、例えば百倍程度大きい。このため、第 1 の電流測定部 AM1 は、第 2 の電流測定部 AM2 よりも 100 倍程度多く過渡電流が流れるため、イオン i_t の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- の検出感度が 100 倍程度向上する。以上説明したように、実施形態 1 に記載の液晶特性の測定方法は、第 1 の電流測定部 AM1 が過渡電流 I_{pix} を検出し、第 2 の電流測定部 AM2 が過渡電流 I_{com} を検出するので、過渡電流 I_{pix} と過渡電流 I_{com} とを分離して検出できる。なお、第 2 の電流測定部 AM2 が過渡電流 I_{com} を検出するために印加するコモン電位 V_{com} は、電圧生成部 111 が印加する最大電圧の絶対値より小さくかつ接地電圧 (GND) 以上であることが好ましい。これにより、第 1 の電流測定部 AM1 は、過渡電流 I_{pix} と過渡電流 I_{com} とをより分離して検出できる。

30

【0078】

選択スイッチ TSWm は、テスト信号用電極パッド Ttest のコモン電位 V_{com} を供給する配線とフローティング端子 floating とを接続している場合、共通電極 com の電位を固定しない。この場合、共通電極 com の電位が浮いており、容量 C_{str} を介して誘起される電荷 e^- が共通電極 com よりも、副画素 S_{pix2} の画素電極 72 に誘起されやすい。これにより、第 1 の電流測定部 AM1 は、イオン i_t の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- の検出感度が向上する。

【0079】

40

図 14 は、実施形態 1 に係る液晶表示パネルの測定用回路を説明する説明図である。上述したように、ドライバ IC3 は、COG 入力用信号電極パッド Tic に接続されている。図 14 に示す画素 Pix は、図 3 に示す各副画素 S_{pix} に赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 色の異なる色領域に対応付けられて、副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 及び S_{pixB} を 1 組とした列として、順に並べている。副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 及び S_{pixB} は、上述したように、薄膜トランジスタ Tr と、薄膜トランジスタ Tr 及び共通電極 com との間に上述した容量 C_{pp} 及び容量 C_{str} を含む容量 Clc と、を含む。共通電極 com には、通常駆動の場合には、ドライバ IC3 から、コモン電位 V_{com} が印加される。また、共通電極 com は、図 12 に示す選択スイッチ TSWm が接続されているテスト信号用電極パッド Ttest のコモン電位 V_{com} を供給する配線にも接続されて

50

いる。

【0080】

水平ドライバ23は、例えば、3つのスイッチ a_{swR} 、 a_{swG} 、 a_{swB} を備え、3つのスイッチ a_{swR} 、 a_{swG} 、 a_{swB} の各一端は互いに接続されドライバIC3から画像信号 V_{sig} が供給される。3つのスイッチ a_{swR} 、 a_{swG} 、 a_{swB} の各他端は液晶表示パネル2の信号線 $25_{n+1} \cdots 25_{n+6}$ を介して、副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} にそれぞれ接続されている。3つのスイッチ a_{swR} 、 a_{swG} 、 a_{swB} は、ドライバIC3から供給されたセレクトスイッチ制御信号 $s_{ASW-R}(G, B)$ (s_{ASW-R} 、 s_{ASW-G} 、 s_{ASW-B})によってそれぞれ開閉制御される。この構成により、水平ドライバ23は、セレクトスイッチ制御信号 $s_{ASW-R}(G, B)$ に応じて、スイッチ a_{swR} 、 a_{swG} 、 a_{swB} を時分割的に順次切り替えてオン(ON)状態にすることができる。これにより、水平ドライバ23は、多重化された3つの副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} にそれぞれ供給する画素信号を画像信号 V_{sig} から分離する。そして、水平ドライバ23は、画素信号を、3つの副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} にそれぞれ供給する。

10

【0081】

図14において、図2に示す垂直ドライバ(垂直駆動回路)22A、22Bは、同じ回路構成であるので垂直ドライバ22として、説明する。垂直ドライバ22は、転送回路22sと、論理回路22cと、バッファ回路22bとを含む。通常駆動であれば、転送回路22sは、内蔵するシフトレジスタが上述したドライバIC3からの垂直スタートパルス v_{st} に 응답して動作を開始し、転送され、垂直クロックパルス clk に同期して、走査線 24_m が順次垂直走査方向に選択され、各バッファ回路22bに垂直選択パルスを順次出力する。バッファ回路22bは、垂直選択パルスを受けて、上位レベルの電位と下位レベルの電位とから、走査線 24_m を駆動するのに十分な電流を供給する。論理回路22cは、転送回路22sとは無関係に、テスト信号用電極パッド T_{test} から x_{disc} 配線を介した、走査線選択制御部114の信号に応じて、薄膜トランジスタ T_r のゲートを全てオープンにする。これにより、走査線 24_m に駆動される薄膜トランジスタ T_r のスイッチング素子の機能は、画素電極72と副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} にそれぞれ接続されている信号線 $25_{n+1} \cdots 25_{n+6}$ とが繋がった状態になる。

20

30

【0082】

図14に示すように、測定用回路TCは、検出駆動選択スイッチ T_{SW1} 、 T_{SW2} と、検出信号線選択スイッチ S_{ELR} 、 S_{ELG} 、 S_{ELB} とを含む。検出駆動選択スイッチ T_{SW1} は、検出駆動選択スイッチ T_{SW1} の一端が、 t_{sig1} 配線に接続されており、他端が検出信号線選択スイッチ S_{ELR} 、 S_{ELG} 、 S_{ELB} の一端に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T_{SW1} に接続された検出信号線選択スイッチ S_{ELR} は、他端が奇数列の画素 P_{ix} の信号線 25_{n+1} (S_{igRodd})に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T_{SW1} に接続された検出信号線選択スイッチ S_{ELG} は、他端が偶数列の画素 P_{ix} の信号線 25_{n+5} (S_{igEven})に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T_{SW1} に接続された検出信号線選択スイッチ S_{ELB} は、他端が奇数列の画素 P_{ix} の信号線 25_{n+3} (S_{igBodd})に接続されている。

40

【0083】

検出駆動選択スイッチ T_{SW2} は、検出駆動選択スイッチ T_{SW2} の一端が、 t_{sig2} 配線に接続されており、他端が検出信号線選択スイッチ S_{ELR} 、 S_{ELG} 、 S_{ELB} の一端に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T_{SW2} に接続された検出信号線選択スイッチ S_{ELR} は、他端が偶数列の画素 P_{ix} の信号線 25_{n+4} ($S_{igReven}$)に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T_{SW2} に接続された検出信号線選択スイッチ S_{ELG} は、他端が奇数列の画素 P_{ix} の信号線 25_{n+2} (S_{igOdd})に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T_{SW2} に接続された検出信号線選

50

択スイッチSELBは、他端が偶数列の画素Pixの信号線 $25_n + 6$ (SigBeven_n)に接続されている。

【0084】

図15は、実施形態1に係る液晶表示パネルの液晶特性の測定方法を説明するフローチャートである。図16は、実施形態1に係る液晶表示パネルのイオン検出駆動を説明するための説明図である。図16において、通常駆動とあるのは、上述した液晶表示パネルの通常駆動方式における動作している信号を示している。通常駆動において、セレクトスイッチ制御信号sASW-R(G,B)(sASW-R、sASW-G、sASW-B)は、印加されている(ON)が、実施形態1に係るイオン検出駆動において無関係である。通常駆動において、画像信号Vsigは、印加されている(画像信号)が、実施形態1に係るイオン検出駆動において無関係である。通常駆動において、垂直スタートパルスVstは、印加されている(ON)が、実施形態1に係るイオン検出駆動において無関係である。通常駆動において、垂直クロックパルスclkは、印加されている(ON)が、実施形態1に係るイオン検出駆動において無関係である。通常駆動において、コモン電位Vcomは、印加されている(Vcom信号)が、実施形態1に係るイオン検出駆動において電位が固定されていない又は第2の電流測定部AM2から電位が供給され固定電位(電流検出)の状態である。通常駆動において、sSEL-R(G,B)配線の信号は、印加されていない(OFF)であるが、実施形態1に係るイオン検出駆動において電位が印加されている(ON)の状態である。通常駆動において、tsig1配線及びtsig2配線の信号は、無関係であるが、実施形態1に係るイオン検出駆動において後述する状態である。通常駆動において、xdisc配線の信号は、印加されていない(OFF)であるが、実施形態1に係るイオン検出駆動において後述する状態である。以下、通常駆動の信号を示している場合、説明を省略する。

【0085】

まず、液晶特性の測定システム100は、図15に示すように、測定装置110のプロープPTSIG1、PTSIG2及びPcomがテスト信号用電極パッドTtestに接続される(ステップS11)。

【0086】

次に、測定装置110は、検出駆動選択部112が供給する測定用回路TCを動作させる信号を供給し、イオン検出駆動に切り換える(ステップS12)。例えば、図16に示すように、検出駆動選択部112がsTSW配線の信号がオン(ON)を供給すると、検出駆動選択スイッチTSW1、TSW2が動作する。これにより、tsig1配線と検出信号線選択スイッチSELR、SELG、SELBの一端が導通する。

【0087】

次に、測定装置110は、測定対象の画素Pixを選択する(ステップS13)。または、測定装置110は、測定対象の副画素Spix(SpixR、SpixG、SpixB)を選択する。例えば、図16に示すように、走査線選択制御部114が走査線 24_m を全て動作させる信号discをxdisc配線へ供給する。走査線選択制御部114の信号に応じて、薄膜トランジスタTrのゲートを全てオープンになる。そして、信号線選択制御部113は、sSEL-R(G,B)配線の信号としてオン(ON)を供給すると、検出信号線選択スイッチSELR、SELG、SELBが動作する。これにより、tsig1配線と信号線 $25_n + 1$ (SigRodd)、信号線 $25_n + 5$ (SigGeven_n)及び信号線 $25_n + 3$ (SigBodd)が導通する。またtsig2配線と信号線 $25_n + 4$ (SigReven)、信号線 $25_n + 2$ (SigGodd)及び信号線 $25_n + 6$ (SigBeven_n)が導通する。

【0088】

次に、測定装置110は、電圧生成部111が三角波の電圧波形(三角波信号)を生成し、液晶表示パネル外からtsig1配線へ測定用電圧として三角波信号(所定の変化する電圧)を印加する(ステップS14)。三角波信号は、tsig1配線と導通する信号線 $25_n + 1$ (SigRodd)、信号線 $25_n + 5$ (SigGeven_n)及び信号線2

5_{n+3} (Sig Bodd) に供給される。そして、三角波信号は、走査線選択制御部 114 の信号に応じて、薄膜トランジスタ Tr のゲートが全てオープンになっているので、薄膜トランジスタ Tr (スイッチング素子) を介して、副画素 Spi x R、副画素 Spi x G 及び副画素 Spi x B の各列の上述した画素電極 72 に印加される。これにより、信号線 25_{n+5} (Sig Geven) 及び信号線 25_{n+3} (Sig Bodd) の各列の副画素 Spi x R、副画素 Spi x G 及び副画素 Spi x B は、画素電極 72 に三角波信号が印加されている状態になる。

【0089】

次に、測定装置 110 は、第 1 の電流測定部 AM1 が、tsig2 配線と信号線 25_{n+4} (Sig Reven)、信号線 25_{n+2} (Sig Godd) 及び信号線 25_{n+6} (Sig Beven) が導通する t sig2 配線に流れる電流を測定する (ステップ S15)。走査線選択制御部 114 の信号に応じて、薄膜トランジスタ Tr のゲートが全てオープンになっているので、薄膜トランジスタ Tr (スイッチング素子) を介して、副画素 Spi x R、副画素 Spi x G 及び副画素 Spi x B の各列の上述した画素電極 72 に流れる電流が t sig2 配線に流れる。信号線 25_{n+4} (Sig Reven)、信号線 25_{n+2} (Sig Godd) 及び信号線 25_{n+6} (Sig Beven) の各列の副画素 Spi x R、副画素 Spi x G 及び副画素 Spi x B は、画素電極 72 に過渡電流が流れ、この過渡電流が t sig2 配線を介して、液晶表示パネル外へ出力される。このように、液晶特性の測定方法は、複数の薄膜トランジスタ Tr (スイッチング素子) のうち、一部の薄膜トランジスタ Tr (スイッチング素子) に接続される画素電極 72 に対して所定の変化する電圧を印加するステップ S14 と、電圧が印加された画素電極 72 と異なる画素電極 72 に流れる過渡電流を計測する電流測定のステップ S15 と、を含む。これにより、測定用回路 TC は、隣り合う薄膜トランジスタ Tr のうち、一方の薄膜トランジスタ Tr に接続される画素電極 72 に、液晶表示パネル外から所定の変化する電圧、つまり三角波信号を印加し、電圧に応じて他方のスイッチング素子に接続される画素電極 72 の過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する。実施形態 1 において、信号線 25_{n+1} (Sig Rodd)、信号線 25_{n+5} (Sig Geven) 及び信号線 25_{n+3} (Sig Bodd) に接続する薄膜トランジスタ Tr を有する、副画素 Spi x R、Spi x G、Spi x B の画素電極 72 には、三角波信号が供給される。つまり、表示エリア部 21 にある複数の薄膜トランジスタ Tr のうちの一部の薄膜トランジスタ Tr を有する、副画素 Spi x R、Spi x G、Spi x B の画素電極 72 には、三角波信号が供給される。三角波信号が供給される副画素 Spi x R、Spi x G、Spi x B に隣り合い、かつ信号線 25_{n+4} (Sig Reven)、信号線 25_{n+2} (Sig Godd) 及び信号線 25_{n+6} (Sig Beven) に接続する薄膜トランジスタ Tr を有する、副画素 Spi x R、Spi x G、Spi x B の画素電極 72 に流れる過渡電流が第 1 の電流測定部 AM1 で検出される。そして、測定用回路 TC は、複数の画素 Pix に跨がって隣り合う薄膜トランジスタ Tr のうち一部の薄膜トランジスタ Tr に接続される画素電極 72 に、液晶表示パネル外から三角波信号を印加し、三角波信号の電圧が印加された画素電極 72 と異なる画素電極 72 に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する。これにより、第 1 の電流測定部 AM1 は、過渡電流を多く検出できる。

【0090】

次に、測定装置 110 は、第 2 の電流測定部 AM2 が、共通電極 com に固定電位を与え、過渡電流 Icom の電流検出をしてもよい。測定装置 110 は、共通電極 com と電位を固定しないフローティング端子 floating とを接続し、第 2 の電流測定部 AM2 の電流測定を省略してもよい。これにより、共通電極 com の電荷 e⁻ が、横方向の変位 Δx では誘起されにくくなり、イオン it の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e⁻ が増加する。その結果、測定装置 110 及び液晶表示パネル 2 は、イオン it の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e⁻ の検出能力を向上させることができる。

【0091】

次に、液晶特性の測定システム 100 は、液晶の測定物性を算出する (ステップ S16

10

20

30

40

50

）。例えば、I/Oインタフェース124を介してコンピュータ120は、ステップS15において測定した測定データを入手する。CPU121は、電圧生成部111が生成する電圧Vと、測定データの過渡電流I_{p i x}との関係を演算する。

【0092】

コンピュータ120は、演算結果をI/Oインタフェース125を介して表示装置130の表示部131に表示させる。図17は、実施形態1に係る液晶表示パネルの電圧電流特性の一例を示す図である。例えば、図17に示す、電圧Vの軸に対する傾きQ1は、測定した液晶の抵抗値を示している。図17に示す、過渡電流I_{p i x}の軸における最小幅Q21は、液晶の閾値電圧以下の電気容量を示している。過渡電流I_{p i x}の軸に平行な最大幅Q22は、液晶の閾値電圧以上の電気容量を示している。液晶の閾値電圧とは、液晶分子が面内で回転する電圧をいう。第1の突起Q3の最大電流値は、液晶分子群の回転に伴うスイッチング電流を示している。第2の突起Q4の面先は、液晶層70Cの不純物イオンの電荷量を示している。例えば、dは、液晶層70Cの厚みである。tは第2の突起Q4の頂点における時間である。電圧Vは、第2の突起Q4の頂点における電圧値(V)である。上述したように、共通電極comに流れる過渡電流をI_{c o m}とした場合、過渡電流I_{c o m}は、式(1)で示される。

【0093】

【数1】

$$I_{com} = C_{str} \times dV/dt + I(ion_y) \quad \dots (1)$$

【0094】

式(1)に示すI(ion_y)は、主に不純物イオンに起因する過渡電流である。C_{str}×dV/dtは、共通電極comと画素電極72との間の容量C_{str}に起因する過渡電流である。そして、CPU121は、液晶中の不純物イオンの検出性能SNを、下記式(2)で演算することができる。

【0095】

【数2】

$$SN = I(ion_y)/(C_{str} \times dV/dt) \quad \dots (2)$$

【0096】

そして、液晶層70Cの不純物イオンの電荷量Q4は、縦方向電界駆動と呼ばれる液晶であれば、上記式(2)で演算できる。しかしながら、実施形態1に係る液晶表示パネル2は、横電界によって液晶の配向を制御する。上述したように、実施形態1に係る容量C_{str}は、縦方向電界駆動と呼ばれる液晶の容量に比べて10倍程度大きくなる。このため、実施形態1に係る液晶特性の測定方法は、図13に示すように、電圧生成部111は、隣り合う副画素S_{p i x 1}及び副画素S_{p i x 2}のうち、一方の副画素S_{p i x 1}の画素電極72に、所定(例えば、三角波)の変化する電圧を印加する。第1の電流測定部AM1は、隣り合う副画素S_{p i x 1}及び副画素S_{p i x 2}のうち、他方の副画素S_{p i x 2}の画素電極72に流れる電流を検出する。第2の電流測定部AM2は、共通電極comに流れる電流を検出する。他方の副画素S_{p i x 2}の画素電極72に流れる過渡電流をI_{p i x}とする場合、過渡電流I_{p i x}は、式(3)で示される。

【0097】

【数3】

$$I_{pix} = C_{pp} \times dV/dt + I(ion_x) \quad \dots (3)$$

【0098】

式(3)に示すI(ion_x)は、主に不純物イオンに起因する過渡電流である。C_{pp}×dV/dtは、副画素S_{p i x 1}と副画素S_{p i x 2}との間の容量C_{pp}に起因する過渡電流である。そして、CPU121は、液晶中の不純物イオンの検出性能SNを、下記式(4)で演算することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

【 数 4 】

$$SN = I(\text{ion_x}) / (C_{pp} \times dV/dt) \quad \dots (4)$$

【 0 1 0 0 】

実施形態 1 に記載の液晶特性の測定方法は、第 1 の電流測定部 A M 1 が過渡電流 I_{pix} を検出し、第 2 の電流測定部 A M 2 が過渡電流 I_{com} を検出する。C P U 1 2 1 は、液晶層 7 0 C の不純物イオンの電荷量 Q_4 を上記式 (4) で演算できる。実施形態 1 に記載の液晶特性の測定方法は、横方向電界駆動の液晶表示パネルに対し、例えば特許文献 1 の測定方法に比べて、上記式 (4) を演算することで、液晶のイオンに起因する過渡電流が 1 0 0 倍以上高精度に検出できる。なお、第 2 の電流測定部 A M 2 は、共通電極 c_{om} に流れる電流を検出せず、共通電極 c_{om} をフローティング状態とよばれる、電位を固定しない状態にしてもよい。

10

【 0 1 0 1 】

なお、上述した実施形態 1 の説明において、測定装置 1 1 0 は、第 1 の電流測定部 A M 1 が、隣り合う副画素 S_{pix1} と副画素 S_{pix2} との間での過渡電流 I_{pix} を検出している。実施形態 1 に係る測定装置は、測定する副画素 S_{pix1} 及び副画素 S_{pix2} は隣合っておらず、異なっていればよい。

【 0 1 0 2 】

以上説明したように、実施形態 1 に係る液晶表示パネルは、液晶表示パネル外から t_{sig1} 配線へ測定用電圧として三角波信号 (所定の変化する電圧) を印加する。

20

【 0 1 0 3 】

(実施形態 1 の変形例)

図 1 8 は、実施形態 1 の変形例に係る液晶表示パネルの液晶を駆動する波形の一例を説明する説明図である。上述した実施形態 1 で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 1 0 4 】

実施形態 1 の変形例に係る電圧生成部 1 1 1 は、液晶素子 L C を駆動する矩形波 A C W と、上述した三角波 T C W の波形を重ね合わせた合成波 D C W を生成する。矩形波 A C W の 1 波長の周期 (例えば 6 0 H z) は、三角波 T C W の 1 波長の周期よりも短い周期 (例えば 0 . 1 H z 以上 1 H z 以下) で繰り返し生成される。三角波 T C W の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧以下である、例えば、1 0 0 m V である。矩形波 A C W の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧より大きい、例えば 2 . 5 V である。測定装置 1 1 0 は、液晶表示パネル 2 に合成波 D C W を印加した場合、第 1 の電流測定部 A M 1 が、隣り合う副画素 S_{pix1} と副画素 S_{pix2} との間での過渡電流 I_{pix} を検出できる。

30

【 0 1 0 5 】

< 2 . 実施形態 2 (液晶表示パネル) >

図 1 9 は、実施形態 2 に係る液晶表示パネルのイオン検出駆動を説明するための説明図である。上述した実施形態 1 で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

40

【 0 1 0 6 】

測定装置 1 1 0 は、測定対象の副画素 S_{pix} (S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB}) を選択する。例えば、図 1 9 に示すように、走査線選択制御部 1 1 4 が走査線 24_m を選択動作させる信号 d_{isc} を x_{disc} 配線へ供給する。そして、信号線選択制御部 1 1 3 は、 $s_{SEL-R}(G, B)$ 配線の信号のうち、 s_{SEL-R} 配線の信号をオン (O N) 及び s_{SEL-G} 及び s_{SEL-B} 配線の信号をオフ (O F F) すると、検出信号線選択スイッチ SEL_R 、 SEL_G 、 SEL_B が動作する。これにより、 t_{sig1} 配線と信号線 25_{n+1} (S_{igRodd}) が導通する。また t_{sig2} 配線と信号線 25_{n+4} ($S_{igReven}$) が導通する。信号線 25_{n+5} ($S_{igGeven}$)、信号線 25_{n+3} (S_{igBodd})、信号線 25_{n+2} (S_{igGodd}) 及び信号線 25_{n+}

50

6 (S i g B e v e n) は、電位が固定されていない。

【 0 1 0 7 】

次に、測定装置 1 1 0 は、電圧生成部 1 1 1 が三角波の電圧波形（三角波信号）を生成し、 $t s i g 1$ 配線へ測定用電圧として三角波信号（所定の変化する電圧）を印加する。

【 0 1 0 8 】

次に、測定装置 1 1 0 は、第 1 の電流測定部 A M 1 が、 $t s i g 2$ 配線と信号線 $2 5_{n+4}$ (S i g R e v e n) が導通する $t s i g 2$ 配線に流れる電流を測定する。これにより、測定用回路 T C は、隣り合う画素 P i x のうち、一方の副画素 S p i x R の画素電極 7 2 に、液晶表示パネル外から所定の変化する電圧、つまり三角波信号を印加する。三角波信号の電圧が印加されていない他方の副画素 S p i x R の画素電極 7 2 には、上述した過渡電流 I p i x が作用し、測定用回路 T C は、過渡電流 I p i x を液晶表示パネル外へ出力する。液晶素子 L C のイオン i t は、隣り合う画素 P i x にある副画素 S p i x R の画素電極 7 2 間を移動し、副画素 S p i x G 及び副画素 S p i x G の画素電極 7 2 の上のイオン i t の変位も、第 1 の電流測定部 A M 1 が検出する過渡電流に加算される。実施形態 2 に係る容量 C s t r に起因する過渡電流は、実施形態 1 に係る容量 C s t r に起因する過渡電流よりも、例えば画素 P i x が含む副画素 S p i x の数の逆数、例えば $1 / 3$ 程度低減できる。

【 0 1 0 9 】

（実施形態 2 の変形例）

図 2 0 は、実施形態 2 の変形例に係る液晶表示パネルの表示エリア部の駆動領域の一例を示す図である。上述したように表示エリア部 2 1 は、画素 P i x がマトリクス状に複数組み合わせられている。上述した実施形態 1 及び実施形態 2 に係る液晶表示パネルでは、副画素 S p i x の一列ごとに液晶表示パネル外から所定の変化する電圧、つまり三角波信号を印加する。実施形態 2 の変形例に係る液晶表示パネルでは、測定用回路 T C が副画素 S p i x の複数の列ごとに液晶表示パネル外から所定の変化する電圧、つまり三角波信号を印加する。そして、測定用回路 T C が電圧が印加された副画素 S p i x の複数列にある、画素電極と異なる、副画素 S p i x の一列又は複数列にある、画素電極に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する。

【 0 1 1 0 】

例えば、図 2 0 に示すように、上述した測定装置 1 1 0 は、測定用回路 T C を介して、表示エリア部 2 1 の一部のウィンドウ領域 W i n (W i n d o w 内) にのみ液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加し、ウィンドウ領域 W i n 以外の W i n d o w 外領域 W o u t に、液晶表示パネル外から所定の変化する電圧を印加しない場合でも、上述した実施形態 1 及び実施形態 2 に係る液晶表示パネル 2 の効果と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 1 1 】

< 3 . 実施形態 3 (液晶表示パネル) >

図 2 1 は、実施形態 3 に係る液晶表示パネルの測定用回路を説明する説明図である。上述した本実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。実施形態 3 に係る走査線選択制御部 1 1 4 は、測定用回路 T C から複数の走査線 2 4 を選択動作させる信号をテスト信号用電極パッド T t e s t の $x d i s c 1$ 配線及び $x d i s c 2$ 配線へ供給することができる。

【 0 1 1 2 】

論理回路 2 2 C は、転送回路 2 2 s とは無関係に、テスト信号用電極パッド T t e s t から $x d i s c 1$ 配線を介した、走査線選択制御部 1 1 4 の信号に応じて、薄膜トランジスタ T r のゲートを全てオープンにする。これにより、走査線 2 4_m に駆動される薄膜トランジスタ T r のスイッチング素子の機能は、画素電極 7 2 と副画素 S p i x R、S p i x G、S p i x B にそれぞれ接続されている信号線 $2 5_{n+1} \cdots 2 5_{n+6}$ とが繋がった状態になる。

【 0 1 1 3 】

次の行の論理回路 22C は、転送回路 22s とは無関係に、テスト信号用電極パッド Ttest から xdisc2 配線を介した、走査線選択制御部 114 の信号に応じて、薄膜トランジスタ Tr のゲートをクローズにする。これにより、走査線 24_{m+1} に駆動される薄膜トランジスタ Tr のスイッチング素子の機能は、画素電極 72 と副画素 SpixR、SpixG、SpixB にそれぞれ接続されている信号線 25_{n+1}・・・25_{n+6} とが繋がらず、画素電極 72 がフローティング状態になり電位が固定されていない状態になる。

【0114】

測定装置 110 は、電圧生成部 111 が三角波の電圧波形（三角波信号）を生成し、液晶表示パネル外から tsig1 配線へ測定用電圧として三角波信号（所定の変化する電圧）を印加する。三角波信号は、tsig1 配線と導通する信号線 25_{n+1}（SigRodd）、信号線 25_{n+5}（SigGiven）及び信号線 25_{n+3}（SigBodd）に供給される。そして、三角波信号は、走査線選択制御部 114 の信号に応じて、薄膜トランジスタ Tr のゲートが行毎にオープンとクローズとを繰り返すようになっている。三角波信号は、薄膜トランジスタ Tr のゲートがオープンになっている薄膜トランジスタ Tr（スイッチング素子）を介して、副画素 SpixR、副画素 SpixG 及び副画素 SpixB の各列の上述した画素電極 72 に印加される。これにより、信号線 25_{n+5}（SigGiven）及び信号線 25_{n+3}（SigBodd）の各列の副画素 SpixR、副画素 SpixG 及び副画素 SpixB は、画素電極 72 に三角波信号が印加されている状態になる。

【0115】

このように、実施形態 3 に係る、電圧がされた画素電極 72 に接続されたスイッチング素子と行が隣り合うスイッチング素子は、接続する画素電極 72 の電位を固定しない。そして、走査線選択制御部 114 の信号に応じて、ゲートがオープンになっている薄膜トランジスタ Tr（スイッチング素子）を介して、副画素 SpixR、副画素 SpixG 及び副画素 SpixB の各列の上述した画素電極 72 に流れる電流が tsig2 配線に流れる。信号線 25_{n+4}（SigReven）、信号線 25_{n+2}（SigOdd）及び信号線 25_{n+6}（SigBeven）の各列の副画素 SpixR、副画素 SpixG 及び副画素 SpixB は、画素電極 72 に過渡電流が流れ、この過渡電流が tsig2 配線を介して、液晶表示パネル外へ出力される。これにより、測定用電圧として三角波信号（所定の変化する電圧）を印加する、例えば副画素 SpixR の周囲であって、隣り合う行に位置し、電位が固定されていない副画素 SpixR があることになり、実施形態 3 に係る容量 Cstr に起因する過渡電流は、実施形態 1 に係る容量 Cstr に起因する過渡電流よりも、低減できる。

【0116】

< 4 . 実施形態 4（液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル）>

図 22 は、実施形態 4 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。図 23 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。図 26 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの液晶を駆動する波形の一例を説明する説明図である。上述した実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0117】

図 22 に示すように、第 1 の電流測定部 AM1 は、上述したプローブ Pcom を介して、テスト信号用電極パッド Ttest のコモン電位 Vcom を供給する配線に接続されている。

【0118】

選択スイッチ TSWm は、上述したプローブ PTSIG2 を介して、テスト信号用電極パッド Ttest の tsig2 配線に接続し、第 2 の電流測定部 AM2 が tsig2 配線に流れる電流を計測することができる。このように、選択スイッチ TSWm は、tsig

2 配線と第 2 の電流測定部 A M 2 とを接続している場合、第 2 の電流測定部 A M 2 が測定電圧を印加していない画素電極 7 2 に流れる電流を計測することができる。選択スイッチ T S W m は、テスト信号用電極パッド T t e s t のコモン電位 V c o m を供給する配線とフローティング端子 f l o a t i n g とを接続している場合、共通電極 c o m の電位を固定しない。

【 0 1 1 9 】

電圧生成部 1 1 1 は、対象となる副画素 S p i x 1 の画素電極 7 2 に、所定（例えば、三角波）の変化する電圧を印加する。そして、第 1 の電流測定部 A M 1 は、共通電極 c o m に流れる電流を検出する。この場合、液晶分子のイオン i t は、横電界 E によってイオン i t の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy により、容量 C s t r を介して共通電極 c o m に電荷 e^- が誘起される。これにより、第 1 の電流測定部 A M 1 が検出する電流は、イオン i t の縦方向の変位 Δy に起因する電荷 e^- が主となり、イオン i t の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- が、例えば $1/10$ 程度しか作用しない。実施形態 4 に係る測定装置 1 1 0 は、イオン i t の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- を、図 2 4 に示す波形の所定の変化する電圧を印加することで、検出することができる。

10

【 0 1 2 0 】

図 2 4 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの液晶を駆動する波形の一例を説明する説明図である。図 2 5 は、実施形態 4 に係る液晶表示パネルの電圧電流特性の一例を示す図である。

【 0 1 2 1 】

実施形態 4 に係る電圧生成部 1 1 1 は、液晶素子 L C を駆動する矩形波 A C W と、上述した三角波 T C W の波形を重ね合わせた合成波 D C W を生成する。矩形波 A C W の 1 波長の周期（例えば 60Hz ）は、三角波 T C W の 1 波長の周期よりも短い周期（例えば 0.1Hz 以上 1Hz 以下）で繰り返し生成される。三角波 T C W の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧以下である、例えば、 100mV である。矩形波 A C W の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧より大きい、例えば 2.5V である。測定装置 1 1 0 は、液晶表示パネル 2 に合成波 D C W を印加した場合、第 1 の電流測定部 A M 1 は、図 2 5 に示すように、容量 C s t r 起因の過渡電流 i t c s と、イオン i t 起因の過渡電流 i t c i とを検出する。第 1 の電流測定部 A M 1 は、イオン i t 起因の過渡電流 i t c i は、合成波 D C W の電圧がプラスからマイナスへ、又はマイナスからプラスへ極性が変わる時間で測定することができる。

20

30

【 0 1 2 2 】

上述した容量 C s t r 及び容量 C p p への充足電流と、イオン不純物の変位に起因する過渡電流の位相が異なるため、第 1 の電流測定部 A M 1 は、合成波 D C W の電圧の極性が変わる時間で過渡電流 i t c i を測定することで、検出効率を高めることができる。

【 0 1 2 3 】

（実施形態 4 の変形例）

上述した測定装置 1 1 0 は、上述した液晶表示パネル 2 の透過率又は輝度変化を検出する顕微鏡 1 1 5 を備えてもよい。測定装置 1 1 0 は、顕微鏡 1 1 5 によって輝度を計測する。測定装置 1 1 0 は、顕微鏡 1 1 5 で観測する透過光は電気信号に変換されてオシロスコープを介して印加電圧に対する光透過率の変化又は輝度変化を測定する。

40

【 0 1 2 4 】

実施形態 4 の変形例に係る電圧生成部 1 1 1 は、実施形態 4 と同様に、液晶素子 L C を駆動する矩形波と、上述した三角波の波形を重ね合わせた合成波を生成する。矩形波の 1 波長の周期は、三角波の 1 波長の周期よりも短い周期で繰り返し生成される。三角波の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧以下である。矩形波の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧より大きい。測定装置 1 1 0 は、液晶表示パネル 2 に合成波を印加した場合、顕微鏡 1 1 5 は、図 2 6 に示すように、イオン i t 起因の輝度変化 ΔT を検出する。顕微鏡 1 1 5 は、イオン i t 起因の過渡電流が、合成波の電圧がプラスからマイナスへ、又はマイナスからプラスへ極性が変わる時間で測定することができる。

50

【 0 1 2 5 】

輝度変化 ΔT は、コンピュータ120に入力される。コンピュータ120は、記憶部123に液晶の電圧 - 輝度変化のデータベース又はマップ（曲線）を予め記憶している。データベース又はマップ（曲線）は、輝度変化 ΔT と、過渡電流 I との関係をあらかじめ測定して求めたデータである。コンピュータ120は、CPU121が顕微鏡115により得られた輝度変化 ΔT をデータベース又はマップ（曲線）に与え、イオン濃度に起因する過渡電流を算出する。

【 0 1 2 6 】

< 5 . 実施形態5（液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル）>

図27は、実施形態5に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。図28は、実施形態5に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。図29は、実施形態5に係る液晶表示パネルの測定用回路を説明する説明図である。図30は、実施形態5に係る液晶表示パネルのイオン検出駆動を説明するための説明図である。図31は、実施形態5に係る液晶表示パネルの電圧電流特性の一例を示す図である。上述した実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 1 2 7 】

図27に示すように、実施形態5に係る測定装置110は、第1電圧生成部117と、第2電圧生成部116と、検出駆動選択部112と、信号線選択制御部113と、走査線選択制御部114と、電流測定部AMと、を備えている。実施形態5に係る測定装置110は、上述した実施形態1に係る第2の電流測定部AM2と同様に、電流測定部AMへの接続と、電位を固定しないフローティング状態にするフローティング端子floatingとを選択する選択スイッチTSWmを備えている。

【 0 1 2 8 】

実施形態5に係る表示エリア部21は、図28に示すように、画素基板70Aと、この画素基板70Aの表面に垂直な方向に対向して配置された対向基板70Bと、画素基板70Aと対向基板70Bとの間に挟まれた液晶層70Cとを備えている。なお、画素基板70Aは、液晶層70Cとは反対側の面に、上述したバックライト6が配置されている。

【 0 1 2 9 】

液晶層70Cは、実施形態1と同様に、電界の状態に応じてそこを通過する光を変調するものであり、FFS（フリンジフィールドスイッチング）又はIPS（インプレーンスイッチング）等の横電界モードの液晶を用いている。なお、図28に示すように、液晶層70Cと画素基板70Aとの間、及び液晶層70Cと対向基板70Bとの間には、それぞれ配向膜が備えられてもよい。以下の液晶表示パネル2は、FFSモードの液晶を例に説明する。

【 0 1 3 0 】

対向基板70Bは、ガラス基板78と、このガラス基板78の一方の面に形成されたカラーフィルタ76と、カラーフィルタ76の帯電防止層である透光性電極SITOを含む。透光性電極SITOは、カラーフィルタ76に対向して設けられると共に、副画素Spixの画素電極72にも対向するように配置されている。透光性電極SITOは、ITO（Indium Tin Oxide）等の透光性導電材料（透光性導電酸化物）で形成され、導電性を有する。透光性電極SITOは、副画素Spixの画素電極72に対向する位置にあるように所定の形状にパターンニングされている。透光性電極SITOは、副画素Spixの画素電極72に対向する位置にあれば、対向基板70Bの液晶層70Cとは反対側（裏面側）でなく、対向基板70Bの液晶層70C側（液晶面側）にあってもよい。対向基板70Bの裏面側に、さらにガラス基板によるカバー基板、タッチパネルの基板等がある場合、カバー基板、タッチパネルの基板に備えられていてもよい。このように、透光性電極SITOは、液晶層70Cよりも第2基板側に備えられ、少なくとも画素電極と対向していればよい。このため、透光性電極SITO、液晶層70C、画素電極72（又は共通電極c

om)の順となり、液晶層70Cは、透光性電極SITOと、画素電極72(又は共通電極com)とに挟まれる。

【0131】

透光性電極SITOは、帯電防止できれば、ベタ膜であってもよい。透光性電極SITOは、液晶特性の測定装置と接続するテスト信号用電極パッドTtestの後述するイオン掃引電圧入力端部tsitoに電氣的に接続されている。透光性電極SITOは、帯電防止層に限られず、いわゆるタッチパネルと呼ばれる、外部から接近する物体を対象物として検出可能なタッチ検出装置の一部であってもよい。例えば、透光性電極SITOは、受信側であるタッチ検出電極又は送信側である駆動電極のどちらかの機能を有することになる。

10

【0132】

図29に示す画素Pixは、図3に示す各副画素Spixに赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の異なる色領域に対応付けられて、副画素SpixR、SpixG及びSpixBを1組とした列として、順に並べている。副画素SpixR、SpixG及びSpixBは、上述したように、薄膜トランジスタTrと、薄膜トランジスタTr及び共通電極comとの間に上述した容量Cp及び容量Cstrを含む容量Clcと、を含む。共通電極comには、通常駆動の場合には、ドライバIC3から、コモン電位Vcomが印加される。また、共通電極comは、図27に示す選択スイッチTSWmが接続されているテスト信号用電極パッドTtestのコモン電位Vcomを供給する配線にも接続されている。透光性電極SITOは、図29に示すイオン掃引電圧Vsitoを容量Clcに印加するため、テスト信号用電極パッドTtestのイオン掃引電圧Vsitoを供給する配線にも接続されている。

20

【0133】

実施形態5に係る第2電圧生成部116は、液晶素子LCのイオンitの変位q(Δx 、 Δy)のうち縦方向の変位 Δy を生じさせる三角波TCW2の波形を生成する。イオン掃引電圧は、この三角波TCW2の波形を含む所定の電圧変化を生じさせた電圧である。イオン掃引電圧は、不純物イオンの可動する周期、例えば1Hz以上100Hz以下で、振幅は、イオンitを対向基板70Bを介して液晶中を動かすのに十分な電圧であって10V以上500V以下の電圧、例えば100Vに設定される。

【0134】

30

第1電圧生成部117は、図31に示すように、例えば時間に対する電圧が上下に変化し、縦軸を電圧及び横軸を時間として矩形波の電圧波形の接続信号TCNを生成する。第1電圧生成部117は、上述したプローブPTSIG1及びプローブPTSIG2を介して、テスト信号用電極パッドTtestのtsig1配線及びtsig2配線の端部へ接続信号(所定の変化する電圧)を供給する(図30参照)。接続信号TCNは、電流検出ができればよく、信号自体が液晶表示パネルをチャージアップさせないことが望ましいので、例えば周期が0.1Hz以上1Hzかつ振幅が10mV以上1V以下程度に設定すればよい。

【0135】

図15を参照すると、液晶特性の測定システム100は、測定装置110のプローブPTSIG1、PTSIG2、PTSITO及びPcomがテスト信号用電極パッドTtestに接続される(ステップS11)。

40

【0136】

次に、測定装置110は、検出駆動選択部112が供給する測定用回路TCを動作させる信号を供給し、イオン検出駆動に切り換える(ステップS12)。例えば、図30に示すように、検出駆動選択部112がsTSW配線の信号がオン(ON)を供給すると、検出駆動選択スイッチTSW1、TSW2が動作する。これにより、tsig1配線と検出信号線選択スイッチSELR、SELG、SELBの一端が導通する。

【0137】

次に、測定装置110は、測定対象の画素Pixを選択する(ステップS13)。また

50

は、測定装置 110 は、測定対象の副画素 S_{pix} (S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB}) を選択する。例えば、図 30 に示すように、走査線選択制御部 114 が走査線 24_m を全て動作させる信号 $disc$ を x_{disc} 配線へ供給する。走査線選択制御部 114 の信号に応じて、薄膜トランジスタ T_r のゲートを全てオープンになる。そして、信号線選択制御部 113 は、 $s_{SEL-R}(G, B)$ 配線の信号としてオン (ON) を供給すると、検出信号線選択スイッチ SEL_R 、 SEL_G 、 SEL_B が動作する。これにより、 t_{sig1} 配線と信号線 25_{n+1} ($SigR_{odd}$)、信号線 25_{n+5} ($SigG_{even}$) 及び信号線 25_{n+3} ($SigB_{odd}$) が導通する。また t_{sig2} 配線と信号線 25_{n+4} ($SigR_{even}$)、信号線 25_{n+2} ($SigG_{odd}$) 及び信号線 25_{n+6} ($SigB_{even}$) が導通する。

10

【0138】

次に、測定装置 110 は、第 2 電圧生成部 116 がイオン掃引電圧 $TCW2$ を生成し、液晶表示パネル外からプローブ PT_{SITO} を介して t_{sito} 配線へ印加する (ステップ $S14$)。さらに、測定装置 110 は、第 1 電圧生成部 117 がコネクティング信号電圧 TCN を生成し、液晶表示パネル外からプローブ PT_{SIG1} 及び PT_{SIG2} を介して t_{sig1} 及び t_{sig2} 配線へ印加する。

【0139】

このように、実施形態 5 に係る液晶特性の測定方法は、所定の電圧変化するイオン掃引電圧 $TCW2$ を透光性電極 $SITO$ に印加するイオン掃引電圧ステップ (ステップ $S14$) と、画素電極 72 と共通電極 com との間に流れる過渡電流 it_{ci2} を計測する電流測定の電流測定ステップ (ステップ $S15$) と、を含む。イオン掃引電圧印加ステップ (ステップ $S14$) において、イオン掃引電圧 $TCW2$ を透光性電極 $SITO$ に印加する間に、画素電極 72 (又は共通電極 com) に対して液晶表示パネル外から所定の変化するコネクティング信号電圧 TCN を印加し、電流測定ステップ (ステップ $S15$) において、コネクティング信号電圧 TCN が印加された画素電極 72 又は共通電極 com のうちの一方と異なる画素電極 72 又は共通電極 com の他方、実施形態 5 においては共通電極 com に流れる過渡電流 it_{ci2} を計測する。図 31 に示すように、イオン it 起因の過渡電流 it_{ci2} は、イオン掃引電圧 $TCW2$ の電圧がプラスからマイナスへ、又はマイナスからプラスへ極性が変わる場合に電流測定部 AM で測定することができる (ステップ $S15$)。

20

30

【0140】

以上説明したように、実施形態 5 に係る液晶表示パネルは、液晶表示パネル外から供給されて所定の電圧変化するイオン掃引電圧 $TCW2$ を透光性電極 $SITO$ に印加するためのイオン掃引電圧入力端部 t_{sito} と、画素電極 72 と共通電極 com との間に流れる過渡電流 it_{ci2} を液晶表示パネル外へ出力する端子を備える測定用回路とを備える。上述したように、共通電極 com は表示エリア部 21 内でベタ膜として形成され、横方向 (面内方向) に一様である。このため、横電界 E のみによる液晶分子のイオン it の変位は、イオン it の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy が比較的作用しやすく、容量 C_{str} を介して誘起される共通電極 com の電荷 e^- が、横方向の変位 Δx では誘起されない。これにより、共通電極 com により、検出されるイオン起因の過渡電流は、イオン it の縦方向の変位 Δy に起因する電荷 e^- が主となり、イオン it の横方向の変位 Δx に起因する電荷 e^- が、ほとんど作用しない。横方向電界駆動の場合は、縦方向電界駆動に比べて、液晶にかかる電界 E は横方向が支配的であるので、縦成分 $I(i_{on_y})$ も、例えば $1/10$ 程度となり、小さくなる。これに対して、本実施形態 5 に係る液晶表示パネルは、透光性電極 $SITO$ は、液晶層 70C よりも第 2 基板側に備えられ、少なくとも画素電極 72 と対向している。このため、透光性電極 $SITO$ 、液晶層 70C、画素電極 72 (又は共通電極 com) の順となり、液晶層 70C は、透光性電極 $SITO$ と、画素電極 72 (又は共通電極 com) とに挟まれる。透光性電極 $SITO$ にイオン掃引電圧 $TCW2$ を印加すると、液晶層 70C にとっては縦方向電界が印加されることになり、イオンの縦方向の変位量 Δy に比例した、イオン起因の過渡電流を電流測定部 AM が

40

50

測定することが可能となる。このため、実施形態 1 に比べて、さらに 100 倍程度、イオン電流が大きくなり、検出効率が改善する。その結果、横方向電界駆動であっても、イオン掃引電圧 $T C W 2$ で誘起された縦方向電界との相乗作用により、横電界 E による液晶分子のイオン $i t$ の変位を検出しやすくなる。

【0141】

図 3 2 は、実施形態 5 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。図 3 3 は、実施形態 5 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。図 3 2 及び図 3 3 に示すように、液晶特性の測定システム 100 は、共通電極 $c o m$ にコネクティング信号電圧 $T C N$ が印加されるようにし、電流測定部 $A M$ が画素電極 7 2 に流れる過渡電流 $i t c i 2$ を計測するようにしてもよい。液晶特性の測定システム 100 は、画素電極 7 2 にコネクティング信号電圧 $T C N$ が印加されるようにし、電流測定部 $A M$ が共通電極 $c o m$ に流れる過渡電流 $i t c i 2$ を計測する場合と、共通電極 $c o m$ にコネクティング信号電圧 $T C N$ が印加されるようにし、電流測定部 $A M$ が画素電極 7 2 に流れる過渡電流 $i t c i 2$ を計測する場合とを切り替えて、界面へのイオンの偏在も測定することができる。

【0142】

< 6 . 実施形態 6 (液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル) >

図 3 4 は、実施形態 6 に係る液晶特性の測定装置と液晶表示パネルのテスト信号用電極パッドとの接続状態を説明する説明図である。図 3 5 は、実施形態 6 に係る液晶表示パネルの画素電極及び共通電極と、液晶特性の測定装置との関係を説明するための模式図である。上述した実施形態で説明したものと同一構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【0143】

図 3 4 に示すように、実施形態 6 に係る測定装置 110 は、第 1 電圧生成部 117 と、第 2 電圧生成部 116 と、検出駆動選択部 112 と、信号線選択制御部 113 と、走査線選択制御部 114 と、第 1 の電流測定部 $A M 1$ と、第 2 の電流測定部 $A M 2$ とを備えている。測定装置 110 は、第 2 の電流測定部 $A M 2$ への接続と、電位を固定しないフローティング状態にするフローティング端子 $f l o a t i n g$ とを選択する選択スイッチ $T S W m$ を備えている。選択スイッチ $T S W m$ は、上述したプローブ $P c o m$ を介して、テスト信号用電極パッド $T t e s t$ のコモン電位 $V c o m$ を供給する配線の端部に接続されている。このように、選択スイッチ $T S W m$ は、テスト信号用電極パッド $T t e s t$ のコモン電位 $V c o m$ を供給する配線と第 2 の電流測定部 $A M 2$ とを接続している場合、共通電極 $c o m$ に流れる電流を計測することができる。第 2 の電流測定部 $A M 2$ は共通電極 $c o m$ に流れる電流を計測するために、共通電極 $c o m$ を所定の電位で固定している。選択スイッチ $T S W m$ は、テスト信号用電極パッド $T t e s t$ のコモン電位 $V c o m$ を供給する配線とフローティング端子 $f l o a t i n g$ とを接続している場合、共通電極 $c o m$ の電位を固定しない。

【0144】

第 1 の電流測定部 $A M 1$ は、上述したプローブ $P T S I G 2$ を介して、テスト信号用電極パッド $T t e s t$ の $t s i g 2$ 配線の端部に接続し、 $t s i g 2$ 配線に流れる電流を計測することができる。

【0145】

図 3 5 に示すように、実施形態 6 に係る対向基板 70 B は、ガラス基板 78 と、このガラス基板 78 の一方の面に形成されたカラーフィルタ 76 と、カラーフィルタ 76 の帯電防止層である透光性電極 $S I T O$ を含む。そして、図 3 5 に示す第 2 電圧生成部 116 は、液晶素子 $L C$ のイオン $i t$ の変位 q (Δx 、 Δy) のうち縦方向の変位 Δy を生じさせる三角波 $T C W 2$ の波形を生成する。測定装置 110 は、第 2 電圧生成部 116 がイオン掃引電圧 $T C W 2$ を生成し、液晶表示パネル外からプローブ $P T S I T O$ を介して $t s i t o$ 配線へ印加する。

【0146】

第1電圧生成部117は、図31に示すように、例えば時間に対する電圧が上下に変化し、縦軸を電圧及び横軸を時間として矩形波の電圧波形のコネクティング信号TCNを生成する。第1電圧生成部117は、上述したプローブPTSIG1を介して、テスト信号用電極パッドTtestのtsig1配線の端部へコネクティング信号（所定の変化する電圧）を供給する（図34参照）。

【0147】

測定装置110は、第2電圧生成部116がイオン掃引電圧TCW2を生成し、液晶表示パネル外からプローブPTSIG1を介してtsito配線へ印加する（ステップS14）。さらに、測定装置110は、第1電圧生成部117がコネクティング信号電圧TCNを生成し、液晶表示パネル外からプローブPTSIG1を介してtsig1配線へ印加する。

10

【0148】

このように、実施形態6に係る液晶特性の測定方法は、所定の電圧変化するイオン掃引電圧TCW2を透光性電極SITOに印加するイオン掃引電圧ステップ（ステップS14）と、画素電極72と共通電極comとの間に流れる過渡電流itci2を計測する電流測定の電流測定ステップ（ステップS15）と、を含む。イオン掃引電圧印加ステップ（ステップS14）において、イオン掃引電圧TCW2を透光性電極SITOに印加する間に、表示エリア部21にある複数の薄膜トランジスタTrのうちの一部の薄膜トランジスタTrを有する、副画素SpixR、SpixG、SpixBの画素電極72には、コネクティング信号電圧TCNが供給される。コネクティング信号電圧TCNが供給される副画素SpixR、SpixG、SpixBに隣り合い、かつ信号線 25_{n+4} （SigReven）、信号線 25_{n+2} （SigGodd）及び信号線 25_{n+6} （SigBeven）副画素SpixR、SpixG、SpixBに接続する薄膜トランジスタTrを有する、副画素SpixR、SpixG、SpixBの画素電極72に流れる過渡電流が第1の電流測定部AM1で検出される。そして、測定用回路TCは、複数の画素Pixに跨がって隣り合う薄膜トランジスタTrのうち一部の薄膜トランジスタTrに接続される画素電極72に、液晶表示パネル外から三角波信号を印加し、三角波信号の電圧が印加された画素電極72と異なる画素電極72に流れる過渡電流を液晶表示パネル外へ出力する。これにより、第1の電流測定部AM1は、過渡電流を多く検出できる（ステップS15）。

20

30

【0149】

次に、測定装置110は、第2の電流測定部AM2が、共通電極comに固定電位を与え、過渡電流Icomの電流検出をしてもよい。測定装置110は、共通電極comと電位を固定しないフローティング端子floatingとを接続し、第2の電流測定部AM2の電流測定を省略してもよい。これにより、共通電極comの電荷e⁻が、横方向の変位Δxでは誘起されにくくなり、イオンitの横方向の変位Δxに起因する電荷e⁻が増加する。その結果、測定装置110及び液晶表示パネル2は、イオンitの横方向の変位Δxに起因する電荷e⁻の検出能力を向上させることができる。

【0150】

40

以上説明したように、実施形態6に係る液晶表示パネルは、液晶表示パネル外から供給されて所定の電圧変化するイオン掃引電圧TCW2を透光性電極SITOに印加するためのイオン掃引電圧入力端部tsitoと、画素電極72と共通電極comとの間に流れる過渡電流itci2を液晶表示パネル外へ出力する端子を備える測定用回路とを備える。本実施形態6に係る液晶表示パネル2は、透光性電極SITOは、液晶層70Cよりも第2基板側に備えられ、少なくとも画素電極72と対向している。このため、透光性電極SITO、液晶層70C、画素電極72（又は共通電極com）の順となり、液晶層70Cは、透光性電極SITOと、画素電極72（又は共通電極com）とに挟まれる。透光性電極SITOにイオン掃引電圧TCW2を印加すると、液晶層70Cにとっては縦方向電界が印加されることになり、イオンの縦方向の変位量Δyに比例した、イオン起因の過渡

50

電流を測定することが可能となる。液晶分子のイオン $i t$ は、横電界 E によってイオン $i t$ の変位 $q (\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy により、容量 $C s t r$ を介して共通電極 $c o m$ に電荷 $e -$ が誘起される。横電界 E によってイオン $i t$ の変位 $q (\Delta x, \Delta y)$ のうち横方向の変位 Δx により、容量 $C p p$ を介して副画素 $S p i x 2$ に電荷 $e -$ が誘起される。そして、実施形態 6 に記載の液晶特性の測定方法は、第 1 の電流測定部 $A M 1$ が過渡電流 $I p i x$ を検出し、第 2 の電流測定部 $A M 2$ が過渡電流 $I c o m$ を検出するので、過渡電流 $I p i x$ と過渡電流 $I c o m$ とを分離して検出できる。なお、第 2 の電流測定部 $A M 2$ が過渡電流 $I c o m$ を検出するために印加するコモン電位 $V c o m$ は、電圧生成部 111 が印加する最大電圧の絶対値より小さくかつ接地電圧 ($G N D$) 以上であることが好ましい。これにより、第 1 の電流測定部 $A M 1$ は、過渡電流 $I p i x$ と過渡電流 $I c o m$ とをより分離して検出できる。このため、実施形態 1 に比べて、さらに 100 倍程度、イオン電流が大きくなり、検出効率が改善する。その結果、横方向電界駆動であっても、イオン掃引電圧 $T C W 2$ で誘起された縦方向電界との相乗作用により、横電界 E による液晶分子のイオン $i t$ の変位を検出しやすくなる。

10

【0151】

< 7. 製造工程の一例 (液晶表示パネルの製造方法) >

図 36 は、実施形態 1 から 6 に係る液晶表示パネルの製造工程における、液晶セルイオン密度調査を液晶特性の測定システムがインライン工程で行うフローチャートの一例である。図 36 に示すように、製造装置は、対向基板 70B と、画素基板 70A と対向基板 70B との間に挟まれた液晶層 70C とを備えた基板を切断する (ステップ S21)。

20

【0152】

次に、製造装置は、ステップ S21 で切断されたモジュール基板に上述した偏光板 81、82 を貼り付ける (ステップ S22)。次に、検査装置は、液晶セル動作検査を行う (ステップ S23)。次に、上述した液晶特性の測定システム 100 は、液晶セルイオン密度調査を行う (ステップ S24)。例えば液晶特性の測定システム 100 は、図 15 に示す手順で液晶セルイオン密度調査を行う。

【0153】

次に、製造装置は、基板上にドライバ IC3 を COG としてマウントする (ステップ S25)。次に検査装置、液晶表示パネル 2 の外観等の検査を行うモジュール検査を行う (ステップ S26)。以上説明したように、液晶特性の測定装置 110 と接続するテスト信号用電極パッド $T t e s t$ とを備えているので、基板上にドライバ IC3 を COG としてマウントする (ステップ S25) 前に、液晶中や配向膜中のイオン性の不純物を測定することができる。このため、液晶中や配向膜中のイオン性の不純物が検出された場合には、ドライバ IC などの廃棄を抑制し、製造コストを抑制するとともに、液晶表示パネルの品質を高めることができる。

30

【0154】

なお、以上説明した実施形態 1、2、3、4、5、6 及びこれらの変形例に係る表示装置 1 は、テレビジョン装置、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置あるいはビデオカメラなどのあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。言い換えると、上述した実施形態に係る表示装置 1 は、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるいは映像として表示するあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。電子機器は、液晶表示パネルに映像信号を供給し、液晶表示パネルの動作を制御する制御装置を備える。

40

【0155】

本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。例えば、前述の各実施形態に対して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除若しくは設計変更を行ったものは、又は、工程の追加、省略若しくは条件変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。また、本実施形態において述べた態様によりもたらされる他の作用効果について本明細書記載から明らかなもの、又は当業

50

者において適宜想到し得るものについては、当然に本発明によりもたらされるものと解される。

【符号の説明】

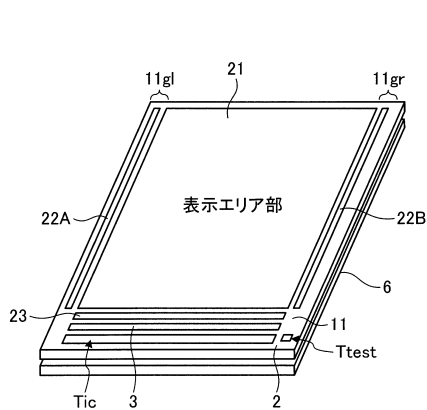
【 0 1 5 6 】

- 1 表示装置
- 2 液晶表示パネル
- 6 バックライト
- 1 0 0 測定システム
- 1 1 0 測定装置
- 1 1 1 電圧生成部
- 1 1 2 検出駆動選択部
- 1 1 3 信号線選択制御部
- 1 1 4 走査線選択制御部
- 1 1 5 顕微鏡
- 1 2 0 コンピュータ
- 1 3 0 表示装置
- 1 3 1 表示部
- T C 測定用回路
- T i c 入力信号用電極パッド
- T r 薄膜トランジスタ(スイッチング素子)
- T S W 1、T S W 2 検出駆動選択スイッチ
- T t e s t テスト信号用電極パッド

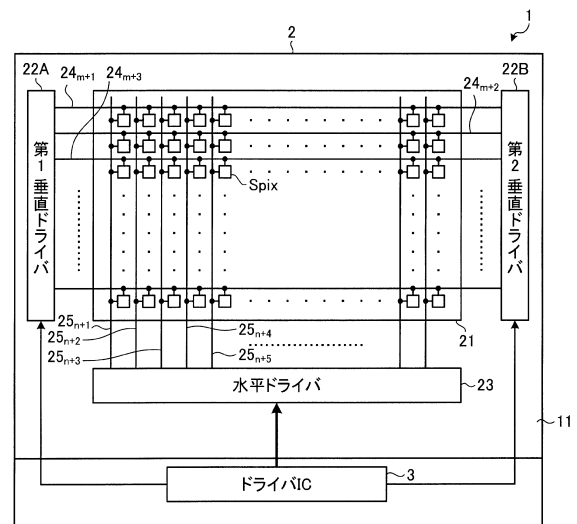
10

20

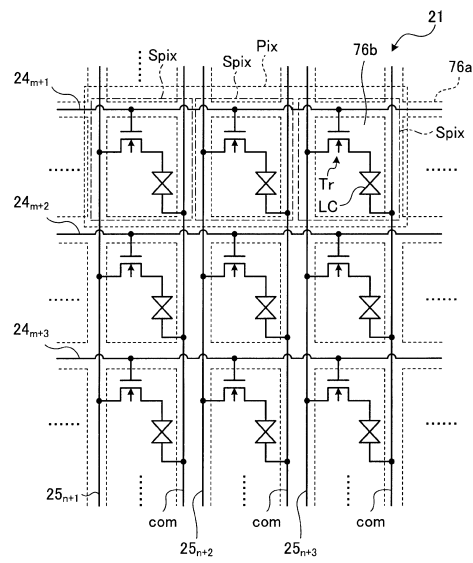
【図 1】



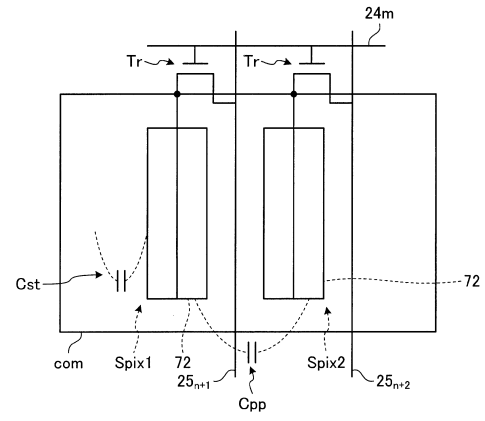
【図 2】



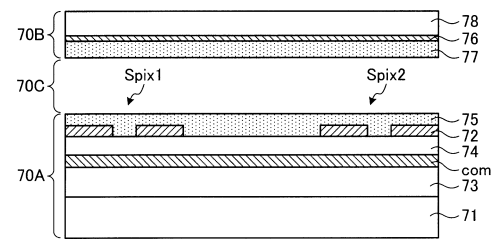
【図 3】



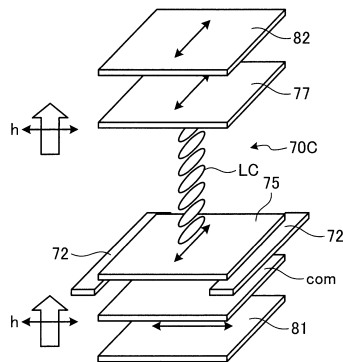
【図 4】



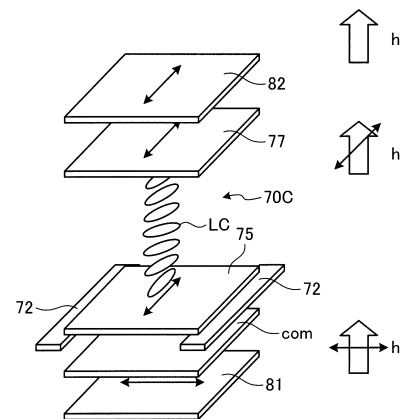
【図 5】



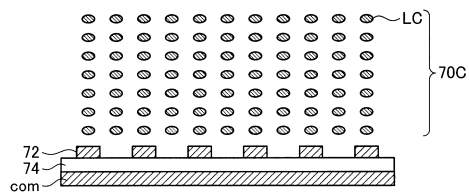
【図 6】



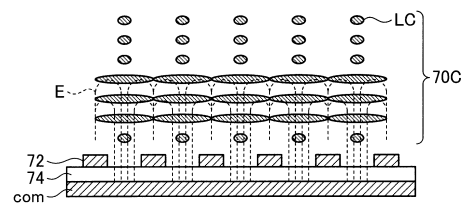
【図 8】



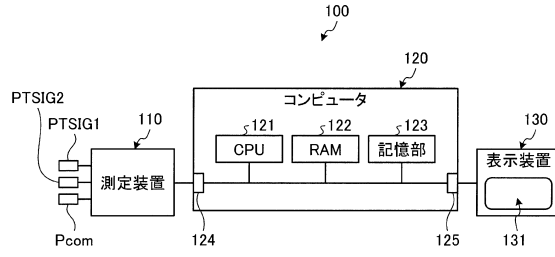
【図 7】



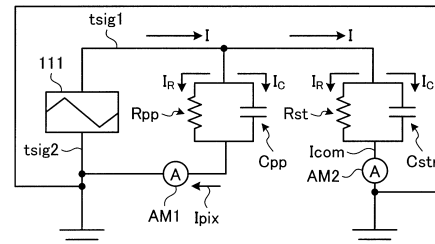
【図 9】



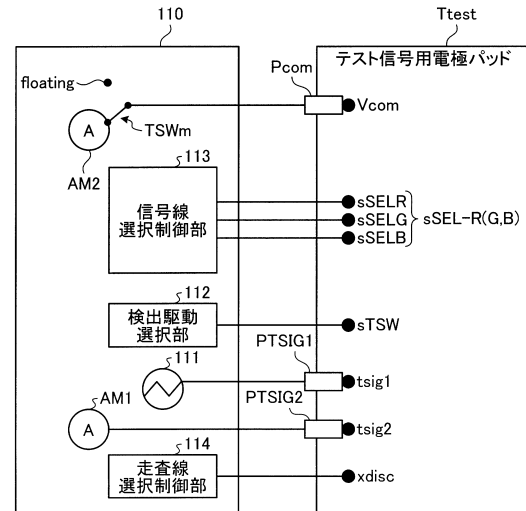
【図 10】



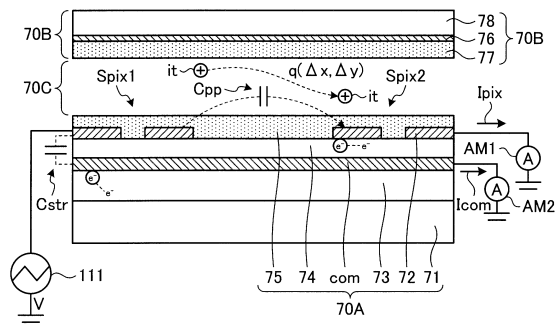
【図 11】



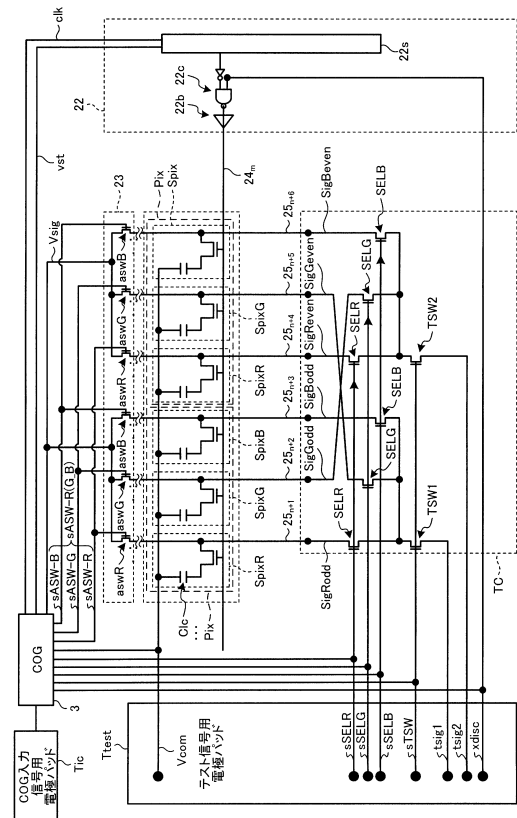
【図 12】



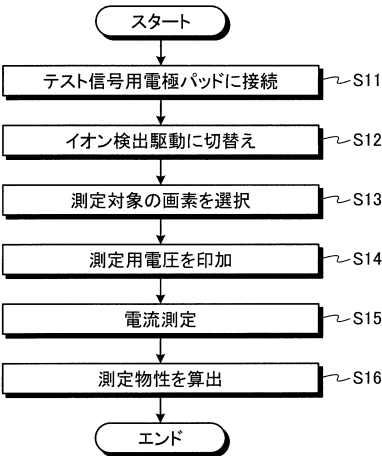
【図 13】



【図 14】



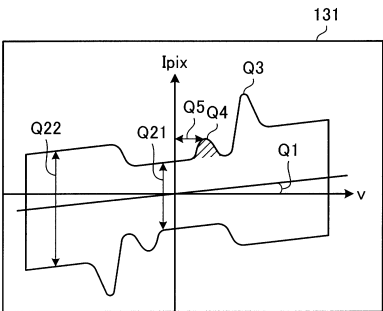
【図 15】



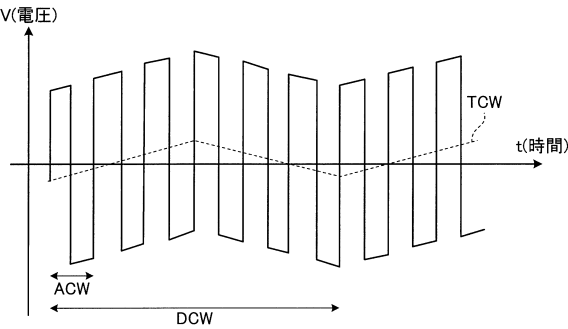
【図 16】

	通常駆動	イオン検出駆動
sASW-R(G,B)	ON	－
Vsig	画像信号	－
clk	ON	－
vst	ON	－
Vcom	VCom信号	Floating または 固定電位(電流検出)
sSEL-R(G,B)	OFF	ON
sTSW	OFF	ON
tsig1	－	三角波信号
tsig2	－	Virtual GND(電流検出)
disc	OFF	ON

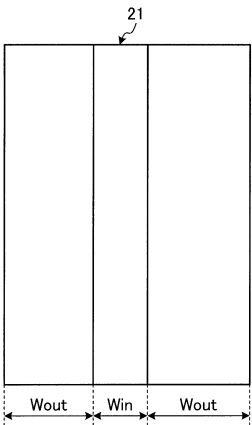
【図 17】



【図 18】



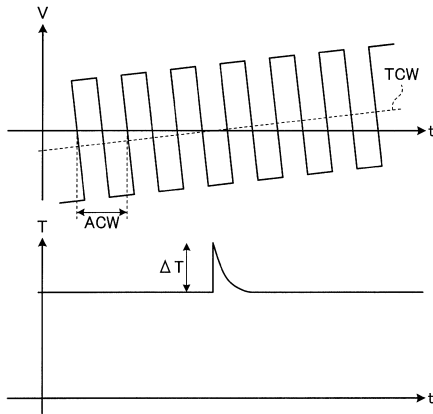
【図 20】



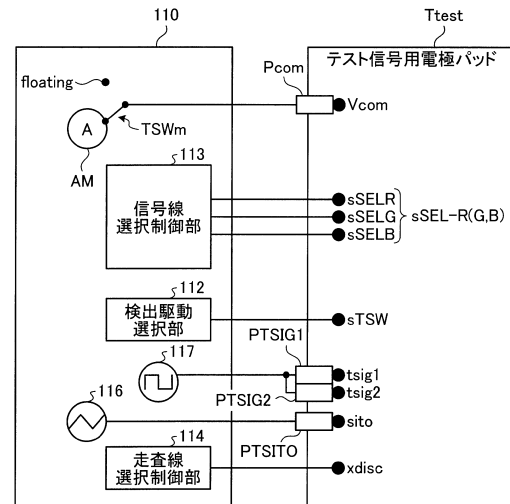
【図 19】

	通常駆動	イオン検出駆動
sASW-R(G,B)	ON	－
Vsig	画像信号	－
clk	ON	－
vst	ON	－
Vcom	VCom信号	－
sSEL-R(G,B)	OFF	SPixR---ON,SPixG,SPixB --- OFF
sTSW	OFF	ON
tsig1	－	三角波信号
tsig2	－	Virtual GND(電流検出)
disc	OFF	ON

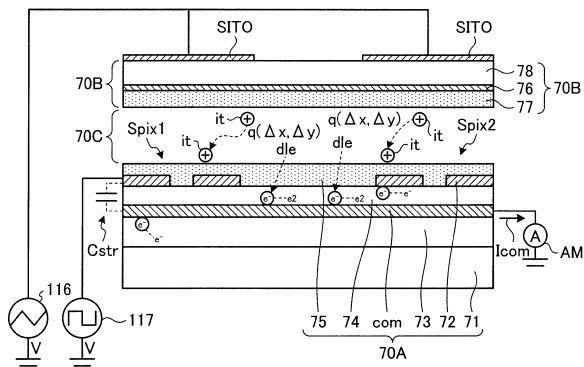
【図 26】



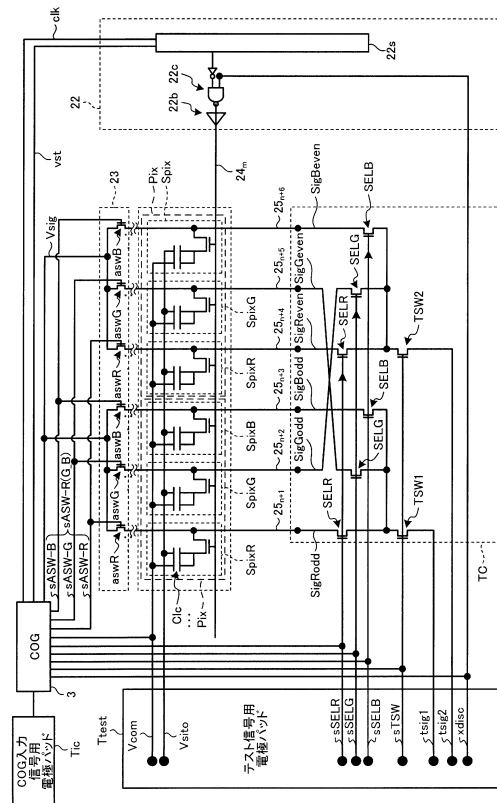
【図 27】



【図 28】



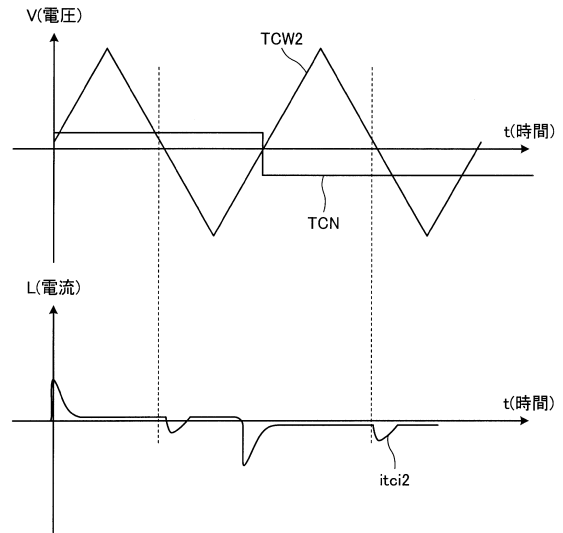
【図 29】



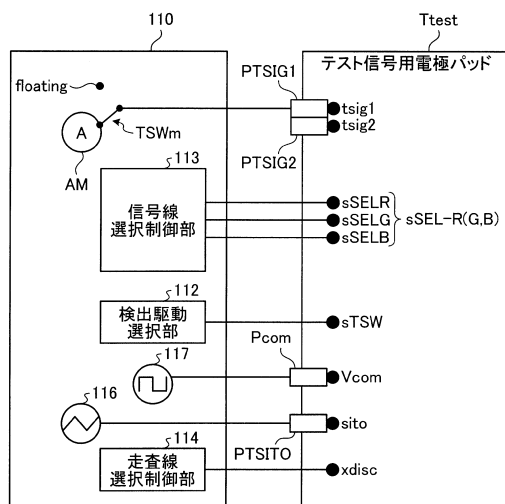
【 図 3 0 】

	通常駆動	イオン検出駆動
sASW-R(G,B)	ON	－
Vsig	画像信号	－
clk	ON	－
vst	ON	－
Vcom	VCom信号	Floating または 固定電位(電流検出)
sSEL-R(G,B)	OFF	ON
sTSW	OFF	ON
tsig1	－	コネクティング信号
tsig2	－	コネクティング信号
disc	OFF	ON
tsito	OFF	イオン掃引信号

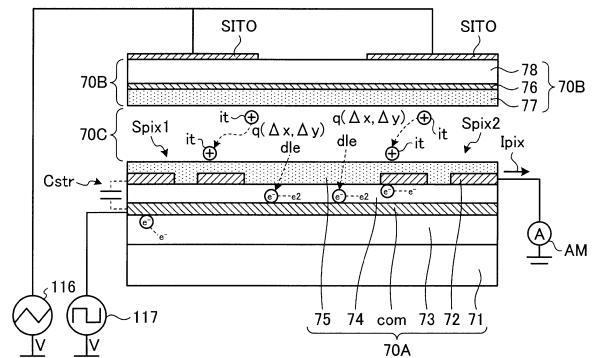
【 図 3 1 】



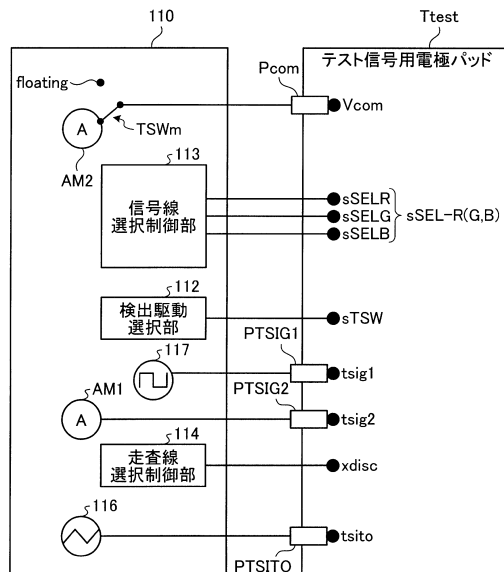
【 図 3 2 】



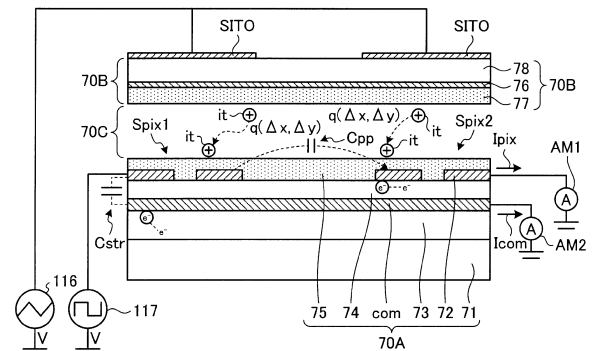
【 図 3 3 】



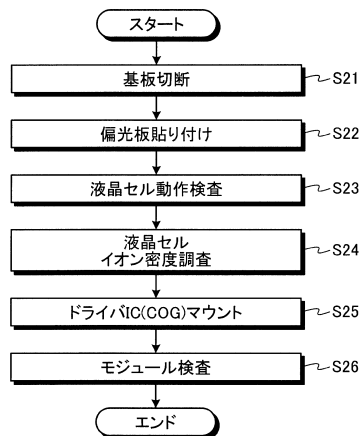
【図 3 4】



【図 3 5】



【図 3 6】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
G 0 9 G	3/36	(2006.01)	G 0 9 G	3/36
			G 0 9 G	3/20 6 4 1 C
			G 0 9 G	3/20 6 7 0 M
			G 0 9 G	3/20 6 2 3 C
			G 0 9 G	3/20 6 2 4 C

(56) 参考文献 国際公開第 2 0 0 8 / 0 9 0 7 8 6 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 5 - 0 9 1 6 4 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 0 0 4 9 7 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 1 0 9 0 1 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 2 6 4 8 0 5 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F	1 / 1 3
G 0 2 F	1 / 1 3 7 - 1 / 1 4 1
G 0 2 F	1 / 1 3 3
G 0 2 F	1 / 1 3 3 3 - 1 / 1 3 3 4
G 0 2 F	1 / 1 3 3 9 - 1 / 1 3 4 1、1 / 1 3 4 7
G 0 2 F	1 / 1 3 6 - 1 / 1 3 6 8

专利名称(译)	用于测量液晶性质的装置，测量液晶性质的方法，液晶显示板		
公开(公告)号	JP6332984B2	公开(公告)日	2018-05-30
申请号	JP2014016192	申请日	2014-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日本显示器		
申请(专利权)人(译)	有限公司日本显示器		
当前申请(专利权)人(译)	有限公司日本显示器		
[标]发明人	坂本道昭 鶴間建行		
发明人	坂本 道昭 鶴間 建行		
IPC分类号	G02F1/13 G02F1/1368 G02F1/133 G01R31/00 G09G3/20 G09G3/36		
FI分类号	G02F1/13.101 G02F1/1368 G02F1/133.550 G01R31/00 G09G3/20.670.Q G09G3/36 G09G3/20.641.C G09G3/20.670.M G09G3/20.623.C G09G3/20.624.C		
F-TERM分类号	2G036/AA19 2G036/AA28 2G036/BA33 2G036/BB04 2G036/BB10 2H088/FA12 2H088/FA30 2H088/GA02 2H088/HA02 2H088/HA06 2H088/HA08 2H088/JA04 2H088/KA24 2H088/MA09 2H192/AA24 2H192/BB13 2H192/EA22 2H192/EA43 2H192/FA44 2H192/FB22 2H192/GA02 2H192/HA04 2H192/HA12 2H192/HA22 2H192/HA23 2H192/JA33 2H193/ZA04 2H193/ZC04 2H193/ZC07 2H193/ZC12 2H193/ZD12 2H193/ZF31 2H193/ZK03 2H193/ZK09 2H193/ZK14 2H193/ZK16 2H193/ZP03 2H193/ZQ16 5C006/AA16 5C006/AA22 5C006/AC21 5C006/AC25 5C006/AC26 5C006/AC27 5C006/AC28 5C006/AF41 5C006/BA19 5C006/BB16 5C006/BC06 5C006/BF01 5C006/BF03 5C006/BF15 5C006/BF26 5C006/BF31 5C006/BF42 5C006/EB01 5C006/FA34 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/DD15 5C080/DD29 5C080/EE29 5C080/EE30 5C080/FF11 5C080/FF12 5C080/JJ02 5C080/JJ03 5C080/JJ04 5C080/JJ06 5C080/JJ07		
代理人(译)	酒井宏明 高村秩序		
优先权	2013023867 2013-02-08 JP		
其他公开文献	JP2014170222A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种液晶特性测定装置，液晶特性测定方法以及液晶显示面板，其提高由横电场引起的液晶分子中流动的瞬态电流的检测灵敏度。一种用于测量液晶特性的装置包括：第一基板;第二基板，设置为面对第一基板;液晶层，设置在第一基板和第二基板之间;第一基板矩阵状配置的多个开关元件，与开关元件连接的像素电极，隔着绝缘膜与像素电极绝缘的公共电极，预定的改变电压从液晶显示面板的外部施加到与多个开关元件中的一部分开关元件连接的像素电极，并且流过与施加了电压的像素电极不同的像素电极的瞬态电流在液晶显示面板的外部，液晶层的液晶分子的取向因横向电场而变化的液晶显示面板另一方面，用于测量液晶层的液晶特性的测量装置包括用于经由测量电路施加电压的电压生成部和用于测量瞬态电流的电流测量部。

(51) Int. Cl.	F I
G O 2 F 1/13 (2006. 01)	G O 2 F 1/13 I O I
G O 2 F 1/1388 (2006. 01)	G O 2 F 1/1368
G O 2 F 1/133 (2006. 01)	G O 2 F 1/133 5 5 O
G O 1 R 31/00 (2006. 01)	G O 1 R 31/00
G O 9 G 3/20 (2006. 01)	G O 9 G 3/20 6 7 O Q

請求項の数 22 (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-16192 (P2014-16192)	(73) 特許権者	502356528
(22) 出願日	平成26年1月30日 (2014. 1. 30)		株式会社ジャパンディスプレイ
(65) 公開番号	特開2014-170222 (P2014-170222A)		東京都港区西新橋三丁目7番1号
(43) 公開日	平成26年9月18日 (2014. 9. 18)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成29年1月16日 (2017. 1. 16)		弁理士 酒井 宏明
(31) 優先権主張番号	特願2013-23867 (P2013-23867)	(74) 代理人	100118762
(32) 優先日	平成25年2月8日 (2013. 2. 8)		弁理士 高村 順
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	坂本 道昭
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		(72) 発明者	鶴岡 建行
			東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式会
			社ジャパンディスプレイ内
		審査官	越河 魁
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル