

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-170222

(P2014-170222A)

(43) 公開日 平成26年9月18日(2014.9.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/13 (2006.01)	G02F 1/13 1 O 1	2 G036
G02F 1/1368 (2006.01)	G02F 1/1368	2 H088
G02F 1/133 (2006.01)	G02F 1/133 5 5 O	2 H192
G01R 31/00 (2006.01)	G01R 31/00	2 H193
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 6 7 O Q	5 C006
審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 42 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)
 (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)

(71) 出願人 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
 Fターム(参考) 2G036 AA19 AA28 BA33 BB04 BB10

最終頁に続く

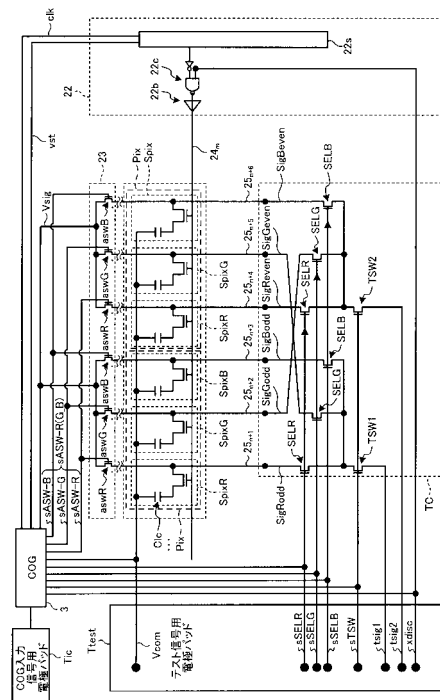
(54) 【発明の名称】 液晶特性の測定装置、液晶特性の測定方法及び液晶表示パネル

(57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】液晶特性の測定装置は、第1基板と、第1基板に対向配置された第2基板と、第1基板と第2基板との間に配置される液晶層と、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、スイッチング素子と接続された画素電極と、絶縁膜を介して画素電極と絶縁された共通電極と、複数の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、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、液晶層の液晶特性を計測する測定装置であって、測定用回路を介して、電圧を印加する電圧生成部と、過渡電流を計測する電流測定部と、を備える。

【選択図】図14



【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、

10

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置であって、

20

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、

30

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、

40

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。

50

【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、

10

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の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 5 に記載の液晶特性の測定装置。

20

【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、

30

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、

40

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

50

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。

【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。

10

【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。

20

【請求項 12】

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 10 又は 11 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 13】

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 10 から 12 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 14】

前記共通電極の電位が固定されている、請求項 10 から 13 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

30

【請求項 15】

前記共通電極の電位が固定されていない、請求項 10 から 13 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 16】

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 10 から 15 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

40

【請求項 17】

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 10 から 16 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 18】

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 10 から 17 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 19】

50

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 10 から 18 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

【請求項 20】

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 10 から 18 のいずれか 1 項に記載の液晶表示パネル。

10

【請求項 21】

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、液晶表示パネル。

20

【請求項 22】

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、請求項 21 に記載の液晶表示パネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

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。

40

【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、

50

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）。

【 0 0 0 5 】

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 】

10

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 0 8 2 8 3 5 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 5 2 1 6 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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

50

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。

【0012】

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。

【0013】

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。

【0014】

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の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。

【0015】

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。

【0016】

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。

【0017】

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。

10

【0018】

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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

合わされて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。

【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されて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されて１つの画素が表示され、前記画素が複数組み合わさ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。

10

【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。

20

【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。

30

【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電圧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。

40

【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

50

向を説明するための模式図である。

【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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

50

【図 3 2】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】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 4】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】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。

【図 3 6】図 3 6 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。

【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

【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例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 i c 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 t e s t 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 i c 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 1 1 と、ガラス基板 1 1 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 2 1 と、水平ドライバ（水平駆動回路）2 3 と、垂直ドライバ（垂直駆動回路）2 2 A、2 2 B と、を備えている。垂直ドライバ（垂直駆動回路）2 2 A、2 2 B は、第 1 垂直ドライバ 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B として、表示エリア部 2 1 を挟むように配置されている。ガラス基板 1 1 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 1 1 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 1 1 g r、1 1 g l は、ガラス基板 1 1 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 2 1 がない、非表示領域である。垂直ドライバ 2 2 A、2 2 B は、額縁 1 1 g r、1 1 g l 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 2 1 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 1 1 上に、表示エリア部 2 1 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 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B 及び水平ドライバ 2 3 とを備えている。

【0039】

表示エリア部 2 1 は、液晶層を含む副画素 S p i x 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 p i x 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 p i x 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 2 1 は、副画素 S p i x の m 行 n 列の配列に対して行毎に走査線 2 4₁、2 4₂、2 4₃・・・2 4_m が配線され、列毎に信号線 2 5₁、2 5₂、2 5₃・・・2 5_n が配線されている。例えば、各副画素 S p i x 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 p i x が画素 P i x となっている。以後、本実施形態においては、走査線 2 4₁、2 4₂、2 4₃・・・2 4_m を代表して走査線 2 4 又は走査線 2 4_m のように表記し、信号線 2 5₁、2 5₂、2 5₃・・・2 5_n を代表して信号線 2 5 又は信号線 2 5_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 2 4₁、2 4₂、2 4₃・・・2 4_m を代表して走査線 2 4_{m+1}、2 4_{m+2}、2 4_{m+3}・・・のように表記し、信号線 2 5₁、2 5₂、2 5₃・・・2 5_n を代表して信号線 2 5_{n+1}、2 5_{n+2}、2 5_{n+3}・・・のように表記することもある。表示エリア部 2 1 は、正面に直交する方向から見た場合、走査線 2 4 と信号線 2 5 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 2 1 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。

【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 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B 及び水平ドライバ 2 3 に与える。ドライバ IC 3 は、副画素 S p i x 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 c o m を生成して表示エリア部 2 1 に与える。

【0041】

第 1 垂直ドライバ 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B 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 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B 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 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B 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 2 1 の走査線 2 4_{m+1}、2 4_{m+2}、2 4_{m+3}・・・に与えることによって副画素 S p i x を行単位で順次選択する。第 1 垂直ドライバ

10

20

30

40

50

22A、第2垂直ドライバ22Bは、走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} ・・・の延在方向に走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} ・・・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} ・・・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} ・・・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できる。

【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Vsig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Spix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。

【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Spixの薄膜トランジスタ（TFT；Thin Film Transistor）Tr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Trを駆動する走査線 24_{m+1} 、 24_{m+2} 、 24_{m+3} 等の配線が形成されている。薄膜トランジスタTr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Tr及び液晶素子LCを備えている。薄膜トランジスタTr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Tr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Trに接続され、他端が共通電極comのコモン電位Vcomに接続されている。

【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Vcom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Vcom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。

【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Vgate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Tr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

10

20

30

40

50

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 2 3 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 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B により順次選択される 1 水平ラインを含む各副画素 S_{pix} にそれぞれ供給する。そして、これらの副画素 S_{pix} 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。

【0046】

上述したように、表示装置 1 は、第 1 垂直ドライバ 2 2 A、第 2 垂直ドライバ 2 2 B 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 S_{pix} に対して、水平ドライバ 2 3 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 c_{om} のコモン電位 V_{com} を印加するようになっている。

【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 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 2 1 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 Tr 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 7 2 間の間には、容量 C_{pp} が作用しており、画素電極 7 2 と共通電極 c_{om} との間には容量 C_{str} が作用している。

【0050】

表示エリア部 2 1 は、図 5 に示すように、画素基板 7 0 A と、この画素基板 7 0 A の表面に垂直な方向に対向して配置された対向基板 7 0 B と、画素基板 7 0 A と対向基板 7 0 B との間に挟まれた液晶層 7 0 C とを備えている。なお、画素基板 7 0 A は、液晶層 7 0 C 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 7 0 C 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 7 0 C と画素基板 7 0 A との間、及び液晶層 7 0 C と対向基板 7 0 B 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ＳｐｉｘにＲ、Ｇ、Ｂの３色の色領域が１組として画素Ｐｉｘ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Ｓｐｉｘ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Ｓｐｉｘと副画素Ｓｐｉｘ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。

10

【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ｃｏｍと、画素電極７２と共通電極ｃｏｍ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。

20

【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。

30

【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、パターン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。

40

【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７

50

0℃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、0.2μm程度であり、液晶層70Cの厚み、例えば3μm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。

10

20

【0058】

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による液晶分子のイオンitの変位は、イオンitの変位q(Δx 、 Δy)のうち縦方向の変位 Δy が比較的作用しやすく、容量Cstr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(ion_y)も、例えば1/10程度となり、小さくなる。

30

【0059】

(液晶特性の測定システム)

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。液晶特性の測定システム100は、測定装置110と、コンピュータ120と、表示装置130と、プロセッサPTSIG1、PTSIG2及びPcomを含む。

【0060】

コンピュータ120は、演算手段としてCPU(中央演算処理装置:Central Processing Unit)121と、RAM(Random Access Memory)122と、ハードディスクドライブ(HDD:Hard Disc Drive)などの記憶部123と、I/Oインタフェース124、125と、を備えている。

40

【0061】

RAM122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100を制御するための複数のプログラムが格納されている。

【0062】

CPU121は、I/Oインタフェース124から入力された信号等に基づいて、RAM122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123又はI/Oインタフェース125へ出力する。

【0063】

表示装置130は、I/Oインタフェース125から入力された信号等に基づいて、グ

50

ラフィクスの表示に必要な演算処理を行い、表示部 131 で表示する。

【0064】

I/O インタフェース 124 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。

【0065】

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。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。測定装置 110 は、図 11 及び図 12 に示すように、電圧生成部 111 を備えている。

【0066】

10

図 11 に示す等価回路は、図 12 に示す電圧生成部 111 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 111 が図 13 に示す画素電極 72 へ電圧を印加している。図 11 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 72 間の間に作用する容量成分である。また、図 11 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 72 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 11 に示す抵抗 R p p は、隣り合う画素電極 72 間の間にある抵抗成分である。図 11 に示す抵抗 R s t は、画素電極 72 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 111 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 12 を参照して詳述する。

【0067】

20

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 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。

【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 P T S I G 1 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 1 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。

30

【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 T t e s t の s T S W 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 S p i x 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 T t e s t の s S E L - 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 P i x の走査線 24 を全部オンし、全画素 P i x 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 T t e s t の x d i s c 配線へ供給する。

40

【0072】

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。

【0073】

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

50

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。
【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。

【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。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itは、横電界Eによってイオンitの変位q（ Δx 、 Δy ）のうち縦方向の変位 Δy により、容量Cstr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、例えば1/10程度しか作用しない。

【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。図13に示すように、液晶分子のイオンitは、横電界Eによってイオンitの変位q（ Δx 、 Δy ）のうち縦方向の変位 Δy により、容量Cstr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itの変位q（ Δx 、 Δy ）のうち横方向の変位 Δx により、容量Cpを介して副画素Spix2に電荷e⁻が誘起される。

【0077】

また、一般的に容量Cstrは、容量Cp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it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Ipixを検出し、第2の電流測定部AM2が過渡電流Icomを検出するので、過渡電流Ipixと過渡電流Icom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Icomを検出するために印加するコモン電位Vcom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

10

20

30

40

50

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_{pix} と過渡電流 I_{com} とをより分離して検出できる。

【 0 0 7 8 】

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。この場合、共通電極 c o m の電位が浮いており、容量 C s t r を介して誘起される電荷 e - が共通電極 c o m よりも、副画素 S p i x 2 の画素電極 7 2 に誘起されやすい。これにより、第 1 の電流測定部 A M 1 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。

【 0 0 7 9 】

図 1 4 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 I C 3 は、C O G 入力用信号電極パッド T i c に接続されている。図 1 4 に示す画素 P i x は、図 3 に示す各副画素 S p i x 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 p i x R、S p i x G 及び S p i x B を 1 組とした列として、順に並べている。副画素 S p i x R、S p i x G 及び S p i x B は、上述したように、薄膜トランジスタ T r と、薄膜トランジスタ T r 及び共通電極 c o m との間に上述した容量 C p p 及び容量 C s t r を含む容量 C l c と、を含む。共通電極 c o m には、通常駆動の場合には、ドライバ I C 3 から、コモン電位 V c o m が印加される。また、共通電極 c o m は、図 1 2 に示す選択スイッチ T S W m が接続されている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 を供給する配線にも接続されている。

【 0 0 8 0 】

水平ドライバ 2 3 は、例えば、3 つのスイッチ a s w R、a s w G、a s w B を備え、3 つのスイッチ a s w R、a s w G、a s w B の各一端は互いに接続されドライバ I C 3 から画像信号 V s i g が供給される。3 つのスイッチ a s w R、a s w G、a s w B 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 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。3 つのスイッチ a s w R、a s w G、a s w B は、ドライバ I C 3 から供給されたセレクトスイッチ制御信号 s A S W - R (G , B) (s A S W - R、s A S W - G、s A S W - 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 2 3 は、セレクトスイッチ制御信号 s A S W - R (G , B) に応じて、スイッチ a s w R、a s w G、a s w B を時分割的に順次切り替えてオン (O N) 状態にすることができる。これにより、水平ドライバ 2 3 は、多重化された 3 つの副画素 S p i x R、S p i x G、S p i x B にそれぞれ供給する画素信号を画像信号 V s i g から分離する。そして、水平ドライバ 2 3 は、画素信号を、3 つの副画素 S p i x R、S p i x G、S p i x B にそれぞれ供給する。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 において、図 2 に示す垂直ドライバ (垂直駆動回路) 2 2 A、2 2 B は、同じ回路構成であるので垂直ドライバ 2 2 として、説明する。垂直ドライバ 2 2 は、転送回路 2 2 s と、論理回路 2 2 c と、バッファ回路 2 2 b とを含む。通常駆動であれば、転送回路 2 2 s は、内蔵するシフトレジスタが上述したドライバ I C 3 からの垂直スタートパルス v s t に応答して動作を開始し、転送され、垂直クロックパルス c l k に同期して、走査線 2 4 m が順次垂直走査方向に選択され、各バッファ回路 2 2 b に垂直選択パルスを順次出力する。バッファ回路 2 2 b 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 2 4 m を駆動するのに十分な電流を供給する。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 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 $25_{n+1} \cdots 25_{n+6}$ とが繋がった状態になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

図 1 4 に示すように、測定用回路 T C は、検出駆動選択スイッチ T S W 1、T S W 2 と、検出信号線選択スイッチ S E L R、S E L G、S E L B と、を含む。検出駆動選択スイッチ T S W 1 は、検出駆動選択スイッチ T S W 1 の一端が、t s i g 1 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 E L R、S E L G、S E L B 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 S W 1 に接続された検出信号線選択スイッチ S E L R は、他端が奇数列の画素 P i x の信号線 25_{n+1} (S i g R o d d) に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T S W 1 に接続された検出信号線選択スイッチ S E L G は、他端が偶数列の画素 P i x の信号線 25_{n+5} (S i g E v e n) に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T S W 1 に接続された検出信号線選択スイッチ S E L B は、他端が奇数列の画素 P i x の信号線 25_{n+3} (S i g B o d d) に接続されている。

10

【 0 0 8 3 】

検出駆動選択スイッチ T S W 2 は、検出駆動選択スイッチ T S W 2 の一端が、t s i g 2 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 E L R、S E L G、S E L B 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 S W 2 に接続された検出信号線選択スイッチ S E L R は、他端が偶数列の画素 P i x の信号線 25_{n+4} (S i g R e v e n) に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T S W 2 に接続された検出信号線選択スイッチ S E L G は、他端が奇数列の画素 P i x の信号線 25_{n+2} (S i g O d d) に接続されている。一端が検出駆動選択スイッチ T S W 2 に接続された検出信号線選択スイッチ S E L B は、他端が偶数列の画素 P i x の信号線 25_{n+6} (S i g B e v e n) に接続されている。

20

【 0 0 8 4 】

図 1 5 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 1 6 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 1 6 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 s A S W - R (G , B) (s A S W - R、s A S W - G、s A S W - B) は、印加されている (O N) 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 V s i g 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 v s t は、印加されている (O N) 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 c l k は、印加されている (O N) 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 V c o m は、印加されている (V c o m 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 A M 2 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、s S E L - R (G , B) 配線の信号は、印加されていない (O F F) 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 (O N) の状態である。通常駆動において、t s i g 1 配線及び t s i g 2 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、x d i s c 配線の信号は、印加されていない (O F F) 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。

30

40

【 0 0 8 5 】

まず、液晶特性の測定システム 1 0 0 は、図 1 5 に示すように、測定装置 1 1 0 のプロープ P T S I G 1、P T S I G 2 及び P c o m がテスト信号用電極パッド T t e s t に接続される (ステップ S 1 1) 。

【 0 0 8 6 】

次に、測定装置 1 1 0 は、検出駆動選択部 1 1 2 が供給する測定用回路 T C 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 S 1 2) 。例えば、図 1 6 に示

50

すように、検出駆動選択部 112 が $sT SW$ 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 $T SW 1$ 、 $T SW 2$ が動作する。これにより、 $t sig 1$ 配線と検出信号線選択スイッチ $SEL R$ 、 $SEL G$ 、 $SEL B$ の一端が導通する。

【0087】

次に、測定装置 110 は、測定対象の画素 $P ix$ を選択する (ステップ $S 13$)。または、測定装置 110 は、測定対象の副画素 $Sp ix$ ($Sp ix R$ 、 $Sp ix G$ 、 $Sp ix B$) 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 $x disc$ 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 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、 $s SEL - R (G, B)$ 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、 $t sig 1$ 配線と信号線 25_{n+1} ($S ig R odd$)、信号線 25_{n+5} ($S ig Ge ven$) 及び信号線 25_{n+3} ($S ig B odd$) が導通する。また $t sig 2$ 配線と信号線 25_{n+4} ($S ig Re ven$)、信号線 25_{n+2} ($S ig G odd$) 及び信号線 25_{n+6} ($S ig Be ven$) 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 $t sig 1$ 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 (ステップ $S 14$)。三角波信号は、 $t sig 1$ 配線と導通する信号線 25_{n+1} ($S ig R odd$)、信号線 25_{n+5} ($S ig Ge ven$) 及び信号線 25_{n+3} ($S ig B odd$) 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 $Sp ix R$ 、副画素 $Sp ix G$ 及び副画素 $Sp ix B$ 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} ($S ig Ge ven$) 及び信号線 25_{n+3} ($S ig B odd$) の各列の副画素 $Sp ix R$ 、副画素 $Sp ix G$ 及び副画素 $Sp ix B$ 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 $AM 1$ が、 $t sig 2$ 配線と信号線 25_{n+4} ($S ig Re ven$)、信号線 25_{n+2} ($S ig G odd$) 及び信号線 25_{n+6} ($S ig Be ven$) が導通する $t sig 2$ 配線に流れる電流を測定する (ステップ $S 15$)。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 $Sp ix R$ 、副画素 $Sp ix G$ 及び副画素 $Sp ix B$ の各列の上述した画素電極 72 に流れる電流が $t sig 2$ 配線に流れる。信号線 25_{n+4} ($S ig Re ven$)、信号線 25_{n+2} ($S ig G odd$) 及び信号線 25_{n+6} ($S ig Be ven$) の各列の副画素 $Sp ix R$ 、副画素 $Sp ix G$ 及び副画素 $Sp ix B$ は、画素電極 72 に過渡電流が流れ、この過渡電流が $t sig 2$ 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 $S 14$ 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 $S 15$ 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} ($S ig R odd$)、信号線 25_{n+5} ($S ig Ge ven$) 及び信号線 25_{n+3} ($S ig B odd$) に接続する薄膜トランジスタ Tr を有する、副画素 $Sp ix R$ 、 $Sp ix G$ 、 $Sp ix B$ 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 $Sp ix$

x R、S p i x G、S p i x Bの画素電極 7 2 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 S p i x R、S p i x G、S p i x Bに隣り合い、かつ信号線 2 5_{n+4} (S i g R e v e n)、信号線 2 5_{n+2} (S i g G o d d) 及び信号線 2 5_{n+6} (S i g B e v e n) に接続する薄膜トランジスタ T r を有する、副画素 S p i x R、S p i x G、S p i x Bの画素電極 7 2 に流れる過渡電流が第 1 の電流測定部 A M 1 で検出される。そして、測定用回路 T C は、複数の画素 P i x に跨がって隣り合う薄膜トランジスタ T r のうち一部の薄膜トランジスタ T r に接続される画素電極 7 2 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 7 2 と異なる画素電極 7 2 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 A M 1 は、過渡電流を多く検出できる。

10

【 0 0 9 0 】

次に、測定装置 1 1 0 は、第 2 の電流測定部 A M 2 が、共通電極 c o m に固定電位を与え、過渡電流 I c o m の電流検出をしてもよい。測定装置 1 1 0 は、共通電極 c o m と電位を固定しないフローティング端子 f l o a t i n g とを接続し、第 2 の電流測定部 A M 2 の電流測定を省略してもよい。これにより、共通電極 c o m の電荷 e - が、横方向の変位 Δ x では誘起されにくくなり、イオン i t の横方向の変位 Δ x に起因する電荷 e - が増加する。その結果、測定装置 1 1 0 及び液晶表示パネル 2 は、イオン i t の横方向の変位 Δ x 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。

【 0 0 9 1 】

次に、液晶特性の測定システム 1 0 0 は、液晶の測定物性を算出する (ステップ S 1 6)。例えば、I / O インタフェース 1 2 4 を介してコンピュータ 1 2 0 は、ステップ S 1 5 において測定した測定データを入手する。C P U 1 2 1 は、電圧生成部 1 1 1 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。

20

【 0 0 9 2 】

コンピュータ 1 2 0 は、演算結果を I / O インタフェース 1 2 5 を介して表示装置 1 3 0 の表示部 1 3 1 に表示させる。図 1 7 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 1 7 に示す、電圧 V の軸に対する傾き Q 1 は、測定した液晶の抵抗値を示している。図 1 7 に示す、過渡電流 I p i x の軸における最小幅 Q 2 1 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 Q 2 2 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 Q 3 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 Q 4 の面先は、液晶層 7 0 C 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 7 0 C の厚みである。t は第 2 の突起 Q 4 の頂点における時間である。電圧 V は、第 2 の突起 Q 4 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 c o m 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。

30

【 0 0 9 3 】

【 数 1 】

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

40

【 0 0 9 4 】

式 (1) に示す I (i o n _ y) は、主に不純物イオンに起因する過渡電流である。C s t r × d v / d t は、共通電極 c o m と画素電極 7 2 との間の容量 C s t r に起因する過渡電流である。そして、C P U 1 2 1 は、液晶中の不純物イオンの検出性能 S N を、下記式 (2) で演算することができる。

【 0 0 9 5 】

【 数 2 】

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

【 0 0 9 6 】

50

そして、液晶層 70 C の不純物イオンの電荷量 Q_4 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_{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。他方の副画素 S_{pix2} の画素電極 72 に流れる過渡電流を I_{pix} とする場合、過渡電流 I_{pix} 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。 $C_{pp} \times dV/dt$ は、副画素 S_{pix1} と副画素 S_{pix2} 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。

【0099】

【数 4】

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

【0100】

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。CPU121 は、液晶層 70 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 100 倍以上高精度に検出できる。なお、第 2 の電流測定部 AM2 は、共通電極 com に流れる電流を検出せず、共通電極 com 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。

【0101】

なお、上述した実施形態 1 の説明において、測定装置 110 は、第 1 の電流測定部 AM1 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} は隣合っており、異なっていればよい。

【0102】

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。

【0103】

(実施形態 1 の変形例)

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。

【0104】

実施形態 1 の変形例に係る電圧生成部 111 は、液晶素子 LC を駆動する矩形波 ACW と、上述した三角波 TCW の波形を重ね合わせた合成波 DCW を生成する。矩形波 ACW の 1 波長の周期 (例えば 60 Hz) は、三角波 TCW の 1 波長の周期よりも短い周期 (例

例えば 0.1 Hz 以上 1 Hz 以下) で繰り返し生成される。三角波 TCW の最大電圧の絶対値は、液晶閾値電圧以下である、例えば、 100 mV である。矩形波 ACW 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 110 は、液晶表示パネル 2 に合成波 DCW を印加した場合、第 1 の電流測定部 AM1 が、隣り合う副画素 Spix1 と副画素 Spix2 との間での過渡電流 Ipix を検出できる。

【0105】

< 2. 実施形態 2 (液晶表示パネル) >

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。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。

10

【0106】

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 19 に示すように、走査線選択制御部 114 が走査線 24_m を選択動作させる信号 disc を xdisc 配線へ供給する。そして、信号線選択制御部 113 は、 sSEL-R(G, B) 配線の信号のうち、 sSEL-R 配線の信号をオン (ON) 及び sSEL-G 及び sSEL-B 配線の信号をオフ (OFF) 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) が導通する。また tsig2 配線と信号線 25_{n+4} (SigReven) が導通する。信号線 25_{n+5} (SigGeven)、信号線 25_{n+3} (SigBodd)、信号線 25_{n+2} (SigGodd) 及び信号線 25_{n+6} (SigBeven) は、電位が固定されていない。

20

【0107】

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、 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。

【0108】

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} (SigReven) が導通する tsig2 配線に流れる電流を測定する。これにより、測定用回路 TC は、隣り合う画素 Pix のうち、一方の副画素 SpixR の画素電極 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 SpixR の画素電極 72 には、上述した過渡電流 Ipix が作用し、測定用回路 TC は、過渡電流 Ipix を液晶表示パネル外へ出力する。液晶素子 LC のイオン it は、隣り合う画素 Pix にある副画素 SpixR の画素電極 72 間を移動し、副画素 SpixG 及び副画素 SpixB の画素電極 72 の上のイオン it の変位も、第 1 の電流測定部 AM1 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 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、例えば画素 Pix が含む副画素 Spix の数の逆数、例えば $1/3$ 程度低減できる。

30

【0109】

(実施形態 2 の変形例)

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。上述したように表示エリア部 21 は、画素 Pix 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 Spix 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 TC が副画素 Spix 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 TC が電圧が印加された副画素 Spix の複数列にある、画素電極と異なる、副画素 Spix 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。

40

【0110】

例えば、図 20 に示すように、上述した測定装置 110 は、測定用回路 TC を介して、

50

表示エリア部 2 1 の一部のウィンドウ領域 Win ($Window$ 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 Win 以外の $Window$ 外領域 $Wout$ 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。

【0111】

< 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 TC 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 $Ttest$ の $xdisc1$ 配線及び $xdisc2$ 配線へ供給することができる。

10

【0112】

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 $Ttest$ から $xdisc1$ 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 Tr 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 Tr のスイッチング素子の機能は、画素電極 7 2 と副画素 $SpixR$ 、 $SpixG$ 、 $SpixB$ にそれぞれ接続されている信号線 2 5_{n+1} · · · 2 5_{n+6} とが繋がった状態になる。

20

【0113】

次の行の論理回路 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 $Ttest$ から $xdisc2$ 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 Tr のゲートをクローズにする。これにより、走査線 2 4_{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 7 2 と副画素 $SpixR$ 、 $SpixG$ 、 $SpixB$ にそれぞれ接続されている信号線 2 5_{n+1} · · · 2 5_{n+6} とが繋がらず、画素電極 7 2 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 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、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 2 5_{n+1} ($SigRodd$)、信号線 2 5_{n+5} ($SigGeven$) 及び信号線 2 5_{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 1 1 4 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 7 2 に印加される。これにより、信号線 2 5_{n+5} ($SigGeven$) 及び信号線 2 5_{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 7 2 に三角波信号が印加されている状態になる。

30

40

【0115】

このように、実施形態 3 に係る、電圧がされた画素電極 7 2 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 7 2 の電位を固定しない。そして、走査線選択制御部 1 1 4 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 7 2 に流れる電流が $tsig2$ 配線に流れる。信号線 2 5_{n+4} ($SigReven$)、信号線 2 5_{n+2} ($SigGodd$) 及び信号線 2 5_{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 7 2 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

50

の変化する電圧)を印加する、例えば副画素 $S p i \times R$ 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 $S p i \times R$ があることになり、実施形態 3 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、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 2 2 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 2 3 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 2 6 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。

10

【0117】

図 2 2 に示すように、第 1 の電流測定部 $A M 1$ 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 $V c o m$ を供給する配線に接続されている。

【0118】

選択スイッチ $T S W m$ 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 $t s i g 2$ 配線に接続し、第 2 の電流測定部 $A M 2$ が $t s i g 2$ 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 $T S W m$ は、 $t s i g 2$ 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。

20

【0119】

電圧生成部 1 1 1 は、対象となる副画素 $S p i \times 1$ 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。

30

【0120】

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。

【0121】

40

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 $60 H z$) 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、 $100 m V$ 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 $A M 1$ 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

50

ができる。

【0122】

上述した容量 C_{str} 及び容量 C_{pp} 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 $AM1$ は、合成波 DCW の電圧の極性が変わる時間で過渡電流 i_{tci} を測定することで、検出効率を高めることができる。

【0123】

(実施形態4の変形例)

上述した測定装置110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115を備えてもよい。測定装置110は、顕微鏡115によって輝度を計測する。測定装置110は、顕微鏡115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。

10

【0124】

実施形態4の変形例に係る電圧生成部111は、実施形態4と同様に、液晶素子 LC 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110は、液晶表示パネル2に合成波を印加した場合、顕微鏡115は、図26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115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。

20

【0125】

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。

【0126】

< 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。

30

【0127】

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。

40

【0128】

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。

【0129】

50

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。

【0130】

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 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。

10

20

【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。

30

【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 Cpp 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。

40

【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 1 Hz 以上 100 Hz 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 10 V 以上 500 V 以下の電圧、例えば 100 V に設定される。

【0134】

50

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100mV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、PTSI TO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）。

【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）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）が導通する。

【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PTSI TO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が接続信号電圧TCNを生成し、液晶表示パネル外からプローブPTSIG1及びPTSIG2を介してtsig1及びtsig2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SI TO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SI TO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接続信号電圧TCNを印加し、電流測定ステップ（ステップS15）において、接続信号電圧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itci2を計測する。図31に示すように、イオンit起因の過渡電流itci2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）。

10

20

30

40

50

【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。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）に一樣である。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（ Δx 、 Δy ）のうち縦方向の変位 Δy が比較的作用しやすく、容量Cstr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（ion—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TCW2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itの変位を検出しやすくなる。

【0141】

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32及び図33に示すように、液晶特性の測定システム100は、共通電極comにコネクティング信号電圧TCNが印加されるようにし、電流測定部AMが画素電極72に流れる過渡電流itci2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72にコネクティング信号電圧TCNが印加されるようにし、電流測定部AMが共通電極comに流れる過渡電流itci2を計測する場合と、共通電極comにコネクティング信号電圧TCNが印加されるようにし、電流測定部AMが画素電極72に流れる過渡電流itci2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34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。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 T_{test} のコモン電位 V_{com} 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_{SW} は、テスト信号用電極パッド T_{test} のコモン電位 V_{com} を供給する配線と第 2 の電流測定部 AM_2 とを接続している場合、共通電極 c_{om} 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 AM_2 は共通電極 c_{om} に流れる電流を計測するために、共通電極 c_{om} を所定の電位で固定している。選択スイッチ T_{SW} は、テスト信号用電極パッド T_{test} 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 $f_{loating}$ とを接続している場合、共通電極 c_{om} の電位を固定しない。

【0144】

第 1 の電流測定部 AM_1 は、上述したプローブ P_{TSIG2} を介して、テスト信号用電極パッド T_{test} の t_{sig2} 配線の端部に接続し、 t_{sig2} 配線に流れる電流を計測することができる。

【0145】

図 35 に示すように、実施形態 6 に係る対向基板 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 S_{ITO} を含む。そして、図 35 に示す第 2 電圧生成部 116 は、液晶素子 LC のイオン i_t の変位 $q(\Delta x, \Delta y)$ のうち縦方向の変位 Δy を生じさせる三角波 TCW_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 TCW_2 を生成し、液晶表示パネル外からプローブ P_{TSITO} を介して t_{sito} 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 P_{TSIG1} を介して、テスト信号用電極パッド T_{test} の t_{sig1} 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 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 TCW_2 を生成し、液晶表示パネル外からプローブ P_{TSITO} を介して t_{sito} 配線へ印加する（ステップ S_{14} ）。さらに、測定装置 110 は、第 1 電圧生成部 117 が接続信号電圧 TCN を生成し、液晶表示パネル外からプローブ P_{TSIG1} を介して t_{sig1} 配線へ印加する。

【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 TCW_2 を透光性電極 S_{ITO} に印加するイオン掃引電圧ステップ（ステップ S_{14} ）と、画素電極 72 と共通電極 c_{om} との間に流れる過渡電流 i_{tc2} を計測する電流測定の電流測定ステップ（ステップ S_{15} ）と、を含む。イオン掃引電圧印加ステップ（ステップ S_{14} ）において、イオン掃引電圧 TCW_2 を透光性電極 S_{ITO} 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 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} の画素電極 72 には、接続信号電圧 TCN が供給される。接続信号電圧 TCN が供給される副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} に隣り合い、かつ信号線 25_{n+4} ($S_{igR_{even}}$)、信号線 25_{n+2} ($S_{igG_{odd}}$) 及び信号線 25_{n+6} ($S_{igB_{even}}$) 副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} に接続する薄膜トランジスタ Tr を有する、副画素 S_{pixR} 、 S_{pixG} 、 S_{pixB} の画素電極 72 に流れる過渡電流が第 1 の電流測定部 AM_1 で検出される。そして、測定用回路 TC は、複数の画素 P_{ix} 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 AM_1 は、過渡電流を多く検出できる（ステップ S_{15} ）

10

20

30

40

50

。

【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】

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、イオン起因の過渡電流を測定することが可能となる。液晶分子のイオンitは、横電界Eによってイオンitの変位q（Δx、Δy）のうち縦方向の変位Δyにより、容量Cstr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itの変位q（Δx、Δy）のうち横方向の変位Δxにより、容量Cpを介して副画素Spix2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AM1が過渡電流Ipixを検出し、第2の電流測定部AM2が過渡電流Icomを検出するので、過渡電流Ipixと過渡電流Icom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Icomを検出するために印加するコモン電位Vcom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Ipixと過渡電流Icom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TCW2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itの変位を検出しやすくなる。

【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）。

【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 I C 3 を C O G としてマウントする（ステップ S 2 5 ）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 I C 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。

【 0 1 5 4 】

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。

10

【 0 1 5 5 】

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。

20

【 符号の説明 】

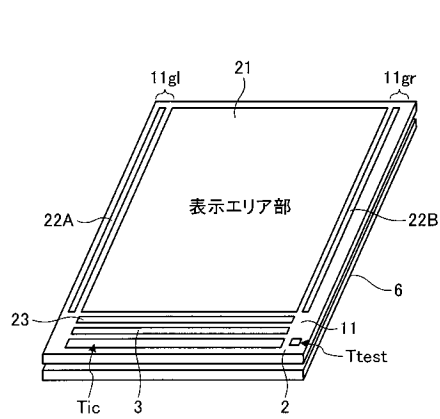
【 0 1 5 6 】

- 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

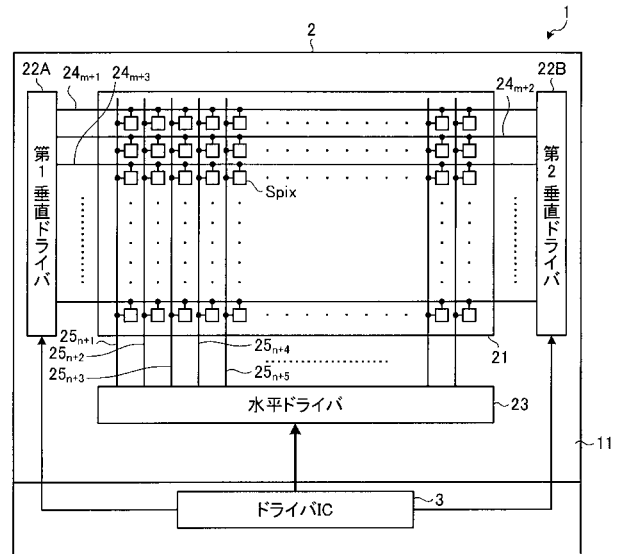
30

40

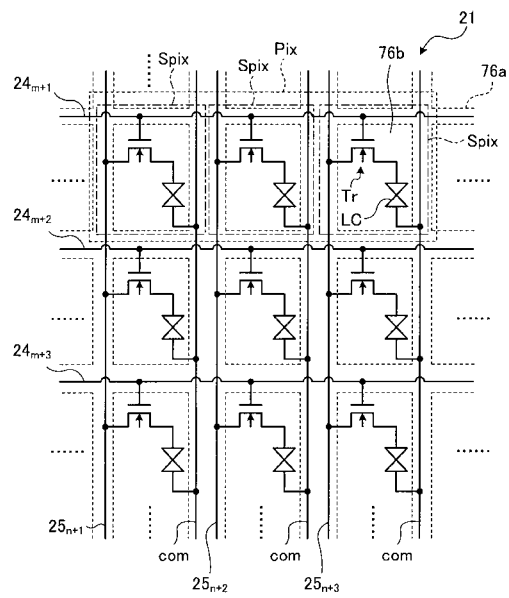
【図 1】



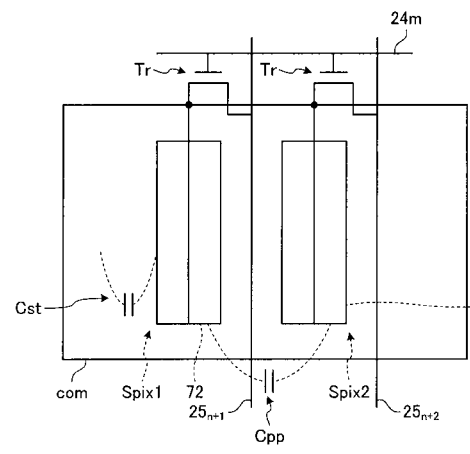
【図 2】



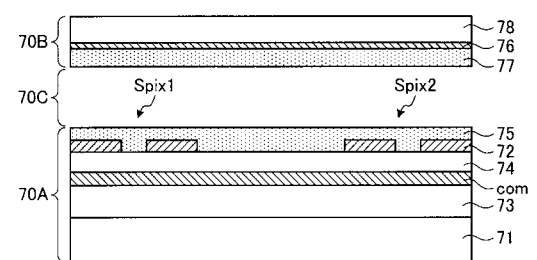
【図 3】



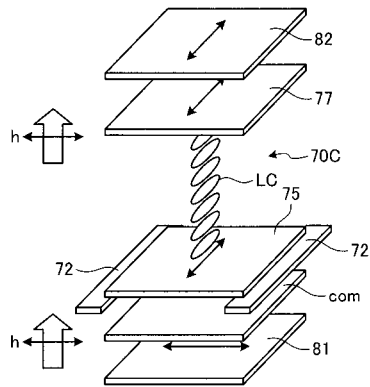
【図 4】



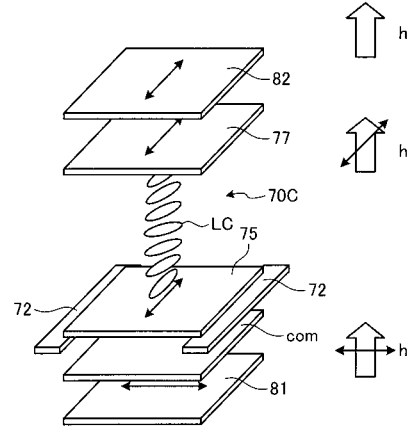
【図 5】



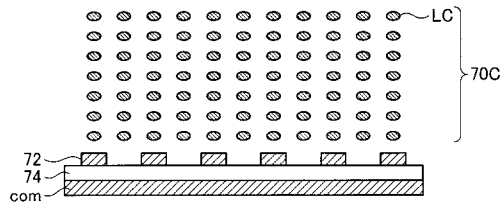
【図 6】



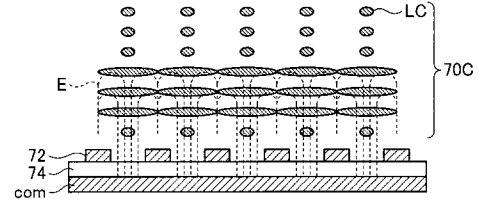
【図 8】



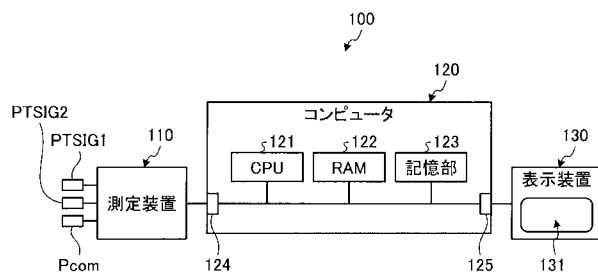
【図 7】



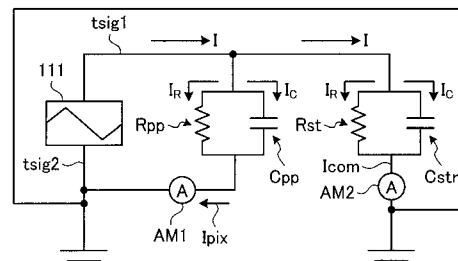
【図 9】



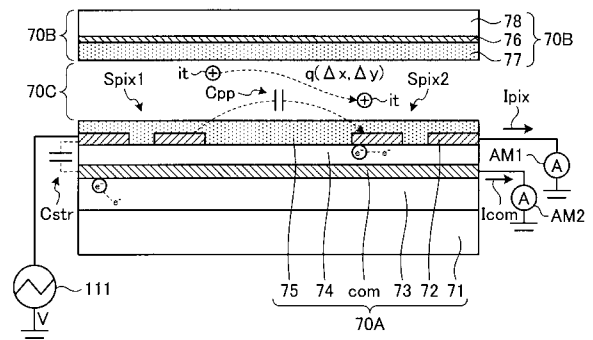
【図 10】



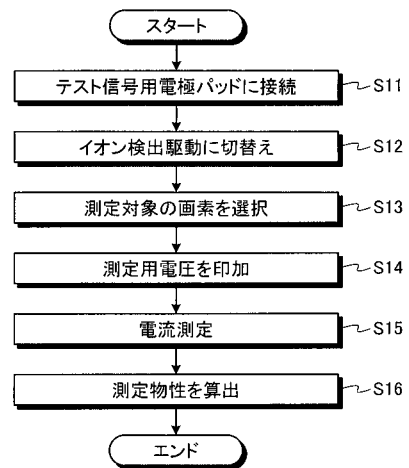
【図 11】



【 図 1 3 】



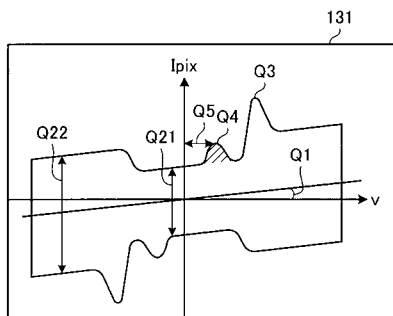
【 ㊦ 1 5 】



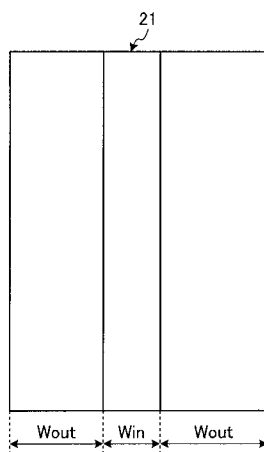
【図 16】

	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

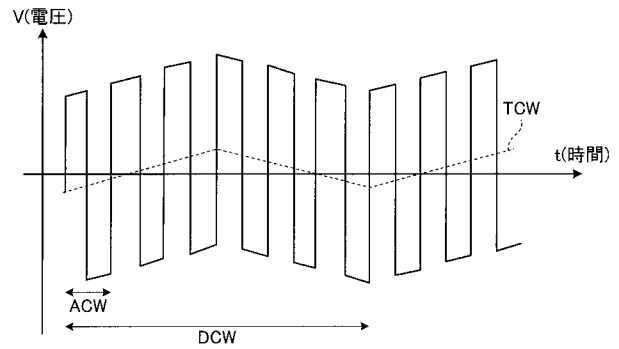
【図 17】



【図 20】



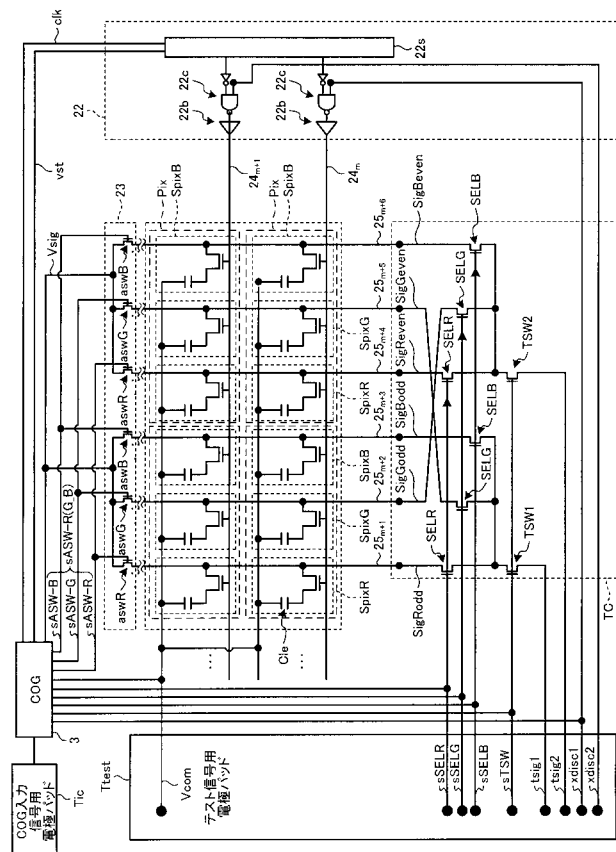
【図 18】



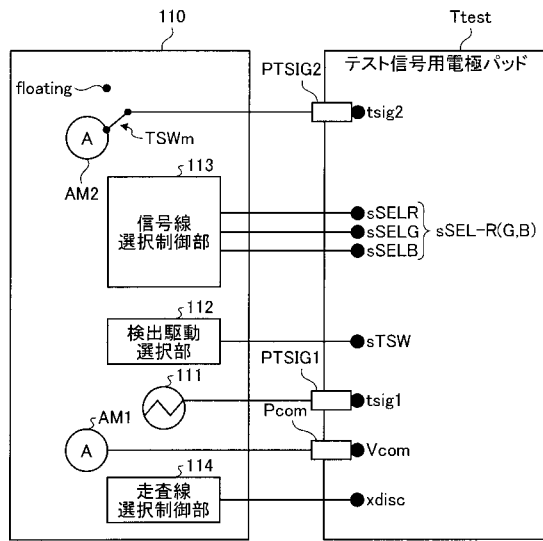
【図 19】

	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

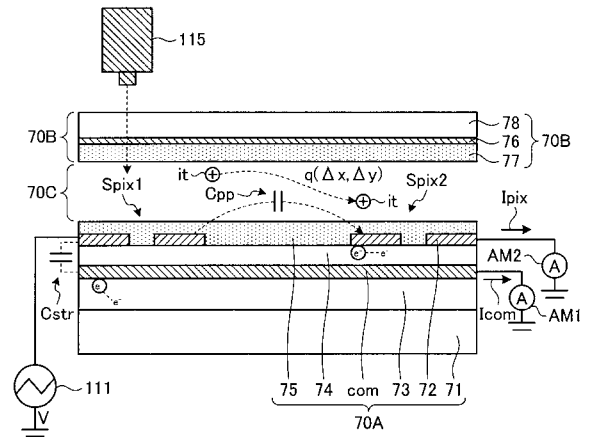
【図 21】



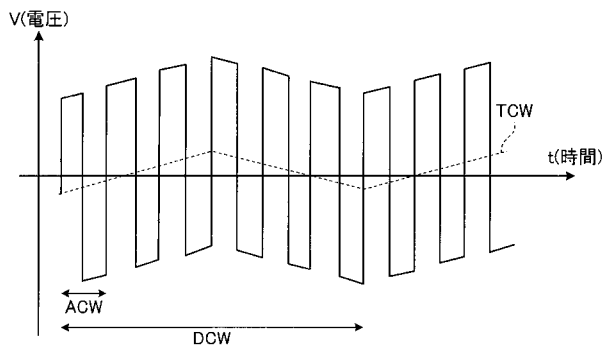
【図 2 2】



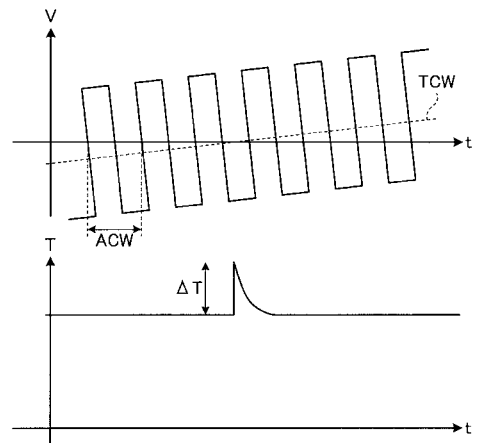
【図 2 3】



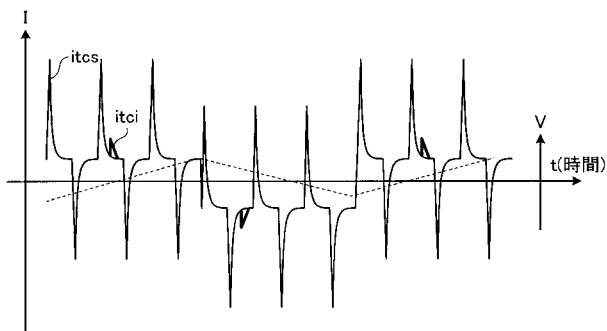
【図 2 4】



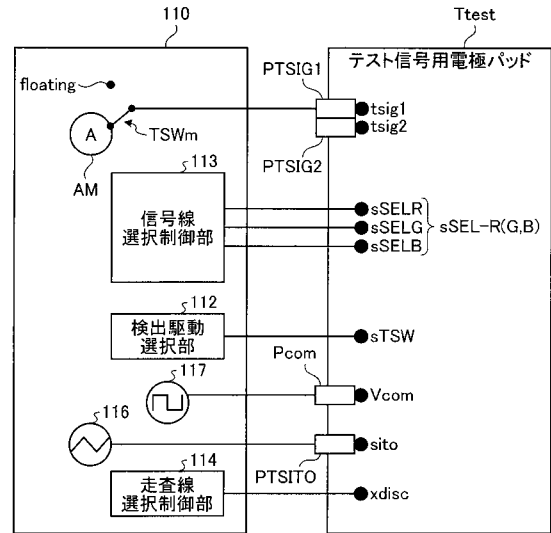
【図 2 6】



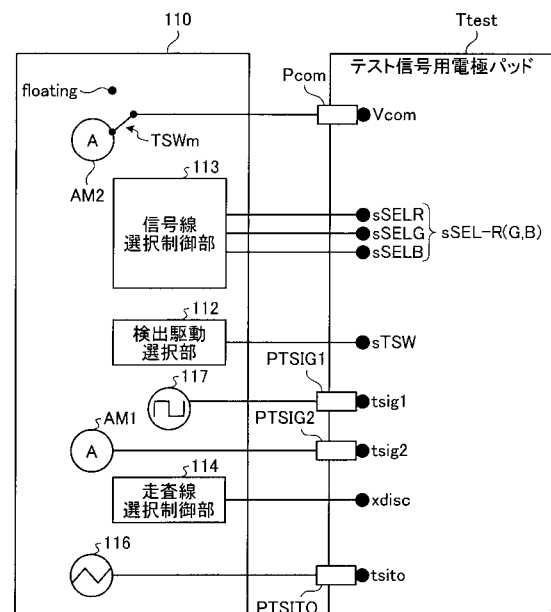
【図 2 5】



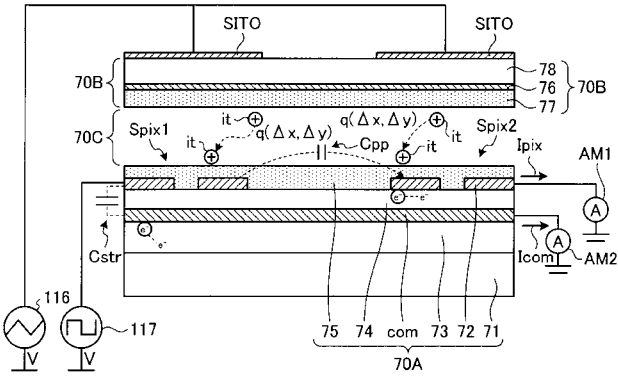
【 図 3 2 】



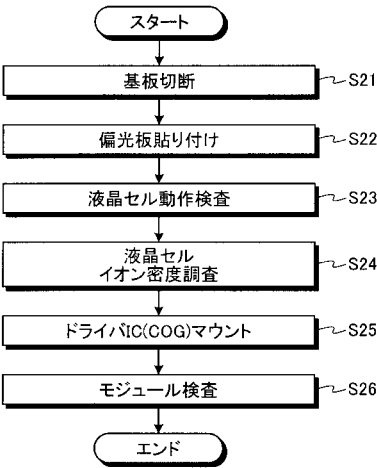
【 ㄨ 3 4 】



【図 3 5】



【図 3 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 9 G 3/36 (2006.01) G 0 9 G 3/36 5 C 0 8 0

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

F ターム(参考) 2H088 FA12 FA30 GA02 HA02 HA06 HA08 JA04 KA24 MA09
 2H192 AA24 BB13 EA22 EA43 FA44 FB22 GA02 HB04 HB12 HB22
 HB23 JA33
 2H193 ZA04 ZC04 ZC07 ZC12 ZD12 ZF31 ZK03 ZK09 ZK14 ZK16
 ZP03 ZQ16
 5C006 AA16 AA22 AC21 AC25 AC26 AC27 AC28 AF41 BA19 BB16
 BC06 BF01 BF03 BF15 BF26 BF31 BF42 EB01 FA34
 5C080 AA10 BB05 CC03 DD15 DD29 EE29 EE30 FF11 FF12 JJ02
 JJ03 JJ04 JJ06 JJ07

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	JP2014170222A	公开(公告)日	2014-09-18
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		
[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/HB04 2H192/HB12 2H192/HB22 2H192/HB23 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	JP6332984B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种液晶特性测量装置，液晶特性测量方法和液晶显示面板，其通过横向电场提高在液晶分子中流动的瞬态电流的检测灵敏度。一种测量液晶特性的装置，包括第一基板，设置成面对第一基板的第二基板，设置在第一基板和第二基板之间的液晶层，第一基板多个以矩阵排列的开关元件，连接到开关元件的像素电极，通过绝缘膜与像素电极绝缘的公共电极，从液晶显示面板的外部向连接到多个开关元件中的一部分开关元件的像素电极施加预定的变化电压，并且流向不同于施加电压的像素电极的像素电极的瞬态电流。液晶显示面板的外侧，以及通过横向电场改变液晶层的液晶分子的取向的液晶显示面板相反，提供了一种测量装置，用于测量所述液晶层的液晶性质，通过测量电路，用于施加电压，用于测量瞬变电流的电流测量单元，所述电压生成单元提供。

