

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6186112号
(P6186112)

(45) 発行日 平成29年8月23日 (2017. 8. 23)

(24) 登録日 平成29年8月4日 (2017. 8. 4)

(51) Int. Cl.

F I

GO 2 F 1/1343 (2006. 01)

GO 2 F 1/1343

GO 2 F 1/139 (2006. 01)

GO 2 F 1/139

GO 2 F 1/133 (2006. 01)

GO 2 F 1/133 5 6 0

請求項の数 9 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2012-66693 (P2012-66693)
 (22) 出願日 平成24年3月23日 (2012. 3. 23)
 (65) 公開番号 特開2013-195996 (P2013-195996A)
 (43) 公開日 平成25年9月30日 (2013. 9. 30)
 審査請求日 平成27年3月12日 (2015. 3. 12)

(73) 特許権者 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (74) 代理人 100091340
 弁理士 高橋 敬四郎
 (74) 代理人 100141302
 弁理士 鶴飼 伸一
 (74) 代理人 100168561
 弁理士 足立 能啓
 (72) 発明者 都甲 康夫
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内
 (72) 発明者 加藤 恵介
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子及びその駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配向処理された第1の基板と、
 前記第1の基板と平行に対向配置され、配向処理された第2の基板と、
 前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層と
 を有し、
 前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第1旋回方向とするとき、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第1旋回方向とは反対の第2旋回方向への旋回性を与え、
 前記第1の基板及び前記第2の基板には電極が形成され、
 前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができ、
 前記電極は、
 前記第1の基板に形成された第1の電極と、
 前記第2の基板に形成された第2、第3、第4の電極と
 を含み、
 前記第1、第2の電極は、ベタ電極であり、
 前記第3、第4の電極は、前記第2の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、

10

20

前記第 3、第 4 の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、

前記第 1 の電極と前記第 3 の電極との間のみに電位差を与えることで、1 画素中の前記液晶層の一部のみに、前記液晶層の厚さ方向の電界を生じさせることでリバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させることができる液晶表示素子。

【請求項 2】

前記第 3 の電極の櫛歯部分の幅と前記第 4 の電極の櫛歯部分の幅が相互に異なる請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

配向処理された第 1 の基板と、
前記第 1 の基板と平行に対向配置され、配向処理された第 2 の基板と、
前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層と
を有し、

前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第 1 旋回方向とするととき、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第 1 旋回方向とは反対の第 2 旋回方向への旋回性を与え、

前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板には電極が形成され、
前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができ、

前記電極は、
前記第 1 の基板に形成された第 1 の電極と、
前記第 2 の基板に形成された第 2、第 3、第 4 の電極と
を含み、

前記第 1、第 2 の電極は、ベタ電極であり、
前記第 3、第 4 の電極は、前記第 2 の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、

前記第 3、第 4 の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、

前記第 1 の電極と前記第 3 の電極との間、及び、前記第 1 の電極と前記第 4 の電極との間にのみ電位差を与えることで、1 画素中の前記液晶層の一部のみに、前記液晶層の厚さ方向の電界を生じさせることでリバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させることができる液晶表示素子。

【請求項 4】

前記第 3 の電極の櫛歯部分の幅と前記第 4 の電極の櫛歯部分の幅が相互に異なる請求項 3 に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

前記第 3 の電極の櫛歯部分の幅と、前記第 4 の電極の櫛歯部分の幅と、前記第 3、第 4 の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離との比が $4 : 2 : 1$ である請求項 3 または 4 に記載の液晶表示素子。

【請求項 6】

配向処理された第 1 の基板と、前記第 1 の基板と平行に対向配置され、配向処理された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層と有し、前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第 1 旋回方向とするととき、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第 1 旋回方向とは反対の第 2 旋回方向への旋回性を与え、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板には電極が形成され、前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができる液晶表示素子の駆動方法であって、

10

20

30

40

50

前記電極は、前記第 1 の基板に形成された第 1 の電極と、前記第 2 の基板に形成された第 2、第 3、第 4 の電極とを含み、前記第 1、第 2 の電極は、ベタ電極であり、前記第 3、第 4 の電極は、前記第 2 の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、前記第 3、第 4 の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極との間のみに電位差を与えることで、1 画素中の前記液晶層の一部のみをスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させ、リバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させる液晶表示素子の駆動方法。

【請求項 7】

10

前記第 3 の電極の櫛歯部分の幅と前記第 4 の電極の櫛歯部分の幅が相互に異なる請求項 6 に記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項 8】

配向処理された第 1 の基板と、前記第 1 の基板と平行に対向配置され、配向処理された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層と有し、前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第 1 旋回方向とすると、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第 1 旋回方向とは反対の第 2 旋回方向への旋回性を与え、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板には電極が形成され、前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせること

20

ができる液晶表示素子の駆動方法であって、
前記電極は、前記第 1 の基板に形成された第 1 の電極と、前記第 2 の基板に形成された第 2、第 3、第 4 の電極とを含み、前記第 1、第 2 の電極は、ベタ電極であり、前記第 3、第 4 の電極は、前記第 2 の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、前記第 3、第 4 の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極との間、及び、前記第 1 の電極と前記第 4 の電極との間のみに電位差を与えることで、1 画素中の前記液晶層の一部のみをスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させ、リバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させる液晶表示素子の駆動方法。

30

【請求項 9】

前記第 3 の電極の櫛歯部分の幅と前記第 4 の電極の櫛歯部分の幅が相互に異なる請求項 8 に記載の液晶表示素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示素子、殊に液晶層に光学活性物質（カイラル剤）を含む液晶表示素子、及びその駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

一組の配向膜の配向処理方向とプレティルト角の組み合わせで定まる液晶分子の捩れ方向（第 1 旋回方向）と、カイラル剤によって誘起される液晶分子の捩れ方向（第 2 旋回方向）とが逆方向となるように作製された液晶層を有し、たとえば液晶層に物理的作用、一例として電気光学特性の飽和電圧以上の電圧を与えることにより、液晶分子が各方向へ捩れる状態（第 1 旋回方向につきリバースツイスト配列状態、第 2 旋回方向につきスプレイツイスト配列状態）が可換的に実現可能な液晶表示素子を、リバースツイステッドネマチック(reverse twisted nematic; RTN)型液晶表示素子と呼ぶ。第 1 旋回方向は、液晶層にカイラル剤を添加しなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向である。

【0003】

たとえば特許文献 1 にリバースツイステッドネマチック型液晶表示素子の記載がある。

50

特許文献 1 記載のリバースツイステッドネマチック型液晶表示素子においては、液晶分子が第 1 旋回方向に捩れる配列状態が不安定である。高電圧の印加によって第 1 旋回方向に捩れる配列状態を得ることは可能であるが、時間の経過とともに液晶分子は第 2 旋回方向に捩れる配列状態に遷移する。

【 0 0 0 4 】

液晶分子を第 2 旋回方向に旋回させるカイラル剤を添加しながらも、基板の配向方向の組み合わせにより、液晶分子を第 1 旋回方向に配列させることで、液晶層内の歪を増大させ、駆動電圧の大幅な低減を可能にしたリバースツイステッドネマチック型液晶素子の発明が特許文献 2 に記載されている。しかしながら、特許文献 2 記載の発明においては、第 2 旋回方向に捩れる配列状態から、第 1 旋回方向に捩れる配列状態に遷移させる電圧の印加を停止して数秒後には、もとの配列状態（第 2 旋回方向に捩れる配列状態）に再遷移するため、第 2 旋回方向に捩れる配列状態で液晶素子を駆動する場合には、高い駆動電圧が必要となるという問題がある。

10

【 0 0 0 5 】

また、リバースツイステッドネマチック型液晶表示素子においては、一般的に、液晶分子が第 1 旋回方向に捩れる配列状態（リバースツイスト配列状態）と第 2 旋回方向に捩れる配列状態（スプレイツィスト配列状態）とで外観上の表示状態に大きな違いがなく、双安定性（リバースツイスト配列状態とスプレイツィスト配列状態がエネルギー的にほぼ等しく、電圧無印加時において、それぞれ安定的に保持される性質）を与えても高いコントラスト比（透過率の差）が得られにくいという問題がある。

20

【 0 0 0 6 】

上下基板間でラビング方向のなす角度が 90°より大きく 120°未満になるように配向処理を行い、かつ液晶層に、ラビング方向のなす角度と同じ方向になるように捩れる性質をもつカイラル剤を添加したことを特徴とするリバースツイステッドネマチック型液晶表示素子の発明が特許文献 3 に開示されている。特許文献 3 記載のリバースツイステッドネマチック型液晶表示素子は、通常のツイステッドネマチック型液晶表示素子と比較したとき、どの温度においてもシャープネスが優れている。また良好なシャープネスに起因し、特に単純マトリクス駆動液晶表示素子において、高デューティ駆動が可能であったり、同じデューティで駆動する場合のコントラストが高いといった特徴をもつ。更に、低温でのレスポンスが通常のツイステッドネマチック型液晶表示素子よりも速い、高温環境下でもオフ電圧時透過率が下がらず、明るい表示を実現できる等、単純マトリクス駆動液晶表示素子、及び、TFT(thin film transistor ;TFT)を用いた液晶表示素子双方の長所を有する。

30

【 0 0 0 7 】

特許文献 3 記載の液晶表示素子は、リバースツイスト配列状態が非常に安定で、かつ、その状態での電気光学特性が通常のツイステッドネマチック型液晶表示素子より優れている。しかしながら、リバースツイスト配列状態とスプレイツィスト配列状態の双安定性を積極的に利用する発明ではない。

【 0 0 0 8 】

リバースツイスト配列状態とスプレイツィスト配列状態間の遷移を利用して表示を行う液晶素子の発明が特許文献 4 に開示されている。特許文献 4 記載の液晶素子においては、各配列状態を相互にスイッチング可能である。しかし各配列状態による表示は選択的であり、たとえば黒表示、白表示は可能であってもグレイ表示（中間調表示）を行うことはできない。

40

【 0 0 0 9 】

TFTを用いた FFS モードの液晶表示パネルの発明が特許文献 5 に記載されている。特許文献 5 記載の発明によれば、液晶表示パネルの実質的な開口率を向上させ、表示の明るさ、コントラストを改善し、表示品質を高めることができる。特許文献 5 に示される構造は、カイラル剤を含まないパラレル配向液晶層を有する液晶素子には適用可能であるが、たとえば特許文献 4 記載の、二つの安定的な配列状態をスイッチして表示を行うリバー

50

スツイステッドネマチック型液晶表示素子には適さない。なお、特許文献 5 に中間調表示に関する記載はない。

【 0 0 1 0 】

F F S モードで駆動する場合、液晶層を平行配向とすることが一般的である。また、画素電極として T F T と接続された櫛歯電極を用いることが多く、コモン電極としては櫛歯電極の下方にベタ電極を設けることが一般的である。この場合、対向基板には電極を形成しないことが多い。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特許 2 5 1 0 1 5 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 2 9 3 2 7 8 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 0 - 1 8 6 0 4 5 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 1 1 - 1 0 7 3 7 6 号公報

【特許文献 5】特許 4 2 3 8 8 7 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、多様な表示を行うことのできる液晶表示素子、及びその駆動方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明の一観点によれば、配向処理された第 1 の基板と、前記第 1 の基板と平行に対向配置され、配向処理された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層とを有し、前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第 1 旋回方向とすると、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第 1 旋回方向とは反対の第 2 旋回方向への旋回性を与え、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板には電極が形成され、前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができ、前記電極は、前記第 1 の基板に形成された第 1 の電極と、前記第 2 の基板に形成された第 2、第 3、第 4 の電極とを含み、前記第 1、第 2 の電極は、ベタ電極であり、前記第 3、第 4 の電極は、前記第 2 の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、前記第 3、第 4 の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、前記第 1 の電極と前記第 3 の電極との間のみに電位差を与えることで、1 画素中の前記液晶層の一部のみに、前記液晶層の厚さ方向の電界を生じさせることでリバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させることができる液晶表示素子が提供される。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の他の観点によれば、配向処理された第 1 の基板と、前記第 1 の基板と平行に対向配置され、配向処理された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層とを有し、前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第 1 旋回方向とすると、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第 1 旋回方向とは反対の第 2 旋回方向への旋回性を与え、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板には電極が形成され、前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができ、前記電極は、前記第 1 の基板に形成された第 1 の電極と、前記第 2 の基板に形成された第 2、第 3、第 4 の電極とを含み、前記第 1、第 2 の電極は、ベタ電極であり、前記第 3、第 4 の電極は、前記第 2 の電極上方に絶縁

10

20

30

40

50

膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、前記第3、第4の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、前記第1の電極と前記第3の電極との間、及び、前記第1の電極と前記第4の電極との間にのみ電位差を与えることで、1画素中の前記液晶層の一部のみに、前記液晶層の厚さ方向の電界を生じさせることでリバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させることができる液晶表示素子が提供される。

【0015】

更に、本発明の他の観点によれば、配向処理された第1の基板と、前記第1の基板と平行に対向配置され、配向処理された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層と有し、前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第1旋回方向とするとき、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第1旋回方向とは反対の第2旋回方向への旋回性を与え、前記第1の基板及び前記第2の基板には電極が形成され、前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができる液晶表示素子の駆動方法であって、前記電極は、前記第1の基板に形成された第1の電極と、前記第2の基板に形成された第2、第3、第4の電極とを含み、前記第1、第2の電極は、ベタ電極であり、前記第3、第4の電極は、前記第2の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、前記第3、第4の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、前記第1の電極と前記第3の電極との間のみに電位差を与えることで、1画素中の前記液晶層の一部のみをスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させ、リバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させる液晶表示素子の駆動方法が提供される。

【0016】

また、本発明の他の観点によれば、配向処理された第1の基板と、前記第1の基板と平行に対向配置され、配向処理された第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置され、カイラル剤を含み、ツイスト配向する液晶層と有し、前記液晶層が前記カイラル剤を含まなかった場合に、液晶分子が捩れる旋回方向を第1旋回方向とするとき、前記カイラル剤は前記液晶層の液晶分子に、前記第1旋回方向とは反対の第2旋回方向への旋回性を与え、前記第1の基板及び前記第2の基板には電極が形成され、前記電極は、前記液晶層の一部に、前記液晶層の厚さ方向の電界、または、前記液晶層の厚さ方向と直交する方向の電界を生じさせることができる液晶表示素子の駆動方法であって、前記電極は、前記第1の基板に形成された第1の電極と、前記第2の基板に形成された第2、第3、第4の電極とを含み、前記第1、第2の電極は、ベタ電極であり、前記第3、第4の電極は、前記第2の電極上方に絶縁膜を介して形成された櫛歯電極であって、櫛歯部分が交互に配置されている櫛歯電極であり、前記第3、第4の電極の交互に配置される櫛歯部分間の距離を s とし、前記液晶層の厚さを d とするとき、 $s > 2 \times d$ であり、前記第1の電極と前記第3の電極との間、及び、前記第1の電極と前記第4の電極との間のみに電位差を与えることで、1画素中の前記液晶層の一部のみをスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させ、リバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを混在させる液晶表示素子の駆動方法が提供される。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、多様な表示を行うことの可能な液晶表示素子、及びその駆動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】図 1 は、第 1 の実施例による液晶表示素子を示す概略的な断面図である。

【図 2】図 2 は、ITO 膜のエッチングに使用するフォトマスクを示す概略的な平面図である。

【図 3】図 3 A ~ 図 3 E は、電圧印加時の電界方向を示す概略的な断面図である。

【図 4】図 4 A ~ 図 4 C は、第 1 の実施例による液晶表示素子の外観写真である。

【図 5】図 5 A ~ 図 5 C は、第 1 の実施例による液晶表示素子の光学特性を示すグラフである。

【図 6】図 6 A ~ 図 6 C は、液晶層の一部に縦電界を付加した液晶表示素子の写真である。

10

【図 7】図 7 は、第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d の形成態様の他の例（変形例）を示す概略的な断面図である。

【図 8】図 8 A は、第 2 の実施例による液晶表示装置を示す模式図であり、図 8 B は、画素部 3 4 の電極構造を示す概略的な平面図である。

【図 9】図 9 A 及び図 9 B は、それぞれ第 3 の実施例による液晶表示素子を示す概略的な断面図及び平面図である。

【図 1 0】図 1 0 A ~ 図 1 0 G は、第 3 の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略的な断面図である。

【図 1 1】図 1 1 A ~ 図 1 1 D は、第 3 の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略的な断面図である。

20

【図 1 2】図 1 2 A は、第 3 の実施例による液晶表示素子完成後（初期状態）の画素領域を示す写真であり、図 1 2 B は、共通電極 1 2 a と下側ベタ電極 1 2 b との間に電圧を印加し、液晶層 1 5 に縦電界を付加した後の画素領域を示す写真である。

【図 1 3】図 1 3 A 及び図 1 3 B は、それぞれ第 4 の実施例による液晶表示素子を示す概略的な断面図及び平面図である。

【図 1 4】図 1 4 A ~ 図 1 4 G は、第 4 の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略的な断面図である。

【図 1 5】図 1 5 A ~ 図 1 5 E は、第 4 の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略的な断面図である。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 2 0 】

図 1 は、第 1 の実施例による液晶表示素子を示す概略的な断面図である。

【 0 0 2 1 】

まず第 1 の実施例による液晶表示素子の製造方法を説明する。

【 0 0 2 2 】

透明導電膜、たとえば ITO 膜が形成された透明基板、たとえばガラス基板を 2 枚（上側透明基板 1 1 a、下側透明基板 1 1 b）準備し、これらを洗浄した。

【 0 0 2 3 】

上側透明基板 1 1 a 上の ITO 膜をフォトリソ工程を用いてパターニングし、上側透明基板 1 1 a 上に上側ベタ電極 1 2 a を形成した。パターニングは、取り出し電極部分（端子部分）と表示の画素に当たる部分に ITO 膜が残るように行った。ITO 膜のエッチングは、第二塩化鉄を用いたウェットエッチングで実施した。なおレーザビームを照射し、照射位置の ITO 膜を除去することでパターニングを行ってもよい。

40

【 0 0 2 4 】

下側透明基板 1 1 b 上の ITO 膜をフォトリソ工程を用いてパターニングし、下側透明基板 1 1 b 上に下側ベタ電極 1 2 b を形成した。形成方法は、上側透明基板 1 1 a 上の上側ベタ電極 1 2 a の形成方法と同様である。

【 0 0 2 5 】

下側ベタ電極 1 2 b の形成後、下側ベタ電極 1 2 b 上を含む下側透明基板 1 1 b 上に絶縁膜 1 3 を形成した。絶縁膜 1 3 は、たとえば下側ベタ電極 1 2 b の取り出し電極部分に

50

は形成しない。絶縁膜 13 は、下側ベタ電極 12 b の取り出し電極部分にレジストを形成し、絶縁膜 13 成膜後にリフトオフでレジストを除去する方法、メタルマスクで取り出し電極部分を覆った状態でスパッタ等により形成する方法により形成可能である。絶縁膜 13 は、有機絶縁膜や SiO_2 、 SiN_x 等の無機絶縁膜とすることができる。それらの組み合わせで形成してもよい。実施例においては、アクリル系有機絶縁膜と SiO_2 の積層膜を絶縁膜 13 として用いた。

【0026】

実施例においては、まず下側ベタ電極 12 b の取り出し電極部分に耐熱性フィルム（ポリイミドテープ）を貼り、その状態で有機絶縁膜をスピンコートした。2000rpm で 30 秒間スピンさせる条件で、膜厚 1 μm の有機絶縁膜を得た。

10

【0027】

次に、有機絶縁膜が形成された下側透明基板 11 b を、クリーンオープンにて 220 で 1 時間焼成し、その後耐熱性フィルムを貼ったままで下側透明基板 11 b を 80 に加熱し、 SiO_2 膜をスパッタ法（交流放電）により厚さ 1000 に成膜した。 SiO_2 膜は、真空蒸着法、イオンビーム法、CVD (chemical vapor deposition) 法等を用いて成膜することもできる。

【0028】

ここで耐熱性フィルムを剥がすと、耐熱性フィルムの貼付箇所につき、有機絶縁膜及び SiO_2 膜を除去することができた。続いて、 SiO_2 膜の絶縁性と透明性とを向上させるために、下側透明基板 11 b をクリーンオープンにて 220 で 1 時間焼成した。

20

【0029】

SiO_2 膜の形成は必須ではないが、 SiO_2 膜を成膜することで絶縁膜 13 の絶縁性を向上させることができる。また、絶縁膜 13 上に形成する第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d の密着性及びパターニング性を向上させることが可能である。

【0030】

有機絶縁膜を形成せず、絶縁膜 13 を SiO_2 膜のみで構成してもよい。 SiO_2 膜は多孔質になりやすいため、この場合には、 SiO_2 膜の厚さを 4000 ~ 8000 とすることが望ましい。 SiO_2 膜と SiN_x 膜との積層膜からなる無機絶縁膜 13 とすることもできる。

【0031】

30

絶縁膜 13 上に ITO 膜を形成した。ITO 膜は、下側透明基板 11 b を 100 に加熱し、スパッタ法（交流放電）により基板全面に成膜した。膜厚は約 1200 とした。この ITO 膜をフォトリソ工程でパターニングし、第 1 櫛歯電極 12 c、第 2 櫛歯電極 12 d、及び電極 12 c、12 d の取り出し電極を形成した。

【0032】

図 2 は、ITO 膜のエッチングに使用するフォトマスクを示す概略的な平面図である。フォトマスクは、第 1 櫛歯電極 12 c 対応部分、第 2 櫛歯電極 12 d 対応部分、第 1 櫛歯電極 12 c の取り出し電極対応部分、及び、第 2 櫛歯電極 12 d の取り出し電極対応部分を含む。エッチング時、各対応部分で覆われた ITO 膜で電極が形成される。なお本願発明者らは、櫛状電極の櫛歯部分の電極幅を 20 μm 、30 μm 、2 つの櫛状電極の櫛歯部分を交互に配置したときの電極間隔を 20 μm 、30 μm 、50 μm 、100 μm 、200 μm とする複数の電極パターンで、第 1 櫛歯電極 12 c 及び第 2 櫛歯電極 12 d を作製した。

40

【0033】

以上のような工程を経て、上側ベタ電極 12 a の形成された上側透明基板 11 a、及び、下側ベタ電極 12 b 及びその上方に絶縁膜 13 を介して第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d が形成された下側透明基板 11 b を準備した。そしてこの 2 枚の電極付透明基板 11 a、11 b を洗浄、乾燥した。洗浄は、たとえば水洗、一例として、洗剤を使用したまたは使用しない純水洗浄を実施する。ブラシ洗浄、スプレー洗浄等とすることができる。水切りの後、UV 洗浄をし、IR 乾燥を行う。

50

【 0 0 3 4 】

電極付透明基板上 1 1 a、1 1 b に、電極 1 2 a、1 2 c、1 2 d を覆うように配向膜材料を塗布する。配向膜材料の塗布はスピンコートを用いて行った。フレキソ印刷やインクジェット印刷を用いて行ってもよい。実施例においては、通常は垂直配向膜の形成に使用される、ポリイミド配向膜材料の側鎖密度をコントロールし、配向膜材料として用いた。側鎖密度のコントロールは、適度なプレティルト角の付与を可能とするためである。配向膜材料は、配向膜の厚さが 5 0 0 ~ 8 0 0 となるように塗布した。

【 0 0 3 5 】

配向膜材料を塗布した基板 1 1 a、1 1 b について、クリーンオープンで焼成温度を 2 0 0 とし 1 時間の焼成を行った。こうして上側ベタ電極 1 2 a を覆う上側配向膜 1 4 a、及び第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d を覆う下側配向膜 1 4 b が形成された。

10

【 0 0 3 6 】

次に、ラビング処理（配向処理）を行った。ラビング処理は、押し込み量を 0 . 8 m m（ストロングラビング条件）として行った。またラビング処理は、液晶表示素子のツイスト角が 7 0 ° または 9 0 ° となるように実施した。

【 0 0 3 7 】

こうして上側基板 1 0 a、及び下側基板 1 0 b が作製された。上側基板 1 0 a は、上側透明基板 1 1 a、上側透明基板 1 1 a 上に形成された上側ベタ電極 1 2 a、及び上側ベタ電極 1 2 a を覆うように形成された上側配向膜 1 4 a を備える。下側基板 1 0 b は、下側透明基板 1 1 b、下側透明基板 1 1 b 上に形成された下側ベタ電極 1 2 b、下側ベタ電極 1 2 b 上に形成された絶縁膜 1 3、絶縁膜 1 3 上に櫛歯部分がインターデジタルに配置された第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d、及び第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d を覆うように形成された下側配向膜 1 4 b を備える。

20

【 0 0 3 8 】

続いて、液晶セルの厚さを一定に保つため、基板 1 0 a、1 0 b の一方の面上にギャップコントロール材をたとえば乾式散布法にて散布した。ギャップコントロール材には粒径 4 μ m のプラスチックボールを使用し、液晶セルの厚さが 4 μ m となるようにした。

【 0 0 3 9 】

基板 1 0 a、1 0 b の他方の面上にはシール材を印刷し、メインシールパターンを形成した。たとえば粒径 4 μ m のガラスファイバーを含んだ熱硬化性のシール材を、スクリーン印刷法で印刷する。ディスペンサを用いてシール材を塗布することもできる。また、熱硬化性ではなく、光硬化性のシール材や、光・熱併用硬化型のシール材を使ってもよい。

30

【 0 0 4 0 】

基板 1 0 a、1 0 b を重ね合わせた。基板 1 0 a、1 0 b を所定の位置で重ね合わせてセル化し、プレスした状態で熱処理を施しシール材を硬化させた。たとえばホットプレス法を用い、シール材の熱硬化を行う。こうして空セルが作製される。

【 0 0 4 1 】

たとえば真空注入法で空セルにネマチック液晶材料、一例として（株）メルク製の Z L I - 2 2 9 3 を注入した。液晶材料中にはカイラル剤を添加した。カイラル剤には（株）メルク製の C B 1 5 を使用した。カイラル剤は、カイラルピッチ p、液晶層の厚さ（セル厚）d としたとき、d / p がたとえば 0 . 5（d = 4 μ m、p = 8 μ m）となるように添加した。

40

【 0 0 4 2 】

液晶注入口を、たとえば紫外線硬化タイプのエンドシール材で封止し、液晶分子の配向を整えるため、液晶の相転移温度以上にセルを加熱した。

【 0 0 4 3 】

その後、スクライバ装置で透明基板 1 1 a、1 1 b につけた傷に沿ってブレイキングし、個別のセルに小割した。

【 0 0 4 4 】

小割されたセルに対し、面取りと洗浄を実施した。

50

【 0 0 4 5 】

最後に、2枚の透明基板 1 1 a、1 1 bの液晶層 1 5と反対側の面に、偏光板 1 6 a、1 6 bを貼付した。2枚の偏光板 1 6 a、1 6 bはクロスニコルに、かつ透過軸の方向とラビング方向とが平行となるように配置した。直交するように配置することもできる。電極 1 2 a、1 2 b、1 2 c、1 2 d間には電源 2 0を接続した。

【 0 0 4 6 】

こうして第1の実施例による液晶表示素子が作製された。

【 0 0 4 7 】

第1の実施例による液晶表示素子は、相互に平行に対向配置された上側基板 1 0 a、下側基板 1 0 b、及び両基板 1 0 a、1 0 b間に挟持されたツイストネマチック液晶層 1 5

10

を含んで構成される。

【 0 0 4 8 】

上側基板 1 0 aは、上側透明基板 1 1 a、上側透明基板 1 1 a上に形成された上側ベタ電極 1 2 a、及び上側ベタ電極 1 2 a上に形成された上側配向膜 1 4 aを含む。下側基板 1 0 bは、下側透明基板 1 1 b、下側透明基板 1 1 b上に形成された下側ベタ電極 1 2 b、下側ベタ電極 1 2 b上に形成された絶縁膜 1 3、絶縁膜 1 3上に形成された第1、第2櫛歯電極 1 2 c、1 2 d、及び、第1、第2櫛歯電極 1 2 c、1 2 dを覆うように絶縁膜 1 3上に形成された下側配向膜 1 4 bを含む。

【 0 0 4 9 】

上側、下側透明基板 1 1 a、1 1 bは、たとえばガラスで形成される。上側、下側ベタ電極 1 2 a、1 2 b、及び第1、第2櫛歯電極 1 2 c、1 2 dは、たとえばITO等の透明導電材料で形成される。第1、第2櫛歯電極 1 2 c、1 2 dは、それぞれ複数の櫛歯部分を備える櫛状電極である。第1、第2櫛歯電極 1 2 c、1 2 dの櫛歯部分は、図1の左右方向に沿って互い違いに配置されている。

20

【 0 0 5 0 】

液晶層 1 5は、上側基板 1 0 aの上側配向膜 1 4 aと、下側基板 1 0 bの下側配向膜 1 4 bとの間に配置される。

【 0 0 5 1 】

上側及び下側配向膜 1 4 a、1 4 bには、ラビングにより配向処理が施されている。上側配向膜 1 4 aと下側配向膜 1 4 bの配向処理方向は、上側及び下側基板 1 0 a、1 0 bの法線方向から見たとき、たとえば70°または90°の角度をなしている。上側配向膜 1 4 aのラビング方向を第1の方向、下側配向膜 1 4 bのラビング方向を第2の方向とすると、第2の方向は上側基板 1 0 aの法線方向から見て、第1の方向を基準に、右回り方向に70°または90°をなす方向である。上側及び下側基板 1 0 a、1 0 bの配向処理方向とプレティルト角の組み合わせで規定される液晶層 1 5の液晶分子の配列状態は、第1旋回方向に換わるリバースツイスト配列状態である。

30

【 0 0 5 2 】

液晶層 1 5を形成する液晶材料にはカイラル剤が添加されている。カイラル剤の影響のもとで生じる液晶分子の配列状態は、第1旋回方向とは逆の第2旋回方向に換わるスプレイツイスト配列である。

40

【 0 0 5 3 】

電源 2 0が、上側、下側ベタ電極 1 2 a、1 2 b、及び第1、第2櫛歯電極 1 2 c、1 2 dに、電氣的に接続されている。電源 2 0によって、電極 1 2 a～1 2 dに電圧を印加する（電位差を与える）ことが可能である。

【 0 0 5 4 】

図 3 A～図 3 Eは、電圧印加時の電界方向を示す概略的な断面図である。

【 0 0 5 5 】

図 3 Aを参照する。たとえば上側、下側ベタ電極 1 2 a、1 2 b間に交流電圧を印加することにより、液晶層 1 5（画素領域）全体（上側、下側ベタ電極 1 2 a、1 2 b間に配置される液晶層 1 5）に縦電界（液晶層 1 5の厚さ方向の電界）を付加することができる

50

。

【 0 0 5 6 】

図 3 B を参照する。たとえば下側ベタ電極 1 2 b 及び第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 間（下側ベタ電極 1 2 b と第 1 櫛歯電極 1 2 c 間、及び、下側ベタ電極 1 2 b と第 2 櫛歯電極 1 2 d 間）に交流電圧を印加することで、液晶層 1 5（画素領域）全体（下側ベタ電極 1 2 b 上方の液晶層 1 5。第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 上方、及び、第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 間の領域上方の液晶層 1 5）に横電界（液晶層 1 5 の厚さ方向と直交する方向の電界、基板 1 0 a、1 0 b 面内方向の電界）を発生させることができる。なお、電極 1 2 b と電極 1 2 c、1 2 d との間に電圧を印加することにより、液晶層 1 5 に横電界を生じさせて、液晶表示素子を駆動する駆動モードを F F S モード (fringe field switching mode) と呼ぶ。図 3 B に示す態様の F F S モードで液晶層 1 5 に発生する横電界は、図 1 における左右方向に沿う電界である。

10

【 0 0 5 7 】

図 3 C を参照する。上側ベタ電極 1 2 a と、第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d との間に交流電圧を印加することにより、液晶層 1 5（画素領域）の一部、たとえば第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 上方の液晶層 1 5 に縦電界を付加することができる。

【 0 0 5 8 】

図 3 D を参照する。第 1 櫛歯電極 1 2 c と第 2 櫛歯電極 1 2 d との間に交流電圧を印加することにより、液晶層 1 5（画素領域）の一部、たとえば第 1 櫛歯電極 1 2 c と第 2 櫛歯電極 1 2 d との間の液晶層 1 5 に横電界を付加することができる。なお、第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 間への電圧の印加により液晶層（画素領域）の一部に横電界を生じさせて、液晶表示素子を駆動する駆動モードを I P S モード (in-plane switching mode) と呼ぶ。

20

【 0 0 5 9 】

図 3 E を参照する。下側ベタ電極 1 2 b と第 1 櫛歯電極 1 2 c との間に交流電圧を印加することにより、液晶層 1 5（画素領域）の一部、たとえば第 1 櫛歯電極 1 2 c の櫛歯部分及びその近傍上方の液晶層 1 5 に横電界を付加することができる。なお同様に、下側ベタ電極 1 2 b と第 2 櫛歯電極 1 2 d との間に交流電圧を印加することにより、第 2 櫛歯電極 1 2 d の櫛歯部分及びその近傍上方の液晶層 1 5 に横電界を付加することも可能である。

30

。

【 0 0 6 0 】

図 4 A ~ 図 4 C は、第 1 の実施例による液晶表示素子の外観写真である。なお、図 4 A ~ 図 4 C に示すのは、第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d の櫛歯部分の電極幅を $20\mu\text{m}$ 、両櫛歯電極 1 2 c、1 2 d の櫛歯部分を交互に配置したときの電極間隔を $20\mu\text{m}$ として作製した液晶表示素子の、櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 形成領域の外観写真である。

【 0 0 6 1 】

図 4 A に、第 1 の実施例による液晶表示素子が完成した状態（初期状態）の外観写真を示す。初期状態においては、液晶分子はスプレイツイスト配列状態となる。明るい白表示が得られている。

【 0 0 6 2 】

この状態において、図 3 A に示すように、上側ベタ電極 1 2 a と下側ベタ電極 1 2 b との間に閾値電圧以上の交流電圧を印加した。両電極 1 2 a、1 2 b 間への電圧の印加により、液晶層 1 5（画素領域）全体に縦電界が生じる。

40

【 0 0 6 3 】

図 4 B は、電極 1 2 a、1 2 b 間に電圧を印加した後の外観写真である。正面観察においても、明瞭な黒表示が得られている。全体がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移したことがわかる。逆にこのことから両電極 1 2 a、1 2 b 間への電圧の印加で、液晶層 1 5（画素領域）全体に縦電界が発生することが確認される。

【 0 0 6 4 】

図 5 A ~ 図 5 C は、第 1 の実施例による液晶表示素子の光学特性を示すグラフである。

50

図 5 A ~ 図 5 C には、上側基板 10 a、下側基板 10 b のラビング処理方向間の角度を 70° として作製した液晶表示素子についての光学特性を示した。

【0065】

図 5 A を参照する。図 5 A は、コントラスト比（スプレイツイスト配列状態での透過率 / リバースツイスト配列状態での透過率）の方位及び極角依存性を示す。図中の R_U は上側基板 10 a に対して行われたラビング処理の方向を示し、 R_L は下側基板 10 b に対するそれを示す。A の矢印方向と平行な方向で上側偏光板 16 a の透過軸方向を表し、P の矢印方向と平行な方向で下側偏光板 16 b の透過軸方向を表す。また、太い矢印方向と平行な方向（ $90^\circ - 270^\circ$ 方位）は、液晶層 15 の液晶分子の配列状態がリバースツイスト配列状態であるときの、液晶層 15 の厚さ方向の中央に位置する液晶分子の配向方向を示す。ここで $0^\circ - 180^\circ$ 方位は、図 1 における左右方向に相当する。すなわち、液晶層 15 の液晶分子の配列状態がリバースツイスト配列状態であるときの、液晶層 15 の厚さ方向の中央に位置する液晶分子の配向方向と、図 3 B に示す態様の FFS モードで発生する横電界の方向とは、相互に直交する方向である。なおこの点は、上側基板 10 a、下側基板 10 b のラビング処理方向間の角度を 90° として作製した液晶表示素子についても同様である。

10

【0066】

図 5 B に、 $90^\circ - 270^\circ$ 方位に関する透過率の極角依存性を示す。基板 10 a、10 b の法線方向（液晶表示素子の正面観察方向）の極角を 0° とし、 270° 方位に傾く傾き角を正の極角で表し、 90° 方位に傾く傾き角を負の極角で表した。図 5 B のグラフの横軸は極角を単位「 $^\circ$ 」で示し、縦軸は透過率を単位「 $\%$ 」で示す。黒菱形を結んだ曲線（「S - t」と表記）は、液晶分子がスプレイツイスト配列状態であるときの透過率の極角依存性を示し、黒四角を結んだ曲線（「U - t」と表記）は、液晶分子がリバースツイスト配列状態であるときのそれを示す。

20

【0067】

スプレイツイスト配列状態であるときの正面観察時透過率は約 12.6% であり、リバースツイスト配列状態であるときのそれは約 0.02% である。

【0068】

図 5 C に、 $90^\circ - 270^\circ$ 方位に関するコントラスト比の極角依存性を示す。図 5 C のグラフの横軸は、図 5 B のそれと等しい。縦軸はコントラスト比を示す。第 1 の実施例による液晶表示素子においては、正面観察時にコントラスト比が最大（最大値 566）となる。

30

【0069】

なお、上側、下側基板 10 a、10 b のラビング処理方向間の角度を 90° として作製した液晶表示素子についても同様の結果が得られた。このように第 1 の実施例による液晶表示素子は、たとえば明るい白表示、明瞭な黒表示で表示を行うことのできる、光学特性のすぐれた液晶表示素子である。

【0070】

図 4 C を参照する。本願発明者らは、次に、図 3 B に示すように、下側ベタ電極 12 b と第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d との間に閾値電圧以上の交流電圧を印加し、液晶層 15（画素領域）全体に横電界（第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d が互い違いに配置される方向、図 1 及び図 3 B においては左右方向に沿う電界）を発生させた。

40

【0071】

図 4 C は、図 4 B に示す状態の液晶表示素子に、図 3 B に示す態様の横電界を付加した後の外観写真である。全面が初期状態と同様の白表示状態を示すスプレイツイスト配列状態に再遷移していることがわかる。

【0072】

液晶層 15 の厚さ方向の中央に位置する液晶分子が、縦電界の付加により、横方向（水平方向）から縦方向（垂直方向）に傾くことで、スプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態へのスイッチングが行われるものと考えられる。また、液晶層 15 の厚

50

さ方向の中央に位置する液晶分子が、横電界の付加により、縦方向から横方向（液晶層 15 の厚さ方向の中央に位置する液晶分子のスプレイツイスト配列状態におけるダイレクタ方向）に傾くことで、リバースツイスト配列状態からスプレイツイスト配列状態へのスイッチングが行われるものと考えられる。

【0073】

なお、リバースツイスト配列状態の液晶層 15 に縦電界を付加した場合は、リバースツイスト配列状態が維持され、スプレイツイスト配列状態の液晶層 15 に横電界を付加した場合は、スプレイツイスト配列状態が維持される。

【0074】

続いて図 3 C に示すように、上側ベタ電極 12 a と、第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d との間に、閾値電圧以上の交流電圧を印加した。電極 12 a と電極 12 c、12 d との間への電圧の印加により、液晶層 15 の一部（第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d 上方の液晶層 15）に効果的に縦電界が生じる。このため、第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d 上方の液晶分子が、スプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移する。両櫛歯電極 12 c、12 d 間の領域上方については、スプレイツイスト配列状態が維持される。

【0075】

図 6 A ~ 図 6 C は、液晶層の一部に縦電界を付加した液晶表示素子の写真である。図 6 A が全体写真、図 6 B が拡大写真、図 6 C が顕微鏡写真を示す。なお、図 6 A ~ 図 6 C に示すのは、第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d の櫛歯部分の電極幅を $20\ \mu\text{m}$ 、両櫛歯電極 12 c、12 d の櫛歯部分を交互に配置したときの電極間隔を $20\ \mu\text{m}$ として作製した液晶表示素子の写真である。たとえば「S」、「T」、「A」、「N」、「L」、「E」、「Y」、「L」、「C」、「D」、「s」の各文字は、 $20\ \mu\text{m} / 20\ \mu\text{m}$ のライン（第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d の櫛歯部分の電極幅）/ スペース（互い違いに配置された第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d の櫛歯部分間の距離）でパターンニングされている部分（第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d の櫛歯部分の配置領域）で表示される。

【0076】

図 6 A 及び図 6 B を参照すると、「S」、「T」、「A」、「N」、「L」、「E」、「Y」、「L」、「C」、「D」、「s」の各文字が、白（スプレイツイスト配列状態による表示）と黒（リバースツイスト配列状態による表示）の中間的な色調（明るさ）、すなわちグレイで表示されているのがわかる。

【0077】

図 6 C はグレイ表示（中間調表示）されている部分を含む領域の顕微鏡写真である。グレイ表示部分には、微視的には、黒表示部分（リバースツイスト配列状態部分）と白表示部分（スプレイツイスト配列状態部分）とがストライプ状に配置している。電極 12 a と電極 12 c、12 d との間に電圧を印加することで、黒表示（リバースツイスト配列状態）に遷移したのは、平面視上、第 1、第 2 櫛歯電極 12 c、12 d の櫛歯部分配置領域もしくは櫛歯部分の幅より少し広い領域であった。その他の領域は、白表示（スプレイツイスト配列状態）が維持された。顕微鏡観察によれば、黒表示部分と白表示部分とがストライプ状に配置しているが、目視では黒と白のストライプは観察されず、自然なグレイ表示となる。これは黒表示部分と白表示部分のストライプ状分布が、人間の目の分解能以上の精細度を有しているためと考えられる。

【0078】

なお、図 6 A ~ 図 6 C の写真に示した例においては、ライン / スペースが $20\ \mu\text{m} / 20\ \mu\text{m}$ であったが、 $50\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m} / 50\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ 程度以下であれば、目視では自然なグレイ表示が観察される。

【0079】

本願発明者らは、リバースツイスト配列状態による黒表示、スプレイツイスト配列状態による白表示、及び、グレイ表示（リバースツイスト配列状態となる領域とスプレイツイスト配列状態となる領域とを 1 画素中に共存、混在させることによる表示）が、別途電圧

を印加しない限り、そのままの状態保持（メモリ）されていたことを確認した。

【 0 0 8 0 】

第 1 の実施例による液晶表示素子は、液晶分子の配列状態がリバースツイスト配列状態及びスプレイツイスト配列状態の双方で安定な、配列状態の双安定性を有する液晶表示素子であり、また、中間調表示により多様な表示が可能な液晶表示素子である。

【 0 0 8 1 】

本願発明者らは、ライン／スペースが $20\ \mu\text{m} / 20\ \mu\text{m}$ 、セル厚 $4\ \mu\text{m}$ の実施例に対し、ライン／スペースが $20\ \mu\text{m} / 20\ \mu\text{m}$ 、セル厚 $10\ \mu\text{m}$ の参考例による液晶表示素子を作製し、同様の実験を行った。参考例による液晶表示素子の上側ベタ電極と、第 1、第 2 櫛歯電極との間に電圧を印加したところ、第 1 の実施例とは異なり、グレイ表示を得ることはできなかった。顕微鏡で観察したところ、第 1、第 2 櫛歯電極上方の液晶分子のみならず、両櫛歯電極間の領域上方の液晶分子もリバースツイスト配列状態に遷移していることが確認された。

【 0 0 8 2 】

参考例に対する実験から、ライン／スペースのサイズとセル厚がある条件をみたすときにグレイ表示（中間調表示）が実現され则认为られる。本願発明者らは、鋭意研究の結果、中間調表示の実現条件が、基本的にラインサイズ（第 1、第 2 櫛歯電極 12c、12d の櫛歯部分の電極幅）には依存せず、スペースサイズ（互い違いに配置された第 1、第 2 櫛歯電極の櫛歯部分間の距離）とセル厚との関係が、中間調表示の実現に重要であることを見出した。セル厚 d が $10\ \mu\text{m}$ 未満の場合には中間調表示が得られたことから、櫛歯状電極のスペースサイズ s が、下式（1）

$$s > 2 \times d \quad \cdots (1)$$

を満たすときに、中間調表示が可能であるといえるであろう。

【 0 0 8 3 】

第 1 の実施例においては、上側ベタ電極 12a と第 1、第 2 櫛歯電極 12c、12d との間に電圧を印加して、第 1、第 2 櫛歯電極 12c、12d 上方の液晶層 15 に縦電界を付加し、その位置の液晶分子をリバースツイスト配列状態に遷移させたが、上側ベタ電極 12a と第 1 櫛歯電極 12c との間のみ、もしくは上側ベタ電極 12a と第 2 櫛歯電極 12d との間のみに閾値電圧以上の交流電圧を印加しても中間調表示を実現することができる。

【 0 0 8 4 】

上側ベタ電極 12a と第 1 櫛歯電極 12c との間に電圧を印加した場合、第 1 櫛歯電極 12c 上方の液晶層 15 に縦電界が付加され、その位置の液晶分子がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移する。上側ベタ電極 12a と第 2 櫛歯電極 12d との間に電圧を印加した場合、第 2 櫛歯電極 12d 上方の液晶層 15 に縦電界が付加されて、その位置の液晶分子がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移する。

【 0 0 8 5 】

また実施例においては、ライン／スペースが $20\ \mu\text{m} / 20\ \mu\text{m}$ （ライン：スペース＝1：1）であるため、たとえば白表示（画素領域のすべての液晶分子がスプレイツイスト配列状態）時の透過率を 100%、黒表示（画素領域のすべての液晶分子がリバースツイスト配列状態）時の透過率を 0% としたとき、透過率が約 50% となるグレイ表示が得られるが、ライン／スペースの比率を調整することにより、中間調表示の色調（明るさ）レベルを変更することも可能である。ライン及びスペースのサイズは、式（1）の条件の下で、任意に選択することができる。

【 0 0 8 6 】

図 7 に、第 1、第 2 櫛歯電極 12c、12d の形成態様の他の例（変形例）を示す。本図には、第 1 櫛歯電極 12c のラインサイズ（櫛歯部分の電極幅）を $20\ \mu\text{m}$ 、第 2 櫛歯

電極 1 2 d のそれを 4 0 μm 、両電極 1 2 c、1 2 d のスペースサイズを 1 0 μm として形成した第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d を示した。すなわち、電極 1 2 c のラインサイズ：電極 1 2 d のラインサイズ：スペースサイズ = 2 : 4 : 1 である。

【 0 0 8 7 】

このように第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d を形成した場合、上側ベタ電極 1 2 a と第 1 櫛歯電極 1 2 c との間に閾値電圧以上の電圧を印加すると、第 1 櫛歯電極 1 2 c 上方の液晶層 1 5 に縦電界が発生し、その位置の液晶分子がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移する。このため、この電圧印加態様においては、透過率が約 2 5 % の中間調表示が実現される。

【 0 0 8 8 】

また、上側ベタ電極 1 2 a と第 2 櫛歯電極 1 2 d との間に閾値電圧以上の電圧を印加すると、第 2 櫛歯電極 1 2 d 上方の液晶層 1 5 に縦電界が発生し、その位置の液晶分子がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移するため、透過率が約 5 0 % の中間調表示が実現される。

【 0 0 8 9 】

更に、上側ベタ電極 1 2 a と第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d との間に閾値電圧以上の電圧を印加すると、第 1 及び第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 上方の液晶層 1 5 に縦電界が発生し、その位置の液晶分子がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移し、透過率が約 7 5 % の中間調表示が実現される。

【 0 0 9 0 】

これらの中間調表示と、と液晶層 1 5 (画素領域) 全体の液晶分子がスプレイツイスト配列状態であるときの白表示、及び、液晶層 1 5 (画素領域) 全体の液晶分子がリバースツイスト配列状態であるときの黒表示を加え、変形例による液晶表示素子においては、透過率が均等な比率で (比例的に) 変化する、5 階調の表示を実現することができる。

【 0 0 9 1 】

変形例による液晶表示素子は、第 1 及び第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d のラインサイズが相互に異なる点に特徴を有する。更に、均等な比率で透過率が変更可能なように、各電極 1 2 c、1 2 d のラインサイズとスペースサイズを工夫している点に特徴を有する。変形例による液晶表示素子によれば、第 1 の実施例による液晶表示素子に比して、一層多様な表示を行うことができる。

【 0 0 9 2 】

ここまでの説明においては、スプレイツイスト配列状態である液晶層 1 5 (画素領域) の一部に縦電界を発生させ中間調表示を行ったが、たとえば第 1 の実施例及び変形例による液晶表示素子に対し、図 3 D を参照して説明した IPS モードで液晶層 1 5 (画素領域) の一部に横電界を生じさせて、中間調表示を行うことも可能である。たとえば液晶層 1 5 (画素領域) 全体の液晶分子がリバースツイスト配列状態である場合に、第 1 櫛歯電極 1 2 c と第 2 櫛歯電極 1 2 d との間に交流電圧を印加すると、両電極 1 2 c、1 2 d の櫛歯部分間の領域及びその上方に横電界が発生し、その位置の液晶層 1 5 の液晶分子がスプレイツイスト配列状態に遷移して中間調表示が行われる。

【 0 0 9 3 】

たとえば液晶層 1 5 の液晶分子がリバースツイスト配列状態である第 1 の実施例による液晶表示素子に IPS モードで横電界を付加 (第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d 間に交流電圧を印加) したときに得られる中間調表示の色調 (明るさ) は、スプレイツイスト配列状態である液晶層 1 5 (画素領域) の一部に縦電界を付加 (上側ベタ電極 1 2 a と、第 1、第 2 櫛歯電極 1 2 c、1 2 d との間に交流電圧を印加) して行った中間調表示のそれとほぼ等しく、黒表示時の透過率を 0 % とし、白表示時の透過率を 1 0 0 % としたときの透過率が約 5 0 % となる。

【 0 0 9 4 】

また、図 3 E を参照して説明した態様の電界を付加してリバースツイスト配列状態の液晶層 1 5 (画素領域) の一部をスプレイツイスト配列状態に遷移させて、中間調表示を行

10

20

30

40

50

うことも可能である。図 3 E に示す態様の場合、第 1 櫛歯電極 1 2 c の櫛歯部分形成領域及びその近傍上方の液晶層 1 5 の液晶分子をスプレイツイスト配列状態に遷移させ、中間調表示を実現する。

【 0 0 9 5 】

液晶層 1 5 (画素領域)の一部に横電界を発生させ、その領域の液晶分子をリバースツイスト配列状態からスプレイツイスト配列状態に遷移させる方法によれば、前記式 (1) の関係が満たされていない場合であっても、中間調表示を得ることが可能である。このため、液晶層 1 5 (画素領域)の一部に横電界を発生させ、その領域の液晶分子をリバースツイスト配列状態からスプレイツイスト配列状態に遷移させる駆動方法は、液晶層 1 5 (画素領域)の一部に縦電界を発生させ、その領域の液晶分子をスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させる駆動方法よりも、汎用性の高い駆動方法 (表示切り替え方法)であるともいえる。ただし縦電界を利用する前記変形例の場合は 5 階調表示を行うことができるが、横電界を利用する場合は、たとえば 3 階調表示までしか行うことができない。

【 0 0 9 6 】

前述のように、実施例による液晶表示素子は、液晶分子の配列状態がリバースツイスト配列状態及びスプレイツイスト配列状態の双方で安定な、メモリ性を有する液晶表示素子である。双安定性を利用してディスプレイに応用することができ、その場合、メモリ性を利用した駆動が可能である。たとえばドットマトリクス表示を行う場合、ラインごとに表示の書き換えを行えばよく、白表示したい画素には横電界を付加し、黒表示したい画素には縦電界を付加する。また中間調表示を行いたい画素には、液晶層 (画素領域)の一部に縦電界または横電界を付加する。様々な駆動方法が考えられる。以下、第 2 の実施例として、X Y 電極を使用したマトリクス表示を行う液晶表示装置について説明する。

【 0 0 9 7 】

図 8 A は、第 2 の実施例による液晶表示装置を示す模式図であり、図 8 B は、画素部 3 4 の電極構造を示す概略的な平面図である。

【 0 0 9 8 】

第 2 の実施例による液晶表示装置は、複数の画素部 3 4 をマトリクス状に配列して構成される単純マトリクス型の液晶表示装置であり、各画素部 3 4 として、第 1 の実施例による液晶表示素子と同様の画素構成が用いられている。具体的には、第 2 の実施例による液晶表示装置は、X 方向に延びる m 本の制御線 B 1 ~ B m と、これらの制御線 B 1 ~ B m に対して制御信号を与えるドライバー 3 1 と、各々が制御線 B 1 ~ B m と交差して Y 方向に延びる n 本の制御線 A 1 ~ A n と、これらの制御線 A 1 ~ A n に対して制御信号を与えるドライバー 3 2 と、各々が制御線 B 1 ~ B m と交差して Y 方向に延びる n 本の制御線 C 1 ~ C n 及び D 1 ~ D n と、これらの制御線 C 1 ~ C n 及び D 1 ~ D n に対して制御信号を与えるドライバー 3 3 と、制御線 B 1 ~ B m と制御線 A 1 ~ A n との各交点領域に画定された画素部 3 4 とを含んで構成される。

【 0 0 9 9 】

各制御線 B 1 ~ B m、A 1 ~ A n、C 1 ~ C n 及び D 1 ~ D n は、たとえばストライプ状に形成された I T O 等の透明導電膜からなる。制御線 B 1 ~ B m と A 1 ~ A n とが交差する部分が上側ベタ電極 1 2 a 及び下側ベタ電極 1 2 b として機能する (図 8 B 参照)。また、制御線 C 1 ~ C n については、各画素部 3 4 に相当する領域に設けられた、第 1 櫛歯電極 1 2 c の櫛歯部分と接続されている。同様に、制御線 D 1 ~ D n については、各画素部 3 4 に相当する領域に設けられた、第 2 櫛歯電極 1 2 d の櫛歯部分と接続されている。

【 0 1 0 0 】

第 2 の実施例による液晶表示装置の駆動方法の一例として、制御線 B 1、B 2、B 3、・ ・ ・ とライン毎に表示書き換えを行う方法 (線順次駆動法)について説明する。この場合、たとえば相対的に明るい表示 (白表示に近くなる表示)としたい画素部 3 4 には横電界を印加し、相対的に暗い表示 (黒表示に近くなる表示)としたい画素部 3 4 には縦電界を

印加する。

【0101】

一例として、黒表示または白表示を行う場合は、制御線B1には配向状態の遷移が生じない程度の矩形波電圧（たとえば1.5V程度で150Hz）を印加し、制御線A1～An、C1～Cn及びD1～Dnにはそれと同期し、もしくは半周期ずれた閾値電圧程度の矩形波電圧（たとえば1.5V程度で150Hz）を印加する。

【0102】

詳細には、制御線A1～Anのうち、黒表示としたい画素部34に対応する制御線には、制御線B1に印加した矩形波電圧と半周期ずれた矩形波電圧を印加する。このとき制御線C1～Cn及びD1～Dnには電圧を印加しない。それにより、画素部34には実効的に3.0V程度の電圧が印加され、縦電界が付加される。この電圧が飽和電圧以上であるとすれば、液晶層15に配向状態の遷移（リバースツイスト配列状態への遷移）を生じさせ、当該画素部34の光透過率を変化させることができる。

10

【0103】

一方、制御線A1～Anのうち、表示を変化させる必要がない画素部34に対応する制御線には、制御線B1に印加される矩形波電圧と同期した矩形波電圧を印加する。このときも制御線C1～Cn及びD1～Dnには電圧を印加しない。それにより、当該画素部34では実効的に電圧が印加されていない状態となる。したがって、液晶層15には配向状態の遷移が生じず、光透過率が変化しない。

【0104】

20

また、制御線C1～CnおよびD1～Dnのうち、白表示としたい画素部34に対応する制御線には、制御線B1に印加した矩形波電圧と半周期ずれた矩形波電圧を印加する。このとき制御線A1～Anには電圧を印加しない。それにより、画素部34には実効的に3.0V程度の電圧が印加され、横電界が付加される。この電圧が飽和電圧以上であるとすれば、液晶層15に配向状態の遷移（スプレイツイスト配列状態への遷移）を生じさせ、当該画素部34の光透過率を変化させることができる。

【0105】

一方、制御線C1～CnおよびD1～Dnのうち、表示を変化させる必要がない画素部34に対応する制御線には、制御線B1に印加される矩形波電圧と同期した矩形波電圧を印加する。このときも制御線A1～Anには電圧を印加しない。それにより、当該画素部34では実効的に電圧が印加されていない状態となる。したがって液晶層15には配向状態の遷移が生じず、光透過率が変化しない。

30

【0106】

更に、グレイ表示（中間調表示）を行う場合は、一例として、黒表示を行っている（リバースツイスト配列状態である）画素部34に対して、制御線B1には配向状態の遷移が生じない程度の矩形波電圧（たとえば1.5V程度で150Hz）を印加し、制御線C1～Cnにはそれと同期し、もしくは半周期ずれた閾値電圧程度の矩形波電圧（たとえば1.5V程度で150Hz）を印加する。

【0107】

詳細には、制御線C1～Cnのうち、グレイ表示としたい画素部34に対応する制御線には、制御線B1に印加した矩形波電圧と半周期ずれた矩形波電圧を印加する。このとき制御線A1～An及びD1～Dnには電圧を印加しない。それにより、画素部34のうち、第1櫛歯電極12cの櫛歯部分及びその近傍上方の液晶分子には実効的に3.0V程度の電圧が印加され、横電界が付加される。この電圧が飽和電圧以上であるとすれば、当該領域の液晶分子に配列状態の遷移（スプレイツイスト配列状態への遷移）を生じさせ、当該領域（画素部34の約半分の領域）の光透過率を変化させることができる。

40

【0108】

一方、制御線C1～Cnのうち、表示を変化させる必要がない画素部34に対応する制御線には、制御線B1に印加される矩形波電圧と同期した矩形波電圧を印加する。このときも制御線A1～An及びD1～Dnには電圧を印加しない。それにより、当該画素部3

50

4では実効的に電圧が印加されていない状態となる。したがって液晶層15には配向状態の遷移が生じず、光透過率が変化しない。

【0109】

なお、制御線B1と制御線C1～Cnに同期し、もしくは半周期ずれた電圧を印加する例を示したが、制御線B1と制御線D1～Dnに同期し、もしくは半周期ずれた電圧を印加してもよい。

【0110】

以上のような駆動を制御線B2、B3、・・・と順次実行していくことによりドットマトリクス表示が可能となる。このような駆動により書き換えられた表示状態は半永久的に保持することが可能である。この表示を書き換えるには再び制御線B1から上記の制御を実行すればよい。

10

【0111】

なお、C1～CnもしくはD1～Dnの電極幅や、印加する電圧の周期を変えることにより、更に細かな中間調表示も可能である。

【0112】

また、ここでは櫛歯電極の電極幅が均一である場合について述べたが、場所により電極幅が異なってもよい。電極幅が均一である場合、得られる中間調表示の濃淡のパターンによりモアレ模様が見えることがあるが、それを低減させることが可能である。

【0113】

なお、ここではいわゆる単純マトリクス型の液晶表示装置の例を示したが、TFT等を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置とすることも可能である。アクティブマトリクス型の液晶表示装置の場合には制御線B1等のライン毎に書き換える必要がなくなるので、書き換え時間を短縮できる。また、閾値に対してたとえば2倍以上の電圧の印加も可能になるため、更に高速に書き換えが可能となる。

20

【0114】

以下、第3、第4の実施例としてTFTを用いた液晶表示素子について説明する。

【0115】

図9A及び図9Bは、それぞれ第3の実施例による液晶表示素子を示す概略的な断面図及び平面図である。図9Aは、図9Bの9A-9A線に沿う断面図である。図9Bは、およそ1画素を示し、X方向、Y方向に沿って同様の画素が多数形成されている。

30

【0116】

第3の実施例による液晶表示素子は、相互に平行に対向配置された上側基板10a、下側基板10b、及び両基板10a、10b間に挟持されたツイストネマチック液晶層15を含んで構成される。

【0117】

上側基板10aは、上側透明基板11a、上側透明基板11a上に形成された共通電極(上側ベタ電極)12a、及び共通電極12a上に形成された上側配向膜14aを含む。下側基板10bは、下側透明基板11b、下側透明基板11b上に形成された下側ベタ電極12b、コモン線22、走査線23、それらを覆うように下側透明基板11b上に形成された絶縁膜13、絶縁膜13上に形成されたスリット電極(画素電極)21、半導体膜24、ソース電極25、ドレイン電極26、及び、それらを覆うように絶縁膜13上に形成された下側配向膜14bを含む。

40

【0118】

上側、下側透明基板11a、11bは、相互に対向配置されるたとえば透明ガラス基板である。透明なプラスチック基板であってもよい。上側、下側配向膜14a、14b間には、たとえば多数のスペーサー(粒状体)が分散して配置されており(図示せず)、それらのスペーサーによって両基板11a、11b間の相互間隔が保たれる。

【0119】

下側ベタ電極12bは、下側透明基板11bの一面側に設けられている。下側ベタ電極12bは、図9Bに示すようにたとえば略矩形状に形成されており、かつ、一部がコモン

50

線 2 2 と電氣的に接続されている。下側ベタ電極 1 2 b は、ITO などの透明導電膜をパターニングすることによって得られる。

【0120】

コモン線 2 2 は、下側透明基板 1 1 b の一面側に設けられており、一方向（図 9 B の Y 方向）に延在する。コモン線 2 2 は下側ベタ電極 1 2 b と接続されており、コモン線 2 2 を介して、図示しない電圧供給手段から下側ベタ電極 1 2 b に対して所定の電位が与えられる。コモン線 2 2 は、たとえばアルミニウムとモリブデンの積層膜などの金属膜で形成される。

【0121】

走査線 2 3 は、下側透明基板 1 1 b の一面側に設けられており、一方向（図 9 B の Y 方向）に延在する。図 9 B に示すように、本例の走査線 2 3 は、コモン線 2 2 との間に下側ベタ電極 1 2 b を挟んで配置されている。走査線 2 3 は、たとえばアルミニウムとモリブデンの積層膜などの金属膜で形成される。

【0122】

絶縁膜 1 3 は、下側透明基板 1 1 b の一面側に、下側ベタ電極 1 2 b、コモン線 2 2、及び走査線 2 3 を覆って設けられている。絶縁膜 1 3 としては、たとえば窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、あるいはこれらの積層膜が用いられる。

【0123】

半導体膜 2 4 は、絶縁膜 1 3 上であって、走査線 2 3 と重畳する所定位置に設けられている。半導体膜 2 4 は、図 9 B に示すように、島状にパターニングされている。半導体膜 2 4 としては、たとえばアモルファスシリコン膜を用いることができる。走査線 2 3 の半導体膜 2 4 と重なる部分は、TFT のゲート電極として機能する。また、絶縁膜 1 3 の半導体膜 2 4 と重なる部分は、TFT のゲート絶縁膜として機能する。

【0124】

ソース電極 2 5 は、絶縁膜 1 3 上の所定位置に設けられており、一部が半導体膜 2 4 と接続されている。本例のソース電極 2 5 は、図 9 B に示すように、信号線 2 7 と一体に形成されている。ソース電極 2 5 及び信号線 2 7 は、たとえばアルミニウムとモリブデンの積層膜などの金属膜で形成される。

【0125】

ドレイン電極 2 6 は、絶縁膜 1 3 上の所定位置に設けられており、一部が半導体膜 2 4 と接続されている。ドレイン電極 2 6 は、たとえばアルミニウムとモリブデンの積層膜などの金属膜で形成される。

【0126】

スリット電極 2 1 は、絶縁膜 1 3 上であって、少なくとも一部が下側ベタ電極 1 2 b と重畳する所定位置に設けられている。スリット電極 2 1 は、図 9 B に示すように、たとえば複数の矩形状スリット（開口部）2 1 a を有する。スリット電極 2 1 は、ITO などの透明導電膜をパターニングすることによって得られる。第 3 の実施例においては、スリット電極 2 1 のサイズを、各スリット 2 1 a の間に存在する直線部の幅（電極幅、図 9 B の X 方向における長さ）が $20\ \mu\text{m}$ 、各スリット 2 1 a の幅（図 9 B の X 方向における長さ）が $20\ \mu\text{m}$ となるように設定した。なお、サイズはこれに制限されない。たとえばスリット 2 1 a の幅を s としたとき、前述の式（1）をみたすように設定することが可能である。スリット電極 2 1 は、ドレイン電極 2 6 と接続されている。スリット電極 2 1 と下側ベタ電極 1 2 b との間に電圧を印加することにより、液晶層 1 5 に横電界を与えることができる。

【0127】

下側配向膜 1 4 b は、下側透明基板 1 1 b の一面側であって、絶縁膜 1 3 上に、半導体膜 2 4、ソース電極 2 5、ドレイン電極 2 6、及びスリット電極 2 1 を覆って設けられている。

【0128】

同様に、上側配向膜 1 4 a は、上側透明基板 1 1 a の一面側に共通電極 1 2 a を覆って

10

20

30

40

50

設けられている。上側及び下側配向膜 14 a、14 b のそれぞれに対しては、たとえばラビングにより一軸配向処理が施されている。配向膜 14 a、14 b としては、比較的高いプレティルト角（ 20° 以上、好ましくは $35^\circ \pm 10^\circ$ 程度）を発現させるものが用いられる。上側配向膜 14 a の配向処理の方向 R_U と下側配向膜 14 b の配向処理の方向 R_L は、液晶層 15 の液晶分子の配列状態がリバースツイスト配列状態であるときの、液晶層 15 の厚さ方向の中央に位置する液晶分子の配向方向 D が、下側ベタ電極 12 b とスリット電極 21 との間に電圧を印加したとき発生する横電界方向 E（スリット 21 a の配列方向と平行な方向）と略直交するように設定されている（図 9 B 参照）。

【0129】

共通電極 12 a は、上側透明基板 11 a の一面側に設けられている。共通電極 12 a は、少なくとも一部が、下側ベタ電極 12 b 及びスリット電極 21 と重畳するように形成されている。共通電極 12 a は、ITO などの透明導電膜をパターンニングすることによって得られる。共通電極 12 a と下側ベタ電極 12 b との間に電圧を印加することにより、液晶層 15（画素領域）に対して縦電界を与えることができる。また、共通電極 12 a とスリット電極 21 との間に電圧を印加することにより、液晶層 15（画素領域）の一部（スリット 21 a 上方を除く、スリット電極 21 上方の液晶層 15）に縦電界を付加することができる。

【0130】

液晶層 15 は、上側基板 10 a と下側基板 10 b の間に配置され、たとえば誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正のネマチック液晶材料を用いて構成されている。図 9 A の液晶層 15 に図示した太線は、液晶層 15 内の液晶分子を模式的に示したものである。電圧無印加時における液晶分子は、上側基板 10 a、下側基板 10 b の各基板面に対して所定のプレティルト角を有して配向する。また、上側配向膜 14 a と下側配向膜 14 b の各々の配向処理の方向 R_U 、 R_L （図 9 B 参照）のなす角度が、たとえば 90° 前後に設定されることにより、電圧無印加時における液晶層 15 の液晶分子は上側基板 10 a と下側基板 10 b との間で方位角方向にねじれて配向する。また液晶層 15 には、カイラル剤が添加されている。

【0131】

信号線 27 は、絶縁膜 13 の一面側に設けられており、コモン線 22 及び走査線 23 の延在する方向と略直交する一方向（図 9 B の X 方向）に延在する。

【0132】

上側偏光板 16 a は、上側基板 10 a の外側に配置されている。また、下側偏光板 16 b は、下側基板 10 b の外側に配置されている。第 3 の実施例による液晶表示素子の表示は、上側偏光板 16 a 側から利用者に視認される。上側及び下側偏光板 16 a、16 b は、たとえばクロスニコルに配置される。

【0133】

第 3 の実施例による液晶表示素子も、リバースツイステッドネマチック型液晶表示素子である。第 3 の実施例においても、上側及び下側基板 10 a、10 b の配向処理方向とプレティルト角の組み合わせで規定される液晶層 15 の液晶分子の配列状態は、第 1 旋回方向に捩れるリバースツイスト配列である。カイラル剤の影響力のもとで生じる液晶分子の配列状態は、第 1 旋回方向とは逆の第 2 旋回方向に捩れるスプレイツイスト配列である。液晶層 15 に縦電界を付加することで、付加された領域の液晶層 15 の液晶分子をスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させることができる。また、液晶層 15 に横電界を付加することで、付加された領域の液晶層 15 の液晶分子をリバースツイスト配列状態からスプレイツイスト配列状態に遷移させることができる。

【0134】

図 10 A ~ 図 10 G、及び、図 11 A ~ 図 11 D は、第 3 の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略的な断面図である。

【0135】

上側透明基板 11 a、下側透明基板 11 b として用いるガラス基板を準備する。たとえば厚さが 0.7 mm の無アルカリガラスからなるガラス基板を使用することができる。

【 0 1 3 6 】

図 1 0 A を参照する。下側透明基板 1 1 b 用のガラス基板の一面上にコモン線 2 2 及び走査線 2 3 を形成する。たとえばスパッタ法などの成膜法により、下側透明基板 1 1 b 上にアルミニウム膜を形成し、更にその上にモリブデン膜を形成する。その後、アルミニウム膜及びモリブデン膜の積層膜を、ドライエッチング法などによってパターニングする。

【 0 1 3 7 】

図 1 0 B を参照する。下側透明基板 1 1 b の一面側の所定位置に下側ベタ電極 1 2 b を形成する。具体的には、スパッタ法などの成膜法により、下側透明基板 1 1 b 上に I T O 膜を成膜し、この I T O 膜をウェットエッチング法などによってパターニングする。

【 0 1 3 8 】

図 1 0 C を参照する。下側透明基板 1 1 b の一面側に、下側ベタ電極 1 2 b 、コモン線 2 2 、及び走査線 2 3 を覆うようにして絶縁膜 1 3 を形成する。たとえばスパッタ法やプラズマ C V D 法などの成膜法によって、窒化シリコン膜を形成する。

【 0 1 3 9 】

図 1 0 D を参照する。絶縁膜 1 3 上の所定位置に半導体膜 2 4 を形成する。プラズマ C V D 法などの成膜法によって、アモルファスシリコン膜を絶縁膜 1 3 上に形成し、このアモルファスシリコン膜をドライエッチング法などによって島状にパターニングする。

【 0 1 4 0 】

図 1 0 E を参照する。絶縁膜 1 3 上の所定位置にソース電極 2 5 、ドレイン電極 2 6 、及び信号線 2 7 を形成する。たとえば、スパッタ法などの成膜法により、絶縁膜 1 3 上及び半導体膜 2 4 上に、モリブデン膜 / アルミニウム膜 / モリブデン膜の積層膜を形成し、この積層膜をドライエッチング法などによってパターニングする。

【 0 1 4 1 】

図 1 0 F を参照する。絶縁膜 1 3 上の所定位置に、スリット電極 2 1 を形成する。スパッタ法などの成膜法により絶縁膜 1 3 上に I T O 膜を形成し、この I T O 膜をウェットエッチング法などによってパターニングする。なお、更に絶縁膜 1 3 上にパシベーション膜を設けてもよい。

【 0 1 4 2 】

図 1 0 G を参照する。一方、上側透明基板 1 1 a 用ガラス基板上に、共通電極 1 2 a を形成する。具体的には、スパッタ法などの成膜法により、上側透明基板 1 1 a 上の一面全体にわたって I T O 膜を形成する。なお、実際の製造工程においては、基板全面に共通電極 1 2 a が存在した場合には、メインシール部によるショートや、スクライプからブレイキング時の膜剥離などを生じる可能性があるため、スパッタリング時にメタルマスクなどで外周を遮蔽することが好ましい。

【 0 1 4 3 】

以下、第 1 の実施例による液晶表示素子の製造方法と同様の方法で、第 3 の実施例による液晶表示素子を製造することができる。ただし、液晶材料、配向膜材料等は、T F T 駆動に適した材料を使用することが望ましい。

【 0 1 4 4 】

図 1 1 A を参照する。下側透明基板 1 1 b 上の絶縁膜 1 3 上に、下側配向膜 1 4 b を形成する。

【 0 1 4 5 】

また、図 1 1 B に示すように、上側透明基板 1 1 a 上の共通電極 1 2 a 上に、上側配向膜 1 4 a を形成する。

【 0 1 4 6 】

電極等が形成された上側、下側透明基板 1 1 a 、 1 1 b を洗浄する。洗浄は、たとえば水洗、一例として純水洗浄を実施する。洗剤は使用しないことが望ましい。ブラシ洗浄、スプレー洗浄等とすることができる。水切りの後、U V 洗浄をし、I R 乾燥を行う。大気圧プラズマ洗浄としてもよい。

【 0 1 4 7 】

配向膜 14 a、14 b の形成にあたっては、電圧保持率が高い配向膜を選択し、具体的には、通常は垂直配向膜として用いられる材料の側鎖密度を低くしたポリイミド膜を用いた。フレキシ印刷、インクジェット印刷、スピンコート等の適宜の方法、ここではスピンコート法で、配向膜材料を上側、下側透明基板 11 a、11 b 上方に、それぞれ適当な膜厚、たとえば 500 ~ 800 程度の厚さに塗布し、熱処理（たとえばクリーンオープンにて、160 ~ 180 で1時間の焼成）を行った。その後、上側、下側配向膜 14 a、14 b の各々に対して配向処理、たとえば押し込み量を 0.8 mm としてラビング処理を実施した。ラビング方向は、たとえば上側透明基板 11 a と下側透明基板 11 b とを重ね合わせたときに、各基板 11 a、11 b 上の液晶分子のツイスト角が略 90° となるように設定した。

10

【0148】

ラビング処理後には、基板 11 a、11 b の洗浄を行ってもよいが、ここでは実施しなかった。

【0149】

こうして上側基板 10 a 及び下側基板 10 b が作製された。

【0150】

図 11 C を参照する。続いて、液晶セルの厚さを一定に保つため、基板 10 a、10 b の一方の面上にギャップコントロール材をたとえば乾式散布法にて散布した。ギャップコントロール材には粒径 4 μm のプラスチックボールを使用し、液晶セルの厚さが 4 μm となるようにした。ギャップコントロールは、このようにギャップコントロール材を基板面に散布してもよいし、リブパターンをたとえば上側基板 10 a に形成し、それにより所定のセル厚を保ってもよい。

20

【0151】

基板 10 a、10 b の他方の面上にはシール材を印刷し、メインシールパターンを形成した。たとえば粒径 4 μm のグラスファイバーを含んだ熱硬化性のシール材を、スクリーン印刷法で印刷する。ディスペンサを用いてシール材を塗布することもできる。また、熱硬化性ではなく、光硬化性のシール材や、光・熱併用硬化型のシール材を使用してもよい。

【0152】

基板 10 a、10 b を重ね合わせた。基板 10 a、10 b を所定の位置で重ね合わせてセル化し、プレスした状態で熱処理を施しシール材を硬化させた。たとえばホットプレス法を用い、シール材の熱硬化を行う。こうして空セルが作製された。

30

【0153】

図 11 D を参照する。たとえば真空注入法で空セルに液晶材料を注入する。ODF 方式を用いてもよい。ここでは真空注入法を使用した。液晶材料は、ネマチックタイプで誘電率異方性が正、そして電圧保持率の高い材料が好ましい。たとえば一般的に TFT で駆動するツイステッドネマチックタイプの液晶表示素子に用いられる液晶材料であれば、特に制約はない。

【0154】

液晶材料中にはカイラル剤を添加した。カイラル剤には、一例として（株）メルク製の R-811 を使用し、d/p が 0.16 となるように添加した。

40

【0155】

液晶注入後に、プレスしながらエンドシール処理を行った。セルを高温（液晶の相転移温度以上の温度）で熱処理し、液晶分子の配向状態を整えた。

【0156】

最後に、2 枚の透明基板 11 a、11 b の液晶層 15 と反対側の面に、偏光板 16 a、16 b を貼付した。2 枚の偏光板 16 a、16 b はクロスニコルに、かつ透過軸の方向とラビング方向とが平行となるように配置した。直交するように配置することもできる。

【0157】

こうして第 3 の実施例による液晶表示素子が作製された。

50

【 0 1 5 8 】

本願発明者らは、第 3 の実施例による液晶表示素子の表示を確認した。

【 0 1 5 9 】

図 1 2 A は、第 3 の実施例による液晶表示素子完成後（初期状態）の画素領域を示す写真である。全面がスプレイツイスト配列状態であり、明るい白表示が得られている。

【 0 1 6 0 】

図 1 2 B は、共通電極 1 2 a と下側ベタ電極 1 2 b との間に電圧を印加し、液晶層 1 5 に縦電界を付加した後の画素領域を示す写真である。ここでは 1 0 V、1 0 0 H z の交流電圧（矩形波）を 1 秒程度印加した。全面がスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移し、暗い黒表示が得られている。

10

【 0 1 6 1 】

たとえば図 9 B に示す構成においては、画素ごとにスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させるよう電圧を制御することができないため、白表示から黒表示への切り替えは、少なくとも走査線 2 2 のラインごとに行う。通常は全ライン（全面）切り替えが好ましいであろう。

【 0 1 6 2 】

次に、個々の画素（T F T）に電圧を印加し、液晶層 1 5 に横電界を発生させた。具体的には、走査線 2 3（ゲートライン）と信号線 2 7（ソースライン）に電圧を印加し、下側ベタ電極 1 2 b との間に電位差を与えることにより、液晶層 1 5 に横電界を付加した。ゲート電圧として 1 0 V のパルス波、ソース電圧として ± 10 V をフレームごとに反転させた電圧を加えた。この結果、図 1 2 A に示す写真のような白表示が得られることが確認された。横電界の付加により、液晶分子はリバースツイスト配列状態からスプレイツイスト配列状態に遷移する。黒表示から白表示に切り替えるのに、電圧の印加時間は 1 秒程度で十分である。なお、電圧の印加を停止した直後は、スリット電極 2 1 上に黒表示状態（リバースツイスト配列状態）が点状に残存していたが、3 秒～4 秒後にはスリット電極 2 1 上はすべて白表示状態（スプレイツイスト配列状態）となった。

20

【 0 1 6 3 】

黒表示から白表示への切り替えは、電圧を印加する走査線 2 3 と信号線 2 7 を選択することで、画素ごとに制御可能であるため、T F T に加える波形によって様々な表示を実現することができる。

30

【 0 1 6 4 】

続いてグレイ表示（中間調表示）を行った。液晶層 1 5 の液晶分子がスプレイツイスト配列である状態で、T F T を通じ、ドレイン電極 2 6 と共通電極 1 2 a の間に電圧を印加した。ここではグレイ表示を行いたい画素のある信号線 2 7（ソースライン）に 1 0 V、1 0 0 H z の交流電圧（矩形波）を印加し、それに同期させてゲート電圧を印加した。これにより、液晶層 1 5 の一部（スリット 2 1 a 上方を除く、スリット電極 2 1 上方の液晶層 1 5）に縦電界が付加され、その位置にある液晶分子がリバースツイスト配列状態に遷移した。その後、部分的にリバースツイスト配列状態となった画素のある信号線 2 7（ソースライン）に 0 V を印加し、それに同期させてゲート電圧を印加した。このようにしてグレイ表示を実現した。

40

【 0 1 6 5 】

図 1 3 A 及び図 1 3 B は、それぞれ第 4 の実施例による液晶表示素子を示す概略的な断面図及び平面図である。図 1 3 A は、図 1 3 B の 1 3 A - 1 3 A 線に沿う断面図である。図 1 3 B は、およそ 1 画素を示し、X 方向、Y 方向に沿って同様の画素が多数形成されている。

【 0 1 6 6 】

図 9 A 及び図 9 B に示す第 3 の実施例とは、コモン線 2 2 a が下側ベタ電極 1 2 b ではなく、スリット電極 2 1 と電氣的に接続するように、絶縁膜 2 8 上に形成されている点、ドレイン電極 2 6 a が、スリット電極 2 1 ではなく下側ベタ電極 1 2 b と接続されている点において相違する。

50

【0167】

以下、第3の実施例と共通する構成要素については同一符号を用い、それらの詳細な説明は省略する。

【0168】

第4の実施例による液晶表示素子は、相互に平行に対向配置された上側基板10a、下側基板10b、及び両基板10a、10b間に挟持されたツイストネマチック液晶層15を含んで構成される。

【0169】

上側基板10aは、上側透明基板11a、上側透明基板11a上に形成された共通電極（上側ベタ電極）12a、及び共通電極12a上に形成された上側配向膜14aを含む。
下側基板10bは、下側透明基板11b、下側透明基板11b上に形成された下側ベタ電極12b、走査線23、それらを覆うように下側透明基板11b上に形成された絶縁膜13、絶縁膜13上に形成された半導体膜24、ソース電極25、ドレイン電極26a、それらを覆うように絶縁膜13上に形成された絶縁膜28、絶縁膜28上に形成されたスリット電極（画素電極）21、コモン線22a、及びそれらを覆うように絶縁膜28上に形成された下側配向膜14bを含む。ここでドレイン電極26aは、絶縁膜13を貫通して下側ベタ電極12bと電氣的に接続するように形成されている。

10

【0170】

コモン線22aは、下側透明基板11bの一面側の絶縁膜28上に設けられており、一方向（図13BのY方向）に延在する。コモン線22aは、図13Bに示すようにスリット電極21と接続されており、コモン線22aを介して図示しない電圧供給手段から、スリット電極21に対して所定の電位が与えられる。コモン線22aは、たとえばアルミニウムとモリブデンの積層膜などの金属膜で形成される。

20

【0171】

ドレイン電極26aは、絶縁膜28上の所定位置に設けられており、かつ一部が絶縁膜13を貫通して下側ベタ電極12bと接続されている。ドレイン電極26aは、たとえばアルミニウムとモリブデンの積層膜などの金属膜で形成される。

【0172】

絶縁膜28は、下側透明基板11bの一面側の絶縁膜13上に、半導体膜24、ソース電極25、及びドレイン電極26aを覆って設けられる。絶縁膜28としては、たとえば窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、あるいはこれらの積層膜が用いられる。

30

【0173】

スリット電極21は、絶縁膜28上であって、少なくとも一部が下側ベタ電極12bと重畳する所定位置に設けられている。スリット電極21は、図13Bに示すように、複数のスリット（開口部）21aを有し、コモン線22aと接続されている。第4の実施例においては、スリット電極21とコモン線22aとは一体に形成されている。スリット電極21は、ITOなどの透明導電膜をパターンニングすることによって得られる。スリット電極21と下側ベタ電極12bとの間に電圧を印加することにより、液晶層15に横電界を与えることができる。

【0174】

下側配向膜14bは、下側透明基板11bの一面側であって、絶縁膜28上に、コモン線22a及びスリット電極21を覆って設けられている。

40

【0175】

第4の実施例による液晶表示素子も、リバースツイステッドネマチック型液晶表示素子である。第4の実施例においても、上側及び下側基板10a、10bの配向処理方向とプレティルト角の組み合わせで規定される液晶層15の液晶分子の配列状態は、第1旋回方向に捩れるリバースツイスト配列であり、カイラル剤の影響力のもとで生じる液晶分子の配列状態は、第1旋回方向とは逆の第2旋回方向に捩れるスプレイツイスト配列である。液晶層15に縦電界を付加することで、付加された領域の液晶層15の液晶分子をスプレイツイスト配列状態からリバースツイスト配列状態に遷移させることができる。また、液

50

晶層 15 に横電界を付加することで、付加された領域の液晶層 15 の液晶分子をリバースツイスト配列状態からスプレイツイスト配列状態に遷移させることができる。

【0176】

図 14 A ~ 図 14 G、及び、図 15 A ~ 図 15 E は、第 4 の実施例による液晶表示素子の製造方法を示す概略的な断面図である。以下、製造方法の説明においても、第 3 の実施例と共通する内容については適宜説明を省略する。

【0177】

図 14 A に示すように、下側透明基板 11 b の一面上に所定の金属膜からなる走査線 23 を形成する。

【0178】

図 14 B に示すように、下側透明基板 11 b の一面側の所定位置に、たとえば ITO からなる下側ベタ電極 12 b を形成する。

【0179】

図 14 C に示すように、下側透明基板 11 b の一面側に、下側ベタ電極 12 b 及び走査線 23 を覆うようにして絶縁膜 13 を形成する。

【0180】

図 14 D に示すように、絶縁膜 13 上の所定位置に半導体膜 24 を形成する。

【0181】

図 14 E に示すように、ソース電極 25、ドレイン電極 26 a、及び信号線 27 を形成する。ドレイン電極 26 a については、あらかじめ絶縁膜 13 の所定位置に下側ベタ電極 12 b の一部を露出させる開口部を設けておき、その後スパッタ法等によって金属膜を成膜し、パターニングすることによって形成可能である。

【0182】

図 14 F に示すように、絶縁膜 13 上に、半導体膜 24、ソース電極 25、ドレイン電極 26 a、及び信号線 27 を覆う絶縁膜 28 を形成する。

【0183】

図 14 G に示すように、絶縁膜 28 上の所定位置にコモン線 22 a 及びスリット電極 21 を形成する。更に、絶縁膜 28 上にパシベーション膜を設けてもよい。

【0184】

一方、図 15 A に示すように、上側透明基板 11 a の一面上に、共通電極 12 a を形成する。

【0185】

また、図 15 B に示すように、下側透明基板 11 b 上方の絶縁膜 28 上に、下側配向膜 14 b を形成する。

【0186】

更に、図 15 C に示すように、上側透明基板 11 a 上の共通電極 12 a 上に、上側配向膜 14 a を形成する。

【0187】

上側及び下側配向膜 14 a、14 b に配向処理を施し、図 15 D 及び図 15 E に示す、基板重ね合わせ工程、液晶層 15 形成工程等、第 3 の実施例と同様の工程を経て、第 4 の実施例による液晶表示素子が作製される。

【0188】

第 4 の実施例による液晶表示素子も、液晶層 15 (画素領域) の一部に有効な縦電界を付加し、他の実施例と同様に、リバースツイスト配列状態とスプレイツイスト配列状態の共存、混在する状態を形成し、中間調表示を行うことのできる液晶表示素子である。

【0189】

第 3、第 4 の実施例による液晶表示素子においては、各画素に TFT が 1 つ形成されているが、複数の TFT が形成されていてもよい。この場合、たとえば画素電極を分割すれば一層の多階調表示を実現することができる。写真などの画像表示を行うことも可能である。ここで画素電極は相互に等しい面積に分割する必要はない。

10

20

30

40

50

【0190】

なお、第3、第4の実施例は透過型の液晶表示素子であるが、たとえば下側ベタ電極12bを反射電極とし、反射型の液晶表示素子とすることができる。その場合はツイスト角を略70°に設定することが好ましい。

【0191】

実施例及び変形例による液晶表示素子は、コントラストの高い白表示状態、黒表示状態、及び、中間調表示状態の安定表示を簡便に実現可能な液晶表示素子である。画素を構成する電極として櫛歯電極またはスリット電極が用いられる。実施例による液晶表示素子によれば、画素領域の液晶層中に部分的に縦電界または横電界を発生させて、画素内で透過率の分布をつけ（画素内に相互に透過率の異なる領域、すなわちたとえば基板法線方向から見たとき、液晶層の液晶分子がリバースツイスト配列状態である領域とスプレイツィスト配列状態である領域を形成し）、多様な表示を行うことができる。第1の実施例の変形例に示したように、電極サイズ（幅、面積等）を工夫することで、たとえば5段階の多段階調表示も可能である。なお、画素領域の液晶層の一部がリバースツイスト配列状態であり、他の一部がスプレイツィスト配列状態であればよく、たとえば基板法線方向に沿って見たとき、同一の配列状態である必要はない。実施例及び変形例による液晶表示素子は、画素領域の液晶層の一部がリバースツイスト配列状態となり、他の一部がスプレイツィスト配列状態となるような電界を生じさせることのできる電極を備えている。

10

【0192】

また、実施例による液晶表示素子は安価に製造することができる。製造方法は、配向膜材料、ラビング条件（押し込み量の制御）、配向膜の焼成条件等を除き、一般的なツイステッドネマチック型液晶表示素子の製造方法とほぼ等しいため、一般的なツイステッドネマチック型液晶表示素子と比較してコストアップの要因は少ない。

20

【0193】

実施例による液晶表示素子においては、液晶層15のリバースツイスト配列状態、スプレイツィスト配列状態、及びそれらの混在状態は安定的に維持される。このため白表示、黒表示、グレイ表示のいずれの場合にも、表示を書き換えた後は、電圧無印加のままで、その表示状態が保持される。表示の書き換え時以外は電力を消費しない。このため消費電力を極めて低く抑えた、超低消費電力駆動が可能である。特に反射型ディスプレイに適用した場合、メリットは大きい。表示は半永久的に保持することが可能であり、高コントラスト比と両立可能である。

30

【0194】

第2の実施例に示したように、駆動方法として、たとえば線順次駆動法等の、メモリ性を利用した駆動方法を適用することができる。したがってこの場合、高価なTFE等を用いることなく、単純マトリクス表示により、大容量のドットマトリクス表示を行うことができる。すなわち、低コストで大容量の表示を行うことが可能である。

【0195】

TFE等のスイッチング素子を用いる場合、大容量の表示切替を高速に行うことができる。TFEを用いた液晶表示素子とする場合、たとえばIPS液晶で広く用いられているTFE基板をそのまま用いることも可能である。対向基板には、たとえば透明電極を形成する必要があるものの、マスキスパッタなどを使用して簡便に形成可能であるため、コストアップの要素は少ない。対向基板が電極を備えることで、ラビング時、静電気による悪影響を受けにくいというメリットもある。

40

【0196】

更に、実施例及び変形例による液晶表示素子によれば、透過型ディスプレイ、透反ディスプレイ、反射型ディスプレイのいずれの場合にも好適なディスプレイを実現することができる。

【0197】

以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

50

【 0 1 9 8 】

たとえば、実施例においては、偏光板をクロスニコルに配置しノーマリホワイト表示の液晶表示素子としたが、偏光板を平行ニコルに配置しノーマリブラック表示の液晶表示素子としてもよい。ただノーマリホワイトとした方が高コントラスト比での表示を実現しやすいであろう。ノーマリホワイト表示の場合、良好な黒表示を得るためには、上側及び下側偏光板 1 6 a、1 6 b の透過軸方向のなす角度は、9 0 ° 付近であることが望ましい。

【 0 1 9 9 】

また、実施例においては、配向処理をラビングで行ったが、たとえば光配向法、斜方蒸着法等、他の配向処理方法を用いて配向処理を行うことができる。

【 0 2 0 0 】

更に、実施例においては下側基板 1 0 b にのみ、液晶層 1 5 (画素領域)の全体及び一部に横電界を生じさせる電極を形成したが、下側基板 1 0 b だけでなく、上側基板 1 0 a にも形成することができる。横電界を生じさせる電極は、上側基板 1 0 a、下側基板 1 0 b のうちの少なくとも一方に形成すればよい。

【 0 2 0 1 】

その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者には自明であろう。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 0 2 】

液晶表示素子全般、たとえば単純マトリクス駆動を行う液晶表示素子全般に利用することができる。また、低消費電力、広い視角特性、低価格等が求められる液晶表示素子に利用可能である。

【 0 2 0 3 】

メモリ性を有する点からは、たとえば省電力で頻繁な書き換えを必要としない情報機器(パーソナルコンピュータ、携帯情報端末等)の表示面等、反射型、透過型、投射型のディスプレイに好ましく適用可能である。また、磁気記録ないし電気記録されたカードの情報表示面、児童用玩具、電子ペーパー等に利用することができる。

【 0 2 0 4 】

更に、災害発生時の停電に際しても表示を保つためのディスプレイに利用可能である。

【符号の説明】

【 0 2 0 5 】

- 1 0 a 上側基板
- 1 0 b 下側基板
- 1 1 a 上側透明基板
- 1 1 b 下側透明基板
- 1 2 a 上側ベタ電極
- 1 2 b 下側ベタ電極
- 1 2 c 第 1 櫛歯電極
- 1 2 d 第 2 櫛歯電極
- 1 3 絶縁膜
- 1 4 a 上側配向膜
- 1 4 b 下側配向膜
- 1 5 液晶層
- 1 6 a 上側偏光板
- 1 6 b 下側偏光板
- 2 0 電源
- 2 1 スリット電極
- 2 1 a スリット
- 2 2、2 2 a コモン線
- 2 3 走査線
- 2 4 半導体膜

10

20

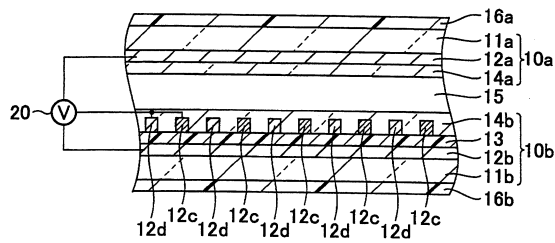
30

40

50

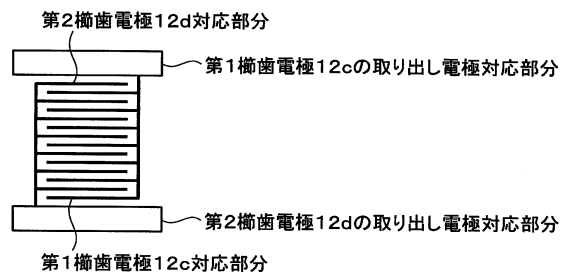
- 2 5 ソース電極
- 2 6、2 6 a ドレイン電極
- 2 7 信号線
- 2 8 絶縁膜
- 3 1 ~ 3 3 ドライバ
- 3 4 画素部

【図 1】

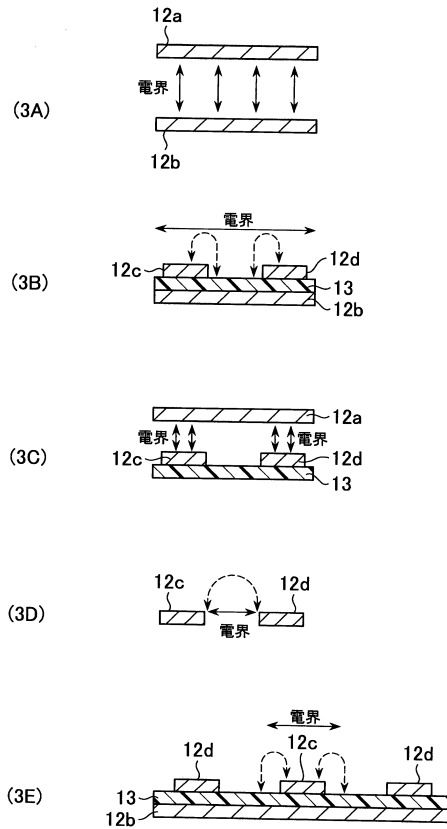


- 10a: 上側基板
- 10b: 下側基板
- 11a: 上側透明基板
- 11b: 下側透明基板
- 12a: 上側ベータ電極
- 12b: 下側ベータ電極
- 12c: 第1櫛歯電極
- 12d: 第2櫛歯電極
- 13: 絶縁膜
- 14a: 上側配向膜
- 14b: 下側配向膜
- 15: 液晶層
- 16a: 上側偏光板
- 16b: 下側偏光板
- 20: 電源

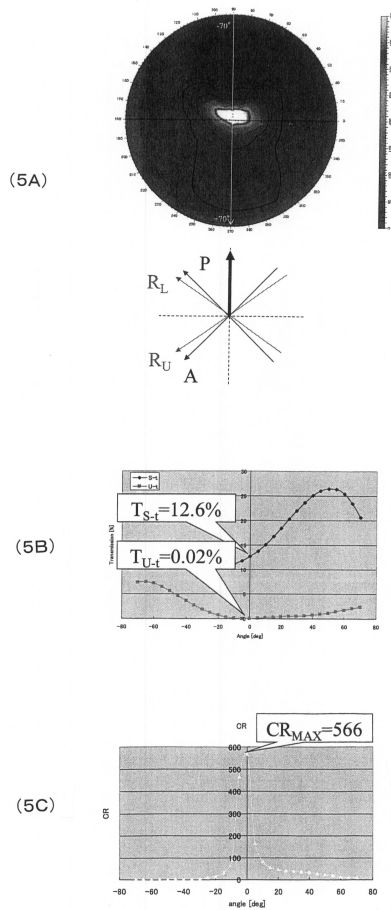
【図 2】



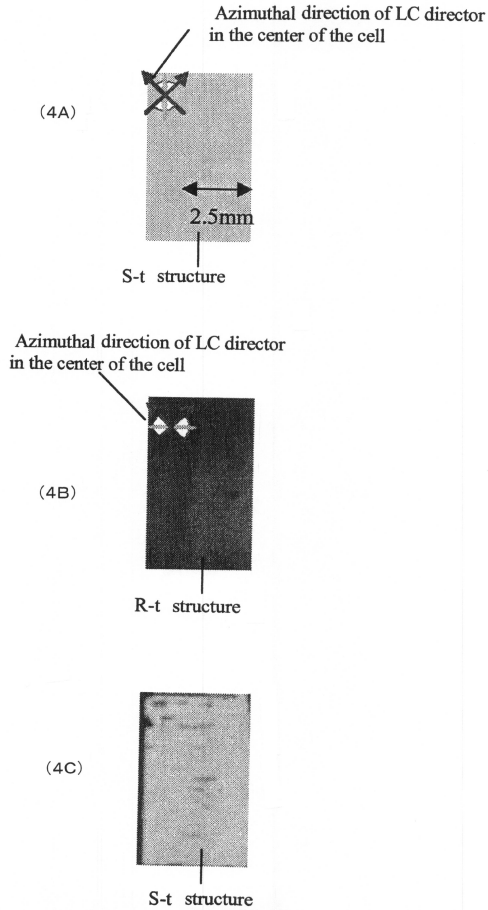
【図 3】



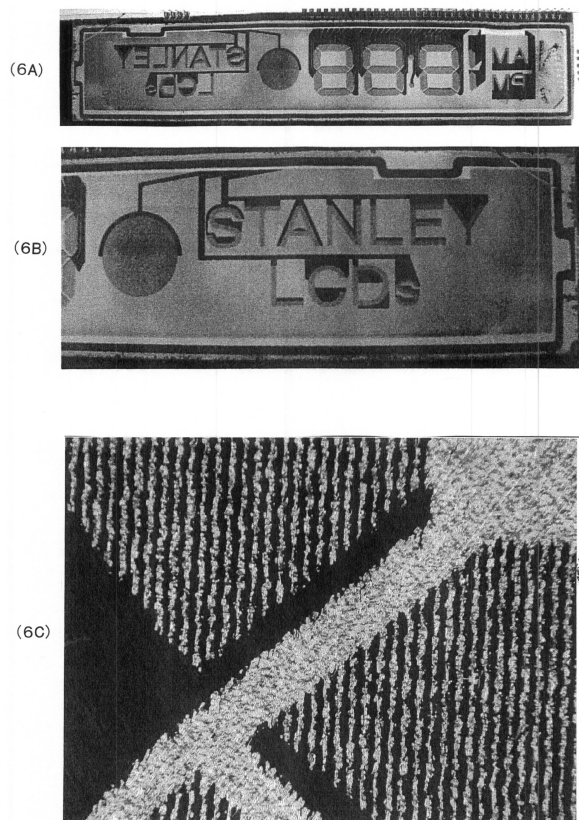
【図 5】



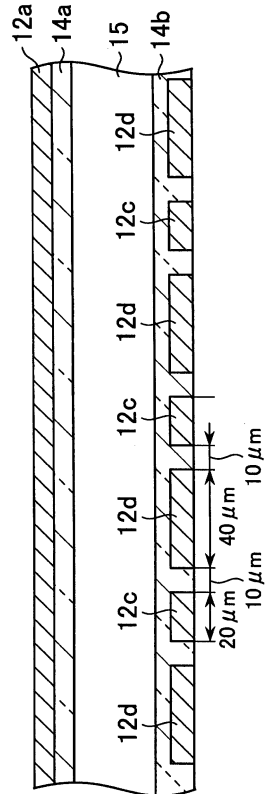
【図 4】



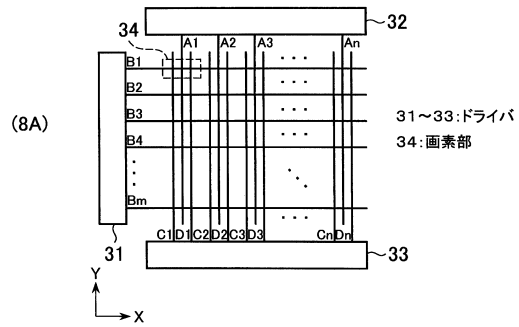
【図 6】



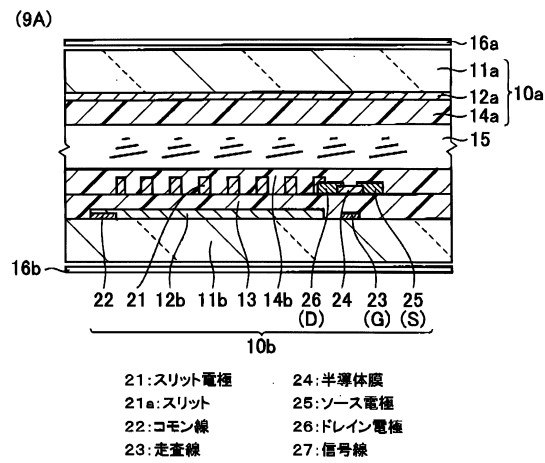
【図 7】



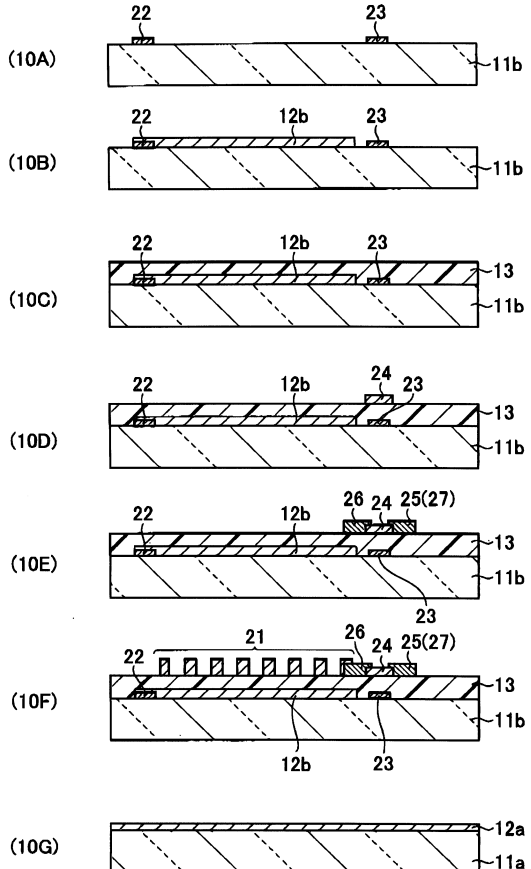
【図 8】



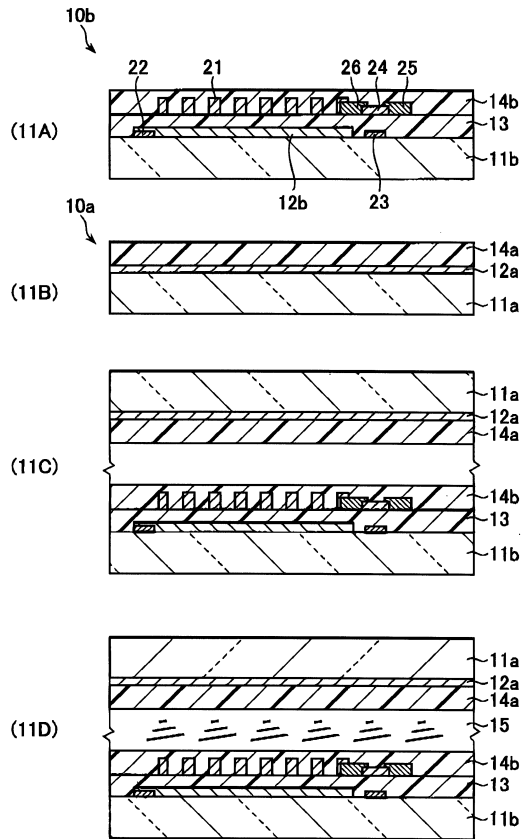
【図 9】



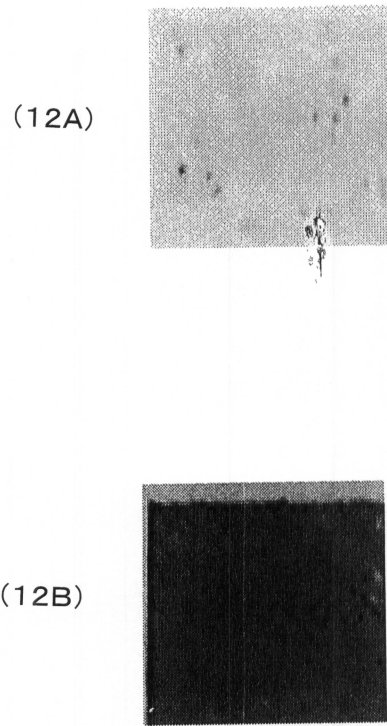
【図 10】



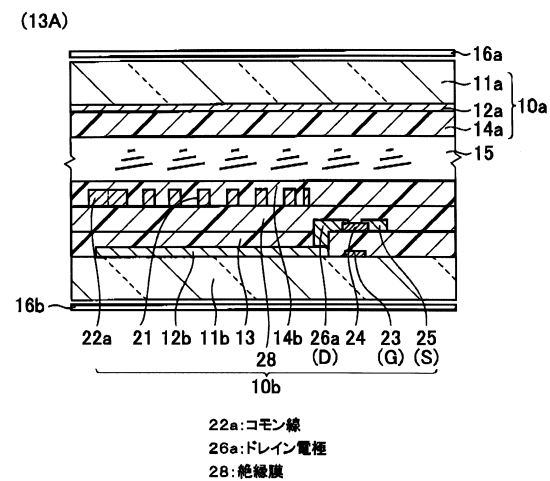
【図 1 1】



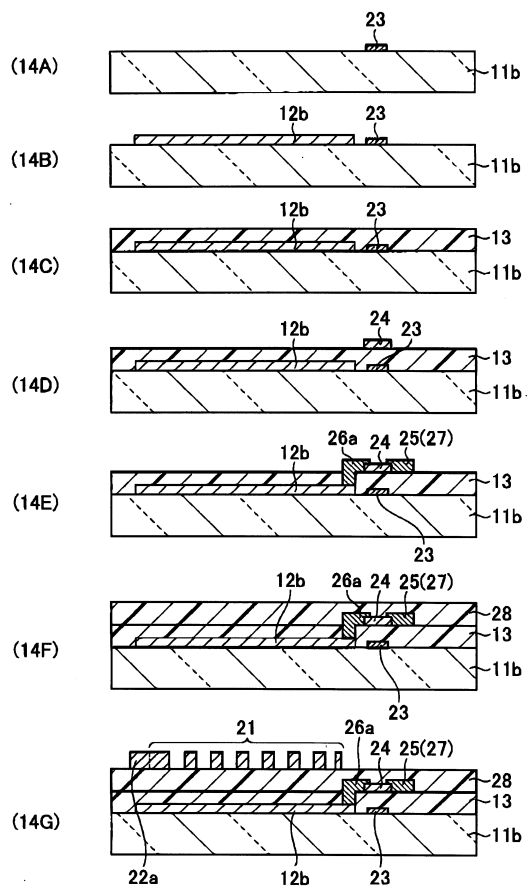
【図 1 2】



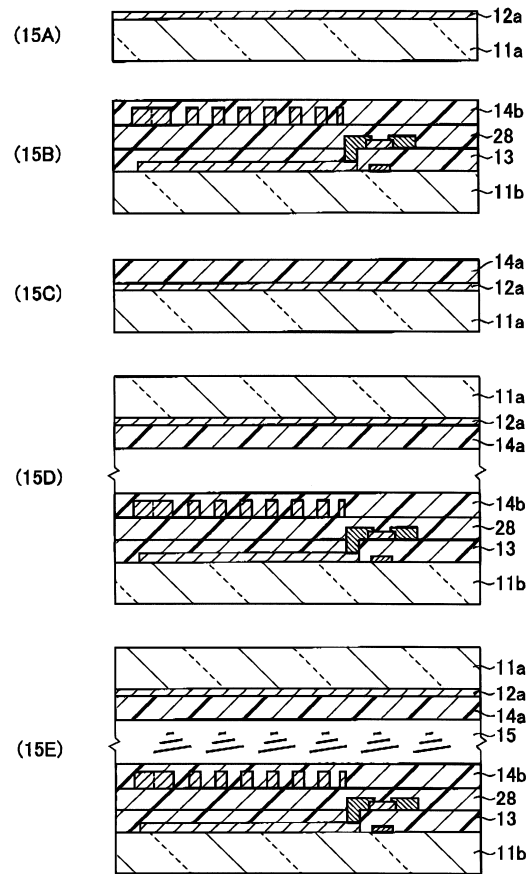
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

審査官 磯崎 忠昭

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 0 3 5 4 7 (J P , A)
特表 2 0 0 5 - 5 2 5 5 9 5 (J P , A)
国際公開第 0 2 / 0 0 6 8 8 7 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 1 9 0 0 7 7 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

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 7
G 0 2 F	1 / 1 3 4 3

专利名称(译)	液晶显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	JP6186112B2	公开(公告)日	2017-08-23
申请号	JP2012066693	申请日	2012-03-23
[标]申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气株式会社		
申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气有限公司		
[标]发明人	都甲康夫 加藤惠介		
发明人	都甲 康夫 加藤 惠介		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/139 G02F1/133		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/139 G02F1/133.560		
F-TERM分类号	2H088/EA62 2H088/GA02 2H088/GA17 2H088/HA02 2H088/HA03 2H088/HA04 2H088/HA06 2H088/HA18 2H088/JA05 2H088/KA01 2H088/KA29 2H088/MA02 2H088/MA13 2H092/GA14 2H092/GA17 2H092/HA04 2H092/MA04 2H092/MA05 2H092/MA07 2H092/MA13 2H092/MA17 2H092/NA01 2H092/PA02 2H092/PA06 2H092/PA11 2H092/QA07 2H092/RA10 2H193/ZA21 2H193/ZB42 2H193/ZC24 2H193/ZD23 2H193/ZE15 2H193/ZP02 2H193/ZP03 2H193/ZP15 2H193/ZQ06 2H193/ZQ20 2H193/ZR12		
审查员(译)	矶崎忠明		
其他公开文献	JP2013195996A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：执行各种显示。解决方案：液晶显示元件包括：经过取向处理的第一基板;第二基板，与第一基板平行设置，并进行对准处理;待扭曲排列的液晶层，设置在第一和第二基板之间，并包括手性剂。在液晶层不含手性剂的情况下，当扭曲液晶分子的旋转方向被定义为第一旋转方向时，手性剂向液晶层施加朝向相反的第二旋转方向的旋转性能。到第一个转弯方向。在第一基板和第二基板之间形成电极。电极可以在液晶层的厚度方向上产生电场，或者在与液晶层的厚度方向垂直的方向上产生电场，到达液晶层的一部分。

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B2)		(11) 特許番号 特許第6186112号 (P6186112)	
(45) 発行日 平成29年8月23日 (2017. 8. 23)		(24) 登録日 平成29年8月4日 (2017. 8. 4)			
(51) Int. Cl.		F 1			
G 0 2 F 1 / 1343 (2006. 01)		G 0 2 F 1 / 1343			
G 0 2 F 1 / 139 (2006. 01)		G 0 2 F 1 / 139			
G 0 2 F 1 / 133 (2006. 01)		G 0 2 F 1 / 133		5 6 0	
請求項の数 9 (全 33 頁)					
(21) 出願番号 特願2012-66693 (P2012-66693)		(73) 特許権者 000002303			
(22) 出願日 平成24年3月23日 (2012. 3. 23)		スタンレー電気株式会社			
(65) 公開番号 特開2013-195996 (P2013-195996A)		東京都目黒区中目黒2丁目9番13号			
(43) 公開日 平成25年9月30日 (2013. 9. 30)		(74) 代理人 100091340			
審査請求日 平成27年3月12日 (2015. 3. 12)		弁理士 高橋 敬四郎			
		(74) 代理人 100141302			
		弁理士 鶴岡 伸一			
		(74) 代理人 100168561			
		弁理士 足立 能啓			
		(72) 発明者 都甲 康夫			
		東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス			
		タンレー電気株式会社内			
		(72) 発明者 加藤 恵介			
		東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス			
		タンレー電気株式会社内			
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子及びその駆動方法					

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子及びその駆動方法