

明 細 書

発明の名称：液晶ディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、液晶ディスプレイに関する。より詳しくは、水平配向モードの一種であるフリンジフィールドスイッチング（FFS：Fringe Field Switching）方式に好適な液晶ディスプレイに関するものである。

背景技術

[0002] 液晶ディスプレイは、一般的には、画素電極及び薄膜トランジスタ（TFT）がマトリクス状に形成された薄膜トランジスタ基板（以下、アレイ基板とも言う。）と、アレイ基板に対向し、画素電極に対応する場所にカラーフィルタが形成された対向基板とを備えており、アレイ基板及び対向基板の間には液晶層が挟持されている。そして、画素毎に、液晶層中の液晶分子の配向を制御して光の透過率を制御することによって、画像を生成している。

[0003] 液晶ディスプレイは、フラットで軽量であることから、その用途は、TV等の大型表示装置から、携帯電話やDSC（Digital Still Camera）等、色々な分野に広がっている。しかしながら、液晶ディスプレイでは視野角特性が問題になることがある。視野角特性が悪いと、画面を正面から見た場合と斜め方向から見た場合とで、輝度及び／又は色度が変化する。

[0004] 液晶ディスプレイの主要な液晶モードとしては、誘電率異方性が負の液晶分子に対して基板面に垂直方向の電界を印加して該液晶分子の配向を制御する垂直配向（VA：Vertical Alignment）モードと、誘電率異方性が正又は負の液晶分子に対して基板面に水平方向（平行な方向）の電界（横電界）を印加して該液晶分子の配向を制御する水平配向モードとが知られている。視野角特性に関しては、一般的には、垂直配向モードよりも水平配向モードの方が優れていると言われている。また、水平配向モードの液晶ディスプレイの一種として、フリンジフィールドスイッチング（FFS

: Fringe Field Switching) 方式の液晶ディスプレイが提案されている。FFS方式の液晶ディスプレイは、液晶層にフリンジ電界（横電界と縦電界の両成分を含む斜め電界）を印加することによって表示を行う。

[0005] FFS方式の液晶ディスプレイに関しては、例えば、有機パッシベーション膜の上に形成された対向電極の上に層間絶縁膜を形成する前に、プラズマアッシャー処理を行って有機パッシベーション膜の表面を削ってオーバーハング部を形成する技術が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-53371号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] FFS方式の液晶ディスプレイにおいては、対向電極と、対向電極上に形成された層間絶縁膜との密着性が低下し、層間絶縁膜の剥離が生じることがある。この要因としては、以下の2つが考えられる。1つ目は、層間絶縁膜を有機絶縁膜上に形成する必要がある、層間絶縁膜の成膜温度を上げることができず、低温で層間絶縁膜が成膜されることである。2つ目は、対向電極上のレジスト残渣である。以上の要因によって、対向電極と、その上の層間絶縁膜との密着性を確保することが困難になると考えられる。

[0008] 図10は、本発明者らが検討を行った比較形態1に係るアレイ基板の断面模式図であり、表示領域内のTF T及びその周辺を示す。

比較形態1に係るアレイ基板は、FFS方式の液晶ディスプレイ用のアレイ基板であり、図10に示すように、絶縁性基板111と、絶縁性基板111上のTF T122と、TF T122上の第1層間絶縁膜117と、第1層間絶縁膜117上の有機絶縁膜118と、有機絶縁膜118上の対向電極119と、有機絶縁膜118及び対向電極119を覆う第2層間絶縁膜120と

、第2層間絶縁膜120上の画素電極121とを有している。TFT122は、ゲート電極112と、ゲート絶縁膜113と、半導体層114と、ソース電極115と、ドレイン電極116とを含んでいる。

[0009] 有機絶縁膜118は、アレイ基板の表面の凹凸を小さくために設けられている。第2層間絶縁膜120をプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) により形成する場合、成膜温度は高いほうが下地膜との密着性はよくなるが、有機絶縁膜118の特性変化を抑制するために成膜温度は低温である必要がある。具体的には220℃以下の成膜温度が好ましい。しかしながら、低温で形成された第2層間絶縁膜120は、下地膜との密着性が悪く、上述のように剥がれてしまうことがある。

[0010] このような課題に対して、特許文献1には、層間絶縁膜を形成する前にプラズマアッシャー処理を行うことによって、有機パッシベーション膜の表面を削るとともに対向電極表面を粗面化し、更に、対向電極上のレジスト残渣を除去し、対向電極と層間絶縁膜の接着力を向上する技術が開示されている。

[0011] しかしながら、特許文献1に記載の技術を用いた場合は、プラズマアッシャー処理によって有機パッシベーション膜が大きく削れ、その上の対向電極が有機パッシベーション膜に対してオーバーハングしてしまう。そのため、対向電極の端部付近において、対向電極上の層間絶縁膜の被覆性が悪化し、不具合が発生する可能性がある。具体的には、層間絶縁膜の防湿性が低下したり、液晶分子の配向乱れが発生したりすることがある。また、層間絶縁膜を開口する際のフォトリソグラフィーにてレジスト塗布性が低下することがある。その結果、層間絶縁膜上にレジスト材料を塗布した時にハジキ等の塗布不良が発生することがある。

[0012] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、防湿性及びレジスト塗布性を向上できるとともに、液晶分子の配向乱れの発生を抑制できる液晶ディスプレイを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の一態様は、有機絶縁膜と、

前記有機絶縁膜上の透明電極と、
前記透明電極上の層間絶縁膜とを備える液晶ディスプレイであってもよく、
前記透明電極は、プラズマ処理された表面を有してもよく、
前記有機絶縁膜は、前記透明電極の端部から垂直方向に削られており、前記端部の下に段差部を有してもよく、
前記透明電極は、前記段差部から側方に向かって突出していなくてもよく、
前記段差部の高さは、20 nm以下であってもよい。
以下、この液晶ディスプレイを本発明に係る第1の液晶ディスプレイとも言う。

[0014] 本発明の他の態様は、有機絶縁膜と、
前記有機絶縁膜上の透明電極と、
前記透明電極上の層間絶縁膜とを備える液晶ディスプレイであってもよく、
前記透明電極は、プラズマ処理された表面を有してもよく、
前記有機絶縁膜は、前記透明電極の端部の下に、段差のない平坦な上面を有してもよい。
以下、この液晶ディスプレイを本発明に係る第2の液晶ディスプレイとも言う。

[0015] 本発明に係る第1及び第2の液晶ディスプレイにおける好ましい実施形態について以下に説明する。なお、以下の好ましい実施形態は、適宜、互いに組み合わせられてもよく、以下の2以上の好ましい実施形態を互いに組み合わせた実施形態もまた、好ましい実施形態の一つである。

[0016] 前記段差部の高さは、10 nm未満であってもよい。

[0017] 前記透明電極は、対向電極又は画素電極であってもよい。

[0018] 本発明に係る第1及び第2の液晶ディスプレイは、前記有機絶縁膜の下方に、酸化物半導体を有するTFTを更に備えてもよい。

[0019] 前記酸化物半導体は、インジウム、ガリウム、亜鉛及び酸素を含んでもよい。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、防湿性及びレジスト塗布性を向上できるとともに、液晶分子の配向乱れの発生を抑制できる液晶ディスプレイを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]実施形態1の液晶ディスプレイの断面模式図であり、表示領域内のTFT及びその周辺を示す。

[図2]図1における対向電極の端部付近の拡大図である。

[図3]実施形態1の液晶ディスプレイに含まれるアレイ基板のプロセスフロー図である。

[図4]対向電極形成前の実施形態1に係るアレイ基板の断面のSEM写真である。

[図5]対向電極形成前の実施形態1に係るアレイ基板の断面のSEM写真である。

[図6]対向電極形成前の比較形態2に係るアレイ基板の断面のSEM写真である。

[図7]対向電極形成前の比較形態3に係るアレイ基板の断面のSEM写真である。

[図8]対向電極形成前の比較形態4に係るアレイ基板の断面のSEM写真である。

[図9]実施形態2の液晶ディスプレイに含まれるアレイ基板の断面模式図であり、表示領域内のTFT及びその周辺を示す。

[図10]比較形態1に係るアレイ基板の断面模式図であり、表示領域内のTFT及びその周辺を示す。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に実施形態を掲げ、本発明を図面に参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0023] なお、本明細書において、対向電極の端部とは、対向電極が途切れる部分を意味する。したがって、対向電極の端部は、例えば、対向電極に形成された

開口に隣接する部分であってもよいし、対向電極の外周に隣接する部分（周縁部）であってもよい。

[0024] （実施形態１）

図１は、実施形態１の液晶ディスプレイの断面模式図であり、表示領域内のＴＦＴ及びその周辺を示す。

本実施形態の液晶ディスプレイは、アクティブマトリクス駆動方式、かつ、透過型の液晶ディスプレイであり、水平配向モードの一種であるＦＦＳ方式の液晶ディスプレイである。図１に示すように、本実施形態の液晶ディスプレイは、液晶パネル１と、液晶パネル１の後方に配置されたバックライト（図示せず）と、液晶パネル１及びバックライトを駆動及び制御する制御部（図示せず）と、液晶パネル１を制御部に接続するフレキシブル基板（図示せず）とを備えている。

[0025] 液晶パネル１は、画像を表示する表示領域を含み、表示領域には、複数の画素がマトリクス状に配置されている。なお、各画素は、複数色（例えば、赤、緑、及び、青の３色）のサブ画素から構成されてもよい。他方、本実施形態の液晶ディスプレイは、モノクロ液晶ディスプレイであってもよく、その場合は、各画素を複数のサブ画素に分割する必要はない。

[0026] 液晶パネル１は、アレイ基板（アクティブマトリクス基板）１０と、アレイ基板１０に対向する対向基板４０と、基板１０、４０の間に設けられた液晶層３０及びシール（図示せず）と、アレイ基板１０の液晶層３０側の表面上に設けられた配向膜３１と、対向基板４０の液晶層３０側の表面上に設けられた配向膜３２と、後述するソースバスライン用の駆動回路であるソースドライバ（図示せず）と、後述するゲートバスライン用の駆動回路であるゲートドライバ（図示せず）とを有している。配向膜３１、３２は、液晶層３０中の液晶分子（図示せず）の初期配向を規定している。

[0027] シールは、表示領域を取り囲むように形成されている。また、シールは、基板１０、４０を互いに接着するとともに、液晶層３０を基板１０、４０の間に封止している。

[0028] アレイ基板 10 は、液晶ディスプレイの背面側に設けられ、対向基板 40 は、観察者側に設けられている。アレイ基板 10 にはバックライトから光が照射され、そして、液晶パネル 1 に表示される画像が対向基板 40 側から観察される。各基板 10、40 の液晶層 30 とは反対側の表面上には、偏光板（図示せず）が貼り付けられている。これらの偏光板は、通常はクロスニコルに配置されている。

[0029] 対向基板 40 は、透明な絶縁性基板 41 と、複数色のカラーフィルタ 42 と、遮光部材として機能するブラックマトリクス（BM）43 と、カラーフィルタ 42 及び BM 43 を覆う透明なオーバーコート膜 44 と、複数の柱状のスペーサ（図示せず）と、対向基板 40 の液晶層 30 とは反対側の表面上に設けられた外部導電膜 45 とを有している。BM 43 は、表示領域の周囲の領域（額縁領域）と、バスラインに対向する領域と、後述する TFT に対向する領域とを遮光するように形成されている。各色のカラーフィルタ 42 は、表示領域内に設けられており、BM 43 で区画された領域、すなわち、BM 43 の開口を覆うように形成されている。オーバーコート膜 44 は、対向基板 40 の表面の凹凸を小さくする（平坦化する）ために設けられている。柱状のスペーサは、アレイ基板 10 と対向基板 40 との間隔を所定の間隔に保持するための部材であり、BM 43 上の遮光領域内に配置されている。外部導電膜 45 は、液晶パネル 1 の内部の電界を安定化させるために設けられており、例えば、スパッタ法を用いてインジウム・錫酸化物（ITO: Indium Tin Oxide）等の透明導電膜材料から形成されている。

[0030] アレイ基板 10 は、透明な絶縁性基板 11 を有し、絶縁性基板 11 上に形成された種々の部材を有している。具体的には、互いに交差するように設けられた、複数のソースバスライン及び複数のゲートバスライン（いずれも図示せず）を表示領域内に有している。ゲートバスラインに平行に複数のコモンバスラインを設けてもよい。各サブ画素は、ソースバスラインと、ゲートバスライン又はコモンバスラインとによって区画される領域にほぼ一致している。

- [0031] アレイ基板 10 は、スイッチング素子として機能する複数の TFT 22 を表示領域内に有している。絶縁性基板 11 上には、ゲート電極 12 が設けられ、ゲート電極 12 を覆うようにゲート絶縁膜 13 が設けられている。ゲート絶縁膜 13 上にはゲート電極 12 に重なるように半導体層 14 が設けられている。半導体層 14 は、島状に形成されている。また、ゲート絶縁膜 13 上には半導体層 14 に部分的に重なるようにソース電極 15 及びドレイン電極 16 が設けられている。ゲート絶縁膜 13、半導体層 14、ソース電極 15 及びドレイン電極 16 上には第 1 層間絶縁膜 17 が設けられている。第 1 層間絶縁膜 17 上には有機絶縁膜 18 が設けられている。有機絶縁膜 18 上には、上記透明電極に相当する透明な対向電極 19 が設けられている。対向電極 19 上には有機絶縁膜 18 及び対向電極 19 を覆うように第 2 層間絶縁膜 20 が設けられている。第 2 層間絶縁膜 20 上には、各 TFT 22 に接続された透明な画素電極 21 が設けられている。TFT 22 及び画素電極 21 は、各サブ画素に対応する領域に設けられている。各 TFT 22 は、対応するソースバスライン及びゲートバスラインに接続されている。
- [0032] TFT 22 は、ボトムゲート構造を有し、ゲート電極 12、ゲート絶縁膜 13、半導体層 14、ソース電極 15 及びドレイン電極 16 から構成されている。ゲート電極 12 は、ゲートバスラインに接続され、ソース電極 15 は、ソースバスラインに接続されている。ソース電極 15 及びドレイン電極 16 は各々、半導体層 14 に接続されている。
- [0033] ドレイン電極 16 上において、第 1 層間絶縁膜 17、有機絶縁膜 18 及び第 2 層間絶縁膜 20 にはそれぞれ、開口が形成されており、これらの開口を通して画素電極 21 はドレイン電極 16 に接続されている。画素電極 21 には、互いに平行な複数のスリット（細長い開口）21a が形成されている。他方、対向電極 19 は、上記開口を除く領域に、少なくともスリット 21a に対向するように形成されている。対向電極 19 は、上記開口以外の領域において、表示領域全体を覆うように形成されてもよい。
- [0034] ゲートバスライン及びゲート電極 12 には、ゲートドライバから所定のタイ

ミングで走査信号がパルス的に供給され、走査信号は、線順次方式により、各 T F T 2 に印加される。T F T 2 は、走査信号の入力により一定期間だけオン状態になる。T F T 2 がオン状態の間、画素電極 21 にはソースバスライン及び T F T 2 を介してソースドライバから画像信号が供給される。他方、対向電極 19 には、全ての画素に共通して印加される信号である。共通信号が供給される。そのため、画素電極 21 に画像信号が印加されると、画素電極 21 及び対向電極 19 の間に放物線状に電気力線が発生し、液晶層 30 には画像信号に応じたフリントジ電界が発生する。そして、このフリントジ電界により液晶分子（通常は、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子）の配向（回転）が制御され、その結果、各サフ画素の光透過率が制御される。このようにして多数のサフ画素が個々に独立して駆動され、表示領域に画像が表示されることになる。

[0035] また、画素電極 21 は、対向電極 19 に重なり、これらの間には第 2 層間絶縁膜 20 が介在している。更に、対向電極 19 には上述のように共通信号が印加されている。したがって、画素電極 21 に画像信号が印加されると、これらの透明な部材によって保持容量が形成される。このように、画素電極 21 及び対向電極 19 は、保持容量用の電極としても機能する。また、第 2 層間絶縁膜 20 は、画素電極 21 と対向電極 19 との間を絶縁する絶縁体として機能するとともに、保持容量を形成する誘電体としても機能する。

[0036] 図 2 は、図 1 における対向電極の端部付近の拡大図である。

後述するように、本実施形態では、第 2 層間絶縁膜 20 の形成前にプラスマ処理を行う。そのため、対向電極 19 は、プラスマ処理された表面を有する。また、このプラスマ処理によって有機絶縁膜 18 の一部が僅かにエッチングされる。その結果、図 2 に示すように、有機絶縁膜 18 は、対向電極 19 の端部 19 a から垂直方向に削られ、端部 19 a の下に段差部 18 a を有することになる。ただし、対向電極 19 は、段差部 18 a から側方に向かって突出しておらず、オーバーハング部は形成されていない。また、段差部 18 a の高さ h、すなわち、有機絶縁膜 18 が垂直方向に削れた量は、20 nm

以下に設定されている。なお、垂直方向とは、絶縁性基板 11 の主面に対する法線方向を意味する。

[0037] このような構造が形成されているため、プラズマ処理によって第 2 層間絶縁膜 20 の密着性を確保した上で、更に、端部 19a 及び段差部 18a 付近において第 2 層間絶縁膜 20 の被覆性を確保することができる。第 2 層間絶縁膜 20 は、上述した保持容量の誘電体としての役割の他、水分ブロックの役割も果たしている。そのため、段差部 18a 付近における被覆性が悪化した場合、段差部 18a から水分が侵入して、有機絶縁膜 18 が膨潤し、有機絶縁膜 18 の特性劣化を引き起こす可能性がある。また、この場合、段差部 18a から水分が侵入して TFT 22 まで達し、TFT 22 の特性劣化を引き起こす可能性もある。しかしながら、本実施形態では、そのような不具合の発生を抑制することができる。

[0038] 更に、第 2 層間絶縁膜 20 が十分な被覆性を有するため、第 2 層間絶縁膜 20 のレジスト塗布性が低下するのを防ぐことができる。したがって、第 2 層間絶縁膜 20 上にレジスト材料を塗布した時にハジキ等の塗布不良が発生するのを抑制することができる。

[0039] そして、上記構造によれば、端部 19a 及び段差部 18a 付近において液晶分子の配向乱れが発生するのを抑制することができる。

[0040] なお、段差部 18a の高さ h は、10nm 未満であってもよい。高さ h の下限は特に限定されず、適宜設定することができ、高さ h は、例えば、1nm 以上であってもよい。

[0041] 以下、本実施形態の液晶ディスプレイの製造方法について説明する。図 3 は、実施形態 1 の液晶ディスプレイに含まれるアレイ基板のプロセスフロー図である。

まず、絶縁性の表面を有する絶縁性基板 11 を準備する。絶縁性基板 11 としては、ガラス基板、シリコン基板、耐熱性を有するプラスチック基板等、ディスプレイ用途に一般的に用いられている絶縁性基板を使用することができる。上記プラスチック基板の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフ

タレート樹脂、ポリエチレンナフタレート樹脂、ポリエーテルサルフォン樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂等を挙げることができる。

[0042] 次に、絶縁性基板 11 上に、ゲート電極 12、ゲートバスライン等を含む導電層（以下、ゲート層とも言う。）を形成する。ゲート層の材料としては、例えば、モリブデン（Mo）、アルミニウム（Al）等を用いることができる。また、ゲート層は、バリアメタル層を含んでもよく、バリアメタル層の材料としては、例えば、チタン（Ti）、モリブデン（Mo）等を用いることができる。スパッタリング法を用いて成膜し、フォトリソグラフィ法を用いてレジストパターンを形成し、ウェットエッチング又はドライエッチングによりパターニングを行う。

[0043] 次に、ゲート層が形成された絶縁性基板 11 上にゲート絶縁膜 13 を形成する。ゲート絶縁膜 13 の材料としては、例えば、シリコン窒化（SiN_x）、酸化シリコン（例えばSiO₂）等を用いることができる。プラズマCVD法又はスパッタリング法を用いて成膜を行う。ゲート絶縁膜 13 は、上記材料から形成された積層膜であってもよい。

[0044] 次に、ゲート絶縁膜 13 上に島状の半導体層 14 を形成する。半導体層 14 の材料としては、例えば、アモルファスシリコン（a-Si）、ポリシリコン（poly-Si）、酸化物半導体等を用いることができる。プラズマCVD法又はスパッタリング法を用いて成膜し、フォトリソグラフィ法を用いてレジストパターンを形成し、ウェットエッチング又はドライエッチングによりパターニングを行う。

[0045] 酸化物半導体は、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、亜鉛（Zn）、マグネシウム（Mg）及びカドミウム（Cd）からなる群より選ばれる少なくとも一種の元素と、酸素（O）とを含むことが好ましく、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）及び酸素（O）を含むことがより好ましい。酸化物半導体を用いた場合は、アモルファスシリコンを用いた場合に比べて、TFT22の移動度を高くすることができる。そのため、精細度が高くなったとしても、すなわち、サ

ゾ画素当たりの TFT22 のオン時間が短くなったとしても、液晶層 30 に十分に電圧を印加することができる。また、酸化物半導体を用いた場合は、アモルファスシリコンを用いた場合に比べて、TFT22 のオフ状態でのリーク電流を減少することができる。そのため、高精細度の場合もそうでない場合も、低周波駆動、停止期間を設ける駆動等の駆動を採用でき、その結果、消費電力を低減することができる。

[0046] 次に、半導体層 14 が形成された絶縁性基板 11 上に、ソース電極 15、ドレイン電極 16、ソースバスラインを含む導電層（以下、ソース層とも言う。）を形成する。ソース層の材料としては、例えば、モリブデン (Mo)、アルミニウム (Al) 等を用いることができる。また、ソース層は、バリウム層を含んでもよく、バリウム層の材料としては、例えば、チタン (Ti)、モリブデン (Mo) 等を用いることができる。スパッタリング法を用いて成膜し、フォトリソグラフィ法を用いてレジストパターンを形成し、ウエットエッチング又はドライエッチングによりパターニングを行う。

[0047] 次に、ソース層が形成された絶縁性基板 11 上に無機パッシベーション膜として第 1 層間絶縁膜 17 を形成する。第 1 層間絶縁膜 17 は、TFT22、特に TFT22 のチャネル部を不純物から保護する。第 1 層間絶縁膜 17 の材料としては、例えば、シリコン窒化 (SiNx)、酸化シリコン（例えば SiO₂）等を用いることができる。プラズマ CVD 法又はスパッタリング法を用いて成膜を行う。第 1 層間絶縁膜 17 は、上記材料から形成された積層膜であってもよい。

[0048] 次に、第 1 層間絶縁膜 17 上に有機絶縁膜 18 を形成する。また、画素電極 21 をドレイン電極 16 に接続するための開口を有機絶縁膜 18 に形成する。有機絶縁膜 18 は、TFT22 の保護とともに、アレイ基板 10 の表面の凹凸を小さくする（平坦化する）ために設けられる。有機絶縁膜 18 の厚さは、好ましくは 1 μm ~ 4 μm であり、より好ましくは 2 μm ~ 3 μm である。有機絶縁膜 18 の材料としては、例えば、アクリル系感光性樹脂、シリコン系感光性樹脂、ポリイミド系感光性樹脂等の感光性樹脂を用いることが

できる。感光性樹脂材料を用いた場合、レジストパターンを形成することなく、感光性樹脂膜の露光及び現像、すなわちパターニングを行うことができる。パターニング後、アニールを行ってパターニングされた膜を焼成する。上記アニールによって、有機絶縁膜 18 の表面は、開口周辺において滑らかな曲面になる。上記アニールは、190℃～230℃で行うことが好ましく、200℃～220℃で行うことがより好ましく、30分～2時間行うことが好ましく、1時間程度行うことがより好ましい。

[0049] その後、有機絶縁膜 18 をマスクとしてドライエッチングを行うことで、第 1 層間絶縁膜 17 をエッチングし、ドレイン電極 16 の表面を露出させる。この結果、有機絶縁膜 18 及び第 1 層間絶縁膜 17 を貫通するコンタクトホールが形成される。

[0050] 次に、有機絶縁膜 18 上に対向電極 19 を形成する。対向電極 19 は、有機絶縁膜 18 の平坦な上面上に形成される。対向電極 19 の材料として、例えば、透明導電膜材料を用いることができる。透明導電膜材料の具体例としては、ITO等の金属酸化物が挙げられる。スパッタリング法を用いて成膜し、フォトリソグラフィ法を用いてレジストパターンを形成し、ウェットエッチングによりパターニングを行う。対向電極 19 の厚さは、好ましくは50nm～200nmであり、より好ましくは60nm～120nmである。

[0051] 次に、第 2 層間絶縁膜 20 を形成する前に、対向電極 19 を形成した絶縁性基板 11 に対して処理（以下、前処理とも言う。）を施す。前処理としては、プラズマ処理を行えばよい。これにより、対向電極 19 上のレジスト残渣を除去することができる。また、対向電極 19 及び有機絶縁膜 18 の表面を粗面化することができる。そのため、対向電極 19 及び有機絶縁膜 18 と、第 2 層間絶縁膜 20 との密着性を向上することができる。また、プラズマは、特に有機絶縁膜 18 に対して強く作用するので、有機絶縁膜 18 の露出部は、プラズマによって分解除去される。すなわち、有機絶縁膜 18 は、対向電極 19 をマスクとして僅かにエッチングされたような状態になる。この結果、上述のように、高さ20nm以下の段差部 18a が形成される。

[0052] ただし、プラズマ処理の条件によっては、特許文献１に開示されたようにオーバーハング部が形成される可能性があるので、プラズマ処理の条件を適宜、調整することが好ましい。プラズマ処理を行う装置及び方式は特に限定されず、例えば、プラズマＣＶＤ装置、プラズマエッチング装置、プラズマアッシング装置等が挙げられる。なかでも、プラズマ処理は、第２層間絶縁膜２０の形成用装置（好適にはプラズマＣＶＤ装置）と同じ装置内で行うことが好ましい。なお、プラズマＣＶＤ装置を用いた場合、有機絶縁膜１８は、等方的にエッチング（分解除去）されると考えられる。しかしながら、本実施形態では、段差部１８ａの高さを２０ｎｍ以下に設定していることから、オーバーハング部が形成されるのを防止することができる。

[0053] 有機絶縁膜１８が削られる量は、プラズマ処理の時間が長いほど多くなるため、処理時間は、できるだけ短いことが好ましい。また、第２層間絶縁膜２０形成用のプラズマＣＶＤ装置を使用する場合、装置内は後述するように２００℃前後と常温に比べて高温であるが、絶縁性基板１１をプラズマＣＶＤ装置内に設置後、絶縁性基板１１の温度が上昇し過ぎない内にプラズマ処理を開始することが好ましい。処理を開始するまでの時間が長いほど有機絶縁膜１８が削られる量は多くなる。以上より、プラズマ処理の時間と、プラズマ処理を開始するまでの時間とは、いずれも数秒から数十秒に設定されることが好ましい。

[0054] プラズマ処理は、酸素系ガスを用いる酸素系プラズマ処理であることが好ましく、酸素系ガスの好適な具体例としては、酸素（ O_2 ）、一酸化二窒素（ N_2O ）等が挙げられる。プラズマＣＶＤ装置であれば N_2O ガスを、プラズマエッチング装置又はプラズマアッシング装置であれば O_2 ガスを使用することができる。金属酸化物を用いて対向電極１９を形成した場合は、酸素系プラズマ処理を行うことによって対向電極１９の表面を改質でき、表面の酸素欠損を修復することができる。

[0055] 次に、前処理を施した絶縁性基板１１上に無機パッシベーション膜として第２層間絶縁膜２０を形成する。第２層間絶縁膜２０の材料としては、例えば

、シリコン窒化（ SiN_x ）、酸化シリコン（例えば SiO_2 ）等を用いることができる。プラズマCVD法を用いて成膜し、フォトリソグラフィ法を用いてレジストパターンを形成し、ドライエッチングによりパターニングを行う。この結果、第2層間絶縁膜に開口が形成される。この開口は、上記コンタクトホールと少なくとも一部が重なるように、すなわち、開口内でドレイン電極16が露出するように形成される。第2層間絶縁膜20は、上記材料から形成された積層膜であってもよい。

[0056] 第2層間絶縁膜20の成膜温度は、有機絶縁膜18の変質が生じない範囲に設定される。具体的には、有機絶縁膜18の焼成温度以下であることが好ましい。より詳細には、 $190^{\circ}\text{C} \sim 230^{\circ}\text{C}$ が好ましく、 $200^{\circ}\text{C} \sim 220^{\circ}\text{C}$ がより好ましい。このように、第2層間絶縁膜20は、いわゆる低温CVD法により形成されることから、第2層間絶縁膜20と、その下の対向電極19及び有機絶縁膜18との密着性（接着性）の低下が懸念される。しかしながら、第2層間絶縁膜20の形成前に上述の前処理を行っていることから、これらの密着性（接着性）を確保することができる。なお、本実施形態では、対向電極19の端部19aによってオーバーハング部は形成されていないが、上記密着性は確保されることを本発明者らは確認している。

[0057] 次に、第2層間絶縁膜20が形成された絶縁性基板11上に画素電極21を形成する。画素電極21の材料として、例えば、透明導電膜材料を用いることができる。透明導電膜材料の具体例としては、ITO等の金属酸化物が挙げられる。スパッタリング法を用いて成膜し、フォトリソグラフィ法を用いてレジストパターンを形成し、ウェットエッチングによりパターニングを行う。

[0058] 以上の結果、アレイ基板が完成する。その後、セル組み立て工程において、アレイ基板と、別途作製した対向基板との各表面上に、ポリイミド等の有機樹脂を含む配向膜を塗布形成する。そして、ラビング処理、光配向処理等の方法を用いて、液晶分子が所定の方向に配向するように各配向膜に配向処理を施す。

- [0059] 次に、アレイ基板及び対向基板のいずれかの上に表示領域を囲むようにシール材を塗布し、アレイ基板及び対向基板のいずれかの上に液晶材料を滴下した後、アレイ基板と対向基板とを互いの配向膜が対向するように重ね合わせる。そして、シール材を硬化させて両基板を互いに貼り合わせる。この結果、両基板の間に液晶層が形成される。
- [0060] その後、偏光板及び位相板（任意）の貼り付け工程を経て、液晶パネルが完成する。そして、FPC基板と、駆動回路が形成されたICチップ（任意）とを液晶パネルに接続し、制御部及びバックライトユニットを液晶パネルに取り付け、これらを筐体に収納すると、実施形態1の液晶ディスプレイが完成する。
- [0061] 以下、有機絶縁膜18の段差部18aの高さ h と、第2層間絶縁膜20の被覆性との関係を調べた結果について説明する。図4～8は、対向電極形成前のアレイ基板の断面のSEM写真であり、図4及び5は、本実施形態に係るアレイ基板を示し、図6～8は、それぞれ、比較形態2～4のアレイ基板を示す。
- [0062] いずれのアレイ基板の製造工程でも第2層間絶縁膜20の形成前に、第2層間絶縁膜20形成用のプラズマCVD装置を用いて酸素系プラズマ処理を行った。酸素系ガスとしては、 N_2O ガスを使用した。プラズマ処理の時間と、アレイ基板をプラズマCVD装置内に設置してからプラズマ処理を開始するまでの時間（以下、処理開始までの時間とも言う。）と、プラズマCVD装置の電極間距離とを変更したことを除いて、図4～8のアレイ基板は互いに同様に作製した。図5～8の場合では、図4の場合に比べて、プラズマ処理の時間、及び／又は、処理開始までの時間を長くした。電極間距離は、図7の場合は30mmとし、図7以外の場合は25mmとした。図4～8のいずれの場合も、RF電力は、 $57\text{ mW}/\text{cm}^2$ に設定し、プロセス圧力は、 1100 mTorr に設定した。
- [0063] その結果、有機絶縁膜18の段差部の高さ（掘れ量）は、図4に示したアレイ基板では10nmであり、図5に示したアレイ基板では20nmであり、

図6に示したアレイ基板では30nmであり、図7に示したアレイ基板では100nmであり、図8に示したアレイ基板では180nmであった。

[0064] として、段差部の高さ、すなわち、有機絶縁膜18の削られた量が30nm以上の場合、段差部付近において、第2層間絶縁膜20のカバレッジが不十分となり、スジ（亀裂）20aが発生することが確認できた。このようにスジがあると、この部分を通して水分が侵入するだけでなく、レジスト塗布性の低下や液晶分子の配向乱れといった不具合が生じる。

[0065] 他方、段差部の高さが20nm以下であると、スジのない良好なカバレッジを実現できることが確認できた。

[0066] （実施形態2）

本実施形態は、対向電極の端部付近の構造が異なることを除いて、実施形態1と実質的に同じである。したがって、本実施形態では、本実施形態に特有の特徴について主に説明し、実施形態1と重複する内容については説明を省略する。また、本実施形態と実施形態1とにおいて、同一の、又は、同様の機能を有する、部材（その部分を含む。）には同一の符号を付し、本実施形態において、その部材の説明は省略する。

[0067] 図9は、実施形態2の液晶ディスプレイに含まれるアレイ基板の断面模式図であり、表示領域内のTF T及びその周辺を示す。

本実施形態の液晶ディスプレイに含まれるアレイ基板10は、絶縁性基板11と、絶縁性基板11上のTF T22と、TF T22上の第1層間絶縁膜17と、第1層間絶縁膜17上の有機絶縁膜18と、有機絶縁膜18上の対向電極19と、有機絶縁膜18及び対向電極19を覆う第2層間絶縁膜20と、第2層間絶縁膜20上の画素電極21とを有している。TF T22は、ゲート電極12と、ゲート絶縁膜13と、半導体層14と、ソース電極15と、ドレイソ電極16とを含んでいる。

[0068] 本実施形態においても、第2層間絶縁膜20の形成前にプラズマ処理（好ましくは酸素プラズマ処理）が行われている。そのため、対向電極19は、プラズマ処理された表面を有する。ただし、本実施形態では、実施形態1の場合

合に比べて、より軽くプラズマ処理を行っているため、有機絶縁膜 18 は、プラズマ処理によってほとんどエッチングされていない。より具体的には、プラズマ処理の時間、及び／又は、処理開始までの時間を実施形態 1 の場合に比べて短時間に設定することが好ましい。プラズマ CVD 装置を用いる場合、RF 電力、プロセス圧力、及び、電極間距離は、それぞれ、例えば、 42 mW/cm^2 、 1100 mTorr 、及び、 25 mm に設定することができる。その結果、図 9 に示すように、有機絶縁膜 18 は、対向電極 19 の端部 19a の下に、段差部を有さず、平坦な上面 18b を有することになる。

[0069] 本実施形態によれば、実施形態 1 と同様の作用効果を奏することができる。

[0070] 以上、実施形態 1、2 では、対向電極の上に第 2 層間絶縁膜を挟んで画素電極が配置された構造について説明したが、各実施形態は、画素電極の上に第 2 層間絶縁膜を挟んで対向電極が配置された構造を採用してもよい。この場合、画素電極が上記透明電極に相当する。

[0071] また、実施形態 1、2 では、絶縁性基板と半導体層の間にゲート電極が配置された、所謂ボトムゲート型の TFT について説明したが、各実施形態において、TFT のタイプは特に限定されず、適宜、設定することができる。例えば、絶縁性基板とゲート電極の間に半導体層が配置され、ゲート電極上に層間絶縁膜を介してソース電極及びドレイン電極が配置された、所謂プレーナ型の TFT を設けてもよい。

[0072] また、各実施形態の液晶ディスプレイは、モノクロ液晶ディスプレイであってもよく、その場合は、各画素を複数のサブ画素に分割する必要はない。

[0073] また、実施形態 1、2 では、FFS 方式の液晶ディスプレイについて説明したが、各実施形態において液晶表示ディスプレイの表示方式は、有機絶縁膜と、有機絶縁膜上の透明電極と、透明電極上の層間絶縁膜とを備える表示方式であれば特に限定されず、適宜、設定することができる。例えば、TN (Twisted Nematic) 方式、MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) 方式、櫛歯構造を各々有する対向電極及び画素電極と、両電極の間に介在する層間絶縁膜とを備えた面内

スイッチング（IPS：In-Plane Switching）方式、TBA（Transverse Bend Alignment）方式等の表示方式であってもよい。なお、TBA方式においては、液晶層は、負の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子を含み、該液晶分子は、電圧無印加時、垂直配向し、アレイ基板は、一对の電極（例えば、櫛歯構造を各々有する対向電極及び画素電極）と、一对の電極の間に介在する層間絶縁膜とを含み、一对の電極の間に発生する横電界によって液晶分子をベンド状に配向させる。なかでも、液晶ディスプレイの表示方式としては、アレイ基板が、透明電極と、透明な画素電極と、両電極間の層間絶縁膜とを備え（以下、このような構造を透明Cs構造とも言う。）、これらの部材によって保持容量が形成される表示方式が好適であり、そのような表示方式としては、例えば、透明Cs構造を備えたCPA（Continuous Pinwheel Alignment）方式が挙げられる。なお、透明Cs構造を備えたCPA方式においては、液晶層は、負の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子を含み、該液晶分子は、電圧無印加時、垂直配向し、アレイ基板は、透明電極と、透明電極上の層間絶縁膜と、層間絶縁膜上の透明な画素電極とを備え、透明電極には共通信号が供給さ、対向基板は、画素電極に対向する透明な対向電極と、対向電極上に設けられた点状の突起（リベット）とを備え、画素電極と対向電極との間に発生する縦電界によって突起を中心に液晶分子を放射状に配向させる。なお、点状の突起（リベット）を形成する代わりに、対向電極に円形、十字型、多角形等の形状の開口を形成することによって、この開口を中心に液晶分子を放射状に配向させることもできる。

[0074] また、実施形態1、2では、透過型の液晶ディスプレイについて説明したが、各液晶ディスプレイの液晶パネルは、外光を反射することで表示を行う反射表示部を備えていてもよい。

[0075] 更に、上述した実施形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、適宜組み合わせられてもよい。また、各実施形態の変形例は、他の実施形態に組み合わせられてもよい。

符号の説明

- [0076] 1 : 液晶パネル
- 1 0 : アレイ基板
- 1 1 : 絶縁性基板
- 1 2 : ゲート電極
- 1 3 : ゲート絶縁膜
- 1 4 : 半導体層
- 1 5 : ソース電極
- 1 6 : ドレイン電極
- 1 7 : 第 1 層間絶縁膜
- 1 8 : 有機絶縁膜
- 1 8 a : 段差部
- 1 8 b : 上面
- 1 9 : 対向電極
- 1 9 a : 端部
- 2 0 : 第 2 層間絶縁膜
- 2 0 a : スジ (亀裂)
- 2 1 : 画素電極
- 2 1 a : スリット
- 2 2 : T F T
- 3 0 : 液晶層
- 3 1、3 2 : 配向膜
- 4 0 : 対向基板
- 4 1 : 絶縁性基板
- 4 2 : カラーフィルタ
- 4 3 : ブラックマトリクス (BM)
- 4 4 : オーバーコート膜
- 4 5 : 外部導電膜

h : 段差部の高さ

請求の範囲

- [請求項1] 有機絶縁膜と、
前記有機絶縁膜上の透明電極と、
前記透明電極上の層間絶縁膜とを備え、
前記透明電極は、プラズマ処理された表面を有し、
前記有機絶縁膜は、前記透明電極の端部から垂直方向に削られており、
前記端部の下に段差部を有し、
前記透明電極は、前記段差部から側方に向かって突出しておらず、
前記段差部の高さは、20nm以下である液晶ディスプレイ。
- [請求項2] 前記段差部の高さは、10nm未満である請求項1記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項3] 前記透明電極は、対向電極又は画素電極である請求項1又は2記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項4] 前記有機絶縁膜の下方に、酸化物半導体を有するTFTを更に備える請求項1～3のいずれかに記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項5] 前記酸化物半導体は、インジウム、ガリウム、亜鉛及び酸素を含む請求項4記載の液晶ディスプレイ。
- [請求項6] 有機絶縁膜と、
前記有機絶縁膜上の透明電極と、
前記透明電極上の層間絶縁膜とを備え、
前記透明電極は、プラズマ処理された表面を有し、
前記有機絶縁膜は、前記透明電極の端部の下に、段差のない平坦な上面を有する液晶ディスプレイ。