

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6832624号
(P6832624)

(45) 発行日 令和3年2月24日(2021.2.24)

(24) 登録日 令和3年2月4日(2021.2.4)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

請求項の数 7 (全 23 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-249295 (P2015-249295) | (73) 特許権者 | 000006013 |
| (22) 出願日 | 平成27年12月22日(2015.12.22) | | 三菱電機株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2017-116622 (P2017-116622A) | | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (43) 公開日 | 平成29年6月29日(2017.6.29) | (74) 代理人 | 100088672 |
| 審査請求日 | 平成30年12月4日(2018.12.4) | | 弁理士 吉竹 英俊 |
| | | (74) 代理人 | 100088845 |
| | | | 弁理士 有田 貴弘 |
| | | (72) 発明者 | 津田 祐樹 |
| | | | 熊本県菊池市泗水町住吉1576番地1 |
| | | | メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式 |
| | | | 会社内 |
| | | (72) 発明者 | 今村 卓司 |
| | | | 熊本県菊池市泗水町住吉1576番地1 |
| | | | メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式 |
| | | | 会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ゲート電極と、

前記ゲート電極を覆う部分を含む第1絶縁膜と、

前記第1絶縁膜上に直接配置され、前記第1絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向する
チャネル領域を有し、透明酸化物から作られ、前記チャネル領域によって隔てられた第1
端部および第2端部を含む素子層と、

前記素子層から離れて前記第1絶縁膜上に直接配置され、前記素子層の金属組成と同一
の金属組成を有する第1透明電極と、

前記第1透明電極から電氣的に絶縁されつつ前記第1透明電極と対向することにより、
前記第1透明電極と共に保持容量を形成する第2透明電極と、

前記素子層の前記チャネル領域を覆う部分と、前記第1透明電極と前記第2透明電極と
の間を隔てる部分とを有し、前記第1端部を露出する第1開口部と前記第2端部を露出す
る第2開口部とが設けられた第2絶縁膜と、
を備え、

前記第2絶縁膜は前記第1絶縁膜よりも薄く、前記第2絶縁膜は前記第1透明電極と前
記第2透明電極との間に直接挟まれている部分を有し、

前記第1端部、前記第2端部および前記第1透明電極の抵抗率は前記チャネル領域の抵
抗率よりも低く、かつ、前記第1端部、前記第2端部、前記第1透明電極および前記チャ
ネル領域は同一の組成を有する、液晶表示装置。

10

20

【請求項 2】

前記第 1 透明電極の電子キャリア濃度が前記素子層の前記チャネル領域の電子キャリア濃度よりも高い、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

ゲート電極と、

前記ゲート電極を覆う部分を含む第 1 絶縁膜と、

前記第 1 絶縁膜上に配置され、前記第 1 絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向するチャネル領域を有し、透明酸化物から作られ、前記チャネル領域によって隔てられた第 1 端部および第 2 端部を含む素子層と、

前記素子層から離れて前記第 1 絶縁膜上に前記素子層と同層に配置され、前記素子層の金属組成と同一の金属組成を有する第 1 透明電極と、

前記第 1 透明電極から電氣的に絶縁されつつ前記第 1 透明電極と対向することにより、前記第 1 透明電極と共に保持容量を形成する第 2 透明電極と、

前記素子層の前記チャネル領域を覆う部分と、前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間を隔てる部分とを有し、前記第 1 端部を露出する第 1 開口部と前記第 2 端部を露出する第 2 開口部とが設けられた第 2 絶縁膜と、

を備え、

前記第 2 絶縁膜は前記第 1 絶縁膜よりも薄く、前記第 2 絶縁膜は前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に直接挟まれている部分を有し、

前記第 1 端部、前記第 2 端部および前記第 1 透明電極の抵抗率は前記チャネル領域の抵抗率よりも低く、かつ、前記第 1 端部、前記第 2 端部、前記第 1 透明電極および前記チャネル領域は同一の組成を有する、液晶表示装置。

【請求項 4】

前記第 2 透明電極を覆う第 3 絶縁膜と、

前記第 3 絶縁膜によって前記第 2 透明電極から電氣的に絶縁されつつ前記第 2 透明電極と対向することにより、前記第 2 透明電極と共に保持容量を形成する第 3 透明電極と、
をさらに備える、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

複数の画素の各々にゲート電極を形成する工程と、

前記ゲート電極を覆う部分を含む第 1 絶縁膜を形成する工程と、

前記第 1 絶縁膜上に透明酸化物層を成膜する工程と、

前記透明酸化物層から、前記第 1 絶縁膜を介して前記ゲート電極と対向するチャネル領域と、前記チャネル領域によって隔てられた第 1 端部および第 2 端部とを含む素子層と、前記素子層から離れた第 1 透明電極と、を形成する工程と、

前記第 1 透明電極から電氣的に絶縁されつつ前記第 1 透明電極と対向することにより前記第 1 透明電極と共に保持容量を形成する第 2 透明電極を形成する工程と、

前記素子層の前記チャネル領域を覆う部分と、前記第 1 透明電極に接する部分とを有し、前記第 1 端部を露出する第 1 開口部と前記第 2 端部を露出する第 2 開口部とが設けられた第 2 絶縁膜を形成する工程と、

前記第 1 開口部および前記第 2 開口部を有する前記第 2 絶縁膜上に金属膜を形成する工程と、

エッチングによって前記金属膜をパターニングすることによって、前記第 1 開口部を通して前記素子層の前記第 1 端部に接続されるソース電極と、前記第 2 開口部を通して前記素子層の前記第 2 端部に接続されるドレイン電極と、を形成する工程と、

を備え、

前記第 2 絶縁膜を形成する工程は、前記第 2 絶縁膜が前記第 1 絶縁膜よりも薄く、かつ、前記第 2 絶縁膜が前記第 1 透明電極と前記第 2 透明電極との間に直接挟まれている部分を有するように行われ、

前記素子層および前記第 1 透明電極を形成する工程は、前記第 1 透明電極にエネルギー線を照射することによって、前記第 1 端部、前記第 2 端部および前記第 1 透明電極の抵抗

10

20

30

40

50

率を低減する工程を含み、

前記第 1 端部、前記第 2 端部および前記第 1 透明電極の抵抗率を低減する工程において、前記素子層の前記チャネル領域は前記エネルギー線から前記ゲート電極によって遮蔽される、液晶表示装置の製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 透明電極を覆う第 3 絶縁膜を形成する工程と、

前記第 3 絶縁膜によって前記第 2 透明電極から電氣的に絶縁されつつ前記第 2 透明電極と対向することにより、前記第 2 透明電極と共に保持容量を形成する第 3 透明電極を形成する工程と、

をさらに備える、請求項 5 に記載の液晶表示装置の製造方法。

10

【請求項 7】

前記素子層および前記第 1 透明電極を形成する工程は、

前記透明酸化物層上に、前記素子層および前記第 1 透明電極に対応するパターンを有するマスク層を形成する工程と、

前記マスク層を用いて前記透明酸化物層のパターニングを行う工程と、を含む、請求項 6 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置およびその製造方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

表示装置として、マトリクス状に配置された多数の画素を有するアクティブマトリクス型表示装置が知られている。アクティブマトリクス型表示装置は、各画素を独立して駆動可能とするために、各画素に、薄膜半導体素子である薄膜トランジスタ (TFT) を有している。これら表示用途の TFT のチャネル層の半導体としては、従来から、アモルファスシリコン (a-Si) が多く用いられている。そして近年では、高精細化の需要が高まる中、a-Si に代わり、より高い移動度を有する酸化物半導体が適用され始めている。

【0003】

アクティブマトリクス型表示装置としては、液晶を用いた表示装置である液晶表示装置が広く用いられている。この装置は、一般的には、互いに貼り合わされた 1 対の透明基板と、それらの間に封入された液晶組成物とを有している。1 対の透明基板は TFT 基板および対向基板によって構成されている。TFT 基板には各画素用の TFT が設けられている。対向基板にはカラーフィルターが設けられ得る。

30

【0004】

液晶表示装置は、縦電界方式のものと横電界方式のものに大別される。縦電界方式においては、1 対の透明基板の一方 (例えば TFT 基板) に画素電極が設けられ、他方 (例えば対向基板) に共通電極が設けられている。横電界方式においては、1 対の透明基板の一方 (例えば TFT 基板) 上に画素電極および共通電極の両方が設けられている。例えば、横電界方式の一種である FFS (Fringe Field Switching) 方式では、これらの電極が同一基板上の異なる層に配置されている。FFS 方式は、低電圧駆動が可能であるとともに、高視野角および高コントラストを有しており、さらに、透過率が高いので明るい表示が可能である。

40

【0005】

さらに、液晶表示装置は、透過型と、反射型と、透過型および反射型の特徴を兼ね備えた半透過型とに分けられる。透過型は、画素電極および共通電極として透明電極を有しており、バックライト装置からの光を透過させることで表示を行う。反射型は、画素電極および共通電極の少なくともいずれか一方として反射電極を有しており、フロントライト装置または外部環境からの光を反射させることで表示を行う。

【0006】

50

液晶表示装置には、一般に、各画素に保持容量が設けられる。保持容量は、主に、TFTがオフ状態の保持期間において、画素電極の電圧が走査配線または信号配線の電圧変化によるフィードスルー電圧の影響を受けるのを防止するために使用される。寄生容量に比べて十分な大きさの保持容量が確保できていないと、フィードスルー電圧の影響により、フリッカーまたは焼き付きと呼ばれる現象が発生し得る。その結果、表示装置の画質が劣化し得る。

【0007】

特開平2-81029号公報（特許文献1）の記載によれば、以下の内容が開示されている。液晶表示装置において、表示電極に対し保持容量（補助容量）絶縁膜を介して補助容量電極が対向配置される。その製造方法において、ゲート用絶縁膜と補助容量絶縁膜とは同一絶縁膜で形成される。その後、当該絶縁膜の補助容量絶縁膜相当部が所定の膜厚にエッチングされる。この製造方法によれば、同一の絶縁膜がゲート用および補助容量用のそれぞれに最適な膜厚とされる。従って、ゲート用絶縁膜として用いる部分においてはゲート金属膜とその上部のドレイン、ソース金属膜とのショートが発生しないように十分な膜厚を確保できる。その上、補助容量用絶縁膜として用いる部分においては、高容量化、薄膜化が図れ、補助容量電極と表示用透明電極との重なり面積を大きくとる必要がなくなる。このことは、ゲート金属膜を同時に補助容量として用いる素子構造においては、ゲート用金属膜によって遮光される部分を少なくし、画素の開口率を向上させる。

【0008】

透過型液晶表示装置においては、バックライトからの光を効率的に利用するため、高い開口率が望まれる。上記公報に記載の技術においては、保持容量を形成する電極の一方が金属材料であり、当該材料は不透明であるので光を遮断する。このため上記技術では、保持容量を確保しつつ開口率を高める効果が不十分となり得る。そこで、例えば特開平8-179363号公報（特許文献2）によれば、ITO（酸化インジウムスズ）、酸化スズ、酸化インジウムなどの透明性導電材からなる保持容量電極を有する、縦電界方式の液晶表示装置が開示されている。

【0009】

横電界方式の一種であるFFS方式では、画素電極と共通電極との重畳面積が平面視で大きいために、これら電極だけでも、比較的大きな保持容量が確保される。しかしながら、近年、液晶表示装置の超高精細化に伴う画素サイズの微細化により電極を形成可能な面積が確保しにくくなってきている。このため、FFS方式においても、画素電極および共通電極だけでは十分な保持容量を確保しにくくなってきている。そこで、例えば特開2009-058913号公報（特許文献3）によれば、透明の保持容量電極が別途設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開平2-81029号公報

【特許文献2】特開平8-179363号公報

【特許文献3】特開2009-058913号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記特開平8-179363号公報または特開2009-058913号公報（特許文献2および3）に記載の技術が一般的なTFT基板の製造方法に対して適用される場合、保持容量電極を形成するための成膜工程およびパターニング工程を追加する必要がある。この結果、製造コストが増大してしまう。

【0012】

本発明は上記の課題を解消するためのなされたものであり、その目的は、大きな保持容量および開口率を確保しつつ製造コストの上昇を抑制することができる液晶表示装置およ

10

20

30

40

50

びその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

一の態様の液晶表示装置は、ゲート電極と、第1絶縁膜と、素子層と、第1透明電極と、第2透明電極と、第2絶縁膜とを有している。第1絶縁膜は、ゲート電極を覆う部分を含んでいる。素子層は、第1絶縁膜上に直接配置されており、第1絶縁膜を介してゲート電極と対向するチャンネル領域を有しており、透明酸化物から作られており、チャンネル領域によって隔てられた第1端部および第2端部を含む。第1透明電極は、素子層から離れて第1絶縁膜上に直接配置されており、素子層の金属組成と同一の金属組成を有している。第2透明電極は、第1透明電極から電氣的に絶縁されつつ第1透明電極と対向することにより、第1透明電極と共に保持容量を形成している。第2絶縁膜は、素子層のチャンネル領域を覆う部分と、第1透明電極と第2透明電極との間を隔てる部分とを有し、第1端部を露出する第1開口部と第2端部を露出する第2開口部とが設けられている。第2絶縁膜は第1絶縁膜よりも薄く、第2絶縁膜は第1透明電極と第2透明電極との間に直接挟まれている部分を有している。第1端部、第2端部および第1透明電極の抵抗率はチャンネル領域の抵抗率よりも低く、かつ、第1端部、第2端部、第1透明電極およびチャンネル領域は同一の組成を有している。

10

【0014】

液晶表示装置の製造方法は、次の工程を有している。複数の画素の各々にゲート電極が形成される。ゲート電極を覆う部分を含む第1絶縁膜が形成される。第1絶縁膜上に透明酸化物層が成膜される。透明酸化物層から、第1絶縁膜を介してゲート電極と対向するチャンネル領域と、チャンネル領域によって隔てられた第1端部および第2端部とを含む素子層と、素子層から離れた第1透明電極と、が形成される。第1透明電極から電氣的に絶縁されつつ第1透明電極と対向することにより第1透明電極と共に保持容量を形成する第2透明電極が形成される。素子層のチャンネル領域を覆う部分と、第1透明電極に接する部分とを有し、第1端部を露出する第1開口部と第2端部を露出する第2開口部とが設けられた第2絶縁膜が形成される。第1開口部および第2開口部を有する第2絶縁膜上に金属膜が形成される。エッチングによって金属膜をパターンングすることによって、第1開口部を通して素子層の第1端部に接続されるソース電極と、第2開口部を通して素子層の第2端部に接続されるドレイン電極と、が形成される。第2絶縁膜は、第2絶縁膜が第1絶縁膜よりも薄く、かつ第2絶縁膜が第1透明電極と第2透明電極との間に直接挟まれている部分を有するように、形成される。素子層および第1透明電極を形成する工程は、第1透明電極にエネルギー線を照射することによって、第1端部、第2端部および第1透明電極の抵抗率を低減する工程を含む。第1端部、第2端部および第1透明電極の抵抗率を低減する工程において、素子層のチャンネル領域はエネルギー線からゲート電極によって遮蔽される。

20

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、大きな保持容量および開口率を確保しつつ製造コストの上昇を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施の形態1の液晶表示装置の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で線I-I(図2)に沿って概略的に示す部分断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1の液晶表示装置が有するTFT基板の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で概略的に示す部分平面図である。

【図3】本発明の実施の形態1の液晶表示装置の製造方法の第1工程を、図1に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1の液晶表示装置の製造方法の第2工程を、図1に対応する

50

視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 3 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 4 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 5 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 6 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 7 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

10

【図 10】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 8 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 11】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 9 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 10 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 13】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 11 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 12 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

20

【図 15】本発明の実施の形態 1 の液晶表示装置の製造方法の第 13 工程を、図 1 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 16】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の構成を、1 つの画素領域に対応する範囲で線 X V I - X V I (図 17) に沿って概略的に示す部分断面図である。

【図 17】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置が有する T F T 基板の構成を、1 つの画素領域に対応する範囲で概略的に示す部分平面図である。

【図 18】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 1 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 19】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 2 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

30

【図 20】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 3 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 21】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 4 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 22】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 5 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 23】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 6 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 24】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 7 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

40

【図 25】本発明の実施の形態 2 の液晶表示装置の製造方法の第 8 工程を、図 16 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 26】本発明の実施の形態 3 の液晶表示装置の構成を、1 つの画素領域に対応する範囲で線 X X V I - X X V I (図 27) に沿って概略的に示す部分断面図である。

【図 27】本発明の実施の形態 3 の液晶表示装置が有する T F T 基板の構成を、1 つの画素領域に対応する範囲で概略的に示す部分平面図である。

【図 28】本発明の実施の形態 3 の液晶表示装置の製造方法の第 4 工程を、図 26 に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図 29】本発明の実施の形態 3 の液晶表示装置の製造方法の第 5 工程を、図 26 に対応

50

する視野で概略的に示す部分断面図である。

【図30】本発明の実施の形態3の液晶表示装置の製造方法の第6工程を、図26に対応する視野で概略的に示す部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

【0018】

<実施の形態1>

(全体構成)

図1は、本実施の形態の液晶表示装置91の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で線I-I(図2)に沿って概略的に示す部分断面図である。図2は、液晶表示装置91が有するTFT基板71の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で概略的に示す部分平面図である。なお図2においては、図を見やすくするために、第1配向膜13(図1)は図示されておらず、また第3透明電極11(図1)についてはそのスリット状開口部OPSのみが二点鎖線で示されている。

【0019】

液晶表示装置91はFFS構造を有している。液晶表示装置91は、TFT基板71(アレイ基板)と、カラーフィルター(CF)基板81(対向基板)と、液晶層22とを有している。液晶層22はTFT基板71とCF基板81との間に設けられている。液晶層22の厚みは、TFT基板71とCF基板81との間に設けられた柱状スペーサー(図示省略)によって均一に維持されている。

【0020】

TFT基板71は複数の走査配線層31および複数の信号配線層32を有している。走査配線層31は互いに平行に配置されている。信号配線層32は互いに平行に配置されている。各走査配線層31は複数の信号配線層32と交差している。各信号配線層32は複数の走査配線層31と交差している。以上のような配置を有する走査配線層31および信号配線層32により、TFT基板71の透過表示領域は複数の画素領域に区画されている。

【0021】

(TFT基板71の構成)

TFT基板71は、第1透明基板1と、ゲート電極2と、第1絶縁膜3と、素子層4と、第1透明電極5と、第2絶縁膜6と、ソース電極7と、ドレイン電極8と、第2透明電極9と、第3絶縁膜10と、第3透明電極11と、共通電極配線層12と、第1配向膜13と、走査配線層31と、信号配線層32とを有している。ソース電極7および信号配線層32は第1導体層LY1として一体に形成されている。よってソース電極7には信号配線層32を介して電圧が印加される。ゲート電極2および走査配線層31は第2導体層LY2として一体に形成されている。よってゲート電極2には走査配線層31を介して電圧が印加される。各画素領域において、ゲート電極2と、ゲート絶縁膜としての第1絶縁膜3と、チャンネルを構成する素子層4と、ソース電極7と、ドレイン電極8とにより、TFTが構成されている。

【0022】

第1透明基板1はTFT基板71の基体である。第1透明基板1は透明絶縁性材料から作られており、透明絶縁性材料としては、例えば、ガラス、石英またはプラスチックを用い得る。

【0023】

ゲート電極2および走査配線層31を有する第2導体層LY2は、第1透明基板1の、液晶層22に面する面上に配置されている。ゲート電極2は複数の画素の各々に設けられている。具体的には、各画素領域において、ゲート電極2は走査配線層31からTFTに向かって延在している。よって第2導体層LY2において、走査配線層31とゲート電極

10

20

30

40

50

2 とが合わさった部分の幅（図 2 における縦方向の寸法）は、走査配線層 3 1 が単独で延在している部分の幅よりも大きい。第 2 導体層 L Y 2 は金属材料から作られており、金属材料としては、例えば、銅（C u）、アルミニウム（A l）、チタン（T i）、モリブデン（M o）、タングステン（W）またはクロム（C r）を用い得る。

【0024】

第 1 絶縁膜 3 は、第 1 透明基板 1 の、第 2 導体層 L Y 2 が設けられた面を覆っている。よって第 1 絶縁膜 3 は、ゲート電極 2 を覆う部分を含んでいる。第 1 絶縁膜 3 は、例えば、酸化シリコン（S i O_x）、窒化シリコン（S i N_x）もしくは酸窒化シリコン（S i O N）、またはこれらの積層体によって作られている。

【0025】

素子層 4 は、第 1 絶縁膜 3 上に直接配置されている。素子層 4 は、第 1 端部 4 7（図 1 における左端部）と、第 2 端部 4 8（図 1 における右端部）と、これら端部を隔てるチャネル領域 4 6 とを有している。チャネル領域 4 6 は第 1 絶縁膜 3 を介してゲート電極 2 と対向している。よって、第 1 絶縁膜 3 のうち、チャネル領域 4 6 とゲート電極 2 とによって挟まれた部分は、ゲート絶縁膜としての機能を有する。

【0026】

素子層 4 は透明酸化物から作られている。透明酸化物としては、インジウム（I n）、ガリウム（G a）、亜鉛（Z n）およびスズ（S n）のうち少なくとも 1 つの元素を含む材料を用いることができる。透明酸化物としては、例えば、酸化インジウムガリウム亜鉛（I G Z O）、酸化インジウムガリウム（I G O）、酸化インジウム亜鉛（I Z O）、酸化インジウム亜鉛スズ（I T Z O）、酸化亜鉛スズ（T Z O）または酸化亜鉛（Z n O）を用いることができる。

【0027】

第 1 透明電極 5 は、T F T 基板 7 1 の透過表示領域において、素子層 4 から離れて第 1 絶縁膜 3 上に直接配置されている。第 1 絶縁膜 3 は、第 1 絶縁膜 3 の素子層 4 に接する部分と、第 1 絶縁膜 3 の第 1 透明電極 5 に接する部分との間において、連続的に延在している。言い換えれば、素子層 4 および第 1 透明電極 5 の各々は、共通の第 1 絶縁膜 3 上に直接配置されている。なお、第 1 透明電極 5 と第 1 透明基板 1 との間は、絶縁体のみによって隔てられていることが好ましい。言い換えれば、第 1 透明電極 5 と第 1 透明基板 1 との間に、電気的経路を構成する非絶縁体部材（導電性部材）が配置されないことが好ましい。例えば図 1 に示された構成においては、第 1 透明電極 5 と第 1 透明基板 1 との間が第 1 絶縁膜 3 のみによって隔てられている。

【0028】

第 1 透明電極 5 は、透明酸化物から作られており、素子層 4 の組成と同一の組成を有している。この理由は、詳しくは後述するように、T F T 基板 7 1 の製造において、第 1 透明電極 5 および素子層 4 となる部分を含む透明酸化物層 4 0（図 5）が第 1 絶縁膜 3 上に成膜され、この透明酸化物層 4 0 のパターンニングによって第 1 透明電極 5 および素子層 4 が同時に形成されるためである。ただしエネルギー線の選択的な照射により、第 1 透明電極 5 の電子キャリア濃度は、素子層 4 のチャネル領域 4 6 の電子キャリア濃度よりも高くされていることが好ましい。その場合、電子キャリアの濃度の違いにより、第 1 透明電極 5 は、素子層 4 のチャネル領域 4 6 の抵抗率よりも低い抵抗率を有する。

【0029】

本明細書において、上記「同一の組成を有している」とは、少なくとも金属組成が同一であることを意味するものとする。金属組成は、透明酸化物の酸素以外の主たる構成要素である金属原子（例えば、I n、G a、Z n、S n など）間での構成比率を指す。一方、酸化物中の水素原子の比率は、組成として考慮されないものとする。水素原子は酸化物中に、不純物として混入したり、局所的な欠陥部分に結合したりすることによって存在し得る。また酸化物中の酸素原子の比率は、成膜後の様々な要因によって変動し得るため、組成として考慮されなくてよい。あるいは、酸化物中の酸素原子の比率は、後述するエネルギー線の照射工程などの成膜後の処理工程に起因した変動量を誤差と見なしつつ、組成と

10

20

30

40

50

して考慮されてもよい。

【0030】

第2絶縁膜6は、素子層4のチャネル領域46を覆う部分、および、第1透明電極5と第2透明電極9との間を隔てる部分を有している。第2絶縁膜6のうち素子層4のチャネル領域46上に形成された部分は、液晶表示装置91(TFT基板71)の製造工程において、チャネル保護膜(エッチングストップ膜)として機能する。第2絶縁膜6の材料は、上述した第1絶縁膜3の材料群と同様のものの中から選べれ得る。第2絶縁膜6は第1絶縁膜3よりも薄い。第2絶縁膜6には、第1端部47を少なくとも部分的に露出する第1開口部OP1と、第2端部48を少なくとも部分的に露出する第2開口部OP2とが設けられている。また、第2絶縁膜6および第3絶縁膜10の積層体には、第1透明電極5を部分的に露出する第3開口部OP3が設けられている。

10

【0031】

ソース電極7は、第1開口部OP1を通して素子層4の第1端部47に接続されている。ドレイン電極8は、第2開口部OP2を通して素子層4の第2端部48に接続されている。ソース電極7を含む第1導体層LY1には信号配線層32も含まれている。信号配線層32は、平面視(図2)において走査配線層31と交差するように配置されており、図中では直交するように配置されている。第1導体層LY1の材料は、上述した第2導体層LY2の材料群と同様のものの中から選べれ得る。

【0032】

第2透明電極9は、ドレイン電極8上に配置された部分を有することによりドレイン電極8と接している。これにより、第2透明電極にはTFTを介して電圧を印加することができる。よって第2透明電極は画素電極としての機能を有する。また第2透明電極9は、第2絶縁膜6により第1透明電極5から電氣的に絶縁されつつ第1透明電極5と対向している。これにより第2透明電極9は第1透明電極5と共に保持容量を形成している。第2透明電極9は第3開口部OP3から離れている。これにより第2透明電極9は第3絶縁膜10によって共通電極配線層12から絶縁されている。第2透明電極9は、透明酸化物の導電体材料により形成されており、例えば、酸化インジウムスズ(ITO)、酸化インジウム(InO)、酸化スズ(SnO)、酸化インジウム亜鉛(IZO)または酸化亜鉛(ZnO)により作られている。

20

【0033】

第3絶縁膜10は第2透明電極9を覆っている。また第3絶縁膜10はTFT構造を覆っている。TFT構造は、前述したように、ソース電極7と、ドレイン電極8と、第2絶縁膜6によって保護されたチャネル領域46とを有している。また前述したように、第2絶縁膜6および第3絶縁膜10の積層体には、第1透明電極5を部分的に露出する第3開口部OP3が設けられている。第3絶縁膜10の材料は、第1絶縁膜3および第2絶縁膜6の材料群と同様のものの中から選べれ得る。

30

【0034】

共通電極配線層12は第3絶縁膜10上に設けられている。共通電極配線層12は、信号配線層32と交差するように走査配線層31と平行に伸びる部分(図2において横方向に伸びる部分)を有している。共通電極配線層12は、第3開口部OP3を介して第1透明電極5に接することにより、第1透明電極5と電氣的に短絡されている。共通電極配線層12は、対向電極および保持容量電極としての第3透明電極11に電氣的に接続されることによって、対向電極および保持容量電極の抵抗を低減している。また共通電極配線層12は、保持容量電極としての第1透明電極5に電氣的に接続されることによって、保持容量電極の抵抗を低減している。また共通電極配線層12は、走査配線層31と交差するように信号配線層32と平行に伸びる部分(図2において縦方向に伸びる部分)を有しており、この部分は平面視において信号配線層32の経路に沿って配置されている。これにより共通電極配線層12の抵抗が低減されている。共通電極配線層12の材料は、第2導体層LY2の金属材料群と同様のものの中から選べれ得る。

40

【0035】

50

第3透明電極11は、第3開口部OP3を覆うように配置されることで共通電極配線層12と接している。これにより第3透明電極11と共通電極配線層12とは互いに短絡されている。第3透明電極11は第3絶縁膜10上に設けられている。言い換えれば、第3透明電極11は第3絶縁膜10を介して第2透明電極9上に設けられている。これにより第3透明電極11は、画素電極としての第2透明電極9に対する対向電極としての機能を有する。また第3透明電極11は、TFT基板71の透過表示領域において、互いに平行な複数のスリット状開口部OPSを有している。よって、第2透明電極9および第3透明電極11により、FFSのための電界を発生させることができる。具体的には、スリット状開口部OPSを有する第3透明電極11と第2透明電極9との間に電圧が印加されることにより、TFT基板71の表面に平行な成分を有する電界を発生させることができる。それにより液晶層22が駆動される。第3透明電極11は、対向電極として機能するとともに、第2透明電極9との間に第3絶縁膜10を介して第2保持容量を形成している。第3透明電極11は、透明酸化物の導電体材料により形成されており、第2透明電極9の導電体材料群と同様のものの中から選ばれた材料によって形成され得る。なお第3透明電極11および共通電極配線層12は、互いに電氣的に接続される限り、その形成順が逆となってもよい。

10

【0036】

第1配向膜13はTFT基板71の最表面に設けられている。第1配向膜13は、液晶層22を所定の方に配向させる機能を有している。

【0037】

20

なお、第1透明電極5は、上述した構成を有する部分(図1において示された部分)に加えて、当該部分から分離されかつ信号配線層32に対応した領域に配置された部分を有してもよい。この場合、信号配線層32は、第1透明基板1上において、第1透明電極5の一部と、第1導体層LY1(図2)の一部とがこの順に積層された積層膜によって構成される。この積層構造により信号配線層32の冗長性が増すので、断線による不良等を防ぐことができる。この場合の信号配線層32において、第1透明電極5と第1導体層LY1との間には第2絶縁膜6は形成されず、両者が直接接している必要がある。第1透明電極5のうち信号配線層32を構成する部分は、後述する第1透明基板1を介したエネルギー線44(図9)の照射によって、走査配線層31と交差する部分を除き低抵抗化され得るので、冗長配線として十分に機能し得る。

30

【0038】

また、ソース電極7、ドレイン電極8および共通電極配線層12の少なくともいずれかがチャンネル領域46の上方まで延びることによって、遮光膜が設けられてもよい。これにより、チャンネル領域46への光入射によるTFT特性のシフトを低減することができる。

【0039】

(TFT基板71以外の構成)

CF基板81は、第2透明基板17と、遮光膜18と、CF19と、保護膜20と、第2配向膜21とを有している。遮光膜18は、第2透明基板17の、液晶層22に面する面上に配置されている。CF19は、カラー表示のために画素ごとに所定の色を有している。TFT基板71およびCF基板81の外側には、位相差板および偏光板(図示せず)が配置されている。また、TFT基板71の走査配線層31、信号配線層32および共通電極配線層12の各々には駆動回路(図示せず)が接続されている。

40

【0040】

(製造方法)

次に、液晶表示装置91の製造方法について、以下に説明する。

【0041】

図3を参照して、第1透明基板1として、例えばガラス基板が準備される。続いて、第1透明基板1の全面上に、金属層としてA1膜が、スパッタリング法により、厚み300nm程度で成膜される。続いて、このA1膜上に、スピニング法により、感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第1のフォトマスク(図

50

示せず)を用いてパターニングすることにより、第1のレジストパターン(図示せず)が形成される。さらに、この第1のレジストパターンから露出された、A1膜の不要部分が、ウェットエッチング法により除去される。その後、第1のレジストパターンが剥離される。以上により、第1透明基板1上において、複数の画素の各々に配置されたゲート電極2(図3)を含む、第2導体層LY2(図2)が形成される。なおA1膜のウェットエッチングには、例えば、リン酸と酢酸と硝酸との混酸であるPAN(Phosphoric, Acetic and Nitric acids)薬液を用いることができる。

【0042】

図4を参照して、ゲート電極2および走査配線層31を含む第2導体層LY2(図2)が設けられた第1透明基板1(図3)の全面上に、第1絶縁膜3が形成される。よって第1絶縁膜3は、ゲート電極2を覆う部分と、走査配線層31を覆う部分とを有する。例えば、第1絶縁膜3としてSiN膜が、プラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)法により厚み400nm程度で成膜される。

10

【0043】

図5を参照して、第1絶縁膜3の略全面上に、素子層4および第1透明電極5(図1)となる部分を含む透明酸化物層40が成膜される。例えば、透明酸化物層40としてIGZO膜が、スパッタリング法により厚み80nm程度で形成される。

【0044】

図6を参照して、透明酸化物層40が設けられた第1透明基板1の全面上に、スピンコーティング法により感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第2のフォトリソマスク(図示せず)を用いてパターニングすることにより、透明酸化物層40上に、素子層4および第1透明電極5(図1)に対応するパターンを有する第2のレジストパターン41(マスク層)が形成される。第2のレジストパターン41から露出された、透明酸化物層40の不要な部分が、ウェットエッチング法により除去される。すなわち、第2のレジストパターン41を用いて透明酸化物層40のパターニングが行われる。その後、第2のレジストパターン41が除去される。

20

【0045】

図7を参照して、上記パターニングにより、透明酸化物層40(図6)から素子層4および第1透明電極5が形成される。より具体的に言えば、第1絶縁膜3を介してゲート電極2と対向するチャネル領域46を含む素子層4と、素子層4から離れた第1透明電極5と、が形成される。

30

【0046】

図8を参照して、素子層4および第1透明電極5が設けられた第1透明基板1の全面上に第2絶縁膜6が形成される。例えば、第2絶縁膜6としてSiN膜が、プラズマCVD法により厚み100nm程度で形成される。

【0047】

図9を参照して、第1透明電極5にエネルギー線44が照射される。例えば、エネルギー線44として紫外線が照射される。これによって第1透明電極5の抵抗率が低減させられる。IGZOをはじめとした一部の透明酸化物材料は、通常は半導体としての特性を示すが、紫外線等のエネルギー線が照射されることでその導電率が増加することにより低抵抗化することが知られている。これは、エネルギー線の照射により、透明酸化物中の酸素-酸素結合または金属-酸素結合の一部が切れることで、(結合に寄与しなくなった余剰の電子が入る)欠陥準位が発生し、それにより電子キャリアが生成するため、と考えられる。

40

【0048】

上述した、第1透明電極5の抵抗率を低減する工程において、素子層4のチャネル領域46は、ゲート電極2によってエネルギー線44から遮蔽される。言い換えれば、エネルギー線44の照射において、ゲート電極2が、素子層4のチャネル領域46のマスクとして機能する。これにより、エネルギー線44の照射において、素子層4のチャネル領域46の抵抗はほぼ維持される。一方、素子層4の第1端部47および第2端部48には、第

50

1 透明電極 5 と同様にエネルギー線 4 4 が照射される。よって第 1 端部 4 7 および第 2 端部 4 8 の抵抗率は、第 1 透明電極 5 の抵抗率と同様に低減される。これにより、第 1 端部 4 7 および第 2 端部 4 8 のそれぞれとソース電極 7 およびドレイン電極 8 とのコンタクト抵抗が低減される。よって T F T の電気特性が改善される。

【 0 0 4 9 】

なおエネルギー線 4 4 の照射において、第 1 透明基板 1 と第 1 透明電極 5 との間に、図 1 とは異なり、透明電極または金属電極としての導電性部材が存在したとすると、エネルギー線が第 1 透明電極 5 の手前で吸収または反射により大きく減衰してしまう。この減衰を補うためにエネルギー線の強度を高めると、上記の透明電極または金属電極にダメージが生じ得る。このため、素子層 4 と同時に形成される第 1 透明電極 5 は、T F T 基板 7 1 の透過表示領域において、電気的経路を構成する導電性部材（言い換えれば非絶縁体部材）のうちで最も第 1 透明基板 1 に近い位置に配置されていることが好ましい。なお、エネルギー線の照射方向が反対とされれば、このような配置への考慮は不要となる。この場合、チャンネル領域 4 6 を含む領域上に遮光マスクを設けた上で、第 1 透明基板 1 を介さずに、第 1 透明基板 1 上の第 1 透明電極 5 が設けられた面上へエネルギー線が照射される。よって、エネルギー線の照射前に、チャンネル領域 4 6 を遮光するための遮光マスクを設ける工程が必要である。

10

【 0 0 5 0 】

図 1 0 を参照して、第 2 絶縁膜 6 が形成された第 1 透明基板 1 の全面上に、スピンコーティング法により感光性樹脂膜（図示せず）が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第 3 のフォトマスク（図示せず）を用いてパターニングすることにより、第 3 のレジストパターン（図示せず）が形成される。さらに、この第 3 のレジストパターンから露出された、第 2 絶縁膜 6 の不要な部分が、ドライエッチング法により除去される。これにより第 2 絶縁膜 6 が所望の形状にパターニングされる。すなわち、第 2 絶縁膜 6 に第 1 開口部 O P 1 および第 2 開口部 O P 2 が形成される。

20

【 0 0 5 1 】

図 1 1 を参照して、第 2 絶縁膜 6 が設けられた第 1 透明基板 1 の全面上に金属膜が形成される。例えば、A 1 膜がスパッタリング法により厚み 3 0 0 n m で形成される。この金属膜は、第 1 開口部 O P 1 および第 2 開口部 O P 2 に充填される部分を含む。そして、この金属膜が設けられた第 1 透明基板 1 の全面上に、スピンコーティング法により感光性樹脂膜（図示せず）が塗布される。その後、この感光性樹脂膜が第 4 のフォトマスク（図示せず）を用いてパターニングすることにより、第 4 のレジストパターン（図示せず）が形成される。さらに、この第 4 のレジストパターンから露出された、金属膜の不要な部分がエッチングにより除去される。これにより金属膜が所望の形状にパターニングされる。すなわち、金属膜から、一体の信号配線層 3 2 およびソース電極 7 と、ドレイン電極 8 とが形成される。

30

【 0 0 5 2 】

上記エッチングはウェットエッチングにより行い得る。金属膜が A 1 膜の場合、エッチング薬液として P A N 薬液を用い得る。P A N 薬液等の酸系の薬液に対して、酸化物半導体は一般に耐性を有していない。よって、P A N 薬液に触れると酸化物半導体は激しくエッチングされやすい。このため、エッチング薬液を用いた金属膜のパターニングの際に、金属膜と酸化物半導体層との間でエッチング選択性を確保することは難しい。本実施の形態では、酸化物半導体で形成されたチャンネル領域 4 6 上には第 2 絶縁膜 6 が設けられており、これがチャンネル保護膜（エッチストップ層）として機能する。よって、金属膜のエッチング工程における、チャンネル領域 4 6 のバックチャンネル側へのダメージが抑制される。言い換えれば、T F T 基板 7 1（図 1）の T F T はエッチングストップ構造を有している。

40

【 0 0 5 3 】

図 1 2 を参照して、ソース電極 7、ドレイン電極 8 および信号配線層 3 2 が設けられた第 1 透明基板 1 の全面上に第 2 の透明酸化物膜が形成される。例えば、第 2 の透明酸化物

50

膜としてITO膜が、スパッタリング法により厚み100nmで形成される。そして、この第2の透明酸化物膜が設けられた第1透明基板1の全面上に、スピンコーティング法により感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第5のフォトリソマスク(図示せず)を用いてパターンニングすることにより、第5のレジストパターン(図示せず)が形成される。さらに、この第5のレジストパターンから露出された、第2の透明酸化物膜の不要な部分が、ドライエッチング法により除去される。これにより第2の透明酸化物膜が所定の形状にパターンニングされる。すなわち第2透明電極9が形成される。第2透明電極9は、第1透明電極5から電氣的に絶縁されつつ第1透明電極5と対向することにより、第1透明電極5と共に保持容量を形成する。

【0054】

図13を参照して、第2透明電極9が設けられた第1透明基板1の全面上に第3絶縁膜10が形成される。例えば、プラズマCVD法によりSiN膜が厚み400nmで成膜される。第3絶縁膜10が設けられた第1透明基板1の全面上に、スピンコーティング法により、感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第6のフォトリソマスク(図示せず)を用いてパターンニングすることにより、第6のレジストパターン(図示せず)が形成される。さらに、この第6のレジストパターンから露出する、第3絶縁膜10および第2絶縁膜6の積層体の不要部分が、ドライエッチング法により除去される。これにより第3絶縁膜10および第2絶縁膜6が所定の形状にパターンニングされる。すなわち、第3絶縁膜10および第2絶縁膜6の積層体に、第1透明電極5を部分的に露出する第3開口部OP3が形成される。

【0055】

図14を参照して、第3絶縁膜10が設けられた第1透明基板1の全面上に、共通電極配線層12となる部分を有する金属層が形成される。このとき、金属層は第3開口部OP3を覆うように形成される。よって金属層は第1透明電極5と接続される。例えば、金属層としてAl膜がスパッタリング法により厚み300nmで形成される。そして、この金属層が設けられた第1透明基板1の全面上に、スピンコーティング法により感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第8のフォトリソマスクを用いてパターンニングすることにより、第8のレジストパターン(図示せず)が形成される。さらに、この第8のレジストパターンから露出する、金属層の不要な部分が、ウェットエッチング法により除去される。これにより金属層が所定の形状にパターンニングされる。すなわち共通電極配線層12が形成される。

【0056】

図15を参照して、共通電極配線層12が設けられた第1透明基板1の全面上に、第3透明電極11となる部分を有する第3の透明酸化物膜が形成される。例えば、第3の透明酸化物膜としてITO膜が、スパッタリング法により厚み100nmで形成される。第3の酸化物膜は、共通電極配線層12上に形成される部分を含む。そして、この第3の透明酸化物膜が設けられた第1透明基板1の全面上に、スピンコーティング法により感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜が、第7のフォトリソマスク(図示せず)を用いて櫛歯状にパターンニングされる。これにより第7のレジストパターン(図示せず)が形成される。さらに、上記第7のレジストパターンから露出する、第3の透明酸化物膜の不要部分が、ウェットエッチング法により除去される。これにより第3の透明酸化物膜が所定の形状にパターンニングされる。すなわち第3透明電極11が形成される。

【0057】

再び図1を参照して、第1配向膜13が形成されることにより、TFE基板71が得られる。TFE基板71にCF基板81が取り付けられる。これら基板の間に液晶層22が設けられる。以上により、液晶表示装置91が得られる。

【0058】

なお上記においては、エネルギー線44(図9)の照射が第2絶縁膜6の成膜直後に行われる場合について説明した。しかしながら、照射のタイミングはこれに限定されるものではない。エネルギー線の照射は、素子層4および第1透明電極5となる部分を含む透明酸

10

20

30

40

50

化物層40の成膜後の任意のタイミングで行われ得る。ただし、本発明者らによれば、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）およびスズ（Sn）のうち少なくとも1つを含む透明酸化物材料からなる半導体膜に対する紫外線等の照射による低抵抗化の効果は、半導体膜単体の状態に比して、CVD法で形成されたSiN、SiOまたはSiONからなる絶縁膜に半導体膜が挟まれた状態の方が大きいという知見が実験的に得られている。この理論的なメカニズムは完全には明らかでないが、本発明者らは次のように推測している。CVD法でSiN、SiOまたはSiONからなる絶縁膜が成膜される場合、材料ガスとして、通常、水素を含むシランガス（SiH₄）が用いられる。よってこの絶縁膜に水素原子が含有される。このため、紫外線照射により絶縁膜との界面から酸化物半導体膜中へ水素原子が拡散する。拡散された水素原子がドナーとして働くことで電子キャリアが発生する。これにより酸化物半導体膜の低抵抗化が生じる。したがって、紫外線照射等による第1透明電極5の低抵抗化工程は、第2絶縁膜6の成膜後に実施することが好ましい。また第1絶縁膜3および第2絶縁膜6は、SiH₄ガスを用いたCVD法で成膜することが好ましいと考えられる。

【0059】

（効果）

本実施の形態の液晶表示装置91によれば、TFT基板71に第1透明電極5が設けられることにより、大きな保持容量を確保することができる。具体的には、第2絶縁膜6を介して第1透明電極5と第2透明電極9とにより構成された第1保持容量と、第3絶縁膜10を介して第2透明電極9と第3透明電極11とにより構成された第2保持容量との2つの保持容量が形成されるので、基板面積当たりの保持容量を増大することができる。特に、上記第1保持容量は、その1対の構成電極が共に平面電極であるため、電極面積を広く確保することができる。また第1透明電極5が透明であることにより、大きな開口率を確保することができる。さらに、第1透明電極5は、素子層4と同様に第1の絶縁膜3上に直接配置されており、かつ素子層4の組成と同一の組成を有している。これにより、第1透明電極5および素子層4について、成膜工程およびパターニング工程の各々を同時に行うことができる。つまり、第1透明電極5の形成のためだけの成膜およびパターニングを行う必要がない。よって、第1透明電極5を設けることに起因した製造コストの上昇を抑えることができる。以上から、大きな保持容量および開口率を確保しつつ製造コストの上昇を抑制することができる。

【0060】

チャネル領域46は、シリコン半導体の移動度に比してより高い移動度を有し得る酸化物半導体から作られている。これにより、チャネル領域46をより小さくすることができる。よってTFT基板71の開口率をより高めることができる。

【0061】

第1透明電極5および第2透明電極9による保持容量を形成するための誘電体層として、これらの間に第2絶縁膜6が設けられる。この第2絶縁膜6は、素子層4のチャネル領域46を覆う部分を有している。これにより、第2絶縁膜6は、エッチング工程においてダメージを受けやすい酸化物半導体から作られたチャネル領域46を保護するチャネル保護膜（エッチングストッパ層）としての機能も有する。よって、マスクの数および製造工程の数を増やすことなく、チャネル領域46を保護することができる。よって製造コストをより抑制することができる。

【0062】

第1透明電極5および第2透明電極9による保持容量を形成するための誘電体層としての第2絶縁膜6は、ゲート絶縁膜としての第1絶縁膜3よりも薄い。これにより、第2絶縁膜6を薄くすることで保持容量をより高めつつ、ゲート絶縁膜の厚みを十分に確保することができる。ゲート絶縁膜の厚みが十分であることにより、TFTの耐電圧をより確実に確保することができる。よって液晶表示装置91の歩留まりを高めることができる。例えば、液晶表示装置91の動作時には、ゲート電極2とドレイン電極8との間に、典型的には数十Vの電圧が印加される。このため、ゲート絶縁膜として機能する第1絶縁膜3の

膜厚は、十分な絶縁耐圧のマージンを確保するために、通常300nm～400nm以上とする必要がある。一方、画素電極としての第2透明電極9に印加される電圧は数V以下と低いため、大きな絶縁耐圧は必要ない。よって第2絶縁膜6の膜厚を大きくする必要はない。

【0063】

第1透明電極5の抵抗率は、素子層4のチャンネル領域46の抵抗率よりも低い。これにより、第1透明電極5によって構成される保持容量の抵抗成分を小さくすることができる。

【0064】

第1透明電極5の電子キャリア濃度は、素子層4のチャンネル領域46の電子キャリア濃度よりも高い。これにより、第1透明電極5の組成と素子層4の組成とが同一でありながら、第1透明電極5の抵抗率をチャンネル領域46の抵抗率よりも低くすることができる。

【0065】

本実施の形態の液晶表示装置91の製造方法によれば、第1透明電極5が設けられることにより、大きな保持容量を確保することができる。また第1透明電極5が透明であることにより、大きな開口率を確保することができる。さらに、第1透明電極5は素子層4と共に、予め成膜された透明酸化物層40(図6)から形成される。つまり、第1透明電極5の形成のための成膜およびパターニングを行う必要がない。よって、第1透明電極5を設けることに起因した製造コストの上昇を抑えることができる。以上から、大きな保持容量および開口率を確保しつつ製造コストの上昇を抑制することができる。

【0066】

透明酸化物層40のパターニングにおいて、素子層4および第1透明電極5に対応するパターンを有する第2のレジストパターン41(図6)がマスク層として用いられる。これにより、素子層4および第1透明電極5のそれぞれに対応する2つのマスク層を形成する必要がない。よって製造コストの上昇をより抑制することができる。

【0067】

第1透明電極5の抵抗率の低減はエネルギー線44(図9)の照射によって行われる。これにより、第1透明電極5の抵抗率の低減を容易に行うことができる。

【0068】

素子層4のチャンネル領域46は、エネルギー線44(図9)からゲート電極2によって遮蔽される。これにより、チャンネル領域46をエネルギー線44から遮蔽するための特別な構成を設ける必要がない。よって製造コストの上昇をより抑制することができる。

【0069】

第1透明電極5と第1透明基板1の間には、電気的経路を構成する非絶縁体部材(導電性部材)が配置されないことが好ましい。これにより、第1透明基板1を介したエネルギー線44(図9)の照射において、エネルギー線の大きな減衰、または上記導電性部材の劣化が生じることが避けられる。

【0070】

<実施の形態2>

(構成)

図16は、本実施の形態の液晶表示装置92の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で線XVI-XVI(図17)に沿って概略的に示す部分断面図である。図17は、液晶表示装置92が有するTFT基板72(アレイ基板)の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で概略的に示す部分平面図である。なお図17においては、図を見やすくするために、第1配向膜13(図16)および第3絶縁膜10は図示されておらず、また第3透明電極11(図16)についてはそのスリット状開口部OPSのみが二点鎖線で示されている。

【0071】

液晶表示装置92は、液晶表示装置91のTFT基板71(図1)に代わり、TFT基板72を有している。TFT基板72のTFT基板71との主な違いは、共通電極配線層

10

20

30

40

50

12に代わり、共通電極配線層12mが設けられていることである。共通電極配線層12mは第1透明基板1上に配置されている。言い換えれば、共通電極配線層12mは、第2導体層LY2(図17)と同一層に形成されている。これに付随して、共通電極配線層12mが第1透明電極5および第3透明電極11と電氣的に接続されるための、実施の形態1と異なる構造が設けられている。

【0072】

共通電極配線層12mは、第1透明基板1の液晶層22に面する面上において、走査配線層31に平行に延びる部分(図17において横方向に延びる部分)を有している。第1絶縁膜3および第1透明電極5の積層体(図16)は、共通電極配線層12m上に第3開口部OP3を有しており、これにより共通電極配線層12mが部分的に露出されている。さらに、第2絶縁膜6および第3絶縁膜10の積層体は、第3開口部OP3上に、より大きい第4開口部OP4を有しており、これにより共通電極配線層12mおよび第1透明電極5が表面に露出されている。第3透明電極11は、第3開口部OP3および第4開口部OP4を覆っている。これにより、第1透明電極5、第3透明電極11および共通電極配線層12mが、互いに電氣的に接続されている。

【0073】

なお、上記以外の構成については、上述した実施の形態1の構成とほぼ同じであるため、同一または対応する要素について同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

【0074】

(製造方法)

次に、液晶表示装置92のTFT基板72の製造方法について、以下に説明する。

【0075】

図18を参照して、第1透明基板1の全面上に金属層50が形成される。例えば、金属層50としてAl膜が、スパッタリング法により厚み300nmで成膜される。続いて、金属層50上にスピンコーティング法により、感光性樹脂膜(図示せず)が塗布される。その後、この感光性樹脂膜を第1のフォトリソマスクを用いてパターニングすることにより、第1のレジストパターン51が形成される。さらに、第1のレジストパターン51から露出する、金属層50の不要部分が、ウェットエッチング法により除去される。その後、第1のレジストパターン51が剥離される。

【0076】

図19を参照して、上記エッチングにより、ゲート電極2を含む第2導体層LY2(図17)と、共通電極配線層12mとが、一括して形成される。

【0077】

図20を参照して、図5～図7(実施の形態1)とほぼ同様の方法により、第1絶縁膜3、素子層4および第1透明電極5が形成される。本実施の形態においては、第1絶縁膜3が共通電極配線層12mを覆う。また第1透明電極5に、第3開口部OP3(図16)の一部となる開口が形成される。この開口は第1絶縁膜3を部分的に露出する。

【0078】

図21を参照して、図8～図10(実施の形態1)と同様の方法により、第2絶縁膜6の形成と、エネルギー線の照射とが行われる。図22および図23を参照して、図11および図12(実施の形態1)と同様に、一体の信号配線層32およびソース電極7と、ドレイン電極8と、第2透明電極9とが形成される。

【0079】

図24を参照して、図13(実施の形態1)と同様に、第3絶縁膜10が形成される。また本実施の形態においては、第3絶縁膜10および第2絶縁膜6に第4開口部OP4が形成される。さらに、第1透明電極5の開口内を充填していた第2絶縁膜6が除去され、さらに第1絶縁膜3に開口が形成されることで、第3開口部OP3が形成される。第4開口部OP4および第3開口部OP3の形成はウェットエッチングにより行い得る。具体的には、第3絶縁膜10および第2絶縁膜6をエッチングするためのエッチング液として、第1透明電極5との選択比の高いエッチング液が用いられる。これにより、第1透明電極

5のパターンを残したまま、第3絶縁膜10、第2絶縁膜6および第1絶縁膜3を除去することができる。このエッチングにより、共通電極配線層12mと第1透明電極5との両方が表面に露出した開口部を形成することができる。

【0080】

図25を参照して、図15（実施の形態1）と同様に、第3透明電極11が形成される。本実施の形態においては、第3透明電極11は、第3開口部OP3および第4開口部OP4を覆う。

【0081】

上記以降の、TF基板72を得るための工程、およびそれを用いて液晶表示装置92を得るための工程は、実施の形態1と同様であるため、その説明を繰り返さない。

10

【0082】

（効果）

本実施の形態によっても、実施の形態1とほぼ同様の効果が得られる。さらに本実施の形態によれば、図18および図19に示すように、ゲート電極2を含む第2導体層LY2（図17）と、共通電極配線層12mとを、同時に形成することができる。このため、工程数およびマスク数を削減することができる。よって製造コストをより低減することが可能である。

【0083】

<実施の形態3>

（構成）

20

上記実施の形態1および2ではFFS方式の液晶表示装置91および92について説明した。すなわち横電界方式の液晶表示装置について説明した。本実施の形態においては、縦電界方式の液晶表示装置について説明する。

【0084】

図26は、本実施の形態の液晶表示装置93の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で線XXVI-XXVI（図27）に沿って概略的に示す部分断面図である。図27は、液晶表示装置93が有するTF基板73の構成を、1つの画素領域に対応する範囲で概略的に示す部分平面図である。なお図27においては、図を見やすくするために、第1配向膜13（図26）は図示されていない。液晶表示装置93は、TF基板73（アレイ基板）と、液晶層22と、CF基板83（対向基板）とを有している。

30

【0085】

実施の形態2と異なり、TF基板73は第3絶縁膜10（図16）を有しておらず、第4開口部OP4は第2絶縁膜6に形成されている。またTF基板73は、第3透明電極11（図16）の代わりに第3透明電極27を有している。第3透明電極27は、第3透明電極11と同様に、第3開口部OP3および第4開口部OP4を覆うことで第1透明電極5と共通電極配線層12mとの間を電氣的に接続している。第3透明電極27は、画素電極として機能する第2透明電極9と同一層に形成されている。第2透明電極9と第3透明電極27とは、パターンニングにより電氣的に分離されている。

【0086】

CF基板83は、CF基板81（図16）の構成に加えて、透明電極である対向電極28を有している。この構成により、CF基板83の対向電極28と、TF基板73の第2透明電極9との間に、液晶層22を駆動するための、TF基板73の表面に垂直な成分を有する電界を発生させることができる。

40

【0087】

なお、上記以外の構成については、上述した実施の形態2の構成とほぼ同じであるため、同一または対応する要素について同一の符号を付し、その説明を繰り返さない。

【0088】

（製造方法）

次に、液晶表示装置93のTF基板73の製造方法について、以下に説明する。なお図20までは実施の形態2と同様の工程が行われる。

50

【0089】

図28を参照して、第2絶縁膜6を成膜後、第3絶縁膜10(図24:実施の形態2)は形成せずに、実施の形態2と同様の方法により第4開口部OP4および第3開口部OP3が形成される。図29を参照して、実施の形態2と同様に、ソース電極7およびドレイン電極8が形成される。

【0090】

図30を参照して、実施の形態1および2と同様に、第2の透明酸化物膜が成膜される。第2の透明酸化物膜がパターニングされることにより、透過表示領域のうち第4開口部OP4を除いた領域からドレイン電極8上にかけての領域と、第4開口部OP4を覆うように形成された領域とを有するパターンが同時に形成される。前者は第2透明電極9に、後者は第3透明電極27に対応する。このパターニングにより、第2透明電極9と第3透明電極27とは物理的に分離される。

10

【0091】

上記以降の、TFT基板73を得るための工程は、実施の形態2とほぼ同様であるため、その説明を繰り返さない。TFT基板73にCF基板83が取り付けられ、さらに液晶層22が設けられることにより、液晶表示装置93が得られる。

【0092】

(効果)

本実施の形態の液晶表示装置93によれば、TFT基板73に第1透明電極5が設けられることにより、保持容量を確保することができる。具体的には、第2絶縁膜6を介して第1透明電極5と第2透明電極9とにより保持容量が形成される。その他、実施の形態2とほぼ同様の効果が得られる。

20

【0093】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

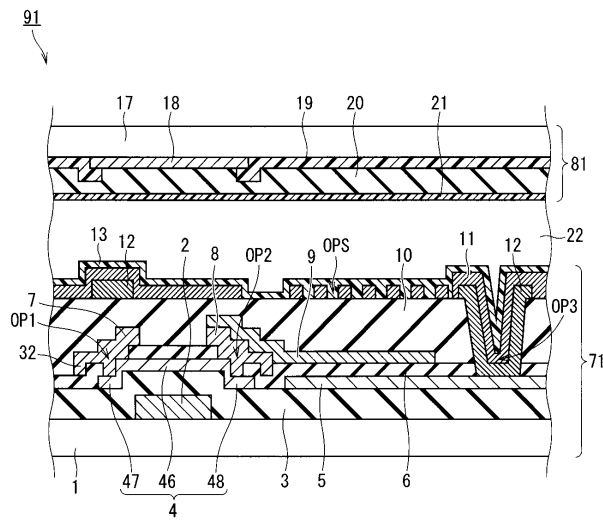
【符号の説明】

【0094】

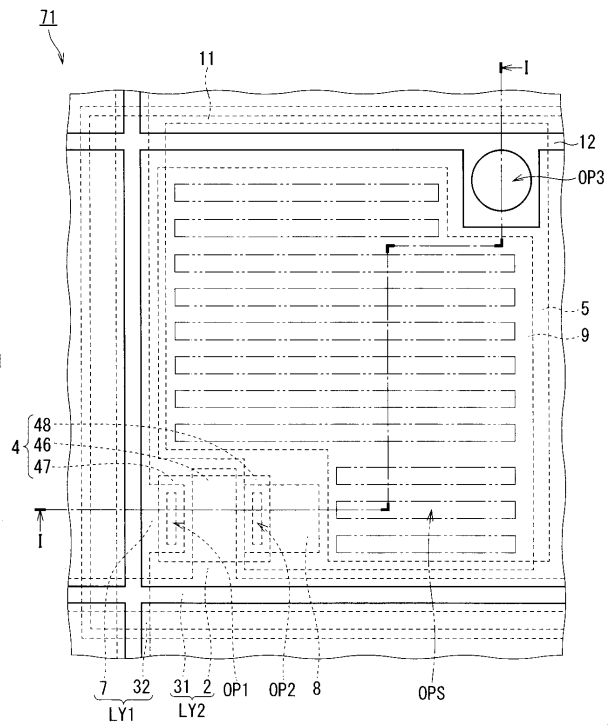
OP1 第1開口部、OP2 第2開口部、OP3 第3開口部、OP4 第4開口部、LY1 第1導体層、LY2 第2導体層、OPS スリット状開口部、1 第1透明基板、2 ゲート電極、3 第1絶縁膜、4 素子層、5 第1透明電極、6 第2絶縁膜、7 ソース電極、8 ドレイン電極、9 第2透明電極、10 第3絶縁膜、11, 27 第3透明電極、12, 12m 共通電極配線層、13 第1配向膜、17 第2透明基板、18 遮光膜、20 保護膜、21 第2配向膜、22 液晶層、28 対向電極、31 走査配線層、32 信号配線層、40 透明酸化物層、41 第2のレジストパターン(マスク層)、44 エネルギー線、46 チャンネル領域、47 第1端部、48 第2端部、50 金属層、51 第1のレジストパターン、71, 72, 73 TFT基板(アレイ基板)、81, 83 CF基板(対向基板)、91~93 液晶表示装置。

30

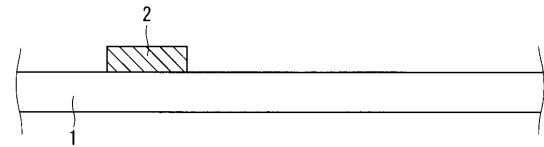
【図 1】



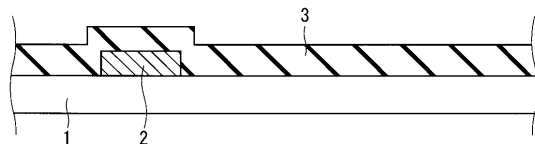
【図 2】



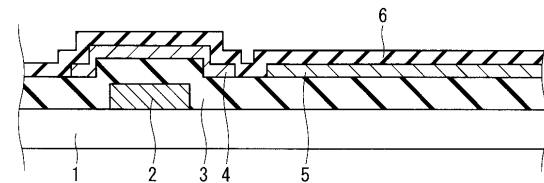
【図 3】



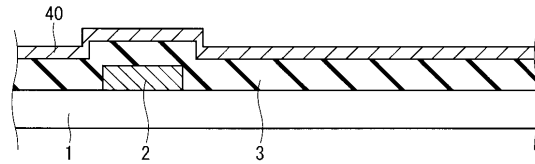
【図 4】



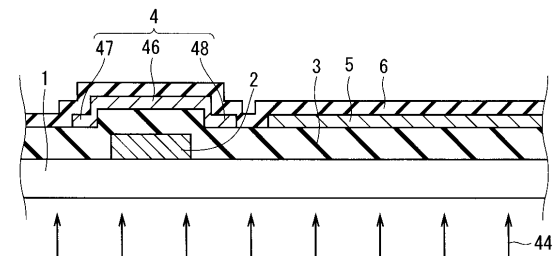
【図 8】



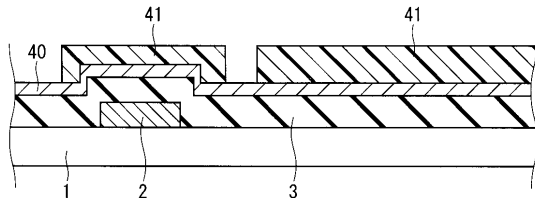
【図 5】



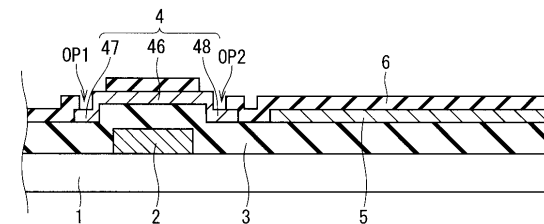
【図 9】



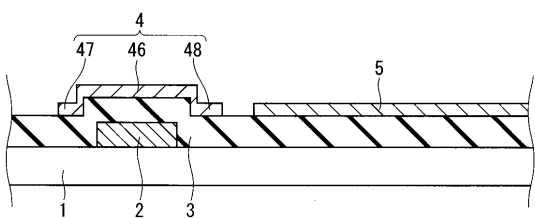
【図 6】



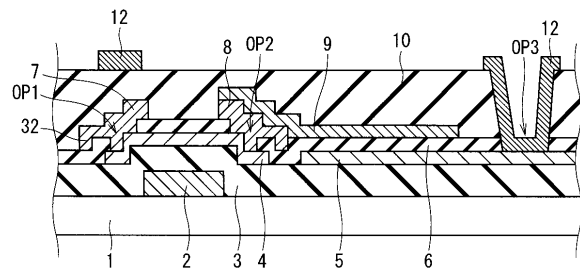
【図 10】



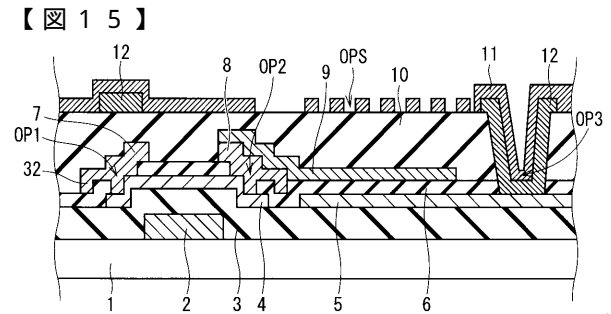
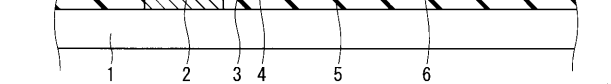
【図 7】



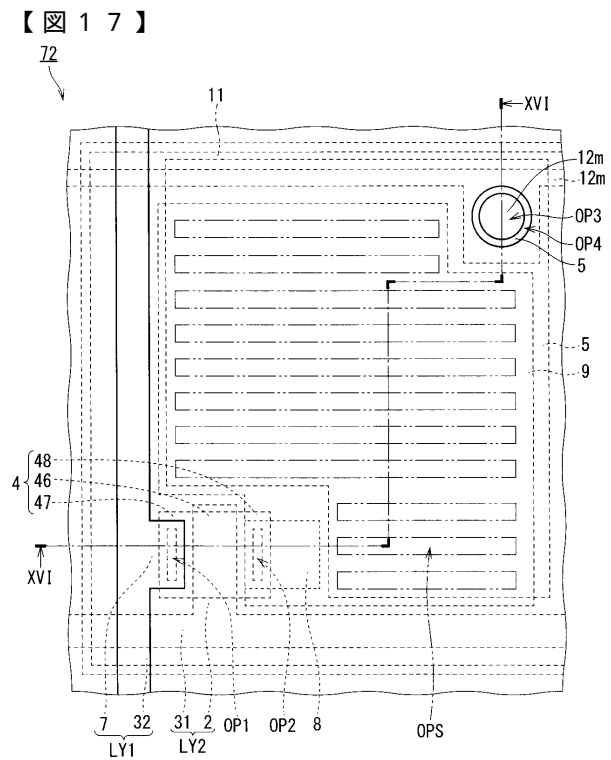
【 図 1 4 】



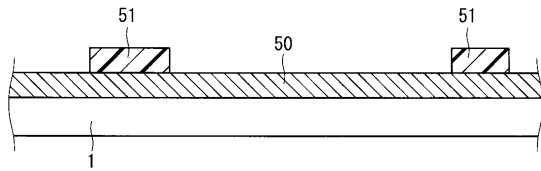
【 図 1 5 】

[illegible]

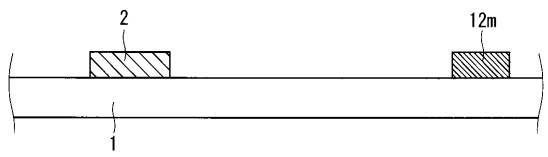
【 図 1 7 】



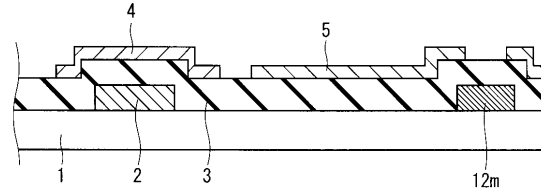
【図 18】



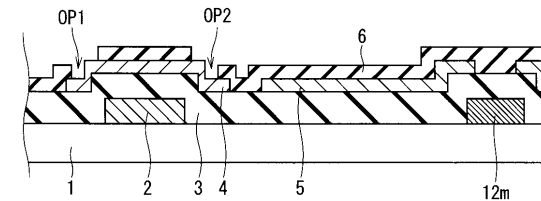
【図 19】



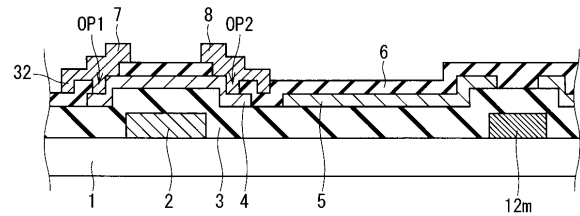
【図 20】



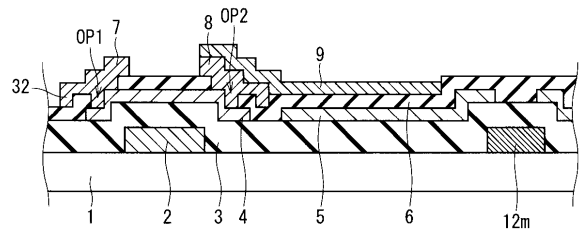
【図 21】



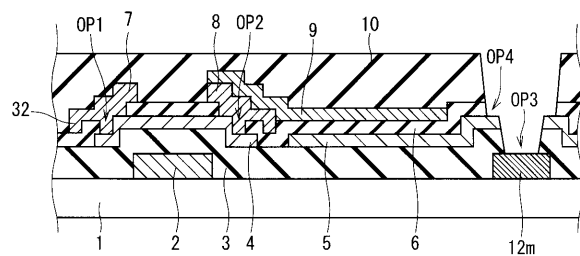
【図 22】



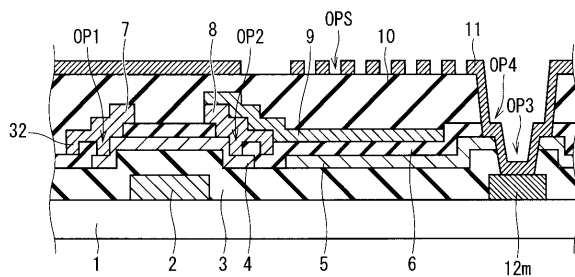
【図 23】



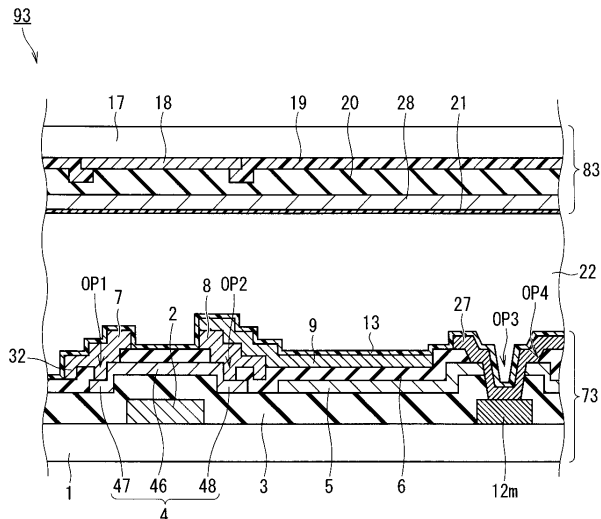
【図 24】



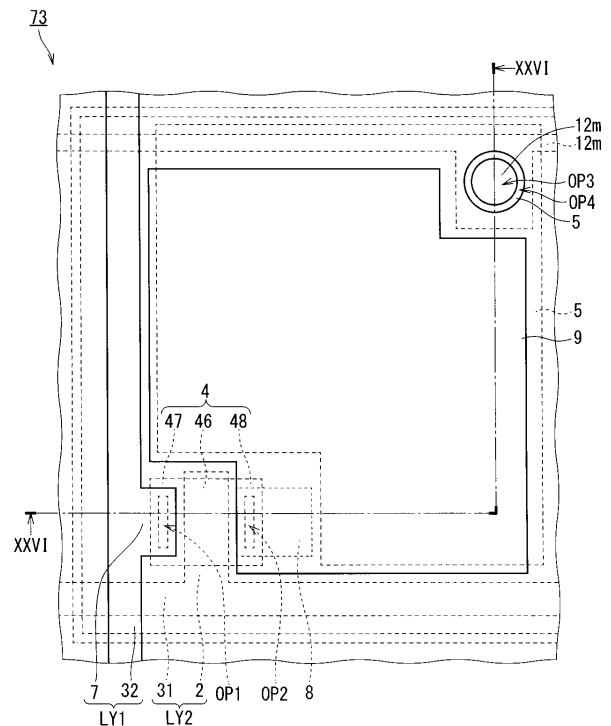
【図 25】



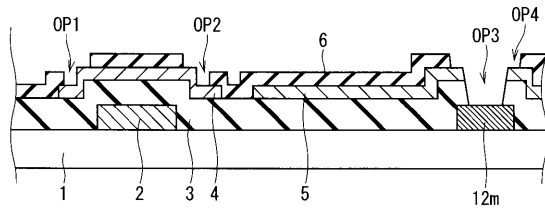
【図 26】



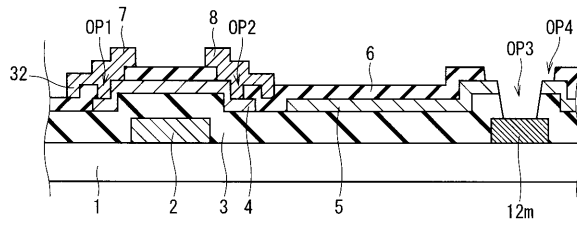
【図 27】



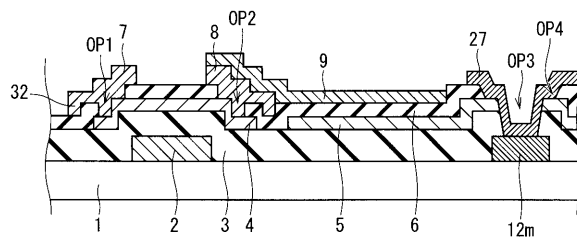
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

審査官 磯崎 忠昭

(56)参考文献 中国特許出願公開第103235458(CN, A)

特開2009-058913(JP, A)

特開2014-199428(JP, A)

特開2014-199406(JP, A)

国際公開第2015/087586(WO, A1)

米国特許出願公開第2012/0138932(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1368

H01L 29/786