

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-303003

(P2005-303003A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005. 10. 27)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

H O 1 L 29/786

H O 1 L 29/78 6 1 6 S

2 H O 9 2

G O 2 F 1/1343

G O 2 F 1/1343

5 F O 3 3

G O 2 F 1/1368

G O 2 F 1/1368

5 F 1 1 O

H O 1 L 21/3205

H O 1 L 29/78 6 1 6 U

H O 1 L 21/336

H O 1 L 29/78 6 1 6 V

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-116965 (P2004-116965)

(22) 出願日 平成16年4月12日 (2004. 4. 12)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番2  
6号

(74) 代理人 100075409

弁理士 植木 久一

(74) 代理人 100067828

弁理士 小谷 悦司

(72) 発明者 後藤 裕史

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会  
社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 釘宮 敏洋

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会  
社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

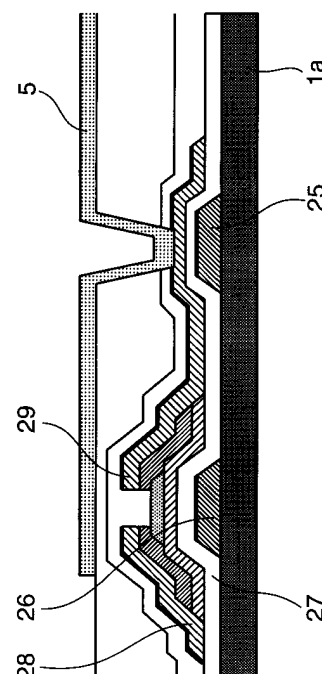
(54) 【発明の名称】 表示デバイスおよびその製法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 アルミニウム合金膜と透明電極が直接コンタクトすることを可能とし、バリアメタルの省略を実現できると共に、アルカリ性溶液への耐食性のあるアルミニウム合金膜とそれを用いた配線構造およびその製法を提供する。

【解決手段】 絶縁基板1a上に、透明電極によって形成された画素電極5と、薄膜トランジスタと画素電極5を電氣的に接続するアルミニウム合金膜によって形成されたドレイン電極29とを備えており、アルミニウム合金膜は、窒素を含まないアルミニウム合金膜の上に窒素を含むアルミニウム合金膜が積層された多層構造とし、窒素を含む層でアルカリ性溶液に対する耐食性を確保すると共に、画素電極5との接続配線部は前記窒素を含むアルミニウム合金層は取り除き、画素電極とアルミニウム合金膜が直接接触された構造とする。

【選択図】 図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

透明絶縁基板上に配置された薄膜トランジスタと、透明電極によって形成された画素電極、および、これら薄膜トランジスタと画素電極を電氣的に接続するアルミニウム合金膜を有する表示デバイスにおいて、該アルミニウム合金膜は、実質的に窒素を含まないアルミニウム合金からなる第一の層と、該第一の層の上に積層された窒素含有アルミニウム合金からなる第二の層とからなるアルミニウム合金多層膜構造を有し、少なくとも前記画素電極と該アルミニウム合金多層膜が接する部分では前記第二の層が除去され、前記画素電極が前記第一の層と直接接続していることを特徴とする表示デバイス。

**【請求項 2】**

前記アルミニウム合金は、合金成分として少なくとも N i を 0 . 1 ~ 6 原子 % 含有するものである請求項 1 に記載の表示デバイス。

**【請求項 3】**

前記アルミニウム合金は、合金成分として更に N d , Y , F e , C o よりなる群から選択される少なくとも 1 種の元素を 0 . 1 ~ 6 原子 % 含有するものである請求項 2 に記載の表示デバイス。

**【請求項 4】**

前記アルミニウム合金多層膜における前記第二の層は、厚さが 5 ~ 2 0 0 n m である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の表示デバイス。

**【請求項 5】**

前記アルミニウム合金多層膜における前記第二の層は、1 3 原子 % 以上 5 0 原子 % 以下の窒素を含有するものである請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の表示デバイス。

**【請求項 6】**

透明絶縁基板上に、実質的に窒素を含まないアルミニウム合金からなる第一の層を形成する工程、

該第一の層の上に、窒素を含有するアルミニウム合金からなる第二の層を積層する工程、

前記第一の層と第二の層が積層されたアルミニウム合金多層膜をパターンニングする工程、

該アルミニウム合金多層膜を覆って絶縁膜を形成する工程、

該絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程、

前記アルミニウム合金多層膜における、少なくとも上記コンタクトホールと接する部分の第二の層をエッチングする工程、

前記絶縁膜上に画素電極を形成すると共に、該画素電極を、コンタクトホールを介してアルミニウム合金多層膜の第一の層に直接接続させる工程、

を含むことを特徴とする表示デバイスの製法。

**【請求項 7】**

前記絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程が、前記アルミニウム合金多層膜における第二の層をエッチングする工程を兼ねる請求項 6 に記載の製法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば半導体や液晶ディスプレイ、光学部品などで用いられる薄膜タイプの表示デバイスと、その製法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

アクティブマトリクス型液晶表示デバイスは、薄膜トランジスタ ( T F T ) をスイッチング素子とし、画素電極と走査線および信号線などの配線部を備えた T F T アレイ基板と、 T F T アレイ基板に対し所定の間隔をおいて対向配置される共通電極を備えた対向基板と、 T F T アレイ基板と対向基板との間に充填された液晶層によって構成される。また、

10

20

30

40

50

パッシブマトリクス型液晶表示デバイスは、走査線および信号線などの配線部と、配線基板と所定の間隔をおいて対向配置される共通電極を備えた対向基板と、配線基板と対向基板との間に充填された液晶層によって構成される。

#### 【0003】

画素電極としては、酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) に酸化スズ ( $\text{SnO}$ ) を 10 質量 % 程度含有せしめた ITO 膜が一般的に使用される。また、この画素電極に電氣的に接続される配線部の信号線は、純アルミニウム ( $\text{Al}$ ) や  $\text{Al}-\text{Nd}$  などのアルミニウム合金と画素電極が直接接触しない様、その間にバリアメタルとしてモリブデン ( $\text{Mo}$ ) やクロム ( $\text{Cr}$ )、チタン ( $\text{Ti}$ )、タングステン ( $\text{W}$ ) の如き高融点金属の積層膜を介在させている。

10

#### 【0004】

本出願人も、かねてより、このタイプの液晶表示デバイスの改良研究を進めており、その成果の一環として、上記の様な高融点金属を省略して配線部に直接画素電極を接続させることのできるアルミニウム合金膜を開発し、先に出願を済ませた (特願 2003-368786 号)。

#### 【0005】

他方、先行技術として特許文献 1 には、アルミニウム合金等からなるドレイン電極にプラズマ処理やイオン注入によって表面処理を行う方法、また特許文献 2 には、第一の層のゲート、ソース及びドレイン電極に、 $\text{N}$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{C}$  等の不純物を含む第二の層を積層した積層膜を形成する方法によって、画素電極と第二の層を接続させれば、高融点金属を省略した場合でも画素電極とのコンタクト抵抗を低いまま保つことができると記載されている。

20

【特許文献 1】特開平 11-283934 号公報

【特許文献 2】特開平 11-284195 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

本件出願人が開発した前掲の先願発明において、画素電極に直接接続させるドレイン電極等を構成するアルミニウム合金膜は、水素イオンに対する電極電位を表わす標準電極電位がアルミニウム ( $-1.7\text{V}$ ) よりも貴な金属、例えば  $\text{Ni}$  ( $-0.25\text{V}$ ) をアルミニウムに添加しているが、アルミニウムは該  $\text{Ni}$  添加による合金化によって電極電位が変化する。そして、前掲の特許文献 1 に記載されている様なアルミニウム合金膜のうち、例えば  $\text{Al}-2\text{at}\%\text{Ni}-0.6\text{at}\%\text{Nd}$  合金の  $\text{pH}12.7$  のアルカリ現像液中での電極電位は  $-1.3\text{V}$  であり、純アルミニウム薄膜のアルカリ現像液中での電極電位である  $-1.9\text{V}$  よりも  $0.6\text{V}$  貴となる。

30

#### 【0007】

一方、アルミニウムは両性金属であり、純粋なアルミニウムは元々酸にもアルカリに対しても耐性が低い。しかし通常の状態では、表面に緻密な不動態層 (酸化アルミニウム層) が形成されるため、腐食は比較的起し難い。また腐食の形態は種々あるが、合金化することで特に問題となる電池効果による腐食の場合は、溶液の  $\text{pH}$  と薄膜の電極電位が腐食の速度に大きく影響する。

40

#### 【0008】

図 1 は、アルミニウムの腐食に及ぼす  $\text{pH}$  - 電位の関係を示したグラフであり、薬液の  $\text{pH}$  が 1 もしくは 14 に近づくほど腐食し易くなり、また電極電位が貴に近づくほど腐食し易くなる。この図によっても確認できる様に、純粋なアルミニウムは腐食領域の中でも端部に近く、腐食し易さは  $\text{Al}-\text{Ni}-\text{Nd}$  合金に比べて小さい。

#### 【0009】

しかし、水の安定領域 ( $\text{pH}12.7$  のアルカリ性現像液の場合、電位が  $-0.75 \sim -0.48\text{V}$  の領域) まで貴な電位にすることができれば腐食は抑制されるが、低電気抵抗率の確保を目的としてアルミニウムを主成分とする合金では、そこまで電位を高めること

50

は難しいと考えられる。即ち、配線部に直接画素電極を接続させることのできるアルミニウム合金膜は、合金設計上、純アルミニウムに比べて腐食し易くなっていると言える。実験的にも、アルカリ性の溶液に対するアルミニウム合金の腐食速度は特に大きくなることが確認されている。

【 0 0 1 0 】

アルミニウムが直接触れる可能性のあるアルカリ性溶液のうち、フォトレジストの現像に用いるアルカリ現像液は強アルカリである。現像液には有機アルカリ系、無機アルカリ系、有機溶媒系の3種類があるが、一般的にはTMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）を含んだ有機アルカリ系のものが使用されている。

【 0 0 1 1 】

有機溶媒系ではアルミニウムの腐食は起らず、また無機アルカリ系では、アルミニウムの腐食を抑えるインヒビターを添加できるため、腐食はあまり問題にならない。しかし、有機アルカリ系ではインヒビターを添加できないので、腐食の問題が生じてくる。また、フォトレジストの除去に用いる剥離液でアミン系物質を含むものは、水と混合するとアルカリ性を示す。

【 0 0 1 2 】

純アルミニウムの場合、これらアルカリ性溶液への浸漬時間が通常の製造工程で採用される程度であれば、上記不動態皮膜の防食作用によって腐食の影響はほとんど生じない。ところが、アルミニウムにNi等の合金元素を添加すると、得られるアルミニウム合金膜の電極電位は貴となり、前記図1に示したようなpH - 電位図における腐食領域に入ってくる。実験で確認したところ、2原子%程度のNiを添加したアルミニウム合金では、TMAHを2.4質量%含むpH12.7の有機アルカリ性現像液に浸漬したときのエッチング速度は、純アルミニウムのエッチング速度（12nm/分）の約5倍（約60nm/分）であった。

【 0 0 1 3 】

例えば液晶パネルを製造する場合、フォトリソグラフィ工程でアルミニウム合金膜にフォトレジストで配線パターンを形成する際には、アルカリ性現像液が直接アルミニウム合金膜に接触するが、通常は、次工程でフォトレジストをマスクとしてアルミニウム合金膜のエッチングが行われるため、フォトレジストに覆われていない部分が多少存在していても、あるいは全てがエッチングされても問題は生じない。

【 0 0 1 4 】

しかしフォトリソグラフィ工程では、フォトレジストを用いて形成したパターンにしばしば精度不良を生じることがある。この場合、フォトレジストを剥離して再度フォトリソグラフィを行う「リワーク」と呼ばれる作業が行われる。ところが、最初のフォトリソグラフィ工程でフォトレジストに覆われていない部分のアルミニウム合金膜が少しでも腐食されると、二度目のパターンを全く同じ位置に重ね合わせることができないため、例えば図2（A）～（C）の断面説明図に示す如く配線部に段差が生じ、問題になることがあった。

【 0 0 1 5 】

即ちこの図示例において、最初のフォトリソグラフィ工程で、図2（A）に示す如くフォトレジストPによって設計パターン通りにアルミニウム合金Aの腐食が行われた場合は問題ない。ところが、パターン形成工程で、一部にフォトレジストで覆われていないパターン不良が一旦発生すると、リワーク工程で当該パターンを再度フォトレジストで覆う際に、例えば図2（B）に示す如く位置ずれが起こり、それによって形成される段差部Axが最後まで残って[図2（C）]、接触不良の原因になることがある。

【 0 0 1 6 】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、液晶ディスプレイや光学部品等で用いられる薄肉タイプの表示デバイスにおいて、特に画素電極に接続されるドレイン電極等を構成するアルミニウム合金膜をパターン形成する際に、該電極パターンを精度よく簡便に形成できる様にし、それにより高品質の表示デバイスを確実に提

10

20

30

40

50

供し得る様な技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記課題を解決することのできた本発明の表示デバイスは、透明絶縁基板上に配置された薄膜トランジスタと、透明電極によって形成された画素電極、および、これら薄膜トランジスタと画素電極を電氣的に接続するアルミニウム合金膜を有する表示デバイスにおいて、該アルミニウム合金膜は、実質的に窒素を含まないアルミニウム合金からなる第一の層と、該第一の層の上に積層された窒素含有アルミニウム合金からなる第二の層とからなるアルミニウム合金多層膜構造を有し、少なくとも前記画素電極と該アルミニウム合金多層膜が接する部分では前記第二の層が除去され、前記画素電極が前記第一の層と直接接続しているところに特徴を有している。 10

【0018】

上記アルミニウム合金膜は、アルミニウムを主成分としこれに種々の合金成分を含有させたものを使用できるが、本発明において特に好ましく使用されるのは、合金成分としてNiを0.1～6原子%含有するAl-Ni系の合金であり、あるいは更に、Nd, Y, Fe, Coよりなる群から選択される少なくとも1種の元素を0.1～6原子%含有する3元系以上のアルミニウム合金も好ましく使用できる。

【0019】

上記本発明において、アルミニウム合金多層膜における前記第二の層の厚さは5～200nmの範囲が好ましい。また第二の層、即ち窒素含有アルミニウム合金層は、窒素を13～50原子%の範囲で含有するものが好ましく、その厚さは5～200nmの範囲が好適である。 20

【0020】

また本発明の製法は、上記表示デバイスの工業的に有用な製造方法として位置付けられるもので、その構成は、

(1)透明絶縁基板上に、実質的に窒素を含まないアルミニウム合金膜からなる第一の層を形成する工程、

(2)該第一の層の上に、窒素を含有するアルミニウム合金膜からなる第二の層を積層する工程、

(3)前記第一の層と第二の層が積層されたアルミニウム合金多層膜をパターニングする工程、 30

(4)該アルミニウム合金多層膜を覆って絶縁膜を形成する工程、

(5)該絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程、

(6)前記アルミニウム合金多層膜における、少なくとも上記コンタクトホールと接する部分の第二の層をエッチングする工程、

(7)前記絶縁膜上に画素電極を形成すると共に、該画素電極を、コンタクトホールを介してアルミニウム合金多層膜の第一の層に直接接続させる工程、を含むところに特徴を有している。

【0021】

この方法を実施するに当っては、前記(5)の絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程で、前記(6)のアルミニウム合金多層膜における第二の層をエッチングする工程を兼ねて同時に行えば、製造工程を一層簡素化できるので好ましい。 40

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、アルミニウム合金配線と画素電極が直接コンタクトすることを可能とし、バリアメタルを省略可能にすると共に、薬品耐性、特にアルカリ性の現像液や剥離液に対して優れた耐性を有する表示デバイスを提供すると共に、その有効な製法を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

高性能の液晶デバイスを得るには、図 2 で説明した如く、特にフォトリソグラフィ工程でアルミニウム合金膜に設けられる電極パターンの精度不良を阻止することが重要であり、そのためには、該アルミニウム合金膜上に、パターン形成工程で用いるアルカリ性現像液に対して腐食し難い皮膜を形成することが有効である。

【 0 0 2 4 】

ところで、純アルミニウムがアルカリに対し優れた耐食性を示す理由は、表面に形成される不動態皮膜、すなわち酸化アルミニウムの作用による。この不動態皮膜はアルミニウムの自然酸化によって形成されるもので、この緻密な不動態皮膜はアルカリに対し高い耐性を有している。ところが、酸化アルミニウムはそもそも電氣的に非常に高抵抗であるため、不動態皮膜が付いたままで画素電極とアルミニウム膜を直接接触させると、不動態皮膜が高抵抗であるが故に接触抵抗が高くなってしまう。

10

【 0 0 2 5 】

また、前掲の先願発明に開示した技術では、アルミニウム合金膜を画素電極に直接接触させるが、該アルミニウム合金膜表面に形成される酸化アルミニウムは純アルミニウム表面の不動態皮膜ほどには緻密にならず、酸素含有量が相対的に少なくなることによって、低い接触抵抗で電流を流すことができ、画素電極と直接接触させた場合でも、表示品位を低下させずに画素を駆動させることができる。

【 0 0 2 6 】

ところがアルミニウム合金は、純アルミニウムに比べてアルカリ性溶液に対する防食能が低く、酸素添加を伴った反応性スパッタリング法で表面に酸化アルミニウムを積層することはできるが、純アルミニウムの表面に形成される不動態皮膜の様に緻密で高耐食性の被膜を形成することはできない。むしろアルカリ性溶液中では、緻密でない酸化アルミニウムが溶出してアルミン酸イオン ( $AlO_2^-$ ) を形成するため、エッチング速度は高まると考えられる。ちなみに、合金元素として Ni を添加したアルミニウム合金膜をスパッタリング製膜する際に酸素添加を併用したアルミニウム合金膜のエッチング速度は、純アルミニウムに形成された不動態皮膜に比べて約 60 % 程度増加することを確認している。

20

【 0 0 2 7 】

ところが本発明者らが種々研究を重ねたところ、このアルミニウム合金膜に窒素を添加してやれば、窒素の添加量に応じてアルカリ性溶液に対する耐食性が向上することを知った。

30

【 0 0 2 8 】

ちなみに図 3 は、表示デバイスを製造する際に用いられる代表的なアルミニウム合金として  $Al - 2 at\% Ni - 0.6\% Nd$  合金を対象とし、該合金への窒素添加量と窒素含有量、有機アルカリ現像液（東京応化社製の商品名「NMD-W」）によるエッチング速度の関係を示したグラフである。ここで窒素添加量は、アルミニウム合金膜をスパッタリング成膜する際に供給するガスの流量比 ( $N_2 / Ar$ ) で示している。

【 0 0 2 9 】

この図からも明らかな様に、流量比が 0.1 の前後でエッチング速度は急激に変化する。また、XPS (X 線光電子分光分析装置) を用いた定量分析によって確認したところ、 $N_{1s}$  と  $Al_{2p}$  の比から求められる合金膜中の  $N / Al$  比 (原子比) は、流量比が 0.12 付近のときは 0.7、流量比が 0.14 のときは  $N / Al$  比が 0.88、流量比が 0.16 のときは  $N / Al$  比が 0.98 であり、窒素流量が増えるにつれてアルミニウム合金膜中の窒素含有量も増大し、それに伴って耐食性も向上することが分かった。なおこの図から、エッチング速度が急激に低下する辺りの流量比は 0.07 付近であり、その時の窒素含有量は  $N / Al$  比で 0.13 と推測される。また、窒素流量を増やすと膜中の窒素含量は増大するが、ストイキオメトリックな  $AlN$  の場合を窒素含量の上限と仮定すると、窒素含有量の上限は 50 原子% となる。

40

【 0 0 3 0 】

アルミニウム合金への窒素の添加は、アルミニウム合金膜をスパッタリング形成する際に用いる Ar ガスに窒素を混入させた反応性スパッタリング法を採用することで容易に実

50

施でき、窒素の混入量によってアルミニウム合金膜内への窒素含有量を容易に制御できる。しかも、添加ガスを変えるだけでスパッタリングターゲットの交換などは必要ないため、連続して成膜することができる。反面、窒素が含まれることでアルミニウム合金膜の抵抗は高まり、原子比が 1 : 1 であるストイキオメトリックな窒化アルミニウム ( A l N ) は絶縁物である。

#### 【 0 0 3 1 】

ちなみに図 4 は、窒素含有量を変化させたときの窒素含有アルミニウム合金膜の電気抵抗率を示しており、そのままでは電気抵抗率が高すぎるため液晶パネルの配線用薄膜材として使用し得ないばかりか、画素電極と接触させたときのコンタクト抵抗も高くなって直接接続はできないと考えられる。

10

#### 【 0 0 3 2 】

そこで本発明では、フォトリソグラフィ工程でのアルミニウム合金膜の腐食を抑えるため、該アルミニウム合金膜の表面に窒素含有アルミニウム合金膜を積層することによりアルミニウム合金多層膜としておく。そして、該合金多層膜を絶縁膜で被覆した後、該絶縁膜をエッチングしてコンタクトホールを形成する際に、画素電極が接触する箇所だけ、前記アルミニウム合金多層膜の表層側に第二の層として存在する窒素含有アルミニウム合金層を取り除き、第一層として存在するアルミニウム合金層の表面を露出させる。そうすると、窒素を含まず抵抗値の低い第一の層のアルミニウム合金膜を画素電極に直接接触させることができ、アルミニウム合金膜と画素電極のコンタクト抵抗を小さく抑えることが可能となる。

20

#### 【 0 0 3 3 】

前掲の特許文献 1 によれば、ドレイン電極をプラズマ処理もしくはイオン注入によって表面処理する方法で、また前記特許文献 2 によれば、第一層のゲート、ソース及びドレイン電極に N , O , S i , C 等の不純物を含む第二層を積層する方法を採用することで、高融点金属を省略した場合でも画素電極とのコンタクト抵抗を低位に保ち得ることが示されている。

#### 【 0 0 3 4 】

しかし本発明で採用する上記アルミニウム合金多層膜によれば、画素電極と低いコンタクト抵抗で直接接触できるアルミニウム合金膜の短所であったアルカリ耐性を、表面に第二の層として窒素含有アルミニウム合金層を形成することで確保し、これをコンタクトホール形成時もしくはその後に取り除いて窒素非含有のアルミニウム合金膜を露出させることで、コンタクト抵抗が低いという該アルミニウム合金膜の特徴を活かすことに成功したのである。

30

#### 【 0 0 3 5 】

なお本発明で使用する上記アルミニウム合金の種類は特に制限されないが、配線材料として優れた導電性を有すると共に、画素電極との直接コンタクトにも優れたものとして特に好ましいのは、合金元素としてニッケルを含むアルミニウム合金であり、特にニッケル含量が 0 . 1 原子 % 以上 6 原子 % 以下、より好ましくは 0 . 2 原子 % 以上、5 原子 % 以下である A l - N i 合金である。

#### 【 0 0 3 6 】

またこれら A l - N i 合金には、更に他の合金元素として N d , Y , F e , C o よりなる群から選択される少なくとも 1 種の元素を 0 . 1 ~ 6 原子 % 程度含有させると、耐熱性などの一段と優れた配線材料となるので好ましい。

40

#### 【 0 0 3 7 】

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る表示デバイスおよびその製法の実施形態について詳細に説明していく。

#### 【 0 0 3 8 】

まず図 5 は、本発明が適用されるアクティブパネル型液晶表示装置に搭載される液晶パネル構造の概略断面説明図である。図 5 に示すように液晶パネルは、 T F T アレイ基板 1 と、該 T F T アレイ基板 1 に対向配置された対向基板 2、およびこれら T F T アレイ基板

50

1 と対向基板 2 との間に配置され、光変調層として機能する液晶層 3 を備えている。TFT アレイ基板 1 は、ガラスなどの絶縁基板 1a 上に配置された薄膜トランジスタ (TFT) 4 や配線部 6 に対向する位置に配置された遮光膜 9 からなる。

【0039】

また TFT アレイ基板 1 及び対向基板 2 を構成する絶縁基板の外側には、偏光板 10, 10 が配置されると共に、対向基板 2 には、液晶層 3 に含まれる液晶分子を所定の向きに配向するための配向膜 11 が配置されている。

【0040】

このような液晶パネルでは、対向電極 2 と画素電極 5 の間で形成される電界によって、液晶層 3 における液晶分子の配向方向が制御され、TFT アレイ基板 1 と対向基板 2 との間 10 の液晶層 3 を通過する光が変調される。これにより、対向基板 2 を透過する光の透過光量が制御され、画像が表示される。また TFT アレイは、TFT アレイ外部に引き出された TAB テープ 12 により、ドライバ IC 13 と制御 IC 14 によって駆動される。

【0041】

図中、15 はスペーサー、16 はシール材、17 は保護膜、18 は拡散板、19 はプリズムシート、20 は導光板、21 は反射板、22 はバックライト、23 は保持フレーム、24 はプリント基板を夫々示しており、これらについては後述する。

【0042】

図 6 は、この発明のアレイ基板に適用される第 1 の実施例に係る薄膜トランジスタの構造を概略的に示す断面図である。図 6 に示す如く絶縁基板 1a 上には、アルミニウム合金 20 膜によって走査線 25 が形成され、該走査線 25 の一部は、薄膜トランジスタのオン・オフを制御するゲート電極 26 として機能する。またゲート絶縁膜 27 を介して走査線 25 と交差するように、アルミニウム合金膜によって信号線が形成され、該信号線の一部は、薄膜トランジスタのソース電極 28 として機能する。

【0043】

ゲート絶縁膜 27 上の画素領域には、例えば  $\text{In}_2\text{O}_3$  に  $\text{SnO}$  を添加した ITO 膜によって形成された画素電極 5 が配置されている。アルミニウム合金膜によって形成された薄膜トランジスタのドレイン電極 29 は、画素電極 5 に直接コンタクトし、電氣的に接続されている。

【0044】

この TFT アレイ基板 1 に、走査線 25 を介してゲート電極 26 にゲート電圧が供給されると、薄膜トランジスタがオン状態となり、予め信号線に供給された駆動電圧がソース電極 28 からドレイン電極 29 を介して画素電極 5 へ供給される。そして画素電極 5 に所定レベルの駆動電圧が供給されると、前記図 5 に示した如く対向電極 2 との間に電位差を生じ、液晶層 3 に含まれる液晶分子が配向して光変調が行われる。

【0045】

なお本発明では、上記走査線 25、ゲート電極 26、ソース電極 28、ドレイン電極 29 等を構成するアルミニウム合金膜を、窒素非含有のアルミニウム合金膜と窒素含有アルミニウム合金膜からなる多層膜構造としたところに特徴を有しているが、その構成については追って詳述する。

【0046】

次に、図 6 に示した TFT アレイ基板の製造方法について簡単に説明する。ここでスイッチング素子として形成される薄膜トランジスタは、水素化アモルファスシリコンを半導体層として用いたアモルファスシリコン TFT を例として挙げる。

【0047】

第 1 の実施例に係る TFT アレイ基板 1 の製造工程の概略図を、図 7 ~ 14 に基づいて説明する。

【0048】

まず絶縁基板 1a に、スパッタリングなどの手法で膜厚 200 nm 程度のアルミニウム合金膜 (窒素非含有) Al を形成し、引き続いてその上に、窒素添加を併用した反応性ス 50



パターニング法などによって窒素含有アルミニウム合金膜を 30 nm 程度積層する。このときの  $N_2$  と Ar の流量比は、窒素含有アルミニウム合金膜の目標窒素含量によって任意に調整すればよいが、通常は  $N_2 / Ar$  比で 0.07 ~ 0.16 の範囲の中から適宜選択される。

#### 【0049】

その後、該アルミニウム合金多層膜をフォトリソグラフィによってパターニングすることにより、ゲート電極 26 と走査線 25 のパターンを形成するが（図 7）、本発明では、アルミニウム合金多層膜の表層部に形成された窒素含有アルミニウム合金膜（符号：N - Al）の耐食効果により、アルカリ性現像液による腐食が抑えられる。次いで、アルミニウム合金多層膜のエッチングを行う。このときには、その上に形成されるゲート絶縁膜 27 のカバレッジがよくなるよう、アルミニウム合金多層膜の側縁が約 30 ~ 40° のテーパー状となる様にエッチングするのがよい。

10

#### 【0050】

次に、例えばプラズマ CVD 法等の手法で、例えば膜厚 300 nm 程度の酸化シリコン（ $SiO_x$ ）でゲート絶縁膜 27 を形成し、更に、例えば膜厚 50 nm 程度の水素化アモルファスシリコン膜（a-Si:H）と膜厚 300 nm 程度の窒化シリコン膜（ $SiN_x$ ）を成膜し（図 8）、更にその上に、ゲート電極をマスクとした裏面露光によって図 9 に示す如く窒化シリコン膜（ $SiN_x$ ）をパターニングし、チャンネル保護膜を形成する。

#### 【0051】

更に、燐をドーピングした例えば膜厚 50 nm 程度の  $n^+$  型水素化アモルファスシリコン膜（ $n^+$ -a-Si:H）を成膜し、水素化アモルファスシリコン膜（a-Si:H）と  $n^+$  型水素化アモルファスシリコン膜（ $n^+$ -a-Si:H）をパターニングする（図 10）。

20

#### 【0052】

その後、例えば膜厚 300 nm 程度のアルミニウム合金膜（符号：Al）を成膜した後、引き続いて窒素添加を併用した反応性スパッターリング法によって窒素含有アルミニウム合金膜（符号：N - Al）を例えば 30 nm 程度の厚さで積層する。このときの  $N_2$  と Ar の流量比も、前記図 7 に示したアルミニウム合金多層膜を形成するときと同様に、窒素含有アルミニウム合金膜の目標窒素含量によって任意に調整すればよく、通常は  $N_2 / Ar$  比で 0.07 ~ 0.16 の範囲の中から適宜選択される。

#### 【0053】

その後、得られた最表層部のアルミニウム合金多層膜をフォトリソグラフィによってパターニングし、信号線と一体のソース電極 28 と、画素電極 5 に接触されるドレイン電極 29 のパターンを形成する（図 11）。このときにも、窒素含有アルミニウム合金膜（符号：N - Al）の耐食性効果により、アルカリ性現像液による腐食が抑えられる。更に、ソース電極 28 とドレイン電極 29 をマスクとして、チャンネル保護膜（ $SiN_x$ ）上の  $n^+$  型水素化アモルファスシリコン膜（ $n^+$ -a-Si:H）を除去する。

30

#### 【0054】

そして、例えばプラズマ CVD 装置などを用いて、窒化シリコン膜 30 を例えば膜厚 300 nm 程度で成膜することにより保護膜を形成する。このときの成膜はたとえば 300 程度で行われる。そしてこの窒化シリコン膜 30 上にフォトレジスト層 31 を形成した後、該窒化シリコン膜 30 をパターニングし、例えばドライエッチング等によって窒化シリコン膜 30 にコンタクトホール 32 を形成する（図 12）。この際、窒化シリコン膜 30 のエッチング完了後も、膜厚換算で例えば 70 ~ 500 % 程度のオーバーエッチングを加え、窒素含有アルミニウム合金膜を除去する。

40

#### 【0055】

その後、例えば酸素プラズマによるアッシング工程を経て、例えばアミン系剥離液によってフォトレジスト層 31 の剥離処理を行う（図 13）。

#### 【0056】

最後に図 14 に示す如く、例えば膜厚 40 nm 程度の ITO 膜を成膜してパターニングすることにより画素電極 5 を形成すると、TFT アレイ基板が完成する。

50

## 【0057】

この製造工程に従って形成されたTFTアレイ基板においては、アルミニウム合金多層膜における表層部（第二層）の窒素含有アルミニウム合金膜が取り除かれており、画素電極5は、窒素非含有のアルミニウム合金膜（符号：A1）によって形成されたドレイン電極29と直接コンタクトされている。該接触界面では、アルミニウム合金の表面に固溶元素の析出物もしくは金属間化合物の一部が露出しており、該露出部分は固溶元素の作用により純粋なアルミニウムに比べて酸化皮膜が形成され難いため、絶縁性の高い酸化被膜は形成されない。よってこの露出部分は低抵抗で電気が流れ易く、アルミニウム合金電極、即ちドレイン電極29と画素電極5を直接接続してもコンタクト抵抗を低く抑えることが可能になる。

10

## 【0058】

なお、上記ゲート絶縁膜27、窒化シリコン膜30、フォトレジスト膜31等などの膜厚はその一例を示しただけで、もとより本発明を制限する性質のものではなく、必要に応じて任意に変更することができる。また、使用される剥離液の種類にも格別の制限はないが、好ましいのは、主成分としてモノエタノールアミンを5～70質量程度%、より好ましくは25～70質量%程度含むものである。ちなみにこの剥離液は、各種メタル材料のエッチング後に残留する変質膜やポリマー被膜の除去を目的として一般的に使用される剥離液であり、汚染物に対する除去効果も高い。従って、この様な剥離液を洗浄に用いることで、十分に低いコンタクト抵抗値を得ることができる。

## 【0059】

この他、ヒドロキシルアミンの如きアミン系主体の剥離液や、アミン系の主成分に加えて5～25質量%程度の水を含む剥離液も優れたライトエッチング効果を有しており、薄肉のアルミニウム酸化物であれば除去できる。しかしこの種の剥離液は高価であり、しかもアルミニウム合金に対するエッチング速度も速く、制御がやや難しいので注意を要する。

20

## 【0060】

次に、本発明のアレイ基板に適用される第2の実施例に係る薄膜トランジスタの構造と製法について説明する。

## 【0061】

図15は、本発明のアレイ基板に適用される第2の実施例に係る薄膜トランジスタの構造を概略的に示す断面図であり、この第2の実施例では、トップゲート構造の薄膜トランジスタが適用される。

30

## 【0062】

図15に示す如く、絶縁基板1a上には、アルミニウム合金多層膜によって走査線が形成され、走査線の一部は、薄膜トランジスタのオン・オフを制御するゲート電極26として機能する。また層間絶縁膜（SiO<sub>x</sub>）を介して走査線と交差する様に、アルミニウム合金多層膜で信号線が形成され、該信号線の一部は薄膜トランジスタのソース電極28として機能する。

## 【0063】

層間絶縁膜（SiO<sub>x</sub>）上の画素領域には、例えばIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にSnOを添加したITO膜で形成された画素電極5が配置され、アルミニウム合金多層膜によって形成された薄膜トランジスタのドレイン電極29は、画素電極5に電氣的に接続される接続電極部として機能する。即ち、アルミニウム合金多層膜によって形成された薄膜トランジスタのドレイン電極29は、画素電極5との接続位置で表層の窒素含有アルミニウム合金層が除去され、第一層の窒素非含有アルミニウム合金層が露出された状態で画素電極5と直接コンタクトし、電氣的に接続されている。

40

## 【0064】

従って、前記図6の例と同様にTFTアレイ基板に、走査線を介してゲート電極26にゲート電圧が供給されると、薄膜トランジスタがオン状態となり、予め信号線に供給された駆動電圧がソース電極28からドレイン電極29を介して画素電極5へ供給される。そ

50

して、画素電極 5 に所定レベルの駆動電圧が供給されると、前記図 5 で説明した如く対向電極 10 との間に電位差を生じ、液晶層 3 に含まれる液晶分子が配向して光変調を行う。

【0065】

次に、図 15 に示した TFT アレイ基板の製造方法について説明する。この第 2 の実施例のアレイ基板に備えられた薄膜トランジスタは、ポリシリコン膜 (poly-Si) を半導体層とするトップゲート構造であり、図 16 ~ 22 は、第 2 の実施例に係る TFT アレイ基板の製造工程を概略的に示す図である。

【0066】

まず、ガラスなどの絶縁基板 1a 上に、例えばプラズマ CVD 法により、例えば基板温度 300 程度で、膜厚 50 nm 程度の窒化シリコン膜 (SiNx) と膜厚 100 nm 程度の酸化シリコン膜 (SiOx)、更には、膜厚が例えば 50 nm 程度の水素化アモルファスシリコン膜 (a-Si:H) を成膜し、該水素化アモルファスシリコン膜 (a-Si:H) をポリシリコン化するため、熱処理とレーザーアニールを行う。熱処理は例えば 470 程度で 1 時間程度の雰囲気熱処理によって行い、脱水素処理を行った後、例えばエキシマレーザーアニール装置を用いて、例えばエネルギー約  $230 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  程度の条件でレーザを水素化アモルファスシリコン膜 (a-Si:H) に照射し、例えば厚さが約  $0.3 \mu\text{m}$  程度のポリシリコン膜 (poly-Si) を得る (図 16)。これらの製造条件も代表例を示しただけで、必要に応じて変更が可能である。

【0067】

その後、図 17 に示す如く、プラズマエッチング等によってポリシリコン膜 (poly-Si) をパターニングする。

【0068】

次いで、酸化シリコン膜 (SiOx) を例えば膜厚 100 nm で成膜してゲート絶縁膜 27 を形成し、得られるゲート絶縁膜 27 上に、スパッタリング等によって、走査線と一体のゲート電極 26 となる窒素非含有のアルミニウム合金膜 (符号: A1) を例えば膜厚 200 nm 程度で成膜し、引き続いて、窒素添加を併用した反応性スパッタリング法等により、例えば 30 nm 程度の厚さで窒素含有アルミニウム合金膜 (符号: N-A1) を積層する。このときの  $\text{N}_2$  と Ar の流量比は例えば 0.07 ~ 0.16 程度に制御する。

【0069】

そして、得られたアルミニウム合金多層膜を、フォトリソグラフィによってパターニングすることにより、ゲート電極と走査線のパターンを形成する (図 18) が、このとき、窒素含有アルミニウム合金膜 (符号: N-A1) の優れた耐食効果によってアルカリ性現像液による腐食が抑えられる。

【0070】

続いて、図 19 に示す如く、フォトレジスト 31 でマスクを形成し、例えばイオン注入装置などによって、例えばリンを 50 KeV 程度で  $1 \times 10^{15}$  個 /  $\text{cm}^2$  程度ドーピングし、ポリシリコン膜 (poly-Si) の一部に  $n^+$  型ポリシリコン膜 ( $n^+$ poly-Si) を形成してからフォトレジスト層 31 を剥離し、例えば 500 程度で熱処理することによって拡散させる。

【0071】

続いて、例えばプラズマ CVD 装置などを用いて、酸化シリコン膜 (SiOx) を例えば膜厚 500 nm 程度、基板温度 300 程度で成膜して層間絶縁膜を形成した後、同様にフォトレジストをパターニングすることにより、層間絶縁膜 (SiOx) とゲート絶縁膜 27 の酸化シリコン膜をドライエッチングしてコンタクトホールを形成する。そして、スパッタリングによりアルミニウム合金膜 (符号: A1) を例えば膜厚 450 nm 程度で成膜した後、引き続いて窒素添加を併用した反応性スパッタリング法などで窒素含有アルミニウム合金膜 (符号: N-A1) を例えば 30 nm の厚さで積層する。

【0072】

このときの  $\text{N}_2$  と Ar の流量比も例えば 0.07 ~ 0.16 の範囲に制御する。次いで、アルミニウム合金多層膜をフォトリソグラフィによりパターニングして、信号線に一体

10

20

30

40

50

のソース電極 28 とドレイン電極 29 を形成する (図 20) が、ここでも窒素含有アルミニウム合金膜 (符号: N - A1) の耐食効果によって、それら電極のアルカリ現像液による腐食が抑えられる。

【0073】

その後、例えばプラズマ CVD 装置で、窒化シリコン膜 (SiNx) を例えば膜厚 500 nm 程度、基板温度 300 程度で成膜することにより層間絶縁膜を形成する。そして、フォトレジスト層 31 でマスクを形成した後、窒化シリコン膜 (SiNx) をパターニングし、例えばドライエッチングによって窒化シリコン膜 (SiNx) にコンタクトホール 32 を形成する。この時、窒化シリコン膜 (SiNx) のエッチングが完了した後も、引き続いて膜厚換算で例えば 70 ~ 500 % 程度のオーバーエッチングを加え、窒素含有アルミニウム合金膜 (符号: N - A1) を除去する (図 21)。

10

【0074】

その後、例えば酸素プラズマによるアッシング工程を経て前記と同様にアミン系剥離液などを用いてフォトレジストの剥離処理を行った後、図 22 に示す如く、例えばスパッタリングにより膜厚 100 nm 程度の ITO 膜を成膜し、ウェットエッチングによりパターニングして画素電極 5 形成する。この工程でドレイン電極 29 は画素電極 5 に直接コンタクトする (図 22)。

【0075】

その後、トランジスタの特性を安定させるため、例えば 350 程度で 1 時間程度アニールすると、ポリシリコン TFT アレイ基板が完成する。

20

【0076】

上述した第 2 の実施例に係る TFT アレイ基板、及びこの TFT アレイ基板を備えた液晶表示装置によれば、先に説明した第 1 の実施例と同等の効果が得られる。また、上述した第 1 及び第 2 の実施例に係る TFT アレイ基板を用いて、前記図 5 に示した様な平面表示装置としての液晶表示装置を完成させることができる。

【0077】

完成した TFT アレイ基板の表面にポリイミドを塗布し、乾燥後、ラビング処理を行って配向膜を形成すればよい。

【0078】

一方、前掲の図 5 に示した対向基板 2 は、まず絶縁基板 1a に、例えばクロム (Cr) をマトリックス状にパターニングすることによって遮光膜 9 を形成する。そして該遮光膜 9 の間隙に、樹脂製の赤、緑、青のカラーフィルタ 8 を形成する。この遮光膜 9 とカラーフィルタ 8 上に、ITO の如き透明な導電性膜を共通電極 7 として配置することにより、対向電極 2 を形成する。そして、該対向電極 2 の最上層に例えばポリイミドを塗布し、乾燥してからラビング処理を行って配向膜 11 を形成する。

30

【0079】

そして、アレイ基板 1 と対向基板 2 の配向膜 11 が形成されている面を夫々対向配置し、樹脂製などのシール材 16 により液晶の封入口を除いて 2 枚の基板を貼り合わせる。このとき、2 枚の基板間には、スペーサー 15 を介すなどして 2 枚の基板間のギャップを略一定に保つ。

40

【0080】

そして、真空中に空セルを置き、封入口を液晶に浸した状態で、徐々に大気圧に戻していくことで、空セルに液晶分子を含む液晶材料を注入して液晶層 3 を形成し、封入口を封止する。最後に、セルの外側の両面に偏光板 10, 10 を貼ることによって液晶パネルを完成させる。更には、前記図 5 に示した如く、液晶表示装置を駆動するドライバ回路を液晶パネルに電氣的に接続し、液晶パネルの側部あるいは裏面部に配置する。

【0081】

そして、液晶パネルの表示面を規定する開口を含むフレームと、面光源を成すバックライト 22 と導光板 20 と保持フレーム 23 によって液晶パネルを保持すると、液晶表示装置が完成する。

50

## 【実施例】

## 【0082】

次に、本発明に係るアレイ基板上の画素電極5に直接コンタクトした場合の、画素電極5とアルミニウム合金配線間のコンタクト抵抗を測定した結果を表1に示す。

## 【0083】

該測定実験は下記の通りとした。

## 【0084】

1)画素電極の構成：酸化インジウムに10質量%の酸化スズを加えた酸化インジウムスズ(ITO)、または酸化インジウムに10質量%の酸化亜鉛を加えた酸化インジウム亜鉛(IZO)、膜厚は何れも200nm、

10

2)アルミニウム合金膜の構成：合金成分含量は表1の通り、

3)熱処理条件：厚さ300nmの絶縁膜(SiNx)を成膜した後、真空中、300で1時間の熱処理、

4)ライトエッチング及びクリーニング：上記絶縁膜(SiNx)を、フッ素系プラズマを用いてドライエッチングした後、引き続いて各アルミニウム合金配線材を約5nmエッチングし、更に剥離液(東京応化社製の「剥離液106」)を用いて、表層のコンタミネーションを除去する。

## 【0085】

5)接触抵抗測定法：

図23に示す様なケルビンパターンを作製し、4端子測定[ITO(またはIZO)-Al合金に電流を流し、別の端子でITO(またはIZO)-Al合金間の電圧降下を測定する方法]を行う。即ち、図23の $I_1 - I_2$ 間に電流 $I$ を流し、 $V_1 - V_2$ 間の電圧 $V$ をモニターすることにより、コンタクト部Cのコンタクト抵抗 $R$ を $[R = (V_2 - V_1) / I]$ として求める。なお上記パターンの作製法は下記の通りとした。

20

## 【0086】

また、上記アルミニウム合金における添加元素の測定は、ICP発光分析(誘導結合プラズマ発光分析)法によって行った。

## 【0087】

ガラス基板の代わりに表面に基板と絶縁を取るため、表面に厚さ400nmの酸化膜( $SiO_2$ 熱酸化膜)を形成したシリコンウエハを使用し、窒素非含有のアルミニウム合金膜300nmを形成した後、その上に窒素含有アルミニウム合金膜30nmを形成し、次いでパターンニングした後、CVD法によって厚さ300nmの絶縁膜(SiNx)を成膜する。その後、そのまま真空の成膜チャンバー内で1時間熱処理を行ってから取り出す。その後、フォトリソグラフィによって80 $\mu$ m角のコンタクトホールをパターンニングし、フッ素系プラズマによりエッチングすることによってコンタクトホールを形成する。この時、絶縁膜のエッチング時間に追加して、時間換算で約100%のオーバーエッチングを行う。この処理でアルミニウム合金多層膜の表層は、厚さ約35nm(膜厚の約11%)取り除かれ、第2相の窒素含有アルミニウム合金膜はほぼ完全に除去される。

30

## 【0088】

その後、酸素プラズマアッシング、剥離液によるレジスト剥離を行う。なお剥離液としては、東京応化社製の「剥離液106」を使用し、100で10分間洗浄する。このとき、アルミニウム合金膜の表層に形成されたフッ化物や酸化物、カーボンなどのコンタミネーションが取り除かれる。そして、ITO(またはIZO)をスパッタリングによって200nm成膜し、パターンニングを行う。

40

## 【0089】

次に接触抵抗の測定を行う。接触抵抗の測定には、4端子のマニュアルプローバーと半導体パラメータアナライザ「HP4156A」(ヒューレットパッカード社製)を用いた。この測定では、 $R$ (コンタクト抵抗)は $[(V_2 - V_1) / I]$ で表わされ、配線抵抗の影響を除いたITO(またはIZO)/Al合金接合部分の純粋な抵抗値を測定できる。

50

【 0 0 9 0 】

【 表 1 】

メタル電極膜	画素電極	
	ITO	IZO
純Al	$1.5 \times 10^5 \Omega$	—
Al-2at%Nd	$8.4 \times 10^4 \Omega$	$8.1 \times 10^4 \Omega$
Mo	$1.6 \times 10^1 \Omega$	$1.1 \times 10^1 \Omega$
Al-2at%Ni-0.6at%Nd	$1.7 \times 10^1 \Omega$	$1.2 \times 10^1 \Omega$
Al-1.2at%Ni-0.4at%Y	$2.2 \times 10^1 \Omega$	$1.3 \times 10^1 \Omega$
窒素含有Al-2at%Ni-0.6at%Nd／ 窒素非含有Al-2at%Ni-0.6at%Nd多層膜	$3.2 \times 10^1 \Omega$	—
窒素含有Al-1.2at%Ni-0.4at%Y／ 窒素非含有Al-1.2at%Ni-0.4at%Y多層膜	$3.5 \times 10^1 \Omega$	—

10

【 0 0 9 1 】

表 1 から明らかな様に、ITO 膜に直接、純アルミニウム配線をコンタクトさせた場合、コンタクト抵抗は、 $1.5 \times 10^5$  であり、さらに ITO 膜に直接、代表的なアルミニウム合金配線である Al - 2 a t % N d をコンタクトさせた場合、コンタクト抵抗は  $8.4 \times 10^4$  である。また従来構造として、ITO 膜と Al - 2 a t % N d 配線との間にバリアメタルとして Mo を配置した場合のコンタクト抵抗は、 $1.66 \times 10^1$  であった。

20

【 0 0 9 2 】

一方、Al - 2 a t % N i - 0 . 6 a t % N d をコンタクトさせた場合のコンタクト抵抗は  $1.7 \times 10^1$  、Al - 1 . 2 a t % N i - 0 . 4 a t % Y をコンタクトさせた場合のコンタクト抵抗は  $2.2 \times 10^1$  であり、更に、Al - 2 a t % N i - 1 a t % F e をコンタクトさせた場合、コンタクト抵抗は  $1.5 \times 10^1$  、Al - 2 a t % N i - 1 a t % C o をコンタクトさせた場合、コンタクト抵抗は  $1.5 \times 10^1$  であり、いずれも、従来構造であるバリアメタルとして Mo を用いた場合と略同等であった。

30

【 0 0 9 3 】

これらに対し、Al - 2 a t % N i - 0 . 6 a t % N d の上層に、窒素添加した Al - 2 a t % N i - 0 . 6 a t % N d を成膜し、絶縁膜のコンタクトホールのエッチング時にオーバーエッチングを加えることによって窒素添加膜を除去した後、画素電極を Al - 2 a t % N i - 0 . 6 a t % N d に直接接続させた時のコンタクト抵抗は  $3.2 \times 10^1$  であり、また、該 Al - 2 a t % N i - 0 . 6 a t % N d に代えて Al - 1 . 2 a t % N i - 0 . 4 a t % Y を使用した場合のコンタクト抵抗は  $3.5 \times 10^1$  であり、いずれのコンタクト抵抗も問題の無いレベルであった。

【 0 0 9 4 】

また、上記 Al - 2 a t % N i - 0 . 6 a t % N d とその窒素添加膜の積層膜で、コンタクトホールのオーバーエッチング量を変化させたときのコンタクト抵抗の相関を図 2 4 に示す。

40

【 0 0 9 5 】

この図からも明らかな様に、オーバーエッチング量が 5 0 % で、窒素含有アルミニウム合金膜が残存している状態のコンタクト抵抗はかなり高いのに対し、オーバーエッチング量を 1 0 0 % とし、窒素含有アルミニウム合金膜をほぼ完全にエッチング除去するとコンタクト抵抗は大幅に低下する。また、エッチングを更に進めてオーバーエッチング量を 3 0 0 ~ 4 0 0 % 程度まで高めても、ほぼ同レベルの低いコンタクト抵抗が得られる。しかし、更にオーバーエッチング量を進めると、下層の窒素非含有の Al - N i - N d 層が無くなるため、コンタクト抵抗は急増してくる。

50

## 【0096】

この実験で得たオーバーエッチング部の断面をSEM観察したところ、50%オーバーエッチングではコンタクトホール底面に窒素含有アルミニウム合金膜の一部が残存しており、これがコンタクト抵抗を高めているものと考えられる。一方、100%以上400%以下のオーバーエッチングでは窒素含有アルミニウム合金膜がほぼ完全に除去されて、画素電極がアルミニウム合金多層膜における下層（第一層）の窒素非含有のAl-Ni-Ndに直接接触しており、コンタクト抵抗が大幅に低減したものと考えられる。

## 【0097】

尚、上記の様なアルミニウム合金多層膜の特徴を有効に発揮させるには、表層側に形成される窒素含有アルミニウム合金膜の膜厚を5nm以上で200nm以下、より好ましくは30nm以上で100nm以下にすることが望ましい。 10

## 【0098】

ちなみに、例えば有機アルカリ性現像液を使用した場合の標準的な現像時間は30秒乃至1分程度であり、この間における窒素含有アルミニウム合金膜のバリア膜としての機能を保障するには、最低限5nm以上を必要とし、より好ましくは30nm以上とするのがよく、その一方で、オーバーエッチングによって該窒素含有アルミニウム合金膜を効率よく除去するには、その厚さを200nm程度以下、より好ましくは100nm程度以下に抑えることが好ましいからである。

## 【0099】

該窒素含有アルミニウム合金膜中の窒素含量は、アルカリ性溶液に対する耐食性を高めるため、好ましくは13原子%以上50原子%以下とするのがよい。ちなみに窒素含有量が上記下限値未満では、満足の行く耐アルカリ性を得ることができず、また50原子%を超えて窒素含量を高めることは実質的に困難であるからである。 20

## 【0100】

また、窒素非含有のアルミニウム合金膜の厚さは、5nm以上で1000nm以下、より好ましくは30nm以上で500nm以下とするのがよい。その理由は、ゲート、ソース/ドレイン電極の標準的な膜厚は200~300nm程度であるが、窒素非含有のアルミニウム合金膜として画素電極との間で低いコンタクト抵抗を確保するには、最低限5nm程度の膜厚は必要であり、好ましくは30nm程度以上にすることが望ましく、一方、該アルミニウム合金膜の膜厚が厚くなり過ぎると、積層した配線膜の総合電気抵抗率が高くなって実用に適さなくなることから、該膜厚は1000nm以下、より好ましくは500nm以下が望ましいからである。 30

## 【0101】

尚、上記窒素非含有のアルミニウム合金膜と窒素含有アルミニウム合金膜の膜厚調整は、最初に窒素添加なしのスパッタリング処理等によって所定厚さのアルミニウム合金膜を形成した後、窒素添加を併用した反応性スパッタリング法等によって所定厚さの窒素含有アルミニウム合金層を形成する方法を採用すればよい。この時、窒素添加に用いる $N_2/Ar$ 混合ガス組成によって合金膜中への窒素含量は変わり、それに伴ってアルカリ性溶液に対するバリア効果も変わってくるので、該 $N_2/Ar$ 混合ガスの組成とそれに伴う窒素含有アルミニウム合金膜の耐アルカリ性の程度も考慮して、該合金膜の最適厚さを調整することが望ましい。 40

## 【0102】

なお前記表1のデータで、多層膜（二層膜）の場合に単層膜と比べてコンタクト抵抗が倍程度に高くなっているのは、オーバーエッチングを行うことで、フッ化物やカーボンなど表面のコンタミネーションの混入が余計に増えたことに起因するものと考えている。

## 【0103】

前記コンタクト抵抗の測定で用いた画素電極と接続配線部とのコンタクト領域は、 $80 \times 80 \mu m$ 角である。この様に、表層に窒素添加膜を設けたアルミニウム合金多層膜であっても、表層の窒素添加膜を取り除けば、アルミニウム合金単層膜の場合と同様に、ITO膜に対し純アルミニウム配線膜を直接コンタクトさせた場合に比べて、低レベルのコン 50

タクト抵抗 (約  $1 / 10^4$ ) を確保できる。

【0104】

上述した様な形態で実際に液晶表示装置を試作したところ、ITO膜とバリアメタルを組合せた従来の液晶表示装置と全く同等のレベルの製造歩留りと表示品位を確保できることが確認された。従って本発明の液晶表示装置では、バリアメタルを配置することなく、また、窒素添加膜を含む多層膜化によってアルミニウム合金の薬品に対する耐食性を高めることが可能となり、簡便且つ廉価な構成で、従来の液晶表示装置と同等の性能を保障し得ることになった。

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図1】アルミニウムおよびアルミニウム合金のpH - 電位図である。

【図2】(A) ~ (C) は、基板上にアルミニウム合金の単層配線膜をパターン形成す際の工程説明図である。

【図3】Al - 2 at % Ni - 0.6 % Nd 合金への窒素添加量と窒素含有量および有機アルカリ現像液によるエッチングレートの関係を示すグラフである。

【図4】Al - 2 at % Ni - 0.6 % Nd 合金への窒素添加量と窒素含有アルミニウム合金膜の電気抵抗率との関係を示すグラフである。

【図5】本発明に係る表示装置用アレイ基板が適用される液晶パネル基板と液晶表示装置の構成に関する概略断面説明図である。

【図6】本発明の第1の実施例に係る表示装置用アレイ基板に適用される薄膜トランジスタの構造を概略的に示す断面図である。

【図7】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図8】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図9】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図10】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図11】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図12】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図13】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図14】第1の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図15】本発明の第2の実施例に係る表示装置用アレイ基板に適用される薄膜トランジスタの構造を概略的に示す断面図である。

【図16】第2の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図17】第2の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図18】第2の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図19】第2の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図20】第2の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図21】第2の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

10

20

30

40

50



図である。

【図 2 2】第 2 の実施形態に係る表示装置用アレイ基板の製造例を工程順に示す断面説明図である。

【図 2 3】アルミニウム合金膜と画素電極との接触抵抗の測定に用いたケルビンパターンを示す説明図である。

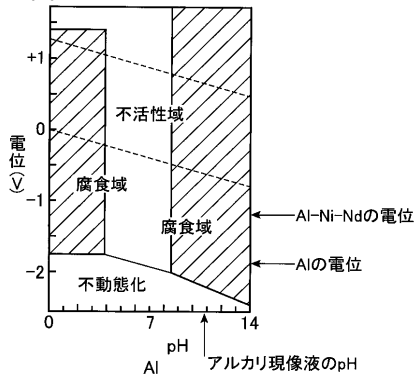
【図 2 4】Al - Ni - Nd 合金のオーバーエッチング量とコンタクト抵抗の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

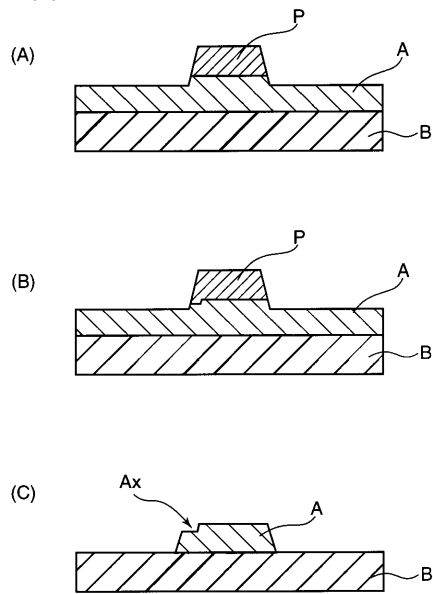
【0106】

A	アルミニウム合金膜	10
P	フォトレジスト	
B	絶縁基板	
A x	段差部	
1	TFTアレイ基板	
2	対向電極	
3	液晶層	
4	薄膜トランジスタ (TFT)	
5	画素電極	
6	配線部	
7	共通電極	20
8	カラーフィルタ	
9	遮光膜	
10	偏光板	
11	配向膜	
12	TABテープ	
13	ドライバ回路	
14	制御回路	
15	スペーサー	
16	シール材	
17	保護膜	30
18	拡散板	
19	プリズムシート	
20	導光板	
21	反射板	
22	バックライト	
23	保持フレーム	
24	プリント基板	
25	走査線	
26	ゲート電極	
27	ゲート絶縁膜	40
28	ソース電極	
29	ドレイン電極	
30	保護膜 (窒化シリコン膜)	
31	フォトレジスト層	
32	コンタクトホール	

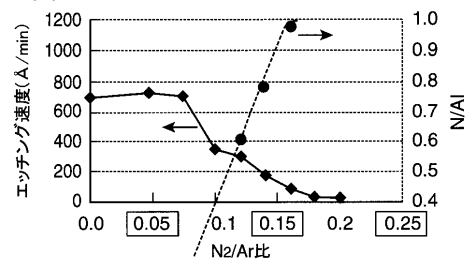
【 図 1 】



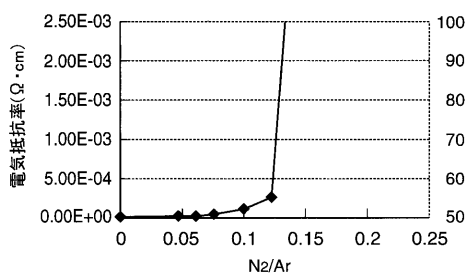
【 図 2 】



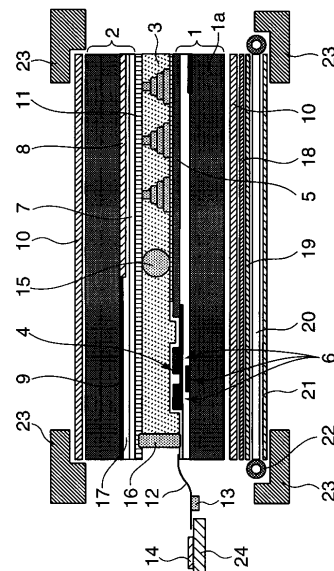
【 図 3 】



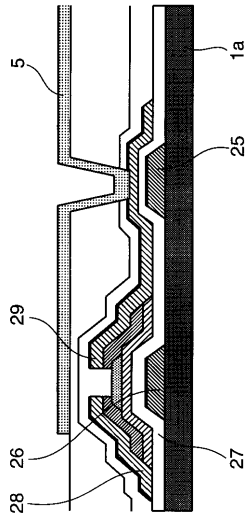
【 図 4 】



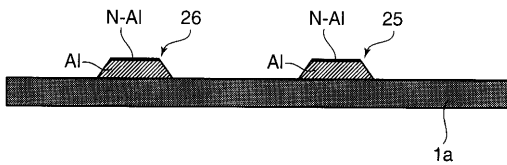
【 図 5 】



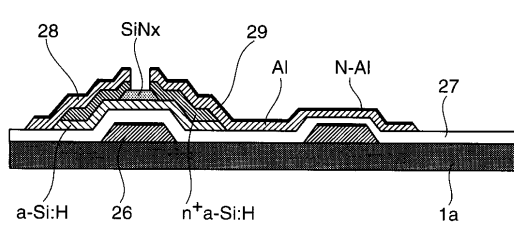
【図 6】



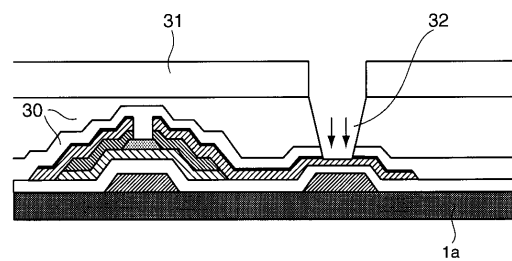
【図 7】



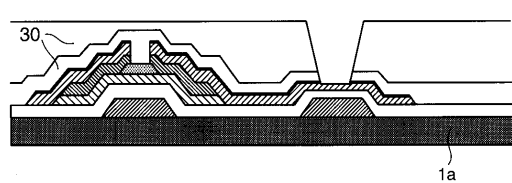
【図 11】



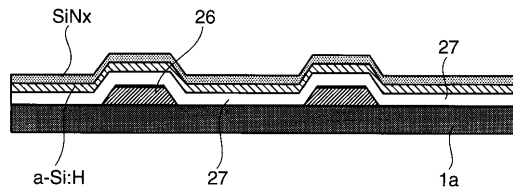
【図 12】



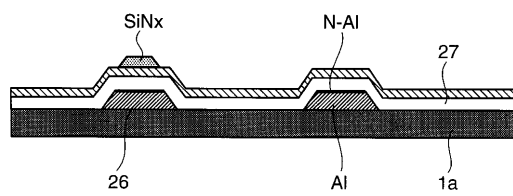
【図 13】



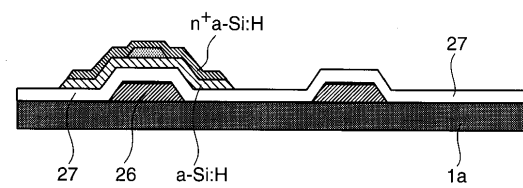
【図 8】



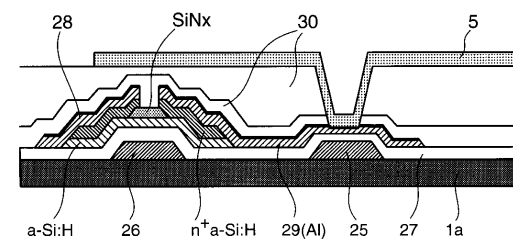
【図 9】



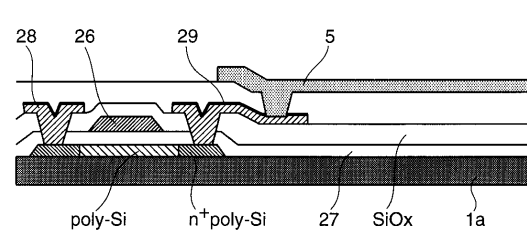
【図 10】



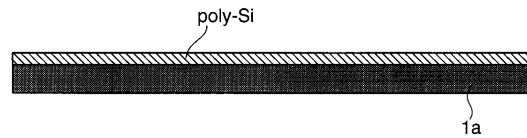
【図 14】



【図 15】



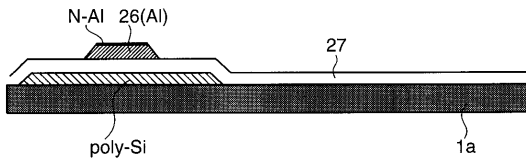
【図 16】



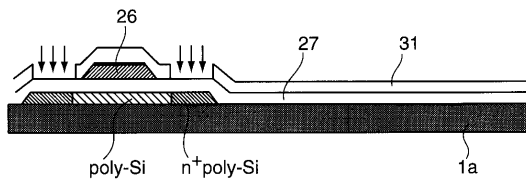
【図 17】



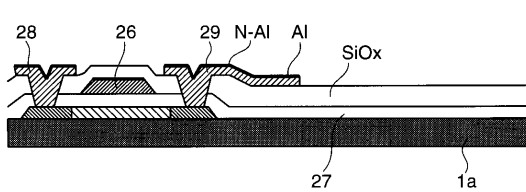
【図 18】



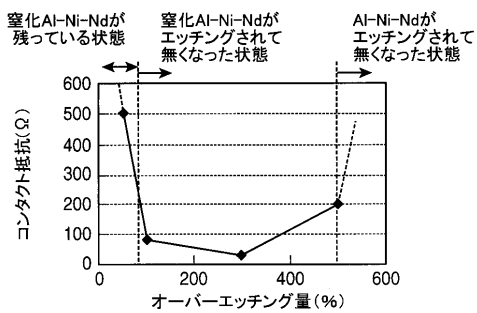
【図 19】



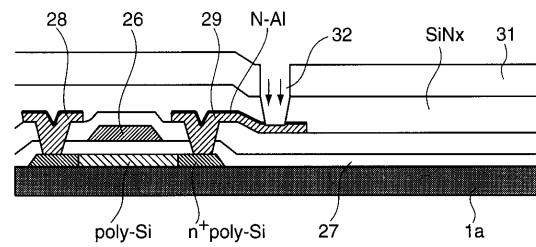
【図 20】



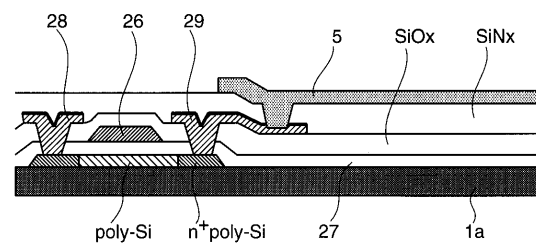
【図 24】



【図 21】

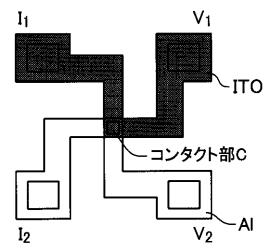


【図 22】



【図 23】

TEGパターン



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/768	H 0 1 L 29/78 6 1 6 K	
	H 0 1 L 21/90 A	
	H 0 1 L 21/88 N	

(72)発明者 富久 勝文

神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

F ターム(参考) 2H092 GA29 GA51 JA25 JA26 JA39 JA40 JA43 JA44 JA46 JB24  
 KA05 KA10 KA11 KA12 KA17 KA18 KB03 KB04 KB11 KB25  
 MA05 MA08 MA13 MA17 MA27 MA29 MA30 MA42 NA27 NA28  
 5F033 GG04 HH10 HH38 JJ10 JJ38 KK04 KK10 LL09 MM05 MM19  
 NN13 NN17 PP15 PP16 QQ08 QQ09 QQ11 QQ37 RR04 RR06  
 SS15 VV15 WW02 WW04 XX09 XX18  
 5F110 AA03 AA16 AA26 BB01 CC02 CC07 DD02 DD13 DD14 DD17  
 EE01 EE06 EE14 EE23 EE44 FF02 FF30 GG02 GG13 GG15  
 GG24 GG25 GG33 GG45 HJ01 HJ04 HJ13 HJ23 HK01 HK06  
 HK09 HK16 HK22 HK25 HK26 HK33 HL06 HL07 HL11 HL14  
 HL22 HL23 HL27 NN03 NN04 NN14 NN23 NN24 NN35 NN72  
 PP03 PP35 QQ11 QQ12