

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5920064号
(P5920064)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 F 1/1343 (2006. 01)	GO 2 F 1/1343
GO 2 F 1/1368 (2006. 01)	GO 2 F 1/1368

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-150518 (P2012-150518)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年7月4日 (2012. 7. 4)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-13312 (P2014-13312A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成26年1月23日 (2014. 1. 23)	(74) 代理人	100112210
審査請求日	平成27年6月8日 (2015. 6. 8)		弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100153176
			弁理士 松井 重明
		(74) 代理人	100109612
			弁理士 倉谷 泰孝
		(72) 発明者	川淵 真嗣
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素を有する表示領域を備えるアレイ基板と、
前記アレイ基板に対向して配置される対向基板と、
前記アレイ基板と前記対向基板との間に挟持される液晶材料とを備える液晶表示装置であって、

前記画素内に、スリット状の開口部が形成された上層電極と、
前記上層電極の下層に形成され所定の比誘電率を有する層間絶縁膜と、
前記上層電極に対向し前記層間絶縁膜を介して下層に形成された下層電極とを備え、
前記層間絶縁膜中で前記開口部下部に前記所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を備える液晶表示装置。

10

【請求項 2】

上層電極と下層電極との間に少なくとも2層以上の異なる材料の層間絶縁膜を有することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

アレイ基板面に下層電極を形成する工程と、
前記下層電極上に所定の比誘電率を有する層間絶縁膜を形成する工程と、
前記層間絶縁膜上にスリット状の開口部を有する上層電極を形成する工程と、
前記層間絶縁膜中で前記開口部下部に前記所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を、前記上層電極をマスクとして形成する工程と、を備える液晶表示装置の製造方法

20

。

【請求項 4】

層間絶縁膜中で開口部下部に所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を形成する工程が、アレイ基板をレジスト現像液またはレジスト剥離液に浸漬する工程であることを特徴とする請求項 3 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 5】

層間絶縁膜がシリコン系材料であり、

前記層間絶縁膜中で開口部下部に所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を形成する工程が、アレイ基板を水酸化テトラメチルアンモニウム（TMAH）水溶液に浸漬する工程であることを特徴とする請求項 4 に記載の液晶表示装置の製造方法。

10

【請求項 6】

層間絶縁膜がシリコン系材料であり、

前記層間絶縁膜中で開口部下部に、所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を形成する工程が、前記層間絶縁膜を形成したアレイ基板にイオン照射を行う工程であることを特徴とする請求項 3 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とその製造方法に関するものであり、詳しくは、表示の焼付きを低減することができるフリンジフィールドスイッチングモードを用いた液晶表示装置とその製造方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

広視野角の液晶表示装置として、フリンジフィールドスイッチング（Fringe Field Switching: FFS）モードを用いた液晶表示装置が広く用いられている。この FFS モードの液晶表示装置は、液晶表示装置を構成するアレイ基板上に、スリット状の開口部を有する上層電極と、一般に開口部を有しない下層電極とが層間絶縁膜を介して形成されており、これらの電極間に電圧を印加したときの上層電極のスリット状の開口部に生じるフリンジ電界によって液晶材料を駆動するものである。

【0003】

30

FFS モードの液晶表示装置は非常に広い視野角特性を有しており、優れた表示特性を示す。しかし、他の液晶表示モードと比較して FFS モードでは、表示の焼付きが顕著であり、その低減が求められている。

【0004】

FFS モードの液晶表示装置で見られる表示の焼付きの原因は詳細にはわかっていない。しかし、スリット状の開口部を有する上層電極と下層電極との間に電圧を印加したときの上層電極のスリット状の開口部近傍に生じるフリンジ電界が不均一で、かつ強電界が局在化して印加されたとき、焼付きが顕著になることが知られている。

【0005】

したがって、焼付きを低減するためには、上層電極のスリット状の開口部近傍のフリンジ電界を均一に印加し、かつその電界強度を小さくすることが必要である。そこでスリット状の開口部を有する上層電極と下層電極との間の層間絶縁膜の誘電率（ ϵ_1 ）と上層電極上に形成した絶縁膜の誘電率（ ϵ_2 ）とを、 $\epsilon_2 > \epsilon_1$ の関係として、2 層の絶縁膜の厚み方向に誘電率分布を形成し、上層電極と下層電極との間に印加される電界強度の分布を調整する構成が提案されている（例えば特許文献 1）。

40

【0006】

またスリット状の開口部を有する上層電極を、層間絶縁膜に埋め込むことにより上層電極近傍の電界集中を緩和する構造が提案されている（例えば特許文献 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0007】

【特許文献1】特開2003-29247号公報

【特許文献2】特開2009-175561号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし特許文献1では、スリット状の開口部を有する上層電極の上に絶縁膜を追加する工程が必要となる。また特許文献2では、層間絶縁膜にスリット状の開口部を有する上層電極を埋め込む場合、電界集中を減らすためには上層電極と絶縁膜の高さを精度よく一致させる必要があるが、そのためには工程管理が厳しいなどの問題があり、制御性よく焼付きを軽減することが困難という問題がある。

10

【0009】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、スリット状の開口部のフリンジ電界の分布を小さくし、かつ電界強度を小さくすることで、焼付きのない良好な表示のFFSモード液晶表示装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の液晶表示装置は、複数の画素を有する表示領域を備えるアレイ基板と、アレイ基板に対向して配置される対向基板と、アレイ基板と対向基板との間に挟持される液晶材料とを備える液晶表示装置であって、画素内に、スリット状の開口部が形成された上層電極と、上層電極の下層に形成され所定の比誘電率を有する層間絶縁膜と、上層電極に対向し層間絶縁膜を介して形成された下層電極とを備え、層間絶縁膜中で開口部下部に所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を備えるものである。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明の液晶表示装置は、層間絶縁膜中で、上層電極のスリット状の開口部下部に所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域を備えているため、スリット状の開口部を有する上層電極と下層電極との間のフリンジ電界の分布が小さく、かつ電界強度が小さくなり、液晶表示装置の焼付きを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0012】

【図1】本発明の実施の形態1に係る画素の断面模式図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係るアレイ基板の平面模式図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る画素の平面模式図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る層間絶縁膜の形成方法を示すアレイ基板の断面模式図である。

【図5】本発明の実施の形態1に係る電界強度の数値解析結果である。

【図6】本発明の実施の形態2に係る画素の断面模式図である。

【図7】本発明の実施の形態3に係る画素の断面模式図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係る電界強度の数値解析結果である。

40

【図9】本発明の実施の形態4に係る加工方法を示す断面模式図である。

【図10】本発明の実施の形態5に係る加工方法を示す断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態の説明及び各図において、同一の符号を付した部分は、同一又は相当する部分を示すものである。

【0014】

実施の形態1.

<液晶表示装置の構造>

図1～図3を用いて実施の形態1に係る液晶表示装置の構造を説明する。図1は本発明

50

の実施の形態 1 に係る液晶表示装置の断面模式図であり、図 2 は本発明の実施の形態 1 に係るアレイ基板の平面模式図である。図 3 は本発明の実施の形態 1 に係る画素の平面模式図である。図 1 は、図 3 の A-A 断面の模式図を示している。

【0015】

本発明は、横方向電界により液晶材料を応答させる FFS モードの液晶表示装置に関するものであり、まず図 2 を用いて、本実施の形態に係る FFS モード液晶表示装置を構成するアレイ基板 1 の概略を説明し、次に図 1、図 3 を用いて、画素内の構成を詳細に述べる。

【0016】

アレイ基板 1 には、表示領域 2 とこれを囲むように設けられた額縁領域 3 とが設けられている。この表示領域 2 には、走査信号回路 4 から延伸された複数の走査信号配線（ゲート配線）5 が平行に形成され、表示信号回路 6 から延伸された複数の表示信号配線（ソース配線）7 が平行に形成されている。また、ゲート配線 5 とソース配線 7 とは、互いに直交するように形成されている。さらに、表示領域 2 には、複数の共通配線 8 が平行に形成されている。共通配線 8 は、ゲート配線 5 と隣接して形成され、相互に平行に設けられている。ゲート配線 5 とソース配線 7 とで囲まれた領域に画素 9 が形成される。複数の画素 9 が表示領域 2 内にマトリクス状に配列される。

【0017】

画素 9 内には、ゲート配線 5 とソース配線 7 の交差部分に薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor : TFT）10 が形成されている。この TFT 10 を介して表示信号電圧が液晶層に印加される。つまり、ゲート配線 5 からの走査信号によって TFT 10 が ON 状態となり、この時、ソース配線 7 から印加された表示信号電圧が、TFT 10 を介して、ドレイン電極（図示せず）に接続された下層電極に印加される。一方、共通配線 8 は各画素のスリット状の開口部を有する上層電極（図示せず）に接続しており、下層電極と上層電極の間に液晶層 11 に電圧を印加する。また上層電極と下層電極との間には、補助容量 12 を形成し、液晶層の応答を安定化させる。なお、ここではドレイン電極と下層電極 14 を接続し共通配線 8 と上層電極 15 を接続するとしたが、ドレイン電極と上層電極を接続し共通配線と下層電極を接続しても良い。以下の文ではドレイン電極と下層電極を接続し共通配線と上層電極を接続した場合を例として説明する。

【0018】

次に図 3 を用いて本発明の実施の形態 1 に係る液晶表示装置の画素構造を説明する。上述したように、ゲート配線 5 とソース配線 7 との交点付近に TFT 10 が形成されており、TFT 10 からドレイン電極 13 を介して、下層電極 14 が接続されている。下層電極 14 と層間絶縁膜を介した上層にスリット状の開口部を有する上層電極 15 が形成される。

【0019】

図 1 は、図 3 の A-A 部分の断面模式図を示している。なお、図 3 は画素構造を示すために、アレイ基板のみの平面模式図を示したが、図 1 の断面模式図においては、アレイ基板 1 だけでなく、対向基板 16 及び両基板に挟持された液晶材料 17 も含めた液晶表示装置を構成する液晶表示素子の断面図を示している。

【0020】

アレイ基板 1 には、ガラス基板 18 上にゲート配線 5 の一部であるゲート電極 19 が形成され、それをゲート絶縁膜 20 で覆っている。ゲート絶縁膜 20 の表面に TFT 10 を構成する半導体層 21 とその表面にオーミックコンタクト層 22 を介してソース配線 7 の一部であるソース電極 23 とドレイン電極 13 が形成される。ドレイン電極 13 は下層電極 14 に接続している。これらの電極の上層に層間絶縁膜 24 が形成され、さらにスリット状の開口部を有する上層電極 15 が形成されている。アレイ基板の最上層には、本実施の形態では、液晶配向膜 25 が形成されている。

【0021】

層間絶縁膜 24 は、上層電極 15 が形成されていないスリット状の開口部分には低比誘

10

20

30

40

50

電率部 26 が形成されている。この層間絶縁膜 24 に目的とする低比誘電率部 26 を形成する方法は後述する。

【0022】

対向基板 16 は、ガラス基板 27 にブラックマスク 28、カラーフィルタ 29 が形成されており、その上にこれらを保護するオーバーコート層 30 が形成されている。最上層には、アレイ基板 1 と同様に液晶配向膜 31 が形成されている。両基板を液晶材料 17 を介して貼り合わせ、液晶表示装置を構成する液晶表示素子を得る。

【0023】

本実施の形態において、ゲート電極 19 やドレイン電極 13 等の電極の材料は Cr を用いたが、これに限定するものではなく、通常の金属膜を用いることができる。例えば、Cr 以外に Al、Ta、Ti、Mo、W、Ni、Cu、Au、Ag やこれらを主成分とする合金、またはこれらの積層膜を用いることができる。スリット状の開口部を有する上層電極 15、下層電極 14 は ITO (Indium Tin Oxide) を用いたが、その他の透明導電膜を用いることもでき、IZO (Indium Zinc Oxide) 等を用いることができる。また、本実施の形態において、ゲート絶縁膜 20、層間絶縁膜 24 は酸化シリコンを用いたが、これに限定するものではなく、窒化シリコン等の無機絶縁膜を用いることができる。さらに、本実施の形態においては、TFET を構成する半導体膜 21 は、非晶質シリコンを用いたが、多結晶シリコン等を用いることができ、半導体膜 21 表面のオーミックコンタクト層 22 は、リンが高濃度にドーピングされた n 型非晶質シリコンを用いたが、その他の不純物がドーピングされた n 型非晶質シリコン、n 型多結晶シリコンを用いることもできる。

【0024】

図 3 においては、上層電極 15 にスリットが 2 本のみ形成されている図を記載しているが、模式的に記載したもので、スリットの数 は 2 本に限定されない。本実施の形態では、スリット幅 3 μm 、スリット間隔 4 μm とし、7 μm ピッチでスリットを形成した。

【0025】

本実施の形態で用いた液晶配向膜 25、31 の比誘電率は 4、膜厚は 0.14 μm であった。また本実施の形態で用いた液晶材料 17 は、通常の FFS モード液晶表示装置に用いられる液晶材料であり、電圧印加によりその比誘電率は 4 ~ 12 で変化する特性を示した。なお、液晶層の厚みは 3.3 μm であった。

【0026】

<各基板の製造>

本実施の形態に用いたアレイ基板 1、対向基板 16 は、通常の液晶表示素子に用いる各基板の製造方法と同じ方法を用いて製造される。つまり、各電極、各配線の金属膜や上層電極 15 等の ITO 膜は、金属膜または ITO 膜を成膜後、写真製版、エッチング、レジスト除去の工程により、パターンニングを行った。半導体膜 21 は、プラズマ CVD 法で非晶質シリコン膜を作成し、レジストパターンを作成した後ドライエッチング法を用いて半導体膜 21 を形成した。ゲート絶縁膜 20 は、プラズマ CVD 法により酸化シリコン膜を成膜して作成した。

【0027】

図 4 を用いて、所定の比誘電率を有する層間絶縁膜 24 中で上層電極の開口部下部に所定の比誘電率より小さい比誘電率を有する領域である低比誘電率部 26 を形成する方法を説明する。図 4 は、本実施の形態で用いた層間絶縁膜 24 の形成方法を示すアレイ基板 1 の断面模式図である。図 4 は、図 3 の A-A 部分に相当する画素の断面模式図を示している。層間絶縁膜 24 の上層にはスリット状の開口部を有する上層電極 15 が形成されており (図 4 (a))、この段階において、層間絶縁膜 24 は全面にほぼ同じ厚さで均一に形成されている。この層間絶縁膜 24 は上記のゲート絶縁膜 20 と同様に酸化シリコン膜をプラズマ CVD により成膜され、その表面に ITO 膜を成膜し、写真製版法を用いてスリット状の開口部を有する上層電極 15 が作成される。

【0028】

次に、パターンニングしたITO膜からなる上層電極15をセルフマスクとして、ドライエッチング法により酸化シリコン膜をエッチングした。本実施の形態では、層間絶縁膜24の厚みは500nmとし、ドライエッチングで約250nmエッチングして、上層電極15の無い部分の層間絶縁膜24を薄くした(図4(b))。

【0029】

次にシロキサン系の有機スピノングラス(SOG)溶液を上記基板上に塗布、乾燥する。この段階で、SOG溶液は、セルフマスクとして用いたITO膜上には塗布されず上層電極15以外の開口部に塗布されるため、乾燥することで層間絶縁膜24をエッチングした部分にのみ比誘電率が小さいSOG膜26が形成される(図4(c))。本実施の形態で用いたSOG膜の比誘電率は約3で、層間絶縁膜24として用いた酸化シリコン膜の比誘電率は約3.8であったので、SOG膜を用いた層間絶縁膜24の上層電極15のスリット状の開口部に低比誘電率部26を形成することができた。

10

【0030】

<液晶表示装置の製造>

本実施の形態に用いた液晶表示装置は、通常のFFSモード液晶表示装置の製造方法と同じ方法を用いて製造した。つまり、上記により製造したアレイ基板1、対向基板16に液晶配向膜25、31を形成し、焼成後ラビング処理を行った。これらの基板間に液晶材料17を挟持して、シール材を用いて貼り合わせ、液晶表示装置を構成する液晶表示素子を得た。

【0031】

20

ラビング処理の方向は各基板間で同一方向とし、液晶材料17が平行配向となるように設定する。液晶表示素子の両面に貼付する偏光板は、2枚の偏光板の透過軸方向が直交するように配置して貼付する。このように製造した液晶表示素子に表示信号回路4、走査信号回路6等を実装し、バックライトと組み合わせて液晶表示装置を得た。

【0032】

各基板面でのラビング処理の方向は、上層電極15に形成したスリット状の開口部の方向等に依存して定めることができるが、液晶表示素子を形成した場合に、液晶材料17が略平行配向となるように構成することが必要である。また各偏光板の透過軸の方向は特に限定するものではないが、2枚の偏光板の透過軸が略直交し、また一方の偏光板の透過軸が液晶材料17の配向方向と略一致することが表示特性の観点から必要である。

30

【0033】

<数値解析結果>

本実施の形態で用いた液晶表示装置の画素構成で、層間絶縁膜24の比誘電率分布を種々変更して、上層電極15のスリット状の開口部の電界分布、電界強度を計算により求めた。一般的な液晶表示装置に用いられるガラス基板18の屈折率は1.4~1.8であり、入射した光が界面で大きく反射することなく、十分な透過率を確保するためには、ガラス基板18面に用いる構成材料の屈折率は、約1~約2.7である。屈折率の2乗が比誘電率と等しいので、液晶表示装置に用いられる構成材料の比誘電率は1~約7.3であり、一般的な固体は、比誘電率が2以上であることを考慮すると、層間絶縁膜24として検討すべき範囲は比誘電率2~7と考えることができる。

40

【0034】

図5は、本発明の実施の形態1に係る電界強度の数値解析結果を示している。図5(a)は上層電極15の開口部に印加される電界分布を、層間絶縁膜24全面が比誘電率=7の場合(破線)と開口部下部の層間絶縁膜24のみが比誘電率=2でその他の部分が比誘電率=7とした場合(実線)について計算値を比較して示したもので、矢印で示した範囲が上層電極15の開口部を示している。図5(b)は図5(a)の破線で囲んだピーク部分を拡大して示している。図5(c)は層間絶縁膜24の比誘電率を3~7とし、開口部下部の層間絶縁膜24の比誘電率をその他の部分と同じまたは小さくした場合の電界強度のピーク値を計算によって求めたものである。

【0035】

50

具体的には、■は層間絶縁膜 2 4 全体の比誘電率が 7、開口部下部の比誘電率が 2～7 の場合の計算結果を示しており、×は層間絶縁膜 2 4 全体の比誘電率が 6、開口部下部の比誘電率が 2～6、◇は全体が 5 で開口部下部が 2～5、▲は全体が 4 で開口部が 2～4、○は全体が 3 で開口部下部が 2～3 の計算結果を示している。

【0036】

上層電極 1 5 のスリット状の開口部に、大きな電界が局在化している場合に焼付きが顕著となる傾向があるので、電界強度のピーク値が低い方が焼付きを低減することができる。この観点から検討すると、図 5 (a) (b) より、層間絶縁膜 2 4 の全面が比誘電率 = 7 である場合 (破線) よりも、上層電極の開口部下部の低比誘電率部 2 6 の比誘電率を 2 とした場合 (実線) の方が、電界強度のピークを小さくすることができ、焼付きを軽減することができると考えられる。また、図 5 (c) より、層間絶縁膜 2 4 の比誘電率が小さいほど、また上層電極 1 5 の開口部下部の低比誘電率部 2 6 の比誘電率が小さいほど電界強度のピークを小さくすることができ、焼付きを軽減することができる。

10

【0037】

上層電極 1 5 の開口部の液晶材料 1 7 から液晶配向膜 2 5、層間絶縁膜 2 4 と進行する電気力線を考える。層間絶縁膜 2 4 の比誘電率が大きい場合は、各層の比誘電率の変化は小さく、各層を進む電気力線の変化も小さい。一方、層間絶縁膜 2 4 の比誘電率が小さい場合は、各層の比誘電率の変化は大きく、電磁気学のマックスウェルの法則にしたがい、電気力線は上層電極 1 5 の開口部で広がり、電界強度のピークを低くすることができたと考えられる。

20

【0038】

<焼付け評価>

上記により作製した液晶表示装置を用いて、焼付き評価を行った。焼付きの評価は、表示面の半分の領域に白表示、残りの領域を黒表示とし、一定時間経過した後、全面に中間調を表示する。この中間調表示時に、以前白表示をしていた部分の透過光量 W と、以前黒表示をしていた部分の透過光量 B の差 $((W - B) / W \%)$ を評価に用いた。

【0039】

層間絶縁膜 2 4 に比誘電率の低い部分を形成しない液晶表示装置では、層間絶縁膜 2 4 の比誘電率は約 3.8 で、本実施の形態で作製した液晶表示装置では、層間絶縁膜 2 4 の比誘電率は約 3.8、上層電極の開口部下部で約 3 であり、焼付きは相対値で約 20% 改善し、焼付きが見えにくく、良好な表示特性を示した。

30

【0040】

実施の形態 2.

実施の形態 1 においては、上層電極 1 5 と下層電極 1 4 との間に形成された層間絶縁膜 2 4 は酸化シリコンのみからなり、スリット状の開口部を形成した上層電極 1 5 をセルフマスクとしてドライエッチングを行い、SOG 溶液を塗布、乾燥して上層電極 1 5 の開口部下部に低比誘電率部 2 6 を形成した。本発明の実施の形態 2 においても、液晶表示装置の構成、アレイ基板 1 の上層電極 1 5 の構成、上記層間絶縁膜 2 4 のエッチング方法等を含む製造方法は基本的には実施の形態 1 と同じであるが、上層電極 1 5 と下層電極 1 4 との間に形成された層間絶縁膜が、第一の層間絶縁膜 3 2 と第二の層間絶縁膜 3 3 の材料の異なる 2 層からなる点が異なっている。

40

【0041】

図 6 を用いて、実施の形態 2 に係る液晶表示装置の構成を説明する。図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る画素の断面模式図であり、本実施の形態の液晶表示装置の図 3 の A-A に該当する部分の断面の構成を示している。

【0042】

本実施の形態においては、下層電極 1 4 上に窒化シリコンからなる第 1 の層間絶縁膜 3 2 を 500 nm、その上層に酸化シリコンからなる第 2 の層間絶縁膜 3 3 を 500 nm 形成し、さらにこの上層に ITO からなる上層電極 1 5 を形成し、実施の形態 1 と同じ方法を用いてスリット状の開口部を形成した。

50

【0043】

上層電極15をセルフマスクとした第2の層間絶縁膜33のドライエッチングは、実施の形態1と同様に250nmの深さまで行い、SOG溶液を用いて比誘電率約3のSOG膜を約250nm形成した。この後の工程に関しても、実施の形態1と同様の工程を用いて、本実施の形態に係る液晶表示装置を得た。

【0044】

本実施の形態で作製した液晶表示装置について、実施の形態1と同様の焼付き評価を行ったところ焼付きは従来品と比べ相対値で約15%改善し、焼付きが見えにくく、非常に良好な表示特性を示した。また、本実施の形態に係る液晶表示装置は、実施の形態1と比較して、層間絶縁膜を2層用いているため、層間絶縁膜の比誘電率の設定のバリエーションを広くすることができ、液晶材料17の比誘電率等、他の構成部材の比誘電率との関係を含めたきめ細かい比誘電率の設定を可能とすることができる。

10

【0045】

実施の形態3.

本実施の形態においては、実施の形態1と同じアレイ基板1、対向基板16を用いたが、実施の形態1においては各基板表面に液晶配向膜を形成し、配向処理であるラビング処理を行ったが、本実施の形態では、液晶配向膜を用いない点で異なっている。また用いた液晶材料も異なっており、実施の形態1では、室温においてネマチック層を示す液晶材料17を用いたが、本実施の形態においては、室温付近でブルー相を示すブルー相液晶材料34を用いた点で異なっている。

20

【0046】

図7は、本発明の実施の形態3に係る画素部分の断面模式図であり、図3のA-Aに該当する部分の断面の構成を示している。上記のように液晶配向膜を用いることなくアレイ基板と対向基板とを用いて、ブルー相液晶材料34を挟持して液晶表示素子を作製した。ブルー相液晶材料34にはアクリル樹脂前駆体と光重合開始剤を添加しており、ブルー相を示す温度において液晶表示素子に紫外線を照射してアクリル樹脂を重合させ、ブルー相を安定化させた。液晶表示素子の両面には偏光板（図示せず）を、各々の透過軸が直交するように貼付する。この液晶表示素子を実装、バックライト（図示せず）と組立等行なって液晶表示装置を得た。

【0047】

ブルー相液晶材料34は、電圧無印加時には配向性を示さず、一方、上層電極15と下層電極14との間に電圧を印加するとフリンジ電界により液晶配向性を発現する応答特性を示す。したがって、電圧無印加時には黒表示、電圧印加時に白（透過）表示をすることができる。

30

【0048】

図8は、本発明の実施の形態3に係る電界強度の数値解析結果を示している。図8（a）は画素の上層電極と下層電極との間に印加される電界分布を、層間絶縁膜24の全面が均一に比誘電率=7の場合（破線）と上層電極15の開口部下部のみが比誘電率=2でその他の部分が比誘電率=7の場合（実線）を比較して示したもので、矢印で示した範囲が上層電極15の開口部を示している。図8（b）は図8（a）の破線で囲んだピーク部分の拡大図を示している。図8（c）は層間絶縁膜の比誘電率を3~7とし、上層電極の開口部下部の比誘電率をその他の部分と同じまたは小さくした場合の電界強度のピーク値を計算によって求めたものである。

40

【0049】

上層電極15のスリット状の開口部に、大きな電界が局在化している場合に焼付きが顕著となる傾向があるので、電界強度のピーク値が低い方が焼付きを低減することができると考えられる。この観点から検討すると、実施の形態1と同様に、図8（a）（b）より、上層電極15の開口部下部のみ層間絶縁膜24の比誘電率を小さくした場合の方が電界強度を小さくすることができ、また、図8（c）より、層間絶縁膜24の比誘電率が小さいほど、また上層電極15の開口部下部の低比誘電率部26の比誘電率が小さいほど電界

50

強度のピークを小さくすることができ、焼付きを軽減することができる。つまり、本数値解析結果から、層間絶縁膜 24 の比誘電率が低く、さらに上層電極 15 の開口部下部の低比誘電率部 26 がそれより更に低いとき最も焼付きを軽減することができると言える。

【0050】

本実施の形態の液晶表示装置は、層間絶縁膜 24 の比誘電率が約 3.8 であり、上層電極 15 の開口部下部の低比誘電率部 26 の比誘電率が約 3 である。この液晶表示装置について実施の形態 1 と同様の焼付き評価を行ったところ、焼付きは従来品と比べ相対値で約 25% 改善し、焼付きが見えにくく、非常に良好な表示特性を得ることができた。また本実施の形態の液晶表示装置は、液晶配向膜を用いることなく液晶表示素子を作製することができるため、製造工程が簡便であり、さらにブルー相液晶材料 34 を用いた液晶表示装置特有の高速応答も達成することができ、非常に優れた液晶表示装置を得ることができた。

10

【0051】

実施の形態 4.

本実施の形態においては、基本的には実施の形態 1 と同様のアレイ基板 1、対向基板 16 を用いるが、本実施の形態においては、層間絶縁膜 24 に SOG 膜を用いる点で実施の形態 1 と異なっている。また層間絶縁膜 24 の上層に ITO からなる上層電極 15 を形成し、スリット状の開口部をパターンニングする工程までは実施の形態 1 と同じであるが、その後の低比誘電率部 26 を形成する工程が異なっている。

【0052】

図 9 を用いて低比誘電率部 26 を形成する工程を説明する。図 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る加工方法を示す断面模式図である。図 9 (a) は、層間絶縁膜 24 に低比誘電率部 26 を形成する前の状態を示しており、層間絶縁膜 24 として SOG 膜を 500 nm 形成して、その上層に ITO 膜を形成し、スリット状の開口部を有する上層電極 15 を形成した状態のアレイ基板 1 であり、層間絶縁膜 24 は均一な比誘電率を有している。

20

【0053】

本実施の形態においては、層間絶縁膜 24 はシリコン系の SOG 膜を用いている。一般にシリコン系の材料は高い絶縁性を有し、また成膜も容易であることから層間絶縁膜 24 に適している。また珪素と結合する元素を変えることで系統的に比誘電率を変えることができる。例えば酸化シリコンは、酸素と珪素の化合物であるが、珪素と結合している酸素をフッ素、炭素、メチレン (CH) と置き換えることで比誘電率を低くすることができる。また珪素と結合している酸素を窒素と置き換えることで比誘電率を高くすることができる。本実施の形態で層間絶縁膜 24 に用いている SOG 膜は珪素と酸素、炭素、水素を主成分とするため、以上のように、酸素をフッ素、炭素、またはメチレンと置き換えることで比誘電率を小さくすることができる。

30

【0054】

図 9 (a) に示した SOG 膜を層間絶縁膜 24 とするアレイ基板 1 を薬液槽 35 に入れたレジスト現像液として用いられる水酸化テトラメチルアンモニウム (Tetramethyl ammonium hydroxide: TMAH) 溶液槽 36 に浸漬する (図 9 (b))。浸漬は室温において、約 10 分間行い、上層電極 15 のスリット状の開口部下部の比誘電率を低下させたアレイ基板 1 (図 9 (c)) を得ることができた。本実施の形態の手法を用いた場合、層間絶縁膜 24 の比誘電率は 3.5 から約 3 まで小さくすることができた。

40

【0055】

本実施の形態では、TMAH 溶液に浸漬することで、層間絶縁膜 24 の比誘電率を変化させる例を示したが、浸漬する溶液は TMAH 溶液に限定するものではなく、たとえばレジスト剥離液として用いられるジメチルスルホキシド溶液あるいはモノエタノールアミンとジメチルスルホキシド混合液 (製品名 東京応化製 T106) 等も同様に用いることができる。また本実施の形態では、アレイ基板を TMAH 溶液槽 36 に浸漬して用いたが、アレイ基板全体を浸漬することなく、シャワー状に TMAH 溶液を基板に噴きかけて用

50

いることもできる。さらに、本実施の形態では、層間絶縁膜 24 が 1 層の構造について説明したが、層間絶縁膜を 2 層以上とした場合であっても同様に比誘電率を変化させることができる。

【0056】

薬液に浸漬することで層間絶縁膜 24 の比誘電率が低下するメカニズムは不明であるが、薬液を浸漬した場合に層間絶縁膜 24 中に空隙が発生し、空隙内は基本的に比誘電率 1 であるので、平均的に層間絶縁膜 24 の比誘電率が低くなった可能性がある。

【0057】

この液晶表示装置について実施の形態 1 と同様の焼付き評価を行ったところ、焼付きは従来品と比べて相対値で約 15% 改善し、焼付きが見えにくく、非常に良好な表示特性を得ることができた。また本実施の形態の液晶表示装置は、層間絶縁膜 24 の上層電極 15 のスリット状の開口部下部のみの比誘電率を容易に変えることができ、簡単な工程で液晶表示装置を得ることができるという特徴も有する。

【0058】

実施の形態 5.

本実施の形態においては、基本的には実施の形態 4 と同様の、層間絶縁膜 24 に SOG 膜を用いたアレイ基板 1 を用いている。図 10 を用いて低比誘電率部 26 を形成する工程を説明する。図 10 は、本発明の実施の形態 5 に係る加工方法を示す断面模式図である。図 10 (a) は、層間絶縁膜 24 に低比誘電率部 26 を形成する前の状態を示しており、層間絶縁膜 24 として SOG 膜を 500 nm 形成した上層に ITO 膜を形成し、スリット状の開口部を有する上層電極 15 を形成した状態のアレイ基板 1 であり、層間絶縁膜 24 は均一な比誘電率を有している。

【0059】

実施の形態 4 で述べたように、珪素はフッ素、炭素、メチレン (CH) と結合すると比誘電率が小さく、酸素、窒素と結合すると比誘電率は大きくなる。したがって、珪素と酸素、炭素、水素を主成分の SOG 膜にフッ素イオン等を照射して、珪素とよりフッ素原子が結合するようにすることで低比誘電率化することができる。

【0060】

図 10 (a) に示した SOG 膜を層間絶縁膜 24 とするアレイ基板 1 に、フッ素イオン源 37 からフッ素イオン 38 を照射し、SOG 膜を変化させた (図 10 (b))。フッ素イオン源 37 からのイオン照射は 10 分間、5 keV で行い、上層電極 15 のスリット状の開口部下部の比誘電率を低下させたアレイ基板 (図 10 (c)) を得た。本実施の形態の手法を用いた場合、層間絶縁膜 24 の比誘電率は 3.5 から約 2.9 まで小さくすることができた。

【0061】

本実施の形態では、層間絶縁膜 24 が 1 層の構造について説明したが、層間絶縁膜を 2 層以上とした場合であっても同様に比誘電率を変化させることができる。また本実施の形態においては、フッ素イオン 38 を照射する例を示したが、特に限定されるものではなく、酸素をイオン化して窒化珪素 (SiN) の窒素を酸素に置き換える場合、CHF₃ をイオン化して酸化珪素または SOG 膜の酸素を炭素、フッ素、メチレンに置き換える場合、CF₄ と水素ガスをイオン化して、酸化珪素または SOG 膜の酸素を炭素、フッ素、メチレンに置き換える場合等イオン照射により比誘電率を低下させる効果を有する。またイオン化電圧は 5 keV に限定されるものではなく、イオン化するガス等の種類によって変更することができる。例えば一般には数 keV が適当であり、3 ~ 10 keV 程度を用いることができる。

【0062】

この液晶表示装置について実施の形態 1 と同様の焼付き評価を行ったところ、焼付きは従来品と比べて相対値で約 15% 改善し、焼付きが見えにくく、非常に良好な表示特性を得ることができた。また本実施の形態の液晶表示装置は、層間絶縁膜 24 の上層電極 15 のスリット状の開口部下部の比誘電率を容易に変えることができ、簡単な工程で液晶表示

装置を得ることができるという特徴も有する。

【0063】

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、変更、省略することができる。

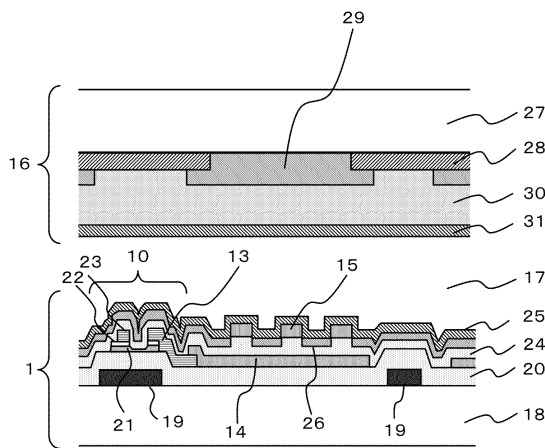
【符号の説明】

【0064】

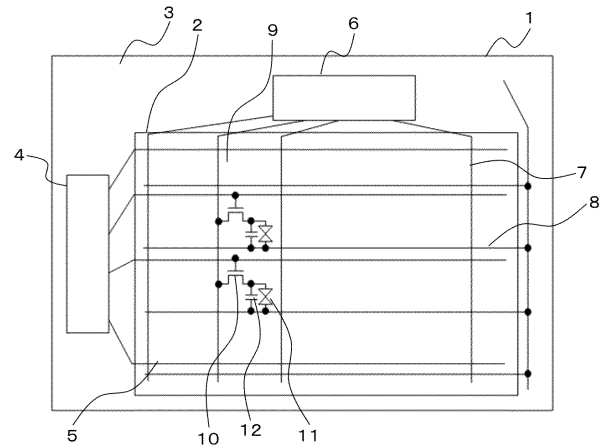
1 アレイ基板、2 表示領域、3 額縁領域、4 走査信号回路、5 走査信号配線（ゲート配線）、6 表示信号回路、7 表示信号配線（ソース配線）、8 共通配線、9 画素、10 薄膜トランジスタ（TFT）、11 液晶層、12 補助容量、13 ドレイン電極、14 下層電極、15 上層電極、16 対向基板、17 液晶材料、18 ガラス基板、19 ゲート電極、20 ゲート絶縁膜、21 半導体層、22 オーミックコンタクト層、23 ソース電極、24 層間絶縁膜、25 液晶配向膜、26 低比誘電率部、27 ガラス基板、28 ブラックマスク、29 カラーフィルター、30 オーバーコート層、31 液晶配向膜、32 第一の層間絶縁膜、33 第二の層間絶縁膜、34 ブルー相液晶材料、35 薬液槽、36 TMAH溶液槽、37 フッ素イオン源、38 フッ素イオン。

10

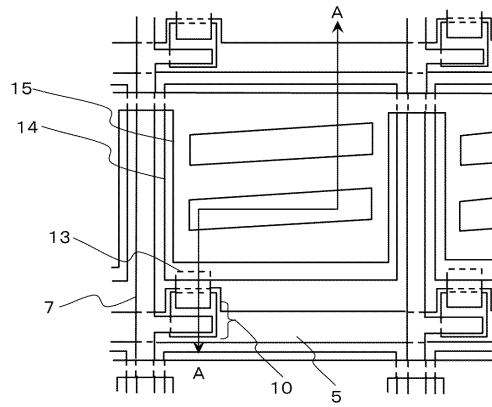
【図1】



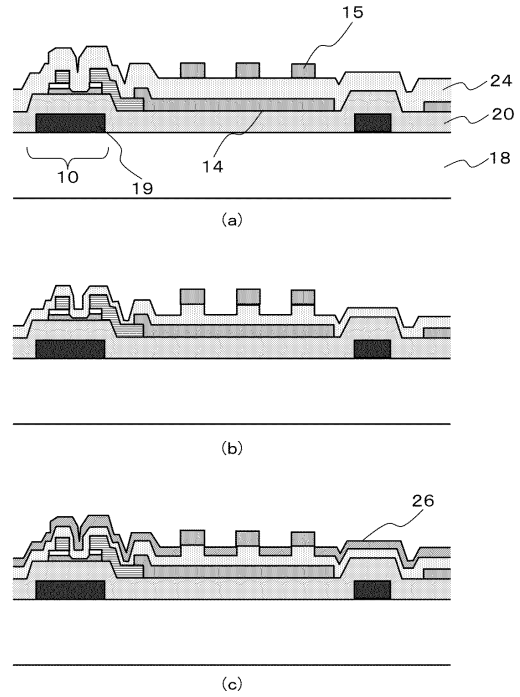
【図2】



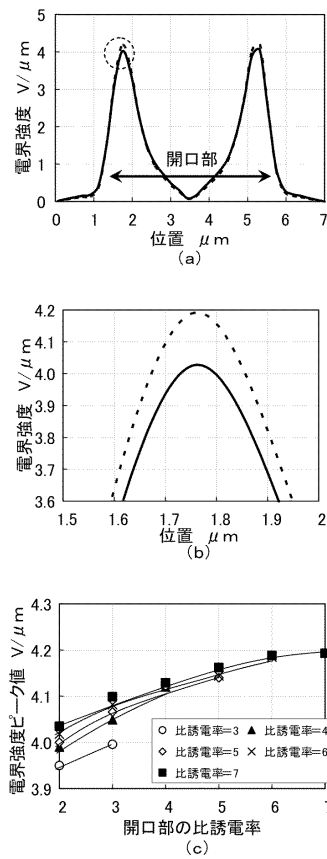
【図 3】



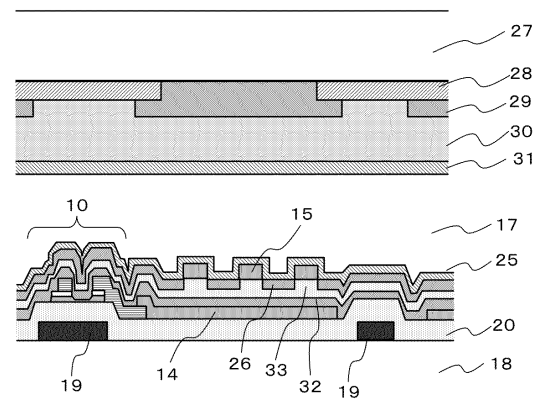
【図 4】



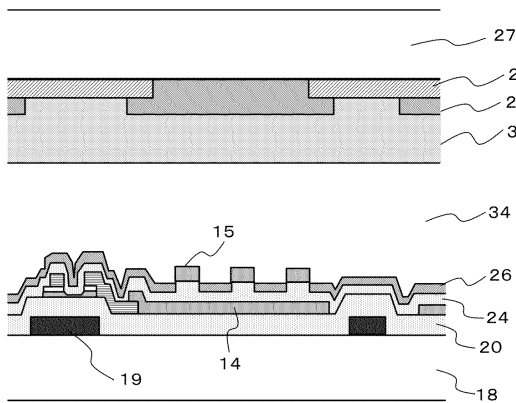
【図 5】



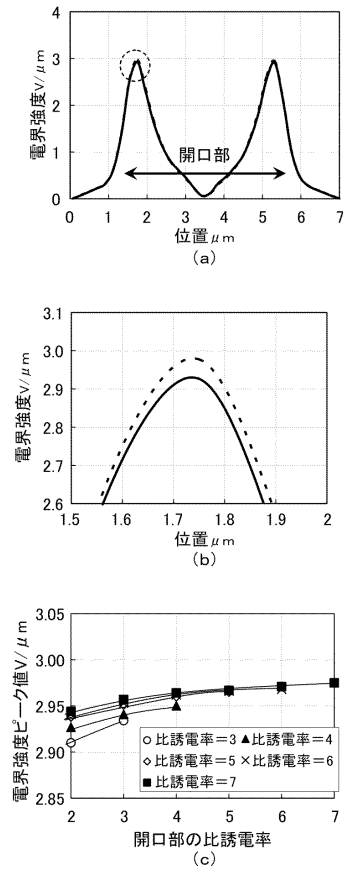
【図 6】



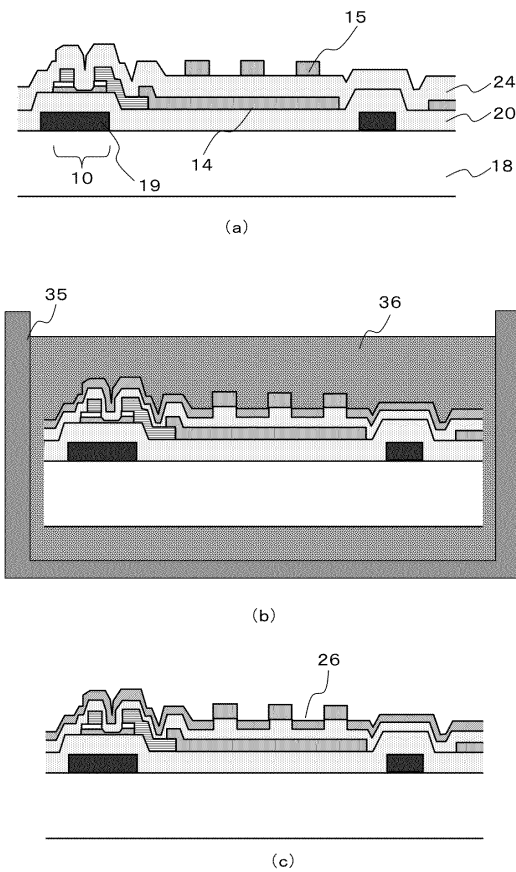
【図 7】



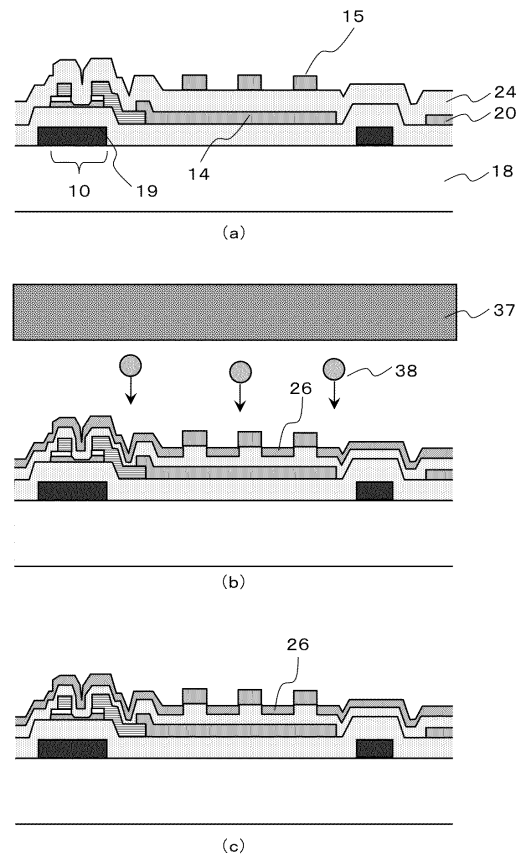
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 山縣 有輔
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 佐竹 徹也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 永野 慎吾
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 島村 武志
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 小田 耕治
熊本県合志市御代志997番地 メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式会社内
- (72)発明者 林 正美
熊本県合志市御代志997番地 メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式会社内
- (72)発明者 山吉 一司
熊本県合志市御代志997番地 メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式会社内
- (72)発明者 土道 淳一
熊本県合志市御代志997番地 メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式会社内

審査官 弓指 洋平

- (56)参考文献 特開2003-090994 (JP, A)
特開2010-230744 (JP, A)
特開2010-020277 (JP, A)
特開2007-212706 (JP, A)
特開平11-174493 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1343
G02F 1/1368

专利名称(译)	液晶显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP5920064B2	公开(公告)日	2016-05-18
申请号	JP2012150518	申请日	2012-07-04
[标]申请(专利权)人(译)	三菱电机株式会社		
申请(专利权)人(译)	三菱电机株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三菱电机株式会社		
[标]发明人	川渊真嗣 山縣有輔 佐竹徹也 永野慎吾 島村武志 小田耕治 林正美 山吉一司 土道淳一		
发明人	川渊 真嗣 山縣 有輔 佐竹 徹也 永野 慎吾 島村 武志 小田 耕治 林 正美 山吉 一司 土道 淳一		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1368		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/1368		
F-TERM分类号	2H092/GA14 2H092/GA17 2H092/JA26 2H092/JB05 2H092/JB56 2H092/KB25 2H092/NA04 2H092/QA06 2H192/AA24 2H192/BB12 2H192/CB05 2H192/EA22 2H192/EA43 2H192/EA64 2H192/HA22 2H192/JA33 2H192/JA64		
代理人(译)	稻叶忠彦 村上佳菜子 松井茂明		
其他公开文献	JP2014013312A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供一种具有令人满意的显示特性且无癫痫发作的FFS模式液晶显示装置。解决方案：一种液晶显示装置，包括：阵列基板1，具有带有多个像素9的显示区域2;与阵列基板1相对设置的对向基板16;每个像素9包括：上层电极15，其中形成有狭缝状开口;以及液晶材料17，其夹在阵列基板1和对向基板16之间。层间绝缘膜24，形成在上层电极15下方并具有预定的介电常数;经由层间绝缘膜24与上层电极15相对和下方的下层电极14。层间绝缘膜24中的开口的下部具有介电常数小于预定介电常数的面积。

(51) Int. Cl.	F 1
GO2F 1/1343 (2006. 01)	GO2F 1/1343
GO2F 1/1368 (2006. 01)	GO2F 1/1368

請求項の数 6 (全 14 頁)		
(21) 出願番号	特願2012-150518 (P2012-150518)	(73) 特許権者 000006013
(22) 出願日	平成24年7月4日 (2012. 7. 4)	三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-13312 (P2014-13312A)	東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成26年1月23日 (2014. 1. 23)	(74) 代理人 100112210
審査請求日	平成27年6月8日 (2015. 6. 8)	弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人 100108431
		弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人 100153176
		弁理士 松井 重明
		(74) 代理人 100109612
		弁理士 倉谷 泰孝
		(72) 発明者 川淵 真嗣
		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
		菱電機株式会社内
最終頁に続く		

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置とその製造方法