

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4891558号
(P4891558)

(45) 発行日 平成24年3月7日(2012.3.7)

(24) 登録日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(51) Int.Cl.

F I

GO2F	1/1368	(2006.01)	GO2F	1/1368	
GO2F	1/1343	(2006.01)	GO2F	1/1343	
GO2F	1/1333	(2006.01)	GO2F	1/1333	505
GO9F	9/30	(2006.01)	GO9F	9/30	338
			GO9F	9/30	348A

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-97033 (P2005-97033)
 (22) 出願日 平成17年3月30日 (2005.3.30)
 (65) 公開番号 特開2006-171673 (P2006-171673A)
 (43) 公開日 平成18年6月29日 (2006.6.29)
 審査請求日 平成20年3月27日 (2008.3.27)
 (31) 優先権主張番号 10-2004-0108172
 (32) 優先日 平成16年12月17日 (2004.12.17)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

前置審査

(73) 特許権者 390019839
 三星電子株式会社
 Samsung Electronics
 Co., Ltd.
 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
 416, Maetan-dong, Yeon
 g-tong-gu, Suwon-si,
 Gyeonggi-do, Republi
 c of Korea

(74) 代理人 100121382

弁理士 山下 託嗣

(72) 発明者 梁 英 ▲チョル▲

大韓民国京畿道城南市盆唐区亭子洞ハンソ
ルマウル住公6団地アパート610棟11
04号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタ表示板及び液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板、

前記基板上に形成されているゲート線、

前記ゲート線及び基板を覆って形成されているゲート絶縁膜、

前記ゲート絶縁膜上に形成されているデータ線、

前記データ線を覆って形成されている保護膜、

前記保護膜上に形成されている有機絶縁膜、

前記有機絶縁膜上に形成されている画素電極を含み、

膜の厚さをdとし、膜の屈折率をnとする時、下記の条件を満たすことを特徴とする薄
膜トランジスタ表示板。 10

(数1)

4 (d ゲート絶縁膜 n ゲート絶縁膜 + d 保護膜 n 保護膜) = 可視光線の中心波長の偶数倍

4 d 画素電極 n 画素電極 = 可視光線の中心波長の偶数倍

【請求項2】

前記ゲート絶縁膜と保護膜は窒化ケイ素 (SiNx) で形成されていることを特徴とする請
求項1に記載の薄膜トランジスタ表示板。

【請求項3】

前記窒化ケイ素 (SiNx) は 1.8 以上 1.9 以下の屈折率を有することを特徴とする請求
項2に記載の薄膜トランジスタ表示板。

【請求項 4】

前記画素電極はITOで形成されており、屈折率は1.8以上1.9以下の屈折率を有することを特徴とする請求項1に記載の薄膜トランジスタ表示板。

【請求項 5】

前記有機絶縁膜は1.4以上1.6以下の屈折率を有することを特徴とする請求項1に記載の薄膜トランジスタ表示板。

【請求項 6】

第1絶縁基板、

前記第1絶縁基板上に形成されているゲート絶縁膜、

前記ゲート絶縁膜上に形成されている保護膜、

前記保護膜上に形成されている有機絶縁膜、

前記有機絶縁膜上に形成されている画素電極、

前記第1基板に対向する第2絶縁基板、

前記第1絶縁基板及び前記第2絶縁基板の間に注入された液晶を含み、

膜の厚さをdとし、膜の屈折率をnとする時、下記の条件を満たす液晶表示装置。

(数2)

$4(d \text{ ゲート絶縁膜 } n \text{ ゲート絶縁膜} + d \text{ 保護膜 } n \text{ 保護膜}) = \text{可視光線の中心波長の偶数倍}$

$4d \text{ 画素電極 } n \text{ 画素電極} = \text{可視光線の中心波長の偶数倍}$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は薄膜トランジスタ基板に対する発明である。

【背景技術】

【0002】

薄膜トランジスタ表示板は、液晶表示装置や有機EL(electro luminescence)表示装置などで各画素を独立して駆動するための回路基板として使用される。薄膜トランジスタ表示板は、走査信号を伝達するゲート線と画像信号を伝達するデータ線が形成されており、ゲート線及びデータ線と連結されている薄膜トランジスタ、薄膜トランジスタと連結されている画素電極、ゲート線を覆って絶縁するゲート絶縁膜及び薄膜トランジスタとデータ線を覆って絶縁する保護膜などを含んで構成されている。薄膜トランジスタはゲート線の一部であるゲート電極とチャンネルを形成する半導体、データ線の一部であるソース電極とドレイン電極及びゲート絶縁膜と保護膜などとなる。薄膜トランジスタは、ゲート線を通じて伝達される走査信号によってデータ線を通じて伝達される画像信号を画素電極に伝達または遮断するスイッチング素子である。

【0003】

このような薄膜トランジスタ表示板を使用する代表的な装置として液晶表示装置があるが、液晶表示装置で開口率を高めるために、誘電率が小さく厚い厚さを形成することができる有機膜を保護膜として使用している。これは画素電極とデータ線及びゲート線の間形成されるキャパシタンスを減らすことで、既存の無機膜を使用する場合の画素電極とデータ線及びゲート線間の最少隔離距離(約3~4 μm)をさらに小さくしたり、相互オーバーラップ(overlap)するようにすることで、開口率を広めることができるためである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、実際の光透過率は有機膜の透過率及び膜間の屈折率差による多重反射によって干渉効果が発生し、所望の透過率を得ることができずにいる。

本発明が目的とする技術的課題は、有機絶縁膜を使用しながらも最高の透過率を得ることができる条件を満たす薄膜トランジスタ表示板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0005】

具体的には、本願第1発明は、基板、前記基板上に形成されているゲート線、前記ゲート線及び基板を覆って形成されているゲート絶縁膜、前記ゲート絶縁膜上に形成されているデータ線、前記データ線を覆って形成されている保護膜、前記保護膜上に形成されている有機絶縁膜、前記有機絶縁膜上に形成されている画素電極を含む薄膜トランジスタに関する。ここで、膜の厚さを d とし、膜の屈折率を n とする時、下記の条件を満たす。

【0006】

【数1】

$$4(d_{\text{ゲート絶縁膜}} n_{\text{ゲート絶縁膜}} + d_{\text{保護膜}} n_{\text{保護膜}}) = \text{波長の偶数倍} \quad 10$$

$$4d_{\text{画素電極}} n_{\text{画素電極}} = \text{波長の偶数倍}$$

本願第2発明は、第1発明において、前記ゲート絶縁膜と保護膜は窒化ケイ素(SiNx)で形成されていることが好ましい。

【0007】

本願第3発明は、第1発明において、前記窒化ケイ素(SiNx)は1.8以上1.9以下の屈折率を有するのが好ましい。

本願第4発明は、第1発明において、前記画素電極はITOで形成されており、屈折率は1.8以上1.9以下の屈折率を有するのが好ましい。 20

【0008】

本願第5発明は、第1発明において、前記有機絶縁膜は1.4以上1.6以下の屈折率を有するのが好ましい。

本願第6発明は、第1絶縁基板、前記第1絶縁基板上に形成されているゲート絶縁膜、前記ゲート絶縁膜上に形成されている保護膜、前記保護膜上に形成されている有機絶縁膜、前記有機絶縁膜上に形成されている画素電極、前記第1基板に対向する第2絶縁基板、前記第1絶縁基板及び前記第2絶縁基板の間に注入された液晶を含み、膜の厚さを d とし、膜の屈折率を n とする時、下記の条件を満たす液晶表示装置に関するものである。

【0009】

【数2】

$$4(d_{\text{ゲート絶縁膜}} n_{\text{ゲート絶縁膜}} + d_{\text{保護膜}} n_{\text{保護膜}}) = \text{波長の偶数倍} \quad 30$$

$$4d_{\text{画素電極}} n_{\text{画素電極}} = \text{波長の偶数倍}$$

【発明の効果】

【0010】

窒化シリコン膜と画素電極は各々補強干渉条件を満たす厚さで形成することによって、表示装置の透過率が向上し、これによる表示品質も良くなる。 40

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

このような課題を解決するために、本発明ではゲート絶縁膜厚とゲート絶縁膜厚の屈折率をかけた値と保護膜厚と保護膜の屈折率をかけた値を足し、その足した値の4倍が波長の偶数倍となり、画素電極の厚さと画素電極の屈折率をかけた値の4倍が波長の偶数倍となるようにする。

【0012】

添付した図面を参考にして、本発明の実施例に対して本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者が容易に実施できるように詳細に説明する。しかし、本発明は多様 50

に相異した形態で実現でき、ここで説明する実施例に限定されない。

【0013】

図面で各種の層及び領域を明確に表現するために厚さを拡大して示した。明細書全体を通じて類似した部分については同一な図面符号を付けた。層、膜、領域、板などの部分が他の部分の“上に”あるとする時、これは他の部分の“すぐ上に”ある場合だけでなく、その中間に他の部分がある場合も含む。逆に、ある部分が他の部分の“すぐ上に”あるとする時には、中間に他の部分がないことを意味する。

【0014】

次に本発明の実施例による薄膜トランジスタ表示板について、図面を参考にして詳細に説明する。

10

具体的には図1に示されているように、一つの実施例は薄膜トランジスタ表示板の表示領域に位置した薄膜トランジスタ、画素電極及び信号線の部分と周辺領域に位置した信号線の拡張部を含み、図1は液晶表示装置用薄膜トランジスタ表示板の配置図であり、図2は図1のII-II線による断面図である。

【0015】

絶縁基板110上にゲート信号を伝達し、主に横方向に延在している複数のゲート線121が形成されている。

各ゲート線121の一部は複数のゲート電極124を構成する。また、各ゲート線121は外部装置との接続のために幅が拡張されている拡張部125を含む。ゲート線121のほとんどは表示領域に位置するが、ゲート線121の拡張部125は周辺領域に位置する。

20

【0016】

ゲート線121は物理的性質が異なる二つの膜、つまり、下部膜121pとその上の上部膜121qを含む。上部膜121qはゲート信号の遅延や電圧降下を減らすことができるように低い比抵抗の金属、例えば、アルミニウム(Al)やアルミニウム合金などアルミニウム系列の金属からなる。これとは異なって、下部膜121pは他の物質、特にITO(indium tin oxide)及びIZO(indium zinc oxide)との物理的、化学的、電気的接触特性に優れた物質、例えばモリブデン(Mo)、モリブデン合金[例:モリブデン-タングステン(MoW)合金]、クロム(Cr)、タンタル(Ta)、チタニウム(Ti)などでなる。下部膜121pと上部膜121qの組み合わせの例としては、クロム/アルミニウム-ネオジウム(Nd)合金を挙げることができる。図2でゲート電極124の下部膜と上部膜は各々図面符号124p、124qと表示されている。そして、ゲート線121の拡張部125も上部膜125qと下部膜125pを含む。

30

【0017】

また、下部膜121pと上部膜121qの側面は各々傾斜を有し、その傾斜角は基板110の表面に対して約30-80度をなす。

ゲート線121上には窒化ケイ素(SiNx)などからなるゲート絶縁膜140が形成されている。

【0018】

ゲート絶縁膜140上部には水素化非晶質シリコン(hydrogenated amorphous silicon)(非晶質シリコンは略称a-Siとする)などからなる複数の半導体150が形成されている。半導体150は主にゲート電極124上に形成されており、半導体150はゲート電極124より広い面積を覆っている。

40

【0019】

半導体150の上部にはシリサイド(silicide)またはn型不純物が高濃度にドーピングされているn+水素化非晶質シリコンなどの物質でなる複数の島状抵抗性接触部材163、165が形成されている。島状抵抗性接触部材は二つに分けられ、互いに対をなして半導体上に位置する。

【0020】

半導体150と抵抗性接触部材163、165の側面もまた傾斜を有し、傾斜角は30

50

- 80度をなす。

抵抗性接触部材163、165及びゲート絶縁膜140上には各々複数のデータ線171と複数のドレイン電極175が形成されている。

【0021】

データ線171は主に縦方向に延びてゲート線121と交差してデータ電圧を伝達する。各データ線171は外部装置との接続のために幅が拡張されている拡張部179を含む。データ線171のほとんどは表示領域に位置するが、データ線171の拡張部179は周辺領域に位置する。

【0022】

各データ線171からドレイン電極175に向かって延在する複数の枝がソース電極173を構成する。一对のソース電極173とドレイン電極175は互いに分離されており、ゲート電極124に対して互いに反対側に位置する。ゲート電極124、ソース電極173及びドレイン電極175は半導体150と共に薄膜トランジスタをなし、薄膜トランジスタのチャンネルはソース電極173とドレイン電極175の間の突出部150に形成される。

10

【0023】

データ線171とドレイン電極175もまたモリブデン(Mo)、モリブデン合金、クロム(Cr)などの下部膜171p、175pと、その上に位置したアルミニウム系または銀系金属である上部膜171q、175qからなる。そしてデータ線171の拡張部179も上部膜179qと下部膜179pを含む。

20

【0024】

データ線171及びドレイン電極175の下部膜171p、175pと上部膜171q、175qもゲート線121と同様に、その側面が約30-80度の角度に各々傾斜を有する。

【0025】

抵抗性接触部材161、165は、その下部の半導体150とその上部のデータ線171及びドレイン電極175の間にだけ存在し、接触抵抗を低くする役割を果たす。線状半導体151はソース電極173及びドレイン電極175に覆われず露出した部分を有している。

【0026】

データ線171、ドレイン電極175及び露出された半導体150部分の上には無機物質である窒化ケイ素などからなる保護膜180が形成されている。

30

保護膜180の上には平坦化特性が優れ、感光性(photosensitivity)を有する有機物質で形成された有機絶縁膜181が形成されている。

【0027】

保護膜180及び有機絶縁膜181にはドレイン電極175及びデータ線171の拡張部179を各々露出する複数の接触孔185、189が形成されており、ゲート絶縁膜140と共にゲート線121の拡張部125を露出する複数の接触孔182が形成されている。

【0028】

有機絶縁膜181上には複数の画素電極190と複数の接触補助部材81、82が形成されている。

40

画素電極190は透明な導電体であるITOまたはIZOからなる。画素電極190は接触孔185を通じてドレイン電極175と各々物理的、電氣的に連結されてドレイン電極175からデータ電圧を印加される。

【0029】

データ電圧が印加された画素電極190は共通電圧を印加される他の表示板(図示せず)の共通電極(図示せず)と共に電場を生成することによって、二つの電極の間の液晶層(図示せず)の液晶分子を再配列させる。

【0030】

50

また、画素電極 190 と共通電極はキャパシタ（蓄電器）（以下、“液晶キャパシタ”という）を構成し、薄膜トランジスタがターンオフされた後にも印加された電圧を維持するが、液晶キャパシタの電圧維持能力を強化するために、液晶キャパシタと並列に接続された他のキャパシタを設ける場合もある。

【0031】

画素電極 190 はまた隣接するゲート線 121 及びデータ線 171 と重なって開口率を高めているが、重ならないこともある。

接触補助部材 81、82 は接触孔 182、189 を通じてゲート線の拡張部 125 及びデータ線の拡張部 179 と各々連結される。接触補助部材 81、82 はゲート線 121 及びデータ線 171 の各拡張部 125、179 と外部装置との接着性を補完し、これらを保護する役割を果たすものとして必須ではなく、これらを適用するか否かは選択による。このような接触補助部材 81、82 も透明導電体であるITOまたはIZOからなる。

【0032】

図1及び図2ではゲート線及びデータ線が二重層構造で形成されている実施例を示しているが、単一層または三重層で形成することも可能である。

図2で表示領域を形成する画素電極の下部及び上部層状構造は、図3に示されたものと同一である。

【0033】

図3は表示領域の断面の積層構造を詳細に示した断面図である。

図3に示したように、絶縁基板 110 上に窒化ケイ素 (SiNx) で積層されたゲート絶縁膜 140 が形成されており、その上に窒化ケイ素 (SiNx) で積層された保護膜 180 が形成されている。その上に有機絶縁膜 181 が形成されており、その上に画素電極 190 が形成されている。画素電極 190 の上部には液晶 300 が位置している。したがって、液晶表示装置はバックライトユニットの光源から出発した光が図3に示された層を順次に透過した後、液晶 300 の配向方向によって透過程度が決められ、これを通じて画像を表示する。

【0034】

したがって、液晶の下部に形成されている各々の層に対する透過率が最も適した場合、液晶表示装置の輝度も良くなる。以下、各々の層に対する最適の透過率を求める式を理論及びシミュレーションを通じて提示することにする。

【0035】

先ず、図3に積層された各層の屈折率を見てみると下記のとおりである。一般に、窒化ケイ素 (SiNx) を積層したゲート絶縁膜 140 と保護膜 180 は屈折率が 1.8 ないし 1.9 を有する。また、ITOやIZOで形成される画素電極 190 も屈折率が 1.8 ないし 1.9 である。しかし、有機絶縁膜 181 を形成する有機膜は屈折率は、1.4 ないし 1.6 の範囲である。特に、有機膜の屈折率は大略 1.5 程度であり、ガラスを使用する絶縁基板 110 と液晶 300 は大略 1.5 程度の屈折率を有する。したがって表示領域の積層構造は屈折率 1.5 程度を有する 3 つの層の間に 1.8 ないし 1.9 の屈折率を有する層が挿入されている構造を有する。

【0036】

図4は屈折率と厚さを有する層が積層された構造を示している断面図である。

図4には一番下に形成された入射媒質 (n_0) と一番上に形成された透過媒質 (n_{N+1}) の間にN個の膜が形成されている。各膜は屈折率 (n) と厚さ (d) を有し、光が入射すると各膜によって多重反射が起こり、これにより干渉現象が起こる。干渉現象が起こり易い条件は、一般に入射媒質及び透過媒質との屈折率の差が大きく、膜の厚さが光の干渉長さ (coherence length) より小さくなければならない。ここでは、入射媒質と透過媒質の厚さは干渉現象が起こらないように、干渉長さより大きく形成して入射媒質と透過媒質の間の膜でのみ干渉が発生するとする。実際に表示装置でも絶縁基板 110 と液晶 300 は光の干渉長さより大きく形成することができる。

【0037】

各膜の屈折率は n_i (i [0, 1, 2, 3, ..., N, N+1]) とし、各膜の厚さは d_i (i [0, 1, 2, 3, ..., N, N+1]) とする。

これを利用して干渉現象が起こる条件は下記のとおりである。

【 0 0 3 8 】

d_j 光の干渉長さ (j [1, 2, 3, ..., N])

d_i 光の干渉長さ (i [0, N+1])

【 0 0 3 9 】

【 数 3 】

$$|n_0 - n_1| \geq 0.05 / (n_0 + n_1),$$

$$|n_N - n_{N+1}| \geq 0.05 / (n_N + n_{N+1}),$$

10

[1, 2, 3, ..., N] 膜での多重反射による干渉を考慮する時、透過光の強さが最も大きくなるための条件は次のとおりである。

【 0 0 4 0 】

【 数 4 】

$$2 \sum_{k=1}^N n_k d_k = m \lambda, \quad m \in \{0, 1, 2, 3, 4, \dots\},$$

20

つまり、膜の光路長 (optical path length; 実際距離に屈折率をかけた値) が半波長 ($\lambda/2$) の整数倍となつてこそ最大の光透過率を得ることができる。

【 0 0 4 1 】

図 5 は多重反射による干渉効果を説明するための図面で、図示されているように多重反射による干渉効果を生ずる。

透過光などの位相関係が補強干渉条件である場合は透過率が大きくなり、相殺干渉条件である場合は透過率は最低となる。液晶表示装置の場合、このような干渉効果によって透過率に影響を与える膜は、窒化ケイ素 (SiNx) で形成されているゲート絶縁膜 140 及び保護膜 180 と ITO または IZO で形成されている画素電極 190 である。他の大部分の膜などの屈折率が 1.5 程度であるのに比べ、窒化ケイ素 (SiNx) で形成されているゲート絶縁膜 140 及び保護膜 180 と ITO または IZO で形成されている画素電極 190 は 1.8 ~ 1.9 程度と大きい。したがって、干渉効果による透過率変化は避けられない。

30

【 0 0 4 2 】

干渉による透過率変化は、各光などの位相を比較することで分かるが、位相変化は大きく分けて二種類の原因で起こる。第 1 は光が進行しながら光路長、つまり実際距離に屈折率をかけた値によって発生し、第 2 は屈折率が異なる二つの媒質の境界面で反射される時に発生する。一般に、透過光は透過時に位相の変化がないが、反射光は疎な媒質 (屈折率が小さい媒質) から密な媒質 (屈折率が大きい媒質) に進行している途中で反射する場合には 180 度位相差が生じ、密な媒質から疎な媒質に進行している途中で反射する場合には位相差が発生しない。

40

【 0 0 4 3 】

図 5 を薄膜トランジスタ基板にて窒化ケイ素 (SiNx) で形成されているゲート絶縁膜 140、保護膜 180 と ITO または IZO で形成されている画素電極 190 である場合について適用して見ると次のとおりである。最下層は窒化ケイ素 (SiNx) で形成された膜 (以下、窒化ケイ素で形成されたゲート絶縁膜 140 と保護膜 180 を合せて、窒化シリコン膜という) であり、その上層は有機絶縁膜であり、最上層は画素電極とする。すると、各膜の屈折率は $n_1 < n_2 < n$ の関係にある。透過光などの位相関係を見てみる。最初に n_1 から出発した光は n と接しながら、一部は反射し (r_1)、一部は透過する。透過した光は再び n_2 に接しながら一部は反射し、一部は透過する (t_1)。このような過程は n 膜内で無限に続き (事実は干渉長さ (coherence length) 範囲内で)、この時に透過した透過光、つまり

50

、 t_1 、 t_2 、...の干渉によって透過率が決定される。

【0044】

先ず、 t_1 と t_2 の間の位相差を見る。計算の便宜のために垂直入射である場合について計算する。 t_1 に比べて t_2 は膜の厚さを往復して二回の反射(n_2 、 n_1)が行われる。ところが $n_1 > n_2 > n_0$ の関係にあるので、反射による位相差は発生せず、単に光の進行による位相差によってのみ位相差が発生し、その大きさは次のとおりである。

【0045】

【数5】

$$\Delta\phi = n \cdot 2d \cdot \frac{2\pi}{\lambda}$$

10

ここで $\Delta\phi$ は位相差、 n は屈折率、 d は膜の厚さ、 λ は光の波長である。この位相差がの偶数倍であれば補強干渉になって透過率が最大になり、 $\Delta\phi$ の奇数倍であれば相殺干渉になって透過率が最少となる。つまり、 $4nd$ が波長の偶数倍であれば補強干渉、奇数倍であれば相殺干渉になる。

【0046】

つまり、下記のような式によって補強干渉と相殺干渉と区分され、以下では補強干渉の式を膜の厚さの最適条件式という。

【0047】

【数6】

$$4 \sum_{k=1}^N n_k d_k = \text{波長の偶数倍} \quad \text{補強干渉式-膜厚の最適条件式}$$

$$4 \sum_{k=1}^N n_k d_k = \text{波長の奇数倍} \quad \text{相殺干渉式}$$

20

しかし、可視光線の波長は380～780nmである。したがって、透過率が大きく変わる場合は、 $4nd$ が可視光線の波長と同様な場合である。 $4nd$ が可視光線の波長より非常に大きい場合には、波長によって透過率に多くの屈曲が現れ、全体の透過率には大きな影響を与えない。普通、有機絶縁膜181の厚さは3 μ m以上であるため、波長より非常に大きい値を有し、厚さが変わっても透過率の変化がほとんどない。(これについては、後述するシミュレーションでもう一度明確にする。図10参考)また、光の干渉長さ(coherence length)が数ミクロンであることを勘案すると、干渉の効果自体が微弱な水準である。

30

【0048】

結論として、膜による透過率が干渉によって影響を多く受ける場合は、以下の二つの条件が満たされなければならない。

(a) . 膜の屈折率とその膜上、下の屈折率と差の大きい時

(b) . 膜の厚さが波長と同様である時。

40

【0049】

このような場合に、透過率を最大にするためには、膜の厚さを $4nd$ が波長の偶数倍となるようにしなければならない。反対に、膜の屈折率の差が大きくなれば、反射がほとんどないため、多重反射による干渉効果がほとんどない。また、膜の厚さが干渉長さ(coherence length; 普通波長の数～数十倍)より大きい時は、干渉現象自体が起こらないため、膜の厚さは任意で決めても別に無理がない。

【0050】

詳述したような理論をもって、以下でシミュレーションをしてその結果を説明する。

反射による多重反射効果を含み、光透過率及び反射率を計算することができる4×4ベ

50

ルマン方法 (Berreman Method) を使用した。

【 0 0 5 1 】

以下では、窒化ケイ素 (SiNx) で形成されたゲート絶縁膜 1 4 0 及び保護膜 1 8 0 は一つの層とし (以下、窒化シリコン膜という。)、その上に形成されている有機絶縁膜 1 8 1 とその上にITOで形成された画素電極 1 9 0 のうち3つの膜に対しシミュレーションを行う。

【 0 0 5 2 】

まず、図 6 に示されたシミュレーションの結果について見てみる。

図 6 は画素電極の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

つまり、窒化シリコン膜と有機絶縁膜 1 8 1 は形成しないまま画素電極 1 9 0 だけを形成し、その厚さ d を変化させて波長による透過率を示したグラフである。ここで入射媒質と透過媒質の屈折率 n は 1.54 として透過特性を計算した。

10

【 0 0 5 3 】

まず、膜の厚さの最適条件式にしたがって、画素電極 1 9 0 の厚さを計算した。ITOの屈折率が 1.88 であるから $4 * 1.88 * d = 5550 * 2$ で d を計算すれば $d = 1470$ である。ここで 5550 は可視光線を代表する波長 (単位は μm) である。図 6 には画素電極 1 9 0 の膜の厚さを 1470 にした透過率を示している。

【 0 0 5 4 】

一方、5550 の光で相殺干渉をする膜の厚さを計算すると、740 及び 2230 を得ることができ、これに対する透過率もシミュレーションして示した。

20

つまり、図 6 に示されているように、5550 の波長では 740 及び 2230 の厚さを有する膜では透過率が最少であり、1470 の厚さで形成する場合には最大の透過率が出るのが分かる。

【 0 0 5 5 】

一方、図 7 は窒化シリコン膜の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。つまり、有機絶縁膜 1 8 1 と画素電極 1 9 0 は形成しないまま窒化シリコン膜だけを形成し、その厚さを変化させて波長による透過率を示したグラフである。ここで入射媒質と透過媒質の屈折率は 1.54 として透過特性を計算した。

【 0 0 5 6 】

可視光線の中心波長 5550 に対して窒化ケイ素 (SiNx) の屈折率 (1.88 内外) を考慮し、補強干渉及び相殺干渉が起こる厚さを、上記で求めた方式のように求めることができる。ここで、いくつかの可能な値のうち 5900 と 6600 に対して波長別透過率を計算して図 7 に示した。画素電極 1 9 0 の場合、厚さが薄くて屈曲がほとんどないのに比べ、窒化ケイ素 (SiNx) からなるゲート絶縁膜 1 4 0 と保護膜 1 8 0 の場合は、厚さが大きく透過率の屈曲が多いことが分かる。しかし、厚さによる輝度差は画素電極 1 9 0 に比べて小さく現れる。

30

【 0 0 5 7 】

図 7 で破線の曲線 (SiNx Max) は窒化シリコン膜の厚さが 5900 で、5550

を有する光に対し補強干渉が発生する場合である。一方、実線の曲線 (SiNx Min) は窒化シリコン膜の厚さが 6600 で、5550 を有する光に対し相殺干渉が発生する場合である。

40

【 0 0 5 8 】

一方、図 8 は有機絶縁膜の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

つまり、窒化シリコン膜と画素電極 1 9 0 は形成しないまま有機絶縁膜 1 8 1 だけを形成し、その厚さを変化させて波長による透過率を示したグラフである。ここで入射媒質と透過媒質の屈折率は 1.88 として有機絶縁膜 1 8 1 の透過特性を計算した。これは有機絶縁膜 1 8 1 の屈折率は 1.54 内外であり、屈折率 1.88 内外の窒化シリコン膜と画素電極 1 9 0 にサンドウィッチされた構造を有しているためである。波長が 5550 である光で補強干渉及び相殺干渉が起こる厚さは、各々 $3.34 \mu\text{m}$ 及び $3.44 \mu\text{m}$ であり、この二つの場合に対して波長別透過率を計算して図 8 に示した。有機絶縁膜 1 8 1 は厚さ

50

が非常に厚いために波長別透過率に屈曲が非常に多く、それによって厚さによる輝度は差が非常に小さいことを予想することができる。

【 0 0 5 9 】

図 8 で破線の曲線 (PC403 M a x) は有機絶縁膜 1 8 1 の厚さが 3 3 4 0 0 で、5 5 5 0 である光に対し補強干渉が発生する場合である。一方、実線の曲線 (PC403 M i n) は窒化シリコン膜の厚さが 3 4 4 0 0 で、5 5 5 0 である光に対し相殺干渉が発生する場合である。

【 0 0 6 0 】

図 9 は従来の最適化された厚さを利用しながら有機絶縁膜を積層した場合と、本発明による最適化された厚さを利用した場合の透過率を波長によって示しているグラフである。

10

図 9 で示している透過率は窒化シリコン膜、有機絶縁膜 1 8 1、画素電極 1 9 0 を積層した構造での波長による光透過率を示す。

【 0 0 6 1 】

破線 (図中 (A) の曲線) は、有機絶縁膜 1 8 1 を使用しない構造で用いられた従来の最適光透過率を、有機絶縁膜 1 8 1 が形成された構造に適用して透過させた場合の透過率を示している。

【 0 0 6 2 】

反面、実線 (図中 (B) の曲線) は、有機膜が形成されている構造において、下記のような条件式を満たすように形成した本発明による実施例の透過率を示している。

【 0 0 6 3 】

20

【 数 7 】

$$4(d_{\text{SiNx(ゲート絶縁膜)}} n_{\text{SiNx(ゲート絶縁膜)}} + d_{\text{SiNx(保護膜)}} n_{\text{SiNx(保護膜)}}) = \text{波長の偶数倍}$$

【 0 0 6 4 】

【 数 8 】

$$4 d_{\text{ITO(画素電極)}} n_{\text{ITO(画素電極)}} = \text{波長の偶数倍}$$

30

つまり、有機絶縁膜 1 8 1 を隔てた上層 (画素電極) 1 9 0 と下層 (窒化シリコン膜) 各々が補強干渉の条件を満たすようにした。

【 0 0 6 5 】

図 9 を通じて分かるように、破線 (図中 (A) の曲線) は実線 (図中 (B) の曲線) に比べて屈曲が激しく、全般的に低い透過率を示している。したがって、有機絶縁膜 1 8 1 を形成する場合、従来の最適条件を使用するもの (破線 (図中 (A) の曲線)) に比べて、新たな最適条件を利用するもの (実線 (図中 (B) の曲線)) がはるかに透過率が高いことを確認することができる。つまり、有機絶縁膜 1 8 1 を使用しない場合には、窒化シリコン膜と画素電極 1 9 0 が共に補強干渉条件を満たさなければならないが、有機絶縁膜 1 8 1 を形成する場合には、窒化シリコン膜と画素電極 1 9 0 は各々補強干渉条件を満たすようにしなければならない。

40

【 0 0 6 6 】

図 9 で二点鎖線 (図中 (C) の曲線) は、図 7 の破線の曲線 (SiNx M a x) (つまり、窒化シリコン膜が補強干渉をする場合の透過率曲線) を図 9 に共に示したものである。これは図 9 の実線 (図中 (B) の曲線) と破線 (図中 (A) の曲線) が振動する周期が、窒化シリコン膜が補強干渉する場合の周期を有していることを示すためのものである。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 は本発明による最適化された表示装置で有機絶縁膜の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

図 9 で実線 (図中 (B) の曲線) で表示された条件で有機絶縁膜 1 8 1 の厚さを変更し

50

てシミュレーションした。実線は波長5550で有機絶縁膜181の透過率が補強干渉になる場合をシミュレーションしたものであって、破線は波長5550で有機絶縁膜181の透過率が相殺干渉になる場合をシミュレーションしたことである。つまり、図9では画素電極及びゲート絶縁膜だけをそれぞれ最適化している条件であるが、図10では有機膜に最適化条件を適用した場合の実験である。

【0068】

図10から分かるように、有機絶縁膜181の厚さが変わっても、実際に全体的な透過率はほぼ同様であり、単に屈曲が現れる位置だけが変わる。したがって、有機絶縁膜181の厚さが透過率に与える影響が非常に少ないということを確認することができる。したがって、ここまでのシミュレーション結果は次のような結論を導き出すことができる。

10

【0069】

窒化ケイ素(SiNx)で形成されているゲート絶縁膜140と保護膜180は、共に補強干渉の条件を満たす厚さで形成し、ITOまたはIZOで形成された画素電極190は、画素電極190自体で補強干渉条件を満たす厚さで形成する。

【0070】

保護膜180と画素電極190の間に形成されている有機絶縁膜181は、その厚さが厚く干渉現象があまり起こらず、これによる透過率の変化が少ない。したがって、有機絶縁膜181の膜の厚さは考慮しなくてもよい。

【0071】

以上で本発明の好ましい実施例について詳細に説明したが、本発明の権利範囲はこれに限定されるものではなく、請求の範囲で定義している本発明の基本概念を利用した当業者による様々な変形及び改良形態もまた本発明の権利範囲に属するものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明の一実施例による液晶表示装置用薄膜トランジスタ表示板の配置図である。

【図2】図1のII-II線による断面図である。

【図3】表示領域の断面の積層構造を詳細に示した断面図である。

【図4】屈折率と厚さを有する層が一般に積層された構造を示している断面図である。

【図5】多重反射による干渉効果を説明するための図面である。

30

【図6】画素電極の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

【図7】窒化シリコン膜の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

【図8】有機絶縁膜の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

【図9】従来の最適化された厚さを利用しながら有機絶縁膜を積層した場合と、本発明による最適化された厚さを利用した場合の透過率を波長によって示しているグラフである。

【図10】本発明による最適化された表示装置で、有機絶縁膜の厚さによる波長別透過率を示しているグラフである。

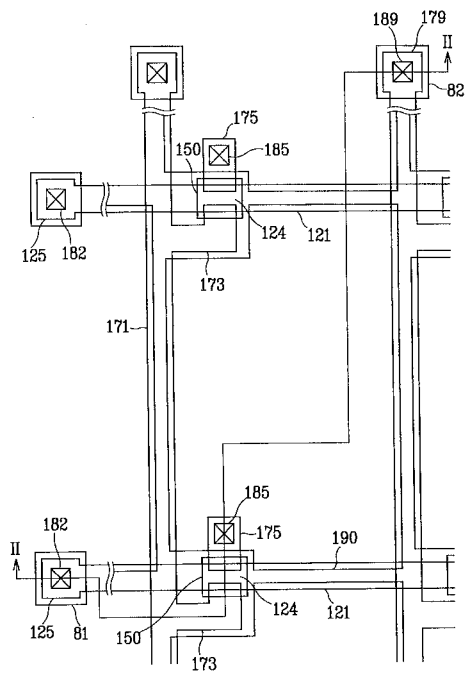
【符号の説明】

【0073】

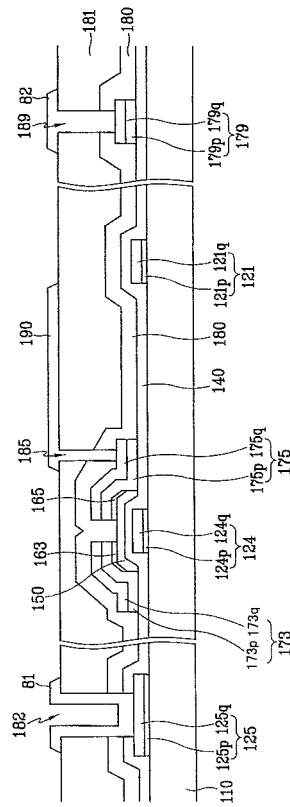
110	絶縁基板	40
124	ゲート電極	
131	維持電極線	
140	ゲート絶縁膜	
150	真性非晶質シリコン層	
160	不純物非晶質シリコン層	
170	導電体層	
173	ソース電極	
175	ドレイン電極	
180	保護膜	
181	有機絶縁膜	50

- 182、185、189 接触孔
- 190 画素電極
- 81、82 接触補助部材
- 300 液晶

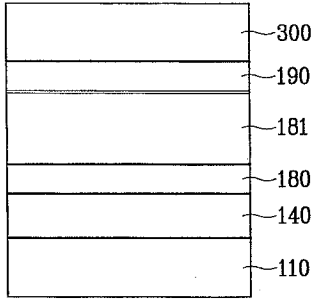
【図1】



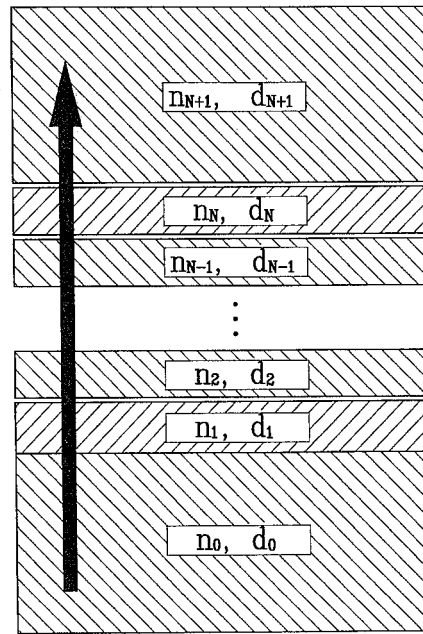
【図2】



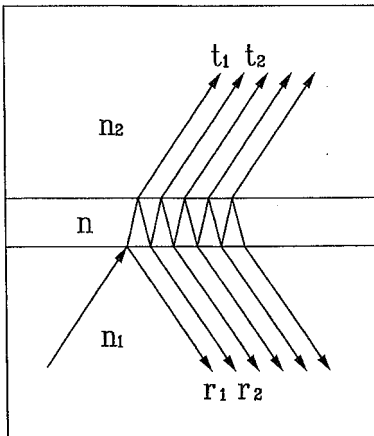
【 図 3 】



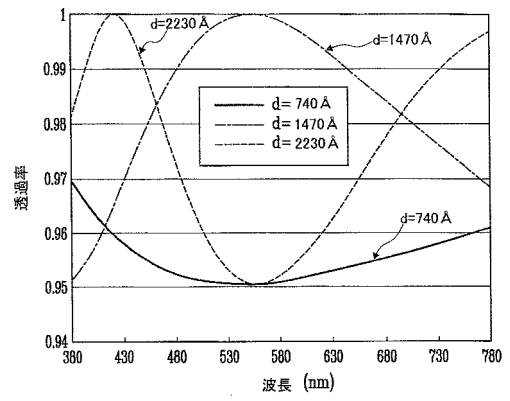
【 図 4 】



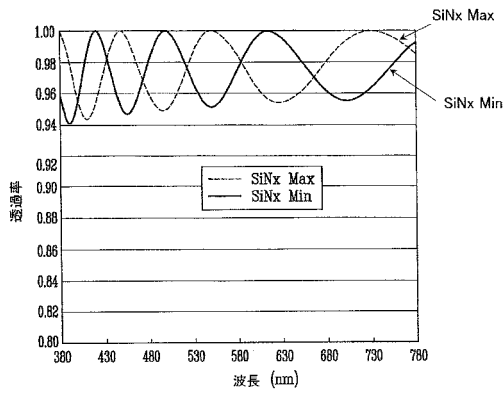
【 図 5 】



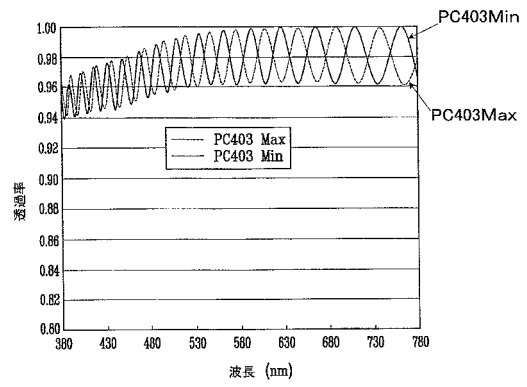
【 図 6 】



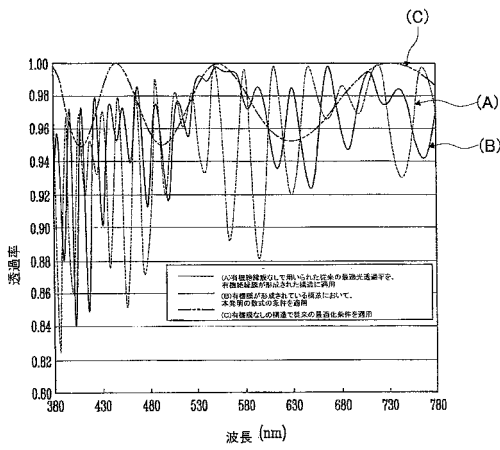
【図 7】



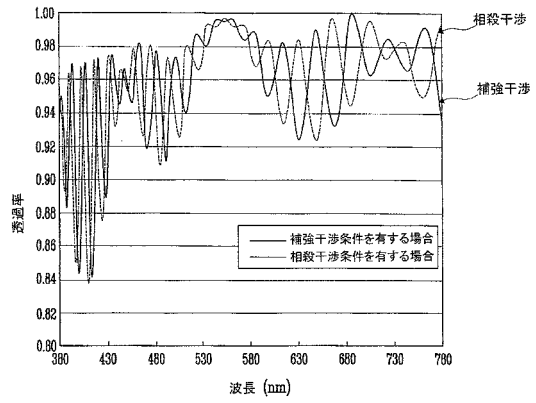
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 洪 ムン 杓
大韓民国京畿道城南市盆唐区亭子洞ハンソルマウル青丘アパート107棟1103号
- (72)発明者 金 保 成
大韓民国ソウル市瑞草区方背2洞474-20番地3階
- (72)発明者 宋 根 圭
大韓民国京畿道城南市盆唐区亭子洞ハンソルマウル青丘アパート108棟404号

審査官 右田 昌士

- (56)参考文献 特開平08-327991(JP,A)
特開平11-344726(JP,A)
特開2000-231109(JP,A)
特開平08-015719(JP,A)
特開平08-220518(JP,A)
特開平10-305369(JP,A)
米国特許出願公開第2004/46908(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1368
G02F 1/1333
G02F 1/1343
G09F 9/30

专利名称(译)	薄膜晶体管阵列面板和液晶显示装置		
公开(公告)号	JP4891558B2	公开(公告)日	2012-03-07
申请号	JP2005097033	申请日	2005-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
[标]发明人	梁英子ヨル 洪ムン杓 金保成 宋根圭		
发明人	梁英 ▲チヨル▲ 洪 ▲ムン▼ 杓 金保成 宋根圭		
IPC分类号	G02F1/1368 G02F1/1343 G02F1/1333 G09F9/30		
CPC分类号	H01L27/12 G02F1/133502 G02F1/136227 H01L27/1248		
FI分类号	G02F1/1368 G02F1/1343 G02F1/1333.505 G09F9/30.338 G09F9/30.348.A H01L29/78.612.Z		
F-TERM分类号	2H092/JA24 2H092/JA28 2H092/JA34 2H092/JA37 2H092/JA41 2H092/JB22 2H092/JB31 2H092/JB56 2H092/KA13 2H092/KB25 2H092/NA01 2H190/HA04 2H190/HD06 2H192/AA24 2H192/BC31 2H192/CB05 2H192/CC04 2H192/CC32 2H192/CC72 2H192/EA66 2H192/FA65 5C094/AA10 5C094/BA03 5C094/BA43 5C094/DA13 5C094/DA15 5C094/HA08 5C094/JA01 5C094/JA13 5C094/JA20 5F110/AA30 5F110/BB01 5F110/CC07 5F110/DD02 5F110/EE03 5F110/EE04 5F110/EE06 5F110/EE14 5F110/FF03 5F110/GG02 5F110/GG15 5F110/HK02 5F110/HK03 5F110/HK04 5F110/HK05 5F110/HK09 5F110/HK21 5F110/NN03 5F110/NN04 5F110/NN24 5F110/NN27 5F110/NN28 5F110/NN72 5F110/NN73		
代理人(译)	山下大洁嗣		
优先权	1020040108172 2004-12-17 KR		
其他公开文献	JP2006171673A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种薄膜晶体管阵列面板，其满足在使用有机绝缘膜的同时可以获得最大透射率的条件。在本发明中，通过将通过将栅极绝缘膜的厚度乘以折射率而获得的值乘以通过将保护膜厚度乘以折射率而获得的值相加而获得的值，并且相加值的四倍是波长的偶数倍，4倍乘以折射率的值是波长的偶数倍。通过如上所述形成具有满足增强干涉条件的厚度的氮化硅膜和像素电极，提高了显示装置的透射率并改善了显示质量。点域

$$|n_0 - n_1| \geq 0.05 / (n_0 + n_1),$$

$$|n_N - n_{N+1}| \geq 0.05 / (n_N + n_{N+1}),$$