

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3974141号

(P3974141)

(45) 発行日 平成19年9月12日(2007.9.12)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 F 1/1335 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 2 0

G O 2 F 1/1339 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 0 0

G O 2 F 1/1343 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 0 5

G O 2 F 1/1339 5 0 0

G O 2 F 1/1343

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-183252 (P2005-183252)

(22) 出願日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(65) 公開番号 特開2007-3779 (P2007-3779A)

(43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)

審査請求日 平成18年10月26日(2006.10.26)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明

(74) 代理人 100088672

弁理士 吉竹 英俊

(74) 代理人 100088845

弁理士 有田 貴弘

(72) 発明者 森井 康裕

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 石川 敬充

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半透過型液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

赤及び緑、青の色材で各画素を形成するカラーフィルタと、遮光膜とを有する第1基板と、

前記画素内に透過領域を形成する透過画素電極と、反射領域を形成する反射画素電極と、前記透過画素電極及び前記反射画素電極に印加する信号や制御信号を供給する配線を有する第2基板と、

前記第1基板と前記第2基板とに挟持された液晶と、

前記反射領域に、前記第1基板と前記第2基板との間隙を規定する柱状スペーサとを備え、

前記第1基板は、前記遮光膜と同一層で、且つ緑の前記色材を有する前記画素の前記反射領域のみに形成された、前記遮光膜の面積を大きくする遮光部をさらに備えることを特徴とする半透過型液晶表示装置。

【請求項2】

請求項1に記載の半透過型液晶表示装置であって、

前記遮光部は、前記柱状スペーサを配置した位置及びその近傍に設けられることを特徴とする半透過型液晶表示装置。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の半透過型液晶表示装置であって、

前記柱状スペーサは、前記配線近傍、または前記配線と重なる位置に設けられることを

特徴とする半透過型液晶表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 つに記載の半透過型液晶表示装置であって、
表示面積に対する前記柱状スペーサの占有率は、0.15%～0.35%であることを
特徴とする半透過型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半透過型液晶表示装置に係る発明であって、特に、柱状スペーサを有す半透 10
過型液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的な半透過型液晶表示装置では、TFT (Thin Film Transistor) が形成される基
板 (以下、TFT アレイ基板ともいう) に、バックライト光を透過させる透過領域と、液
晶層に入射した周囲光を反射させる反射領域とが画素毎に設けられている。一方、TFT
アレイ基板に対向する位置には、赤及び緑、青の色材を用いたカラーフィルタが形成され
る基板 (以下、カラーフィルタ基板ともいう) が設けられている。そして、TFT アレイ
基板とカラーフィルタ基板とが液晶層を挟持している。

【0003】

20

このような半透過型液晶表示装置では、各画素において透過光と反射光との光路長を揃
えるため、液晶層の厚み (TFT アレイ基板とカラーフィルタ基板との間隙、又はセルギ
ャップともいう) は、透過領域と反射領域とで異なる。具体的には、透過領域の液晶層の
厚みを d_t とした場合、反射領域の液晶層の厚みは $1/2 d_t$ とするのが一般的である。
このように領域毎に液晶層の厚みが異なる場合、特に反射領域における液晶層の厚み対
してシビアなコントロールが要求される。このため、液晶層の厚みをコントロールする手
段として、カラーフィルタ基板側あるいは TFT アレイ基板側に感光性有機膜を用いたス
ペーサ (以下、柱状スペーサともいう) を形成する場合がある。この柱状スペーサを用い
た半透過型液晶表示装置は、特許文献 1 に詳しい。

【0004】

30

次に、液晶を配向させる一般的な手法として、カラーフィルタ基板及び TFT アレイ基
板にポリイミド膜を転写法で形成し、当該ポリイミド膜を、毛を編み込んだ布で擦るラビ
ング法が用いられる。上記で説明した半透過型液晶表示装置の場合、ラビング法を行う前
に、カラーフィルタ基板側あるいは TFT アレイ基板側に柱状スペーサを形成するので、
その周辺部でラビングを均一に行うことができず、液晶の配向状態に不均一が生じる。こ
の液晶の配向状態の不均一は、半透過型液晶表示装置のコントラスト低下やドメイン発生
の原因となり問題となる。

【0005】

一般的に、柱状スペーサは、表示に影響を及ぼさない画素領域内の遮光膜上に配置され
る。しかし、柱状スペーサは感光性有機膜で形成するため、その大きさには制約があり、 40
パターンの大きさに起因する強度や剥離の問題を勘案すると直径 $10 \mu\text{m}$ 以上程度にする
必要があった。そのため、柱状スペーサは、コントラスト低下やドメイン発生への影響度
(見た目の目立ち易さ) をより緩和するように、透過率の低い青色の画素 (赤及び緑、青
の 3 原色の色材を用いたカラーフィルタの場合) に配置することが一般的であった。

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 344838 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

赤及び緑、青の 3 原色の色材を用いたカラーフィルタは、透過率を高くするため視感度 50

の高い緑の色材について特性を良くしている。そのため、当該色材を半透過型液晶表示装置に用いた場合、反射モードにおいて白の色味が黄色にシフトする問題があった。

【0008】

この問題を改善するために、反射領域のカラーフィルタと透過領域のカラーフィルタとを変える手法が、特許文献1に開示されている。しかし、特許文献1の場合、カラーフィルタの色材の種類を従来の3色から6色に変更する必要があり、多大な製造コストがかかる問題があった。

【0009】

また、別の手法として、反射領域の色材に穴をあけ透明樹脂を形成することで反射モードでの白の色味を調整する手法が提案されている。しかし、この手法を用いると白色については変調することができても、透明樹脂の部分から他の波長の光が漏れるため、赤色、緑色、青色の純度の低下が生じ、表示上の見栄えが劣化する問題があった。

【0010】

さらに、上述の柱状スペーサを青色の画素領域に配置することにより、青色の画素領域からの光が減り、より一層白の色味が変化してしまう問題があった。この白の色味の変化を抑えるために、青色の画素領域に設けた柱状スペーサの近傍に形成される遮光部を、赤色の画素領域や緑色の画素領域にも形成する。しかし、この方法では、画素に占める遮光領域の割合が増え、反射率の低下が生じる問題があった。

【0011】

そこで、本発明は、柱状スペーサを設けた半透過型液晶表示装置において、透過領域に用いる色材と反射領域に用いる色材とが同じであっても、反射モードにおける白の色味の変化を抑えることができるとともに、反射率の低下を最小限に抑えることが可能な半透過型液晶表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る解決手段は、赤及び緑、青の色材で各画素を形成するカラーフィルタと、遮光膜とを有する第1基板と、前記画素内に透過領域を形成する透過画素電極と、反射領域を形成する反射画素電極と、前記透過画素電極及び前記反射画素電極に印加する信号や制御信号を供給する配線を有する第2基板と、前記第1基板と前記第2基板とに挟持された液晶と、反射領域に、前記第1基板と前記第2基板との間隙を規定する柱状スペーサとを備え、遮光膜と同一層で、且つ緑の色材を有する画素の反射領域のみに形成された、前記遮光膜の面積を大きくする遮光部をさらに備える。

【発明の効果】

【0013】

本発明に記載の半透過型液晶表示装置は、遮光部が遮光膜と同一層で、且つ緑の色材を有する画素の反射領域のみに形成され、前記遮光膜の面積を大きくするので、透過領域に用いる色材と反射領域に用いる色材とが同じであっても、反射モードにおける白の色味の変化を抑えることができるとともに、反射率の低下を最小限に抑えることができる効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

(実施の形態)

図1は、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置におけるTFTアレイ基板の概略を示す平面図である。図1では、TFTアレイ基板10に設けられる各画素に、光を透過させる透過領域Tと、液晶層に入射した周囲光を反射させる反射領域Sとが形成されている。図2(a)～図2(d)は、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置におけるTFTアレイ基板の製造方法を説明するための断面図である。なお、図2(a)～図2(d)は、ソース配線部及び反射領域S(図1の矢視A-A線)、透過領域T及び反射領域S(図1の矢視B-B線)、TFT(図1の矢視C-C線)の断面のそれぞれを仮想的に1つの

10

20

30

40

50

断面図として図示している。

【 0 0 1 5 】

図 1 及び図 2 (a) ~ 図 2 (d) において、ガラス基板等の透明絶縁性基板 1 上には、第 1 の導電膜からなるゲート電極 2 1 を備えたゲート配線 2 2、反射領域 S に形成される第 1 の補助容量電極 2 3 及び透過領域 T に形成される第 2 の補助容量電極 2 5 を備えた補助容量配線 2 4 が形成されている。ここで、第 1 の補助容量電極 2 3 及び第 2 の補助容量電極 2 5、補助容量配線 2 4 は、バックライトからの光漏れを防止するためと、一定期間電圧を保持するために設けられている。

【 0 0 1 6 】

そして、ゲート配線 2 2 等の上層に第 1 の絶縁膜 3 が設けられる。ゲート電極 2 1 上には、第 1 の絶縁膜 (ゲート絶縁膜) 3 を介して半導体層である半導体能動膜 4 及びオーミックコンタクト膜 5 が形成されている。このオーミックコンタクト膜 5 は、中央部が除去されて 2 つの領域に分割され、一方に第 2 の導電膜からなるソース電極 6 1、他方に第 2 の導電膜からなるドレイン電極 6 2 が積層されている。ここで、半導体能動膜 4 及びオーミックコンタクト膜 5、ゲート電極 2 1、ソース電極 6 1、ドレイン電極 6 2 によりスイッチング素子である T F T 6 4 が構成される。

10

【 0 0 1 7 】

また、ソース電極 6 1 から延びたソース配線 6 3 が、第 1 の絶縁膜 3 を介してゲート配線 2 2 と交差するように設けられる。また、この交差部およびソース配線 6 3 には、耐電圧を向上させるために半導体能動膜 4 およびオーミックコンタクト膜 5 を残存させる。

20

【 0 0 1 8 】

反射領域 S には、ドレイン電極 6 2 から延びた反射画素電極 6 5 が形成されている。すなわち、反射画素電極 6 5 は、第 2 の導電膜により形成されている。このため、第 2 の導電膜には、少なくともその表面層に反射率の高い金属膜を有する材料が用いられる。なお、ソース電極 6 1 と接続されるソース配線 6 3 も、第 2 の導電膜により形成されている。また、反射画素電極 6 5 とソース配線 6 3 との短絡による欠陥を防止するために、反射画素電極 6 5 はソース配線 6 3 から所定の間隔 L (好ましくは $5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ 程度) を保持して配置する。

【 0 0 1 9 】

反射画素電極 6 5 等を覆うように第 2 の絶縁膜 7 を設け、反射画素電極 6 5 上の第 2 の絶縁膜 7 の一部を除去してコンタクトホール 8 1 を形成する。第 2 の絶縁膜 7 の上層に透過率の高い導電膜 (以下、透明導電膜ともいう) からなる透過画素電極 9 1 が形成され、透過領域 T を形成する。透過画素電極 9 1 は、コンタクトホール 8 1 を介して反射画素電極 6 5 と電気的に接続され、さらに反射画素電極 6 5 を介してドレイン電極 6 2 と電気的に接続されている。また、反射画素電極 6 5 とソース配線 6 3 との間には、第 2 の絶縁膜 7 を介してコントラスト低下防止電極 9 5 が設けられている。このコントラスト低下防止電極 9 5 は、透明導電膜であり透過画素電極 9 1 と同時に形成される。本実施の形態では、コントラスト低下防止電極 9 5 がソース配線 6 3 に沿って、ほぼ平行に形成されている。

30

【 0 0 2 0 】

次に、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の T F T アレイ基板 1 0 の製造工程について、図 2 (a) ~ 図 2 (d) を用いて説明する。

40

【 0 0 2 1 】

まず、図 2 (a) に示すように、ガラス基板等の透明絶縁性基板 1 を洗浄して表面を浄化した後、この透明絶縁性基板 1 上にスパッタリング法等を用いて第 1 の導電膜を成膜する。第 1 の導電膜は、例えばクロム (C r)、モリブデン (M o)、タンタル (T a)、チタン (T i) 又はアルミニウム (A l) などを主成分とする合金等からなる薄膜である。本実施の形態では、第 1 の導電膜として膜厚 400 nm のクロム膜を成膜する。

【 0 0 2 2 】

次に、第 1 の写真製版工程にて第 1 の導電膜をパターニングし、ゲート電極 2 1 及びゲ

50

ート配線 2 2、第 1 の補助容量電極 2 3、補助容量配線 2 4、第 2 の補助容量電極 2 5 を形成する。第 1 の補助容量電極 2 3 は、反射領域 S のほぼ全面に形成するが、第 2 の補助容量電極 2 5 は、ソース配線 6 3 と平行するように透過領域 T の一部に形成される。補助容量配線 2 4 は、第 1 の補助容量電極 2 3 及び第 2 の補助容量電極 2 5 と電気的に接続され、ソース配線 6 3 に沿うように形成する。第 1 の写真製版工程では、まず、基板を洗浄後に感光性レジストを塗布し、乾燥した後に、所定のパターンのマスクを用いて露光する。そして、第 1 の写真製版工程では、露光した基板を現像することにより基板上に転写されたマスクパターンに基づいてレジストを形成し、当該レジストを加熱硬化した後に、第 1 の導電膜をエッチングして第 1 の導電膜をパターンニングする。第 1 の写真製版工程では、第 1 の導電膜のパターンニング後、感光性レジストを剥離する。

10

【 0 0 2 3 】

なお、第 1 の導電膜のエッチングは、公知のエッチャントを用いてウエットエッチング法で行うことができる。例えば、第 1 の導電膜がクロムである場合、第二硝酸セリウムアンモニウム及び硝酸が混合された水溶液が用いられる。また、第 1 の導電膜のエッチングにおいては、パターンエッジの段差部における絶縁膜のカバレッジを向上させて、他の配線との短絡を防止するために、パターンエッジ断面を台形のテーパ形状とするテーパエッチングが好ましい。

【 0 0 2 4 】

次に、図 2 (b) に示すように、プラズマ C V D 法等を用いて第 1 の絶縁膜 3、半導体能動膜 4、オーミックコンタクト膜 5 を連続して成膜する。ゲート絶縁膜となる第 1 の絶縁膜 3 には、 SiN_x 膜、 SiO_y 膜、 SiO_zN_w 膜のいずれかの単層膜もしくはこれらを積層した多層膜が用いられる（なお、 x, y, z, w は、それぞれ化学量論組成を表す正数である）。第 1 の絶縁膜 3 の膜厚は、薄い場合にはゲート配線 2 2 とソース配線 6 3 との交差部で短絡が生じやすく、厚い場合には T F T 6 4 の O N 電流が小さくなり表示特性が低下する。このことから、第 1 の絶縁膜 3 は、第 1 の導電膜より厚く形成するが、なるべく薄くする方が好ましい。また、第 1 の絶縁膜 3 はピンホール等の発生による層間ショートを防止するために、複数回に分けて成膜することが好ましい。本実施の形態では、膜厚 3 0 0 n m の SiN 膜を成膜した後、さらに膜厚 1 0 0 n m の SiN 膜を成膜することにより、膜厚 4 0 0 n m の SiN 膜を第 1 の絶縁膜 3 として形成している。

20

【 0 0 2 5 】

半導体能動膜 4 としては、アモルファスシリコン (a - Si) 膜、ポリシリコン (p - Si) 膜等が用いられる。半導体能動膜 4 の膜厚は、薄い場合、後述するオーミックコンタクト膜 5 のドライエッチング時に膜の消失が発生し、厚い場合、T F T 6 4 の O N 電流が小さくなる。このことから、半導体能動膜 4 の膜厚は、オーミックコンタクト膜 5 のドライエッチング時におけるエッチング量の制御性と、必要とする T F T 6 4 の O N 電流値とを考慮して決定される。本実施の形態では、膜厚が 1 5 0 n m である a - Si 膜の半導体能動膜 4 を成膜している。

30

【 0 0 2 6 】

オーミックコンタクト膜 5 としては、a - Si にリン (P) を微量にドーピングした n 型 a - Si 膜、あるいは n 型 p - Si 膜が用いられる。本実施の形態では、オーミックコンタクト膜 5 として膜厚 3 0 n m の n 型 a - Si 膜を成膜している。

40

【 0 0 2 7 】

次に、第 2 の写真製版工程を行い、半導体能動膜 4 及びオーミックコンタクト膜 5 について少なくとも T F T 6 4 が形成される部分をパターンニングする。なお、半導体能動膜 4 及びオーミックコンタクト膜 5 は、T F T 6 4 が形成される部分の他に、ゲート配線 2 2 とソース配線 6 3 との交差部 (S / G クロス部) やソース配線 6 3 が形成される部分にも残存させることにより、耐電圧を大きくすることができる。なお、半導体能動膜 4 及びオーミックコンタクト膜 5 のエッチングは、公知のガス組成 (例えば、 SF_6 と O_2 の混合ガス又は CF_4 と O_2 の混合ガス) を用いてドライエッチング法で行うことができる。

【 0 0 2 8 】

50

次に、図2(c)に示すように、スパッタリング法等を用いて第2の導電膜を成膜する。第2の導電膜には、例えばクロム、モリブデン、タンタル、チタン又はこれらを主成分とする合金の第1層6aと、アルミニウム、銀(Ag)又はこれらを主成分とする合金の第2層6bとで構成されている。ここで、第1層6aは、オーミックコンタクト層5及び第1の絶縁膜3の上に、これらに直接接触するよう成膜される。一方、第2層6bは、第1層6a上に直接接触するよう重ねて成膜される。第2の導電膜はソース配線63及び反射画素電極65として用いられるため、配線抵抗及び表面層の反射特性を考慮して構成する必要がある。本実施の形態では、第2の導電膜の第1層6aとして膜厚100nmのクロム膜、その第2層6bとして膜厚300nmのAlCu膜を成膜する。

【0029】

なお、第2の導電膜上には、後述の工程でドライエッチングによりコンタクトホール81が形成され、コンタクトホール81内の一部に、電気的接続を得るための導電性薄膜(透明導電膜)が形成されるため、表面酸化が生じにくい金属薄膜や酸化されても導電性を有する金属薄膜を第2の導電膜として用いることが好ましい。また、第2の導電膜としてAl系の材料を用いる場合は、表面酸化による導電性の劣化を防止するために、表面に窒化Al膜を形成するか、Cr, Mo, Ta, Tiなどの膜を形成すればよい。

【0030】

次に、第3の写真製版工程にて、第2の導電膜をパターンニングし、ソース電極61を備えたソース配線63、ドレイン電極62を備えた反射画素電極65を形成する。なお、ドレイン電極62と反射画素電極65とは、同一層で連続して形成され、同一層内で電気的に接続されている。第2の導電膜のエッチングは、公知のエッチャントを用いてウエットエッチング法で行うことができる。

【0031】

続いて、TFT64のオーミックコンタクト膜5の中央部をエッチング除去し、半導体能動膜4を露出させる。オーミックコンタクト膜5のエッチングは、公知のガス組成(例えば、SF₆とO₂の混合ガス又はCF₄とO₂の混合ガス)を用いてドライエッチング法で行うことができる。

【0032】

また、後述するコンタクトホール81を形成する部分のAlCuの第2層6bを除去して、コンタクトエリア66を形成しても良い。このコンタクトエリア66は、第3の写真製版工程の際に、除去部分のフォトレジスト厚が薄く仕上がるようにハーフトーン露光などの方法を用いて露光し、オーミックコンタクト膜5のドライエッチング後に酸素プラズマ等を用いてレジストの減膜処理することで除去部分のレジストのみ除去し、AlCuをウエットエッチングすることで形成することができる。これにより、後述する透過画素電極91とコンタクトする第2の導電膜の表面が第1層6aのクロム膜となり、良好な導電率を持つコンタクト面を得ることができる。

【0033】

ここで、ハーフトーン露光のプロセスについて説明する。ハーフトーン露光では、ハーフトーンの写真マスク(例えば、Crで形成されたパターンに濃淡を持たせた写真マスク)を介して露光することにより、露光強度を調整してフォトレジストの残存膜厚を制御している。その後、フォトレジストが完全に除去されている部分の膜に対してまずエッチングを行う。次に、フォトレジストに対して酸素プラズマ等を用いて減膜処理することにより、残存膜厚が少ない部分のフォトレジストのみが除去される。そして、フォトレジストの残存膜厚が少なかった部分(フォトレジストが除去されている)の膜に対してエッチングを行う。これにより、1回の写真製版工程により2工程分のパターンニングが可能となる。

【0034】

第2の導電膜の表面に、窒化Al膜(例えば、AlCuN)等を形成する場合は、反射率は若干低下するが、後述する透過画素電極91との良好なコンタクトが得られるため、あえてコンタクトエリア66を形成する必要はなく、ハーフトーン露光の工程を省略する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0035】

次に、図2(c)に示すように、プラズマCVD法等を用いることで第2の絶縁膜7を成膜する。第2の絶縁膜7としては、第1の絶縁膜3と同じ材質を用いて形成することができ、膜厚は下層パターンのカバレッジを考慮して決めることが好ましい。本実施の形態では、第2の絶縁膜7として膜厚500nmのSiN膜を成膜する。

【0036】

そして、図2(c)に示すように、第4の写真製版工程にて第2の絶縁膜7をパターンニングして、反射画素電極65上の一部にコンタクトホール81を形成する。第2の絶縁膜7のエッチングは、公知のエッチャントを用いてウエットエッチング法、もしくは公知のガス組成を用いてドライエッチング法で行うことができる。

10

【0037】

次に、図2(d)に示すように、スパッタリング法等を用いることで後述する透過画素電極91を構成する透明導電膜を成膜する。透明導電膜としては、ITO(Indium-Tin-Oxide), SnO₂などを用いることができ、特に化学的安定性の観点からITOを用いることが好ましい。なお、ITOは、結晶化ITO又はアモルファスITO(a-ITO)のいずれでもよいが、a-ITOを用いた場合は、パターンニング後、結晶化温度180以上に加熱して結晶化させる必要がある。本実施の形態では、透明導電膜として膜厚80nmのa-ITOを成膜する。

【0038】

20

次に、図2(d)に示すように、第5の写真製版工程にて透明導電膜をパターンニングし、透過領域Tの透過画素電極91を形成する。パターンニング時のずれ等を考慮し、反射領域Sと透過領域Tとの境界部において、透過画素電極91は、第2の絶縁膜7を介して反射画素電極65と一部重なるように形成する。なお、境界部以外の反射領域Sには透明導電膜を形成しないようにすることで、反射率が低下することを防止している。また、透明導電膜と第1の絶縁膜3及び第2の絶縁膜7との間の電圧の減少を防止できるので、透過画素電極91と反射画素電極65の電圧をほぼ同電位とすることができる。また、反射画素電極65と透過画素電極91の接続部にあたるコンタクトホール81の側壁部は透明導電膜により被覆される。このようにして本実施の形態に係るTFE基板10が形成される。

30

【0039】

次に、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置のカラーフィルタ基板30の構造について説明する。図3は1絵素分(赤色画素、緑色画素、青色画素、3画素の集合体)のカラーフィルタ基板30の平面図を示す。図3に示す各画素は、透過領域Tと反射領域Sとに分割され、透過領域Tと反射領域Sとで液晶層の厚みを変えるために、反射領域Sに透明樹脂層31を配置している。透明樹脂層31の配置は、色材32の下に配置する場合と、色材32の上に配置する場合とがあり、本実施の形態では、色材32の下に配置する構成とした。そして、図3では、赤色画素には赤の色材32Rが、緑色画素には緑の色材32Gが、青色画素には青の色材32Bがそれぞれ形成され、ゲート配線22やソース配線63等からの光漏れを防止するために設けられる遮光膜34が設けられている。なお、これらの構成については、後述するカラーフィルタ基板30の製造方法で詳細に説明する。

40

【0040】

透明樹脂層31を反射領域Sに設けることで、透過領域Tとの境界で段差が生じ、その近傍で液晶の配向状態の乱れが生じる。半透過型液晶表示装置の反射モードと透過モードとではコントラストが大きく異なり、透過モードのコントラストは100以上が一般的であるのに対し、反射モードのコントラストは高くても50程度である。これは、反射モードが外光を利用し表示させるため、液晶表示装置の表面反射が黒表示の輝度に加算されることで生じる原理上の差異である。ゆえに、液晶の配向状態が乱れる部分(段差部分)では、遮光膜(ブラックマトリクス)を設けて遮光するか、反射領域S内に配置するかのいずれかを選択する必要がある。本実施の形態では、反射領域Sの減少を懸念し、図3に示

50

すように段差部分を反射領域S内に配置する設計とした。また、TFTアレイ基板10とカラーフィルタ基板30との重ね合わせバラツキ、透明樹脂層31の形成位置精度とそのバラツキ、反射画素電極65の形成精度とそのバラツキ等を考慮して、本実施の形態では、段差部分から透過領域Tまでの距離を8 μ mと設定した。

【0041】

次に、本実施の形態では、カラーフィルタ基板30の緑色画素に柱状スペーサ33を設ける構成としている。図3では、TFTアレイ基板10上のゲート配線22に対向するカラーフィルタ基板30上の位置近傍に柱状スペーサ33を配置している。なお、本発明では、柱状スペーサ33の配置は、ゲート配線22に対向する位置近傍に限られず、遮光膜34が配置されているソース配線63に対向する位置近傍やTFT64に対向する位置近傍であっても良い。また、柱状スペーサ33を配置する場合、柱状スペーサ33の影になる部分が液晶の配向不良領域となる。そのため、柱状スペーサ33の大きさに加えて柱状スペーサ33近傍の配向不良領域を含む部分に、遮光部36を設ける必要がある。つまり、本実施の形態では、柱状スペーサ33が形成された位置近傍の所定の領域に遮光部36を設けている。図3では、ゲート配線22及びソース配線63に対向する位置を破線で示している。

10

【0042】

配向処理方法にもよるが本実施の形態では、柱状スペーサ33の直径を20 μ mとし、さらにその外側の直径25 μ mの範囲を配向不良領域とし、柱状スペーサ33及び配向不良領域からの光漏れを防止できるように遮光部36を設計としている。図3では、緑色画素に柱状スペーサ33を配置し、赤色画素、青色画素には柱状スペーサ33を配置していない。そのため、柱状スペーサ33を配置した緑色画素のみに遮光部36を配置し、他の画素には遮光部36を設けていない。

20

【0043】

柱状スペーサ33の高さは、反射領域Sの液晶層の厚みにより最適に設定される。対向するTFTアレイ基板10上の材質や柱状スペーサ33の下地膜の材質によりその設定値は異なり、デバイス毎に最適化する必要がある。ただし、透過領域Tにおける液晶層の厚みは、応答速度の特性上の制限からさほど厚くすることができない。また、反射領域Sにおける液晶層の厚みは、厚くし過ぎると反射時の白表示が黄色味を帯びすぎる。さらに、前述したように反射領域Sにおける液晶層の厚みは、透過領域Tにおける液晶層の厚みの約1/2に設定する必要がある。以上のことから、反射領域Sにおける液晶層の厚みは、1~3 μ m程度に設定する必要がある。本実施の形態では、反射領域Sにおける液晶層の厚みを2 μ mとし、柱状スペーサ33の高さを2.2 μ mとしている。また、透過領域Tにおける液晶層の厚みは3.8 μ mと設定した。

30

【0044】

本発明に係る半透過型液晶表示装置における色材32は、ストライプパターンやドットパターンで配置する。隣り合う色材32の配置には、隣り合う色材32同士が重なり合う配置や、ある程度の間隔をあける配置がある。色材32の膜厚は、所望の色特性によっても変わるが0.5~3.5 μ m程度に設定する。本実施の形態では、色再現範囲(Gamut)を50%とするため色材32の膜厚を1.2 μ mとしている。また、反射領域Sにおいて、液晶層の厚みの違いにより生じる色の变化をなくすため、赤、青、緑、それぞれ同一の厚さに調整した。さらに、隣接の色材32を重ねる配置にすると、同じ膜厚設定では対向するTFTアレイ基板10とショートすることも懸念されるため、本実施の形態では、色材32の形状はストライプ形状とし、隣り合う色材32の間隔は色材32の位置精度と形状バラツキを考慮して5 μ m離す配置とした。

40

【0045】

次に、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置のカラーフィルタ基板30の製造方法について、図4(a)~図4(h)及び図5(a)~図5(h)を用いて述べる。なお、図4(a)~図4(h)までが反射領域Sのカラーフィルタ基板30の断面図を示し、図5(a)~図5(h)までが透過領域Tのカラーフィルタ基板30の断面図を示す。

50

【 0 0 4 6 】

まず、ガラス基板等の透明絶縁性基板 2 を洗浄して表面を浄化する。基板洗浄後、図 4 (a) 及び図 5 (a) に示すように、透明絶縁性基板 2 上にスパッタリング法やスピンコート法等により遮光特性を有する膜 3 7 を成膜する。そして、図 4 (b) 及び図 5 (b) に示すように、遮光特性を有する膜 3 7 をパターンングして遮光膜 3 4 や柱状スペーサ 3 3 の配置近傍に設ける遮光部 3 6 を形成する。具体的には、遮光特性を有する膜 3 7 に感光性レジストを塗布し、写真製版法により露光、現像を用い遮光膜 3 4 等のパターンを形成する。なお、遮光特性を有する膜 3 7 には、透明絶縁性基板 2 の外側からの見た目を黒くする、酸化 C r 膜や酸化 N i 膜の多層構造を用いる場合やブラック樹脂を用いる場合がある。本実施の形態では、酸化 C r の多層膜を用い、その膜厚を 1 5 0 n m としている。

10

【 0 0 4 7 】

次に、図 4 (c) 及び図 5 (c) に示すように、反射領域 S と透過領域 T との液晶層の厚みを調整するための透明樹脂層 3 1 を反射領域 S のみに形成する。透明樹脂層 3 1 は、スピンコート法等により所望の膜厚を透明絶縁性基板 2 上に塗布し露光、現像を行うことで形成される。なお、反射領域 S と透過領域 T とで液晶層の厚みを変えるためには、色材 3 2 や透明樹脂層 3 1 の膜厚設定を行う必要がある。透過領域 T の色材 3 2 の膜厚を 1 . 2 μ m としたとき、透明樹脂層 3 1 上に塗布される色材 3 2 の膜厚 (反射領域 S の色材 3 2 の膜厚) は 7 0 % 程度になる。つまり、透過領域 T の色材 3 2 の厚みと透明樹脂層 3 1 上の色材 3 2 の厚みとの差分は、 $1 . 2 \mu\text{m} \times 30\% = 0 . 36 \mu\text{m}$ となる。このため、透明樹脂層 3 1 の膜厚は、透過領域 T の液晶層の厚み 3 . 8 μ m から反射領域 S の液晶層の厚み 2 . 0 μ m を引いた 1 . 8 μ m に対し、色材 3 2 の差分 0 . 36 μ m と T F T アレイ基板 1 0 上での透過領域 T と反射領域 S との膜厚差 0 . 72 μ m を引いた 1 . 44 μ m と設定される。

20

【 0 0 4 8 】

透明樹脂層 3 1 上に形成される色材 3 2 の膜厚は、透明樹脂層 3 1 の膜厚や透過領域 T の色材 3 2 の膜厚によって変わる。透過領域 T の色材 3 2 の膜厚を 1 . 2 μ m としたとき、透明樹脂層 3 1 の膜厚と反射領域 S における色材 3 2 の膜厚との相関関係を図 6 に示す。図 6 では、横軸が透明樹脂層 3 1 の膜厚 (μ m) 、縦軸が透過領域 T の色材 3 2 の膜厚に対する反射領域 S の色材 3 2 の膜厚の割合を表している。

【 0 0 4 9 】

また、透明樹脂層 3 1 の膜厚を 1 . 7 μ m としたとき、透過領域 T の色材 3 2 の膜厚と反射領域 S の色材 3 2 の膜厚との相関関係を図 7 に示す。図 7 では、横軸が透過領域 T の色材 3 2 の膜厚 (μ m) 、縦軸が透過領域 T の色材 3 2 の膜厚に対する反射領域 S の色材 3 2 の膜厚の割合を表している。必要とする色特性や液晶層の厚みを考慮しながら、図 6 及び図 7 の関係を用いて、透明樹脂層 3 1 の膜厚や色材 3 2 の膜厚を設定する。本実施の形態では、図 6 及び図 7 において丸に示したポイントで透明樹脂層 3 1 の膜厚や色材 3 2 の膜厚を設定した。

30

【 0 0 5 0 】

次に、図 4 (d) ~ 図 4 (f) 及び図 5 (d) ~ 図 5 (f) に示すように、色材 3 2 の塗布を行う。なお、色の塗布順番は任意で良い。本実施の形態では、図 4 (d) 及び図 5 (d) で赤色の色材 3 2 R、図 4 (e) 及び図 5 (e) で緑色の色材 3 2 G、図 4 (f) 及び図 5 (f) で青色の色材 3 2 B の順で塗布している。同一の塗布工程を各色の色材 3 2 で繰り返すため、ここでは赤色の色材 3 2 R の塗布について詳細に述べる。まず、赤色の色材 3 2 R をスピンコート法等により基板全面に塗布する。そして、上述のように色材 3 2 R の膜厚が 1 . 2 μ m となるように制御する。続いて、写真製版法により露光、現像を行って、所定のパターンの色材 3 2 R を形成する。

40

【 0 0 5 1 】

次に、図 4 (g) 及び図 5 (g) に示すように、色材 3 2 の上に透明電極 3 8 を形成する。具体的には、色材 3 2 の上に、マスクスパッタ法や蒸着法を用いて、ITO 膜である透明電極 3 8 を成膜する。本実施の形態では、マスクスパッタ法により形成し、その膜厚

50

を1450オングストローム(0.145 μm)としている。

【0052】

最後に、図4(h)に示すように、緑色の色材32Gが形成された画素の透明電極38上に柱状スペーサ33が形成される。一般的に、スリット&スピ法等を用いて透明樹脂の膜を塗布後、写真製版法により柱状スペーサ33のパターンを形成する。柱状スペーサ33は、塗布膜の均一性、硬さが必要となるので、本実施の形態では、JSR社製のNN780を使用し、膜厚を2.2 μm に設定している。なお、図5(h)に示すように、透過領域Tには柱状スペーサ33を設けない。

【0053】

以下、特に図示しないが、上述のようにして形成されたTF Tアレイ基板10及びカラーフィルタ基板30は、その後のセル化工程において配向膜が塗布され、一定の方向にラビング処理が施される。そして、両基板を貼り合わせるためにシール材が片側の基板に塗布される。シール材の塗布と同時に、両基板を電気的に接続するためのトランスファ電極も配置される。TF Tアレイ基板10及びカラーフィルタ基板30は、互いの配向膜が向き合うように重ね合わされ、位置合わせ後にシール材を硬化させて両基板を貼り合わせる。

10

【0054】

ここで、シール材としては、熱硬化型エポキシ系樹脂や光硬化型アクリル系樹脂などが用いられる。本実施の形態においても、熱硬化型エポキシ系樹脂のシール材である日本化薬社製のMP-3900を使用している。また、トランスファ電極の材料としては、銀ペーストやシール材中に混入する導電性粒子などがある。本実施の形態では、シール材に積水化学社製のAuコーティングしたマイクロパール(登録商標)(径5.0 μm)を使用した。TF Tアレイ基板10とカラーフィルタ基板30とを貼り合わせ後、両基板間に液晶を注入する。上述のようにして形成された液晶パネルの両面に偏光板を貼り付けた後、背面にバックライトユニットに取り付ける等を行うことにより、半透過型液晶表示装置が完成する。

20

【0055】

以上のように、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置は、柱状スペーサ33を緑色の画素に配置し、柱状スペーサ33を配置した近傍には遮光部36を設けるが、赤色や青色の画素には遮光部36を設けないので、柱状スペーサ33の近傍における配向不良からの光漏れを防ぐことができる。また、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置は、緑色の画素における反射領域Sの開口面積が赤色や青色の画素における反射領域Sの開口面積に比べて小さいため、反射モードにおいて白表示が黄色味を帯びることを抑制することができる。さらに、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置は、赤色や青色の画素の開口面積を減らすことがないため反射率の低減を抑制することもできる。

30

【0056】

比較例として、赤、緑、青のカラーフィルタに配置される遮光膜34の形状を共通にした場合の白の色度と、青色の画素に柱状スペーサ33を配置し、その近傍にのみ遮光部36を配置した場合の白の色度と、緑色の画素に柱状スペーサ33を配置し、その近傍にのみ遮光部36を配置した場合の白の色度とを図8に示す。図8に示す白の色度は、一般的に太陽光として使用されるD65の光源を用いて測定された、反射モードでの白の色度である。なお、使用した光源D65は例示であって、本発明の効果は、光源種類によって影響を受けない。また、図8では、画素の大きさを100 μm ×300 μm とし、反射領域Sの開口率を、遮光部36を配置した場合には32%、配置しない場合には34%として測定している。本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の白の色度は、緑色の画素に柱状スペーサ33を配置し、その近傍にのみ遮光部36を配置した場合の白の色度であり、図8の結果から、白の色度は、遮光膜34の形状を共通にした場合の白の色度と比べて、青い特性であることが分かる。

40

【0057】

上述のTF Tアレイ基板10の構造や製造方法で説明したように、TF Tアレイ基板1

50

0の表面には多層膜が形成され、任意の厚さの凹凸部が存在している。そのため、柱状スペーサ33の配置は、TFTアレイ基板10上の平坦な部分で、且つカラーフィルタ基板30の遮光膜34に配置することが望ましい。これらを勘案して、本実施の形態では、TFTアレイ基板10のゲート配線22の位置に柱状スペーサ33を配置した。なお、柱状スペーサ33を、TFTアレイ基板10上の平坦な部分に対応する位置に配置することで、液晶層の厚みのバラツキを最小限に抑えることができる。

【0058】

さらに、柱状スペーサ33の配置を反射領域Sとすることで、柱状スペーサ33の高さが、透明樹脂層31の膜厚分を抑えることができ、透過領域Tに設ける場合に比べて1/2にすることができる。これにより、柱状スペーサ33を形成するための樹脂使用量が1/2となりコストダウンが可能となる。

10

【0059】

以上のように、柱状スペーサ33の配置を工夫することで、液晶層の厚みのバラツキを最小限に抑制し、加えて柱状スペーサ33に用いる樹脂の使用量を抑制することができる。また、柱状スペーサ33の配置を工夫することで、液晶層の厚みのバラツキによる表示ムラが生じない半透過型液晶表示装置を形成でき、使用するカラーフィルタをより安価に製造することが可能となる。

【0060】

柱状スペーサ33は、均一に塗布された有機膜を写真製版法により形成するため、高さや大きさ、配置される位置の精度に優れている。反面、その優れた特性ゆえに配置密度(柱占有率)を配慮した設計を行う必要がある。図9に、表示領域に対する柱状スペーサ33の柱占有率と装置の合否判定の関係を示す。図9の縦軸は柱占有率(%)を示し、横軸はその柱占有率を有する装置の合否判定を示している。ここで、柱占有率とは、本実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の表示面積に対する柱状スペーサ33の占有率であり、柱状スペーサ33の配置密度を示す値である。一方、装置の合否判定は、装置として問題ありの場合をC、許容レベルの場合をB、十分満足できるレベルの場合をAはとして判定している。

20

【0061】

柱状スペーサ33の柱占有率が高すぎると液晶層の変形自由度が失われ、装置の温度変化に対するマージンが減る。そのため、図9では柱占有率が0.49%の場合、製造マージンの低下及び低温環境下での気泡発生の観点から装置の合否判定がCとなる。

30

【0062】

具体的に説明すると、高温環境下では液晶が膨張するため、設定した液晶層の体積より大きくなり余剰分の液晶が生じてしまう。柱状スペーサ33の高さが均一であることから、余剰分の液晶がある一定量を超えると、柱状スペーサ33の高さ以上の液晶量となる。この余剰分の液晶は重力により表示面下部にたまり、同部における液晶層の厚みが他の部分より増すため、同部は所定の光学特性が得られなくなり表示ムラとなる。一方、低温環境下では液晶が収縮する。この液晶の収縮に液晶パネル内の体積が追従できなければ、液晶パネルの内部が負圧となり液晶層から気体が出たり、構成している有機物から気体が出たりして気泡が発生する。このため、柱状スペーサ33を用いた液晶表示装置では、ある程度の応力を柱状スペーサ33に加え縮んだ状態で基板を貼り合わせる必要がある。しかし、柱状スペーサ33の柱占有率が高すぎると液晶層の変形自由度が失われ、装置の温度変化に対するマージンが少なくなり、装置の合否判定がCとなる。

40

【0063】

逆に、柱状スペーサ33の柱占有率が低すぎると、液晶パネルに加わる一般的な外力(例えば、人が手で液晶パネル表面を押す場合や液晶パネル表面に物がぶつかるような場合)に耐えられず、柱状スペーサ33が変形する。そのため、柱状スペーサ33の柱占有率は、ある程度の値以上であることが必要となる。図9に示す結果では、柱状スペーサ33の柱占有率が0.1%以下となると、明らかに外力対し耐力がなくなり、0.15%で許容レベルBの下限であることが分かる。

50

【 0 0 6 4 】

以上のように、図 9 に示す実験事実から柱状スペーサ 3 3 の柱占有率は 0 . 1 5 ~ 0 . 3 5 % の範囲が望ましく、画素ピッチやカラーフィルタに形成される遮光膜の幅等から本実施の形態では、柱状スペーサ 3 3 の柱占有率を 0 . 2 9 % とした。これにより、本実施の形態では、環境温度が - 5 5 ~ 1 0 0 まで変化する場合であっても、表示ムラや気泡が発生することなく、一般的な外力がパネル表面に加わっても柱状スペーサ 3 3 が変形せず、表示ムラが発生しない半透過型液晶表示装置を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の T F T アレイ基板の平面図である。 10

【 図 2 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の T F T アレイ基板の断面図である。

【 図 3 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置のカラーフィルタ基板の平面図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置のカラーフィルタ基板の断面図である。

【 図 5 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置のカラーフィルタ基板の断面図である。

【 図 6 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の反射領域の色材の膜厚と透明樹脂層の膜厚との関係を説明する図である。 20

【 図 7 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の反射領域の色材の膜厚と透過領域の色材の膜厚との関係を説明する図である。

【 図 8 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の反射領域における白色の色度を示す図である。

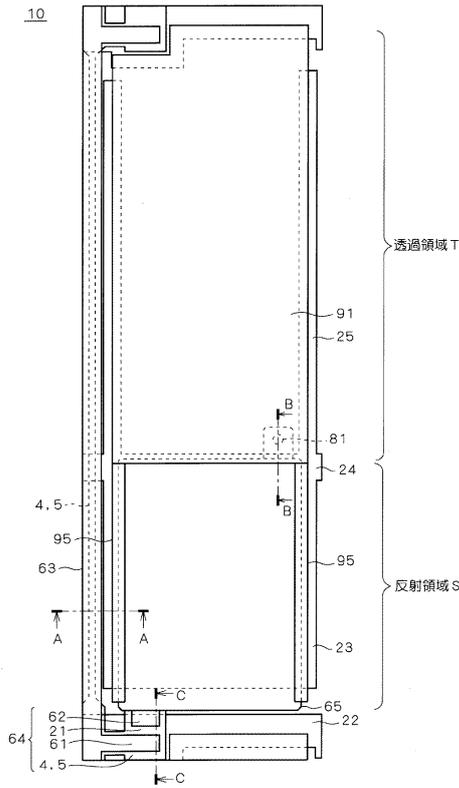
【 図 9 】 本発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の柱占有率と装置の合否判定との関係を説明する図である。

【 符号の説明 】

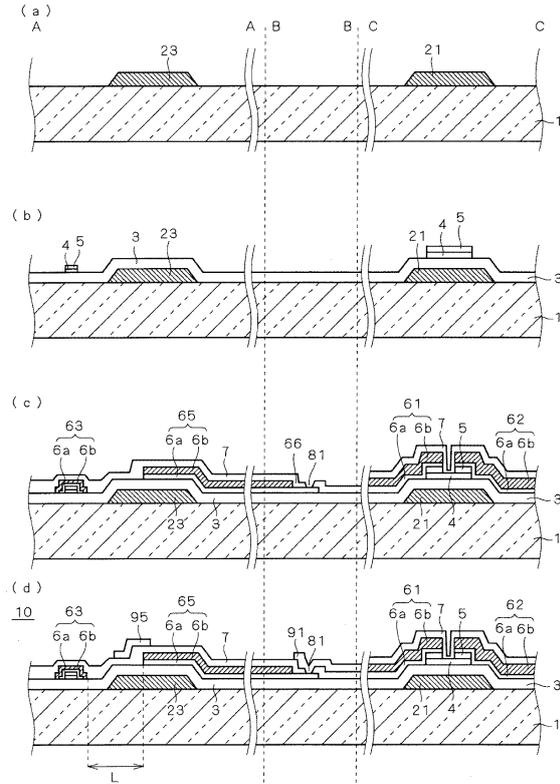
【 0 0 6 6 】

1, 2 透明絶縁性基板、 3 第 1 の絶縁膜、 4 半導体能動膜、 5 オーミックコンタクト膜、 7 第 2 の絶縁膜、 1 0 T F T アレイ基板、 2 1 ゲート電極、 2 2 ゲート配線、 2 3 第 1 の補助容量電極、 2 4 補助容量配線、 2 5 第 2 の補助容量電極、 3 0 カラーフィルタ基板、 3 1 透明樹脂層、 3 2 色材、 3 3 柱状スペーサ、 3 4 遮光膜、 3 6 遮光部、 3 7 遮光特性を有する膜、 3 8 透明電極、 6 1 ソース電極、 6 2 ドレイン電極、 6 3 ソース配線、 6 4 T F T、 6 5 反射画素電極、 6 6 コンタクトエリア、 8 1 コンタクトホール、 9 1 透過画素電極、 9 5 コントラスト低下防止電極。 30

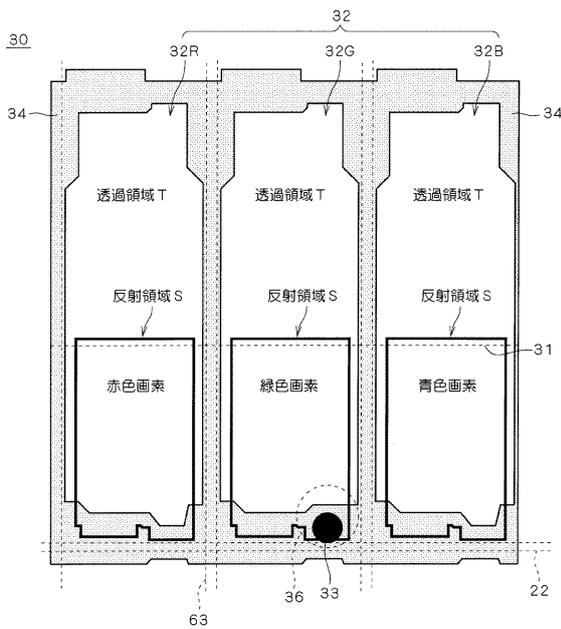
【 図 1 】



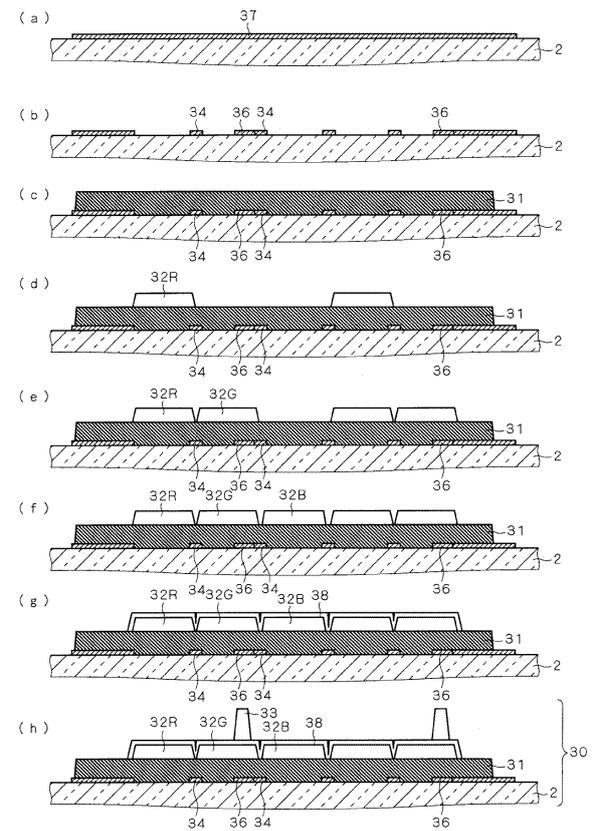
【 図 2 】



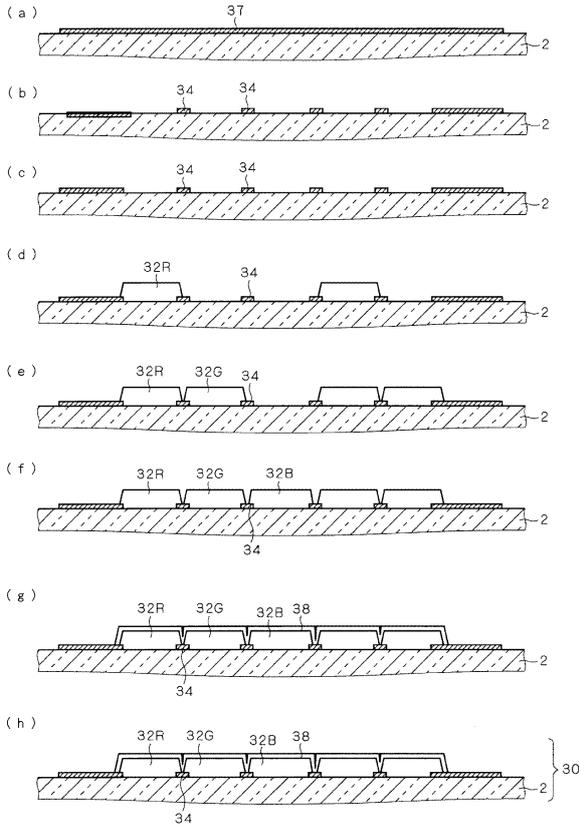
【 図 3 】



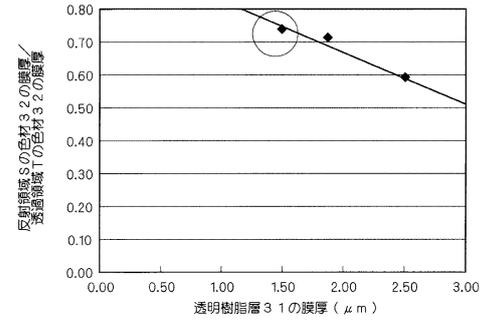
【 図 4 】



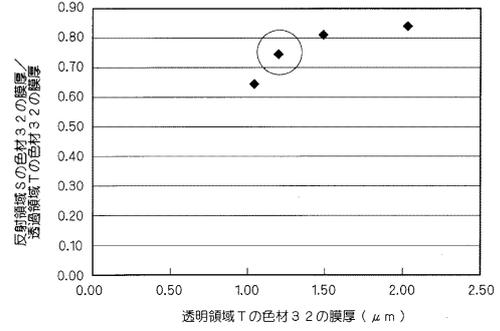
【 図 5 】



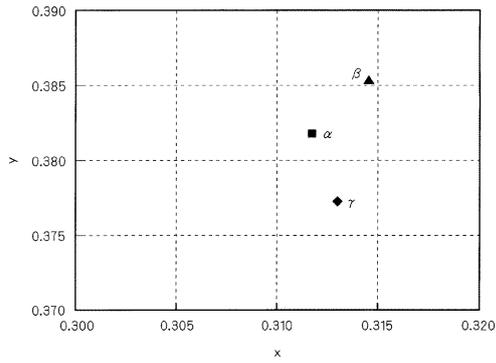
【 図 6 】



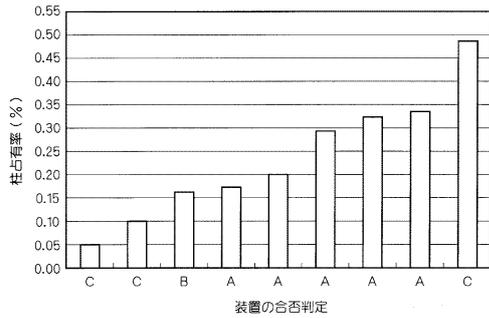
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 寺元 弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 福田 知喜

(56)参考文献 特開平08-029778(JP,A)

特開2002-214624(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1335

G02F 1/1339

G02F 1/1343