

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5621531号
(P5621531)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/1333 (2006.01)

G O 2 F 1/1333 5 O 5

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/14 A

H O 5 B 33/22 (2006.01)

H O 5 B 33/22 Z

G O 2 F 1/1337 (2006.01)

G O 2 F 1/1337 5 1 5

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-254586 (P2010-254586)
 (22) 出願日 平成22年11月15日(2010.11.15)
 (65) 公開番号 特開2012-108168 (P2012-108168A)
 (43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)
 審査請求日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (72) 発明者 次六 寛明
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 廣田 かおり

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気光学装置及び投射型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板本体の一方面側に設けられた画素トランジスターと、
 前記画素トランジスターに対応して設けられた反射性の画素電極と、
 該画素電極と同一パターン形状を有し、当該画素電極に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された透光性の絶縁保護膜と、
 該絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に、前記画素電極に重なる部分の表面と、隣り合う前記画素電極の間に形成されている部分の表面とが連続した平坦面を形成するように設けられた絶縁膜とを有し、
 前記絶縁膜は、前記絶縁保護膜よりも熱膨張係数が大きく、当該絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された第1絶縁膜と、該第1絶縁膜よりも熱膨張係数が小さく、当該第1絶縁膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層され、平坦化のための処理がなされた第2絶縁膜とを備えていることを特徴とする電気光学装置。

【請求項 2】

前記絶縁保護膜は、少なくとも前記画素電極に接する層が、シリコン酸化膜からなることを特徴とする請求項 1 に記載の電気光学装置。

【請求項 3】

前記絶縁保護膜は、前記第1絶縁膜に比して屈折率が小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の電気光学装置。

【請求項 4】

前記絶縁保護膜は、リンおよびボロンのいずれもがドーピングされていないノンドープシリコン酸化膜からなり、

前記第 1 絶縁膜は、窒素を含有するシリコン化合物、または金属酸化膜であることを特徴とする請求項 3 に記載の電気光学装置。

【請求項 5】

前記基板本体の前記一方面側に対向配置された対向基板と、

前記基板本体と前記対向基板との間に保持された液晶層と、

を有し、

前記基板本体の最表面には配向膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の電気光学装置。

10

【請求項 6】

前記配向膜は無機配向膜であることを特徴とする請求項 5 に記載の電気光学装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の電気光学装置を備えた投射型表示装置であって、

前記電気光学装置に供給される光を出射する光源部と、

前記電気光学装置によって変調された光を投射する投射光学系と、

を有していることを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、反射性画素電極が形成された素子基板を備えた電気光学装置、当該液晶装置を備えた投射型表示装置、および電気光学装置の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶装置、有機エレクトロルミネッセンス表示装置、プラズマ表示装置等の電気光学装置では、基板本体の一方面側に画素トランジスター、層間絶縁膜、画素電極がこの順に設けられた素子基板が用いられている。例えば、電気光学装置のうち、反射型の液晶装置に用いられる素子基板は、基板本体の一方面側に画素トランジスター、層間絶縁膜、反射性の画素電極、配向膜がこの順に設けられた構成になっている（特許文献 1 参照）。

30

【0003】

また、液晶装置において、配向膜としてシリコン酸化膜等の斜方蒸着膜が用いられる場合、反射性の画素電極を島状に形成した後、画素電極の表面にシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等からなる絶縁膜が平坦化絶縁膜として形成されることが多い。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 139862 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

しかしながら、島状に形成した反射性の画素電極の上層側に平坦化絶縁膜を形成するにあたって、平坦化絶縁膜を成膜する際等の熱が原因で、画素電極に大きな熱応力が発生すると、画素電極の表面にヒロック等の欠陥が発生し、画素電極表面の平滑度が低下するという問題点がある。例えば、反射性の画素電極をアルミニウム膜により形成し、平坦化絶縁膜をノンドープシリコン酸化膜により形成すると、アルミニウム膜の熱膨張係数（ $23 \cdot 1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ）と、ノンドープシリコン酸化膜の熱膨張係数（ $0 \cdot 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ）との差が大きいため、画素電極に大きな熱応力が発生する。その結果、画素電極の表面にヒロック等の欠陥が発生して画素電極表面の平滑度が低下し、画素電極の反射率が低下してしまう。

50

【 0 0 0 6 】

以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、画素電極表面でのヒロックの発生を防止することのできる電気光学装置、該電気光学装置を用いた投射型表示装置、および当該電気光学装置の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するために、本願発明者は、鋭意検討した結果、島状に形成した反射性の画素電極の上層側に平坦化絶縁膜を形成すると、画素電極では、中央部に発生した熱応力と端部に発生した熱応力との差が大きいため、画素電極の表面にヒロック等の欠陥が発生し、画素電極の表面が変形してしまう。これに対して、反射性の画素電極を形成するための反射性導電膜を成膜した後、反射性導電膜の上層に平坦化絶縁膜を形成した場合には、熱応力に起因するヒロック等が発生し難いという新たな知見を得、かかる知見に基づいて、本発明に到達したのである。

【 0 0 0 8 】

すなわち、本発明に係る電気光学装置は、基板本体の一方面側に設けられた画素トランジスターと、前記画素トランジスターに対応して設けられた反射性の画素電極と、該画素電極と同一パターン形状を有し、当該画素電極に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された透光性の絶縁保護膜と、該絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に、前記画素電極に重なる部分の表面と、隣り合う前記画素電極の間に形成されている部分の表面とが連続した平坦面を形成するように設けられた絶縁膜とを有し、前記絶縁膜は、前記絶縁保護膜よりも熱膨張係数が大きく、当該絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された第1絶縁膜と、該第1絶縁膜よりも熱膨張係数が小さく、当該第1絶縁膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層され、平坦化のための処理がなされた第2絶縁膜とを備えていることを特徴とする。本発明における「同一パターン形状」とは同一工程でパターンニング形成された結果、同一形状に形成されていることを意味する。従って、絶縁保護膜の端部や画素電極の端部にサイドエッチングに起因する多少の形状の違いがあっても、「同一パターン形状」に含まれる。

【 0 0 0 9 】

また、本件の参考発明に係る電気光学装置の製造方法では、基板本体の一方面側に画素トランジスターおよび層間絶縁膜を形成した後、当該層間絶縁膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に反射性導電膜を形成する反射性導電膜形成工程と、前記反射性導電膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に透光性の第1絶縁膜を形成する第1絶縁膜形成工程と、前記第1絶縁膜および前記反射性導電膜を同一工程でパターンニングして前記画素トランジスターに対応する反射性の画素電極、および該画素電極と同一パターン形状をもって当該画素電極に積層された透光性の絶縁保護膜を同一工程で形成するパターンニング工程と、前記絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に透光性の第2絶縁膜を形成する第2絶縁膜形成工程と、当該第2絶縁膜の表面を平坦化する平坦化工程と、を有していることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明では、画素電極形成用の反射性導電膜、および絶縁保護膜形成用の第1絶縁膜をこの順に成膜した後、反射性導電膜および第1絶縁膜を同一工程でパターンニングして反射性の画素電極と絶縁保護膜とを同一工程で形成し、しかる後に、絶縁保護膜の上層側（基板本体が位置する側とは反対側）に平坦化絶縁膜を形成する。すなわち、第1絶縁膜を形成する際、画素電極は未だ島状にパターンニングされていない。従って、絶縁保護膜を構成する第1絶縁膜と、画素電極を構成する反射性導電膜材料とにおいて熱膨張係数の差が大きく、熱応力が発生する場合でも、反射性導電膜内には一様に熱応力が発生する。よって、熱応力の分布に起因する画素電極表面の変形は発生しない。また、平坦化絶縁膜（第2絶縁膜）を形成する際、画素電極は既に島状にパターンニングされているが、画素電極表面に形成されている絶縁保護膜がキャップ膜として機能する。このため、平坦化絶縁膜を構成する第2絶縁膜と、画素電極を構成する材料の熱膨張係数との差が大きく、画素電極に

大きな熱応力が発生しても、キャップ膜としての絶縁保護膜が画素電極表面の変形を抑制する。従って、画素電極の表面には、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が発生し難いので、画素電極の表面の平滑度が低下し難い。それ故、表面の反射率が高い画素電極を得ることができる。

【0011】

本発明は、前記絶縁保護膜において、少なくとも前記画素電極に接する層が、シリコン酸化膜からなる場合に適用すると効果的である。反射性の画素電極をアルミニウム膜等の金属膜により形成し、画素電極に接する最下層をノンドープシリコン酸化膜により形成すると、アルミニウム膜の熱膨張係数 ($23 \cdot 1 \times 10^{-6}/$) と、ノンドープシリコン酸化膜の熱膨張係数 ($0 \cdot 5 \times 10^{-6}/$) との差が大きい。このため、島状に形成したアルミニウム膜 (反射性の画素電極) の上層側に絶縁膜 (ノンドープシリコン酸化膜) を積層すると、アルミニウム膜に大きな熱応力が発生し、島状のアルミニウム膜内に熱応力分布が発生するが、本発明によれば、反射性の画素電極の上層にシリコン酸化膜を積層した場合でも、画素電極に熱応力分布が発生しない。

【0012】

本発明において、前記絶縁保護膜は、少なくとも表層がリンおよびボロンのうちの少なくとも一方がドープされたドープトシリコン酸化膜からなり、前記平坦化絶縁膜は、リンおよびボロンのいずれもがドープされていないノンドープシリコン酸化膜からなることが好ましい。ドープトシリコン酸化膜の熱膨張係数は $2 \sim 4 \times 10^{-6}/$ 程度であり、リンおよびボロンのいずれもがドープされていないノンドープシリコン酸化膜に比して、画素電極を構成する材料との熱膨張係数の差が小さい。その為、熱膨張係数の差による熱応力が小さくなるという利点がある。また、ドープトシリコン酸化膜は、水分を吸着しやすいため、ドープトシリコン酸化膜から液晶層に水分が放出される可能性があるが、ドープトシリコン酸化膜 (絶縁保護膜) の表面にノンドープシリコン酸化膜 (平坦化絶縁膜) を積層すれば、かかる水分の放出を防止できるという利点がある。

【0013】

本発明において、前記平坦化絶縁膜は、少なくとも表層がリンおよびボロンのうちの少なくとも一方がドープされたドープトシリコン酸化膜からなり、前記平坦化絶縁膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側には、リンおよびボロンのいずれもがドープされていないノンドープシリコン酸化膜が積層されていることが好ましい。ドープトシリコン酸化膜は、水分を吸着しやすいため、ドープトシリコン酸化膜から液晶層に水分が放出される可能性があるが、ドープトシリコン酸化膜 (平坦化絶縁膜) の表面にノンドープシリコン酸化膜を積層すれば、かかる水分の放出を防止できるという利点がある。

【0014】

本発明において、前記絶縁保護膜は、前記画素電極に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された第1絶縁保護膜と、該第1絶縁保護膜より大きな熱膨張係数をもって当該第1絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された第2絶縁保護膜と、を備えていることが好ましい。かかる構成によれば、第1絶縁保護膜を上下から熱膨張係数が大きな層 (画素電極 (反射性導電膜) および第2絶縁保護膜) の間に挟んだ構造となる。従って、画素電極と第1絶縁保護膜との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、第1絶縁保護膜と第2絶縁保護膜との熱膨張係数の差に起因する熱応力とが打ち消されるので、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が画素電極の表面に発生するのを防止することができる。

【0015】

本発明において、前記第1絶縁保護膜は、前記第2絶縁保護膜に比して屈折率が小さいことが好ましい。例えば、前記第1絶縁保護膜は、リンおよびボロンのいずれもがドープされていないノンドープシリコン酸化膜からなり、前記第2絶縁保護膜は、窒素を含有するシリコン化合物、または金属酸化膜であることが好ましい。かかる構成によれば、第1絶縁保護膜および第2絶縁保護膜を増反射膜として機能させることができる。

【0016】

本発明において、前記平坦化絶縁膜は、前記絶縁保護膜よりも大きな熱膨張係数をもって当該絶縁保護膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された第1平坦化絶縁膜と、該第1平坦化絶縁膜より小さな熱膨張係数をもって当該第1平坦化絶縁膜に対して前記基板本体が位置する側とは反対側に積層された第2平坦化絶縁膜と、を備えていることが好ましい。かかる構成によれば、画素電極から第2平坦化絶縁膜までの熱膨張係数は、大（画素電極）、小（絶縁保護膜）、大（第1平坦化絶縁膜）、小（第2平坦化絶縁膜）という関係になる。従って、各界面の熱膨張係数の差に起因する熱応力が打ち消されるので、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が画素電極の表面に発生するのを防止することができる。

【0017】

10

本発明において、前記絶縁保護膜は、前記第1平坦化絶縁膜に比して屈折率が小さいことが好ましい。例えば、前記絶縁保護膜は、リンおよびボロンのいずれもがドーピングされていないノンドーピングシリコン酸化膜からなり、前記第1平坦化絶縁膜は、窒素を含有するシリコン化合物、または金属酸化膜であることが好ましい。かかる構成によれば、絶縁保護膜及び第1平坦化絶縁膜を増反射膜として機能させることができる。

【0018】

本発明において電気光学装置を液晶装置として構成する場合、前記基板本体の前記一方面側に対向配置された対向基板と、前記基板本体と前記対向基板との間に保持された液晶層と、を有し、前記基板本体の最表面には配向膜が設けられることになる。

【0019】

20

本発明において、前記配向膜は無機配向膜であることが好ましい。かかる構成によれば、有機配向膜と違ってラビング処理を行う必要がないので、ラビング処理に起因するコストの増大や配向特性のばらつき等が発生しない。

【0020】

本発明に係る電気光学装置が液晶装置であって、かかる液晶装置をライトバルブとして投射型表示装置では、前記電気光学装置に供給される光を出射する光源部と、前記電気光学装置によって変調された光を投射する投射光学系と、が設けられることになる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

30

【図1】本発明を適用した電気光学装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図2】本発明を適用した電気光学装置に用いた液晶パネルの説明図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る電気光学装置の画素の説明図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る電気光学装置の製造方法の要部を示す工程断面図である。

【図5】本発明の実施の形態1に係る電気光学装置の製造方法の要部を示す工程断面図である。

【図6】本発明の実施の形態2に係る電気光学装置の画素の断面図である。

【図7】本発明の実施の形態2に係る電気光学装置の製造方法の要部を示す工程断面図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係る電気光学装置の画素の断面図である。

40

【図9】本発明の実施の形態3に係る電気光学装置の製造方法の要部を示す工程断面図である。

【図10】本発明の実施の形態4に係る電気光学装置の画素の断面図である。

【図11】本発明の実施の形態4に係る電気光学装置の製造方法の要部を示す工程断面図である。

【図12】本発明を適用した電気光学装置（反射型液晶装置）を用いた投射型表示装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の説明で参照する図にお

50

いては、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮尺を異ならしめてある。また、画素トランジスターとして用いた電界効果型トランジスターは、流れる電流の方向が反転するに伴ってソースとドレインとが入れ替わるが、以下の説明では、便宜上、画素電極が接続されている側をドレインとし、データ線が接続されている側をソースとして説明する。また、素子基板の構成を説明するにあたって、素子基板の基板本体が位置する側を下層側とし、素子基板の基板本体が位置する側とは反対側を上層側として説明する。

【 0 0 2 3 】

[実施の形態 1]

(全体構成)

図 1 は、本発明を適用した電気光学装置の電氣的構成を示すブロック図である。図 1 において、本形態の電気光学装置 1 0 0 は、反射型の液晶装置であり、T N (Twisted Nematic) モードやV A (Vertical Alignment) モードの反射型の液晶パネル 1 0 0 p を有している。液晶パネル 1 0 0 p は、その中央領域に複数の画素 1 0 0 a がマトリクス状に配列された画素領域 1 0 a (画像表示領域) を備えている。液晶パネル 1 0 0 p において、後述する素子基板 1 0 (図 2 等を参照) では、画素領域 1 0 a の内側で複数本のデータ線 6 a および複数本の走査線 3 a が縦横に延びており、それらの交点に対応する位置に画素 1 0 0 a が構成されている。複数の画素 1 0 0 a の各々には、電界効果型トランジスターからなる画素トランジスター 3 0、および後述する画素電極 9 a が形成されている。画素トランジスター 3 0 のソースにはデータ線 6 a が電氣的に接続され、画素トランジスター 3 0 のゲートには走査線 3 a が電氣的に接続され、画素トランジスター 3 0 のドレインには、画素電極 9 a が電氣的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

素子基板 1 0 において、画素領域 1 0 a より外周側には走査線駆動回路 1 0 4 やデータ線駆動回路 1 0 1 が設けられている。データ線駆動回路 1 0 1 は各データ線 6 a に電氣的に接続しており、画像処理回路から供給される画像信号を各データ線 6 a に順次供給する。走査線駆動回路 1 0 4 は、各走査線 3 a に電氣的に接続しており、走査信号を各走査線 3 a に順次供給する。

【 0 0 2 5 】

各画素 1 0 0 a において、画素電極 9 a は、後述する対向基板 2 0 (図 2 等を参照) に形成された共通電極と液晶層を介して対向し、液晶容量 5 0 a を構成している。また、各画素 1 0 0 a には、液晶容量 5 0 a で保持される画像信号の変動を防ぐために、液晶容量 5 0 a と並列に保持容量 5 5 が付加されている。本形態では、保持容量 5 5 を構成するために、複数の画素 1 0 0 a に跨って走査線 3 a と並行して延びた容量線 5 b が形成されている。本形態において、容量線 5 b は、共通電位 V com が印加された共通電位線 5 c に導通している。

【 0 0 2 6 】

(液晶パネル 1 0 0 p および素子基板 1 0 の構成)

図 2 は、本発明を適用した電気光学装置 1 0 0 に用いた液晶パネル 1 0 0 p の説明図であり、図 2 (a)、(b) は各々、本発明を適用した電気光学装置 1 0 0 の液晶パネル 1 0 0 p を各構成要素と共に対向基板の側から見た平面図、およびその H - H 断面図である。図 2 (a)、(b) に示すように、液晶パネル 1 0 0 p では、素子基板 1 0 と対向基板 2 0 とが所定の間隙を介してシール材 1 0 7 によって貼り合わされており、シール材 1 0 7 は対向基板 2 0 の外縁に沿うように枠状に設けられている。シール材 1 0 7 は、光硬化樹脂や熱硬化性樹脂等からなる接着剤であり、両基板間の距離を所定値とするためのガラスファイバー、あるいはガラスビーズ等のギャップ材が配合されている。

【 0 0 2 7 】

かかる構成の液晶パネル 1 0 0 p において、素子基板 1 0 および対向基板 2 0 はいずれも四角形であり、液晶パネル 1 0 0 p の略中央には、図 1 を参照して説明した画素領域 1 0 a が四角形の領域として設けられている。かかる形状に対応して、シール材 1 0 7 も略

10

20

30

40

50

四角形に設けられ、シール材 107 の内周縁と画素領域 10a の外周縁との間には、略四角形の周辺領域 10b が額縁状に設けられている。素子基板 10 において、画素領域 10a の外側では、素子基板 10 の一辺に沿ってデータ線駆動回路 101 および複数の端子 102 が形成されており、この一辺に隣接する他の辺に沿って走査線駆動回路 104 が形成されている。なお、端子 102 には、フレキシブル配線基板（図示せず）が接続されており、素子基板 10 には、フレキシブル配線基板を介して各種電位や各種信号が入力される。

【0028】

詳しくは後述するが、素子基板 10 の一方面側において、画素領域 10a には、図 1 を参照して説明した画素トランジスター 30、および画素トランジスター 30 に対応して設けられた画素電極 9a がマトリクス状に形成されており、かかる画素電極 9a の上層側には配向膜 16 が形成されている。なお、素子基板 10 の一方面側において、周辺領域 10b には、画素電極 9a と同時形成されたダミー画素電極 9b が形成されている。ダミー画素電極 9b については、ダミーの画素トランジスターと電氣的に接続された構成、ダミーの画素トランジスターが設けられずに配線に直接、電氣的に接続された構成、あるいは電位が印加されていないフロート状態にある構成が採用される。かかるダミー画素電極 9b は、素子基板 10 において配向膜 16 が形成される面を研磨により平坦化する際、画素領域 10a と周辺領域 10b との高さ位置を揃え、配向膜 16 が形成される面を平坦面にするのに寄与する。また、ダミー画素電極 9b を所定の電位に設定すれば、画素領域 10a の外周側端部での液晶分子の配向の乱れを防止することができる。

【0029】

対向基板 20 において素子基板 10 と対向する一方面側には共通電極 21 が形成されており、共通電極 21 の上層には配向膜 26 が形成されている。共通電極 21 は、対向基板 20 の略全面あるいは複数の帯状電極として複数の画素 100a に跨って形成されている。また、対向基板 20 において素子基板 10 と対向する一方面側には、共通電極 21 の下層側に遮光層 108 が形成されている。本形態において、遮光層 108 は、画素領域 10a の外周縁に沿って延在する額縁状に形成されている。ここで、遮光層 108 の外周縁は、シール材 107 の内周縁との間に隙間を隔てた位置にあり、遮光層 108 とシール材 107 とは重なっていない。なお、対向基板 20 において、遮光層 108 は、隣り合う画素電極 9a により挟まれた領域と重なる領域等にも形成されることがある。

【0030】

このように構成した液晶パネル 100p において、素子基板 10 には、シール材 107 より外側において対向基板 20 の角部分と重なる領域に、素子基板 10 と対向基板 20 との間で電氣的導通をとるための基板間導通部 109 が形成されている。かかる基板間導通部 109 には、導電粒子を含んだ基板間導通材 109a が配置されており、対向基板 20 の共通電極 21 は、基板間導通材 109a および後述する基板間導通用電極を介して、素子基板 10 側に電氣的に接続されている。このため、共通電極 21 は、素子基板 10 の側から共通電位 V_{com} が印加されている。シール材 107 は、略同一の幅寸法をもって対向基板 20 の外周縁に沿って設けられている。このため、シール材 107 は、略四角形である。但し、シール材 107 は、対向基板 20 の角部分と重なる領域では基板間導通部 109 を避けて内側を通るように設けられており、シール材 107 の角部分は略円弧状である。

【0031】

かかる構成の電気光学装置 100 において、本形態では、共通電極 21 を透光性導電膜により形成し、画素電極 9a を反射性導電膜により形成してある。このため、本形態の電気光学装置 100 では、対向基板 20 側から入射した光は、素子基板 10 側で反射して対向基板 20 側から出射される間に変調されて画像を表示する。

【0032】

電気光学装置 100 は、モバイルコンピューター、携帯電話機等といった電子機器のカラー表示装置として用いることができ、この場合、対向基板 20 には、カラーフィルター

10

20

30

40

50

(図示せず)や保護膜が形成される。また、電気光学装置 100 では、使用する液晶層 50 の種類や、ノーマリホワイトモード/ノーマリブラックモードの別に応じて、偏光フィルム、位相差フィルム、偏光板等が液晶パネル 100 p に対して所定の向きに配置される。さらに、電気光学装置 100 は、後述する投射型表示装置(液晶プロジェクター)において、RGB用のライトバルブとして用いることができる。この場合、RGB用の各電気光学装置 100 の各々には、RGB色分解用のダイクロミックミラーを介して分解された各色の光が投射光として各々入射されることになるので、カラーフィルターは形成されない。

【0033】

以下、本形態の電気光学装置 100 では、液晶層 50 として、誘電異方性が負のネマチック液晶化合物を用いられ、液晶パネル 100 p がVAモード用に構成されている場合を中心に説明する。

【0034】

(画素の具体的構成)

図3は、本発明の実施の形態1に係る電気光学装置 100 の画素の説明図であり、図3(a)、(b)は各々、本発明を適用した電気光学装置 100 に用いた素子基板 10 において隣り合う画素の平面図、および図3(a)のF-F線に相当する位置で電気光学装置 100 を切断したときの断面図である。なお、図3(a)では、半導体層 1a は細くて短い点線で示し、走査線 3a は太い実線で示し、データ線 6a およびそれと同時形成された薄膜は一点鎖線で示し、容量線 5b は二点鎖線で示し、画素電極 9a は太くて長い破線で示し、下電極層 4a は細い実線で示してある。

【0035】

図3(a)に示すように、素子基板 10 上には、複数の画素 100 a の各々に矩形状の画素電極 9a が形成されており、各画素電極 9a の縦横の境界に各々沿ってデータ線 6a および走査線 3a が形成されている。データ線 6a および走査線 3a は各々、直線的に延びており、データ線 6a と走査線 3a とが交差する領域に画素トランジスター 30 が形成されている。素子基板 10 上には、走査線 3a と重なるように容量線 5b が形成されている。本形態において、容量線 5b は、走査線 3a と重なるように直線的に延びた主線部分と、データ線 6a と走査線 3a との交差部分でデータ線 6a に重なるように延びた副線部分とを備えている。

【0036】

図3(a)、(b)に示すように、素子基板 10 は、石英基板、ガラス基板、シリコン基板等の基板本体 10 w の液晶層 50 側の表面(一方面側)に形成された画素電極 9a、画素スイッチング用の画素トランジスター 30、および配向膜 16 を主体として構成されており、対向基板 20 は、石英基板やガラス基板等の透光性の基板本体 20 w、その液晶層 50 側の表面(一方面側)に形成された共通電極 21、および配向膜 26 を主体として構成されている。

【0037】

素子基板 10 において、複数の画素 100 a の各々には、半導体層 1a を備えた画素トランジスター 30 が形成されている。半導体層 1a は、走査線 3a の一部からなるゲート電極 3c に対してゲート絶縁層 2 を介して対向するチャネル領域 1g と、ソース領域 1b と、ドレイン領域 1c とを備えており、ソース領域 1b およびドレイン領域 1c は各々、低濃度領域および高濃度領域を備えている。半導体層 1a は、例えば、基板本体 10 w 上に、シリコン酸化膜等からなる下地絶縁膜 12 上に形成された多結晶シリコン膜等によって構成され、ゲート絶縁層 2 は、CVD法等により形成されたシリコン酸化膜やシリコン窒化膜からなる。また、ゲート絶縁層 2 は、半導体層 1a を熱酸化してなるシリコン酸化膜と、CVD法等により形成されたシリコン酸化膜やシリコン窒化膜との2層構造を有する場合もある。走査線 3a には、導電性のポリシリコン膜、金属シリサイド膜、あるいは金属膜が用いられる。

【0038】

走査線 3 a の上層側にはシリコン酸化膜等からなる第 1 層間絶縁膜 4 1 が形成されており、第 1 層間絶縁膜 4 1 の上層には下電極層 4 a が形成されている。下電極層 4 a は、走査線 3 a とデータ線 6 a との交差する位置を基点として走査線 3 a およびデータ線 6 a に沿って延出する略 L 字型に形成されている。下電極層 4 a は、導電性のポリシリコン膜、金属シリサイド膜、あるいは金属膜等からなり、コンタクトホール 7 c を介してドレイン領域 1 c に電氣的に接続されている。

【 0 0 3 9 】

下電極層 4 a の上層側には、シリコン窒化膜等からなる誘電体層 4 2 が形成されている。誘電体層 4 2 の上層側には、誘電体層 4 2 を介して下電極層 4 a と対向するように容量線 5 b (上電極層) が形成され、かかる容量線 5 b、誘電体層 4 2 および下電極層 4 a によって、保持容量 5 5 が形成されている。容量線 5 b は、導電性のポリシリコン膜、金属シリサイド膜、あるいは金属膜等からなる。ここで、下電極層 4 a、誘電体層 4 2 および容量線 5 b (上電極層) は、画素トランジスタ 3 0 の上層側に形成され、画素トランジスタ 3 0 に対して平面視で重なっている。このため、保持容量 5 5 は、画素トランジスタ 3 0 の上層側に形成され、少なくとも画素トランジスタ 3 0 に対して平面視で重なっている。

【 0 0 4 0 】

容量線 5 b の上層側には、シリコン酸化膜等からなる第 2 層間絶縁膜 4 3 が形成され、第 2 層間絶縁膜 4 3 の上層にはデータ線 6 a およびドレイン電極 6 b が形成されている。データ線 6 a はコンタクトホール 7 a を介してソース領域 1 b に電氣的に接続している。ドレイン電極 6 b はコンタクトホール 7 b を介して下電極層 4 a に電氣的に接続し、下電極層 4 a を介してドレイン領域 1 c に電氣的に接続している。データ線 6 a およびドレイン電極 6 b は、導電性のポリシリコン膜、金属シリサイド膜、あるいは金属膜等からなる。

【 0 0 4 1 】

(画素電極 9 a や平坦化絶縁膜等の構成)

データ線 6 a およびドレイン電極 6 b の上層側には、シリコン酸化膜等からなる第 3 層間絶縁膜 4 4 が形成されている。第 3 層間絶縁膜 4 4 には、ドレイン電極 6 b へ通じるコンタクトホール 7 d が形成されている。第 3 層間絶縁膜 4 4 の上層には、アルミニウム膜等の反射性導電膜からなる画素電極 9 a が形成されており、画素電極 9 a は、コンタクトホール 7 d を介してドレイン電極 6 b に電氣的に接続されている。本形態において、第 3 層間絶縁膜 4 4 の表面は平坦面になっている。なお、第 3 層間絶縁膜 4 4 の表面には、図 2 (b) を参照して説明したダミー画素電極 9 b (図 3 には図示せず) が形成されており、かかるダミー画素電極 9 b は、画素電極 9 a と同時形成された反射性導電膜からなる。

【 0 0 4 2 】

本形態において、画素電極 9 a としては、アルミニウム膜の単層膜、チタン窒化膜 (下層側) およびアルミニウム膜 (上層側) が積層された積層膜、チタン膜 (下層側) およびアルミニウム膜 (上層側) が積層された積層膜等が用いられている。かかる画素電極 9 a のうち、アルミニウム膜の下層側にチタン窒化膜やチタン膜を形成すれば、画素電極 9 a の下面側での反射を防止でき、迷光の発生を防止できるという利点や、アルミニウム膜表面が平滑となり、アルミニウム膜の反射率が向上するという利点がある。

【 0 0 4 3 】

画素電極 9 a の表面には配向膜 1 6 が形成されている。配向膜 1 6 は、ポリイミド等の樹脂膜、あるいはシリコン酸化膜等の斜方蒸着膜からなる。本形態において、配向膜 1 6 は、 SiO_x ($x < 2$)、 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、 Al_2O_3 、 In_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Ta_2O_5 等の斜方蒸着膜からなる無機配向膜 (垂直配向膜) であり、配向膜 1 6 と画素電極 9 a との層間には、透光性の平坦化絶縁膜 1 8 が形成されている。かかる平坦化絶縁膜 1 8 は、隣り合う画素電極 9 a の間に形成された凹部 9 e や、画素電極 9 a においてコンタクトホール 7 d に起因して形成された凹部 9 f を埋めている。また、平坦化絶縁膜 1 8 の表面は平坦面になっており、隣り合う画素電極 9 a の間 (凹部 9 e) に形成されている

部分の表面と、画素電極 9 a と重なる部分の表面とは連続した平坦面を形成している。このため、平坦面上に斜方蒸着を行って配向膜 1 6 を形成することができるので、配向膜 1 6 を構成する斜方蒸着膜を好適に形成することができる。本形態では、平坦化絶縁膜 1 8 として、シリコン酸化膜の単層膜が用いられ、厚さ方向の全体がシリコン酸化膜からなる。

【 0 0 4 4 】

また、本形態では、画素電極 9 a と平坦化絶縁膜 1 8 との間には、透光性の絶縁保護膜 1 7 が形成されている。本形態において、絶縁保護膜 1 7 は、画素電極 9 a と同時にパターンニング形成された層であり、画素電極 9 a と同一のパターン形状をもって画素電極 9 a に重なっている。

10

【 0 0 4 5 】

本形態では、絶縁保護膜 1 7 として、シリコン酸化膜の単層膜が用いられ、厚さ方向の全体がシリコン酸化膜からなる。従って、絶縁保護膜 1 7 は、画素電極 9 a と接する最下層がシリコン酸化膜からなる。

【 0 0 4 6 】

このような平坦化絶縁膜 1 8 および絶縁保護膜 1 7 に用いられるシリコン酸化膜としては、リンおよびボロンのいずれもがドーブされていないノンドープシリコン酸化膜 (N S G 膜) を用いることができる。また、平坦化絶縁膜 1 8 および絶縁保護膜 1 7 に用いられるシリコン酸化膜としては、リンがドーブされたリンドープトシリコン酸化膜 (P S G 膜) 、ボロンがドーブされたボロンドープトシリコン酸化膜 (B S G 膜) 、ボロンおよびリンがドーブされたボロン・リンドープトシリコン酸化膜 (B P S G 膜) 等、リンおよびボロンのうちの少なくとも一方がドーブされたドーブトシリコン酸化膜を用いることができる。

20

【 0 0 4 7 】

ここで、画素電極 9 a を構成する材料の熱膨張係数は以下のレベル

アルミニウム膜の熱膨張係数 = $23.1 \times 10^{-6} /$

チタン窒化膜の熱膨張係数 = $9.3 \times 10^{-6} /$

チタン膜の熱膨張係数 = $11.0 \times 10^{-6} /$

である。これに対して、平坦化絶縁膜 1 8 および絶縁保護膜 1 7 に用いられるシリコン酸化膜 (ドープトシリコン酸化膜およびノンドープシリコン酸化膜) の熱膨張係数は、以下のレベル

30

ドーブトシリコン酸化膜 1 7 0 = $2 \sim 4 \times 10^{-6} /$

ノンドープシリコン酸化膜の熱膨張係数 = $0.5 \times 10^{-6} /$

であり、画素電極 9 a を構成する材料の熱膨張係数との差が大きい。但し、本形態では、図 4 を参照して後述する製造方法を採用しているため、画素電極 9 a と絶縁保護膜 1 7 との間や、画素電極 9 a と平坦化絶縁膜 1 8 との間に大きな熱膨張係数の差があっても、画素電極 9 a の表面には、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が発生し難い。

【 0 0 4 8 】

(対向基板 2 0 等の構成)

対向基板 2 0 では、石英基板やガラス基板等の透光性の基板本体 2 0 w の液晶層 5 0 側の表面 (素子基板 1 0 に対向する側の面) に、ITO 膜等の透光性導電膜からなる共通電極 2 1 が形成されており、かかる共通電極 2 1 を覆うように配向膜 2 6 が形成されている。配向膜 2 6 は、配向膜 1 6 と同様、ポリイミド等の樹脂膜、あるいはシリコン酸化膜等の斜方蒸着膜からなる。本形態において、配向膜 2 6 は、 SiO_x ($x < 2$) 、 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、 Al_2O_3 、 In_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Ta_2O_5 等の斜方蒸着膜からなる無機配向膜 (垂直配向膜) であり、配向膜 2 6 と共通電極 2 1 との層間にシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等の保護膜 2 7 が形成されている。保護膜 2 7 は、表面が平坦面になっており、かかる平坦面上に配向膜 2 6 が形成されている。かかる配向膜 1 6 、2 6 は、液晶層 5 0 に用いた誘電異方性が負のネマチック液晶化合物を垂直配向させ、液晶パネル 1 0 0 p は、ノーマリブラックの VA モードとして動作する。

40

50

【 0 0 4 9 】

なお、図 1 および図 2 を参照して説明したデータ線駆動回路 1 0 1 および走査線駆動回路 1 0 4 には、N チャネル型の駆動用トランジスターと P チャネル型の駆動用トランジスターとを備えた相補型トランジスター回路等が構成されている。ここで、駆動用トランジスターは、画素トランジスター 3 0 の製造工程の一部を利用して形成されたものである。このため、素子基板 1 0 においてデータ線駆動回路 1 0 1 および走査線駆動回路 1 0 4 が形成されている領域も、図 3 (b) に示す断面構成と略同様な断面構成を有している。

【 0 0 5 0 】

(電気光学装置 1 0 0 の製造方法)

図 4 および図 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る電気光学装置 1 0 0 の製造方法の要部を示す工程断面図である。本形態の電気光学装置 1 0 0 を製造するにあたって、素子基板 1 0 の製造方法では、図 4 (a) に示すように、画素トランジスター 3 0、保持容量 5 5、データ線 6 a、第 3 層間絶縁膜 4 4 等を形成した後、第 3 層間絶縁膜 4 4 にコンタクトホール 7 d を形成する。

【 0 0 5 1 】

次に、図 4 (a) に示すように、第 3 層間絶縁膜 4 4 の上層に画素電極 9 a を形成するための反射性導電膜 9 をスパッタ法等により形成する (反射性導電膜形成工程)。本形態では、反射性導電膜として、アルミニウム膜の単層膜、チタン窒化膜 (下層側) およびアルミニウム膜 (上層側) が積層された積層膜、チタン膜 (下層側) およびアルミニウム膜 (上層側) が積層された積層膜等を形成する。

【 0 0 5 2 】

次に、図 4 (b) に示すように、反射性導電膜 9 上に透光性の第 1 絶縁膜 1 7 s を形成する (第 1 絶縁膜形成工程)。本形態では、第 1 絶縁膜 1 7 s として、ノンドーブシリコン酸化膜やドーブシリコン酸化膜等のシリコン酸化膜を形成する。第 1 絶縁膜 1 7 s として、ノンドーブシリコン酸化膜 (N S G 膜) を形成する際に、例えば、減圧 C V D 法を採用する場合、成膜温度は、例えば、6 5 0 ~ 7 5 0 であり、使用する原料ガスは、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 等である。また、第 1 絶縁膜 1 7 s として、ノンドーブシリコン酸化膜を形成する際に、例えば、プラズマ C V D 法を採用する場合、成膜温度は、例えば、2 5 0 ~ 4 5 0 であり、使用する原料ガスは、 SiH_4 、 N_2O 等である。また、第 1 絶縁膜 1 7 s として、ドーブシリコン酸化膜を形成する場合、例えば、常圧 C V D 法を利用でき、かかる常圧 C V D 法での成膜温度は、例えば、3 5 0 ~ 4 5 0 である。なお、第 1 絶縁膜 1 7 s として、リンドーブシリコン酸化膜 (P S G 膜) を形成する場合、使用する原料ガスは、 SiH_4 、 PH_3 、 O_3 等であり、ボロンドーブシリコン酸化膜 (B S G 膜) を形成する場合、使用する原料ガスは、 SiH_4 、 B_2H_6 、 O_3 等であり、ボロン・リンドーブシリコン酸化膜 (B P S G 膜) を形成する場合、使用する原料ガスは、 SiH_4 、 B_2H_6 、 PH_3 、 O_3 等である。

【 0 0 5 3 】

次に、図 4 (c)、(d) に示すパターニング工程において、第 1 絶縁膜 1 7 s および反射性導電膜 9 を同一工程でパターニングして画素トランジスター 3 0 に対応する反射性の画素電極 9 a と、画素電極 9 a と同一パターン形状をもって画素電極 9 a の上層に積層された透光性の絶縁保護膜 1 7 とを同一工程で形成する。具体的には、図 4 (c) に示すように、第 1 絶縁膜 1 7 s の上層にレジストマスク 1 7 w を形成した後、図 4 (d) に示すように、レジストマスク 1 7 w の開口部から第 1 絶縁膜 1 7 s および反射性導電膜 9 にエッチングを行い、その後、レジストマスク 1 7 w を除去する。その結果、画素電極 9 a と絶縁保護膜 1 7 とが同時にパターニング形成される。かかるエッチングとしては、ドライエッチングおよびウエットエッチングを利用できるが、本形態では、ドライエッチングを利用する。

【 0 0 5 4 】

次に、図 5 (a) に示すように、絶縁保護膜 1 7 の上層側に透光性の第 2 絶縁膜 1 8 s を形成し、隣り合う画素電極 9 a の間に形成された凹部 9 e や、画素電極 9 a においてコ

10

20

30

40

50

ンタクトホール 7 d に起因して形成された凹部 9 f を埋める（第 2 絶縁膜形成工程）。本形態では、第 2 絶縁膜 18 s として、ノンドープシリコン酸化膜やドープトシリコン酸化膜等シリコン酸化膜を形成する。

【 0 0 5 5 】

次に、図 5 (b) に示すように、第 2 絶縁膜 18 s の表面を平坦化して平坦化絶縁膜 18 を形成する（平坦化工程）。その際、絶縁保護膜 17 の表面が露出しない程度に第 2 絶縁膜 18 s（平坦化絶縁膜 18）を残す。その結果、平坦化絶縁膜 18 では、隣り合う画素電極 9 a の間（凹部 9 e）に形成されている部分の表面と、画素電極 9 a と重なる部分の表面とは連続した平坦面を形成することになる。かかる平坦化工程では、化学機械研磨を利用でき、化学機械研磨では、研磨液に含まれる化学成分の作用と、研磨剤と素子基板 10 との相対移動によって、高速で平滑な研磨面を得ることができる。より具体的には、研磨装置において、不織布、発泡ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂等からなる研磨布（パッド）を貼り付けた定盤と、素子基板 10 を保持するホルダーとを相対回転させながら、研磨を行なう。その際、例えば、平均粒径が $0.01 \sim 20 \mu\text{m}$ の酸化セリウム粒子、分散剤としてのアクリル酸エステル誘導体、および水を含む研磨剤を研磨布と素子基板 10 との間に供給する。

【 0 0 5 6 】

このようにして平坦化絶縁膜 18 を形成した後は、図 5 には図示しない外部接続端子等を形成したのち、平坦化絶縁膜 18 の表面に斜方蒸着を行い、図 3 に示すように配向膜 16 を形成する。

【 0 0 5 7 】

（本形態の主な効果）

以上説明したように、本形態の電気光学装置 100 においては、画素電極 9 a を形成するための反射性導電膜 9 と、絶縁保護膜 17 を形成するための第 1 絶縁膜 17 s をこの順に成膜した後、反射性導電膜 9 および第 1 絶縁膜 17 s を同時にパターンニングして反射性の画素電極 9 a と絶縁保護膜 17 とを同一工程でパターンニングし、しかる後に、絶縁保護膜 17 の上層側に平坦化絶縁膜 18 を形成する。すなわち、第 1 絶縁膜 17 s を形成する際、画素電極 9 a は未だ島状にパターンニングされていない。従って、絶縁保護膜 17 に用いられるシリコン酸化膜と、画素電極 9 a を構成する材料の熱膨張係数との差が大きく、熱応力が発生する場合でも、反射性導電膜 9 内には一様に熱応力が発生する。よって、熱応力の分布に起因する画素電極表面の変形は発生しない。また、平坦化絶縁膜 18（第 2 絶縁膜 18 s）を形成する際、画素電極 9 a は既に島状にパターンニングされているが、画素電極 9 a 表面に形成されている絶縁保護膜 17 がキャップ膜として機能する。このため、平坦化絶縁膜 18 に用いるシリコン酸化膜と、画素電極 9 a を構成する材料の熱膨張係数との差が大きく、熱応力が発生しても、キャップ膜としての絶縁保護膜 17 が画素電極 9 a 表面の変形を抑制する。従って、画素電極 9 a の表面には、ヒロック等の欠陥が発生し難いので、画素電極 9 a の表面の平滑度が低下し難い。それ故、表面の反射率が高い画素電極 9 a を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

〔実施の形態 1 の好適な構成〕

上記実施の形態 1 では、絶縁保護膜 17 および平坦化絶縁膜 18 として、ノンドープシリコン酸化膜やドープトシリコン酸化膜等のシリコン酸化膜を用いたが、絶縁保護膜 17 および平坦化絶縁膜 18 について以下の構成

絶縁保護膜 17 = ドープトシリコン酸化膜

平坦化絶縁膜 18 = ノンドープシリコン酸化膜

を採用することが好ましい。ドープトシリコン酸化膜の熱膨張係数（ $2 \sim 4 \times 10^{-6} /$ ）は、ノンドープシリコン酸化膜の熱膨張係数（ $0.5 \times 10^{-6} /$ ）等に比して、画素電極 9 a を構成するアルミニウム膜の熱膨張係数（ $23.1 \times 10^{-6} /$ ）との差が小さい。このため、加熱した状態で第 1 絶縁膜 17 s を成膜しても、ドープトシリコン酸化膜であれば、ノンドープシリコン酸化膜に比して、反射性導電膜 9（画素電極 9 a）に熱応

力が発生し難い。但し、ドーフトシリコン酸化膜は、水分を吸着しやすいため、ドーフトシリコン酸化膜から水分が放出されると、かかる水分が液晶層 50 に侵入する可能性がある。従って、ドーフトシリコン酸化膜からなる絶縁保護膜 17 の上層にノンドープシリコン酸化膜からなる平坦化絶縁膜 18 を積層すれば、かかる水分の放出をノンドープシリコン酸化膜（平坦化絶縁膜 18）によって防止することができる。

【0059】

また、本形態では、平坦化絶縁膜 18 がノンドープシリコン酸化膜であれば、平坦化絶縁膜 18 を形成する際、ノンドープシリコン酸化膜の表面を研磨することになり、ドーフトシリコン酸化膜の表面を研磨する必要がない。このため、研磨装置がリンやボロンで汚染されることを防止することができる。

10

【0060】

[実施の形態 2]

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る電気光学装置 100 の画素の断面図である。図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る電気光学装置 100 の製造方法の要部を示す工程断面図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分には、同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0061】

図 6 に示すように、本形態の電気光学装置 100 に用いた素子基板 10 でも、実施の形態 1 と同様、画素電極 9a としては、アルミニウム膜の単層膜、チタン窒化膜（下層側）およびアルミニウム膜（上層側）が積層された積層膜、チタン膜（下層側）およびアルミニウム膜（上層側）が積層された積層膜等が用いられている。また、画素電極 9a の表面には、実施の形態 1 と同様、シリコン酸化膜からなる透光性の絶縁保護膜 17、およびシリコン酸化膜からなる透光性の平坦化絶縁膜 18 が形成されている。絶縁保護膜 17 は、画素電極 9a を形成するための反射性導電膜および絶縁膜（第 1 絶縁膜）をこの順に成膜した後、画素電極 9a と同一工程でパターンニング形成されてなる。このため、絶縁保護膜 17 は、画素電極 9a と同一のパターン形状をもって画素電極 9a と重なっている。

20

【0062】

本形態において、絶縁保護膜 17 および平坦化絶縁膜 18 について以下の構成

絶縁保護膜 17 = シリコン酸化膜

平坦化絶縁膜 18 = ドーフトシリコン酸化膜

30

が採用されている。すなわち、平坦化絶縁膜 18 は、厚さ方向の全体がドーフトシリコン酸化膜からなるため、平坦化絶縁膜 18 の最表層は、ドーフトシリコン酸化膜からなる。かかる平坦化絶縁膜 18（ドーフトシリコン膜）は、隣り合う画素電極 9a の間に形成された凹部 9e や、画素電極 9a においてコンタクトホール 7d に起因して形成された凹部 9f を埋めている。また、平坦化絶縁膜 18 は、隣り合う画素電極 9a の間（凹部 9e）に形成されている部分の表面と、画素電極 9a と重なる部分の表面とは連続した平坦面を形成している。

【0063】

また、本形態において、平坦化絶縁膜 18 の上層にノンドープシリコン酸化膜 19 が積層されている。

40

【0064】

かかる構成の電気光学装置 100 を製造するには、図 7（a）に示すように、図 4 および図 5 を参照して実施の形態 1 で説明した方法と同様に平坦化絶縁膜 18 を形成した後、CVD 法により、ドーフトシリコン酸化膜からなる平坦化絶縁膜 18 の上層にノンドープシリコン酸化膜 19 を積層する。

【0065】

このように、本形態でも、実施の形態 1 と同様、画素電極 9a を形成するための反射性導電膜、および絶縁保護膜 17 を形成するための第 1 絶縁膜をこの順に成膜した後、画素電極 9a と絶縁保護膜 17 とを同時にパターンニング形成する。このため、絶縁保護膜 17 に用いられるシリコン酸化膜と、画素電極 9a を構成する材料の熱膨張係数との差が大き

50

い場合でも、画素電極 9 a には、熱応力分布に起因するヒロック等の欠陥が発生し難い等、実施の形態 1 と同様な効果を奏する。

【 0 0 6 6 】

また、本形態では、平坦化絶縁膜 1 8 として段差被覆性に優れたドーフトシリコン酸化膜を用いたため、隣り合う画素電極 9 a の間に形成された凹部 9 e や、画素電極 9 a においてコンタクトホール 7 d に起因して形成された凹部 9 f を確実に埋めることができる。

【 0 0 6 7 】

ここで、平坦化絶縁膜 1 8 に用いたドーフトシリコン酸化膜は、水分を吸着しやすいため、ドーフトシリコン酸化膜から放出された水分が液晶層 5 0 に侵入する可能性があるが、本形態では、ドーフトシリコン酸化膜からなる平坦化絶縁膜 1 8 の上層にノンドープシリコン酸化膜 1 9 が積層されているので、かかる水分の放出をノンドープシリコン酸化膜 1 9 によって防止することができる。

【 0 0 6 8 】

[実施の形態 3]

図 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る電気光学装置 1 0 0 の画素の断面図である。図 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る電気光学装置 1 0 0 の製造方法の要部を示す工程断面図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分には、同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

図 8 に示すように、本形態の電気光学装置 1 0 0 に用いた素子基板 1 0 でも、実施の形態 1 と同様、画素電極 9 a としては、アルミニウム膜の単層膜、チタン窒化膜（下層側）およびアルミニウム膜（上層側）が積層された積層膜、チタン膜（下層側）およびアルミニウム膜（上層側）が積層された積層膜等が用いられている。また、画素電極 9 a の表面には、実施の形態 1 と同様、透光性の絶縁保護膜 1 7、および透光性の平坦化絶縁膜 1 8 が形成されている。絶縁保護膜 1 7 は、画素電極 9 a を形成するための反射性導電膜および絶縁膜（第 1 絶縁膜）をこの順に成膜した後、画素電極 9 a と同時にパターンニング形成されてなる。このため、絶縁保護膜 1 7 は、画素電極 9 a と同一のパターン形状をもって画素電極 9 a と重なっている。

【 0 0 7 0 】

ここで、絶縁保護膜 1 7 は、画素電極 9 a の上層に積層された第 1 絶縁保護膜 1 7 1 と、第 1 絶縁保護膜 1 7 1 の上層に積層された第 2 絶縁保護膜 1 7 2 との 2 層構造になっている。また、本形態において、第 2 絶縁保護膜 1 7 2 は、第 1 絶縁保護膜 1 7 1 より大きな熱膨張係数を有しており、第 1 絶縁保護膜 1 7 1 は、第 2 絶縁保護膜 1 7 2 に比して屈折率が小さい。例えば、絶縁保護膜 1 7 および平坦化絶縁膜 1 8 について以下の構成

絶縁保護膜 1 7

第 1 絶縁保護膜 1 7 1 = ノンドープシリコン酸化膜

第 2 絶縁保護膜 1 7 2 = 窒素を含有するシリコン化合物、または金属酸化膜

平坦化絶縁膜 1 8 = ノンドープシリコン酸化膜

熱膨張係数

第 1 絶縁保護膜 1 7 1 < 第 2 絶縁保護膜 1 7 2 > 平坦化絶縁膜 1 8

屈折率

第 1 絶縁保護膜 1 7 1 < 第 2 絶縁保護膜 1 7 2 > 平坦化絶縁膜 1 8

が採用されており、絶縁保護膜 1 7 において画素電極 9 a と接する最下層（第 1 絶縁保護膜 1 7 1）は、シリコン酸化膜（ノンドープシリコン酸化膜）からなる。かかるノンドープシリコン酸化膜は、熱膨張係数が $0.5 \times 10^{-6} /$ であり、屈折率は 1.45 である。第 2 絶縁保護膜 1 7 2 は、シリコン窒化膜、シリコン酸窒化膜、シリコン窒酸化膜等、窒素を含有するシリコン化合物、またはチタン酸化膜、マグネシウム酸化膜、ニオブ酸化膜等の金属酸化膜からなる。かかる材料のうち、例えば、シリコン窒化膜は、熱膨張係数が $3.0 \times 10^{-6} /$ であり、屈折率は 2.05 である。チタン酸化膜は、熱膨張係数が $9.0 \times 10^{-6} /$ であり、屈折率は 2.10 である。

【0071】

かかる構成の電気光学装置100を製造するには、図9(a)に示す画素電極形成工程において、図4および図5を参照して実施の形態1で説明した方法と同様に、画素電極9aを形成するための反射性導電膜9を形成した後(反射性導電膜形成工程)、図9(b)、(c)に示すように、第1絶縁膜17sを形成する第1絶縁膜形成工程を行う。本形態では、第1絶縁膜形成工程においては、図9(b)に示す第1絶縁保護膜形成工程において、CVD法により、ノンドーブシリコン酸化膜からなる第1絶縁保護膜171を形成した後、図9(c)に示す第2絶縁保護膜形成工程において、CVD法等により、シリコン窒化膜等のシリコン化合物や、チタン酸化膜等の金属酸化膜からなる第2絶縁保護膜172を形成する。

10

【0072】

次に、図9(d)に示すパターニング工程においては、第1絶縁膜17sの上層にレジストマスク17wを形成した後、レジストマスク17wの開口部から第1絶縁膜17s(第1絶縁保護膜171および第2絶縁保護膜172)および反射性導電膜9にエッチングを行い、図8を参照して説明したように、第1絶縁保護膜171および第2絶縁保護膜172からなる絶縁保護膜17と、画素電極9aとを同時にパターニング形成する。しかる後には、実施の形態1と同様、平坦化絶縁膜18および配向膜16を順次形成する。

【0073】

このように、本形態でも、実施の形態1と同様、画素電極9aを形成するための反射性導電膜、および絶縁保護膜17を形成するための第1絶縁膜17sをこの順に成膜した後、画素電極9aと絶縁保護膜17とを同時にパターニング形成する。このため、絶縁保護膜17において画素電極9aに接する第1絶縁保護膜171(ノンドーブシリコン酸化膜)と、画素電極9aを構成する材料の熱膨張係数との差が大きく、熱応力が発生する場合でも、画素電極9aには、熱応力分布に起因するヒロック等の欠陥が発生し難い等、実施の形態1と同様な効果を奏する。

20

【0074】

また、本形態では、画素電極9aおよび絶縁保護膜17の熱膨張係数は、以下の関係

画素電極9a > 第1絶縁保護膜171 < 第2絶縁保護膜172

になっており、第1絶縁保護膜171を上下から熱膨張係数が高くなる層(画素電極9a(反射性導電膜9)および第2絶縁保護膜172)の間に挟んだ構造となる。従って、画素電極9aと第1絶縁保護膜171との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、第1絶縁保護膜171と第2絶縁保護膜172との熱膨張係数の差に起因する熱応力とが打ち消される。このため、画素電極9aに応力が加わりにくい。

30

【0075】

また、本形態では、絶縁保護膜17(第1絶縁保護膜171および第2絶縁保護膜172)、および平坦化絶縁膜18の屈折率は、以下の関係

第1絶縁保護膜171 < 第2絶縁保護膜172 > 平坦化絶縁膜18

になっている。このため、絶縁保護膜17(第1絶縁保護膜171および第2絶縁保護膜172)を、増反射膜として機能させることができる。従って、画素電極9aでの反射率を高めることができる。絶縁保護膜17による増反射効果を効率的に得る為に、平坦化絶縁膜18の屈折率と、その上に形成される配向膜及び液晶層の屈折率は近いことが好ましい。

40

【0076】

また、本形態では、平坦化絶縁膜18がノンドーブシリコン酸化膜であるため、ドーブトシリコン酸化膜の表面を研磨した場合と違って、研磨装置がリンやボロンで汚染されることを防止することができる。

【0077】

[実施の形態4]

図10は、本発明の実施の形態4に係る電気光学装置100の画素の断面図である。図11は、本発明の実施の形態4に係る電気光学装置100の製造方法の要部を示す工程断

50

面図である。なお、本形態の基本的な構成は、実施の形態 1 と同様であるため、共通する部分には、同一の符号を付してそれらの説明を省略する。

【0078】

図 10 に示すように、本形態の電気光学装置 100 に用いた素子基板 10 でも、実施の形態 1 と同様、画素電極 9a としては、アルミニウム膜の単層膜、チタン窒化膜（下層側）およびアルミニウム膜（上層側）が積層された積層膜、チタン膜（下層側）およびアルミニウム膜（上層側）が積層された積層膜等が用いられている。また、画素電極 9a の表面には、実施の形態 1 と同様、透光性の絶縁保護膜 17、および透光性の平坦化絶縁膜 18 が形成されている。絶縁保護膜 17 は、画素電極 9a を形成するための反射性導電膜および第 1 絶縁膜をこの順に成膜した後、画素電極 9a と同時にパターンニング形成されてなる。このため、絶縁保護膜 17 は、画素電極 9a と同一のパターン形状をもって画素電極 9a と重なっている。

10

【0079】

ここで、平坦化絶縁膜 18 は、絶縁保護膜 17 の上層に積層された第 1 平坦化絶縁膜 181 と、第 1 平坦化絶縁膜 181 の上層に積層された第 2 平坦化絶縁膜 182 の 2 層構造になっている。第 1 平坦化絶縁膜 181 の表面は平坦化されておらず、下層側の凹部 9e、9f に起因する凹凸が形成されている。これに対して、第 2 平坦化絶縁膜 182 の表面は平坦化されており、隣り合う画素電極 9a の間（凹部 9e）に形成されている部分の表面と、画素電極 9a と重なる部分の表面とは連続した平坦面を形成している。

【0080】

また、本形態において、第 1 平坦化絶縁膜 181 は、絶縁保護膜 17 より大きな熱膨張係数を有しており、絶縁保護膜 17 は、第 1 平坦化絶縁膜 181 に比して屈折率が小さい。例えば、絶縁保護膜 17 および平坦化絶縁膜 18 について以下の構成

絶縁保護膜 17 = ノンドープシリコン酸化膜

平坦化絶縁膜 18

第 1 平坦化絶縁膜 181 = 窒素を含有するシリコン化合物、または金属酸化膜

第 2 平坦化絶縁膜 182 = ノンドープシリコン酸化膜

熱膨張係数

絶縁保護膜 17 < 第 1 平坦化絶縁膜 181 > 第 2 平坦化絶縁膜 182

屈折率

絶縁保護膜 17 < 第 1 平坦化絶縁膜 181 > 第 2 平坦化絶縁膜 182

が採用されている。すなわち、絶縁保護膜 17 および第 2 平坦化絶縁膜 182 は、ノンドープシリコン酸化膜からなり、かかるノンドープシリコン酸化膜は、熱膨張係数が $0.5 \times 10^{-6}/$ であり、屈折率は 1.45 である。第 1 平坦化絶縁膜 181 は、シリコン窒化膜、シリコン酸窒化膜、シリコン窒酸化膜等、窒素を含有するシリコン化合物、またはチタン酸化膜、マグネシウム酸化膜、ニオブ酸化膜等の金属酸化膜からなる。かかる材料のうち、例えば、シリコン窒化膜は、熱膨張係数が $3.0 \times 10^{-6}/$ であり、屈折率は 2.05 である。チタン酸化膜は、熱膨張係数が $9.0 \times 10^{-6}/$ であり、屈折率は 2.10 である。

【0081】

かかる構成の電気光学装置 100 を製造するには、図 11 (a) に示すように、図 4 および図 5 を参照して実施の形態 1 で説明した方法と同様に、画素電極 9a および絶縁保護膜 17 を同時にパターンニング形成した後、図 11 (a)、(b) に示す第 2 絶縁膜形成工程において、平坦化絶縁膜 18 を形成するための第 2 絶縁膜 18s を形成する第 2 絶縁膜形成工程を行う。本形態では、図 11 (a) に示す第 1 平坦化絶縁膜形成工程において、CVD 法により、シリコン窒化膜等のシリコン化合物や、チタン酸化膜等の金属酸化膜からなる第 1 平坦化絶縁膜 181 を形成した後、図 11 (b) に示す第 2 平坦化絶縁膜形成工程において、CVD 法等により、ノンドープシリコン酸化膜からなる第 2 平坦化絶縁膜 182 を形成する。

【0082】

20

30

40

50

次に、図 1 1 (c) に示す平坦化工程においては、第 2 絶縁膜 1 8 s の表面 (第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2 の表面) を化学機械研磨等の方法により平坦化して平坦化絶縁膜 1 8 を形成する (平坦化絶縁膜形成工程) 。その際、絶縁保護膜 1 7 の表面が露出しない程度に第 2 絶縁膜 1 8 s (平坦化絶縁膜 1 8) を残す。その後、配向膜 1 6 を形成する。

【 0 0 8 3 】

このように、本形態でも、実施の形態 1 と同様、画素電極 9 a を形成するための反射性導電膜、および絶縁保護膜 1 7 を形成するための第 1 絶縁膜をこの順に成膜した後、画素電極 9 a と絶縁保護膜 1 7 とを同時にパターンニング形成する。このため、絶縁保護膜 1 7 と、画素電極 9 a を構成する材料の熱膨張係数との差が大きい場合でも、画素電極 9 a には、熱応力分布に起因するヒロック等の欠陥が発生しない等、実施の形態 1 と同様な効果を奏する。

【 0 0 8 4 】

また、本形態では、画素電極 9 a 、絶縁保護膜 1 7 、および平坦化絶縁膜 1 8 の熱膨張係数は、以下の関係

画素電極 9 a > 絶縁保護膜 1 7 < 第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 > 第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2 になっている。従って、各界面における熱膨張係数の差に起因する熱応力が打ち消される。このため、画素電極 9 a に応力が加わりにくい。

【 0 0 8 5 】

また、本形態では、絶縁保護膜 1 7 および平坦化絶縁膜 1 8 (第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 および第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2) の屈折率は、以下の関係

絶縁保護膜 1 7 < 第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 > 第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2 になっている。このため、絶縁保護膜 1 7 と第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 を、増反射膜として機能させることができる。従って、画素電極 9 a での反射率を高めることができる。絶縁保護膜 1 7 と第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 による増反射効果を効率的に得る為に、第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2 の屈折率と、その上に形成される配向膜及び液晶層の屈折率は近いことが好ましい。

【 0 0 8 6 】

[実施の形態 4 の変形例]

上記実施の形態 4 では、第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 の表面については研磨せずに、第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2 の表面のみを研磨したが、第 1 平坦化絶縁膜 1 8 1 の表面、および第 2 平坦化絶縁膜 1 8 2 の表面の双方を研磨してもよい。

【 0 0 8 7 】

[他の電気光学装置への適用例]

上記実施の形態では、電気光学装置 1 0 0 の素子基板 1 0 として、反射型の液晶装置の素子基板 1 0 に本発明を適用したが、有機エレクトロルミネッセンス表示装置やプラズマ表示装置等、他の電気光学装置の素子基板に本発明を適用してもよい。

【 0 0 8 8 】

[電子機器への搭載例]

上述した実施形態に係る電気光学装置 1 0 0 を適用した電子機器について説明する。図 1 2 は、本発明を適用した電気光学装置 1 0 0 (反射型液晶装置) を用いた投射型表示装置の概略構成図である。

【 0 0 8 9 】

図 1 2 に示す投射型表示装置 1 0 0 0 において、光源部 8 9 0 は、システム光軸 L に沿って光源 8 1 0 、インテグレーターレンズ 8 2 0 および偏光変換素子 8 3 0 が配置された偏光照明装置 8 0 0 を有している。また、光源部 8 9 0 は、システム光軸 L に沿って、偏光照明装置 8 0 0 から出射された S 偏光光束を S 偏光光束反射面 8 4 1 により反射させる偏光ビームスプリッター 8 4 0 と、偏光ビームスプリッター 8 4 0 の S 偏光光束反射面 8 4 1 から反射された光のうち、青色光 (B) の成分を分離するダイクロイックミラー 8 4 2 と、青色光が分離された後の光束のうち、赤色光 (R) の成分を反射させて分離するダイクロイックミラー 8 4 3 とを有している。

【 0 0 9 0 】

また、投射型表示装置 1 0 0 0 は、各色光が入射する 3 つの反射型の電気光学装置 1 0 0 (反射型の液晶装置 1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B) を備えており、光源部 8 9 0 は、3 つの電気光学装置 1 0 0 (液晶装置 1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B) に所定の色光を供給する。

【 0 0 9 1 】

かかる投射型表示装置 1 0 0 0 においては、3 つの液晶装置 1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B にて変調された光をダイクロイックミラー 8 4 2、8 4 3、および偏光ビームスプリッター 8 4 0 にて合成した後、この合成光を投射光学系 8 5 0 によってスクリーン 8 6 0 等の被投射部材に投射する。

10

【 0 0 9 2 】

(他の投射型表示装置)

なお、投射型表示装置については、光源部として、各色の光を出射する L E D 光源等を用い、かかる L E D 光源から出射された色光を各々、別の液晶装置に供給するように構成してもよい。

【 0 0 9 3 】

(他の電子機器)

本発明を適用した電気光学装置 1 0 0 については、上記の電子機器の他にも、携帯電話機、情報携帯端末 (P D A : Personal Digital Assistants)、デジタルカメラ、液晶テレビ、カーナビゲーション装置、テレビ電話、P O S 端末、タッチパネルを備えた機器等の電子機器において直視型表示装置として用いてもよい。

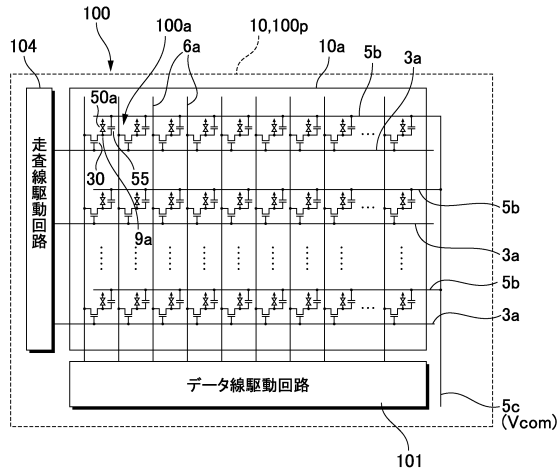
20

【 符号の説明 】

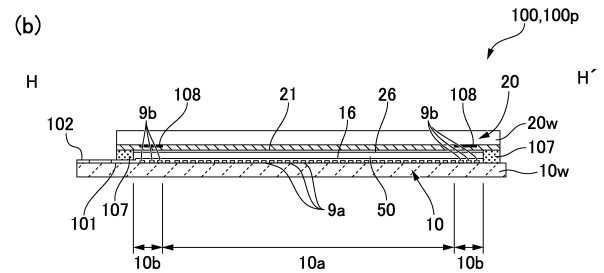
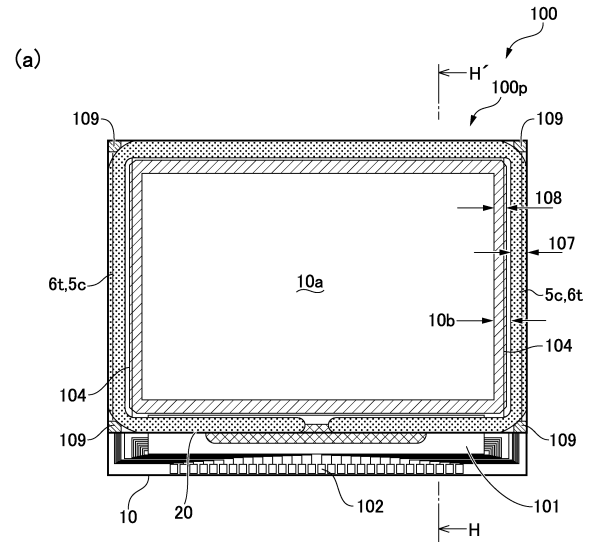
【 0 0 9 4 】

9 a ・ ・ 画素電極、9 e、9 f ・ ・ 凹部、1 0 ・ ・ 素子基板、1 6 ・ ・ 配向膜、1 7 ・ ・ 絶縁保護膜、1 7 s ・ ・ 絶縁保護膜形成用の第 1 絶縁膜、1 8 ・ ・ 平坦化絶縁膜、1 8 s ・ ・ 平坦化絶縁膜形成用の第 2 絶縁膜、1 9 ・ ・ ノンドープシリコン膜、2 0 ・ ・ 対向基板、2 1 ・ ・ 共通電極、5 0 ・ ・ 液晶層、1 0 0 ・ ・ 電気光学装置、1 7 1 ・ ・ 第 1 絶縁保護膜、1 7 2 ・ ・ 第 2 絶縁保護膜、1 8 1 ・ ・ 第 1 平坦化絶縁膜、1 8 2 ・ ・ 第 2 平坦化絶縁膜、1 0 0 0 ・ ・ 投射型表示装置

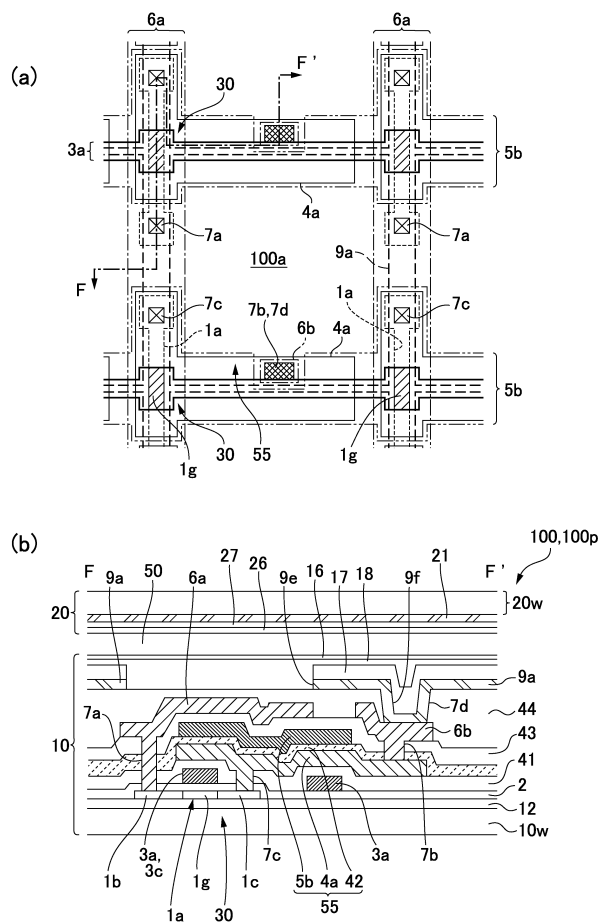
【図 1】



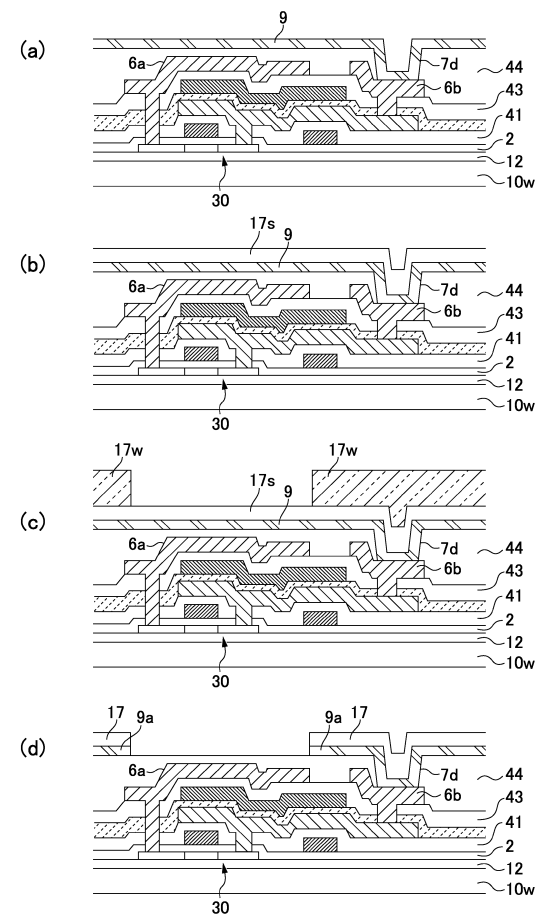
【図 2】



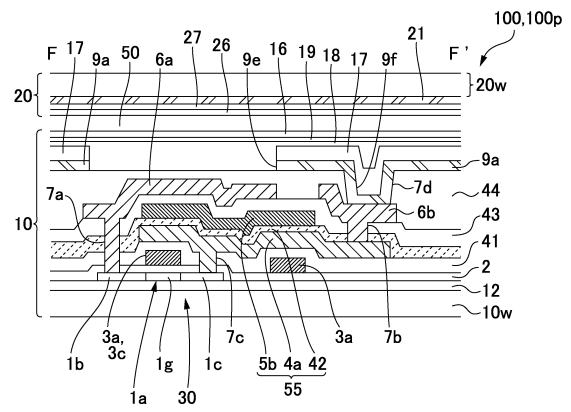
【図 3】



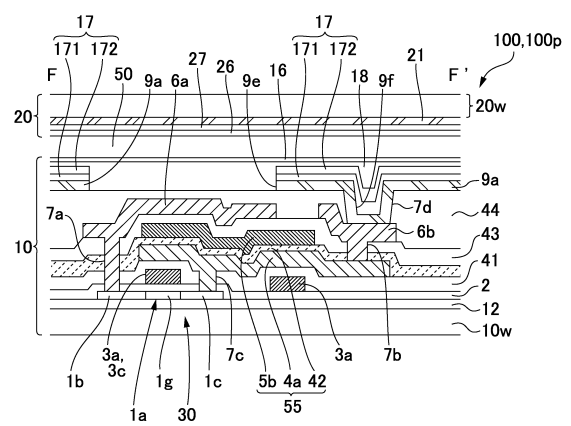
【図 4】



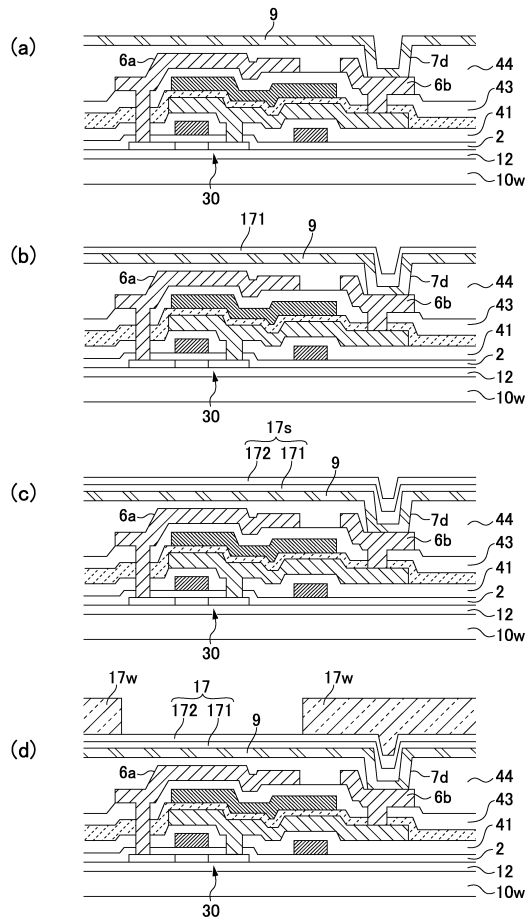
【 図 6 】



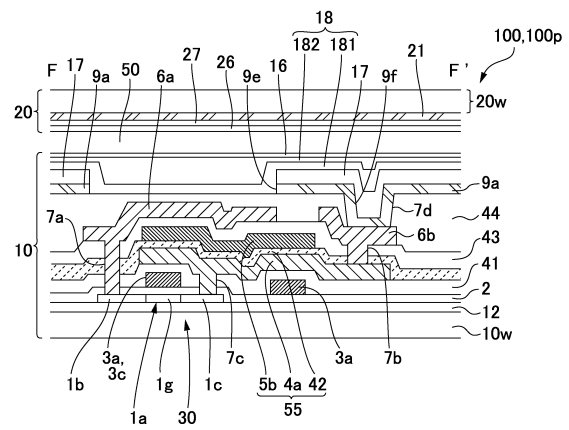
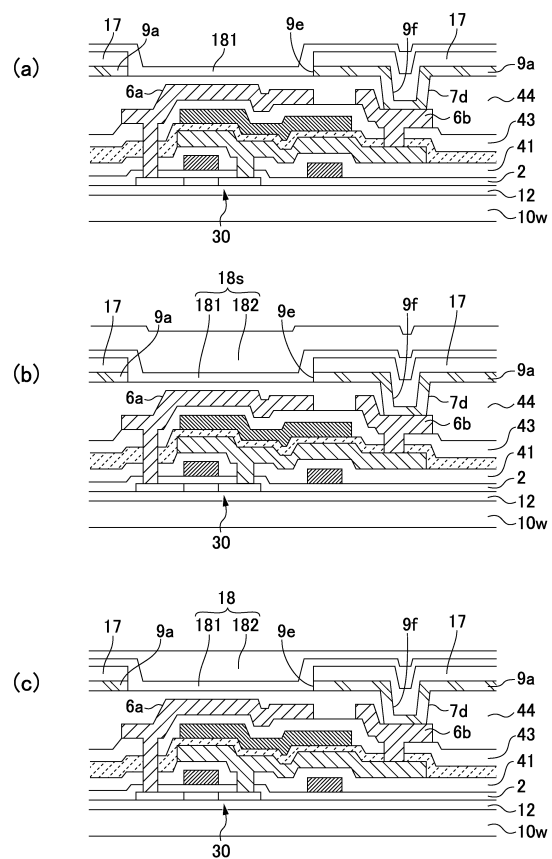
【圖 8】



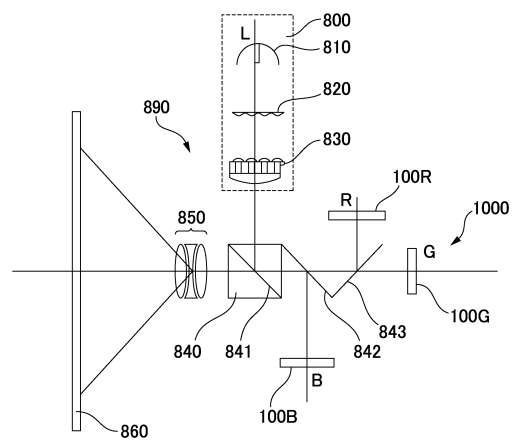
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【圖 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 6 4 8 7 2 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 3 9 9 2 0 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 0 6 2 1 2 (J P , A)
特表 2 0 0 2 - 5 3 2 7 6 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 0 2 7 0 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F	1 / 1 3 3 3
G 0 2 F	1 / 1 3 3 7
G 0 2 F	1 / 1 3 6 8
G 0 2 F	1 / 1 3 4 3