

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5648437号
(P5648437)

(45) 発行日 平成27年1月7日 (2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日 (2014.11.21)

(51) Int.Cl.

F I

GO2F 1/1343 (2006.01)

GO2F 1/1337 (2006.01)

GO9F 9/30 (2006.01)

GO3B 21/00 (2006.01)

GO3B 21/14 (2006.01)

GO2F 1/1343

GO2F 1/1337 5 1 5

GO9F 9/30 3 4 9 Z

GO3B 21/00 E

GO3B 21/14 Z

請求項の数 7 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-254587 (P2010-254587)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成22年11月15日 (2010.11.15)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-108169 (P2012-108169A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成24年6月7日 (2012.6.7)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成25年10月4日 (2013.10.4)		弁理士 渡辺 和昭
前置審査		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(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	小濱 健太
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気光学装置および投射型表示装置

(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、
該画素トランジスターを覆う層間絶縁膜と、
前記画素トランジスターに対応して前記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設けられ、当該層間絶縁膜と異なる熱膨張係数を有する反射性の画素電極と、
前記層間絶縁膜と前記画素電極との間に配置され、前記画素電極と接するように配置される絶縁性の応力緩和膜と、
を有し、
前記応力緩和膜は、研磨により平坦化された前記層間絶縁膜の平坦面上に、前記画素電極の厚さよりも薄く形成されており、

前記応力緩和膜の熱膨張係数は、前記画素電極の熱膨張係数より小さく、前記層間絶縁膜の熱膨張係数より大きいことを特徴とする電気光学装置。

【請求項 2】

前記画素電極は、最表層がアルミニウム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】

前記画素電極は、アルミニウムを含む膜、及びチタンを含む膜を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電気光学装置。

【請求項 4】

前記応力緩和膜は、前記層間絶縁膜の熱膨張係数と前記画素電極の熱膨張係数との間の熱膨張係数を有する単層膜であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の電気光学装置。

【請求項 5】

前記応力緩和膜は、前記層間絶縁膜と異なる熱膨張係数をもって当該層間絶縁膜に接する第 1 応力緩和膜と、該第 1 応力緩和膜および前記画素電極と異なる熱膨張係数をもって前記第 1 応力緩和膜および前記画素電極に接する第 2 応力緩和膜と、を備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電気光学装置。

【請求項 6】

前記画素電極を覆う絶縁膜を有し、
前記絶縁膜において少なくとも前記画素電極に接する部分が、リンおよびボロンのうちの少なくとも一方がドーパされたドーパトシリコン酸化膜からなることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項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】

【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、および当該電気光学装置を備えた投射型表示装置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、アルミニウム膜等の反射性の画素電極、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）。

【0003】

また、液晶装置において、反射性の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形成されることがある。例えば、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、反射性の画素電極の表面に、絶縁膜として、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜等からなる平坦化絶縁膜が形成される。

【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】

【0005】

しかしながら、反射性の画素電極を形成した後、画素電極の上層側に絶縁膜を形成すると、絶縁膜を成膜する際の熱が原因で画素電極に大きな熱応力が発生し、かかる熱応力は、画素電極の表面にヒロック等の欠陥を低下させるという問題点がある。例えば、ノンドーパシリコン酸化膜からなる層間絶縁膜の上層にアルミニウム膜からなる画素電極を形成した状態で絶縁膜を形成すると、アルミニウム膜の熱膨張係数 ($23 \cdot 1 \times 10^{-6} /$) と、ノンドーパシリコン酸化膜の熱膨張係数 ($0 \cdot 5 \times 10^{-6} /$) との差が大きいため

10

20

30

40

50

、画素電極に大きな熱応力が発生する。その結果、熱応力によって、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。

【0006】

以上の問題点を鑑みて、本発明の課題は、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ことを防止することができる電気光学装置、および該電気光学装置を用いた投射型表示装置提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の電気光学装置は、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、該画素トランジスターを覆う層間絶縁膜と、前記画素トランジスターに対応して前記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設けられ、当該層間絶縁膜と異なる熱膨張係数を有する反射性の画素電極と、前記層間絶縁膜と前記画素電極との間に配置され、前記画素電極と接するように配置される絶縁性の応力緩和膜と、を有し、前記応力緩和膜は、研磨により平坦化された前記層間絶縁膜の平坦面上に、前記画素電極の厚さよりも薄く形成されており、前記応力緩和膜の熱膨張係数は、前記画素電極の熱膨張係数より小さく、前記層間絶縁膜の熱膨張係数より大きいことを特徴とする。

10

また、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、該画素トランジスターを覆う層間絶縁膜と、前記画素トランジスターに対応して前記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設けられ、当該層間絶縁膜と異なる熱膨張係数を有する反射性の画素電極と、前記層間絶縁膜と前記画素電極との層間に設けられ、当該層間絶縁膜に接する部分が当該層間絶縁膜と異なる熱膨張係数を有するとともに、前記画素電極と接する部分が当該画素電極と異なる熱膨張係数を有する絶縁性の応力緩和膜と、を有していることを特徴とする。

20

【0008】

本発明において、「層間絶縁膜に接する部分が層間絶縁膜と異なる熱膨張係数を有するとともに、画素電極と接する部分が画素電極と異なる熱膨張係数を有する絶縁性の応力緩和膜」とは、応力緩和膜が単層膜である場合、かかる単層膜が層間絶縁膜および画素電極と異なる熱膨張係数を有していることを意味する。また、応力緩和膜が多層膜である場合、応力緩和膜において、層間絶縁膜に接する層が層間絶縁膜と異なる熱膨張係数を有しており、画素電極に接する層が画素電極と異なる熱膨張係数を有していることを意味する。

30

【0009】

本発明では、層間絶縁膜と画素電極との間には応力緩和膜が介在しており、かかる応力緩和膜は、層間絶縁膜と異なる熱膨張係数をもって層間絶縁膜に接するとともに、画素電極と異なる熱膨張係数をもって画素電極に接している。このため、絶縁膜を形成する際、層間絶縁膜の熱膨張係数と画素電極の熱膨張係数との差に起因する熱応力が画素電極に発生する場合でも、層間絶縁膜と画素電極とが直接、接している場合と比較して、熱応力の発生を軽減することができる。従って、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ので、画素電極表面の平滑度が低下して画素電極の反射率が低下するのを回避することができる。

40

【0010】

本発明は、前記画素電極の最表層がアルミニウム膜（アルミニウム合金膜も含む）からなる場合に適用すると、効果的である。アルミニウム膜（熱膨張係数 = $23 \cdot 1 \times 10^{-6} /$ ）は、ノンドープシリコン酸化膜（熱膨張係数 = $0 \cdot 5 \times 10^{-6} /$ ）等との熱膨張係数の差が大きいので、大きな熱応力が発生しやすく、ヒロック等の欠陥が発生しやすい。従って、画素電極の最表層がアルミニウム膜からなる場合に本発明を適用すると、画素電極の表面にヒロック等の欠陥が発生するのを効果的に防止することができる。

【0011】

本発明においては、例えば、前記応力緩和膜が、前記層間絶縁膜の熱膨張係数と前記画素電極の熱膨張係数との間の熱膨張係数を有する単層膜である構成を採用することができ

50

る。かかる構成によれば、応力緩和膜が層間絶縁膜と画素電極との間において熱膨張係数の差を緩和するので、画素電極に熱応力が発生するのを防止することができる。

【0012】

本発明において、前記応力緩和膜は、前記層間絶縁膜の熱膨張係数、および前記画素電極の熱膨張係数よりも小さな熱膨張係数を有する単層膜である構成を採用してもよい。かかる構成によれば、応力緩和膜を上下から熱膨張係数大きな層（層間絶縁膜および画素電極）で挟んだ構造となる。従って、層間絶縁膜と応力緩和膜との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、応力緩和膜と画素電極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。

10

【0013】

本発明において、前記応力緩和膜は、前記層間絶縁膜と異なる熱膨張係数をもって当該層間絶縁膜に接する第1応力緩和膜と、該第1応力緩和膜および前記画素電極と異なる熱膨張係数をもって前記第1応力緩和膜および前記画素電極に接する第2応力緩和膜と、を備えている構成を採用してもよい。かかる構成によれば、第1応力緩和膜を上下から層間絶縁膜および第2応力緩和膜で挟み、第2応力緩和膜を上下から第1応力緩和膜および画素電極で挟んだ構造となる。従って、層間絶縁膜と第1応力緩和膜との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、第1応力緩和膜と第2応力緩和膜との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、第2応力緩和膜と画素電極との熱膨張係数の差に起因する熱応力とが互いに打ち消されるので、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。

20

【0014】

この場合、前記第1応力緩和膜は、前記層間絶縁膜に比して大きな熱膨張係数を有し、前記第2応力緩和膜は、前記第1応力緩和膜および前記画素電極に比して小さな熱膨張係数を有していることが好ましい。

【0015】

本発明においては、前記絶縁膜において少なくとも前記画素電極に接する部分が、リンおよびボロンのうちの少なくとも一方がドーパされたドーフトシリコン酸化膜からなることが好ましい。かかる構成によれば、ドーフトシリコン酸化膜の熱膨張係数（ $2 \sim 4 \times 10^{-6} /$ ）は、ノンドーフトシリコン酸化膜の熱膨張係数（ $0.5 \times 10^{-6} /$ ）等）に比して、画素電極を構成するアルミニウム膜の熱膨張係数（ $23.1 \times 10^{-6} /$ ）や他の金属材料の熱膨張係数との差が小さい。このため、加熱した状態でドーフトシリコン酸化膜を成膜しても、画素電極および絶縁膜に大きな熱応力が発生しないので、画素電極の表面にヒロック等の欠陥が発生しにくい。

30

【0016】

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、前記素子基板の一方面側に対向配置された対向基板と、前記素子基板と前記対向基板との間に保持された液晶層と、が設けられ、前記素子基板の最表面には配向膜が設けられることになる。

【0017】

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。

40

【0018】

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】

【0019】

【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。

50

【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で用いた応力緩和膜の説明図である。

【図 7】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。

【図 8】本発明の実施の形態 3 に係る電気光学装置で用いた応力緩和膜の説明図である。

【図 9】本発明の実施の形態 5 に係る電気光学装置の画素の断面図である。

【図 10】本発明の実施の形態 6 に係る電気光学装置の画素の断面図である。

10

【図 11】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】

【0020】

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。また、素子基板に形成された層において、表面および表層とは、基板本体が位置する側とは反対側の面や層を意味する。

20

【0021】

[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 100 は、反射型の液晶装置であり、TN (Twisted Nematic) モードやVA (Vertical Alignment) モードの反射型の液晶パネル 100p を有している。液晶パネル 100p は、その中央領域に複数の画素 100a がマトリクス状に配列された画素領域 10a (画像表示領域) を備えている。液晶パネル 100p において、後述する素子基板 10 (図 2 等を参照) では、画素領域 10a の内側で複数本のデータ線 6a および複数本の走査線 3a 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 100a が構成されている。複数の画素 100a 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 30、および後述する画素電極 9a が形成されている。画素トランジスター 30 のソースにはデータ線 6a が電氣的に接続され、画素トランジスター 30 のゲートには走査線 3a が電氣的に接続され、画素トランジスター 30 のドレインには、画素電極 9a が電氣的に接続されている。

30

【0022】

素子基板 10 において、画素領域 10a より外周側には走査線駆動回路 104 やデータ線駆動回路 101 が設けられている。データ線駆動回路 101 は各データ線 6a 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 6a に順次供給する。走査線駆動回路 104 は、各走査線 3a に電氣的に接続しており、走査信号を各走査線 3a に順次供給する。

40

【0023】

各画素 100a において、画素電極 9a は、後述する対向基板 20 (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 50a を構成している。また、各画素 100a には、液晶容量 50a で保持される画像信号の変動を防ぐために、液晶容量 50a と並列に保持容量 55 が付加されている。本形態では、保持容量 55 を構成するために、複数の画素 100a に跨って走査線 3a と並行して延びた容量線 5b が形成されて

50

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 4 】

(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。

10

【 0 0 2 5 】

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 も略四角形に設けられ、シール材 1 0 7 の内周縁と画素領域 1 0 a の外周縁との間には、略四角形の周辺領域 1 0 b が額縁状に設けられている。素子基板 1 0 において、画素領域 1 0 a の外側では、素子基板 1 0 の一辺に沿ってデータ線駆動回路 1 0 1 および複数の端子 1 0 2 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 1 0 4 が形成されている。なお、端子 1 0 2 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 1 0 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。

20

【 0 0 2 6 】

詳しくは後述するが、素子基板 1 0 の一側面側において、画素領域 1 0 a には、図 1 を参照して説明した画素トランジスタ 3 0、および画素トランジスタ 3 0 に対応して設けられた画素電極 9 a がマトリクス状に形成されており、かかる画素電極 9 a の上層側には配向膜 1 6 が形成されている。なお、素子基板 1 0 の一側面側において、周辺領域 1 0 b には、画素電極 9 a と同時形成されたダミー画素電極 9 b が形成されている。ダミー画素電極 9 b については、ダミーの画素トランジスタと電氣的に接続された構成、あるいは画素トランジスタ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 9 b は、素子基板 1 0 において配向膜 1 6 が形成される面を研磨により平坦化する際、画素領域 1 0 a と周辺領域 1 0 b との高さ位置を揃え、配向膜 1 6 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 9 b を所定の電位に設定すれば、画素領域 1 0 a 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。

30

【 0 0 2 7 】

対向基板 2 0 において素子基板 1 0 と対向する一側面側には共通電極 2 1 が形成されており、共通電極 2 1 の上層には配向膜 2 6 が形成されている。共通電極 2 1 は、対向基板 2 0 の略全面あるいは複数の帯状電極として複数の画素 1 0 0 a に跨って形成されている。また、対向基板 2 0 において素子基板 1 0 と対向する一側面側には、共通電極 2 1 の下層側に遮光層 1 0 8 が形成されている。本形態において、遮光層 1 0 8 は、画素領域 1 0 a 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 1 0 8 の外周縁は、シール材 1 0 7 の内周縁との間に隙間を隔てた位置にあり、遮光層 1 0 8 とシール材 1 0 7 とは重なっていない。なお、対向基板 2 0 において、遮光層 1 0 8 は、隣り合う画素電極 9 a 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。

40

【 0 0 2 8 】

このように構成した液晶パネル 1 0 0 p において、素子基板 1 0 には、シール材 1 0 7 より外側において対向基板 2 0 の角部分と重なる領域に、素子基板 1 0 と対向基板 2 0 との間で電氣的導通をとるための基板間導通部 1 0 9 が形成されている。かかる基板間導通

50

部 1 0 9 には、導電粒子を含んだ基板間導通材 1 0 9 a が配置されており、対向基板 2 0 の共通電極 2 1 は、基板間導通材 1 0 9 a を介して素子基板 1 0 側に電氣的に接続されている。このため、共通電極 2 1 は、素子基板 1 0 の側から共通電位 V_{com} が印加されている。シール材 1 0 7 は、略同一の幅寸法をもって対向基板 2 0 の外周縁に沿って設けられている。このため、シール材 1 0 7 は、略四角形である。但し、シール材 1 0 7 は、対向基板 2 0 の角部分と重なる領域では基板間導通部 1 0 9 を避けて内側を通るように設けられており、シール材 1 0 7 の角部分は略円弧状である。

【 0 0 2 9 】

かかる構成の電気光学装置 1 0 0 において、本形態では、共通電極 2 1 を透光性導電膜により形成し、画素電極 9 a 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 1 0 0 では、対向基板 2 0 側から入射した光は、素子基板 1 0 側で反射して対向基板 2 0 側から出射される間に変調されて画像を表示する。

10

【 0 0 3 0 】

電気光学装置 1 0 0 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 2 0 には、カラーフィルター（図示せず）や保護膜が形成される。また、電気光学装置 1 0 0 では、使用する液晶層 5 0 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 1 0 0 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 1 0 0 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 1 0 0 の各々には、RGB色分解用のダイクロイ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。

20

【 0 0 3 1 】

以下、本形態の電気光学装置 1 0 0 では、液晶層 5 0 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 1 0 0 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。

【 0 0 3 2 】

（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 1 0 0 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 1 0 0 に用いた素子基板 1 0 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 1 0 0 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 1 a は細くて短い点線で示し、走査線 3 a は太い実線で示し、データ線 6 a 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 5 b は二点鎖線で示し、画素電極 9 a は太くて長い破線で示し、下電極層 4 a は細い実線で示してある。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 (a) に示すように、素子基板 1 0 上には、複数の画素 1 0 0 a の各々に矩形状の画素電極 9 a が形成されており、各画素電極 9 a の縦横の境界に各々沿ってデータ線 6 a および走査線 3 a が形成されている。データ線 6 a および走査線 3 a は各々、直線的に延びており、データ線 6 a と走査線 3 a とが交差する領域に画素トランジスター 3 0 が形成されている。素子基板 1 0 上には、走査線 3 a と重なるように容量線 5 b が形成されている。本形態において、容量線 5 b は、走査線 3 a と重なるように直線的に延びた主線部分と、データ線 6 a と走査線 3 a との交差部分でデータ線 6 a に重なるように延びた副線部分とを備えている。

40

【 0 0 3 4 】

図 3 (a)、(b) に示すように、素子基板 1 0 は、石英基板、ガラス基板、シリコン基板等の基板本体 1 0 w の液晶層 5 0 側の表面（一方面側）に形成された画素電極 9 a、画素スイッチング用の画素トランジスター 3 0、および配向膜 1 6 を主体として構成されており、対向基板 2 0 は、石英基板やガラス基板等の透光性の基板本体 2 0 w、その液晶

50

層 5 0 側の表面（一方向側）に形成された共通電極 2 1、および配向膜 2 6 を主体として構成されている。

【 0 0 3 5 】

素子基板 1 0 において、複数の画素 1 0 0 a の各々には、半導体層 1 a を備えた画素トランジスタ 3 0 が形成されている。半導体層 1 a は、走査線 3 a の一部からなるゲート電極 3 c 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 1 g と、ソース領域 1 b と、ドレイン領域 1 c とを備えており、ソース領域 1 b およびドレイン領域 1 c 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 1 a は、例えば、基板本体 1 0 w 上に、シリコン酸化膜等からなる下地絶縁膜 1 2 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、C V D 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 1 a を熱酸化してなるシリコン酸化膜と、C V D 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 3 a 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。

10

【 0 0 3 6 】

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。

20

【 0 0 3 7 】

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。

30

【 0 0 3 8 】

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 3 9 】

40

（画素電極 9 a 周辺の構成）

データ線 6 a およびドレイン電極 6 b の上層側には、厚さが 6 0 0 n m 程度のシリコン酸化膜等からなる第 3 層間絶縁膜 4 4 が形成されており、かかる第 3 層間絶縁膜 4 4 の上層側には、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 が形成されている。画素電極 9 a の厚さは 2 0 0 n m 程度である。

【 0 0 4 0 】

本形態では、第 3 層間絶縁膜 4 4 の上層に、後述する絶縁性の応力緩和膜 4 6 が積層されており、かかる応力緩和膜 4 6 の上層に画素電極 9 a が積層されている。応力緩和膜 4 6 の厚さは例えば、第 3 層間絶縁膜 4 4 の厚さの 1 / 1 0 程度であり、本形態において、応力緩和膜 4 6 の厚さは 5 0 n m 程度である。第 3 層間絶縁膜 4 4 および応力緩和膜 4 6

50

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、応力緩和膜 4 6 の表面は連続した平坦面になっており、かかる平坦面上に画素電極 9 a が形成されている。かかる平坦面は、後述する製造方法のように、第 3 層間絶縁膜 4 4 の表面および応力緩和膜 4 6 の表面のうちの少なくとも一方を研磨により平坦化することにより構成することができる。なお、応力緩和膜 4 6 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 1 】

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 2 】

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) である。配向膜 1 6 と画素電極 9 a との層間には、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜等からなる平坦化絶縁膜 1 7 が透光性の絶縁膜として形成されており、画素電極 9 a は平坦化絶縁膜 1 7 によって覆われている。かかる平坦化絶縁膜 1 7 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 7 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) と重なる部分の表面と、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。

【 0 0 4 3 】

(第 3 層間絶縁膜 4 4 および応力緩和膜 4 6 の膜構成)

本形態の電気光学装置 1 0 0 において、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 と異なる熱膨張係数をもって第 3 層間絶縁膜 4 4 に接しているとともに、画素電極 9 a と異なる熱膨張係数をもって画素電極 9 a に接している。また、第 3 層間絶縁膜 4 4、応力緩和膜 4 6、および画素電極 9 a の熱膨張係数は以下の関係

熱膨張係数

第 3 層間絶縁膜 4 4 < 応力緩和膜 4 6 < 画素電極 9 a

を有しており、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 の熱膨張係数と画素電極 9 a の熱膨張係数との間の熱膨張係数を有する単層膜である。

【 0 0 4 4 】

より具体的には、第 3 層間絶縁膜 4 4 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 (N S G 膜) からなる。応力緩和膜 4 6 は、リンがドーピングされたリンドーピングシリコン酸化膜 (P S G 膜)、ボロンがドーピングされたボロンドーピングシリコン酸化膜 (B S G 膜)、ボロンおよびリンがドーピングされたボロン・リンドーピングシリコン酸化膜 (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ピングされたドーピングシリコン酸化膜からなる。従って、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 に比して、画素電極 9 a を構成する材料との熱膨張係数の差が小さい。

【 0 0 4 5 】

すなわち、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、応力緩和膜 46 および第 3 層間絶縁膜 44 の熱膨張係数は以下のレベル

応力緩和膜 46 (ドーブシリコン酸化膜) の熱膨張係数 $= 2 \sim 4 \times 10^{-6} /$

第 3 層間絶縁膜 44 (ノンドープシリコン酸化膜) の熱膨張係数 $= 0.5 \times 10^{-6} /$

である。

【0046】

(対向基板 20 等の構成)

対向基板 20 では、石英基板やガラス基板等の透光性の基板本体 20w の液晶層 50 側の表面 (素子基板 10 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 21 が形成されており、かかる共通電極 21 を覆うように配向膜 26 が形成されている。配向膜 26 は、配向膜 16 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 26 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 26 と共通電極 21 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 27 が形成されている。保護膜 27 は、表面が平坦面になっており、かかる平坦面上に配向膜 26 が形成されている。かかる配向膜 16、26 は、液晶層 50 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 100p は、ノーマリブラックの VA モードとして動作する。

【0047】

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 101 および走査線駆動回路 104 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 30 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 10 においてデータ線駆動回路 101 および走査線駆動回路 104 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。

【0048】

(電気光学装置 100 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 100 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 100 を製造するにあたって、素子基板 10 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 30、保持容量 55、データ線 6a を形成した後、第 3 層間絶縁膜 44 を形成するためのシリコン酸化膜 (ノンドープシリコン酸化膜) を減圧 CVD 法やプラズマ CVD 法等により形成する (層間絶縁膜形成工程)。かかるノンドープシリコン酸化膜を形成する際に減圧 CVD 法を採用する場合、成膜温度は、例えば $650 \sim 750$ 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、ノンドープシリコン酸化膜を形成する際にプラズマ CVD 法を採用する場合、成膜温度は、例えば $250 \sim 450$ であり、使用する原料ガスは SiH_4 、 N_2O 等である。また、ノンドープシリコン酸化膜をプラズマ CVD 法により形成する際、使用する原料ガスが $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 、 O_2 等である場合、成膜温度は、例えば $350 \sim 450$ である。

【0049】

次に、図 4 (b) に示す平坦化工程では、第 3 層間絶縁膜 44 の表面を研磨し、その表面を平坦化する。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。

【0050】

次に、図4(c)に示す応力緩和膜形成工程では、第3層間絶縁膜44の上層に常圧CVD法等によりドーフトシリコン酸化膜からなる応力緩和膜46を形成する。かかる応力緩和膜46を形成した際、第3層間絶縁膜44の表面が連続した平坦面になっているので、応力緩和膜46の表面も連続した平坦面となる。応力緩和膜46を形成する際の成膜温度は、例えば350～450である。また、応力緩和膜46(ドーフトシリコン酸化膜)として、リンドーフトシリコン酸化膜(PSG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、ボロンドーフトシリコン酸化膜(BSG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・リンドーフトシリコン酸化膜(BPSG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。

10

【0051】

次に、図4(d)に示すコンタクトホール形成工程では、応力緩和膜46および第3層間絶縁膜44を貫通してドレイン電極6bに到達するコンタクトホール7dを形成する。

【0052】

次に、図5(a)に示す画素電極形成工程では、応力緩和膜46の上層に画素電極9aを形成するための反射性導電膜を形成した後、反射性導電膜をパターニングし、画素電極9aを形成する。

【0053】

次に、図5(b)に示す平坦化膜形成工程では、減圧CVD法やプラズマCVD法等により、ノンドープシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等からなる透光性の平坦化絶縁膜17を厚く形成した後、図5(c)に示す平坦化工程において、平坦化絶縁膜17の表面に化学機械研磨を行って、平坦化絶縁膜17の表面を平坦化する。その際、画素電極9aの表面が露出しない程度に平坦化絶縁膜17を残す。その結果、平坦化絶縁膜17では、隣り合う画素電極9aの間(凹部9e)と重なる部分の表面と、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することになる。なお、平坦化絶縁膜17をノンドープシリコン酸化膜により形成する方法は上記の通りである。また、平坦化絶縁膜17をシリコン窒化膜により形成するにあたって、減圧CVD法を採用する場合、成膜温度は、例えば、650～850であり、使用する原料ガスは SiH_2Cl_2 、 NH_3 等である。また、シリコン窒化膜を形成する際にプラズマCVD法を採用する場合、成膜温度は、例えば、250～400であり、使用する原料ガスは SiH_4 、 NH_3 等である。

20

30

【0054】

このようにして平坦化絶縁膜17を形成した後は、図5(c)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17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。

【0055】

(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、第3層間絶縁膜44と画素電極9aとの間には応力緩和膜46が介在しており、かかる応力緩和膜46は、第3層間絶縁膜44と異なる熱膨張係数をもって第3層間絶縁膜44に接するとともに、画素電極9aと異なる熱膨張係数をもって画素電極9aに接している。このため、平坦化絶縁膜17(絶縁膜)を形成する際、第3層間絶縁膜44の熱膨張係数と画素電極9aの熱膨張係数との差に起因する熱応力が画素電極9aに発生する場合でも、第3層間絶縁膜44と画素電極9aとが直に接している場合と比較して、熱応力の発生を軽減することができる。すなわち、本形態では、応力緩和膜46が、第3層間絶縁膜44(ノンドープシリコン酸化膜)の熱膨張係数と画素電極9a(アルミニウム膜等)の熱膨張係数との間の熱膨張係数を有する単層膜(ドーフトシリコン酸化膜)であるため、応力緩和膜46は、第3層間絶縁膜44と画素電極9aとの間において熱膨張係数の差を緩和する。従って、熱膨張係数の差に起因する熱応力が画素電極9aに発生するのを防止することができる。それ故、本形態によれば、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が画素電極9aの表面に発生す

40

50

るのを防止することができるので、画素電極 9 a 表面の平滑度が低下して画素電極 9 a の反射率が低下するのを回避することができる。

【 0 0 5 6 】

また、本形態では、配向膜 1 6、2 6 が無機配向膜であるため、有機配向膜と違ってラビング処理を行う必要がない。それ故、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。

【 0 0 5 7 】

なお、図 4 および図 5 に示す製造方法では、第 3 層間絶縁膜 4 4 の表面を平坦化したが、応力緩和膜 4 6 の表面を平坦化してもよく、第 3 層間絶縁膜 4 4 の表面および応力緩和膜 4 6 の表面の双方を平坦化してもよい。

10

【 0 0 5 8 】

[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 1 0 0 で用いた応力緩和膜 4 6 の説明図である。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。また、本形態の基本的な構成の説明にあたっては、図 3 (b) を参照する。

【 0 0 5 9 】

図 3 (b) に示すように、本形態の電気光学装置 1 0 0 においても、実施の形態 1 と同様、第 3 層間絶縁膜 4 4 と画素電極 9 a との間には応力緩和膜 4 6 が形成されており、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 と異なる熱膨張係数をもって第 3 層間絶縁膜 4 4 に接しているとともに、画素電極 9 a と異なる熱膨張係数をもって画素電極 9 a に接している。

20

【 0 0 6 0 】

本形態では、第 3 層間絶縁膜 4 4、応力緩和膜 4 6、および画素電極 9 a の熱膨張係数は以下の関係

熱膨張係数

第 3 層間絶縁膜 4 4 > 応力緩和膜 4 6 < 画素電極 9 a

を有している。

【 0 0 6 1 】

より具体的には、第 3 層間絶縁膜 4 4 は、リンドープトシリコン酸化膜 (P S G 膜)、ボロンドープトシリコン酸化膜 (B S G 膜)、ボロン・リンドープトシリコン酸化膜 (B P S G 膜) 等のドープトシリコン酸化膜からなり、応力緩和膜 4 6 はノンドープシリコン酸化膜 (N S G 膜) からなる。従って、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 および画素電極 9 a より熱膨張係数が小さい単層膜からなる。

30

【 0 0 6 2 】

すなわち、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 = $23 \cdot 1 \times 10^{-6} /$

チタン窒化膜の熱膨張係数 = $9 \cdot 3 \times 10^{-6} /$

チタン膜の熱膨張係数 = $11 \cdot 0 \times 10^{-6} /$

である。これに対して、応力緩和膜 4 6 および第 3 層間絶縁膜 4 4 の熱膨張係数は以下のレベル

40

応力緩和膜 4 6 (ノンドープシリコン酸化膜) の熱膨張係数 = $0 \cdot 5 \times 10^{-6} /$

第 3 層間絶縁膜 4 4 (ドープトシリコン酸化膜) の熱膨張係数 = $2 \sim 4 \times 10^{-6} /$

であり、応力緩和膜 4 6 を上下から熱膨張係数が大きな層 (第 3 層間絶縁膜 4 4 および画素電極 9 a) で挟んだ構造になっている。

【 0 0 6 3 】

従って、本形態では、図 6 (a) に示すように、応力緩和膜 4 6 と画素電極 9 a との間では、画素電極 9 a の方が応力緩和膜 4 6 に比して熱膨張係数が大きいいため、高温雰囲気では上方に反るような応力が発生する。これに対して、図 6 (b) に示すように、第 3 層間絶縁膜 4 4 と応力緩和膜 4 6 との間では、第 3 層間絶縁膜 4 4 の方が応力緩和膜 4 6 に

50

比して熱膨張係数が大きいため、高温雰囲気では下方に反るような応力が発生する。このため、第3層間絶縁膜44と応力緩和膜46との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、応力緩和膜46と画素電極9aと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、画素電極9aに発生する熱応力が緩和される。それ故、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が画素電極9aの表面に発生するのを防止することができる等、実施の形態1と同様な効果を奏する。

【0064】

[実施の形態3]

図7は、本発明の実施の形態3に係る電気光学装置100の画素の断面図である。図8は、本発明の実施の形態3に係る電気光学装置100で用いた応力緩和膜46の説明図である。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。図7に示すように、本形態の電気光学装置100においても、実施の形態1と同様、第3層間絶縁膜44と画素電極9aとの間には応力緩和膜46が形成されている。

【0065】

本形態において、応力緩和膜46は、第3層間絶縁膜44と異なる熱膨張係数をもって第3層間絶縁膜44に接する下層側の第1応力緩和膜461と、第1応力緩和膜461および画素電極9aと異なる熱膨張係数をもって第1応力緩和膜461および画素電極9aに接する上層側の第2応力緩和膜462とを備えている。このため、応力緩和膜46は、第3層間絶縁膜44と異なる熱膨張係数をもって第3層間絶縁膜44に接しているとともに、画素電極9aと異なる熱膨張係数をもって画素電極9aに接している。本形態において、応力緩和膜46の厚さは50nm程度であり、第1応力緩和膜461および第2応力緩和膜462の厚さは各々、25nm程度である。

【0066】

また、本形態では、第3層間絶縁膜44、応力緩和膜46（第1応力緩和膜461および第2応力緩和膜462）の熱膨張係数は以下の関係

熱膨張係数

第3層間絶縁膜44 < 第1応力緩和膜461 > 第2応力緩和膜462 < 画素電極9a
を有している。

【0067】

より具体的には、第3層間絶縁膜44はノンドーパシリコン酸化膜（NSG膜）からなり、第1応力緩和膜461は、リンドーパシリコン酸化膜（PSG膜）、ボロンドーパシリコン酸化膜（BSG膜）、ボロン・リンドーパシリコン酸化膜（BPSG膜）等のドーパシリコン酸化膜からなり、第2応力緩和膜462はノンドーパシリコン酸化膜（NSG膜）からなる。従って、第1応力緩和膜461は、第3層間絶縁膜44に比して大きな熱膨張係数を有し、第2応力緩和膜462は、第1応力緩和膜461および画素電極9aに比して小さな熱膨張係数を有している。

【0068】

すなわち、画素電極9a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、応力緩和膜46（第1応力緩和膜461および第2応力緩和膜462）および第3層間絶縁膜44の熱膨張係数は以下のレベル

第2応力緩和膜462（ノンドーパシリコン酸化膜）の熱膨張係数 = $0.5 \times 10^{-6} /$

第1応力緩和膜461（ドーパシリコン酸化膜）の熱膨張係数 = $2 \sim 4 \times 10^{-6} /$

第3層間絶縁膜44（ノンドーパシリコン酸化膜）の熱膨張係数 = $0.5 \times 10^{-6} /$

10

20

30

40

50

であり、第1応力緩和膜461を上下から第3層間絶縁膜44および第2応力緩和膜462で挟み、第2応力緩和膜462を上下から第1応力緩和膜461および画素電極9aで挟んだ構造になっている。

【0069】

従って、本形態では、図8(a)に示すように、第2応力緩和膜462と画素電極9aとの間では、画素電極9aの方が第2応力緩和膜462に比して熱膨張係数が大きいため、高温雰囲気では上方に反るような応力が発生する。また、図8(b)に示すように、第1応力緩和膜461と第2応力緩和膜462との間では、第1応力緩和膜461の方が第2応力緩和膜462に比して熱膨張係数が大きいため、高温雰囲気では下方に反るような応力が発生する。また、図8(c)に示すように、第3層間絶縁膜44と第1応力緩和膜461との間では、第1応力緩和膜461の方が第3層間絶縁膜44に比して熱膨張係数が大きいため、高温雰囲気では上方に反るような応力が発生する。このため、第3層間絶縁膜44と第1応力緩和膜461との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、第1応力緩和膜461と第2応力緩和膜462との熱膨張係数の差に起因する熱応力と、第2応力緩和膜462と画素電極9a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、画素電極9aに発生する熱応力が緩和される。それ故、熱応力に起因するヒロック等の欠陥が画素電極9aの表面に発生するのを防止することができる等、実施の形態1、2と同様な効果を奏する。

【0070】

[実施の形態4]

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。また、本形態の基本的な構成の説明にあたっては、図3(b)を参照する。

【0071】

図3(b)に示すように、本形態の電気光学装置100においても、実施の形態1と同様、第3層間絶縁膜44と画素電極9aとの間には応力緩和膜46が形成されており、応力緩和膜46は、第3層間絶縁膜44と異なる熱膨張係数をもって第3層間絶縁膜44に接しているとともに、画素電極9aと異なる熱膨張係数をもって画素電極9aに接している。

【0072】

本形態において、平坦化絶縁膜17(絶縁膜)は、リンドープトシリコン酸化膜(PSG膜)、ボロンドープトシリコン酸化膜(BSG膜)、ボロン・リンドープトシリコン酸化膜(BPSG膜)等のドープトシリコン酸化膜からなる。かかるドープトシリコン酸化膜は、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に比して、画素電極9aを構成する材料との熱膨張係数の差が小さい。

【0073】

すなわち、画素電極9a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、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

ドープトシリコン酸化膜170 = $2 \sim 4 \times 10^{-6} /$

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

である。

【0074】

このため、本形態によれば、実施の形態1と同様な効果に加えて、平坦化絶縁膜17と画素電極9aを構成する材料との熱膨張係数の差が小さいので、加熱した状態で平坦化絶縁膜17を成膜しても、画素電極9aおよび平坦化絶縁膜17に大きな熱応力が発生せず、画素電極9aの表面にヒロック等の欠陥が発生しにくいという効果を奏する。従って、

ヒロック等の欠陥が原因で画素電極 9 a の表面の平滑度が低下して画素電極 9 a の反射率が低下するのを回避することができる。また、ドーフトシリコン酸化膜 1 7 0 は、段差被覆性に優れているため、画素電極 9 a の表面にコンタクトホール 7 d に起因する凹部 9 f が形成されている場合でも、ドーフトシリコン酸化膜 1 7 0 において凹部 9 f を埋める部分に空洞が発生しにくい。それ故、空洞が平坦化絶縁膜 1 7 の表面で露出することが原因で画素電極 9 a での反射方向が乱れて表示画像のコントラストが低下するのを防止することができる。なお、本形態では、画素電極 9 a の下層側は実施の形態 1 で説明した構造を採用したが、画素電極 9 a の下層側については実施の形態 2、3 で説明した構造を採用してもよい。

【 0 0 7 5 】

10

[実施の形態 5]

図 9 は、本発明の実施の形態 5 に係る電気光学装置 1 0 0 の画素の断面図である。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 7 6 】

図 9 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、第 3 層間絶縁膜 4 4 と画素電極 9 a との間には応力緩和膜 4 6 が形成されており、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 と異なる熱膨張係数をもって第 3 層間絶縁膜 4 4 に接しているとともに、画素電極 9 a と異なる熱膨張係数をもって画素電極 9 a に接している。

20

【 0 0 7 7 】

また、本形態では、実施の形態 4 と同様、平坦化絶縁膜 1 7 (絶縁膜) は、リンドーフトシリコン酸化膜 (P S G 膜)、ボロンドーフトシリコン酸化膜 (B S G 膜)、ボロン・リンドーフトシリコン酸化膜 (B P S G 膜) 等のドーフトシリコン酸化膜からなる。かかるドーフトシリコン酸化膜は、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フトシリコン酸化膜に比して、画素電極 9 a を構成する材料との熱膨張係数の差が小さい。

【 0 0 7 8 】

また、本形態では、平坦化絶縁膜 1 7 の上層にノンドーフトシリコン酸化膜からなる保護膜 1 8 が積層されており、かかる保護膜 1 8 の上層に配向膜 1 6 (無機配向膜 / 斜方蒸着膜) が積層されている。かかる構成では、平坦化絶縁膜 1 7 では、隣り合う画素電極 9 a の間 (凹部 9 e) と重なる部分の表面と、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ため、保護膜 1 8 の表面は研磨処理を行わなくても平坦面になっている。

30

【 0 0 7 9 】

このような構成によれば、実施の形態 1 や実施の形態 4 で説明した効果に加えて、ドーフトシリコン酸化膜からなる平坦化絶縁膜 1 7 の上層にノンドーフトシリコン酸化膜からなる保護膜 1 8 が形成されているため、電気光学装置 1 0 0 の信頼性が高い。すなわち、ドーフトシリコン酸化膜は、画素電極 9 a でのヒロックの発生防止や空洞の発生防止という点では優れているが、水分を吸着しやすい。このため、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 5 0 に侵入する可能性があるが、平坦化絶縁膜 1 7 (ドーフトシリコン酸化膜) の表面にノンドーフトシリコン酸化膜 (保護膜 1 8) を積層すれば、かかる水分の液晶層への進入をノンドーフトシリコン酸化膜 (保護膜 1 8) によって防止できるという利点がある。なお、本形態では、画素電極 9 a の下層側は実施の形態 1 で説明した構造を採用したが、画素電極 9 a の下層側については実施の形態 2、3 で説明した構造を採用してもよい。

40

【 0 0 8 0 】

[実施の形態 6]

図 1 0 は、本発明の実施の形態 6 に係る電気光学装置 1 0 0 の画素の断面図である。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

50

の符号を付してそれらの説明を省略する。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 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、第 3 層間絶縁膜 4 4 と画素電極 9 a との間には応力緩和膜 4 6 が形成されており、応力緩和膜 4 6 は、第 3 層間絶縁膜 4 4 と異なる熱膨張係数をもって第 3 層間絶縁膜 4 4 に接しているとともに、画素電極 9 a と異なる熱膨張係数をもって画素電極 9 a に接している。

【 0 0 8 2 】

本形態において、平坦化絶縁膜 1 7 (絶縁膜) は、画素電極 9 a 上に積層された第 1 絶縁膜 1 7 a と、第 1 絶縁膜 1 7 a 上に積層された第 2 絶縁膜 1 7 b とを備えており、第 1 絶縁膜 1 7 a はドーフトシリコン酸化膜である。ここで、第 2 絶縁膜 1 7 b はノンドーフトシリコン酸化膜からなる。かかる平坦化絶縁膜 1 7 では、第 1 絶縁膜 1 7 a (ドーフトシリコン酸化膜) と第 2 絶縁膜 1 7 b (ノンドーフトシリコン酸化膜) の 2 層構造になっているが、平坦化絶縁膜 1 7 において少なくとも画素電極 9 a に接する最下層が、ドーフトシリコン酸化膜からなる。

【 0 0 8 3 】

ここで、第 1 絶縁膜 1 7 a 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 を概ね埋めている。但し、第 1 絶縁膜 1 7 a の表面には、下層側の凹凸に起因する凹凸が形成されている。これに対して、第 2 絶縁膜 1 7 b は、ノンドーフトシリコン酸化膜であって、第 2 絶縁膜 1 7 b は、画素電極 9 a に重なる部分の表面と、隣り合う画素電極 9 a の間に重なる部分の表面とが連続した平坦面を形成している。かかる構成は、第 1 絶縁膜 1 7 a および第 2 絶縁膜 1 7 b をこの順に成膜した後、第 2 絶縁膜 1 7 b の表面を化学機械研磨により平坦化することにより実現することができる。

【 0 0 8 4 】

このような構成によれば、実施の形態 1 や実施の形態 4 で説明した効果に加えて、ドーフトシリコン酸化膜 (第 1 絶縁膜 1 7 a) の上層にノンドーフトシリコン酸化膜 (第 2 絶縁膜 1 7 b) が形成されているため、実施の形態 5 と同様、第 1 絶縁膜 1 7 a (ドーフトシリコン酸化膜) からの水分の放出を第 2 絶縁膜 1 7 b (ノンドーフトシリコン酸化膜) によって防止できるという利点がある。

【 0 0 8 5 】

また、本形態では、第 2 絶縁膜 1 7 b (ノンドーフトシリコン酸化膜) の表面を研磨するが、第 1 絶縁膜 1 7 a (ドーフトシリコン酸化膜) の表面は研磨しない。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。なお、本形態では、画素電極 9 a の下層側は実施の形態 1 で説明した構造を採用したが、画素電極 9 a の下層側については実施の形態 2、3 で説明した構造を採用してもよい。

【 0 0 8 6 】

[実施の形態 6 の変形例]

上記実施の形態 6 では、第 1 絶縁膜 1 7 a (ドーフトシリコン酸化膜) の表面については研磨せずに、第 2 絶縁膜 1 7 b (ノンドーフトシリコン酸化膜) の表面のみを研磨したが、第 1 絶縁膜 1 7 a (ドーフトシリコン酸化膜) の表面および第 2 絶縁膜 1 7 b (ノンドーフトシリコン酸化膜) 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

10

20

30

40

50

１１は、本発明を適用した電気光学装置１００（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。

【００８９】

図１１に示す投射型表示装置１０００において、光源部８９０は、システム光軸Ｌに沿って光源８１０、インテグレーターレンズ８２０および偏光変換素子８３０が配置された偏光照明装置８００を有している。また、光源部８９０は、システム光軸Ｌに沿って、偏光照明装置８００から出射されたＳ偏光光束をＳ偏光光束反射面８４１により反射させる偏光ビームスプリッター８４０と、偏光ビームスプリッター８４０のＳ偏光光束反射面８４１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８４２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８４３とを有している。

10

【００９０】

また、投射型表示装置１０００は、各色光が入射する３つの反射型の電気光学装置１００（反射型の液晶装置１００Ｒ、１００Ｇ、１００Ｂ）を備えており、光源部８９０は、３つの電気光学装置１００（液晶装置１００Ｒ、１００Ｇ、１００Ｂ）に所定の色光を供給する。

【００９１】

かかる投射型表示装置１０００においては、３つの液晶装置１００Ｒ、１００Ｇ、１００Ｂにて変調された光をダイクロイックミラー８４２、８４３、および偏光ビームスプリッター８４０にて合成した後、この合成光を投射光学系８５０によってスクリーン８６０等の被投射部材に投射する。

20

【００９２】

（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ＬＥＤ光源等を用い、かかるＬＥＤ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。

【００９３】

（他の電子機器）

本発明を適用した電気光学装置１００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（ＰＤＡ：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、ＰＯＳ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。

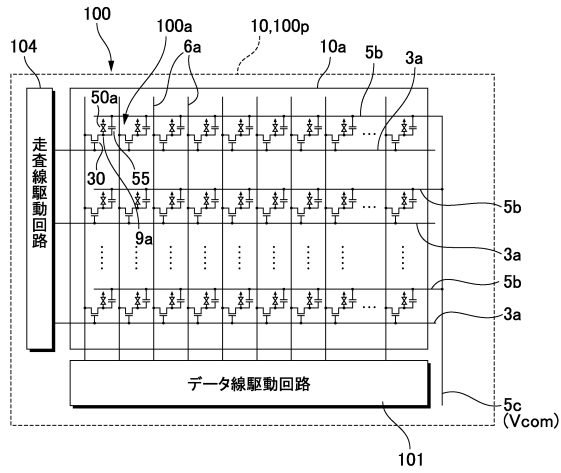
30

【符号の説明】

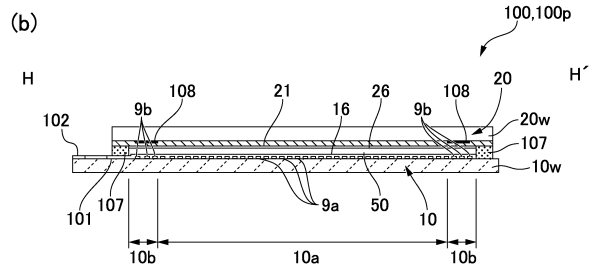
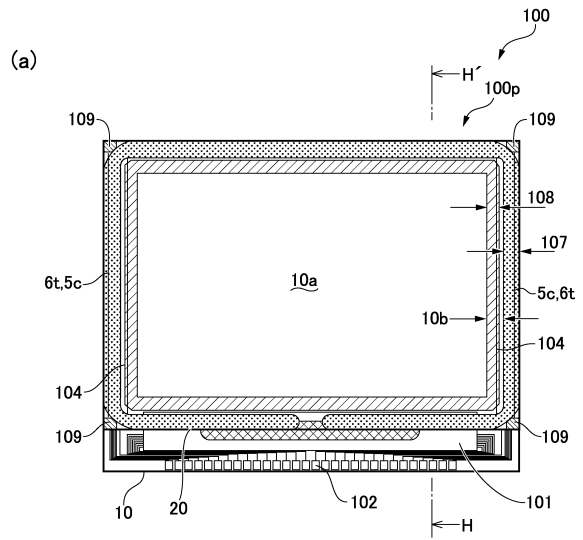
【００９４】

９ａ・・・画素電極、１０・・・素子基板、１６・・・配向膜、１７・・・平坦化絶縁膜（絶縁膜）、２０・・・対向基板、２１・・・共通電極、４４・・・第３層間絶縁膜（層間絶縁膜）、４６・・・応力緩和膜、５０・・・液晶層、１００・・・電気光学装置、４６１・・・第１応力緩和膜、４６２・・・第２応力緩和膜、１０００・・・投射型表示装置

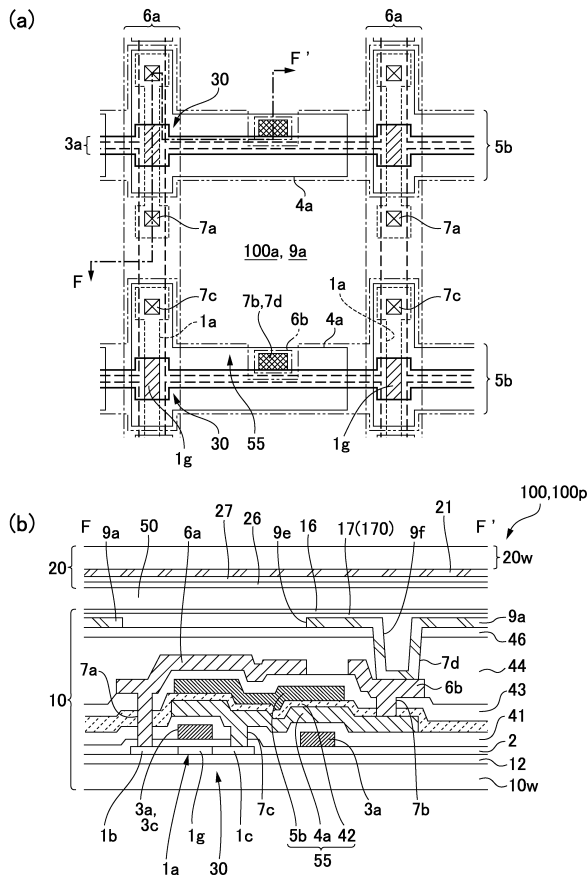
【図 1】



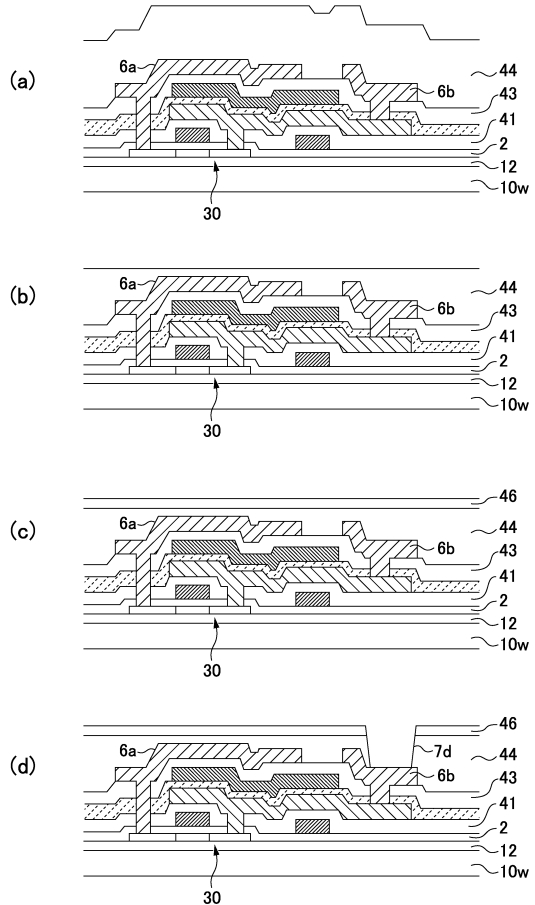
【図 2】



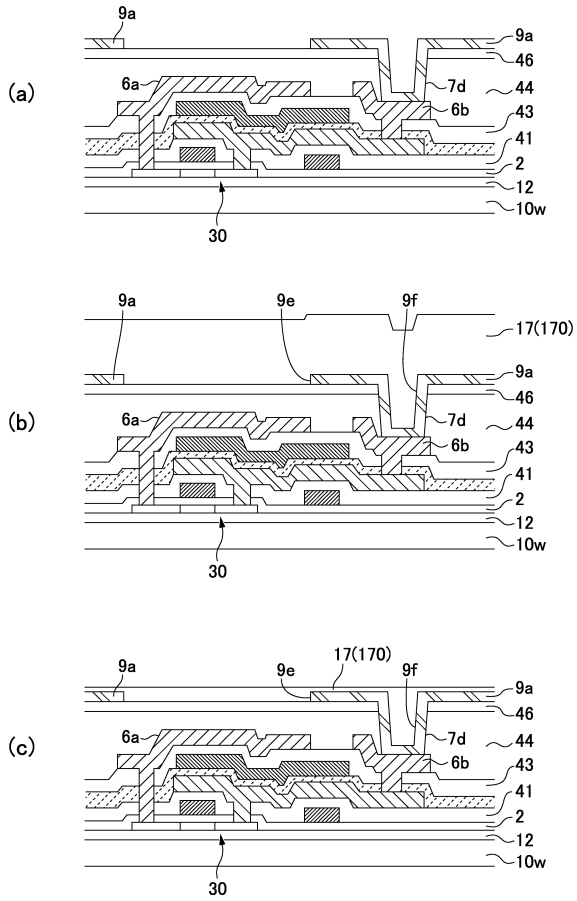
【図 3】



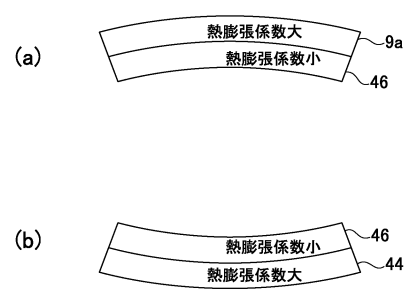
【図 4】



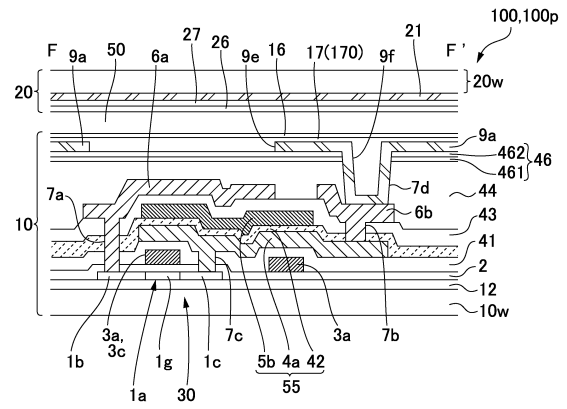
【図 5】



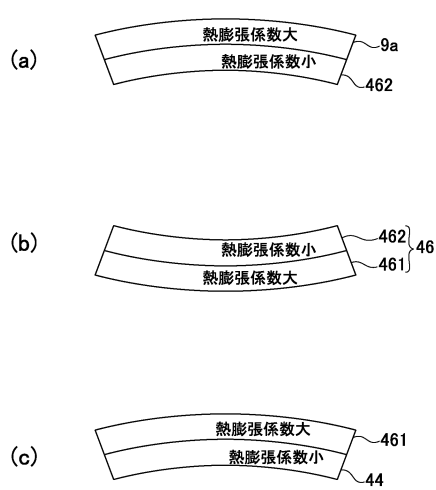
【図 6】



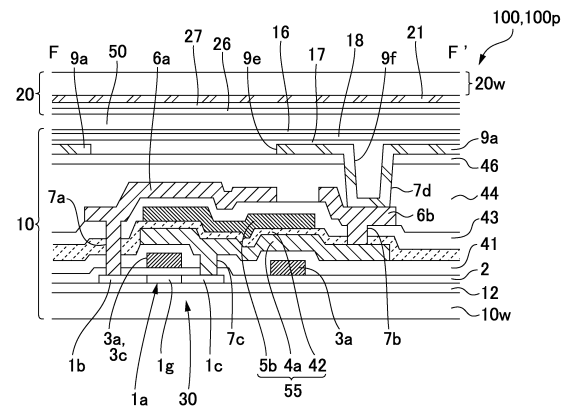
【図 7】



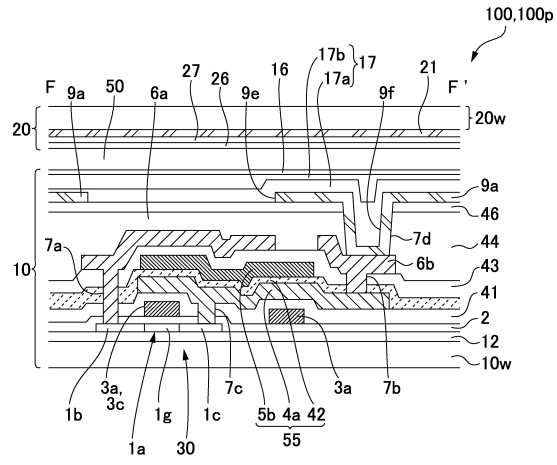
【図 8】



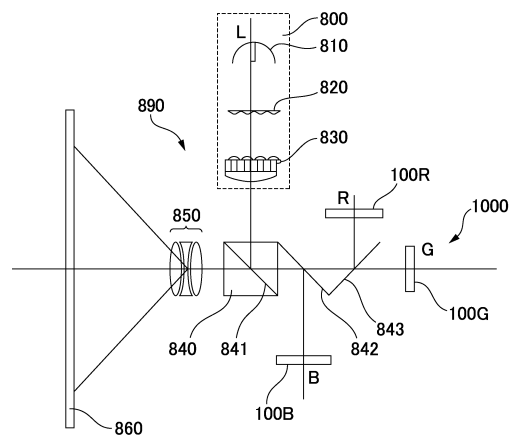
【図 9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 51/50 (2006.01) H 0 5 B 33/14 A

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 F 1 / 1 3 4 3 - 1 / 1 3 6 8
G 0 2 F 1 / 1 3 3 7
G 0 9 F 9 / 3 0