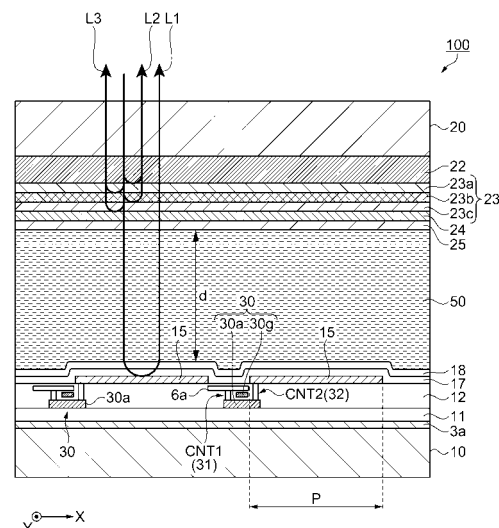




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 基板と、

前記第 1 基板に対向配置された第 2 基板と、

前記第 1 基板と前記第 2 基板とにより挟持された液晶層と、を含み、

前記第 1 基板は前記液晶層側に設けられた画素電極を備え、

前記第 2 基板は前記液晶層に面する側に順に積層形成された、第 1 透光性膜と、前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜と、前記第 2 透光性膜よりも屈折率が大きく導電性の第 3 透光性膜と、を含む透光性多層膜を備え、

前記第 2 透光性膜が多孔質膜であることを特徴とする液晶装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 透光性膜は、多孔質のシリコン酸化物であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶装置。

【請求項 3】

前記第 2 透光性膜は、多孔質のインジウム化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶装置。

【請求項 4】

前記多孔質のインジウム化合物は、屈折率が 1.5 以下の透明微粒子を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の液晶装置。

【請求項 5】

前記第 1 透光性膜が導電性を有する部材からなることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の液晶装置。

20

【請求項 6】

画素電極を有する第 1 基板と、第 2 基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、

前記第 2 基板の前記液晶層に面する側に、第 1 透光性膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 透光性膜に積層して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、

前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率の大きい導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程とを備え、

30

前記第 2 工程は、絶縁性の透光性膜形成材料と溶媒とを含む混合液を前記第 2 基板に塗布して乾燥・焼成することにより、多孔質な前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする液晶装置の製造方法。

【請求項 7】

画素電極を有する第 1 基板と、第 2 基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、

前記第 2 基板の前記液晶層に面する側に、第 1 透光性膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 透光性膜に積層して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、

前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率の大きい導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程とを備え、

40

前記第 2 工程は、有機インジウム化合物と有機金属ドーパント化合物と溶媒とを含む混合液を前記第 2 基板に塗布し乾燥・焼成することにより、多孔質なインジウム化合物の前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする液晶装置の製造方法。

【請求項 8】

画素電極を有する第 1 基板と、第 2 基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、

前記第 2 基板の前記液晶層に面する側に、第 1 透光性膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 透光性膜に積層して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、

50

前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率が高い導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程とを備え、

前記第 2 工程は、有機インジウム錯体と有機金属ドーパント錯体と溶媒とを含む混合液を前記第 2 基板に塗布し乾燥・焼成することにより、多孔質なインジウム化合物の前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする液晶装置の製造方法。

【請求項 9】

前記混合液は、屈折率が 1.5 以下の透明微粒子を含むことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の液晶装置の製造方法。

【請求項 10】

画素電極を有する第 1 基板と、第 2 基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、

前記第 2 基板の前記液晶層に面する側に、第 1 透光性膜を形成する第 1 工程と、

前記第 1 透光性膜に積層して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、

前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率が高い導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程とを備え、

前記第 2 工程は、透明導電材料を低真空中で蒸着またはスパッタすることにより、多孔質な前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする液晶装置の製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 工程は、導電性の前記第 1 透光性膜を形成することを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか一項に記載の液晶装置の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の液晶装置を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶装置、液晶装置の製造方法。液晶装置を備えた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

上記液晶装置として、プロジェクターやプロジェクションテレビなどに用いられている反射型液晶表示素子とその製造方法が知られている（特許文献 1）。

この反射型液晶表示素子は、光反射性を有する画素電極が形成された半導体基板と、反射防止膜が形成された透明基板との間に液晶層が挟持されたものである。液晶層を挟んで画素電極に対向する反射防止膜は、第 1 の屈折率を有する第 1 の透明膜と、第 1 の屈折率よりも小さい第 2 の屈折率を有する第 2 の透明膜と、第 2 の屈折率よりも大きい第 3 の屈折率を有する第 3 の透明膜とが順に積層されたものである。そして、第 2 の透明膜を絶縁膜である酸化シリコン膜で形成し、第 1 および第 3 の透明膜を ITO 膜で形成する例が示されており、液晶層を挟んで実質的に画素電極に対向する第 3 の透明膜を透明電極としている。これにより、透明基板と液晶層との界面で生ずる反射光を低減して、透明基板に入射する入射光と上記反射光とが干渉することによって生ずる干渉縞を低減できるとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 178774 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 の反射型液晶表示素子では、上記反射防止膜を構成する第 1 および第 3 の透明膜を ITO 膜を用いて形成し、第 2 の透明膜を酸化シリコンを用いて形成する場合

10

20

30

40

50

、光の中心波長を500nmとすると、ITO膜の膜厚を約17nmとし、酸化シリコンの膜厚を約48nmとすることが示されている。第3の透明膜が液晶層を介して画素電極に対向する対向電極として機能しているが、膜厚が上記したように約17nmと比較的に薄いので、シート抵抗が上昇して充放電時の時定数が大きくなり、240Hzなどの高周波駆動やコモン振りなどの高速駆動が困難になるという課題がある。つまり、より低抵抗な透光性の光反射防止膜が求められている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

10

【0006】

〔適用例1〕本適用例に係る液晶装置は、第1基板と、前記第1基板に対向配置された第2基板と、前記第1基板と前記第2基板とにより挟持された液晶層と、を含み、前記第1基板は前記液晶層側に設けられた画素電極を備え、前記第2基板は前記液晶層に面する側に順に積層形成された、第1透光性膜と、前記第1透光性膜よりも屈折率が小さい第2透光性膜と、前記第2透光性膜よりも屈折率が大きく導電性の第3透光性膜と、を含む透光性多層膜を備え、前記第2透光性膜が多孔質膜であることを特徴とする。

【0007】

この構成によれば、第2透光性膜が多孔質であり、第2透光性膜中に微小な空気層を含んでいるため、第2透光性膜が多孔質でない場合に比べて屈折率を小さくできる。したがって、第2透光性膜の屈折率が小さくなった分、第2透光性膜の光学的な長さを短くできるので、導電性の第3透光性膜の膜厚を大きくして光学的な長さを長くしても、透光性多層膜における光反射防止機能を実現できる。ゆえに、導電性の第3透光性膜の膜厚が大きくなった分、共通電極として機能する透光性多層膜のシート抵抗が小さくなり、明るい表示が可能であると共に高速駆動が可能な液晶装置を提供できる。

20

【0008】

〔適用例2〕上記適用例に記載の液晶装置において、前記第2透光性膜は、多孔質なシリコン酸化物であることを特徴とする。

この構成によれば、屈折率が小さい絶縁性の第2透光性膜を実現できる。

【0009】

〔適用例3〕上記適用例に記載の液晶装置において、前記第2透光性膜は、多孔質のインジウム化合物であることを特徴とする。

30

この構成によれば、屈折率が小さく、しかも導電性を有する多孔質な第2透光性膜を実現できる。すなわち、第2透光性膜が絶縁性である場合に比べて、よりシート抵抗が小さい透光性多層膜を備えた液晶装置を提供できる。

【0010】

〔適用例4〕上記適用例に記載の液晶装置において、前記多孔質のインジウム化合物は、屈折率が1.5以下の透明微粒子を含むことが好ましい。

この構成によれば、屈折率が1.5以下の透明微粒子を含むことによって、第2透光性膜の屈折率を1.5以上に大きくすることなく、多孔質の第2透光性膜が外圧などによって潰れてしまうなどの不具合を改善可能な物理的な強度を与えることができる。

40

【0011】

〔適用例5〕上記適用例に記載の液晶装置において、前記第1透光性膜が導電性を有する部材からなることが好ましい。

この構成によれば、第1～第3透光性膜がすべて導電性を有することになり、さらに透光性多層膜のシート抵抗を小さくすることができる。

【0012】

〔適用例6〕本適用例に係る液晶装置の製造方法は、画素電極を有する第1基板と、第2基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、前記第2基板の前記液晶層に面する側に、第1透光性膜を形成する第1工程と、前記第1透光性膜に積層

50

して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率の大きい導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程と、を備え、前記第 2 工程は、絶縁性の透光性膜形成材料と溶媒とを含む混合液を前記第 2 基板に塗布して乾燥・焼成することにより、多孔質な前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この方法によれば、第 2 工程では、液体塗布成膜法を用いることで、微小な空気層を含む多孔質膜な第 2 透光性膜が形成される。したがって、第 2 透光性膜が多孔質でない場合に比べて、屈折率が小さくなり、その分導電性の第 3 透光性膜の膜厚を大きくすることができるので、共通電極として機能する第 3 透光性膜のシート抵抗を小さくでき、明るい表示が可能であると共に高速駆動が可能な液晶装置を製造することができる。

10

【 0 0 1 4 】

[適用例 7] 本適用例に係る他の液晶装置の製造方法は、画素電極を有する第 1 基板と、第 2 基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、前記第 2 基板の前記液晶層に面する側に、第 1 透光性膜を形成する第 1 工程と、前記第 1 透光性膜に積層して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率の大きい導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程と、を備え、前記第 2 工程は、有機インジウム化合物と有機金属ドーパント化合物と溶媒とを含む混合液を前記第 2 基板に塗布し乾燥・焼成することにより、多孔質なインジウム化合物の前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする。

20

【 0 0 1 5 】

この方法によれば、第 2 工程では、液体塗布成膜法を用いることで、微小な空気層を含む導電性の多孔質な第 2 透光性膜が形成される。したがって、第 2 透光性膜が多孔質でない場合に比べて、導電性を有すると共に屈折率が小さいインジウム化合物の第 2 透光性膜を形成できる。ゆえに、第 2 透光性膜と第 3 透光性膜とが導電性を有して共通電極として機能し、そのシート抵抗がより小さくなるので、明るい表示が可能であると共に高速駆動が可能な液晶装置を製造することができる。

【 0 0 1 6 】

[適用例 8] 本適用例に係る他の液晶装置の製造方法は、画素電極を有する第 1 基板と、第 2 基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、前記第 2 基板の前記液晶層に面する側に、第 1 透光性膜を形成する第 1 工程と、前記第 1 透光性膜に積層して前記第 1 透光性膜よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜を形成する第 2 工程と、前記第 2 透光性膜に積層して前記第 2 透光性膜よりも屈折率の大きい導電性の第 3 透光性膜を形成する第 3 工程と、を備え、前記第 2 工程は、有機インジウム錯体と有機金属ドーパント錯体と溶媒とを含む混合液を前記第 2 基板に塗布し乾燥・焼成することにより、多孔質なインジウム化合物の前記第 2 透光性膜を形成することを特徴とする。

30

【 0 0 1 7 】

この方法によっても、第 2 工程では、液体塗布成膜法を用いることで、微小な空気層を含む導電性の多孔質膜な第 2 透光性膜が形成され、第 2 透光性膜が多孔質でない場合に比べて、導電性を有すると共に屈折率が小さいインジウム化合物の第 2 透光性膜を形成できる。

40

【 0 0 1 8 】

[適用例 9] 上記適用例に記載の液晶装置の製造方法において、前記混合液は、屈折率が 1.5 以下の透明微粒子を含むことが好ましい。

この方法によれば、第 2 工程では、屈折率が 1.5 以下の透明微粒子を含む導電性の第 2 透光性膜が形成される。したがって、透明微粒子を含まない場合に比べて、屈折率を 1.5 以上に大きくすることなく、外圧などによって潰れてしまうなどの不具合を改善可能な物理的な強度が与えられた導電性の第 2 透光性膜を形成することができる。

【 0 0 1 9 】

[適用例 10] 本適用例に係る他の液晶装置の製造方法は、画素電極を有する第 1 基板

50

と、第2基板とにより挟持された液晶層を有する液晶装置の製造方法であって、前記第2基板の前記液晶層に面する側に、第1透光性膜を形成する第1工程と、前記第1透光性膜に積層して前記第1透光性膜よりも屈折率が小さい第2透光性膜を形成する第2工程と、前記第2透光性膜に積層して前記第2透光性膜よりも屈折率が大きい導電性の第3透光性膜を形成する第3工程と、を備え、前記第2工程は、透明導電材料を低真空中で蒸着またはスパッタすることにより、多孔質な前記第2透光性膜を形成することを特徴とする。

【0020】

この方法によれば、第2工程では、蒸着法またはスパッタ法を用いて導電性を有すると共に、微小な空気層を含む多孔質な第2透光性膜が形成され、多孔質でない場合に比べて屈折率が小さい第2透光性膜を形成することができ、その分第3透光性膜の膜厚を大きくしてシート抵抗を小さくすることができる。また、蒸着装置やスパッタ装置をすでに所有していれば、新たに第2透光性膜を形成するための製造装置を用意する必要がなく、多孔質な第2透光性膜を形成することができる。

10

【0021】

[適用例11] 上記適用例に記載の液晶装置の製造方法において、前記第1工程は、導電性の前記第1透光性膜を形成することが好ましい。

この方法によれば、第1～第3透光性膜のすべてが導電性を有するように形成されるので、さらにシート抵抗が小さい透光性多層膜を形成することができる。

【0022】

[適用例12] 本適用例に係る電子機器は、上記適用例に記載の液晶装置を備えたことを特徴とする。

20

この構成によれば、明るい表示が可能であると共に高速駆動が可能な電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】(a)は液晶装置の構成を示す概略平面図、(b)は(a)のH-H'線で切った液晶装置の構造を示す概略断面図。

【図2】液晶装置の電氣的な構成を示す等価回路図。

【図3】液晶装置における画素の構造を示す概略断面図。

【図4】比較例1～比較例3の透光性多層膜の構成と評価結果を示す表。

30

【図5】実施例1～実施例3の透光性多層膜の構成と評価結果を示す表。

【図6】比較例1～比較例3の対向基板における透過光の分光特性を示すグラフ。

【図7】比較例1の液晶装置における反射光の分光特性を示すグラフ。

【図8】実施例1～実施例3の対向基板における透過光の分光特性を示すグラフ。

【図9】(a)は実施例1の液晶装置における反射光の分光特性を示すグラフ、(b)は反射光のリップル率と対向基板の透過率との関係を示すグラフ。

【図10】電子機器としての投射型表示装置の構成を示す模式図。

【図11】変形例の液晶装置の画素の構造を示す概略断面図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

40

以下、本発明を具体化した実施形態について図面に従って説明する。なお、使用する図面は、説明する部分が認識可能な状態となるように、適宜拡大または縮小して表示している。

【0025】

なお、以下の形態において、例えば「基板上に」と記載された場合、基板の上に接するように配置される場合、または基板の上に他の構成物を介して配置される場合、または基板の上に一部が接するように配置され、一部が他の構成物を介して配置される場合を表すものとする。

【0026】

(第1実施形態)

50

本実施形態では、薄膜トランジスターを画素のスイッチング素子として備えたアクティブマトリックス型の液晶装置を例に挙げて説明する。この液晶装置は、例えば後述する投射型表示装置（液晶プロジェクター）の光変調素子（液晶ライトバルブ）として好適に用いることができるものである。

【0027】

<液晶装置>

まず、本実施形態の液晶装置について図1～図3を参照して説明する。図1(a)は液晶装置の構成を示す概略平面図、図1(b)は図1(a)のH-H'線で切った液晶装置の構造を示す概略断面図、図2は液晶装置の電氣的な構成を示す等価回路図、図3は液晶装置における画素の構造を示す概略断面図である。

10

【0028】

図1(a)および(b)に示すように、本実施形態の液晶装置100は、対向配置された第1基板としての素子基板10および第2基板としての対向基板20と、これら一對の基板によって挟持された液晶層50とを有する。

【0029】

素子基板10は、例えば透明な石英基板やガラス基板あるいは不透明なシリコン基板などを用いることができ、対向基板20よりも大きい。また、素子基板10は、対向基板20の外周に沿って切れ目なく配置されたシール材40を介して対向基板20と接合されている。シール材40によって囲まれた領域に負の誘電異方性を有する液晶が封入されて液晶層50を構成している。

20

本実施形態における一對の基板間への液晶の封入（充填）は、一對の基板のうちの一方の基板の外周に沿ってシール材40を配置し、配置されたシール材40を土手として、その内側に所定量の液晶を滴下する。そして、減圧下で一方の基板と他方の基板と貼り合わせるODF（One Drop Fill）方式が採用されている。

シール材40は、例えば熱硬化性または紫外線硬化性のエポキシ樹脂などの接着剤が採用されている。シール材40には、一對の基板の間隔を一定に保持するためのスペーサー（図示省略）が混入されている。

【0030】

シール材40の内側には、画素領域Eを取り囲むように配置された見切り部21が設けられている。

30

画素領域Eには、マトリックス状に画素Pが複数配置されている。画素領域Eは、表示に寄与する有効な複数の画素Pを囲むように配置された複数のダミー画素を含んでいてもよい。

【0031】

素子基板10の1辺部に沿ったシール材40と該1辺部との間にデータ線駆動回路101が設けられている。また、該1辺部に対向する他の1辺部に沿ったシール材40と画素領域Eとの間に検査回路103が設けられている。さらに、該1辺部と直交し互いに対向する他の2辺部に沿ったシール材40と画素領域Eとの間に走査線駆動回路102が設けられている。該1辺部に対向する他の1辺部に沿ったシール材40と画素領域Eとの間には、2つの走査線駆動回路102を繋ぐ複数の配線105が設けられている。これらデータ線駆動回路101、走査線駆動回路102に繋がる配線は、該1辺部に沿って配列した複数の外部接続用端子104に接続されている。

40

以降、該1辺部に沿った方向をX方向とし、該1辺部と直交し互いに対向する他の2辺部に沿った方向をY方向として説明する。

【0032】

図1(b)に示すように、素子基板10の液晶層50側の表面には、画素Pごとに設けられた光反射性を有する画素電極15と、スイッチング素子としての薄膜トランジスター（Thin Film Transistor；以降、TFTと呼称する）30と、信号配線と、複数の画素電極15を覆う絶縁膜（図示省略）と、配向膜18とが形成されている。本実施形態において、第1基板としての素子基板10は、基材と基材上に形成されたTFT30、信号配

50

線、画素電極 15、配向膜 18 を少なくとも含むものである。

画素電極 15 は、光反射性の例えば Al (アルミニウム) や Ag (銀) またはこれらの金属の合金や酸化物などの化合物を用いて形成することができる。

また、TFT30 における半導体層に光が入射して光リーク電流が流れ、不適切なスイッチング動作となることを防ぐ遮光構造が採用されている。

【0033】

対向基板 20 は、透明な例えば石英基板やガラス基板などが用いられており、液晶層 50 側の表面には、見切り部 21 と、見切り部 21 を覆う平坦化層 22 と、少なくとも画素領域 E に亘って平坦化層 22 を覆うように設けられた透光性多層膜 23 と、透光性多層膜 23 を覆う絶縁膜 (図示省略) と、配向膜 25 とが形成されている。本実施形態において

10

【0034】

見切り部 21 は、例えば遮光性の金属あるいは金属酸化物などからなり、図 1 (a) に示すように平面的に走査線駆動回路 102、検査回路 103 と重なる位置に設けられている。これにより対向基板 20 側から入射する光を遮蔽して、これらの駆動回路を含む周辺回路の光による誤動作を防止する役目を果たしている。また、不必要な迷光が画素領域 E に入射しないように遮蔽して、画素領域 E の表示における高いコントラストを確保している。

【0035】

平坦化層 22 は、例えば、透光性の無機絶縁材料である酸化シリコンを常圧または減圧 CVD 法などを用いて形成することができる。対向基板 20 上に見切り部 21 が形成されることで生ずる表面の凹凸を緩和可能な程度の膜厚を有している。

20

【0036】

透光性多層膜 23 は、可視光波長範囲に亘って高い透過率 (言い換えれば、低い反射率) で光が対向基板 20 を透過できるように、屈折率が異なる透光性膜が積層されたものであって、素子基板 10 の複数の画素電極 15 に対して共通電極として機能するものであり、詳しくは後述する。

透光性多層膜 23 は、屈折率が異なる透光性膜のうち導電性を有する透光性膜が図 1 (a) に示すように対向基板 20 の四隅に設けられた上下導通部 106 により素子基板 10

30

【0037】

素子基板 10 側の配向膜 18 および対向基板 20 側の配向膜 25 は、液晶装置 100 の光学設計に基づいて設定されており、本実施形態では、 SiO_x (酸化シリコン) などの無機材料を気相成長法 (斜め蒸着法や斜めスパッタ法) を用いて成膜して、負の誘電異方性を有する液晶分子が配向膜面に対して所定の方にプレチルトを有して略垂直配向する無機配向膜が採用されている。

【0038】

対向基板 20 は、シール材 40 と平面的に重なる部分に形成された凹部 20a を有している。凹部 20a は対向基板 20 の見切り部 21 の外側から基板外周に至って形成されている。平坦化層 22、透光性多層膜 23、絶縁膜 (図示省略)、配向膜 25 は、それぞれ凹部 20a にも形成されている。素子基板 10 と対向基板 20 とを液晶層 50 を挟んで対向配置したときの液晶層 50 の厚みを d とすると、シール材 40 には、凹部 20a の深さを考慮して、液晶層 50 の厚み d よりも大きな径を有するスペーサー (図示省略) が含まれている。このような対向基板 20 の断面構造によれば、液晶層 50 の厚み d よりも大きな径を有するスペーサーが含まれたシール材 40 を用いて素子基板 10 と対向基板 20 とを対向配置して接着することができるので、液晶層 50 の厚みばらつきを抑えることができる。

40

【0039】

図 2 に示すように、液晶装置 100 は、少なくとも画素領域 E において互いに絶縁され

50

て直交する信号線としての複数の走査線 3 a および複数のデータ線 6 a と、走査線 3 a に対して平行する容量線 3 b とを有する。なお、容量線 3 b の配置はこれに限定されず、データ線 6 a に対して平行するように配置してもよい。

【0040】

走査線 3 a とデータ線 6 a とにより区分された領域に、画素電極 1 5 と、TFT 3 0 と、蓄積容量 1 6 とが設けられ、これらが画素 P の画素回路を構成している。

【0041】

走査線 3 a は TFT 3 0 のゲートに電氣的に接続され、データ線 6 a は TFT 3 0 のソースに電氣的に接続されている。画素電極 1 5 は TFT 3 0 のドレインに電氣的に接続されている。

10

データ線 6 a はデータ線駆動回路 1 0 1 (図 1 参照) に接続されており、データ線駆動回路 1 0 1 から供給される画像信号 D 1 , D 2 , ... , D n を画素 P に供給する。走査線 3 a は走査線駆動回路 1 0 2 (図 1 参照) に接続されており、走査線駆動回路 1 0 2 から供給される走査信号 SC 1 , SC 2 , ... , SC m を各画素 P に供給する。データ線駆動回路 1 0 1 からデータ線 6 a に供給される画像信号 D 1 ~ D n は、この順に線順次で供給してもよく、互いに隣り合う複数のデータ線 6 a 同士に対してグループごとに供給してもよい。走査線駆動回路 1 0 2 は、走査線 3 a に対して、走査信号 SC 1 ~ SC m を所定のタイミングでパルスの線順次で供給する。

【0042】

液晶装置 1 0 0 は、スイッチング素子である TFT 3 0 が走査信号 SC 1 ~ SC m の入力により一定期間だけオン状態とされることで、データ線 6 a から供給される画像信号 D 1 ~ D n が所定のタイミングで画素電極 1 5 に書き込まれる構成となっている。そして、画素電極 1 5 を介して液晶層 5 0 に書き込まれた所定レベルの画像信号 D 1 ~ D n は、画素電極 1 5 と液晶層 5 0 を介して対向配置された共通電極として機能する透光性多層膜 2 3 との間で一定期間保持される。

20

保持された画像信号 D 1 ~ D n がリークするのを防止するため、画素電極 1 5 と透光性多層膜 2 3 との間に形成される液晶容量と並列に蓄積容量 1 6 が接続されている。蓄積容量 1 6 は、TFT 3 0 のドレインと容量線 3 b との間に設けられている。

【0043】

なお、図 1 (a) に示した検査回路 1 0 3 には、データ線 6 a が接続されており、液晶装置 1 0 0 の製造過程において、上記画像信号を検出することで液晶装置 1 0 0 の動作欠陥などを確認できる構成となっているが、図 2 の等価回路では省略している。また、検査回路 1 0 3 は、上記画像信号をサンプリングしてデータ線 6 a に供給するサンプリング回路、データ線 6 a に所定電圧レベルのプリチャージ信号を画像信号に先行して供給するプリチャージ回路を含むものとしてもよい。

30

【0044】

このような液晶装置 1 0 0 は反射型であって、画素 P が非駆動時に暗表示となるノーマリーブラックモードや、非駆動時に明表示となるノーマリーホワイトモードの光学設計が採用される。光学設計に応じて、光の入射側 (射出側) に偏光素子が配置されて用いられる。

40

【0045】

次に、画素 P の詳細な構造について図 3 を参照して説明する。図 3 に示すように、素子基板 1 0 上には、走査線 3 a と、走査線 3 a を覆う第 1 層間絶縁膜 1 1 と、TFT 3 0 と、TFT 3 0 を覆う第 2 層間絶縁膜 1 2 と、画素電極 1 5 と、画素電極 1 5 を覆う絶縁膜 1 7 と、配向膜 1 8 とが順に形成されている。

走査線 3 a は、TFT 3 0 の半導体層 3 0 a を遮光する遮光膜を兼ねており、例えば Al、Ti、Cr、W、Ta、Mo などの金属のうち少なくとも 1 つを含む金属単体、合金、金属シリサイド、ポリシリサイド、ナイトライド、あるいはこれらが積層されたものを用いることができる。

TFT 3 0 の半導体層 3 0 a は、例えばポリシリコンにリンなどの不純物が導入されて

50

形成された L D D (Light Doped Drain) 構造を有しており、第 1 層間絶縁膜 1 1 上に形成されている。半導体層 3 0 a を覆うゲート絶縁膜 (図示省略) を挟んだチャネル領域に対向する位置にゲート電極 3 0 g が形成されている。ゲート電極 3 0 g と走査線 3 a とは第 1 層間絶縁膜 1 1 を貫通するコンタクトホール (図示省略) を介して電氣的に接続されている。

半導体層 3 0 a の第 1 ソース・ドレイン領域とデータ線 6 a とが第 2 層間絶縁膜 1 2 に形成されたコンタクトホール C N T 1 を介して電氣的に接続されている。コンタクトホール C N T 1 がソース電極 3 1 として機能している。

半導体層 3 0 a の第 2 ソース・ドレイン領域と画素電極 1 5 とが第 2 層間絶縁膜 1 2 に形成されたコンタクトホール C N T 2 を介して電氣的に接続されている。コンタクトホール C N T 2 がドレイン電極 3 2 として機能している。

画素電極 1 5 は、前述したように、例えば A l (アルミニウム) や A g (銀) またはこれらの金属の合金や酸化物などの化合物を用いて形成され光反射性を有している。画素電極 1 5 の膜厚は 5 0 n m ~ 1 0 0 n m である。

画素電極 1 5 を覆う絶縁膜 1 7 は、例えば酸化シリコンからなりスパッタ法やプラズマ C V D 法などにより形成することができる。絶縁膜 1 7 の膜厚はおよそ 1 0 0 n m である。

配向膜 1 8 は、気相成長法 (斜め蒸着法や斜めスパッタ法) を用いて S i O x (酸化シリコン) などの無機材料を成膜することにより形成することができる。配向膜 1 8 の膜厚はおよそ 7 5 n m である。

【 0 0 4 6 】

素子基板 1 0 に対向配置された対向基板 2 0 の液晶層 5 0 側には、透光性の平坦化層 2 2 と、平坦化層 2 2 よりも屈折率が大きい第 1 透光性膜 2 3 a と、第 1 透光性膜 2 3 a よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜 2 3 b と、第 2 透光性膜 2 3 b よりも屈折率の大きい導電性の第 3 透光性膜 2 3 c と、絶縁膜 2 4 と、配向膜 2 5 とが順に形成されている。積層形成された第 1 透光性膜 2 3 a と第 2 透光性膜 2 3 b と第 3 透光性膜 2 3 c とによって、透光性多層膜 2 3 が構成されている。

【 0 0 4 7 】

対向基板 2 0 の基材表面には、形成された見切り部 2 1 や合わせマークなどに起因する凹凸が生ずる。膜厚が該凹凸よりも比較的薄い透光性膜を積層してなる透光性多層膜 2 3 を形成するにあたり該凹凸によって透光性多層膜 2 3 の一部が損なわれたり変形しないように基材表面を覆う平坦化層 2 2 を形成する。

【 0 0 4 8 】

平坦化層 2 2 は、前述したように無機絶縁材料を用いて形成することができる。本実施形態では、シリコン酸化物に B (ボロン) や P (リン) がドーブされた B P S G (Boron Phosphorus Silicon Glass) 膜を常圧または減圧 C V D により形成して、平坦化層 2 2 としている。その膜厚はおよそ 3 0 0 n m である。なお、5 0 0 n m ~ 1 0 0 0 n m で成膜してから膜厚が 3 0 0 n m 程度になるまで C M P (Chemical Mechanical Polishing) などの平坦化処理を施してもよい。これによれば、より平坦な形成面が得られる。また、B P S G 膜は吸湿性に優れており、不要な水分やそのガスが液晶層 5 0 中に拡散することを防ぎ、液晶装置 1 0 0 の耐湿性を向上させることができる。なお、上記凹凸を被覆して平坦化可能な平坦化層 2 2 は、シリコン酸化物に B (ボロン) および P (リン) の両方がドーブされたものに限定されず、B (ボロン) および P (リン) のいずれか一方がドーブされたものでもよい。

【 0 0 4 9 】

平坦化層 2 2 上に第 1 透光性膜 2 3 a 、第 2 透光性膜 2 3 b 、第 3 透光性膜 2 3 c が順に形成される。透光性多層膜 2 3 を共通電極として機能させるため、液晶層 5 0 に近い側の第 3 透光性膜 2 3 c は、導電性を有するように形成される。第 1 透光性膜 2 3 a および第 2 透光性膜 2 3 b は、一方が絶縁性を有していてもよいし、両方が導電性を有していてもよい。

10

20

30

40

50

第3透光性膜23cを覆う絶縁膜24は、素子基板10側の絶縁膜17と同様に例えば酸化シリコンからなりスパッタ法やプラズマCVD法などにより形成することができる。絶縁膜24の膜厚もおよそ100nmである。なお、絶縁膜24は、少なくとも上下導通部106を覆わないようにパターンニングされている。

配向膜25は、素子基板10側の配向膜18と同様に気相成長法（斜め蒸着法や斜めスパッタ法）を用いてSiO_x（酸化シリコン）などの無機材料を成膜することにより形成することができる。配向膜25の膜厚もおよそ75nmである。

【0050】

このような反射型の液晶装置100において、例えば対向基板20側から入射した光は、液晶層50を透過して画素電極15によって反射される。そして、入射経路を遡り再び液晶層50を透過して対向基板20側から射出されて反射光L1となる。光は屈折率が異なる透光性膜の界面においてその一部が反射する。対向基板20側では、例えば平坦化層22と第1透光性膜23aとの界面や第2透光性膜23bと第3透光性膜23cとの界面で反射した光を含む反射光L2となる。また、例えば第1透光性膜23aと第2透光性膜23bとの界面や第3透光性膜23cと絶縁膜24との界面で反射した光を含む反射光L3となる。反射光L2, L3はそれぞれ異なった光路を経て反射していることから、それぞれの光路長に応じた光の位相を有している。

なお、本実施形態では、対向基板20として石英基板を用いているので、BPSG膜からなる平坦化層22と屈折率がほぼ同一（およそ1.5）であり、対向基板20と平坦化層22との界面での光の反射はほとんど発生しない。同様に、互いに酸化シリコンを用いて形成された絶縁膜24と配向膜25との界面でも光の反射はほとんど発生しない。

【0051】

対向基板20から射出される反射光L1は変調されて表示光となることから、不要な反射光L2, L3によってコントラストの低下を招かないようにする必要がある。本実施形態では、透光性多層膜23における異なる屈折率の透光性膜の界面で反射した光の位相が互いに打ち消し合う状態として反射光L2, L3の強度を小さくし、反射光L1と反射光L2, L3との干渉による減衰や干渉縞が生じないようにしている。このような光反射防止構造を対向基板20に取り入れて高い透過率を実現することで、液晶装置100において反射光L1の可視光波長領域に亘る高い反射率を実現している。つまり、明るい表示を可能としている。

【0052】

透光性多層膜23は、異なる屈折率を有する透光性膜の界面で反射した光の位相が互いに打ち消し合うように光路長を設定することで反射光L2, L3の強度を最も小さくすることができる。光路長は、透光性膜の屈折率と膜厚の積で与えられる。したがって、以下の数式（1）および（2）を満たすように各透光性膜の屈折率と膜厚とを設定することが望ましい。

【0053】

$$n_1 \times d_1 + n_2 \times d_2 = \lambda / 4 \cdots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_3 \times d_3 = \lambda / 4 \cdots (2)$$

n₁は第1透光性膜23aの屈折率、d₁は第1透光性膜23aの膜厚、n₂は第2透光性膜23bの屈折率、d₂は第2透光性膜23bの膜厚、n₃は第3透光性膜23cの屈折率、d₃は第3透光性膜23cの膜厚である。λは光の波長である。各透光性膜の屈折率n₁, n₂, n₃は、光の波長λに依存する。なお、必ずしも数式（1）および（2）を満たさなくても、満たす条件に近づくように各透光性膜の屈折率と膜厚とを設定すれば、対向基板20の透過率を改善できる。特に、可視光波長領域（光の波長が400nm～700nm）において万遍なく高い透過率を確保するには、短波長域での光の干渉による透過率の低下を考慮して、屈折率が第2透光性膜23bよりも大きい第1透光性膜23aと第3透光性膜23cの膜厚を30nmよりも小さく（薄く）することが望ましい。

【0054】

一方で、透光性多層膜23は、前述したように共通電極として機能させる必要がある。

昨今、高速応答や見栄えのよい3D表示を可能とする手段の1つとして240Hzなどの高周波駆動やコモン振りなどの高速駆動の要求がある。共通電極としての透光性多層膜23のシート抵抗が大きい(高い)と、充放電時の時定数が大きくなり、上記高速駆動が困難になるという課題がある。

そこで、発明者らは、明るい表示が可能であると共に高速駆動が可能な液晶装置100の実現のため、シート抵抗が小さい透光性多層膜23を開発した。以下、実施例と比較例を挙げて、液晶装置100の製造方法、とりわけ発明の特徴部分である透光性多層膜23の形成方法について説明する。

【0055】

図4は比較例1～比較例3の透光性多層膜の構成と評価結果を示す表、図5は実施例1～実施例3の透光性多層膜の構成と評価結果を示す表、図6は比較例1～比較例3の対向基板における透過光の分光特性を示すグラフ、図7は比較例1の液晶装置における反射光の分光特性を示すグラフである。図8は実施例1～実施例3の対向基板における透過光の分光特性を示すグラフ、図9(a)は実施例1の液晶装置における反射光の分光特性を示すグラフ、図9(b)は反射光のリップル率と対向基板の透過率との関係を示すグラフである。

また、比較例1～比較例3、および実施例1～実施例3における液晶装置の画素領域Eにおける対角の長さはおよそ0.74インチ(inch)であり、画素数は1920×1080の所謂フルハイビジョン構成となっている。

【0056】

(比較例1)

図4に示すように、比較例1は、対向基板に光反射防止構造を取り入れていない例であって、第2透光性膜および第3透光性膜が無く、スパッタ(SP)法を用いてITO膜を成膜し、これを第1透光性膜(ITO(SP))とした例である。光の波長 λ を550nmとすると、第1透光性膜(ITO(SP))の屈折率はおよそ2.0、膜厚は140nmである。第1透光性膜(ITO(SP))のシート抵抗はおよそ20 Ω/cm^2 である。

比較例1の電気光学特性評価は、前述したように240Hzの高周波駆動やコモン振りなどの高速駆動が可能かどうかを評価した。評価はまったく問題なく高速駆動が可能であることから「 $\bigcirc$ 」とした。

比較例1の対向基板における分光特性は、図6に示すように、可視光波長範囲(400nm～700nm)において、緑色光波長範囲(500nm～600nm)では98%以上の透過率が得られる。ところが、青色光波長範囲(400nm～500nm)では波長が短くなるほど透過率が低下し、400nmでは透過率が91%であった。また、赤色光波長範囲(600nm～700nm)では波長が長くなるほど透過率が低下し、700nmでは透過率が96.5%であった。

また、図7に示すように、比較例1の構成を有する対向基板を用いた反射型の液晶装置の反射光の分光特性は、対向基板の透過率が最大となる波長が550nmの光に対して、反射率がおよそ86%に到達しているものの、550nmよりも短い波長域および長い波長域では、対向基板の透過率が低下して反射光の強度が増すことになる。また、対向基板を透過した光と、画素電極15によって反射した光との間で光の干渉が発生し、反射率が光の波長によって変動(上下に振幅)する。したがって、可視光波長範囲(400nm～700nm)において透過率(言い換えれば、反射率)が安定せず大幅に変動してしまうことから評価は「 $\times$ 」とした。なお、反射率が光の波長によって変動(上下に振幅)する様子をリップルと言う。

【0057】

(比較例2)

図4に示すように、比較例2は、対向基板に光反射防止構造を取り入れた例であって、第1および第3透光性膜としてスパッタ(SP)法を用いて形成されたITO膜(ITO(SP))を採用した。光の波長 λ を550nmとすると、ITO膜(ITO(SP))

の屈折率はおよそ 2.0、第 1 および第 3 透光性膜の膜厚をそれぞれ 20 nm とした。ITO 膜 (ITO (SP)) のシート抵抗はおよそ $110 \Omega / \text{cm}^2$ である。第 2 透光性膜はスパッタ (SP) 法を用いて形成された SiO_2 膜 (SiO_2 (SP)) を採用した。 SiO_2 膜 (SiO_2 (SP)) の屈折率はおよそ 1.45 であり、膜厚を 65 nm とした。

比較例 2 の電気光学特性評価は、ほぼ問題なく高速駆動が可能であることから「○」とした。

比較例 2 の対向基板における分光特性は、図 6 に示すように、緑色光波長範囲 (500 nm ~ 600 nm) と赤色光波長範囲 (600 nm ~ 700 nm) とでは 99% 以上の透過率が得られるが、青色光波長範囲 (400 nm ~ 500 nm) では波長が短くなるほど透過率が低下し、400 nm では透過率が 96% となっている。したがって、緑色光や赤色光に対して青色光の透過率が低く、後述する投射型表示装置の光変調素子として用いる場合、輝度の調整は可能な範囲ではあるもののバランスを欠いていることから評価は「」とした。

【0058】

(比較例 3)

図 4 に示すように、比較例 3 は、対向基板に光反射防止構造を取り入れた例であって、比較例 2 に対して第 1 および第 3 透光性膜 (ITO (SP)) の膜厚を 10 nm とし、第 2 透光性膜 (SiO_2 (SP)) の膜厚を 85 nm とした。シート抵抗はおよそ $230 \Omega / \text{cm}^2$ である。

図 6 に示すように、第 2 透光性膜よりも屈折率の大きい第 1 および第 3 透光性膜の膜厚を比較例 2 よりも小さくし、第 2 透光性膜の膜厚を比較例 2 よりも大きくすることで、可視光波長範囲 (400 nm ~ 700 nm) において、ほぼ 99% 以上の透過率が得られた。しかしながら、シート抵抗が比較例 2 よりも大きくなり、例えば 240 Hz の高周波駆動では、充放電時の時定数が大きくなり、画像信号の書き込み時間が不足して輝度 (明るさ) が低下したので電気特性評価は、「×」とした。この他にも第 1 および第 3 透光性膜 (ITO (SP)) の膜厚を変え、シート抵抗を変化させたものを評価したところ、シート抵抗がおよそ $170 \Omega / \text{cm}^2$ を越えると画像信号の書き込み時間が不足し始めることが判明した。

【0059】

次に、本実施形態の液晶装置 100 の製造方法に係る実施例について説明する。本実施形態の液晶装置 100 の製造方法において、素子基板 10 の画素電極 15 や画素電極 15 をスイッチング制御する TFT 30 などの形成方法および素子基板 10 と対向基板 20 とを対向配置してその隙間に液晶を充填する方法などは、前述したように公知の方法を用いることができる。以降、対向基板 20 における透光性多層膜 23 の形成方法について述べる。

本実施形態の透光性多層膜 23 の形成方法は、基本的に、対向基板 20 の液晶層 50 に面する側において、平坦化層 22 上に第 1 透光性膜 23 a を形成する第 1 工程と、第 1 透光性膜 23 a に積層して第 1 透光性膜 23 a よりも屈折率が小さい第 2 透光性膜 23 b を形成する第 2 工程と、第 2 透光性膜 23 b に積層して第 2 透光性膜 23 b よりも屈折率が大きい導電性の第 3 透光性膜 23 c を形成する第 3 工程と、を備えている。

以下に示す実施例 1 ~ 実施例 3 において、上記第 1 工程と上記第 3 工程では、いずれもスパッタ (SP) 法を用いて形成された ITO (SP) を第 1 透光性膜 23 a および第 3 透光性膜 23 c として採用している。つまり、比較例 2 や比較例 3 と同じ製造方法が用いられている。なお、透光性多層膜 23 を構成する第 1 透光性膜 23 a および第 3 透光性膜 23 c は、第 2 透光性膜 23 b よりも屈折率が大きければよく、スパッタ (SP) 法に限らず蒸着法を用いてもよい。

実施例 1 ~ 実施例 3 は、上記第 2 工程における第 2 透光性膜 23 b の具体的な形成方法を示すものである。いずれも、上記第 2 工程において、微小な空気層を含む多孔質な第 2 透光性膜 23 b を形成する点において共通している。

(实施例 1)

10

20

[illegible]

30

40

50

(実施例 2)

実施例 2 は、実施例 1 に対して、混合液の例えば加熱・焼成条件を異ならせることにより、第 2 透光性膜 23b における上記空気層の空隙率を大きくしたものである。具体的には、空隙率をおよそ 67% とした。形成された第 2 透光性膜 23b の屈折率はおよそ 1.15 であり、その膜厚を 45 nm とした。これにより、実施例 1 に比べて第 2 透光性膜 23b の膜厚を小さくした分、第 1 透光性膜 23a および第 3 透光性膜 23c の膜厚を大きくして 20 nm とすることができ、シート抵抗を $110 \Omega / \text{cm}^2$ とすることができた。したがって、実施例 2 の電気特性評価は「○」である。

実施例 2 の対向基板 20 の分光特性は、図 8 に示すように、実施例 1 に対して短波長側でやや透過率の低下が見られるものの、可視光波長範囲 (400 nm ~ 700 nm) で 98% 以上の透過率が安定的に得られているので、その評価を「○」とした。

10

【0065】

(実施例 3)

実施例 3 は、実施例 1 や実施例 2 に対して、透光性多層膜 23 を構成する第 2 透光性膜 23b に導電性を付与すると共に、ゾル・ゲル法 (SG) を用いて形成することで、ITO (SP) よりも屈折率を小さくした多孔質のインジウム化合物からなる第 2 透光性膜 23b を形成した例である。第 1 透光性膜 23a および第 3 透光性膜 23c は、実施例 1 や実施例 2 と同じく ITO (SP) を用いているので、第 1 透光性膜 23a ~ 第 3 透光性膜 23c のすべてが導電性を有している。

【0066】

20

具体的には、有機インジウム化合物と有機金属ドーパント化合物と溶媒とを含む混合液を第 1 透光性膜 23a が形成された対向基板 20 に塗布し乾燥・焼成することにより第 2 透光性膜 23b (ITO (SG)) を形成した。混合液の代表的な例としては、有機インジウム化合物としてのインジウムアルコキシドと、有機金属ドーパントとしての錫アルコキシドと、溶媒としてはこれらのアルコキシド金属化合物と相溶性がよい例えばエタノールやイソプロパノールなどのアルコール類とを含むものが挙げられる。

また、対向基板 20 に混合液を塗布する際の濡れ性や粘度などを調整する目的で、焼成時には燃焼あるいは揮発してしまうバインダーを添加してもよい。このようなバインダーとしては、セルロース誘導体やアクリル樹脂、エチレングリコール誘導体などが挙げられる。

30

混合液の組成としては、有機インジウム化合物と有機金属ドーパント化合物との合計が 1 wt% ~ 30 wt%、バインダーが 5 wt% 以下である。そして、シート抵抗ができるだけ小さくなるように膜厚を 108 nm に設定して第 2 透光性膜 23b (ITO (SG)) を形成した。混合液が塗布された対向基板 20 の乾燥条件は、溶媒にも寄るが 80 ~ 180 で 10 分 ~ 60 分、焼成条件は 300 以上、好ましくは 350 以上の温度で 15 分 ~ 60 分である。このようにして形成された第 2 透光性膜 23b (ITO (SG)) の空気層の大きさはおよそ 5 nm ~ 10 nm であって、空隙率はおよそ 40%、屈折率はおよそ 1.6 である。ゾル・ゲル (SG) 法で形成された第 2 透光性膜 23b (ITO (SG)) は、微小な空気層を含む多孔質膜である。

第 1 透光性膜 23a (ITO (SP)) および第 3 透光性膜 23c (ITO (SP)) は前述の数式 (1) および (2) を満たす条件に近づくべくそれぞれ 10 nm とした。

40

これにより、導電性を有する第 1 透光性膜 23a ~ 第 3 透光性膜 23c の合成シート抵抗を $100 \Omega / \text{cm}^2$ 以下とすることができた。したがって、電気特性評価は「○」である。

実施例 3 の対向基板 20 の分光特性は、図 8 に示すように、比較例 2 よりも実施例 2 に近い特性が得られ、可視光波長範囲 (400 nm ~ 700 nm) においてほぼ 97% 以上の透過率を実現できたので、その評価を「○」とした。

なお、実施例 3 では、実施例 1 や実施例 2 に比べて、第 2 透光性膜 23b に導電性を付与してその膜厚を大きくする一方で第 1 透光性膜 23a および第 3 透光性膜 23c の膜厚を小さくして、シート抵抗と分光特性とを両立させたが、導電性の第 2 透光性膜 23b の

50

膜厚を大きくせずに、その分第1透光性膜23aおよび第3透光性膜23cの膜厚を大きくしてもよい。

また、例えば混合液に添加するバインダーや溶媒の種類や組成、乾燥・焼成条件などを調整して上記空気層の大きさや空隙率を変えることで、シート抵抗と分光特性の両立を図ることも可能である。

【0067】

導電性を有する第2透光性膜23bをゾル・ゲル(SG)法で形成する場合の他の混合液の組成としては、有機インジウム錯体と、有機金属ドーパント錯体とを含む例も挙げることができる。有機インジウム錯体の代表例としてはアセチルアセトンインジウム(In(C₅H₇O₂)₃)が挙げられ、有機金属ドーパント錯体の代表例としてはアセチルアセトン錫が挙げられる。

このように液体塗布成膜法を用いて低屈折率で導電性を有する透光性膜を形成する技術が開示された参考文献として、特開2009-164116号公報が挙げられる。この参考文献には、有機インジウム化合物以外にも有機チタン化合物、有機タングステン化合物、有機亜鉛化合物、有機タンタル化合物、有機ニオブ化合物、有機ハフニウム化合物、有機ジルコニウム化合物、有機バナジウムなどから選ばれる1種の有機金属化合物と、当該有機金属化合物に対応する有機金属ドーパント化合物とを含む混合液を用いて、低屈折率透明導電膜を形成する方法が開示されている。言い換えれば、液体塗布成膜法を用いて形成が可能な屈折率が小さく導電性を有する透光性膜は、インジウム化合物に限定されない。

【0068】

上記実施形態によれば、以下の効果が得られる。

(1) 上記実施形態の液晶装置100は、対向基板20に透光性多層膜23を備え、透光性多層膜23を構成する第2透光性膜23bが実施例1や実施例2のように、ゾル・ゲル法を用いて形成されたSiO₂(SG)からなる。SiO₂(SG)は微小な空気層を含む多孔質膜であることから、屈折率がSiO₂(SP)(n=1.5)よりも小さくなり、その分、ITO(SP)からなる第1透光性膜23aおよび第3透光性膜23cの膜厚を大きくすることができ、共通電極として機能する透光性多層膜23のシート抵抗を小さくすることができる。それゆえに、明るい表示が可能であると共に、高速駆動が可能な反射型の液晶装置100を提供あるいは製造することができる。

(2) 実施例3のように、ゾル・ゲル法を用いて形成された多孔質なITO(SG)を第2透光性膜23bとして採用すれば、透光性多層膜23を構成する第1透光性膜23a~第3透光性膜23cのすべてが導電性を有し、透光性多層膜23のシート抵抗をさらに小さくすることができる。

【0069】

(第2実施形態)

<電子機器>

次に、本実施形態の電子機器としての投射型表示装置について、図10を参照して説明する。図10は電子機器としての投射型表示装置の構成を示す模式図である。

【0070】

図10に示すように、本実施形態の電子機器としての投射型表示装置1000は、システム光軸Lに沿って配置された偏光照明装置1100と、3つのダイクロイックミラー1111, 1112, 1115と、2つの反射ミラー1113, 1114と、3つの光変調素子としての反射型の液晶ライトバルブ1250, 1260, 1270と、クロスダイクロイックプリズム1206と、投射レンズ1207とを備えている。

【0071】

偏光照明装置1100は、ハロゲンランプなどの白色光源からなる光源としてのランプユニット1101と、インテグレーターレンズ1102と、偏光変換素子1103とから概略構成されている。

【0072】

偏光照明装置 1 1 0 0 から射出された偏光光束は、互いに直交して配置されたダイクロイックミラー 1 1 1 1 とダイクロイックミラー 1 1 1 2 とに入射する。光分離素子としてのダイクロイックミラー 1 1 1 1 は、入射した偏光光束のうち赤色光 (R) を反射する。もう一方の光分離素子としてのダイクロイックミラー 1 1 1 2 は、入射した偏光光束のうち緑色光 (G) と青色光 (B) とを反射する。

反射した赤色光 (R) は反射ミラー 1 1 1 3 により再び反射され、液晶ライトバルブ 1 2 5 0 に入射する。一方、反射した緑色光 (G) と青色光 (B) とは反射ミラー 1 1 1 4 により再び反射して光分離素子としてのダイクロイックミラー 1 1 1 5 に入射する。ダイクロイックミラー 1 1 1 5 は緑色光 (G) を反射し、青色光 (B) を透過する。反射した緑色光 (G) は液晶ライトバルブ 1 2 6 0 に入射する。透過した青色光 (B) は液晶ライトバルブ 1 2 7 0 に入射する。

10

【 0 0 7 3 】

液晶ライトバルブ 1 2 5 0 は、反射型の液晶パネル 1 2 5 1 と、反射型偏光素子としてのワイヤーグリッド偏光板 1 2 5 3 とを備えている。

液晶ライトバルブ 1 2 5 0 は、ワイヤーグリッド偏光板 1 2 5 3 によって反射した赤色光 (R) がクロスダイクロイックプリズム 1 2 0 6 の入射面に垂直に入射するように配置されている。また、ワイヤーグリッド偏光板 1 2 5 3 の偏光度を補う補助偏光板 1 2 5 4 が液晶ライトバルブ 1 2 5 0 における赤色光 (R) の入射側に配置され、もう 1 つの補助偏光板 1 2 5 5 が赤色光 (R) の射出側においてクロスダイクロイックプリズム 1 2 0 6 の入射面に沿って配置されている。なお、反射型偏光素子として偏光ビームスプリッターを用いた場合には、一対の補助偏光板 1 2 5 4 , 1 2 5 5 を省略することも可能である。

20

このような反射型の液晶ライトバルブ 1 2 5 0 の構成と各構成の配置は、他の反射型の液晶ライトバルブ 1 2 6 0 , 1 2 7 0 においても同じである。

【 0 0 7 4 】

液晶ライトバルブ 1 2 5 0 , 1 2 6 0 , 1 2 7 0 に入射した各色光は、画像情報に基づいて変調され、再びワイヤーグリッド偏光板 1 2 5 3 , 1 2 6 3 , 1 2 7 3 を経由してクロスダイクロイックプリズム 1 2 0 6 に入射する。クロスダイクロイックプリズム 1 2 0 6 では、各色光が合成され、合成された光は投射レンズ 1 2 0 7 によってスクリーン 1 3 0 0 上に投射され、画像が拡大されて表示される。

【 0 0 7 5 】

30

本実施形態では、液晶ライトバルブ 1 2 5 0 , 1 2 6 0 , 1 2 7 0 における反射型の液晶パネル 1 2 5 1 , 1 2 6 1 , 1 2 7 1 として上記第 1 実施形態における反射型の液晶装置 1 0 0 が適用されている。

【 0 0 7 6 】

このような投射型表示装置 1 0 0 0 によれば、反射型の液晶装置 1 0 0 を液晶ライトバルブ 1 2 5 0 , 1 2 6 0 , 1 2 7 0 に用いているので、明るい画像を投射可能であると共に高速駆動が可能な反射型の投射型表示装置 1 0 0 0 を提供できる。

【 0 0 7 7 】

本発明は、上記した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲および明細書全体から読み取れる発明の要旨あるいは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う液晶装置 1 0 0 および該液晶装置 1 0 0 の製造方法ならびに該液晶装置 1 0 0 を適用する電子機器もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。上記実施形態以外にも様々な変形例が考えられる。以下、変形例を挙げて説明する。

40

【 0 0 7 8 】

(変形例 1) 多孔質で屈折率が小さく且つ導電性を有する第 2 透光性膜 2 3 b の形成方法は、実施例 3 に示した液体塗布成膜法 (例えばゾル・ゲル法) を用いる方法に限定されない。例えば、ITO などの透明導電膜材料を低真空中で蒸着またはスパッタする方法でも形成することができる。

蒸着法では、例えば被蒸着物としての基板の温度を 2 5 程度、成膜圧力を 0 . 2 P a (通常は 0 . 0 1 4 P a) とし、蒸着レートを 1 n m / 秒として、基板の成膜面に対して

50

斜め方向から蒸着を行うことで多孔質なITO膜を形成することができる。

スパッタ法では、例えばDC電源出力が400Wのスパッタ装置を用い、基板の温度を250℃程度（通常は250℃）、アルゴン（Ar）ガスの流量を25sccm、酸素（O₂）ガスの流量を1.2sccm、成膜圧力を6.5Pa（通常は0.65Pa）、スパッタレートを0.82nm/秒としてスパッタすれば、多孔質なITO膜を成膜することができる。

【0079】

（変形例2）実施例3に示した多孔質のインジウム化合物からなる第2透光性膜23bに、屈折率が1.5以下の透明微粒子を含ませてもよい。具体的には、例えば、有機インジウム化合物と有機金属ドーパント化合物との合計が1wt%～30wt%、バインダーが5wt%の混合液に、屈折率が1.5以下の透明微粒子を有機インジウム化合物と有機金属ドーパント化合物との合計を「100」としたとき「2～20」の重量割合で添加したものをを用いる。屈折率が1.5以下の透明微粒子としては、シリカ微粒子やフッ化マグネシウム微粒子、フッ化アルミニウム微粒子が挙げられる。低屈折率を実現できる点で内部に空隙を有する中空シリカ微粒子を用いることが好ましい。空隙を有することで屈折率を1.46以下にすることができる。透明微粒子の大きさは、第2透光性膜23bの膜厚よりも小さく、10nm以下が好ましく、5nm以下がより好ましい。透明微粒子を添加することで、多孔質なインジウム化合物からなる第2透光性膜23bが外圧などにより潰れてしまわないように、物理的な強度を改善することができる。

【0080】

（変形例3）シート抵抗が小さい透光性多層膜23が対向基板20に形成された液晶装置100の構成は、画素電極15が光反射性を有する反射型に限定されない。図11は変形例の液晶装置の画素の構造を示す概略断面図である。なお、上記実施形態の液晶装置100と同じ構成には同じ符号を付して詳細な説明は省略するものとする。

図11に示すように、変形例の液晶装置150は、互いに透光性の例えば石英基板が用いられた素子基板10と対向基板20との間に負の誘電異方性の液晶層50が挟持された透過型である。素子基板10には、透光性の例えばITOやIZOなどの透明導電膜からなる画素電極15tと画素電極15tをスイッチング制御するTFOT30とが形成されている。対向基板20には、対向基板20側から順にブラックマトリックス（BM）21を覆う平坦化層22と、透光性多層膜23と、配向膜25とが形成されている。画素電極15tを覆う配向膜18および透光性多層膜23を覆う配向膜25は、例えば酸化シリコンなどの無機材料を斜め蒸着して成膜された無機配向膜であり、液晶層50において負の誘電異方性を有する液晶分子を略垂直配向させている。なお、液晶層50の厚みdは画素Pの明るさを確保する観点から反射型の上記液晶装置100に比べてやや大きく設定されている。

例えば、対向基板20側から入射した光L4は、平坦化層22、透光性多層膜23、液晶層50、画素電極15tを透過して素子基板10側から射出される。対向基板20に透光性多層膜23が形成されているので、屈折率が異なる平坦化層22と第1透光性膜23aとの界面で反射した光や、同じく屈折率が異なる第2透光性膜23bと第3透光性膜23cの界面で反射した光を含む反射光L5は、それぞれの反射光の位相が互いに打ち消し合うように光路長が設定されているので、その強度が非常に小さくなっている。屈折率が異なる第1透光性膜23aと第2透光性膜23bとの界面で反射した光や、同じく屈折率が異なる第3透光性膜23cと配向膜25との界面で反射した光を含む反射光L6も同様に、それぞれの反射光の位相が互いに打ち消し合うように光路長が設定されているので、その強度が非常に小さくなっている。また、第2透光性膜23bを液体塗布成膜法（例えばゾル・ゲル（SG）法）を用いて形成された多孔質なシリコン酸化物あるいは多孔質なインジウム化合物とすることで、透光性多層膜23のシート抵抗を小さくすることができる。したがって、透光性多層膜23を例えばITO膜の単一構造とした場合に比べて、対向基板20の可視光波長領域（400nm～700nm）に亘る光L4（表示光）の透過率が高くなり、明るい表示が可能であると共に高速駆動が可能な透過型の液晶装置150を提

10

20

30

40

50

供できる。

【 0 0 8 1 】

(変形例 4) 本発明が適用される液晶装置の液晶層 5 0 における液晶分子の配向制御は略垂直配向 (V A ; Vertical Alignment) に限定されない。 T N (Twisted Nematic) や O C B (Optically Compensated Bend) などにも適用可能である。

【 0 0 8 2 】

(変形例 5) 上記実施形態の液晶装置 1 0 0 を適用可能な電子機器は、上記実施形態の投射型表示装置 1 0 0 0 に限定されない。例えば、投射型の H U D (ヘッドアップディスプレイ) や直視型の H M D (ヘッドマウントディスプレイ)、または電子ブック、パーソナルコンピューター、デジタルスチルカメラ、液晶テレビ、ビューファインダー型あるいはモニター直視型のビデオレコーダー、カーナビゲーションシステム、電子手帳、 P O S などの情報端末機器の表示部として好適に用いることができる。

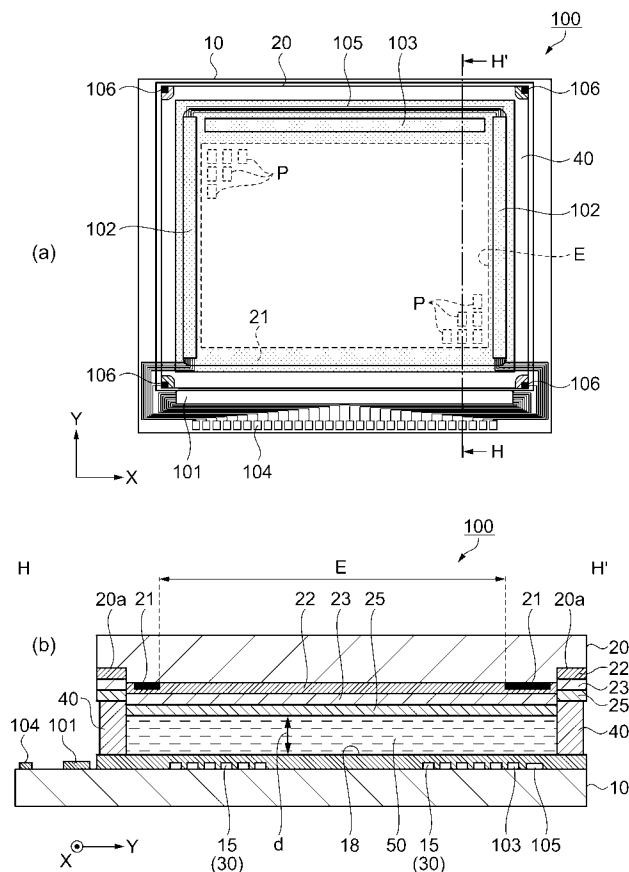
10

【 符号の説明 】

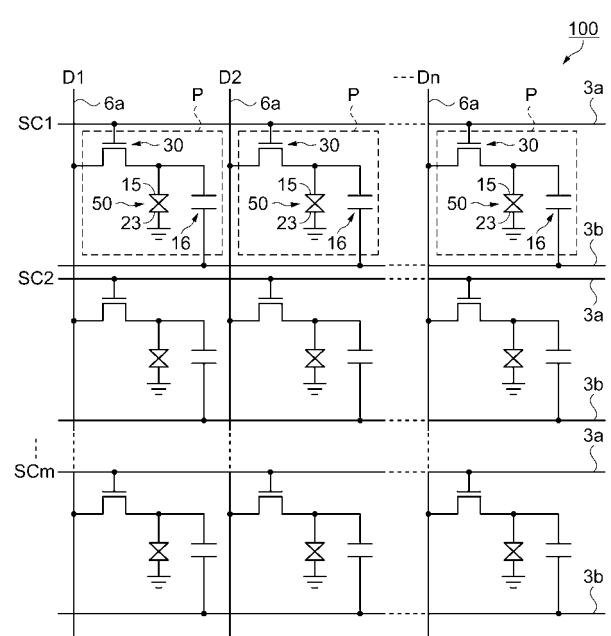
【 0 0 8 3 】

1 0 ... 第 1 基板としての素子基板、 1 5 ... 光反射性の画素電極、 1 5 t ... 光透光性の画素電極、 2 0 ... 第 2 基板としての対向基板、 2 1 ... 見切り部あるいはブラックマトリックス (B M)、 2 2 ... 平坦化層、 2 3 ... 透光性多層膜、 2 3 a ... 第 1 透光性膜、 2 3 b ... 第 2 透光性膜、 2 3 c ... 第 3 透光性膜、 3 0 ... 薄膜トランジスタ (T F T)、 5 0 ... 液晶層、 1 0 0 , 1 5 0 ... 液晶装置、 1 0 0 0 ... 電子機器としての投射型表示装置。

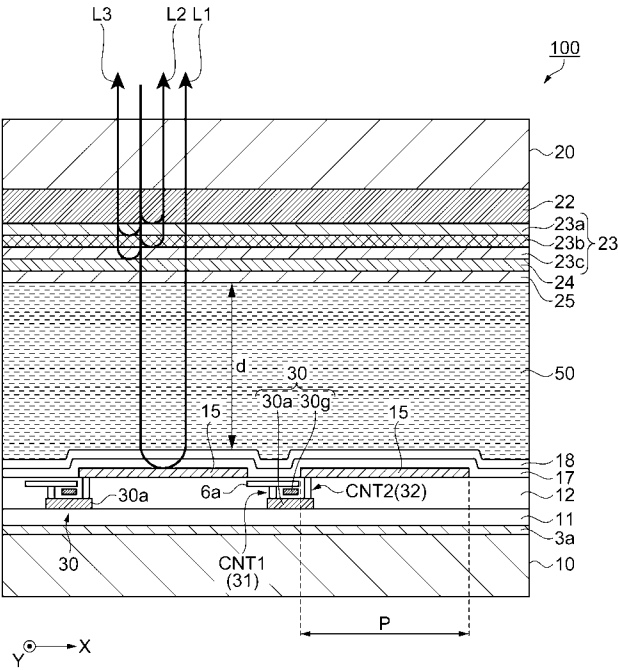
【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】



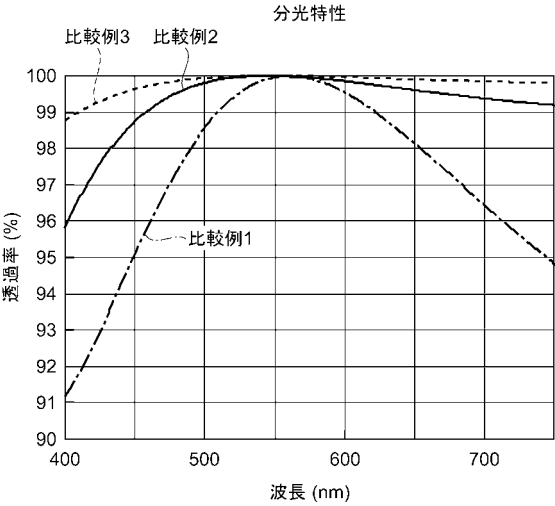
【図 4】

	比較例1			比較例2			比較例3		
	材質	屈折率 (n)	膜厚 (nm)	シート抵抗 (Ω/cm ²)	材質	屈折率 (n)	膜厚 (nm)	シート抵抗 (Ω/cm ²)	材質
第1透光性膜	ITO(SP)	2.00	140	20	ITO(SP)	2.00	20	110	ITO(SP)
第2透光性膜	—	—	—	—	SiO ₂ (SP)	1.45	65	—	SiO ₂ (SP)
第3透光性膜	—	—	—	—	ITO(SP)	2.00	20	110	ITO(SP)
電気特性評価	◎			○			×		
分光特性評価	×			△			○		

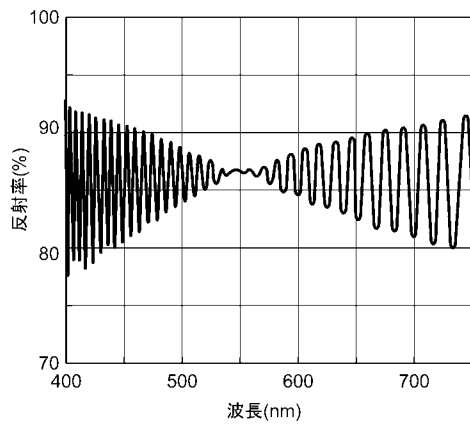
【図 5】

	実施例1			実施例2			実施例3		
	材質	屈折率 (n)	膜厚 (nm)	シート抵抗 (Ω/cm ²)	材質	屈折率 (n)	膜厚 (nm)	シート抵抗 (Ω/cm ²)	
第1透光性膜	ITO(SP)	2.00	15	150	ITO(SP)	2.00	20	110	ITO(SP)
第2透光性膜	SiO ₂ (SG)	1.25	50	—	SiO ₂ (SG)	1.15	45	—	ITO(SG)
第3透光性膜	ITO(SP)	2.00	15	150	ITO(SP)	2.00	20	110	ITO(SP)
電気特性評価	○			○			○		
分光特性評価	◎			○			○		

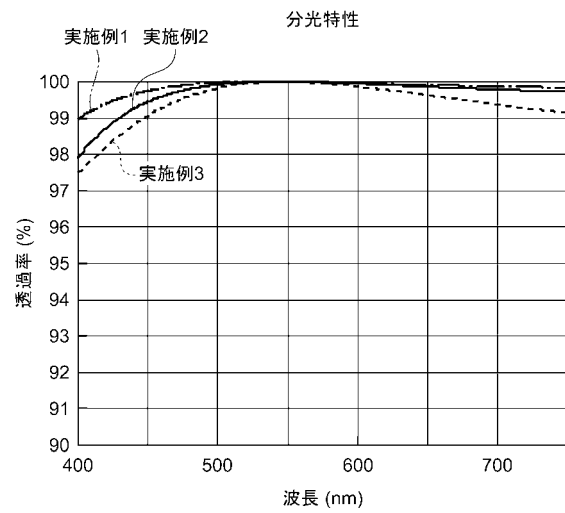
【図 6】



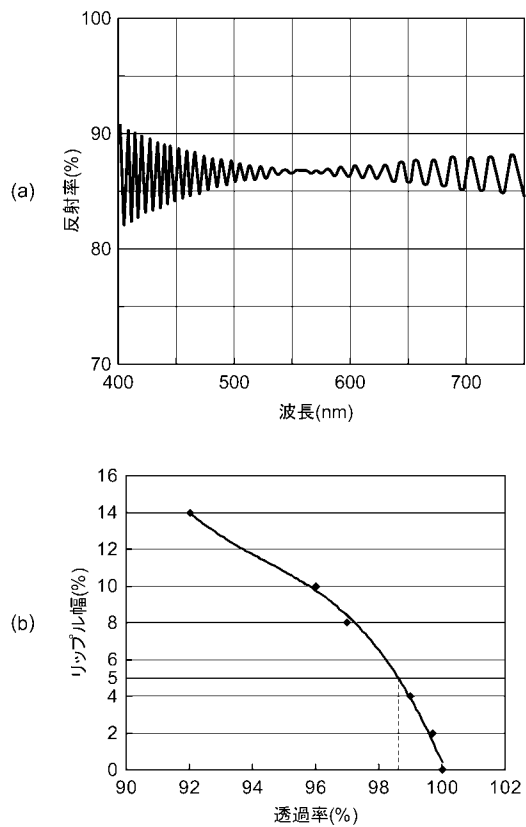
【図 7】



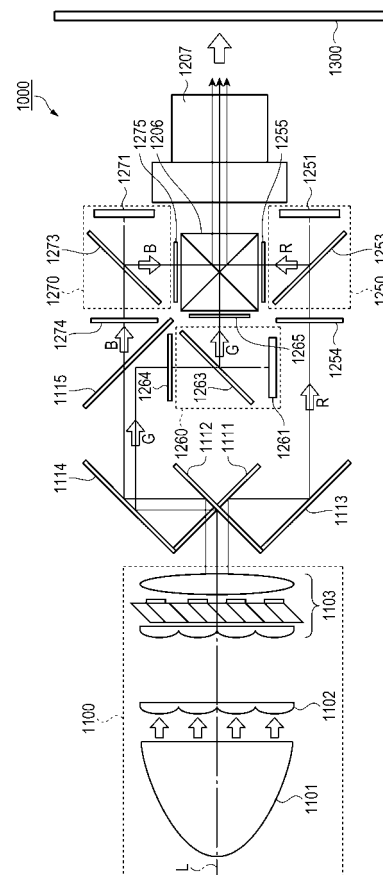
【図 8】



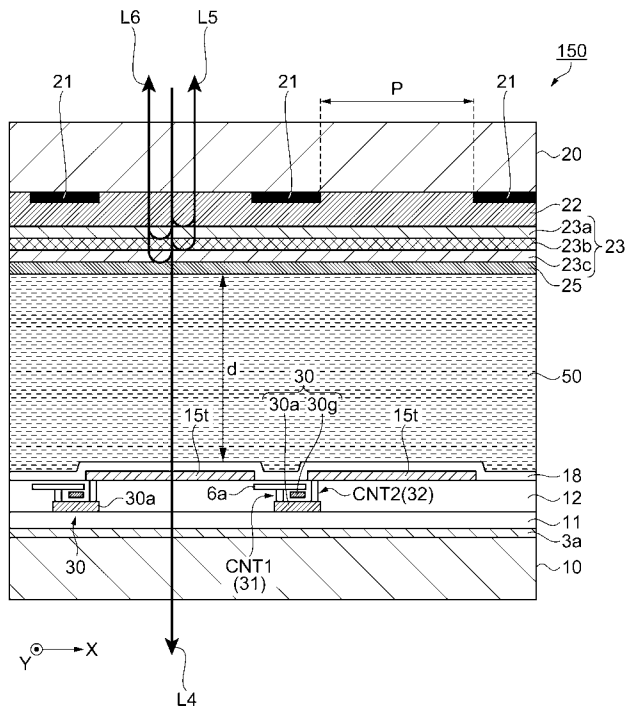
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H191 FA22X FA31Y FA33Y FA40Y FB12 FB14 FC02 GA05 GA08 GA10
HA06 HA11 HA13 KA10 LA40 MA02 NA43

专利名称(译)	液晶装置，液晶装置的制造方法，电子装置		
公开(公告)号	JP2013105061A	公开(公告)日	2013-05-30
申请号	JP2011249416	申请日	2011-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	土屋豊 廣田武徳		
发明人	土屋 豊 廣田 武徳		
IPC分类号	G02F1/1335		
FI分类号	G02F1/1335 G02F1/1335.520		
F-TERM分类号	2H191/FA22X 2H191/FA31Y 2H191/FA33Y 2H191/FA40Y 2H191/FB12 2H191/FB14 2H191/FC02 2H191/GA05 2H191/GA08 2H191/GA10 2H191/HA06 2H191/HA11 2H191/HA13 2H191/KA10 2H191/LA40 2H191/MA02 2H191/NA43 2H291/FA22X 2H291/FA31Y 2H291/FA33Y 2H291/FA40Y 2H291/FB12 2H291/FB14 2H291/FC02 2H291/GA05 2H291/GA08 2H291/GA10 2H291/HA06 2H291/HA11 2H291/HA13 2H291/KA10 2H291/LA40 2H291/MA02 2H291/NA43		
代理人(译)	须泽 修 宫坂和彦		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种液晶显示装置和制造液晶显示装置的方法，该液晶显示装置具有入射光的光反射防止结构，并且能够高速驱动，并且提供具有该液晶的电子设备显示装置。液晶显示装置100包括作为第一基板的元件基板10，作为第二基板的相对基板20，以及夹在元件基板10和相对基板20之间的液晶层50。基板10包括设置在液晶层50侧的像素电极15，对置基板20包括半透明多层膜23，其中第一半透明膜23a，第二半透明膜23b的折射率小于第一半透明膜的折射率薄膜23a和第三半透明薄膜23c，其折射率大于第二半透明薄膜23b的折射率，导电性依次层叠在面向液晶层50的一侧，第二透光性薄膜23b是多孔膜。

