

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3941437号
(P3941437)

(45) 発行日 平成19年7月4日(2007.7.4)

(24) 登録日 平成19年4月13日(2007.4.13)

(51) Int. Cl.	F I
GO2F 1/1343 (2006.01)	GO2F 1/1343
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335
GO2F 1/1337 (2006.01)	GO2F 1/1335 520
	GO2F 1/1337 500

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2001-264991 (P2001-264991)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成13年8月31日 (2001.8.31)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-75851 (P2003-75851A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成15年3月12日 (2003.3.12)	(74) 代理人	100107836
審査請求日	平成16年3月23日 (2004.3.23)		弁理士 西 和哉
前置審査		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	飯坂 英仁
			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
		(72) 発明者	坂田 秀文
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置およびその製造方法ならびに電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対の基板間に液晶層が挟持され、複数の画素がマトリクス状に配置された液晶表示装置であって、

前記一対の基板のうちの少なくとも一方の基板上に、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の略直線状の光反射体を有し、一つの画素内で前記光反射体の延在方向が異なる領域を有する構造複屈折体が設けられ、前記液晶層を構成する液晶分子の配向方向が前記領域における前記光反射体の延在方向に沿うように規制され、

前記液晶層としてツイステッドネマティック液晶が用いられるとともに、前記一対の基板の双方に前記構造複屈折体が設けられ、前記各領域毎に一方の基板上に設けられた前記構造複屈折体の光反射体の延在方向と他方の基板上に設けられた前記構造複屈折体の光反射体の延在方向とが平面的に略直交し、

前記一つの画素が、前記光反射体の延在方向が異なる4つの領域に分割され、各基板上の互いに隣接する前記領域内の前記光反射体の延在方向が略直交し、かつ、前記4つの領域を右回りまたは左回りに見たときに前記光反射体の延在方向が90°ずつ回転しており、前記構造複屈折体には遮光部が設けられており、

前記遮光部は、前記光反射体の延在方向が異なる領域間に設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

一対の基板間に液晶層が挟持され、複数の画素がマトリクス状に配置された液晶表示装

置であって、

前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板上に、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の光反射体を有し、一つの画素内で前記光反射体の延在方向が異なる領域を有する構造複屈折体が設けられ、前記液晶層を構成する液晶分子の配向方向が前記領域における前記光反射体の延在方向に沿うように規制され、

前記液晶層としてツイステッドネマティック液晶が用いられるとともに、前記一对の基板の双方に前記構造複屈折体が設けられ、一方の基板上に前記画素の中心を中心として略同心円状に形成された複数の光反射体を有する構造複屈折体が設けられ、他方の基板上に前記画素の中心を中心として略放射状に形成された複数の光反射体を有する構造複屈折体が設けられており、

10

前記構造複屈折体には遮光部が設けられており、

前記遮光部は、前記画素の中心を覆う位置に設けられていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】

前記遮光部は前記光反射体と同層で形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】

前記光反射体が導電性を有し、前記構造複屈折体が前記液晶層を駆動するための電極を兼ねることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項5】

20

請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法であって、

光反射性を有する金属膜を基板上に形成する工程と、

前記金属膜上に第1のネガ型フォトリソを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の第1の露光領域を形成する第1の露光工程と、

前工程で2光束干渉露光を行った第1のネガ型フォトリソに対してマスク露光を行うことにより、前記一つの画素内の前記光反射体の延在方向が異なる複数の領域のうちの一部の領域に相当する第2の露光領域を形成する第2の露光工程と、

前記第1のネガ型フォトリソの現像を行い、前記第1の露光領域および前記第2の露光領域に対応する領域が残存した第1のレジストパターンを形成する工程と、

30

前記第1のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行う工程と、

前記エッチングが施された金属膜を覆う第2のネガ型フォトリソを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列され、前記第1の露光領域と略直交する方向に延在する複数の線状の第3の露光領域を形成する第3の露光工程と、

前工程で2光束干渉露光を行った第2のネガ型フォトリソに対してマスク露光を行うことにより、前記第2の露光工程で露光されなかった側の領域に相当する第4の露光領域を形成する第4の露光工程と、

前記第2のネガ型フォトリソの現像を行い、前記第3の露光領域および前記第4の露光領域に対応する領域が残存した第2のレジストパターンを形成する工程と、

40

前記第2のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行うことにより前記光反射体を形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項6】

請求項1に記載の液晶表示装置の製造方法であって、

光反射性を有する金属膜を基板上に形成する工程と、

前記金属膜上に第1のポジ型フォトリソを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の第1の露光領域を形成する第1の露光工程と、

前記第1のポジ型フォトリソの現像を行い、前記第1の露光領域に対応する第1のレジストパターンを形成する工程と、

50

前記第 1 のレジストパターンを覆う第 2 のポジ型フォトレジストを塗布した後、該第 2 のポジ型フォトレジストに対してマスク露光を行うことにより、前記一つの画素内の前記光反射体の延在方向が異なる複数の領域のうちの一部の領域に相当する第 2 の露光領域を形成する第 2 の露光工程と、

前記第 2 のポジ型フォトレジストの現像を行い、前記第 2 の露光領域に対応する領域が残存した第 2 のレジストパターンを形成する工程と、

前記第 1 のレジストパターンおよび前記第 2 のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行う工程と、

前記エッチングが施された金属膜上に第 3 のポジ型フォトレジストを塗布した後、2 光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列され、前記第 1 の露光領域と略直交する方向に延在する複数の線状の第 3 の露光領域を形成する第 3 の露光工程と、

前記第 3 のポジ型フォトレジストの現像を行い、前記第 3 の露光領域に対応する第 3 のレジストパターンを形成する工程と、

前記第 3 のレジストパターンを覆う第 4 のポジ型フォトレジストを塗布した後、該第 4 のポジ型フォトレジストに対してマスク露光を行うことにより、前記第 2 の露光工程で露光されなかった側の領域に相当する第 4 の露光領域を形成する第 4 の露光工程と、

前記第 4 のポジ型フォトレジストの現像を行い、前記第 4 の露光領域に対応する領域が残存した第 4 のレジストパターンを形成する工程と、

前記第 3 のレジストパターンおよび前記第 4 のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行うことにより前記光反射体を形成する工程とを有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の液晶表示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】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置およびその製造方法ならびに電子機器に関し、特に、構造複屈折体を利用した広視野角の液晶表示装置の構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えば携帯電話等の表示部として搭載される直視型表示装置として用いられる液晶装置は、液晶層を挟持して対向配置され、液晶層に電圧を印加するための電極を具備する一对の基板から構成されている。液晶装置としては、一方の基板側から入射した光が、液晶層を透過し、他方の基板側から出射された光を視認する透過型液晶装置が知られている。透過型液晶装置においては、一对の基板の外側に、特定の偏光のみを透過する偏光子を設けることにより、電圧無印加時、電圧印加時における液晶層内の液晶分子の配列を光学的に識別し、表示を行う構成になっている。

【0003】

液晶表示装置、特にツイステッド・ネマティック (Twisted Nematic, 以下、TN と略記する) モードの液晶装置では、その視野角依存性が問題となっている。コントラストの視野角依存性は対称性を示さず、例えば一方向の視野角はある程度広くても、それと垂直な方向の視野角は狭く、表示の視認性が悪いといった問題があった。このような背景から、液晶表示装置の広視野角化 (視野角対称化) を図るための様々な構造が提案されている。

【0004】

その一つに画素単位のマルチドメイン構造がある。このマルチドメイン構造とは、各画素毎に電圧を印加した時に液晶分子が立ち上がる方向が異なる複数のドメイン (領域) を持たせた構造のことであり、例えば一つの画素内を 2 分割し、2 分割した領域の配向膜にそれぞれ異なる方向の配向処理を施すことによってこの構造を実現することができる。この

10

20

30

40

50

マルチドメイン構造により、TNモードの液晶表示装置において問題となっていた特有な方向での急激で非対称なコントラスト変化が緩和されて対称化し、広視野角の液晶表示装置を実現することができる。

【0005】

マルチドメイン構造を実現するための手法が、例えば特開平5-107544号公報に記載されている。この公報では、基板上を例えば2つの領域に分割する場合、全面に配向膜を塗布した後、第1の分割領域をレジストでマスクした状態で1回目のラビング処理を施すことにより、第2の分割領域に配向規制力を付与し、次に、第2の分割領域をレジストでマスクした状態で1回目のラビング処理と異なる方向に第2のラビング処理を施すことにより、第1の分割領域に第2の分割領域とは異なる方向の配向規制力を付与する、いわゆるマスクラビング法を用いたマルチドメイン構造の形成方法が記載されている。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、一つの画素内の複数の領域毎に異なる配向処理を行う場合、上記のように、マスク作成のためのフォトリソグラフィ工程とラビング工程といった工程環境が大きく異なる2つの工程を繰り返さなければならず、著しく煩雑な工程を通さなければならない。その結果、歩留まりの確保が困難である、製造コストが高騰する等の問題があった。また、この方法では一画素内に異なる配向方向を持つ領域が形成されるが、その一方、偏光子の透過軸の方向は全面にわたって一様であるから、一方向の偏光しか用いることができず、広視角化に対しても十分な効果が得られず、コントラストが確保できないといった問題

20

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、煩雑な工程を通すことなくマルチドメイン化による広視野角化が図れるとともに、偏光の利用効率にも優れ、コントラストの高い液晶表示装置とその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明の液晶表示装置は、一对の基板間に液晶層が挟持され、複数の画素がマトリクス状に配置された液晶表示装置であって、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板上に、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の光反射体を有し、一つの画素内で前記光反射体の延在方向が異なる領域を有する構造複屈折体が設けられ、前記液晶層を構成する液晶分子の配向方向が前記領域における前記光反射体の延在方向に沿うように規制されていることを特徴とする。

30

【0009】

本発明者は、構造複屈折体が偏光作用と液晶配向作用の双方を持つことに着目し、この構造複屈折体を液晶表示装置に内蔵することにより上記の目的が達成できることに思い至った。ここで言う「構造複屈折体」とは、「入射する光の偏光方向により有効屈折率が異なる構造体」のことである。構造複屈折体に入射する光の偏光方向により有効屈折率が異なることを利用し、特定の偏光のみを透過させ、特定の偏光のみを反射させることができる。

40

【0010】

ここで、構造複屈折体の構造について具体的に説明する。

本発明の液晶装置に備える構造複屈折体としては、液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチでストライプ状に配列された複数の光反射体を有する構造のものが好適である。図16に基づいて、このような構造を有する構造複屈折体が特定の偏光のみを透過し、特定の偏光のみを反射することができる理由について説明する。

【0011】

図16に示すように、入射する光の波長よりも小さいピッチで、ストライプ状に配列された複数の媒質A101を具備した構造の構造複屈折体100において、隣接する媒質A101の間隙には、媒質A101と異なる屈折率を有する媒質B102が充填されているこ

50

とが必要である。なお、媒質 B 1 0 2 としては、固体、液体、気体を問わない。

【 0 0 1 2 】

このような構造の構造複屈折体 1 0 0 においては、媒質 A 1 0 1 の屈折率 n_1 と媒質 B 1 0 2 の屈折率 n_2 が異なるため、構造複屈折体 1 0 0 に入射した光の偏光方向により有効屈折率が異なる。例えば、媒質 A 1 0 1 の屈折率 n_1 が媒質 B 1 0 2 の屈折率 n_2 よりも大きい場合には、各媒質 A 1 0 1 の延在方向に対して略平行方向に振動する偏光 A についての有効屈折率が、各媒質 A 1 0 1 の延在方向に対して略垂直方向に振動する偏光 B についての有効屈折率よりも大きくなる。

【 0 0 1 3 】

媒質 A、媒質 B が誘電体からなる場合、媒質 A 1 0 1 の厚みを a 、媒質 B 1 0 2 の厚みを b とすると、構造複屈折体 1 0 0 に入射する光のうち、偏光 A についての有効屈折率 N_a 、偏光 B についての有効屈折率 N_b はそれぞれ下記の式 (1)、(2) により表されることが知られている (例えば、M.Born and E.Wolf : Principles of Optics, 1st ed. (Pergamon Press, New York, 1959) p.705-708)。下記の式 (1)、(2) から分かるように、媒質 A 1 0 1 の厚み a と媒質 B 1 0 2 の厚み b の比により、有効屈折率を $n_1 \sim n_2$ の範囲で変化させることができる。

【 0 0 1 4 】

【 数 1 】

$$N_a = \sqrt{\frac{an_1^2 + bn_2^2}{a + b}} \quad \dots (1)$$

$$N_b = \sqrt{\frac{a + b}{a/n_1^2 + b/n_2^2}} \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 5 】

以上、構造複屈折体が光の偏光状態によって異なる光学的性質を示すことを述べた。ここで、媒質 A として金属や半導体のような光反射体を用いる場合、誘電率を複素数として扱うことで、誘電体に対する有効屈折率を求める場合と同様に扱うことができる。但し、有効屈折率は複素数となる。Effective Medium Theory (例えば、Dominique Lemerancier - lanne: Journal of Modern Optics, 1996, vol43, no.10, 2063-2085)、より厳密には Rigorous Coupled-Wave Analysis (M.G.Moharam: J. Opt. Soc. Am. A, 12(1995)1077) を用いた数値計算により、媒質 A として金属を用いた場合、偏光 A に対する構造複屈折体の有効屈折率の虚数部が大きな値となり、その結果、入射した偏光 A は構造複屈折体により反射されることが知られている。一方、偏光 B に対する有効屈折率の虚数部は小さい値となり、偏光 B は構造複屈折体を透過することが知られている。

このように、2種類の媒質で、波長よりも小さい周期構造を形成することにより、光反射型偏光子と同じ作用、すなわち構造複屈折体の光軸 (透過軸) と平行な偏光に対しては透過させ、垂直な偏光に対しては反射させる作用を持たせることができる。

【 0 0 1 6 】

一方、構造複屈折体は、微細なピッチでストライプ状に配列された多数の光反射体 (形状的には畝部または溝部と見ることもできる) を有しているので、例えば無機斜方蒸着膜からなる配向膜のように、形状作用による配向規制力を持っている。すなわち、多数の光反

10

20

30

40

50

射体を形成したことによって、光反射体のストライプの延在方向に沿うように液晶分子を配向させることができる。したがって、液晶表示装置を構成する一对の基板のうち、一方の基板の最上層（最も液晶層側の層）に構造複屈折体を設けることによって、配向膜を形成することなく、液晶層に配向規制力を付与することができる。また、基板の最上層でなくても、比較的上側の層に構造複屈折体を形成し、その上に光反射体の形状が反映される程度の薄い膜を形成した場合でも、上記と同様、液晶配向作用を得ることができる。

以上のように、構造複屈折体は偏光作用と液晶配向作用の双方を兼ね備えたものである。

【0017】

そこで、構造複屈折体の液晶配向作用に着目すると、結局、液晶分子は光反射体の形状により配向規制力が付与され、線状の光反射体の延在方向に沿って液晶分子が配向することになる。一画素の中で光反射体の延在方向が異なるような領域を有する構造複屈折体を設けるようにすれば、領域によって液晶の配向方向が異なるマルチドメインを形成することができる。また、構造複屈折体の液晶配向作用を利用することで配向膜が不要となるので、ラビング処理も不要となる。したがって、フォトリソグラフィ技術を用いて上記のような光反射体を有する構造複屈折体を形成しさえすれば、ラビング処理を行うことなく、マルチドメインを形成することができる。このように、本発明によれば、煩雑な工程を用いることなく、マルチドメイン化による広い視野角を有する液晶表示装置を実現することができる。

10

【0018】

前記光反射体の各々の形状は任意に設定することができるが、例えば略直線状に形成することができる。

20

この構成によれば、通常のラビング処理を用いた配向膜と同様、光反射体の延在方向が同じ領域内ではその配向方向を一方向に直線的に規定することができる。また一般の偏光子と同様、光反射体の延在方向が同じ領域内では偏光の透過軸方向を一方向に規定することができる。

【0019】

本発明の液晶表示装置は、一对の基板のうち少なくとも一方の基板上に構造複屈折体を設ければよいが、TN液晶モードを用いた場合、一对の基板の双方に構造複屈折体を設け、前記光反射体の延在方向が異なる領域の各々を見たときに、一方の基板上に設けた構造複屈折体の光反射体の延在方向と他方の基板上に設けた構造複屈折体の光反射体の延在方向とが平面的に略直交する構成とすることが望ましい。

30

【0020】

上述したように、構造複屈折体は液晶配向作用とともに偏光作用を持っているので、構造複屈折体で偏光子を代用させることができ、構造複屈折体を設けた側の基板には偏光子が要らなくなる。また、他方の基板には構造複屈折体を設けなかったとすると、この基板には偏光子が必要となる。特にTN液晶モードを用いる場合には、双方の基板に設ける偏光子の透過軸方向をクロスニコルの方向（直交方向）に合わせる必要がある。したがって、一方の基板に構造複屈折体からなる偏光子を設け、他方の基板に通常の偏光子を設ける場合、本発明の構成では一画素内を分割した領域毎に光反射体の延在方向が異なっているため、その領域毎に偏光子の透過軸が異なることになり、通常の偏光子との間で透過軸方向がクロスニコルの関係になるのは一部の領域のみである。すると、透過軸方向がクロスニコルの関係にならない領域は表示ができず、全体として表示が暗くなったり、コントラストが低下するという欠点を有することになる。

40

【0021】

これに対して、双方の基板に構造複屈折体を設け、光反射体の延在方向が異なる領域の各々を見たときに、一方の基板上の光反射体の延在方向と他方の基板上の光反射体の延在方向とが常に平面的に直交している関係になるように設定すれば、どの領域を見ても双方の基板上の偏光子の透過軸方向がクロスニコルの関係にあることになる。したがって、この構成によれば、一画素内にマルチドメインが形成されることで広視野角化が図れるとともに、全ての領域が表示に寄与することができるため、表示の明るさやコントラストを確保

50

することができる。

【0022】

また、一つの画素を複数の領域に分割する形態として、液晶表示装置における通常の画素は矩形であるが、その画素を光反射体の延在方向が異なる4つの領域に分割し、各基板上の互いに隣接する前記領域内の光反射体の延在方向が略直交していることが望ましい。

【0023】

構造複屈折体によって液晶分子に配向規制力を付与する場合、問題となるのが液晶分子にプレチルトを与えられないことである。その場合、電圧印加時に液晶分子の動きを規制できず、配向乱れ(ディスクリネーション)が発生して表示不良が発生したり、コントラストの低下を招く。これに対して、上記の4分割の構成とすれば、液晶分子にプレチルトを 10
与えることができるため、電圧印加時にディスクリネーションが発生して表示不良が発生したり、コントラストが低下するのを抑制することができる。上記構成によってプレチルトが与えられる理由については発明の実施の形態の項で詳しく述べる。

【0024】

本発明の液晶表示装置の場合、一画素内に液晶分子の配向方向が異なる領域を形成するため、領域の境界ではどうしてもディスクリネーションの発生が避けられない。したがって、ディスクリネーションが発生する恐れのある前記光反射体の延在方向が異なる領域間には、ディスクリネーション発生部分を遮光するための遮光部を設けることが望ましい。

【0025】

以上、光反射体が直線状である場合について説明したが、光反射体の形状はそれに限ることなく、例えば複数の光反射体を、画素の中心を中心として略同心円状に形成した構成を採用してもよい。 20

【0026】

光反射体を直線状とした上記の場合と同様、特にTN液晶モードを用いる場合、一对の基板の双方に構造複屈折体を設けることとし、一方の基板上に画素の中心を中心として略同心円状に形成された複数の光反射体を有する構造複屈折体を設け、他方の基板上に画素の中心を中心として略放射状に形成された複数の光反射体を有する構造複屈折体を設けることが望ましい。

【0027】

この構成によれば、上記の場合と同様、一画素内の全ての領域において双方の基板上の偏光子の透過軸方向がクロスニコルの関係にあり、全ての領域が表示に寄与できるため、表示の明るさやコントラストを確保することができる。さらにこの構成においては、同心円状の光反射体と放射状の光反射体を組み合わせることにより、一画素内にマルチドメイン(複数の領域)が形成されるというよりも配向方向が切り替わる切れ目がない、連続的に変化した状態となっている。その結果、ディスクリネーションが発生する部位がないために遮光部が不要となり、開口率を極めて高くできるとともに、視角特性を完全に等方的にすることができる。 30

【0028】

ただし、上記の構成の場合も、同心円の中心と放射状の中心、すなわち画素の中心だけはディスクリネーションの発生が避けられないため、ディスクリネーションによる表示不良を遮光する意味で遮光部を設けることが望ましい。 40

【0029】

直線状の光反射体、同心円状の光反射体のいずれの場合にも、ディスクリネーション部分を遮光するための遮光部を形成する際には、光反射体の形成層とは別の層で形成してもよいし、同じ層で形成してもよい。同層で形成した場合、基板の構成や製造工程の簡略化を図ることができる。

【0030】

構造複屈折体を偏光子としてのみ用いる場合には比較的基板の下層側に形成することもできるが、本発明の場合は偏光子としてのみならず、配向機能も持たせなくてはならないため、基板の最上層に限ることはなくても比較的の上層側に構造複屈折体を形成する必要があ 50

る。したがって、導電性を有する材料で光反射体を形成するようにし、構造複屈折体が基板の上層側（すなわち液晶層に近い側）に配置される構成要素である液晶駆動用電極を兼ねる構成とすれば、基板構成を簡略化することができる。

【0031】

本発明の液晶表示装置の製造方法は、光反射体を直線状とし、一画素内を光反射体の延在方向が互いに直交する4つの領域に分割した形態の上記液晶表示装置の製造方法であって、光反射性を有する金属膜を基板上に形成する工程と、前記金属膜上に第1のネガ型フォトリソグロフィーを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の第1の露光領域を形成する第1の露光工程と、前工程で2光束干渉露光を行った第1のネガ型フォトリソグロフィーに対してマスク露光を行うことにより、前記一つの画素内の前記光反射体の延在方向が異なる複数の領域のうちの一部の領域に相当する第2の露光領域を形成する第2の露光工程と、前記第1のネガ型フォトリソグロフィーの現像を行い、前記第1の露光領域および前記第2の露光領域に対応する領域が残存した第1のレジストパターンを形成する工程と、前記第1のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行う工程と、前記エッチングが施された金属膜を覆う第2のネガ型フォトリソグロフィーを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列され、前記第1の露光領域と略直交する方向に延在する複数の線状の第3の露光領域を形成する第3の露光工程と、前工程で2光束干渉露光を行った第2のネガ型フォトリソグロフィーに対してマスク露光を行うことにより、前記第2の露光工程で露光されなかった側の領域に相当する第4の露光領域を形成する第4の露光工程と、前記第2のネガ型フォトリソグロフィーの現像を行い、前記第3の露光領域および前記第4の露光領域に対応する領域が残存した第2のレジストパターンを形成する工程と、前記第2のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行うことにより前記光反射体を形成する工程とを有することを特徴とする。

10

20

【0032】

上記の製造方法は、ネガ型フォトリソグロフィーを用いる場合の製造方法であって、4回の露光工程（2光束干渉露光が2回、マスク露光が2回）を含むフォトリソグロフィー工程を通してラビング処理を行うことなく、液晶配向機能と偏光機能を合わせ持つ構造複屈折体を高歩留まりで形成することができる。なお、製造工程の詳細は後で詳しく述べる。

【0033】

本発明の他の液晶表示装置の製造方法は、光反射性を有する金属膜を基板上に形成する工程と、前記金属膜上に第1のポジ型フォトリソグロフィーを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の第1の露光領域を形成する第1の露光工程と、前記第1のポジ型フォトリソグロフィーの現像を行い、前記第1の露光領域に対応する第1のレジストパターンを形成する工程と、前記第1のレジストパターンを覆う第2のポジ型フォトリソグロフィーを塗布した後、該第2のポジ型フォトリソグロフィーに対してマスク露光を行うことにより、前記一つの画素内の前記光反射体の延在方向が異なる複数の領域のうちの一部の領域に相当する第2の露光領域を形成する第2の露光工程と、前記第2のポジ型フォトリソグロフィーの現像を行い、前記第2の露光領域に対応する領域が残存した第2のレジストパターンを形成する工程と、前記第1のレジストパターンおよび前記第2のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行う工程と、前記エッチングが施された金属膜上に第3のポジ型フォトリソグロフィーを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、前記液晶層に入射する光の波長よりも小さいピッチで配列され、前記第1の露光領域と略直交する方向に延在する複数の線状の第3の露光領域を形成する第3の露光工程と、前記第3のポジ型フォトリソグロフィーの現像を行い、前記第3の露光領域に対応する第3のレジストパターンを形成する工程と、前記第3のレジストパターンを覆う第4のポジ型フォトリソグロフィーを塗布した後、該第4のポジ型フォトリソグロフィーに対してマスク露光を行うことにより、前記第2の露光工程で露光されなかった側の領域に相当する第4の露光領域を形成する第4の露光工程と、前記第4のポジ型フォトリソグロフィーの現像を行い、前記第4の露光領域に対応する領域が残存した第4のレジスト

30

40

50

パターンを形成する工程と、前記第3のレジストパターンおよび前記第4のレジストパターンをマスクとして前記金属膜のエッチングを行うことにより前記光反射体を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0034】

上記の製造方法は、ポジ型フォトリソを用いる場合の製造方法であって、ポジ型フォトリソを用いる場合には露光された領域のレジストが除去されてしまうので、露光工程毎にレジストを塗布しなければならず、ネガ型フォトリソを用いる場合に比べて現像工程とレジスト塗布工程が増えるという欠点はあるものの、ラビング処理を行うことなく、液晶配向機能と偏光機能を合わせ持つ構造複屈折体を高歩留まりで形成することができるという上記と同様の効果を得ることができる。

10

【0035】

本発明の電子機器は、上記本発明の液晶表示装置を備えたことを特徴とする。この構成によれば、広い視野角を持ち、表示品位に優れた液晶表示部を備えた電子機器を実現することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

[第1の実施の形態]

以下、本発明の第1の実施の形態の液晶表示装置について図面を用いて説明する。

本実施の形態の液晶表示装置は、スイッチング素子としてTFT (Thin-Film Transistor) を用いたアクティブマトリクス型の透過型液晶表示装置である。また、本実施の形態では、表示モードとしてTNモードを採用した場合を例として説明する。本実施の形態ではTFTアレイ基板の画素電極上、および対向基板の共通電極上にそれぞれ構造複屈折体を形成しており、これが液晶配向作用と偏光作用を有するため、通常用いられる配向膜がなく、偏光子も持たない構成となっている。

20

【0037】

まず、図1～図4に基づいて、本実施の形態の液晶表示装置の構造について説明する。図1は本実施の形態の液晶表示装置の画像表示領域を構成するマトリクス状に配置された複数の画素におけるスイッチング素子、信号線等の等価回路図、図2はデータ線、走査線、画素電極等が形成されたTFTアレイ基板の相隣接する複数の画素群の構造を示す平面図、図3は同、液晶表示装置の構造を示す断面図であって、図2のA-A'線に沿う断面図、図4(a)、(b)は各基板上の一画素の構造複屈折体のみを取り出して示す平面図、である。なお、図4においては、図示上側が光入射側、図示下側が視認側(観察者側)である場合について図示している。また、各図においては、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せてある。

30

【0038】

本実施の形態の液晶表示装置において、図1に示すように、画像表示領域を構成するマトリクス状に配置された複数の画素には、画素電極9と当該画素電極9を制御するためのスイッチング素子であるTFT素子30がそれぞれ形成されており、画像信号が供給されるデータ線6aが当該TFT素子30のソースに電氣的に接続されている。データ線6aに書き込む画像信号S1、S2、...、Snは、この順に線順次に供給されるか、あるいは相隣接する複数のデータ線6aに対してグループ毎に供給される。

40

【0039】

また、走査線3aがTFT素子30のゲートに電氣的に接続されており、複数の走査線3aに対して走査信号G1、G2、...、Gmが所定のタイミングでパルスのように線順次で印加される。また、画素電極9はTFT素子30のドレインに電氣的に接続されており、スイッチング素子であるTFT素子30を一定期間だけオンすることにより、データ線6aから供給される画像信号S1、S2、...、Snを所定のタイミングで書き込む。

【0040】

画素電極9を介して液晶に書き込まれた所定レベルの画像信号S1、S2、...、Snは、後述する共通電極との間で一定期間保持される。液晶は、印加される電圧レベルにより分

50

子集合の配向や秩序が変化することにより、光を変調し、階調表示を可能にする。ここで、保持された画像信号がリークすることを防止するために、画素電極 9 と共通電極との間に形成される液晶容量と並列に蓄積容量 7 0 が付加されている。

【 0 0 4 1 】

(平面構造)

次に、図 2 に基づいて、本実施の形態の液晶表示装置の平面構造について説明する。図 2 に示すように、TFT アレイ基板上に、矩形状の画素電極 9 (点線部 9 A により輪郭を示す) が複数、マトリクス状に設けられており、画素電極 9 の縦横の境界に各々沿ってデータ線 6 a、走査線 3 a 及び容量線 3 b が設けられている。本実施形態において、各画素電極 9 及び各画素電極 9 を囲むように配設されたデータ線 6 a、走査線 3 a、容量線 3 b 等により区画された領域が一つの画素であり、マトリクス状に配置された各画素毎に表示を行うことが可能な構造になっている。なお、本実施の形態では、画素電極 9 上に構造複屈折体が形成されているが、図 2 においては図示を省略する。

10

【 0 0 4 2 】

データ線 6 a は、TFT 素子 3 0 を構成する例えばポリシリコン膜からなる半導体層 1 a のうち、後述のソース領域にコンタクトホール 5 を介して電氣的に接続されており、画素電極 9 は、半導体層 1 a のうち、後述のドレイン領域にコンタクトホール 8 を介して電氣的に接続されている。また、半導体層 1 a のうち、後述のチャネル領域 (図中左上がりの斜線の領域) に対向するように走査線 3 a が配置されており、走査線 3 a はチャネル領域に対向する部分でゲート電極として機能する。

20

【 0 0 4 3 】

容量線 3 b は、走査線 3 a に沿って略直線状に伸びる本線部 (すなわち、平面的に見て、走査線 3 a に沿って形成された第 1 領域) と、データ線 6 a と交差する箇所からデータ線 6 a に沿って前段側 (図中上向き) に突出した突出部 (すなわち、平面的に見て、データ線 6 a に沿って延設された第 2 領域) とを有する。そして、図 2 中、右上がりの斜線で示した領域には、第 1 遮光膜 1 1 a が設けられている。

【 0 0 4 4 】

より具体的には、第 1 遮光膜 1 1 a は、各々、半導体層 1 a のチャネル領域を含む TFT 素子 3 0 を TFT アレイ基板側から見て覆う位置に設けられており、さらに、容量線 3 b の本線部に対向して走査線 3 a に沿って直線状に伸びる本線部と、データ線 6 a と交差する箇所からデータ線 6 a に沿って隣接する後段側 (すなわち、図中下向き) に突出した突出部とを有する。第 1 遮光膜 1 1 a の各段 (画素行) における下向きの突出部の先端は、データ線 6 a 下において次段における容量線 3 b の上向きの突出部の先端と重なっている。この重なった箇所には、第 1 遮光膜 1 1 a と容量線 3 b とを相互に電氣的に接続するコンタクトホール 1 3 が設けられている。すなわち、本実施形態では、第 1 遮光膜 1 1 a は、コンタクトホール 1 3 により前段あるいは後段の容量線 3 b に電氣的に接続されている。

30

【 0 0 4 5 】

(断面構造)

次に、図 3 に基づいて、本実施の形態の液晶表示装置の断面構造について説明する。図 3 に示すように、本実施の形態の液晶表示装置においては、TFT アレイ基板 1 0 と、これに対向配置される対向基板 2 0 との間に液晶層 5 0 が挟持されている。TFT アレイ基板 1 0 は、石英等の透光性材料からなる基板本体 1 0 A とその液晶層 5 0 側表面に形成された画素電極 9、TFT 素子 3 0 などから構成されており、対向基板 2 0 はガラスや石英等の透光性材料からなる基板本体 2 0 A とその液晶層 5 0 側表面に形成されたカラーフィルター 8 0、共通電極 2 1 などから構成されている。

40

【 0 0 4 6 】

より詳細には、TFT アレイ基板 1 0 において、基板本体 1 0 A の液晶層 5 0 側表面にはインジウム錫酸化物 (Indium Tin Oxide, 以下、ITO と略記する) 等の透明導電膜からなる画素電極 9 が設けられ、各画素電極 9 に隣接する位置に、各画素電極 9 をスイッチン

50

グ制御する画素スイッチング用TFT素子30が設けられている。画素スイッチング用TFT素子30は、LDD(Lightly Doped Drain)構造を有しており、走査線3a、当該走査線3aからの電界によりチャネルが形成される半導体層1aのチャネル領域1a'、走査線3aと半導体層1aとを絶縁するゲート絶縁膜2、データ線6a、半導体層1aの低濃度ソース領域1b及び低濃度ドレイン領域1c、半導体層1aの高濃度ソース領域1d及び高濃度ドレイン領域1eを備えている。

【0047】

また、上記走査線3a上、ゲート絶縁膜2上を含む基板本体10A上には、高濃度ソース領域1dへ通じるコンタクトホール5、及び高濃度ドレイン領域1eへ通じるコンタクトホール8が開孔した第2層間絶縁膜4が形成されている。つまり、データ線6aは、第2層間絶縁膜4を貫通するコンタクトホール5を介して高濃度ソース領域1dに電氣的に接続されている。さらに、データ線6a上及び第2層間絶縁膜4上には、高濃度ドレイン領域1eへ通じるコンタクトホール8が開孔した第3層間絶縁膜7が形成されている。つまり、高濃度ドレイン領域1eは、第2層間絶縁膜4及び第3層間絶縁膜7を貫通するコンタクトホール8を介して画素電極9に電氣的に接続されている。

10

【0048】

また、本実施形態では、ゲート絶縁膜2を走査線3aに対向する位置から延設して誘電体膜として用い、半導体膜1aを延設して第1蓄積容量電極1fとし、更にこれらに対向する容量線3bの一部を第2蓄積容量電極とすることにより、蓄積容量70が構成されている。

20

【0049】

また、TFTアレイ基板10の基板本体10Aの液晶層50側表面において、各画素スイッチング用TFT素子30が形成された領域には、TFTアレイ基板10を透過し、TFTアレイ基板10の図示下面(TFTアレイ基板10と空気との界面)で反射されて、液晶層50側に戻る戻り光が、少なくとも半導体層1aのチャネル領域1a'及び低濃度ソース、ドレイン領域(LDD領域)1b、1cに入射することを防止するための第1遮光膜11aが設けられている。また、第1遮光膜11aと画素スイッチング用TFT素子30との間には、画素スイッチング用TFT素子30を構成する半導体層1aを第1遮光膜11aから電氣的に絶縁するための第1層間絶縁膜12が形成されている。また、図2に示したように、TFTアレイ基板10に第1遮光膜11aを設けるのに加えて、コンタクトホール13を介して第1遮光膜11aは、前段あるいは後段の容量線3bに電氣的に接続するように構成されている。

30

【0050】

また、TFTアレイ基板10上の画素電極9を覆うように、全面にわたって第4層間絶縁膜16が形成され、第4層間絶縁膜16上に、電圧無印加時における液晶層50内の液晶分子の配向を規制する配向膜とTFTアレイ基板10側の偏光子(検光子)の機能を合わせ持つ構造複屈折体81が設けられている。構造複屈折体81の構成については後述する。

【0051】

他方、対向基板20においては、基板本体20Aの液晶層50側表面に、一般にブラックマトリクスなどと呼ばれる第2遮光膜31aとR(赤)、G(緑)、B(青)の異なる3色の色材層82からなるカラーフィルター80が形成されている。そして、カラーフィルター80の第2遮光膜31aと色材層82との間の段差を緩和するとともにカラーフィルター80を保護するためのオーバーコート膜83が形成され、オーバーコート膜83上にITO等からなる共通電極21が形成され、共通電極21上には電圧無印加時における液晶層50内の液晶分子の配向を規制する配向膜と対向基板20側の偏光子の機能を合わせ持つ構造複屈折体84が設けられている。

40

【0052】

(構造複屈折体の構成)

ここで、図3、図4を用いて構造複屈折体81、84の構成について詳述する。構造複屈

50

折体 8 1 , 8 4 は、光反射性を有する導電性材料、例えば、アルミニウム、銀、銀合金等により構成されている。図 4 (a)、(b) は構造複屈折体 8 1 , 8 4 のうち、一画素に対応する部分のみを取り出して示す図であり、図 4 (a) は T F T アレイ基板側の構造複屈折体 8 1、図 4 (b) は対向基板側の構造複屈折体 8 4 をそれぞれ示している。

【 0 0 5 3 】

これらの図に示すように、構造複屈折体 8 1 , 8 4 は、液晶層 5 0 への入射光の波長よりも小さいピッチで配列された多数の線状の光反射体 8 5 , 8 6 を有しており、一つの画素内が光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向が異なる 4 つの領域に分割され、例えば図 4 (a) の T F T アレイ基板 1 0 上の構造複屈折体 8 1 の場合、右上の領域が横方向、左上の領域が縦方向、左下の領域が横方向、右下の領域が縦方向というように隣接する領域で光反射体 8 5 の延在方向が 9 0 ° ずつ異なっている。一方、図 4 (b) の対向基板 2 0 上の構造複屈折体 8 4 の場合、右上の領域が縦方向、左上の領域が横方向、左下の領域が縦方向、右下の領域が横方向というように、T F T アレイ基板 1 0 側と同様、隣接する領域で光反射体 8 6 の延在方向が 9 0 ° ずつ異なっている。また、T F T アレイ基板 1 0 側と対向基板 2 0 側の対応する領域同士も、光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向が 9 0 ° ずつ異なっている。なお、図 4 (a) のパターンを対向基板 2 0 側、図 4 (b) のパターンを T F T アレイ基板 1 0 側としてもかまわない。

10

【 0 0 5 4 】

また、図 4 (a)、(b) の外枠の部分は遮光部 8 7 であり、データ線 6 a、走査線 3 a などが配置された配線領域に対応しており、画素電極 9 の形成領域に合わせて光反射体 8 5 , 8 6 が形成されている。また、光反射体 8 5 , 8 6 が形成された 4 つの領域の間の領域にも、格子状の遮光部 8 9 , 9 0 が形成されている。これら遮光部 8 9 , 9 0 は、異なる配向方向を有するドメインの間で発生するディスクリネーションによる光漏れを遮光するためのものである。

20

【 0 0 5 5 】

ここで、各部の寸法の一例を挙げると、例えば一つの画素のピッチ P が 2 0 0 μ m 程度、画素間の遮光部 8 7 , 8 8 の幅 W 1 が 5 ~ 2 0 μ m 程度、領域間の遮光部 8 9 , 9 0 の幅 W 2 が 1 ~ 3 μ m 程度、光反射体 8 5 , 8 6 の幅は 5 0 ~ 9 0 n m 程度、ピッチは 1 0 0 ~ 1 5 0 n m 程度に設定される。

【 0 0 5 6 】

また、図 3 に示すように、隣接する光反射体 8 5 , 8 6 の間の領域には、液晶層 5 0 の一部が存在している。そして、互いに屈折率が異なる光反射体 8 5 , 8 6 と液晶層 5 0 が入射光の波長よりも小さいピッチで交互にストライプ状に配列されたことにより、構造複屈折体 8 1 , 8 4 として機能する。したがって、構造複屈折体 8 1 , 8 4 に入射した光のうち、光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向に対して略平行方向に振動する偏光については反射させ、光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向に対して略垂直方向に振動する偏光については透過させることができ、構造複屈折体 8 1 , 8 4 を偏光子として機能させることができる。

30

【 0 0 5 7 】

一方、構造複屈折体 8 1 , 8 4 は、微細なピッチでストライプ状に配列された多数の光反射体 8 5 , 8 6 を有しているため、形状作用による配向規制力を持つことになる。すなわち、多数の光反射体 8 5 , 8 6 を形成したことによって、光反射体 8 5 , 8 6 のストライプの延在方向に沿うように液晶分子を配向させることができる。したがって、本実施の形態では液晶表示装置を構成する T F T アレイ基板 1 0、対向基板 2 0 の双方の最上層（最も液晶層側の層）に構造複屈折体 8 1 , 8 4 を設けたことによって配向膜を形成することなく、液晶層 5 0 に十分な配向規制力を付与することができる。

40

【 0 0 5 8 】

本実施の形態の液晶表示装置においては、構造複屈折体 8 1 , 8 4 の光反射体 8 5 , 8 6 の形状により液晶層 5 0 に配向規制力が付与され、線状の光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向に沿って液晶分子が配向することになるので、一画素の中で光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向が異なる 4 つの領域で液晶の配向方向が異なるマルチドメインを形成することができる

50

。また、構造複屈折体 8 1 , 8 4 の液晶配向作用を利用することで配向膜が不要となるので、ラビング処理も不要となる。したがって、後述するフォトリソグラフィ技術を用いて上記のような光反射体 8 5 , 8 6 を有する構造複屈折体 8 1 , 8 4 を形成しさえすれば、ラビング処理を行うことなく、マルチドメインを形成することができる。このように、本実施の形態によれば、煩雑な工程を用いることなく、マルチドメイン化による広い視野角を有する液晶表示装置を実現することができる。

【 0 0 5 9 】

また本実施の形態の場合、表示方式に T N 液晶モードを用いているが、 T F T アレイ基板 1 0、対向基板 2 0 の双方に構造複屈折体 8 1 , 8 4 を設け、光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向が異なる 4 つの領域の各々を見たときに、 T F T アレイ基板 1 0 上の光反射体 8 5 の延在方向と対向基板 2 0 上の光反射体 8 6 の延在方向が直交の関係にあり、どの領域を見ても双方の基板上の偏光子の透過軸方向がクロスニコルの関係にあることになる。したがって、一画素内にマルチドメインが形成されることで広視野角化が図れるばかりでなく、全ての領域で T N モードの表示が可能であり、表示の明るさやコントラストを充分確保して表示品位を高めることができる。

【 0 0 6 0 】

さらに本実施の形態の場合、一画素を 4 分割した 4 つの領域を右回り、または左回りに見ていくと、光反射体 8 5 , 8 6 の延在方向が 9 0 ° ずつ回転した構成となっている。この構成としたことにより、液晶分子にプレチルトを与えることができる。その理由は、以下の通りである。

【 0 0 6 1 】

図 5 (a) は、図 4 (a) に示した T F T アレイ基板 1 0 側の構造複屈折体 8 1 を模式的に示した図である。破線の伸びる方向が光反射体 8 5 の延在方向を示しており、矢印の先端の方向が液晶分子の立ち上がる側を示している。図 5 (b) は、図 5 (a) の A - A ' 線に沿う断面図である。この断面を示した部分においては、図の左側では光反射体 8 5 が紙面に平行な方向に伸び、図の右側では光反射体 8 5 が紙面に垂直な方向に伸びている。したがって、液晶分子 5 0 a はそれぞれ光反射体 8 5 の延在方向に沿うように配向するが、ただ単に光反射体 8 5 の形状作用のみでは液晶分子 5 0 にプレチルトは付与できないはずである。

【 0 0 6 2 】

しかしながら、本実施の形態の場合、隣接する領域間を区画する遮光部 8 9 の幅、言い換えると、領域間の間隔が 1 ~ 3 μm しかないので、各領域の境界近傍ではディスクリネーションが発生してしまう。ディスクリネーションは一般に表示不良につながるものとされているが、この場合、この領域で発生したディスクリネーションがきっかけとなって、液晶層 5 0 に電圧を印加した瞬間に液晶分子 5 0 a の一端がディスクリネーション発生領域に引っ張られるようにして立ち上がろうとする。この時、4 つの領域間の境界部分のいずれかで早くディスクリネーションが発生し、これに隣接する領域でいずれかの方向に液晶分子 5 0 a が立ち上がると、それに隣接する領域では隣の液晶分子 5 0 a の立ち上がり方に影響を受けて一定の方向に液晶分子 5 0 a が立ち上がろうとする。その結果、図 5 (a) に矢印で示したように、4 つの領域で順に回転する方向に液晶分子 5 0 a が立ち上がることになり、立ち上がり方向が一義的に決まる。

【 0 0 6 3 】

つまり、液晶層 5 0 に電圧を印加しない状態では液晶分子 5 0 a は基板に平行に寝ており、通常のプレチルトはないが、電圧を印加した瞬間には領域間のディスクリネーションをきっかけとして各領域内の液晶分子 5 0 a は一定方向に揃って立ち上がる。したがって、このような動作をさせるためには、領域間の間隔を意図的にディスクリネーションが発生する範囲に設定する必要がある。また、領域間の間隔を画素間の間隔よりも小さくし、領域間の部分でディスクリネーションが発生するようにする必要がある。このように、液晶分子の動作を規制することによって元々のディスクリネーション発生領域以上に表示不良が拡がるのを防止することができる。

【0064】

ただし、ディスクリネーション発生領域自体はやはり表示不良となるので、遮光部89で遮光する必要があるが、本実施の形態の場合、遮光部89を構造複屈折体81と一体に同層で形成しているため、基板の構成が簡単になり、製造工程も簡略化することができる。

【0065】

(液晶表示装置の製造方法)

次に、上記実施の形態の液晶表示装置の製造方法の一例について、図7～図12を参照して説明する。なお、図7～図11は、各工程におけるTFTアレイ基板の一部分を、図3と同様に、図2のA-A'断面に対応させて示す工程図である。

【0066】

はじめに、石英、ハードガラス等からなる基板本体10Aを用意し、基板本体10Aをアニール処理する。次に、図7(a)に示すように、基板本体10A表面の全面に、Ti、Cr、W、Ta、Mo及びPbのうちの少なくとも一つを含む、金属単体、合金、金属シリサイド等を、スパッタリング法、CVD法、電子ビーム加熱蒸着法などにより堆積した後、フォトリソグラフィ法を用いてパターンングすることにより、第1遮光膜11aを形成する。次に、第1遮光膜11aを形成した基板本体10A表面に、酸化シリコン、シリケートガラス等をスパッタリング法、CVD法などにより堆積した後、表面をCMP(化学的機械研磨)法を用いて研磨することにより、第1層間絶縁膜12を形成する。

【0067】

次に、図7(b)に示すように、約450～550℃、好ましくは約500℃の比較的低温環境中で、モノシランガス、ジシランガス等を用いた減圧CVD法等により、アモルファスシリコン膜を成膜し、その後、窒素雰囲気中、約600～700℃でアニール処理を施すことにより、結晶粒を成長させてポリシリコン膜とする。得られたポリシリコン膜をフォトリソグラフィ法を用いてパターンングして、半導体層1a及び半導体層1aから延設された第1蓄積容量電極1fを形成する。次に、半導体層1a及び第1蓄積容量電極1fを熱酸化することにより、約60nmの比較的小さい厚さの熱酸化シリコン膜を形成し、画素スイッチング用TFT素子30のゲート絶縁膜2と共に容量形成用のゲート絶縁膜2を形成する。

【0068】

次に、Pチャネルの半導体層1aへのV族元素のドーピング、Nチャネルの半導体層1aへのIII族元素のドーピング、第1蓄積容量電極1fの低抵抗化のためのドーピングなどを行った後、図8(c)に示すように、第1層間絶縁膜12に第1遮光膜11aに至るコンタクトホール13を反応性エッチング、反応性イオンビームエッチング等のドライエッチング、或いはウエットエッチングにより形成する。次に、減圧CVD法等によりポリシリコン膜3を成膜した後、リン(P)を熱拡散し、ポリシリコン膜3を導電化する。

【0069】

次に、図8(d)に示すように、フォトリソグラフィ法を用いてポリシリコン膜3をパターンングし、図2に示したパターン線の走査線3aと容量線3bを形成する。

【0070】

次に、TFT素子30のソース領域、ドレイン領域(LDD構造)を形成するためのドーピングを行った後、図9(e)に示すように、画素スイッチング用TFT素子30における走査線3aと容量線3bを覆うように、例えば、常圧、減圧CVD法等によりシリケートガラス、窒化シリコン、酸化シリコン等からなる第2層間絶縁膜4を成膜する。

【0071】

次に、図10(f)に示すように、データ線6aに対するコンタクトホール5を、反応性エッチング、反応性イオンビームエッチング等のドライエッチングにより或いはウエットエッチングにより形成する。また、走査線3aや容量線3bを図示しない配線と接続するためのコンタクトホールも、コンタクトホール5と同一の工程により第2層間絶縁膜4に開孔する。次いで、第2層間絶縁膜4の上に、スパッタリング法等により、遮光性のアルミニウム等の低抵抗金属や金属シリサイド等を堆積し、金属膜6を成膜する。

10

20

30

40

50

【0072】

さらに、図10(g)に示すように、フォトリソグラフィ法を用いて金属膜6をパターンニングし、データ線6aを形成する。

【0073】

次に、図10(h)に示すように、データ線6a上を覆うように、例えば常圧、減圧CVD法等を用いてシリケートガラス、窒化シリコン、酸化シリコン等からなる第3層間絶縁膜7を成膜する。

【0074】

次に、図11(i)に示すように、画素スイッチング用TFT素子30において、画素電極9と高濃度ドレイン領域1eとを電氣的に接続するためのコンタクトホール8を、反応性エッチング、反応性イオンビームエッチング等のドライエッチングにより形成する。次いで、第3層間絶縁膜7上に、スパッタリング法等によりITO等の透明導電膜90を成膜する。

10

【0075】

次に、図11(j)に示すように、フォトリソグラフィ法を用いて透明導電膜90をパターンニングし、画素電極9を形成する。

【0076】

次に、図11(k)に示すように、例えば常圧、減圧CVD法等を用いてシリケートガラス、窒化シリコン、酸化シリコン等からなる第4層間絶縁膜16を成膜した後、アルミニウム、銀、銀合金等の光反射性を有する導電性材料を約50~200nmの厚さに堆積して金属膜を成膜し、更にフォトリソグラフィ法を用いて金属膜をパターンニングし、多数の光反射体85を有する構造複屈折体81を形成する。以上の工程により、TFTアレイ基板10が完成する。

20

【0077】

ここで、構造複屈折体を形成する際のフォトリソグラフィ工程について図12を用いて詳しく説明する。図12は、図4の1点鎖線の円Bで囲んだ部分を拡大視した平面図である。

まず、光反射性を有する金属膜を第4層間絶縁膜16上に形成し、金属膜上に第1のネガ型フォトレジスト91を塗布した後、レーザ光等を用いた2光束干渉露光を行うことにより、図12(a)に示すように、入射光の波長よりも小さいピッチで配列された複数の線状の第1の露光領域91aを形成する(第1の露光工程)。

30

【0078】

次に、前工程で2光束干渉露光を行った第1のネガ型フォトレジスト91に重ねてマスク露光を行うことにより、図12(b)に示すように、一つの画素内の光反射体85の延在方向が異なる複数の領域のうちの一部の領域に相当する第2の露光領域91b(図における右側の斜線部の領域)を形成する(第2の露光工程)。

【0079】

次に、2回の露光を行った第1のネガ型フォトレジスト91の現像を行うことにより、第1の露光領域91aおよび第2の露光領域91bに対応する領域が残存した第1のレジストパターンを形成した後、この第1のレジストパターンをマスクとして金属膜のエッチングを行うことにより、図12(c)に示すような形状の金属膜パターン92を形成する。

40

【0080】

次に、前記金属膜パターン92を覆う第2のネガ型フォトレジスト93を塗布した後、レーザ光等を用いた2光束干渉露光を行うことにより、図12(d)に示すように、入射光の波長よりも小さいピッチで配列され、第1の露光領域91aと直交する方向に延在する複数の線状の第3の露光領域93aを形成する(第3の露光工程)。

【0081】

次に、前工程で2光束干渉露光を行った第2のネガ型フォトレジスト93に重ねてマスク露光を行うことにより、図12(e)に示すように、第2の露光工程で露光されなかった側の領域に相当する第4の露光領域93b(図における左側の斜線部の領域)を形成する

50

(第4の露光工程)。

【0082】

次に、2回の露光を行った第2のネガ型フォトリソレジスト93の現像を行うことにより、第3の露光領域93aおよび第4の露光領域93bに対応する領域が残存した第2のレジストパターンを形成した後、この第2のレジストパターンをマスクとして図12(c)に示した金属膜パターン92のエッチングを行うことにより、図12(f)に示すような光反射体85を含む構造複屈折体81が形成される。

【0083】

ここで説明した製造方法は、ネガ型フォトリソレジストを用いた場合の製造方法である。この製造方法によれば、4回の露光工程(2光束干渉露光が2回、マスク露光が2回)を含む

10

【0084】

ポジ型フォトリソレジストを用いることもできる。その製造方法はネガ型フォトリソレジストの場合とほぼ同様であるが、露光の度に現像を行い、新たにフォトリソレジストを塗布し直す点が異なっている。パターン形状等についてはネガ型フォトリソレジストの場合と同様であるため、図示は省略して簡単に説明する。

【0085】

ポジ型フォトリソレジストを用いる場合、金属膜上に第1のポジ型フォトリソレジストを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、入射光の波長よりも小さいピッチで配列された複

20

【0086】

次に、第1のレジストパターンを覆う第2のポジ型フォトリソレジストを塗布した後、第2のポジ型フォトリソレジストに対してマスク露光を行うことにより、光反射体の延在方向が異なる複数の領域のうち一部の領域に相当する第2の露光領域を形成する(第2の露光工程)。次いで、第2のポジ型フォトリソレジストの現像を行い、第2の露光領域に対応する領域が残存した第2のレジストパターンを形成する。

【0087】

次に、第1のレジストパターンとその上に積層された第2のレジストパターンをマスクとして金属膜のエッチングを行うことにより、図12(c)に示したような形状の金属膜パ

30

【0088】

次に、金属膜パターン上に第3のポジ型フォトリソレジストを塗布した後、2光束干渉露光を行うことにより、入射光の波長よりも小さいピッチで配列され、第1の露光領域と直交する方向に延在する複数の線状の第3の露光領域を形成する(第3の露光工程)。そして、第3のポジ型フォトリソレジストの現像を行い、第3の露光領域に対応する第3のレジストパ

【0089】

次に、第3のレジストパターンを覆う第4のポジ型フォトリソレジストを塗布した後、第4の

40

【0090】

次に、第3のレジストパターンとその上に積層された第4のレジストパターンをマスクとして金属膜パターンのエッチングを行うことにより、光反射体を含む構造複屈折体が形成される。

【0091】

ポジ型フォトリソレジストを用いた場合には露光された領域のレジストが除去されてしまうの

50

で、露光工程毎にフォトレジストを塗布しなければならず、ネガ型フォトレジストを用いる場合に比べて現像工程とレジスト塗布工程が増えるという欠点はあるものの、ラビング処理を行うことなく、液晶配向機能と偏光機能を合わせ持つ構造複屈折体を高歩留まりで形成することができるという上記と同様の効果を得ることができる。

【0092】

なお、このような2光束干渉露光とマスク露光を組み合わせた露光方法の他、電子ビームによる直接描画法、X線を用いたマスク露光などを用いてもよい。特に後者の方法によれば、全てのレジストパターンを1回の露光で形成することができる。

【0093】

一方、対向基板20については、ガラス等からなる基板本体20Aを用意し、周知の方法により第2遮光膜31aと色材層82からなるカラーフィルター80を形成する。その後、オーバーコート膜83を形成した後、その全面にスパッタリング法等によりITO等の透明導電性材料を堆積し、フォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることにより、基板本体20Aのほぼ全面に共通電極21を形成する。さらに、TFTアレイ基板10側と同様の方法によって構造複屈折体84を形成することにより、対向基板20が完成する。

10

【0094】

上述のように製造されたTFTアレイ基板10と対向基板20とを、構造複屈折体81, 84同士が互いに対向するようにシール材(図示略)を介して貼り合わせ、真空吸引法などの方法により、両基板間の空間に液晶を吸引して、液晶層50を形成する。以上の工程により、本実施の形態の液晶表示装置が完成する。

20

【0095】

[第2の実施の形態]

以下、本発明の第2の実施の形態の液晶表示装置について図6を用いて説明する。本実施の形態の液晶表示装置の基本構成は第1の実施の形態と全く同様であり、構造複屈折体の構成のみが異なっている。すなわち、第1の実施の形態では一画素を4分割し、各領域に直線状に延在する光反射体を設けた例を挙げたが、本実施の形態では光反射体を同心円状および放射状に形成した例を取り上げる。したがって、本実施の形態では構造複屈折体の構成のみについて説明し、他の共通部分の説明は省略する。

【0096】

本実施の形態も第1の実施の形態と同様、表示方式はTN液晶モードを用いるものとする。図6(a)、(b)は構造複屈折体のうち、一画素に対応する部分のみを取り出して示す図であり、図6(a)はTFTアレイ基板10側、図6(b)は対向基板20側の構造複屈折体をそれぞれ示している。

30

【0097】

本実施の形態の場合、TFTアレイ基板10側の構造複屈折体94は、図6(a)に示すように、入射光の波長よりも小さいピッチで配列され、画素の中心を中心とした同心円状の多数の光反射体95を有している。一方、対向基板20側の構造複屈折体96は、図6(b)に示すように、入射光の波長よりも小さいピッチで配列され、画素の中心を中心として放射状に配置された多数の光反射体97を有している。第1の実施の形態では一画素内が光反射体の延在方向が異なる4つの領域に分割されていたのに対し、本実施の形態では光反射体95, 97の延在方向が連続的に変化している点で異なっている。ただし、TFTアレイ基板10側と対向基板20側の光反射体95, 97を重ね合わせてみると、光反射体95, 97の延在方向が平面的に直交している点は第1の実施の形態と同様である。なお、図6(a)のパターンを対向基板20側、図6(b)のパターンをTFTアレイ基板10側としてもかまわない。

40

【0098】

本実施の形態の液晶表示装置によれば、一画素内の全ての領域において双方の基板上の構造複屈折体94, 96からなる偏光子の透過軸方向がクロスニコルの関係にあり、全ての領域が表示に寄与できるため、表示の明るさやコントラストを確保することができる。さ

50

らにこの構成においては、同心円状の光反射体 95 と放射状の光反射体 97 を組み合わせることにより、一画素内にマルチドメイン（複数の領域）が形成されるというよりも、液晶の配向方向が連続的に変化した状態となっている。その結果、ディスクリネーションが発生する部位がないために遮光部が必要ないので、開口率を極めて高くできるとともに、視角特性を完全に等方的にすることができる。

【0099】

ただし、上記の構成の場合も、同心円の中心と放射状の中心、すなわち画素の中心だけはディスクリネーションの発生が避けられないため、表示不良を遮光する意味で円形の遮光部 98, 99 を設けている。

【0100】

[電子機器]

上記実施の形態の液晶表示装置を備えた電子機器の例について説明する。

図13は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図13において、符号1000は携帯電話本体を示し、符号1001は上記の液晶表示装置を用いた表示部を示している。

【0101】

図14は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図14において、符号1100は時計本体を示し、符号1101は上記の液晶表示装置を用いた表示部を示している。

【0102】

図15は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図15において、符号1200は情報処理装置、符号1202はキーボードなどの入力部、符号1204は情報処理装置本体、符号1206は上記の液晶表示装置を用いた表示部を示している。

【0103】

図13～図15に示す電子機器は、上記実施の形態の液晶表示装置を備えているので、広い視野角を持ち、表示品位に優れた液晶表示部を備えた電子機器を実現することができる。

【0104】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記第1の実施の形態では一画素を4分割し、各領域毎に光反射体の延在方向を90°ずつ回転させた構造複屈折体の例を挙げたが、領域の分割数や光反射体の延在方向などはこれに限ることなく、適宜変更が可能である。また、各基板の最上層に構造複屈折体を設けた場合を示したが、光反射体の形状が表面に反映されて液晶配向作用が現れる程度であれば、必ずしも最上層である必要はなく、薄い膜が形成されていてもよい。

【0105】

また、上記実施の形態ではスイッチング素子にTFTを用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置に本発明を適用したが、スイッチング素子にTFD（Thin Film Diode）を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置やパッシブマトリクス型液晶表示装置に本発明を適用してもよい。また、直視型の液晶表示装置のみならず、投射型表示装置の光変調手段に用いる液晶ライトバルブに本発明を適用してもよい。さらに、上記実施の形態で例示した液晶表示装置の各構成要素に関する具体的な記載についても適宜変更が可能である。

【0106】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、一画素の中で光反射体の延在方向が異なる領域を有する構造複屈折体を設けたことによって、その領域によって液晶の配向方向が異なるマルチドメインを形成することができ、構造複屈折体の液晶配向作用を利用することで配向膜が不要となるので、ラビング処理も不要となる。したがって、本発明においては、煩雑な工程を用いることなく、マルチドメイン化による広い視野角を有する液晶表示装置を実現することができる。また、光反射体の延在方向が異なる領域毎に偏光による表示を実現できるので、光の利用効率が高く、コントラスト等の表示品位も向上させること

10

20

30

40

50

ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態の液晶表示装置の画像表示領域を構成する複数の画素における等価回路図である。

【図 2】 同、液晶表示装置を構成する T F T アレイ基板の隣接する複数の画素群の構造を示す平面図である。

【図 3】 同、液晶表示装置の断面構造を示す図であって、図 2 の A - A ' 線に沿う断面図である。

【図 4】 同、液晶表示装置の一画素の構造複屈折体のみを取り出して示す平面図であり、(a) T F T アレイ基板側、(b) 対向基板側の構造複屈折体をそれぞれ示す。

10

【図 5】 同、実施の形態の構成によってプレチルトが付与できる理由を説明するための模式図である。

【図 6】 本発明の第 2 の実施の形態の液晶表示装置の一画素の構造複屈折体のみを取り出して示す平面図であり、(a) T F T アレイ基板側、(b) 対向基板側の構造複屈折体をそれぞれ示す。

【図 7】 本発明の第 1 の実施の形態の液晶表示装置の製造方法を示す工程断面図である。

【図 8】 同、工程断面図の続きである。

【図 9】 同、工程断面図の続きである。

【図 10】 同、工程断面図の続きである。

20

【図 11】 同、工程断面図の続きである。

【図 12】 構造複屈折体の形成方法を工程順を追って示す平面図である。

【図 13】 本発明の電子機器の一例を示す斜視図である。

【図 14】 同、電子機器の他の例を示す斜視図である。

【図 15】 同、電子機器のさらに他の例を示す斜視図である。

【図 16】 構造複屈折体の偏光作用の原理を説明するための図である。

【符号の説明】

9 画素電極

10 T F T アレイ基板

20 対向基板

30

21 共通電極

50 液晶層

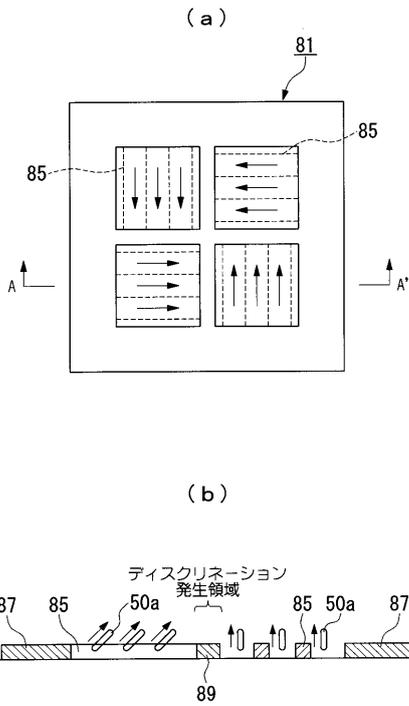
50 a 液晶分子

81, 84, 94, 96 構造複屈折体

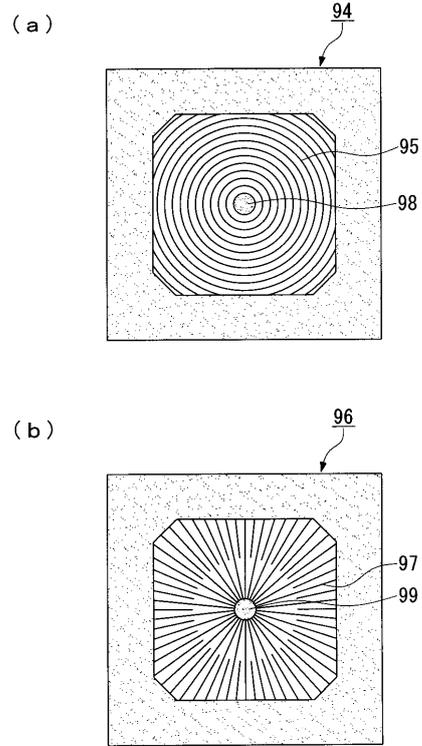
85, 86, 95, 97 光反射体

87 ~ 90, 98, 99 遮光部

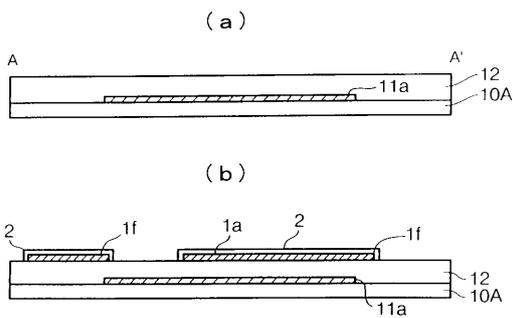
【 図 5 】



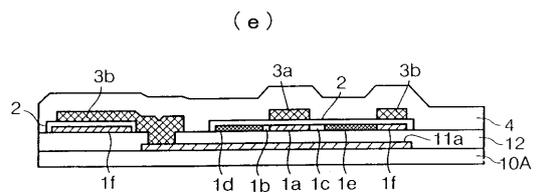
【 図 6 】



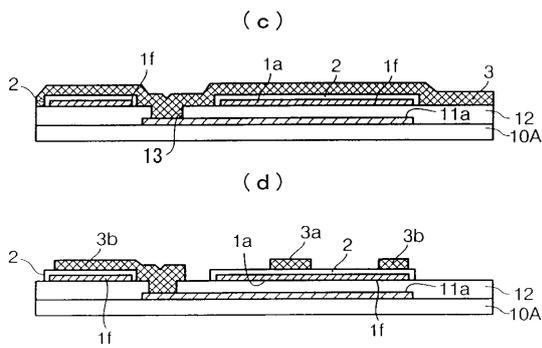
【 図 7 】



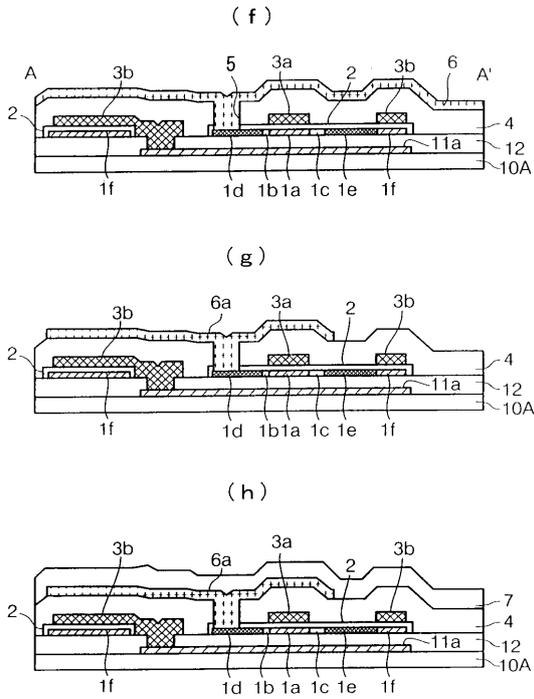
【 図 9 】



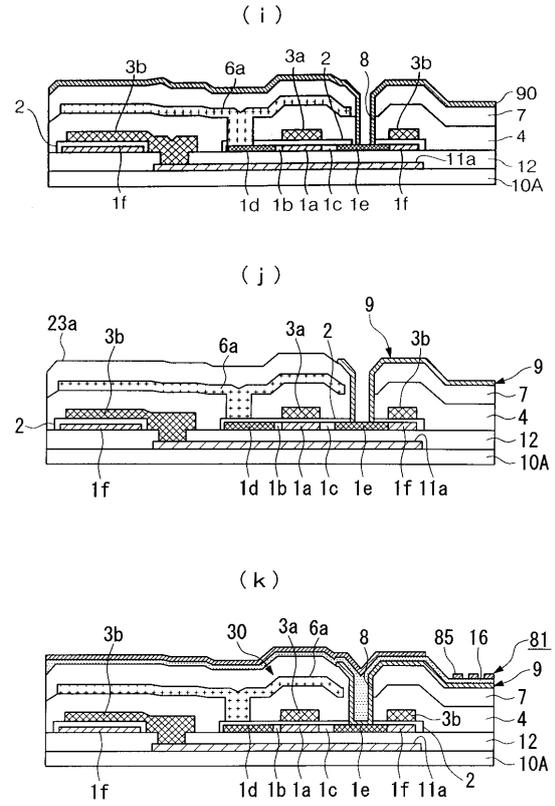
【 図 8 】



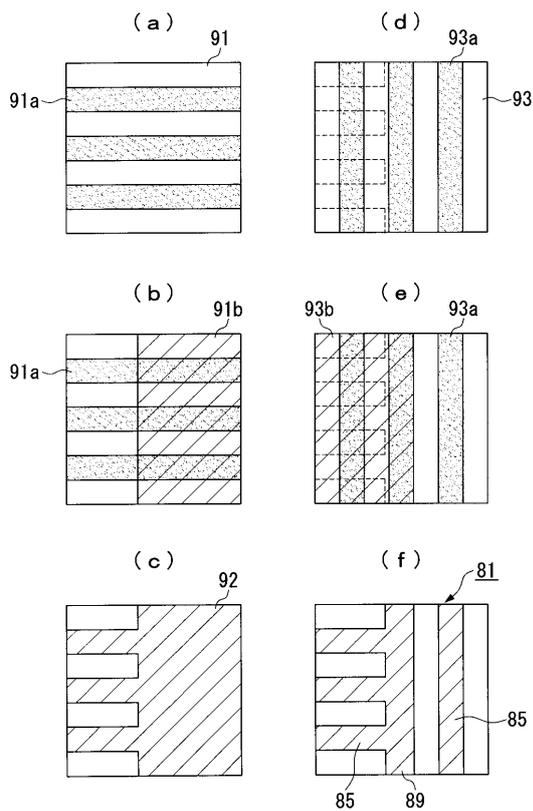
【 図 1 0 】



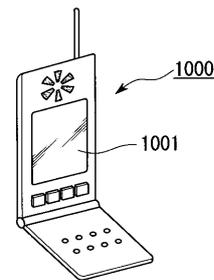
【 図 1 1 】



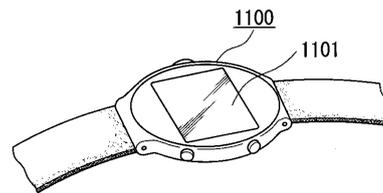
【 図 1 2 】



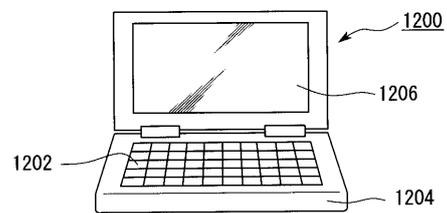
【 図 1 3 】



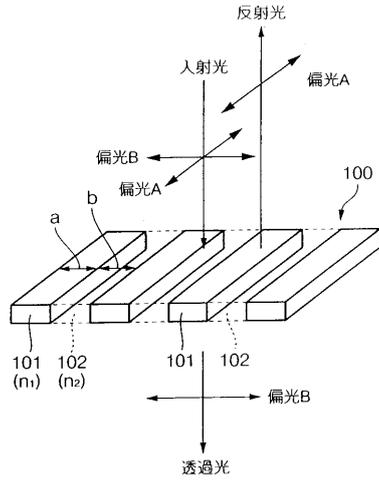
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 圖 1 6 】



フロントページの続き

審査官 白石 光男

- (56)参考文献 特開平09 - 160013 (JP, A)
特開平09 - 050033 (JP, A)
特開平11 - 249171 (JP, A)
特開昭55 - 095981 (JP, A)
特開平09 - 061822 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1343

G02F 1/1335

G02F 1/1337