

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ド* (参考)
G 0 2 F 1/1333	505	G 0 2 F 1/1333	2 H 0 9 0
1/1368		1/1368	2 H 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 22数)

(21)出願番号	特願2001 - 216790(P2001 - 216790)	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成13年7月17日(2001.7.17)	(72)発明者	沖代 賢次 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式 会社日立製作所日立研究所内
		(72)発明者	大阿久 仁嗣 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式 会社日立製作所日立研究所内
		(74)代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
		最終頁に続く	

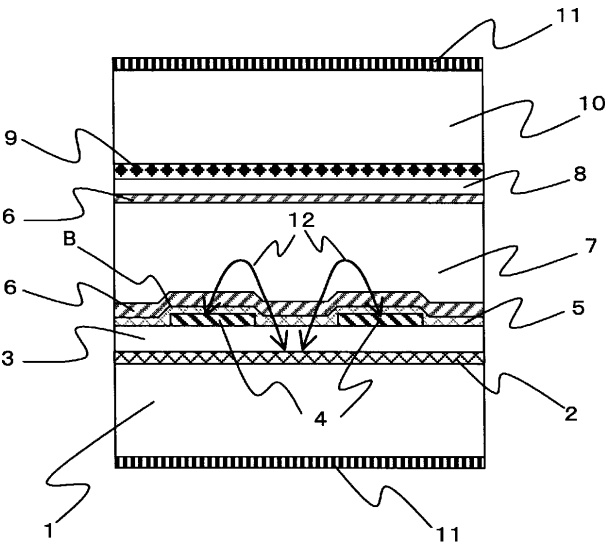
(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 F O P液晶表示装置において、電極端部近傍での電界集中により液晶分子が大きく捻れ、配向膜表面の塑性変形が主原因と考えられる残像・焼付き現象を防ぐ。

【解決手段】 F O P液晶表示装置において、透明櫛歯電極 4 上に上層絶縁膜 5 を設け、該上層絶縁膜 5 の誘電率 $\epsilon(2)$ と層間絶縁膜 3 の誘電率 $\epsilon(1)$ の関係が(式 1)を満足する構成とする。

【数 1】 $\epsilon(2) > \epsilon(1)$ (式 1)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一方が透明な一対の基板と、該一対の基板の互いに対向する面上に形成された液晶配向制御膜と、該液晶配向制御膜に接触するようにして前記一対の基板間に配置された液晶と、前記一対の基板の一方に、絶縁膜を介して互いに異層に形成された画素電極及び共通電極と、能動素子とからなり、該画素電極と該共通電極とが前記絶縁膜を介して画素領域内で重畳しており、該画素電極と該共通電極との間に電圧を印加することにより前記液晶の配向を制御して表示を行う液晶表示装置であって、前記画素電極及び前記共通電極のうち前記液晶配向制御膜に近い方の電極と前記液晶配向制御膜との間に、前記画素電極と前記共通電極との間に介在させた前記第 1 の絶縁膜とは別部材からなる第 2 の絶縁膜を配置してなり、かつ、前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ と前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ とが(式 1)を満足するこ*

$$\frac{\sqrt{\epsilon(2)^2 + 1}}{\epsilon(2)\sqrt{\epsilon(1)^2 + 1}} \geq 8.1 \times 10^{-1} - 6.5 \times 10^{-4} \times d(1) \quad (\text{式 } 1)$$

【請求項 5】 前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ の値範囲、前記第 1 の絶縁膜の膜厚 $d(1)$ の値範囲、及び前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ の値範囲が、表 1 記*

表 1 配向膜の弾性率が 2 GPa から 4 GPa である場合の条件表

材料/誘電率			第 2 の絶縁膜 (上層絶縁膜) $\epsilon(2)$				
			有機膜		無機膜		
			2 ~ 3	3 ~ 5	2 ~ 3	3 ~ 7	7 以上
第 1 の絶縁膜 (層間絶縁膜) $\epsilon(1)$	有機膜	2 ~ 3	条件 1 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件 2 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件 3 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件 4 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件 5 $d(1) \geq 560\text{nm}$
		3 ~ 5	×	条件 6 $d(1) \geq 740\text{nm}$	×	条件 7 $d(1) \geq 740\text{nm}$	条件 8 $d(1) \geq 760\text{nm}$
	無機膜	2 ~ 3	条件 9 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件 10 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件 11 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件 12 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件 13 $d(1) \geq 560\text{nm}$
		3 ~ 7	×	条件 14 ※ $d(1) \geq 740\text{nm}$	×	条件 15 $d(1) \geq 740\text{nm}$	条件 16 $d(1) \geq 760\text{nm}$
		7 以上	×	×	×	×	条件 17 $d(1) \geq 1020\text{nm}$

※ (式 1) より、 $\epsilon(1)$ は 3 ~ 5 まで

【請求項 6】 前記液晶配向制御膜の弾性率が 4 GPa ~ 10 GPa の範囲にあり、前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び膜厚 $d(1)$ nm と、前記第 2 の絶縁膜の

$$\frac{\sqrt{\epsilon(2)^2 + 1}}{\epsilon(2)\sqrt{\epsilon(1)^2 + 1}} \geq 4.5 \times 10^{-1} - 4.3 \times 10^{-4} \times d(1) \quad (\text{式 } 10)$$

【請求項 7】 前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ の値範囲、前記第 1 の絶縁膜の膜厚 $d(1)$ の値範囲、及び前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ の値範囲が、表 2 記

*とを特徴とする液晶表示装置。

$$\epsilon(2) > \epsilon(1) \quad (\text{式 } 1)$$

【請求項 2】 前記第 2 の絶縁膜の厚さが 50 nm 以上かつ 200 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記第 1 の絶縁膜の厚さが 100 nm 以上かつ 1500 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記液晶配向制御膜の弾性率が 2 GPa ~ 4 GPa の範囲にあり、前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び膜厚 $d(1)$ nm と、前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ が、(式 9) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれかに記載の液晶表示装置。

【数 2】

*載の条件 1 乃至 17 いずれかの値範囲関係を満足することを特徴とする請求項 4 記載の液晶表示装置。

【表 1】

誘電率 $\epsilon(2)$ とが、(式 10) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれかに記載の液晶表示装置。

【数 3】

載の条件 1 乃至 17 いずれかの値範囲関係を満足することを特徴とする請求項 2 記載の液晶表示装置。

【表 2】

表 2 配向膜の弾性率が 4 GPa から 10 GPa である場合の条件表

			第 2 の絶縁膜（上層絶縁膜） $\epsilon(2)$				
			有機膜		無機膜		
			2～3	3～5	2～3	3～7	7 以上
第 1 の絶縁膜 （層間絶縁膜） $\epsilon(1)$	有機膜	2～3	条件 1 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 2 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 3 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 4 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 5 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3～5	×	条件 6 $d(1) \geq 280\text{nm}$	×	条件 7 $d(1) \geq 280\text{nm}$	条件 8 $d(1) \geq 310\text{nm}$
	無機膜	2～3	条件 9 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 10 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 11 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 12 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 13 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3～7	×	条件 14※ $d(1) \geq 280\text{nm}$	×	条件 15 $d(1) \geq 280\text{nm}$	条件 16 $d(1) \geq 310\text{nm}$
		7 以上	×	×	×	×	条件 17 $d(1) \geq 720\text{nm}$

※（式 1）より、 $\epsilon(1)$ は 3～5 まで

【請求項 8】 前記液晶配向制御膜の弾性率が 10 GPa 以上であり、前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び膜厚 $d(1)$ nm と、前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ とが、（式 11）を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれかに記載の液晶表示装置。

$$\frac{\sqrt{\epsilon(2)^2 + 1}}{\epsilon(2)\sqrt{\epsilon(1)^2 + 1}} \geq 3.2 \times 10^{-1} - 3.5 \times 10^{-4} \times d(1) \quad (\text{式 11})$$

【請求項 9】 前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ の値範囲、前記第 1 の絶縁膜の膜厚 $d(1)$ の値範囲、及び前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ の値範囲が、表 3 記載の条件 1 乃至 17 いずれかの値範囲関係を満足することを特徴とする請求項 8 記載の液晶表示装置。

表 3 配向膜の弾性率が 10 GPa 以上である場合の条件表

			第 2 の絶縁膜（上層絶縁膜） $\epsilon(2)$				
			有機膜		無機膜		
			2～3	3～5	2～3	3～7	7 以上
第 1 の絶縁膜 （層間絶縁膜） $\epsilon(1)$	有機膜	2～3	条件 1 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 2 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 3 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 4 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 5 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3～5	×	条件 6 $d(1) \geq 100\text{nm}$	×	条件 7 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 8 $d(1) \geq 100\text{nm}$
	無機膜	2～3	条件 9 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 10 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 11 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 12 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 13 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3～7	×	条件 14※ $d(1) \geq 100\text{nm}$	×	条件 15 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 16 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		7 以上	×	×	×	×	条件 17 $d(1) \geq 510\text{nm}$

※（式 1）より、 $\epsilon(1)$ は 3～5 まで

【請求項 10】 前記第 1 の絶縁膜と、前記第 1 の絶縁膜が形成されている基板との間に、前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ とは異なる誘電率を有する絶縁膜が、少なくとも 1 層以上形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 いずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記第 2 の絶縁膜と、前記液晶配向制御膜との間に、前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ とは異なる誘電率を有する絶縁膜が、少なくとも 1 層以上形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 いずれ

かに記載の液晶表示装置。

【請求項 12】 前記第 2 の絶縁膜と、前記第 2 の絶縁膜と前記液晶配向制御膜との間に形成された少なくとも 1 層以上の絶縁膜の誘電率が、前記液晶配向制御膜に近い絶縁膜ほど小さいことを特徴とする請求項 11 記載の液晶表示装置。

【請求項 13】 前記画素電極又は前記共通電極の少なくともいずれかが透明導電材で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 12 いずれかに記載の液晶表示装

置。

【請求項 14】 前記液晶材料の誘電率異方性が負の特性であることを特徴とする請求項 1 乃至 13 いずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 15】 前記能動素子は薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 1 乃至 14 いずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブマトリクス型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、2枚のガラス基板を所定の間隔をあけて配置し、そのすき間に液晶を注入して構成される。ガラス基板と液晶層との間には液晶配向制御膜と呼ばれる高分子薄膜が配置され、液晶分子を配列させるために配向処理が施されている。表示はこの配列された液晶分子に電界を印加することにより、その配向方向を変化させ、それにより生じる液晶層の光学特性の変化により行われる。

【0003】従来のアクティブ駆動型液晶表示装置は、TN方式（ツイスト・ネマティック方式）に代表される。このTN方式の液晶表示装置では、液晶を挟持する一対の基板においてそれぞれの内側に透明電極を設け、これら電極間に生じる基板面に垂直な方向の電界により液晶分子を駆動して、表示を行わせる。すなわち、この基板に垂直な電界により液晶分子が立ち上がることににより光のスイッチを行い、表示が行われる。しかし、このTN方式の液晶表示装置では、特に中間調において、液晶パネル（画面）を見る方向により色調の反転等を生じ、視野角が狭いことが大きな問題となっていた。

【0004】そこで、このようなTN方式の液晶表示装置の問題を解決する液晶表示装置として、特公昭63-21907号公報（USP4345249号特許明細書）等によりIPS方式（インプレーン・スイッチング方式）の液晶表示装置が開示されている。このIPS方式液晶表示装置は、液晶を挟持する一対の基板のうち、一方の基板上に画素電極及び共通電極を形成し、これら電極間に生じる基板面にほぼ平行な電界によって、液晶分子を基板面にほぼ平行な面内で回転させることで光をスイッチし、表示を行わせる方式である。このIPS方式液晶表示装置では、液晶分子を基板面にほぼ平行な面内で回転させるために、画面を見る角度（視野角）によって階調、色調の反転が生じることもなく、従来のTN方式に比べ視野角が広い。このような視角特性に優れたIPS方式は、従来のTN方式に変わる新しい液晶表示装置として期待され、今後の大画面液晶モニタや液晶テレビにとって重要な技術である。

【0005】しかし、現状のIPS方式液晶表示装置においては、今後の液晶テレビやDVDビデオ再生対応モ

ニタへの展開を考えると、特に高輝度化（高開口率化）と高速応答化が最大の課題である。すなわち、現状のIPS方式液晶表示装置は、画素領域内の電極として、金属材料（例えばクロム等の不透明材料）を用いているために、電極部で光が透過せず、開口率が低い。また、応答速度に関しても、液晶材料や駆動方法からのアプローチはあるが、動画に充分対応できる応答速度まで達していないのが実状である。

【0006】そこで、これら高開口率化や高速応答化という課題を解決するために、例えば、次に述べるような、現状のIPS方式液晶表示装置の改良が提案されている。まず、特開平9-73101号公報では、画素電極及び共通電極の少なくとも一方にITO（酸化インジウムスズ）等の透明導電膜を用いることが提案されている。

【0007】また、特開平11-316383号公報では、画素電極及び共通電極の少なくとも一方にITO等の透明導電膜を用い、電極間隔を液晶層の厚み以下に狭めた構造にすることが提案されている。また、特開2000-89255号公報では、画素電極及び共通電極に透明導電膜を用い、これら電極を絶縁膜を介して重畳させた構造（FOP: Finger On Plane、以下、FOP電極構造と称す）とすることが提案されている。

【0008】そして、これらIPS方式の改良液晶表示装置によれば、電極材料としてITO等の透明導電膜を用いることにより、電極部の光を透過させ、開口率を向上させることができる。また、液晶分子に電圧を印加するための電極の間隔を狭めることにより電極間に発生する電界強度を大きくし、低駆動電圧化や高速応答化を図ることができる。

【0009】特に、画素電極及び共通電極に透明導電膜を用い、これら電極を絶縁膜を介して重畳させた構造からなるFOP電極構造を備えたIPS方式液晶表示装置（以下、これを「FOP液晶表示装置」と称す）は、これら高開口率化や高速応答化という課題を同時に解決できるIPS方式液晶表示装置であり、重要な技術である。ここで、現状のFOP液晶表示装置の一例の構成について、図面とともに説明する。

【0010】図19は、現状のFOP液晶表示装置の概略断面図である。図19に示すように、液晶表示装置は、一対の透明な基板101、110と、この一対の基板101、110の互いに対向する面上に形成される液晶配向制御膜106と、この液晶配向制御膜106に接触するようにして基板101、110間に配置された液晶107とを備えている。そして、一対の基板101、110のうち、一方の基板101の対向面には、絶縁膜（層間絶縁膜）103を介して互いに異層に形成された共通電極102及び画素電極104と、図示せぬ能動素子とが配置され、他方の基板110の対向面には、カラ

ーフィルタ 109 がオーバーコート膜（カラーフィルタ保護膜）108 で覆われて配置されている。また、一对の基板 101、110 それぞれの、液晶配向制御膜 106 が形成される面と反対側の面、すなわち各基板 101、110 の対向面と反対側の基板面には、偏光板 111 がそれぞれ形成されている。

【0011】さらに、液晶表示装置は、FOP 電極構造の特徴として、一方の基板 101 に配置される共通電極 102 と画素電極 104 とは、第 1 の絶縁膜 103 を介して画素領域内で互いに重畳して配置されている。例えば、共通電極 102 は、画素領域ほぼ全面を覆うように、基板 101 上に、ITO のような透明導電材によってベタ電極で形成され、その上に絶縁膜 103 を介して、画素電極 104 を構成する透明導電材からなる透明櫛歯電極が重畳されて配置され、異層構造になっている。なお、この画素電極 104 を構成する透明櫛歯電極の櫛歯部分の伸長形状は、基板 101 の板厚方向から眺めて直線形状に限らず、「く」の字状等の屈曲形状であってもよい。

【0012】その上で、液晶配向制御膜 106 は、基板 101 上に形成された共通電極 102、絶縁膜 103、及び画素電極 104 を覆うように、また、基板 110 上に形成されたカラーフィルタ 109 及びオーバーコート膜 108 を覆うように、それぞれ基板 101、110 に積層されている。

【0013】そして、表示は、能動素子を駆動制御して、ベタ電極からなる共通電極 102 と、透明櫛歯電極からなる画素電極 104 との間の電圧印加を制御することによって、液晶 107 の液晶分子の配向を制御して行われる。液晶 107 の液晶分子は、電圧が印加されると、これにより生じる電界 112 によって、基板 101 にほぼ平行な面内で駆動される。

【0014】このように、上述した FOP 液晶表示装置では、現状の FOP 電極構造を採用していない IPS 方式液晶表示装置に比べ、電極材料として ITO 等からなる透明電極 102、104 を用いたことによって、開口率（透過率）を向上させることができる。また、電圧を印加するための電極 102、104 の間隔が非常に狭い（実質、層間絶縁膜 103 の膜厚に相当）ために、特に電極 104 の端部で非常に大きな電界を発生し、この強電界により低電圧駆動、及び高速応答が可能となる。

【0015】ところで、現状の FOP 液晶表示装置においては、上記した利点ばかりではなく、その特徴である、液晶分子を基板面にほぼ平行な面内で回転させることにより光のスイッチを行う IPS 方式自体の構造上の関係から、液晶表示装置の表示品質を低下させる原因の一つである残像・焼付き現象という副作用が生じる。ここで、この残像・焼付き現象の概略について説明する。

【0016】残像・焼付き現象は、長時間同一の画像を表示させた後に別の画像を表示させた場合、それまで表

示されていた画像が同時に表示される現象であり、液晶表示性能を低下させる要因の一つとなっている。そして、IPS 方式液晶表示装置のように、液晶分子を基板面にほぼ平行な面内で回転させ、光をスイッチすることにより表示を行う方式では、従来の TN 方式で見られた電荷の残留により発生する残像・焼付き現象の他に、IPS 方式特有の前記残留電荷（蓄積電荷）に依存しない残像・焼付き現象が生じる。

【0017】この IPS 方式特有の、蓄積電荷に依存しない残像・画像焼付き現象は、特開平 10 - 319406 号公報に示されているように、電界印加によって液晶分子の面内捻れ変形で発生する回転トルクが、液晶・配向制御膜界面への負荷（ストレス）として液晶・配向制御膜界面に伝わり、これにより液晶分子の初期配向方向を規制している液晶配向制御膜の表面が塑性変形することによって生じると考えられている。

【0018】これを解決する手段の一つとして、同公報では、弾性率の大きな配向制御膜（高弾性率配向膜）を用いることで配向制御膜表面の塑性変形を抑え、結果として残像を低減する方法が提案されている。そして、前述した FOP 電極構造を備えていない現状の IPS 方式液晶表示装置においては、実際、この高弾性率配向膜の使用により、蓄積電荷に依存しない残像・焼付き現象を表示性能として問題ないレベルまで十分に抑え込むことができるようになっている。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、IPS 方式でも FOP 液晶表示装置（前掲した図 19 参照）においては、FOP 電極構造を採用しない、すなわち共通電極と画素電極とが重畳していない構成の現状の IPS 方式液晶表示装置（以下、「従来の IPS 方式液晶表示装置」と称す）に比べると、極度にレベルの悪い残像・焼付き現象が生じる。

【0020】これは、現状の FOP 液晶表示装置（以下、本発明との関係から「従来の FOP 液晶表示装置」と称す）では、前述したように、その構造上から、従来の IPS 方式液晶表示装置に比べ、画素電極としての透明櫛歯電極の端部に極度に大きな電界強度を生じることによって起因するものである。

【0021】すなわち、従来の FOP 液晶表示装置では、従来の IPS 方式液晶表示装置のように、画素電極と共通電極とが基板面に沿う方向に位置をずらして配置されておらず両電極は重畳されており、また、その画素電極を構成する櫛歯電極の間隔も液晶層の厚み以下に狭められて配置される等するため、電圧を印加した際に、この画素電極としての透明櫛歯電極の端部には極度に大きな電界強度が生じる。これにより、液晶分子は、この極度に大きな電界強度を受けて大きく捻れることとなり、その際、液晶分子にはこの捻れに基づく大きな回転トルクが生じることになる。そして、この液晶分子によ

り生じた大きな回転トルクは、液晶分子が接触している配向制御膜表面に負荷（ストレス）として伝達され、この負荷が伝達される配向制御膜表面がそのストレスに抗し切れずに塑性変形してしまうのが、従来の FOP 液晶表示装置における残像・焼付き現象の主要原因である。

【0022】したがって、従来の FOP 液晶表示装置の実用に際しては、従来の IPS 方式液晶表示装置に比べ、前述したように極度にレベルの悪い残像・焼付き現象が生じるものと考えられ、実際、現状にあっても、従来の FOP 液晶表示装置の残像レベルは、従来の IPS 方式液晶表示装置に比べ、10 倍以上も悪くなっている。

【0023】そのため、従来の FOP 液晶表示装置の場合は、この FOP 電極構造の非常に大きな電界強度に起因して液晶分子から配向制御膜表面へ伝達される回転トルクの負荷（ストレス）があまりにも大き過ぎるため、例えば高弾性率配向膜を用いても、それだけでは配向制御膜表面が耐えきれずに塑性変形してしまい、残像・焼付き現象を表示性能として問題ないレベルまで十分に抑え込むことができない虞れがある。

【0024】また、この対策として、液晶に作用する電界強度を小さく加減することによって液晶分子に生じる回転トルクの大きさを抑え、残像・焼付き現象を低減させることも考えられるが、液晶表示装置の原理、すなわち電極間に発生する電界により液晶分子を駆動して光をスイッチすることを考えれば、単に電界強度を小さくすること（例えば、従来の IPS 方式液晶表示装置並の電界強度にすること）は、前述した FOP 液晶表示装置が有する利点（低電圧駆動、高速応答）を損なうことになる。

【0025】ところで、上述した従来の FOP 液晶表示装置に特有の残像・焼付き現象の解決に当たっては、その残像・焼付き現象が配向制御膜が負荷（ストレス）と耐性のバランスの上に成り立っており、そのバランスが崩れ、負荷（ストレス）が耐性力に比べ大きくなった場合に残像・焼付き現象を発現するというメカニズムを考えれば、その対策手段は、“配向制御膜の耐性を強化すること”（第 1 の手段）と、“配向制御膜への負荷（ストレス）を低減すること”（第 2 の手段）との二つに大別される。これに従えば、すでに述べた特開平 10-319406 号で提案されている高弾性率配向膜の使用による、従来の IPS 方式液晶表示装置の残像・焼付き現象の低減は、前記第 1 の手段としての配向制御膜の耐性を強化することに相当するものである。

【0026】しかし、この高弾性率配向膜によって耐性を強化する第 1 の手段は、従来の IPS 方式液晶表示装置においては表示品質として問題ないレベルまで残像・焼付き現象を抑えることが可能であるものの、従来の FOP 液晶表示装置においては、この第 1 の手段による対策だけでは、上述したように残像現象を十分に抑えるこ

*とができないことがわかっている。

【0027】本発明は、以上述べた問題点に鑑み、FOP 電極構造を備えた IPS 方式の液晶表示装置において、FOP 電極構造の有する利点（低電圧駆動及び高速応答）を損なうことなく、残像・焼付き現象を低減し、高品質な液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、上記課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一対の基板と、該一対の基板の互いに対向する面上に形成された液晶配向制御膜と、該液晶配向制御膜に接触するようにして前記一対の基板間に配置された液晶と、前記一対の基板の一方に、絶縁膜を介して互いに異層に形成された画素電極及び共通電極と、能動素子とからなり、該画素電極と該共通電極とが前記絶縁膜を介して画素領域内で重畳しており、該画素電極と該共通電極との間に電圧を印加することにより前記液晶の配向を制御して表示を行う液晶表示装置であって、前記画素電極及び前記共通電極のうち前記液晶配向制御膜に近い方の電極と前記液晶配向制御膜との間に、前記画素電極と前記共通電極との間に介在させた前記第 1 の絶縁膜とは別部材からなる第 2 の絶縁膜を配置してなり、かつ、前記第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ と前記第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ とが（式 1）を満足することを特徴とする。

【0029】

【数 5】

$$\epsilon(2) > \epsilon(1) \quad (\text{式 1})$$

【0030】また、本発明の液晶表示装置は、上記構成に係り、その第 2 の絶縁膜の厚さが 50 nm 以上かつ 200 nm 以下であり、また、その第 1 の絶縁膜の厚さが 100 nm 以上かつ 1500 nm 以下であること等の特徴とする。そして、これら構成により、本発明の液晶表示装置では、第 1 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ と第 2 の絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ が（式 1）の関係を満足することによって、残像現象を低減した高品質で高透過率の液晶表示装置を提供することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を説明するに当たって、まず IPS 方式液晶表示装置の液晶配向制御膜界面での電界強度の面内分布と電界強度ピーク値とについて説明する。

【0032】図 1 は、シミュレーションにより得られた従来の IPS 方式液晶表示装置における液晶配向制御膜界面での電界強度の面内分布を示す図である。図 2 は、シミュレーションにより得られた従来の FOP 液晶表示装置（図 19 参照）における液晶配向制御膜界面での電界強度の面内分布を示す図である。

【0033】なお、このシミュレーション実施に当たっては、液晶分子に作用する電界強度は、共通電極 102

と画素電極 104 との間に印加する電圧に大きく依存するが、ここでは、従来の IPS 方式液晶表示装置 (FOP 電極構造を採用していない) と従来の FOP 液晶表示装置の違いを顕著に見るために、それぞれの印加電圧 V を、 $V(IPS) = 15V$ 、 $V(FOP) = 10V$ とした。この印加電圧 V の大きさの違いは、従来の FOP 液晶表示装置では共通電極 102 と画素電極 104 との間隔が狭い分、必要な駆動電圧が従来の IPS 方式液晶表示装置に比べ小さくなることを考慮したものである。

【0034】図 1 及び図 2 からわかるように、従来の IPS 方式液晶表示装置においては、電界強度はそれほど大きくなく、液晶配向制御膜 (以下、配向膜と略称する) 106 の面内ではほぼ均一である。一方、従来の FOP 液晶表示装置においては、特に画素電極 104 の端部近傍に電界が集中し、その強度のピーク値は従来の IPS 方式液晶表示装置に比べ 10 倍以上であることが判明した。

【0035】このシミュレーション結果から、従来の FOP 液晶表示装置においては、この従来の IPS 方式液晶表示装置に比べての極度に大きな電界強度ピーク値により、画素電極 104 の端部近傍で液晶分子が大きく捻れ、これにより生じた回転トルクが配向膜 106 の界面に非常に大きな負荷 (ストレス) として伝わり、配向膜 106 に塑性変形を生じさせ、レベルの非常に悪い残像・焼付き現象が発生するものと考えた。

【0036】実際、従来の FOP 液晶表示装置の残像レベルは従来の IPS 方式液晶表示装置 (FOP 電極構造を採用しない) の残像レベルよりも 10 倍以上悪く、特にその残像・焼付き現象は、画素電極 104 の端部近傍で発生していた。また、残像・焼付き現象が発生した従来の FOP 液晶表示装置において、画素電極 104 の端部近傍を観察すると、残像・焼付き現象の発生領域部分の液晶配向方向は、液晶初期配向方向 (ラビング方向) から駆動方向に 2 ~ 3 ° 回転してずれていることがわかった。

【0037】これらより、従来の FOP 液晶表示装置の残像強度は、図 2 で現れているように、電界強度ピーク値と相関があり、この電界強度ピーク値を引き下げることで、残像・焼付き現象が低減できることがわかった。また、図示省略するが、上述したシミュレーションとは別に、液晶分子の駆動電圧は、電界強度ピーク値よりも、面内に印加される電界強度 (図 2 において、電界強度曲線と X 軸で囲まれた部分の面積) に大きく依存することもわかった。

【0038】したがって、従来の FOP 液晶表示装置の残像・焼付き現象を低減するためには、前述した “耐性を強化すること” (第 1 の手段) とは別に、この電界強度ピーク値を引き下げて “負荷 (ストレス) を低減すること” (第 2 の手段) が必要であることがわかった。ここで、配向膜 106 に対する負荷を低減するための手段*

*の一つは、電極端部近傍で局所的に発生する電界集中を緩和させ、電界強度ピーク値の引き下げをはかることである。

【0039】図 3 は、本発明の一実施の形態に係る FOP 液晶表示装置の概略断面図である。なお、本発明の一実施の形態に係る FOP 液晶表示装置の説明に当たっては、図 19 に示した従来の FOP 液晶表示装置と同様な構成部分については、その下 2 桁につき同一の番号を付し、その説明を省略する。

【0040】図 3 に示すように、本実施の形態の FOP 液晶表示装置は、図 19 に示した従来の FOP 液晶表示装置に対して、画素電極 4 と共通電極 2 との間に第 1 の絶縁膜 3 を形成し、さらにこれら画素電極 4 と共通電極 2 のうち、配向膜層 6 に近い電極 (本実施の形態の FOP 液晶表示装置の場合は、画素電極 4) と配向膜 6 との間に、従来の FOP 液晶表示装置には無い、新規な第 2 の絶縁膜 5 を設け、これら第 1 の絶縁膜 3 の誘電率 $\epsilon(1)$ と第 2 の絶縁膜 5 の誘電率 $\epsilon(2)$ とが (式 1) を満たす構成になっている。

【0041】

$$\epsilon(2) > \epsilon(1) \quad (\text{式 1})$$

【0042】したがって、液晶層 7 を通る電気力線は、必ず第 1 の絶縁膜 3 と第 2 の絶縁膜 5 との (式 1) を満たす界面 B を通る。以下、この第 1 の絶縁膜 3 を層間絶縁膜、第 2 の絶縁膜 5 を上層絶縁膜と称し、この層間絶縁膜 3 の誘電率 $\epsilon(1)$ と上層絶縁膜 5 の誘電率 $\epsilon(2)$ との間の、上記 (式 1) を満たす構造によって達成される、画素電極 4 の端部及びその周辺の電界集中緩和作用について説明する。

【0043】残像・焼付き現象の発生に大きく影響する電極端部での局所的な電界集中は、電極構造及びそれを形成する絶縁体材料に依存し、特に絶縁体の誘電率に大きく依存することから、本実施の形態の FOP 液晶表示装置では、次のようにして緩和している。

【0044】図 4 は、誘電率 ϵ の異なる物質中での電気力線屈折の法則を示す図である。図 4 に示すように、誘電率の異なる誘電体 D1 (誘電率 ϵ_1) 及び誘電体 D2 (誘電率 ϵ_2) がある面で接している場合、それらの誘電体 D1, D2 の中を進む電気力線はその界面 (界面 B) で、(式 2) に従い屈折する。

【0045】

$$\tan \theta_1 = \frac{\tan \theta_2}{\epsilon_1 / \epsilon_2} \quad (\text{式 2})$$

【0046】すなわち、図 4 において、誘電率 ϵ_1 の高い誘電体 D1 から誘電率 ϵ_2 の低い誘電体 D2 へ電気力線が入射する場合 (図 4(a)、 $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 参照) には、(式 2) より $\theta_1 > \theta_2$ という関係が成立し、電気力線

は誘電体 D1, D2 の界面 B の法線に対して傾きが小さくなるように屈折する。

【0047】逆に、誘電率 ε_1 の低い誘電体 D1 から誘電率 ε_2 の高い誘電体 D2 へ電気力線が入射する場合 (図 4(b)、 $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ 参照) には、(式 2) より $\theta_1 < \theta_2$ という関係が成立し、電気力線は誘電体 D1, D2 の界面 B の法線に対して傾きが小さくなるように屈折する。なお、 $0^\circ < \theta_1, \theta_2 < 90^\circ$ である。

【0048】このことを考慮して、次に電気力線の間隔 d を考える。電気力線の間隔 d は電界集中の度合い (電界強度) に相当し、その間隔が広いほど電界集中が緩和されている (電界強度が小さい) ことを意味する。誘電体 D1 を進む電気力線の間隔を d1 とすると、誘電体 D2 を進む電気力線の間隔 d2 は (式 3) で表される。

【0049】

【数 8】

$$d_2 = d_1 \times \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \quad (\text{式 3})$$

【0050】(式 3) より、誘電率 ε_1 の高い誘電体 D1 から誘電率 ε_2 の低い誘電体 D2 へ電気力線が入射する場合 (図 4(a) $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ 参照) には、(式 3) より $\theta_1 > \theta_2$ という関係が成立し、すなわち $\cos \theta_1 < \cos \theta_2$ より $d_2 > d_1$ となり、電気力線の間隔 d が広がることになる。つまり、電気力線の間隔 d が広がることは、電界集中が緩和されることを意味する。

【0051】一方、誘電率 ε_1 の低い誘電体 D1 から誘電率 ε_2 の高い誘電体 D2 へ電気力線が入射する場合 (図 4(b)、 $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ 参照) には、(式 3) より $\theta_1 < \theta_2$ という関係が成立し、すなわち $\cos \theta_1 > \cos \theta_2$ より $d_2 < d_1$ となり、電気力線 d の間隔が狭まることになる。つまり、電気力線の間隔 d が狭まることは、電界集中を生じることを意味する。

【0052】以上のことから、電極を含む第 2 の絶縁膜 (上層絶縁膜) 5 の誘電率 $\varepsilon(2)$ を、第 1 の絶縁膜 (層間絶縁膜) 3 の誘電率 $\varepsilon(1)$ よりも大きくすることが、電極端部近傍において電界集中を緩和するための*

$$\frac{1}{E} \propto d_2 = d_1 \times \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} = d_1 \times \frac{\sqrt{\varepsilon_1^2 + 1}}{\sqrt{\varepsilon_2^2 + 1}} \propto \frac{1}{\varepsilon_1} \times \frac{\sqrt{\varepsilon_1^2 + 1}}{\sqrt{\varepsilon_2^2 + 1}} \quad (\text{式 7})$$

【0059】なお、(式 7) を本実施の形態の FOP 液晶表示装置の構成に対応させれば (式 8) のように表せる。ここで $\varepsilon(1)$ 及び $\varepsilon(2)$ は、それぞれ第 1 の絶縁膜 (層間絶縁膜) 3 及び第 2 の絶縁膜 (上層絶縁膜) 5 の誘電率である。

【0060】

【数 13】

$$\frac{1}{E} \propto \frac{1}{\varepsilon(2)} \times \frac{\sqrt{\varepsilon(2)^2 + 1}}{\sqrt{\varepsilon(1)^2 + 1}} \quad (\text{式 8})$$

*条件となる。ただし、ここでは電界強度の絶対値が考慮されていない。すなわち、(式 1) に従い電極端部での電界集中を緩和しても電界強度 E そのものが大きい場合には残像が発生することになる。

【0053】そこで、次に電界強度 E の絶対値について説明する。電界集中緩和後の電界強度 E は、誘電体 D1, D2 の界面に対して出射側の電気力線の間隔 d2 (図 4 参照) と相関があり、この間隔 d2 が大きくなれば電界強度 E は小さくなると考えられることから、(式 3) と合わせて考えると (式 4) のように記述できる。

【0054】

【数 9】

$$\frac{1}{E} \propto d_2 = d_1 \times \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \quad (\text{式 4})$$

【0055】(式 4) より電界強度 E は、誘電体 D1, D2 の界面 B に対して入射側、すなわち初期の電気力線の間隔 d1 で決まる。さらにこの間隔 d1 はその絶縁体 (誘電体) D1 の誘電率 ε_1 に大きく依存し、同一の電位が印加されている場合には、絶縁体 (誘電体) D1 の誘電率 ε_1 が大きいほど電気力線の間隔 d1 は狭く (間隔 d1 が小さい)、誘電率 ε_1 が小さいほど電気力線の間隔 d1 は広い (間隔 d1 が大きい)。また、(式 2) と三角関数の関係から (式 5) 及び (式 6) を導き出せ、(式 4) は次の (式 7) のように表せる。

【0056】

【数 10】

$$\cos \theta_1 \propto \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_1^2 + 1}} \quad (\text{式 5})$$

【0057】

【数 11】

$$\cos \theta_2 \propto \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_2^2 + 1}} \quad (\text{式 6})$$

【0058】

【数 12】

$$\frac{1}{E} \propto \frac{1}{\varepsilon_1} \times \frac{\sqrt{\varepsilon_1^2 + 1}}{\sqrt{\varepsilon_2^2 + 1}} \quad (\text{式 7})$$

【0061】さらに、FOP 電極構造を考えれば電界強度 E は、電圧を印加するための画素電極 4 と共通電極 2 の間隔、すなわち層間絶縁膜 3 の膜厚 d(1) に依存する。そこで、本実施の形態では、特に、FOP 電極構造を構成する層間絶縁膜 3 と上層絶縁膜 5 の誘電率 $\varepsilon(1)$, $\varepsilon(2)$ によって決まる (式 8) 右辺の材料パラメータと、層間絶縁膜 3 の膜厚 d(1) とに着目し、各上層絶縁膜 5 と層間絶縁膜 3 から構成される FOP 電極構造における残像評価について、これらパラメータにより整理した。

【0062】そこで、実際にFOP電極構造を構成する絶縁膜（層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5）の材料の組み合わせについて説明する。なお、以下の説明では、（式8）右辺に記述されているパラメータを誘電率比と称する。

【0063】図5は、層間絶縁膜と上層絶縁膜との材料組み合わせの条件表（表4）である。図5は、（式1）に基づき、誘電率 ϵ の観点から、層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5それぞれの材料の組み合わせについて、無機材料と有機材料とに大別してまとめたものである。

【0064】この組み合わせ表中において、「×」印を付した組み合わせは、本発明の必須条件である（式1）を満たさない組み合わせである。また同表中に記載した「条件14」については、本発明の必須条件である（式1）の関係から、層間絶縁膜3としては誘電率 ϵ が3～5（上層絶縁膜5の誘電率 ϵ の値範囲3～5を超えない範囲）の材料を用いれば、（式1）を満たす組み合わせが可能であることを示している。

【0065】絶縁材料としての層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5の材料としては、基本的に透明度が比較的高く、絶縁性を確保できるものであれば良く、さらに耐熱性があるものであればなお良い。以下、この組み合わせ表での材料分類について、無機材料と有機材料に大別して説明する。

【0066】図6は、図5で示した層間絶縁膜と上層絶縁膜との材料組み合わせの各条件1～17に適合する層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5の材料名と誘電率比とをまとめて例示した表である。なお、表中で「*」符号が付されたものは商品名である。まず、有機膜からなる絶縁材料について説明する。

【0067】現在、市販され容易に入手しやすく、また基板上形成プロセスもそれほど困難でない絶縁性有機材料の多くは、その誘電率が3～5程度である。代表的な材料としてはポリイミド等が挙げられる。ポリイミドは耐熱性の絶縁材であり、多少の色付きはあるものの、1 μ m以下の薄膜では高い透明度を有する。また、基板への形成は、スピンコート法により形成でき、厚膜化形成も容易である。現在、その性能及び利用のし易さから絶縁膜としてよく使用されている。また、マレイド/スチレン系（誘電率 ϵ ：3.1～3.7）のような絶縁材料もある。

【0068】一方、LSIプロセスでの配線の層間絶縁膜として配線の微細加工による配線遅延の増大を抑える目的で、低誘電率有機材料（誘電率 ϵ ：3未満）の研究が進められ、様々な有機材料が開発されている。例えば、CVD法により形成する低誘電率有機材料としては、ポリパラキシリレン（誘電率 ϵ ：2.6）、フッ素化ポリパラキシリレン（誘電率 ϵ ：2.3）、テフロン（登録商標）AF（誘電率 ϵ ：2.2）、ポリナフタレン（誘電率 ϵ ：2.4）等が挙げられる。また、スピン

コート法により形成する低誘電率有機材料としては、フッ素化ポリイミド（誘電率 ϵ ：2.6～2.9）、ポリノルボルネン（誘電率 ϵ ：2.6）、ポリアリレンエーテル（誘電率 ϵ ：2.8）、ポリキノリン（誘電率 ϵ ：2.8）、ベンゾシクロブテン（誘電率 ϵ ：2.8）等が挙げられる。これらの低誘電率有機材料は、液晶表示装置として使用しても問題ない高い透明度を有している。ただし、このような低誘電率有機材料の一部には、特にガラス基板との接着性に課題の残る材料もあるが、これは基板との間に接着層の役割を有する材料を介在させることにより回避できる。

【0069】以上から、図5に示す組み合わせ表では有機膜の材料として誘電率の観点から、誘電率2～3の材料（フッ素化ポリパラキシリレン（誘電率 ϵ ：2.3）、ベンゾシクロブテン（誘電率 ϵ ：2.8））と、誘電率3～5の材料（マレイド/スチレン系（誘電率 ϵ ：3.5）、ポリイミド系（誘電率 ϵ ：4.7））と、大きく2つに分類した。次に、無機膜からなる絶縁材料について説明する。

【0070】現在、TFTプロセス等では無機絶縁材料としては主にSiNxやSiO₂が用いられている。これらの無機絶縁材料は安価に入手することが可能で、また製造プロセスも確立されているために、その取り扱いが容易で信頼性も非常に高い。このような無機絶縁材料の誘電率は3～7程度である（SiNx（誘電率 ϵ ：6～7）、SiO₂（誘電率 ϵ ：3.5～4.0））。また、ゲート絶縁膜としてはSiOF（誘電率 ϵ ：3.4～3.7）等も用いられている。

【0071】一方、低誘電率有機材料の開発と平行して、LSIプロセスの配線の層間絶縁膜として配線微細加工による配線遅延の増大を抑える目的で、誘電率が2～3の低誘電率無機材料の開発も進んでいる。例えば、スピンコート法により形成するHSQ系（Hydrogen Silsesquioxane）（誘電率 ϵ ：2.5～3）やCVD法により形成するSiOC（誘電率 ϵ ：2.4～2.7）等がある。これら低誘電率無機材料は価格や製造プロセスにまだ課題を残しており、量産としては一般に使用されていないが、将来的には十分有望な材料である。

【0072】また低誘電率材料の開発方向とは逆に、誘電率 ϵ が7以上の高誘電率無機絶縁材料の開発が進められている。LSIプロセスにおいて、従来用いていたゲート絶縁膜SiO₂での薄膜化が要求されているが、リーク電流の発生や、トランジスタ特性そのものの劣化及び信頼性を確保できなくなってきた。そこで、これに代わる技術として高誘電率材料の開発が進められてきた。その中で、TiO₂系（誘電率15程度）やTa₂O₅、ZrO₂（誘電率 ϵ ：25）、HfO₂（誘電率 ϵ ：30）等の高誘電率無機材料が開発されている。しかしながら、これらの材料においては価格問題や製造プロセス

上の課題がある。例えば TiO_2 系の材料ではゾルゲル法により基板上に塗布し、その後、紫外線照射と高温 (270 ~ 300) 焼成を必要とする。このような高温プロセスにおいては従来の TFT では性能を保証できないが、最近の TFT 耐熱性の向上を考慮すると将来的には有望な材料である。

【0073】以上から、図 5 に示す組み合わせ表では無機材料として誘電率の観点から、誘電率 2 ~ 3 の材料 ($SiOC$ (誘電率 ϵ : 2.4), HSQ 系 (誘電率 ϵ : 2.9)) と、誘電率 3 ~ 7 の材料 (SiO_2 (誘電率 ϵ : 3.6), $SiNx$ (誘電率 ϵ : 6.8)) と、誘電率 7 以上の材料 (TiO_2 系 (誘電率 ϵ : 14), ZrO_2 (誘電率 ϵ : 25)) と、大きく 3 つに分類した。

【0074】このように分類した有機膜及び無機膜それぞれについての材料分類から、図 6 に示した 17 通りの層間絶縁膜と上層絶縁膜との材料の組み合わせについて、後述の実施例で説明するように、実際に FOP 液晶表示装置を組み立て、その残像評価を実施した。

【0075】なお、以上では、本実施の形態の FOP 液晶表示装置では、層間絶縁膜 3 と上層絶縁膜 5 とが各 1 層ずつ設けられている FOP 液晶表示装置について説明したが、上層絶縁膜 5 及び層間絶縁膜 3 の構成について、次のように層間絶縁膜 3 や上層絶縁膜 5 を多層構造にした他の実施の形態にすることもできる。

【0076】図 7 は、本発明の他の実施の形態としての、層間絶縁膜 3 のみを絶縁膜 3 1 と絶縁膜 3 2 とで多層化した FOP 液晶表示装置の断面構造概略図である。図 8 は、本発明の他の実施の形態としての、上層絶縁膜 5 のみを絶縁膜 5 1 と絶縁膜 5 2 とで多層化した FOP 液晶表示装置の断面構造概略図である。

【0077】図 9 は、本発明の他の実施の形態としての、層間絶縁膜 3 及び上層絶縁膜 5 3 を、絶縁膜 5 1 と絶縁膜 5 2、及び絶縁膜 3 1 と絶縁膜 3 2 とで共に多層化した FOP 液晶表示装置の断面構造概略図である。

【0078】図 7 乃至図 9 の各図において、1 は基板、2 は共通電極、3 は層間絶縁膜、4 は画素電極、5 は上層絶縁膜、6 は配向膜をそれぞれ示す。以下、各絶縁膜 3, 5 における多層構成の利点及び必要性について説明する。まず、図 7 及び図 9 に示した実施の形態の層間絶縁膜 3 を多層構造とした FOP 液晶表示装置について説明する。

【0079】例えば、FOP 電極構造においては下層に形成されるベタ電極 (共通電極) 2 が薄膜トランジスタ (TFT: 後述の図 12 参照) のゲート電極と同層に形成され、層間絶縁膜 3 が TFT のゲート絶縁膜を兼ね備える可能性がある。ゲート絶縁膜は TFT を安定的に動作させるかどうかを決定する重要なパラメータの一つであり、ゲート絶縁膜に要求される膜が電界集中緩和に有効に働くとは限らない。

【0080】したがって、むしろ層間絶縁膜 3 を材料 (誘電率 ϵ) の異なる少なくとも 2 層以上の絶縁膜 3 1, 3 2 から形成することにより、その役割を分担することが有効である。上述の電界集中緩和の効果を発揮するためには、少なくとも櫛歯電極 (画素電極) 4 を介して接する上層側の層間絶縁膜 3 1 の誘電率 ϵ と上層絶縁膜 5 又は 5 2 の誘電率 ϵ との関係が (式 1) を満たしていればよい。次に、図 8 及び図 9 に示した実施の形態の上層絶縁膜 5 を多層構造とした FOP 液晶表示装置について説明する。

【0081】また、上述の電気力線の屈折を拡張すれば、電気力線の間隔 d は誘電率 ϵ の高い絶縁膜から誘電率 ϵ の低い絶縁膜へ入射するとき広がることから、上層絶縁膜 5 は誘電率 ϵ の異なる少なくとも 2 層以上の絶縁膜 5 1, 5 2 からなり、かつ、これら絶縁膜 5 1, 5 2 の誘電率 ϵ を配向膜層 6 に近い絶縁膜 5 1 ほど小さくすることが効果的である。この構成により画素電極 4 から液晶層 7 に向かう電気力線は各絶縁膜 5 1, 5 2 の界面 B で屈折し、電気力線の間隔 d は広がる。これは電界集中の緩和を意味し、残像低減には効果的である。なお、この上層側の絶縁膜 5 1 が誘電率 ϵ の条件によっては配向制御膜 6 としての機能を兼ね備えていてもよい。この場合においても、櫛歯電極 (画素電極) 4 を挟む層間絶縁膜 3 の誘電率 ϵ と下側の層間絶縁膜 5 2 の誘電率 ϵ の関係が (式 1) を満たすことは前提である。

【0082】以上、本発明においては、電界集中緩和による残像低減の効果を発揮するためには、以上説明した実施の形態に限定されることなく、少なくとも櫛歯電極 (画素電極) 4 に接する層間絶縁膜 3 と上層絶縁膜 5 の誘電率の関係が (式 1) を満たしていればよく、多層化することにより上述したようなさらなる残像低減効果が期待できる。

【0083】次に、以上説明した本発明の実施の形態に基づく、FOP 液晶表示装置の実施例について説明する。まず実施例の説明に当たり、実施例の FOP 液晶表示装置における配向膜弾性率と絶縁膜誘電率との関係について説明する。

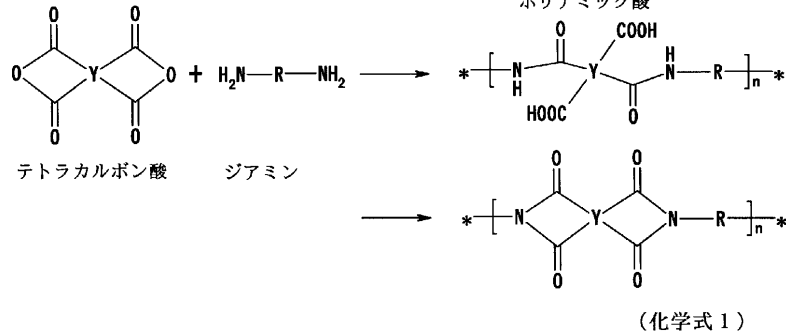
【0084】上述したように、このような IPS 方式液晶表示装置特有の残像現象は、耐性と負荷 (ストレス) のバランスの上に成り立っているため、耐性を強化すれば、その分負荷の許容範囲も広がる。弾性率の高い配向膜材料を用いることは、すなわち耐性を強化することに相当し、高弾性率配向膜ほど、負荷として許容できる電界強度の範囲は広がる。

【0085】界面 B での電界強度は、主に層間絶縁膜 3 の膜厚や、層間絶縁膜 3 の誘電率 ϵ (1)、上層絶縁膜 5 の誘電率 ϵ (2) によって決まるが、配向膜 6 の弾性率によって、残像を低減するために必要とされる絶縁膜 3, 5 の膜厚、誘電率 ϵ (1), ϵ (2) は異なる。

【0086】そこで、本発明の実施例の FOP 液晶表示

装置として、配向膜 6 の弾性率に基づき、実施例を大きく 3 つに分類した。

【0087】図 10 は、各実施例における配向膜分類と配向膜の弾性率との関係表（表 6）である。以下、配向膜 6 の弾性率と、それに基づく実施例の分類について述べる。通常、配向膜 6 には、液晶 7 の配向性や製造プロ



【0089】ポリイミド配向膜は、ジアミンとテトラカルボン酸から合成されるポリアミック酸を基板上に印刷機もしくはスピナにより塗布し、これを高温焼成することにより形成される。このポリアミック酸からポリイミドへの化学変化をイミド化と呼び、ポリアミック酸がイミド化される割合をイミド化率と呼ぶ。イミド化率 100% はポリアミック酸が焼成によりすべてポリイミドになることを意味する。一般に液晶表示装置において形成されるポリイミド配向膜は、ポリアミック酸部位すべてがイミド化されたものではなく、一部アミック酸部位が残存している（イミド化率 100% ではない）。液晶表示装置としてはイミド化率が高いほどよい。これはポリアミック酸が配向膜中に残存すること（低いイミド化率）により、液晶配向能を低下させるだけでなく、液晶表示装置組み立て後にイミド化が徐々に進行するため水が生成され、この水が液晶中に拡散し、液晶比抵抗を低下させる等液晶表示装置としての表示品質を低下させるからである。

【0090】以下、配向膜の弾性率について述べる。ここで述べる配向膜の弾性率とはバルクの弾性率である。上述したような残像現象を考えれば、配向膜の表面弾性率を議論すべきであるが、表面弾性率の測定は困難である。そこで表面弾性率を大きく反映する物性値であるバルクの弾性率で論じる。

【0091】現在、一般的に量産で使用されているポリイミド配向膜は、主鎖のフェニル基とフェニル基の間に回転しやすい連結基、 $-O-$ 、 $-SO_2-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-C(CH_3)_2-$ 等が数多く導入されており、フレキシブルな主鎖のために弾性率は 2 ~ 4 GPa 程度である。

【0092】また、このようなフレキシブルなポリイミド配向膜においては、このフレキシブルさのために比較的低い焼成温度（200 ~ 230）でも高いイミド化率を達成でき、液晶表示装置用の配向膜としては取り扱

セスの安定性からポリイミド膜が用いられている。一般的なポリイミド配向膜の合成経路を（化学式 1）に示した。

【0088】

【化 1】

いが容易である。ただし、このようなポリイミド配向膜では弾性率が小さいことから負荷に耐える力（耐性力）が小さく、FOP 液晶表示装置における残像を低減するためには十分に電界集中を緩和させる（負荷を低減する）必要がある。ここでは弾性率が 2 ~ 4 GPa 程度の配向膜を低弾性率配向膜と称することにする。

【0093】次に、残像を抑制するために耐性を強化するという観点から一般に液晶表示装置として用いられるポリイミド配向膜より弾性率の高い配向膜（4 GPa 以上）に着目した。このような配向膜では耐性が強化された分、許容できる電界強度も緩和される。

【0094】配向膜の高弾性率化を図るためには、配向膜を構成するポリマーの分子構造が剛直で直線性に富んでいることが望ましい。例えば、主鎖に連結基として導入されている $-O-$ 、 $-SO_2-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-C(CH_3)_2-$ 等の数を少なくとも 2 ~ 3 以下にすることで弾性率の高いポリイミド配向膜を得ることができる。しかし、このような配向膜では基本的に剛直性の分子が多く、分子として主軸のフレキシビリティがなく、イミド化が進み難い。すなわちイミド化率が低いという欠点がある。イミド化率が低いことは上述したように液晶表示装置としての品質低下を招くが、これは例えば焼成温度を上げることにより解決できる。ただし、現状の量産においては TFT の耐熱性の問題で 250 以上の高温にすることは難しいが、近年 TFT の耐熱性も向上してきており、将来的には 250 以上の高温焼成も可能である。

【0095】さらに、このような高弾性率配向膜において、特に 10 GPa 以上の配向膜においてはイミド化し難いことに加え、脆いという欠点がある。この脆さのために、液晶を配向させるために必要なラビング工程（布でポリイミド膜を擦る工程）において、ラビングくずや傷を発生させる。これら傷やくずの周辺では液晶分子は初期配向と異なる配向をとるため光漏れの原因となり、

コントラスト低下等表示品質の問題となる。しかし、これはラビング布の回転数や切込量、基板送り速度等で決まるラビング強度を小さくすることによって回避できる課題である。

【0096】ここでは、量産で使用されている一般的なポリイミド配向膜より弾性率が高く、かつラビング傷やくずを発生しない配向膜を中弾性率配向膜（4～10 GPa 程度）、それ以上の弾性率を有する配向膜を高弾性率配向膜（10 GPa 以上）と称することにする。以上、配向膜弾性率の分類により実施例の適用する配向膜を、図10の表6記載のように分け、第一の実施の形態のFOP液晶表示装置（図3参照）を用いて残像の検討を行った。

【0097】また、実施例の液晶材料については、FOP電極構造のように電極が重畳しているような構造においては、負の比誘電率異方性（ $\Delta\epsilon < 0$ ）を有する液晶を用いることで正の比誘電率異方性を有する液晶に比べ透過率を大きく向上でき、高透過率液晶表示装置を実現できるというメリットがある。しかし、このような負の誘電率異方性（ $\Delta\epsilon < 0$ ）を有する液晶と電極間隔の非常に狭い構造をもつ液晶表示装置との組み合わせにおいては、電極端部近傍で発生する強い斜め電界のために、正の誘電率異方性（ $\Delta\epsilon > 0$ ）をもつ組み合わせに比べさらに強烈な残像・焼付きを発生させる。これは正の誘電率異方性を有する液晶の場合には、電極端部の斜め方向の電界により、基板面に対して垂直な方向に立ちあがるために、負の液晶に比べ配向膜界面に負荷として働く回転トルクが小さくなるためである。

【0098】したがって、このような負の誘電率異方性を有し、かつ電極間隔の非常に狭い液晶表示装置において、残像レベルを低減するためにはさらに電極端部近傍での電界集中を緩和させることが必要であり、本発明による構成が非常に効果的である。以下、本発明の図3に示した実施の形態のFOP液晶表示装置に係り、これらに基づく、具体的実施例について説明する。

【0099】《実施例1》図11は、本実施例のFOP液晶表示装置の分解斜視図である。図12は、本実施例のFOP液晶表示装置の駆動系の等価回路図である。図3において、液晶表示素子の表示部には、本実施例では、例えば対角14.1インチサイズであり、厚みが0.7mmで、表面が研磨された透明なガラス基板1が用いられている。このガラス基板1上には、図12に示したように、信号電極36、走査電極35が形成されている。また、表示部の各画素は、薄膜トランジスタ（TFT）34、ベタ状共通電極2、及び櫛歯状画素電極4から構成されている。

【0100】ベタ状共通電極2は画素領域のほぼ全面を覆うように形成され、その上に層間絶縁膜3を介して、櫛歯状画素電極4が重畳して形成されている。電圧はこれら画素電極4と共通電極2との間に印加され、これに

より発生する電界12によって液晶7を駆動する。画素電極4は薄膜トランジスタ（TFT）34と接続されており、共通電極2は共通電圧信号線37と一体となっている。なお、電極2、4の材料には、本実施例では、ITOが用いられているが、ITOに代え、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化インジウムゲルマニウム（IGO）等でもよい。

【0101】本実施例で使用したITO電極2、4の場合、ITOの透過率から、140nm程度が最も好ましい。櫛歯画素電極4の電極幅、電極間隔はそれぞれ4μm、4μmである。さらに櫛歯状画素電極4上に上層絶縁膜5が形成される。層間絶縁膜3と上層絶縁膜5に用いた材料及びその誘電率は、図6記載の材料組合わせの表にまとめた17組である。

【0102】ここで、層間絶縁膜3の誘電率 $\epsilon(1)$ が上層絶縁膜5の誘電率 $\epsilon(2)$ よりも小さいことが必須条件である。また、層間絶縁膜3の厚みは、絶縁膜3が十分に櫛歯電極4とベタ状共通電極2間での絶縁性を確保できる厚みである100nmから生産効率的に有効な1500nmまでとし、100nmづつ膜厚を変えた仕様となっている。さらに、上層絶縁膜5の厚みは、以下で述べるラビング工程において、電極段差によるラビング影ができない最低の厚み50nmとしてある。

【0103】一方、対向のガラス基板10上には、ストライプ状の3色RGBカラーフィルタ9とブラックマトリクス（図示略）を備えた構造になっている。カラーフィルタ9とブラックマトリクス上には平坦化するためのオーバーコート樹脂8が形成されている。オーバーコート樹脂8としては、例えばエポキシ樹脂等が用いられる。さらにガラス基板10の遮光部であるブラックマトリクス上に表示領域内の液晶層7の厚みを均一に制御するために柱状スペーサが形成されている。なお、図3では柱状スペーサは省略されている。

【0104】次に両ガラス基板1、10の表面には、液晶分子を配列させるために必要なポリイミド配向膜6が形成されている。ポリイミド配向膜6の形成は、ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸を印刷機によりガラス基板1、10上に塗布し、溶剤をとばすために仮焼成した後、高温で本焼成することにより得られる。得られたポリイミド配向膜6の膜厚は、100nm程度となるように調整される。なお、ここで使用するポリイミド配向膜6は実施の形態によって異なり、本実施の形態では弾性率が3GPaのポリイミド配向膜（低弾性率配向膜）が用いられている。

【0105】次に液晶分子を配向させるための配向処理を施した。配向処理は両ガラス基板1、10上に形成されたポリイミド配向膜6の表面をラビング処理することにより行われている。ラビング処理にはラビング機を使用し、ラビングロールにはレーヨン製バフ布を用いた。ラビング方向は櫛歯電極の長軸に対して75°方向とし

た。なお、電極 2, 4 の段差が大きき場合には、その段差により電極 4 端部でラビング毛が当たらない領域ができ、このような領域においては液晶 7 の配向不良を生じ光り漏れ等の原因となる。段差として少なくとも 100 nm 以下に抑えることが有効であり、現状の ITO 電極厚み (140 nm 程度) を考慮すれば上層膜として 50 nm 程度は必要である。

【0106】両基板 1, 10 は、ガラス基板 1 の表示領域周縁部にシール材 (熱硬化型樹脂) を塗布し、対向ガラス基板 10 を重ね合わせた後、加熱しながら加圧して、接着固定されている。ガラス基板 1, 10 間のギャップ (液晶層厚み) は、本実施の形態では 3.0 μm となっている。その後、図示せぬ封入口から液晶 7 を注入し、封止口は光硬化樹脂により封止されている。ここでは誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ が負の液晶材料が用いられる。ガラス基板 1, 10 の両面には偏光板 11 が貼りつけられ、液晶パネル 20 は完成される。なお、偏光板 11 は液晶表示装置がノーマリクローズ特性 (低電圧で黒表示、高電圧で白表示) になるように貼りつけられている。さらに液晶パネルには、図 12 に示したように、ガラス基板 1 に走査電極駆動回路 30A、信号電極駆動回路 30B、共通電極駆動回路 30C、電源回路及びコントロール回路 33 を接続し、走査信号電圧、映像信号電圧、タイミング信号が供給され、アクティブマトリクス駆動される。

【0107】その後、液晶表示パネル 20 に図 11 に示したシールドケース 27、拡散板 21、導光体 22、反*

$$\frac{\sqrt{\epsilon(2)^2 + 1}}{\epsilon(2)\sqrt{\epsilon(1)^2 + 1}} \geq 8.1 \times 10^{-1} - 6.5 \times 10^{-4} \times d(1) \quad (式 9)$$

【0110】さらに、残像強度が 2% 以下になる条件として以下のことを見出した。図 14 は、本実施例 1 の FOP 液晶表示装置において、この残像強度が 2% 以下になる条件を示した表である。層間絶縁膜 3 及び上層絶縁膜 5 がともに有機材料からなり、これら絶縁膜 3, 5 の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに 2 ~ 3 であり、かつ層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 480 nm 以上であること (図 14 中の条件 1 参照)。

【0111】層間絶縁膜 3 及び上層絶縁膜 5 がともに有機材料からなり、該層間絶縁膜 3 の誘電率 $\epsilon(1)$ が 2 ~ 3 であり、上層絶縁膜 5 はその誘電率 $\epsilon(2)$ が 3 ~ 5 であり、かつ層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 530 nm 以上であること (図 14 中の条件 2 参照)。

【0112】層間絶縁膜 3 はその誘電率 $\epsilon(1)$ が 2 ~ 3 である有機材料から形成され、上層絶縁膜 5 はその誘電率 $\epsilon(2)$ が 2 ~ 3 である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 480 nm 以上であること (図 14 中の条件 3 参照)。

【0113】層間絶縁膜 3 はその誘電率 $\epsilon(1)$ が 2 ~ 50

*射板 23、バックライト 24、下側ケース 25、インバータ回路基板 26 を組み合わせることにより、液晶表示装置 28 が組み立てられる。このようにして組み立てた液晶表示装置の残像・画像焼付けを定量的に評価するためホトダイオードを組み合わせたオシロスコープを用いて評価した。まず、画面上に最大輝度でウィンドパターンを 30 分間表示し、その後、残像が最も目立つ中間調表示、ここでは輝度が最大輝度の 10% となるように表示画面全面を切り替え、ウィンドの残像部分と周辺中間調部分での輝度 B における輝度変動分の大きさ $\Delta B/B$ (10%) を残像強度として評価した。液晶表示装置の表示特性として残像・画像焼付けが問題のないレベルは残像強度が 2% 以下とされている。

【0108】図 13 は、本実施例の FOP 液晶表示装置の残像評価結果のグラフである。横軸及び縦軸は上述したように電界強度と相関のある層間絶縁膜の膜厚 $d(1)$ nm と、上層絶縁膜誘電率 $\epsilon(2)$ と層間絶縁膜誘電率 $\epsilon(1)$ によって決まる誘電率比 (式 8) 右辺) である。グラフ上、残像強度が 2% 以下のものは○で、2% より大きいものは●で示した。ここで得られた結果より、以下の (式 9) で示した関係を満たす FOP 構成については、残像強度 2% 以下を達成し、残像現象を発生しないことを見出した。ここで、 $d(1)$ は nm (ナノメートル) の単位である。

【0109】

【数 14】

3 である有機材料から形成され、上層絶縁膜 5 はその誘電率 $\epsilon(2)$ が 3 ~ 7 である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 530 nm 以上であること (図 14、表 1 中の条件 4 参照)。

【0114】層間絶縁膜 3 はその誘電率 $\epsilon(1)$ が 2 ~ 3 である有機材料から形成され、上層絶縁膜 5 はその誘電率 $\epsilon(2)$ が 7 以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 560 nm 以上であること (図 14 中の条件 5 参照)。

【0115】層間絶縁膜 3 及び上層絶縁膜 5 がともに有機材料からなり、該絶縁膜 3, 5 の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに 3 ~ 5 であり、かつ層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 740 nm 以上であること (図 14 中の条件 6 参照)。

【0116】層間絶縁膜 3 はその誘電率 $\epsilon(1)$ が 3 ~ 5 である有機材料から形成され、上層絶縁膜 5 はその誘電率 $\epsilon(2)$ が 3 ~ 7 である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜 3 の膜厚 $d(1)$ が少なくとも 740 nm 以上であること (図 14 中の条件 7 参照)。

【0117】層間絶縁膜 3 はその誘電率 $\epsilon(1)$ が 3 ~

5である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも760nm以上であること(図14中の条件8参照)。

【0118】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が2~3である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも480nm以上であること(図14中の条件9参照)。

【0119】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~5である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも530nm以上であること(図14中の条件10参照)。

【0120】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに2~3であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも480nm以上であること(図14中の条件11参照)。

【0121】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも530nm以上であること(図14中の条件12参照)。

【0122】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも560nm以上であること(図14中の条件13参照)。

【0123】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3~5である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~5である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも740nm以上であること(図14中の条件14参照)。

【0124】層間絶縁膜3と上層絶縁膜5がともに無機*

$$\frac{\sqrt{\epsilon(2)^2 + 1}}{\epsilon(2)\sqrt{\epsilon(1)^2 + 1}} \geq 4.5 \times 10^{-1} - 4.3 \times 10^{-4} \times d(1) \quad (\text{式 } 10)$$

【0130】さらに、残像強度が2%以下になる条件として以下のことを見出した。図16は、本実施例2のFOP液晶表示装置において、この残像強度が2%以下になる条件を示した表(表2)である。

【0131】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに有機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに2~3であり、かつ層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件1参照)。

【0132】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに有機材料からなり、該層間絶縁膜3の誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3であり、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~

*材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに3~7であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも740nm以上であること(図14中の条件15参照)。

【0125】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3~7である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも760nm以上であること(図14中の条件16参照)。

【0126】層間絶縁膜3と上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに7以上であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも1020nm以上であること(図14中の条件17参照)。以上から、低弾性率配向膜を用いたFOP構成において、残像強度が2%以下になる条件を見出し、それら条件の範囲内での実施例では残像を十分に抑えることができた。

【0127】《実施例2》実施例2は用いた配向膜6以外は、実施例1と同様のFOP液晶表示装置を組み立てた。配向膜は弾性率が約10GPaのポリイミド配向膜(中弾性率配向膜)を用いた。

【0128】図15は、本実施例2のFOP液晶表示装置の残像評価結果のグラフである。残像評価は実施例1と同様に行った。横軸及び縦軸は上述したように電界強度と相関のある層間絶縁膜の膜厚 $d(1)$ と上層絶縁膜誘電率 $\epsilon(2)$ と層間絶縁膜誘電率 $\epsilon(1)$ によって決まる誘電率比((式8)右辺)である。グラフ上、残像強度が2%以下のものは○で、2%より大きいものは●で示した。ここで得られた結果より、以下の(式10)で示した関係を満たすFOP構成については、残像強度2%以下を達成し、残像現象を発生しないことがわかった。ここで、 $d(1)$ はnm(ナノメートル)の単位である。

【0129】

【数15】

5であり、かつ層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件2参照)。

【0133】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が2~3である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件3参照)。

【0134】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以

上であること(図16中の条件4参照)。

【0135】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件5参照)。

【0136】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに有機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに3~5であり、かつ層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも280nm以上であること(図16中の条件6参照)。

【0137】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3~5である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも280nm以上であること(図16中の条件7参照)。

【0138】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3~5である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも310nm以上であること(図16中の条件8参照)。

【0139】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が2~3である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件9参照)。

【0140】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~5である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件10参照)。

【0141】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに2~3であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件11参照)。

【0142】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件12参照)。

【0143】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2~3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件13参照)。

$$\frac{\sqrt{\epsilon(2)^2 + 1}}{\epsilon(2)\sqrt{\epsilon(1)^2 + 1}} \geq 3.2 \times 10^{-1} - 3.5 \times 10^{-4} \times d(1) \quad (\text{式 } 11)$$

【0151】さらに、残像強度が2%以下になる条件として以下のことを見出した。図18は、本実施例3のFOP液晶表示装置において、残像強度が2%以下になる条件を示した表である。層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5

*電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図16中の条件13参照)。

【0144】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3~5である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3~5である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも280nm以上であること(図16中の条件14参照)。

【0145】層間絶縁膜3と上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに3~7であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも280nm以上であること(図16中の条件15参照)。

【0146】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3~7である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも310nm以上であること(図16中の条件16参照)。

【0147】層間絶縁膜3と上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに7以上であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも720nm以上であること(図16中の条件17参照)。以上から、中弾性率配向膜を用いたFOP構成において、残像強度が2%以下になる条件を見出し、それら条件の範囲内での実施例では残像を十分に抑えることができた。

【0148】《実施例3》実施例3は用いた配向膜6以外は、実施例1と同様のFOP液晶表示装置を組み立てた。配向膜は弾性率が約15GPaのポリイミド配向膜を用いた。図17は、本実施の形態の液晶表示装置の残像評価結果のグラフである。残像評価は実施例1と同様に行った。

【0149】横軸及び縦軸は上述したように電界強度と相関のある層間絶縁膜の膜厚 $d(1)$ と上層絶縁膜誘電率 $\epsilon(2)$ と層間絶縁膜誘電率 $\epsilon(1)$ によって決まる誘電率比である。グラフ上、残像強度が2%以下のものは○で、2%より大きいものは●で示した。ここで得られた結果より、以下の(式11)で示した関係を満たすFOP構成については、残像強度2%以下を達成し、残像現象を発生しないことがわかった。ここで、 $d(1)$ はnm(ナノメートル)の単位である。

【0150】

【数16】

がともに有機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに2~3であり、かつ層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件1参照)。

【0152】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに有機材料からなり、該層間絶縁膜3の誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3であり、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3～5であり、かつ層間絶縁膜3の絶縁膜の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件2参照)。

【0153】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が2～3である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件3参照)。

【0154】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3～7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件4参照)。

【0155】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件5参照)。

【0156】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに有機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに3～5であり、かつ層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件6参照)。

【0157】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3～5である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3～7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件7参照)。

【0158】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3～5である有機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件8参照)。

【0159】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が2～3である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件9参照)。

【0160】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3～5である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件10参照)。

【0161】層間絶縁膜3及び上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに2～3であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること *50

*(図18中の条件11参照)。

【0162】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3～7である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件12参照)。

【0163】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が2～3である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件13参照)。

【0164】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3～5である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が3～5である有機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件14参照)。

【0165】層間絶縁膜3と上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに3～7であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件15参照)。

【0166】層間絶縁膜3はその誘電率 $\epsilon(1)$ が3～7である無機材料から形成され、上層絶縁膜5はその誘電率 $\epsilon(2)$ が7以上である無機材料からなり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも100nm以上であること(図18中の条件16参照)。

【0167】層間絶縁膜3と上層絶縁膜5がともに無機材料からなり、該絶縁膜3, 5の誘電率 $\epsilon(1)$ 及び $\epsilon(2)$ がともに7以上であり、かつ、層間絶縁膜3の膜厚 $d(1)$ が少なくとも510nm以上であること(図18中の条件17参照)。

【0168】以上から、高弾性率配向膜6を用いたFOP構成において、残像強度が2%以下になる条件を見出し、それら条件の範囲内での実施例では残像を十分に抑えることができた。

【0169】

【発明の効果】層間絶縁膜の誘電率 $\epsilon(1)$ と上層絶縁膜の誘電率 $\epsilon(2)$ が(式1)の関係を満足させることによって、残像現象を低減した高品質で高透過率の液晶表示装置を提供することができる。

【0170】

$$\epsilon(2) > \epsilon(1) \quad (\text{式1})$$

【図面の簡単な説明】

【図1】シミュレーションにより得られた従来のIPS方式液晶表示装置における液晶配向制御膜界面での電界強度の面内分布を示す図である。

【図2】シミュレーションにより得られた従来のFOP液晶表示装置(図19参照)における液晶配向制御膜界面での電界強度の面内分布を示す図である。

【図 3】本発明の一実施の形態に係る F O P 液晶表示装置の概略断面図である。

【図 4】誘電率 ϵ の異なる物質中での電気力線屈折の法則を示す図である。

【図 5】層間絶縁膜と上層絶縁膜との材料組合わせの条件表である。

【図 6】図 5 で示した層間絶縁膜と上層絶縁膜との材料組み合わせの各条件 1 ~ 1 7 に適合する層間絶縁膜 3 及び上層絶縁膜 5 の材料名と誘電率比とをまとめて例示した表である。

【図 7】本発明の他の実施の形態としての、層間絶縁膜 3 のみを絶縁膜 3 1 と絶縁膜 3 2 とで多層化した F O P 液晶表示装置の断面構造概略図である。

【図 8】本発明の他の実施の形態としての、上層絶縁膜 5 のみを絶縁膜 5 1 と絶縁膜 5 2 とで多層化した F O P 液晶表示装置の断面構造概略図である。

【図 9】本発明の他の実施の形態として、層間絶縁膜 3 及び上層絶縁膜 5 3 を、絶縁膜 5 1 と絶縁膜 5 2、及び絶縁膜 3 1 と絶縁膜 3 2 とで共に多層化した F O P 液晶表示装置の断面構造概略図である。

【図 1 0】各実施例における配向膜分類と配向膜の弾性率との関係表である。

【図 1 1】本実施例の F O P 液晶表示装置の分解斜視図である。

【図 1 2】本実施例の F O P 液晶表示装置の駆動系の等価回路図である。

【図 1 3】実施例 1 の F O P 液晶表示装置の残像評価結果のグラフである。

【図 1 4】実施例 1 の F O P 液晶表示装置において、残像強度が 2 % 以下になる条件を示した表である。

【図 1 5】実施例 2 の F O P 液晶表示装置の残像評価結果のグラフである。

【図 1 6】実施例 2 の F O P 液晶表示装置において、残像強度が 2 % 以下になる条件を示した表である。

【図 1 7】実施例 3 の F O P 液晶表示装置の残像評価結*

*果のグラフである。

【図 1 8】実施例 3 の F O P 液晶表示装置において、残像強度が 2 % 以下になる条件を示した表である。

【図 1 9】現状の F O P 液晶表示装置の概略断面図である。

【符号の説明】

1 , 1 0 , 1 0 1 , 1 1 0 ガラス基板

2 , 1 0 2 ベタ電極（共通電極）

3 , 3 1 , 1 0 3 層間絶縁膜（第 1 の絶縁膜）

4 , 1 0 4 櫛歯電極（画素電極）

5 , 5 1 , 1 0 5 上層絶縁膜（第 2 の絶縁膜）

6 , 1 0 6 配向膜

7 , 1 0 7 液晶

8 , 1 0 8 オーバーコート膜（カラーフィルタ保護膜）

9 , 1 0 9 カラーフィルタ

1 1 , 1 1 1 偏光板

1 2 , 1 1 2 電界

2 0 液晶表示素子（液晶表示パネル）

2 1 拡散板

2 2 導光板

2 3 反射板

2 4 バックライト

2 5 下側ケース

2 6 インバータ回路基板

2 7 シールドケース

2 8 液晶表示装置

3 0 A 走査電極駆動回路

3 0 B 信号電極駆動回路

3 0 C 共通電極駆動回路

3 3 電源回路及びコントロール回路

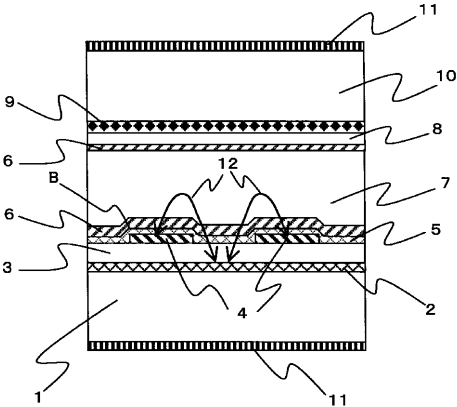
3 4 薄膜トランジスタ（T F T）

3 5 走査電極

3 6 信号電極

3 7 共通電極

【図 3】



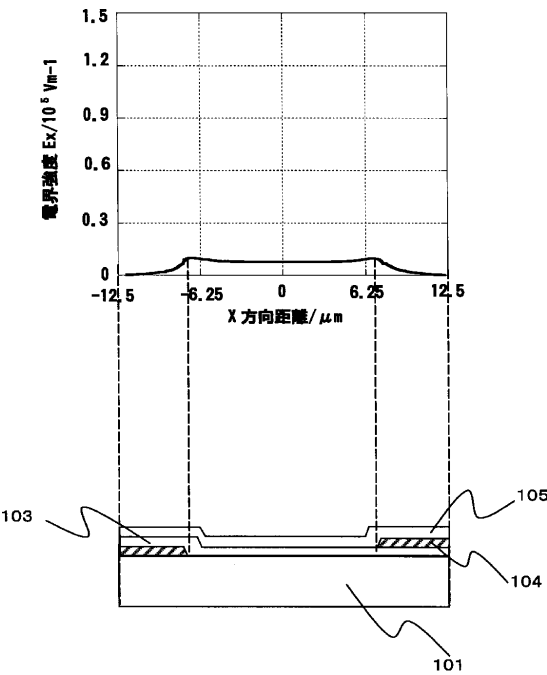
【図 5】

上層絶縁膜と層間絶縁膜の組み合わせ

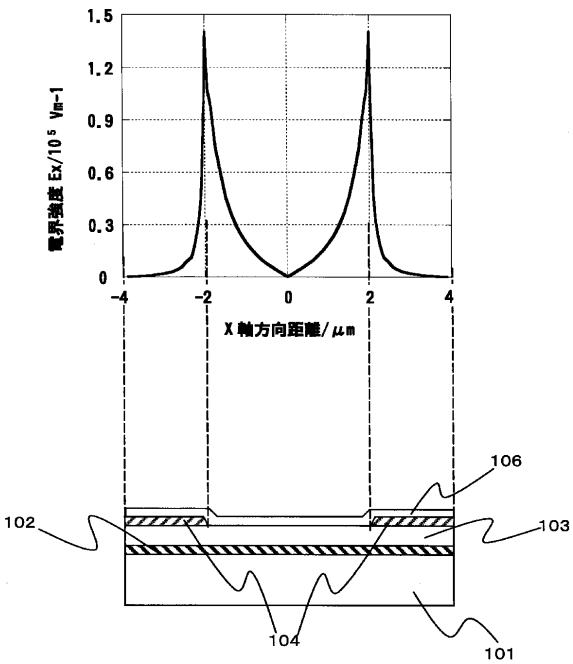
材料/誘電率		第 2 の絶縁膜（上層絶縁膜） $\epsilon(2)$				
		有機膜		無機膜		
		2 ~ 3	3 ~ 5	2 ~ 3	3 ~ 7	7 以上
第 1 の絶縁膜 （層間絶縁膜） $\epsilon(1)$	有機膜	2 ~ 3	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4
		3 ~ 5	×	条件 6	×	条件 7
		2 ~ 3	条件 9	条件 1 0	条件 1 1	条件 1 2
	無機膜	3 ~ 7	×	条件 1 4 ※	×	条件 1 5
		7 以上	×	×	×	条件 1 6
						条件 1 7

※（式 1）より、 $\epsilon(1)$ は 3 ~ 5 まで

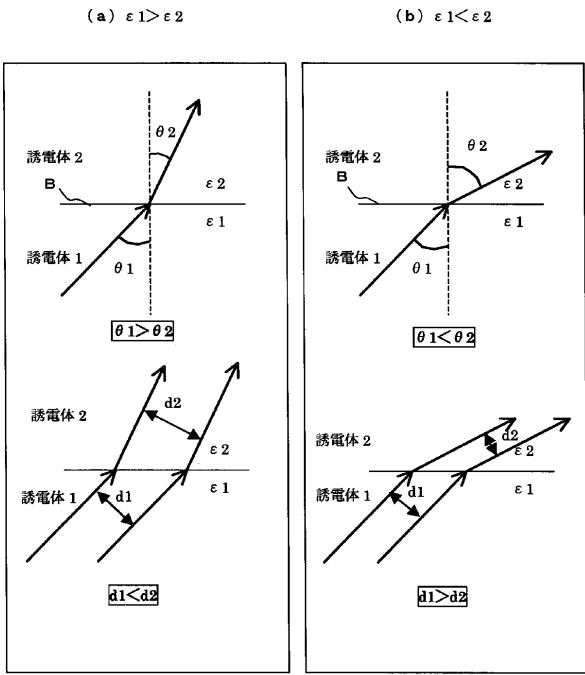
【図 1】



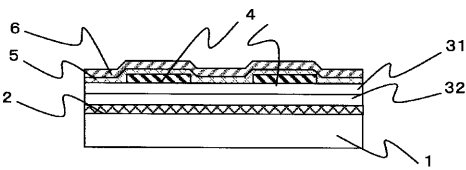
【図 2】



【図 4】



【図 7】

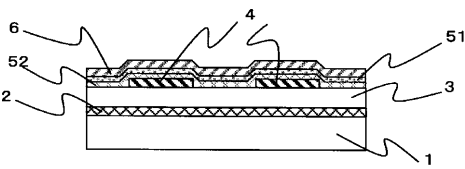


【図 10】

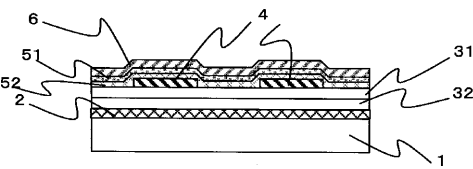
実施例における配向膜分類と配向膜の弾性率との関係

実施例	電極構造	配向膜分類	弾性率
実施例 1	FOP	低弾性率配向膜	2 から 4 GPa
実施例 2	↑	中弾性率配向膜	4 から 10 GPa
実施例 3	↑	高弾性率配向膜	10 GPa 以上

【図 8】



【図 9】

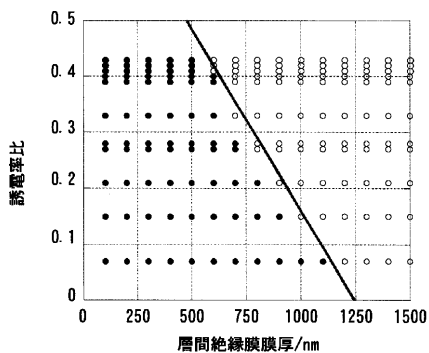


【図 6】

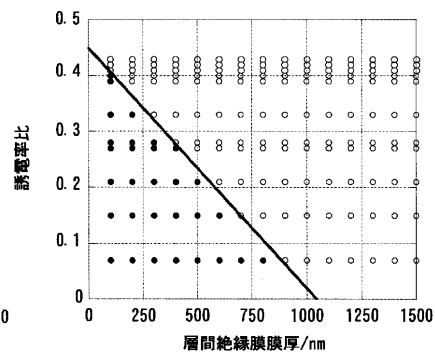
実施例での上層絶縁膜と層間絶縁膜の材料組み合わせ

条件	上層絶縁膜材料 (誘電率 ϵ (2))	層間絶縁膜 (誘電率 ϵ (1))	誘電率比※
1	Cyclotene* (2.8) ベンゾシクロブテン	フッ素化ポリパラキシリレン (2.3)	0.42
2	M-680* (4.7) ポリイミド系	↑	0.41
3	SiOC (2.4)	↑	0.43
4	SiO ₂ (3.6)	↑	0.41
5	NHC-AT720* (14) TiO ₂ 系	↑	0.40
6	M-680* (4.7) ポリイミド系	マレイド/スチレン系 (3.5)	0.28
7	SiNx (6.8)	M-680* (4.7) ポリイミド系	0.21
8	NHC-AT720* (14) TiO ₂ 系	↑	0.21
9	Cyclotene* ベンゾシクロブテン (2.8)	SiOC (2.4)	0.41
10	M-680* (4.7) ポリイミド系	↑	0.39
11	FOX* (2.9) HSQ系	↑	0.41
12	SiNx (6.8)	FOX* (2.9) HSQ系	0.33
13	NHC-AT720* (14) TiO ₂ 系	↑	0.33
14	M-680* (4.7) ポリイミド系	SiO ₂ (3.6)	0.27
15	SiNx (6.8)	↑	0.27
16	NHC-AT720* (14) TiO ₂ 系	SiNx (6.8)	0.15
17	ZrO ₂ (25)	NHC-AT720* (14) TiO ₂ 系	0.07

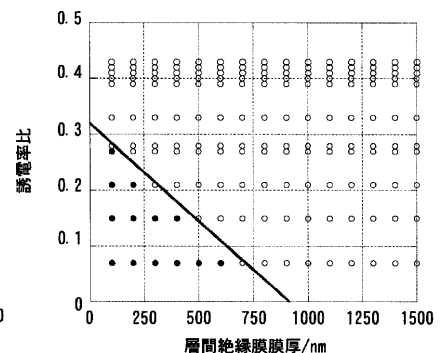
【図 13】



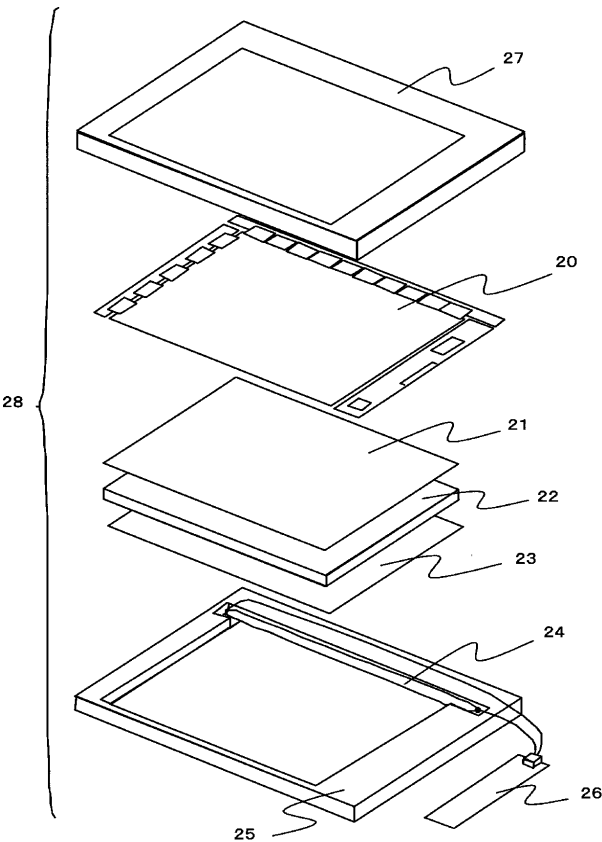
【図 15】



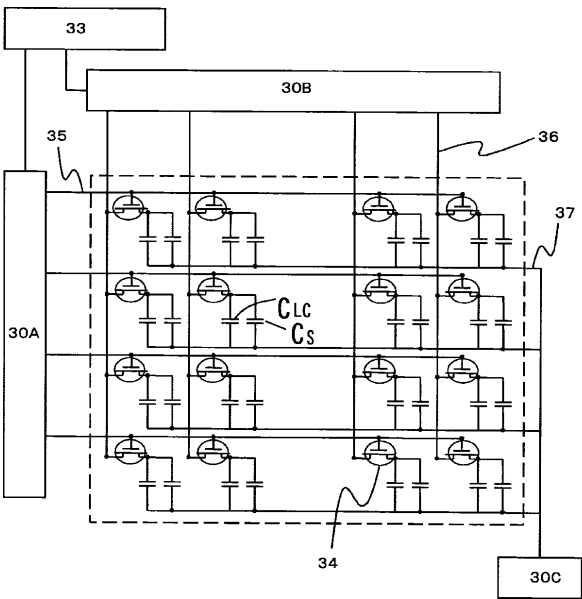
【図 17】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 4】

配向膜の弾性率が2 G Pから4 G Pである場合の条件表

			第2の絶縁膜（上層絶縁膜） $\epsilon(2)$				
材料/誘電率			有機膜		無機膜		
			2～3	3～5	2～3	3～7	7以上
第1の絶縁膜 （層間絶縁膜） $\epsilon(1)$	有機膜	2～3	条件1 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件2 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件3 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件4 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件5 $d(1) \geq 560\text{nm}$
		3～5	×	条件6 $d(1) \geq 740\text{nm}$	×	条件7 $d(1) \geq 740\text{nm}$	条件8 $d(1) \geq 760\text{nm}$
	無機膜	2～3	条件9 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件10 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件11 $d(1) \geq 480\text{nm}$	条件12 $d(1) \geq 530\text{nm}$	条件13 $d(1) \geq 560\text{nm}$
		3～7	×	条件14※ $d(1) \geq 740\text{nm}$	×	条件15 $d(1) \geq 740\text{nm}$	条件16 $d(1) \geq 760\text{nm}$
		7以上	×	×	×	×	条件17 $d(1) \geq 1020\text{nm}$

※（式1）より、 $\epsilon(1)$ は3～5まで

【図 16】

配向膜の弾性率が 4 GPa から 10 GPa である場合の条件表

			第 2 の絶縁膜（上層絶縁膜） $\epsilon(2)$				
			有機膜		無機膜		
			2 ～ 3	3 ～ 5	2 ～ 3	3 ～ 7	7 以上
第 1 の絶縁膜 （層間絶縁膜） $\epsilon(1)$	有機膜	2 ～ 3	条件 1 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 2 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 3 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 4 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 5 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3 ～ 5	×	条件 6 $d(1) \geq 280\text{nm}$	×	条件 7 $d(1) \geq 280\text{nm}$	条件 8 $d(1) \geq 310\text{nm}$
	無機膜	2 ～ 3	条件 9 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 10 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 11 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 12 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 13 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3 ～ 7	×	条件 14 ※ $d(1) \geq 280\text{nm}$	×	条件 15 $d(1) \geq 280\text{nm}$	条件 16 $d(1) \geq 310\text{nm}$
		7 以上	×	×	×	×	条件 17 $d(1) \geq 720\text{nm}$

※（式 1）より、 $\epsilon(1)$ は 3 ～ 5 まで

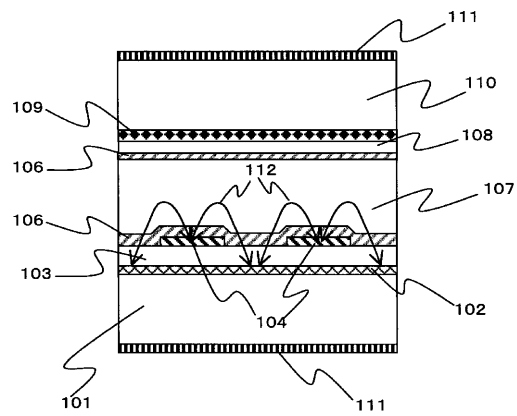
【図 18】

配向膜の弾性率が 10 GPa 以上である場合の条件表

			第 2 の絶縁膜（上層絶縁膜） $\epsilon(2)$				
			有機膜		無機膜		
			2 ～ 3	3 ～ 5	2 ～ 3	3 ～ 7	7 以上
第 1 の絶縁膜 （層間絶縁膜） $\epsilon(1)$	有機膜	2 ～ 3	条件 1 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 2 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 3 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 4 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 5 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3 ～ 5	×	条件 6 $d(1) \geq 100\text{nm}$	×	条件 7 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 8 $d(1) \geq 100\text{nm}$
	無機膜	2 ～ 3	条件 9 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 10 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 11 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 12 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 13 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		3 ～ 7	×	条件 14 ※ $d(1) \geq 100\text{nm}$	×	条件 15 $d(1) \geq 100\text{nm}$	条件 16 $d(1) \geq 100\text{nm}$
		7 以上	×	×	×	×	条件 17 $d(1) \geq 510\text{nm}$

※（式 1）より、 $\epsilon(1)$ は 3 ～ 5 まで

【図 1 9】



フロントページの続き

(72)発明者 富岡 安
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

F ターム(参考) 2H090 HA02 HB02X HB07X HC03
HC05 HC13 HC15 HD07 LA01
MA02
2H092 GA14 GA17 HA03 JA24 JB13
NA03 NA07 NA17

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2003029247A	公开(公告)日	2003-01-29
申请号	JP2001216790	申请日	2001-07-17
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	冲代賢次 大阿久仁嗣 富岡安		
发明人	冲代 賢次 大阿久 仁嗣 富岡 安		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/1368		
FI分类号	G02F1/1333.505 G02F1/1368		
F-TERM分类号	2H090/HA02 2H090/HB02X 2H090/HB07X 2H090/HC03 2H090/HC05 2H090/HC13 2H090/HC15 2H090/HD07 2H090/LA01 2H090/MA02 2H092/GA14 2H092/GA17 2H092/HA03 2H092/JA24 2H092/JB13 2H092/NA03 2H092/NA07 2H092/NA17 2H190/HA02 2H190/HB02 2H190/HB07 2H190/HC03 2H190/HC05 2H190/HC13 2H190/HC15 2H190/HD07 2H190/LA01 2H190/LA23 2H192/AA24 2H192/BB13 2H192/EA22 2H192/EA43 2H192/EA64 2H192/EA66 2H192/FB46 2H192/GD12 2H192/GD32 2H192/JA33		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：由于在电极端部附近的电场集中导致液晶分子大量扭曲，因此防止了主要由FOP液晶显示装置中的取向膜表面的塑性变形引起的残像/残像现象。在FOP液晶显示装置中，在透明梳齿电极（4）上设置有上部绝缘膜（5），该上部绝缘膜（5）的介电常数（ $\epsilon(2)$ ）与层间绝缘膜（3）的介电常数（ $\epsilon(1)$ ）相关。设置为满足（等式1）。[等式1]

