

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5878979号
(P5878979)

(45) 発行日 平成28年3月8日 (2016.3.8)

(24) 登録日 平成28年2月5日 (2016.2.5)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 F 1/1343 (2006.01)

GO 2 F 1/1368 (2006.01)

GO 2 F 1/1343

GO 2 F 1/1368

請求項の数 5 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2014-526878 (P2014-526878)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成25年7月18日 (2013.7.18)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/069458		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(87) 国際公開番号	W02014/017364	(74) 代理人	110000914
(87) 国際公開日	平成26年1月30日 (2014.1.30)		特許業務法人 安富国際特許事務所
審査請求日	平成27年1月21日 (2015.1.21)	(72) 発明者	喜多 裕一
(31) 優先権主張番号	特願2012-165198 (P2012-165198)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(32) 優先日	平成24年7月25日 (2012.7.25)	(72) 発明者	津田 和彦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	吉岡 孝兼
			日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層とを備え、
該一対の基板の少なくとも一方は、互いに平行な少なくとも二つの櫛歯、及び、互いに平行な少なくとも二つのスリットを有する第一電極と、平板状の第二電極と、該第一電極と該第二電極とを異なる層に隔離する絶縁膜とを有し、
該少なくとも二つの櫛歯のうち、任意の一つの櫛歯の幅をL1、他の任意の一つの櫛歯の幅をL2とし、該少なくとも二つのスリットのうち、任意の一つのスリットの幅をS1、他の任意の一つのスリットの幅をS2とするとき、

L1、L2、S1及びS2は、下記式(A1)～(A4)；

1.07 < S1 / L2 < 1.58 (A1)

1.33 < S2 / L1 < 1.83 (A2)

S1 < S2 (A3)

L1 = L2 (A4)

を満たす

(ただし、異なる幅を持つスリットの数がある場合は、最小の幅を持つスリットの幅をS1、最大の幅を持つスリットの幅をS2とする。)

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層とを備え、

該一対の基板の少なくとも一方は、互いに平行な少なくとも二つの櫛歯、及び、互いに平行な少なくとも二つのスリットを有する第一電極と、平板状の第二電極と、該第一電極と該第二電極とを異なる層に隔離する絶縁膜とを有し、

該少なくとも二つの櫛歯のうち、任意の一つの櫛歯の幅を L_1 、他の任意の一つの櫛歯の幅を L_2 とし、該少なくとも二つのスリットのうち、任意の一つのスリットの幅を S_1 、他の任意の一つのスリットの幅を S_2 とするとき、

L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式 (E 1) ~ (E 2) 及び下記式 (B 1) ~ (B 8)

;

$$0.92 < S_1 / L_2 < 1.58 \quad (E 1)$$

$$1.31 < S_2 / L_1 < 1.84 \quad (E 2)$$

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (B 1)$$

$$Y = S_1 / L_2 \quad (B 2)$$

$$X = S_2 / L_1 \quad (B 3)$$

$$S_1 < S_2 \quad (B 4)$$

$$L_1 = L_2 \quad (B 5)$$

$$0.50 \leq a \leq 0.64 \quad (B 6)$$

$$-2.40 \leq b \leq -1.86 \quad (B 7)$$

$$2.78 \leq c \leq 3.52 \quad (B 8)$$

を満たす

(ただし、異なる幅を持つスリットの数 が 3 つ以上 の場合は、最小の幅を持つスリットの幅を S_1 、最大の幅を持つスリットの幅を S_2 とする。)

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】

一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層とを備え、

該一対の基板の少なくとも一方は、互いに平行な少なくとも二つの櫛歯、及び、互いに平行な少なくとも二つのスリットを有する第一電極と、平板状の第二電極と、該第一電極と該第二電極とを異なる層に隔離する絶縁膜とを有し、

該少なくとも二つの櫛歯のうち、任意の一つの櫛歯の幅を L_1 、他の任意の一つの櫛歯の幅を L_2 とし、該少なくとも二つのスリットのうち、任意の一つのスリットの幅を S_1 、他の任意の一つのスリットの幅を S_2 とするとき、

L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式 (C 1) ~ (C 4) ;

$$0.92 < S_1 / L_2 < 1.44 \quad (C 1)$$

$$1.31 < S_2 / L_1 < 1.84 \quad (C 2)$$

$$L_1 < L_2 \quad (C 3)$$

$$S_1 = S_2 \quad (C 4)$$

を満たす

(ただし、異なる幅を持つ櫛歯の数 が 3 つ以上 の場合は、最小の幅を持つ櫛歯の幅を L_1 、最大の幅を持つ櫛歯の幅を L_2 とする。)

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】

一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層とを備え、

該一対の基板の少なくとも一方は、互いに平行な少なくとも二つの櫛歯、及び、互いに平行な少なくとも二つのスリットを有する第一電極と、平板状の第二電極と、該第一電極と該第二電極とを異なる層に隔離する絶縁膜とを有し、

該少なくとも二つの櫛歯のうち、任意の一つの櫛歯の幅を L_1 、他の任意の一つの櫛歯の幅を L_2 とし、該少なくとも二つのスリットのうち、任意の一つのスリットの幅を S_1 、他の任意の一つのスリットの幅を S_2 とするとき、

L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式 (E 1) ~ (E 2) 及び下記式 (D 1) ~ (D 8)

;

$$0.92 < S_1 / L_2 < 1.58 \quad (E 1)$$

10

20

30

40

50

$$\begin{array}{ll}
 1.31 < S2 / L1 < 1.84 & (E2) \\
 Y = aX^2 + bX + c & (D1) \\
 Y = S1 / L2 & (D2) \\
 X = S2 / L1 & (D3) \\
 L1 < L2 & (D4) \\
 S1 = S2 & (D5) \\
 7.6 \leq a \leq 16.0 & (D6) \\
 -22.5 \leq b \leq -13.1 & (D7) \\
 6.35 \leq c \leq 8.55 & (D8)
 \end{array}$$

を満たす

10

(ただし、異なる幅を持つ櫛歯の数が3つ以上の場合は、最小の幅を持つ櫛歯の幅を $L1$ 、最大の幅を持つ櫛歯の幅を $L2$ とする。)

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】

更に、薄膜トランジスタを有し、該薄膜トランジスタが備える半導体層は、酸化物半導体を含有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置に関する。より詳しくは、画素電極の極性をフレームごとに異ならせる駆動方法を採用する FFS モードの表示方式に好適に用いられる液晶表示装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、複屈折性を有する液晶分子の配向を制御することにより光の透過 / 遮断 (表示のオン / オフ) を制御する機器である。液晶表示装置の液晶配向モードとしては、正の誘電率異方性を有する液晶分子を基板法線方向から見たときに 90° 捻れた状態で配向させる TN (Twisted Nematic) モード、負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して垂直配向させる垂直配向 (VA: Vertical Alignment) モード、正又は負の誘電率異方性を有する液晶分子を基板面に対して水平配向させて液晶層に対し横電界を印加する面内スイッチング (IPS: In-Plane Switching) モード及びフリンジ電界スイッチング (FFS: Fringe Field Switching) モード等が挙げられる。

30

【0003】

液晶表示装置の駆動方式としては、画素ごとに薄膜トランジスタ (TFT: Thin Film Transistor) 等の能動素子を配置し、高画質を実現するアクティブマトリクス型の駆動方式が普及している。複数の TFT 及び画素電極を備えるアレイ基板においては、複数の走査信号線と複数のデータ信号線とが互いに交差するように形成され、これらの交差点ごとに TFT が設けられる。TFT は画素電極と接続されており、TFT のスイッチング機能により、画素電極への画像信号の供給が制御される。アレイ基板又は対向基板には、更に共通電極が設けられ、一対の電極を通じて液晶層内に電圧が印加される。

40

【0004】

横電界を印加して液晶分子の配向を制御する方式のうち、FFS モードは、IPS モードを改良して開口率を向上させた液晶配向モードである。FFS モードにおいては、画素電極内に複数のスリットが設けられる。画素電極と共通電極とは、同一基板内に形成され、画素電極と共通電極との間には絶縁膜が配置される。画素電極と共通電極との間に電圧を印加すると、画素電極に設けられたスリットの影響により、液晶層内に、横方向の電界のみならず縦方向の電界も発生する。これにより、スリット上に位置する液晶分子だけでなく、電極上に位置する液晶分子の配向も制御することができるので、IPS モードよりも開口率を向上させることができる。

【0005】

50

しかしながら、FFSモードの場合は、液晶分子のフレクソ分極（フレクソエレクトリック効果ともいう。）が原因で、フリッカーによる画質低下が起こりうる点が懸念されている。フレクソ分極とは、例えば、液晶分子にスプレイ配向、ベンド配向等の配向変形が起こったときに、液晶分子が非対称な構造を有することに起因して、巨視的な分極が誘起される現象をいう。

【0006】

液晶表示装置では、液晶材料の劣化を防ぐため、画素電極と共通電極との間の電位差の極性を一定周期で反転させる、いわゆる交流駆動が通常行われる。しかし、フレクソ分極が起こると、液晶分子は、正の電圧を印加したときと、負の電圧を印加したときとで異なる配向をとるため、電位差の正負の違いによって透過率が異なったものとなる。具体的には、画素電極に供給される電位の極性が1フレームごとに反転するフレーム反転駆動を行う際に同じ大きさ（絶対値）の電位を供給したとしても、1フレームごとに明るさが異なり、この明るさの違いが人間の目にフリッカー（ちらつき）として映ることになる。

10

【0007】

これに対しては、例えば、画素電極の中心部が画素の中心を横断し、かつ該中心部から引き出された櫛歯が画素の上下に延伸される構成とし、各櫛歯の幅及び隣り合う櫛歯同士の間隔を均一に保った上で、上下にそれぞれ伸びる櫛歯の数を異ならせる（例えば、特許文献1参照。）、又は、画素電極が複数の帯状部分を有する構成とし、各櫛歯の幅及び隣り合う櫛歯同士の間隔を均一に保った上で、隣り合う画素電極間にダミー電極を設け、隣り合う画素電極同士の間隔を従来よりも狭める（例えば、特許文献2参照。）といった検討がなされている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2010-2596号公報

【特許文献2】特開2011-169973号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明者らは、このようなフリッカーの発生について、実際に、画素電極に正の電圧が印加されたときと、負の電圧が印加されたときとで、どのように輝度に違いが現れるかの検討を行った。図23及び図24は、一般的なFFSモードの液晶表示装置において、画素電極に電圧を印加したときの一画素あたりの平面写真である。また、図25及び図26は、画素電極及び共通電極の断面模式図と、輝度分布を模式的に表したグラフとをまとめた図である。図23及び図25は、画素電極に対して正の電圧（+2V）を印加したときを表し、図24及び図26は、画素電極に対して負の電圧（-2V）を印加したときを表す。

30

【0010】

図25に示すように、画素電極に対して正の電圧を印加したときは、画素電極の櫛歯上（ライン）に相当する領域において輝度が落ち込み、画素電極の櫛歯間（スリット）に相当する領域において輝度が上がっている。このことから、図23及び図25に示すように、画素電極の櫛歯（ライン）上に沿って複数本の暗線が現れる。

40

【0011】

一方、図26に示すように、画素電極に対して負の電圧を印加したときは、画素電極の櫛歯上（ライン）に相当する領域において輝度が上がり、画素電極の櫛歯間（スリット）に相当する領域において輝度が落ち込んでいる。このことから、図24及び図26に示すように、画素電極の櫛歯間（スリット）上に沿って複数本の暗線が現れる。

【0012】

本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、フリッカーの発生を抑制することができる液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

50

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者らは、フリッカーの発生を抑制する方法について種々の検討を行ったところ、画素電極に正の電圧を印加したときと、負の電圧を印加したときとの画素単位での輝度の違いに着目した。そして、正の電圧を印加したときの輝度の大きさに対する、負の電圧を印加したときの輝度の大きさの比を、「輝度比」と定義したときに、その輝度比が1に近づけば近づくほど、よりフリッカーが視認されにくくなることを見出した。

【0014】

また、本発明者らは、更に鋭意検討を行い、このような輝度比の大きさは、電極が有する複数の櫛歯の幅、及び、複数のスリットの幅を変化させることによって調整することができることを見出した。具体的には、絶縁膜を介して電気的に隔離された櫛型電極及び平板電極からなる一対の電極を用意し、櫛型電極の櫛歯の幅を L 、櫛型電極の隣り合う櫛歯間（スリット）の幅を S としたときに、 L 及び S の少なくとも一方が、一つの画素内で異なる複数の幅をもつものとし、それぞれに合わせた適切なパラメータを設定することにより、上記「輝度比」をできるだけ1に近づけ、フリッカーの発生を抑制することができることを見出した。

【0015】

こうして、本発明者らは上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

【0016】

以下、本発明の液晶表示装置に至るまでの具体的な検討内容について詳述する。

【0017】

まず、櫛歯の幅（ L ）がある値に固定され、スリットの幅（ S ）が複数の値に設定されている場合について検証を行った。図1は、本発明の液晶表示装置が備える画素電極及び共通電極の配置関係の一例を示す断面模式図である。上記液晶表示装置では、画素電極11の櫛歯の幅（ L ）が固定されているが、スリットの幅（ S ）が固定されていない。すなわち、画素電極11の複数のスリットは、それぞれ幅が異なる少なくとも二つのスリットを含み、複数の櫛歯は、それぞれ幅が同じである。共通電極15は、画素電極11よりも下層に配置されている。

【0018】

図2は、櫛歯の幅（ L ）の値を固定し、スリットの幅（ S ）の値を振ったときの、スリットの幅（ S ）と輝度比（＝負極性の電圧印加時の輝度／正極性の電圧印加時の輝度）との関係を示すグラフである。図2における、円（○）で表わされる点が、櫛歯の幅（ L ）を $3.0\mu\text{m}$ に固定したときを表し、菱形（◇）で表わされる点が、櫛歯の幅（ L ）を $3.3\mu\text{m}$ に固定したときを表し、三角（△）で表わされる点が、櫛歯の幅（ L ）を $4.0\mu\text{m}$ に固定したときを表し、四角（□）で表わされる点が、櫛歯の幅（ L ）を $4.5\mu\text{m}$ に固定したときを表す。図2のグラフを参考に、トータルの輝度比が1に近づくように各スリットの幅を調節することで、フリッカーの発生を抑制することができる。

【0019】

また、幅の異なる複数のスリットのうちの、一つのスリットの幅を S_1 、他の一つのスリットの幅を S_2 とし、複数の櫛歯のうちの、一つの櫛歯の幅を L_1 （＝ L ）、他の櫛歯の幅を L_2 （＝ L ）としたときに、 S_1 及び S_2 が取り得る値を図2のグラフをもとに検証し、下記表1にまとめた。下記表1においては、櫛歯の幅 L が $3.0\mu\text{m}$ の場合、 $3.3\mu\text{m}$ の場合、及び、 $4.0\mu\text{m}$ の場合の3つを掲載している。また、 S_1 及び S_2 が取り得る値を参考に、 S_1/L 及び S_2/L が取り得る値を算出し、表1にまとめた。

【0020】

【表 1】

	S1(μm)		S2(μm)		S1/L		S2/L	
L(μm)	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
3.0	3.2	4.3	4.4	5.5	1.07	1.43	1.47	1.83
3.3	3.6	5.2	4.4	5.5	1.09	1.58	1.33	1.67
4.0	5.2	5.3	5.5	6.1	1.30	1.33	1.38	1.53

【0021】

そして、表 1 を参考に、適切なパラメータを検討した結果、下記式 (A1) ~ (A4) で示される条件が得られ、これらの要件を満たすことにより、フリッカー抑制効果を得ることができるとわかった。なお、下記式 (A3) において S1 及び S2 の単位は μm であり、S1 < S2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (A4) において L1 及び L2 の単位は μm であり、L1 = L2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$1.07 < S1 / L2 < 1.58 \quad (A1)$$

$$1.33 < S2 / L1 < 1.83 \quad (A2)$$

$$S1 < S2 \quad (A3)$$

$$L1 = L2 (= L) \quad (A4)$$

【0022】

上記式 (A1) ~ (A4) においては、L の上限が設定されていないが、図 2 に示されているように、L の値を固定した場合は、いずれの曲線においても輝度比の極小点が形成されており、また、L = 4.5 μm のときの輝度比の極小点が 1.02 (S = 約 5.5) であったことから、L = 4.5 μm の条件を満たすことにより、輝度比を 1 に近づけやすくなることがわかる。したがって、L は下記式 (A5) ;

$$L = 4.5 \mu m \quad (A5)$$

を満たすことが好ましい。

【0023】

上記式 (A1) ~ (A4) においては、L の下限が設定されていないが、図 2 を考慮すると、L が小さい分には、十分にフリッカーを抑制しうることがわかる。ただし、実際の液晶層への印加電圧の大きさ、設計限界等を考慮すると、L は下記式 (A6) ;

$$2.0 \mu m \leq L \quad (A6)$$

を満たすことが好ましい。

【0024】

上記式 (A1) ~ (A4) においては、S1 及び S2 の上限及び下限が示されていないが、最終的に輝度比が 1 に近づくように調整されればよいので、図 2 に示される曲線の特徴を考慮すると、S1 及び S2 の上限及び下限は必ずしも規定されないことがわかる。また、上記表 1 では、各曲線の、極小点よりも左側部分を中心として S1 及び S2 の最小値及び最大値について検討を行っているが、各曲線の、極小点よりも右側部分は、左側部分に比べて、輝度比の変化量が小さいことから、少なくとも極小点よりも左側部分について検討を行えば、S1/L 及び S2/L の最小値及び最大値の設定は充分である。ただし、各曲線の極小点における輝度比を考慮すると、S1 は下記式 (A7) ;

$$3.5 \mu m \leq S1 \quad (A7)$$

を満たすことが好ましい。

【0025】

また、画素電極のスリットの幅が大きすぎる場合、液晶層内に十分な電圧を印加することができず、透過率が低下するおそれがある。そのため、透過率を考慮すると、S2 は下記式 (A8) ;

$$S2 \leq 7.5 \mu m \quad (A8)$$

を満たすことが好ましい。

【0026】

10

20

30

40

50

上述のように、フリッカーが最も抑制されるのは、輝度比が 1 . 0 0 となるときである。この点を考慮すると、S 1 及び S 2 の値は、輝度比を基準に設定されることが好ましく、図 2 を考慮すると、具体的には、下記式 (A 9) 及び (A 1 0) ;

$$S 1 < 4 . 5 \mu m \quad (A 9)$$

$$4 . 5 \mu m < S 2 \quad (A 1 0)$$

を満たすことが好ましい。

【 0 0 2 7 】

一方、実際の量産時においては、フォトリソグラフィにおける露光、エッチング等の精度により、画素電極の櫛歯の幅が設計通り行われなことがある。ただし、設計ずれが起こったときの画素電極の櫛歯の幅の誤差は、各櫛歯について共通に起こり得るものであり、この誤差がスリットの幅に影響する。すなわち、櫛歯の幅が大きい方にばらついたときは、全てのスリットが細くなり、櫛歯の幅が小さい方にばらついたときは、全てのスリットの幅が太くなる。一方、図 2 に着目すると、いずれの曲線も、極小点を中心として対称に近い形状を有している。これらの点を考慮すると、それぞれ異なる大きさをもつ各スリットの幅 S 1 及び S 2 は、極小点に相当するスリットの幅を基準として、それぞれ、より小さな値及びより大きな値に設定することが好ましい。これにより、スリットの幅の設計がいずれにばらついたときであっても、輝度比 1 からのずれが相殺される。この点を考慮すると、S 1 及び S 2 は、下記式 (A 1 1) 及び (A 1 2) ;

$$S 1 < 5 . 5 \mu m \quad (A 1 1)$$

$$5 . 5 \mu m < S 2 \quad (A 1 2)$$

を満たすことが好ましい。

【 0 0 2 8 】

次に、幅の異なる複数のスリットのうちの、一つのスリットの幅を S 1 、他の一つのスリットの幅を S 2 とし、複数の櫛歯のうちの、一つの櫛歯の幅を L 1 (= L)、他の櫛歯の幅を L 2 (= L) としたときに、輝度比が、S 1 / L 及び S 2 / L の値に対してどのような傾向を示すかについて検証を行った。図 3 ~ 5 は、S 1 / L 及び S 2 / L の関係を示すグラフである。輝度比のサンプルとしては、0 . 9 9 、1 . 0 0 及び 1 . 0 1 を採用した。図 3 は、櫛歯の幅 (L) を 3 . 0 μm としたときのグラフであり、図 4 は、櫛歯の幅 (L) を 3 . 3 μm としたときのグラフである。また、櫛歯の幅 (L) が 3 . 0 μm 及び 3 . 3 μm の場合をまとめたものを図 5 として掲載した。図 5 においては、各輝度比について近似線を引いている。図 3 ~ 5 より、櫛歯の幅 (L) ごとに S 1 / L 及び S 2 / L の関連性の傾向はほぼ一致し、また、輝度比間でも、S 1 / L 及び S 2 / L の関連性の傾向はほぼ一致することがわかる。

【 0 0 2 9 】

上記近似線をもとに、適切なパラメータを検討した結果、以下の関係式 (B 1) ~ (B 8) が得られた。なお、下記式 (B 4) において S 1 及び S 2 の単位は μm であり、S 1 < S 2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (B 5) において L 1 及び L 2 の単位は μm であり、L 1 = L 2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$Y = a X^2 + b X + c \quad (B 1)$$

$$Y = S 1 / L 2 \quad (B 2)$$

$$X = S 2 / L 1 \quad (B 3)$$

$$S 1 < S 2 \quad (B 4)$$

$$L 1 = L 2 \quad (B 5)$$

$$0 . 5 0 \leq a \leq 0 . 6 4 \quad (B 6)$$

$$- 2 . 4 0 \leq b \leq - 1 . 8 6 \quad (B 7)$$

$$2 . 7 8 \leq c \leq 3 . 5 2 \quad (B 8)$$

【 0 0 3 0 】

上記 a ~ c の値は、下記表 2 を参考に、許容される誤差の範囲として上記 (B 6) ~ (B 8) のように判断した。

【 0 0 3 1 】

【表 2】

輝度比	a	b	c
0.99	0.5638	-2.1997	3.4150
1.00	0.5711	-2.1312	3.1538
1.01	0.5045	-1.8592	2.7795

【 0 0 3 2 】

上記式 (B 1) ~ (B 8) においては、L について上限及び下限が設定されていないが、
上記検討結果を考慮すると、L は下記式 (B 9) ;

L 4 . 5 μ m (B 9)

を満たすことが好ましく、また、下記式 (B 1 0) ;

2 . 0 μ m L (B 1 0)

を満たすことが好ましい。

【 0 0 3 3 】

上記式 (B 1) ~ (B 8) においては、S 1 及び S 2 の上限及び下限が示されていないが、
上記検討結果を考慮すると、S 1 は下記式 (B 1 1) ;

3 . 5 μ m S 1 (B 1 1)

を満たすことが好ましく、S 2 は下記式 (B 1 2) ;

S 2 7 . 5 μ m (B 1 2)

を満たすことが好ましい。

【 0 0 3 4 】

そして同様に、S 1 及び S 2 は、下記式 (B 1 3) 及び (B 1 4) ;

S 1 < 4 . 5 μ m (B 1 3)

4 . 5 μ m < S 2 (B 1 4)

を満たすことが好ましく、他の観点からは、S 1 及び S 2 は、下記式 (B 1 5) 及び (B 1 6) ;

S 1 < 5 . 5 μ m (B 1 5)

5 . 5 μ m < S 2 (B 1 6)

を満たすことが好ましい。

【 0 0 3 5 】

なお、上記式 (A 1) ~ (A 4) 及び (B 1) ~ (B 8) は、いずれも、画素電極の櫛歯の幅 (L) が固定され、スリットの幅 (S) が固定されていない場合を表している。そのため、それぞれの条件は組み合わせが可能であり、また、全ての条件を満たすようにパラメータを設定することで、よりフリッカー発生の抑制効果を高めることができる。

【 0 0 3 6 】

すなわち、上記 L 1、L 2、S 1 及び S 2 は、上記式 (A 1) ~ (A 4) 及び (B 1) ~ (B 8) の両方を満たすことが好ましく、上記式 (A 5) ~ (A 1 2) 又は (B 9) ~ (B 1 6) を更に満たすことがより好ましい。

【 0 0 3 7 】

次に、スリットの幅 (S) がある値に固定され、櫛歯の幅 (L) が複数の値に設定されている場合について検証を行った。図 6 は、本発明の液晶表示装置が備える画素電極及び共通電極の配置関係の他の一例を示す断面模式図である。上記液晶表示装置では、画素電極 1 1 のスリットの幅 (S) が固定されているが、櫛歯の幅 (L) が固定されていない。すなわち、画素電極 1 1 の複数のスリットは、それぞれ幅が同じであり、複数の櫛歯は、それぞれ幅が異なる少なくとも二つの櫛歯を含む。共通電極 1 5 は、画素電極 1 1 よりも下層に配置されている。

【 0 0 3 8 】

図 7 は、スリットの幅 (S) を固定し、櫛歯の幅 (L) の値を振ったときの、櫛歯の幅 (L) と輝度比 (= 負極性の電圧印加時の輝度 / 正極性の電圧印加時の輝度) との関係を示

10

20

30

40

50

すグラフである。図 7 における、円 (○) で表わされる点が、スリットの幅 (S) を 3.6 μm に固定したときを表し、三角 (△) で表わされる点が、スリットの幅 (S) を 4.6 μm に固定したときを表し、四角 (□) で表わされる点が、スリットの幅 (S) を 5.6 μm に固定したときを表す。図 7 のグラフを参考に、トータルの輝度比が 1 に近づくように各スリットの幅を調節することで、フリッカーの発生を抑制することができる。

【0039】

また、幅の異なる複数の櫛歯のうちの、一つの櫛歯の幅を L1、他の一つの櫛歯の幅を L2 とし、複数のスリットのうちの、一つのスリットの幅を S1 (= S)、他のスリットの幅を S2 (= S) としたときに、L1 及び L2 が取り得る値を図 7 のグラフをもとに検証し、下記表 3 にまとめた。下記表 3 においては、櫛歯の幅 L が 3.6 μm の場合及び 4.6 μm の場合を掲載している。また、L1 及び L2 が取り得る値を参考に、S / L1 及び S / L2 が取り得る値を算出し、表 3 にまとめた。

10

【0040】

【表 3】

S (μm)	L1 (μm)		L2 (μm)		S/L1		S/L2	
	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
3.6	2.5	2.7	2.6	3.2	1.33	1.44	1.13	1.38
4.6	2.5	3.5	3.2	5.0	1.31	1.84	0.92	1.44

【0041】

20

そして、表 3 を参考に、適切なパラメータを検討した結果、下記式 (C1) ~ (C4) で示される条件が得られ、これらの要件を満たすことにより、フリッカー抑制効果を得ることができることがわかった。なお、下記式 (C3) において L1 及び L2 の単位は μm であり、L1 < L2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (C4) において S1 及び S2 の単位は μm であり、S1 = S2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$0.92 < S1 / L2 < 1.44 \quad (C1)$$

$$1.31 < S2 / L1 < 1.84 \quad (C2)$$

$$L1 < L2 \quad (C3)$$

$$S1 = S2 \quad (C4)$$

30

【0042】

上記式 (C1) ~ (C4) においては、S の上限が設定されていないが、図 7 に示されているように、S の値を固定した場合は、いずれの曲線においても輝度比の極大点が形成されており、また、S = 5.6 μm のときの輝度比の極大点が L = 5.5 μm であったことから、S = 5.6 μm の条件を満たすことにより、輝度比を 1 に近づけやすくなることがわかる。したがって、S は下記式 (C5) ;

$$S = 5.6 \mu\text{m} \quad (C5)$$

を満たすことが好ましい。

【0043】

上記式 (C1) ~ (C4) においては、S の下限が設定されていないが、図 7 を考慮すると、S が小さい分には、十分にフリッカーを抑制しうることがわかる。ただし、実際の液晶層への印加電圧の大きさ、設計限界等を考慮すると、S は下記式 (C6) ;

40

$$2.0 \mu\text{m} \leq S \quad (C6)$$

を満たすことが好ましい。

【0044】

上記式 (C1) ~ (C4) においては、L1 及び L2 の上限及び下限が示されていないが、最終的に輝度比が 1 に近づくように調整されればよいので、図 7 に示される曲線の特徴を考慮すると、L1 及び L2 の上限及び下限は必ずしも規定されないことがわかる。また、上記表 3 では、各曲線の、極大点よりも左側部分を中心として L1 及び L2 の最小値及び最大値について検討を行っているが、各曲線の、極大点よりも右側部分は、左側部分に

50

比べて、輝度比の変化量が小さいことから、少なくとも極大点よりも左側部分について検討を行えば、 $S/L1$ 及び $S/L2$ の最小値及び最大値の設定は充分である。ただし、各曲線の極大点における輝度比を考慮すると、 $L1$ は下記式 (C7) ;

$$2.5 \mu m < L1 \quad (C7)$$

を満たすことが好ましい。

【0045】

また、画素電極のスリットの幅が大きすぎる場合、液晶層内に十分な電圧を印加することができず、透過率が低下するおそれがある。そのため、透過率を考慮すると、 $L2$ は下記式 (C8) ;

$$L2 > 7.5 \mu m \quad (C8)$$

を満たすことが好ましい。

【0046】

上述のように、フリッカーが最も抑制させるのは、輝度比が 1.00 となるときである。この点を考慮すると、 $L1$ 及び $L2$ の値は、輝度比を基準に設定されることが好ましく、図7を考慮すると、具体的には、下記式 (C9) 及び (C10) ;

$$L1 < 3.7 \mu m \quad (C9)$$

$$3.7 \mu m < L2 \quad (C10)$$

を満たすことが好ましい。

【0047】

一方、実際の量産時においては、フォトリソグラフィにおける露光、エッチング等の精度により、画素電極の櫛歯の幅が設計通り行われなかったことがある。ただし、設計ずれが起こったときの画素電極の櫛歯の幅の誤差は、各櫛歯について共通に起こり得る。すなわち、櫛歯の幅が大きい方にばらついたときは、全ての櫛歯の幅が大きくなり、櫛歯の幅が小さい方にばらついたときは、全ての櫛歯の幅が細くなる。一方、図7に着目すると、いずれの曲線も、極大点を中心として対称に近い形状を有している。これらの点を考慮すると、それぞれ異なる大きさをもつ各櫛歯の幅 $L1$ 及び $L2$ は、極大点に相当する櫛歯の幅を基準として、それぞれ、より小さな値及びより大きな値に設定することが好ましい。これにより、櫛歯の幅の設計がいずれにばらついたときであっても、輝度比 1 からのずれが相殺される。この点を考慮すると、 $L1$ 及び $L2$ は、下記式 (C11) 及び (C12) ;

$$L1 < 4.5 \mu m \quad (C11)$$

$$4.5 \mu m < L2 \quad (C12)$$

を満たすことが好ましい。

【0048】

次に、幅の異なる複数の櫛歯のうちの、一つの櫛歯の幅を $L1$ 、他の一つの櫛歯の幅を $L2$ 、スリットの幅を S としたときに、輝度比が、 $S/L1$ 及び $S/L2$ の値に対してどのような傾向を示すかについて検証を行った。図8～10は、 $S/L1$ 及び $S/L2$ の関係を示すグラフである。輝度比のサンプルとしては、0.99、1.00 及び 1.01 を採用した。図8は、スリットの幅 (S) を $3.6 \mu m$ としたときのグラフであり、図9は、スリットの幅 (S) を $4.6 \mu m$ としたときのグラフである。また、スリットの幅 (S) が $3.6 \mu m$ 及び $4.6 \mu m$ の場合をまとめたものを図10として掲載した。図10においては、各輝度比について近似線を引いている。図8～10より、スリットの幅 (S) ごとに $S/L1$ 及び $S/L2$ の関連性の傾向はほぼ一致し、また、輝度比間でも、 $S/L1$ 及び $S/L2$ の関連性の傾向はほぼ一致することがわかる。

【0049】

上記近似線をもとに、適切なパラメータを検討した結果、以下の関係式 (D1) ~ (D8) が得られた。なお、下記式 (D4) において $L1$ 及び $L2$ の単位は μm であり、 $L1 < L2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (D5) において $S1$ 及び $S2$ の単位は μm であり、 $S1 = S2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (D1)$$

10

20

30

40

50

$$Y = S_1 / L_2 \quad (D 2)$$

$$X = S_2 / L_1 \quad (D 3)$$

$$L_1 < L_2 \quad (D 4)$$

$$S_1 = S_2 \quad (D 5)$$

$$7.6 \leq a \leq 16.0 \quad (D 6)$$

$$-22.5 \leq b \leq -13.1 \quad (D 7)$$

$$6.35 \leq c \leq 8.55 \quad (D 8)$$

【0050】

上記 a ~ c の値は、下記表 4 を参考に、許容される誤差の範囲として上記 (D 6) ~ (D 8) のように判断した。

10

【0051】

【表 4】

輝度比	a	b	c
0.99	7.6261	-13.079	6.3112
1.00	11.804	-17.844	7.4536
1.01	12.534	-17.327	6.6850

【0052】

上記式 (D 1) ~ (D 8) においては、S について上限及び下限が設定されていないが、上記検討結果を考慮すると、S は下記式 (D 9) ;

20

$$S \leq 5.6 \mu m \quad (D 9)$$

を満たすことが好ましく、また、下記式 (D 10) ;

$$2.0 \mu m \leq S \quad (D 10)$$

を満たすことが好ましい。

【0053】

上記式 (D 1) ~ (D 8) においては、L₁ 及び L₂ の上限及び下限が示されていないが、上記検討結果を考慮すると、L₁ は下記式 (D 11) ;

$$2.5 \mu m \leq L_1 \quad (D 11)$$

を満たすことが好ましく、L₂ は下記式 (D 12) ;

$$L_2 \leq 7.5 \mu m \quad (D 12)$$

30

を満たすことが好ましい。

【0054】

そして同様に、L₁ 及び L₂ は、下記式 (D 13) 及び (D 14) ;

$$L_1 < 3.7 \mu m \quad (D 13)$$

$$3.7 \mu m < L_2 \quad (D 14)$$

を満たすことが好ましく、他の観点からは、L₁ 及び L₂ は、下記式 (D 15) 及び (D 16) ;

$$L_1 < 4.5 \mu m \quad (D 15)$$

$$4.5 \mu m < L_2 \quad (D 16)$$

を満たすことが好ましい。

40

【0055】

なお、上記式 (C 1) ~ (C 4) 及び (D 1) ~ (D 8) は、いずれも、画素電極のスリットの幅 (S) が固定され、櫛歯の幅 (L) が固定されていない場合を表している。そのため、それぞれの条件は組み合わせが可能であり、また、全ての条件を満たすようにパラメータを設定することで、よりフリッカー発生の抑制効果を高めることができる。

【0056】

すなわち、上記 L₁、L₂、S₁ 及び S₂ は、上記式 (C 1) ~ (C 4) 及び (D 1) ~ (D 8) の両方を満たすことが好ましく、上記式 (C 5) ~ (C 12) 又は (D 9) ~ (D 16) を更に満たすことがより好ましい。

【0057】

50

次に、スリットの幅（ S ）が複数の値に設定され、櫛歯の幅（ L ）もまた複数の値に設定されている場合について検証を行った。このような場合、画素電極の複数のスリット及び複数の櫛歯のいずれもが、それぞれ異なる幅を持つ少なくとも２つの部位を有する。すなわち、画素電極の複数のスリットは、それぞれ幅が異なる少なくとも二つのスリットを含み、複数の櫛歯は、それぞれ幅が異なる少なくとも二つの櫛歯を含む。

【 0 0 5 8 】

スリットの幅（ S ）の大きさ及び櫛歯の幅（ L ）の大きさは、上記表 1 及び表 3 に基づいて決定されている。下記表 5 は、表 1 と表 3 とをまとめた表である。

【 0 0 5 9 】

【表 5】

	S1(μm)		S2(μm)		S1/L		S2/L	
L(μm)	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
3.0	3.2	4.3	4.4	5.5	1.07	1.43	1.47	1.83
3.3	3.6	5.2	4.4	5.5	1.09	1.58	1.33	1.67
4.0	5.2	5.3	5.5	6.1	1.30	1.33	1.38	1.53
	L1(μm)		L2(μm)		S/L1		S/L2	
S(μm)	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値	最小値	最大値
3.6	2.5	2.7	2.6	3.2	1.33	1.44	1.13	1.38
4.6	2.5	3.5	3.2	5.0	1.31	1.84	0.92	1.44

【 0 0 6 0 】

そして、表 5 を参考に、適切なパラメータを検討した結果、下記式（ $E1$ ）～（ $E4'$ ）で示される条件が得られ、 $L1$ 、 $L2$ 、 $S1$ 及び $S2$ がこれらの要件を満たすことにより、フリッカー抑制効果を得ることができることがわかった。なお、下記式（ $E3'$ ）において $S1$ 及び $S2$ の単位は μm であり、 $S1 < S2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式（ $E4'$ ）において $L1$ 及び $L2$ の単位は μm であり、 $L1 < L2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$0.92 < S1 / L2 < 1.58 \quad (E1)$$

$$1.31 < S2 / L1 < 1.84 \quad (E2)$$

$$S1 < S2 \quad (E3')$$

$$L1 < L2 \quad (E4')$$

【 0 0 6 1 】

そして、以上をまとめると、スリットの幅（ S ）及び櫛歯の幅（ L ）の少なくとも一方が複数の値に設定されている場合には、以下の関係式（ $E1$ ）～（ $E4$ ）を満たすことで、フリッカー抑制効果を得ることができることがわかった。なお、下記式（ $E3$ ）において $S1$ 及び $S2$ の単位は μm であり、 $S1 < S2$ 及び $S1 = S2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式（ $E4$ ）において $L1$ 及び $L2$ の単位は μm であり、 $L1 < L2$ 及び $L1 = L2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$0.92 < S1 / L2 < 1.58 \quad (E1)$$

$$1.31 < S2 / L1 < 1.84 \quad (E2)$$

$$S1 \leq S2 \quad (E3)$$

$$L1 \leq L2 \quad (E4)$$

（ただし、 $S1 = S2$ 、かつ $L1 = L2$ の場合を除く。）

【 0 0 6 2 】

上記式（ $E1$ ）～（ $E4$ ）においては、 $S1$ 及び $S2$ の上限及び下限が示されていないが、上記検討結果を考慮すると、 $S1$ は下記式（ $E5$ ）；

$$2.0 \mu m \leq S1 \leq 5.6 \mu m \quad (E5)$$

を満たすことが好ましく、 $S2$ は下記式（ $E6$ ）；

$$2.0 \mu m \leq S2 \leq 7.5 \mu m \quad (E6)$$

を満たすことが好ましい。

【 0 0 6 3 】

上記式 (E 1) ~ (E 4) においては、 L_1 及び L_2 の上限及び下限が示されていないが、上記検討結果を考慮すると、 L_1 は下記式 (E 7) ；

$$2.0 \mu\text{m} \leq L_1 \leq 4.5 \mu\text{m} \quad (\text{E } 7)$$

を満たすことが好ましく、 L_2 は下記式 (E 8) ；

$$2.0 \mu\text{m} \leq L_2 \leq 7.5 \mu\text{m} \quad (\text{E } 8)$$

を満たすことが好ましい。

【 0 0 6 4 】

次に、上述までの検討を基礎に、更に、異なる幅を持つスリット及び / 又は櫛歯がそれぞれ占める面積比率の概念を取り入れた液晶表示装置の設計について検証を行った。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 ~ 1 3 は、櫛歯の幅 (L) の値を固定し、スリットの幅 (S) の値を振ったときの S_1 / L と S_2 / L との関連性を示すグラフであり、面積比率ごとに比較がなされている。上述までと同様、それぞれ幅の異なる S_1 及び S_2 は、 $S_1 < S_2$ の関係にある。

【 0 0 6 6 】

図 1 1 ~ 1 3 のうち、図 1 1 は、輝度比が 0.99 であるときの各データをまとめたものであり、図 1 2 は、輝度比が 1.00 であるときの各データをまとめたものであり、図 1 3 は、輝度比が 1.01 であるときの各データをまとめたものである。図 1 2 においては、更に、 S_1 及び S_2 の値をそれぞれ無限大に近づけたときの漸近線についても示されている。

【 0 0 6 7 】

図 1 1 ~ 1 3 における、円 ($\circ$) で表わされる点が、 S_1 のスリットが占める面積 : S_2 のスリットが占める面積 = 3 : 1 であるときを表し、菱形 ($\diamond$) で表わされる点が、 S_1 のスリットが占める面積 : S_2 のスリットが占める面積 = 2 : 1 であるときを表し、四角 ($\square$) で表わされる点が、 S_1 のスリットが占める面積 : S_2 のスリットが占める面積 = 1 : 1 であるときを表し、三角 ($\triangle$) で表わされる点が、 S_1 のスリットが占める面積 : S_2 のスリットが占める面積 = 1 : 2 であるときを表し、クロス ($\times$) で表わされる点が、 S_1 のスリットが占める面積 : S_2 のスリットが占める面積 = 1 : 3 であるときを表す。

【 0 0 6 8 】

図 1 1 ~ 1 3 について考察すると、 S_1 のスリットの占める面積が大きい場合を表す曲線の方が、 S_2 のスリットの占める面積が大きい場合を表す曲線よりも、傾きが水平 (傾き : 0) に近い。言い換えると、 S_2 の値を振ったときに、 S_1 / L の値の変化が小さく、これは、 S_1 のスリットの占める面積を S_2 のスリットの占める面積よりも大きくした方が、プロセス内で線幅に誤差が生じたときであっても輝度変化が小さいことを意味する。それゆえ、 S_1 のスリットの占める面積は、 S_2 のスリットの占める面積よりも大きいことが好ましい。

【 0 0 6 9 】

また、図 1 1 ~ 1 3 のいずれにおいても、各曲線は、ある一点で交差している。この点は、 $S_1 / L = S_2 / L$ となる点であり、例えば、輝度比が 1.00 の場合には、 $S_1 / L = S_2 / L = 1.36$ となる。 S_1 のスリットの占める面積を無限大に近づけると、横軸に平行な漸近線が得られ、一方、 S_2 のスリットの占める面積を無限大に近づけると、縦軸に平行な漸近線が得られる。以上のことから、輝度比が 1.00 を満たす場合であって、面積を変えたときに取りうる S_1 / L 及び S_2 / L の値は、図 1 4 に示される 2 本の漸近線の交差点に対して右下の領域 (斜線部) 内に位置することになり、この領域内に含まれるように L 、 S_1 及び S_2 の値が設定されることで、フリッカーの抑制効果を得ることが可能となる。

【 0 0 7 0 】

そして、以上の検討をもとに、輝度比が 0.99 である場合と、輝度比が 1.01 である

場合との両方についても検討を行ったところ、下記表 6 が得られた。

【 0 0 7 1 】

【表 6】

輝度比	0. 99	1. 00	1. 01	0. 99	1. 00	1. 01
L (μm)	S (μm)			S/L (=S1/L=S2/L)		
3. 0	3. 8	4. 0	4. 3	1. 27	1. 33	1. 43
3. 3	4. 2	4. 5	4. 8	1. 27	1. 36	1. 45
4. 0	—	—	5. 5	—	—	1. 38

【 0 0 7 2 】

そして、表 6 を参考に、適切なパラメータを検討した結果、下記式 (F 1) ~ (F 6) で示される条件が得られ、これらの要件を満たすことにより、フリッカー抑制効果を得ることができることがわかった。なお、下記式 (F 5) において S 1 及び S 2 の単位は μ m であり、S 1 < S 2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (F 6) において L 1 及び L 2 の単位は μ m であり、L 1 = L 2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$S 1 / L 2 < W \quad (F 1)$$

$$Z < S 2 / L 1 \quad (F 2)$$

$$1 . 2 7 < W < 1 . 4 5 \quad (F 3)$$

$$1 . 2 7 < Z < 1 . 4 5 \quad (F 4)$$

$$S 1 < S 2 \quad (F 5)$$

$$L 1 = L 2 \quad (F 6)$$

【 0 0 7 3 】

また、S 1 のスリットの占める面積と S 2 のスリットの占める面積との対比ではなく、L 1 の櫛歯の占める面積と L 2 の櫛歯の占める面積との対比について、同様にして検討を行ったところ、更に、下記表 7 が得られた。

【 0 0 7 4 】

【表 7】

輝度比	0. 99	1. 00	1. 01	0. 99	1. 00	1. 01
S (μm)	L (μm)			S/L (=S/L1=S/L2)		
3. 6	2. 6	2. 7	2. 8	1. 38	1. 33	1. 29
4. 6	3. 1	3. 3	3. 6	1. 48	1. 39	1. 28
5. 6	3. 5	3. 7	4. 0	1. 60	1. 51	1. 40

【 0 0 7 5 】

そして、表 7 を参考に、適切なパラメータを検討した結果、下記式 (G 1) ~ (G 6) で示される条件が得られ、これらの要件を満たすことにより、フリッカー抑制効果を得ることができることがわかった。なお、下記式 (G 5) において S 1 及び S 2 の単位は μ m であり、S 1 = S 2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (G 6) において L 1 及び L 2 の単位は μ m であり、L 1 < L 2 の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$S 1 / L 2 < W \quad (G 1)$$

$$Z < S 2 / L 1 \quad (G 2)$$

$$1 . 2 8 < W < 1 . 6 0 \quad (G 3)$$

$$1 . 2 8 < Z < 1 . 6 0 \quad (G 4)$$

$$S 1 = S 2 \quad (G 5)$$

$$L 1 < L 2 \quad (G 6)$$

【 0 0 7 6 】

そして、表 6 及び表 7 を参考に、適切なパラメータを検討した結果、スリットの幅 (S) が複数の値に設定され、櫛歯の幅 (L) もまた複数の値に設定されている場合、下記式 (H 1) ~ (H 6 ') で示される条件が得られ、L 1、L 2、S 1 及び S 2 がこれらの要件

を満たすことにより、フリッカー抑制効果を得ることができるとわかった。なお、下記式 (H 5') において S_1 及び S_2 の単位は μm であり、 $S_1 < S_2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (H 6') において L_1 及び L_2 の単位は μm であり、 $L_1 < L_2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$\begin{aligned} S_1 / L_2 &< W && (H 1) \\ Z &< S_2 / L_1 && (H 2) \\ 1.27 &< W < 1.60 && (H 3) \\ 1.27 &< Z < 1.60 && (H 4) \\ S_1 &< S_2 && (H 5') \\ L_1 &< L_2 && (H 6') \end{aligned}$$

10

【0077】

そして、以上をまとめると、スリットの幅 (S) 及び櫛歯の幅 (L) の少なくとも一方が複数の値に設定されている場合には、以下の関係式 (H 1) ~ (H 6) を満たすことで、フリッカー抑制効果を得ることができるとわかった。なお、下記式 (H 5) において S_1 及び S_2 の単位は μm であり、 $S_1 < S_2$ 及び $S_1 = S_2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。また、下記式 (H 6) において L_1 及び L_2 の単位は μm であり、 $L_1 < L_2$ 及び $L_1 = L_2$ の判断においては、小数点第二位以下の値は、四捨五入するものとする。

$$\begin{aligned} S_1 / L_2 &< W && (H 1) \\ Z &< S_2 / L_1 && (H 2) \\ 1.27 &< W < 1.60 && (H 3) \\ 1.27 &< Z < 1.60 && (H 4) \\ S_1 & \leq S_2 && (H 5) \\ L_1 & \leq L_2 && (H 6) \end{aligned}$$

(ただし、 $S_1 = S_2$ 、かつ $L_1 = L_2$ の場合を除く。)

20

【0078】

以上より、本発明の液晶表示装置の一側面は、一対の基板と、該一対の基板に挟持された液晶層とを備え、該一対の基板の少なくとも一方は、互いに平行な少なくとも二つの櫛歯、及び、互いに平行な少なくとも二つのスリットを有する第一電極と、平板状の第二電極と、該第一電極と該第二電極とを異なる層に隔離する絶縁膜とを有し、該少なくとも二つの櫛歯のうち、任意の一つの櫛歯の幅を L_1 、他の任意の一つの櫛歯の幅を L_2 とし、該少なくとも二つのスリットのうち、任意の一つのスリットの幅を S_1 、他の任意の一つのスリットの幅を S_2 とするとき、 L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式 (H 1) ~ (H 6) ;

30

$$\begin{aligned} S_1 / L_2 &< W && (H 1) \\ Z &< S_2 / L_1 && (H 2) \\ 1.27 &< W < 1.60 && (H 3) \\ 1.27 &< Z < 1.60 && (H 4) \\ S_1 & \leq S_2 && (H 5) \\ L_1 & \leq L_2 && (H 6) \end{aligned}$$

40

(ただし、 $S_1 = S_2$ 、かつ $L_1 = L_2$ の場合を除く。異なる幅を持つスリットの数 3 以上の場合、最小の幅を持つスリットの幅を S_1 、最大の幅を持つスリットの幅を S_2 とする。異なる幅を持つ櫛歯の数 3 以上の場合、最小の幅を持つ櫛歯の幅を L_1 、最大の幅を持つ櫛歯の幅を L_2 とする。) を満たす液晶表示装置である。

【0079】

また、上記液晶表示装置において、櫛歯の幅 (L) が一定の値に固定され、スリットの幅 (S) が異なる複数の値に設定されている場合には、上記 L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式 (F 1) ~ (F 6) ;

$$S_1 / L_2 < W \quad (F 1)$$

50

$$\begin{aligned} Z < S_2 / L_1 & \quad (F_2) \\ 1.27 < W < 1.45 & \quad (F_3) \\ 1.27 < Z < 1.45 & \quad (F_4) \\ S_1 < S_2 & \quad (F_5) \\ L_1 = L_2 & \quad (F_6) \end{aligned}$$

を満たすことが好ましい。

【0080】

また、上記液晶表示装置において、スリットの幅（ S ）が一定の値に固定され、櫛歯の幅（ L ）が異なる複数の値に設定されている場合には、上記 L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式（ G_1 ）～（ G_6 ）；

10

$$\begin{aligned} S_1 / L_2 < W & \quad (G_1) \\ Z < S_2 / L_1 & \quad (G_2) \\ 1.28 < W < 1.60 & \quad (G_3) \\ 1.28 < Z < 1.60 & \quad (G_4) \\ S_1 = S_2 & \quad (G_5) \\ L_1 < L_2 & \quad (G_6) \end{aligned}$$

を満たすことが好ましい。

【0081】

以上のパラメータは、複数のスリット及び複数の櫛歯がそれぞれ占める面積比率がどのような場合であっても採用することが可能なものであるが、複数のスリット及び複数の櫛歯がそれぞれ占める面積比率がほぼ同じである場合には、更に、以下のように規定することができる。

20

【0082】

すなわち、上記 L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式（ E_1 ）～（ E_4 ）；

$$\begin{aligned} 0.92 < S_1 / L_2 < 1.58 & \quad (E_1) \\ 1.31 < S_2 / L_1 < 1.84 & \quad (E_2) \\ S_1 = S_2 & \quad (E_3) \\ L_1 = L_2 & \quad (E_4) \end{aligned}$$

を満たす（ただし、 $S_1 = S_2$ 、かつ $L_1 = L_2$ の場合を除く。）ことが好ましい。

【0083】

30

また、上記液晶表示装置において、櫛歯の幅（ L ）が一定の値に固定され、スリットの幅（ S ）が異なる複数の値に設定されている場合には、上記 L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式（ A_1 ）～（ A_4 ）；

$$\begin{aligned} 1.07 < S_1 / L_2 < 1.58 & \quad (A_1) \\ 1.33 < S_2 / L_1 < 1.83 & \quad (A_2) \\ S_1 < S_2 & \quad (A_3) \\ L_1 = L_2 & \quad (A_4) \end{aligned}$$

を満たすことが好ましく、又は、上記 L_1 、 L_2 、 S_1 及び S_2 は、下記式（ B_1 ）～（ B_8 ）；

$$\begin{aligned} Y &= aX^2 + bX + c & (B_1) \\ Y &= S_1 / L_2 & (B_2) \\ X &= S_2 / L_1 & (B_3) \\ S_1 &< S_2 & (B_4) \\ L_1 &= L_2 & (B_5) \\ 0.50 &\leq a \leq 0.64 & (B_6) \\ -2.40 &\leq b \leq -1.86 & (B_7) \\ 2.78 &\leq c \leq 3.52 & (B_8) \end{aligned}$$

40

を満たすことが好ましい。

【0084】

また、上記液晶表示装置において、櫛歯の幅（ L ）が一定の値に固定され、スリットの幅

50

(S) が異なる複数の値に設定されている場合には、上記 L 1、L 2、S 1 及び S 2 は、下記式 (C 1) ~ (C 4) ;

$$0.92 < S1 / L2 < 1.44 \quad (C1)$$

$$1.31 < S2 / L1 < 1.84 \quad (C2)$$

$$L1 < L2 \quad (C3)$$

$$S1 = S2 \quad (C4)$$

を満たすことが好ましく、又は、上記 L 1、L 2、S 1 及び S 2 は、下記式 (D 1) ~ (D 8) ;

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (D1)$$

$$Y = S1 / L2 \quad (D2)$$

$$X = S2 / L1 \quad (D3)$$

$$L1 < L2 \quad (D4)$$

$$S1 = S2 \quad (D5)$$

$$7.6 \leq a \leq 16.0 \quad (D6)$$

$$-22.5 \leq b \leq -13.1 \quad (D7)$$

$$6.35 \leq c \leq 8.55 \quad (D8)$$

を満たすことが好ましい。

【発明の効果】

【0085】

本発明によれば、フリッカーの発生を抑制することが可能な液晶表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】本発明の液晶表示装置が備える画素電極及び共通電極の配置関係の一例を示す断面模式図である。

【図2】櫛歯の幅 (L) の値を固定し、スリットの幅 (S) の値を振ったときの、スリットの幅 (S) と輝度比との関係を示すグラフである。

【図3】S 1 / L 及び S 2 / L の関係を示すグラフであり、櫛歯の幅 (L) を 3 . 0 μ m としたときのグラフである。

【図4】S 1 / L 及び S 2 / L の関係を示すグラフであり、櫛歯の幅 (L) を 3 . 3 μ m としたときのグラフである。

【図5】S 1 / L 及び S 2 / L の関係を示すグラフであり、櫛歯の幅 (L) が 3 . 0 μ m 及び 3 . 3 μ m の場合をまとめたグラフである。

【図6】本発明の液晶表示装置が備える画素電極及び共通電極の配置関係の他の一例を示す断面模式図である。

【図7】スリットの幅 (S) を固定し、櫛歯の幅 (L) の値を振ったときの、櫛歯の幅 (L) と輝度比との関係を示すグラフである。

【図8】S / L 1 及び S / L 2 の関係を示すグラフであり、スリットの幅 (S) を 3 . 6 μ m としたときのグラフである。

【図9】S / L 1 及び S / L 2 の関係を示すグラフであり、スリットの幅 (S) を 4 . 6 μ m としたときのグラフである。

【図10】S / L 1 及び S / L 2 の関係を示すグラフであり、スリットの幅 (S) が 3 . 6 μ m 及び 4 . 6 μ m の場合をまとめたグラフである。

【図11】櫛歯の幅 (L) の値を固定し、スリットの幅 (S) の値を振ったときの S 1 / L と S 2 / L との関連性を示すグラフであり、輝度比が 0 . 99 であるときの各データをまとめたものである。

【図12】櫛歯の幅 (L) の値を固定し、スリットの幅 (S) の値を振ったときの S 1 / L と S 2 / L との関連性を示すグラフであり、輝度比が 1 . 00 であるときの各データをまとめたものである。

【図13】櫛歯の幅 (L) の値を固定し、スリットの幅 (S) の値を振ったときの S 1 /

10

20

30

40

50

LとS2/Lとの関連性を示すグラフであり、輝度比が1.01であるときの各データをまとめたものである。

【図14】図12における2本の漸近線を取り出して表したグラフである。

【図15】実施形態1の液晶表示装置の斜視模式図である。

【図16】実施形態1におけるTFT基板の画素構成を示す平面模式図である。

【図17】実施形態1におけるTFT基板の画素構成の他の一例を示す平面模式図である。

【図18】実施形態1の液晶表示装置の断面模式図である。

【図19】図16における画素電極の櫛歯付近を拡大した平面模式図である。

【図20】縦方向に伸びるラインごとに、異なる極性が印加される場合のパターンを表す模式図である。

10

【図21】縦方向に伸びるラインごとに、異なる極性が印加される場合のパターンを表す模式図であり、一方のラインのみを黒としたときの模式図である。

【図22】横軸を時間軸としたときの、正極性のときの波形（輝度分布）と負極性のときの波形（輝度分布）を表すグラフである。

【図23】一般的なFFSモードの液晶表示装置において、画素電極に電圧を印加したときの一画素あたりの平面写真であり、画素電極に対して正の電圧（+2V）を印加したときを表す。

【図24】一般的なFFSモードの液晶表示装置において、画素電極に電圧を印加したときの一画素あたりの平面写真であり、画素電極に対して負の電圧（-2V）を印加したときを表す。

20

【図25】画素電極及び共通電極の断面模式図と、輝度分布を模式的に表したグラフとをまとめた図であり、画素電極に対して正の電圧（+2V）を印加したときを表す。

【図26】画素電極及び共通電極の断面模式図と、輝度分布を模式的に表したグラフとをまとめた図であり、画素電極に対して負の電圧（-2V）を印加したときを表す。

【発明を実施するための形態】

【0087】

以下に実施形態を掲げ、本発明について図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

【0088】

30

以下の実施形態1～6の液晶表示装置は、具体的には、テレビジョン、パーソナルコンピュータ、携帯電話、カーナビ、インフォメーションディスプレイ等に適用することができる。

【0089】

実施形態1

図15は、実施形態1の液晶表示装置の斜視模式図である。実施形態1の液晶表示装置は、TFT基板10と、対向基板20と、TFT基板10及び対向基板20に挟持された液晶層40とを備える。液晶層40中は液晶分子41を含有しており、各基板10、20面に対して水平な方向に配向している。TFT基板10は、支持基板、TFT、走査信号線、データ信号線、共通電極（第二電極）、画素電極（第一電極）、上記共通電極と画素電極とを異なる層に隔離する絶縁膜、配向膜等を備える。対向基板20は、支持基板、カラーフィルタ、ブラックマトリクス、配向膜等を備える。TFT基板10及び対向基板20のそれぞれの液晶層側と反対側の面上には、偏光板が貼り付けられている。

40

【0090】

図16は、実施形態1におけるTFT基板の画素構成を示す平面模式図である。図16に示すように、実施形態1におけるTFT基板を平面視したときに、走査信号線12及びデータ信号線13は、互いに交差するように、かつ画素電極11を囲うように配置されている。走査信号線12とデータ信号線13との接点近傍には、TFT（薄膜トランジスタ）53が設けられている。各走査信号線12間には、走査信号線12と平行に伸びる共通信号線14が設けられている。共通信号線14は、絶縁膜を貫通するコンタクト部32を介

50

して共通電極 15 と接続されている。

【0091】

TFT53は、半導体層54、ゲート電極55a、ソース電極55b及びドレイン電極55cを備えるスイッチング素子である。ゲート電極55aは走査信号線12の一部がそのまま利用されている。ソース電極55bはデータ信号線13から分岐して構成されており、ドレイン電極55cの先端を囲うように屈曲している。ドレイン電極55cは、画素電極11に向かって引き伸ばされている。ドレイン電極55cは、画素電極11と重なる位置において幅広に形成されており、絶縁膜を貫通するコンタクト部31を介して画素電極11と接続されている。ゲート電極55aと半導体層54とは、ゲート絶縁膜を介して互いに重なっている。ソース電極55bは半導体層54を介してドレイン電極55cと接続されており、走査信号線12を通じてゲート電極に入力される走査信号によって半導体層54を流れる電流量の調整が行われ、データ信号線13を通じてソース電極55b、半導体層54、ドレイン電極55c、及び、画素電極11の順に、入力されるデータ信号の伝達が制御される。

10

【0092】

画素電極11は、走査信号線12及びデータ信号線13で囲まれる領域ごとに複数配置された櫛型電極であり、外縁は略矩形を有している。画素電極11には複数のスリット11aが形成されており、それにより、画素電極11は複数の櫛歯11bを有している。各スリット11a及び各櫛歯11bは、走査信号線12の長さ方向と平行な方向に対して数°傾いた方向に伸びて形成されている。また、画素電極11の複数のスリット11a及び複数の櫛歯11bは、それぞれ、画素電極11の縦辺を二等分する線を境界線として、互いに対称な形状を有している。このような対称構造を持つことにより、液晶の配向のバランスを整えることができる。図16においては、画素電極11として、スリット11aの両端が閉じられた形状を有する例が示されているが、例えば、スリット11aの一端が開放され、スリット11aの他端が閉じられた形状を有するものを採用してもよい。

20

【0093】

実施形態1では、同一の画素電極11に対してフレームごとに異なる極性をもつデータ信号が供給されるフレーム反転駆動が採用されている。これにより、液晶材料の劣化を防ぐことができる。また、必要に応じて、1フレーム内で縦方向及び/又は横方向に隣同士位置する画素電極11間で、それぞれ極性が異なるデータ信号が供給されるライン反転駆動又はドット反転駆動が採用されてもよい。このようなデータ信号は、データ信号線駆動回路によって生成することができる。

30

【0094】

共通電極15は平板状であり、画素電極のようなスリットが形成されておらず、それゆえ、櫛歯を有していない。共通電極15に対しては、共通信号線14を介して一定値に保たれた共通信号が供給される。図16においては、共通電極15は、走査信号線12及びデータ信号線13に囲まれる領域ごとに形成される例が示されているが、他の配線の導通経路が確保できる限り、必ずしも上記領域ごとに区切られる必要はなく、複数の上記領域にまたがって広く形成することもできる。

【0095】

なお、データ信号が供給される電極と、共通信号が供給される電極とは、上述の構成に対し逆であってもよく、例えば、画素電極が平板状であり、共通電極が互いに平行な少なくとも二つの櫛歯、及び、互いに平行な少なくとも二つのスリットを有していてもよい。

40

【0096】

図16に示す例では、画素電極11のスリット11aが走査信号線12に略平行に伸びて形成されているが、例えば、図17に示すように、画素電極11のスリット11aがデータ信号線13に略平行に伸びて形成されていてもよい。また、画素電極11のスリット11aは、図17で示すように、先端が折れ曲がっていてもよい。すなわち、一つのスリット11aが、直線部11cと、該直線部11cに対し角度を持つ屈曲部11dとで構成されていてもよい。これにより、スリット11aの末端近くで液晶の配向が乱れることを抑

50

制することができる。

【 0 0 9 7 】

図 1 8 は、実施形態 1 の液晶表示装置の断面模式図である。T F T 基板 1 0 は、支持基板 2 1 を母体として有し、支持基板 2 1 上に共通電極 1 5、ゲート電極 5 5 a、ゲート絶縁膜 2 2、半導体層 5 4、ソース/ドレイン電極 5 5 b、5 5 c、パッシベーション膜 (P A S) 2 3、及び、画素電極 1 1 が配置されている。また、T F T 基板 1 0 の液晶層 4 0 を挟んで対向する位置には対向基板 2 0 が配置されている。共通電極 1 5 と画素電極 1 1 との間の電位差に基づき、液晶層 4 0 中に横方向の電界 (断面的に見たときには、円弧状の電界) が形成されることで液晶分子の向きが変化するため、これを利用して液晶層 4 0 を透過する光の複屈折を変化させることができる。

10

【 0 0 9 8 】

図 1 9 は、図 1 6 における画素電極の櫛歯付近を拡大した平面模式図である。画素電極 1 1 の櫛歯の長手方向と直交する方向を 0 ° 方位としたとき、例えば、一方の偏光板の偏光軸は、5 ° 方位となるように、また、他方の偏光板の偏光軸は 9 5 ° 方位となるようにそれぞれが配置される。また、T F T 基板 1 0 及び対向基板 2 0 が有する各配向膜に対しては、例えば、液晶分子 4 1 の長軸が電圧無印加時において 9 5 ° 方位となるように、配向処理がなされている。

【 0 0 9 9 】

実施形態 1 の液晶表示装置においては、画素電極のスリットについては、それぞれ幅が異なる 2 以上のスリットが形成され、少なくとも 2 つのスリットが、それぞれ S 1、S 2 の幅を有している。また、画素電極の櫛歯については、それぞれ幅が異なる 2 以上の櫛歯が形成され、少なくとも 2 つの櫛歯が、それぞれ L 1、L 2 の幅を有している。画素電極の櫛歯の本数及び画素電極のスリットの本数は特に限定されない。また、画素電極の複数のスリットは、上記 S 1 及び S 2 の幅を持つ 2 種類のスリットのみならず、例えば、S 3、S 4 といった第三、第四の幅を持つスリットを有していてもよい。また、画素電極の複数の櫛歯は、上記 L 1 及び L 2 の幅を持つ 2 種類のスリットのみならず、例えば、L 3、L 4 といった第三、第四の幅を持つ櫛歯を有していてもよい。

20

【 0 1 0 0 】

実施形態 1 において、画素電極のスリットの幅 S 1、S 2 及び櫛歯の幅 L 1、L 2 は、下記式 (H 1) ~ (H 6 ') の条件をすべて満たすように設計されている。なお、上記複数のスリットのうち、いずれか 2 つのスリットが、また、上記複数の櫛歯のうち、いずれか 2 つの櫛歯が下記条件を満たしていればよいが、スリットの数 3 つ以上の場合、最小の幅を持つスリットの幅を S 1、最大の幅を持つスリットの幅を S 2 とし、櫛歯の数 3 つ以上の場合、最小の幅を持つ櫛歯の幅を L 1、最大の幅を持つ櫛歯の幅を L 2 とする。

30

$$\begin{aligned} S 1 / L 2 &< W & (H 1) \\ Z &< S 2 / L 1 & (H 2) \\ 1 . 2 7 &< W < 1 . 6 0 & (H 3) \\ 1 . 2 7 &< Z < 1 . 6 0 & (H 4) \\ S 1 &< S 2 & (H 5 ') \\ L 1 &< L 2 & (H 6 ') \end{aligned}$$

40

【 0 1 0 1 】

このような条件設定により、フリッカーが視認されにくい、良好な表示を得ることができる。

【 0 1 0 2 】

フリッカーの測定方法の一例について説明する。まず、フリッカーが見えやすくなるように、表示画面に一定の規則パターンが表示されるような設定を行う。例えば、ソースライン (データ信号線) 反転駆動の場合、図 2 0 に示すように、縦方向に伸びるラインごとに、正極性の電圧が印加されるライン 6 1 と、負極性の電圧が印加されるライン 6 2 とが交互に表れるようなパターンを作る。信号の周波数を 6 0 H z に設定した場合には、1 秒間

50

に60回、画素電極に印加される電圧の極性が入れ替わる。そして、図21に示すように、正極性及び負極性の2つのライン61、62のうちの、一方の極性のライン(図21においては、ライン61)のみを黒にすれば、図22に示すように、横軸を時間軸として、正極性のときの波形(輝度分布)と負極性のときの波形(輝度分布)とを確認することができる。フレクソ分極により、これらの波形には違いが発生することになるが、これらの波形の差が大きいと、輝度比(=負極性の電圧印加時の輝度/正極性の電圧印加時の輝度)が大きいことになり、フリッカーが視認されやすくなることがわかる。

【0103】

実際の測定では、例えば、表示画面の一部の領域に対し、フォトダイオードの光を裏面から照射し、輝度計を用いることで、輝度を測定することができる。

10

【0104】

以下、各部材の材料及び製造方法について説明する。

【0105】

支持基板21の材料としては、ガラス、プラスチック等の透明な材料が好適に用いられる。ゲート絶縁膜22及びパッシベーション膜23の材料としては、窒化シリコン、酸化シリコン、感光性アクリル樹脂等の透明な材料が好適に用いられる。ゲート絶縁膜22及びパッシベーション膜23は、例えば、窒化シリコン膜をプラズマ誘起化学気相成長(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition: PECVD)法により成膜し、窒化シリコン膜の上に、感光性アクリル樹脂膜をダイコート(塗布)法により成膜して形成される。コンタクト部31、32を形成するためにゲート絶縁膜22又はパッシベーション膜23中に設けられる穴は、ドライエッチング(チャンネルエッチング)を行うことにより形成することができる。

20

【0106】

走査信号線12、データ信号線13、及び、TFT53を構成する各種電極は、スパッタリング法等により、チタン、クロム、アルミニウム、モリブデン等の金属、又は、それらの合金を、単層又は複数層で成膜し、続いて、フォトリソグラフィ法等でパターニングを行うことで形成することができる。これら各種配線及び電極は、同じ層に形成されるものについては、それぞれ同じ材料を用いることで製造が効率化される。

【0107】

TFT53の半導体層54としては、例えば、アモルファスシリコン、ポリシリコン等からなる高抵抗半導体層(i層)と、アモルファスシリコンにリン等の不純物をドーピングしたn⁺アモルファスシリコン等からなる低抵抗半導体層(n⁺層)とを積層させたものを用いることができるが、その他としては、IGZO(インジウム-ガリウム-亜鉛-酸素)等の酸化物半導体が好適に用いられる。以下、詳述する。

30

【0108】

IGZO等の酸化物半導体を半導体層54の材料として用いる場合、主に、(i)電子移動度が高く、TFTのサイズを小さくすることができるので、開口率を多く確保することができる、及び、(ii)オフリーク特性が低いので、長時間電荷を保持することができる、低周波駆動が可能となる、の2つの利点を得ることができる。

【0109】

本発明においては、特に上記(ii)の点を考慮すると、IGZO等の酸化物半導体を半導体層54の材料として用いることが好ましい。その理由は、FFSモードにおいては、フレクソ分極が原因でフリッカーが見えやすく、フリッカーは、画像信号の周波数を下げると更に見えやすくなる点にある。これに対し、本発明によれば、フレクソ分極に基づくフリッカーの発生が低減されることから、低周波駆動であってもフリッカーが見えにくくなるため、低周波駆動が採用可能となる。それゆえに、IGZO等の酸化物半導体を用いる形態は、本発明と相性が良いといえる。

40

【0110】

アクティブ駆動素子(TFT)における酸化物半導体層(活性層)54は、以下のようにして形成できる。まず、スパッタ法を用いて、例えば、厚さが30nm以上、300nm

50

以下の In-Ga-Zn-O 系半導体膜（以下、 IGZO 膜ともいう。）をゲート絶縁膜 22 の上に形成する。この後、フォトリソグラフィ法により、 IGZO 膜の所定の領域を覆うレジストマスクを形成する。次いで、 IGZO 膜のうちレジストマスクで覆われていない部分をウェットエッチングにより除去する。この後、レジストマスクを剥離する。このようにして、島状の酸化物半導体層 54 を得る。なお、 IGZO 膜の代わりに、他の酸化物半導体膜を用いて酸化物半導体層 54 を形成してもよい。他の酸化物半導体としては、例えば、 Zn-O 系半導体（ ZnO ）、 In-Zn-O 系半導体（ IZO ）、及び、 Zn-Ti-O 系半導体（ ZTO ）が挙げられる。次いで、全体にパッシベーション膜 23 を堆積させた後、パッシベーション膜 23 をパターンニングする。具体的には、まず、ゲート絶縁膜 22 及び酸化物半導体層 54 の上に、パッシベーション膜 23 として、例えば、 SiO_2 膜（厚さ：約 150 nm）を CVD 法によって形成する。パッシベーション膜 23 は、 SiO_y 等の酸化物膜を含むことが好ましい。酸化物膜を用いると、酸化物半導体層 54 に酸素欠損が生じた場合に、酸化物膜に含まれる酸素によって酸素欠損を回復することが可能となるので、結果として、酸化物半導体層 54 の酸化欠損をより効果的に低減できる。パッシベーション膜 23 は、 SiO_2 膜からなる単層構造であっても、 SiO_2 膜を下層とし、 SiNx 膜を上層とする積層構造であってもよい。パッシベーション膜 23 の厚さ（積層構造を有する場合には各層の合計厚さ）は 50 nm 以上、200 nm 以下であることが好ましい。50 nm 以上であれば、ソース/ドレイン電極 55b, 55c のパターンニング工程等において、酸化物半導体層 54 の表面をより確実に保護できる。一方、200 nm を超えると、ソース/ドレイン電極 55b, 55c に、より大きい段差が生じるので、断線を引き起こすおそれがある。

【0111】

画素電極 11 及び共通電極 15 は、例えば、酸化インジウム錫（ ITO ）、酸化インジウム亜鉛（ IZO ）、酸化亜鉛（ ZnO ）、酸化スズ（ SnO ）等の透明導電材料、又は、それらの合金を、スパッタリング法等により単層又は複数層で成膜して形成した後、フォトリソグラフィ法等を用いてパターンニングすることができる。画素電極 11 に形成されるスリットは、パターンニングの際に同時に形成することができる。

【0112】

カラーフィルタの材料としては、各色に対応する光を透過する感光性樹脂（カラーレジスト）が好適に用いられる。ブラックマトリクス材料としては、遮光性を有するものである限り特に限定されず、黒色顔料を含有した樹脂材料、又は、遮光性を有する金属材料が好適に用いられる。

【0113】

このようにして作製された TFT 基板 10 及び対向基板 20 は、絶縁材料からなる柱状のスペーサを一方の基板に複数設けた後、シール材を用いて互いに貼り合わされる。TFT 基板 10 と対向基板 20 との間には液晶層 40 が形成されるが、滴下法を用いる場合には、基板の貼合せ前に液晶材料の滴下が行われ、真空注入法を用いる場合には、基板の貼合せ後に液晶材料が注入される。そして、各基板の液晶層 40 側と反対側の面上に、偏光板、位相差フィルム等を貼り付けることにより、液晶表示装置が完成する。更に、液晶表示装置に、ゲートドライバー、ソースドライバー、表示制御回路等を実装するとともに、バックライト等を組み合わせることによって、用途に応じた液晶表示装置が完成する。

【0114】

実施形態 2

実施形態 2 の液晶表示装置は、画素電極の櫛歯の幅及びスリットの幅の設定が異なる点以外は、実施形態 1 と同様である。具体的には、実施形態 2 においては、画素電極の櫛歯については、それぞれ幅が L で固定されている。また、画素電極のスリットについては、それぞれ幅が異なる 2 以上のスリットが形成され、少なくとも 2 つのスリットが、それぞれ S1、S2 の幅を有している。画素電極の櫛歯の本数及び画素電極のスリットの本数は特に限定されない。また、画素電極の複数の櫛歯は、上記 S1 及び S2 の幅を持つ 2 種類のスリットのみならず、例えば、S3、S4 といった第三、第四の幅を持つスリットを有し

ていてもよい。

【 0 1 1 5 】

実施形態 2 において、画素電極のスリットの幅 S_1 、 S_2 及び櫛歯の幅 L は、上記式 (H 1) ~ (H 4) を満たした上で、更に、下記式 (A 1) ~ (A 4) の条件をすべて満たすように設計されている。なお、上記複数のスリットのうち、少なくともいずれか 2 つのスリットが下記条件を満たしていればよいが、異なる幅を持つスリットの数 3 つ以上の場合は、最小の幅を持つスリットの幅を S_1 、最大の幅を持つスリットの幅を S_2 とする。

$$1.07 < S_1 / L < 1.58 \quad (A 1)$$

$$1.33 < S_2 / L < 1.83 \quad (A 2)$$

$$S_1 < S_2 \quad (A 3)$$

$$L_1 = L_2 (= L) \quad (A 4)$$

10

【 0 1 1 6 】

なお、実施形態 2 においては、下記式 (A 5) ~ (A 12) ;

$$L \leq 4.5 \mu m \quad (A 5)$$

$$2.0 \mu m \leq L \quad (A 6)$$

$$3.5 \mu m \leq S_1 \quad (A 7)$$

$$S_2 \leq 7.5 \mu m \quad (A 8)$$

$$S_1 < 4.5 \mu m \quad (A 9)$$

$$4.5 \mu m < S_2 \quad (A 10)$$

$$S_1 < 5.5 \mu m \quad (A 11)$$

$$5.5 \mu m < S_2 \quad (A 12)$$

20

のいずれか又は全てを満たすことが好ましい。

【 0 1 1 7 】

実施形態 3

実施形態 3 の液晶表示装置は、画素電極の櫛歯の幅及びスリットの幅の設定が異なる点以外は、実施形態 1 と同様である。具体的には、実施形態 3 においては、画素電極の櫛歯については、それぞれ幅が L で固定されている。また、画素電極のスリットについては、それぞれ幅が異なる 2 以上のスリットが形成され、少なくとも 2 つのスリットが、それぞれ S_1 、 S_2 の幅を有している。画素電極の櫛歯の本数及び画素電極のスリットの本数は特に限定されない。また、画素電極の複数の櫛歯は、上記 S_1 及び S_2 の幅を持つ 2 種類のスリットのみならず、例えば、 S_3 、 S_4 といった第三、第四の幅を持つスリットを有していてもよい。

30

【 0 1 1 8 】

実施形態 3 において、画素電極のスリットの幅 S_1 、 S_2 及び櫛歯の幅 L は、上記式 (H 1) ~ (H 4) を満たした上で、更に、下記式 (B 1) ~ (B 8) の条件をすべて満たすように設計されている。なお、上記複数のスリットのうち、少なくともいずれか 2 つのスリットが下記条件を満たしていればよいが、異なる幅を持つスリットの数 3 つ以上の場合は、最小の幅を持つスリットの幅を S_1 、最大の幅を持つスリットの幅を S_2 とする。

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (B 1)$$

$$Y = S_1 / L < 2 \quad (B 2)$$

$$X = S_2 / L < 1 \quad (B 3)$$

$$S_1 < S_2 \quad (B 4)$$

$$L_1 = L_2 (= L) \quad (B 5)$$

$$0.50 \leq a \leq 0.64 \quad (B 6)$$

$$-2.40 \leq b \leq -1.86 \quad (B 7)$$

$$2.78 \leq c \leq 3.52 \quad (B 8)$$

40

【 0 1 1 9 】

なお、実施形態 3 においては、下記式 (B 9) ~ (B 16) ;

$$L \leq 4.5 \mu m \quad (B 9)$$

$$2.0 \mu m \leq L \quad (B 10)$$

50

$3.5 \mu\text{m} \leq S_1$ (B 1 1)
 $S_2 \leq 7.5 \mu\text{m}$ (B 1 2)
 $S_1 < 4.5 \mu\text{m}$ (B 1 3)
 $4.5 \mu\text{m} < S_2$ (B 1 4)
 $S_1 < 5.5 \mu\text{m}$ (B 1 5)
 $5.5 \mu\text{m} < S_2$ (B 1 6)

のいずれか又は全てを満たすことが好ましい。

【0120】

実施形態4

実施形態4の液晶表示装置は、画素電極の櫛歯の幅及びスリットの幅の設定が異なる点以外は、実施形態1と同様である。具体的には、実施形態4においては、画素電極のスリットについては、幅がSで固定されている。また、画素電極の櫛歯については、少なくとも幅が異なる2以上の櫛歯が形成され、少なくとも2つの櫛歯が、それぞれL1、L2の幅を有している。画素電極の櫛歯の本数及び画素電極のスリットの本数は特に限定されない。また、画素電極の複数の櫛歯は、上記L1及びL2の幅を持つ2種類の櫛歯のみならず、例えば、L3、L4といった第三、第四の幅を持つ櫛歯を有していてもよい。

10

【0121】

実施形態4において、画素電極の櫛歯の幅L1、L2及びスリットの幅Sは、上記式(H1)～(H4)を満たした上で、更に、下記式(C1)～(C4)の条件をすべて満たすように設計されている。なお、上記複数の櫛歯のうち、少なくともいずれか2つの櫛歯が下記条件を満たしていればよいが、異なる幅を持つ櫛歯の数が3つ以上の場合は、最小の幅を持つ櫛歯の幅をL1、最大の幅を持つ櫛歯の幅をL2とする。

20

$0.92 < S_1 / L_2 < 1.44$ (C 1)
 $1.31 < S_2 / L_1 < 1.84$ (C 2)
 $L_1 < L_2$ (C 3)
 $S_1 = S_2 (= S)$ (C 4)

【0122】

なお、実施形態4においては、下記式(C5)～(C12)；

$S \leq 5.6 \mu\text{m}$ (C 5)
 $2.0 \mu\text{m} \leq S$ (C 6)
 $2.5 \mu\text{m} \leq L_1$ (C 7)
 $L_2 \leq 7.5 \mu\text{m}$ (C 8)
 $L_1 < 3.7 \mu\text{m}$ (C 9)
 $3.7 \mu\text{m} < L_2$ (C 10)
 $L_1 < 4.5 \mu\text{m}$ (C 11)
 $4.5 \mu\text{m} < L_2$ (C 12)

30

のいずれか又は全てを満たすことが好ましい。

【0123】

実施形態5

実施形態5の液晶表示装置は、画素電極の櫛歯の幅及びスリットの幅の設定が異なる点以外は、実施形態1と同様である。具体的には、実施形態5においては、画素電極のスリットについては、幅がSで固定されている。また、画素電極の櫛歯については、少なくとも幅が異なる2以上の櫛歯が形成され、少なくとも2つの櫛歯が、それぞれL1、L2の幅を有している。画素電極の櫛歯の本数及び画素電極のスリットの本数は特に限定されない。また、画素電極の複数の櫛歯は、上記L1及びL2の幅を持つ2種類の櫛歯のみならず、例えば、L3、L4といった第三、第四の幅を持つ櫛歯を有していてもよい。

40

【0124】

実施形態5において、画素電極のスリットの幅S1、S2及び櫛歯の幅Lは、上記式(H1)～(H4)を満たした上で、更に、下記式(D1)～(D8)の条件をすべて満たすように設計されている。なお、上記複数の櫛歯のうち、少なくともいずれか2つの櫛歯が

50

下記条件を満たしていればよいが、異なる幅を持つ櫛歯の数が3つ以上の場合は、最小の幅を持つ櫛歯の幅を L_1 、最大の幅を持つ櫛歯の幅を L_2 とする。

$$Y = aX^2 + bX + c \quad (D1)$$

$$Y = S_1 / L_2 \quad (D2)$$

$$X = S_2 / L_1 \quad (D3)$$

$$L_1 < L_2 \quad (D4)$$

$$S_1 = S_2 (= S) \quad (D5)$$

$$7.6a - 16.0 \quad (D6)$$

$$-22.5b - 13.1 \quad (D7)$$

$$6.35c - 8.55 \quad (D8)$$

10

【0125】

なお、実施形態5においては、下記式(D9)～(D16)；

$$S_5 = 6 \mu m \quad (D9)$$

$$2.0 \mu m \leq S \quad (D10)$$

$$2.5 \mu m \leq L_1 \quad (D11)$$

$$L_2 \leq 7.5 \mu m \quad (D12)$$

$$L_1 < 3.7 \mu m \quad (D13)$$

$$3.7 \mu m < L_2 \quad (D14)$$

$$L_1 < 4.5 \mu m \quad (D15)$$

$$4.5 \mu m < L_2 \quad (D16)$$

20

のいずれか又は全てを満たすことが好ましい。

【0126】

実施形態6

実施形態6の液晶表示装置は、画素電極の櫛歯の幅及びスリットの幅の設定が異なる点以外は、実施形態1と同様である。具体的には、実施形態6においては、画素電極のスリットについては、幅が異なる2以上のスリットが形成され、少なくとも2つのスリットが、それぞれ S_1 、 S_2 の幅を有している。また、画素電極の櫛歯については、少なくとも幅が異なる2以上の櫛歯が形成され、少なくとも2つの櫛歯が、それぞれ L_1 、 L_2 の幅を有している。画素電極の櫛歯の本数及び画素電極のスリットの本数は特に限定されない。また、画素電極の複数のスリットは、上記 S_1 及び S_2 の幅を持つ2種類のスリットのみならず、例えば、 S_3 、 S_4 といった第三、第四の幅を持つスリットを有していてもよい。更に、画素電極の複数の櫛歯は、上記 L_1 及び L_2 の幅を持つ2種類の櫛歯のみならず、例えば、 L_3 、 L_4 といった第三、第四の幅を持つ櫛歯を有していてもよい。

30

【0127】

実施形態6において、画素電極のスリットの幅 S_1 、 S_2 及び櫛歯の幅 L_1 、 L_2 は、上記式(H1)～(H4)を満たした上で、更に、下記式(E1)～(E4')の条件をすべて満たすように設計されている。なお、上記複数のスリットのうち、少なくともいずれか2つのスリットが下記条件を満たしていればよく、上記複数の櫛歯のうち、少なくともいずれか2つの櫛歯が下記条件を満たしていればよいが、異なる幅を持つスリットの数が3つ以上の場合は、最小の幅を持つスリットの幅を S_1 、最大の幅を持つスリットの幅を S_2 とし、異なる幅を持つ櫛歯の数が3つ以上の場合は、最小の幅を持つ櫛歯の幅を L_1 、最大の幅を持つ櫛歯の幅を L_2 とする。

40

$$0.92 < S_1 / L_2 < 1.58 \quad (E1)$$

$$1.31 < S_2 / L_1 < 1.84 \quad (E2)$$

$$S_1 < S_2 \quad (E3')$$

$$L_1 < L_2 \quad (E4')$$

【0128】

なお、実施形態6においては、下記式(E5)～(E8)；

$$2.0 \mu m \leq S_1 \leq 5.6 \mu m \quad (E5)$$

$$2.0 \mu m \leq S_2 \leq 7.5 \mu m \quad (E6)$$

50

2 . 0 μm L 1 4 . 5 μm (E 7)

2 . 0 μm L 2 7 . 5 μm (E 8)

のいずれか又は全てを満たすことが好ましい。

【符号の説明】

【 0 1 2 9 】

1 0 : T F T 基板

1 1 、 1 1 1 : 画素電極

1 1 a : スリット

1 1 b : 櫛歯

1 1 c : スリットの直線部

10

1 1 d : スリットの屈曲部

1 2 : 走査信号線

1 3 : データ信号線

1 4 : 共通信号線

1 5 、 1 1 5 : 共通電極

2 0 : 対向基板

2 1 : 支持基板

2 2 : ゲート絶縁膜

2 3 : パッシベーション膜

3 1 、 3 2 : コンタクト部

20

4 0 : 液晶層

4 1 : 液晶分子

5 3 : T F T

5 4 : 半導体層

5 5 a : ゲート電極

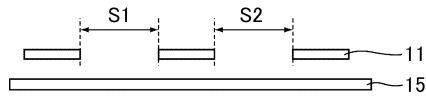
5 5 b : ソース電極

5 5 c : ドレイン電極

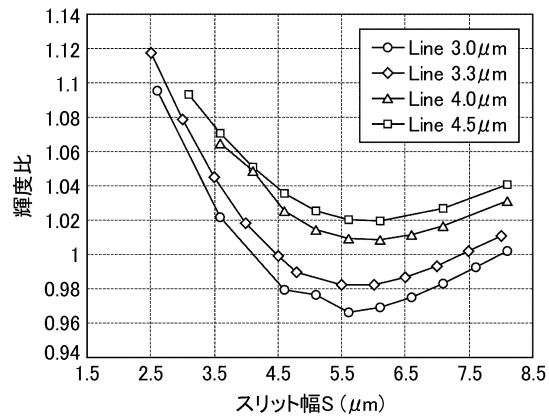
6 1 : 正極性の電圧が印加されるライン

6 2 : 負極性の電圧が印加されるライン

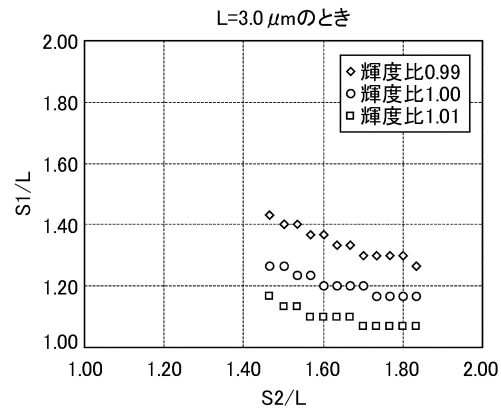
【図 1】



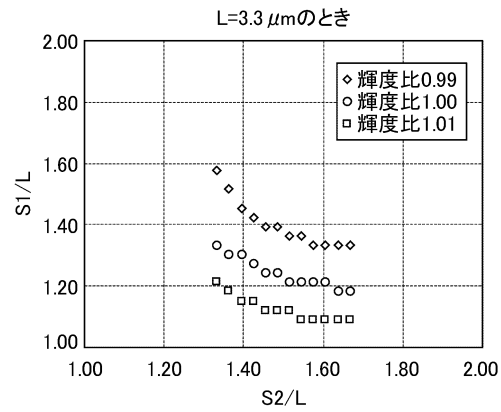
【図 2】



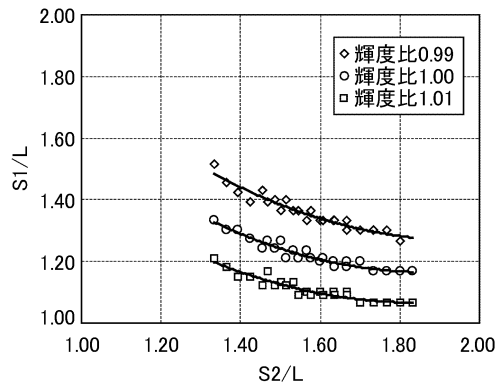
【図 3】



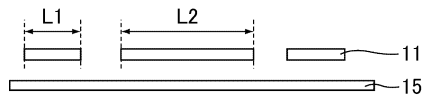
【図 4】



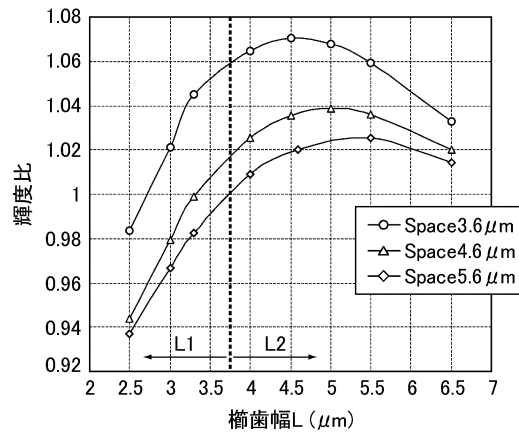
【図 5】



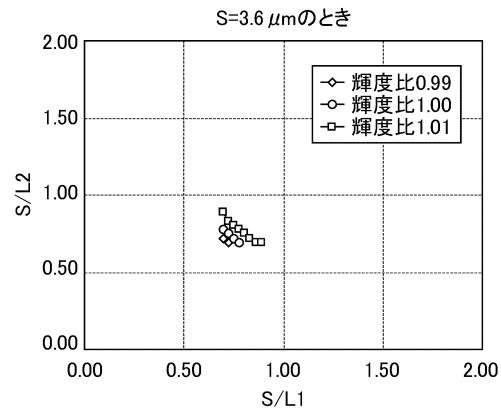
【図 6】



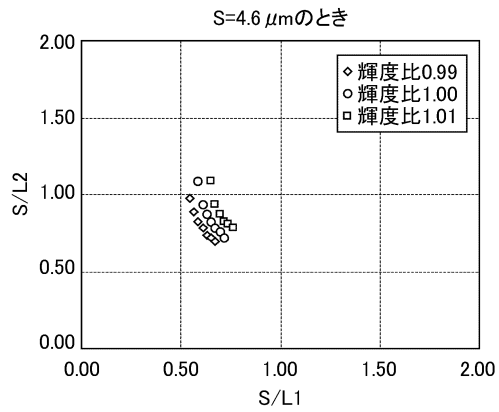
【図 7】



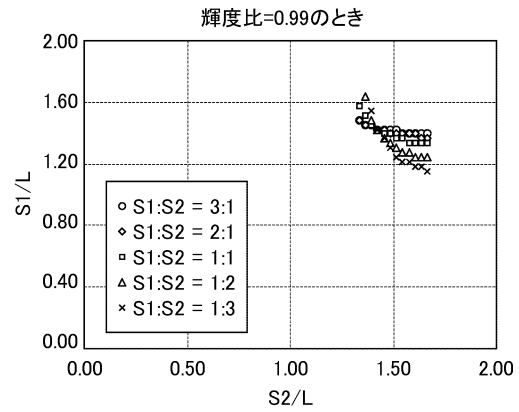
【図 8】



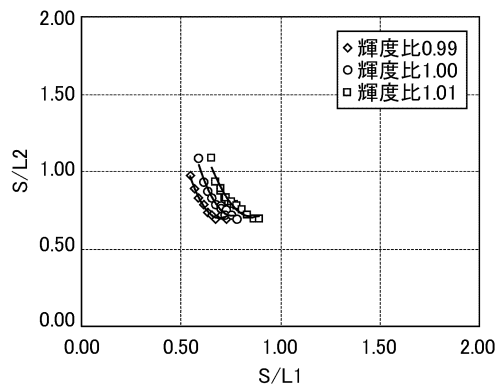
【図 9】



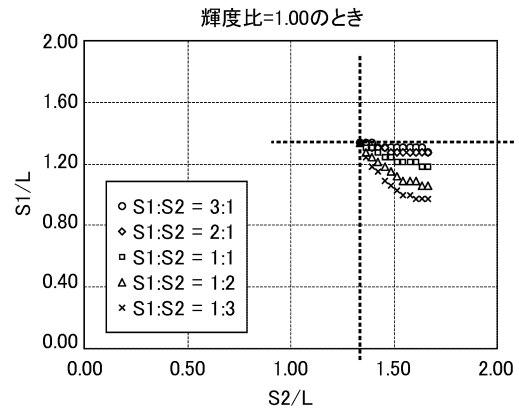
【図 1 1】



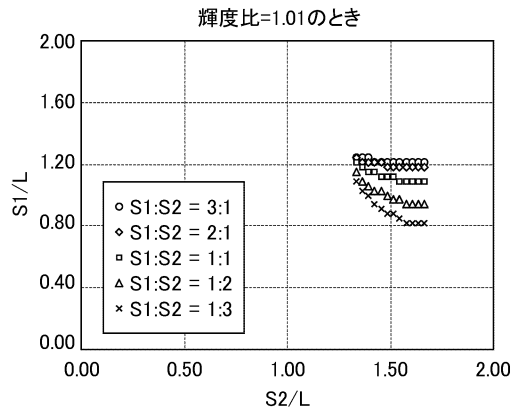
【図 1 0】



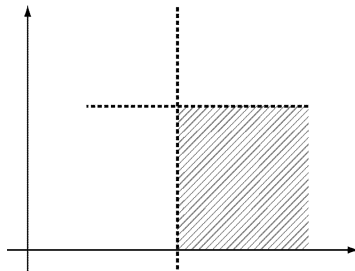
【図 1 2】



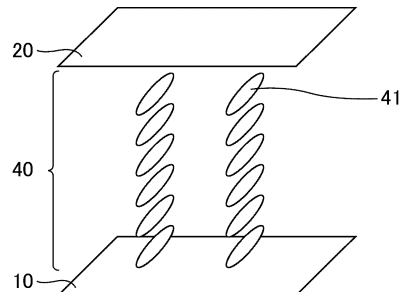
【図 1 3】



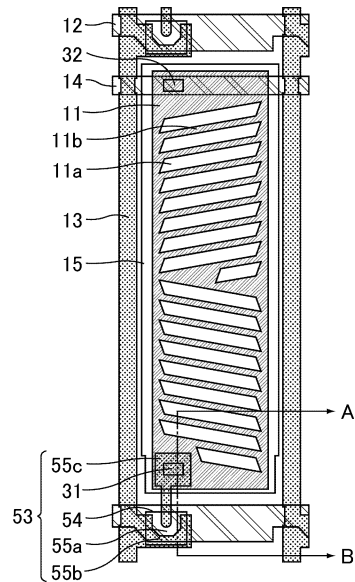
【図 1 4】



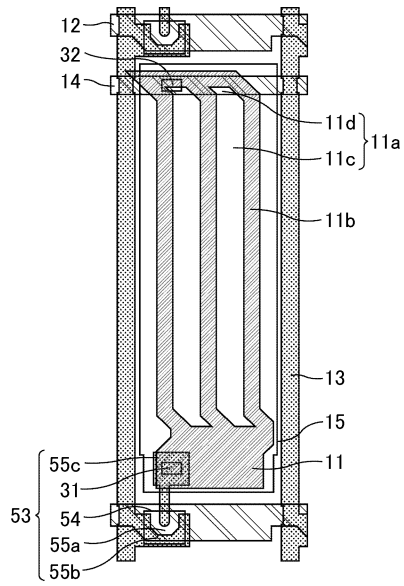
【図 1 5】



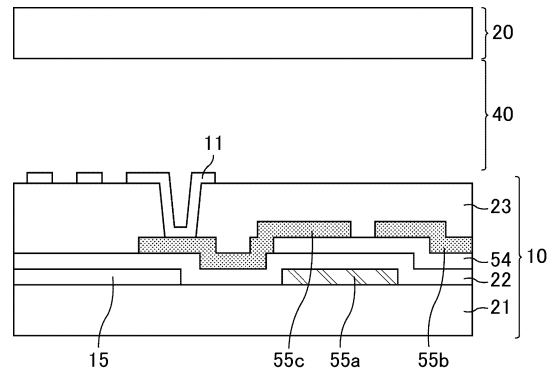
【図 1 6】



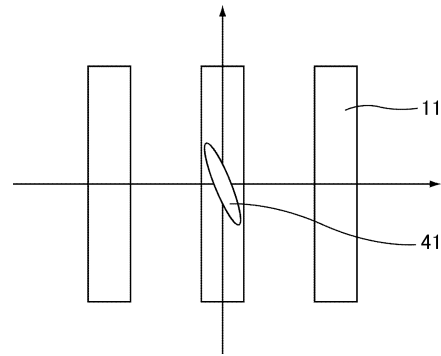
【図 17】



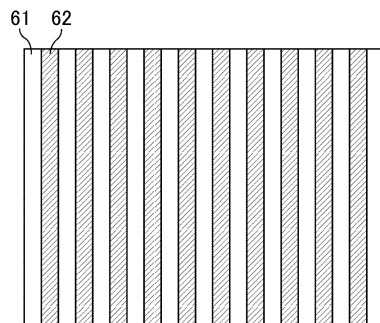
【図 18】



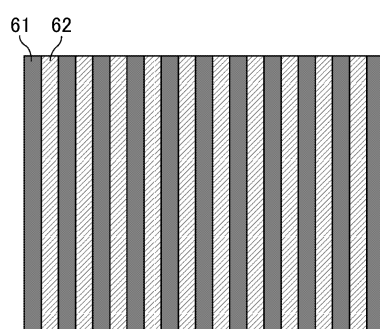
【図 19】



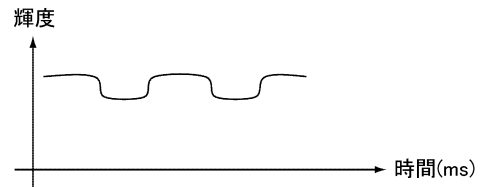
【図 20】



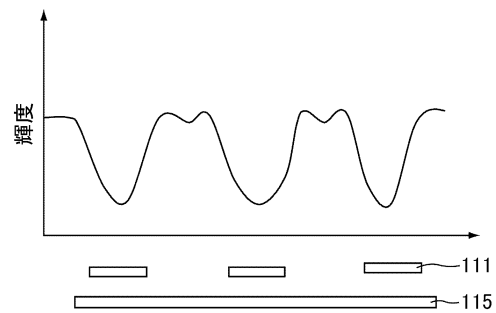
【図 21】



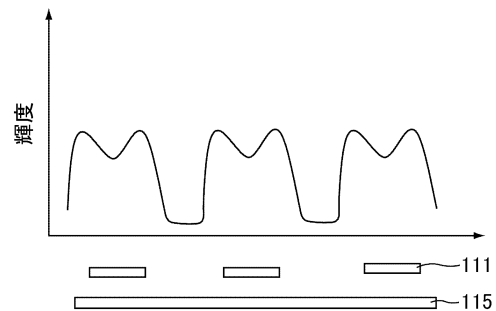
【図 22】



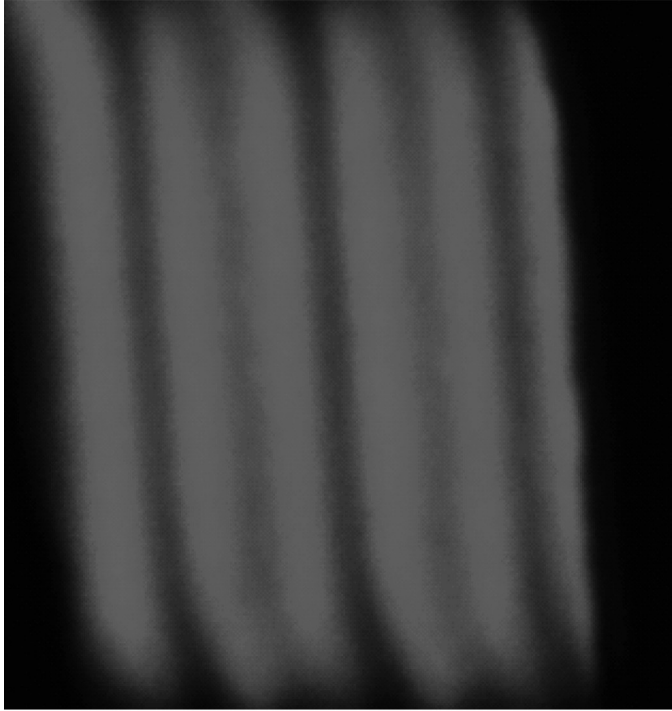
【図 25】



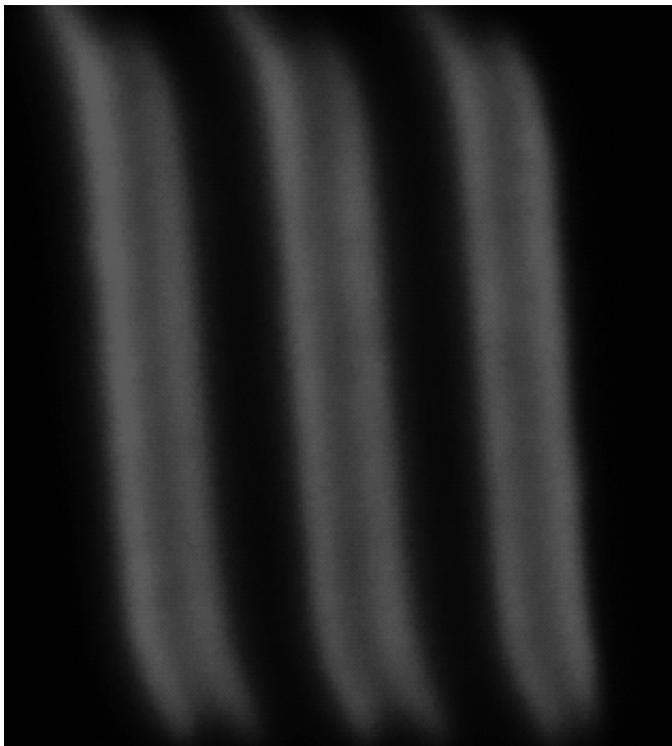
【図 26】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

審査官 小林 俊久

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2008/002122(US, A1)
特開2009-237022(JP, A)
米国特許出願公開第2010/207854(US, A1)
特開2009-251324(JP, A)
特開2012-129444(JP, A)
米国特許出願公開第2007/115417(US, A1)
特開2010-008874(JP, A)
米国特許出願公開第2011/075085(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1343
G02F 1/1368

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP5878979B2	公开(公告)日	2016-03-08
申请号	JP2014526878	申请日	2013-07-18
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	喜寿裕一 津田和彦 吉岡孝兼		
发明人	喜寿 裕一 津田 和彦 吉岡 孝兼		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1368		
CPC分类号	G02F1/134309 G02F1/133345 G02F1/1368 G02F2001/134372		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/1368		
优先权	2012165198 2012-07-25 JP		
其他公开文献	JPWO2014017364A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种能够抑制闪烁的发生的液晶显示装置。本发明的液晶显示装置包括一对基板和夹在所述一对基板之间的液晶层，其中所述一对基板中的至少一个包括至少两个相互平行的梳齿并且相互平行具有至少两个狭缝的第一电极，平板形第二电极，以及将第一电极和第二电极分隔成不同层的绝缘膜，其中至少两个梳齿其中，梳齿L1中的任一个的宽度，一个梳和L2，从至少两个狭缝，任一个缝隙S1的宽度，另一个是任意的任何其它宽度当一个狭缝的宽度是S2时，L1，L2，S1和S2满足公式 (H1) 至 (H6) 。

(21) 出願番号	特願2014-526878 (P2014-526878)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成25年7月18日 (2013. 7. 18)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/069458		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(87) 国際公開番号	WO2014/017364	(74) 代理人	110000914
(87) 国際公開日	平成26年1月30日 (2014. 1. 30)		特許業務法人 安富国際特許事務所
審査請求日	平成27年1月21日 (2015. 1. 21)	(72) 発明者	喜寿 裕一
(31) 優先権主張番号	特願2012-165198 (P2012-165198)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
(32) 優先日	平成24年7月25日 (2012. 7. 25)	(72) 発明者	津田 和彦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	吉岡 孝兼
			日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内

最終頁に続く