

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02010/137217

発行日 平成24年11月12日 (2012.11.12)

(43) 国際公開日 平成22年12月2日 (2010.12.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/1337 (2006.01)	GO2F 1/1337 525	2H090
GO2F 1/1368 (2006.01)	GO2F 1/1368	2H092

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

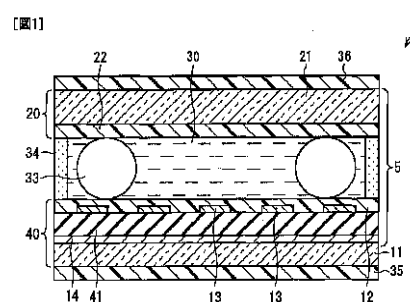
出願番号	特願2011-515847 (P2011-515847)	(71) 出願人	000005049
(21) 国際出願番号	PCT/JP2010/001756		シャープ株式会社
(22) 国際出願日	平成22年3月11日 (2010.3.11)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(31) 優先権主張番号	特願2009-131557 (P2009-131557)	(74) 代理人	110000338
(32) 優先日	平成21年5月29日 (2009.5.29)		特許業務法人原謙三国際特許事務所
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	石原 将市
			日本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	村田 充弘
			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	櫻井 猛久
			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】 液晶パネルおよび液晶表示装置

(57) 【要約】

液晶パネル(2)は、一対の基板(40・20)間に挟持されたp型液晶材料と、同一の基板(40)に設けられた、櫛歯状電極からなる画素電極(13)と、共通電極(14)とを備えている。p型液晶材料は、電界無印加時に基板面に垂直に配向する。櫛歯状電極の電極幅は5 μ m以下、電極間隔は15 μ m以下である。画素電極(13)および共通電極(14)は、p型液晶材料に、基板面に平行な電界を印加する。画素電極(13)と共通電極(14)との間には、駆動時に、7V以上の電圧が印加される。p型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積は、0.9以上、2.5以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の基板間に挟持された液晶材料と、櫛歯状電極を含み、基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極とを備え、上記液晶材料は p 型液晶材料を含み、電界無印加時に上記 p 型液晶材料が基板面に垂直に配向する液晶パネルにおいて、

上記櫛歯状電極の電極幅が $5\ \mu\text{m}$ 以下、電極間隔が $15\ \mu\text{m}$ 以下であり、

駆動時に、上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する電極間に $7\ \text{V}$ 以上の電圧が印加されるとともに、

上記 p 型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積が、 0.9 以上、 2.5 以下であることを特徴とする液晶パネル。

10

【請求項 2】

上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極が、上記一対の基板のうち一方の基板に設けられた画素電極および共通電極であり、

上記画素電極および共通電極のうち少なくとも画素電極が櫛歯状電極からなることを特徴とする請求項 1 記載の液晶パネル。

【請求項 3】

上記一対の基板のうち他方の基板に、表示領域全域を覆う共通電極がさらに設けられていることを特徴とする請求項 2 記載の液晶パネル。

【請求項 4】

上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極が、上記一対の基板のうち一方の基板に設けられた少なくとも 2 つの画素電極であり、

上記画素電極は櫛歯状電極からなり、互いに隣り合う画素電極間には、駆動時に互いに逆位相の電圧が印加されるとともに、

上記一対の基板のうち少なくとも一方の基板に共通電極が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の液晶パネル。

20

【請求項 5】

上記一方の基板は、ゲートライン 1 本に対し複数倍の本数のデータラインを備えるとともに、各データラインとゲートラインとの交差部毎にスイッチング素子が設けられており、

、

互いに隣り合う上記画素電極は、ゲートラインに沿って互いに隣り合うスイッチング素子に接続されており、

1 画素に、ゲートラインに沿って互いに隣り合う少なくとも 2 つのスイッチング素子および該スイッチング素子にそれぞれ接続された少なくとも 2 つの画素電極を備えていることを特徴とする請求項 4 記載の液晶パネル。

30

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の液晶パネルを備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶パネルおよび液晶表示装置に関するものであり、より詳しくは、電圧印加により液晶層をベンド変形させることにより光の透過を制御する液晶パネルおよび液晶表示装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、薄型、軽量、低消費電力を特徴とし、様々な分野で広く用いられている。液晶表示装置の表示性能は、年月の経過に伴って格段に進歩してきており、いまや CRT（陰極線管）を凌ぐほどまでになっている。

【0003】

液晶表示装置の表示方式は、液晶セル内で液晶をどのように配列させるかによって決定

50

される。液晶表示装置の表示方式としては、各種表示方式が知られている。そのなかの一つに、液晶分子が電圧無印加時に基板に垂直方向に配向する垂直配向セルに、櫛歯状電極を使用して基板面に平行な電界（いわゆる横電界）を印加する表示方式がある。

【 0 0 0 4 】

上記表示方式では、垂直配向による高コントラスト性を保ちながら横電界により駆動させることで液晶分子の配向方位を規定する。このため、上記表示方式は、優れた視野角特性を有している。

【 0 0 0 5 】

このような表示方式の一つとして、例えば、非特許文献 1 には、V A - I P S モードと称される表示方式が開示されている。非特許文献 1 には、V A - I P S モードは、視角による色シフトが少ないことが開示されている。

10

【 0 0 0 6 】

図 1 7 の (a) は、非特許文献 1 に記載の V A - I P S モードを用いた液晶セルの要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図 1 7 の (b) は、図 1 7 の (a) に示す各電極における印加電圧のタイミングチャートである。

【 0 0 0 7 】

非特許文献 1 に記載の液晶セルは、図 1 7 の (a) に示すように、櫛歯状電極として画素電極 3 0 2 ・ 3 0 3 が設けられた基板 3 0 1 に対向する基板 3 1 1 に、ベタ状の共通電極 3 1 2 が設けられた構成を有している。非特許文献 1 は、図 1 7 の (b) に示すように、画素電極 3 0 2 と画素電極 3 0 3 とに逆位相の電圧を印加することで、上記液晶セルに横電界を印加している。

20

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 In Young Cho, Sung Min kim, Seong Jin Hwang, Woo Il Kim, Mi Youn g Kim, Jong Ho Son, Jae Jin Ryu, Kyeong hyeon Kim, and Seung Hee Lee, “ New Vertical Alignment Liquid Crystal Device with Fast response Time and Small Color Shift ” , IDRC No.11.2, 2008, p.246-248 .

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 0 9 】

このように垂直配向セルに横電界を印加する表示方式は、上記したように垂直配向に起因する高いコントラスト並びに優れた視野角特性を有する反面、光透過率が低いという課題を有している。

【 0 0 1 0 】

このため、上記表示方式を用いた液晶パネル並びに液晶表示装置は、未だ実用化されていないのが現状である。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、上記したように垂直配向セルに横電界を印加する表示方式において実用的な光透過率を得ることができる液晶パネルおよび液晶表示装置を提供することにある。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

上記した状況のもと、本願発明者らは、パネル構成および使用する液晶材料の物性を変更することで、ベンド配列の程度（ベンド配列した p 型液晶分子の曲げの度合い）を任意に制御することができるとともに、ベンド配列の程度を制御することで、実用的な光透過率を得ることができることを見出した。

【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明にかかる液晶パネルは、上記課題を解決するために、一対の基板間に挟持された液晶材料と、櫛歯状電極を含み、基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加す

50

る複数の電極とを備え、上記液晶材料はp型液晶材料を含み、電界無印加時に上記p型液晶材料が基板面に垂直に配向する液晶パネルにおいて、上記櫛歯状電極の電極幅が $5\mu\text{m}$ 以下、電極間隔が $15\mu\text{m}$ 以下であり、駆動時に、上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する電極間に 7V 以上の電圧が印加されるとともに、上記p型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積($\Delta\epsilon \cdot \Delta n$)が、 0.9 以上、 2.5 以下であることを特徴としている。

【0014】

なお、本発明において、「基板面に平行な電界を印加する」とは、「少なくとも、基板面に平行な成分を有する電界を印加する」ことを示す。また、「上記p型液晶材料が基板面に垂直に配向する」とは、「上記p型液晶材料が、少なくとも、基板面に垂直な配向成分を有している」ことを示す。すなわち、上記「平行」および「垂直」には、「略平行」、「略垂直」も含まれる。

10

【0015】

本発明にかかる液晶パネルは、上記したように、液晶分子が駆動時(電圧印加時)に垂直配向する垂直配向セルに横電界を印加する表示方式を用いている。このため、ベンド配向に基づく高速応答性、自己補償型配列による広視野角、垂直配向に起因する高コントラストを得ることができるという利点を有するとともに、構造がシンプルであり、製造が容易で、安価に製造することができるという利点を有している。

【0016】

このような表示方式を用いた液晶パネルは、上記した利点を有する一方、その原理上、透過率が低いという問題点を有している。

20

【0017】

しかしながら、本発明によれば、上記したように液晶材料の物性値およびパネル構成を変更することで、上記したように垂直配向セルに横電界を印加する表示方式において、 60% を超える実用的な透過率を得ることができるとともに、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が大きな液晶材料を使用することが可能となる。

【0018】

このため、液晶粘性を低減させることができるので、確実に高速応答を実現することができる。また、パネル位相差 $\Delta n d$ を大きくすると視野角特性が悪くなる。このため、実用的には、 Δn を大きくするよりも、信頼性が低下しない範囲で $\Delta\epsilon$ を大きくすることが望ましい。したがって、本発明によれば、視野角特性並びに信頼性を維持したまま、透過率および応答速度を向上させることができる。

30

【0019】

したがって、上記の構成によれば、従来よりも透過率が高く、しかも、MVAモードやIPSモードと同等の広視野角特性と、OCBモード並、あるいはそれ以上の高速応答性と、高コントラスト特性とを同時に実現することができる実用的な液晶パネルを提供することができる。

【0020】

また、本発明にかかる液晶表示装置は、上記課題を解決するために、本発明にかかる上記液晶パネルを備えていることを特徴としている。

40

【0021】

したがって、本発明によれば、従来よりも透過率が高く、しかも、高速応答性、広視野角特性、高コントラスト特性を同時に実現することができる実用的な液晶表示装置を提供することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明にかかる液晶パネルおよび液晶表示装置は、以上のように、垂直配向による高コントラスト性を保ちながら、基板面に平行な、いわゆる横電界により駆動させることで、単純な画素構成によって、広視野角特性並びに高コントラスト特性を実現することができる。また、初期ベンド転移操作が不要であり、実用的なベンド配向を実現することができ

50

る。

【 0 0 2 3 】

そして、特に、基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する電極が、上記したように櫛歯状電極を備え、上記櫛歯状電極の電極幅を $5\ \mu\text{m}$ 以下、電極間隔を $15\ \mu\text{m}$ 以下とし、駆動時に、上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する電極間に $7\ \text{V}$ 以上の電圧が印加されるとともに、上記 p 型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積 ($\Delta\epsilon \cdot \Delta n$) を 0.9 以上、 2.5 以下とすることで、 60% を越える実用的な透過率を得ることができるとともに、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が大きな液晶材料を使用することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

このため、液晶粘性を低減させることができるので、確実に高速応答を実現することができる。また、上記したように誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が大きな液晶材料を使用することができるので、視野角特性並びに信頼性を維持したまま、透過率および応答速度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の実施の一形態にかかる液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す分解斜視図である。

【図 2】本発明にかかる液晶表示装置の概略構成の一例を模式的に示す分解断面図である。

【図 3】本発明の表示方式で駆動される液晶パネルの基本構成を模式的に示す分解斜視図である。

【図 4】本発明の表示方式で駆動される液晶パネルの基本構成を模式的に示す断面図である。

【図 5】図 4 に示す液晶パネルの偏光板の透過軸方位と電界印加方向との関係を示す図である。

【図 6】(a)・(b) は、図 4 に示す液晶パネルにおける p 型液晶分子の回転の様子を示す図であり、(a) は、電界無印加時における上記液晶パネルの要部の斜視図であり、(b) は、電界印加時における上記液晶パネルの要部の斜視図である。

【図 7】本発明の表示方式を用いた液晶セルに $3.5\ \text{V}$ の電圧を印加したときの、該液晶セル内の p 型液晶分子のダイレクタ分布の一例を示す図である。

【図 8】本発明の表示方式を用いた液晶セル内の透過率分布と位相差分布との関係の一例を示すグラフである。

【図 9】図 8 とは電極間隔が異なる液晶セル内の透過率分布と位相差分布とを示すグラフである。

【図 10】(a) は、本発明の他の実施形態にかかる液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、(b) は、(a) に示す各電極における印加電圧のタイミングチャートである。

【図 11】図 10 の (a)・(b) に示す画素電極に、それぞれ $+6\ \text{V}$ あるいは $-6\ \text{V}$ の電圧を印加したときの液晶セル内の p 型液晶分子のダイレクタ分布並びに等電位曲線を示す図である。

【図 12】本発明のさらに他の実施の形態にかかる液晶パネルの要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図 13】実施例 4 で作製した液晶パネルに $8\ \text{V}$ の電圧を印加したときの液晶セル内の電界分布と液晶ダイレクタ分布とを示す図である。

【図 14】本発明のさらに他の実施の形態にかかる液晶パネルで用いられる電極基板の 1 画素の概略構成を模式的に示す平面図である。

【図 15】図 14 に示す各電極の等価回路である。

【図 16】図 14 に示す画素電極、ゲートライン、および共通電極に印加される印加電圧のタイミングチャートである。

10

20

30

40

50

【図 17】(a)は、非特許文献 1 に記載の V A - I P S モードを用いた液晶セルの要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、(b)は、(a)に示す各電極における印加電圧のタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

まず、本発明にかかる液晶パネルおよび液晶表示装置で用いる表示方式について、その基本構成と併せて以下に説明する。

【0027】

本発明で用いる表示方式は、垂直配向セルに、櫛歯状構造を有する櫛歯状電極を用いて基板面に平行な電界（横電界）を印加することで、セル内に弓なり状（ベンド状）の液晶配向分布を形成する方式（以下、「本モード」と記す）である。

10

【0028】

図 2 は、本発明にかかる液晶表示装置の概略構成の一例を模式的に示す分解断面図である。また、図 3 は、本モードで駆動される液晶パネルの基本構成を模式的に示す分解斜視図である。図 4 は、本モードで駆動される液晶パネルの基本構成を模式的に示す断面図である。

【0029】

なお、以下の説明においては、表示面側（観察者側の基板）を上側の基板とし、他方の基板を下側の基板として説明する。

【0030】

20

図 2 に示すように、本発明にかかる液晶表示装置 1 は、液晶パネル 2、駆動回路 3、およびバックライト 4（照明装置）を備えている。上記駆動回路 3 およびバックライト 4 の構成は従来と同じである。したがって、これらの構成については、その説明を省略する。

【0031】

図 2 ～ 図 4 に示すように、上記液晶パネル 2 は、電極基板（アレイ基板、素子基板）および対向基板として、互いに対向して設けられた一对の基板 10・20 を備えている。これら一对の基板 10・20 間には、表示用の媒質層として、p 型液晶材料を含む液晶層 30 が挟持されている。

【0032】

30

上記一对の基板 10・20 は、それぞれ、絶縁性を有する絶縁基板を備えている。上記一对の基板 10・20 のうち少なくとも一方の基板は、上記絶縁基板として、ガラス基板等の透明基板を備えている。以下、上記一对の基板 10・20 が、絶縁基板として、ガラス基板 11・21 を備えているものとして説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0033】

上記一对の基板 10・20 における他方の基板との対向面には、図 3 および図 4 に示すように、いわゆる垂直配向膜と称される配向膜 12・22 がそれぞれ設けられている。

【0034】

垂直配向膜は、電界無印加時に液晶層の液晶分子を基板面に垂直に配向させる配向膜である。なお、上記「垂直」には、「略垂直」も含まれる。

40

【0035】

このため、上記液晶層 30 における p 型液晶分子 31 は、電圧無印加時に、図 3 に示すように、ホメオトロピック配向を示している。なお、上記 p 型液晶分子 31 は、電圧印加により、ホメオトロピック配向からベンド配列へと連続的に変化する。すなわち、通常の駆動においては、液晶層 30 は常にベンド配列を呈し、階調応答で高速応答が可能となる。

【0036】

また、上記基板 10・20 のうち一方の基板は、前記したように、上記液晶層 30 に、いわゆる横電界と称される、基板面に平行な電界を印加するための電界印加手段を備えている。なお、上記「平行」には「略平行」も含まれる。

50

【 0 0 3 7 】

上記基板 1 0 ・ 2 0 は、前記したように、それぞれ、ガラス基板 1 1 ・ 2 1 を備えている。そのうち、上記基板 1 0 におけるガラス基板 1 1 上には、液晶層 3 0 に横電界を印加する電界印加手段として、画素電極 1 3 および共通電極 1 4 が設けられている。これら画素電極 1 3 および共通電極 1 4 の少なくとも一方は、前記したように櫛歯状構造を有している。これら画素電極 1 3 および共通電極 1 4 は、例えば、ITO（インジウム錫酸化物）等の透明電極材料からなっているてもよく、アルミニウム等の金属からなっているてもよい。これら画素電極 1 3 および共通電極 1 4 の材質は、特に限定されるものではない。

【 0 0 3 8 】

配向膜 1 2 は、これら画素電極 1 3 および共通電極 1 4 を覆うように設けられている。なお、上記配向膜 1 2 ・ 2 2 の材料並びに形成方法は特に限定されるものではない。上記配向膜 1 2 ・ 2 2 は、例えば、上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 上に、垂直配向規制力を有する公知の配向膜材料を塗布することで形成することができる。

【 0 0 3 9 】

なお、上記電極基板および対向基板としては、例えば、TFTアレイ基板等のアレイ基板や、カラーフィルタ基板等を用いることができるが、本発明は、これに限定されるものではない。

【 0 0 4 0 】

また、図 2 ～ 図 4 に示すように、これら一对の基板 1 0 ・ 2 0 における上記液晶層 3 0 との対向面とは反対側の面には、偏光板 3 5 ・ 3 6 がそれぞれ設けられている。

【 0 0 4 1 】

また、上記基板 1 0 ・ 2 0 と偏光板 3 5 ・ 3 6 との間には、図 2 に示すように、必要に応じて位相差板 3 7 ・ 3 8 がそれぞれ設けられている。但し、上記位相差板 3 7 ・ 3 8 は、上記液晶パネル 2 の一方の面にのみ設けられていてもよい。また、正面透過光のみを利用する表示装置の場合には、位相差板 3 7 ・ 3 8 は必ずしも必須ではない。

【 0 0 4 2 】

上記液晶パネル 2 における液晶セル 5 は、例えば、図 4 に示すように、上記基板 1 0 と基板 2 0 とを、スペーサ 3 3 を介してシール剤 3 4 によって貼り合わせ、両基板 1 0 ・ 2 0 間の空隙に、液晶材料として p 型液晶材料を含む媒質を封入することにより形成される。上記 p 型液晶材料としては、例えば p 型ネマチック液晶材料が挙げられる。

【 0 0 4 3 】

上記液晶パネル 2 は、液晶セル 5 に、上記したように位相差板 3 7 ・ 3 8 および偏光板 3 5 ・ 3 6 を貼り合わせることで形成される。

【 0 0 4 4 】

上記偏光板 3 5 ・ 3 6 の透過軸方位と電界印加方向との関係を図 5 に示す。図 5 に示すように、上記偏光板 3 5 ・ 3 6 は、上記偏光板 3 5 ・ 3 6 の透過軸方位が互いに直交し、かつ、電界印加方向と 4 5 度をなすように配置される。

【 0 0 4 5 】

次に、上記した本モードについて説明する。

【 0 0 4 6 】

図 6 の (a) ・ (b) に、本モードにおける電界印加による p 型液晶分子 3 1 の回転の様子を、液晶ダイレクタの方向により示す。図 6 の (a) は、電界無印加時における上記液晶パネル 2 の要部の斜視図であり、図 6 の (b) は、電界印加時における上記液晶パネル 2 の要部の斜視図である。

【 0 0 4 7 】

本モードでは、前記したように、櫛歯状電極を用いることで基板面に平行な電界を印加する。p 型液晶分子 3 1 は、液晶セル 5 内の電界強度分布、および界面からの束縛力に応じて配列する。

【 0 0 4 8 】

本モードでは、図 6 の (a) に示すように、電界無印加時には、p 型液晶分子 3 1 は基

10

20

30

40

50

板面に垂直に配向している。一方、電界印加時には、画素電極 1 3 と共通電極 1 4 との間の電気力線が半円状に湾曲し、p 型液晶分子 3 1 は、図 6 の (b) に示すように、基板厚み方向に弓なりにベンド配列する。この結果、基板面に垂直な方向に進行する光に対して複屈折性を示す。

【 0 0 4 9 】

本モードでは、このように、垂直配向による高コントラスト性を保ちながら横電界駆動することで、p 型液晶分子 3 1 の配向方位を規定している。このため、MVA モードのような突起物による配向制御が不要であり、単純な画素構成で優れた視野角特性を有している。

【 0 0 5 0 】

また、上記したように垂直配向モードにおいて p 型液晶材料を使用し、横電界駆動を行うことで、電界印加により、ベンド状 (弓なり状) の電界が形成され、互いにダイレクタ方位が 1 8 0 度異なる 2 つのドメインが形成されるとともに、これに伴い、広い視野角特性を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

このように、本モードは、ベンド配向に基づく高速応答性、自己補償型配列による広視野角、垂直配向に起因する高コントラストを得ることができるという利点を有するとともに、構造がシンプルであり、製造が容易で、安価に製造することができるという利点を有している。

【 0 0 5 2 】

しかしながら、本モードは、原理上、櫛歯状電極の中央部および櫛歯状電極間に暗線が形成されるため、液晶セル 5 全体の光透過率は高くない。

【 0 0 5 3 】

図 7 に、本モードを用いた液晶セル 5 に 3 . 5 V の電圧を印加したときの、該液晶セル 5 内の p 型液晶分子 3 1 のダイレクタ分布の一例を示す。

【 0 0 5 4 】

図 7 より、櫛歯状電極 (画素電極 1 3 、共通電極 1 4) の上方よりも、櫛歯状電極が存在しない領域の方がベンド変形の程度が大きく、光変調率が大きいことが判る。

【 0 0 5 5 】

図 6 の (b) および図 7 に示すように、本モードが、基板面に平行な電界を印加する IPS モードや OCB モード等の他の表示モードと異なる大きな点は、上記したように櫛歯状電極の中央および櫛歯状電極間の中央の p 型液晶分子 3 1 が常に垂直に配向している点である。このように、本モードでは、櫛歯状電極の中央および櫛歯状電極間の中央では光が透過しない。

【 0 0 5 6 】

図 8 に、p 型液晶材料として「MLC - 6 2 6 2」(商品名、メルク株式会社製、 $\Delta \epsilon = 1 8 . 5$ 、 $\Delta n = 0 . 1 4 5 0$) を使用し、電極幅 $L = 4 \mu m$ 、電極間隔 $S = 4 \mu m$ 、電極厚み $1 0 0 nm$ 、セルギャップ $d = 4 \mu m$ の液晶セル 5 に電界を印加した時の液晶セル 5 内の透過率分布と位相差分布とを示す。なお、測定は室温 (2 5) にて行った。また、図 9 に、電極間隔 $S = 1 2 \mu m$ とした以外は、図 8 と同じ条件で測定した液晶セル 5 内の透過率分布と位相差分布とを示す。

【 0 0 5 7 】

なお、これら測定には、波長 $5 5 0 nm$ の測定光を使用し、画素電極 1 3 と共通電極 1 4 との間には、1 2 V の電圧を印加した。また、図 8 および図 9 に、測定位置に対する画素電極 1 3 と共通電極 1 4 との位置を、二点鎖線にて示す。

【 0 0 5 8 】

図 8 および図 9 に示すように、電圧の印加により位相差 ($\Delta n d$) が大きくなり、透過率も上昇する。しかしながら、位相差が $\lambda / 2$ (本測定では $2 7 5 nm$ に相当) を越えた部分は透過率が減少する。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

以上の結果から、透過率を高めるためには、電圧の印加により位相差をできるだけ大きくする必要がある。

【 0 0 6 0 】

しかしながら、本モードでは、IPSモードとは異なり、表示面内一様に液晶分子が回転しない。また、OCBモードとは異なり、表示領域内に形成される多数の暗線が一種の壁となり、液晶分子の回転が規制される。このため、通常の駆動電圧では、十分な位相差が発現されない。

【 0 0 6 1 】

また、たとえ駆動電圧を高くして十分な位相差を得ることができたとしても、図8および図9から、位相差を必要以上に大きくすると $\lambda/2$ を越えてしまい、却って透過率が下がるのが判る。したがって、単に駆動電圧を高くするだけでは、優れた表示特性を得ることはできない。

【 0 0 6 2 】

位相差は電圧の印加によって液晶分子が回転することによって発現する。しかしながら、上記したように位相差に最適な範囲が存在するということは、液晶物性値（具体的には $\Delta\epsilon$ 、 Δn ）にも最適な範囲が存在することを意味する。

【 0 0 6 3 】

また、図8および図9との比較から判るように、電極間隔 S を大きくすることにより光透過率は向上する。しかしながら、電界強度が小さくなるため、応答特性は低下する。なお、本モードそのものは高速な表示モードであるため、実用的には、応答特性と透過率とのバランスを考慮して電極幅 L および電極間隔 S を決定する必要がある。

【 0 0 6 4 】

上記した状況のもと、本願発明者らは、パネル構成および使用する液晶材料の物性を変更することで、ベンド配列の程度を任意に制御することができるとともに、ベンド配列の程度を制御することで、実用的な光透過率を得ることができるとを見出した。

【 0 0 6 5 】

特に、本発明では、通常の駆動電圧では十分な位相差が発現されないことに鑑み、駆動側の改善を取り入れ、液晶層30に横電界を印加する電極間に印加される電圧を、通常の液晶表示装置での駆動条件（ $V_p = 6 \sim 7 V$ ）よりも大きくして高電圧駆動を行った場合に好適な液晶物性値を規定することで、実用的な光透過率を達成することに成功した。

【 0 0 6 6 】

本願発明者らの検討によれば、ベンド配列の程度は、液晶材料の物性（誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積）に依存する。また、ベンド配列の程度は、櫛歯状電極の電極幅 L 、電極間隔 S によっても変化する。つまり、ベンド配列の程度は、上記液晶セル5内の電界強度の分布によって任意に制御することができる。

【 0 0 6 7 】

本発明によれば、一对の基板間に挟持された液晶材料と、櫛歯状電極を含み、基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極とを備え、上記液晶材料がp型液晶材料を含み、電界無印加時に上記p型液晶材料が基板面に垂直に配向する液晶パネルにおいて、上記櫛歯状電極の電極幅が $5 \mu m$ 以下、電極間隔が $15 \mu m$ 以下であり、駆動時に、上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する電極間に $7 V$ 以上の電圧が印加されるとともに、上記p型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積（ $\Delta\epsilon \cdot \Delta n$ ）を、 0.9 以上、 2.5 以下の範囲内とすることで、 60% を越える実用的な透過率を得ることができる。

【 0 0 6 8 】

なお、上記「ベンド配列の程度」とは、図6の（b）に示すようにベンド配列したp型液晶分子31の曲げの度合い（以下、「曲率」と記す）を示す。

【 0 0 6 9 】

本発明において高電圧駆動を行う手段としては、例えば、（1）高耐圧ドライバを用いる方法、（2）画素電極と共通電極とに逆位相の電圧を印加することで、実効的に、信号

10

20

30

40

50

電圧の 2 倍の電圧をこれら電極間に印加する方法、等が挙げられる。

【 0 0 7 0 】

上記したように、本モードでは、パネル構成および使用する液晶材料の物性を変更することで、ベンド配列の程度を大きくすることができ、高い光透過率を得ることができる。また、本発明によれば、上記したようにベンド配列の程度を任意に制御することができることから、OCBモードと同様にフロー効果を利用して高速な応答特性を達成することができる。

【 0 0 7 1 】

つまり、上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 によって上記液晶材料に横電界を印加すると、上記液晶材料は、回転とベンド変形とを行う。このとき、図 7 に示すように、液晶層 3 0 中に、液晶分子の流れ（フロー）が発生するが、ディスクリネーションラインを対称に逆回りの回転がおこり、ディスクリネーションライン付近では同一方向のトルクが作用する。

10

【 0 0 7 2 】

つまり、上記液晶パネル 2 では、TNモードやMVAモードのように液晶層 3 0 中のフローがお互いの動きを阻害しない。逆に、図 7 に示すように、OCBモードと同様に、液晶分子が動こうとする時、それをアシストする方向に液晶分子のフローが働くため、高速な応答が可能となる。

【 0 0 7 3 】

なお、OCBモードでは、臨界駆動電圧よりも少し高い電圧でスプレィ配向からベンド配向に転移し、このときのベンド配向が最大の曲率を示す。このため、OCBモードでは、この最大の曲率を示すベンド配向と、高電圧印加時の緩やかなベンド配向との間で階調表示が行われる。

20

【 0 0 7 4 】

これに対して、本モードでは、高電圧印加時の曲率の大きなベンド配向と、電圧無印加時の垂直配向との間で階調表示が行われる。このときの最大曲率は、印加電圧に依存し、電界強度が大きければ大きいほど大きくなる。したがって、本モードでは、上記したように印加電圧レベルを上げて高電圧駆動を行うことで、OCBモード以上の最大曲率を得ることができ、OCBモード以上の高速応答を達成することができる。また、上記したように印加電圧レベルを上げて高電圧駆動を行うことで、 $\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$ 値を下げることができ、この結果、低粘性液晶材料を使用することができる。したがって、上記したように、印加電圧レベルを上げて高電圧駆動を行うことは、高速応答化に適している。

30

【 0 0 7 5 】

そこで、以下に、このように高電圧駆動を行う場合に好適な液晶物性値並びにパネル構成について、本発明の実施の各種形態と併せてより具体的に説明する。

【 0 0 7 6 】

なお、以下の説明では、本発明の実施の各種形態として、図 3 および図 4 に示した基本構成の液晶パネル 2 に対する変形例について例示するとともに、そのような変形例を用いて検証を行った結果について説明する。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではなく、図 3 および図 4 に示した基本構成において、高耐圧ドライバを使用して高電圧駆動を行ってもよいことは、言うまでもない。

40

【 0 0 7 7 】

なお、以下の検証において、透過率は、何れも、2 枚の偏光板の透過軸が平行になるように貼合して得られる素子の電圧無印加時の光透過率を 1 0 0 (%) と定義したときの光透過率を示す。

【 0 0 7 8 】

〔 実施の形態 1 〕

本発明の一実施形態について図 1 に基づいて説明すれば以下の通りである。

【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態では、主に、図 3 および図 4 に示した基本構成の液晶パネル 2 との相

50

違点について説明するものとし、図 3 および図 4 に示した液晶パネル 2 と同様の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 8 0 】

図 1 は、本実施形態にかかる液晶パネル 2 の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【 0 0 8 1 】

本実施形態にかかる液晶パネル 2 は、図 3 および図 4 に示す基板 1 0 に代えて図 1 に示す基板 4 0 を備えていることを除けば、図 3 および図 4 に示す液晶パネル 2 と同様の構成を有している。

【 0 0 8 2 】

上記基板 4 0 は、ガラス基板 1 1 上に、共通電極 1 4、誘電体層 4 1、画素電極 1 3、配向膜 1 2 が、この順に設けられた構成を有している。なお、これら各構成要素には、図 3 および図 4 に示す液晶パネル 2 と同様の材質を用いることができる。

【 0 0 8 3 】

上記共通電極 1 4 はベタ状の電極であり、ガラス基板 1 1 上に、上記基板 4 0 における表示領域（すなわち、シール剤 3 4 で囲まれた領域）を覆うように、ガラス基板 1 1 における基板 2 0 との対向面のほぼ全面に渡って形成されている。

【 0 0 8 4 】

上記誘電体層 4 1 は、上記共通電極 1 4 を覆うように、上記共通電極 1 4 上に形成されている。なお、上記誘電体層 4 1 の厚みは、プロセス性の観点より、およそ $1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ が好ましい。また、誘電率 ε の範囲としては、電界制御により基板界面近傍の液晶を効率よく回転させるためには、3 ~ 7 が適格である。なお、上記誘電体層 4 1 としては、アクリル樹脂等の有機系の誘電体層であってもよいし、窒化ケイ素（ SiN_x ）等の無機系の誘電体層であってもよい。

【 0 0 8 5 】

上記画素電極 1 3 は、櫛歯状電極である。上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 は、上記液晶層 3 0 に横電界を印加するための電界印加手段として用いられる。

【 0 0 8 6 】

上記配向膜 1 2 は、上記画素電極 1 3 を覆うように、上記誘電体層 4 1 上に設けられている。

【 0 0 8 7 】

以下に、本モードにおいて、実用的な透過率を得るために好適な液晶物性値について検証した結果を、図 1 に示す液晶パネル 2 の製造方法と併せて以下に説明する。

【 0 0 8 8 】

まず、上記したように高電圧駆動を行う場合に最適な液晶物性値について検証する。

【 0 0 8 9 】

〔実施例 1〕

まず、ガラス基板 1 1 上に、共通電極 1 4 として、ITO からなるベタ状の電極を、スパッタ法にて上記ガラス基板 1 1 の表面全面に形成した。

【 0 0 9 0 】

次に、上記共通電極 1 4 上に、誘電体層 4 1 として、比誘電率 ε が 6 . 9 の窒化シリコン（ SiN_x ）膜を、スパッタ法にて $0.1\ \mu\text{m}$ の膜厚で形成した。

【 0 0 9 1 】

続いて、上記誘電体層 4 1 上に、画素電極 1 3 として、電極幅 $L = 2.5\ \mu\text{m}$ 、電極間隔 $S = 8.0\ \mu\text{m}$ の櫛歯状電極を作製した。なお、上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 の厚みは何れも $100\ \text{nm}$ とした。

【 0 0 9 2 】

次いで、上記誘電体層 4 1 上に、上記画素電極 1 3 を覆うように、JSR 社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分 5 wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピンコート法にて塗布した。その後、200℃にて 2 時間焼成することにより、上記誘

10

20

30

40

50

電体層 4 1 上に、垂直配向膜である配向膜 1 2 が設けられた基板 4 0 を形成した。得られた配向膜 1 2 の乾燥膜厚は 6 0 n m であった。

【 0 0 9 3 】

一方、配向膜 1 2 と同様のプロセスにて、ガラス基板 2 1 上に配向膜 2 2 のみを成膜した。これにより、基板 2 0 を形成した。

【 0 0 9 4 】

その後、上記基板 4 0 上に、スペーサ 3 3 として、直径 3 . 5 μ m の樹脂ビーズ「マイクロパール S P 2 0 3 5」（商品名、積水化学工業株式会社製）を分散させた。一方、基板 2 0 上に、シール剤 3 4 として、シール樹脂「ストラクトボンド X N - 2 1 S」（商品名、三井東圧化学工業株式会社製）を印刷した。

10

【 0 0 9 5 】

次に、上記基板 1 0 ・ 2 0 を貼り合わせ、 1 3 5 で 1 時間焼成することにより、液晶セル 5 を作製した。

【 0 0 9 6 】

その後、上記液晶セル 5 に、液晶材料として、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ および屈折率異方性 Δn がそれぞれ異なる p 型液晶材料を真空注入法にて封入することにより、液晶層 3 0 を形成した。続いて、上記液晶セル 5 の表裏面に、偏光板 3 5 ・ 3 6 を、偏光板 3 5 ・ 3 6 の透過軸が直交し、かつ画素電極 1 3 が延伸される方向と偏光板 3 5 ・ 3 6 の透過軸とが 4 5 ° の角度をなすよう貼合した。これにより、図 1 に示す構成を有する 9 8 個の液晶パネル 2（液晶表示素子）を作製した。

20

【 0 0 9 7 】

このようにして作製した各液晶パネル 2 において、共通電極 1 4 と各画素電極 1 3 との間に、室温（ 2 5 ）で、 0 V ~ 2 0 V の電圧（矩形波）を印加したときの各液晶パネル 2 の最大透過率を表 1 および表 2 に示す。

【 0 0 9 8 】

【表 1】

$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)	$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)	$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)	$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)
7	0.09	0.63	39	7	0.1	0.7	57	7	0.11	0.77	57	7	0.12	0.84	57
8	0.09	0.72	44	8	0.1	0.8	53	8	0.11	0.88	58	8	0.12	0.96	63
9	0.09	0.81	53	9	0.1	0.9	63	9	0.11	0.99	66	9	0.12	1.08	67
10	0.09	0.9	60	10	0.1	1	65	10	0.11	1.1	67	10	0.12	1.2	70
11	0.09	0.99	62	11	0.1	1.1	65	11	0.11	1.21	66	11	0.12	1.32	73
12	0.09	1.08	62	12	0.1	1.2	68	12	0.11	1.32	68	12	0.12	1.44	73
13	0.09	1.17	63	13	0.1	1.3	68	13	0.11	1.43	70	13	0.12	1.56	72
14	0.09	1.26	63	14	0.1	1.4	64	14	0.11	1.54	70	14	0.12	1.68	72
15	0.09	1.35	65	15	0.1	1.5	65	15	0.11	1.65	69	15	0.12	1.8	71
16	0.09	1.44	66	16	0.1	1.6	64	16	0.11	1.76	69	16	0.12	1.92	72
17	0.09	1.53	65	17	0.1	1.7	66	17	0.11	1.87	68	17	0.12	2.04	70
18	0.09	1.62	64	18	0.1	1.8	62	18	0.11	1.98	66	18	0.12	2.16	68
19	0.09	1.71	63	19	0.1	1.9	62	19	0.11	2.09	67	19	0.12	2.28	66
20	0.09	1.8	61	20	0.1	2	62	20	0.11	2.2	63	20	0.12	2.4	63

【0099】

10

20

30

40

【表 2】

$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)	$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)	$\Delta \varepsilon$	Δn	$\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)
7	0.13	0.91	65	7	0.14	0.98	64	7	0.15	1.05	62
8	0.13	1.04	64	8	0.14	1.12	66	8	0.15	1.2	63
9	0.13	1.17	68	9	0.14	1.26	65	9	0.15	1.35	62
10	0.13	1.3	69	10	0.14	1.4	66	10	0.15	1.5	62
11	0.13	1.43	70	11	0.14	1.54	67	11	0.15	1.65	63
12	0.13	1.56	70	12	0.14	1.68	64	12	0.15	1.8	61
13	0.13	1.69	73	13	0.14	1.82	66	13	0.15	1.95	60
14	0.13	1.82	71	14	0.14	1.96	67	14	0.15	2.1	62
15	0.13	1.95	73	15	0.14	2.1	62	15	0.15	2.25	62
16	0.13	2.08	70	16	0.14	2.24	62	16	0.15	2.4	60
17	0.13	2.21	69	17	0.14	2.38	60	17	0.15	2.55	55
18	0.13	2.34	65	18	0.14	2.52	51	18	0.15	2.7	53
19	0.13	2.47	61	19	0.14	2.66	47	19	0.15	2.85	50
20	0.13	2.6	59	20	0.14	2.8	43	20	0.15	3	47

【0100】

前記したように、本モードは、高速、広視野角、高コントラストである一方、従来、透過率が低いという問題があった。

【0101】

しかしながら、表1に示すように、 $\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$ が0.9以上、2.5以下の場合には、上記液晶パネル2の透過率は60%を超える。以上の結果から明らかなように、本願発明者らは、 $\Delta \varepsilon$ と Δn との積を最適化することにより、実用的な透過率(60%)を達成することに成功した。

【0102】

なお、上記したように透過率が60%以上である場合、輝度向上フィルムを別途設ける必要がなく、上記モードの液晶パネル2を安価に製造することができる。また、透過率が70%を超える場合には、現行の液晶パネルに比べてバックライトの消費電力を抑えることが可能となり、その実用的価値は極めて大きい。

【 0 1 0 3 】

〔 実施例 2 〕

前記したように、ベンド配列の程度は、液晶材料の物性（誘電率異方性 $\Delta \varepsilon$ と屈折率異方性 Δn との積）に依存するが、櫛歯状電極の電極幅 L 、電極間隔 S によっても変化する。そこで、次に、本モードに適した櫛歯状電極の電極幅 L および電極間隔 S について検証する。

【 0 1 0 4 】

実施例 1 において、液晶材料として、 $\Delta \varepsilon = 15.2$ 、 $\Delta n = 0.12$ のメルク社製の p 型液晶材料を使用し、櫛歯状電極である画素電極 13 の電極幅 L 、電極間隔 S を種々変更した以外は、実施例 1 と同様にして、図 1 に示す構成を有する 17 個の液晶パネル 2 を作製した。

【 0 1 0 5 】

このようにして作製した各液晶パネル 2 において、共通電極 14 と各画素電極 13 との間に、室温（25℃）で、0 V ~ 20 V の電圧（矩形波）を印加したときの各液晶パネル 2 の最大透過率を、表 3 に示す。

【 0 1 0 6 】

【 表 3 】

電極幅 (μm)	電極間隔 (μm)	透過率 (%)
3	3	61
3	6	66
3	9	70
3	12	73
3	15	62
3	18	48
4	4	62
4	8	65
4	12	74
4	16	45
5	5	60
5	10	68
5	15	73
5	20	39
6	6	50
6	12	43
6	18	38

【 0 1 0 7 】

本モードでは、前記したように、櫛歯状電極上よりも、櫛歯状電極間で大きく透過光の変調が行われる。このため、原理上、電極間隔 $S >$ 電極幅 L であることが好ましい。

【 0 1 0 8 】

表 3 に示す結果から、櫛歯状電極である画素電極 13 の電極間隔 S を広くすることにより透過率は次第に高くなり、電極間隔 S が 15 μm を越えると、急激に透過率が低下することが判る。これは、電極間隔 S が大きくなるにつれて電界強度が弱くなるため、実質的

に駆動電圧が高くなってしまうためである。

【0109】

本実施例によれば、表2に示す結果から、櫛歯状電極の電極幅Lは5 μ m以下が好ましく、電極間隔Sは15 μ m以下が好ましいことが判る。

【0110】

なお、本願発明者らが鋭意検討した結果、この傾向は、上記液晶パネル2に限定されず、図3および図4に示す基本構成を有する液晶パネル2をはじめとして、本モードの液晶パネル2に共通して見受けられることが判った。

【0111】

また、本実施形態にかかる液晶パネル2は、構成が極めて簡素であり、大きな設計変更なしに製造が可能である。このため、上記液晶パネル2を安価に製造することができる。

【0112】

〔実施の形態2〕

本発明の他の実施形態について図10の(a)・(b)および図11に基づいて説明すれば以下の通りである。

【0113】

なお、本実施形態では、主に、図3および図4に示した基本構成の液晶パネル2との相違点について説明するものとし、図3および図4に示した液晶パネル2と同様の機能を有する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。

【0114】

図10の(a)は、本実施形態にかかる液晶パネル2の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図10の(b)は、図10の(a)に示す各電極における印加電圧のタイミングチャートである。

【0115】

図10の(a)に示すように、本実施形態にかかる液晶パネル2は、図3および図4に示す基板10に代えて基板50を備えているとともに、図3および図4に示す基板20に代えて基板60を備えていることを除けば、図3および図4に示す液晶パネル2と同様の構成を有している。

【0116】

すなわち、本実施形態にかかる液晶パネル2における液晶セル5は、p型液晶材料を含む液晶層30を挟んで、基板50と基板60とが対向配置された構成を有している。

【0117】

上記基板50は、ガラス基板11上に、画素電極13、配向膜12がこの順に設けられた構造を有している。一方、上記基板60は、ガラス基板21上に、共通電極14、配向膜22がこの順に設けられた構造を有している。

【0118】

なお、図10の(a)に示すように、上記液晶パネル2でも、図1に示す液晶パネル2同様、画素電極13は櫛歯状電極であり、共通電極14はベタ状の電極である。共通電極14は、ガラス基板21上に、上記基板60における表示領域(シール剤34で囲まれた領域)を覆うように、ガラス基板21のほぼ全面に渡って形成されている。配向膜12・22は、それぞれ、上記画素電極13および共通電極14を覆うように設けられている。

【0119】

本実施の形態でも、上記画素電極13および共通電極14の材質は特に限定されるものではなく、前記例示の電極材料と同様の電極材料を用いることができる。なお、図10の(a)に示すように、上記基板60を上側の基板として用いる場合、上記共通電極14としては、ITO等の透明電極材膜が用いられる。

【0120】

上記したように、図10の(a)に示す液晶パネル2は、櫛歯状電極からなる画素電極13が設けられた基板50に対向する基板60に共通電極14が設けられた構成を有している。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 1 】

図 1 0 の (a) に示す液晶パネル 2 では、櫛歯状電極からなる画素電極 1 3 が、液晶層 3 0 に横電界を印加する電界印加手段として機能する。

【 0 1 2 2 】

このため、本実施の形態では、互いに対向配置された 2 つの画素電極 1 3 (以下、互いに隣り合う画素電極 1 3 を、それぞれ「画素電極 1 3 A」および「画素電極 1 3 B」と記す) が互いに独立して駆動可能に設けられている。つまり、本実施の形態では、図 1 0 の (a) に示すように、互いに独立して駆動可能に設けられた画素電極 1 3 A ・ 1 3 B は、それぞれの幹電極 (幹ライン) から延びる枝電極 (分岐ライン) 同士が互いに噛み合うように交互に対向して配置されている。

10

【 0 1 2 3 】

本実施の形態では、図 1 0 の (b) に示すように、画素電極 1 3 A (第 1 の画素電極) と画素電極 1 3 B (第 2 の画素電極) とが常に逆位相になるように共通電極 1 4 と各画素電極 1 3 A ・ 1 3 B との間に電圧を印加する。これにより、液晶層 3 0 に横電界を印加することができる。

【 0 1 2 4 】

図 1 1 に、図 1 0 の (a) ・ (b) に示す画素電極 1 3 A ・ 1 3 B に、それぞれ + 6 V あるいは - 6 V の電圧 (矩形波) を印加したときの液晶セル 5 内の p 型液晶分子 3 1 のダイレクタ分布並びに等電位曲線を示す。なお、等電位曲線は、0 . 5 V 間隔で記載した。

【 0 1 2 5 】

20

また、電気力線は、等電位曲線に直交する方向に働く。このときの電気力線を、図 1 1 に、両矢印の点線にて併せて示す。図 1 1 から、本実施形態でも、液晶層 3 0 に横電界が印加されるとともに、電界印加により、画素電極 1 3 と共通電極 1 4 との間の電気力線が半円状に湾曲し、液晶分子が、基板厚み方向に弓なりにベンド配列することが判る。

【 0 1 2 6 】

また、本実施の形態によれば、上記したように画素電極 1 3 A と画素電極 1 3 B とに逆位相の電圧を印加することで、実効的に、信号電圧の 2 倍の電圧を上記画素電極 1 3 A と画素電極 1 3 B との間に印加することができる。

【 0 1 2 7 】

次に、上記液晶パネル 2 を用いて、最適な液晶物性値についてさらに検証を行う。

30

【 0 1 2 8 】

〔 実施例 3 〕

まず、画素電極 1 3 として、電極幅 $L = 3 . 0 \mu m$ 、電極間隔 $S = 8 . 0 \mu m$ 、厚み = $100 nm$ の I T O 製の櫛歯状電極 (互いに隣り合う画素電極 1 3 の一方を「画素電極 1 3 A」、他方を「画素電極 1 3 B」とする) が設けられたガラス基板 1 1 上に、J S R 社製の配向膜塗料「J A L S - 2 0 4」(商品名、固形分 5 w t . %、 γ - ブチロラクトン溶液) を、スピンコート法にて塗布した。その後、200 にて 2 時間焼成することにより、ガラス基板 1 1 上に、画素電極 1 3 A および画素電極 1 3 B を覆うように垂直配向膜である配向膜 1 2 が設けられた基板 5 0 を形成した。得られた配向膜 1 2 の乾燥膜厚は $60 nm$ であった。

40

【 0 1 2 9 】

また、一方の主面全体に、共通電極 1 4 として厚み $100 nm$ の I T O 製の透明な電極が設けられたガラス基板 2 1 上に、配向膜 1 2 と同様のプロセスにて、乾燥膜厚 $60 nm$ の配向膜 2 2 を成膜した。これにより、基板 6 0 を形成した。

【 0 1 3 0 】

その後、上記基板 5 0 上に、スペーサ 3 3 として、直径 $3 . 5 \mu m$ の樹脂ビーズ「マイクロパール S P 2 0 3 5」(商品名、積水化学工業株式会社製) を分散させた。一方、基板 6 0 上に、シール剤 3 4 として、シール樹脂「ストラクトボンド X N - 2 1 S」(商品名、三井東圧化学工業株式会社製) を印刷した。

【 0 1 3 1 】

50

次に、上記基板 50・60 を貼り合わせ、135 で 1 時間焼成することにより、液晶セル 5 を作製した。

【0132】

その後、上記液晶セル 5 に、液晶材料として、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ および屈折率異方性 Δn がそれぞれ異なる p 型液晶材料を真空注入法にて封入することにより、液晶層 30 を形成した。続いて、上記液晶セル 5 の表裏面に、偏光板 35・36 を、偏光板 35・36 の透過軸が直交し、かつ画素電極 13 が延伸される方向と偏光板 35・36 の透過軸とが 45° の角度をなすよう貼合した。これにより、図 10 の (a) に示す構成を有する 15 個の液晶パネル 2 (液晶表示素子) を作製した。

【0133】

このようにして作製した各液晶パネル 2 において、共通電極 14 と各画素電極 13A・13B との間に、室温 (25) で、0V ~ 10V の電圧 (矩形波) を印加した。このとき、画素電極 13A と画素電極 13B とには、図 10 の (b) に示したように、常に逆位相となるように電圧を印加した。このときの各液晶パネル 2 の最大透過率を表 4 に示す。

【0134】

【表 4】

$\Delta \epsilon$	Δn	$\Delta \epsilon \cdot \Delta n$	透過率 (%)
7	0.09	0.63	32
8	0.09	0.72	40
9	0.09	0.81	52
10	0.09	0.9	61
10	0.1	1	64
10	0.12	1.2	70
12	0.12	1.44	72
13	0.12	1.56	71
14	0.12	1.68	72
15	0.13	1.95	72
16	0.14	2.24	65
17	0.14	2.38	63
18	0.14	2.52	53
18	0.15	2.7	50
20	0.14	2.8	39

【0135】

表 4 に示す結果から、上記した場合にも、液晶材料として、 $\Delta \epsilon \cdot \Delta n$ が 0.9 以上、2.5 以下の p 型液晶材料を使用することで、優れた透過率特性を得ることができることが判る。

【0136】

なお、前記した非特許文献 1 に記載の液晶パネルは、本実施形態にかかる液晶パネル 2 と類似の構成を有している。

【0137】

しかしながら、非特許文献 1 は、本発明のように透過率を向上させることを目的としたものではない。また、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積については何の着目もしていない。非特許文献 1 で使用している液晶材料は、 $\Delta \epsilon = 7.4$ 、 $\Delta n = 0.088$

、 $\Delta n \cdot d = 0.528 \mu m$ であり、その $\Delta \varepsilon \cdot \Delta n$ は、 0.65 と、本発明で規定する値よりも小さく、透過率も現行のMVAモードよりも小さい。

【0138】

〔実施の形態3〕

図12は、本実施の形態にかかる液晶パネル2の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【0139】

図12に示すように、本実施の形態にかかる液晶パネル2は、図3および図4に示す基板20に代えて、基板70を備えていることを除けば、図3および図4に示す液晶パネル2と同様の構成を有している。図12に示す液晶パネル2は、対向する一対の基板10・70のそれぞれに、共通電極を備えている。

10

【0140】

図12に示すように、基板10には、ガラス基板11上に、画素電極13および共通電極14（第1の共通電極）として一対の櫛歯状電極が設けられ、これら、画素電極13および共通電極14を覆うように配向膜12が設けられている。上記画素電極13および共通電極14は、液晶層30に横電界を印加する電界印加手段として機能する。

【0141】

一方、基板70は、ガラス基板21上に、共通電極71（第2の共通電極）、誘電体層72、配向膜22がこの順に設けられた構造を有している。

【0142】

20

上記共通電極71はベタ状の電極であり、ガラス基板21上に、上記基板70における表示領域（シール剤34で囲まれた領域）を覆うように、ガラス基板21のほぼ全面に渡って形成されている。上記誘電体層72は、上記共通電極71を覆うように設けられている。また、上記配向膜22は、上記誘電体層72を覆うように設けられている。

【0143】

なお、本実施の形態でも、上記誘電体層72の厚みは、プロセス性の観点より、およそ $1 \mu m \sim 3 \mu m$ が好ましい。また、誘電率 ε の範囲としては、電界制御により基板界面近傍の液晶を効率よく回転させるためには、 $3 \sim 7$ が適格である。また、上記誘電体層72としては、アクリル樹脂等の有機系の誘電体層であってもよいし、窒化ケイ素（ SiN_x ）等の無機系の誘電体層であってもよい。

30

【0144】

また、上記画素電極13および共通電極14・71の材質も特に限定されるものではなく、前記例示の電極材料と同様の電極材料を用いることができる。なお、図12に示すように、上記基板70を上側の基板として用いている場合、上記共通電極71としては、ITO等の透明電極材膜が用いられる。

【0145】

次に、上記液晶パネル2を用いて、印加電圧と透過率および応答時間との関係について検証する。

【0146】

40

〔実施例4〕

まず、一方の主面全体に、共通電極71としてITO製の透明な電極が設けられたガラス基板21上に、誘電率 $\varepsilon = 3.7$ 、膜厚 $3.2 \mu m$ のアクリルレジストを成膜して、共通電極71を覆う誘電体層72を形成した。

【0147】

次に、上記誘電体層72上に、JSR社製の配向膜塗料「JALS-204」（商品名、固形分5wt. %、 γ -ブチロラクトン溶液）を、スピンコート法にて塗布した。その後、 180° にて2時間焼成して乾燥することにより、上記誘電体層41上に配向膜22が設けられた基板40を形成した。得られた配向膜22の乾燥膜厚は $60 nm$ であった。

【0148】

一方、画素電極13および共通電極14として、電極幅 $L = 3 \mu m$ 、電極間隔 $S = 5 \mu$

50

mのITO製の櫛歯状電極が設けられたガラス基板11上に、上記画素電極13および共通電極14を覆うように、配向膜22と同様にして、配向膜22と同じ配向膜12を成膜した。これにより、基板10を形成した。なお、画素電極13および共通電極14・71の厚みは、100nmとした。

【0149】

その後、上記基板10・70を、スペーサ33としてビーズスペーサを介して、前記実施例1と同様にして貼り合わせることににより、セルギャップ $d = 3.4 \mu\text{m}$ の液晶セル5を作製した。

【0150】

その後、上記液晶セル5に、液晶材料として、 $\Delta\epsilon = 23.2$ 、 $\Delta n = 0.10$ のp型液晶材料を封入することにより、液晶層30を形成した。続いて、上記液晶セル5の表裏面に、偏光板35・36を、それぞれの透過軸が直交するように貼合して、図12に示す構成を有する液晶パネル2を作製した。

【0151】

このようにして作製した液晶パネル2において共通電極14・71の電位を0Vとし、画素電極13の電位を0～8Vの間で変更することにより、このようにして作製した上記液晶パネル2の、室温(25℃)での電気光学特性を測定した。この結果を表5に示す。

【0152】

【表5】

印加電圧 (V)	透過率 (%)	応答時間 (ms)
5	44.8	37.3
6	55.1	24.6
7	60.4	16
8	65.5	14.8
9	70.2	11.9
10	72.2	10.2

【0153】

表5に示すように、液晶層30に横電界を印加する電極間に印加される電圧が7V以上(好適には、上記液晶層30に印加される実効電圧が7V以上)であると、実用的な透過率が得られる。応答時間は、電圧無印加の状態から所定の電圧を印加した時、透過率が90%変化するに要する時間で定義した。なお、表5に記載の応答時間は、立ち上がり応答時間と立ち下がり応答時間との和を示す。16msの応答時間は1フレーム内で十分な液晶応答が実現できることを意味しており、実用的価値は大きい。

【0154】

なお、本実施形態では、図12に示すように、ガラス基板21上に、共通電極71、誘電体層72、配向膜22が、この順に設けられた構成を有している場合を例に挙げて説明したが、本実施形態は、これに限定されるものではない。

【0155】

図13に、本実施例4で用いた材料物性値およびセル構成をもとに、本実施例4で作製した液晶パネル2に8Vの電圧を印加したときの液晶セル5内の電界分布と該液晶セル5内の液晶ダイレクタ分布とを計算した結果を示す。なお、図13において、画素電極13および共通電極14・71、配向膜12・22については図示を省略している。

【0156】

図13に示す結果から、本実施例4で作製した液晶パネル2では、p型液晶分子31の回転が、対向基板である基板70の表面近傍まで起こっていることが判る。

【0157】

図 1 2 に示すように対向基板である基板 7 0 側に共通電極 7 1 および誘電体層 7 2 を設けると、図 1 3 に示すように、これら共通電極 7 1 ($V = 0$) および誘電体層 7 2 の影響で電気力線が変形され、上側基板である上記基板 7 0 近傍の p 型液晶分子 3 1 が水平方向により大きく傾斜する。この結果、このような液晶パネル 2 においては、対向基板である基板 7 0 の表面近傍においても p 型液晶分子 3 1 を回転させることができる。

【 0 1 5 8 】

したがって、上記共通電極 7 1 は、基板 7 0 の表面近傍において上記したように電気力線の変形を生じさせることができるように、櫛歯状電極が設けられた基板 1 0 とは反対側の基板 7 0 に設けられてさえいればよく、基板 7 0 におけるガラス基板 2 1 の少なくとも一方の面に設けられてさえいればよい。

10

【 0 1 5 9 】

例えば、上記基板 7 0 は、ガラス基板 2 1 における液晶層 3 0 との対向面上に、誘電体層 4 1、配向膜 2 2 が、この順に設けられ、ガラス基板 2 1 における液晶層 3 0 との対向面とは反対面上に上記共通電極 7 1 が設けられた構成を有していても構わない。

【 0 1 6 0 】

なお、本実施の形態では、一方の基板 1 0 におけるガラス基板 1 1 上に、櫛歯状電極 (すなわち、画素電極 1 3 および共通電極 1 4) が同層に設けられている場合を例に挙げて説明した。しかしながら、本実施の形態はこれに限定されるものではない。

【 0 1 6 1 】

すなわち、例えば図 1 に示す液晶パネル 2 のように、上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 は、誘電体層を挟んで異なる層に設けられていてもよい。つまり、上記基板 1 0 は、例えば、ガラス基板 1 1 上に、共通電極 1 4 として櫛歯状電極が設けられており、該櫛歯状電極を覆うようにガラス基板 1 1 上に誘電体層 4 1 が設けられ、その上に、画素電極 1 3 として櫛歯状電極が設けられており、該櫛歯状電極を覆うように誘電体層 4 1 上に配向膜 1 2 が設けられた構成を有していてもよい。

20

【 0 1 6 2 】

この場合、上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 は、間に誘電体層 4 1 を介して、平面視で (つまり、上記基板 1 0 を基板に垂直な方向から見たときに)、互いの櫛歯部分である枝電極同士が平行になるように交互に配置されている。

【 0 1 6 3 】

この場合、上記画素電極 1 3 と共通電極 1 4 との電極間隔 S を、セルギャップ d よりも短く設定することで、上記画素電極 1 3 と共通電極 1 4 との間に、フリンジ電界が発生する。

30

【 0 1 6 4 】

上記したように、同一基板上に設けられた画素電極 1 3 および共通電極 1 4 を、間に誘電体層を介して互いに異なる層に形成することで、同層に設ける場合と比較して歩留りを向上させることができる。したがって、本実施形態によれば、高速応答性、広視野角特性、高コントラスト特性を同時に実現することができる液晶パネル 2 および該液晶パネル 2 を備えた液晶表示装置 1 を、安価かつ安定して作製することができる。

【 0 1 6 5 】

40

〔実施の形態 5〕

本実施形態では、本発明のように高電圧駆動を行う場合に特に適した液晶パネル 2 について説明する。

【 0 1 6 6 】

図 1 4 は、本実施の形態にかかる液晶パネル 2 で用いられる電極基板の 1 画素の概略構成を模式的に示す平面図であり、図 1 5 は、上記電極基板に示す各電極の等価回路である。なお、本実施形態でも、互いに隣り合う画素電極 1 3 の一方を「画素電極 1 3 A」、他方を「画素電極 1 3 B」と称する。

【 0 1 6 7 】

なお、本実施形態では、上記画素電極 1 3 および共通電極 1 4 が、層方向において図 1

50

に示す断面図と同様に配置されている場合を例に挙げて説明する。本実施形態では、その断面構成については、図 1 を参照するものとする。しかしながら、本実施形態はこれに限定されるものではなく、図 1 2 に示す構成を有していてもよい。

【0168】

本実施形態にかかる液晶パネル 2 は、図 1 4 に示すように、複数のゲートライン GL (ゲートライン $GL(n) \cdot GL(n+1) \cdot \dots GL(n+m)$ 、 m は 1 以上の整数を示す) と、複数のデータライン SLA (データライン $SLA(n) \cdot SLA(n+1) \cdot \dots SLA(n+m)$ 、 m は 1 以上の整数を示す) およびデータライン SLB (データライン $SLB(n) \cdot SLB(n+1) \cdot \dots SLB(n+m)$ 、 m は 1 以上の整数を示す) とが、それぞれ交差 (直交) して設けられた構成を有している。

10

【0169】

データライン SLA とデータライン SLB とは例えば列方向に互いに隣り合うように交互に設けられている。但し、列方向および行方向は互いに入れ替えが可能である。

【0170】

なお、以下、データライン SLA およびデータライン SLB を総称する場合には、単に「データライン SL 」と称する。

【0171】

すなわち、本実施形態にかかる液晶パネル 2 は、図 1 に示す液晶パネル 2 において、電極基板である基板 10 が、アクティブマトリクス型の素子基板であり、図 1 4 に示すように、ゲートライン GL の 2 倍の数のデータライン SL が設けられている構成を有している。

20

【0172】

つまり、上記液晶パネル 2 において、表示部は、ゲートライン GL と、データライン $SLA \cdot SLB$ で構成される画素を単位として構成されている。上記液晶パネル 2 は、各データライン $SLA \cdot SLB$ における信号電極から生成された信号電圧を、櫛歯状電極対である画素電極 13A・13B に印加し、これら画素電極 13A・13B と共通電極 14 との間でそれぞれ形成される電界により、液晶層 30 を駆動する。上記したように、上記液晶パネル 2 では、1 画素内に、データライン SL を 2 本設けることで電位差を形成している。

【0173】

30

次に、上記液晶パネル 2 の構成について、より具体的に説明する。

【0174】

図 1 4 に示すように、上記液晶パネル 2 の 1 画素には、2 つの TFT 81・82 が設けられているとともに、画素電極 13 として、互いに独立して駆動可能に設けられた、2 つの画素電極 13A・13B が設けられている。

【0175】

上記 TFT 81 は、ゲートライン $GL(n)$ とデータライン $SLA(n)$ との交差部に設けられ、画素電極 13A のスイッチング素子として機能する。一方、上記 TFT 82 は、上記ゲートライン $GL(n)$ とデータライン $SLB(n)$ との交差部に設けられ、画素電極 13B のスイッチング素子として機能する。

40

【0176】

上記 TFT 81 のドレイン電極には、上記画素電極 13A が接続され、上記 TFT 82 のドレイン電極には、上記画素電極 13B が接続されている。

【0177】

また、上記 2 つの TFT 81・82 のソース電極には、それぞれ異なるデータライン $SLA(n) \cdot SLB(n)$ が接続されている。つまり、上記 TFT 81 のソース電極には、データライン $SLA(n)$ が接続され、上記 TFT 82 のソース電極には、データライン $SLB(n)$ が接続されている。

【0178】

上記 TFT 81・82 のゲート電極は、それぞれ共通のゲートライン $GL(n)$ に接続

50

されている。これにより、 $TF T 8 1 \cdot 8 2$ は、同じタイミングで上記画素電極 $1 3 A \cdot 1 3 B$ を駆動することができる。

【0179】

また、上記ゲートライン $GL(n)$ と隣り合うゲートライン $GL(n+1)$ との間には、これらゲートライン $GL(n) \cdot GL(n+1)$ と平行して容量線 CL が形成されている。

【0180】

上記画素電極 $1 3 A$ と画素電極 $1 3 B$ とは、それぞれ櫛歯状構造を有し、それぞれの幹電極から延びる枝電極同士が互いに噛み合うように交互に対向して配置されている。

【0181】

図14では、画素電極 $1 3 A$ の枝電極の一部が、下層に設けられているデータライン $SLB(n)$ をシールドできるように、他の枝電極の線幅よりも幅広に形成されている。

【0182】

上記液晶パネル2によれば、上記画素電極 $1 3 A \cdot 1 3 B$ と、図14には図示しない共通電極 $1 4$ （図1参照）との間で、図15に示すように液晶容量 $C1c1 \cdot C1c2$ および蓄積容量 $Cst1 \cdot Cst2$ がそれぞれ形成される。

【0183】

上記液晶パネル2では、図15に示すように、 $TF T 8 1$ のスイッチング動作により、データライン $S LA(n)$ に印加された電圧により電荷を蓄積する液晶容量 $C1c1$ および蓄積容量 $Cst2$ が形成され、 $TF T 8 2$ のスイッチング動作により、データライン $S LB(n)$ に印加され電圧により電荷を蓄積する液晶容量 $C1c2$ および蓄積容量 $Cst2$ が形成される。

【0184】

図16は、上記画素電極 $1 3 A \cdot 1 3 B$ 、 $TF T 8 1 \cdot 8 2$ のゲート電極に接続されているゲートライン $GL(n)$ 、および共通電極 $1 4$ に印加される印加電圧のタイミングチャートを示す。

【0185】

図16に示すように、画素電極 $1 3 A \cdot 1 3 B$ には、同じタイミングで、振幅が同じでかつ極性が異なる電圧が印加される。これにより、1画素に対応する液晶層30に2倍の電圧が印加されることになる。

【0186】

したがって、上記構成を有する基板10（電極基板）は、高い印加電圧を必要とする液晶パネル2に好適に用いることができる。

【0187】

上記したように、上記の構成によれば、液晶パネル2に高い電圧を印加することができるので、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ が相対的に小さな液晶材料を用いることができる。この結果、例えば相対的に粘性の低い液晶材料を用いることで、応答時間を低減させることができる。

【0188】

しかも、上記したように1画素内にデータライン SL を2本設け、 $TF T$ を2つ設けることで、液晶層30に、信号電圧の2倍の電圧を印加することができる。言い換えれば、画素電極 $1 3 A$ と画素電極 $1 3 B$ との間には、印加電圧の2倍の電圧を印加することができる。したがって、駆動電圧を抑えることができるので、耐性の高いドライバを使用する必要がない。このため、上記液晶パネル2を安価に製造することができる。

【0189】

また、上記の構成によれば、上記したように、実際に画素電極 $1 3 A \cdot 1 3 B$ に印加する電圧を、液晶層30に印加する電圧の $1/2$ にすることができるので、消費電力を低減させることもできる。以下に、実施例を用いて具体的に実証する。

【0190】

〔実施例5〕

10

20

30

40

50

本実施例では、図 1 4 に示す液晶パネル 2 を使用して、その電気光学特性を測定した。

【0191】

画素電極 1 3 の電極間隔 S (つまり、画素電極 1 3 A と画素電極 1 3 B との電極間隔) は $7.5 \mu\text{m}$ とした。画素電極 1 3 の電極幅 L (つまり画素電極 1 3 A および画素電極 1 3 B の電極幅) は $2.5 \mu\text{m}$ とした。画素電極 1 3 および共通電極 1 4 には、それぞれITOを使用し、その厚みは、何れも 100 nm とした。また、対向側の基板 2 0 には、カラーフィルタ層を有するカラーフィルタ基板を用いた。

【0192】

また、液晶材料には、 $\Delta\epsilon = 18.6$ 、 $\Delta n = 0.12$ の p 型液晶材料を用いた。セルギャップ d (液晶層厚) は $3.4 \mu\text{m}$ とした。

10

【0193】

液晶セル 5 の表裏面には、偏光板 3 5・3 6 を、それぞれの透過軸が直交するように貼合した。

【0194】

画素電極 1 3 A と画素電極 1 3 B とには、それぞれの TFT 8 1・8 2 を介して、図 1 6 に示すように、振幅が同じで、かつ、常に逆位相となるように電圧を印加した。

【0195】

信号電圧として 7 V を印加したときの室温 (25°C) での透過率は 5.8% であり、応答時間は、立ち上がり 3.3 ms 、立ち下がり 4.0 ms 、コントラスト比 $3500:1$ であった。なお、偏光板 3 5・3 6 の透過率を 40% とし、カラーフィルタの透過率を 35% 、画素開口率を 55% とし、他の実施例と比較し得るモード透過率に換算すると、 $0.058 \div 0.40 \div 0.35 \div 0.55 = 75.3 (\%)$ となる。

20

【0196】

このような優れた表示特性が得られるのは、信号電圧が 7 V であるにもかかわらず、液晶層 3 0 には 2 倍の 14 V が印加されているためである。

【0197】

なお、本実施例では、1 画素に、データライン SL を 2 本設け、TFT を 2 つ設けた場合を例に挙げて説明した。しかしながら、本実施形態はこれに限定されるものではなく、例えば、データライン SL を 3 本設け、TFT を 3 つ設けても構わない。このように、1 画素に、データライン SL および TFT を複数個 (つまり、ゲートライン GL の整数倍の個数) 設けることで、上記画素電極 1 3 A・1 3 B を独立した信号電圧により駆動することができるとともに、耐圧の高いドライバを用いることなく、高電圧駆動を行うことができる。

30

【0198】

以上のように、上記した各実施例の結果から、上記したように液晶層 3 0 に横電界を印加する電極間に 7 V 以上の電圧を印加する場合、p 型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積は、前記したように 0.9 以上、 2.5 以下の範囲内とすることが好ましい。

【0199】

これにより、上記したように 60% を越える実用的な透過率を得ることができるとともに、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が大きな液晶材料を使用することが可能となる。

40

【0200】

このため、液晶粘性を低減させることができるので、p 型液晶材料を種々変更したとしても、ほぼ 1 フレーム内に立ち下がりを見ることが可能となる。このため、確実に高速応答を実現することができる。

【0201】

また、パネル位相差 $\Delta n d$ を大きくすると視野角特性が悪くなる。このため、実用的には、 Δn を大きくするよりも、信頼性が低下しない範囲で $\Delta\epsilon$ を大きくすることが望ましい。したがって、本発明によれば、視野角特性並びに信頼性を維持したまま、透過率および応答速度を向上させることができる。

50

【0202】

なお、上記した各実施例では、共通電極14・71に印加される電圧を0Vとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。また、本発明において画素電極および共通電極に印加される電圧は特に限定されるものではなく、液晶層30に横電界を印加する電極間に印加される電圧が7V以上であれば、どのような組み合わせを用いても構わない。

【0203】

また、本発明において、画素電極および共通電極に拘らず、櫛歯状電極は、V字状あるいはジグザグ状に形成されていてもよい。

【0204】

また、本発明において、p型液晶材料としては、例えばp型ネマチック液晶材料を用いることができるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0205】

前記したように、上記液晶パネル2および液晶表示装置1は、電界の印加により、液晶セル5内に電界強度の分布を形成し、液晶材料のベンド配列を実現するものである。本実施の形態では、屈折率異方性 Δn の大きな液晶材料や誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ の大きな液晶材料が好適に使用される。このようなp型液晶材料としては、CN(シアノ)系液晶材料(カイラルネマチック系液晶材料)の他、F(フッ素)系液晶材料が挙げられる。

【0206】

以上のように、本発明にかかる液晶パネルは、一对の基板間に挟持された液晶材料と、櫛歯状電極を含み、基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極とを備え、上記液晶材料はp型液晶材料を含み、電界無印加時に上記p型液晶材料が基板面に垂直に配向する液晶パネルである。

【0207】

上記液晶パネルは、上記櫛歯状電極の電極幅が $5\mu\text{m}$ 以下、電極間隔が $15\mu\text{m}$ 以下であり、駆動時に、上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する電極間に7V以上の電圧が印加されるとともに、上記p型液晶材料の誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ と屈折率異方性 Δn との積($\Delta \epsilon \cdot \Delta n$)が、0.9以上、2.5以下である。

【0208】

このような液晶パネルとしては、例えば、(I)上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極が、上記一对の基板のうち一方の基板に設けられた画素電極および共通電極であり、上記画素電極および共通電極のうち少なくとも画素電極が櫛歯状電極からなる液晶パネルが挙げられる。

【0209】

上記(I)に記載の液晶パネルは構成が極めて簡素であり、大きな設計変更なしに製造が可能である。このため、上記液晶パネルを安価に製造することができる。

【0210】

また、上記(I)に記載の液晶パネルは、上記一对の基板のうち他方の基板に、表示領域全域を覆う共通電極がさらに設けられていることが好ましい。

【0211】

上記の構成によれば、上記他方の基板に設けられた共通電極によって、上記他方の基板近傍の電気力線が変形される。この結果、上記他方の基板近傍のp型液晶分子が水平方向により大きく傾斜する。この結果、このような液晶パネル2においては、上記他方の基板の表面近傍においてもp型液晶分子を回転させることができる。このため、駆動電圧が同じ場合、上記他方の基板に共通電極が設けられていない場合と比較して、透過率をより一層向上させることができる。

【0212】

また、上記したような液晶パネルとしては、上記(I)に記載の液晶パネルの他に、例えば、(II)上記基板面に平行な電界を上記液晶材料に印加する複数の電極が、上記一对の基板のうち一方の基板に設けられた少なくとも2つの画素電極であり、上記画素電極は

10

20

30

40

50

櫛歯状電極からなり、互いに隣り合う画素電極間には、駆動時に互いに逆位相の電圧が印加されるとともに、上記一对の基板のうち少なくとも一方の基板に共通電極が設けられている液晶パネルが挙げられる。

【0213】

上記(II)に記載の液晶パネルは、上記したように隣り合う画素電極間に逆位相の電圧を印加することで、実効的に、信号電圧の2倍の電圧を、隣り合う画素電極間に印加することができる。したがって、耐圧の高いドライバを用いることなく、高電圧駆動を行うことができる。このため、上記液晶パネルを安価に製造することができる。

【0214】

また、上記(II)に記載の液晶パネルでは、上記一方の基板は、ゲートライン1本に対し複数倍の本数のデータラインを備えるとともに、各データラインとゲートラインとの交差部毎にスイッチング素子が設けられており、互いに隣り合う上記画素電極は、ゲートラインに沿って互いに隣り合うスイッチング素子に接続されており、1画素に、ゲートラインに沿って互いに隣り合う少なくとも2つのスイッチング素子および該スイッチング素子にそれぞれ接続された少なくとも2つの画素電極を備えていることが好ましい。

10

【0215】

上記の構成によれば、上記画素電極を独立した信号電圧により駆動することができるとともに、上記したように耐圧の高いドライバを用いることなく高電圧駆動を行うことができる液晶パネルを容易に実現することができる。

【0216】

なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

20

【産業上の利用可能性】

【0217】

本発明にかかる液晶パネルおよび液晶表示装置は、初期ベンド転移操作が不要であり、実用的な駆動電圧で、高い透過率を有し、MVAモードやIPSモードと同等の広視野角特性と、OCBモード並、あるいはそれ以上の高速応答性と、高コントラスト特性とを同時に実現することができる。したがって、アウトドアユースの公共掲示板や、携帯電話、PDA等のモバイル機器等に特に好適に用いることができる。

30

【符号の説明】

【0218】

- 1 液晶表示装置
- 2 液晶パネル
- 3 駆動回路
- 4 バックライト
- 5 液晶セル
- 10 基板
- 11 ガラス基板
- 12 配向膜
- 13 画素電極(電極)
- 13A 画素電極(電極)
- 13B 画素電極(電極)
- 14 共通電極(電極)
- 20 基板
- 21 ガラス基板
- 22 配向膜
- 30 液晶層
- 31 p型液晶分子
- 33 スペース

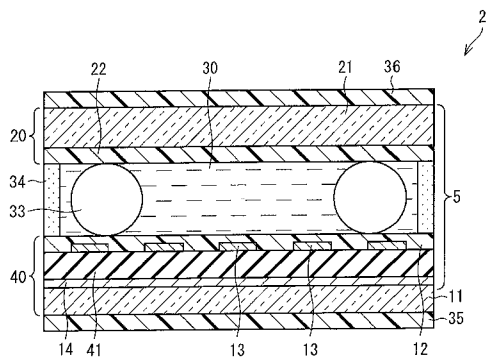
40

50

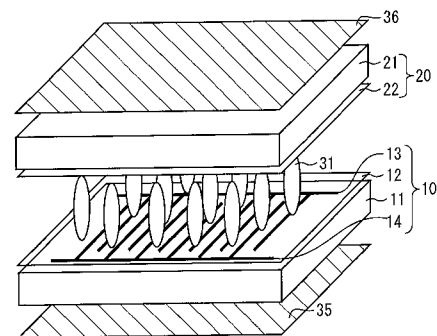
3 4	シール剤
3 5	偏光板
3 6	偏光板
3 7	位相差板
3 8	位相差板
4 0	基板
4 1	誘電体層
5 0	基板
6 0	基板
7 0	基板
7 1	共通電極（電極）
7 2	誘電体層
8 1	T F T（スイッチング素子）
8 2	T F T（スイッチング素子）
G L	ゲートライン
S L	データライン
S L A	データライン
S L B	データライン
C L	容量線

10

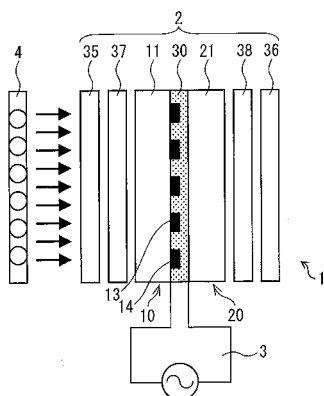
【図 1】



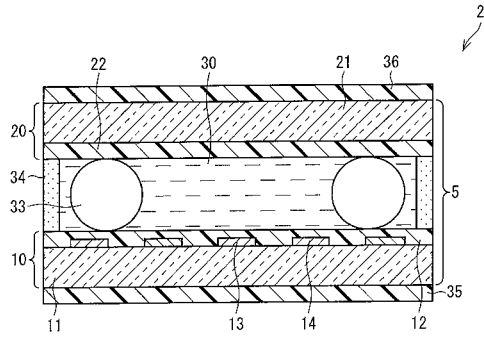
【図 3】



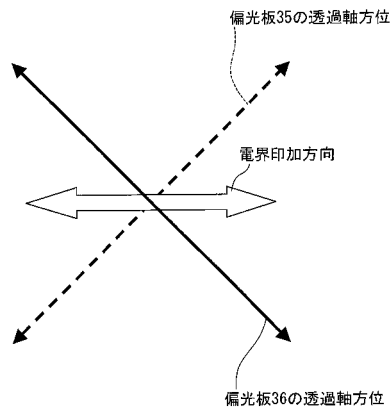
【図 2】



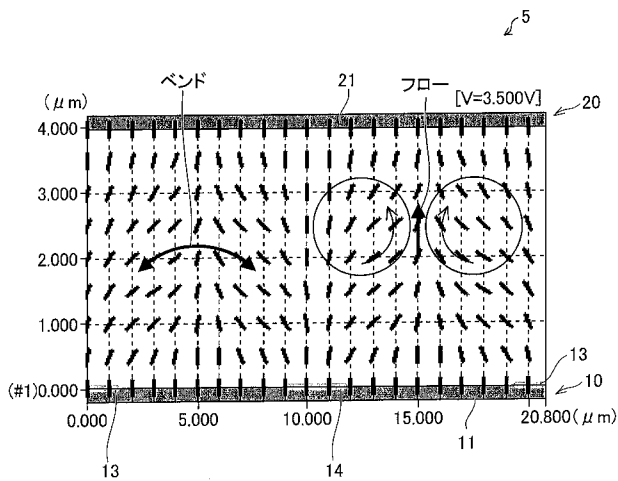
【図 4】



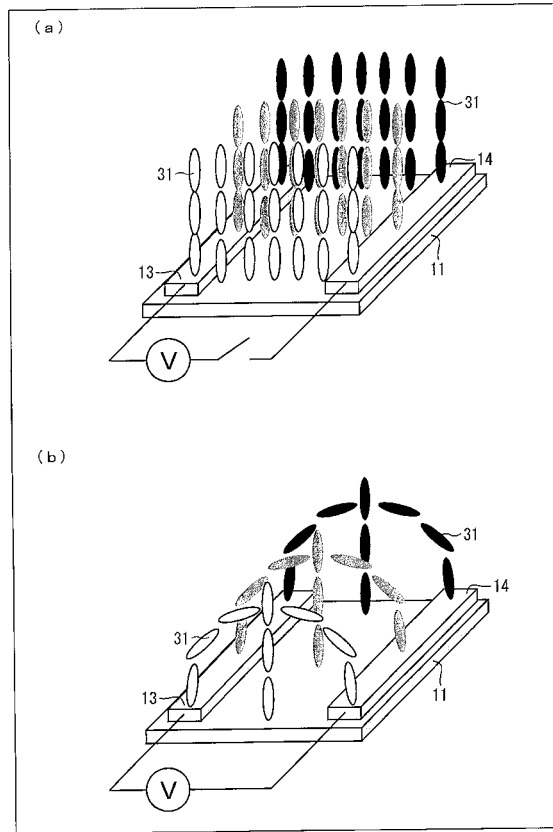
【図 5】



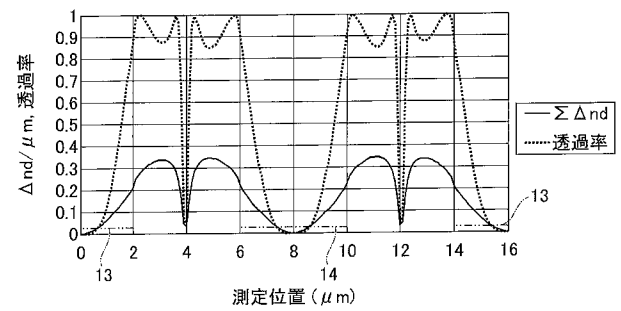
【図 7】



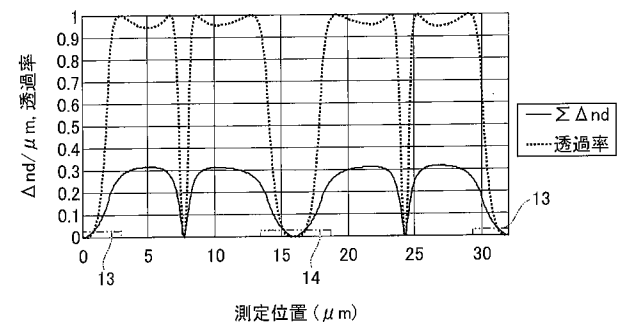
【図 6】



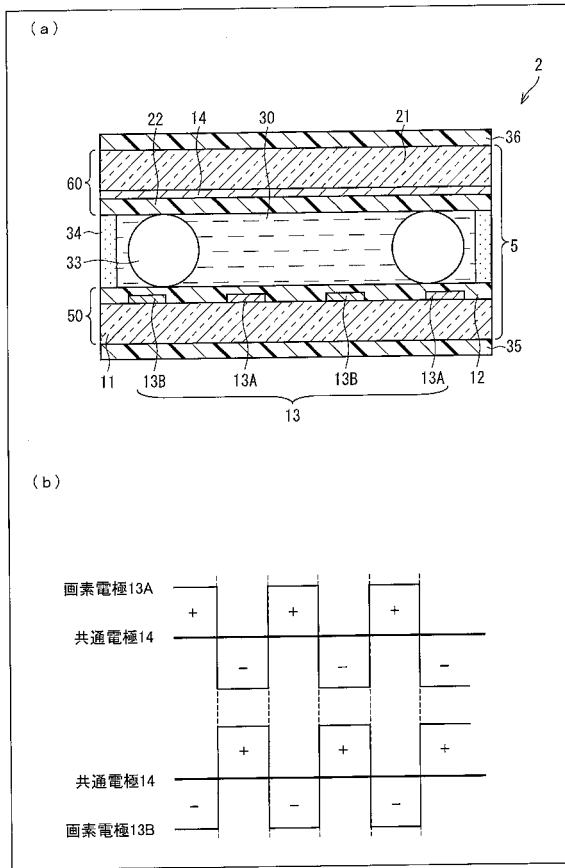
【図 8】



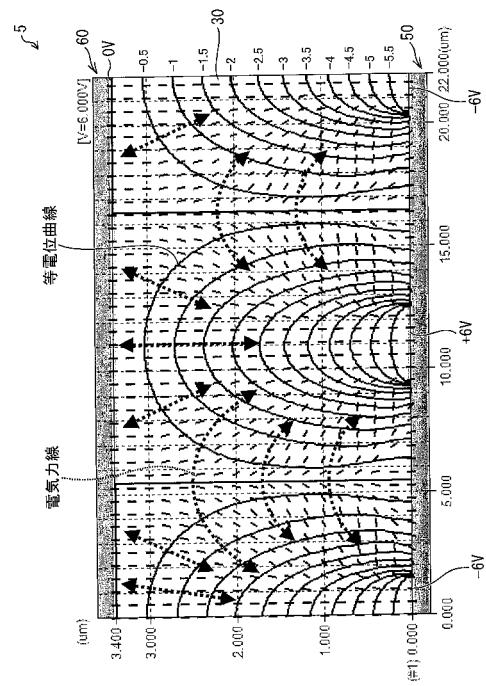
【図 9】



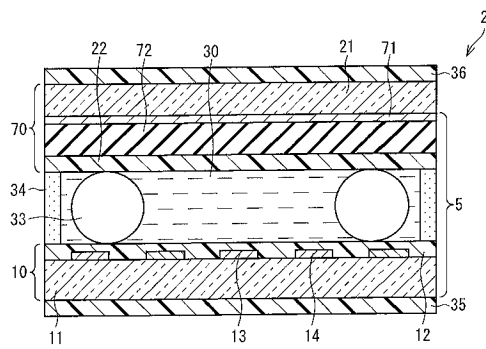
【図 10】



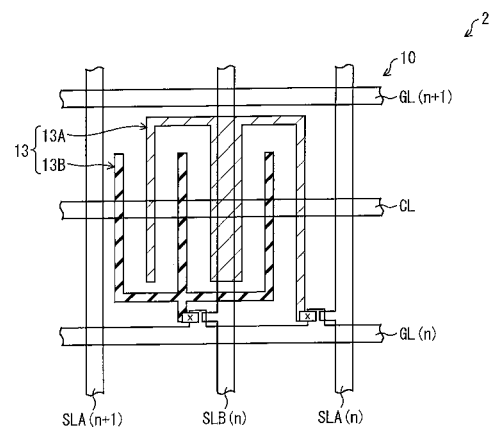
【図 11】



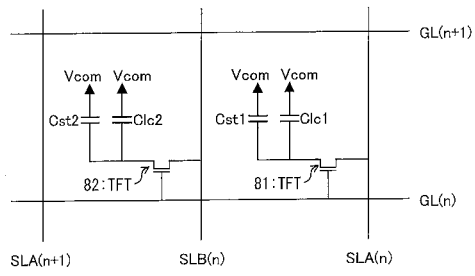
【図 12】



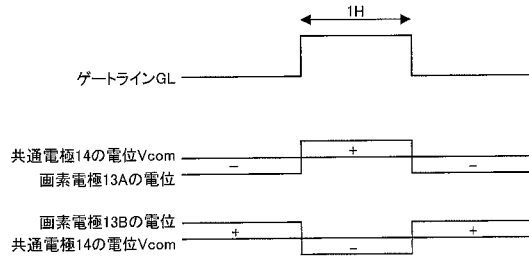
【図 14】



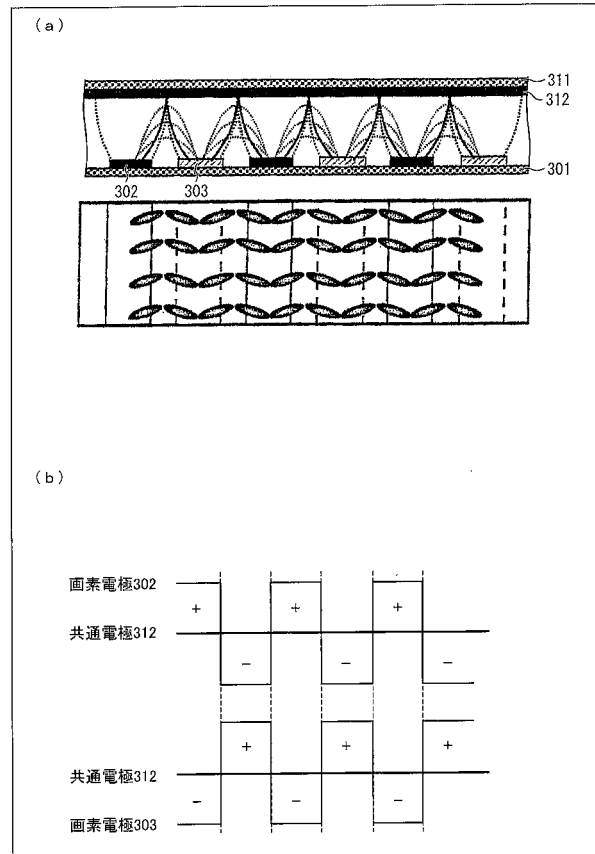
【図 15】



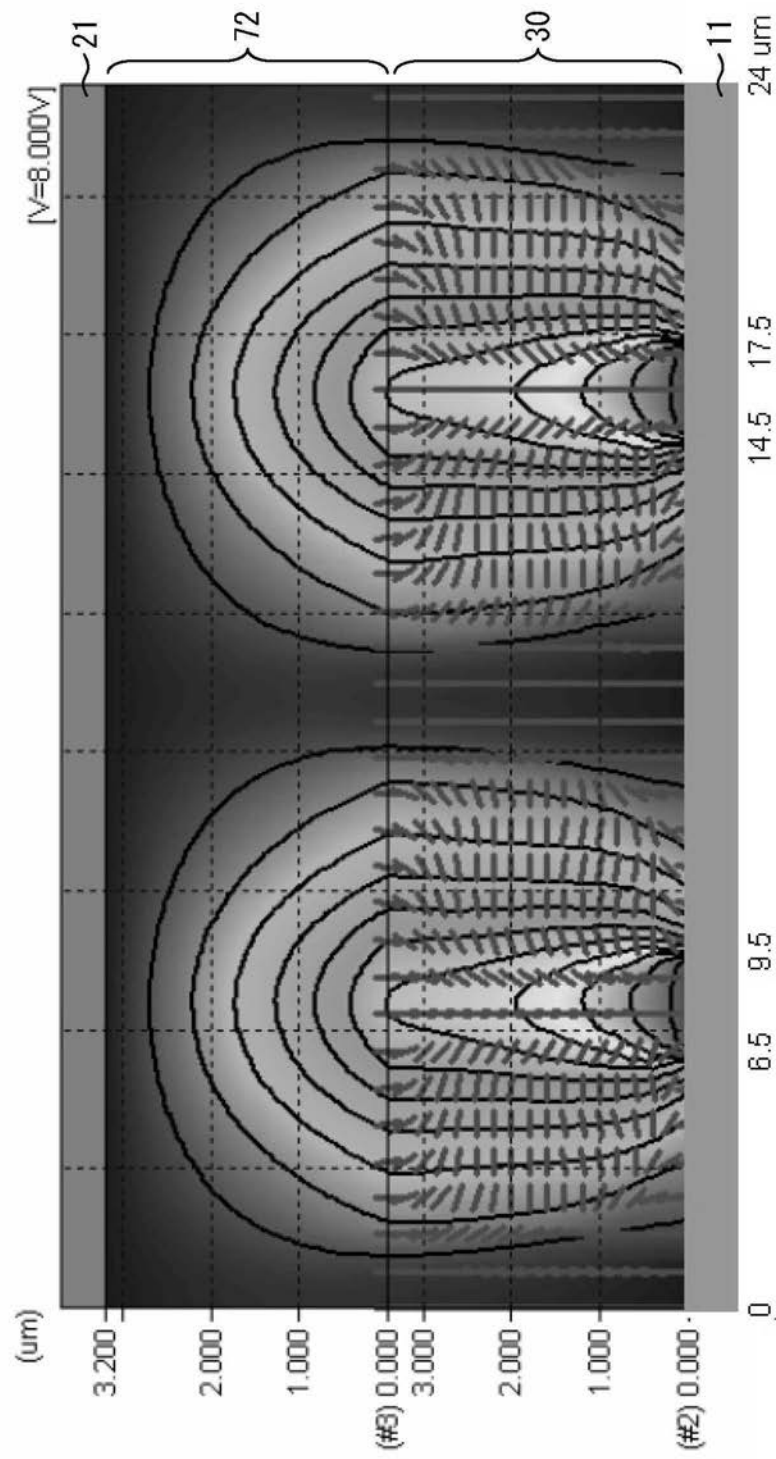
【図 16】



【図 17】



【図 13】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1343(2006.01)i, G02F1/1337(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/1343, G02F1/1337, G02F1/1368

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-81641 A (Fujitsu Ltd.), 21 March 2000 (21.03.2000), entire text; all drawings & US 2001/10575 A1 & TW 476859 B & KR 2000/5624 A	1-6
A	JP 2002-139736 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 17 May 2002 (17.05.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 April, 2010 (15.04.10)Date of mailing of the international search report
27 April, 2010 (27.04.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/001756									
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02F1/1343(2006.01)i, G02F1/1337(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02F1/1343, G02F1/1337, G02F1/1368											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2010年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2010年	日本国実用新案登録公報	1996-2010年	日本国登録実用新案公報	1994-2010年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2010年										
日本国実用新案登録公報	1996-2010年										
日本国登録実用新案公報	1994-2010年										
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2000-81641 A（富士通株式会社）2000.03.21, 全文全図 & US2001/10575 A1 & TW 476859 B & KR 2000/5624 A	1-6									
A	JP 2002-139736 A（三洋電機株式会社）2002.05.17, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6									
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献											
国際調査を完了した日 15.04.2010		国際調査報告の発送日 27.04.2010									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 小濱 健太	2L 4009								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3255								

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 大竹 忠

日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内

(72)発明者 神崎 修一

日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H090 HB08Y HC08 KA07 MA01

2H092 GA14 NA01 QA09

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	液晶面板和液晶显示装置		
公开(公告)号	JPWO2010137217A1	公开(公告)日	2012-11-12
申请号	JP2011515847	申请日	2010-03-11
[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		
[标]发明人	石原將市 村田充弘 櫻井猛久 大竹忠 神崎修一		
发明人	石原 將市 村田 充弘 櫻井 猛久 大竹 忠 神崎 修一		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1368		
CPC分类号	G02F1/134363 G02F1/13624 G02F1/1395 G02F2001/133742 G02F2001/134372 G02F2001/134381 G02F2001/13706 G02F2201/124 G09G3/3659 G09G2300/0426 G09G2300/0434 G09G2300/0491 G09G2300/0814 G09G2300/0842		
FI分类号	G02F1/1337.525 G02F1/1368		
F-TERM分类号	2H090/HB08Y 2H090/HC08 2H090/KA07 2H090/MA01 2H092/GA14 2H092/NA01 2H092/QA09		
优先权	2009131557 2009-05-29 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

液晶面板 (2) 包括 : p 型液晶材料 , 其夹在一对基板 (40、20) 之间 ; 以及 p 型液晶材料。像素电极 (13) 均由梳状电极形成 , 并且公共电极 (14) 均设置在基板 (40) 上。在不施加电场的情况下 , p 型液晶材料在垂直于基板表面的方向上取向。每个梳状电极具有不大于 $5\mu\text{m}$ 的电极宽度和不大于 $15\mu\text{m}$ 的电极间隔。像素电极 (13) 和公共电极 (14) 用于向 p 型液晶材料施加平行于基板表面的电场。当驱动液晶面板时 , 在像素电极 (13) 和公共电极 (14) 之间施加不小于 7V 的电压。p 型液晶材料的介电常数各向异性“ μ ”和折射率各向异性“ n ”的乘积为 0.9~2.5。

[圖1]

