

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-511010

(P2008-511010A)

(43) 公表日 平成20年4月10日 (2008.4.10)

(51) Int.Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

F I

G02F 1/1335 520

テーマコード (参考)

2H091

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-506601 (P2007-506601)
(86) (22) 出願日 平成17年8月26日 (2005.8.26)
(85) 翻訳文提出日 平成19年3月30日 (2007.3.30)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2005/016062
(87) 国際公開番号 W02006/022451
(87) 国際公開日 平成18年3月2日 (2006.3.2)
(31) 優先権主張番号 10/928,005
(32) 優先日 平成16年8月27日 (2004.8.27)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

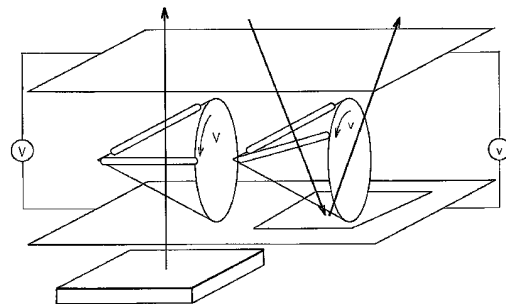
(71) 出願人 505272490
ナノロア株式会社
神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2-1
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100077517
弁理士 石田 敬
(74) 代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
(74) 代理人 100089901
弁理士 吉井 一男
(72) 発明者 望月 昭宏
アメリカ合衆国 コロラド 80027,
レイビル, オーチャード ドライブ 40
0

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半透過型液晶表示素子

(57) 【要約】

一対の基板と、該一対の基板間に配置された液晶材料とを少なくとも含む半透過型 (トランスフレクティブ) 液晶表示素子。該液晶材料は、屈折率異方性の大きさを印加電場強度で制御できるチューナブルバイリフリンジェンス方式が可能な、分極遮蔽型スメクティック液晶材料である。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一対の基板と、該一対の基板間に配置された液晶材料とを少なくとも含み、且つ、該液晶材料が、屈折率異方性の大きさを印加電場強度で制御できるチューナブルバイリフリンジェンス方式が可能な、分極遮蔽型スメクティック液晶材料であることを特徴とする半透過型（トランスフレクティブ）液晶表示素子。

【請求項 2】

単一のパネルギャップにより、透過型表示および反射型表示を同一デバイスで可能な請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

透過型表示の場合と、反射型表示の場合で、各画素が単一のパネルギャップを有する請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

透過型表示の場合と、反射型表示の場合で、同一初期配向の液晶を用いる請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

透過型表示の場合と、反射型表示の場合で、液晶層に印加する電圧を変化させる請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 6】

透過型表示の場合と、反射型表示の場合で、同一初期配向の分極遮蔽型スメクティック液晶を用いる請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 7】

単一のパネルギャップを用い、印加電圧の強弱により、透過型、反射型表示を選択する請求項 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 8】

同一画素内で、透過型表示の場合と、反射型表示の場合で、異なる部分を有効表示部として用い、反射型表示部には、金属酸化物の多層積層膜からなる反射層を設けた請求項 2 に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半透過型液晶表示素子に関する。

【背景技術】**【0002】**

無線送信を中心とするインフラストラクチャーの充実に伴い、小型携帯機器には、従来のいわゆるスタンドアロン機器から、インターネット接続をはじめとするネット接続機器、またテレビ信号の受信など高機能、高画質の携帯端末機としての機能が求められるにいたっている。特に、携帯電話は、これまでの単なる電話機の携帯型から、商品購入時の決済用端末、鉄道の自動改札通過用端末など、その携帯性と通信機能の簡便さから、日常生活の多くの分野での利用が広がっている。

【0003】

このような広範な用途に活用され始めた携帯端末は、その利用時間の飛躍的な増加に伴い、大きな課題に立ち向かわなければならなくなっている。高画質化要求と、消費電力の問題である。テレビ画像の表示も、通信のインフラストラクチャーの観点から可能になっている反面、これまでの携帯電話用ディスプレイより格段に多くの表示画素数と高輝度が求められている。更に、高精細表示、高輝度表示が求められながらその一方で、バッテリー駆動が前提となる携帯端末には、これまで以上の省電力が要求されているからである。

【0004】

以上の相反する要求機能を満足し、構築されつつある高度な通信のインフラストラクチャーを活用するためには、画像の高画質化と省電力化を同時に満たす新たな表示システム

10

20

30

40

50

の確立が急がれている。

【0005】

このような要求を満たす試みは既に行われており、ある程度の段階の機能を提供するにいたっている。いわゆる「トランスフレクティブ」、もしくは「半透過型表示」と呼ばれている液晶ディスプレイ(LCD)である。

【0006】

屋外で使用される機会の多い携帯端末は、強い外光環境下では、周囲の光を利用し反射型表示として用いられ、バックライトの消費電力を節約することが可能である。特に、画素数の多い高画質表示LCDほど、一般にバックライトの利用効率が低下する傾向があり、バックライトを使用しない表示は、省電力化に大きな意味を有する。

10

【0007】

一方で、夜間、もしくは屋内で用いる場合は、バックライトで十分な輝度を表示に与えることも要求される。トランスフレクティブ方式LCDは、このように使用される照度環境に応じて、常に最適な画質を選択でき、かつその消費電力を少なく抑えることができるため、高機能携帯端末用表示素子としては理想的なディスプレイであると言える。この点、発光型ディスプレイは、暗い照度環境下では極めて明るい表示が得られる反面、晴天の屋外のような照度環境下では、相対的に輝度が不足し、より明るい輝度を得るためには、環境照度を検知し、自動的に輝度を上げる等の、追加的機能が必要となる。

【0008】

トランスフレクティブ方式LCDは、以上のように高機能携帯端末用ディスプレイとして、理想的な表示を与える一方、以下の課題を残している。

20

【0009】

すなわち、トランスフレクティブ方式LCDは、その名前のとおり、同一のディスプレイパネルで、環境照度に応じて透過型LCD、反射型LCDとして使用することが求められる。一般に、LCDは光の偏光を制御するいわゆる複屈折制御型であるため、その光学特性を決める上で、リターデーション、すなわち光学メディアとしての液晶の屈折率異方性(Δn)と、LCDに入射して最終的に出射する光の光路長(d)の積： $\Delta n \times d$ が一定の値を満たすことが条件となる。一般に、TNに代表される従来の液晶表示方式では、 Δn は液晶物質の物質常数として規定されるため、リターデーションの設定は、もっぱら光路長、すなわち液晶ディスプレイパネルのセルギャップで設計されている。ここで、LCDの光学設計の最も基本的な形は、可視光の中心波長580nm(緑)に対し、 $\Delta n \times d$ の値が $\pi/2$ になるように決められる。例えば、 Δn の値が0.07の液晶を用いた場合、光(バックライト、もしくは外部環境光)の利用効率を最大にするためには、 $(0.07 \times d) / 0.56 \mu\text{m} (560 \text{ nm}) = 1/2$ を満たす d の値、すなわち、4 μm を選択する必要がある。

30

【0010】

ここで、注意しなければならないことは、透過型LCDと反射型LCDにおける光路長の差異である。図1(a)、(b)にそれぞれ透過型LCDと反射型LCDの光路長を模式的に示したとおり、反射型LCDでは、透過型LCDの2倍の光路長となる。透過型では、バックライトから出射した光が液晶層を一度通り抜けるだけなのに対し、反射型では外から入射した光が液晶層を2度とおり、光路長が $\Delta n \times 2d$ となっていることがわかる。

40

【0011】

トランスフレクティブ型LCDにおける、光路長の課題を克服する方法として考案されたのが、「1画素2セルギャップ」である。図2に、模式的に示したように、1つの画素を少なくとも2分割して、一方の画素のセルギャップを透過型用に d とし、もう一方のセルギャップを $d/2$ とすることで、透過、反射両方のリターデーションを満たしている。この方法は、効果的に透過、反射の両表示方式を満たすため、極めて有効な方式である。しかしながら、その一方、1つの画素で、2つのセルギャップを作り込まなければならず、一般に高精細、高密度表示が要求される携帯端末用LCDの製造性において、極めて大

50

きな課題となっている。特に、技術の背景概要で述べたとおり、今後のＴＶ画像表示のような高画質表示に必要な高精細表示においては、画素サイズのより一層の小型化、高密度化が必要となり、ますますその製造が困難となる。

【００１２】

このように、小型高精細表示のニーズがかつてないほど求められる状況において、単に高画質表示、低消費電力表示のみならず、充分高い製造性を前提した高機能高精細表示が求められている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１３】

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を解消可能な半透過型液晶表示素子を提供することにある。

【００１４】

本発明の他の目的は、基本的に優れた表示性能、省電力表示を可能とするトランスフレクティブ表示を可能とするものを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本発明者は鋭意研究の結果、従来の半透過型液晶表示素子用に反射の箇所ミラーを置き、その光学的厚さを $1/2$ にするのではなく、複屈折率を電圧コントロールにより「 $1/2$ 」として光学的厚さを $1/2$ とすることが、上記目的の達成のために極めて効果的なことを見出した。

【００１６】

本発明の半透過型液晶表示素子はこのような知見に基づくものであり、より詳しくは、一对の基板と、該一对の基板間に配置された液晶材料とを少なくとも含み；且つ、該液晶材料が、屈折率異方性の大きさを印加電場強度で制御できるチューナブルバイリフレクティブ方式が可能な、分極遮蔽型スメクティック液晶材料であることを特徴とする半透過型（トランスフレクティブ）液晶表示素子である。

【００１７】

上記構成を有する本発明の半透過型液晶表示素子においては、基本的に優れた表示性能、省電力表示を可能とするトランスフレクティブ表示の製造性を格段に向上するため、極めて複雑、かつ制御が困難な１画素２セルギャップを解消し、従来のＬＣＤのように１画素１セルギャップでトランスフレクティブ表示として充分機能する製造性の高い表示方式が可能となる。本発明においては、更に、１画素１セルギャップとすることにより、高精細、高密度表示をより低消費電力で行うことが可能となる。

【００１８】

以下、本発明の素子における液晶表示のメカニズムについて述べる。

【００１９】

すなわち、透過型、反射型ＬＣＤで必要となる異なる光路長、具体的には、反射型ＬＣＤで必要な２倍（透過型ＬＣＤに比べて）の光路長に対し、一つのセルギャップで光の利用効率を最大にするためには、物理的に許される解は、ただ一つである。それは、透過型ＬＣＤのセルギャップを d とした時、反射型ＬＣＤの液晶の屈折率異方性（ Δn ）を、（ Δn ）／２とすることである。この条件を満足するためには、用いる液晶が、透過型で使用する時は、その屈折率異方性が Δn であり、反射型で使用する時は、（ Δn ）／２となることである。

【００２０】

図１および図２に示すように、周囲が明るい際のバックライトを省電力とするため、従来より、半透過型ＬＣＤが利用されている。この素子においては、暗い場所では厚さ＝ d でバックライトを直進で透過させ、明るい場所では反射光を利用して、厚さ＝ $2d$ で透過させている（図１）。１画素内に、このような厚さ＝ d および厚さ＝ $2d$ の箇所が作られている。具体的には、図２に示すような素子構成が知られている。すなわち、従来の素子

10

20

30

40

50

においては、反射が必要な箇所にミラーを置き、その光学的厚さを $1/2$ にしていた。

【0021】

他方、従来の TN-LCD に代表される LCD では、用いる液晶の屈折率異方性は、その液晶の物質常数として規定されるため、透過型、反射型それぞれにあったセルギャップを用意する以外、光の利用効率を最大化する手立てはなかった。かつて、ネマティック液晶をいわゆるハイブリッド配向とし、その複屈折の大きさを印加電場強度で連続的に制御する「チューナブルバイリフリンジエンス方式」と呼ばれる表示方式があった。

【0022】

この方式は、印加する電場強度に応じて、液晶層の複屈折の大きさを連続的に変化させることができるので、本発明の課題を達成する可能性がある。しかし、このチューナブルバイリフリンジエンス方式は、その屈折率異方性の制御範囲が極めて大きすぎ、入射する直線偏光を楕円偏光にすることで、着色させることにその機能を発揮する方式である。すなわち、印加電場強度による屈折率異方性の制御範囲が、先に述べた可視光中心波長の $1/2$ の条件から大幅に外れることで、カラーフィルタを用いずに発色することを目的とした方式である。また一方、従来知られているチューナブルバイリフリンジエンス方式では、トランスフレクティブ表示に求められるような範囲での印加電場強度による複屈折制御が実現できていない。従って、基本的に従来知られているチューナブルバイリフリンジエンス方式と同様、電場強度に依存した屈折率異方性を発揮し、かつ、その屈折率異方性の制御範囲が、可視光中心波長の $1/4$ 以内で制御可能な方式の確立が必要であった。

【0023】

上述したように、従来のチューナブルバイリフリンジエンス方式、TN-LCD 方式は、入射直線偏光に対し、液晶分子の配向方向が連続的に変化することにより、偏光方向を変化させ、または直線偏光を楕円偏光にして出射することで、光のオン・オフ、着色を行うものであった。これに対して、本発明者は、発明者らが発明した分極遮蔽型スメクティック液晶表示に着目し、印加電場強度に依存する屈折率異方性の制御に成功して、本発明を完成するに至った。

【0024】

本発明の更なる利用可能性 (applicability) の範囲は、以下の詳細な説明から明らかとなるであろう。しかしながら、本発明の本質 (spirit) および範囲 (scope) 内における種々の変形および修正が、この詳細な説明から当業者には明らかであろうから、本発明の好適な態様を示しつつ行われる、この詳細な説明および実施例 (specific examples) は、例証 (illustration) のためにのみ行われることが理解されるべきである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、必要に応じて図面を参照しつつ本発明を更に具体的に説明する。以下の記載において量比を表す「部」および「%」は、特に断らない限り質量基準とする。

【0026】

(液晶表示素子)

本発明の液晶表示素子は、一対の基板と、該一対の基板間に配置された液晶材料とを少なくとも含む。本発明において、この液晶材料は、屈折率異方性の大きさを印加電場強度で制御できるチューナブルバイリフリンジエンス方式が可能な分極遮蔽型スメクティック液晶材料であることが特徴である。

【0027】

(液晶表示のメカニズム)

図3に、本発明の分極遮蔽型スメクティック液晶表示による、液晶パネルのリターデーション変化を示す。

【0028】

図3を参照して、分極遮蔽型スメクティック液晶表示の特徴の一つは、セルギャップが固定されている場合、そのリターデーションは、印加電場強度に応じて変化することである。更に、液晶層の有する屈折率異方性 (Δn) が、いわゆるファーストミニマムの条件

を満たす限り、電場強度を変えて、リターデーションの大きさを連続的に変化させても、可視光領域における波長分散は無視でき、いわゆる色付きが発生せず、色純度の高い連続階調表示が可能となる。更に、分極遮蔽型スメクティック液晶表示は、従来LCDに比べ極めて高速応答、広い視野角を有するため、単一セルギャップでトランスリフレクティブ表示が可能になれば、高画質、高機能表示を、従来に比べ低い製造コストで提供することが可能となる。

【0029】

(単一セルギャップの態様)

以下に、本発明の単一セルギャップの態様における、分極遮蔽型スメクティック液晶表示における透過型、反射型の表示原理を説明する。

10

【0030】

基本的な表示方式として複屈折条件は、図4に示す透過型を前提とする。従って、典型的なスメクティック液晶の Δn (屈折率異方性) は、0.14に設定する。この時、ファーストミニマムの光利用効率を最大にする条件は、式(1)により与えられる。

【0031】

$$I = I_0 \sin^2 2\theta \sin^2 (\pi \Delta n d / \lambda) \cdots \cdots (1)$$

式(1)の各パラメータは図5に示すように、 I は液晶層を通過して出射される光の強度、 I_0 は液晶層に入射する光の強度、 θ は入射光と液晶分子の光軸のなす角度、 Δn は液晶の屈折率異方性、 d は液晶層の厚さ(セルギャップ)、また、 λ は入射光の波長である(例えば、可視光の中心波長である560nmを用いる)。

20

【0032】

光学物質層である液晶パネルから出射する光量 I を最大、すなわち光利用効率を最大にするためには、式(1)から、 $\theta = 45$ 度、 $\Delta n d / \lambda$ の値を $1/2$ にすれば良いことが分かる。もちろん、数式上では、 $\Delta n d / \lambda$ の値を $3/2$ 、 $5/2$ 等にしても良いが、これらの場合、ファーストミニマムの条件から外れるためセルギャップの均一性に極めて高い精度が求められ、パネル製造マージンを著しく狭めてしまい、実用的でなくなる可能性がある。かつ、セルギャップ d が極めて大きくなり、印加電圧の上昇を招く可能性がある。

【0033】

式(1)において、本件発明に直接かかわる項は、 $\sin^2 (\pi \Delta n d / \lambda)$ の部分であることは言うまでもない。前述したとおり、ハイブリッド配向を前提とした従来のチューナブルバイレフリンジェンス方式は、印加電圧による Δn の変化量が大きすぎ、ファーストミニマムの条件から大きく外れてしまう。これに対し、本発明に係わる分極遮蔽型スメクティック液晶表示の場合、実質的に Δn が印加電圧により変化するため、式(1)は、式(2)のように書き換えることができる。

30

【0034】

$$I = I_0 \sin^2 2\theta \sin^2 (\pi \Delta n (E) d / \lambda) \cdots \cdots (2)$$

式(2)において、 $\Delta n (E)$ は、液晶層の屈折率異方性 Δn が、液晶層に印加される電場強度 E の関数であることを示している。通常、式(2)の成り立つ印加電場強度範囲、電場強度により変動する液晶層の屈折率異方性の範囲には特定の範囲がある可能性がある。

40

【0035】

本発明の主旨から、式(2)が意味を有する印加電場強度範囲は、印加電場強度ゼロから、透過型表示として分極遮蔽型スメクティック液晶表示を用いる場合の印加最大電場強度までであり、印加電場強度により変動する Δn の最大範囲は $\Delta n (E : \max) = \Delta n (\max)$ である。

【0036】

以上の前提の基に、本発明の原理を具体的に説明する。

(本発明の原理)

本発明を適用する液晶ディスプレイ(LCD)の具体的構造の1例は、図6に示す通り

50

である。

【0037】

図6を参照して、従来のトランスフレクティブ表示と異なり、各画素のセルギャップは同一のdとすることができる。同一ギャップの1画素を図6に示すように少なくとも2つの領域に分割する。図6で、領域1は透過型表示に用いる部分、領域2は反射型表示に用いる部分である。領域1と領域2の部分は、図6の例においては液晶駆動用薄膜トランジスタを共用する。一方、対向側のいわゆるコモン電極は、領域1、領域2で電氣的に分離される。

【0038】

透過型表示として用いる場合は、領域1のみが用いられ、図7に示す電圧を領域1に印加し、液晶を駆動する。一方、反射型表示として用いる場合は、領域2のみが用いられ、図8に示す電圧を領域2に印加し、液晶を駆動する。透過型表示として用いる場合は、領域2は図6の反射電極層でバックライトからの光が遮られ表示に影響を与えない。一方、反射型表示として用いる場合は、領域1は、外光の反射が充分におこらないため暗くなり、表示に実質的な影響を与えない。

【0039】

透過型として用いる場合は、図7に示す電圧が液晶層に与えられ、電圧に応じて分極遮蔽型スメクティック液晶の分子光軸の倒れ角が規定され、その結果としてパネルを透過する透過光量が一義的に決まる。この場合の液晶層が示す最大の屈折率異方性(Δn)は、図7に示す印加電圧が、飽和電圧に達した時の電圧(5.8V)で与えられる。この時、反射型表示部分(図6の領域2)の液晶には実質的に全く電圧を印加しないようにし、外部照明光が領域2の部分に入射しても図6の出射光側の偏光板で光が遮光されるようにする。または、反射型表示部分が、透過型部分の書き込み電圧によって駆動したとしても、透過照明強度が、外部周囲光より圧倒的に強いいため、実質的に透過型表示に影響を与えることは極めて小さく、無視できる。

【0040】

反射型として用いる場合は、図8に示す電圧が液晶層に与えられ、電圧に応じて分極遮蔽型スメクティック液晶の分子光軸の倒れ角が規定され、その結果として液晶層下部の反射層から反射される光量が一義的に決まる。この様子を図9に示す。この場合の液晶層が示す最大の屈折率異方性(Δn)は、図8に示す印加電圧が、飽和電圧の約半分に達した時の電圧(約1.4V)で与えられる。この時、透過型表示部分(図6の領域1)の液晶には、透過型として用いる場合の最大1/4の電圧しか印加されず、ほとんどの場合、領域1の液晶層は大きな透過率変化を発生しないため、反射型表示に影響は与えない。また、多少、光の透過率に影響が出たとしても、反射型表示では外部周囲光を用いるため、反射層を有さない領域1では、外部光の反射が無視できるため、表示への影響は無視できる。

【0041】

(第2の態様)

基本的概念を同一にしながら、画素構成の異なる本発明の態様(第2の態様)を説明する。

【0042】

図10に、異なる画素構成による、本発明の別の例を示す。図10の画素構成が図6の前述の構成と最も大きく異なる部分は、図10の構成では、図6の構成と異なり、画素が分割されていないことである。更に、画素を分割せず、画素の下部電極側に金属酸化膜の多重層を構成し、電極下部からの垂直入射によるバックライト光は通過するが、同時に外部周囲光は、本多重金属酸化膜表層で反射され、透過しないようにしたことを特徴としている。この構成における、一般的な透過型、反射型表示の方法は、基本的に前述と同様である。本構成で用いられる多重金属酸化膜は、一般に、カメラレンズ等の表面に用いられる反射防止膜と同様の膜を用いることができる。例えば、 SiO_2 と CeO_2 の15層積層膜等が用いられる。本構成では、1画素を分割する必要がないため、特に反射型表示で

10

20

30

40

50

より広い画素面積での光反射が可能となり、より明るい表示を提供することが可能となる。

【 0 0 4 3 】

(第 2 の態様の動作)

上記した第 2 の態様の素子の動作について説明する。

単一画素における透過型、反射型表示の切り替えは、2つの基本的要素を満たす必要がある。一つは、本発明の基本原理解である、印加電圧制御による選択的屈折率異方性制御である。他は、環境照度に応じた画素の透過、反射表示の切り替えである。前者は既に述べているので、後者につき、その概念を以下に説明する。

【 0 0 4 4 】

一般に、光の吸収のない(金属等、可視光の吸収のない)膜の場合、図 1 1 に示す n_0 / n_1 界面、あるいは n_1 / n_2 界面での光の反射係数 r_1, r_2 と透過係数 t_1, t_2 は、電場のスペクトルが入射光に対して平行な光に対しては、下記式 (3) および (4) で与えられる。

【 0 0 4 5 】

$$(r_1)_{//} = (n_1 \cos \varphi_0 - n_0 \cos \varphi_1) / (n_1 \cos \varphi_0 + n_0 \cos \varphi_1) \cdots \cdots (3)$$

【 0 0 4 6 】

$$(t_1)_{//} = 2 n_1 \cos \varphi_1 / (n_1 \cos \varphi_0 + n_0 \cos \varphi_1) \cdots \cdots (4)$$

【 0 0 4 7 】

電場のスペクトルが入射光に対して垂直な光に対しては、下記式 (5) および (6) で与えられる。

【 0 0 4 8 】

$$(r_1)_{\perp} = (n_1 \cos \varphi_1 - n_0 \cos \varphi_0) / (n_1 \cos \varphi_1 + n_0 \cos \varphi_0) \cdots \cdots (5)$$

【 0 0 4 9 】

$$(t_1)_{\perp} = 2 n_1 \cos \varphi_1 / (n_1 \cos \varphi_1 + n_0 \cos \varphi_0) \cdots \cdots (6)$$

【 0 0 5 0 】

上記した式 (3) から式 (6) までは反射光 (r) , および透過光 (t) の入射面に対する平行成分と垂直成分の Fresnel 係数を与える。これらの式から、反射光、透過光の各強度 R および T (エネルギー) は、膜内での位相変化 ($\delta_1 = 2 \pi v n_1 t \cos \varphi$; v は光の波長、 t は膜厚等) を考慮して、反射および透過光を加算すれば以下のように求められる。ただし、以下の 2 つの式 (7) および (8) では、膜は等方性と仮定している。

【 0 0 5 1 】

$$R = (r_1^2 + 2 r_1 r_2 \cos 2 \delta_1 + r_2^2) / (1 + 2 r_1 r_2 \cos 2 \delta_1 + r_1^2 r_2^2) \cdots \cdots (7)$$

【 0 0 5 2 】

$$T = (n_2 t_1^2 t_2^2) / \{ n_0 (1 + 2 r_1 r_2 \cos 2 \delta_1 + r_1^2 r_2^2) \}$$

【 0 0 5 3 】

式 (7) , (8) から、ある一定の厚みと屈折率を有する膜を多層化することにより、ある波長 (波長域) に対しほぼ 1 0 0 % の反射率、透過率を達成できることがわかる。実際、上記の式 (7) , (8) に従い、工業的に「マジックミラー」と称する半透過、半反射膜が SiO_2 , CeO_2 , MgF_2 等の金属酸化物膜の積層で上市されている。いわゆるマジックミラーは、ミラー面に対して前面側がミラー後方面より照度が高い場合は反射膜として機能し、逆に、ミラー前面側の方が、ミラー後方面より暗い場合は、透過膜として機能する。

【 0 0 5 4 】

従って、上記の概念に基づいた多層膜を透明電極の下部 (もしくは上部 : 図 1 0 参照)

10

20

30

40

50

に配置すれば、環境照度に応じた画素の透過、反射表示の切り替えが可能となり、単一画素、単一パネルギャップによるトランスフレクティブ表示が可能となる。

【 0 0 5 5 】

以下、実施例を参照しつつ、本発明を更に具体的に説明する。

【 0 0 5 6 】

以下、実施例により本発明を更に具体的に説明する。

【実施例】

【 0 0 5 7 】

実施例 1

【 0 0 5 8 】

本発明の概念を実証するため、 $35\text{ mm} \times 35\text{ mm} \times 0.7\text{ mm}$ のガラス基板を用い、図 1 2 のように透明電極 (ITO) をパターンニングし、表示領域 1 および 2 を設けた。表示領域 1 は、ITO のままとし、表示領域 2 は、ITO 上にアルミニウムを蒸着し、反射電極とした。対向側は、パターンニングしない、いわゆるべた ITO 電極付きガラスを用いた。なお、対向側ガラスのサイズはパターンニングしたガラス基板と同一とし、図 1 2 のように貼合せを行った。2 枚のガラス基板を対向させ、液晶層のギャップ (前述の d) を一定の大きさにするため、粒径が $1.8\text{ }\mu\text{m}$ のシリカスペーサーを用いた。2 枚のガラス基板表面にポリイミドを塗布、焼成した後、互いにラビングを平行方向に行った。その後、エタノールに分散した上記スペーサーを 1 平方ミリメートルあたり 50 個の割合で分散した。その後、このガラスの周囲に 2 液性エポキシ樹脂を充填し、空セルを作製した。このセルに、分極遮蔽型スメクティック液晶材料を注入し、PSS-LCD を作製した。

【 0 0 5 9 】

図 1 2 に示すように、電極を超音波はんだを用いて付け、電源に接続した。作製した液晶パネルの平均のセルギャップを、繰り返し反射の干渉を利用し測定した結果、 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ であった。注入した液晶の 560 nm に対する屈折率異方性は、 0.14 である。透過用光源として白色光源と光拡散フィルムから構成されるフォトビューワーを用いた。用いたフォトビューワーの拡散板上の輝度は、 $1,800\text{ nit}$ であった。反射表示としては、通常の室内天井に取り付けられた蛍光灯を用いた。この時の本実施例液晶パネル面での照度は $3,000\text{ lux}$ であった。

【 0 0 6 0 】

表示領域 1 は、透過型表示を行うため、印加電圧を最大 6 V とし印加電場強度に応じた連続的な透過光強度の変化を確認した。印加電圧強度に依存した透過光強度の測定は、図 1 3 に示すようなセットアップ下、透過光強度をフォトマルチプライアで検出して行った。図 1 4 に測定結果を示す。この時、透過光は、透過光源として用いたフォトビューワーと同様の白色から、黒色まで無彩色表示が得られた。表示領域 2 は、反射型表示を行うため、印加電圧を最大 3 V とし、印加電場強度に応じた連続的な反射光強度の変化を確認した。

【 0 0 6 1 】

印加電圧強度に依存した反射光強度の測定は、図 1 5 に示すようなセットアップ下、反射光強度をフォトマルチプライアで検出して行った。図 1 6 に測定結果を示す。この時、反射光は、環境光である天井蛍光灯と同様の白色から黒色まで無彩色表示が得られた。

【 0 0 6 2 】

図 1 4、図 1 6 の測定結果から明らかとなり、単一パネルギャップにより、印加電圧を変えるだけで、同一画素内で透過、反射両表示が色付きなく連続階調で可能なことを確認した。

【 0 0 6 3 】

実施例 2

【 0 0 6 4 】

本発明によるカラー表示機能を実証するため、実施例 1 と同様 $35\text{ mm} \times 35\text{ mm} \times 0$

10

20

30

40

50

．7mmのガラス基板を用い、図12のように透明電極（ITO）をパターンニングし、表示領域1および2を設けた。表示領域1は、ITOのままとし、表示領域2は、ITO上にアルミニウムを蒸着し、反射電極とした。対向側は、パターンニングしない、いわゆるべたITO電極の上にアクリル系ベースポリマーに赤色色素を含浸したカラーフィルタを設けたガラスを用いた。同様に、別の対向ガラス基板には、ITO上に青色カラーフィルタ、緑色カラーフィルタをそれぞれ別々に設けた。なお、対向側ガラスのサイズはパターンニングしたガラス基板と同一とし、図12のように貼合せを行った。2枚のガラス基板を対向させ、液晶層のギャップ（前述のd）を一定の大きさにするため、粒径が1.8ミクロンのシリカスパーサーを用いた。2枚のガラス基板表面にポリイミドを塗布、焼成した後、互いにラビングを平行方向に行った。その後、エタノールに分散した上記スペーサを1平方ミリメートルあたり50個の割合で分散した。その後、このガラスの周囲に2液性エポキシ樹脂を充填し、空セルを作製した。このセルに、分極遮蔽型スメクティック液晶材料を注入し、PSS-LCDを作製した。

10

20

30

40

50

【0065】

図12に示すように、電極を超音波はんだを用いて付け、電源に接続した。作製した液晶パネルの平均のセルギャップを、繰り返し反射の干渉を利用し測定した結果、2.0ミクロンであった。注入した液晶の560nmに対する屈折率異方性は、0.14である。透過用光源として白色光源と光拡散フィルムから構成されるフォトビューワーを用いた。用いたフォトビューワーの拡散板上の輝度は、1,800nitであった。反射表示としては、通常の室内天井に取り付けられた蛍光灯を用いた。この時の本実施例液晶パネル面での照度は3,000luxであった。

【0066】

表示領域1は、透過型表示を行うため、印加電圧を最大6.3Vとし印加電場強度に応じた連続的な透過光強度の変化を確認した。印加電圧強度に依存した透過光強度の測定は、図13に示すようなセットアップ下、透過光強度をフォトマルチプライアで検出して行った。図17に測定結果を示す。この時、透過光は、透過光源として用いた白色フォトビューワー光を各カラーフィルタによる赤色、青色、緑色について連続的階調色表示が得られた。表示領域2は、反射型表示を行うため、印加電圧を最大3.2Vとし、印加電場強度に応じた連続的な反射光強度の変化を確認した。

【0067】

印加電圧強度に依存した反射光強度の測定は、図15に示すようなセットアップ下、反射光強度をフォトマルチプライアで検出して行った。図18に測定結果を示す。この時、反射光は、環境光である白色天井蛍光灯により、各カラーフィルタの赤色、青色、緑色について連続的階調色表示が得られた。

【0068】

図17、図18の測定結果から明らかとなり、単一パネルギャップにより、印加電圧を変えるだけで、同一画素内で透過、反射両表示が連続階調で可能なことを確認した。

【0069】

実施例3

【0070】

本発明の異なる構成による機能を実証するため、35mm×35mm×0.7mmのガラス基板を用い、図12のように透明電極（ITO）をパターンニングした。更に一方の基板に対しては、ITO上に SiO_2 、 CeO_2 の積層による多層膜を成膜し、半透過膜を設けた。対向側は、パターンニングしない、いわゆるべたITO電極付きガラスを用いた。なお、対向側ガラスのサイズはパターンニングしたガラス基板と同一とし、図12のように貼合せを行った。2枚のガラス基板を対向させ、液晶層のギャップ（前述のd）を一定の大きさにするため、粒径が1.8ミクロンのシリカスパーサーを用いた。2枚のガラス基板表面にポリイミドを塗布、焼成した後、互いにラビングを平行方向に行った。その後、エタノールに分散した上記スペーサを1平方ミリメートルあたり50個の割合で分散した。その後、このガラスの周囲に2液性エポキシ樹脂を充填し、空セルを作製した。こ

のセルに、分極遮蔽型スメクティック液晶材料を注入し、PSS-LCDを作製した。図12に示すように、電極を超音波はんだを用いて付け、電源に接続した。作製した液晶パネルの平均のセルギャップを、繰り返し反射の干渉を利用し測定した結果、2.0ミクロンであった。注入した液晶の560nmに対する屈折率異方性は、0.14である。透過光源として白色光源と光拡散フィルムから構成されるフォトビューワーを用いた。用いたフォトビューワーの拡散板上の輝度は、1,800nitであった。反射表示としては、通常の室内天井に取り付けられた蛍光灯を用いた。この時の本実施例液晶パネル面での照度は3,000luxであった。

【0071】

透過型表示を行うため、上記フォトビューワーの光源を用い、液晶パネルへの印加電圧を最大6.5Vとし印加電場強度に応じた連続的な透過光強度の変化を確認した。印加電圧強度に依存した透過光強度の測定は、図13に示すようなセットアップ下、透過光強度をフォトマルチプライアで検出して行った。図19に測定結果を示す。この時、透過光は、透過光源として用いたフォトビューワーと同様の白色から、黒色まで無彩色表示が得られた。

10

【0072】

反射型表示を行うため、上記フォトビューワーの光源を遮断し、室内の環境照度の下、印加電圧を最大3.5Vとし、印加電場強度に応じた連続的な反射光強度の変化を確認した。印加電圧強度に依存した反射光強度の測定は、図15に示すようなセットアップ下、反射光強度をフォトマルチプライアで検出して行った。図20に測定結果を示す。この時、反射光は、環境光である天井蛍光灯と同様の白色から黒色まで無彩色表示が得られた。

20

【0073】

図19、図20の測定結果から明らかとなり、単一パネルギャップおよび同一画素により、印加電圧を変えるだけで、同一画素内で透過、反射両表示が色付きなく連続階調で可能なことを確認した。

【0074】

上記した本発明の説明から、本発明が種々のやり方で変形できることが自明であろう。このような変形(variations)は本発明の本質および範囲から逸脱するものと見なすべきではなく、且つ、当業者に自明な本願の請求項内のものとして包含されることが意図されている。

30

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】図1は、従来の半透過型液晶表示素子の動作原理を説明するための模式斜視図である。

【図2】図2は、従来の半透過型液晶表示素子(AM-LCD)の画素の構成を説明するための模式断面図および模式平面図である。

【図3】図3は、本発明の半透過型液晶表示素子の動作原理の一例(PSS-LCDの複屈折機能の電圧コントロール)を説明するための模式斜視図である。このPSS-LCDは、「電圧コントロール型のバイリフリンジェンス」システムとして機能する。

【図4】図4は、本発明の半透過型液晶表示素子の動作原理の一例(透過型として用いる場合)を説明するための模式断面図である。

40

【図5】図5は、本発明の半透過型液晶表示素子の動作原理の一例を説明するための模式斜視図である。

【図6】図6は、本発明の半透過型液晶表示素子の構成の一例を説明するための模式断面図および模式平面図である。

【図7】図7は、本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧-透過率の関係の一例(透過型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

【図8】図8は、本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧-反射率の関係の一例(反射型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

【図9】図9は、本発明の半透過型液晶表示素子の動作原理の一例(反射型として用いる

50

場合)を説明するための模式斜視図である。この構成においては、低駆動電圧による限定されたチルト角のため、ダイナミックレンジは限定される。

【図10】図10は、本発明の半透過型液晶表示素子の構成の他の例を説明するための模式断面図および模式平面図である。

【図11】図11は、本発明の半透過型液晶表示素子の動作原理の他の例を説明するための模式断面図である。

【図12】図12は、実施例で作製した本発明の半透過型液晶表示素子の構成の例を説明するための模式斜視図である。

【図13】図13は、実施例で作製した本発明の半透過型液晶表示素子を作動させるためのセットアップ例を説明するための模式斜視図である。

【図14】図14は、実施例で作製した本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧 - 透過率の関係の一例(透過型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

【図15】図15は、実施例で作製した本発明の半透過型液晶表示素子を作動させるためのセットアップ例(反射型として用いる場合)を説明するための模式斜視図である。

【図16】図16は、本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧 - 反射率の関係の一例(反射型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

【図17】図17は、実施例で作製した本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧 - 透過率の関係の一例(透過型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

【図18】図18は、本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧 - 反射率の関係の一例(反射型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

【図19】図19は、実施例で作製した本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧 - 透過率の関係の一例(透過型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

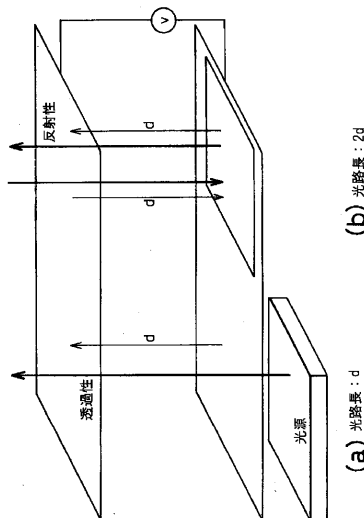
【図20】図20は、本発明の半透過型液晶表示素子によって得られる電圧 - 反射率の関係の一例(反射型として用いる場合)を説明するためのグラフである。

10

20

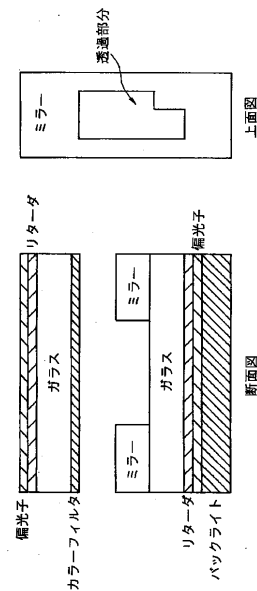
【図1】

図1

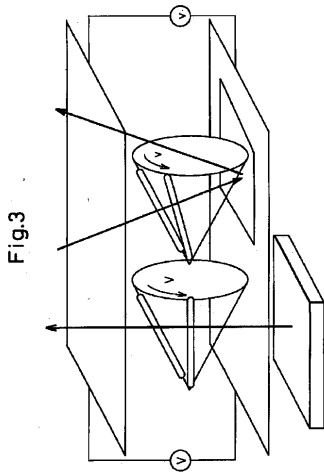


【図2】

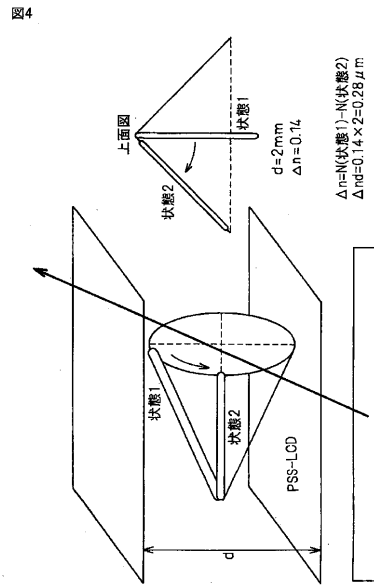
図2



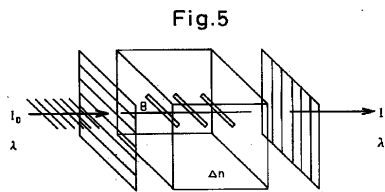
【図3】



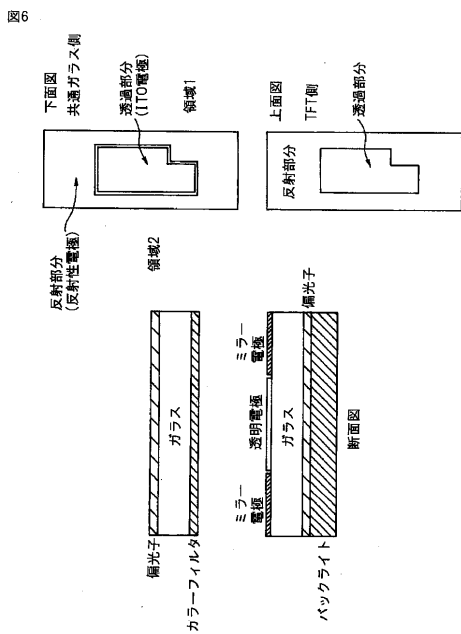
【図4】



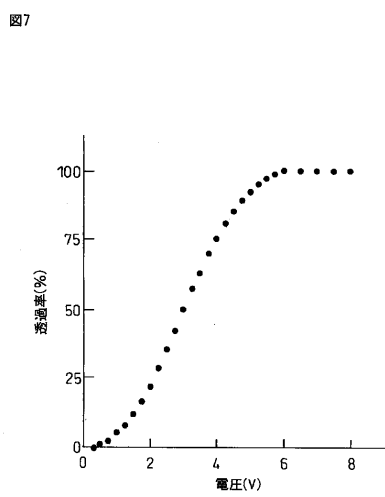
【図5】



【図6】

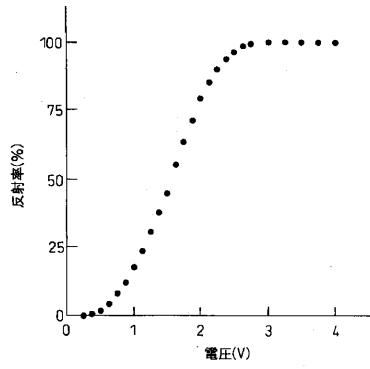


【図7】



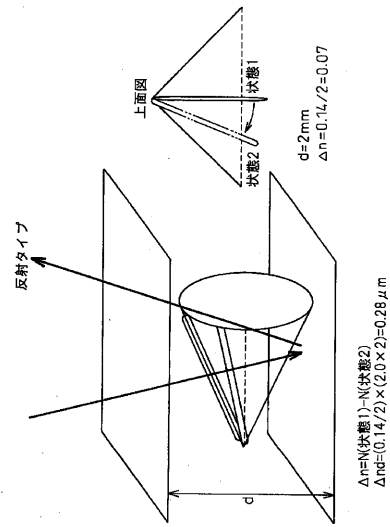
【図 8】

図8



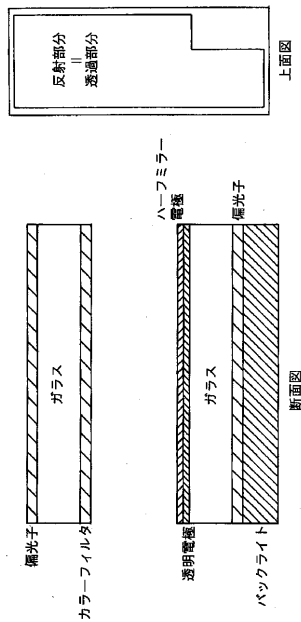
【図 9】

図9



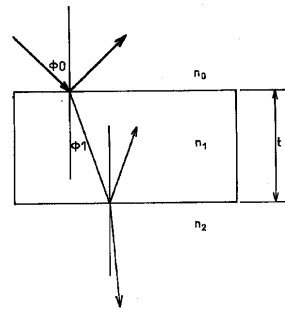
【図 10】

図10



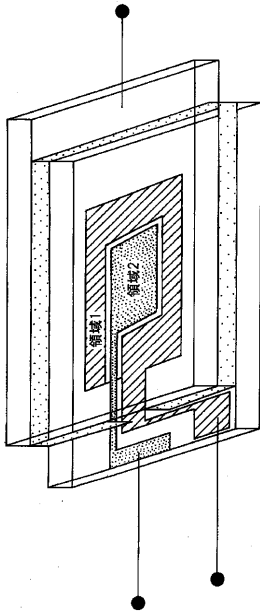
【図 11】

Fig.11



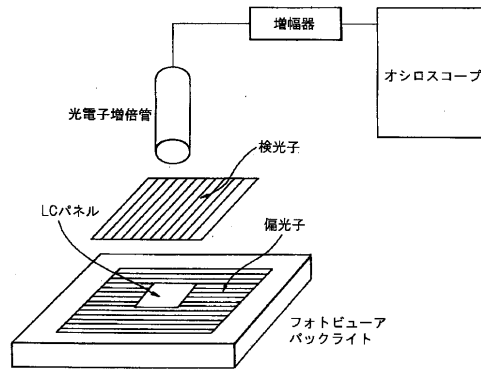
【図 1 2】

図12



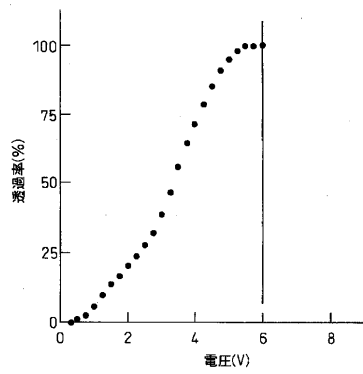
【図 1 3】

図13



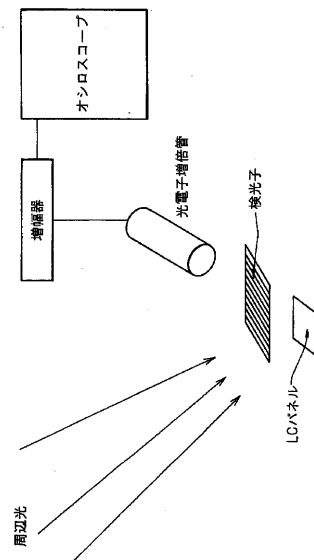
【図 1 4】

図14



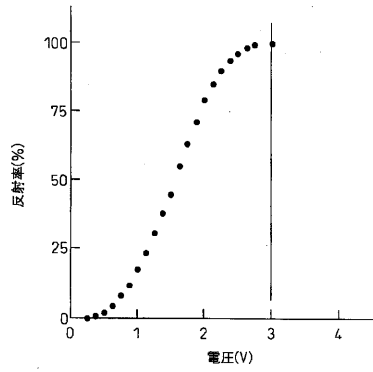
【図 1 5】

図15



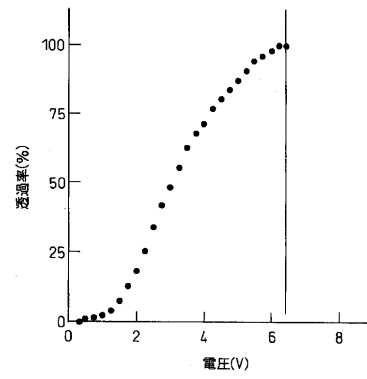
【図 16】

図16



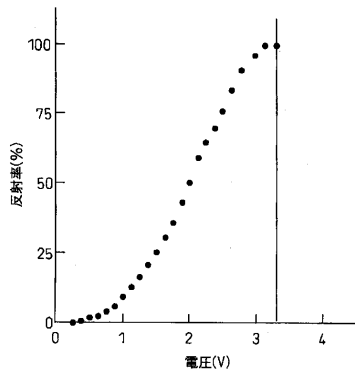
【図 17】

図17



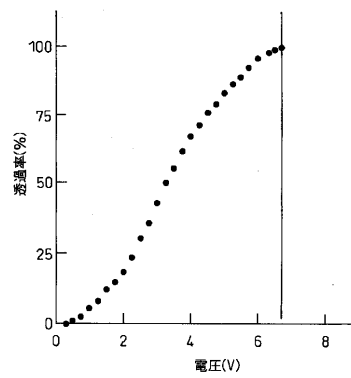
【図 18】

図18



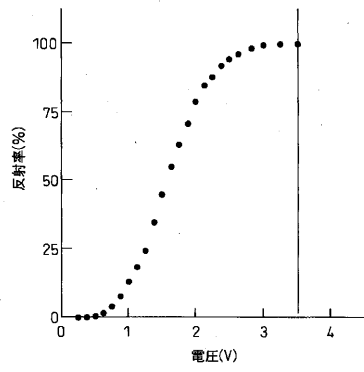
【図 19】

図19



【図 20】

図20



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/JP2005/016062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02F1/1335 G02F1/139 G02F1/141		
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) G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 03/093898 A (UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA; TOPPOLY OPTOELECTRONICS CORP) 13 November 2003 (2003-11-13) page 3, line 26 - line 28; figure 4 page 5, line 14 - line 20	1-6,8
Y	US 2004/090576 A1 (CHUANG LI-SEN) 13 May 2004 (2004-05-13) paragraphs '0012!, '0032!, '0033!; figures 2A,2B	1-6,8
Y	US 2004/165129 A1 (OKUMURA OSAMU) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraphs '0012!, '0062!; figures 3A,3B,4	1-6,8
	----- -/-	
☒ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in 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 document 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. *G* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
2 December 2005		12/12/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Lord, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/JP2005/016062

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	AKIHIRO MOCHIZUKI: "A Hysteresis-Free Continuous Gray Shade Smectic Liquid Crystal with Fast Optical Response" SID 04 DIGEST, vol. XXXV, no. 37.1, 25 May 2004 (2004-05-25), pages 1156-1159, XP007011926 the whole document	1-6,8
Y	WO 2004/063807 A (NANO LOA, INC; MOCHIZUKI, AKIHIRO; WRIGHT, HAVILAND) 29 July 2004 (2004-07-29) page 37, line 22 - page 42, line 30	1-6,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP2005/016062

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 03093898	A	13-11-2003	AU	2003231217 A1	17-11-2003
			CN	1672089 A	21-09-2005
			JP	2005524115 T	11-08-2005
US 2004090576	A1	13-05-2004	JP	2004157509 A	03-06-2004
			TW	583463 B	11-04-2004
US 2004165129	A1	26-08-2004	CN	1510462 A	07-07-2004
			JP	2004198920 A	15-07-2004
WO 2004063807	A	29-07-2004	EP	1583993 A2	12-10-2005
			US	2004196428 A1	07-10-2004

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

Fターム(参考) 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA15Y FA41Z HA12 LA16 LA30

专利名称(译)	半透过型液晶表示素子		
公开(公告)号	JP2008511010A	公开(公告)日	2008-04-10
申请号	JP2007506601	申请日	2005-08-26
申请(专利权)人(译)	ナノコア株式会社		
[标]发明人	望月昭宏		
发明人	望月 昭宏		
IPC分类号	G02F1/1335		
CPC分类号	G02F1/141 G02F1/133555 G02F1/1393 G02F2203/30		
FI分类号	G02F1/1335.520		
F-TERM分类号	2H091/FA02Y 2H091/FA08X 2H091/FA08Z 2H091/FA15Y 2H091/FA41Z 2H091/HA12 2H091/LA16 2H091/LA30		
代理人(译)	青木 笃 石田 敬 吉井一夫		
优先权	10/928005 2004-08-27 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种透反（半透半反）液晶显示装置，包括至少一对基板和设置在所述一对基板之间的液晶材料。液晶材料是偏振屏蔽的近晶液晶材料，其能够通过能够通过施加的电场强度控制折射率各向异性的大小的可调谐的可通过精炼方法进行调整。

