

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4515203号
(P4515203)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/139 (2006.01)

G O 2 F 1/139

G O 2 F 1/1335 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 1 0

G O 2 F 1/1337 (2006.01)

G O 2 F 1/1337

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-263220 (P2004-263220)
 (22) 出願日 平成16年9月10日(2004.9.10)
 (62) 分割の表示 特願平11-104197の分割
 原出願日 平成11年4月12日(1999.4.12)
 (65) 公開番号 特開2004-355032 (P2004-355032A)
 (43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)
 審査請求日 平成18年3月23日(2006.3.23)
 審判番号 不服2008-24686 (P2008-24686/J1)
 審判請求日 平成20年9月25日(2008.9.25)

特許法第30条第1項適用 1998年10月12日
 日本液晶学会発行の「1998年日本液晶学会討論会講演予稿集」に発表

(73) 特許権者 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
 (74) 代理人 100091340
 弁理士 高橋 敬四郎
 (72) 発明者 岩本 宜久
 神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1
 スタンレー電気株式会社 技術研究所内
 (72) 発明者 司馬 英徳
 神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1
 スタンレー電気株式会社 技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直配向型ECBモード液晶表示素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電極と配向処理された垂直配向膜とを表面に形成し、所定間隔で互いに対向配置された一対の基板と、前記一対の基板間に配置される液晶層とを有する液晶セルと、

前記液晶セル外側に配置されたクロスニコル配置の1対の偏光子と、
 を有し、クロスニコル配置の1対の偏光子の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい液晶表示素子であり、

前記配向処理が基板に接する液晶に配向方向を付与し、前記1対の基板上の配向方向間の角度を2等分する方向が、前記1対の偏光子の偏光方向のいずれかに沿い、前記基板と前記液晶層との界面に存在する液晶分子のプレティルト角が、前記基板面に対して81°
 ～60°の範囲に設定され、

前記一対の基板の配向方向が面内のねじれ角を画定し、前記ねじれ角が180°～270°の範囲に設定されている

垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項2】

電極と配向処理された垂直配向膜とを表面に形成し、所定間隔で互いに対向配置された一対の基板と、前記一対の基板間に配置される液晶層とを有する液晶セルと、

前記液晶セル外側に配置されたクロスニコル配置の1対の偏光子と、
 を有し、クロスニコル配置の1対の偏光子の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい液晶表示素子であり、

前記配向処理が基板に接する液晶に配向方向を付与し、前記1対の基板上の配向方向間の角度を2等分する方向が、クロスニコル配置の偏光方向間の角度を2等分する方向に沿い、前記基板と前記液晶層との界面に存在する液晶分子のプレティルト角が、前記基板面に対して $81^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲に設定されている、

前記1対の基板の配向方向が面内のねじれ角を画定し、前記ねじれ角が $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ の範囲に設定されている

垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項3】

前記液晶層のリタレーションが $0.7\mu\text{m} \sim 1.3\mu\text{m}$ に設定されている請求項1または2記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

10

【請求項4】

前記液晶層はカイラル剤が添加されている液晶材料を含む請求項1または2記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項5】

前記液晶層は、液晶材料のカイラルピッチを p とし、前記1対の基板の前記所定間隔を d としたときに、 $0.48 \leq d/p \leq 0.7$ の関係を満たすように設定されている請求項4記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項6】

さらに、前記1対の基板の外側に前記液晶層を透過する光の光源を配置した請求項1または2記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

20

【請求項7】

前記1対の偏光子のいずれかと前記液晶セルとの間に配置された $1/4$ 波長板を有する請求項6記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項8】

さらに、前記1対の基板の間あるいは前記1対の基板の外側に前記液晶層を透過した光を反射する反射板を配置した請求項1または2に記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項9】

前記液晶層は、二色性色素を含有した液晶材料を含む請求項1または2に記載の垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

30

【請求項10】

電極と配向処理された垂直配向膜とを表面に形成し、所定間隔で互いに対向配置された1対の基板と、前記1対の基板間に配置される液晶層とを有する液晶セルと、

前記液晶セルの上方に配置された偏光子と、

前記液晶セルの下方に配置された反射板と、

前記液晶セルと前記反射板との間に配置された $1/4$ 波長板と、

を有し、偏光子、 $1/4$ 波長板、反射板の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい液晶表示素子であり、

前記1対の基板上の配向処理の面内方向間の角度を2等分する方向が、前記偏光子の透過軸方向、遮光軸方向のいずれかに沿い、前記基板と前記液晶層との界面に存在する液晶分子のプレティルト角が、前記基板面に対して $81^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲に設定され、

40

前記1対の基板の配向方向が面内のねじれ角を画定し、前記ねじれ角が $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ の範囲に設定されている

垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【請求項11】

電極と配向処理された垂直配向膜とを表面に形成し、所定間隔で互いに対向配置された1対の基板と、前記1対の基板間に配置される液晶層とを有する液晶セルと、

前記液晶セルの上方に配置された偏光子と、

前記液晶セルの下方に配置された反射板と、

前記液晶セルと前記反射板との間に配置された $1/4$ 波長板と、

50

を有し、偏光子、1/4波長板、反射板の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい液晶表示素子であり、

前記1対の基板上の配向処理の面内方向間の角度を2等分する方向が、前記偏光子の透過軸方向、遮光軸方向の方向間の角度を2等分する方向に沿い、前記基板と前記液晶層との界面に存在する液晶分子のプレティルト角が、前記基板面に対して $81^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲に設定され、

前記1対の基板の配向方向が面内のねじれ角を画定し、前記ねじれ角が $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ の範囲に設定されている

垂直配向型ECBモード液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液晶表示素子に関し、特に電気光学特性の急峻性にすぐれ、光透過率、コントラスト特性、応答性（レスポンス）が良い垂直配向型ECBモード液晶表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

図1は、垂直配向型ECB（Electrically Controlled Birefringence）モード液晶表示装置（LCD）を示す。図1の（A）に示すように、電圧無印加時に液晶分子6が上下基板3に対して垂直に配向している。このため、基板面内方向での光学的異方性がない。直交ニコル配置の偏光板1と組み合わせることにより、直交偏光板の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい。なお、液晶分子の配列により基板法線方向を光軸とする光学異方性を示す。このため、斜め入射の光に対しては光学的異方性を示す。負の（一軸性）屈折率異方性を有する光学補償板（NOCフィルム）2を用いることにより、液晶層5の光学的異方性を補償して黒表示の視角補償が行え、良好な視野角特性を得やすい。なお、図1において、4は透明電極及び垂直配向膜を示す。

【0003】

図1の（B）に示すように、このECBモードでは、電圧印加時にセルの上下基板間の中央部の液晶分子から倒れはじめ、それと共に液晶層のリターデーションが変化して徐々に透過率が上昇するという電気光学的特性を持っている。

【0004】

図2は、垂直配向ECB-LCDの電気光学特性を示す。横軸は印加電圧をVで示し、縦軸は透過光強度を任意単位で示す。なお、参考のため、単純マトリクスLCDとして最も一般的なスーパーツイステドネマチック（STN）LCDの電気光学特性を併せて示す。STN-LCDの電気光学特性は、低印加電圧の領域でも透過光強度が0にならず、黒表示が困難なことを示している。ただし、STN-LCDの透過光強度の立ち上がりは急峻であり、電圧変化に対し透過光強度が急激に変化することを示している。明状態の透過光強度も高く、比較的良好なコントラスト特性が高透過率で得られることが示されている。しかし、STNセルは黒表示が困難であり、青白、又は黄黒表示しかできない。白黒表示を可能にするためには、液晶のねじれ方向が異なる2つのセルを積層し、一方のセルを駆動する2層STN-LCD方式や、液晶セルに正の一軸性フィルムを1枚または複数枚重ね、フィルム補償STN-LCDとする方式がとられている。

【0005】

しかし、2層STN-LCD方式は、液晶セルを2枚用いるため、厚さの増加、重量の増加を生じる。また、フィルム補償STNは、黒レベルが出にくく、電極内では黒レベルが可能であっても電極外では黒レベルが浮き上がってしまったりする。このような場合、コントラストを高くすることは困難である。

【0006】

垂直配向ECB-LCDの電気光学特性は、低印加電圧状態で透過光の遮断が良好であ

10

20

30

40

50

り、良好な黒表示が得られる。ただし、印加電圧の増加に対する透過光強度の増加は比較的緩やかであり、電圧変化に対する透過光強度の急峻な増加は得難い。高いコントラストを得るためには、明表示時における透過率を著しく低くする必要がある。また、電気光学特性の急峻性が緩やかなため、走査本数すなわちデューティ比を高くすることが困難である。

【0007】

液晶セル厚を厚くすると、電気光学特性の急峻性を改善することができる。しかしながら、電気光学特性の急峻性は改善するが、同時に電圧印加に対するレスポンスが著しく低下しやすい。

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

垂直配向 ECB-LCD において、光透過率、コントラスト、レスポンスの間にはトレードオフの関係があり、すべてを同時に向上させることは困難である。

【0009】

本発明の目的は、電気光学特性における急峻性に優れ、コントラストが高く、かつ明状態での光透過率が高い垂直配向 ECB-LCD を提供することである。

【0010】

本発明の他の目的は、高デューティ比の駆動が可能で表示品質の高い垂直配向 ECB-LCD を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一観点による垂直配向型 ECB モード液晶表示素子は、
電極と配向処理された垂直配向膜とを表面に形成し、所定間隔で互いに対向配置された一对の基板と、前記一对の基板間に配置される液晶層とを有する液晶セルと、
前記液晶セル外側に配置されたクロスニコル配置の1対の偏光子と、
を有し、クロスニコル配置の1対の偏光子の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい液晶表示素子であり、

前記配向処理が基板に接する液晶に配向方向を付与し、前記1対の基板上の配向方向間の角度を2等分する方向が、前記1対の偏光子の偏光方向のいずれかに沿い、前記基板と前記液晶層との界面に存在する液晶分子のプレティルト角が、前記基板面に対して $81^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲に設定され、

30

前記一对の基板の配向方向が面内のねじれ角を画定し、前記ねじれ角が $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ の範囲に設定されている。

本発明の他の観点による垂直配向型 ECB モード液晶表示素子は、
電極と配向処理された垂直配向膜とを表面に形成し、所定間隔で互いに対向配置された一对の基板と、前記一对の基板間に配置される液晶層とを有する液晶セルと、
前記液晶セル外側に配置されたクロスニコル配置の1対の偏光子と、
を有し、クロスニコル配置の1対の偏光子の黒レベルがそのまま得られ、高コントラストが得られやすい液晶表示素子であり、

40

前記配向処理が基板に接する液晶に配向方向を付与し、前記1対の基板上の配向方向間の角度を2等分する方向が、クロスニコル配置の偏光方向間の角度を2等分する方向に沿い、前記基板と前記液晶層との界面に存在する液晶分子のプレティルト角が、前記基板面に対して $81^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の範囲に設定され、

前記一对の基板の配向方向が面内のねじれ角を画定し、前記ねじれ角が $180^{\circ} \sim 270^{\circ}$ の範囲に設定されている。

【発明の効果】

【0012】

垂直配向型 ECB モード液晶表示素子において、プレティルト角を小さな値（基板法線からの液晶分子の傾きが大きくなる方向）に設定することによって、液晶の弾性自由エネル

50

ギを高めることができる。電気光学特性の急峻性を高めると共に、コントラストと透過率とのいずれも良好な表示品質の液晶表示装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1に示す垂直配向型ECBモード液晶表示素子は、基板表面における液晶分子の基板面に対する傾き角（プレティルト角 θ_p ）を極力 90° に近づけることにより液晶分子の配向変化の急峻性を高め、マルチプレックス駆動時におけるコントラストを高くするように設定されている。但し、電圧印加時に液晶分子が倒れる方向を制御するため、プレティルト角 θ_p が 90° 未満に設定される。

【0014】

10

図3は、液晶分子のディレクタ n の傾き角 θ_z と方位角 ϕ_z を示す。上下の基板3は平行に配置され、 xy 平面を画定する。基板面の法線が z 方向を画定する。液晶分子6のディレクタ n が xy 平面となす角が θ_z であり、ディレクタ n の xy 平面上への射影が x 軸となす角が方位角 ϕ_z である。これらの角 θ_z 、 ϕ_z は、共に液晶層内の厚さ方向位置 z に従って変化する。

【0015】

図4は、液晶分子のプレティルト角 θ_p を示す。液晶層5が上下の基板と接する位置において、液晶分子のディレクタ n が基板面と平行な面となす角がプレティルト角 θ_p である。液晶分子6は、基板面と接する位置においてはプレティルト角 θ_p で配向する。なお、液晶層中央面12における液晶分子のディレクタを n_{mid} とする。

20

【0016】

図5は、LCDを基板法線方向から見たときの偏光子、検光子、液晶層上面および下面の配向容易軸、 n_{mid} の関係を示す。 x 軸を基準方向とし、 x 軸から反時計回り方向に角度を定義する。液晶層中央面のディレクタ n_{mid} の方位角を ϕ_{mid} とし、液晶層上面の配向容易軸の方向を ϕ_{pc} とする。検光子の透過軸の方位角を ϕ_A とする。偏光子の透過軸は検光子の透過軸と直交する。液晶層下面の配向容易軸は、液晶層上面の配向容易軸から ϕ_c のクロス角をなす。

【0017】

図1に示す垂直配向LCDの構造において、液晶層5の厚み方向の中央部の分子の方位角方向（基板と配向な面内方向）がクロスニコル配置の偏光板1の透過軸（矢印）に対して 45° 方向であるときの透過光強度 T は、下記の式（1）により定義される。

30

【0018】

【数1】

$$T = I \sin^2(\delta/2)$$

$$\delta = \frac{2\pi(\Delta n_{eff}d)}{\lambda}$$

$$\Delta n_{eff} = \frac{n_e n_o}{\sqrt{n_e^2 \sin^2 \theta_{av} + n_o^2 \cos^2 \theta_{av}}} - n_o \quad \dots (1)$$

40

【0019】

ここで、 n_e 、 n_o はそれぞれ液晶の異常光と常光の屈性率を示し、 θ_{av} は液晶層内分子の平均傾き角を示す。 d はセル厚を示し、 λ は入射波長、 I は入射光強度を示す。 θ_{av} は、印加電圧によって変化する。実効的なリターデーション $\Delta n_{eff}d$ は垂直配向LCDを基板法線方向から見たときの実効的なリターデーションであり、電圧無印加時にはプレティルト角 θ_p が 90° に近い場合、0である。基板間に電圧を印加すると、液晶分子が傾くことにより、実効的なリターデーション $\Delta n_{eff}d$ は増大する。なお、この時、液晶層内分子の平均傾き角 θ_{av} は低下する。

【0020】

電気光学特性における急峻性を高めるには、小さな電位差で実効的なリターデーション

50

Δn_{eff} d の変化が大きいほうが良好である。したがって、電気光学特性における急峻性を高めるには、1) リターデーション $\Delta n d$ ($\Delta n = n_e - n_o$) を大きくする 2) 液晶分子の配向変化を急峻にするの 2 つの方法が考えられる。

【0021】

第 1 の方法 1) はセル厚 d を大きくすることにより実現できるが、液晶配向変化のレスポンスはセル厚 d の 2 乗に比例して低速化する。レスポンスを維持して急峻性を高めるには困難な方法となる。残る方法として、第 2 の方法 2) が注目される。

【0022】

液晶配向変化の急峻性を高めるには初期配向状態における液晶層内の弾性自由エネルギーを高めることが有効である。図 3 の x, y, z 座標系において、液晶層の厚み d を z 軸方向に取った場合、液晶層内の単位面積当たりの弾性自由エネルギー F は、次の式 (2) で定義できる。

【0023】

【数 2】

$$F = \int_0^d f_d dz$$

$$f_d = \frac{1}{2} k_{11} (\text{div } \vec{n})^2 + \frac{1}{2} k_{22} (\vec{n} \cdot \text{rot } \vec{n})^2$$

$$+ \frac{1}{2} k_{33} (\vec{n} \times \text{rot } \vec{n})^2 + k_{22} \cdot \vec{n} \cdot \text{rot } \vec{n}$$

$$k_{22} = -\frac{2\pi}{p_0} k_{22}$$

$$\vec{n} = (\cos \theta_z \cos \phi_z, \sin \phi_z \cos \theta_z, \sin \theta_z) \quad \dots (2)$$

【0024】

ここで、 θ_z : 液晶層厚方向の位置 z におけるティルト角 ϕ_z : 液晶層厚方向の位置 z におけるツイスト角 k_{11} 、 k_{22} 、 k_{33} : 弾性定数 P_0 : 自然ピッチである。

【0025】

f_d を整理すると、以下の式 (3) で表現できる。

【0026】

【数 3】

$$f_d = \frac{1}{2} \{ k_{11} \cos^2 \theta_z + k_{33} \sin^2 \theta_z \} \left(\frac{\partial \theta_z}{\partial z} \right)^2$$

$$+ \frac{1}{2} \{ \cos^2 \theta_z (k_{22} \cos^2 \theta_z + k_{33} \sin^2 \theta_z) \} \left(\frac{\partial \theta_z}{\partial z} \right)^2$$

$$+ \frac{1}{2} \left\{ -\frac{4\pi}{p_0} k_{22} \cos^2 \theta_z \right\} \left(\frac{\partial \theta_z}{\partial z} \right) \quad \dots (3)$$

【0027】

図 1 の構造を有する垂直配向 ECB-LCD の場合、液晶分子は z 軸に沿って方位角方向 ϕ の変化がないため、式 (3) の第 2 項、第 3 項は 0 になり、弾性自由エネルギーが低い状態にある。第 3 項に関しては、液晶にカイラリティがなく、自然ピッチ P_0 が無限大のため、二重に 0 となる。

【0028】

垂直配向 ECB-LCD の上下基板間にラビング処理等により液晶の配向容易軸がねじれるような構造を導入すると、液晶分子の方位角 ϕ_z の z 軸方向の変化が生じ、第 2 項が有限な値となる。さらに、液晶層内にカイラル剤を添加し、自然ピッチを有限な値とする

10

20

30

40

50

ことにより、第3項も有限な値をとり、液晶層内の弾性自由エネルギーを高めることができる。液晶層内の弾性自由エネルギーを高めることにより、液晶分子の急峻な配向変化が期待できる。

【0029】

しかし、式(3)の第2項、第3項は液晶のティルト角 θ_z の関数である $\cos^2 \theta_z$ も含む。 $\cos^2 \theta_z$ に比例し、弾性自由エネルギーが高くなることを示している。初期配向における θ_z が90度に近い垂直配向LCDにおいては、 $\cos^2 \theta_z$ が0に近いいため、液晶にカイラル剤を添加しても大きなエネルギー変化は期待しがたい。

【0030】

STN-LCDに代表される水平配向LCDの場合、 θ_z が0に近いいため、弾性自由エネルギーが高くなり、急峻な配向変化が得られるものと考えられる。本発明者らは、垂直配向LCDにおける弾性自由エネルギーを高め、より急峻な配向変化を実現するために、ティルト角を90度からより低い値に変化させることを提案する。すなわち、 $\cos^2 \theta_z$ を大きくし、式(3)における第2項、第3項の値を増大することにより、弾性自由エネルギーを高めることができると期待される。さらに、基板間の配向容易軸（ラビング方向）のねじれ角を大きくすることや、カイラル剤の添加により液晶ディレクタの方位角方向のz軸に沿う変化を大きくすることにより、弾性自由エネルギーのさらなる増大が期待され、急峻な電気光学特性を提供するものと考えられる。

【0031】

以下に、コンピュータシミュレーションによる結果を示す。なお、シミュレータはシンテック社製の液晶表示器シミュレータ「LCDMASTER」を用いた。

【0032】

図4に示すように、LCD構造は、液晶層5両側に直交ニコル配置の一对の偏光板1を配置する。液晶層上面10、下面11に位置する液晶分子6の基板平面に対する傾き角、すなわちプレティルト角を θ_p とし、液晶層中央面12のディレクタを n_{mid} と定義する。

【0033】

図5に示すように、図4のセル構造を基板上部からみた場合の各パラメータ、すなわち、検光子、偏光子、液晶層上面下面容易軸（配向方向）、液晶層中央面のディレクタの方向関係を定義する。x軸の正方向を方位角 0° とし、これを角度の基準軸とする。液晶層中央面のディレクタの方位角を ϕ_{mid} 、検光子の透過軸方向を ϕ_A 、液晶層上面の配向容易軸方向を ϕ_{pc} 、クロス角を ϕ_c 、偏光子と検光子の透過軸がなす角度は常に 90° （クロスニコル配置）とする。

【0034】

図6は、液晶層厚 $d = 3.8 \mu\text{m}$ 、 $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta \varepsilon = -1.6$ 、液晶層厚 d の液晶材料の自然ピッチ p （自然ピッチ P_0 を以下 p と記す）に対する比 $d/p = 0$ 、 $\theta_p = 80^\circ$ 、 $\phi_{mid} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{mid} + 45^\circ$ 、 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ のときにおける電気光学特性のクロス角 ϕ_c 依存性を示す。なお、クロス角 ϕ_c とは、液晶層上面の配向容易軸と液晶層下面の配向容易軸とがなす方位角度（ねじれ角あるいはツイスト角とも称する）を言う。

【0035】

図5において、 $\phi_{mid} = 0$ とすると、 n_{mid} が基準軸方向に重なる。 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ は、 $\phi_{pc} - \phi_{mid} = \phi_c / 2$ と変形でき、液晶層上面の配向容易軸と液晶層中央のディレクタの方位軸との間の角度は、クロス角の半分、すなわち液晶層上面の配向容易軸方向と液晶層下面の配向容易軸方向との間の角度を2等分する方向であることを示す。 $\phi_A = \phi_{mid} + 45^\circ$ は、液晶層中央のディレクタ方位軸の方向がクロスニコル配置された一对の偏光子のなす角度を2等分する方向であることを示す。

【0036】

クロス角 ϕ_c が増大するに従って、しきい値が増大し、電気光学特性における急峻性が向上し、最低透過光強度が低下することがわかる。クロス角 ϕ_c が増大するに従って、弾

10

20

30

40

50

性自由エネルギーが増大し、しきい値上昇、急峻性向上を引き起こしていると考えられる。

【0037】

図7に、液晶層中央面12のディレクタ n_{mid} の極角成分 θ_m 対印加電圧特性のクロス角依存性を示す。クロス角 ϕ_c が増大するに従って、電圧無印加時の θ_m が 90° に近づくため、電気光学特性において最低透過光強度が低下すると考えられる。

【0038】

上述のクロス角依存性は、プレティルト角を $\theta_p = 80^\circ$ に設定して行った。プレティルト角 θ_p が 90° に近い場合は、上述のように弾性自由エネルギーの大きな変化は期待しがたいものと考えられる。

【0039】

図8は、液晶層厚 $d = 3.8 \mu m$ 、 $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta \varepsilon = -1.6$ 、液晶層厚 d と自然ピッチ P_0 の比 $d/p = 0$ 、 $\theta_p = 89.9^\circ$ 、 $\phi_{mid} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{mid} + 45^\circ$ 、 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ の時の電気光学特性のクロス角 ϕ_c 依存性を示す。クロス角を変化させても、電気光学特性の変化は認められない。

【0040】

次に、液晶にカイラル剤を添加した場合について、シミュレーション計算を行った。

【0041】

図9は、液晶層厚 $d = 3.8 \mu m$ 、 $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta \varepsilon = -1.6$ 、 $d/p = 0.7$ 、 $\phi_{mid} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{mid} + 45^\circ$ 、 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ 、クロス角 $\phi_c = 270^\circ$ に設定した時における電気光学特性のプレティルト角 θ_p 依存性のシミュレーション結果を示す。プレティルト角は、 89.9° 、 88° 、 85° 、 80° 、 70° とした。プレティルト角 θ_p が小さくなるに従って、電気光学特性における急峻性が高くなることが判る。特に、 $\theta_p \leq 85^\circ$ では急峻性が高くなると同時に最大透過光強度も増大している。 85° と 88° の間で特性の変化が見られる。 $\theta_p = 70^\circ$ ではしきい値電圧以下でも透過光強度の若干の上昇が見られ、黒レベルの劣化が懸念される。

【0042】

プレティルト角 θ_p が小さくなり黒レベルが上昇する現象は、偏光板配置を $\phi_A = \phi_{mid}$ にすることにより解決できる。即ち、液晶層中央面12の液晶分子方位角配向方向に沿う（平行な）方向に一方の偏光板透過軸の方向を揃えればよい。

【0043】

図10に、液晶層厚 $d = 3.8 \mu m$ 、液晶の光学異方性 $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta \varepsilon = -1.6$ 、 $\phi_{mid} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{mid}$ 、 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ 、クロス角 $\phi_c = 270^\circ$ に設定した場合の電気光学特性におけるプレティルト角 θ_p 依存性の計算結果を示す。プレティルト角 θ_p は、 50° 、 60° 、 70° 、 80° とした。なお、 d/p 値は $\theta_p = 80^\circ$ で 0.7 、 $\theta_p = 70^\circ$ で 0.63 、 $\theta_p \leq 60^\circ$ で 0.48 とした。 θ_p が $60^\circ \sim 80^\circ$ の特性では良好な黒レベルが得られている。 θ_p が 50° の時には印加電圧にかかわらず透過光強度がほぼ一定な値を示し、黒レベルがまったく得られないことがわかる。 $\theta_p < 50^\circ$ においても同様な結果が予想される。したがって、プレティルト角 θ_p は約 60° 以上とすることが望ましい。

【0044】

図11に、液晶層厚 $d = 3.8 \mu m$ 、 $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta \varepsilon = -1.6$ 、 $d/p = 0.7$ 、 $\phi_{mid} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{mid} + 45^\circ$ 、 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ 、 $\theta_p = 85^\circ$ に設定した時の電気光学特性のクロス角 ϕ_c 依存性のシミュレーション結果を示す。クロス角 ϕ_c が増大するに従って、電圧 $2.5 V$ 印加時における黒レベルの低下と電気光学特性の急峻性の向上が見られる。なお、 $\phi_c > 270^\circ$ では電気光学特性にヒステリシスが発生した。

【0045】

図12に、液晶層厚 $d = 3.8 \mu m$ 、 $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta \varepsilon = -1.6$ 、 $\phi_{mid} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{mid} + 45^\circ$ 、 $\phi_{pc} = \phi_{mid} + \phi_c / 2$ 、 $\phi_c = 240^\circ$ 、 $\theta_p = 80^\circ$ に設定した時における電気光学特性の d/p 依存性のシミュレーション結果を示す。 d/p 値

10

20

30

40

50

が大きくなるに従って、しきい値の低下と電気光学特性における急峻性の向上が見られる。

【0046】

図13に、液晶層厚 $d = 3.8 \mu\text{m}$ 、 $\Delta\epsilon = -1.6$ 、 $\phi_{\text{mid}} = 0^\circ$ 、 $\phi_A = \phi_{\text{mid}} + 45^\circ$ 、 $\phi_{\text{pc}} = \phi_{\text{mid}} + \phi_c / 2$ 、 $\phi_c = 270^\circ$ 、 $\theta_p = 80^\circ$ 、 $d/p = 0.7$ に設定した時における電気光学特性の液晶の Δn 依存性のシミュレーション結果を示す。 Δn が大きくなるに従って、急峻性と最大透過光強度が向上することが判る。

【0047】

図9～図13の結果を併せて考慮すると、プレティルト角が約60度から85度であれば良好な結果を得られよう。

10

【0048】

図14は、液晶の $\Delta n = 0.22$ 、 $\Delta\epsilon = -1.6$ 、 $\phi_{\text{mid}} = 0$ 度、 $\phi_A = \phi_{\text{mid}} + 45$ 度、 $\phi_{\text{pc}} = \phi_{\text{mid}} + \phi_{\text{pc}} / 2$ 、 $\phi_{\text{pc}} = 270$ 度、 $\theta_p = 80$ 度、 $d/p = 0.7$ に設定した場合の、電気光学特性のリターデーション Δnd 依存性を示す。リターデーション Δnd は、 $0.5 \mu\text{m}$ 、 $0.7 \mu\text{m}$ 、 $0.9 \mu\text{m}$ 、 $1.3 \mu\text{m}$ 、 $1.5 \mu\text{m}$ とした。リターデーション Δnd が大きくなるにしたがって、最大透過光強度は増大するが、 Δnd が $1.5 \mu\text{m}$ になると、逆に透過光強度が低下してしまう。したがって、リターデーションの値は $1.3 \mu\text{m}$ 前後以下にすることが望ましい。透過率10%以上を維持するためには、 $\Delta nd \geq 0.7$ が必要であろう。

【0049】

20

図15に Δn を 0.22 に固定したときの電気光学特性の誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ 依存性のシミュレーション結果を示す。 $\Delta\epsilon$ の絶対値が大きくなるに従ってしきい値が低下することが判る。

【0050】

以上、プレティルト角 θ_p 、クロス角 ϕ_c 、 d/p を大きくすることにより垂直配向LCDにおいてより急峻な電気光学特性を得ることができると判った。マルチプレックス駆動を行う場合には、上記シミュレーション解析結果より以下の条件で液晶セルを設計するとよいと考えられる。

【0051】

- (1) プレティルト角 θ_p : $85^\circ \sim 60^\circ$ 、(より安全には約 $80^\circ \sim 60^\circ$)
- (2) クロス角 ϕ_c : $180^\circ \sim 270^\circ$ 、
- (3) d/p : $0 \sim 0.7$ 、
- (4) 液晶のリターデーション Δnd : $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}$ 、
- (5) 誘電率異方性 $\Delta\epsilon$: 負。

30

【0052】

以上の説明では、たとえば液晶セルの背面に設けた光源装置からの光を表示に利用する、透過型液晶表示装置の場合を例にして説明したが、図16に示すような外光を表示光として利用する反射型液晶表示装置にも適用できる。

【0053】

図16において図1と同じ参照番号のものは同一の要素を示す。9は光反射板である。図16の(A)の構成では偏光板は1枚であり、1/4波長板8を使用する。この場合、光の利用効率は向上する。図16の(B)は偏光板1をクロスニコル配置で2枚使用している。なお、光反射板9は(必要な場合一方の偏光板と共に)、基板の内側に配置してもよい。

40

【0054】

次に、実際に垂直配向型液晶セルを作成してその性能を測定した結果について説明する。

【0055】

(プレティルト角の制御) 従来、プレティルト角85度以下の配向処理は非常に困難であると考えられていた。一般的には、 SiO_x の斜方蒸着または回転斜方蒸着により基板

50

表面に異法的な表面形状を形成した後、その上に垂直配向膜を塗布する手法が知られている。

【0056】

本発明者らは、垂直配向膜にラビング処理を施すことにより、プレティルト角85度以下の配向処理を実現した。使用する配向膜は垂直配向規制力になるべく低いものを用いたほうが良好な配向制御が可能であった。使用する液晶は、垂直配向性が弱いものが好ましい。具体的には、屈折率異方性 Δn が大きいもののほうがこの傾向が高い。

【0057】

JSR社製 垂直配向膜JALS-688（厚さ40nm）をガラス基板上にスピニングした後、綿製ラビング布によりラビング処理を施した。種々の試みの結果、ラビング時の擦る強さと液晶材料により、プレティルト角が制御可能であることがわかった。

【0058】

図17にその一例を示す。横軸がラビング強度を示し、縦軸がプレティルト角を示す。使用した液晶材料はすべて誘電率異方性が負であり、LC-A、LC-Bの屈折率異方性は0.2、0.22とほぼ0.2の非常に大きな値を有する。一方、メルク製MLC-2012、チッソ製EN-38は Δn が0.1前後の液晶である。屈折率異方性 Δn が0.1前後のMLC-2012、EN-38では、ラビング強度を変化させても85度以下のプレティルト角は得られなかった。屈折率異方性が約0.2以上の液晶を用いた場合は、ラビング強度の増加と共にプレティルト角が減少し、85度以下のプレティルト角を得ることができた。これらの結果から、 Δn の値が大きい液晶材料ほど、プレティルト角を広い範囲で制御できることが予想される。たとえば、LC-A、LC-Bを用いることにより、85度以下のプレティルト角を実現することができる。

【0059】

（実施例1）図1に示したLCDの構造で、下記の表1に示す条件を設定し、クロス角 $\phi_c = 0^\circ$ 、 90° 、 180° のセルを各々作成し、それらの電気光学特性を測定した。

【0060】

図18に結果を示す。クロス角 ϕ_c を大きくすることによりシミュレーション結果と同様な傾向であるしきい値の上昇、急峻性の向上、黒レベルの低下する効果が得られている。

【0061】

【表1】

液晶層厚 $d = 3.8 \mu\text{m}$	
Δn	0.2
$\Delta \epsilon$	-1.9
d/p	0
θ_p	72°
ϕ_{mid}	$\phi_c/2$
ϕ_A	$\phi_{mid} + 45^\circ$
ϕ_{pc}	0°

【0062】

（実施例2）図1に示したLCDの構造で、下記の表2に示す条件になるようにLCDを作製した。

【0063】

図19に、それらの電気光学的特性を測定した結果を示す。図19には、としてプレティルト $\theta_p = 89.9^\circ$ 、クロス角 $\phi_c = 0^\circ$ の従来のセルの電気光学的特性も示す。明らかに本実施例のセルの方が急峻性が良いことが判る。

【0064】

【表 2】

液晶層厚 $d = 3.8 \mu\text{m}$	
Δn	0.2
$\Delta \epsilon$	-1.9
d/p	0.65
θp	81°
ϕ_{mid}	0°
ϕ_A	ϕ_{mid}
ϕ_{pc}	$\phi_{\text{mid}} - \phi_c / 2$
ϕ_c	260°

10

【0065】

表 3 は、 $1/120$ デューティ最適バイアス法マルチプレックス駆動時の透過率 T 、コントラスト CR_{max} を表 2 の実施例と $\theta_p = 89.9^\circ$ の従来のものとで比較したものである。あきらかに表 2 の実施例のものが透過率が高く、コントラストが良好であることが判る。プレティルト角 81° で良好な結果が得られている。プレティルト角は約 $60^\circ \sim 81^\circ$ が好ましいであろう。

【0066】

【表 3】

20

表 2 条件	$\theta_p = 89.9^\circ$ 条件
CR_{max} 144	46
T 15.4%	3.58%

【0067】

図 20 は、セル厚 d を $5 \mu\text{m}$ に厚く変更した場合のセルの電気光学特性を示す。セル厚を増加すると $\Delta n d$ が増加することにより、より急峻な電気光学特性が得られることが判る。

【0068】

30

図 21 は、表 1 で示した条件中、 d/p を 0.6 に変更した場合の電気光学特性を示す。図 21 には比較のために表 1 の条件のままのセルの特性も示してある。図のように、 d/p が小さくなることにより、しきい値の上昇と急峻性の低下が見られる。

【0069】

以上の電気光学特性はすべて白黒表示の場合である。STN-LCD 等で行われる色補償等は一切行わずに、白黒表示が可能であった。

【0070】

液晶表示装置の液晶層が、二色性色素を含有した液晶材料を含む垂直配向型 ECB モード液晶表示素子にも上述の構成を適用できることは当業者に自明であろう。

【0071】

40

以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。また、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】垂直配向型 ECB モード液晶表示素子の液晶分子の配向状態を説明するための斜視図である。

【図 2】垂直配向型 ECB モード LCD と STN 型 LCD の電気光学急峻度特性を比較した図である。

【図 3】基板面と液晶分子の配向方向の関係を示す座標である。

【図 4】本発明の実施例の液晶セルの構造と液晶分子を示す斜視図である。

50

【図5】液晶セルの方位角方向の各パラメータの方向関係を示す図である。

【図6】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性のクロス角 ϕ_c 依存性を示すグラフである。

【図7】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性のクロス角依存性を示すグラフである。

【図8】プレティルト角をほぼ垂直に設定した場合の、電気光学特性のクロス角依存性を示すグラフである。

【図9】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性のプレティルト角 θ_p 依存性を示すグラフである。

【図10】液晶セルの電気光学特性の、プレティルト角依存性を示すグラフである。

10

【図11】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性のクロス角 ϕ_c 依存性を示すグラフである。

【図12】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性の d/p 依存性を示すグラフである。

【図13】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性の Δn 依存性を示すグラフである。

【図14】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性のリターデーション $\Delta n d$ 依存性を示すグラフである。

【図15】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性の誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ 依存性を示すグラフである。

20

【図16】本発明の実施例による反射型液晶表示装置の液晶セルの構造を示す斜視図である。

【図17】種々の垂直配向膜を用いた場合の、プレティルト角対ラビング強度の関係を示すグラフである。

【図18】本発明の実施例による液晶セルのクロス角の違いによる電気光学特性を示すグラフである。

【図19】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性を示すグラフである。

【図20】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性を示すグラフである。

【図21】本発明の実施例による液晶セルの電気光学特性を示すグラフである。

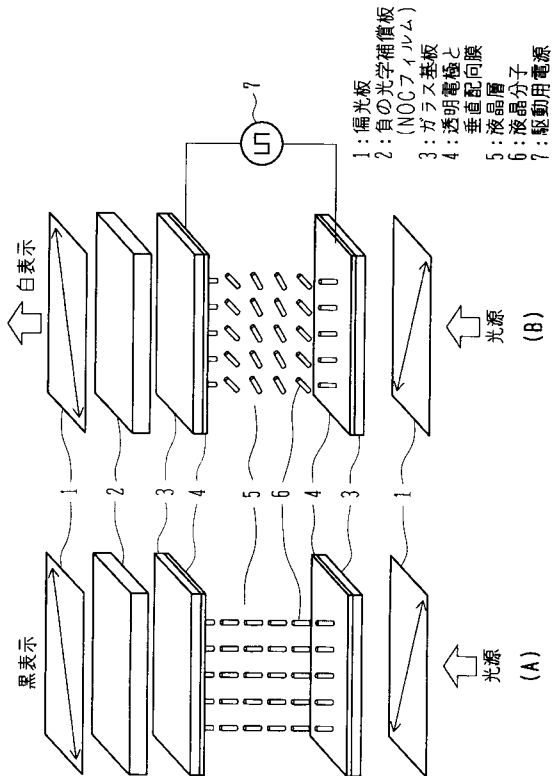
【符号の説明】

30

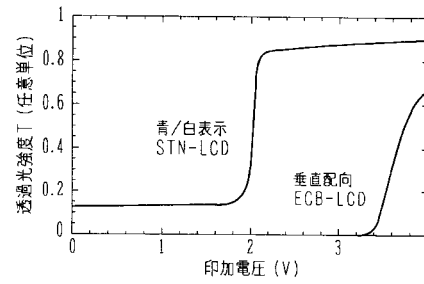
【0073】

- 1 偏光板
- 2 光学補償板
- 3 基板
- 4 電極及び垂直向膜
- 5 液晶層
- 6 液晶分子
- 7 反射板
- 8 $1/4$ 波長板

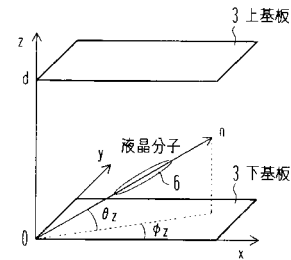
【図 1】



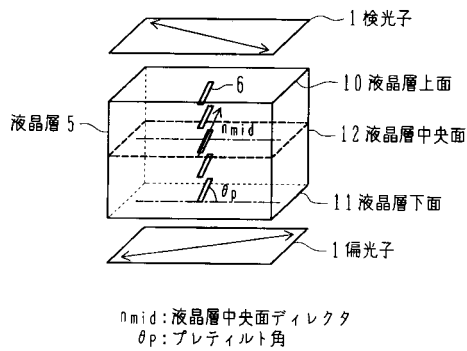
【図 2】



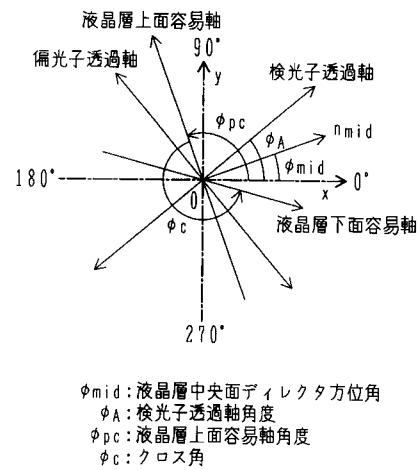
【図 3】



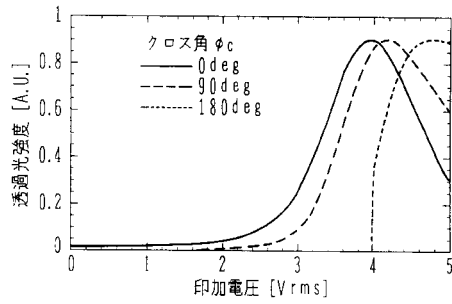
【図 4】



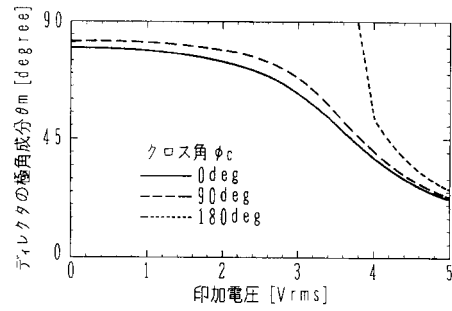
【図 5】



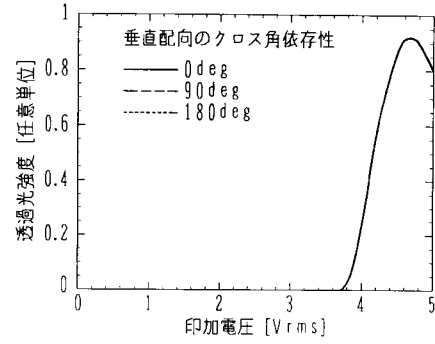
【図 6】



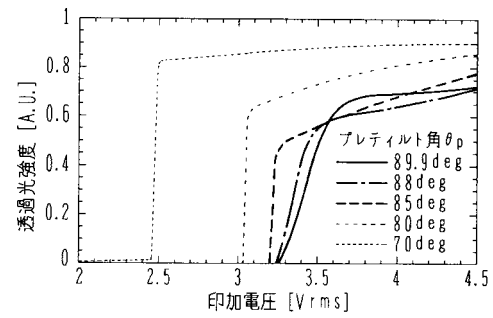
【図 7】



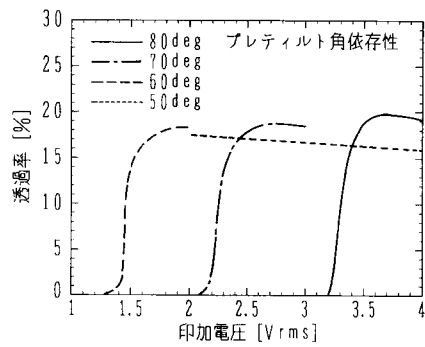
【図 8】



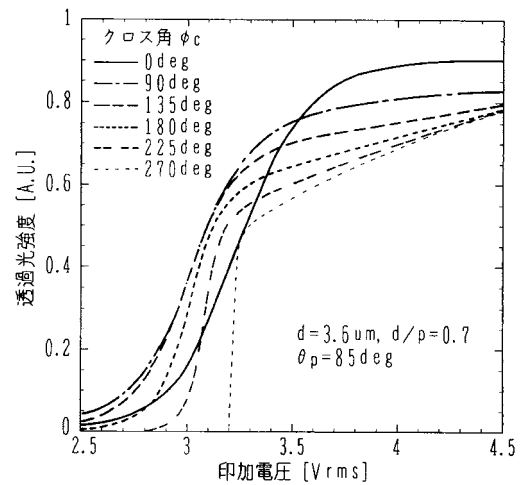
【図 9】



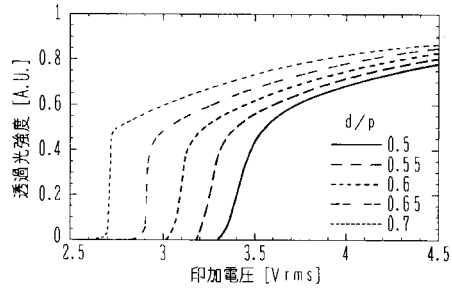
【図 10】



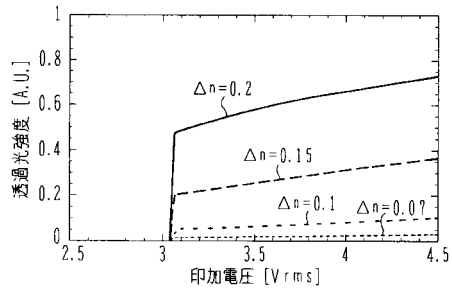
【図 11】



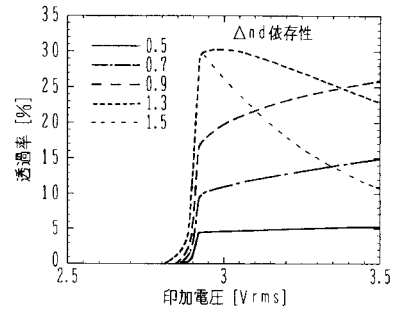
【図 1 2】



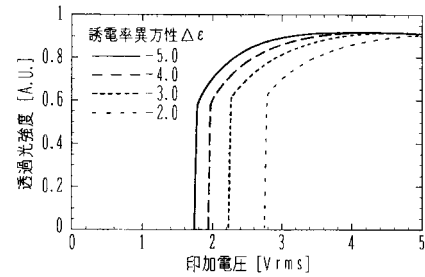
【図 1 3】



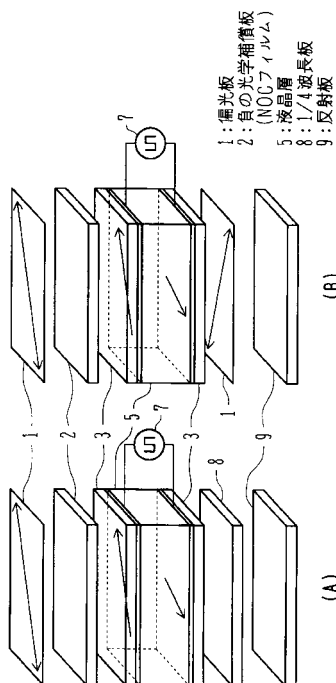
【図 1 4】



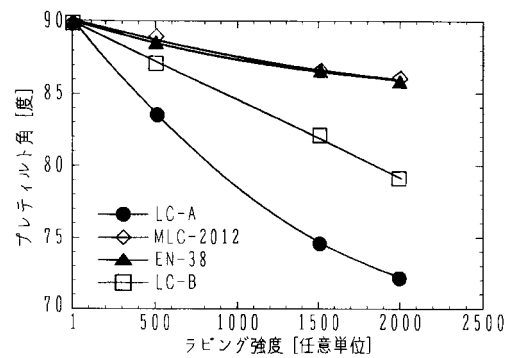
【図 1 5】



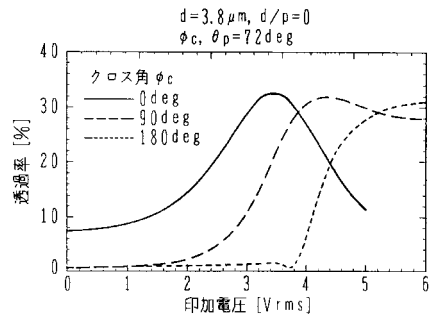
【図 1 6】



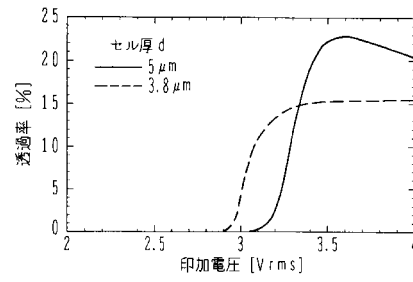
【図 1 7】



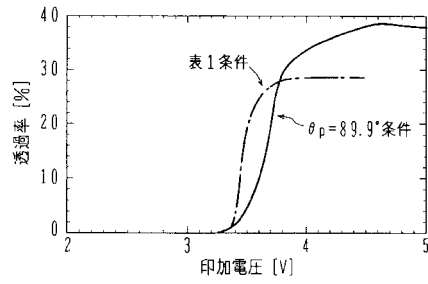
【図 18】



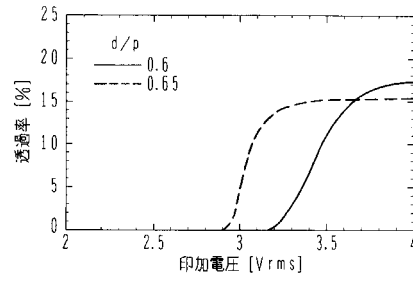
【図 20】



【図 19】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 安藤 潔
神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1 スタンレー電気株式会社 技術研究所内
- (72)発明者 鹿島 敏信
神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1 スタンレー電気株式会社 技術研究所内
- (72)発明者 堀井 正俊
神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1 スタンレー電気株式会社 技術研究所内
- (72)発明者 井上 晴一
神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1 スタンレー電気株式会社 技術研究所内

合議体

審判長 吉野 公夫

審判官 田部 元史

審判官 稲積 義登

- (56)参考文献 特開平07-333617 (JP, A)
特開平10-232397 (JP, A)
特開平07-120730 (JP, A)
特開平02-193183 (JP, A)
特開平09-211445 (JP, A)
特開昭54-068262 (JP, A)
特開平04-104228 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/139

G02F 1/1337

专利名称(译)	垂直配向型ECBモード液晶表示素子		
公开(公告)号	JP4515203B2	公开(公告)日	2010-07-28
申请号	JP2004263220	申请日	2004-09-10
[标]申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气株式会社		
申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气有限公司 夏普公司		
[标]发明人	岩本宜久 司馬英德 安藤潔 鹿島敏信 堀井正俊 井上晴一		
发明人	岩本 宜久 司馬 英德 安藤 潔 鹿島 敏信 堀井 正俊 井上 晴一		
IPC分类号	G02F1/139 G02F1/1335 G02F1/1337		
FI分类号	G02F1/139 G02F1/1335.510 G02F1/1337		
F-TERM分类号	2H088/GA02 2H088/GA13 2H088/JA09 2H088/MA02 2H088/MA06 2H088/MA16 2H090/JB02 2H090/KA06 2H090/KA07 2H090/MA01 2H091/FA08X 2H091/FA08Z 2H091/FA11X 2H091/FD09 2H091/FD10 2H091/HA08 2H091/HA09 2H091/KA05 2H091/LA11 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FA31Y 2H191/FA31Z 2H191/FA81Z 2H191/FC02 2H191/FD09 2H191/FD10 2H191/GA04 2H191/GA08 2H191/HA07 2H191/HA08 2H191/HA11 2H191/KA02 2H191/KA05 2H191/KA06 2H191/LA22 2H191/LA40 2H191/NA44 2H191/NA45 2H191/NA46 2H191/PA08 2H191/PA44 2H191/PA62 2H191/PA65 2H290/AA35 2H290/AA37 2H290/AA92 2H290/CA44 2H290/DA01 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FA31Y 2H291/FA31Z 2H291/FA81Z 2H291/FC02 2H291/FD09 2H291/FD10 2H291/GA04 2H291/GA08 2H291/HA07 2H291/HA08 2H291/HA11 2H291/KA02 2H291/KA05 2H291/KA06 2H291/LA22 2H291/LA40 2H291/NA44 2H291/NA45 2H291/NA46 2H291/PA08 2H291/PA44 2H291/PA62 2H291/PA65		
其他公开文献	JP2004355032A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：改善电光特性的陡度和显示质量，如对比度和透射率。解决方案：垂直取向型ECB（电控双折射）模式液晶显示元件具有液晶盒，该液晶盒具有一对基板，这些基板在其表面上具有电极和垂直排列的薄膜，并且以指定的间隔彼此相对地布置并且具有液体设置在所述基板对之间的晶体层和交叉尼科尔排列的一对布置在所述液晶单元外部的偏振器；通过对准处理使与基板接触的液晶具有对准方向，在一对基板上的对准方向之间的角度二等分的方向是沿着一对偏振器的偏振方向之一或者将两者之间的角度平分的方向。交叉尼科尔排列的偏振方向和存在于基板和液晶层之间的界面上的液晶分子的预倾角设定在相对于基板表面的85°至60°的范围内。Z

$$\begin{aligned}
f_4 = & \frac{1}{2} \left\{ k_{11} \cos^2 \theta_z + k_{33} \sin^2 \theta_z \right\} \left(\frac{\partial \theta_z}{\partial z} \right)^2 \\
& + \frac{1}{2} \left\{ \cos^2 \theta_z (k_{22} \cos^2 \theta_z + k_{33} \sin^2 \theta_z) \right\} \left(\frac{\partial \theta_z}{\partial z} \right)^2 \\
& + \frac{1}{2} \left\{ -\frac{4\pi}{\rho_0} k_{22} \cos^2 \theta_z \right\} \left(\frac{\partial \theta_z}{\partial z} \right) \quad \dots (
\end{aligned}$$