

(19) 日本国特許庁(JP)

再 公 表 特 許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/013399

発行日 平成25年1月7日(2013.1.7)

(43) 国際公開日 平成23年2月3日(2011.2.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/1363 (2006.01)	G O 2 F 1/1363	2 H 1 4 9
G02F 1/1335 (2006.01)	G O 2 F 1/1335 5 1 0	2 H 1 9 1
G02B 5/30 (2006.01)	G O 2 B 5/30	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 43 頁)

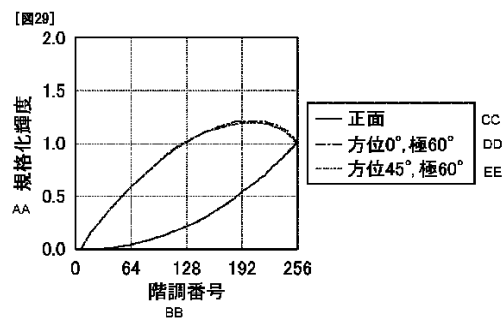
出願番号	特願2011-524672 (P2011-524672)	(71) 出願人	000005049
(21) 国際出願番号	PCT/JP2010/054697		シャープ株式会社
(22) 国際出願日	平成22年3月18日 (2010.3.18)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(31) 優先権主張番号	特願2009-178238 (P2009-178238)	(74) 代理人	110000914
(32) 優先日	平成21年7月30日 (2009.7.30)		特許業務法人 安富国際特許事務所
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	坂井 彰
			日本国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
		Fターム(参考)	2H149 AA06 AB05 BA02 DA04 DA12 DA24 DA25 DA28 DA33 DA35 EA03 EA05 EA10 EA19 FD05 FD06 FD07

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

本発明は、方位 45° での中間階調から高階調における階調視野角に優れた円偏光VAモードの液晶表示装置を提供する。本発明の液晶表示装置は、第一の偏光子、第一の $\lambda/4$ 板、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板、及び、第二の偏光子をこの順に有する液晶表示装置であって、第二の偏光子の吸収軸の方位を 0° と定義するとき、該第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、略 45° の角度をなし、該第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、略 135° の角度をなし、該第一の偏光子の吸収軸は、略 90° の角度をなし、液晶層中の液晶分子を基板面に対して略垂直配向から傾斜配向に変化させることで表示輝度を変化させるものであり、該液晶層は、それぞれ $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位、 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位、 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位、及び、 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインを有する液晶表示装置である。



AA NORMALIZED LUMINANCE
BB GRADATION NUMBER
CC FRONT
DD AZIMUTH 0° , POLAR ANGLE 60°
EE AZIMUTH 45° , POLAR ANGLE 60°

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の偏光子、
 面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第一の $\lambda/4$ 板、
 一对の対向する基板間に液晶層を備える液晶セル、
 面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第二の $\lambda/4$ 板、及び、
 第二の偏光子
 をこの順に有する液晶表示装置であって、
 第二の偏光子の吸収軸の方位を 0° と定義するとき、
 該第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、略 45° の角度をなし、
 該第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、略 135° の角度をなし、
 該第一の偏光子の吸収軸は、略 90° の角度をなし、
 液晶層中の液晶分子を基板面に対して略垂直配向させた状態から傾斜配向させた状態に変化させることで表示輝度を変化させるものであり、
 該液晶層は、 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインを有する
 ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

$n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第一種の複屈折層、
 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第二種の複屈折層、と定義するとき、
 前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板は、略同じ N_z 係数を有する第一種の複屈折層であり、
 前記第二の $\lambda/4$ 板と第二の偏光子との間に、第二種の複屈折層を有し、
 該第二種の複屈折層の面内進相軸は、該第二の偏光子の吸収軸に対して略直交することを
 特徴とする、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

$n_x = n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第三種の複屈折層、と定義するとき、
 該第一の $\lambda/4$ 板と該液晶セルとの間、及び、該液晶セルと該第二の $\lambda/4$ 板との間の少なくとも一方に、第三種の複屈折層を少なくとも一層有することを特徴とする、請求項 1
 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を $N_z q$ 、
 前記液晶セルの黒表示時の厚み方向位相差を R_{lc} 、
 前記第一の $\lambda/4$ 板と前記第二の $\lambda/4$ 板との間に配置された少なくとも一層の第三種の
 複屈折層の厚み方向位相差の総和を R_3 、と定義するとき、
 下記式 (1) ~ (3) を満足することを特徴とする、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

$$1. \quad 0 \leq N_z q \leq 2.9 \quad (1)$$

$$(169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) - 30 \text{ nm} \leq R_{lc} + R_3 \quad (2)$$

$$R_{lc} + R_3 \leq (169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) + 30 \text{ nm} \quad (3)$$

【請求項 5】

前記第二種の複屈折層の N_z 係数を $N_z 2$ 、面内位相差を R_2 、と定義するとき、
 下記式 (4) ~ (7) を満足することを特徴とする、請求項 4 に記載の液晶表示装置。

$$(-0.63 \times N_z q^2 + 0.56 \times N_z q + 0.40) - 0.35 \leq N_z 2 \quad (4)$$

$$N_z 2 \leq (-0.63 \times N_z q^2 + 0.56 \times N_z q + 0.40) + 0.35 \quad (5)$$

$$(43 \text{ nm} \times N_z q^2 - 226 \text{ nm} \times N_z q + 370 \text{ nm}) - 30 \text{ nm} \leq R_2 \quad (6)$$

$$R_2 \leq (43 \text{ nm} \times N_z q^2 - 226 \text{ nm} \times N_z q + 370 \text{ nm}) + 30 \text{ nm} \quad (7)$$

【請求項 6】

1. $40 \leq N_z q$ を満たすことを特徴とする、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数を Nzq 、と定義するとき、

2. $0.0 < Nzq$ を満たすことを特徴とする、請求項3～6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数を Nzq 、

前記第二種の複屈折層の Nz 係数を $Nz2$ 、面内位相差を $R2$ 、と定義するとき、

$Nzq < 1.40$ を満たし、 $-0.35 \leq Nz2 \leq 0$ を満たし、かつ $108\text{nm} \leq R2 \leq 168\text{nm}$ を満たす、ことを特徴とする、請求項3又は4に記載の液晶表示装置。

【請求項9】

$n_x - n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第三種の複屈折層、と定義するとき、

該第一の第一種の複屈折層と該液晶セルとの間、及び、該液晶セルと該第二の第一種の複屈折層との間に、第三種の複屈折層を有しないことを特徴とする、請求項1又は2に記載の液晶表示装置。

【請求項10】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数を Nzq 、

前記液晶セルの黒表示時の厚み方向位相差を $R1c$ 、と定義するとき、

下記式(1)、(8)及び(9)を満足することを特徴とする、請求項9に記載の液晶表示装置。

$$1. 0 \leq Nzq \leq 2.9 \quad (1)$$

$$(169\text{nm} \times Nzq - 81\text{nm}) - 30\text{nm} \leq R1c \quad (8)$$

$$R1c \leq (169\text{nm} \times Nzq - 81\text{nm}) + 30\text{nm} \quad (9)$$

【請求項11】

前記第二種の複屈折層の Nz 係数を $Nz2$ 、面内位相差を $R2$ 、と定義するとき、

下記式(4)～(7)を満足することを特徴とする、請求項10に記載の液晶表示装置。

$$(-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) - 0.35 \leq Nz2 \quad (4)$$

$$Nz2 \leq (-0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40) + 0.35 \quad (5)$$

$$(43\text{nm} \times Nzq^2 - 226\text{nm} \times Nzq + 370\text{nm}) - 30\text{nm} \leq R2 \quad (6)$$

$$R2 \leq (43\text{nm} \times Nzq^2 - 226\text{nm} \times Nzq + 370\text{nm}) + 30\text{nm} \quad (7)$$

【請求項12】

1. $40 \leq Nzq$ を満たすことを特徴とする、請求項11に記載の液晶表示装置。

【請求項13】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数を Nzq 、

前記第二種の複屈折層の Nz 係数を $Nz2$ 、面内位相差を $R2$ 、と定義するとき、

$Nzq < 1.40$ を満たし、 $-0.35 \leq Nz2 \leq 0$ を満たし、かつ $108\text{nm} \leq R2 \leq 168\text{nm}$ を満たす、ことを特徴とする、請求項9又は10に記載の液晶表示装置。

【請求項14】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数を Nzq 、と定義するとき、

2. $0.0 \leq Nzq$ を満たすことを特徴とする、請求項9～13のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項15】

$n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第一種の複屈折層、

$n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第二種の複屈折層、と定義するとき、

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板は、略同じ Nz 係数を有する第一種の複屈折層であり、

前記第一の $\lambda/4$ 板と第一の偏光子との間に、第一の第二種の複屈折層を有し、

前記第二の $\lambda/4$ 板と第二の偏光子との間に、第二の第二種の複屈折層を有し、

該第一の第二種の複屈折層と該第二の第二種の複屈折層とは、略同じ Nz 係数及び面内位相差を有し、

該第一の第二種の複屈折層の面内進相軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略直交し、

該第二の第二種の複屈折層の面内進相軸は、該第二の偏光子の吸収軸に対して略直交することを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項 16】

$n_x \times n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第三種の複屈折層、と定義するとき、
該第一の $\lambda/4$ 板と該液晶セルとの間、及び、該液晶セルと該第二の $\lambda/4$ 板との間の少なくとも一方に、第三種の複屈折層を少なくとも一層有することを特徴とする、請求項 15 に記載の液晶表示装置。

【請求項 17】

前記第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を N_{zq} 、
前記液晶セルの黒表示時の厚み方向位相差を R_{lc} 、
前記第一の $\lambda/4$ 板と前記第二の $\lambda/4$ 板との間に配置された少なくとも一層の第三種の複屈折層の厚み方向位相差の総和を R_3 、と定義するとき、
下記式 (1) ~ (3) を満足することを特徴とする、請求項 16 に記載の液晶表示装置。

$$1. \quad 0 \leq N_{zq} \leq 2.9 \quad (1)$$

$$(169 \text{ nm} \times N_{zq} - 81 \text{ nm}) - 30 \text{ nm} \leq R_{lc} + R_3 \quad (2)$$

$$R_{lc} + R_3 \leq (169 \text{ nm} \times N_{zq} - 81 \text{ nm}) + 30 \text{ nm} \quad (3)$$

【請求項 18】

前記第一及び第二の第二種の複屈折層の N_z 係数を N_{z2} 、面内位相差を R_2 、と定義するとき、

下記式 (10) ~ (13) を満足することを特徴とする、請求項 17 に記載の液晶表示装置。

$$(-0.87 \times N_{zq}^2 + 2.15 \times N_{zq} - 0.76) - 0.45 \leq N_{z2} \quad (10)$$

$$N_{z2} \leq (-0.87 \times N_{zq}^2 + 2.15 \times N_{zq} - 0.76) + 0.45 \quad (11)$$

$$(25 \text{ nm} \times N_{zq}^2 - 159 \text{ nm} \times N_{zq} + 311 \text{ nm}) - 40 \text{ nm} \leq R_2 \quad (12)$$

$$R_2 \leq (25 \text{ nm} \times N_{zq}^2 - 159 \text{ nm} \times N_{zq} + 311 \text{ nm}) + 40 \text{ nm} \quad (13)$$

【請求項 19】

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数を N_{zq} 、
前記第一及び第二の第二種の複屈折層の N_z 係数を N_{z2} 、面内位相差を R_2 、と定義するとき、

$N_{zq} < 2.00$ を満たし、 $-0.45 \leq N_{z2} \leq 0$ を満たし、かつ $5 \text{ nm} \leq R_2 \leq 133 \text{ nm}$ を満たすことを特徴とする、請求項 16 又は 17 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置に関する。より詳しくは、円偏光板を用いた VA（垂直配向）モードの液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、コンピュータやテレビジョンをはじめとする様々な情報処理装置の表示装置として、広く用いられている。特に TFT 方式の液晶表示装置（以下「TFT-LCD」ともいう）が広く普及し、市場の一層の拡大が期待されており、これに伴って、画質のより一層の向上が要望されている。以下、TFT-LCD を例として説明するが、本発明は、TFT-LCD に限定されるものではなく、液晶表示装置全般に適用可能であり、例えば単純マトリクス方式、プラズマアドレス方式等の液晶表示装置にも適用可能である。

【0003】

現在まで、TFT-LCD で最も広く使用されてきた方式は、正の誘電率異方性を有する液晶を、相互に対向する基板間に水平配向させた、いわゆる TN（ツイステッド・ネマチック）モードであった。TN モードの液晶表示装置は、一方の基板に隣接する液晶分子の配向方向が、他方の基板に隣接する液晶分子の配向方向に対して 90° ツイストしていることを特徴とする。このような TN モードの液晶表示装置では、安価な製造技術が確立され、産業的に成熟しているが、高いコントラスト比を実現することが難しかった。

【0004】

これに対し、負の誘電率異方性を有する液晶を、相互に対向する基板間に垂直配向させた、いわゆるVAモードの液晶表示装置が知られている。VAモードの液晶表示装置においては、電圧無印加時において、液晶分子が基板面に対し略垂直な方向に配向しているため、液晶セルはほとんど複屈折性及び旋光性を示さず、光はその偏光状態をほとんど変化させることなく液晶セルを通過する。したがって、液晶セルの上下に一对の偏光子（直線偏光子）をその吸収軸が互いに直交するように配する（以下「クロスニコル偏光子」ともいう）ことにより、電圧無印加時において、略完全な黒表示を実現できる。閾値電圧以上の電圧印加時（以下では、単に電圧印加時と略記する）には、液晶分子が傾斜して基板に略平行となり、大きな複屈折性を示して白表示を実現できる。したがって、このようなVAモードの液晶表示装置は、非常に高いコントラスト比を容易に実現することができる。

10

【0005】

このようなVAモードの液晶表示装置においては、電圧印加時の液晶分子の傾斜方向が一方方向であると液晶表示装置の視野角特性に非対称性が発生してしまうため、例えば画素電極の構造上の工夫や、画素内に突起物等の配向制御手段を設ける方法により、液晶分子の傾斜方向を画素内で複数に分割した配向分割型のVAモードが広く用いられている。なお、液晶分子の傾斜方位が異なる各領域はドメインとも呼ばれ、配向分割型のVAモードは、MVAモード（マルチドメイン型VAモード）とも呼ばれる。

【0006】

MVAモードでは、白表示状態の透過率を最大化する観点から、通常は偏光子の軸方位と電圧印加時の液晶分子の傾斜方位とが 45° の角度をなすように設定される。クロスニコル偏光子間に複屈折媒体を挟んだときの透過率は、偏光子の軸と複屈折媒体の遅相軸とのなす角を α （単位： rad ）とすると、 $\sin^2(2\alpha)$ に比例するためである。典型的なMVAモードでは、液晶分子の傾斜方位が 45° 、 135° 、 225° 、 315° の4つのドメインに分割され得る。このような4つのドメインに分割されたMVAモードにおいても、ドメイン同士の境界や配向制御手段の近傍で、シュリーレン（Schlieren）配向や意図しない方向への配向が観察されることが多く、透過率ロスの原因となっている。

20

【0007】

こうした問題を解決するために、円偏光板を用いたVAモードの液晶表示装置が検討されている（例えば、特許文献1参照。）。そのような液晶表示装置によれば、互いに直交する左右円偏光板間に複屈折媒体を挟んだときの透過率は、偏光子の軸と複屈折媒体の遅相軸とのなす角に依存しないため、液晶分子の傾斜方位が 45° 、 135° 、 225° 、 315° 以外であっても、液晶分子の傾きさえ制御できれば所望の透過率が確保できる。したがって、例えば、画素中央に円形の突起物を配置し、液晶分子を全方位に傾斜させるものであってもよいし、又は、傾斜方位を全く制御せずにランダムな方位に傾斜させるものであってもよい。なお、本明細書中、円偏光板を用いたVAモードを、円偏光VAモード又は円偏光モードともいう。これに対して、直線偏光板を用いたVAモードを、直線偏光VAモード又は直線偏光モードともいう。また、円偏光板は、よく知られているように、典型的には直線偏光板と $\lambda/4$ 板との組み合わせによって構成される。

30

40

【0008】

さらに、円偏光はミラー等で反射したときに左右の掌性が入れ替わる性質をもつため、例えばミラー上に左円偏光板を配置して光を入射させると、円偏光板を透過して左円偏光に変換された光はミラーで反射されることで右円偏光に変換され、その右円偏光は前記左円偏光板を透過できないので、結局、円偏光板には反射防止の光学的機能があることが知られている。このような円偏光板の反射防止の光学的機能は、表示装置を屋外等の明室環境で観察する場合の不要な反射を防止することができるため、VAモード液晶表示装置を初めとした表示装置の明室コントラスト比改善効果があることが知られている。ここで、前記不要な反射とは、表示装置の内部に存在する透明電極やTFE素子の金属配線等によるものが主であると考えられている。この不要な反射が防止されないと、暗室環境では略完

50

全な黒表示を実現している表示装置であっても、明室環境で観察したときに、表示装置の黒表示時の光量が大きくなり、結果としてコントラスト比を低下させてしまう。

【0009】

上記のように、円偏光板を用いた円偏光VAモードでは透過率改善効果と不要反射防止効果を得ることができるが、従来の円偏光VAモードの液晶表示装置では斜め視角でのコントラスト比が低く、十分な視野角特性が得られないという点で改善の余地があった。これに対しては、複屈折層（位相差フィルム）を用いた視野角特性の改良技術が種々提案されている。例えば、特許文献1には下記（A）の方法が、特許文献2には下記（B）の方法が、特許文献3には下記（C）の方法が、特許文献4には下記（D）の方法が、非特許文献1には下記（E）の方法が開示されている。

10

【0010】

（A） $n_x > n_y > n_z$ の関係を満たす $\lambda/4$ 板を2枚用いる方法。

（B） $n_x > n_y > n_z$ の関係を満たす $\lambda/4$ 板を2枚と、 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす第二種の複屈折層を1枚又は2枚組み合わせて用いる方法。

（C） $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす $\lambda/4$ 板を2枚と、 $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす第三種の複屈折層を組み合わせて用いる方法。

（D）（C）の方法において、さらに $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす $\lambda/2$ 板を1枚又は2枚組み合わせて用いる方法。

（E）一軸性の $\lambda/4$ 板（ $n_x > n_y = n_z$ の関係を満たす所謂Aプレート）を2枚と、 $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす第三種の複屈折層と、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす複屈折層を組み合わせて用いる方法。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2002-40428号公報

【特許文献2】特開2009-37049号公報

【特許文献3】特開2003-207782号公報

【特許文献4】特開2003-186017号公報

【非特許文献】

【0012】

30

【非特許文献1】Zhibing Ge、外6名、「Wide-View Circular Polarizers for Mobile Liquid Crystal Displays」、IDRC08、2008年、p. 266-268

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、本発明者が検討した結果、上記（A）、（B）及び（C）の方法でもまだ視野角特性に改善の余地があることがわかっている。また、上記（C）、（D）及び（E）の方法では、製造が難しく高コストな $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす（ $0 < n_z < 1$ の関係を満たす）二軸性位相差フィルムが必要であるという点で改善の余地があった。

40

【0014】

本発明者は、上記の問題点を解決するために種々検討したところ、クロスニコル配置された一対の偏光子（第一及び第二の偏光子）の間に配置される複屈折層の位相差条件に着目し、第一の偏光子と第二の偏光子との間に、 $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす（ $N_z \geq 1.0$ を満たす）第一種の複屈折層（本明細書では、「 $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層」を第一種の複屈折層と定義する）と、 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす（ $N_z \leq 0.0$ を満たす）第二種の複屈折層（本明細書では、「 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす複屈折層」を第二種の複屈折層と定義する）とを適切に配置することにより、正面方向における第一及び第二の偏光子の直交性を保持しつつ、斜め方向においても第一及び第二の偏光子の直交性を保持することができることを見だし、下記（F）の方法を提案した。

50

さらに、上記第一種及び第二種の複屈折層は、 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < N_z < 1$) に制御された二軸性位相差フィルムとは異なり、適当な固有複屈折を持つ材料を用いることにより、簡便な方法で製造できることを見いだし、先に特許出願している（特願 2008-099526）。

【0015】

(F) $\lambda/4$ 板を 2 枚と、 $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす第三種の複屈折層と、 $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす第一種の複屈折層と、 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす第二種の複屈折層を組み合わせて用いる方法。

【0016】

しかしながら、上記 (F) の方法では、5 つ以上の複屈折層（位相差フィルム）を用いる形態が好適であり、製造コストに改善の余地がある。また、上記 (F) の方法では、2 枚の $\lambda/4$ 板の N_z 係数（二軸性を表すパラメーター）を最適設計することで視野角特性の向上が図られるが、 $n_x > n_y \geq n_z$ ($N_z \geq 1.0$) の関係を満たす汎用の二軸性 $\lambda/4$ 板を 2 枚使った設計条件下では、視野角特性に改善の余地がある。

【0017】

そこで、本発明者らは、低コストかつ簡便に製造することができるとともに、広い視角範囲において高いコントラスト比を実現することができる円偏光 VA モードの液晶表示装置について更に検討を重ね、円偏光 VA モードで必要な 2 枚の $\lambda/4$ 板（第一及び第二の $\lambda/4$ 板）を $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす汎用の二軸性 $\lambda/4$ 板とした上で、その N_z 係数を略同じに調整し、第二の $\lambda/4$ 板と第二の偏光子との間に、 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす複屈折層を配置することにより、広い視角範囲において黒表示状態の光漏れを低減し、高いコントラスト比を実現することができると見いだした。さらに、上記第一種及び第二種の複屈折層は、 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < N_z < 1$) に制御された二軸性位相差フィルムとは異なり、適当な固有複屈折を持つ材料を用いることにより、簡便な方法で製造できることを見いだし、先に特許出願している（特願 2009-015927）。

【0018】

このように、本発明者らは、円偏光 VA モードにおける視野角特性の向上について種々検討してきたが、上述の各対策は、コントラスト比の視野角依存性を抑制するために、斜め視角での黒表示時の漏れ光量を低減するものであり、言い換えれば、低階調（低輝度）での視野角依存性を抑制するものであった。このたび、本発明者らは、更に検討を重ねた結果、円偏光 VA モードにおいて、クロスニコル配置された偏光子の吸収軸の方位を方位 0° 及び方位 90° と定義するとき、特に方位 45° での中間階調（中輝度）から高階調（高輝度）における視野角特性が、直線偏光 VA モードに比べて劣ることを見いだした。すなわち、方位 45° では、低階調での視野角特性（以下、「コントラスト視野角」ともいう）だけでなく、中間階調から高階調における視野角特性（以下、「階調視野角」ともいう）も充分ではないことが分かった。なお、階調視野角は、横軸を入力階調とし、縦軸を規格化された出力輝度（透過率）としたグラフにおいて、特定の方位での測定で得られた入力階調と出力輝度の値との相関を示す線（「ガンマ (γ) カーブ」とも呼ばれる）と他の方位での測定で得られたガンマカーブとが一致する度合いにより良否を判断することができ、通常は表示特性上、正面方向（表示画面に対して法線方向）の γ カーブと他の方向の γ カーブができるだけ一致することが望ましい。

【0019】

さらに、本発明者らは、コントラスト視野角の低下と階調視野角の低下とが同じ方位で生じることによって、低階調から高階調にわたる広い階調範囲で正面方向とのガンマカーブの不一致が生じるため、液晶表示装置の観察者にとって、方位 45° の表示品位が極めて劣るものであるように認識されてしまう一方で、コントラスト視野角の低下が生じる方位と階調視野角の低下が生じる方位とが一致しないようにすれば、総合的な表示品位のレベルは改善されることを見いだした。

【0020】

本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、方位 45° での中間階調から高階調に

10

20

30

40

50

おける階調視野角に優れた円偏光VAモードの液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明者らは、方位 45° における階調視野角に優れた円偏光VAモードの液晶表示装置について種々検討したところ、MVAモードにおいて形成する複数のドメインに着目した。そして、 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインを設けることにより、円偏光VAモードにおける方位 45° での中間階調から高階調における階調視野角を向上することができることを見出した。その結果、液晶表示装置の表示品位を向上することができることに想到し、本発明に到達したものである。

【0022】

すなわち、本発明は、第一の偏光子、面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第一の $\lambda/4$ 板、一对の対向する基板間に液晶層を備える液晶セル、面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第二の $\lambda/4$ 板、及び、第二の偏光子をこの順に有する液晶表示装置であって、第二の偏光子の吸収軸の方位を 0° と定義するとき、該第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、略 45° の角度をなし、該第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、略 135° の角度をなし、該第一の偏光子の吸収軸は、略 90° の角度をなし、液晶層中の液晶分子を基板面に対して略垂直配向させた状態から傾斜配向させた状態に変化させることで表示輝度を変化させるものであり、該液晶層は、 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインを有する液晶表示装置である。なお、本明細書では、「方位」とは、液晶セルの基板面と平行な方向における向きを表すものであり、 $0 \sim 360^\circ$ をとり、液晶セルの基板面法線方向からの傾斜角は考慮されない。液晶セルの基板面法線方向からの傾斜角は、「極角」という。極角は $0 \sim 90^\circ$ をとる。図1に、第二の偏光子の吸収軸の方位をX軸とし、X軸に対して面内方向で直交する軸をY軸とし、X軸に対して面外方向で直交する軸をZ軸としたときの、液晶分子の傾斜配向の向き A_0 に対する方位角 ϕ 及び極角 θ を図示した。

【0023】

本発明の液晶表示装置は、いわゆるMVAモード（マルチドメイン型VAモード）により表示を行うものである。MVAモードでは、例えば、液晶層への電圧印加に用いられる画素電極及び／又は共通電極に形成したスリット（電極切欠き部）、画素内に形成した誘電体突起物等の配向制御手段を設けることにより、電圧印加時の液晶分子の傾斜方位を画素内で複数に分割する。これによって、液晶分子の傾斜方位の対称性を高めることができ、液晶表示装置の視野角特性を向上することができる。また、本発明の液晶表示装置は、いわゆる円偏光VAモードにより表示を行うものでもある。したがって、白表示状態の透過率を最大化するために、典型的な直線偏光板を用いたMVAモードのように、偏光子の軸方位と電圧印加時の液晶分子の傾斜方位とが 45° の角度をなすように設定する必要がない。このため、 $12.5^\circ \sim 32.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $102.5^\circ \sim 122.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、 $192.5^\circ \sim 212.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、 $282.5^\circ \sim 302.5^\circ$ 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインを形成しても、原理上、直線偏光モードにより表示を行う場合のように白表示状態の透過率が低下することはない。

【0024】

本発明において、ドメインとは、液晶層への電圧印加に伴う液晶分子の傾斜方位が略同一である画素内の領域を意味している。極角が異なる液晶分子が含まれる領域同士についても傾斜方位が略同一であれば同一ドメインに含められる。

【0025】

本発明の液晶表示装置は、上述した第一の偏光子、第一の $\lambda/4$ 板、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板、及び、第二の偏光子を構成要素として備えるものである限り、その他の部材により特に限定されるものではないが、広い視角範囲において高いコントラスト比を実現する観点からは、(1) 上記第一及び第二の $\lambda/4$ 板は、略同じNz係数を有する第一種の複屈折層であり、上記第二の $\lambda/4$ 板と上記第二の偏光子との間に、第二種の複屈折層を有し、上記第二種の複屈折層の面内進相軸は、上記第二の偏光子の吸収軸に対して略直交する形態、(2) 上記第一及び第二の $\lambda/4$ 板は、略同じNz係数を有する第一種の複屈折層であり、上記第一の $\lambda/4$ 板と上記第一の偏光子との間に、第一の第二種の複屈折層を有し、上記第二の $\lambda/4$ 板と上記第二の偏光子との間に、第二の第二種の複屈折層を有し、上記第一の第二種の複屈折層と上記第二の第二種の複屈折層とは、略同じNz係数及び面内位相差を有し、上記第一の第二種の複屈折層の面内進相軸は、上記第一の偏光子の吸収軸に対して略直交し、上記第二の第二種の複屈折層の面内進相軸は、上記第二の偏光子の吸収軸に対して略直交する形態が好適に用いられる。

10

【0026】

なお、本明細書で「偏光子」とは、自然光を直線偏光に変える機能を有する素子のことであり、偏光板、偏光フィルムと同義である。「複屈折層」とは、光学的異方性を有する層のことであり、位相差フィルム、位相差板、光学異方性層、複屈折媒体等と同義である。本明細書における「複屈折層」は、本発明の作用効果を十分に奏する観点から、後述する面内位相差Rの絶対値及び厚み方向位相差Rthの絶対値のいずれか一方が10nm以上の値を有するものを意味し、好ましくは、20nm以上の値を有するものを意味する。また、上述のように、本明細書において、「第一種の複屈折層」とは、 $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を意味し、「第二種の複屈折層」とは、 $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす複屈折層を意味する。 n_x 及び n_y は、波長550nmの光に対する面内方向の主屈折率を表し、 n_z は、波長550nmの光に対する面外方向（厚み方向）の主屈折率を表す。

20

【0027】

本明細書で「面内位相差R」は、複屈折層（液晶セルや $\lambda/4$ 板を含む）の面内方向の主屈折率を n_x と n_y と定義し、面外方向（厚み方向）の主屈折率を n_z 、複屈折層の厚みをdと定義したとき、 $R = |n_x - n_y| \times d$ で定義される面内位相差（単位：nm）である。これに対して、「厚み方向位相差Rth」は、 $Rth = (n_z - (n_x + n_y) / 2) \times d$ で定義される面外（厚み方向）位相差（単位：nm）である。「 $\lambda/4$ 板」とは、少なくとも波長550nmの光に対して略 $1/4$ 波長（正確には137.5nmであるが、115nmよりも大きく、160nmよりも小さければよい。）の光学的異方性を有する層のことであり、 $\lambda/4$ 位相差フィルム、 $\lambda/4$ 位相差板と同義である。

30

【0028】

「面内遅相軸（進相軸）」は、上記面内主屈折率 n_x 、 n_y のうち、大きい方を n_s 、小さい方を n_f と再定義するとき、主屈折率 n_s （ n_f ）に対応する誘電主軸の方向（x軸、又はy軸方向）のことであり、さらに、「Nz係数」は、 $Nz = (n_s - n_z) / (n_s - n_f)$ で定義される複屈折層の二軸性の程度を表わすパラメータである。なお、特に断りの無い限り、本明細書中で主屈折率や位相差の測定波長は550nmとする。また、同じNz係数をもつ複屈折層でも、複屈折層の平均屈折率 $= (n_x + n_y + n_z) / 3$ が異なれば、屈折角の影響で斜め方向からの入射に対して複屈折層の実効的な位相差が異なり、設計指針が複雑になってしまう。この問題を避けるため、本明細書では特に断りのない限り、各複屈折層の平均屈折率を1.5に統一してNz係数を算出している。実際の平均屈折率が1.5と異なる複屈折層についても平均屈折率1.5を想定して換算してある。また、厚み方向位相差Rthについても同様の扱いをしている。

40

【0029】

本明細書において、「複屈折層のNz係数が略同じである」とは、Nz係数の差が0.1未満の場合を表し、0.05未満であることが好ましい。「第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸

50

が略 45° の角度をなす」とは、第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸と第二の偏光子の吸収軸とのなす角が $40 \sim 50^\circ$ であればよく、特に好ましくは 45° である。第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸と第二の偏光子の吸収軸との相対角度が完全に 45° ではない場合であっても、第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸と第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸とが直交することにより、基板面に対して法線方向での光漏れについては、十分な防止効果が得られる。一方、反射防止機能や透過率向上の点では、上記相対角度が 45° であることにより、顕著な効果が得られる。「該第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸が略 135° の角度をなす」とは、略 45° の方位にある第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸と第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸とのなす角度が $88 \sim 92^\circ$ であればよく、特に好ましくは 90° である。「第一の偏光子の吸収軸が略 90° の角度をなす」とは、第二の偏光子の吸収軸と第一の偏光子の吸収軸とのなす角度が $88 \sim 92^\circ$ であればよく、特に好ましくは 90° である。「第二種の複屈折層の面内進相軸は、第二の偏光子の吸収軸に対して略直交する」とは、第二種の複屈折層の面内進相軸と第二の偏光子の吸収軸とのなす角度が $88 \sim 92^\circ$ であればよく、特に好ましくは 90° である。

10

【0030】

後述するように、第二種の複屈折層を利用して表示光の偏光状態の変化を制御し、広い視角範囲において黒表示状態の光漏れを低減して高いコントラスト比を実現する観点からは、上記(1)の形態であれば、第一の偏光子、第一の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子のほかに、第一の偏光子と第二の偏光子との間に複屈折媒体を含まない形態が好適である。液晶表示装置に使用する複屈折層の数を減らしてコストを低減する観点からは、第一の偏光子、第一の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子のほかに、液晶表示装置中に複屈折媒体を含まない形態がより好適である。一方、第一の偏光子、第一の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子のほかに、液晶表示装置中に複屈折媒体を付加してもよく、例えば、複屈折層等の波長分散性を調整するために、面内位相差が $\lambda/2$ に調整された $\lambda/2$ 板を液晶表示装置中に付加してもよい。また、上記(2)の形態であれば、第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、第一の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、第二の第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子のほかに、第一の偏光子と第二の偏光子との間に複屈折媒体を含まない形態が好適である。液晶表示装置に使用する複屈折層の数を減らしてコストを低減する観点からは、第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、第一の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、第二の第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子のほかに、液晶表示装置中に複屈折媒体を含まない形態がより好適である。上記(1)の形態と同様に、第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、第一の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板(第一種の複屈折層)、第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子のほかに、液晶表示装置中に複屈折媒体を付加してもよく、例えば、複屈折層等の波長分散性を調整するために、面内位相差が $\lambda/2$ に調整された $\lambda/2$ 板を液晶表示装置中に付加してもよい。

20

30

【0031】

また、本発明者らは、方位によって完全な黒表示を妨げる要因が異なっていることを見だし、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の間に、 $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす複屈折層(本明細書では、「 $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす複屈折層」を第三種の複屈折層と定義する)を配置することにより、複数の方位に対する位相差補償を行うことができることを見出した。第三種の複屈折層を設ける形態においては、最初に、第三種の複屈折層の位相差値を調整することによって、方位 0° における位相差補償の条件を最適化することができ、次に、第二種の複屈折層の位相差値を適切に配置することによって、方位 0° における位相差補償の最適化条件を変化させることなく、方位 45° における位相差補償の条件を最適化することにより、より広い方位において斜め方向における黒表示状態の光漏れを低減できる。その結果、方位及び極角の両面において広い視角範囲での高いコントラスト比

40

50

を実現できる。さらに、第三種の複屈折層は、 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < n_z < 1$) に制御された二軸性位相差フィルムとは異なり、適当な固有複屈折を持つ材料を用いることにより、簡便な方法で製造可能である。

【0032】

すなわち、本発明の液晶表示装置は、該第一の $\lambda/4$ 板と該液晶セルとの間、及び、該液晶セルと該第二の $\lambda/4$ 板との間の少なくとも一方に、第三種の複屈折層を少なくとも一層有するものであってもよい。上記第三種の複屈折層は、第一の $\lambda/4$ 板、及び、第二の $\lambda/4$ 板の n_z が 2.00 未満である場合に、特に好適に用いられる。上記第三種の複屈折層は、液晶セルに隣接配置されることが好ましい。ここで、「隣接配置」とは、第三種の複屈折層と液晶セルとの間に複屈折媒体が設けられないことを意味し、例えば、第三種の複屈折層と液晶セルとの間に等方性フィルムが配置された形態も含まれる。また、複数の第三種の複屈折層が設けられる場合には、複数の第三種の複屈折層のうちの少なくとも一層が液晶セルと隣接配置され、各第三種の複屈折層同士が互いに隣接配置される形態が好適である。

【0033】

なお、第三種の複屈折層における n_x 、 n_y とは、 $|n_x - n_y| > 0$ とも換言でき、具体的には面内位相差 $R = |n_x - n_y| \times d$ が 20 nm 未満の場合を表し、10 nm 未満であることが好ましい。上記第三種の複屈折層は、多層からなるものであっても、一層のみからなるものであっても、上記第一の $\lambda/4$ 板及び上記第二の $\lambda/4$ 板よりも内側（液晶セル側）に配置され、かつ、その厚み方向位相差の総和が同じである限り、液晶表示装置の透過光強度の特性は原理的に全く同一となる。また、液晶表示装置が第三種の複屈折層を実際には有さない場合も、仮想的に厚み方向位相差がゼロの第三種の複屈折層を有するとして考えることに、原理上は何ら問題ない。従って、以降、特に断りのない限り、本明細書中では、本発明の液晶表示装置として、上記第二の $\lambda/4$ 板と上記液晶セルの間に、第三種の複屈折層が一層配置された液晶表示装置だけに言及して説明を簡略化する。

【0034】

上記偏光子としては、典型的にはポリビニルアルコール（PVA）フィルムに二色性を有するヨウ素錯体等の異方性材料を吸着配向させたものが挙げられる。通常は、機械強度や耐湿熱性を確保するために、PVA フィルムの両側にトリアセチルセルロース（TAC）フィルム等の保護フィルムをラミネートして実用に供されるが、特に断りのない限り、本明細書中で「偏光子」というときは保護フィルムを含まず、偏光機能を有する素子だけを指す。なお、第一及び第二の偏光子は、いずれがポーライザ（背面側の偏光子）又はアナライザ（観察面側の偏光子）であっても液晶表示装置の透過光強度の特性は原理的に全く同一となる。以降、特に断りのない限り、本明細書中では第一の偏光子がポーライザである液晶表示装置だけに言及し、説明を簡略化する。

【0035】

上記液晶セルは、一対の基板と、該一対の基板間に挟まれた液晶層とを有するものである。本発明に係る液晶セルは、液晶層中の液晶分子を基板面に略垂直に配向させることで黒表示を行う垂直配向（Vertical Alignment：VA）モードの一種である Multi-domain VA（MVA）モードの液晶セルである。MVA モードは、Continuous Pinwheel Alignment（CPA）モード、Patterned VA（PVA）モード、Biased VA（BVA）モード、Reverse TN（RTN）モード、In Plane Switching-VA（IPS-VA）モード等と組み合わせられてもよい。本明細書で「液晶分子を基板面に略垂直に配向させる」とは、液晶分子の平均プレチルト角が 80° 以上であればよい。

【0036】

本発明の液晶表示装置は、第一の偏光子と第二の偏光子との間に、面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第一の第一種の複屈折層（第一の $\lambda/4$ 板）、及び、面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第二の第一種の複屈折層（第二の $\lambda/4$ 板）を有し、さらに、第二種の複屈折層、及び／又は、第三種の複屈折層を有していてもよい。例えば、第二の $\lambda/4$ 板と第二種

の複屈折層の組み合わせ、第二の $\lambda/4$ 板と第三種の複屈折層の組み合わせ、第一の $\lambda/4$ 板と第二種の複屈折層の組み合わせ、第一の $\lambda/4$ 板と第三種の複屈折層の組み合わせは、粘着剤を介さずに積層された積層体であることが好ましい。このような積層体は、例えば、共押出し法等の押出し製膜と同時に接着剤で積層する方法や、積層体中の一方の複屈折層をポリマーフィルムから形成し、このポリマーフィルム上に液晶性材料や非液晶性材料から形成される他方の複屈折層を塗布により形成又は転写により積層する方法等で作製可能である。後者の塗布又は転写を用いる方法は、特に第三種の複屈折層が、ポリイミド等の非液晶性材料やコレステリック液晶等の液晶性材料を塗布する方法で作製されることが多いため、第二の $\lambda/4$ 板と第三種の複屈折層の積層体や第一の $\lambda/4$ 板と第三種の複屈折層の積層体を作製する際に好適に用いることができる。

10

【0037】

以下、本発明における第二種及び第三種の複屈折層の働きについて説明する。一例として、第一の偏光子、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）、液晶セル、第三種の複屈折層、第二の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）、第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子の順に積層された、上記形態（1）に該当する本発明の円偏光VAモードの液晶表示装置（A）について考える。

液晶表示装置（A）においては、第一の偏光子に対して正面方向から入射した光は、第一の偏光子により直線偏光に変換され、第一の $\lambda/4$ 板により直線偏光から円偏光に変換され、液晶セル及び第三種の複屈折層を偏光状態を維持したまま透過し、上記第一の $\lambda/4$ 板と直交関係にある第二の $\lambda/4$ 板により、円偏光から、上記第一の偏光子を透過した直後と同じ直線偏光に再変換され、第二種の複屈折層を偏光状態を維持したまま透過し、上記第一の偏光子と直交する第二の偏光子により直線偏光が遮断されることにより良好な黒表示が得られる。すなわち、第二種及び第三種の複屈折層は、正面方向から入射した光に対して偏光状態を変換することを目的としたものではない。

20

【0038】

なお、上記説明は各層を透過する毎に変化する偏光状態を追跡することで黒表示が得られることを説明したものであるが、より直感的には次のような説明でも理解される。すなわち、液晶表示装置（A）は、正面方向において、（1）第一及び第二の偏光子間に含まれる第一及び第二の $\lambda/4$ 板が互いに直交し、かつ、互いの位相差が同一（ $\lambda/4$ ）のため、相互に位相差をキャンセルしあうことで無効化されており、（2）第一及び第二の偏光子間に含まれる第二種の複屈折層は、その進相軸が第二の偏光子の吸収軸と直交しているため実質的に無効化されており、さらに、（3）前記第一及び第二の偏光子間に含まれる第三種の複屈折層及び液晶セルは、正面方向において位相差がゼロのため実質的に無効化されており、さらに、（4）前記第一及び第二の偏光子が互いに直交しているため所謂クロスニコル偏光子が構成されているため、クロスニコル偏光子の完全な黒表示が得られる。

30

【0039】

一方、本発明の液晶表示装置は、斜め方向においては、仮に第二種及び第三種の複屈折層による偏光状態の変換がないと想定すると、後述する三つの理由により、第一の偏光子に対して斜め方向から入射した光は、第二の偏光子により遮断されないため完全な黒表示が得られない。すなわち、第二種及び第三種の複屈折層は、斜め方向から入射した光に対してのみ偏光状態を変換し、視野角補償を行うことを目的としている。

40

【0040】

以上のように、本発明における第二種及び第三種の複屈折層は、正面方向における良好な黒表示を維持したまま、斜め方向においても良好な黒表示を得ることを可能とするものであり、これにより斜め方向におけるコントラスト比を向上させることができる。言い換えれば、本発明における第二種及び第三種の複屈折層は、低階調における階調視野角を向上させることができる。したがって、本発明においては、液晶分子が傾斜配向する方位を調整して方位45°での中間階調から高階調における階調視野角を向上させるとともに、第二種及び第三種の複屈折層を設けて低階調における階調視野角を向上させることによ

50

て、視野角特性の優れた液晶表示装置を実現することができる。

【0041】

次に、斜め方向から入射した光に対して、第二種及び第三種の複屈折層により偏光状態を変換し、視野角補償を行う三つの理由を詳述する。ここで、図2のように、第一の偏光子（吸収軸方位 90° ）110、第一の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 135° ）120、VAモード液晶セル130、第二の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 45° ）140、第二の偏光子（吸収軸方位 0° ）150がこの順に積層され、第二種及び第三種の複屈折層を含まない、最も簡単な構成の円偏光VAモード液晶表示装置100を考える。なお、図2中、第一及び第二の偏光子110、150に描かれた矢印は、その吸収軸の方位を表し、第一及び第二の $\lambda/4$ 板120、140に描かれた矢印は、その遅相軸の方位を表し、VAモード液晶セル130に描かれた楕円体は、その屈折率楕円体の形状を表している。

10

【0042】

まず正面方向の黒表示について考えると、第一の偏光子110に対して正面方向から入射した光は第一の偏光子110により直線偏光に変換され、第一の $\lambda/4$ 板120により直線偏光から円偏光に変換され、液晶セル130を偏光状態を維持したまま透過し、上記第一の $\lambda/4$ 板120と直交関係にある第二の $\lambda/4$ 板140により円偏光から、第一の偏光子110を透過した直後と同じ直線偏光に再変換され、第一の偏光子110と直交する第二の偏光子150により直線偏光が遮断されることにより良好な黒表示が得られる。別の言い方をすれば、液晶表示装置100は、正面方向において、（1）上記第一及び第二の偏光子110、150間に含まれる第一及び第二の $\lambda/4$ 板120、140が互いに直交し、かつ、互いの位相差が同一（ $\lambda/4$ ）のため、相互に位相差をキャンセルしあうことで無効化されており、（2）上記第一及び第二の偏光子110、150間に含まれる液晶セル130は、正面方向において位相差がゼロのため実質的に無効化されており、さらに、（3）上記第一及び第二の偏光子110、150が互いに直交しているため所謂クロスニコル偏光子が構成されているため、完全な黒表示が得られる。

20

【0043】

次に斜め方向の黒表示について考えると、下記視野角阻害要因（1）～（3）により完全な黒表示は得られない。

（1）上記第一及び第二の $\lambda/4$ 板120、140が互いに直交しない、または互いの位相差が同一ではなくなるため無効化されない。

30

（2）上記液晶セル130の位相差がゼロではなくなるため無効化されない。

（3）上記第一及び第二の偏光子110、150が互いに直交しないためクロスニコル偏光子が構成されない。

【0044】

図3を参照しながら、視野角阻害要因（1）～（3）をさらに詳細に説明する。図3（a）に模式的に示すように、正面方向（基板面に対して法線方向）では、第一の $\lambda/4$ 板120の遅相軸121と第二の $\lambda/4$ 板140の遅相軸141とが互いに直交するのに対し、方位 0° における斜め方向においては、第一の $\lambda/4$ 板120の遅相軸121と第二の $\lambda/4$ 板140の遅相軸141とが互いに直交しなくなるため、相互に位相差をキャンセルせず無効化もされない。また、図3（b）に模式的に示すように、正面方向では、第一の $\lambda/4$ 板120の遅相軸121と第二の $\lambda/4$ 板140の遅相軸141とが互いに直交するのに対し、方位 45° における斜め方向においては、第一及び第二の $\lambda/4$ 板120、140は遅相軸121と遅相軸141とが互いに直交するものの、互いの位相差が同一ではなくなるため相互に位相差をキャンセルしなくなる。位相差は複屈折（屈折率差） $\times$ 厚みで決定されるが、実効的な複屈折が正面方向と斜め方向で異なり、しかも、方位にも依存することがその原因である。同じ理由で、正面方向ではゼロであったVAモード液晶セル130の位相差は、任意の斜め方向でゼロではなくなる。正面方向においてのみ実効的な複屈折がゼロとなり、位相差もゼロとなるのである。さらに、図3（c）に模式的に示すように、正面方向では、第一の偏光子110の吸収軸111と第二の偏光子150の吸収軸151とが互いに直交するのに対し、方位 45° における斜め方向においては、第

40

50

一の偏光子 1 1 0 の吸収軸 1 1 1 と第二の偏光子 1 5 0 の吸収軸 1 5 1 とが互いに直交しなくなる。

【0045】

上に説明したように、最小構成の円偏光 V A モード液晶表示装置 1 0 0 は、上記三つの視野角阻害要因 (1) ~ (3) により、斜め方向で完全な黒表示を得ることができない。逆に言うと、これらの阻害要因に対する手当て、すなわち光学補償を行うことができれば、斜め方向でもより良い黒表示を得ることができる。先に説明した視野角改良技術 (A) ~ (E) では実際にそれを行っている。なお、多くの場合、上記の視野角阻害要因 (1) と (2) は複合化されて観測される。従って、それらを光学補償する場合も、個別最適化ではなく、視野角阻害要因 (1) と (2) を全体最適化するような手法を用いてもよい。

10

【0046】

そして、上記液晶表示装置 (A) では、下に詳述するような設計指針に基づき、上記視野角阻害要因 (1) ~ (3) を同時に光学補償するように設計されている。具体的には、第一に、第一及び第二の $\lambda/4$ 板を $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす汎用の二軸性 $\lambda/4$ 板 (第一種の複屈折層) とした上で、それらの N_z 係数を略同じに調整すること、第二に、第二の $\lambda/4$ 板と第二の偏光子の間に $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす複屈折層 (第二種の複屈折層) を配置すること、第三に、必要に応じて、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の間に $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす複屈折層 (第三種の複屈折層) を配置することにより、光学補償を実現している。

【0047】

20

ここで、複屈折層の設計指針について説明する。本発明者は、上記の視野角阻害要因の光学補償を簡便かつ効果的に行うために種々検討したところ、方位によって光学補償が必要となる因子が異なることに着目した。そして、下記表 1 に示すように、方位 0° では視野角阻害要因 (3) に対する偏光子の光学補償が不要であることを見出し、この方位では視野角阻害要因 (1) に対する $\lambda/4$ 板の光学補償と視野角阻害要因 (2) に対する液晶セルの光学補償だけを行えばよいことを見出した。

【0048】

【表 1】

方位	光学補償の必要性		
	(1) $\lambda/4$ 板	(2) 液晶セル	(3) 偏光子
0°	要	要	不要
45°	要	要	要

30

【0049】

さらに、本発明者は、ポアンカレ球を用いた偏光状態図解とコンピューターシミュレーションにより、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数 $N_z q$ と、液晶セルの厚み方向位相差 R_{lc} とを最適調整することにより、さらに、必要に応じて、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の間に $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす第三種の複屈折層を配置し、その厚み方向位相差 R_3 をも最適調整することにより、方位 0° において、上記視野角阻害要因 (1) 及び (2) を同時に、かつ効果的に光学補償できることに想到した。本明細書中、上記のように方位 0° における光学補償を目的として、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数 $N_z q$ 、液晶セルの厚み方向位相差 R_{lc} 、及び、第三種の複屈折層の厚み方向位相差 R_3 の最適値を選択するプロセスを 1st ステップと呼ぶ。

40

【0050】

そして、本発明者は、この 1st ステップの後、第二の $\lambda/4$ 板と第二の偏光子の間に $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす第二種の複屈折層を、その面内進相軸が該第二の偏光子の吸収軸に対して略直交するように配置し、その N_z 係数 $N_z 2$ と、面内位相差 R_2 とを最適調整することにより、方位 45° において、上記視野角阻害要因 (1)、(2) 及び (3) を同時かつ効果的に光学補償できることに想到した。本明細書中、上記のように 1st ステップの後に、方位 45° における光学補償を目的として、第二種の複屈折層の N_z

50

係数 N_z 及び面内位相差 R の最適値を選択するプロセスを 2nd ステップと呼ぶ。

【0051】

2nd ステップで追加される第二種の複屈折層の面内進相軸は、隣接する第二の偏光子の吸収軸に対して略直交するように配置するので、該第二の偏光子の吸収軸方位、すなわち、方位 0° 方向での光学特性を全く変化させることがない。すなわち、2nd ステップの後も、1st ステップで得られた最適化状態が相変わらず保存されるのが本発明の光学補償プロセスの特徴である。このように、1st ステップと 2nd ステップとが完全に独立して検討可能であることが、複屈折層の設計を容易にしている。

【0052】

上記の 1st ステップ、2nd ステップによる光学補償原理の詳細は、ポアンカレ球を用いた図解で次のように説明される。ポアンカレ球による考え方は、複屈折層を通して変化する偏光状態の追跡に有用な手法として結晶光学等の分野で広く知られている（例えば、高崎宏著、「結晶光学」、森北出版、1975年、p. 146-163 参照）。

【0053】

ポアンカレ球では、上半球には右周り偏光、下半球には左周り偏光が表され、赤道には直線偏光、上下両極には右円偏光及び左円偏光がそれぞれ表される。球の中心に対して対称な関係にある二つの偏光状態は、楕円率角の絶対値が等しくかつ極性が逆であることから、直交偏光の対を成している。

【0054】

また、ポアンカレ球上における複屈折層の効果は、複屈折層通過直前の偏光状態を表す点を、ポアンカレ球上での遅相軸（より正確に言い換えると、二つある複屈折層の固有振動モードのうち、遅い方の偏光状態を表わすポアンカレ球上での点の位置。）を中心に $(2\pi) \times (\text{位相差}) / (\text{波長})$ （単位：rad）で決定される角度だけ反時計回りに回転移動させた点に変換することである（進相軸を中心に時計回りに回転移動させても同じことである。）。

【0055】

斜め方向から観察した場合の回転中心と回転角度は、その観察角度での遅相軸（または進相軸）と位相差により決定される。詳しい説明は省略するが、これらは、例えばフレネルの波面法線方程式を解き、複屈折層中の固有振動モードの振動方向と波数ベクトルを知ることによって計算できる。斜め方向から観察した場合の遅相軸は、観察角度及び N_z 係数に依存し、斜め方向から観察した場合の位相差は、観察角度、 N_z 係数及び面内位相差 R （または厚み方向位相差 R_{th} ）に依存する。

【0056】

（1st ステップの補償原理）

はじめに、図2の円偏光VAモード液晶表示装置100を、正面方向から観察した場合の偏光状態について考える。この条件において、バックライト（図2では、図示されていないが、第一の偏光子の下方にある。）から出射した光が各偏光子110、150、各複屈折層120、140、液晶セル130を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球の S_1-S_2 平面で図示すると図4のようになる。なお、各偏光状態を表す点は実際にはポアンカレ球面上にあるが、それらを S_1-S_2 平面に投影して図示している。また、偏光状態を表わす点は○で、複屈折層の遅（進）相軸を表わす点は×で図示している。

【0057】

まず、第一の偏光子110を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点 P_0 に位置し、点 E で表わされる第二の偏光子150が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子150の消光位（吸収軸方位）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 板120を透過することにより、点 P_0 にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点 Q_1 で表わされる第一の $\lambda/4$ 板120の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P_1 に到達する。このときの回転方向は点 Q_1 から原点 O （ポアンカレ球の中心点）を向かうように見て反時計回りである。

【0058】

10

20

30

40

50

次に、VAモード液晶セル130を透過するが、VAモード液晶セル130は正面方向で位相差がゼロなので、偏光状態は変化しない。最後に、第二の $\lambda/4$ 板140を透過することにより、点Q2で表わされる第二の $\lambda/4$ 板140の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P2に到達し、この点P2は、第二の偏光子150の消光位Eと一致する。このようにして、図2の液晶表示装置100は、正面方向から観察すると、バックライトからの光を遮断することができ、良好な黒表示が得られる。

【0059】

さらに、図2の円偏光VAモード液晶表示装置100を、第二の偏光子150の吸収軸方位 0° において、法線方向から 60° 傾斜した方向（以下、極 60° と呼ぶこともある）から観察した場合の偏光状態について考える。この条件において、バックライトから出射した光が各偏光子110、150、各複屈折層120、140、液晶セル130を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球のS1-S2平面で図示すると図5のようになる。

10

【0060】

まず、第一の偏光子110を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点P0に位置し、点Eで表わされる第二の偏光子150が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子150の消光位（吸収軸方位）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 板120を透過することにより、点P0にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点Q1で表わされる第一の $\lambda/4$ 板120の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P1に到達する。このときの回転方向は点Q1から原点Oを向かうように見て反時計回りである。

【0061】

20

次に、VAモード液晶セル130を透過することにより、ポアンカレ球上の点Lで表わされる液晶セル130の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P2に到達する。このときの回転方向は点Lから原点Oを向かうように見て反時計回りである。最後に、第二の $\lambda/4$ 板140を透過することにより、点Q2で表わされる第二の $\lambda/4$ 板140の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P3に到達し、この点P3は、第二の偏光子150の消光位Eと一致しない。このようにして、図2の液晶表示装置100は、方位 0° 極 60° から観察すると、バックライトからの光を遮断することができない。

【0062】

なお、図4及び図5において点P1～P3の位置は第一及び第二の $\lambda/4$ 板120、140のNz係数Nzq、及び、液晶セル130の厚み方向位相差Rlcに依存するが、図4及び図5では一例としてNzq=1.6、Rlc=320nmの形態を図示している。偏光状態の変換を分かりやすくするために、各点の位置は大まかに示されており、厳密には正確ではないものもある。また、図を明瞭に示すため、点P1～P3の変換については軌跡を表す矢印を図示していない。なお、VAモード液晶セル130のRlcは、典型的には320nm程度であるが、一般的には、270～400nmの範囲内で調整される。例えば、透過率を大きくする目的でRlcを320nmよりも大きくする場合がある。第一及び第二の $\lambda/4$ 板120、140のNzqは、一般的には、1.0～2.9の範囲内で調整される。例えば、Rlcが400nm付近に設定されたVAモード液晶セルを用いる場合であって、第三種の複屈折層が設けられない形態においては、Nzq=2.9の $\lambda/4$ 板が好適に用いられる。

30

【0063】

次に、図6に示すように、第一の偏光子（吸収軸方位 90° ）210、第一の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 135° ）220、VAモード液晶セル230、第三種の複屈折層235、第二の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 45° ）240及び第二の偏光子（吸収軸方位 0° ）250がこの順に積層された、第三種の複屈折層を含む円偏光VAモード液晶表示装置200を考える。なお、図6中、第一及び第二の偏光子210、250に描かれた矢印は、その吸収軸の方位を表し、第一及び第二の $\lambda/4$ 板220、240に描かれた矢印は、その遅相軸の方位を表し、VAモード液晶セル230及び第三種の複屈折層235に描かれた楕円体は、その屈折率楕円体の形状を表している。

40

【0064】

50

はじめに、図 6 の円偏光 V A モード液晶表示装置 2 0 0 を、正面方向から観察した場合の偏光状態について考える。この条件において、バックライト（図 6 では、図示されていないが、第一の偏光子 2 1 0 の下方にある。）から出射した光が各偏光子 2 1 0、2 5 0、各複屈折層 2 2 0、2 4 0、液晶セル 2 3 0 を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球の S 1 - S 2 平面で図示すると図 7 のようになる。

【0065】

まず、第一の偏光子 2 1 0 を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点 P 0 に位置し、点 E で表わされる第二の偏光子 2 5 0 が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子 2 5 0 の消光位（吸収軸方位）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 を透過することにより、点 P 0 にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点 Q 1 で表わされる第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P 1 に到達する。このときの回転方向は点 Q 1 から原点 O を向かうように見て反時計回りである。

10

【0066】

次に、V A モード液晶セル 2 3 0 及び第三種の複屈折層 2 3 5 を透過するが、V A モード液晶セル 2 3 0 及び第三種の複屈折層 2 3 5 は正面方向で位相差がゼロなので、偏光状態は変化しない。最後に、第二の $\lambda/4$ 板 2 4 0 を透過することにより、点 Q 2 で表わされる第二の $\lambda/4$ 板 2 4 0 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P 2 に到達し、この点 P 2 は、第二の偏光子 2 5 0 の消光位 E と一致する。このようにして、図 6 の液晶表示装置 2 0 0 は、正面方向から観察すると、図 2 の液晶表示装置 1 0 0 と同様に、バックライトからの光を遮断することができ、良好な黒表示が得られる。

20

【0067】

さらに、図 6 の円偏光 V A モード液晶表示装置 2 0 0 を、第二の偏光子 2 1 0 の吸収軸方位 0° において、 60° 傾斜した方向から観察した場合の偏光状態について考える。この条件において、バックライトから出射した光が各偏光子 2 1 0、2 5 0、各複屈折層 2 2 0、2 4 0、液晶セル 2 3 0 を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球の S 1 - S 2 平面で図示すると図 8 のようになる。

【0068】

まず、第一の偏光子 2 1 0 を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点 P 0 に位置し、点 E で表わされる第二の偏光子 2 5 0 が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子 2 5 0 の消光位（吸収軸方位）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 を透過することにより、点 P 0 にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点 Q 1 で表わされる第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P 1 に到達する。このときの回転方向は点 Q 1 から原点 O を向かうように見て反時計回りである。

30

【0069】

次に、V A モード液晶セル 2 3 0 を透過することにより、ポアンカレ球上の点 L で表わされる液晶セル 2 3 0 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P 2 に到達する。このときの回転方向は点 L から原点 O を向かうように見て反時計回りである。次に、第三種の複屈折層 2 3 5 を透過することにより、ポアンカレ球上の点 R 3 で表わされる第三種の複屈折層 2 3 5 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P 3 に到達する。このときの回転方向は点 R 3 から原点 O を向かうように見て反時計回りである。最後に、第二の $\lambda/4$ 板 2 4 0 を透過することにより、点 Q 2 で表わされる第二の $\lambda/4$ 板 2 4 0 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P 4 に到達し、この点 P 4 は、第二の偏光子 2 5 0 の消光位 E と一致する。このようにして、図 6 の液晶表示装置 2 0 0 は、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察した場合も、正面方向から観察した場合と同様に、バックライトからの光を遮断することができる。

40

【0070】

なお、図 7 及び図 8 において点 P 1 ~ P 4 の位置は第一及び第二の $\lambda/4$ 板 2 2 0、2 4 0 の N z 係数 N z q、液晶セル 2 3 0 の厚み方向位相差 R 1 c、及び、第三種の複屈折層 2 3 5 の厚み方向位相差 R 3 に依存するが、図 7 及び図 8 では一例として N z q = 1.6、R 1 c = 320 nm、R 3 = -129 nm の形態を図示している。偏光状態の変換を分

50

かりやすくするために、各点の位置は大まかに示されており、厳密には正確ではないものもある。また、図を明瞭に示すため、点 P 1 ～ P 4 の変換については軌跡を表す矢印を図示していない。

【0071】

そして、本発明者が検討した結果、第一及び第二の $\lambda/4$ 板 2 2 0, 2 4 0 の N z 係数 N z q に応じて、第三種の複屈折層 2 3 5 の最適な位相差値 R 3 があることが判明した。図 9 及び図 1 0 は、いずれも図 6 の円偏光 V A モード液晶表示装置 2 0 0 を、第二の偏光子 2 5 0 の吸収軸方位 0° において、 60° 傾斜した方向から観察した場合の偏光状態についてポアンカレ球の S 1 - S 2 平面で図示したもので、図 9 は N z q = 2. 0、R 1 c = 3 2 0 nm、R 3 = - 6 1 nm の形態を、図 1 0 は N z q = 2. 3 5、R 1 c = 3 2 0 nm、R 3 = 0 nm の形態を示している。

10

【0072】

図 8、図 9 及び図 1 0 からわかるように、第一及び第二の $\lambda/4$ 板 2 2 0, 2 4 0 の N z 係数 N z q が大きくなるにつれて、第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 を透過直後の偏光状態を表す点 P 1 と、さらに V A モード液晶セル 2 3 0 を透過した後の偏光状態を表す点 P 2 とが、S 1 軸に対して対称な点に近づくため、点 P 4 と点 E を重ねるために必要な P 2 → P 3 変換の量、すなわち、第三種の複屈折層 2 3 5 の必要位相差 R 3 の絶対値が小さくなる。上述したように、V A モード液晶セル 2 3 0 の R 1 c は、一般的に 2 7 0 ～ 4 0 0 nm の範囲内で調整されることから、第一及び第二の $\lambda/4$ 板 2 2 0, 2 4 0 の N z q が 2. 0 0 を超えると、第三種の複屈折層 2 3 5 の必要位相差 R 3 が略ゼロとなる。すなわち、第三種の複屈折層 2 3 5 が不要となる。典型的な V A モード液晶セルの位相差値、R 1 c = 3 2 0 nm に対しては、N z q = 2. 3 5 のとき、第三種の複屈折層の必要位相差 R 3 が略ゼロとなる。

20

【0073】

ここで、コンピューターシミュレーションにより、第一及び第二の $\lambda/4$ 板 2 2 0, 2 4 0 の N z 係数 N z q と、第三種の複屈折層 2 3 5 の厚み方向位相差 R 3 の最適値との関係を調べた結果を表 2 及び図 1 1 に示した。図 8、図 9 及び図 1 0 のポアンカレ球を用いた図解では、点 P 1 → P 3 の偏光状態変換を、V A モード液晶セル 2 3 0 の厚み方向位相差 R 1 c による P 1 → P 2 変換と、第三種の複屈折層 2 3 5 の厚み方向位相差 R 3 による P 2 → P 3 変換とに分けて図示した。しかしながら、これらの二つの変換は回転中心が同一で、回転方向が互いに逆なだけであり、回転方向は厚み方向位相差の符号により、回転角度は厚み方向位相差の絶対値により決まる。したがって、上記二つの変換は、「V A モード液晶セル 2 3 0 + 第三種の複屈折層 2 3 5」の、「トータル厚み方向位相差 R 1 c + R 3」によるダイレクトな P 1 → P 3 変換として考えても同じことである。換言すると、R 1 c + R 3 が同じでさえあれば、V A モード液晶セル 2 3 0 の厚み方向位相差 R 1 c に依らず、液晶表示装置の光学特性は同一となる。したがって、表 2 では、R 1 c + R 3 の最適値をコンピューターシミュレーションにより算出した結果を示した。表 2 及び図 1 1 よりわかるように、N z q と最適な R 1 c + R 3 との関係は $1. 0 \leq N z q \leq 2. 9$ の範囲では、下記式 (A) が充分によい近似を与える。図 1 1 中に示した実線が下記式 (A) を表わしている。

30

40

$$R 1 c + R 3 = 1 6 9 \text{ nm} \times N z q - 8 1 \text{ nm} \quad (A)$$

【0074】

広い視角範囲においてコントラスト比が高い液晶表示を実現する観点から、上記 V A モード液晶セル 2 3 0 の黒表示時（液晶層への電圧無印加時）の厚み方向位相差 R 1 c と、第三種の複屈折層 2 3 5 の厚み方向位相差 R 3 との和である R 1 c + R 3 は、表 2 及び図 1 1 に示した最適値であることが最も好ましいが、斜め視角でのコントラスト比を大きく低下させない範囲であれば、最適値から多少ずれていてもよい。本発明の作用効果を十分に奏する観点からは、最適値 $\pm 3 0 \text{ nm}$ の範囲が好ましい。

【0075】

【表 2】

Nzq	Rlc+R3(nm)
1.00	88
1.10	105
1.20	122
1.30	140
1.40	157
1.50	174
1.60	191
1.70	208
2.00	259
2.30	309
2.40	325
2.50	342
2.90	406

10

【0076】

(2ndステップの補償原理)

はじめに、1stステップを終えた図6の液晶表示装置200を、第一の偏光子210の吸収軸方位90°と、第二の偏光子250の吸収軸方位0°を二等分する方位(方位45°)において、60°傾斜した方向から観察した場合を考える。上述したように、1stステップにおいて、液晶表示装置200は、第一及び第二のλ/4板220、240のNz係数Nzqに応じて、液晶セル230の厚み方向位相差Rlc、及び、第三種の複屈折層235の厚み方向位相差R3の最適値が選択され、方位0°における光学補償がなされている。この条件において、バックライトから出射した光が各偏光子210、250、各複屈折層220、240、液晶セル230を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球のS1-S2平面で図示すると図12のようになる。

20

【0077】

まず、第一の偏光子210を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点P0に位置し、点Eで表わされる第二の偏光子250が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子250の消光位(吸収軸方位)と一致していない。方位45°の斜め方向においては、第一及び第二の偏光子210、250が互いに直交しなくなるため、光学補償が必要なことを示唆している。そして、第一のλ/4板220を透過することにより、点P0にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点Q1で表わされる第一のλ/4板220の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P1に到達する。このときの回転方向は点Q1から原点Oを向かうように見て反時計回りである。

30

【0078】

次に、VAモード液晶セル230を透過することにより、ポアンカレ球上の点Lで表わされる液晶セル230の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P2に到達する。このときの回転方向は点Lから原点Oを向かうように見て反時計回りである。次に、第三種の複屈折層235を透過することにより、ポアンカレ球上の点R3で表わされる第三種の複屈折層235の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P3に到達する。このときの回転方向は点R3から原点Oを向かうように見て反時計回りである。最後に、第二のλ/4板240を透過することにより、点Q2で表わされる第二のλ/4板240の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P4に到達し、この点P4は、第二の偏光子250の消光位Eと一致しない。このようにして、図6の液晶表示装置200は、方位45°、極60°の斜め方向から観察すると、バックライトからの光を遮断することができない。つまり、1stステップを終えただけの液晶表示装置200は、方位45°において光学補償がなされていない。

40

【0079】

なお、図12において点P1～P4の位置は第一及び第二のλ/4板220、240のN

50

z 係数 $N_z q$ 、液晶セル 230 の厚み方向位相差 R_{lc} 、及び、第三種の複屈折層 235 の厚み方向位相差 R_3 に依存するが、図 12 では一例として $N_z q = 1.6$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ 、 $R_3 = -129 \text{ nm}$ の形態を図示している。偏光状態の変換を分かりやすくするために、各点の位置は大まかに示されており、厳密には正確ではないものもある。また、図を明瞭に示すため、点 $P_1 \sim P_4$ の変換については軌跡を表す矢印を図示していない。

【0080】

次に、図 13 に示すように、第一の偏光子（吸収軸方位 90° ）310、第一の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 135° ）320、VA モード液晶セル 330、第三種の複屈折層 335、第二の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 45° ）340、第二種の複屈折層（進相軸方位 90° ）345 及び第二の偏光子（吸収軸方位 0° ）350 がこの順に積層された、第二種の複屈折層を含む円偏光 VA モード液晶表示装置 300 を考える。第二種の複屈折層は、方位 45° での光学補償を行うために図 6 の構成に追加されたものである。なお、図 13 中、第一及び第二の偏光子 310、350 に描かれた矢印は、その吸収軸の方位を表し、第一及び第二の $\lambda/4$ 板 320、340 に描かれた矢印は、その遅相軸の方位を表し、第二種の複屈折層 345 に描かれた矢印は、その進相軸の方位を表し、VA モード液晶セル 330 及び第三種の複屈折層 335 に描かれた楕円体は、その屈折率楕円体の形状を表している。

【0081】

はじめに、図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 300 を、正面方向から観察した場合の偏光状態について考える。バックライト（図 13 では、図示されていないが、第一の偏光子 310 の下方にある。）から出射した光が各偏光子 310、350、各複屈折層 320、340、液晶セル 330 を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面で図示すると図 14 のようになる。

【0082】

まず、第一の偏光子 310 を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点 P_0 に位置し、点 E で表わされる第二の偏光子 350 が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子 350 の消光位（吸収軸方位）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 板 320 を透過することにより、点 P_0 にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点 Q_1 で表わされる第一の $\lambda/4$ 板 320 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P_1 に到達する。このときの回転方向は点 Q_1 から原点 O を向かうように見て反時計回りである。

【0083】

次に、VA モード液晶セル 330 及び第三種の複屈折層 335 を透過するが、VA モード液晶セル 330 及び第三種の複屈折層 335 は正面方向で位相差がゼロなので、偏光状態は変化しない。次に、第二の $\lambda/4$ 板 340 を透過することにより、点 Q_2 で表わされる第二の $\lambda/4$ 板 340 の遅相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点 P_2 に到達する。最後に、第二種の複屈折層 345 を透過するが、点 P_2 にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点 R_2 で表わされる第二種の複屈折層 345 の進相軸を中心に特定角度の回転変換を受けても偏光状態は点 P_2 から変化せず、この点 P_2 は、第二の偏光子 350 の消光位 E と一致する。このようにして、図 13 の液晶表示装置 300 は、正面方向から観察すると、図 2 の液晶表示装置 100 と同様に、バックライトからの光を遮断することができ、良好な黒表示が得られる。

【0084】

今度は、図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 300 を、方位 45° において、 60° 傾斜した方向から観察した場合の偏光状態について考える。この条件において、バックライトから出射した光が各偏光子 310、350、各複屈折層 320、340、液晶セル 330 を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面で図示すると図 15 のようになる。

【0085】

まず、第一の偏光子 310 を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点 P_0 に位置し、点 E で表わされる第二の偏光子 350 が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子

350の消光位（吸収軸方位）と一致していない。そして、第一の $\lambda/4$ 板320を透過することにより、点P0にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点Q1で表わされる第一の $\lambda/4$ 板320の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P1に到達する。このときの回転方向は点Q1から原点Oを向かうように見て反時計回りである。

【0086】

次に、VAモード液晶セル330を透過することにより、ポアンカレ球上の点Lで表わされる液晶セル330の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P2に到達する。このときの回転方向は点Lから原点Oを向かうように見て反時計回りである。次に、第三種の複屈折層335を透過することにより、ポアンカレ球上の点R3で表わされる第三種の複屈折層335の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P3に到達する。このときの回転方向は点R3から原点Oを向かうように見て反時計回りである。次に、第二の $\lambda/4$ 板340を透過することにより、点Q2で表わされる第二の $\lambda/4$ 板340の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P4に到達する。最後に、第二種の複屈折層345を透過することにより、ポアンカレ球上の点R2で表わされる第二種の複屈折層345の進相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P5に到達する。このときの回転方向は点R2から原点Oを向かうように見て時計回りである。この点P5は、第二の偏光子350の消光位Eと一致している。このようにして、図13の液晶表示装置300は、方位45°、極60°の斜め方向から観察した場合も、正面方向から観察した場合と同様に、バックライトからの光を遮断することができる。

【0087】

最後に、図13の円偏光VAモード液晶表示装置300を、方位0°において、60°傾斜した方向から観察した場合の偏光状態について考える。この条件において、バックライトから出射した光が各偏光子310、350、各複屈折層320、340、液晶セル330を透過する毎の偏光状態をポアンカレ球のS1-S2平面で図示すると図16のようになる。

【0088】

まず、第一の偏光子310を透過した直後の偏光状態はポアンカレ球上で点P0に位置し、点Eで表わされる第二の偏光子350が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子350の消光位（吸収軸方位）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 板320を透過することにより、点P0にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点Q1で表わされる第一の $\lambda/4$ 板320の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P1に到達する。このときの回転方向は点Q1から原点Oを向かうように見て反時計回りである。

【0089】

次に、VAモード液晶セル330を透過することにより、ポアンカレ球上の点Lで表わされる液晶セル330の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P2に到達する。このときの回転方向は点Lから原点Oを向かうように見て反時計回りである。次に、第三種の複屈折層335を透過することにより、ポアンカレ球上の点R3で表わされる第三種の複屈折層335の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P3に到達する。このときの回転方向は点R3から原点Oを向かうように見て反時計回りである。次に、第二の $\lambda/4$ 板340を透過することにより、点Q2で表わされる第二の $\lambda/4$ 板340の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P4に到達する。最後に、第二種の複屈折層345を透過するが、点P4にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点R2で表わされる第二種の複屈折層345の進相軸を中心に特定角度の回轉變換を受けても偏光状態は点P4から変化せず、この点P4は、第二の偏光子350の消光位Eと一致する。このようにして、図13の液晶表示装置300は、方位0°、極60°の斜め方向から観察しても、正面方向から観察した場合と同様に、バックライトからの光を遮断することができ、良好な黒表示が得られる。

【0090】

このようにして、2ndステップを終えた図13の液晶表示装置300は、正面方向、方位0°の斜め方向、及び、方位45°の斜め方向の全てにおいて、バックライトからの光

10

20

30

40

50

を遮断することができ、良好な黒表示が得られる。

【0091】

なお、図14、図15及び図16において点P1～P5の位置は第一及び第二の $\lambda/4$ 板320、340のNz係数Nzq、液晶セル330の厚み方向位相差R1c、第三種の複屈折層335の厚み方向位相差R3、並びに、第二種の複屈折層345のNz係数Nz2及び面内位相差R2に依存するが、図14、図15及び図16では一例としてNzq=1.6、R1c=320nm、R3=-129nm、Nz2=-0.30、R2=118nmの形態を図示している。偏光状態の変換を分かりやすくするために、各点の位置は大まかに示されており、厳密には正確ではないものもある。また、図を明瞭に示すため、点P1～P5の変換については軌跡を表す矢印を図示していない。

10

【0092】

そして、本発明者が検討した結果、第一及び第二の $\lambda/4$ 板320、340のNz係数Nzqに依りて、第二種の複屈折層345の最適なNz係数Nz2及び位相差値R2があることが判明した。図17及び図18は、いずれも図13の円偏光VAモード液晶表示装置300を、第二の偏光子350の吸収軸方位45°において、60°傾斜した方向から観察した場合の偏光状態についてポアンカレ球のS1-S2平面で図示したもので、図17はNzq=2.0、R1c=320nm、R3=-61nm、Nz2=-1.00、R2=94nmの形態を、図18はNzq=2.35、R1c=320nm、R3=0nm、Nz2=-1.80、R2=90nmの形態を示している。

【0093】

図16、図17及び図18からわかるように、第一及び第二の $\lambda/4$ 板320、340のNz係数Nzqが大きくなれにつれて、第二種の複屈折層345透過直前の偏光状態を表す点P4が消光位である点Eから離れるため、点P4と点Eを重ねるために必要なP4→P5変換の回転半径を大きくする必要がある。本発明者が検討した結果、回転半径を大きくするためには第二種の複屈折層345の二軸性を増す必要がある。すなわち、Nz係数をより小さくする必要がある。

20

【0094】

ここで、コンピューターシミュレーションにより、第一及び第二の $\lambda/4$ 板320、340のNz係数Nzqと、第二種の複屈折層345のNz係数Nz2及び面内位相差R2の最適値との関係を調べた結果を表3、図19及び図20に示した。表3、図19及び図20よりわかるように、Nzqと、最適なNz2、R2との関係は一般に簡単ではないが、 $1.0 \leq Nzq \leq 2.9$ の範囲では、下記式(B)及び(C)が充分によい近似を与える。図19及び図20中に示した実線がそれを表わしている。

30

$$Nz2 = -0.63 \times Nzq^2 + 0.56 \times Nzq + 0.40 \quad (B)$$

$$R2 = 43 \text{ nm} \times Nzq^2 - 226 \text{ nm} \times Nzq + 370 \text{ nm} \quad (C)$$

【0095】

広い視角範囲においてコントラスト比が高い液晶表示を実現する観点から、上記第二種の複屈折層345のNz2及びR2は、表3、図19及び図20に示した最適値であることが最も好ましいが、斜め視角でのコントラスト比を大きく低下させない範囲であれば、最適値から多少ずれていてもよい。本発明の作用効果を充分に奏する観点からは、Nz2は最適値 ± 0.35 の範囲が好ましい。R2は最適値 $\pm 30 \text{ nm}$ の範囲が好ましい。

40

【0096】

また、表3及び図19によると、 $Nzq < 1.40$ の範囲で、Nz2の最適値は、 $0 < Nz2 < 1$ の範囲となる。この範囲内のNz係数を示す複屈折層は、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす二軸性位相差フィルムであるため、第二種の複屈折層に該当せず、第二種の複屈折層よりも製造が難しく高コストのフィルムである。なお、この点が解決されている点では $1.40 \leq Nzq$ を満たすことが好適である。本発明者は、 $Nzq < 1.40$ の範囲について、より低コストかつ簡便に、広い視角範囲においてコントラスト比が高い液晶表示を実現する方法を検討した。その結果、 $Nzq < 1.40$ の範囲では、表3、図19及び図20に示した最適なNz2、R2を満たす複屈折層の代わりとして、 $Nz2 = 0$ 、R

50

2 = 1 3 8 nmの第二種の複屈折層を用いれば、同様の作用効果を十分に奏することができると見出した。例えば、 $Nzq = 1.00, 1.10, 1.20, 1.30$ の各例で、 $Nz2 = 0$ に固定して最適な $R2$ を計算してみると、 Nzq によらず、いずれも138 nmとなった。本発明の作用効果を十分に奏する観点からは、 $-0.35 \leq Nz2 \leq 0$ を満たし、かつ $108 \text{ nm} \leq R2 \leq 168 \text{ nm}$ （最適値138 nm $\pm$ 30 nmの範囲）を満たすことが好ましい。

【0097】

【表3】

Nzq	Nz2	R2(nm)
1.00	0.35	186
1.10	0.25	169
1.20	0.15	154
1.30	0.10	148
1.40	-0.05	134
1.50	-0.15	127
1.60	-0.30	118
1.70	-0.45	111
2.00	-1.00	94
2.30	-1.65	81
2.40	-1.90	78
2.50	-2.15	75
2.90	-3.20	66

10

20

【0098】

本発明者は、上記(2)の形態、すなわち第二種の複屈折層を液晶セルの両側に配置する形態についても同様に検討した結果、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nzq に応じて、第一及び第二の第二種の複屈折層の最適な Nz 係数 $Nz2$ 及び位相差値 $R2$ があることを見出した。

【0099】

コンピューターシミュレーションにより、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nzq と、第一及び第二の第二種の複屈折層の Nz 係数 $Nz2$ 及び面内位相差 $R2$ の最適値との関係を調べた結果を表4、図21及び図22に示した。表4、図21及び図22よりわかるように、 Nzq と、最適な $Nz2$ 、 $R2$ との関係は一般に簡単ではないが、 $1.0 \leq Nzq \leq 2.9$ の範囲では、下記式(D)及び(E)が充分によい近似を与える。図21及び図22中に示した実線がそれを表わしている。

30

$$Nz2 = -0.87 \times Nzq^2 + 2.15 \times Nzq - 0.76 \quad (D)$$

$$R2 = 25 \text{ nm} \times Nzq^2 - 159 \text{ nm} \times Nzq + 311 \text{ nm} \quad (E)$$

【0100】

広い視角範囲においてコントラスト比が高い液晶表示を実現する観点から、第一及び第二の第二種の複屈折層の $Nz2$ 及び $R2$ は、表4、図21及び図22に示した最適値であることが最も好ましいが、斜め視角でのコントラスト比を大きく低下させない範囲であれば、最適値から多少ずれていてもよい。本発明の作用効果を十分に奏する観点からは、 $Nz2$ は最適値 ± 0.45 の範囲が好ましい。 $R2$ は最適値 $\pm 40 \text{ nm}$ の範囲が好ましい。

40

【0101】

また、表4及び図21によると、 $Nzq < 2.00$ の範囲で、 $Nz2$ の最適値は、 $0 < Nz2 < 1$ の範囲となる。この範囲内の Nz 係数を示す複屈折層は、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす二軸性位相差フィルムであるため、第二種の複屈折層に該当せず、第二種の複屈折層よりも製造が難しく高コストのフィルムである。なお、この点が解決されている点では $2.00 \leq Nzq$ を満たすことが好適である。本発明者は、 $Nzq < 2.00$ の範囲について、より低コストかつ簡便に、広い視角範囲においてコントラスト比が高い液晶表示を実現する方法を検討した。その結果、 $Nzq < 2.00$ の場合には、表4、図21及

50

び図 2 2 に示した最適な $N_z 2$, $R 2$ を満たす複屈折層の代わりとして、 $N_z 2 = 0$ の第二種の複屈折層を用いれば、 $n_x > n_z > n_y$ ($0 < N_z < 1$) に制御された二軸性位相差フィルムを用いない範囲で、効果的に視野角特性を改善ができることを見出した。それぞれの $N_z q$ に対応する最適な $R 2$ を、 $R 2'$ として表 4 及び図 2 3 に示した。本発明の作用効果を十分に奏する観点からは、 $-0.45 \leq N_z 2 \leq 0$ を満たし、かつ $5 \text{ nm} \leq R 2' \leq 133 \text{ nm}$ (最適値 $\pm 40 \text{ nm}$ の範囲) を満たすことが好ましい。

【0102】

【表 4】

Nzq	Nz2	R2(nm)	R2' (nm)
1.0	0.65	180	45
1.1	0.60	162	53
1.2	0.60	158	60
1.3	0.55	147	65
1.4	0.50	138	71
1.5	0.40	123	75
1.6	0.35	118	80
1.7	0.25	108	84
2.0	-0.05	89	93
2.3	-0.40	77	
2.4	-0.55	73	
2.5	-0.70	69	
2.6	-0.80	68	
2.7	-1.00	64	
2.8	-1.40	59	
2.9	-2.45	49	

10

20

【0103】

上述した各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

【発明の効果】

【0104】

本発明によれば、方位 45° での中間階調から高階調における階調視野角に優れた円偏光 VA モードの液晶表示装置を提供することができる。このような本発明の液晶表示装置は、屋外用サイネージディスプレイ等の表示装置に好適に用いることができるものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図 1】液晶分子の傾斜配向の向き A_0 に対する方位角 ϕ 及び極角 θ を説明する図である。

【図 2】第二種及び第三種の複屈折層を含まない、最も簡単な構成からなる円偏光 VA モード液晶表示装置の構成を示す斜視分解図である。

【図 3】(a) は、正面方向で直交する第一の $\lambda/4$ 板の遅相軸及び第二の $\lambda/4$ 板の遅相軸について、正面方向から見たときの模式図 (上) と、方位 0° の斜め方向から見たときの模式図 (下) である。(b) は、正面方向で直交する第一の $\lambda/4$ 板の遅相軸及び第二の $\lambda/4$ 板の遅相軸について、正面方向から見たときの模式図 (上) と、方位 45° の斜め方向から見たときの模式図 (下) である。(c) は、正面方向で直交する第一の偏光子の吸収軸及び第二の偏光子の吸収軸について、正面方向から見たときの模式図 (上) と、方位 45° の斜め方向から見たときの模式図 (下) である。

40

【図 4】図 2 の円偏光 VA モード液晶表示装置について、正面方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S1-S2$ 平面に投影して示した図である。

【図 5】図 2 の円偏光 VA モード液晶表示装置について、方位 0° , 極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアン

50

カレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 6】第三種の複屈折層を含む円偏光 VA モード液晶表示装置の構成を示す斜視分解図である。

【図 7】図 6 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -129\text{ nm}$ の形態) について、正面方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 8】図 6 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -129\text{ nm}$ の形態) について、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

10

【図 9】図 6 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 2.0$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ の形態) について、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 10】図 6 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 2.35$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ の形態) について、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 11】図 6 の円偏光 VA モード液晶表示装置について、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nzq と、第三種の複屈折層の厚み方向位相差 $R3$ の最適値との関係を示したグラフである。

20

【図 12】図 6 の円偏光 VA モード液晶表示装置について、方位 45° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 13】第二種及び第三種の複屈折層を含む円偏光 VA モード液晶表示装置の構成を示す斜視分解図である。

【図 14】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -129\text{ nm}$ 、 $Nz2 = -0.30$ 、 $R2 = 118\text{ nm}$ の形態) について、正面方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

30

【図 15】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -129\text{ nm}$ 、 $Nz2 = -0.30$ 、 $R2 = 118\text{ nm}$ の形態) について、方位 45° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 16】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 1.6$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -129\text{ nm}$ 、 $Nz2 = -0.30$ 、 $R2 = 118\text{ nm}$ の形態) について、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 17】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 2.0$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Nz2 = -1.00$ 、 $R2 = 94\text{ nm}$ の形態) について、方位 45° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

40

【図 18】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置 ($Nzq = 2.35$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 、 $R3 = 0\text{ nm}$ 、 $Nz2 = -1.80$ 、 $R2 = 90\text{ nm}$ の形態) について、方位 45° 、極 60° の斜め方向から観察したときの、透過光の偏光状態が各部材を通過するごとに変化する様子をポアンカレ球の $S_1 - S_2$ 平面に投影して示した図である。

【図 19】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置について、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nzq と、第二種の複屈折層の Nz 係数 $Nz2$ の最適値との関係を示したグラフである。

50

【図 20】図 13 の円偏光 VA モード液晶表示装置について、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nz q と、第二種の複屈折層の面内位相差 R2 の最適値との関係を示したグラフである。

【図 21】第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nz q と、第一及び第二の第二種の複屈折層の Nz 係数 Nz 2 の最適値との関係を示したグラフである。

【図 22】第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nz q と、第一及び第二の第二種の複屈折層の面内位相差 R2 の最適値との関係を示したグラフである。

【図 23】 $Nz q < 2.00$ の範囲で、 $Nz 2 = 0$ の第二種の複屈折層を用いたときの、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の Nz 係数 Nz q と、第一及び第二の第二種の複屈折層の面内位相差 R2 の最適値との関係を示したグラフである。

【図 24】実施例 1 の液晶セルに形成されるドメインの例を示した模式図である。

【図 25】実施例 1 の液晶セルに形成されるドメインの例を示した模式図である。

【図 26】実施例 1 の液晶セルに形成されるドメインの例を示した模式図である。

【図 27】1 つの第二種の複屈折層を含む円偏光 VA モード液晶表示装置の構成を示す斜視分解図である。

【図 28】2 つの第二種の複屈折層を含む円偏光 VA モード液晶表示装置の構成を示す斜視分解図である。

【図 29】実施例 1 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 30】実施例 2 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 31】実施例 3 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 32】比較例 1 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 33】比較例 2 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 34】比較例 3 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 35】比較例 4 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 36】比較例 5 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 37】比較例 6 の液晶表示装置を測定して得られたガンマカーブを示すグラフである。

【図 38】(a) は、モスアイフィルムの断面の拡大模式図を示し、(b) は、モスアイフィルムと空気層との界面における屈折率の変化を示す説明図である。

【図 39】図 12 の円偏光 VA モード液晶表示装置にモスアイフィルムを付加した構成を示す斜視分解図である。

【発明を実施するための形態】

【0106】

(複屈折層)

本発明に用いられる複屈折層としては、材料や光学的性能について特に限定されず、例えば、ポリマーフィルムを延伸したもの、液晶性材料の配向を固定したもの、無機材料から構成される薄板等を用いることができる。複屈折層の形成方法としては特に限定されない。ポリマーフィルムから形成される複屈折層の場合、例えば溶剤キャスト法、溶融押し法等を用いることができる。共押し法により、複数の複屈折層を同時に形成する方法を用いてもよい。所望の位相差が発現しさえすれば、無延伸であってもよいし、延伸が施されてもよい。延伸方法も特に限定されず、ロール間引張り延伸法、ロール間圧縮延伸法、テンター横一軸延伸法、斜め延伸法、縦横二軸延伸法その他、熱収縮性フィルムの収縮力の

10

20

30

40

50

作用下に延伸を行う特殊延伸法等を用いることができる。特に、 $\lambda/4$ 板については、円偏光板を構成するために偏光子と略45°の相対角度を成して積層するため、ロールフィルムの流れ方向に対して斜め方向に延伸配向させる斜め延伸法を用いることが特に好ましい。また、液晶性材料から形成される複屈折層の場合、例えば、配向処理を施した基材フィルムの上に液晶性材料を塗布し、配向固定する方法等を用いることができる。所望の位相差が発現しさえすれば、基材フィルムに特別な配向処理を行わない方法や、配向固定した後、基材フィルムから剥がして別のフィルムに転写加工する方法等であってもよい。さらに、液晶性材料の配向を固定しない方法を用いてもよい。また、非液晶性材料から形成される複屈折層の場合も、液晶性材料から形成される複屈折層と同様の形成方法を用いてもよい。以下、複屈折層の種類別にさらに具体的に説明する。

10

【0107】

(第一種の複屈折層：第一及び第二の $\lambda/4$ 板)

第一種の複屈折層としては、固有複屈折が正の材料を成分として含むフィルムを延伸加工したもの等を適宜用いることができる。固有複屈折が正の材料としては、例えば、ポリカーボネート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリビニルアルコール、ノルボルネン、トリアセチルセルロース、ジアチルセルロース等が挙げられる。

【0108】

(第二種の複屈折層)

第二種の複屈折層としては、固有複屈折が負の材料を成分として含むフィルムを延伸加工したもの、固有複屈折が正の材料を成分として含むフィルムを熱収縮性フィルムの収縮力の作用下で延伸加工したもの等を適宜用いることができる。なかでも、製造方法の簡便化の観点からは、固有複屈折が負の材料を成分として含むフィルムを延伸加工したものが好ましい。固有複屈折が負の材料としては、例えば、アクリル系樹脂及びスチレン系樹脂を含む樹脂組成物、ポリスチレン、ポリビニルナフタレン、ポリビニルピフェニル、ポリビニルピリジン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、N置換マレイミド共重合体、フルオレン骨格を有するポリカーボネート、トリアセチルセルロース（特にアセチル化度の小さいもの）等が挙げられる。なかでも、光学特性、生産性及び耐熱性の観点からは、アクリル系樹脂及びスチレン系樹脂を含む樹脂組成物が好適である。このような樹脂組成物を成分として含むフィルムの製造方法については、例えば、特開2008-146003号公報に開示がある。

20

30

【0109】

(第三種の複屈折層)

第三種の複屈折層としては、固有複屈折が正の材料を成分として含むフィルムを縦横二軸延伸加工したもの、コレステリック（カイラルネマチック）液晶やディスコチック液晶等の液晶性材料を塗布したもの、ポリイミドやポリアミド等を含む非液晶性材料を塗布したもの等を適宜用いることができる。

【0110】

(偏光子)

偏光子としては、例えば、ポリビニルアルコール（PVA）フィルムに二色性を有するヨウ素錯体等の異方性材料を吸着配向させたもの等を適宜用いることができる。

40

【0111】

(液晶セル)

液晶セルは、液晶分子の傾斜方向を画素内で複数に分割した配向分割型のVAモード、いわゆるMVAモード（Multi-domain VA：マルチドメイン型VAモード）であり、液晶層中の液晶分子を基板面に垂直に配向させることで黒表示を行う。また、液晶セルの駆動形式としては、TF-T方式（アクティブマトリクス方式）のほか、単純マトリクス方式（パッシブマトリクス方式）、プラズマアドレス方式等であってもよい。液晶セルの構成としては、例えば、それぞれに電極が形成された一对の基板間に液晶層を挟持し、それぞれの電極間に電圧を印加することで表示を行うものが挙げられる。

50

【0112】

(R、R_{th}、N_z係数、n_x、n_y、n_zの測定方法)

デュアル・リターダー・ローテート方式のポーリメータ (Axometrics 社製、商品名: Axo-scan) を用いて測定した。面内位相差 R は複屈折層の法線方向から実測した。主屈折率 n_x、n_y、n_z、厚み方向位相差 R_{th} 及び N_z 係数は、複屈折層の法線方向、法線方向から -50° ~ 50° 傾斜した各斜め方向から位相差を測定し、公知の屈折率楕円体式のカーブフィッティングにより算出した。傾斜方位は面内遅相軸と直交する方位とした。また、n_x、n_y、n_z、R_{xz} 及び N_z は、カーブフィッティングの計算条件として与える平均屈折率 = (n_x + n_y + n_z) / 3 に依存するが、各複屈折層の平均屈折率を 1.5 に統一して計算した。実際の平均屈折率が 1.5 と異なる複屈折層についても平均屈折率 1.5 を想定して換算した。

10

【0113】

(液晶表示装置のコントラスト比-視野角特性の測定方法)

視野角測定装置 (ELDIM 社製、商品名: EZ Contrast 160) を用いて測定した。光源にはシャープ社製液晶テレビ (商品名: LC37-GH1) 搭載のバックライトを用いた。方位 45°、極 60° の斜め方向における白表示と黒表示の輝度を測定し、その比を CR (45、60) とした。また、方位 0°、極 60° の斜め方向における白表示と黒表示の輝度を測定し、その比を CR (0、60) とした。

【0114】

以下に実施例を掲げ、本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

20

【0115】

実施例 1

発明に係る実施例 1 の液晶表示装置は、図 13 に示すように、第一の偏光子 310、第一の λ/4 板 (第一種の複屈折層) 320、MVA モードの液晶セル 330、第三種の複屈折層 335、第二の λ/4 板 340、第二種の複屈折層 345 及び第二の偏光子 350 をこの順に積層して得られた円偏光 VA モードの液晶表示装置 300 である。液晶セル 330 は、薄膜トランジスタ (TFT) 基板、カラーフィルタ (CF) 基板、及び、それらの間に挟持された液晶層を備えている。TFT 基板及びカラーフィルタ基板的液晶層側の表面にはそれぞれ垂直配向膜が設けられており、各垂直配向膜の下層 (基板側) には電極が設けられている。TFT 基板の電極とカラーフィルタ基板的電極とにより、液晶層に所望の電圧が印加され、液晶分子の配向が制御される。液晶層は、負の誘電率異方性を有する液晶分子を含んでいる。したがって、液晶層に電圧が印加されない状態 (オフ状態) において、液晶分子は垂直配向膜の表面に対して略垂直に配向し、液晶層に閾値電圧以上の電圧が印加される状態 (オン状態) において、液晶分子は垂直配向膜の表面に対して水平方向に向けて倒れることになる。第一の偏光子 310 及び第二の偏光子 350 の吸収軸が互いに直交するように配置 (クロスニコル配置) されていることから、液晶表示装置 300 は、オフ状態において黒表示を行う。

30

【0116】

液晶セル 330 は、いわゆる MVA モード (マルチドメイン型 VA モード) の液晶セルであり、画素内に 4 つのドメインを有する。4 つのドメインにおける傾斜方位が、表示面を正面視したときに、互いに略直交する関係にあることで傾斜方位の非対称性を効果的に解消することができる。円偏光 VA モードでは円偏光を液晶セル 330 に入射させて表示を行うので、正面方向 (表示画面に対して法線方向) に限れば、液晶分子の傾斜方位は液晶セルの透過率に影響しないが、斜め方向では、液晶分子の傾斜方位が液晶セルの透過率に影響を与える。したがって、4 つのドメインにおける傾斜方位を制御することにより、斜め方向における階調視野角を向上させることができる。

40

【0117】

液晶セル 330 では、図 24 に示すように、22.5° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン D1、112.5° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン D2、202.5° 方

50

位に液晶分子が傾斜配向するドメインD 3、及び、292.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインD 4からなる4つのドメインが各画素に形成されている。視野角特性を向上するため、図25に示すように、4つのドメインを異なる電圧を印加できる2つの領域にそれぞれ分割してもよい。図25では、画素内に計8つの領域が形成されているが、極角が異なる液晶分子が含まれる領域同士についても傾斜方位が略同一であれば同一ドメインに含められることから、ドメインの数は4つである。すなわち、領域D 1-1及びD 1-2は液晶分子の極角が異なるものの傾斜方位が22.5°で共通し、領域D 2-1及びD 2-2は液晶分子の極角が異なるものの傾斜方位が112.5°で共通し、領域D 3-1及びD 3-2は液晶分子の極角が異なるものの傾斜方位が202.5°で共通し、領域D 4-1及びD 4-2は液晶分子の極角が異なるものの傾斜方位が292.5°で共通している。

10

【0118】

また、画素のドメイン数は4以上に増やしてもよい。例えば、液晶セル330は1画素が複数の副画素からなるものであってもよく、その場合には、上述のような4種類のドメインが1組ずつ各副画素に設けられてもよい。

【0119】

液晶セル330において、液晶分子の傾斜方位の制御は、TF T基板及びCF基板の少なくとも一方に形成された配向制御手段により行われる。配向制御手段としては特に限定されず、例えば、TF T基板の上記電極に形成されたスリットと、CF基板の垂直配向膜の下層（基板側）に形成された線状に伸びる誘電体突起との組み合わせが挙げられる。このとき、各ドメインにおける液晶分子の傾斜方位は、スリットの延伸方位、及び、誘電体突起の延伸方位を調整することにより制御可能であり、第一の偏光子310等の他の部材との貼り合わせの向きを調整することによっても制御可能である。

20

【0120】

なお、液晶分子の傾斜方位は、TF T基板及びCF基板に設けられた電極や配線の影響によって生じる電界や、TF T基板及びCF基板の液晶層側の表面形状等によって、意図された方位からずれてしまうことがある。本発明においては、22.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインD 1、112.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインD 2、202.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインD 3、及び、292.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインD 4からなる4つのドメインが画素内に形成されているのであれば、図26に示すように、配向不良により生じたドメインD 5、D 6及びD 7も画素内に含まれていてもよい。

30

【0121】

実施例2

本発明に係る実施例2の液晶表示装置は、図27に示すように、第一の偏光子410、第一のλ/4板（第一種の複屈折層）420、MVAモードの液晶セル430、第二のλ/4板440、第二種の複屈折層445及び第二の偏光子450をこの順に積層して得られた円偏光VAモードの液晶表示装置400である。すなわち、図27の液晶表示装置400は、第三種の複屈折層を含まない点で、図13の液晶表示装置300と異なる。液晶セル430は、実施例1の液晶セル330と同様の構成を有し、22.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、112.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、202.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、292.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる4つのドメインが各画素に形成されている。なお、図27中、第一及び第二の偏光子410、450に描かれた矢印は、その吸収軸の方位を表し、第一及び第二のλ/4板420、440に描かれた矢印は、その遅相軸の方位を表し、第二種の複屈折層445に描かれた矢印は、その進相軸の方位を表し、液晶セル430に描かれた楕円体は、その屈折率楕円体の形状を表している。

40

【0122】

実施例3

本発明に係る実施例3の液晶表示装置は、図28に示すように、第一の偏光子510、第

50

一の第二種の複屈折層 5 1 5、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層） 5 2 0、MVAモードの液晶セル 5 3 0、第三種の複屈折層 5 3 5、第二の $\lambda/4$ 板 5 4 0、第二の第二種の複屈折層 5 4 5 及び第二の偏光子 5 5 0をこの順に積層して得られた円偏光VAモードの液晶表示装置 5 0 0である。すなわち、図 2 8 の液晶表示装置 5 0 0は、2つの第二種の複屈折層を含む点で、図 1 3 の液晶表示装置 3 0 0と異なる。液晶セル 5 3 0は、実施例 1 の液晶セル 3 3 0と同様の構成を有し、22.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、112.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、202.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、292.5°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる4つのドメインが各画素に形成されている。なお、図 2 8 中、第一及び第二の偏光子 5 1 0、5 5 0に描かれた矢印は、その吸収軸の方位を表し、第一及び第二の $\lambda/4$ 板 5 2 0、5 4 0に描かれた矢印は、その遅相軸の方位を表し、第一及び第二の第二種の複屈折層 5 1 5、5 4 5に描かれた矢印は、その進相軸の方位を表し、液晶セル 5 3 0に描かれた楕円体は、その屈折率楕円体の形状を表している。

10

【0123】

比較例 1

比較例 1 の液晶表示装置は、実施例 1 の液晶表示装置 3 0 0と同様の構成を有するが、45°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、135°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、225°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、315°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる4つのドメインが各画素に形成されている点で、実施例 1 の液晶表示装置 3 0 0と異なる。

20

【0124】

比較例 2

比較例 2 の液晶表示装置は、実施例 1 の液晶表示装置 3 0 0と同様の構成を有するが、0°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、90°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、180°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、270°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる4つのドメインが各画素に形成されている点で、実施例 1 の液晶表示装置 3 0 0と異なる。

【0125】

比較例 3

比較例 3 の液晶表示装置は、実施例 2 の液晶表示装置 4 0 0と同様の構成を有するが、45°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、135°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、225°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、315°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる4つのドメインが各画素に形成されている点で、実施例 2 の液晶表示装置 4 0 0と異なる。

30

【0126】

比較例 4

比較例 4 の液晶表示装置は、第一の偏光子、TAC、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）、VAモードの液晶セル、第三種の複屈折層、第二の $\lambda/4$ 板、TAC及び第二の偏光子をこの順に積層して得られたVAモードの液晶表示装置である。すなわち、本比較例の液晶表示装置は、第二種の複屈折層を含まない点で、図 1 3 の液晶表示装置 3 0 0と異なる。比較例 5 の液晶セルは、実施例 1 の液晶セル 3 3 0と同様の構成を有するが、45°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、135°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、225°方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、315°方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる4つのドメインが各画素に形成されている点で、液晶セル 3 3 0と異なる。

40

【0127】

比較例 5

比較例 5 の液晶表示装置は、第一の偏光子、TAC、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）、VAモードの液晶セル、第二の $\lambda/4$ 板、TAC及び第二の偏光子をこの順に積層して得られたVAモードの液晶表示装置である。比較例 5 の液晶セルは、実施例 1 の液晶セ

50

ル 3 3 0 と同様の構成を有するが、4 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、1 3 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、2 2 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、3 1 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる 4 つのドメインが各画素に形成されている点で、液晶セル 3 3 0 と異なる。

【0 1 2 8】

比較例 6

比較例 6 の液晶表示装置は、第一の偏光子、2 軸性位相差フィルム、V A モードの液晶セル、T A C 及び第二の偏光子をこの順に積層して得られた V A モードの液晶表示装置である。比較例 6 の液晶セルは、実施例 1 の液晶セル 3 3 0 と同様の構成を有するが、4 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、1 3 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、2 2 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメイン、及び、3 1 5 ° 方位に液晶分子が傾斜配向するドメインからなる 4 つのドメインが各画素に形成されている点で、液晶セル 3 3 0 と異なる。

【0 1 2 9】

各例の偏光子、複屈折層及び液晶セルに関し、材料名、軸角度、面内位相差 R、厚み方向位相差 R t h 又は R l c、及び、N z 係数については、下記の表 5 に示す通りである。表中、各複屈折層の軸は面内遅相軸の方位角で定義し、偏光子の軸は吸収軸の方位角で定義してある。なお、第二種の複屈折層については面内進相軸が設計上重要であるが、表中では、他の複屈折層と同様に、第二種の複屈折層の軸は面内遅相軸の方位角で定義してある。第二種の複屈折層の面内進相軸は、第二種の複屈折層の面内遅相軸に直交している。また、表中、各複屈折層の材料名については、以下の略号を用いて示してある。

N B：ノルボルネン

P I：ポリイミド

T A C：トリアセチルセルロース

A：アクリル系樹脂及びスチレン系樹脂を含む樹脂組成物

【0 1 3 0】

(評価結果)

各例の液晶表示装置のコントラスト比－視野角特性を測定し、方位 0 °、極角 6 0 ° でのコントラスト比〔C R (0、6 0)〕、及び、方位 4 5 °、極角 6 0 ° でのコントラスト比〔C R (4 5、6 0)〕を下記の表 5 に整理した。なお、「方位 X °、極角 Y ° でのコントラスト比」とは、X ° 方位において視角を法線方向から Y ° 倒した方向で測定されたコントラスト比である。すなわち、極角は、正面方向と視角方向とのなす角を表している。また、各例について、(1) 方位 0 °、極角 0 °、(2) 方位 0 °、極角 6 0 ° 及び (3) 方位 4 5 °、極角 6 0 ° でのガンマカーブを図 2 9 ～ 3 7 に示した。ガンマカーブは、階調値を横軸にとり、規格化された輝度を縦軸にとって、液晶層に印加する電圧に対する透過率の変化を示したものである。各例の液晶表示装置の表示モードはノーマリーブラックであることから、黒表示が階調値 0 に対応し、白表示が階調値 2 5 6 に対応しており、階調値が大きいほど液晶層に印加される電圧は大きい。輝度の規格化は、階調値 2 5 6 のときの輝度を 1. 0 として、各測定方向ごとになされている。異なる測定方向から得られた複数のガンマカーブ同士を対比することは、液晶表示装置を見る方向によって、表示画面の見え方がどの程度異なるかを示す指標として一般的に用いられており、ガンマカーブ同士が近づくほど表示画面の見え方が一致することになる。

【0 1 3 1】

本発明に係る実施例 1 ～ 3 の液晶表示装置の C R (0、6 0) 及び C R (4 5、6 0) は、いずれも比較例 1 ～ 3 の C R (0、6 0) 及び C R (4 5、6 0) と同等であった。一方、実施例 1 ～ 3 の液晶表示装置は、方位 0 °、極角 6 0 ° のガンマカーブと方位 4 5 °、極角 6 0 ° のガンマカーブとが、比較例 1 ～ 6 の液晶表示装置の場合よりも一致しており、電圧をあげるほどに輝度が下がってしまう反転現象も抑制されていた。実施例 1 ～ 3 の液晶表示装置は、目視評価においても斜め視角における表示品位に優れていた。

【0 1 3 2】

【表 5】

	光学部材名	材料名	軸角度 [°]	位相差 [nm]		Nz係数	評価結果	
				R	Rth 又はRlc		CR (45,60)	CR (0,60)
実施例1	第二の偏光素子		0				35	178
	第二種の複屈折層	A	0	138		-0.01		
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.02		
	第三種の複屈折層	PI		0	-250			
	VAモード液晶セル (22.5°, 112.5°, 202.5°, 292.5°)				340			
	第一のλ/4板	NB	135	138		1.02		
実施例2	第一の偏光素子		90				58	175
	第二の偏光素子		0					
	第二種の複屈折層	A	0	85		-1.21		
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.08		
	VAモード液晶セル (22.5°, 112.5°, 202.5°, 292.5°)				290			
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.08		
実施例3	第一の偏光素子		90				60	176
	第二の偏光素子		0					
	第二の第二種の複屈折層	A	0	85		-0.10		
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.13		
	第三種の複屈折層	TAC		2	-52			
	VAモード液晶セル (22.5°, 112.5°, 202.5°, 292.5°)				320			
比較例1	第一のλ/4板	NB	135	138		2.13	35	178
	第一の第二種の複屈折層		90	85		-0.10		
	第一の偏光素子		90					
	第二の偏光素子		0					
	第二種の複屈折層	A	0	138		-0.01		
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.02		
比較例2	第三種の複屈折層	PI		0	-250		35	178
	VAモード液晶セル (45°, 135°, 225°, 315°)				340			
	第一のλ/4板	NB	135	138		1.02		
	第一の偏光素子		90					
	第二の偏光素子		0					
	第二種の複屈折層	A	0	138		-0.01		
比較例3	第二のλ/4板	NB	45	138		1.02	58	175
	第三種の複屈折層	PI		0	-250			
	VAモード液晶セル (0°, 90°, 180°, 270°)				340			
	第一のλ/4板	NB	135	138		1.02		
	第一の偏光素子		90					
	第二の偏光素子		0					
比較例4	第二種の複屈折層	A	0	85		-1.21	15	140
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.08		
	VAモード液晶セル (45°, 135°, 225°, 315°)				290			
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.08		
	第一の偏光素子		90					
	第二の偏光素子		0					
比較例5	TAC	TAC		1	32		5	40
	第二のλ/4板	A	45	138	-8	-0.01		
	第三種の複屈折層	NB		2	318			
	VAモード液晶セル (45°, 135°, 225°, 315°)				320			
	第一のλ/4板	NB	135	138		1.02		
	TAC	TAC		1	32			
比較例6	第一の偏光素子		90				60	183
	第二の偏光素子		-25					
	TAC	TAC		1	32			
	第二のλ/4板	NB	20	138		1.58		
	VAモード液晶セル (45°, 135°, 225°, 315°)				320			
	第一のλ/4板	NB	110	138		1.58		
比較例6	TAC	TAC		1	55		60	183
	第一の偏光素子		65					
	第二の偏光素子		0					
	2軸性位相差フィルム	NB		63	225	4.07		
比較例6	第一の偏光素子		90				60	183
	VAモード液晶セル (45°, 135°, 225°, 315°)				320			
	2軸性位相差フィルム	NB		63	225	4.07		
	第一の偏光素子		90					

【0133】

なお、各実施例の液晶表示装置は、直線偏光板（偏光子）とλ/4板との組み合わせからなる円偏光板を液晶セルの両側に備えることから、いずれも円偏光VAモードで表示を行っている。円偏光VAモードは、透過率改善効果のほかに、反射防止効果を得ることがで

10

20

30

40

50

きることから、コントラスト比の向上に有効である。円偏光VAモードによる反射防止機能は、液晶表示装置の周囲から一旦液晶表示装置内に入射して液晶表示装置内で反射する光、いわゆる内部反射による反射光を円偏光板の働きによって液晶表示装置外に出射させないようにするものである。したがって、円偏光VAモードによれば、液晶セル内のブラックマトリックス、配線、電極等の表面で反射した光が、液晶表示装置外へ出射しにくくなり、特に、周囲が明るい状況（明環境）において液晶表示装置のコントラスト比が低下することを防止できる。

【0134】

一方、明環境における液晶表示装置のコントラスト比を低下させる反射光としては、上記の内部反射による反射光のほかに、液晶表示装置の周囲から液晶表示装置内に入射することなく液晶表示装置の表面で反射する光、いわゆる表面反射による反射光が挙げられる。円偏光VAモードの液晶表示装置は、内部反射による反射光が抑制される結果、表面反射による反射光の量が、表示画面の視認性に顕著な影響を及ぼすことになる。したがって、円偏光VAモードの液晶表示装置に対して表面反射による反射光を低減する対策を施すことによって、明環境において非常に高いコントラスト比が得られ、表示画面を見る者は、表示品位の顕著な向上を実感することができる。

【0135】

表面反射の抑制に用いられる反射防止膜としては、屈折率が異なる複数の膜を積層して形成した反射防止膜、微細な突起及び窪みが表面に形成された反射防止膜が挙げられる。なかでも、後者の反射防止膜の一種である「モスアイ（蛾の目）フィルム」は、可視光の波長（380～780nm）よりも小さな突起が表面に多数設けられた構造を有し、表面反射の抑制において非常に優れた効果を奏することができる。図38（a）に示すように、モスアイフィルムに入射する光は、表面に設けられた微細な突起361を介してフィルム基材部362に至るため、空気層とフィルム基材部との間にある突起と空気層とが混在する領域（図中のA-B間領域）は、フィルムを構成する材料の屈折率（樹脂膜の場合、1.5程度）と空気の屈折率（1.0）との中間的な屈折率をもつ領域とみなすことができる。すなわち、この領域の屈折率は、図38（b）に示すように、突起及び空気層の体積比の変化に対応して、フィルムの表面に接する空気の屈折率から、フィルムを構成する材料の屈折率まで、可視光の波長よりも短い距離内で連続的に徐々に大きくなる。その結果、モスアイフィルムに入射する光は、空気-フィルム間の界面を屈折率の異なる界面として認識しなくなり、界面で生じる光の反射を大幅に抑制できる。モスアイフィルムによれば、例えば、可視光の表面反射率を0.15%程度にすることが可能である。

【0136】

モスアイフィルムは、屈折率が異なる界面に配置すれば反射率を低減する効果を奏することができるが、図13に示す構成では、第二の偏光子350よりも内部で生じた内部反射は、第二の偏光子350及び第二のλ/4板340の組み合わせからなる円偏光板によって、抑制することができる。したがって、図13の構成にモスアイフィルムを付加する場合には、図39に示すモスアイフィルム360のように、第二の偏光子350よりも表示面側に配置される。第二の偏光子350よりも表示面側に、保護板等の部材が配置されて複数の界面がある場合には、界面ごとにモスアイフィルムを設けてもよく、少なくとも液晶表示装置の外部に露出される面に配置されることが好ましい。

【0137】

モスアイフィルムの具体例としては、高さ約200nmの略円錐形状の突起が、頂点間の距離約200nmで多数表面に形成された樹脂膜が挙げられる。

【0138】

モスアイフィルムの製造方法としては、金型に刻み込んだナノメートルサイズ（1～1000μm）の凹凸を、基板上に塗布した樹脂材料に押し付けて形状を転写する技術、いわゆるナノインプリント技術が挙げられる。ナノインプリント技術において樹脂材料を硬化させる方法としては、熱ナノインプリント技術、UVナノインプリント技術等が挙げられる。UVナノインプリント技術は、透明基板上に紫外線硬化樹脂の薄膜を成膜し、該薄膜

上に金型を押し付けて、その後に紫外線を照射することにより、透明基板上に金型の反転形状のモスアイ構造を有する薄膜を形成するものである。

【0139】

ナノインプリント技術により、大量に安く、モスアイ構造を有する薄膜を製造するためには、バッチ処理よりもロール・ツー・ロール処理を用いる方が好適である。ロール・ツー・ロール処理によれば、金型ロールを用いて連続的にモスアイ構造を有する薄膜を製造することができる。そのような金型ロールとしては、研磨された円柱状又は円筒状のアルミニウム管の外周面に、陽極酸化法によりナノメートルサイズの窪みを形成したものが挙げられる。陽極酸化法によれば、ナノメートルサイズの窪みを表面に、ランダムに、ほぼ均一に形成することが可能であり、金型ロールの表面に、連続生産に好適な継ぎ目のない（シームレスな）モスアイ構造を形成することができる。

10

【0140】

上述した実施形態における各形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜組み合わせられてもよい。

【0141】

なお、本願は、2009年7月30日に出願された日本国特許出願2009-178238号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

【符号の説明】

【0142】

20

100 円偏光VAモード液晶表示装置

110 第一の偏光子

111 第一の偏光子の吸収軸

120 第一の $\lambda/4$ 板

121 第一の $\lambda/4$ 板の遅相軸

130 VAモード液晶セル

140 第二の $\lambda/4$ 板

141 第二の $\lambda/4$ 板の遅相軸

150 第二の偏光子

151 第二の偏光子の吸収軸

30

200 円偏光VAモード液晶表示装置

210 第一の偏光子

220 第一の $\lambda/4$ 板

230 VAモード液晶セル

235 第三種の複屈折層

240 第二の $\lambda/4$ 板

250 第二の偏光子

300 円偏光VAモード液晶表示装置

310 第一の偏光子

320 第一の $\lambda/4$ 板

40

330 VAモード液晶セル

335 第三種の複屈折層

340 第二の $\lambda/4$ 板

345 第二種の複屈折層

350 第二の偏光子

360 モスアイフィルム

400 円偏光VAモード液晶表示装置

410 第一の偏光子

420 第一の $\lambda/4$ 板

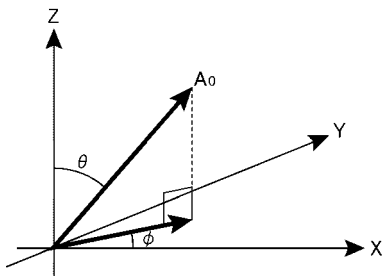
430 VAモード液晶セル

50

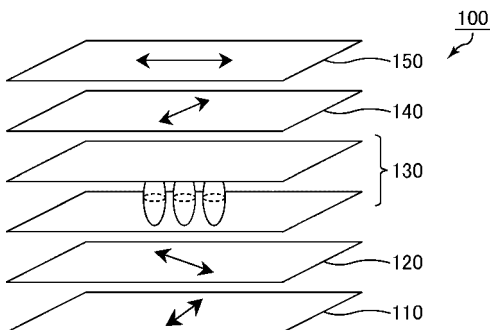
- 4 4 0 第二の $\lambda/4$ 板
- 4 4 5 第二種の複屈折層
- 4 5 0 第二の偏光子
- 5 0 0 円偏光VAモード液晶表示装置
- 5 1 0 第一の偏光子
- 5 1 5 第一の第二種の複屈折層
- 5 2 0 第一の $\lambda/4$ 板
- 5 3 0 VAモード液晶セル
- 5 3 5 第三種の複屈折層
- 5 4 0 第二の $\lambda/4$ 板
- 5 4 5 第二の第二種の複屈折層
- 5 5 0 第二の偏光子

10

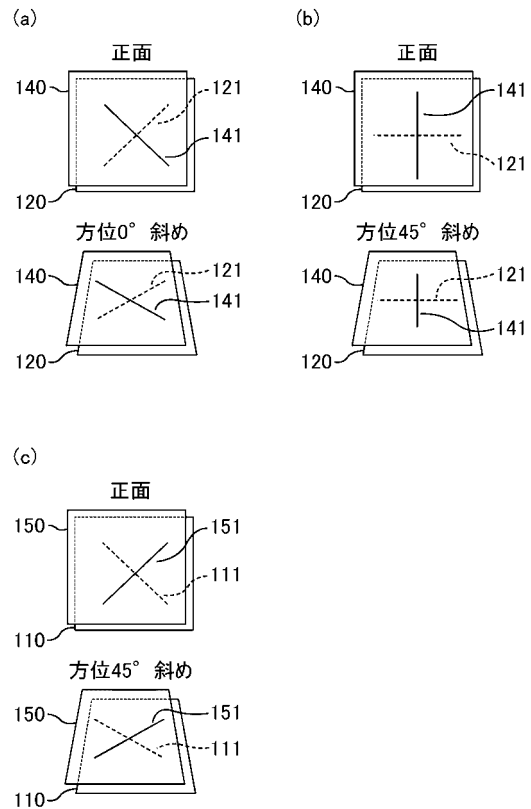
【図 1】



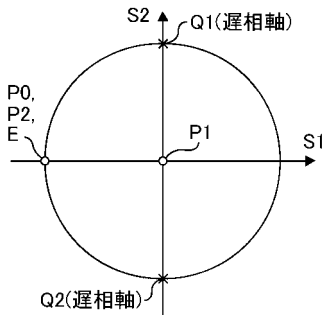
【図 2】



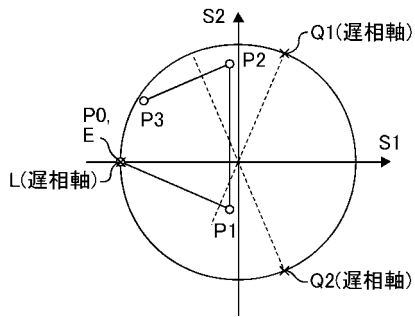
【図 3】



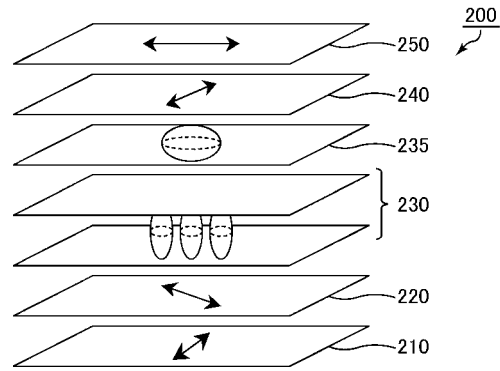
【図 4】



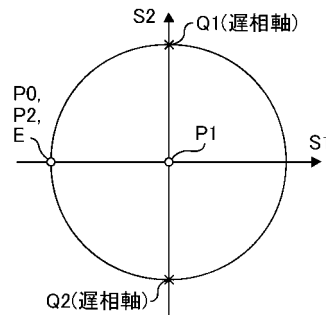
【図 5】



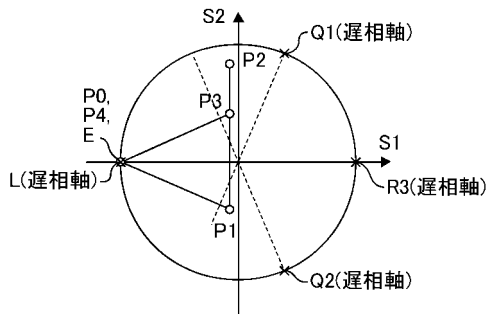
【図 6】



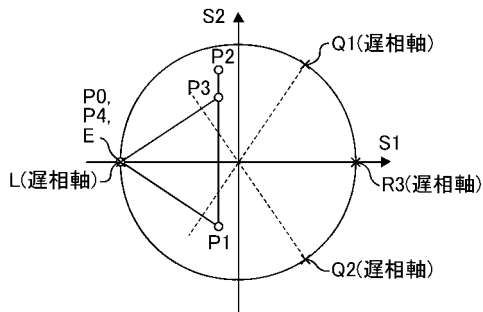
【図 7】



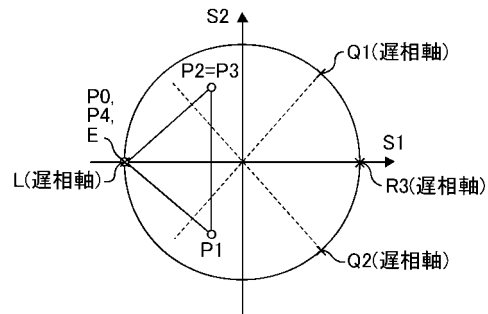
【図 8】



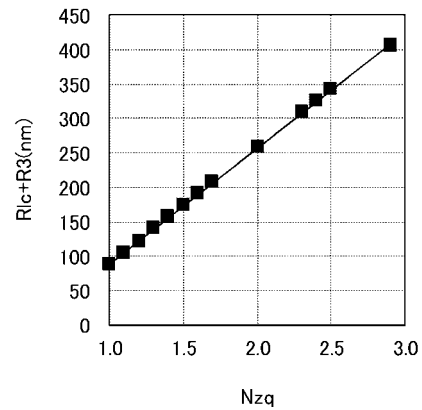
【図 9】



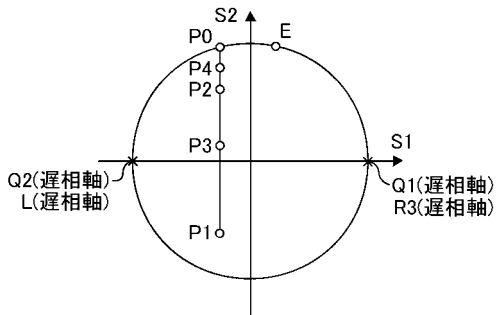
【図 10】



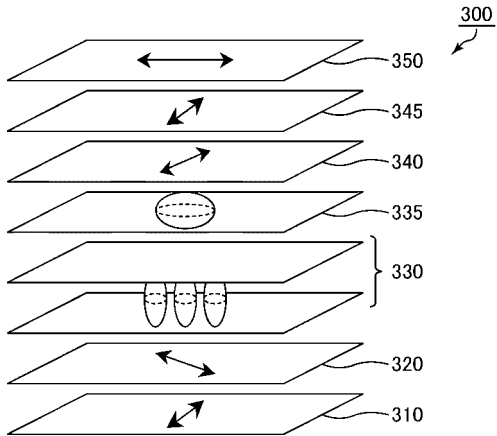
【図 11】



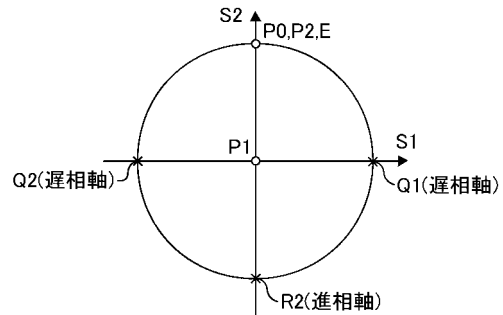
【図 1 2】



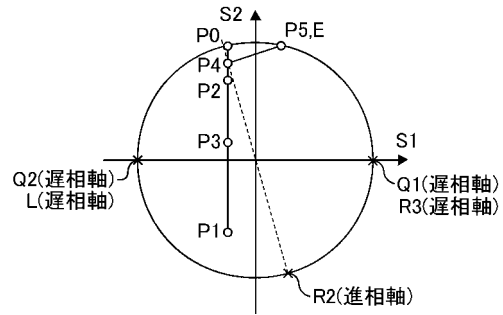
【図 1 3】



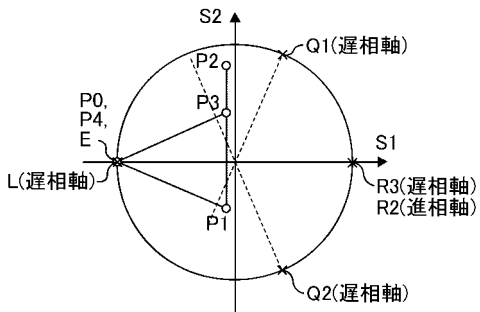
【図 1 4】



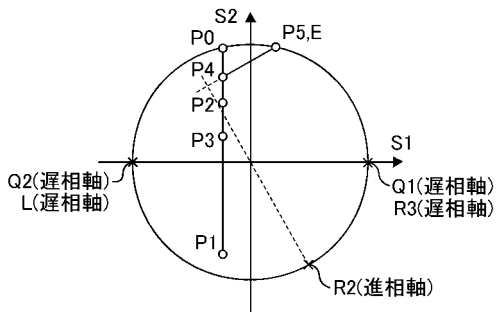
【図 1 5】



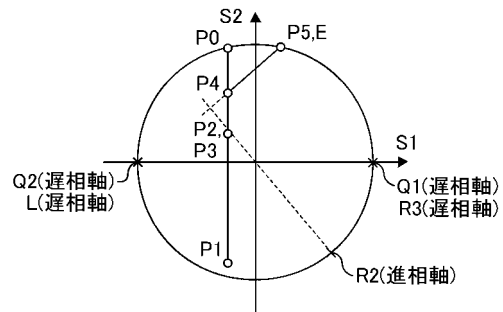
【図 1 6】



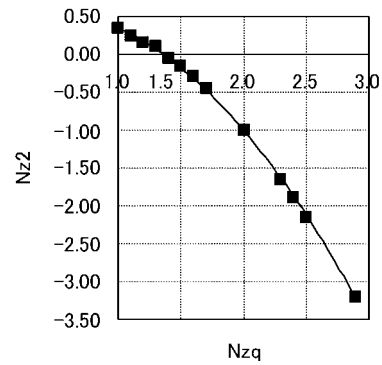
【図 1 7】



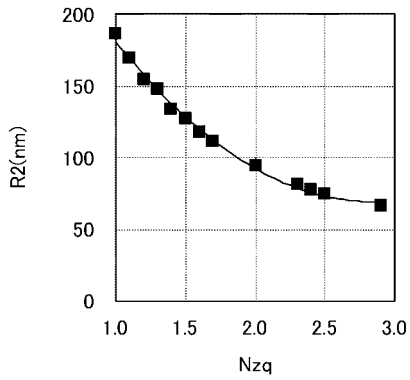
【図 1 8】



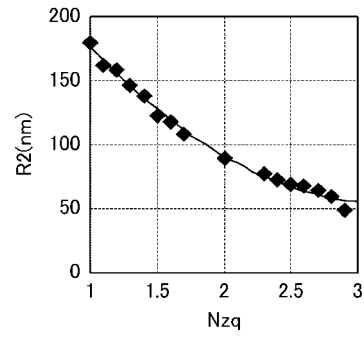
【図 1 9】



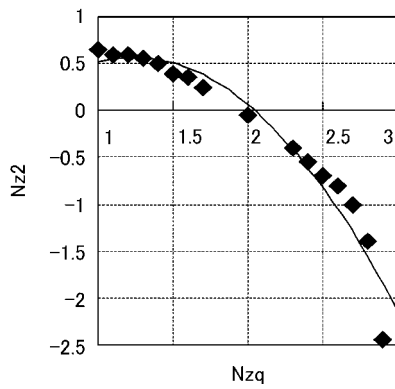
【図 2 0】



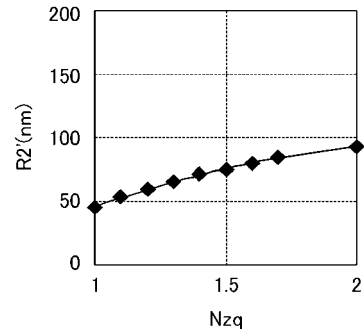
【図 2 2】



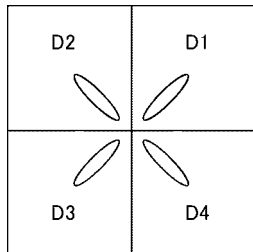
【図 2 1】



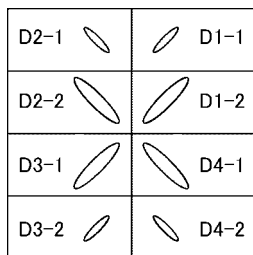
【図 2 3】



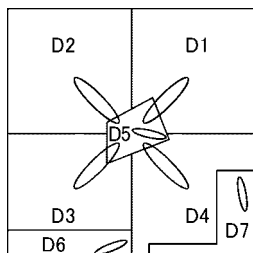
【図 2 4】



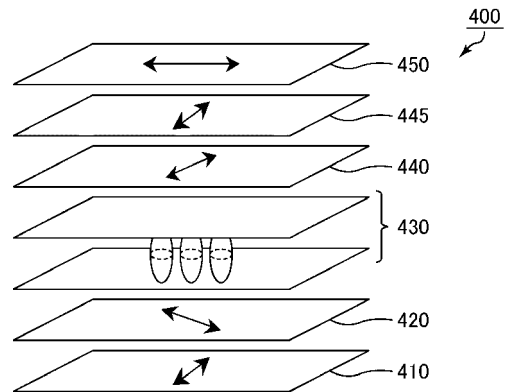
【図 2 5】



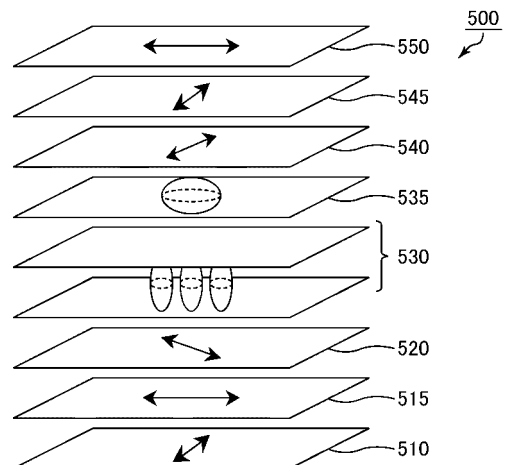
【図 2 6】



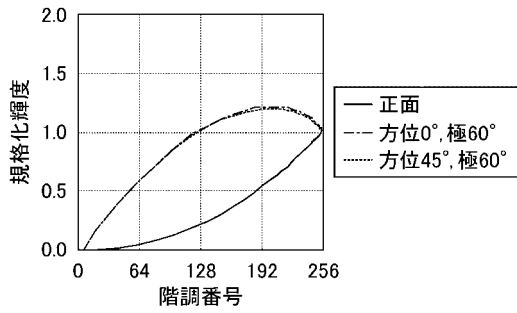
【図 2 7】



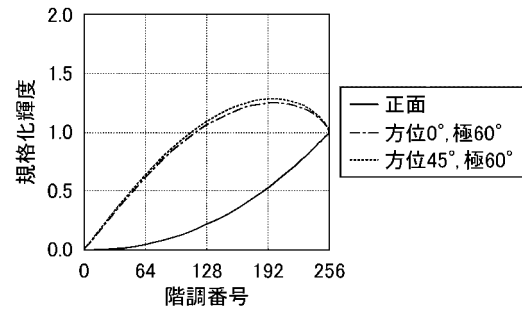
【図 2 8】



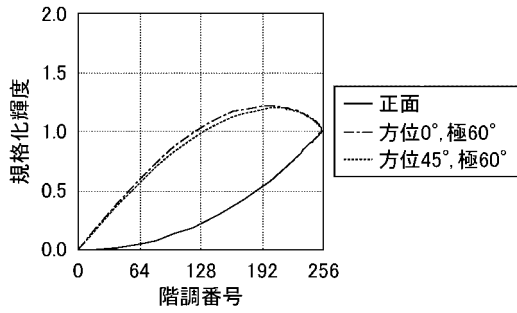
【図 29】



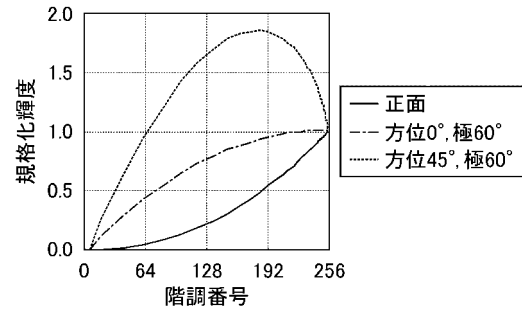
【図 31】



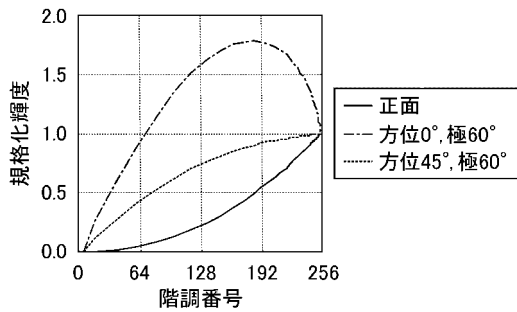
【図 30】



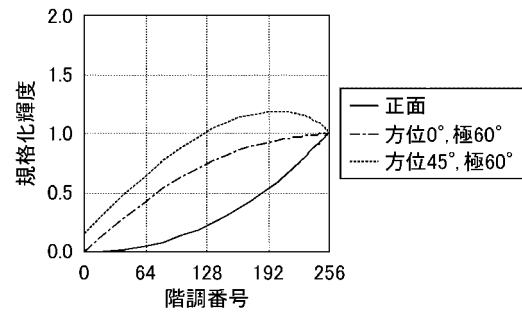
【図 32】



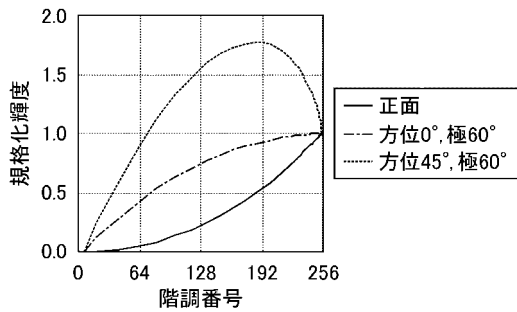
【図 33】



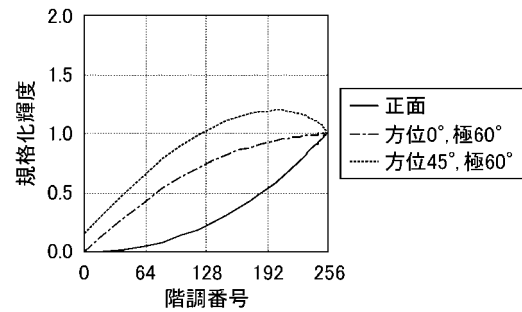
【図 35】



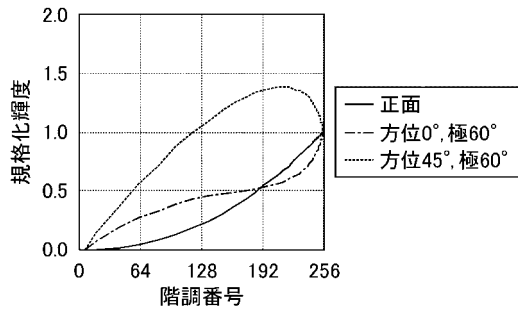
【図 34】



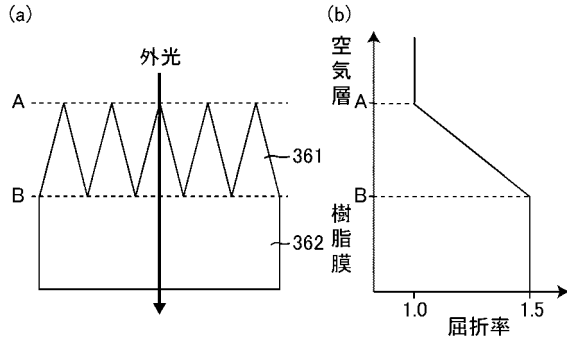
【図 36】



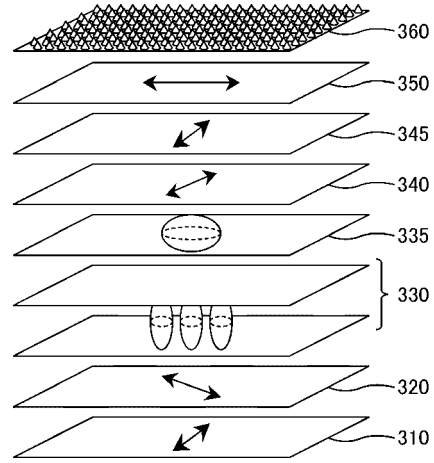
【図 3 7】



【図 3 8】



【図 3 9】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054697

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/13363(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(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)

G02F1/13363, G02B5/30, G02F1/1335

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 2009-75555 A (Mitsubishi Electric Corp.), 09 April 2009 (09.04.2009), entire text; all drawings & US 2009/0059145 A1	1-19

☐ 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
31 May, 2010 (31.05.10)Date of mailing of the international search report
15 June, 2010 (15.06.10)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/JP2010/054697	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02F1/13363(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(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. G02F1/13363, G02B5/30, G02F1/1335			
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 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 2009-75555 A（三菱電機株式会社）2009.04.09, 全文、全図 & US 2009/0059145 A1		1-19
☐ 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 31.05.2010		国際調査報告の発送日 15.06.2010	
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） 奥田 雄介 電話番号 03-3581-1101 内線 3293	2L 3615

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

Fターム(参考) 2H191 FA22X FA22Z FA30X FA30Z FA40X FB02 FB05 FC05 FC08 FC09
FD10 FD12 FD35 HA11 HA37 KA10 LA22 LA25 PA22 PA24
PA44 PA65 PA68 PA72 PA73 PA74 PA85 PA86

(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)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JPWO2011013399A1	公开(公告)日	2013-01-07
申请号	JP2011524672	申请日	2010-03-18
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	坂井彰		
发明人	坂井 彰		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/1335 G02B5/30		
CPC分类号	G02B27/286 G02F1/133502 G02F1/133634 G02F2001/133541 G02F2001/133638 G02F2001/133742 G02F2001/133757 G02F2413/02 G02F2413/03 G02F2413/08		
FI分类号	G02F1/13363 G02F1/1335.510 G02B5/30		
F-TERM分类号	2H149/AA06 2H149/AB05 2H149/BA02 2H149/DA04 2H149/DA12 2H149/DA24 2H149/DA25 2H149/DA28 2H149/DA33 2H149/DA35 2H149/EA03 2H149/EA05 2H149/EA10 2H149/EA19 2H149/FD05 2H149/FD06 2H149/FD07 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FA40X 2H191/FB02 2H191/FB05 2H191/FC05 2H191/FC08 2H191/FC09 2H191/FD10 2H191/FD12 2H191/FD35 2H191/HA11 2H191/HA37 2H191/KA10 2H191/LA22 2H191/LA25 2H191/PA22 2H191/PA24 2H191/PA44 2H191/PA65 2H191/PA68 2H191/PA72 2H191/PA73 2H191/PA74 2H191/PA85 2H191/PA86		
优先权	2009178238 2009-07-30 JP		
其他公开文献	JP5259824B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种圆偏振VA模式液晶显示装置，其在方位角45°时具有从中间灰度级到高灰度级的优良灰度视角。根据本发明的液晶显示装置包括：第一偏振器；第一个»/ 4板；液晶盒；第二个»/ 4板；以及第二偏振片，其中当第二偏振片的吸收轴的方位角定义为0°时，第二/ 4片的面内慢轴形成大约45°的角；第一/第四板的面内慢轴形成大约135°的角度；第一偏振器的吸收轴形成大约90°的角度，并且其中a通过将液晶层中的液晶分子的取向状态从液晶分子大致垂直取向到基板表面的状态改变到液晶分子相对于基板表面倾斜的状态来改变显示亮度；并且液晶层具有其中液晶分子在12.5°至32.5°的方位角范围内倾斜的区域，液晶分子在102.5°至122.5°的方位角范围内倾斜的区域°以及液晶分子在192.5°~212.5°的方位角范围内倾斜的区域以及液晶分子在282.5°~302.5°的方位角范围内倾斜的区域。

