

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/133140 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/13363 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/057435
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 23 日(23.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-080127 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(Sharp Kabushiki Kaisha) [JP/JP];
〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂井 彰
(SAKAI Akira) [JP/—].
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所
(YASUTOMI & Associates); 〒5320003 大阪府大阪
市淀川区宮原 3 丁目 5 番 3 6 号 Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

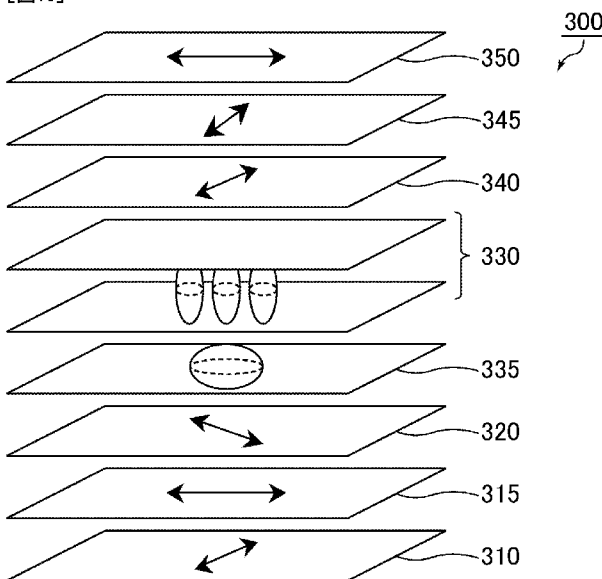
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶表示装置

[図10]



(57) Abstract: The present invention provides a liquid crystal display device that can reduce costs, has excellent productivity, and can also achieve a high contrast ratio in a wide viewing angle range. According to the present invention, the liquid crystal display device is provided, in the following order, with: a first polarizer; a first second-type ($n_x < n_y \leq n_z$) birefringent layer; a first $\lambda/4$ plate ($n_x > n_y \geq n_z$); a liquid crystal cell; a second $\lambda/4$ plate having an N_z coefficient substantially similar to that of the first $\lambda/4$ plate; a second second-type birefringent layer; and a second polarizer. The in-plane slow axis of the first $\lambda/4$ plate forms a substantially 45° angle with respect to the absorption axis of the first polarizer. The in-plane slow axis of the second $\lambda/4$ plate is substantially perpendicular to the in-plane slow axis of the first $\lambda/4$ plate. The absorption axis of the second polarizer is substantially perpendicular to the absorption axis of the first polarizer. The in-plane fast axis of the first second-type birefringent layer is substantially perpendicular to the absorption axis of the first polarizer. The in-plane fast axis of the second second-type birefringent layer is substantially perpendicular to the absorption axis of the second polarizer. Liquid crystal molecules in a liquid crystal layer are oriented substantially vertical with respect to a substrate surface. Thus, a black display is achieved.

(57) 要約:

[続葉有]



本発明は、コスト削減が可能であり、生産性に優れ、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液晶表示装置を提供する。本発明は、第一の偏光子、第一の第二種（ $n_x < n_y \leq n_z$ ）の複屈折層、第一の $\lambda/4$ 板（ $n_x > n_y \geq n_z$ ）、液晶セル、第一の $\lambda/4$ 板と略同じ N_z 係数を有する第二の $\lambda/4$ 板、第二の第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子をこの順に備え、該第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略 45° の角度をなし、該第二の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸は、該第一の $\lambda/4$ 板の面内遅相軸に対して略直交し、該第二の偏光子の吸収軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略直交し、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し、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液晶表示装置である。

明 細 書

発明の名称：液晶表示装置

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。

[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、いわゆるMVAモード（マルチドメイン型VAモード）が広く用いられている。

[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）とするとき、 $\sin^2(2\alpha)$ 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。

[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。

[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るい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るい環境におけるコントラスト比を改善する効果があることが知られている。ここで、上記不要な反射とは、表示装置の内部に存在する透明電極やTFT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、暗い環境では略完全な黒表示を実現している表示装置であっても、明るい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。

[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。

[0011] しかしながら、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った。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。

[0012] そこで、本発明者は、上記の問題点を解決するために種々検討し、下記 (F) の方法を提案した (特許文献 5 参照)。

[0013] (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。

[0014] しかしながら、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った。

[0015] そこで、本発明者がさらに検討した結果、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、第一の $\lambda/4$ 板と第一の偏光子との間、及び、第二の $\lambda/4$ 板と第二の偏光子との間の少なくとも一方に、 $n_x < n_y \leq n_z$ 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高いコントラスト比を得ることができる円偏光VAモードの液晶表示装置を簡便に製造することができることを見だし、先に特許出願している（特許文献6、7参照。）。

[0016] また、円偏光板の製法に関して、流れ方向（machine direction）に対して斜め方向に面内遅相軸を有する $\lambda/4$ 板を用いて、ロール・ツー・ロール技術により偏光板を作製する方法が開示されている（例えば、非特許文献2参照。）。この方法によれば、 $\lambda/4$ 板の N_z 係数を1.1～2.0の間で制御可能である。

先行技術文献

特許文献

- [0017] 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
特許文献5：国際公開第2009/125515号
特許文献6：国際公開第2010/087058号
特許文献7：国際公開第2010/137372号
特許文献8：特開2008-146003号公報

非特許文献

- [0018] 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
非特許文献2：M. Hirota、外4名、「Retardation Films with In-Plane Oblique Slow-Axi

s」、I DW' 08、2008年、p. 1733-1736

非特許文献3：高崎宏著、「結晶光学」、森北出版、1975年、p. 146-163

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0019] 上述のように、円偏光板は、典型的には直線偏光板と $\lambda/4$ 板との組み合わせである。その場合、直線偏光板の吸収軸と $\lambda/4$ 板の面内遅相軸とのなす角が略 45° に設定される必要がある。そのため近年、生産性向上の観点から、円偏光板の製造方法として、斜め延伸された $\lambda/4$ 板と、一軸延伸された偏光子と、保護フィルム（例えば、TACフィルム）とをロール・ツー・ロール技術によって互いに貼り合せる方法が開発されている。また、 N_z 係数が略1.6に設定された $\lambda/4$ 板と、この $\lambda/4$ 板を含む円偏光板とが市販されている。

[0020] しかしながら、 $\lambda/4$ 板の N_z 係数が大きい場合は、ロール・ツー・ロール技術によって円偏光板を製造することが困難となることがあった。例えば、非特許文献2に記載の技術によっても、 N_z 係数が2.0より大きい $\lambda/4$ 板を含む円偏光板を作製することは困難である。したがって、 $\lambda/4$ 板の N_z 係数が大きい場合は、円偏光板の生産性が低下し、製造コストが増加する可能性がある。また、ロール・ツー・ロール技術を用いて、 N_z 係数が大きい $\lambda/4$ 板を含む円偏光板を作製した場合には、その品質が低下する可能性もある。

[0021] 特許文献6、7の技術においても、液晶層の位相差、第三種の複屈折層の有無、第三種の複屈折層の位相差等の条件によっては、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数が大きく設定される場合がある。そのような場合は、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数が互いに略同じであるが故に、上下の2枚の円偏光板において生産性の低下、製造コストの増加、そして品質の低下が発生する可能性がある。例えば、上下の2枚の円偏光板をバッチ処理（枚葉処理）によって作製するとなると、生産性が著しく減少してしまう。また、円偏光

板の品質低下は、円偏光VAモードの液晶表示装置の視野角特性の低下に繋がる。

[0022] また、特許文献6、7の技術において、第三種の複屈折層が設けられない場合は、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を調整することによって、液晶層の補償を行う必要がある。更に、液晶セルの観察面側の円偏光板には通常、様々な表面処理層が設けられる。そのため、液晶層の位相差が変更になった場合は、液晶層の位相差値と表面処理層の種類とに応じて上下の2枚の円偏光板を各々作り替えなければならない。これでは少品種かつ大量生産ができず、コスト及び生産性の両面において都合が悪い。また、量産化の妨げの原因にもなり得る。したがって、特許文献6、7の技術においては、コスト削減と生産性の向上を実現するという点で改善の余地があった。なお、本明細書中、液晶セルの観察面側に設けられた円偏光板を観察面側円偏光板ともいい、液晶セルの背面側に設けられた円偏光板を背面側円偏光板ともいう。

[0023] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、コスト削減が可能であり、生産性に優れ、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

[0024] 本発明者は、コスト削減が可能であり、生産性に優れ、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た。そして、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（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）二軸性 $\lambda/4$ 板とした上で、それらの N_z 係数を互いに異ならせること、及び、第一の $\lambda/4$ 板と第一の偏光子との間、及び、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（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）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ことを見出した。また、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、簡便な方法で製造することができる。さらに、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数のトータルが大きく設定される場合であっても、 N_z 係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板を含む円偏光板を生産性の高い方法（例えば、ロール・ツー・ロール技術を用いる方法）を用いて製造できることを見いだした。また、 N_z 係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板として、市販の $\lambda/4$ 板を流用することも可能である。そして、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を別々に調節できることから、液晶層の位相差の変更、表面処理層の種類変更等の設計変更に対しても非常に柔軟に対応できることを見いだした。より具体的に説明すると、例えば、液晶層の位相差が変更になった場合、一方の $\lambda/4$ 板の N_z 係数のみを調整することによって液晶層の補償を行うことができる。また、そのような場合、一方の $\lambda/4$ 板の N_z 係数のみを調整し、さらに、その $\lambda/4$ 板を含む円偏光板に適当な位相差を有する第三種の複屈折層を設けることによって、液晶層の補償を行うこともできる。すなわち、一方の円偏光板の設計変更を行うだけで、液晶層の位相差の変更に対応することができる。以上の結果、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0025] すなわち、本発明のある側面は、 $n_x > n_y \geq n_z$ の関係を満たす複屈折層を第一種の複屈折層、 $n_x < n_y \leq n_z$ 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、第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、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（以下、「第一の $\lambda/4$ 板」とも言う。）、互いに対向する一对の基板と該一对の基板間に挟まれた液晶層とを有する液晶セル、該第一の第一種の複屈折層と異なる N_z 係数を有し、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（以下、「第二の $\lambda/4$ 板」とも言う。）、第二の第二種の複屈折層、及び、第二の

偏光子をこの順に備え、該第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略 45° の角度をなし、該第二の第一種の複屈折層の面内遅相軸は、該第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸に対して略直交し、該第二の偏光子の吸収軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略直交し、該第一の第二種の複屈折層の面内遅相軸は、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遅相軸は、該第二の偏光子の吸収軸に対して略直交し、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液晶表示装置（以下、本発明の液晶表示装置とも言う。）である。

[0026] 本明細書で「偏光子」とは、自然光（無偏光）、部分偏光又は偏光を直線偏光に変える、すなわち自然光（無偏光）、部分偏光又は偏光から直線偏光を取り出す機能を有する素子のことであり、偏光フィルムと同義である。なお、本明細書において、偏光子を含む偏光板のコントラストは、必ずしも無限大である必要はなく、5000以上（好適には10000以上）であってもよい。「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、本発明の液晶表示装置における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 と、厚み方向位相差 R_{th} の絶対値との少なくとも一方が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。更に、等方性フィルムとは、面内位相差 R と、厚み方向位相差 R_{th} の絶対値とのいずれもが10nm以下の値を有するものを意味し、好ましくは、5nm以下の値を有するものを意味する。

[0027] 本明細書で「面内位相差 R 」は、複屈折層（これには液晶セルや $\lambda/4$ 板も

含まれる。)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、絶対値)である。これに対して、「厚み方向位相差 R_{th} 」は、 $R_{th} = (n_z - (n_x + n_y) / 2) \times d$ で定義される面外(厚み方向)位相差(単位: nm)である。「 $\lambda/4$ 板」又は「面内位相差が $\lambda/4$ に調整された複屈折層(これには、面内位相差が $\lambda/4$ に調整された第一種の複屈折層も含まれる。)」とは、少なくとも波長 550 nm の光に対して略 $1/4$ 波長(正確には 137.5 nm であるが、 115 nm よりも大きく、 160 nm よりも小さければよい。)の光学的異方性を有する複屈折層のことであり、 $\lambda/4$ 位相差フィルム、 $\lambda/4$ 位相差板と同義である。

[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)のことである。さらに、「 N_z 係数」は、 $N_z = (n_s - n_z) / (n_s - n_f)$ 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 550 nm とする。また、同じ N_z 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 N_z 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 R_{th} についても同様の扱いをしている。

[0029] 前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数、及び、前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数は各々、適宜設定することができるが、前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数と前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数とは互いに略同じであることが好ましい。また、前記第一の第二種の複屈折層の面内位相差

、及び、前記第二の第二種の複屈折層の面内位相差は各々、適宜設定することができるが、前記第一の第二種の複屈折層の面内位相差と前記第二の第二種の複屈折層の面内位相差とは互いに略同じであることが好ましい。以降、本明細書中では、第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差がそれぞれ、第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じ形態だけに言及する。

[0030] 本明細書において、「第一の第一種の複屈折層の N_z 係数と第二の第一種の複屈折層の N_z 係数とが異なる」とは、 N_z 係数の差が 0.1 以上の場合を表し、0.3 以上であることが好ましい。「第一の第二種の複屈折層の N_z 係数と第二の第二種の複屈折層の N_z 係数とが略同じである」とは、 N_z 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。「第一の第二種の複屈折層の面内位相差と第二の第二種の複屈折層の面内位相差とが略同じである」とは、面内位相差の差が 20 nm 未満の場合を表し、10 nm 未満であることが好ましい。

[0031] 「第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸と第一の偏光子の吸収軸とが略 45° の角度をなす」、すなわち、「第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸が、第一の偏光子の吸収軸に対して略 45° の角度をなす」とは、第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸と第一の偏光子の吸収軸とのなす角が 40°～50° であればよく、特に好ましくは 45° である。第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸と第一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、第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸と第二の第一種の複屈折層の面内遅相軸とが略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。「第二の第一種の複屈折層の面内遅相軸が、第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸に対して略直交する」とは、第二の第一種の複屈折層の面内遅相軸と第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸とのなす角度が 88°～92° であればよく、特に好ましくは 90° である。「第二の偏光子の吸収軸は、第

一の偏光子の吸収軸に対して略直交する」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。「第一の第二種の複屈折層の面内進相軸は、第一の偏光子の吸収軸に対して略直交する」とは、第一の第二種の複屈折層の面内進相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。「第二の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。

[0032] 本発明の液晶表示装置は、上述した第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、第一の第一種の複屈折層、液晶セル、第二の第一種の複屈折層、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。後述する本発明の液晶表示装置における表示光の偏光状態の変化を確実に実現する観点からは、本発明の液晶表示装置の好ましい形態として、上述した第一の第二種の複屈折層、第一の第一種の複屈折層、液晶セル、第二の第一種の複屈折層、及び、第二の第二種の複屈折層のほかに、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挙げられる。また、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、本発明の液晶表示装置のより好ましい形態として、上述した第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、第一の第一種の複屈折層、液晶セル、第二の第一種の複屈折層、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挙げられる。一方、上述した第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、第一の第一種の複屈折層、液晶セル、第二の第一種の複屈折層、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。

[0033] また、本発明者は、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、 $n_x \div n_y > n_z$ の関係を満たす複屈折層（本明細書では、「 $n_x \div n_y > n_z$ 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いだした。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、第一及び第二の第二種の複屈折層の位相差値を適切に調整することによって、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。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、「極角」とは、液晶セルの基板面法線方向からの傾斜角を表すものであり、 $0 \sim 90^\circ$ をとる。

[0034] すなわち、本発明の液晶表示装置は、前記第一の第一種の複屈折層と前記液晶セルとの間、及び、前記液晶セルと前記第二の第一種の複屈折層との間の少なくとも一方に、少なくとも一層の第三種の複屈折層を更に備えるものであってもよい。上記第三種の複屈折層は、第一の第一種の複屈折層、及び、第二の第一種の複屈折層の n_z 係数の平均値が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。

[0035] なお、第三種の複屈折層における $n_x \div n_y$ とは、 $|n_x - n_y| \div 0$ 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。したがって、第三種の複屈折層には、 $n_x = n_y > n_z$ の関係を満たす複屈折層も含まれる。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、上記第一の $\lambda/4$ 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。

[0036] 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。すなわち、上記第一及び第二の第一種の複屈折層のいずれが上記液晶セルの観察面側に設けられてもよい。

[0037] しかしながら一般に、観察面側円偏光板は、アプリケーションとユーザーからの要望とに応じて、表面処理層のみが異なる複数の品種を製造する必要があるため、背面側円偏光板と比べてより生産性が高い簡単な構成にしておく

ことが望ましい。一方、背面側円偏光板には一般的に表面処理が不要のため、一品種のみを製造すればよい。そのため、背面側円偏光板の構成は多少複雑であっても量産対応への影響は比較的少ない。この事情を鑑みると、 N_z 係数がより大きい方の第一種の複屈折層（＝生産性の高い製法による製造がより難しい複屈折層）を液晶セルの背面側に、 N_z 係数がより小さい方の第一種の複屈折層（＝生産性の高い製法による製造がより易しい複屈折層）を液晶セルの観察面側に配置することが好ましい。同様の観点から、第三種の複屈折層は液晶セルの背面側だけに配置されることがより好ましい。

[0038] 第三種の複屈折層を含む構成において液晶層の位相差（ $\Delta n d$ ）が変更になった場合、通常は第三種の複屈折層の位相差を調整して対応することになる。しかしながら、その第三種の複屈折層が観察面側円偏光板に設けられている場合、上記の表面処理違いによる品種増の問題と複合して、品種増の問題をさらに助長してしまう。したがって、特に第三種の複屈折層は背面側円偏光板に配置することが好ましい。例えば、表面処理5種類と、液晶層の位相差4種類とに対応する場合、第三種の複屈折層を観察面側円偏光板に配置すると、観察面側円偏光板は $5 \times 4 = 20$ 品種となり、背面側円偏光板は1品種となるため、合計21品種の円偏光板が必要となる。一方、第三種の複屈折層を背面側円偏光板に配置すると、観察面側円偏光板は5品種となり、背面側円偏光板は4品種となるため、合計9品種の円偏光板を用意するだけで済む。

[0039] このような観点から、前記第一及び第二の第一種の複屈折層のうちで N_z 係数が大きい方は、前記液晶セルの背面側に配置されることが好ましい。また、前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数が前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数よりも大きい場合、本発明の液晶表示装置は、前記第二の偏光子の観察面側に表面処理層を更に備えることが好ましい。さらに、前記少なくとも一層の第三種の複屈折層は、前記液晶セルの背面側に配置されることが好ましく、このとき、前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数は、前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数よりも大きく、前記第一の第一種の複屈折層、

及び、前記少なくとも一層の第三種の複屈折層は、前記液晶セルの背面側に配置されることがより好ましい。

[0040] 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。

[0041] 上記液晶セルは、互いに対向する一对の基板と、該一对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）モードの液晶セルである。VAモードには、Multi-domain VA（MVA）モード、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）モード等が含まれる。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。

[0042] 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）と、第一及び第二の第二種の複屈折層とを有する。本発明の液晶表示装置は、上述したように、第一の偏光子と第二の偏光子との間に、さらに、第三種の複屈折層を有していてもよいが、更なるコスト削減を実現する観点からは、第一の偏光子と第二の偏光子との間に第三種の複屈折層は設けられないことが好ましい。第三種の複屈折層を含まない形態において、液晶層の位相差（ $\Delta n d$ ）を変更する場合には、Nz係数がより大きい方の $\lambda/4$ 板のNz係数を調整することが好ましい。これにより、Nz係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板（＝生産性の高い製法による製造がより易しい $\lambda/4$ 板）を含む偏光板を、液晶層の位相差が互いに異なる複数種の液晶セルに対して共用することができる。

[0043] 前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数、及び、前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数は各々、適宜設定することができるが、1より大きいことが好ましい。また、前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記第二の第一種の複屈折層の一方の N_z 係数は、2以上であり、前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記第二の第一種の複屈折層の他方の N_z 係数は、1以上、2未満であることがより好ましい。これにより、 N_z 係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板を、生産性に特に優れた技術（例えば、非特許文献2に記載の技術）を用いて作製することができる。また、 N_z 係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板として、 N_z 係数が略1.6に設定された市販の $\lambda/4$ 板（汎用品）を使用することが可能になる。また、互いに異なる表面処理が施された複数種の円偏光板が市販されている。このように、一方の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を1以上、2未満に設定することによって、この $\lambda/4$ 板を含む円偏光板のコストを大幅に削減できるとともに、その生産性を著しく向上することができる。また、一方の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を1以上、2未満に設定し、他方の $\lambda/4$ 板の N_z 係数を2以上に設定することによって、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数の平均値 $N_z q$ を後述する好ましい範囲に容易に設定することができる。なお、 N_z 係数がより大きい方の $\lambda/4$ 板を含む円偏光板の製造においては、ロール・ツー・ロール技術等の生産性の高い製造技術が使用できない場合がある。しかしながら、その影響は観察面側又は背面側の円偏光板に及ぶだけであり、両側の円偏光板に影響が及ぶ場合に比べてかなり小さい。

[0044] N_z 係数がより大きい方の $\lambda/4$ 板（以下、高 N_z の $\lambda/4$ 板ともいう。）と、高 N_z の $\lambda/4$ 板により近い方の第二種の複屈折層（以下、高 N_z 側複屈折層ともいう。）との組み合わせは、粘着剤を介さずに（接着剤を介して）積層された積層体であってもよいが、粘着剤を介して積層された積層体であることが好ましい。上述のように、本発明の液晶表示装置の好適な形態としては、高 N_z の $\lambda/4$ 板が液晶セルの背面側に配置される形態が挙げられる。この形態においては、ロール・ツー・ロール技術に好適な斜め延伸法を用いて高 N_z の $\lambda/4$ 板を製造することが困難となる場合がある。そのため

、その影響を最小限に抑える観点から、この形態は以下の方法で作製されることが好ましい。すなわち、ロール・ツー・ロール技術により、高Nz側複屈折層を第一又は第二の偏光子に接着剤を用いて貼り付ける。高Nzの $\lambda/4$ 板は、斜め延伸法以外の方法（例えば、テンター横一軸延伸法、縦横二軸延伸法等）を用いて作製する。そして、高Nzの $\lambda/4$ 板を第一又は第二の偏光子上の高Nz側複屈折層に粘着剤を用いて貼り付ける。この貼り付け処理は、バッチ処理によって行われてもよい。なお、バッチ処理を採用すると生産性が低下することが懸念される。しかしながら、本発明の液晶表示装置には、例えば、市販品の $\lambda/4$ 板を流用することができる、設計変更に対して柔軟に対応することができるといった他の多くの利点があるため、バッチ処理のデメリットを十分に補うことができる。さらに、高Nzの $\lambda/4$ 板（＝生産性の高い製法による製造がより難しい $\lambda/4$ 板）を含む円偏光板の製造にバッチ処理を採用することを前提とすると、この $\lambda/4$ 板を斜め延伸法以外の方法を用いて容易に作製することができるというメリットもある。

[0045] 生産性の更なる向上の観点からは、Nz係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板（以下、低Nzの $\lambda/4$ 板ともいう。）は、以下の方法により、低Nzの $\lambda/4$ 板により近い方の第二種の複屈折層（以下、低Nz側複屈折層ともいう。）上に積層されることが好ましい。すなわち、ロール・ツー・ロール技術により、低Nz側複屈折層を第一又は第二の偏光子に接着剤を用いて貼り付ける。低Nzの $\lambda/4$ 板は、斜め延伸法を用いて作製する。そして、ロール・ツー・ロール技術を用いて低Nzの $\lambda/4$ 板を第一又は第二の偏光子上の低Nz側複屈折層に貼り付ける。低Nzの $\lambda/4$ 板の貼り付けには、粘着剤を用いてもよいし、接着剤を用いてもよい。

[0046] 第一の $\lambda/4$ 板及び／又は第二の $\lambda/4$ 板と、第三種の複屈折層との組み合わせは、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、第一の $\lambda/4$ 板及び／又は第二の $\lambda/4$ 板と第三種の複屈折層との積層体を作製する際に好適に用いることができる。

[0047] 本発明の液晶表示装置においては、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、第一の第二種の複屈折層を偏光状態を維持したまま透過し、第一の $\lambda/4$ 板により直線偏光から円偏光に変換され、第三種の複屈折層及び液晶セル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偏光状態の直線偏光に再変換され、第二の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。

[0048] 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、本発明の液晶表示装置は、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 $\lambda/4$ 板が互いに略直交し、かつ、互いの位相差が略同一（ $\lambda/4$ ）のため、相互に位相差をキャンセルしあうことで実質的に無効化されており、（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のうち、第一の第二種の複屈折層は、その進相軸が第一の偏光子の吸収軸と略直交し、第二の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略直交しているため、それぞれ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いずれも略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略直交して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良好な黒表示（完全な黒表示でもよい。）が得られる。

[0049] 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、主に斜め方向から入射した光の偏光状態を変換し（斜め方向から入射した光の偏光状態のみを変換してもよい。）、視野角補償を行うことを目的としている。

[0050] 以上のように、本発明の液晶表示装置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で、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、視野角特性に優れた液晶表示装置を実現することができる。

[0051] 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1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1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。

[0052] 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偏光状態の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。

[0053] 次に斜め方向の黒表示について考えると、下記の斜め方向における視野角阻害要因（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。

（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。

[0054] 図2を参照しながら、上記視野角阻害要因（１）～（３）をさらに詳細に説明する。図2（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2（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2（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とが互いに直交しなくなる。

[0055] 上に説明したように、最小構成の円偏光VAモード液晶表示装置100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。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。

[0056] そして、本発明の円偏光VAモード液晶表示装置では、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 係数を互いに異ならせること、第二に、第一の $\lambda/4$

板と第一の偏光子の間、及び、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 $n_x \div n_y > n_z$ 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。

[0057] ここで、本発明の液晶表示装置における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。

[0058] [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

[0059] 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 係数の平均値 $N_z q$ と、液晶セルの厚み方向位相差 $R_1 c$ 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 係数の平均値 $N_z q$ 、液晶セルの厚み方向位相差 $R_1 c$ 、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。

[0060] そして、本発明者は、この1stステップの後、第一の $\lambda/4$ 板と第一の偏光子の間に $n_x < n_y \leq n_z$ の関係を満たす第一の第二種の複屈折層を、そ

の面内進相軸が該第一の偏光子の吸収軸に対して略直交するように配置し、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の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、該第一及び第二の第二種の複屈折層の 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 係数 N_z^2 及び面内位相差 R_2 の最適値を選択するプロセスを2ndステップと呼ぶ。

[0061] 2ndステップで追加される第一及び第二の第二種の複屈折層の面内進相軸は、それぞれ隣接する第一及び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、方位 0° 方向での光学特性を実質的に変化させることがない(全く変化させなくてもよい)。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液晶表示装置における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。

[0062] 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、非特許文献3参照)。

[0063] 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。

[0064] 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、複

屈折層の二つある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)。

[0065] 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。

[0066] (1stステップの補償原理)

はじめに、図1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1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3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。

[0067] 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Q 1 から原点（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。

[0068] 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Q 2 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P 2 に到達し、この点P 2 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1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。

[0069] さらに、図1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S 1 - S 2 平面で図示すると図4のようになる。

[0070] 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 から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0071] 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P 2 に到達する。このときの回転方向は点Lから原点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Q 2 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P 3 に到達し、この点P 3 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1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。

[0072] なお、図3及び図4において点P1～P3の位置は第一の $\lambda/4$ 板120のNz係数Nzq1、第二の $\lambda/4$ 板140のNz係数Nzq2、及び、液晶セル130の厚み方向位相差Ricに依存するが、図3及び図4では一例としてNzq1=Nzq2=2.0、Ric=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Ric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Ric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Nzq1、Nzq2は、一般的には、1.0～2.9の範囲内で調整される。例えば、Ric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、互いにNz係数の平均値が2.9に調整された2枚の $\lambda/4$ 板が好適に用いられる。

[0073] 次に、図5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、第三種の複屈折層235、VAモード液晶セル230、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5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。

[0074] はじめに、図5の円偏光VAモード液晶表示装置200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5では、図示されていないが、第一の偏光子210の下方にある。）から出射した光が各偏光子210、250、各複屈折層220、240、235、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6のようになる。

[0075] 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）と一致している。そして、第一の $\lambda/4$ 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 $\lambda/4$ 板220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。このときの回轉方向は点Q1から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0076] 次に、第三種の複屈折層235及びVAモード液晶セル230を透過するが、第三種の複屈折層235及びVAモード液晶セル230は正面方向でいずれも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240を透過することにより、点Q2で表わされる第二の $\lambda/4$ 板240の遅相軸を中心に特定角度の回轉變換を受け、点P2に到達し、この点P2は、第二の偏光子250の消光位Eと一致する。このようにして、図5の液晶表示装置200は、正面方向から観察すると、図1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。

[0077] さらに、図5の円偏光VAモード液晶表示装置200を、第二の偏光子210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210、250、各複屈折層220、240、235、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7-1のようになる。

[0078] 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

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轉變換を受け、点 P 1 に到達する。このときの回轉方向は点 Q 1 から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0079] 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轉變換を受け、点 P 2 に到達する。このときの回轉方向は点 R 3 から原点 O を向かうように見て反時計回りである。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轉變換を受け、点 P 3 に到達する。このときの回轉方向は点 L から原点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轉變換を受け、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 5 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。

[0080] なお、図 6 及び図 7 - 1 において点 P 1 ~ P 4 の位置は第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 の N z 係数 N z q 1、第二の $\lambda/4$ 板 2 4 0 の N z 係数 N z q 2、第三種の複屈折層 2 3 5 の厚み方向位相差 R 3、及び、液晶セル 2 3 0 の厚み方向位相差 R l c に依存するが、図 6 及び図 7 - 1 では一例として N z q 1 = N z q 2 = 2. 0、R 3 = - 6 1 n m、R l c = 3 2 0 n m 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 ~ 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。

[0081] そして、本発明者が検討した結果、第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 の N z 係数 N z q

1、及び、第二の $\lambda/4$ 板240の Nz 係数 $Nz q 2$ に応じて、第三種の複屈折層235の最適な位相差値 $R 3$ があることが判明した。

[0082] ここで、コンピューターシミュレーションにより、第一の $\lambda/4$ 板220の Nz 係数 $Nz q 1$ 、及び、第二の $\lambda/4$ 板240の Nz 係数 $Nz q 2$ と、第三種の複屈折層235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8に示した。図7-1のポアンカレ球を用いた図解では、点 $P 1 \rightarrow P 3$ の偏光状態変換を、第三種の複屈折層235の厚み方向位相差 $R 3$ による $P 1 \rightarrow P 2$ 変換と、VAモード液晶セル230の厚み方向位相差 $R 1 c$ による $P 2 \rightarrow P 3$ 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、「第三種の複屈折層235+VAモード液晶セル230」の、「トータル厚み方向位相差 $R 3 + R 1 c$ 」によるダイレクトな $P 1 \rightarrow P 3$ 変換として考えても同じことである。換言すると、 $R 3 + R 1 c$ が同じでさえあれば、VAモード液晶セル230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、 $R 3 + R 1 c$ 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。また、簡単のために、ここでは第一の $\lambda/4$ 板220の Nz 係数 $Nz q 1$ と、第二の $\lambda/4$ 板240の Nz 係数 $Nz q 2$ とが同じである($Nz q 1 = Nz q 2 = Nz q$)としてコンピューターシミュレーションを行ったが、後で説明するように、第一の $\lambda/4$ 板220の Nz 係数 $Nz q 1$ と第二の $\lambda/4$ 板240の Nz 係数 $Nz q 2$ とが互いに異なる場合にも、 $Nz q 1$ 及び $Nz q 2$ のそれぞれがその平均値 $Nz q$ に等しいとして考えることで、その $Nz q$ に応じて、第三種の複屈折層235の最適な位相差値 $R 3$ を算出可能であり、表2及び図8の結果をそのまま参照できることが本発明者によって見いだされた。表2及び図8よりわかるように、平均値 $Nz q$ と最適な $R 1 c + R 3$ との関係は1. $0 \leq Nz q \leq 2.9$ の範囲では、下記式(A)が充分によい近似を与える。図8中に示した実線が下記式(A

)を表わしている。

$$R_{lc} + R_3 = 169 \text{ nm} \times N_{zq} - 81 \text{ nm} \quad (A)$$

[0083] 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、第三種の複屈折層235の厚み方向位相差 R_3 と、上記VAモード液晶セル230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_{lc} との和である $R_3 + R_{lc}$ は、表2及び図8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。本発明の液晶表示装置の作用効果を十分に奏する観点からは、最適値 $\pm 50 \text{ nm}$ の範囲が好ましい。

[0084] [表2]

N_{zq}	$R_{lc} + R_3 (\text{nm})$
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

[0085] ここで、第一の $\lambda/4$ 板220の N_z 係数 N_{zq1} と、第二の $\lambda/4$ 板240の N_z 係数 N_{zq2} とが互いに異なる場合にも、 N_{zq1} 及び N_{zq2} のそれぞれがその平均値 N_{zq} に等しいと想定して算出した第三種の複屈折層235の最適な位相差値 R_3 を用いることで、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察した場合の光漏れ遮断し、優れた視野角特性を得ることが可能である理由を説明する。

[0086] 図7-1は、上述のように、 $N_{zq1} = N_{zq2} = 2.0$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ の形態を図示している。そして、図7-2は $N_{zq1} = 3.0$ 、 $N_{zq2} = 1.0$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ の形態を、図7-3は $N_{zq1} = 2.5$ 、 $N_{zq2} = 1.5$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ の形態を、図7-4は $N_{zq1} = 1.0$ 、 $N_{zq2} = 2.0$

$= 3.0$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ の形態、図7-5は $Nzq_1 = 1.5$ 、 $Nzq_2 = 2.5$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ の形態を図示しており、いずれも Nzq_1 と Nzq_2 の平均値 Nzq は図7-1の場合と同様に 2.0 である。図をみて分かるように、いずれの形態においても、点 P_4 は第二の偏光子 250 の消光位 E と一致しており、これらの液晶表示装置は、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。

[0087] 図7-6にもまとめて示したように、第一の $\lambda/4$ 板 220 の遅相軸 Q_1 は、 Nzq_1 が 2.0 であった場合を基準として、 Nzq_1 が 2.0 よりも小さくなればより S_2 軸側に近づき、 2.0 よりも大きくなればより S_1 軸側に近づく。そして、第二の $\lambda/4$ 板 240 の遅相軸 Q_2 は、 Nzq_2 が 2.0 であった場合を基準として、 Nzq_2 が 2.0 よりも大きくなればより S_1 軸側に近づき、 2.0 よりも小さくなればより S_2 軸側に近づく。従って、 $Nzq_1 = Nzq_2 = Nzq = 2.0$ の設計を基準として、 Nzq_1 を ΔNzq だけ小さく設定する場合、 Nzq_2 を ΔNzq だけ大きく設定することで、 $P_0 \rightarrow P_1$ 変換の回転中心と、 $P_3 \rightarrow P_4$ 変換の回転中心を同方向に適切にシフトさせ、 $\angle P_1 P_0 P_3$ を略同一に保つことが可能となり、結果として $Nzq_1 = Nzq_2 = Nzq = 2.0$ の場合と同じように、点 P_4 を偏光子 250 の消光位 E と一致させることが可能となるのである。この場合とは反対に、 $Nzq_1 = Nzq_2 = Nzq = 2.0$ の設計を基準として、 Nzq_1 を ΔNzq だけ大きく設定する場合、 Nzq_2 を ΔNzq だけ小さく設定することで、 $P_0 \rightarrow P_1$ 変換の回転中心と、 $P_3 \rightarrow P_4$ 変換の回転中心を同方向に適切にシフトさせ、結果として $Nzq_1 = Nzq_2 = Nzq = 2.0$ の場合と同じように、点 P_4 を偏光子 250 の消光位 E と一致させることが可能となるのである。

[0088] 以上より、第一の $\lambda/4$ 板 220 の Nz 係数 Nzq_1 と、第二の $\lambda/4$ 板 240 の Nz 係数 Nzq_2 とが互いに異なる場合にも、 Nzq_1 及び Nzq_2

のそれぞれがその平均値 $N_z q$ に等しいと想定して算出した第三種の複屈折層 235 の最適な位相差値 R_3 を用いることで、方位 0° 、極 60° の斜め方向から観察した場合の光漏れ遮断し、優れた視野角特性を得ることが可能となる。なお、 N_z 係数 $N_z q_1$ と N_z 係数 $N_z q_2$ を別個独立したものとして扱えば、位相差条件の設計が非常に複雑になってしまう。したがって、平均値 $N_z q$ を用いて最適な位相差値 R_3 を算出できることの意義は非常に大きい。

[0089] (2ndステップの補償原理)

はじめに、1stステップを終えた図5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（以下、方位 45° と呼ぶこともある）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、第一の $\lambda/4$ 板220の N_z 係数 $N_z q_1$ 、第二の $\lambda/4$ 板240の N_z 係数 $N_z q_2$ に応じて、液晶セル230の厚み方向位相差 $R_1 c$ 、及び、第三種の複屈折層235の厚み方向位相差 R_3 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、235、液晶セル230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9のようになる。

[0090] 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 P_0 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 $\lambda/4$ 板220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220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 から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0091] 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 2 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。次に、VA 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 3 に到達する。このときの回転方向は点 L から原点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 と一致しない。このようにして、図 5 の液晶表示装置 2 0 0 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、1 s t ステップを終えただけの液晶表示装置 2 0 0 は、方位 45° において光学補償がなされていない。

[0092] なお、図 9 において点 P 1 ~ P 4 の位置は第一の $\lambda/4$ 板 2 2 0 の N z 係数 $Nz q 1$ 、第二の $\lambda/4$ 板 2 4 0 の N z 係数 $Nz q 2$ 、第三種の複屈折層 2 3 5 の厚み方向位相差 R 3、及び、液晶セル 2 3 0 の厚み方向位相差 R l c に依存するが、図 9 では一例として $Nz q 1 = Nz q 2 = 2.0$ 、 $R 3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R l c = 320 \text{ nm}$ 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 ~ 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。

[0093] 次に、図 1 0 に示すように、第一の偏光子（吸収軸方位 90° ）3 1 0、第一の第二種の複屈折層（進相軸方位 0° ）3 1 5、第一の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 135° ）3 2 0、第三種の複屈折層 3 3 5、VA モード液晶セル 3 3 0、第二の $\lambda/4$ 板（遅相軸方位 45° ）3 4 0、第二の第二種の複屈折層（進相軸方位 90° ）3 4 5 及び第二の偏光子（吸収軸方位 0° ）3 5 0 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 3 0 0 を考える。第一及び第二の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 5 の構成に追加されたものである。なお、図 1 0 中、第一及び第二の偏光子 3 1 0、3 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 3 2 0、3 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 3 1 5、3 4 5 に描かれた矢印は、その進相軸の方位を表し、V A モード液晶セル 3 3 0 及び第三種の複屈折層 3 3 5 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。

[0094] はじめに、図 1 0 の円偏光 V A モード液晶表示装置 3 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。バックライト（図 1 0 では、図示されていないが、第一の偏光子 3 1 0 の下方にある。）から出射した光が各偏光子 3 1 0、3 5 0、各複屈折層 3 1 5、3 2 0、3 3 5、3 4 0、3 4 5、液晶セル 3 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 1 1 のようになる。

[0095] まず、第一の偏光子 3 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 3 5 0 が吸収できる偏光状態、すなわち、第二の偏光子 3 5 0 の消光位（吸収軸方位）と一致している。次に、第一の第二種の複屈折層 3 1 5 を透過するが、点 P 0 にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点 R 2 - 1 で表わされる第一の第二種の複屈折層 3 1 5 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 0 から変化しない。そして、第一の $\lambda/4$ 板 3 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 3 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 から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0096] 次に、第三種の複屈折層 3 3 5 及び V A モード液晶セル 3 3 0 を透過するが、第三種の複屈折層 3 3 5 及び V A モード液晶セル 3 3 0 は正面方向でいずれも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 3 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 3 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 に到達する。最後に、第二の第二種の複屈折層 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_{2-2} で表わされる第二の第二種の複屈折層 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 10 の液晶表示装置 300 は、正面方向から観察すると、図 1 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。

[0097] 今度は、図 10 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 315, 320, 335, 340, 345、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 12 のようになる。

[0098] 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。次に、第一の第二種の複屈折層 315 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 R_{2-1} で表わされる第一の第二種の複屈折層 315 の進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。そして、第一の $\lambda/4$ 板 320 を透過することにより、点 P_1 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_2 に到達する。このときの回転方向は点 Q_1 から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0099] 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 R_3 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。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転変換を受け、点P4に到達する。このときの回転方向は点Lから原点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転変換を受け、点P5に到達する。最後に、第二の第二種の複屈折層345を透過することにより、ポアンカレ球上の点R2-2で表わされる第二の第二種の複屈折層345の進相軸を中心に特定角度の回転変換を受け、点P6に到達する。このときの回転方向は点R2-2から原点を向かうように見て時計回りである。この点P6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10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。

[0100] 最後に、図10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315、320、335、340、345、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13のようになる。

[0101] 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。次に、第一の第二種の複屈折層315を透過するが、点P0にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点R2-1で表わされる第一の第二種の複屈折層315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P0から変化しない。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転変換を受け、点P1に到達する。こ

のときの回転方向は点Q 1 から原点を向かうように見て反時計回りである。

[0102] 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R 3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R 3から原点Oを向かうように見て反時計回りである。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Lから原点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 4に到達する。最後に、第二の第二種の複屈折層345を透過するが、点P 4にあった偏光状態は、ポアンカレ球上の点R 2-2で表わされる第二の第二種の複屈折層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 4から変化せず、この点P 4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10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。

[0103] このようにして、2ndステップを終えた図10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を遮断することができ、良好な黒表示が得られる。

[0104] なお、図11、図12及び図13において点P 1～P 6の位置は第一の $\lambda/4$ 板320のNz係数Nz q 1、第二の $\lambda/4$ 板340のNz係数Nz q 2、第三種の複屈折層335の厚み方向位相差R 3、液晶セル330の厚み方向位相差R l c並びに、第一及び第二の第二種の複屈折層315、345のNz係数Nz 2及び面内位相差R 2に依存するが、図11、図12及び図13では一例としてNz q 1=Nz q 2=2.0、R 3=-61nm、R l c=320nm、Nz 2=-0.05、R 2=89nm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 ～ P 6 の変換については軌跡を表す矢印を図示していない。

[0105] そして、本発明者が検討した結果、第一の $\lambda/4$ 板 3 2 0 の N z 係数 N z q 1、第二の $\lambda/4$ 板 3 4 0 の N z 係数 N z q 2 に応じて、第一及び第二の第二種の複屈折層 3 1 5, 3 4 5 の最適な N z 係数 N z 2 及び位相差値 R 2 があることが判明した。

[0106] ここで、コンピューターシミュレーションにより、第一の $\lambda/4$ 板 3 2 0 の N z 係数 N z q 1 と、第二の $\lambda/4$ 板 3 4 0 の N z 係数 N z q 2 と、第一及び第二の第二種の複屈折層 3 1 5, 3 4 5 の N z 係数 N z 2 及び面内位相差 R 2 の最適値との関係を調べた結果を表 3、図 1 4 及び図 1 5 に示した。また、簡単のために、ここでは第一の $\lambda/4$ 板 3 2 0 の N z 係数 N z q 1 と、第二の $\lambda/4$ 板 3 4 0 の N z 係数 N z q 2 とが同じである (N z q 1 = N z q 2 = N z q) としてコンピューターシミュレーションを行ったが、第一の $\lambda/4$ 板 3 2 0 の N z 係数 N z q 1 と第二の $\lambda/4$ 板 3 4 0 の N z 係数 N z q 2 とが互いに異なる場合にも、N z q 1 及び N z q 2 のそれぞれがその平均値 N z q に等しいとして考えることで、その N z q に応じ、第一及び第二の第二種の複屈折層 3 1 5, 3 4 5 の N z 係数 N z 2 及び面内位相差 R 2 の最適値を算出可能であり、表 3、図 1 4 及び図 1 5 の結果をそのまま参照できることが本発明者によって見いだされた。この理由は、図 7 - 6 等を用いて説明した場合と同様であるので、その説明は省略する。表 3、図 1 4 及び図 1 5 よりわかるように、平均値 N z q と、最適な N z 2、R 2 との関係は一般に簡単ではないが、1. $0 \leq N z q \leq 2.9$ 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 1 4 及び図 1 5 中に示した実線がそれを表わしている。

$$N z 2 = -0.87 \times N z q^2 + 2.15 \times N z q - 0.76 \quad (B)$$

$$R 2 = 25 \text{ nm} \times N z q^2 - 159 \text{ nm} \times N z q + 311 \text{ nm} \quad (C)$$

[0107] 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 3 1 5, 3 4 5 の各々の $N_z 2$ 及び $R 2$ は、表 3、図 1 4 及び図 1 5 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。本発明の液晶表示装置の作用効果を十分に奏する観点からは、 $N_z 2$ は最適値 ± 0.80 の範囲が好ましい。 $R 2$ は最適値 $\pm 40 \text{ nm}$ の範囲が好ましい。

なお、第一の第二種の複屈折層 3 1 5 の $N_z 2$ と、第二の第二種の複屈折層 3 4 5 の $N_z 2$ とは、両者の差が 0.1 未満である限り、互いに別途独立して上記範囲を満たすことができる。また、第一の第二種の複屈折層 3 1 5 の $R 2$ と、第二の第二種の複屈折層 3 4 5 の $R 2$ とは、両者の差が 20 nm 未満である限り、互いに別途独立して上記範囲を満たすことができる。また、 N_z 係数 $N_z q 1$ と N_z 係数 $N_z q 2$ を別個独立したものとして扱うと、位相差条件の設計が非常に複雑になってしまう。したがって、平均値 $N_z q$ を用いて最適な $N_z 2$ 、 $R 2$ を算出できることの意義は非常に大きい。

[0108] また、表 3 及び図 1 4 によると、 $N_z q < 2.00$ の範囲で、 $N_z 2$ の最適値は、 $0 < N_z 2 < 1$ の範囲となる。この範囲内の N_z 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 $2.00 \leq N_z q$ を満たすことが好適である。本発明者は、 $N_z q < 2.00$ 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、 $N_z q < 2.00$ の場合には、表 3、図 1 4 及び図 1 5 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 3 及び図 1 6 に示した。本発明の液晶表示装置の作用効果を十分に奏する観点からは、 $-0.80 \leq N_z 2 \leq 0$ (

最適値 -0.80 以上、 0 (=最適値) 以下の範囲) を満たし、かつ $5 \text{ nm} \leq R2' \leq 133 \text{ nm}$ (最適値 $\pm 40 \text{ nm}$ の範囲) を満たすことが好ましい。

[0109] [表3]

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	

[0110] 本発明の液晶表示装置と、本発明の液晶表示装置における好ましい形態の代表的なものとを以下に示す。

[0111] (付記1)

$n_x > n_y \geq n_z$ 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、第一の偏光子、第一の第二種の複屈折層、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、互いに対向する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液晶セル、該第一の第一種の複屈折層と異なる Nz 係数を有し、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、第二の第二種の複屈折層、及び、第二の偏光子をこの順に備え、該第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略 45° の角度をなし、該第二の第一種の複屈折層の面内遅相軸は、該第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸に対して略直交し、該第二の偏光子の吸収軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略直交し、該第一の第二種の複屈折層の面内遅相軸は、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し、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液晶表示装置。

[0112] (付記 2)

前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記第二の第一種の複屈折層の一方の N_z 係数は、2 以上であり、前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記第二の第一種の複屈折層の他方の N_z 係数は、1 以上、2 未満である付記 1 に記載の液晶表示装置。

[0113] (付記 3)

前記第一及び第二の第一種の複屈折層のうちで N_z 係数が大きい方は、前記液晶セルの背面側に配置される付記 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

[0114] (付記 4)

前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数は、前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数よりも大きく、前記第二の偏光子の観察面側に表面処理層を更に備える付記 1 ～ 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0115] (付記 5)

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じである付記 1 ～ 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0116] (付記 6)

$n_x \div n_y \geq n_z$ 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、前記第一の第一種の複屈折層と前記液晶セルとの間、及び、前記液晶セルと前記第二の第一種の複屈折層との間の少なくとも一方に、少なくとも一層の第三種の複屈折層を更に備える付記 1 ～ 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0117] (付記 7)

前記少なくとも一層の第三種の複屈折層は、前記液晶セルの背面側に配置される付記 6 に記載の液晶表示装置。

[0118] (付記 8)

前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数は、前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数よりも大きく、前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記少なくとも一層の第三種の複屈折層は、前記液晶セルの背面側に配置される付記 7 に記載の液晶表示装置。

[0119] (付記 9)

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、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) を満足する付記 6 ~ 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

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

$$(169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) - 50 \text{ nm} \leq R_{lc} + R_3 \quad (2)$$

$$R_{lc} + R_3 \leq (169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) + 50 \text{ nm} \quad (3)$$

[0120] (付記 10)

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、前記第一及び第二の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) を満足する付記 9 に記載の液晶表示装置。

$$(-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) - 0.80 \leq N_z 2 \quad (4)$$

$$N_z 2 \leq (-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) + 0.80 \quad (5)$$

$$(25 \text{ nm} \times N_z q^2 - 159 \text{ nm} \times N_z q + 311 \text{ nm}) - 40 \text{ nm} \leq R_2 \quad (6)$$

$$R_2 \leq (25 \text{ nm} \times N_z q^2 - 159 \text{ nm} \times N_z q + 311 \text{ nm}) + 40 \text{ nm} \quad (7)$$

[0121] (付記 11)

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第

一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、前記第一及び第二の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、 $N_z q < 2.00$ を満たし、 $-0.80 \leq N_z 2 \leq 0$ を満たし、かつ $5 \text{ nm} \leq R_2 \leq 133 \text{ nm}$ を満たす付記 6～9 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0122] (付記 1 2)

$n_x \div n_y \geq n_z$ 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、前記第一の第一種の複屈折層と前記液晶セルとの間、及び、前記液晶セルと前記第二の第一種の複屈折層との間に、第三種の複屈折層を備えない付記 1～5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0123] (付記 1 3)

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、前記液晶セルの黒表示時の厚み方向位相差を R_{lc} 、と定義するとき、下記式 (1)、(8) 及び (9) を満足する付記 1 2 に記載の液晶表示装置。

$$1.0 \leq N_z q \leq 2.9 \quad (1)$$

$$(169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) - 50 \text{ nm} \leq R_{lc} \quad (8)$$

$$R_{lc} \leq (169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) + 50 \text{ nm} \quad (9)$$

[0124] (付記 1 4)

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、前記第一及び第二の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) を満足する付記 1 3 に記載の液晶表示装置。

$$(-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) - 0.80 \leq N_z 2 \quad (4)$$

$$N_z 2 \leq (-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) + 0.80 \quad (5)$$

$$(25 \text{ nm} \times N z q^2 - 159 \text{ nm} \times N z q + 311 \text{ nm}) - 40 \text{ nm} \leq R 2 \quad (6)$$

$$R 2 \leq (25 \text{ nm} \times N z q^2 - 159 \text{ nm} \times N z q + 311 \text{ nm}) + 40 \text{ nm} \quad (7)$$

[0125] (付記 15)

前記第二の第二種の複屈折層の $N z$ 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第一の第二種の複屈折層の $N z$ 係数及び面内位相差と略同じであり、前記第一及び第二の第一種の複屈折層の $N z$ 係数の平均値を $N z q$ 、前記第一及び第二の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、 $N z q < 2.00$ を満たし、 $-0.80 \leq N z 2 \leq 0$ を満たし、かつ $5 \text{ nm} \leq R 2 \leq 133 \text{ nm}$ を満たす付記 12 又は 13 に記載の液晶表示装置。

[0126] (付記 16)

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の $N z$ 係数の平均値を $N z q$ 、と定義するとき、 $N z q < 2.00$ を満たす付記 6～11 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0127] (付記 17)

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の $N z$ 係数の平均値を $N z q$ 、と定義するとき、 $2.00 \leq N z q$ を満たす付記 12～15 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[0128] 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。更に、2以上の好ましい形態を互いに組み合わせた形態もまた、好ましい形態の一つである。

発明の効果

[0129] 本発明によれば、コスト削減が可能であり、生産性に優れ、広い視角範囲において高いコントラスト比を実現できる液晶表示装置を提供することができる。この液晶表示装置は、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。

図面の簡単な説明

[0130] [図1]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2] (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。

[図3]図1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4]図1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カレ球のS1-S2平面に投影して示した図である。

[図5]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6]図5の円偏光VAモード液晶表示装置（ $Nzq1 = Nzq2 = 2.0$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 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S1-S2平面に投影して示した図である。

[図7-1]図5の円偏光VAモード液晶表示装置（ $Nzq1 = Nzq2 = 2.0$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 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S1-S2平面に投影して示した図である。

[図7-2]図5の円偏光VAモード液晶表示装置 ($Nzq1 = 3.0$ 、 $Nzq2 = 1.0$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 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 $S1-S2$ 平面に投影して示した図である。

[図7-3]図5の円偏光VAモード液晶表示装置 ($Nzq1 = 2.5$ 、 $Nzq2 = 1.5$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 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 $S1-S2$ 平面に投影して示した図である。

[図7-4]図5の円偏光VAモード液晶表示装置 ($Nzq1 = 1.0$ 、 $Nzq2 = 3.0$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 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 $S1-S2$ 平面に投影して示した図である。

[図7-5]図5の円偏光VAモード液晶表示装置 ($Nzq1 = 1.5$ 、 $Nzq2 = 2.5$ 、 $R3 = -61\text{ nm}$ 、 $Rlc = 320\text{ nm}$ 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 $S1-S2$ 平面に投影して示した図である。

[図7-6]図5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、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の遅相軸が Nz 係数に依存して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8]図5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 係数の平均値 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。

[図9]図5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10]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11]図10の円偏光VAモード液晶表示装置 ($N_z q_1 = N_z q_2 = 2.0$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ 、 $N_z 2 = -0.30$ 、 $R_2 = 118 \text{ nm}$ 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。

[図12]図10の円偏光VAモード液晶表示装置 ($N_z q_1 = N_z q_2 = 2.0$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ 、 $N_z 2 = -0.30$ 、 $R_2 = 118 \text{ nm}$ 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13]図10の円偏光VAモード液晶表示装置 ($N_z q_1 = N_z q_2 = 2.0$ 、 $R_3 = -61 \text{ nm}$ 、 $R_{lc} = 320 \text{ nm}$ 、 $N_z 2 = -0.30$ 、 $R_2 = 118 \text{ nm}$ 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14]図10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 N_z 係数の平均値 $N_z q$ と、第一及び第二の第二種の複屈折層の N_z 係数 $N_z 2$ の最適値との関係を示したグラフである。

[図15]図10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 N_z 係数の平均値 $N_z q$ と、第一及び第二の第二種の複屈折層の面内位相差 R_2 の最適値との関係を示したグラフである。

[図16]図10の円偏光VAモード液晶表示装置について、 $N_z q < 2.00$ の範囲で、 $N_z 2 = 0$ 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 N_z 係数の平均値 $N_z q$ と、第一及び第二の第二種の複屈折層の面内位相差 R_2 の最適値との関係を示したグラフである。

[図17] 第二種の複屈折層を含み、第三種の複屈折層を含まない円偏光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18] 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19] (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20] 図10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

[0131] (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ず、設計条件に応じて最も生産的な方法を適宜選択し得る。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、溶融押出し法等を用いることができる。共押出し法により、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。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。第一及び第二の $\lambda/4$ 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好ましい。特に N_z 係数がより小さい方の $\lambda/4$ 板については、斜め延伸法を採用することが好ましい。他方、 N_z 係数がより大きい方の $\lambda/4$ 板については、可能であれば斜め延伸法を採用することが好ましいが、採用できない場合は上記その他の方法を適宜選択し得る。以下、複屈折層の種類別にさらに具体的に説明する。

[0132] (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。

[0133] (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、ポリビニルビフェニル、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、特許文献８に開示がある。

[0134] （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。

[0135] （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。

[0136] （液晶セル）

液晶セルとしては、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ものでさえあればよく、そのような液晶セルの表示モードとしては、例えば、VAモードには、Multi-domain VA（MVA）モード、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）モード等が挙げられる。また、液晶セルの駆動形式としては、TFT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。

[0137] （表面処理層）

表面処理層としては、主に次の3つのものが挙げられる。第一に、傷付防止のためのハードコート層、第二に、防眩性を付与するためのAG (Anti Glare) 層、第三に、表面反射を低減させるための反射防止層である。反射防止層としては、反射率が低いAR (Anti Reflection) 層、反射率がAR層よりも高いLR (Low Reflection) 層、反射率が非常に低いモスアイ層等が挙げられる。なお、表面処理層は、通常、透明な保護フィルム（例えば、TACフィルム）上に形成される。また、複数の表面処理層を積層してもよく、そのような積層体としては、例えば、LR層上にAG層が積層されたAGLR層、AR層上にAG層が積層されたAGAR層等が挙げられる。観察面側円偏光板は、好適には、表面処理層付きの保護フィルムと、偏光子と、第一及び第二の $\lambda/4$ 板のうちでNz係数が小さい方とを用いてロール・ツー・ロール技術によって作製される。

[0138] (R、R_{t h}、Nz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ラリメータ (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_{t h}及びNz係数は、複屈折層の法線方向、法線方向から $-50^\circ \sim 50^\circ$ 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Nz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。

[0139] (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° 、 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。

[0140] 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。

[0141] 本発明に係る実施例1～13の液晶表示装置は、図10に示すように、バックライト（図示せず）、第一の偏光子310、第一の第二種の複屈折層315、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）320、第三種の複屈折層335、VAモード液晶セル330、第二の $\lambda/4$ 板340、第二の第二種の複屈折層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モード液晶表示装置300である。実施例1～13では、第一の $\lambda/4$ 板320のNz係数と、第二の $\lambda/4$ 板340のNz係数とが互いに異なっている。なお、図10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、第一及び第二の第二種の複屈折層315、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。

[0142] 本発明に係る実施例14～16の液晶表示装置及び比較例5の液晶表示装置は、図17に示すように、バックライト（図示せず）、第一の偏光子410、第一の第二種の複屈折層415、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）420、VAモード液晶セル430、第二の $\lambda/4$ 板440、第二の第二種の複屈折層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モード液晶表示装置400である。すなわち、図17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10の液晶表示装置300と異なる。実施例14～16では、第一の $\lambda/4$ 板420のNz係数と、第二の $\lambda/4$ 板440のNz係数とが互いに異なっているが、比較例5では、第一の $\lambda/4$ 板420のNz係数と、第二の $\lambda/4$ 板440のNz係数とが同

じに設定されている。なお、図 17 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 $\lambda/4$ 板 420、440 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 415、445 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 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。

[0143] 本発明に係る実施例 17、18 の液晶表示装置及び比較例 1～4 の液晶表示装置は、図 18 に示すように、バックライト（図示せず）、第一の偏光子 510、第一の第二種の複屈折層 515、第一の $\lambda/4$ 板（第一種の複屈折層）520、VA モード液晶セル 530、第三種の複屈折層 535、第二の $\lambda/4$ 板 540、第二の第二種の複屈折層 545 及び第二の偏光子 550 をこの順に積層して得られた円偏光 VA モード液晶表示装置 500 である。すなわち、図 18 の液晶表示装置 500 は、第三種の複屈折層及び VA モード液晶セルの配置場所が図 10 の液晶表示装置 300 と異なる。実施例 17、18 では、第一の $\lambda/4$ 板 520 の N_z 係数と、第二の $\lambda/4$ 板 540 の N_z 係数とが互いに異なっているが、比較例 1～4 では、第一の $\lambda/4$ 板 520 の N_z 係数と、第二の $\lambda/4$ 板 540 の N_z 係数とが同じに設定されている。なお、図 18 中、第一及び第二の偏光子 510、550 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 520、540 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 515、545 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 530 及び第三種の複屈折層 535 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。

[0144] 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_{th} 又は R_{lc} 、及び、 N_z 係数については、下記の表 4～6 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

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

さらに、表中、N z 係数平均値は、第一の $\lambda/4$ 板のN z 係数と、第二の $\lambda/4$ 板のN z 係数との平均値と定義する。

[0145] (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、C R (0、60) 及びC R (45、60) を下記の表4～6に整理した。

本発明に係る実施例1～18の液晶表示装置のC R (0、60) 及びC R (45、60) は、いずれも比較例1～5のC R (0、60) 及びC R (45、60) と同等の値が得られ、目視評価においても比較例1～5と同等の非常に優れたコントラスト比－視野角特性を有していた。

[0146] また、実施例1～18では、第一の $\lambda/4$ 板のN z 係数と、第二の $\lambda/4$ 板のN z 係数とが互いに異なっているため、N z 係数が小さい方の第一の $\lambda/4$ 板を含む円偏光板の生産性に優れており、コスト削減が可能である。特にN z 係数が略1.6に調節された $\lambda/4$ 板として、斜め延伸により作製された汎用品の $\lambda/4$ 板を流用することができるので、N z 係数が略1.6に調節された $\lambda/4$ 板を含む実施例の生産上のメリットは非常に大きい。

[0147] 実施例1～16では、N z 係数が小さい方の第一の $\lambda/4$ 板が液晶セルの観察面側に配置されているため、表面処理違いの要求に応えるために品種が増えがちな観察面側（第二の偏光子側）の偏光板の生産性を向上することができる。

[0148] 実施例1～13では、第三種の複屈折層が液晶セルの背面側（バックライト側）に配置されており、実施例1～13は、実施例17、18及び比較例1

～4 に比べて、観察面側（第二の偏光子側）の偏光板の構成がより簡単であるため、より生産性が高い。

[0149] 実施例3は、実施例2に比べて液晶セルの位相差が大きい、第三種の複屈折層の位相差を変更して液晶セルの位相差を補償している。そのため、実質的には実施例2と同じ光学補償がなされていることがわかる。このように、本発明の液晶表示装置によれば、第三種の複屈折層の位相差を変えるだけで複数の液晶セルの位相差に対応できることがわかる。そのため、上述のように品種が増えがちな観察面側の偏光板の構成を一切変更する必要がない。

[0150] 比較例1～5の液晶表示装置は、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の N_z 係数がともに比較的大きく、第一及び第二の $\lambda/4$ 板の作製が困難となる場合がある。

[0151] 以上説明したように、本発明の液晶表示装置によれば、非常に優れた視野角特性を確保しつつ、製造上の種々のメリットを得ることができる。

[0152]

[表4]

	光学部材名	材料名	軸角度 [°]	位相差 [nm]		Nz係数	Nz係数 平均値	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				2.01	60	160
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.10			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-70				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.92			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	90		-0.02			
実施例2	第一の偏光素子		90				2.03	60	161
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.65			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-70				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.41			
実施例3	第一の第二種の複屈折層	A	90	90		-0.02	2.03	60	161
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.65			
	VAモード液晶セル				350				
	第三種の複屈折層	NB		2	-100				
実施例4	第一のλ/4板	NB	135	138		2.41	2.05	62	161
	第一の第二種の複屈折層	A	90	90		-0.02			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.98			
	VAモード液晶セル				320				
実施例5	第三種の複屈折層	NB		2	-70		2.15	58	175
	第一のλ/4板	NB	135	138		3.20			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	85		-0.10			
	第一の偏光素子		90						
	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		1.10			
実施例6	VAモード液晶セル				320		2.14	58	175
	第三種の複屈折層	TAC		2	-52				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.65			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	85		-0.10			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	85		-0.10			
実施例7	第二のλ/4板	NB	45	138		1.98	2.13	59	176
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	TAC		2	-52				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.28			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	85		-0.10			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
実施例8	第二の第二種の複屈折層	A	0	80		-0.28	2.22	59	175
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.10			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-30				
	第一のλ/4板	NB	135	138		3.34			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	80		-0.28			
	第一の偏光素子		90						
実施例9	第二の偏光素子		0				2.21	59	176
	第二の第二種の複屈折層	A	0	80		-0.28			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.65			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-30				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.77			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	80		-0.28			
実施例10	第一の偏光素子		90				2.20	60	176
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	80		-0.28			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.98			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-30				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.42			
実施例10	第一の第二種の複屈折層	A	90	80		-0.28			
	第一の偏光素子		90						

[0153] [表5]

	光学部材名	材料名	軸角度 [°]	位相差 [nm]		Nz係数	Nz係数 平均値	評価結果	
				R	Rth 又はRlc			CR (45.60)	CR (0.60)
実施例11	第二の偏光素子		0				2.32	60	174
	第二の第二種の複屈折層	A	0	73		-0.44			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.10			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-10				
	第一のλ/4板	NB	135	138		3.54			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	73		-0.44			
実施例12	第一の偏光素子		90				2.32	61	174
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	73		-0.44			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.65			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-10				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.99			
実施例13	第一の第二種の複屈折層	A	90	73		-0.44	2.33	61	174
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	73		-0.44			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.98			
	VAモード液晶セル				320				
	第三種の複屈折層	NB		2	-10				
実施例14	第一のλ/4板	NB	135	138		2.68	2.39	58	174
	第一の第二種の複屈折層	A	90	73		-0.44			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	71		-0.50			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.10			
	VAモード液晶セル				320				
実施例15	第一のλ/4板	NB	135	138		3.68	2.38	59	175
	第一の第二種の複屈折層	A	90	71		-0.50			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	71		-0.50			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.65			
	VAモード液晶セル				320				
実施例16	第一のλ/4板	NB	135	138		3.11	2.38	59	175
	第一の第二種の複屈折層	A	90	71		-0.50			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	71		-0.50			
	第二のλ/4板	NB	45	138		1.98			
	VAモード液晶セル				320				
実施例17	第一のλ/4板	NB	135	138		2.78	2.03	60	161
	第一の第二種の複屈折層	A	90	71		-0.50			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.41			
	第三種の複屈折層	NB		2	-70				
実施例18	VAモード液晶セル				320		2.03	60	161
	第一のλ/4板	NB	135	138		1.65			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	90		-0.02			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.41			
実施例19	第三種の複屈折層	NB		2	-70		2.03	60	161
	VAモード液晶セル				320				
	第一のλ/4板	NB	135	138		1.65			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	90		-0.02			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			

[0154]

[表6]

	光学部材名	材料名	軸角度 [°]	位相差 [nm]		Nz係数	Nz係数 平均値	評価結果	
				R	Rth 又はRlc			CR (45.60)	CR (0.60)
比較例1	第二の偏光素子		0				2.01	63	162
	第二の第二種の複屈折層	A	0	90		-0.02			
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.01			
	第三種の複屈折層	NB		2	-70				
	VAモード液晶セル				320				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.01			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	90		-0.02			
比較例2	第一の偏光素子		90				2.13	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				320				
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.13			
比較例3	第一の第二種の複屈折層	A	90	85		-0.10	2.21	62	178
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	80		-0.28			
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.21			
	第三種の複屈折層	NB		2	-30				
	VAモード液晶セル				320				
比較例4	第一のλ/4板	NB	135	138		2.21	2.32	62	176
	第一の第二種の複屈折層	A	90	80		-0.28			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	73		-0.44			
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.32			
	第三種の複屈折層	NB		2	-10				
比較例5	VAモード液晶セル				320		2.37	61	177
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.32			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	73		-0.44			
	第一の偏光素子		90						
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	71		-0.50			
	第二のλ/4板	NB	45	138		2.37			
比較例5	VAモード液晶セル				320		2.37	61	177
	第一のλ/4板	NB	135	138		2.37			
	第一の第二種の複屈折層	A	90	71		-0.50			
比較例5	第一の偏光素子		90				2.37	61	177
	第二の偏光素子		0						
	第二の第二種の複屈折層	A	0	71		-0.50			

[0155] 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

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。

[0156] 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。

[0157] 表面反射の抑制に用いられる反射防止膜（層）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19（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19（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。

- [0158] 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、例えば図10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 $\lambda/4$ 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、例えば図10の構成にモスアイフィルムを付加する場合には、図20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（観察面側）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。
- [0159] 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。
- [0160] 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（1～1000nm）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。
- [0161] 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

ば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。

[0162] 上述した実施例における各形態は、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。更に、2以上の好ましい形態を互いに組み合わせた形態もまた、好ましい形態の一つである。

[0163] 本願は、2011年3月31日に出願された日本国特許出願2011-080127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

[0164] 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

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

- 3 1 0 第一の偏光子
- 3 1 5 第一の第二種の複屈折層
- 3 2 0 第一の $\lambda/4$ 板
- 3 3 0 V Aモード液晶セル
- 3 3 5 第三種の複屈折層
- 3 4 0 第二の $\lambda/4$ 板
- 3 4 5 第二の第二種の複屈折層
- 3 5 0 第二の偏光子
- 3 6 0 モスアイフィルム
- 3 6 1 突起
- 3 6 2 フィルム基材部
- 4 0 0 円偏光V Aモード液晶表示装置
- 4 1 0 第一の偏光子
- 4 1 5 第一の第二種の複屈折層
- 4 2 0 第一の $\lambda/4$ 板
- 4 3 0 V Aモード液晶セル
- 4 4 0 第二の $\lambda/4$ 板
- 4 4 5 第二の第二種の複屈折層
- 4 5 0 第二の偏光子
- 5 0 0 円偏光V A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 V A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

請求の範囲

- [請求項1] $n_x > n_y \geq n_z$ 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、
第一の偏光子、
第一の第二種の複屈折層、
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、
互いに対向する一对の基板と該一对の基板間に挟まれた液晶層とを有する液晶セル、
該第一の第一種の複屈折層と異なる N_z 係数を有し、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、
第二の第二種の複屈折層、及び、
第二の偏光子
をこの順に備え、
該第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略 45° の角度をなし、
該第二の第一種の複屈折層の面内遅相軸は、該第一の第一種の複屈折層の面内遅相軸に対して略直交し、
該第二の偏光子の吸収軸は、該第一の偏光子の吸収軸に対して略直交し、
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し、
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液晶表示装置。
- [請求項2] 前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記第二の第一種の複屈折層の一方の N_z 係数は、2 以上であり、

前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記第二の第一種の複屈折層の他方の N_z 係数は、1 以上、2 未満である請求項 1 に記載の液晶表示装置。

[請求項3] 前記第一及び第二の第一種の複屈折層のうちで N_z 係数が大きい方は、前記液晶セルの背面側に配置される請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

[請求項4] 前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数は、前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数よりも大きく、
前記第二の偏光子の観察面側に表面処理層を更に備える請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[請求項5] 前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じである請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[請求項6] $n_x \div n_y \geq n_z$ 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、
前記第一の第一種の複屈折層と前記液晶セルとの間、及び、前記液晶セルと前記第二の第一種の複屈折層との間の少なくとも一方に、少なくとも一層の第三種の複屈折層を更に備える請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[請求項7] 前記少なくとも一層の第三種の複屈折層は、前記液晶セルの背面側に配置される請求項 6 に記載の液晶表示装置。

[請求項8] 前記第一の第一種の複屈折層の N_z 係数は、前記第二の第一種の複屈折層の N_z 係数よりも大きく、
前記第一の第一種の複屈折層、及び、前記少なくとも一層の第三種の複屈折層は、前記液晶セルの背面側に配置される請求項 7 に記載の液晶表示装置。

[請求項9] 前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、前記液晶セルの黒表示時の厚み方向位相差を $R \mid c$ 、

前記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) を満足する請求項 6 ~ 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

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

$$(169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) - 50 \text{ nm} \leq R_{lc} + R_3$$

$$(2)$$

$$R_{lc} + R_3 \leq (169 \text{ nm} \times N_z q - 81 \text{ nm}) + 50 \text{ nm}$$

$$(3)$$

[請求項10]

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、
前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、

前記第一及び第二の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) を満足する請求項 9 に記載の液晶表示装置。

$$(-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) - 0.80 \leq N_z 2 \quad (4)$$

$$N_z 2 \leq (-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) + 0.80 \quad (5)$$

$$(25 \text{ nm} \times N_z q^2 - 159 \text{ nm} \times N_z q + 311 \text{ nm}) - 40 \text{ nm} \leq R_2 \quad (6)$$

$$R_2 \leq (25 \text{ nm} \times N_z q^2 - 159 \text{ nm} \times N_z q + 311 \text{ nm}) + 40 \text{ nm} \quad (7)$$

[請求項11]

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、
前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、

前記第一及び第二の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、

$N_z q < 2.00$ を満たし、 $-0.80 \leq N_z 2 \leq 0$ を満たし、かつ
 $5nm \leq R_2 \leq 133nm$ を満たす請求項 6～9 のいずれかに記載の
 液晶表示装置。

[請求項12] $n_x \div n_y \geq n_z$ 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、

前記第一の第一種の複屈折層と前記液晶セルとの間、及び、前記液晶セルと前記第二の第一種の複屈折層との間に、第三種の複屈折層を備えない請求項 1～5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

[請求項13] 前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、前記液晶セルの黒表示時の厚み方向位相差を R_{lc} 、と定義するとき、

下記式 (1)、(8) 及び (9) を満足する請求項 12 に記載の液晶表示装置。

$$1.0 \leq N_z q \leq 2.9 \quad (1)$$

$$(169nm \times N_z q - 81nm) - 50nm \leq R_{lc} \quad (8)$$

$$R_{lc} \leq (169nm \times N_z q - 81nm) + 50nm \quad (9)$$

[請求項14] 前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、

前記第一及び第二の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) を満足する請求項 13 に記載の液晶表示装置。

$$(-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) - 0.80 \leq N_z 2 \quad (4)$$

$$N_z 2 \leq (-0.87 \times N_z q^2 + 2.15 \times N_z q - 0.76) + 0.80 \quad (5)$$

$$(25nm \times N_z q^2 - 159nm \times N_z q + 311nm) - 40nm$$

$$m \leq R^2 \quad (6)$$

$$R^2 \leq (25 \text{ nm} \times N_z q^2 - 159 \text{ nm} \times N_z q + 311 \text{ nm}) + 40 \text{ nm} \quad (7)$$

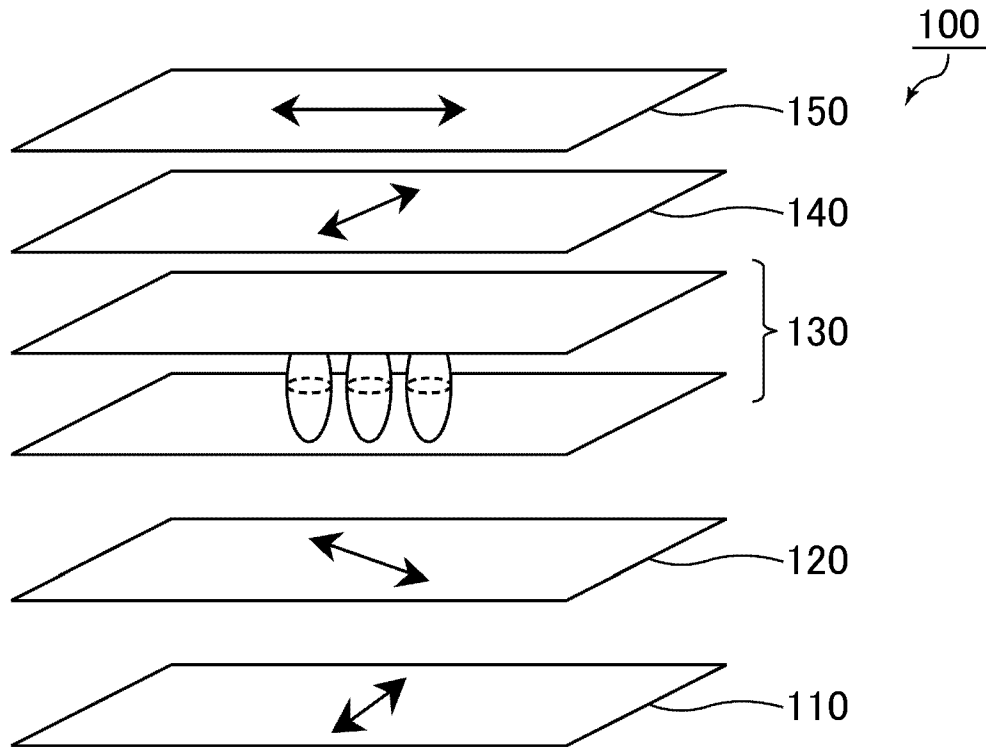
[請求項15]

前記第二の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差はそれぞれ、
前記第一の第二種の複屈折層の N_z 係数及び面内位相差と略同じであり、

前記第一及び第二の第一種の複屈折層の N_z 係数の平均値を $N_z q$ 、
前記第一及び第二の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、

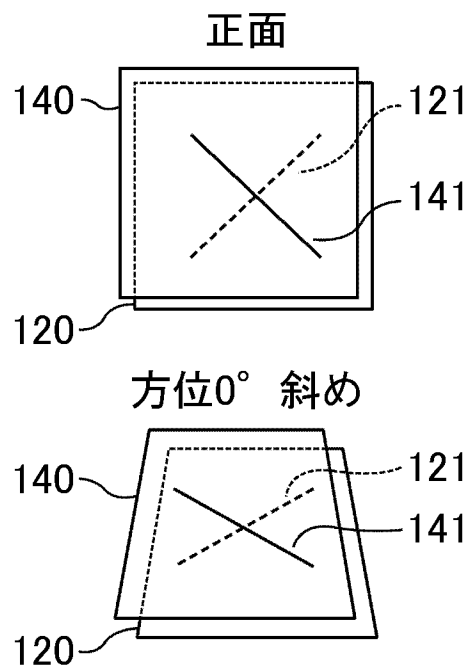
$N_z q < 2.00$ を満たし、 $-0.80 \leq N_z 2 \leq 0$ を満たし、かつ
 $5 \text{ nm} \leq R^2 \leq 133 \text{ nm}$ を満たす請求項12又は13に記載の液晶表示装置。

[図1]

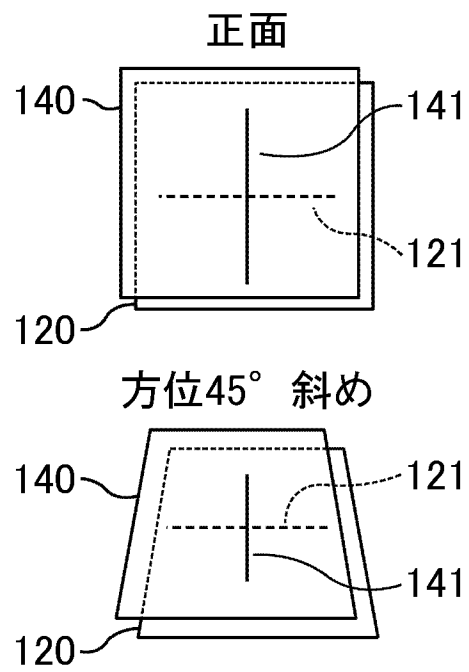


[図2]

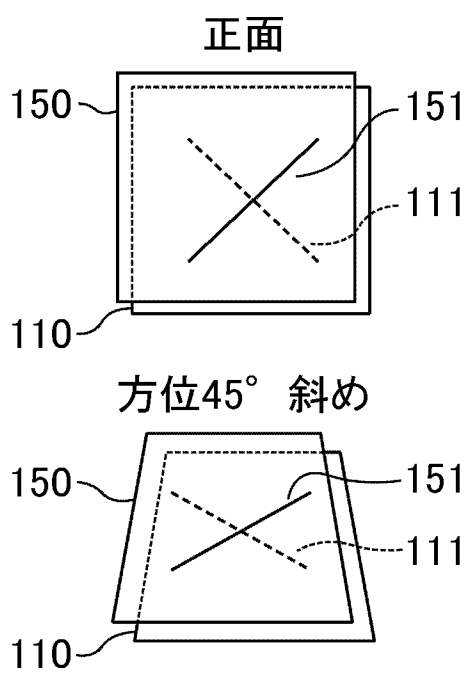
(a)



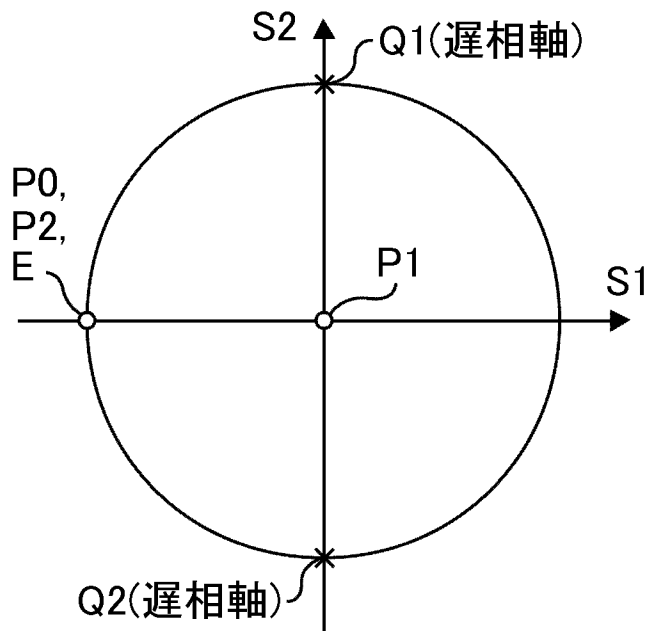
(b)



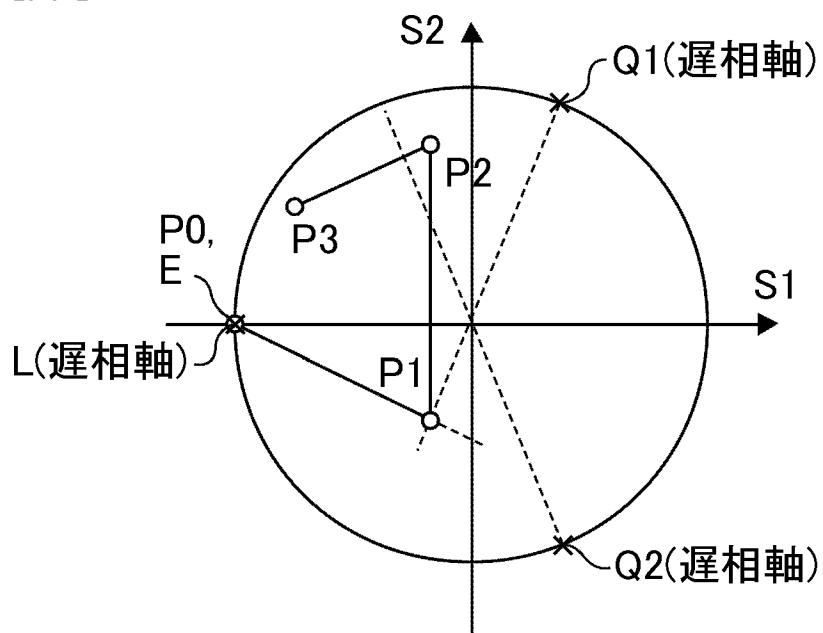
(c)



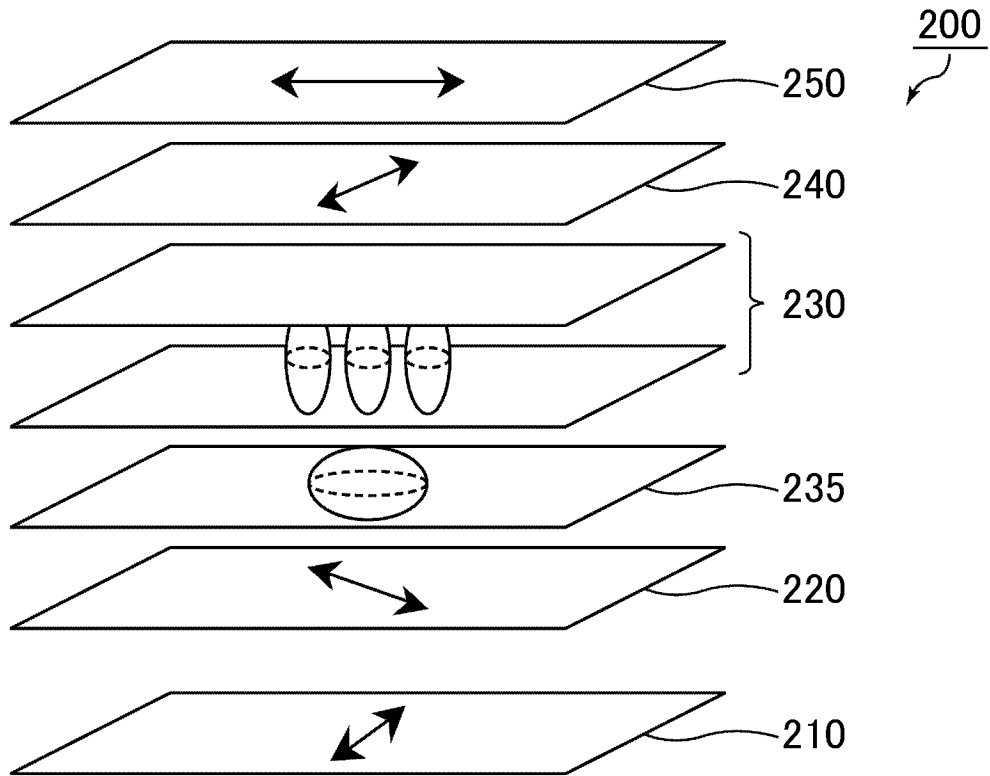
[図3]



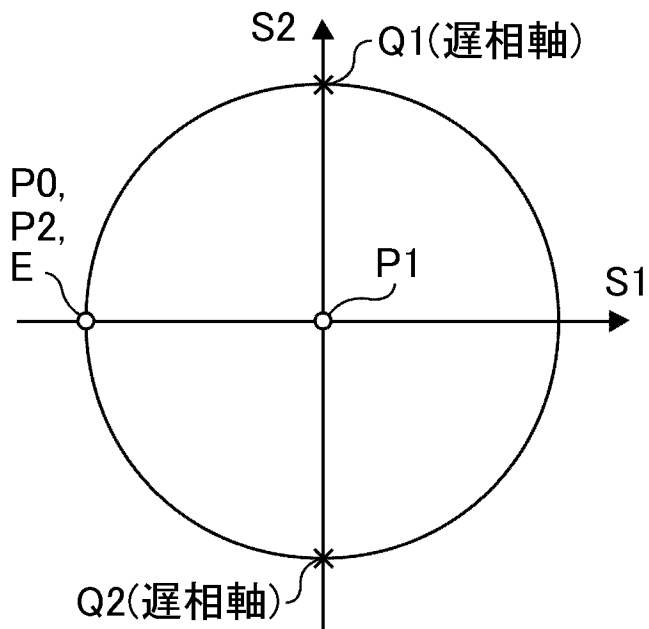
[図4]



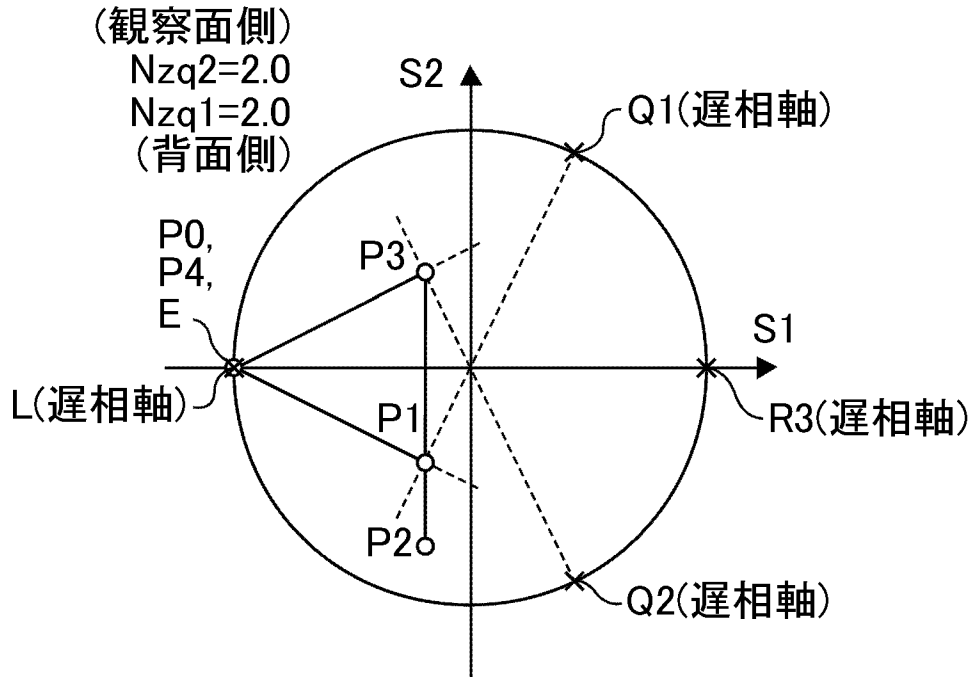
[図5]



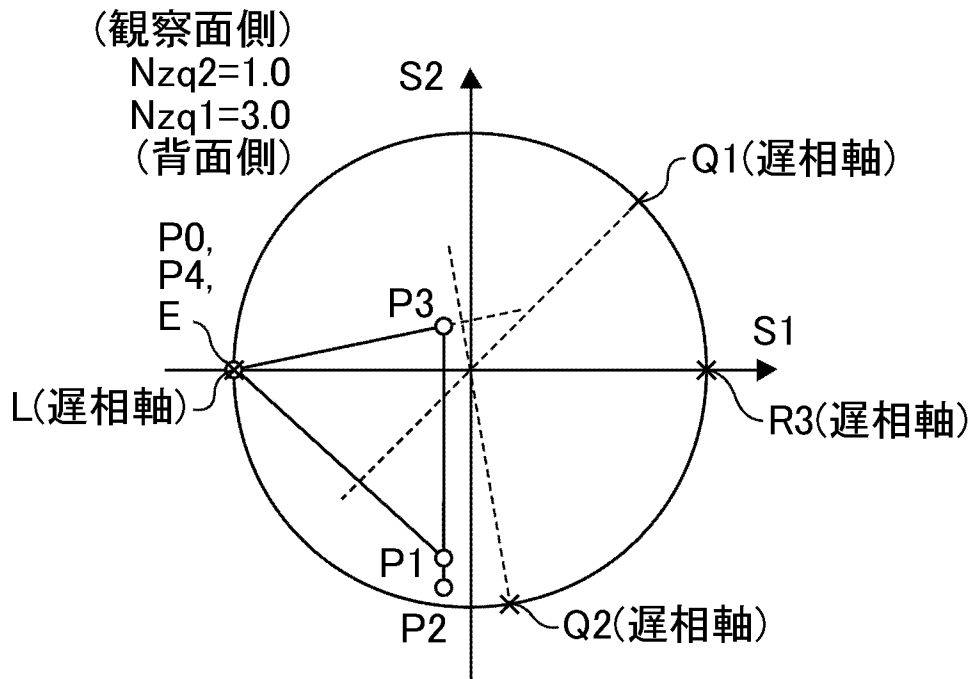
[図6]



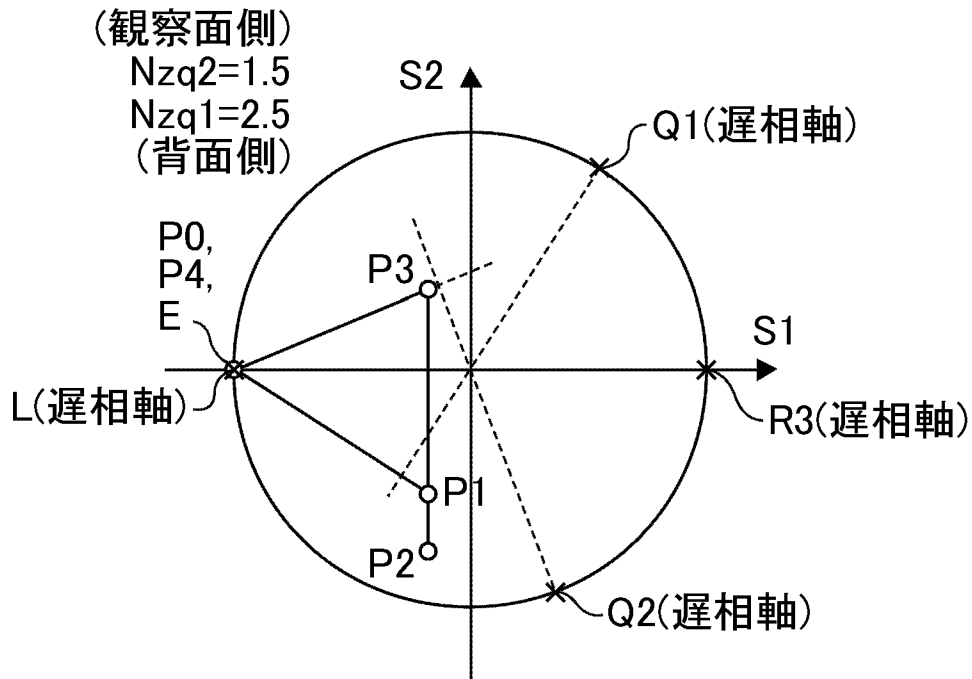
[図7-1]



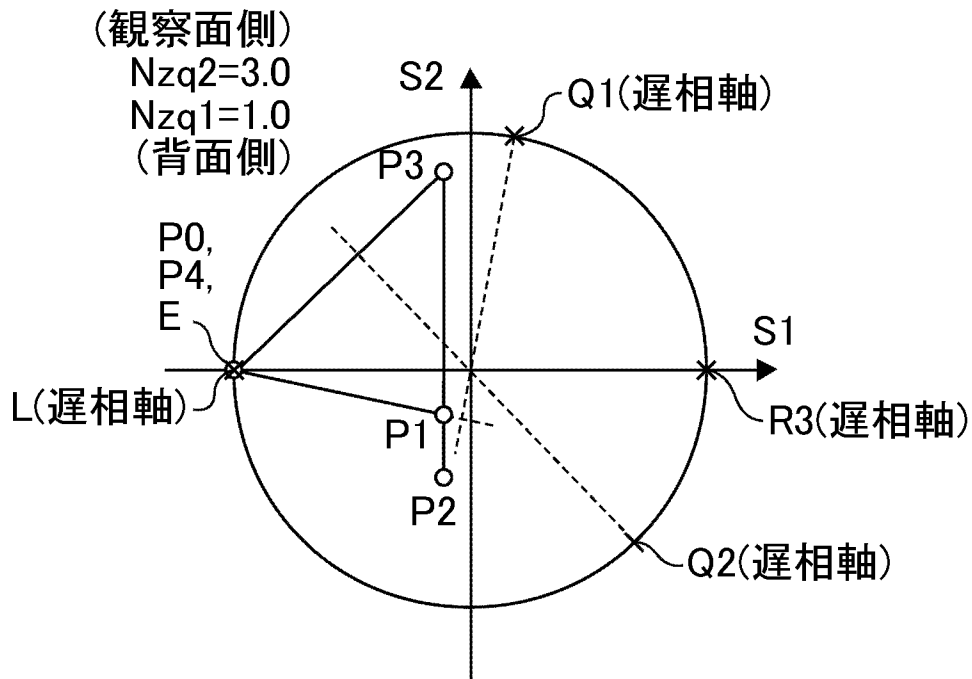
[図7-2]



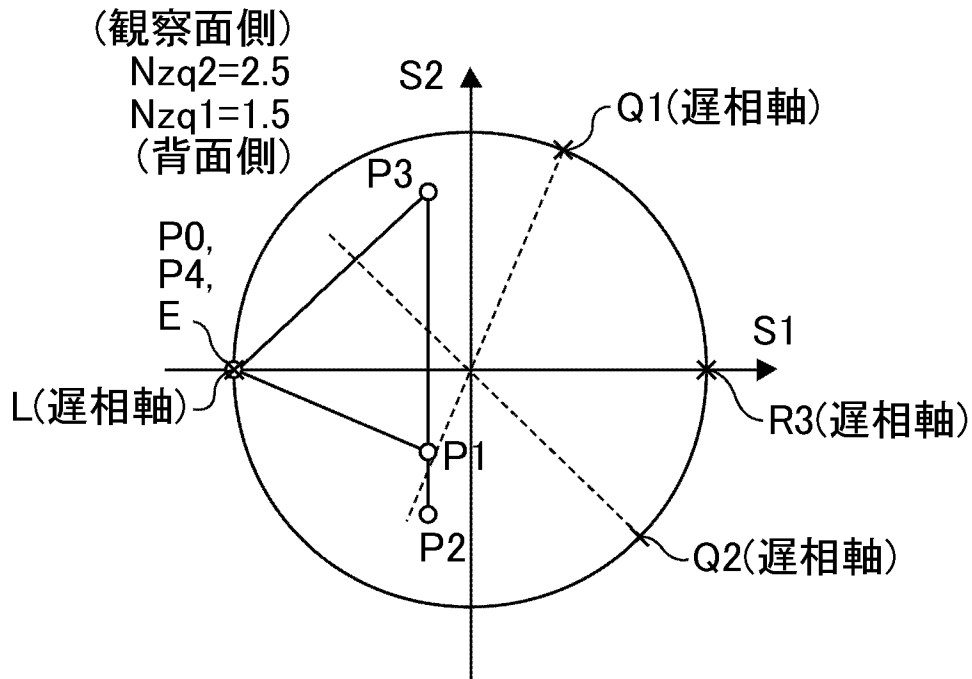
[図7-3]



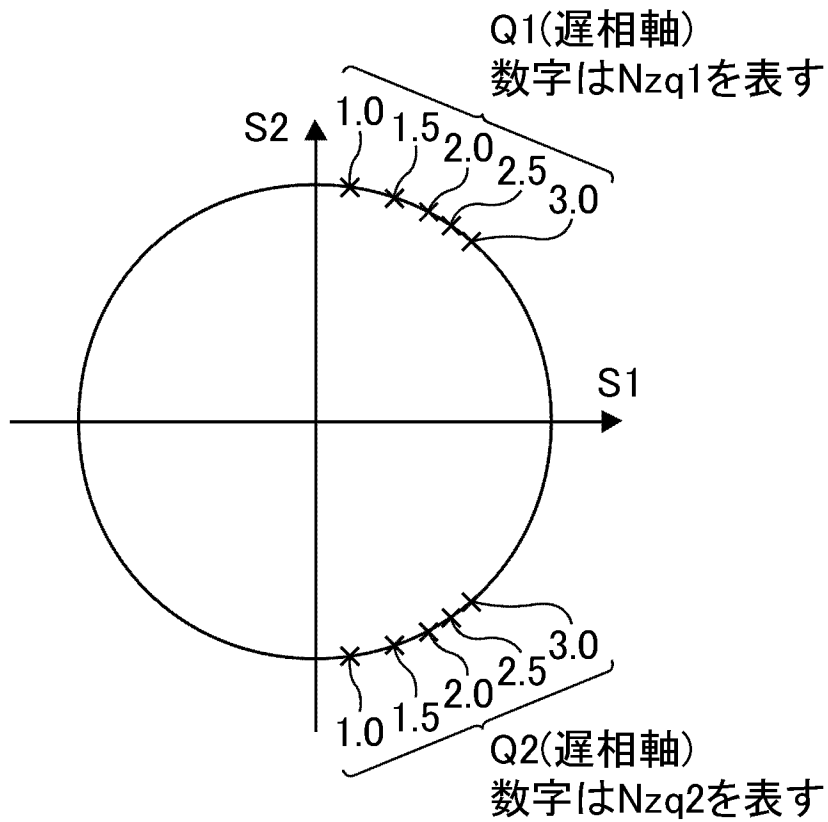
[図7-4]



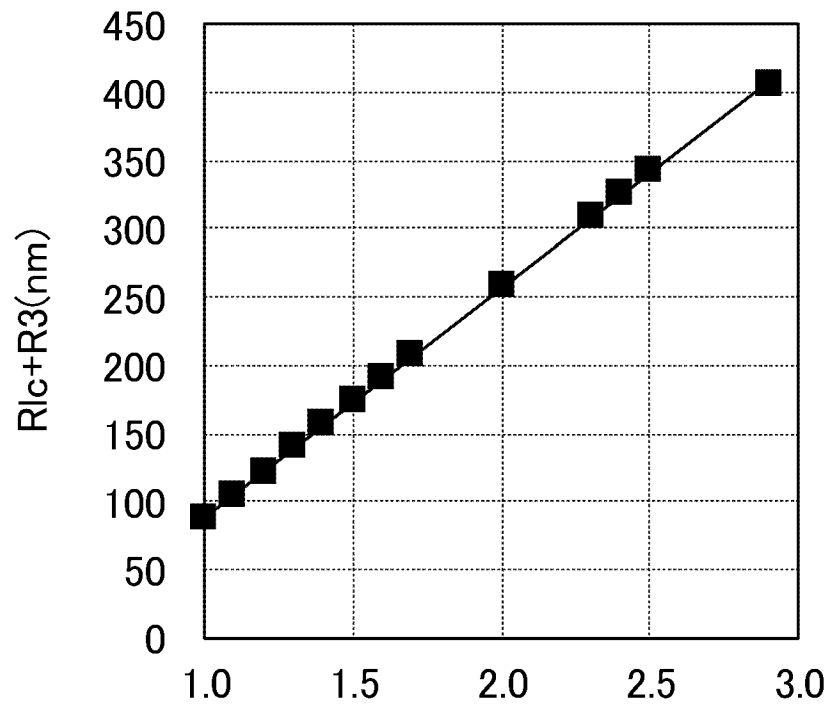
[図7-5]



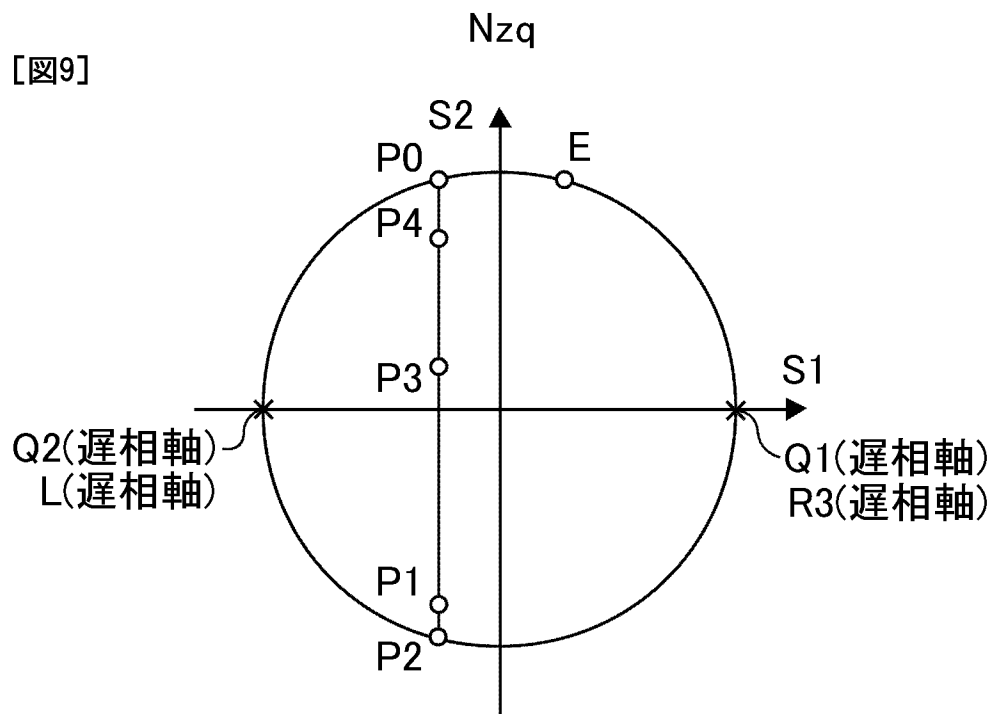
[図7-6]



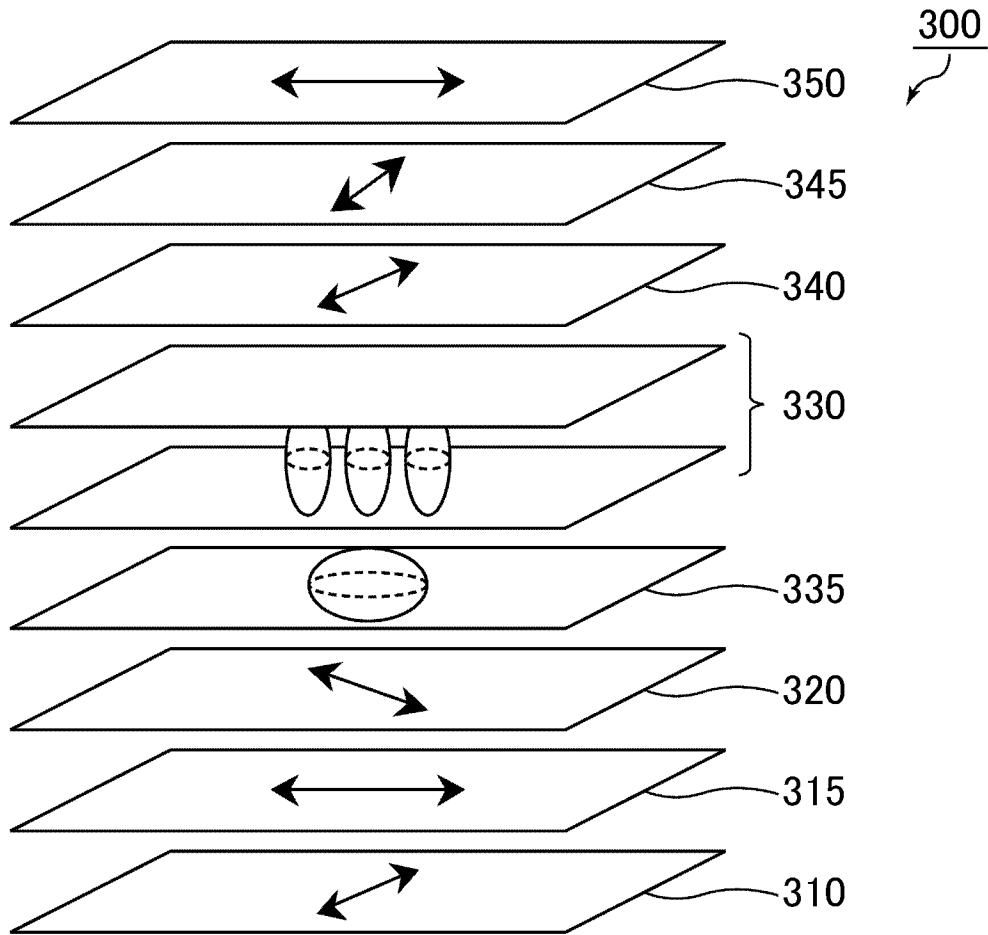
[図8]



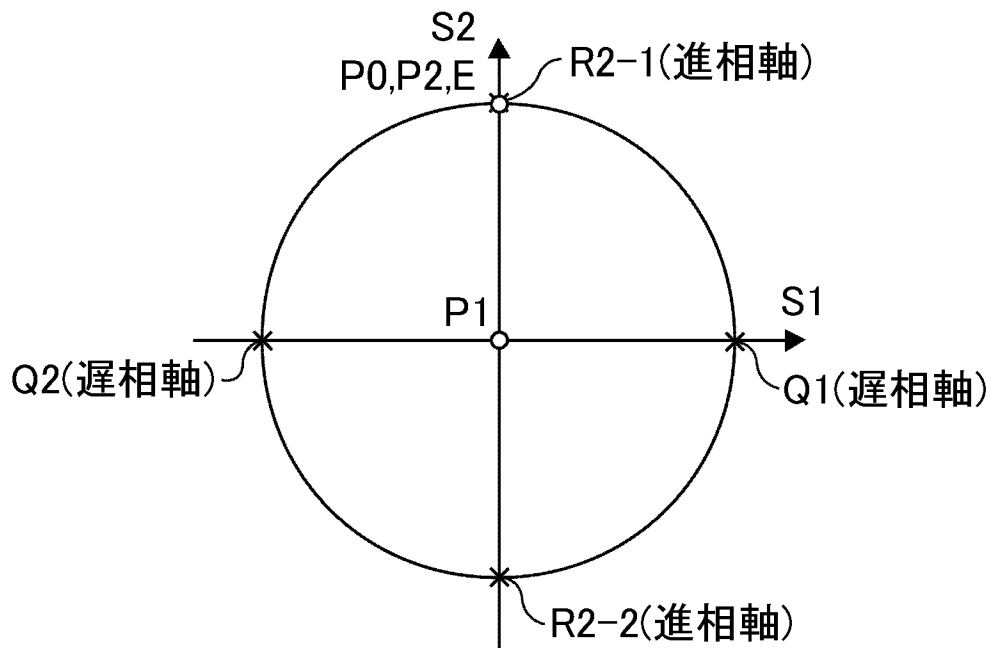
[図9]



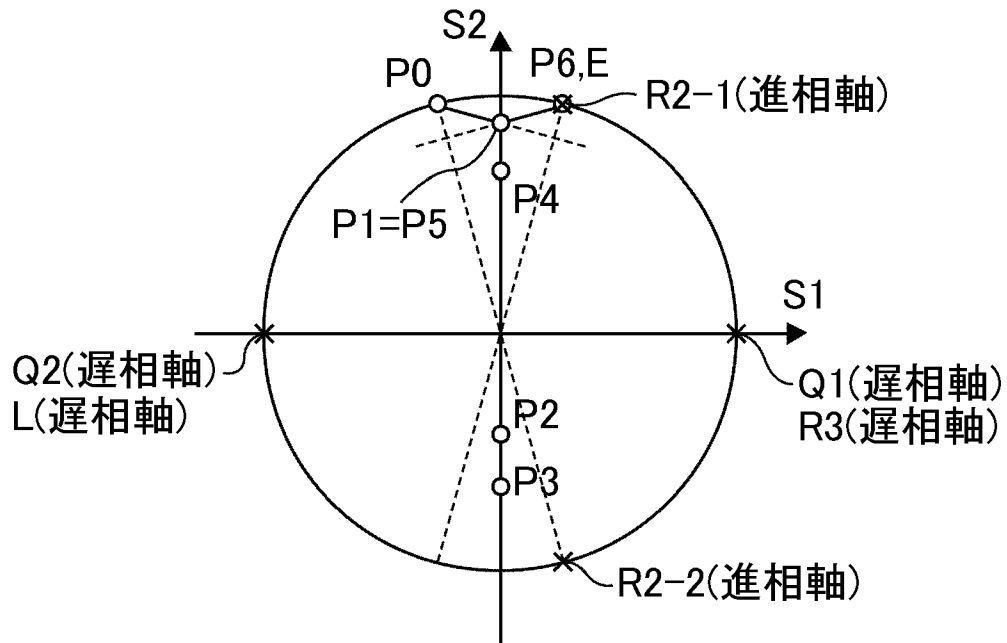
[図10]



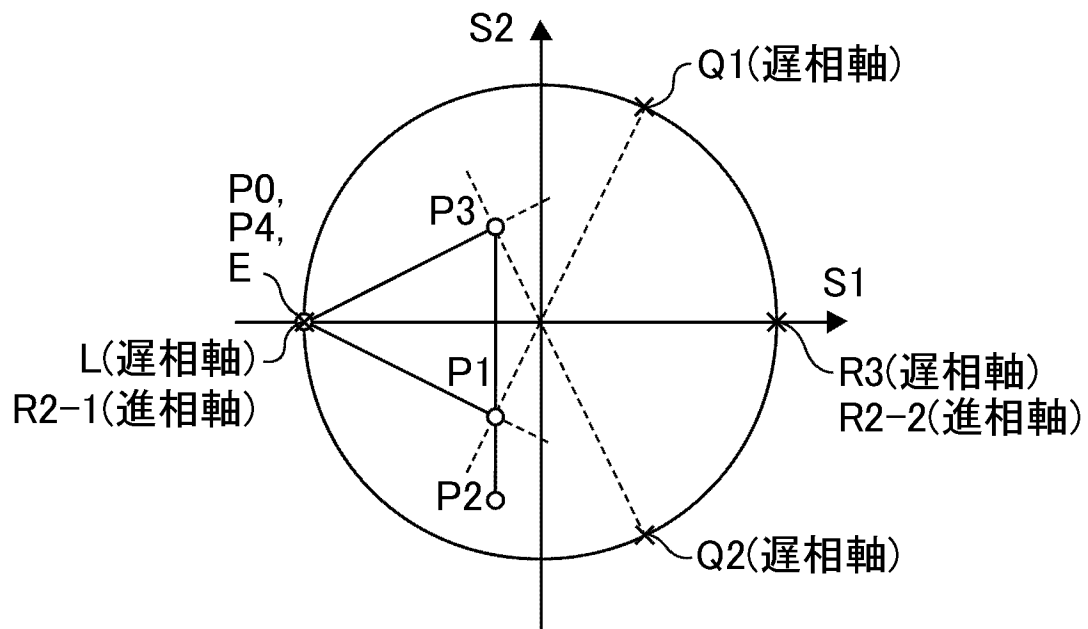
[図11]



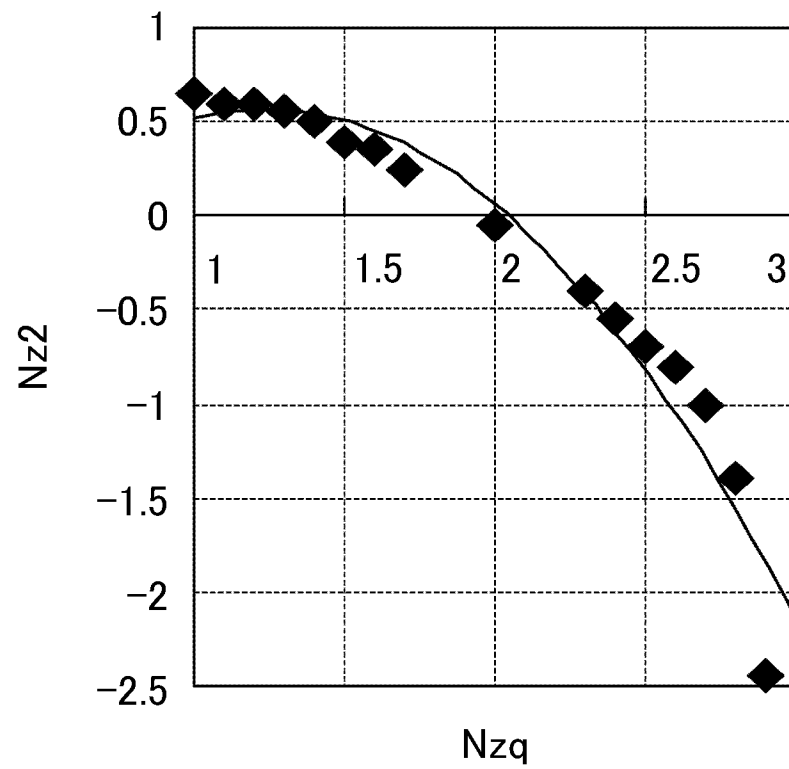
[図12]



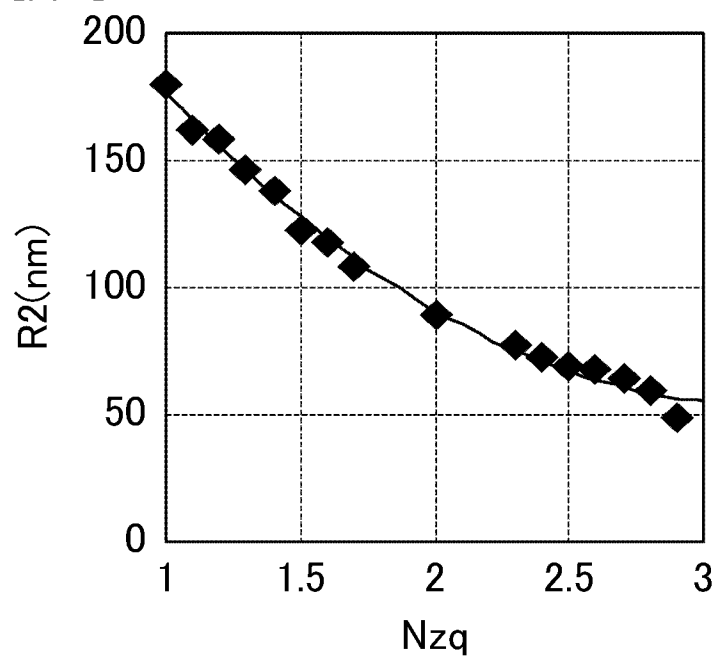
[図13]



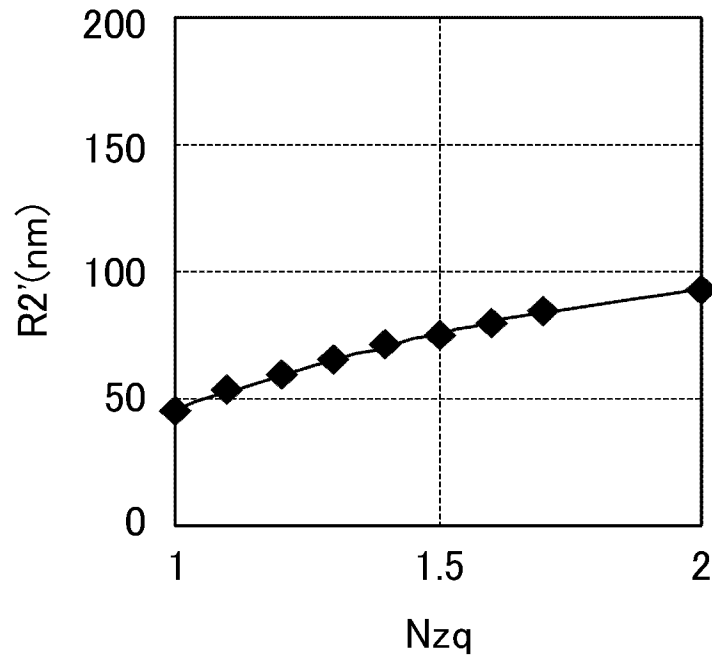
[図14]



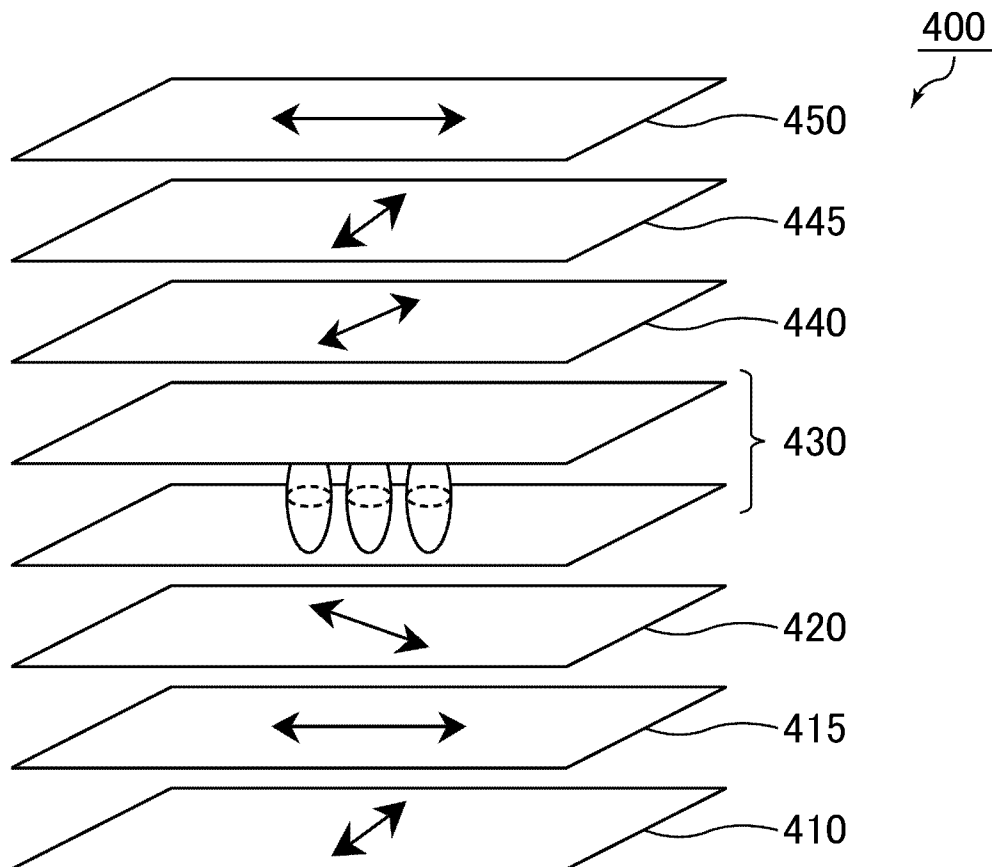
[図15]



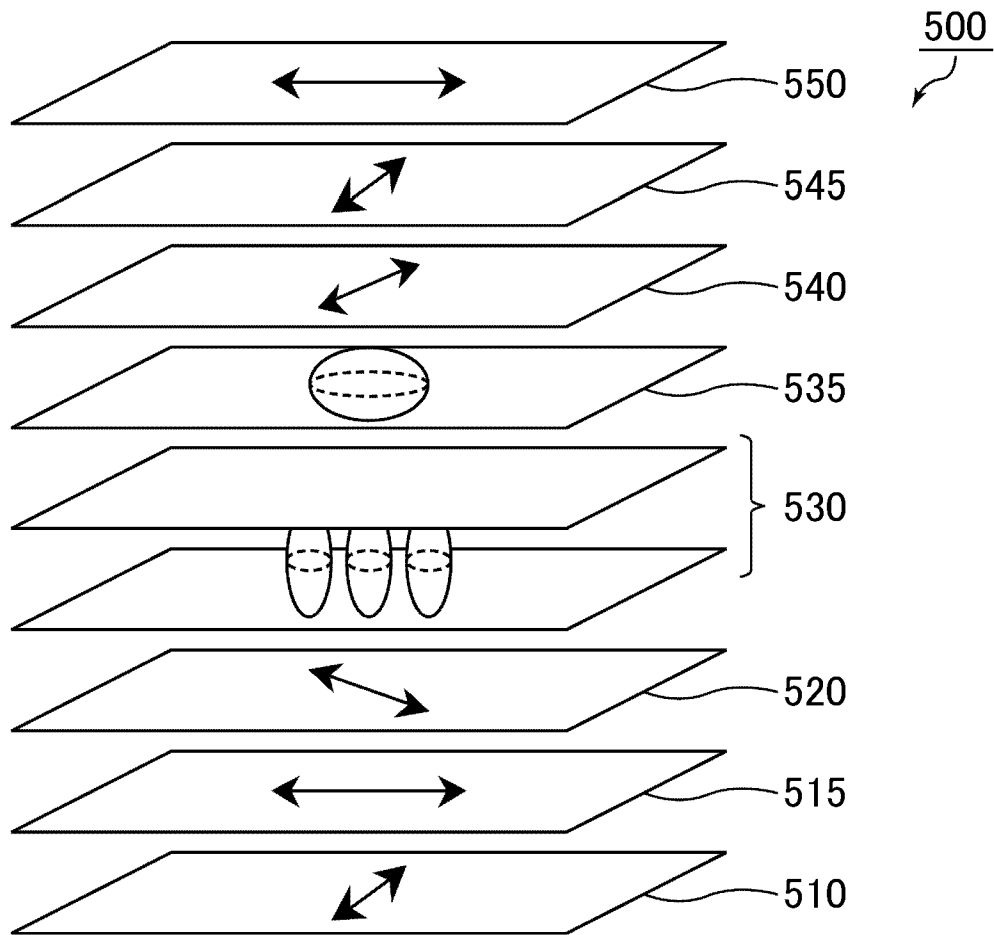
[図16]



[図17]

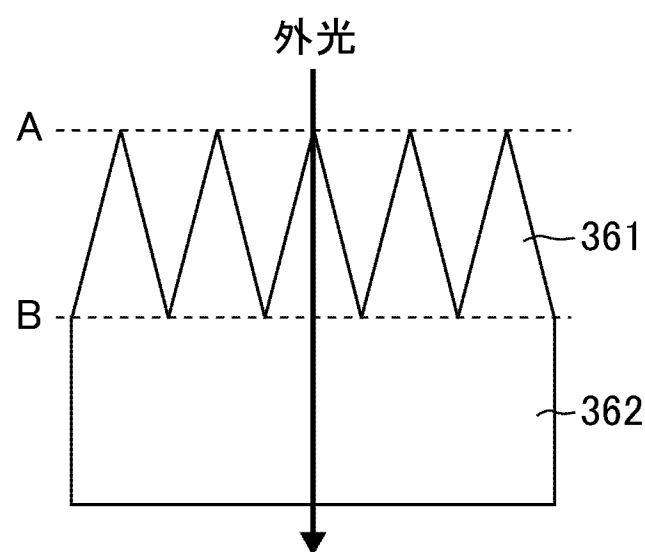


[図18]

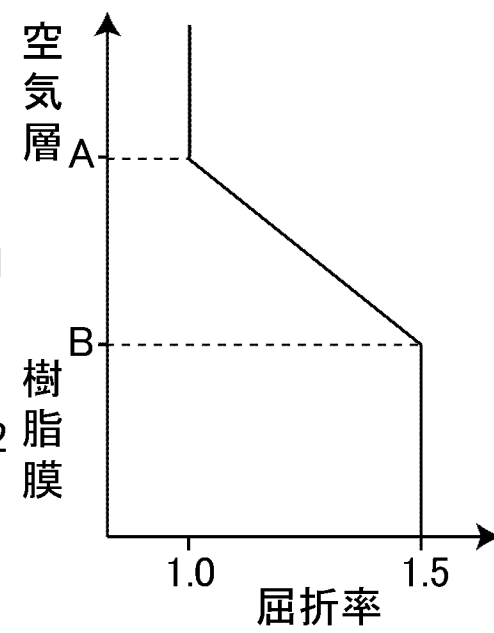


[図19]

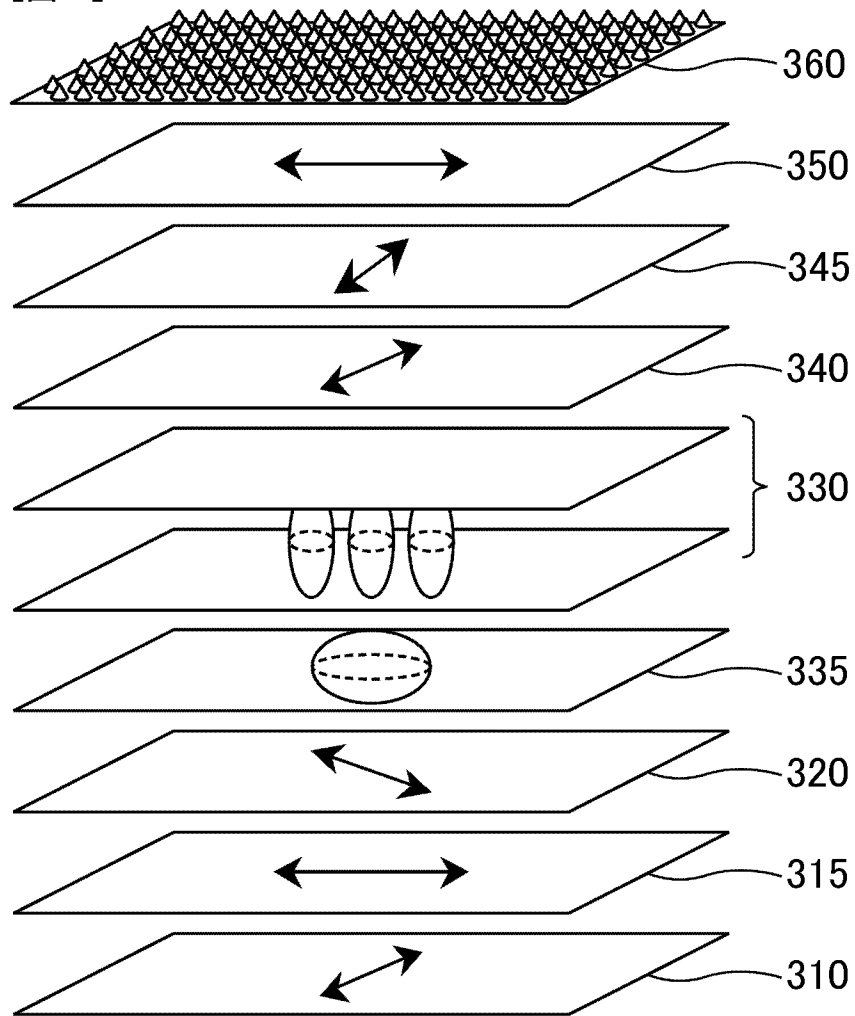
(a)



(b)



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/057435

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/13363(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, 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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
Y	WO 2011/013399 A1 (Sharp Corp.), 03 February 2011 (03.02.2011), paragraphs [0021] to [0104], [0115] to [0122], [0135] to [0139]; fig. 13, 27 to 28, 39 (Family: none)	1-15
Y	JP 2009-223279 A (Fujifilm Corp.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraphs [0006] to [0028]; fig. 1 to 6 & US 2009/0207355 A1	1-15



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

07 June, 2012 (07.06.12)

Date of mailing of the international search report

19 June, 2012 (19.06.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02F1/13363 (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（I P C）） Int.Cl. G02F1/13363, 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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	
Y	WO 2011/013399 A1（シャープ株式会社）2011. 02. 03, 段落 [0021]-[0104], [0115]-[0122], [0135]-[0139], 図 13, 27-28, 39 （ファミリーなし）	1-15	
Y	JP 2009-223279 A（富士フイルム株式会社）2009. 10. 01, 段落【0006】 - 【0028】， 図 1-6 & US 2009/0207355 A1	1-15	
☐ 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 0 7 . 0 6 . 2 0 1 2		国際調査報告の発送日 1 9 . 0 6 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 清水 督史 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5	2 L 3 6 1 0