

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-60606

(P2010-60606A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.

G02F 1/13363 (2006.01)

F I

G02F 1/13363

テーマコード (参考)

2H191

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-223324 (P2008-223324)
 (22) 出願日 平成20年9月1日(2008.9.1)

(71) 出願人 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (74) 代理人 100091340
 弁理士 高橋 敬四郎
 (74) 代理人 100105887
 弁理士 来山 幹雄
 (72) 発明者 岩本 宜久
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内
 Fターム(参考) 2H191 FA22X FA22Z FA30X FA30Z FB02
 FB05 FC08 FC09 FD09 FD12
 GA17 HA11 KA02 LA25 PA04
 PA08 PA24 PA64 PA67 PA85

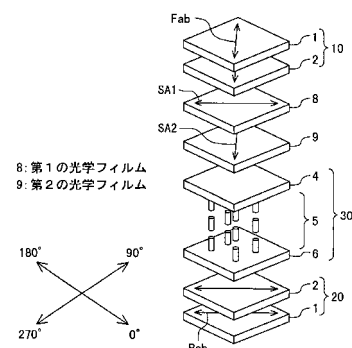
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 良好な表示を実現する。

【解決手段】 第1及び第2の透明基板と、第1及び第2の透明基板間に挟持された、リターデーションが300nm以上1000nm以下の垂直配向する液晶層と、第1の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、負の二軸光学異方性を有する第1及び第2の視角補償板と、第1及び第2の視角補償板の第1の透明基板とは反対側に配置された第1の偏光板と、第2の透明基板の液晶層とは反対側に、第1の偏光板とクロスニコルに配置された第2の偏光板とを有し、第2の視角補償板は、第1の透明基板と第1の視角補償板との間に配置され、第1の視角補償板の面内遅相軸と、第1の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、第1の視角補償板の面内遅相軸と、第2の視角補償板の面内遅相軸とは直交するように配置され、第1の視角補償板の面内方向の位相差は、第2の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子を提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 及び第 2 の透明基板と、
前記第 1 及び第 2 の透明基板間に挟持された、リターデーションが 300 nm 以上 1000 nm 以下の垂直配向する液晶層と、

前記第 1 の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、負の二軸光学異方性を有する第 1 及び第 2 の視角補償板と、

前記第 1 及び第 2 の視角補償板の前記第 1 の透明基板とは反対側に配置された第 1 の偏光板と、

前記第 2 の透明基板の前記液晶層とは反対側に、前記第 1 の偏光板とクロスニコルに配置された第 2 の偏光板と
を有し、

前記第 2 の視角補償板は、前記第 1 の透明基板と前記第 1 の視角補償板との間に配置され、

前記第 1 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 1 の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、

前記第 1 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 2 の視角補償板の面内遅相軸とは直交するように配置され、

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子。

【請求項 2】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差は、70 nm 以上 180 nm 以下であり、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差は、15 nm 以上 70 nm 以下である請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差は、100 nm 以上 150 nm 以下であり、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差は、15 nm 以上 60 nm 以下であり、

前記第 1 の視角補償板の厚さ方向の位相差は、前記第 2 の視角補償板の厚さ方向の位相差以下である請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

前記液晶層のリターデーションが 300 nm 以上 750 nm 以下である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

更に、前記第 1 の透明基板と、前記第 2 の視角補償板との間に配置された、少なくとも 1 枚のネガティブ C プレートを用意する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 の視角補償板の厚さ方向の位相差は、ともに 90 nm 以上 300 nm 以下である請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【請求項 7】

第 1 及び第 2 の透明基板と、

前記第 1 及び第 2 の透明基板間に挟持された、リターデーションが 200 nm 以上 500 nm 以下の垂直配向する液晶層と、

前記第 1 の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、少なくとも一方が A プレートであり、双方とも A プレートでない場合には他方が負の二軸光学異方性を有する視角補償板である第 1 及び第 2 の視角補償板と、

前記第 1 及び第 2 の視角補償板の前記第 1 の透明基板とは反対側に配置された第 1 の偏光板と、

前記第 2 の透明基板の前記液晶層とは反対側に、前記第 1 の偏光板とクロスニコルに配置された第 2 の偏光板と

10

20

30

40

50

を有し、

前記第 2 の視角補償板は、前記第 1 の透明基板と前記第 1 の視角補償板との間に配置され、

前記第 1 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 1 の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、

前記第 1 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 2 の視角補償板の面内遅相軸とは直交するように配置され、

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子。

【請求項 8】

前記第 1 の視角補償板の厚さ方向の位相差は、前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差の $1/2$ 以上、 300 nm 以下であり、

前記第 2 の視角補償板の厚さ方向の位相差は、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差の $1/2$ 以上、 300 nm 以下である請求項 7 に記載の液晶表示素子。

【請求項 9】

前記第 1 及び第 2 の視角補償板がともに A プレート、または、前記第 1 の視角補償板が A プレートで前記第 2 の視角補償板が負の二軸光学異方性を有する視角補償板であり、

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差が 100 nm 以上 300 nm 以下であり、

前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差が 0 nm より大きく 150 nm 以下である請求項 7 または 8 に記載の液晶表示素子。

【請求項 10】

前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差を R_{e2} 、厚さ方向の位相差を R_{th2} とするとき、 R_{e2} 及び R_{th2} は、 $4500/R_{th2} - 10\text{ nm} < R_{e2} < 4500/R_{th2} + 10\text{ nm}$ の関係を満たす請求項 9 に記載の液晶表示素子。

【請求項 11】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差が、 100 nm 以上 150 nm 以下、または、 250 nm 以上 300 nm 以下である請求項 9 または 10 に記載の液晶表示素子。

【請求項 12】

前記第 1 の視角補償板が負の二軸光学異方性を有する視角補償板で、前記第 2 の視角補償板が A プレートであり、

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差が 140 nm 以下であり、

前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差が 100 nm 以下である請求項 7 または 8 に記載の液晶表示素子。

【請求項 13】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差が、 100 nm 以上 140 nm 以下であり、

前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差が 70 nm 以下である請求項 12 に記載の液晶表示素子。

【請求項 14】

前記液晶層のリターデーションが 300 nm 以上 450 nm 以下である請求項 7 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【請求項 15】

更に、前記第 1 の透明基板と、前記第 2 の視角補償板との間に配置された、少なくとも 1 枚のネガティブ C プレートを備える請求項 7 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示素子 (liquid crystal display; LCD) に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

マルチプレックス駆動により動作するセグメント表示、またはセグメント表示とドットマトリクス表示がともに可能な液晶表示装置に、背景表示部や暗表示部の表示輝度が非常に低いノーマリブラック型液晶表示素子が搭載されることが多くなっている。その多くはバックライトに単色LEDを用いたモノクロ表示で、液晶表示素子構造としてはツイストネマチック(TN)タイプが採用されている。

【 0 0 0 3 】

液晶層内の液晶分子配向が、液晶層を挟持する上下ガラス基板に対して垂直または略垂直に配向する垂直配向モードの液晶セルを、略クロスニコルに配置された偏光板間に配置する垂直配向型液晶表示素子が知られている。垂直配向型液晶表示素子は、ガラス基板法線方位から観察したとき、光学特性がクロスニコル配置された偏光板とほぼ同等となるため、光透過率が非常に低くなり、高コントラスト比を比較的容易に実現することができる。垂直配向型液晶表示素子によって、バックライトの発光波長に依存しない良好なノーマリブラック表示が可能となる。

10

【 0 0 0 4 】

上側偏光板と上側ガラス基板間、及び下側偏光板と下側ガラス基板間の一方または双方に、負の一軸光学異方性を有する光学フィルム、または負の二軸光学異方性を有する光学フィルム(負の二軸フィルム)を配置した液晶表示素子の発明が開示されている(たとえば、特許文献1参照)。この液晶表示素子によれば、斜め方向から観察した場合においても、光透過率の上昇とコントラスト比の低下とが抑制され、良好な表示を実現することが可能である。

20

【 0 0 0 5 】

特許文献1に記載の視角補償方法については、負の二軸フィルムの面内位相差や面内遅相軸配置に関する効果的な条件が提案されている(たとえば、特許文献2参照)。

【 0 0 0 6 】

負の一軸光学異方性を有する光学フィルム(ネガティブCプレート)としては、偏光板の保護フィルムに用いられている、溶融キャスト法でフィルム化された樹脂であるトリアセチルセルロース(TAC)や、溶融押し出し法でフィルム化したノルボルネン系環状オレフィンポリマ(ノルボルネンCOP)樹脂を、フィルム押し出し方向とその直交方向に関して延伸加工した二軸延伸フィルムが市販されている。

30

【 0 0 0 7 】

負の二軸フィルムとしては、特殊なTAC樹脂をフィルム長手方向と直交する方向に一軸延伸加工したフィルム、及び、ノルボルネンCOPを二軸延伸加工したフィルムがある。これらはたとえば液晶テレビに用いられ、ネガティブCプレートよりも大量に流通している。

【 0 0 0 8 】

ネガティブCプレートは、TACフィルムによるものの場合、入手可能なフィルムの厚さ方向の位相差 R_{th} は50nm以下であることがほとんどである。また、ノルボルネンCOPによるものにおいても、入手可能なフィルムの厚さ方向の位相差 R_{th} は300nm以下である。 R_{th} が300nmより大きい光学フィルムは、たとえばコレステリック液晶ポリマを用いて作製されることが知られているが、現在のところ市販されていない。

40

【 0 0 0 9 】

負の二軸フィルムについては、入手可能な延伸TAC、ノルボルネンCOPともに、フィルムの面内位相差 R_e は、 $0\text{ nm} < R_e \leq 300\text{ nm}$ 、そのうち多くは、 $20\text{ nm} < R_e \leq 300\text{ nm}$ 、厚さ方向の位相差の最大値は、 $220\text{ nm} \sim 350\text{ nm}$ 程度である。

【 0 0 1 0 】

以下、従来例及び実施例による液晶表示素子について詳説する前に、光学フィルムにつき補足的に説明する。

【 0 0 1 1 】

平板状の光学フィルムにおける面内屈折率を n_x 、 n_y 、厚さ方向の屈折率を n_z とし

50

たとき、負の一軸光学異方性を有する光学フィルム（ネガティブＣプレート）においては、 $n_x > n_y > n_z$ 、負の二軸光学異方性を有する光学フィルム（負の二軸フィルム）においては、 $n_x > n_y > n_z$ の関係がある。

【００１２】

また、 N_z ファクタを、 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ と定義すると、負の一軸光学異方性は、 $N_z = \infty$ 、負の二軸光学異方性は、 $1 < N_z < \infty$ となる。

【００１３】

なお、 $N_z = 1$ の場合は、正の一軸光学異方性を示し、正の一軸光学異方性を有する光学フィルムはＡプレートと呼ばれる。Ａプレートにおいては、 $n_x > n_y = n_z$ である。また、 $N_z < 1$ の場合は、主に正の二軸光学異方性を示すが、 $N_z = 0$ 及び $N_z = -\infty$ の場合は、光学軸が１つしか存在しないため除外される。 $N_z = 0$ である光学フィルムは負のＡプレート、 $N_z = -\infty$ である光学フィルムはポジティブＣプレートと呼ばれる。

10

【００１４】

光学フィルムの面内位相差 R_e は、フィルム厚さを d としたとき、 $R_e = (n_x - n_y) * d$ 、厚さ方向の位相差 R_{th} は、 $R_{th} = [(n_x - n_y) / 2] * d$ で定義される。

【００１５】

図１０（Ａ）及び（Ｂ）は、従来例による液晶表示素子を示す概略図である。特許文献２には、これらの液晶表示素子の構造を想定した技術が開示されている。

20

【００１６】

図１０（Ａ）に、第１の従来例による液晶表示素子の概略を示す。

【００１７】

クロスニコル配置された上側偏光板１０と下側偏光板２０との間に、モノドメイン垂直配向液晶セル３０が配置される。モノドメイン垂直配向液晶セル３０は、上側ガラス基板（透明基板）４、下側ガラス基板（透明基板）６、及び両基板４、６間に挟持されたモノドメイン垂直配向液晶層５を含んで構成される。垂直配向液晶セル３０の上側ガラス基板４と上側偏光板１０間に、たとえばノルボルネンＣＯＰ二軸延伸フィルムである第１の光学フィルム３が１枚配置される。

【００１８】

上側及び下側偏光板１０、２０はそれぞれ、ＴＡＣベースフィルム２上に偏光板偏光層１が配置された構成を備える。偏光板偏光層１は、たとえば延伸ポリビニルアルコールで形成される。

30

【００１９】

液晶表示素子の左右方位を $180^\circ - 0^\circ$ （９時－３時）方位と定義する、図示の方位座標系において、上側偏光板１０の偏光層１における吸収軸 F_{ab} は 135° 方位、下側偏光板２０の偏光層１の吸収軸 R_{ab} は 45° 方位に配置されている。また、第１の光学フィルム３の面内遅相軸 SA_1 が配置される方位は 45° である。

【００２０】

前述のように、第１の光学フィルムの厚さ方向の位相差 R_{th} は、およそ 300 nm 以下にしか設定できないため、第１の従来例による液晶表示素子においては、液晶層５のリターデーション $\Delta n d$ が大きい場合、背景部や非表示部で、良好な視角補償が得られなくなる。

40

【００２１】

図１０（Ｂ）は、第２の従来例による液晶表示素子の概略図である。垂直配向液晶セル３０の下側ガラス基板６と下側偏光板２０間に、たとえばノルボルネンＣＯＰ二軸延伸フィルムである第２の光学フィルム７が１枚配置される点において、第１の従来例とは異なる。第２の光学フィルム７の面内遅相軸 SA_2 が配置される方位は 135° である。第１の従来例が片面補償の液晶表示素子であるのに対し、第２の従来例は、両面補償の液晶表示素子である。

【００２２】

50

第2の従来例による液晶表示素子においては、光学フィルムの厚さ方向の位相差を、第1及び第2の光学フィルムの合計として、最大約600nmにすることが可能である。しかしながら、上側及び下側偏光板10、20の吸収軸Fab、Rabに対して、略45°方位に設定された左右方位(180°-0°方位)の、法線方向から見て深い極角角度から観察した場合、明表示部の光透過率が極端に低くなり、表示が全く視認できないことがある。

【0023】

本願発明者は、第1及び第2の従来例による液晶表示素子について、明表示時における左右方位視角特性をシミュレーションにより求めた。シミュレータには、(株)シンテック製のLCDMASTER6.16を用いた。なお、本明細書中の他のシミュレーションにおいても、同じシミュレータを使用した。

10

【0024】

第1及び第2の従来例ともに、垂直配向液晶セル30を、液晶層5の中央分子配向方位が6時方位(270°方位)となるように設定した、基板表面に対するプレティルト角89.9°のアンチパラレルモノドメイン配向とし、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が負の液晶材料を用いて構成した。液晶層5のリターデーション Δnd は、第1の従来例においては約430nm、第2の従来例においては約445nmとした。上側及び下側偏光板10、20として、(株)ポラテクノ製のSHC13Uを採用し、TACベースフィルム2の面内位相差を3nm、厚さ方向の位相差を50nmに設定した。

20

【0025】

第1及び第2の光学フィルム3、7は、前述のように、ノルボルネンCOP二軸延伸フィルムで構成される。シミュレーションにおいては、第1の従来例における、第1の光学フィルム3の面内位相差を50nm、厚さ方向の位相差を300nmとした。また、第2の従来例においては、第1及び第2の光学フィルム3、7の面内位相差をともに30nm、厚さ方向の位相差をともに150nmとした。第1、第2の従来例ともに、電圧無印加時に右方位極角50°から観察したときの光透過率が0.03%未満である最適な光学フィルム条件である。

【0026】

図11は、正面観察時における光透過率を約15%に設定したときの、左右方位視角特性を示すグラフである。

30

【0027】

グラフの横軸は左右方位観察角度を単位「°」で表し、縦軸は光透過率を単位「%」で表す。曲線aが、第1の従来例による液晶表示素子(片面補償)の左右観察時視角特性を示し、曲線bが、第2の従来例による液晶表示素子(両面補償)の左右観察時視角特性を示す。

【0028】

図より、極角50°より深い観察角度においては、第1の従来例による液晶表示素子(片面補償)の方が、光透過率が高いことがわかる。一方、左右対称性は、第2の従来例による液晶表示素子(両面補償)の方が良好である。

40

【0029】

なお、本願発明者が、第1及び第2の従来例による液晶表示素子を実作したところ、第2の従来例においては、深い角度におけるカラーシフトが顕著に観察される傾向があり、外観上好ましくないことがわかった。

【0030】

液晶表示素子を、マルチプレックス駆動により動作させる場合、より大きな表示容量、すなわちデューティ比を得るためには、電気光学特性における急峻性が良好である必要がある。垂直配向型液晶表示素子の場合、急峻性は明表示部の透過率に大きく影響を与えるため、表示輝度に反映される。

【0031】

1/4デューティ駆動条件より表示容量を大きくしたい場合は、液晶層のリターデーシ

50

オン $\Delta n d$ を300nmより大きくすることが好ましく、360nmより大きくすることがより好ましい。1/16デューティ駆動条件より表示容量を大きくしたい場合は、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ を550nmより大きくすることが好ましく、600nmより大きくすることがより好ましい。1/16デューティを超える表示容量が必要な場合、一般に入手可能な光学フィルムを用いて、第1及び第2の従来例による液晶表示素子を構成しても、良好な表示性能を獲得することは困難であると考えられる。

【0032】

【特許文献1】特許2047880号公報

【特許文献2】特許第3330574号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0033】

本発明の目的は、良好な表示を実現することのできる液晶表示素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0034】

本発明の一観点によれば、第1及び第2の透明基板と、前記第1及び第2の透明基板間に挟持された、リターデーションが300nm以上1000nm以下の垂直配向する液晶層と、前記第1の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、負の二軸光学異方性を有する第1及び第2の視角補償板と、前記第1及び第2の視角補償板の前記第1の透明基板とは反対側に配置された第1の偏光板と、前記第2の透明基板の前記液晶層とは反対側に、前記第1の偏光板とクロスニコルに配置された第2の偏光板とを有し、前記第2の視角補償板は、前記第1の透明基板と前記第1の視角補償板との間に配置され、前記第1の視角補償板の面内遅相軸と、前記第1の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、前記第1の視角補償板の面内遅相軸と、前記第2の視角補償板の面内遅相軸とは直交するように配置され、前記第1の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第2の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子が提供される。

【0035】

また、本発明の他の観点によれば、第1及び第2の透明基板と、前記第1及び第2の透明基板間に挟持された、リターデーションが200nm以上500nm以下の垂直配向する液晶層と、前記第1の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、少なくとも一方がAプレートであり、双方ともAプレートでない場合には他方が負の二軸光学異方性を有する視角補償板である第1及び第2の視角補償板と、前記第1及び第2の視角補償板の前記第1の透明基板とは反対側に配置された第1の偏光板と、前記第2の透明基板の前記液晶層とは反対側に、前記第1の偏光板とクロスニコルに配置された第2の偏光板とを有し、前記第2の視角補償板は、前記第1の透明基板と前記第1の視角補償板との間に配置され、前記第1の視角補償板の面内遅相軸と、前記第1の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、前記第1の視角補償板の面内遅相軸と、前記第2の視角補償板の面内遅相軸とは直交するように配置され、前記第1の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第2の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子が提供される。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、良好な表示を実現可能な液晶表示素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

図1は、実施例による液晶表示素子の概略図である。

【0038】

略クロスニコル配置された上側偏光板10と下側偏光板20との間に、垂直または略垂直配向処理が施された垂直配向液晶層を有する液晶セル、たとえばモノドメイン垂直配向液晶セル30が配置される。モノドメイン垂直配向液晶セル30は、上側ガラス基板（透

10

20

30

40

50

明基板) 4、下側ガラス基板(透明基板) 6、及び両基板 4、6 間に挟持されたモノドメイン垂直配向液晶層 5 を含んで構成される。垂直配向液晶セル 30 の上側ガラス基板 4 と上側偏光板 10 との間に、上側偏光板 10 側から順に、第 1 の光学フィルム 8、第 2 の光学フィルム 9 が配置される。両光学フィルム 8、9 は、たとえばノルボルネン COP の延伸加工フィルムを用いることができる。

【0039】

上側及び下側偏光板 10、20 として、たとえば(株)ボラテクノ製 SHC 13U が用いられる。上側及び下側偏光板 10、20 はそれぞれ、TAC ベースフィルム 2 上に偏光板偏光層 1 が配置された構成を備える。偏光板偏光層 1 は、たとえば延伸ポリビニルアルコールで形成される。なお、図示は省略したが、上側及び下側偏光板 10、20 には、液晶表示素子の外側面に、保護フィルムとなる TAC フィルムが積層されている。

10

【0040】

上側偏光板 10 に近接して配置される第 1 の光学フィルム 8 の面内遅相軸 SA1 は、上側偏光板 10 の吸収軸 Fab と略直交に配置される。第 1 の光学フィルム 8 と垂直配向液晶セル 30 との間に配置される第 2 の光学フィルム 9 の面内遅相軸 SA2 は、第 1 の光学フィルム 8 の面内遅相軸 SA1 と略直交に配置される。

【0041】

液晶表示素子の左右方位を $180^\circ - 0^\circ$ (9 時 - 3 時) 方位と定義する、図示の方位座標系において、上側偏光板 10 の吸収軸 Fab は 135° 方位、下側偏光板 20 の吸収軸 Rab は 45° 方位、第 1 の光学フィルム 8 の面内遅相軸 SA1 は 45° 方位、そして第 2 の光学フィルム 9 の面内遅相軸 SA2 は 135° 方位である。

20

【0042】

垂直配向液晶層 5 は、たとえば屈折率異方性 $\Delta n < 0.1$ 、誘電率異方性 $\Delta \epsilon < -5$ の性質を示す(株)メルク製の液晶材料を用いて形成される。上側及び下側ガラス基板 4、6 の液晶層 5 側の面には、たとえば(株)日産化学製の配向膜材料 SE1211 を用いて、配向膜が形成されている。配向膜には、基板表面に対する略 90° 、たとえば 89.9° のプレティルト角を実現するアンチパラレルモノドメイン垂直配向処理が施されている。垂直配向液晶層 5 の液晶層中央分子配向方位は、6 時 (270°) 方位である。

【0043】

なお、上側及び下側ガラス基板 4、6 には、配向膜の内側に、液晶層 5 の液晶分子の配向状態を変化させて、液晶表示素子の表示パターンをスイッチングする透明電極、たとえば ITO 電極が配置されている。

30

【0044】

本願発明者は、実施例による液晶表示素子において、第 1 及び第 2 の光学フィルム 8、9 の光学特性を様々に変化させてシミュレーション解析を行い、良好な表示が実現される条件を調べた。

【0045】

(I) まず、第 1 及び第 2 の光学フィルム 8、9 の双方に負の二軸フィルムを用いた場合について、液晶表示素子の電圧無印加時の視角特性、すなわち表示の背景部分の視角特性をシミュレートした。

40

【0046】

(i) はじめに、第 1 及び第 2 の光学フィルム 8、9 の厚さ方向の位相差 R_{th1} 、 R_{th2} が等しい ($R_{th1} = R_{th2}$) 場合を検討した。 R_{th1} ($= R_{th2}$) が 90 nm 、 180 nm 、 300 nm である場合のそれぞれについて、右方位極角 50° 観察時における背景部光透過率の液晶層リターデーション $\Delta n d$ 依存性を解析した。解析は、第 1 及び第 2 の光学フィルム 8、9 の面内位相差 R_{e1} 、 R_{e2} の様々な条件について行い、各条件下での、右方位極角 50° 観察時における背景部光透過率を最小とする $\Delta n d$ を探索した。

【0047】

図 2 (A) ~ (C) は、右方位極角 50° から観察したときの光透過率の R_{e2} 依存性

50

を、 R_{e1} をパラメータとして示す解析結果のグラフである。図2(A)～(C)のグラフの横軸は、すべて R_{e2} を単位「nm」で表す。また、縦軸はすべて右方位極角 50° から観察したときの光透過率を単位「%」で表す。

【0048】

図2(A)、図2(B)、図2(C)のグラフは、それぞれ順に R_{th1} (= R_{th2})を 90 nm 、 180 nm 、 300 nm としたときの解析結果である。なお、現在流通するノルボルネンCOPとして実現可能な R_{th1} 、 R_{th2} の範囲は、およそ、 90 nm R_{th1} 、 R_{th2} 300 nm である。

【0049】

図2(A)及び図2(B)においては、 $R_{e1} = 100\text{ nm}$ のときの R_{e2} と光透過率との関係を曲線aで示す。また、 $R_{e1} = 140\text{ nm}$ のときの両者の関係を曲線bで示す。更に、曲線cで、 $R_{e1} = 180\text{ nm}$ のときの両者の関係を示す。図2(C)においては、 $R_{e1} = 70\text{ nm}$ 、 100 nm 、 140 nm のときの両者の関係が、それぞれ順に曲線a、b、cで示される。

【0050】

図2(A)～(C)のいずれのグラフの曲線a～cも、二次関数的な曲線となることわかる。すなわち、各 R_{e1} 条件における右方位極角 50° 観察時光透過率は、いずれもある R_{e2} で極小値をとる二次関数的依存性を示すことが認められる。また、 R_{e1} については、 70 nm R_{e1} 180 nm 、好ましくは、 100 nm R_{e1} 150 nm の範囲、 R_{e2} については、 15 nm R_{e2} 70 nm 、好ましくは、 15 nm R_{e2} 60 nm の範囲において、良好な背景視角特性が得られることがわかる。なお、この範囲においては、すべての R_{th1} (= R_{th2})条件において、 $R_{e1} > R_{e2}$ である。

【0051】

図3(A)～(C)は、右方位極角 50° から観察したときの光透過率が最小となる液晶層リターデーション $\Delta n d$ の R_{e2} 依存性を、 R_{e1} をパラメータとして示すグラフである。図3(A)～(C)のグラフの横軸は、すべて R_{e2} を単位「nm」で表す。また、縦軸はすべて右方位極角 50° 観察時の光透過率が最小となるときの液晶層リターデーション $\Delta n d$ を単位「nm」で表す。

【0052】

図2(A)～(C)の場合と同様に、図3(A)、図3(B)、図3(C)のグラフは、それぞれ順に R_{th1} (= R_{th2})を 90 nm 、 180 nm 、 300 nm としたときの解析結果である。

【0053】

図3(A)及び図3(B)においては、 $R_{e1} = 100\text{ nm}$ のときの R_{e2} と $\Delta n d$ との関係を曲線aで示す。また、 $R_{e1} = 140\text{ nm}$ のときの両者の関係を曲線bで示す。更に、曲線cで、 $R_{e1} = 180\text{ nm}$ のときの両者の関係を示す。図3(C)においては、 $R_{e1} = 70\text{ nm}$ 、 100 nm 、 140 nm のときの両者の関係が、それぞれ順に曲線a、b、cで示される。

【0054】

図3(A)～(C)のグラフより、いずれの R_{th1} (R_{th2})条件においても、右方位極角 50° 観察時の光透過率が最小となるときの液晶層リターデーション $\Delta n d$ は、 R_{e1} が小さくなるにしたがって大きくなることわかる。また、 R_{e2} が大きくなるにつれて、大きくなる傾向があることも認められる。更に、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ が、 250 nm $\Delta n d$ 1000 nm 、より好ましくは、 300 nm $\Delta n d$ 750 nm の範囲にあるとき、良好な背景視角特性が得られると考えられる。

【0055】

(ii)次に、本願発明者は、第1及び第2の光学フィルム8、9の厚さ方向の位相差 R_{th1} 、 R_{th2} が異なる場合についても、シミュレーション解析を行った。第1の光学フィルム8の面内位相差 R_{e1} を 180 nm 、厚さ方向の位相差 R_{th1} を 180 nm

10

20

30

40

50

に固定し、第2の光学フィルム9の厚さ方向の位相差 R_{th2} を90nm、180nm、及び300nmに変化させた場合における、右方位極角50°観察時の背景部光透過率の R_{e2} （第2の光学フィルム9の面内位相差）依存性を計算した。シミュレーションにおいては、背景部光透過率が最小となるように、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ を適宜変更した。

【0056】

図4は、計算結果を示すグラフである。グラフの横軸は、 R_{e2} を単位「nm」で表し、縦軸は右方位極角50°から観察したときの光透過率を単位「%」で表す。

【0057】

曲線a、b、cは、それぞれ、 R_{th2} が90nm、180nm、300nmのときの R_{e2} と光透過率との関係を示す。

10

【0058】

図より、 $R_{th1} > R_{th2}$ （曲線a）の場合は、 R_{e2} が大きい条件において、より良好な光透過率（低い光透過率）が得られ、 $R_{th1} < R_{th2}$ （曲線c）の場合は、 R_{e2} が小さい条件において、より良好な光透過率（低い光透過率）が得られる傾向があることがわかる。ただ、いずれの場合も、良好な背景視角特性が実現される。

【0059】

以上の検討より、 $R_{th1} = R_{th2}$ （曲線b、c）、100nm $R_{e1} = 150$ nm、15nm $R_{e2} = 60$ nmである場合は、良好な背景視角特性が実現可能と考えられる。

20

【0060】

(iii) 図5に、変形例による液晶表示素子の概略図を示す。変形例による液晶表示素子は、上側ガラス基板4と第2の光学フィルム9との間にネガティブCプレート11が配置される点において、実施例による液晶表示素子と異なる。図5に示す液晶表示素子においては、1枚のネガティブCプレート11が配置されているが、複数のネガティブCプレートを配置することもできる。

【0061】

変形例による液晶表示素子は、液晶層5のリターデーション $\Delta n d$ が、たとえば750nmより大きい場合であっても、良好な視角特性を実現することが可能である。ただし、 $\Delta n d$ を大きくすると、深い極角観察角度からの光抜けが増加し、更に、 $\Delta n d$ 設定の面内均一性がシビアになる傾向がある。本願発明者が実機を製作したところ、1000nm程度までの $\Delta n d$ で、良好な表示が可能であることが確認された。

30

【0062】

更に、本願発明者は、実施例及び変形例による液晶表示素子について、電圧印加時における左右視角特性に関しても調査を行った。その結果、図10(A)の第1の従来例（片面補償）と同様に、左右非対称の光透過率特性を有することがわかった。しかし、深い極角観察角度において、光透過率の顕著な不具合は観察されず、カラーシフトも図10(B)に示す第2の従来例（両面補償）における場合に比べれば、明らかに小さいことが確認された。

【0063】

(II) 続いて、本願発明者は、図1に示す実施例による液晶表示素子の構成において、第1及び第2の光学フィルム8、9の一方または双方にAプレートが用いられる場合について、(I)と同様のシミュレーション解析を行った。

40

【0064】

厚さ方向の位相差を大きくしたい高 $\Delta n d$ 設定の液晶表示素子の場合、Aプレートの使用が有利に働かないこともある。しかし軸延伸加工で済むため、製造コストの低減が可能となる。

【0065】

(i) 本願発明者は、まず、第1の光学フィルム8がAプレートである場合を検討した。第2の光学フィルム9を、厚さ方向の位相差 R_{th2} が90nm、180nm、300

50

$n m$ である負の二軸フィルムとしたとき、及び、第2の光学フィルム9もAプレートとしたとき ($R_{th2} = R_{e2} / 2$) の、右方位極角 50° 観察時の背景部光透過率を最小とする R_{e1} (第1の光学フィルム8の面内位相差) と R_{e2} (第2の光学フィルム9の面内位相差) との関係を解析した。解析においては、第1、及び第2の光学フィルム8、9の光学パラメータの変化に応じて、液晶層5のリターデーション $\Delta n d$ も適宜最適となるように変化させた。

【0066】

図6は、解析結果を示すグラフである。グラフの横軸は R_{e2} を、縦軸は R_{e1} を、それぞれ単位「 $n m$ 」で表す。曲線aは、第2の光学フィルム9がAプレートであるときの、 R_{e1} と R_{e2} の関係を表す。また、曲線b、c、dは、それぞれ、第2の光学フィルム9を、厚さ方向の位相差 R_{th2} が $90 n m$ 、 $180 n m$ 、 $300 n m$ の負の二軸フィルムとしたときの、 R_{e1} と R_{e2} の関係を表す。

10

【0067】

図より、いずれの条件においても、 R_{e1} と R_{e2} とは、ほぼ比例する関係にあることがわかる。また、 $R_{e1} > R_{e2}$ であることも認められる。更に、 R_{th2} の値が大きくなるほど、 R_{e1} と R_{e2} との差が増加していることがわかる。なお、いずれの条件においても、第1の光学フィルム8 (本解析においてはAプレート) の面内位相差 R_{e1} は、 $100 n m$ R_{e1} $300 n m$ の範囲が有効である。入手が容易なAプレートの面内位相差は $100 n m$ 以上 $150 n m$ 以下、及び $250 n m$ 以上 $300 n m$ 以下の範囲であるので、当該範囲で調整することが好ましいであろう。

20

【0068】

図7は、解析時条件における R_{e2} と、液晶層5のリターデーション $\Delta n d$ との関係を示すグラフである。グラフの横軸は R_{e2} を、縦軸は液晶層5のリターデーション $\Delta n d$ を、それぞれ単位「 $n m$ 」で表す。曲線aは、第2の光学フィルム9がAプレートであるときの両者の関係を表す。また、曲線b、c、dは、それぞれ、第2の光学フィルム9を、厚さ方向の位相差 R_{th2} が $90 n m$ 、 $180 n m$ 、 $300 n m$ の負の二軸フィルムとしたときの、両者の関係を表す。

【0069】

いずれの条件においても、 R_{e2} と $\Delta n d$ との間には、上に凸の二次関数的相関性が認められる。また、各条件における最大の $\Delta n d$ に設定するためには、 R_{th2} の値が大きいほど、 R_{e2} を小さくすればよいことがわかる。更に、 R_{e2} は、 $0 n m < R_{e2} < 150 n m$ の範囲であることが好ましく、 $4500 / R_{th2} - 10 n m < R_{e2} < 4500 / R_{th2} + 10 n m$ の範囲であることがより好ましいことがわかる。

30

【0070】

(ii) 次に、第1の光学フィルム8が負の二軸フィルムで、第2の光学フィルム9がAプレートである場合について、シミュレーション解析を行った。第1の光学フィルム8 (負の二軸フィルム) の厚さ方向の位相差 R_{th1} が $90 n m$ 、 $180 n m$ 、及び $300 n m$ である各場合について、右方位極角 50° 観察時の背景部光透過率が最小になる R_{e1} と R_{e2} との関係を調べた。なお、液晶層5のリターデーション $\Delta n d$ は、 R_{e1} 、 R_{e2} 、及び R_{th1} の値に応じて、適宜最適になるよう調整した。

40

【0071】

図8は、各 R_{th1} 条件における R_{e1} と R_{e2} の相関性を示すグラフである。グラフの横軸は R_{e2} を、縦軸は R_{e1} を、それぞれ単位「 $n m$ 」で表す。曲線a、b、及びcは、それぞれ、 R_{th1} が $90 n m$ 、 $180 n m$ 、及び $300 n m$ であるときの、 R_{e1} と R_{e2} の関係を表す。

【0072】

図より、いずれの R_{th1} 条件においても、 R_{e1} と R_{e2} とは、ほぼ比例する関係にあることがわかる。また、 $R_{e1} > R_{e2}$ であることも認められる。更に、 R_{th1} の値が大きくなるほど、 R_{e1} と R_{e2} との差が小さくなることがわかる。

【0073】

50

図 9 は、右方位極角 50° 観察時の背景部光透過率が最小になるときの R_{e2} と液晶層 5 のリターデーション $\Delta n d$ との関係を示すグラフである。グラフの横軸は R_{e2} を、縦軸は液晶層 5 のリターデーション $\Delta n d$ を、それぞれ単位「nm」で表す。曲線 a、b、及び c は、それぞれ、 R_{th1} が 90 nm、180 nm、及び 300 nm である場合の、 R_{e2} と $\Delta n d$ との関係を表す。

【0074】

図より、いずれの R_{th1} 条件においても、 R_{e2} が小さくなるほど $\Delta n d$ を大きく設定できる傾向が見られる。 R_{e2} は、100 nm 以下とするのが好ましく、70 nm 以下とするのが一層好ましいであろう。図 8 を参照すると、このとき R_{e1} は、140 nm 以下、殊に 100 nm 以上 140 nm 以下とすることが好ましい。

10

【0075】

(iii) 第 1 及び第 2 の光学フィルム 8、9 の一方または双方に A プレートを用いる (II) の場合において、第 1 の光学フィルム 8 の厚さ方向の位相差 R_{th1} の好ましい範囲は、面内位相差 R_{e1} の半分 ($R_{e1}/2$) 以上 300 nm 以下であると考えられる。また、同様に、第 2 の光学フィルム 9 の厚さ方向の位相差 R_{th2} の好ましい範囲は、面内位相差 R_{e2} の半分 ($R_{e2}/2$) 以上 300 nm 以下であると考えられる。

【0076】

更に、液晶層 5 のリターデーション $\Delta n d$ の良好な範囲は、図 7 及び図 9 に示す結果から、200 nm 以上 500 nm 以下、より良好な範囲は、300 nm 以上 450 nm 以下であると考えられる。より大きな $\Delta n d$ を設定した場合に良好な背景視角特性を実現するためには、図 5 に示したように、上側ガラス基板 4 と第 2 の光学フィルム 9 との間に、少なくとも 1 枚のネガティブ C プレート 11 を配置することが有効である。

20

【0077】

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

【産業上の利用可能性】

【0078】

液晶表示素子一般に利用可能である。たとえばセグメント表示、ドットマトリックス表示、及びそれら二つの表示がともに可能な液晶表示素子に好適に利用できる。また、TF T 駆動の液晶表示素子、及びたとえば 1/4 デューティ以上の表示容量を有するマルチプレックス駆動液晶表示素子に好適に利用できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】実施例による液晶表示素子の概略図である。

【図 2】(A) ~ (C) は、右方位極角 50° から観察したときの光透過率の R_{e2} 依存性を、 R_{e1} をパラメータとして示す解析結果のグラフである。

【図 3】(A) ~ (C) は、右方位極角 50° から観察したときの光透過率が最小となる液晶層リターデーション $\Delta n d$ の R_{e2} 依存性を、 R_{e1} をパラメータとして示すグラフである。

40

【図 4】 R_{e2} と右方位極角 50° から観察したときの光透過率との関係を示すグラフである。

【図 5】変形例による液晶表示素子の概略図である。

【図 6】 R_{e1} と R_{e2} との関係を示すグラフである。

【図 7】 R_{e2} と液晶層 5 のリターデーション $\Delta n d$ との関係を示すグラフである。

【図 8】各 R_{th1} 条件における R_{e1} と R_{e2} の相関性示すグラフである。

【図 9】右方位極角 50° 観察時の背景部光透過率が最小になるときの R_{e2} と液晶層 5 のリターデーション $\Delta n d$ との関係を示すグラフである。

【図 10】(A) 及び (B) は、従来例による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 11】正面観察時における光透過率を約 15% に設定したときの、左右方位視角特性

50

を示すグラフである。

【符号の説明】

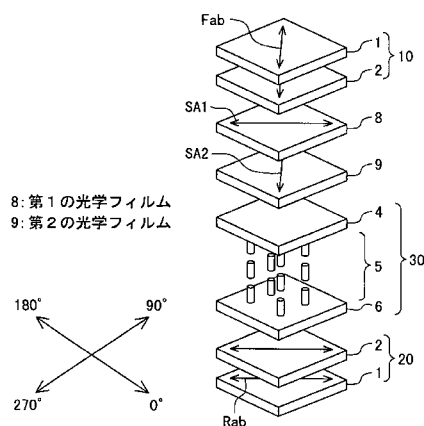
【0080】

- 1 偏光板偏光層
- 2 TACベースフィルム
- 3 第1の光学フィルム
- 4 上側ガラス基板
- 5 垂直配向液晶層
- 6 下側ガラス基板
- 7 第2の光学フィルム
- 8 第1の光学フィルム
- 9 第2の光学フィルム
- 10 上側偏光板
- 11 ネガティブCプレート
- 20 下側偏光板
- 30 垂直配向液晶セル
- Fab 上側偏光板偏光層吸収軸
- Rab 下側偏光板偏光層吸収軸
- SA1 第1の光学フィルムの面内遅相軸
- SA2 第2の光学フィルムの面内遅相軸

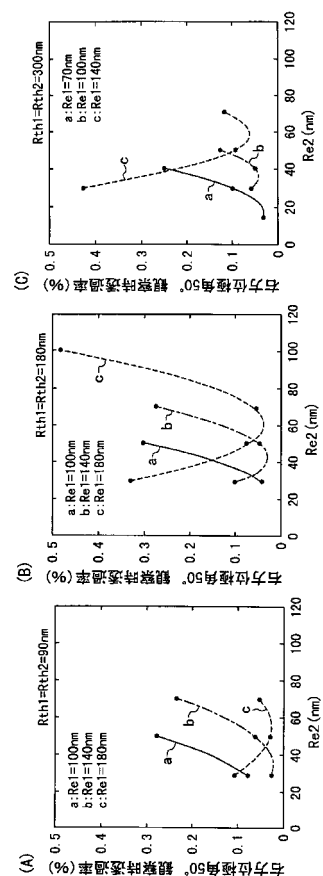
10

20

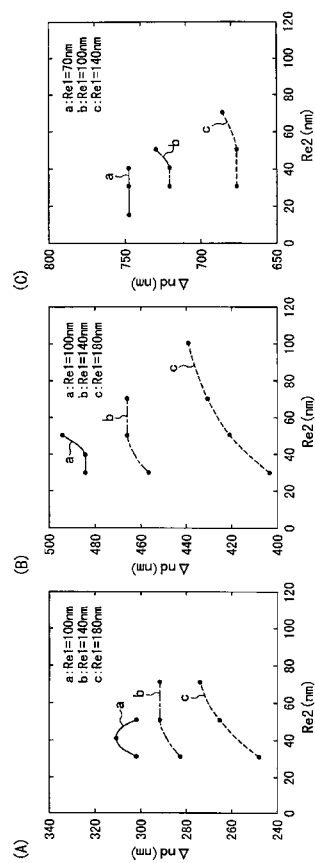
【図1】



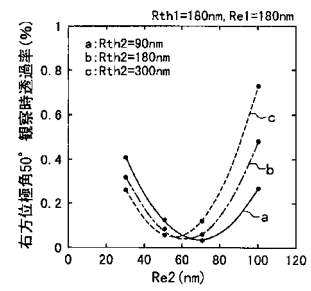
【図2】



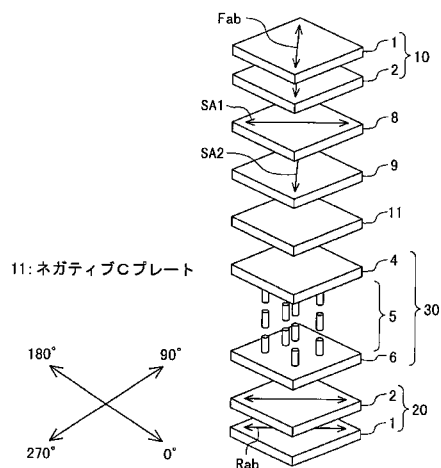
【図 3】



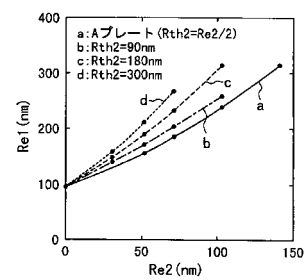
【図 4】



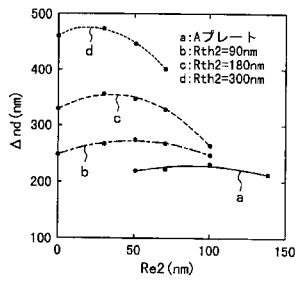
【図 5】



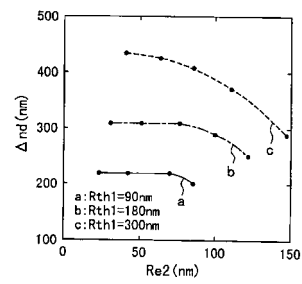
【図 6】



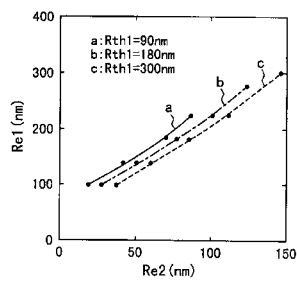
【図 7】



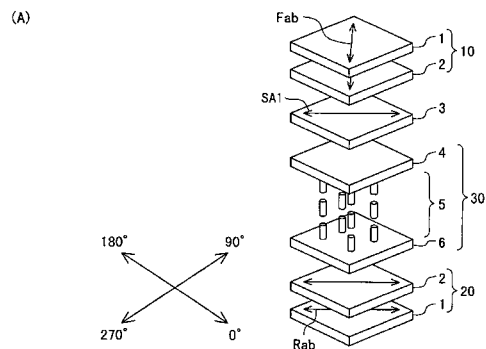
【図 9】



【図 8】



【図 10】



【図 11】

