

(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2010-54759

(P2010-54759A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/1363 (2006.01)	G02F 1/1363	2H149
G02B 5/30 (2006.01)	G02B 5/30	2H191

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-219064 (P2008-219064)	(71) 出願人	000002303
(22) 出願日	平成20年8月28日 (2008.8.28)		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)	2H149 AB01 BA02 DA02 DA12 DA23
			DA26 DA32 DA40 EA02 EA06
			EA19 FA02X FA06Y FA13Y FD05
			FD06

最終頁に続く

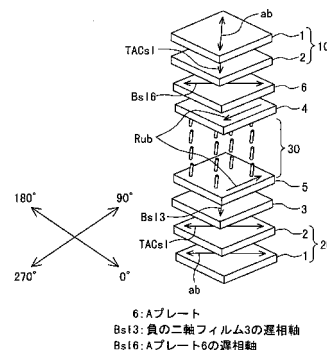
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(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360nm以上1000nm以下の垂直配向する液晶層と、第1の透明基板の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の視角補償板であって、厚さ方向に90nm以上350nm以下の位相差と、面内方向に5nm以上50nm以下の位相差をもつ第1の視角補償板と、第2の透明基板の液晶層とは反対側に配置された、Aプレートである第2の視角補償板であって、面内方向に10nm以上100nm以下の位相差をもつ第2の視角補償板と、第1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の視角補償板の第2の透明基板とは反対側に、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の視角補償板の面内方向の位相差は、第1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4



【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 360 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 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 350 nm 以下の位相差と、面内方向に 5 nm 以上 50 nm 以下の位相差をもつ第 1 の視角補償板と、

前記第 2 の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、A プレートである第 2 の視角補償板であって、面内方向に 10 nm 以上 100 nm 以下の位相差をもつ第 2 の視角補償板と、

前記第 1 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 の視角補償板の前記第 2 の透明基板とは反対側に、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 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 2 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 2 の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、

前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差は、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が 10 nm 以上 25 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 40 nm 以上 60 nm 以下である請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記液晶層のリターデーションが 360 nm 以上 540 nm 以下であり、

前記第 1 の視角補償板が、厚さ方向に 220 nm 以上 350 nm 以下の位相差をもつ請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

更に、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た C プレートを含む請求項 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 1 の視角補償板との間に配置された、負の二軸光学異方性を有する第 3 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 350 nm 以下の位相差と、面内方向に 1 nm 以上 30 nm 未満の位相差をもつ第 3 の視角補償板を含み、

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差と、前記第 3 の視角補償板の面内方向の位相差の和が、5 nm 以上 50 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 6】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差と、前記第 3 の視角補償板の面内方向の位相差の和が、10 nm 以上 25 nm 以下である請求項 5 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 360 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 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 350 nm 以下の位相差と、面内方向に 5 nm 以上 50 nm 以下の位相差をもつ第 1 の視角補償板と、

前記第 2 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

10

20

30

40

50

る第2の視角補償板であって、厚さ方向に90nm以上150nm以下の位相差と、面内方向に30nm以上65nm以下の位相差をもつ第2の視角補償板と、

前記第1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の視角補償板の前記第2の透明基板とは反対側に、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2の視角補償板の面内遅相軸と、前記第2の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、

前記第2の視角補償板の面内方向の位相差は、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の視角補償板の面内方向の位相差が10nm以上25nm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40nm以上60nm以下である請求項7に記載の液晶表示素子。

【請求項9】

前記液晶層のリターデーションが400nm以上600nm以下であり、

前記第1の視角補償板が、厚さ方向に220nm以上350nm以下の位相差をもつ請求項7または8に記載の液晶表示素子。

【請求項10】

更に、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たCプレートを含む請求項7～9のいずれか1項に記載の液晶表示素子。

【請求項11】

更に、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た、負の二軸光学異方性を有する第3の視角補償板であって、厚さ方向に90nm以上350nm以下の位相差と、面内方向に1nm以上30nm未満の位相差をもつ第3の視角補償板を含み、

前記第1の視角補償板の面内方向の位相差と、前記第3の視角補償板の面内方向の位相差の和が、5nm以上50nm以下である請求項7～9のいずれか1項に記載の液晶表示素子。

【請求項12】

前記第1の視角補償板の面内方向の位相差と、前記第3の視角補償板の面内方向の位相差の和が、10nm以上25nm以下である請求項11に記載の液晶表示素子。

【請求項13】

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の視角補償板であって、厚さ方向に90nm以上350nm以下の位相差と、面内方向に5nm以上50nm以下の位相差をもつ第1の視角補償板と、

前記第2の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、正の二軸光学異方性を有するか、または負のAプレートである第2の視角補償板であって、面内方向に35nm以上140nm以下の位相差をもつ第2の視角補償板と、

前記第1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の視角補償板の前記第2の透明基板とは反対側に、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2の視角補償板の面内遅相軸と、前記第2の偏光板の吸収軸とは直交するように

10

20

30

40

50

配置され、

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

【請求項 1 4】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差が 1 0 n m 以上 2 5 n m 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 5 0 n m 以上 1 4 0 n m 以下である請求項 1 3 に記載の液晶表示素子。

【請求項 1 5】

前記液晶層のリターデーションが 3 6 0 n m 以上 4 2 0 n m 以下であり、

前記第 1 の視角補償板が、厚さ方向に 2 2 0 n m 以上 3 5 0 n m 以下の位相差をもつ請求項 1 3 または 1 4 に記載の液晶表示素子。

10

【請求項 1 6】

更に、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た C プレートを含む請求項 1 3 ~ 1 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

【請求項 1 7】

更に、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た、負の二軸光学異方性を有する第 3 の視角補償板であって、厚さ方向に 9 0 n m 以上 3 5 0 n m 以下の位相差と、面内方向に 1 n m 以上 3 0 n m 未満の位相差をもつ第 3 の視角補償板を含み、

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差と、前記第 3 の視角補償板の面内方向の位相差の和が、5 n m 以上 5 0 n m 以下である請求項 1 3 ~ 1 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示素子。

20

【請求項 1 8】

前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差と、前記第 3 の視角補償板の面内方向の位相差の和が、1 0 n m 以上 2 5 n m 以下である請求項 1 7 に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、液晶表示素子 (l i q u i d c r y s t a l d i s p l a y ; L C D) に関する。

【背景技術】

30

【0 0 0 2】

車載用の情報表示装置として、外観上の高級感を意図した背景表示部や、暗表示部の表示輝度が非常に低い表示装置が求められている。

【0 0 0 3】

従来広く使用されていた蛍光表示管ディスプレイは、ディスプレイに用いられているガラス基板が厚く、重量が大きいという欠点があり、更に駆動用の電源が特殊であるという問題もあった。

【0 0 0 4】

表示装置の重量が小さく、車載電源を駆動用の電源として利用可能なデバイスとして、液晶表示装置があげられる。しかし従来の液晶表示装置は、正面観察時、及び左右観察時におけるコントラストが十分ではなかった。

40

【0 0 0 5】

なお、本明細書において、液晶表示装置とは、情報表示を行う液晶表示素子と、発光光源を備えるバックライト、そしてそれらの動作制御を行う駆動回路、及び制御回路から構成される表示装置をいう。

【0 0 0 6】

近年、バックライトの光源に無機 L E D を用いて、発光波長をほぼ単波長化することにより、その波長でのコントラストを飛躍的に改善するノーマリブラック型液晶表示素子が開発され、車載用情報表示装置として利用されている。

【0 0 0 7】

50

バックライトの発光波長に依存せず、良好なノーマリブラック表示を可能とする液晶表示素子として、垂直配向モード（VAモード）の液晶セルを、略クロスニコル配置された偏光板間に配置する構成が知られている。ここで垂直配向モード（VAモード）とは、上下ガラス基板間に配置される液晶層内の液晶分子が基板に対して、垂直または略垂直に配向する液晶配向モードをいう。上記構成を有する液晶表示素子を、ガラス基板法線方位から観察したとき、その光学特性は、クロスニコル配置された2枚の偏光板のそれとほぼ同等になる。すなわち光透過率が非常に低くなるため、高コントラストの表示を比較的容易に実現することができる。

【0008】

上下偏光板と上下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視角補償板（Cプレート）、または負の二軸光学異方性を有する視角補償板（負の二軸フィルム）を挿入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。

【0009】

こ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）。

【0010】

また、二軸光学異方性を有する略1/2波長板とCプレートを組み合わせることで、良好な視角特性を得る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3）。

【0011】

特許文献3に記載された発明のように、二軸光学異方性を有する略1/2波長板とCプレートを組み合わせるのではなく、負の二軸フィルムとCプレートとを組み合わせる液晶表示素子の発明も公知である（たとえば、特許文献4参照）。特許文献4には、二軸フィルムの面内位相差は190nm以下、適用される液晶セルの液晶層内のリターデーションは、200nm～500nmであるとの記載がある。

【0012】

電圧印加時においても良好な視角特性を獲得するためには、液晶分子を1つの画素内で複数の方向に配向させるマルチドメイン配向が有効である。これをVAモードの液晶表示素子で実現するためには、電極形状を工夫し、液晶層内で斜め方向に電界を発生させ、その方向に液晶分子を配向制御する斜め電界配向制御法（たとえば、特許文献5参照）や、基板表面に形成した土手状突起により液晶分子の配向制御を行う方法（たとえば、特許文献6参照）が知られている。

【0013】

液晶表示素子の左右方位の視角特性を重視する場合、マルチドメイン配向でなく、液晶セル全面で液晶分子が均一な方向に配向する、モノドメイン配向の液晶セルを用いて、良好な視角特性を実現することができる。均一なモノドメイン配向は、たとえば垂直配向膜に対する光配向処理方法（たとえば、特許文献7参照）や、特定の表面自由エネルギーを有する垂直配向膜に対するラビング処理方法（たとえば、特許文献8参照）により実現可能である。

【0014】

VAモードの液晶表示素子を、マルチプレックス駆動により、1/4～1/240デューティで動作させる場合、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ は、少なくとも320nm、好ましくは360nmより大きい必要がある。電気光学特性における急峻性をできるだけ良好にしなければ、高デューティ駆動時においてVAモードの特徴である高コントラスト特性とON電圧印加時における透過率をある程度高く維持することの両立が困難となるためである。

【0015】

現在、液晶表示素子に用いられる光学フィルムは、原料樹脂から、溶融キャスト法や溶融押し出し法により連続的にフィルム化され、最終的にはロール状に巻き取る方法で製造

10

20

30

40

50

された原反フィルムである。原反フィルムの面内方向、及び厚さ方向に位相差を発現させるためには、主に延伸加工が施される。延伸工程は、原反フィルムを、ロールトゥロール法によりロール巻き取り方向（MD方向）と、MD方向に直交する方向（TD方向）とに、加熱状態で延伸させる工程である。

【0016】

負の二軸フィルムとして市場に流通する樹脂フィルムの多くは、ノルボルネン系環状オレフィン（COP）を材料とした、厚さ約0.2mm以下程度の原反フィルムをMD方向、及びTD方向に二軸延伸加工し、MD方向、またはTD方向に面内遅相軸を発現させたものである。

【0017】

これらのフィルムにおいては、面内位相差 R_e （樹脂フィルムの面内屈折率を遅相軸方位に関して n_x 、進相軸方位に関して n_y 、フィルムの厚さを d としたとき、 $R_e = (n_x - n_y) * d$ で定義される。）は、0nmより大きく300nm以下、好ましくは4nmより大きく300nm以下、より好ましくは30nmより大きく300nm以下、厚さ方向の位相差 R_{th} （更に、厚さ方向の屈折率を n_z としたとき、 $R_{th} = ((n_x + n_y) / 2 - n_z) * d$ で定義される。）は、350nm以下、面内方向と厚さ方向の屈折率比を表現するのに用いられる N_z ファクタ（ $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ ）で定義される。）は、1より大きく56より小さいという条件でなければ、 R_e と R_{th} の面内均一性の実現は困難であると考えられる。

【0018】

なお、延伸加工後のフィルムの厚さは数十 μm 程度である。また、元々Cプレートの光学特性を示す偏光板のベースフィルムや、保護フィルムとして使用されているトリアセチルセルロース（TAC）をベースに材質を改善し、MD方向、またはTD方向に面内遅相軸が発現するように延伸加工を行い、負の二軸フィルム化した光学フィルムも市販されている。これらのフィルムの面内位相差 R_e は、ノルボルネン系COPに比べ範囲が狭く、40～70nm程度である。また厚さ方向の位相差 R_{th} は、120nm以上220nm以下である。

【0019】

市販されている負の二軸フィルムを用い、特許文献2に記載されている発明を実施すると、負の二軸フィルムを、液晶セルと片側偏光板間にだけ配置した場合、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ は約500nm未満となる。また、負の二軸フィルムを、液晶セルと両側偏光板間に配置した場合の、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ は約850nm未満となる。

【0020】

しかしながら、比較例を参照して後述するように、視角補償板を、液晶セルと両側偏光板間に配置する構成の液晶表示素子においては、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ が大きいと、明表示時における左右方位の深い極角観察角度、特に45°より大きい角度において、表示がほとんど視認できなくなるという現象が見られる。したがって、リターデーション $\Delta n d$ が大きい条件、すなわちデューティ比が大きい駆動条件で良好な表示品位を得ようとする場合は、液晶セルと片側偏光板間に二軸フィルムを配置する方法、または特許文献4に記載があるような、負の二軸フィルムとCプレートとを積層して配置する方法が有効であると考えられる。

【0021】

しかしこれらの方法においても、明表示時における左右方位観察時に左右非対称な光透過率変化が観察されたり、プレティルト角を有するモノドメイン垂直配向液晶セルとの組み合わせでは、電圧無印加時における左右光透過率変化に非対称性が観察されることがある。

【0022】

【特許文献1】特許2047880号公報

【特許文献2】特許第3330574号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 3】特許 3 2 9 9 1 9 0 号公報
【特許文献 4】特許 3 8 6 3 4 4 6 号公報
【特許文献 5】特許 3 8 3 4 3 0 4 号公報
【特許文献 6】特許 2 9 4 7 3 5 0 号公報
【特許文献 7】特許 2 8 7 2 6 2 8 号公報
【特許文献 8】特開 2 0 0 5 - 2 3 4 2 5 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

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】

【0024】

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 360 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 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 350 nm 以下の位相差と、面内方向に 5 nm 以上 50 nm 以下の位相差をもつ第 1 の視角補償板と、前記第 2 の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、A プレートである第 2 の視角補償板であって、面内方向に 10 nm 以上 100 nm 以下の位相差をもつ第 2 の視角補償板と、前記第 1 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 の視角補償板の前記第 2 の透明基板とは反対側に、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 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 2 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 2 の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子が提供される。

【0025】

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 360 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 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 350 nm 以下の位相差と、面内方向に 5 nm 以上 50 nm 以下の位相差をもつ第 1 の視角補償板と、前記第 2 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 2 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 150 nm 以下の位相差と、面内方向に 30 nm 以上 65 nm 以下の位相差をもつ第 2 の視角補償板と、前記第 1 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 の視角補償板の前記第 2 の透明基板とは反対側に、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 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 2 の視角補償板の面内遅相軸と、前記第 2 の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、前記第 2 の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第 1 の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子が提供される。

【0026】

更に、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 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 の視角補償板であって、厚さ方向に 90 nm 以上 350 nm 以下の位相差と、面内方向に 5 nm 以上 50 nm 以下の位相差をもつ第 1 の視角補償板と、前記第 2 の透明基板の前記液晶層とは反対側に配置された、正の二軸光学異方性を有するか、または負の A プレートである第 2 の視角補償板であって、面内方向に 35 nm 以上 140 nm

m以下の位相差をもつ第2の視角補償板と、前記第1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の視角補償板の前記第2の透明基板とは反対側に、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2の視角補償板の面内遅相軸と、前記第2の偏光板の吸収軸とは直交するように配置され、前記第2の視角補償板の面内方向の位相差は、前記第1の視角補償板の面内方向の位相差よりも大きい液晶表示素子が提供される。

【発明の効果】

【0027】

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。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

実施例、及び比較例による液晶表示素子の詳細な説明に先立って、それら液晶表示素子とその製造方法の概略について述べる。

【0029】

以下に示す実施例、変形例、及び比較例による液晶表示素子の製造に当たっては、ガラス上に所望のパターンで形成された透明電極（ITO電極）が配置されたガラス基板上に、（株）チッソ石油化学製の材料を使用して垂直配向膜を成膜した後、前述の特許文献8記載のラビング処理方法で基板に配向処理を施した。なお、ガラス基板と配向膜との間には、 SiO_2 などの絶縁膜を形成してもよい。

20

【0030】

次に、配向処理のなされた2枚の基板を、お互いの垂直配向膜が近接するように、かつ、ラビング方向が反平行となるように、シール材により貼り合わせた。

【0031】

基板の貼り合わせにおいては、球状スペーサを用いて、両基板間の間隔が $2 \sim 6 \mu\text{m}$ となるように制御した。

【0032】

貼り合わせた2枚のガラス基板間には、屈折率異方性 Δn が 0.08 以上 0.26 以下で、誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ が負の液晶材料を注入し、液晶材料の等方相温度より約 20 高い温度で1時間焼成した。作製された実施例、変形例、比較例による液晶表示素子の液晶セルにおける液晶分子の基板表面に対するプレティルト角は、液晶材料の Δn 、 $\Delta \epsilon$ の値にかかわらず、約 89.9° であった。

30

【0033】

液晶セルの2枚のガラス基板の外側には、偏光板吸収軸が略クロスニコル配置となるように偏光板を貼り合わせた。偏光板には（株）ポラテック製SHC13Uを用いた。偏光板のガラス基板側の貼り合わせ面には、面内位相差 R_e が約 $3 \sim 5 \text{ nm}$ のTACベースフィルムが存在し、接着剤で偏光層と接着されている。なお、シミュレーション解析においては、TACベースフィルムの面内位相差 R_e を 3 nm 、厚さ方向の位相差 R_{th} を 50 nm とした。

【0034】

40

負の二軸フィルムは、ノルボルネン系COPフィルムを二軸延伸加工したものをを用いた。

【0035】

シミュレーション解析には、（株）シンテック製「LCDMASTER6.16」を使用した。

【0036】

図1～図3を参照して、比較例による液晶表示素子の明表示時における視角特性シミュレーション解析について説明する。

【0037】

図1は、第1の比較例による液晶表示素子を示す概略図である。

50

【0038】

クロスニコル配置された表側（上側）偏光板10と裏側（下側）偏光板20との間に、モノドメイン垂直配向型液晶セルが配置される。モノドメイン垂直配向型液晶セルは、上側ガラス基板（透明基板）4、下側ガラス基板（透明基板）5、及び両基板4、5間に挟持されたモノドメイン垂直配向液晶層30を含んで構成される。液晶セルの下側ガラス基板5と裏側偏光板20間に、負の二軸フィルム3が1枚配置される。

【0039】

表側及び裏側偏光板10、20はそれぞれ、TACベースフィルム2上に偏光層1が配置された構成を備える。なお、図示は省略したが、偏光層1上には、TACで形成された表面保護フィルムが配置される。

10

【0040】

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、上側ガラス基板4のラビング方位 Rub は 270° 、下側ガラス基板5のラビング方位 Rub は 90° であり、液晶層30中央の分子の配向方位は 90° （12時）である。また、表側偏光板10の偏光層1における吸収軸 ab 、及びTACベースフィルム2の面内遅相軸 $TACsl$ は 135° 方位、裏側偏光板20のそれらは 45° 方位に配置されている。負の二軸フィルム3の面内遅相軸 Bsl は、近接する偏光板の吸収軸と略直交に配置するため、その方位は 135° である。負の二軸フィルム3の面内位相差 Re は $50nm$ 、厚さ方向の位相差 Rth は $300nm$ とした。

【0041】

20

第1の比較例による液晶表示素子についてシミュレーション解析を行ったところ、最適な電圧無印加時（背景）視角特性が得られる液晶層30のリターデーション Δnd は約 $465nm$ であった。

【0042】

図2は、第2の比較例による液晶表示素子を示す概略図である。第1の比較例においては、液晶セルの下側ガラス基板5と裏側偏光板20間に、負の二軸フィルムが1枚配置されていた。第2の比較例においては、下側ガラス基板5と裏側偏光板20との間に第1の負の二軸フィルム3a、液晶セルの上側ガラス基板4と表側偏光板10との間に第2の負の二軸フィルム3bが配置される。その他の構成は第1の比較例と同様である。

【0043】

30

第1の負の二軸フィルム3aの面内遅相軸 $Bsl1$ は、近接する偏光板20の偏光層1の吸収軸 ab に略直交とされるため、その方位は 135° である。また、第2の負の二軸フィルム3bの面内遅相軸 $Bsl2$ は、近接する偏光板10の偏光層1の吸収軸 ab に略直交とされるため、その方位は 45° である。

【0044】

第1及び第2の負の二軸フィルム3a、3bの面内位相差 Re はともに $20nm$ 、厚さ方向の位相差 Rth はともに $300nm$ とした。

【0045】

第2の比較例による液晶表示素子についてシミュレーション解析を行ったところ、最適な電圧無印加時（背景）視角特性が得られる液晶層30のリターデーション Δnd は約 $825nm$ であった。

40

【0046】

本願発明者は、第1及び第2の比較例による液晶表示素子について、正面観察時約13～14%の光透過率になるように駆動電圧を調整したときの、左右観察時視角特性を計算した。

【0047】

図3は、第1の比較例による液晶表示素子（片面補償）と、第2の比較例による液晶表示素子（両面補償）における左右観察時視角特性を示すグラフである。

【0048】

グラフの横軸は左右方位観察角度を単位「 $^{\circ}$ 」で表し、縦軸は光透過率を単位「 $\%$ 」で

50

表す。曲線 a が、第 1 の比較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 の比較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。

【0049】

曲線 b より、第 2 の比較例による液晶表示素子（両面補償）においては、光透過率は左右方位で対称ではあるが、左右観察角度 45° 以上で光透過率が非常に低くなることがわかる。

【0050】

実際に製作した第 2 の比較例による液晶表示素子においても、 45° 以上の左右観察角度では、表示がほとんど視認できなかった。更に、実際に製作した液晶表示素子においては、観察角度を深くするに従って明表示の色調が大幅に変化するカラーシフト現象が著しく観察された。

10

【0051】

一方、実際に製作した第 1 の比較例による液晶表示素子（片面補償）においては、深い角度から観察したとき、表示が認識できなくなるということはなかった。また、実際に製作した第 1 の比較例による液晶表示素子においては、カラーシフトがほとんど観察されなかった。しかし、曲線 a に示されているように、第 1 の比較例による液晶表示素子においては、左右方位における光透過率変化の対称性が悪い。

【0052】

以上より、本願発明者は、視角補償フィルムを液晶セルの片側のみに配置することが、明表示時における、左右方位の深い角度からの視角特性を良好にするという点では有効であり、また、視角補償フィルムを液晶セルの両側に配置することで、視角特性の左右対称性を、液晶層のプレティルト角にかかわらず、実現できると考えた。

20

【0053】

図 4 は、第 1 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。

【0054】

クロスニコル配置された表側（上側）偏光板 10 と裏側（下側）偏光板 20 との間に、上側ガラス基板 4、下側ガラス基板 5 に対して略垂直配向した液晶層 30 を有する垂直配向型液晶セルが配置される。液晶セルの下側ガラス基板 5 と裏側偏光板 20 間には、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 3）が配置され、上側ガラス基板 4 と表側偏光板 10 間には、正の一軸光学異方性を有する光学フィルム（A プレート 6）が配置される。

30

【0055】

表側及び裏側偏光板 10、20 はそれぞれ、TAC ベースフィルム 2 上に偏光層 1 が配置された構成を有する。なお、図示は省略したが、偏光層 1 上には、TAC で形成された表面保護フィルムが配置される。

【0056】

上側ガラス基板 4 のラビング方位 Rub は 270° 、下側ガラス基板 5 のラビング方位 Rub は 90° であり、液晶層 30 中央の分子の配向方位は 90° （12 時）である。また、表側偏光板 10 の偏光層 1 における吸収軸 ab 、及び TAC ベースフィルム 2 の面内遅相軸 $TACsl$ は 135° 方位、裏側偏光板 20 のそれらは 45° 方位に配置されている。

40

【0057】

負の二軸フィルム 3、及び A プレート 6 の面内遅相軸 $Bsl3$ 、 $Bsl6$ は、それぞれ近接する裏側偏光板 20 の吸収軸 ab 、表側偏光板 10 の吸収軸 ab に対して略直交に配置するのが好ましい。このため、たとえば、面内遅相軸 $Bsl3$ は 135° 方位、 $Bsl6$ は 45° 方位に配置される。

【0058】

本願発明者は、第 1 の実施例による液晶表示素子において、電圧無印加時に良好な背景視角特性を示す負の二軸フィルム 3、及び A プレート 6 の光学パラメータを求めるシミュ

50

レーション解析を行った。

【0059】

まず、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} を220nm、300nm、350nmと変化させたときの、負の二軸フィルム3の面内位相差 R_{e3} 、及びAプレート6の面内位相差 R_{e6} の最適な組み合わせを求めた。最適な R_{e3} 及び R_{e6} の組み合わせは、右方位極角50°から観察した光透過率を最小とする液晶層のリターデーションを与える R_{e3} 、及び R_{e6} とした。

【0060】

図5に、負の二軸フィルム3の面内位相差 R_{e3} 、及びAプレート6の面内位相差 R_{e6} の最適な組み合わせを示す。図の横軸は、負の二軸フィルム3の面内位相差 R_{e3} を単位「nm」で表し、縦軸は、Aプレート6の面内位相差 R_{e6} を単位「nm」で表す。

10

【0061】

符号aを付した点で、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} が300nmのときの、 R_{e3} と R_{e6} の最適な組み合わせを示す。また、符号b、cを付した点で、それぞれ負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} が220nm、350nmのときの、 R_{e3} と R_{e6} の最適な組み合わせを示す。

【0062】

図より、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} によらず、 R_{e3} と R_{e6} の間には、線形関係があることが認められる。

【0063】

20

なお、解析の結果、最適な条件においては、右方位極角50°観察時の光透過率は、0.02%以下となった。また、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} が220nmのとき、光透過率を最小とする液晶層のリターデーションは約420nm、 R_{th} が350nmのときのそれは約570nmであった。

【0064】

更に、本願発明者は、 R_{th} が他の値をとるときについても R_{e3} 及び R_{e6} の最適値を求め、たとえば $R_{th}=90nm$ の場合にも、それらの間に線形関係があることを確認した。

【0065】

図5よりAプレートの必要性、すなわち $R_{e6}>0nm$ である条件、及び、Aプレートの製造難度を低下させる、すなわちできるだけ R_{e6} を大きくするため、負の二軸フィルム3の面内位相差 R_{e3} は、5nm R_{e3} 50nmの範囲であることが望ましく、10nm R_{e3} 25nmの範囲であることが一層望ましい。

30

【0066】

また、上記の負の二軸フィルム条件で良好な背景視角特性を実現するためには、Aプレート6の面内位相差 R_{e6} は、10nm R_{e6} 100nmの範囲であることが望ましく、40nm R_{e6} 60nmの範囲であることが一層望ましい。

【0067】

更に、負の二軸フィルムの実フィルムを製造可能という観点から、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} の好ましい範囲は90nm R_{th} 350nm、より好ましい範囲は、220nm R_{th} 350nmである。

40

【0068】

なお、液晶層30のリターデーション Δnd の好ましい範囲は、360nm Δnd 1000nmであり、より好ましくは、360nm Δnd 540nmである。

【0069】

次に本願発明者は、液晶層30のリターデーションを525nm、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} を300nmに固定し、シミュレーション解析により求められた最適な R_{e3} 、及び R_{e6} の組み合わせにおいて、明表示時における左右視角特性を計算した。

【0070】

50

図 6 は、左右方位極角 50° から観察したときの、光透過率の R_{e3} 依存性を示すグラフである。 R_{e6} は R_{e3} の値に対応して、図 5 に示すような値に最適値に設定されている。

【0071】

グラフの横軸は、負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} を単位「nm」で表し、縦軸は、極角 50° 方位から観察したときの光透過率を単位「%」で表す。直線 a 上の点が、左方位極角 50° から観察したときの光透過率を示し、直線 b 上の点が、右方位極角 50° から観察したときの光透過率を示す。

【0072】

図より、液晶層 30 のリターデーションが 525 nm 、負の二軸フィルム 3 の厚さ方向の位相差が 300 nm の場合には、 R_{e3} が約 22 nm のとき、左右の光透過率が等しくなることがわかる。なお、このときの R_{e6} は約 52 nm であり、 $R_{e6} > R_{e3}$ となる。

10

【0073】

本願発明者は、 R_{th} が他の値である場合についても同様のシミュレーション解析を行った。その結果、左右対称性が得られるのは、 $R_{e6} > R_{e3}$ のときであることがわかった。

【0074】

なお、 R_{e3} と R_{e6} の値が大きく異なっているとき、左右観察時視角特性の非対称性が大きくなる傾向が観察された。

20

【0075】

図 4 に示した第 1 の実施例による液晶表示素子においては、片側のガラス基板と偏光板との間に A プレートを設置している。A プレートの厚さ方向の位相差 R_{th} は面内位相差 R_e の半分であるため、第 1 の実施例による液晶表示素子は、液晶層のリターデーション $\Delta n d$ が大きい場合の視角補償を行う際に不利になると考えられる。

【0076】

そこで、本願発明者は、図 2 に示した第 2 の比較例による液晶表示素子において、第 1 の負の二軸フィルム 3 a、第 2 の負の二軸フィルム 3 b に異なる光学パラメータを導入した場合の視角特性をシミュレーション解析した。

【0077】

30

図 7 (A) は、第 2 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。第 2 の実施例による液晶表示素子は、図 2 に示した第 2 の比較例による液晶表示素子と等しい構成を有する。

【0078】

図 7 (B) は、第 2 の実施例の変形例（以下、第 2 の変形例）による液晶表示素子を示す概略図である。第 2 の変形例による液晶表示素子は、第 2 の実施例による液晶表示素子から、表側偏光板 10 の TAC ベースフィルム 2 を除いた構成を有する。

【0079】

本願発明者は、第 2 の実施例については、第 1 の負の二軸フィルム 3 a の厚さ方向の位相差 R_{th1} 、第 2 の負の二軸フィルム 3 b の厚さ方向の位相差 R_{th2} を、それぞれ 300 nm 、 90 nm に固定し、第 1、第 2 の負の二軸フィルム 3 a、3 b の面内位相差 R_{e1} 、 R_{e2} の最適値を求める解析を行った。

40

【0080】

また、第 2 の変形例については、 R_{th1} 、 R_{th2} を、それぞれ 300 nm 、 150 nm に固定し、 R_{e1} 、 R_{e2} の最適値を求める解析を行った。

【0081】

R_{e1} 、 R_{e2} の最適値として、第 1 の実施例の場合と同様に、電圧無印加時において、右方位極角 50° から観察したときの光透過率が最も低くなる条件を求めた。

【0082】

図 8 に、第 1 の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} 、及び第 2 の負の二軸フィルム

50

Δ 3 b の面内位相差 R_{e2} の最適な組み合わせを示す。

【0083】

図の横軸は、第1の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} を単位「nm」で表し、縦軸は、第2の負の二軸フィルム 3 b の面内位相差 R_{e2} を単位「nm」で表す。

【0084】

符号 a を付した点で、第2の実施例による液晶表示素子における、 R_{e1} と R_{e2} の最適な組み合わせを示す。また、符号 b を付した点で、第2の変形例による液晶表示素子における、 R_{e1} と R_{e2} の最適な組み合わせを示す。

【0085】

図より、実施例、変形例の双方において、最適な組み合わせにおける R_{e1} 、及び R_{e2} はかなり近い値であること、それから R_{e1} と R_{e2} との間には、線形関係があることが認められる。

【0086】

なお、 R_{e1} と R_{e2} とを最適な組み合わせに設定した場合、右方位極角 50° から観察された光透過率は、いずれの組み合わせの場合も 0.02% 以下となった。

【0087】

また、実施例の場合、光透過率を最小とする液晶層のリターデーションはおおむね 585 nm 、変形例の場合のそれはおおむね 600 nm であった。

【0088】

図8に結果を示したシミュレーションより、第2の実施例及び第2の変形例については、第1の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} は、 5 nm R_{e1} 50 nm の範囲が好ましく、 10 nm R_{e1} 25 nm の範囲がより好ましいことがわかった。また、第2の負の二軸フィルム 3 b の面内位相差 R_{e2} は、 30 nm R_{e2} 65 nm の範囲が好ましく、 40 nm R_{e2} 60 nm の範囲がより好ましいことがわかった。

【0089】

更に、第1の負の二軸フィルム 3 a の厚さ方向の位相差 R_{th1} は、 90 nm R_{th1} 350 nm の範囲が好ましく、 220 nm R_{th1} 350 nm の範囲がより好ましいことがわかった。また、第2の負の二軸フィルム 3 b の厚さ方向の位相差 R_{th2} は、 90 nm R_{th2} 150 nm の範囲が有効であることがわかった。

【0090】

また、液晶層 30 のリターデーション Δnd は、 360 nm Δnd 1000 nm の範囲が好ましく、 400 nm Δnd 600 nm の範囲が一層好ましいことがわかった。

【0091】

次に本願発明者は、第2の変形例による液晶表示素子について、正面から観察したときの光透過率を約 14% に設定した場合の、左右方位観察時における視角特性の対称性に関し、解析を行った。

【0092】

図9は、左右方位極角 50° から観察したときの、光透過率の R_{e1} 依存性を示すグラフである。 R_{e2} は R_{e1} の値に対応して、図8に示すような値に最適値に設定されている。

【0093】

グラフの横軸は、第1の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} を単位「nm」で表し、縦軸は、極角 50° 方位から観察したときの光透過率を単位「%」で表す。直線 a 上の点が、左方位極角 50° から観察したときの光透過率を示し、直線 b 上の点が、右方位極角 50° から観察したときの光透過率を示す。

【0094】

グラフより、 R_{e1} が約 22 nm のとき、左右の光透過率が等しくなることがわかる。なお、このときの R_{e2} は約 42 nm であり、 $R_{e1} < R_{e2}$ となる。

【0095】

10

20

30

40

50

本願発明者は、第2の実施例についても同様のシミュレーション解析を行った。その結果、良好な左右対称性が得られるのは、 $R_{e1} < R_{e2}$ のときであることがわかった。

【0096】

図6のグラフ(第1の実施例)と図9のグラフ(第2の変形例)とを比較すると、図6においては、右方位極角 50° から観察したときの明表示時光透過率と、左方位極角 50° から観察したときのそれが等しくなるとき、当該光透過率は約 5.8% であるのに対し、図9においては、約 3.5% であり、図6の場合よりも小さい。しかし、第1の実施例も第2の変形例も、ともに表示の視認は可能である。第2の比較例の光透過率が、図3に曲線bで示したようにほぼ0であることから、深い観察角度における表示品位の改善は明らかである。

10

【0097】

なお、本願発明者は、研究の結果、第2の実施例及び変形例による液晶表示素子においては、第1の負の二軸フィルム3aの厚さ方向の位相差 R_{th1} と、第2の負の二軸フィルム3bの厚さ方向の位相差 R_{th2} とを、両者の差ができるだけ大きくなるように設定することが、良好な表示を実現するために望ましいことを見出した。殊に、 $R_{th1} > R_{th2}$ 、かつ、 $R_{th2} = 150\text{nm}$ の条件で高品位の表示が実現される。

【0098】

図10は、第3の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。第3の実施例による液晶表示素子は、上側ガラス基板4と表側偏光板10間に、正の一軸光学異方性を有する光学フィルム(Aプレート6)ではなく、正の二軸光学異方性を有する光学フィルム(N_z ファクタが $0 < N_z < 1$ の範囲にある光学フィルム 正の二軸フィルム7)が配置される点で、第1の実施例による液晶表示素子と異なる。正の二軸フィルム7の代わりに、負の一軸光学異方性を有する光学フィルム($N_z = 0$ である光学フィルム 負のAプレート)を用いてもよい。

20

【0099】

正の二軸フィルム7は、(i)ポリカーボネートフィルムを3軸方向へ延伸または収縮等することにより、3次元方位の屈折率を制御する方法、(ii)光弾性係数が負の材料、たとえばポリスチレンを面内の一軸または二軸方向に延伸する方法により実現することができ、これらの方法で製造された正の二軸フィルムが上市されている。

【0100】

正の二軸フィルムには、厚さ方向の位相差を0として、どの方位から観察しても、ほぼ正面観察時の面内位相差 R_e と等しくなる、 $N_z = 0.5$ 条件の二軸フィルムがある。このフィルムは、広視野角円偏光の位相差板としての用途が考えられるが、偏光板のTACベースフィルムの厚さ方向の位相差 50nm を打ち消すためには、更に厚さ方向の位相差を -50nm とすることが好ましく、光弾性係数が負の材料を用いた場合には、一軸延伸により得られる $N_z = 0$ の負のAプレートを使用する方が有効と考えられる。

30

【0101】

出願人は、以下において、正の二軸フィルム及び負のAプレートは、ノルボルネン系COPと同様の波長分散特性をもつと想定してシミュレーション解析を行った。

【0102】

本願発明者は、第3の実施例について、正の二軸フィルム7の N_z を0.5、負の二軸フィルム3の厚さ方向の位相差 R_{th} を 300nm とし、負の二軸フィルム3の面内位相差 R_{e3} と正の二軸フィルム7の面内位相差 R_{e7} の最適値を求める解析を行った。また、正の二軸フィルム7の代わりに、負のAプレート7($N_z = 0$)を使用した場合についても、同じ条件で R_{e3} と R_{e7} の最適値を求める解析を行った。

40

【0103】

R_{e3} 、 R_{e7} の最適値としては、第1及び第2の実施例の場合と同様に、電圧無印加時において、右方位極角 50° から観察したときの光透過率が最も低くなる条件を求めた。

【0104】

50

図 1 1 に、負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} と、正の二軸フィルム 7 または負の A プレート 7 の面内位相差 R_{e7} の最適な組み合わせを示す。

【 0 1 0 5 】

図の横軸は、負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} を単位「nm」で表し、縦軸は、正の二軸フィルム 7 または負の A プレート 7 の面内位相差 R_{e7} を単位「nm」で表す。

【 0 1 0 6 】

符号 a を付した点で、正の二軸フィルム 7 を用いた場合における、 R_{e3} と R_{e7} の最適な組み合わせを示す。また、符号 b を付した点で、負の A プレート ($N_z = 0$) を用いた場合における、 R_{e3} と R_{e7} の最適な組み合わせを示す。

【 0 1 0 7 】

図より、正の二軸フィルム ($N_z = 0.5$) を用いた場合、負の A プレート ($N_z = 0$) を用いた場合の双方において、 R_{e3} と R_{e7} との間には、線形関係があることが認められる。

【 0 1 0 8 】

また、同様の解析結果を A プレート ($N_z = 1$) について示した図 5 をもあわせて参照すると、 N_z ファクターの値が大きくなるにしたがって、変化の割合 (傾き) の絶対値が小さくなることがわかる。

【 0 1 0 9 】

図 1 1 に結果を示したシミュレーションより、第 3 の実施例については、 $0 < N_z < 1$ の範囲で、負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} は、 $5 \text{ nm} < R_{e3} < 50 \text{ nm}$ の範囲が好ましく、 $10 \text{ nm} < R_{e3} < 25 \text{ nm}$ の範囲がより好ましいことがわかった。また、正の二軸フィルム 7 または負の A プレート 7 の面内位相差 R_{e7} は、 $35 \text{ nm} < R_{e7} < 140 \text{ nm}$ の範囲が好ましく、 $50 \text{ nm} < R_{e7} < 140 \text{ nm}$ の範囲がより好ましいことがわかった。

【 0 1 1 0 】

更に、負の二軸フィルム 3 の厚さ方向の位相差 R_{th} は、 $90 \text{ nm} < R_{th} < 350 \text{ nm}$ の範囲が好ましく、 $220 \text{ nm} < R_{th} < 350 \text{ nm}$ の範囲がより好ましいことがわかった。

【 0 1 1 1 】

また、液晶層 30 のリターデーション Δnd は、 $300 \text{ nm} < \Delta nd < 1000 \text{ nm}$ の範囲が好ましく、 $360 \text{ nm} < \Delta nd < 420 \text{ nm}$ の範囲が一層好ましいことがわかった。

【 0 1 1 2 】

次に本願発明者は、第 3 の実施例において、正の二軸フィルム 7 の代わりに負の A プレート ($N_z = 0$) を用いた液晶表示素子について、正面から観察したときの光透過率を約 15% に設定した場合の、左右方位観察時における視角特性の対称性に関し解析を行った。

【 0 1 1 3 】

図 1 2 は、左右方位極角 50° から観察したときの、光透過率の R_{e3} 依存性を示すグラフである。 R_{e7} は R_{e3} の値に対応して、図 1 1 に示すような値に最適値に設定されている。

【 0 1 1 4 】

グラフの横軸は、負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} を単位「nm」で表し、縦軸は、極角 50° 方位から観察したときの光透過率を単位「%」で表す。直線 a 上の点々が、左方位極角 50° から観察したときの光透過率を示し、直線 b 上の点々が、右方位極角 50° から観察したときの光透過率を示す。

【 0 1 1 5 】

グラフより、 R_{e3} が約 22 nm のとき、左右の光透過率が等しくなることがわかる。このときの R_{e7} は、図 1 1 からわかるように約 85 nm である。明表示時左右視角特性を対称にするには、 $R_{e3} < R_{e7}$ であることが必要であると考えられる。

【0116】

図6のグラフ(第1の実施例)、図9のグラフ(第2の変形例)、及び図12のグラフ(第3の実施例)の比較から、上側ガラス基板4と表側偏光板10間に配置する光学フィルムの N_z ファクターの値が小さくなるにしたがって、左右方位極角 50° から観察したときの光透過率が高くなることがわかる。

【0117】

なお、上側ガラス基板4と表側偏光板10間には、図6(第1の実施例)の場合はAプレート($N_z = 1$)、図9(第2の変形例)の場合は負の二軸フィルム($N_z > 1$)、そして図12(第3の実施例)の場合は負のAプレート($N_z = 0$)が配置されている。

【0118】

第3の実施例による液晶表示素子は、第1、第2の実施例、及び第2の変形例による液晶表示素子よりも、明表示時の左右方位の深い観察角度における光透過率を高い状態に保持することのできる液晶表示素子である。

【0119】

図13は、第4の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。第4の実施例による液晶表示素子は、第1の負の二軸フィルム3aと下側ガラス基板5との間に、負の一軸光学異方性を有する光学フィルムである、Cプレート8が配置されている点において、図7(B)に示す第2の変形例と相違する。

【0120】

第4の実施例において、第1の負の二軸フィルム3aの面内位相差 R_{e1} は、たとえば 15 nm 、厚さ方向の位相差 R_{th1} は 300 nm 、第2の負の二軸フィルム3bの面内位相差 R_{e2} は 50 nm 、厚さ方向の位相差 R_{th2} は 150 nm である。また、Cプレート8の厚さ方向の位相差は、たとえば 300 nm である。

【0121】

図14は、第4の実施例による液晶表示素子の明表示左右視角特性を、第2の変形例と比較して示すグラフである。

【0122】

本図には、正面観察時の光透過率を約 15% に設定してシミュレートした左右方位視角特性を示した。シミュレーションにおいては、第4の実施例の液晶層のリターデーションを約 900 nm 、第2の変形例のそれを約 600 nm とした。

【0123】

グラフの横軸は、左右方位観察角度を単位「 $^\circ$ 」で表し、縦軸は、光透過率を単位「 $\%$ 」で表す。曲線aが、第4の実施例に関する左右方位視角特性を示し、曲線bが、第2の変形例に関するそれを示す。

【0124】

グラフより、第4の実施例、第2の変形例ともに、すべての角度において表示の視認が可能であることがわかる。また、左右方位とも 40° を超える角度において、第4の実施例は、第2の変形例より光透過率が高いことが認められる。

【0125】

第1の負の二軸フィルム3aと下側ガラス基板5との間に、Cプレート8を配置することで、液晶層のリターデーションが大きい場合においても、良好な視角特性を実現することができる。

【0126】

第4の実施例は、第2の変形例の第1の負の二軸フィルム3aと下側ガラス基板5との間に、Cプレート8を加入した構成を有する液晶表示素子であるが、第1～第3の実施例のいずれの液晶表示素子においても、(第1の)負の二軸フィルム3、3aと下側ガラス基板5との間に、Cプレート8を配置することで、第4の実施例と同様の効果を得ることが可能である。

【0127】

なお、この場合において、(第1の)負の二軸フィルム3、3a、Cプレート8、及び

10

20

30

40

50

上側ガラス基板 4 と表側偏光板 10 との間に配置される光学フィルム（第 1 の実施例の場合は A プレート 6、第 2 の実施例の場合は第 2 の負の二軸フィルム 3 b、第 3 の実施例の場合は正の二軸フィルム 7 または負の A プレート 7）の 3 枚の光学フィルムの厚さ方向のリターデーションの合計は、液晶層のリターデーションの 0.5 ~ 1 倍程度であることが望ましい。C プレート 8 を用いた場合であっても、液晶層のリターデーションが大きすぎるときには、電圧無印加時における視角特性が劣化する傾向が見られるためである。良好な視角特性が得られやすい液晶層のリターデーションは、おおむね 1000 nm 以下である。

【0128】

また、第 4 の実施例においては、第 1 の負の二軸フィルム 3 a と下側ガラス基板 5 との間に C プレートを 1 枚配置したが、複数枚の C プレートを配置してもよい。

【0129】

図 15 は、第 5 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。第 5 の実施例による液晶表示素子は、第 1 の負の二軸フィルム 3 a と下側ガラス基板 5 との間に、C プレート 8 ではなく、第 3 の負の二軸フィルム 3 c が配置されている点において、第 4 の実施例と異なる。

【0130】

第 5 の実施例において、第 1 の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} は、たとえば 10 nm、厚さ方向の位相差 R_{th1} は 300 nm、第 2 の負の二軸フィルム 3 b の面内位相差 R_{e2} は 50 nm、厚さ方向の位相差 R_{th2} は 150 nm である。また、第 3 の負の二軸フィルム 3 c の光学特性は、第 1 の負の二軸フィルム 3 a の光学特性と等しく、面内位相差 R_{e1} は 10 nm、厚さ方向の位相差 R_{th1} は 300 nm である。

【0131】

図 16 は、第 5 の実施例による液晶表示素子の明表示左右視角特性を、第 2 の変形例と比較して示すグラフである。

【0132】

本図には、正面観察時の光透過率を約 15 % に設定してシミュレートした左右方位視角特性を示した。シミュレーションにおいては、第 5 の実施例の液晶層のリターデーションを約 945 nm、第 2 の変形例のそれを約 600 nm とした。また、第 2 の変形例における第 1 の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} を、第 5 の実施例の第 1 及び第 3 の負の二軸フィルム 3 a、3 c の面内位相差 R_{e1} 、 R_{e3} の合計と等しく、20 nm に設定した。

【0133】

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 5 の実施例に関する左右方位視角特性を示し、曲線 b が、第 2 の変形例に関するそれを示す。

【0134】

グラフより、第 5 の実施例、第 2 の変形例ともに、すべての角度において表示の視認が可能であること、及び、第 5 の実施例は左右方位とも 40° を超える角度において、第 2 の変形例より光透過率が高いことが認められる。

【0135】

第 1 の負の二軸フィルム 3 a と下側ガラス基板 5 との間に、第 3 の負の二軸フィルム 3 c を配置することで、液晶層のリターデーションが大きい場合においても、良好な視角特性を実現することができる。

【0136】

なお、図 16 に曲線 a で示される第 5 の実施例の視角特性は、図 14 に曲線 a で示される第 4 の実施例の視角特性とほぼ等しい。

【0137】

第 4 の実施例において、第 1 の負の二軸フィルム 3 a と下側ガラス基板 5 との間に、複数枚の C プレートを配置してもよいのと同様、第 5 の実施例においても、第 1 の負の二軸

フィルム 3 a と下側ガラス基板 5 との間に、複数枚の負の二軸フィルムを配置してもよい。

【 0 1 3 8 】

第 5 の実施例は、第 2 の変形例の第 1 の負の二軸フィルム 3 a と下側ガラス基板 5 との間に、第 3 の負の二軸フィルム 3 c を加入した構成を有する液晶表示素子であるが、第 1 ~ 第 3 の実施例のいずれの液晶表示素子においても、(第 1 の) 負の二軸フィルム 3、3 a と下側ガラス基板 5 との間に、第 3 の負の二軸フィルム 3 c を配置することで、第 5 の実施例と同様の効果を得ることが可能である。

【 0 1 3 9 】

なお、良好な視角特性を実現するために、第 1 の負の二軸フィルム 3 a と第 3 の負の二軸フィルム 3 c の面内位相差の合計を、第 1 の負の二軸フィルム 3 a しか配置されない (第 3 の負の二軸フィルム 3 c は配置されない) 場合の最適値以下に設定することが有効である。

【 0 1 4 0 】

たとえば、第 3 の負の二軸フィルム 3 c の面内位相差 R_{e3} を、 $1\text{ nm} < R_{e3} < 30\text{ nm}$ 、厚さ方向の位相差 R_{th3} を、 $90\text{ nm} < R_{th3} < 350\text{ nm}$ とし、第 1 の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} と、第 3 の負の二軸フィルム 3 c の面内位相差 R_{e3} の和を、 $5\text{ nm} < R_{e1} + R_{e3} < 50\text{ nm}$ 、より好ましくは、 $10\text{ nm} < R_{e1} + R_{e3} < 25\text{ nm}$ とすることが有効である。

【 0 1 4 1 】

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】

【 0 1 4 2 】

液晶表示素子一般に利用可能である。たとえばマルチプレックス駆動液晶表示装置に好適に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 3 】

【図 1】第 1 の比較例による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 2】第 2 の比較例による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 3】第 1 の比較例による液晶表示素子 (片面補償) と、第 2 の比較例による液晶表示素子 (両面補償) における左右観察時視角特性を示すグラフである。

【図 4】第 1 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 5】負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} 、及び A プレート 6 の面内位相差 R_{e6} の最適な組み合わせを示す図である。

【図 6】左右方位極角 50° から観察したときの、光透過率の R_{e3} 依存性を示すグラフである。

【図 7】(A) は、第 2 の実施例による液晶表示素子を示す概略図であり、(B) は、第 2 の実施例の変形例 (以下、第 2 の変形例) による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 8】第 1 の負の二軸フィルム 3 a の面内位相差 R_{e1} 、及び第 2 の負の二軸フィルム 3 b の面内位相差 R_{e2} の最適な組み合わせを示す図である。

【図 9】左右方位極角 50° から観察したときの、光透過率の R_{e1} 依存性を示すグラフである。

【図 10】第 3 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 11】負の二軸フィルム 3 の面内位相差 R_{e3} と、正の二軸フィルム 7 または負の A プレート 7 の面内位相差 R_{e7} の最適な組み合わせを示す。

【図 12】左右方位極角 50° から観察したときの、光透過率の R_{e3} 依存性を示すグラフである。

【図 13】第 4 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。

【図 1 4】第 4 の実施例による液晶表示素子の明表示左右視角特性を、第 2 の変形例と比較して示すグラフである。

【図 1 5】第 5 の実施例による液晶表示素子を示す概略図である。

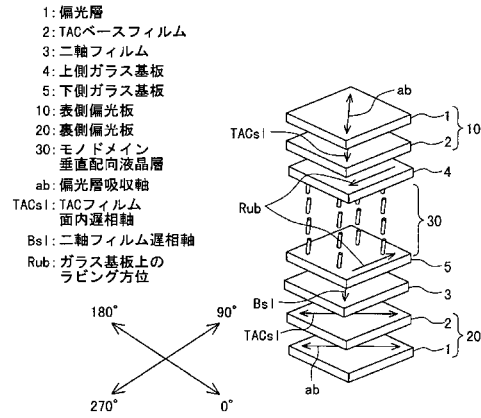
【図 1 6】第 5 の実施例による液晶表示素子の明表示左右視角特性を、第 2 の変形例と比較して示すグラフである。

【符号の説明】

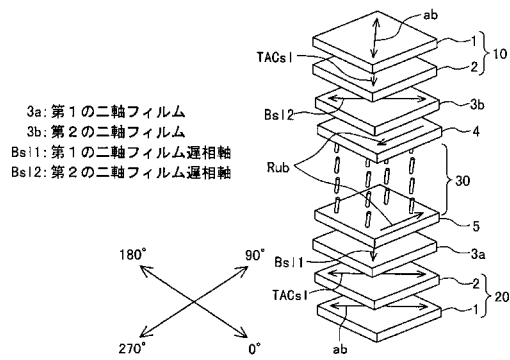
【 0 1 4 4 】

- | | | |
|-----------|-----------------|----|
| 1 | 偏光層 | |
| 2 | TAC ベースフィルム | |
| 3 | 二軸フィルム | 10 |
| 3 a | 第 1 の二軸フィルム | |
| 3 b | 第 2 の二軸フィルム | |
| 3 c | 第 3 の二軸フィルム | |
| 4 | 上側ガラス基板 | |
| 5 | 下側ガラス基板 | |
| 6 | A プレート | |
| 7 | 正の二軸フィルム | |
| 8 | C プレート | |
| 1 0 | 表側偏光板 | |
| 2 0 | 裏側偏光板 | 20 |
| 3 0 | モノドメイン垂直配向液晶層 | |
| a b | 偏光層吸収軸 | |
| T A C s 1 | TAC フィルム面内遅相軸 | |
| B s 1 | 二軸フィルム遅相軸 | |
| B s 1 1 | 第 1 の二軸フィルム遅相軸 | |
| B s 1 2 | 第 2 の二軸フィルム遅相軸 | |
| B s 1 3 | 負の二軸フィルム 3 の遅相軸 | |
| B s 1 6 | A プレート 6 の遅相軸 | |
| R u b | ガラス基板上のラビング方位 | |

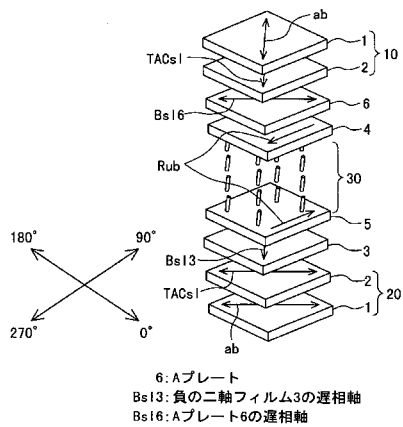
【図1】



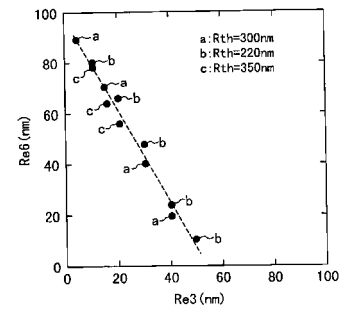
【図2】



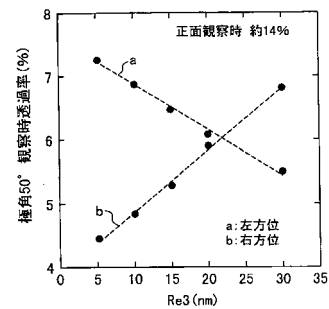
【図4】



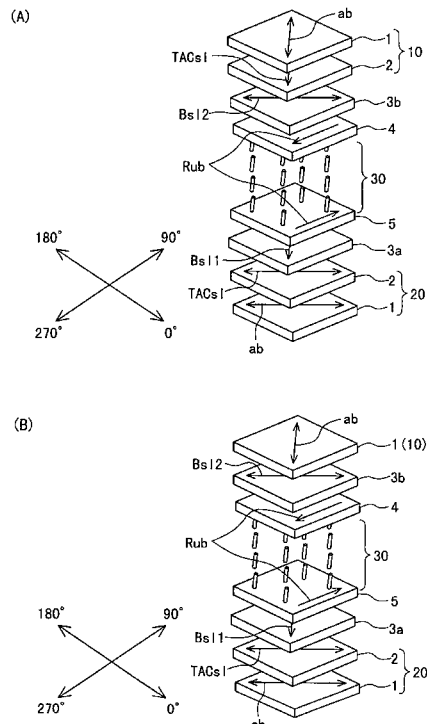
【図5】



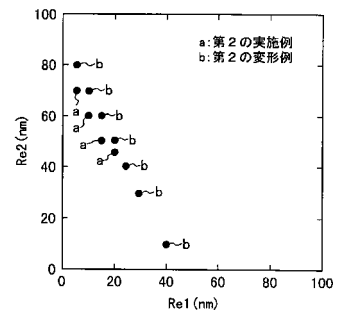
【図6】



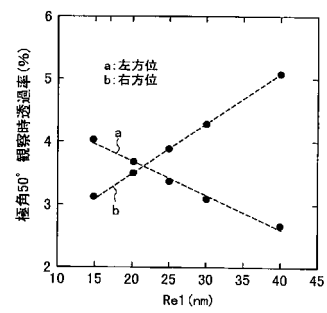
【図 7】



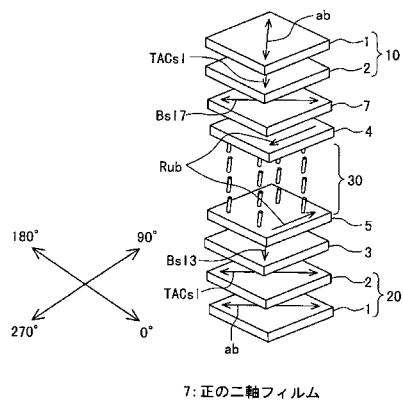
【図 8】



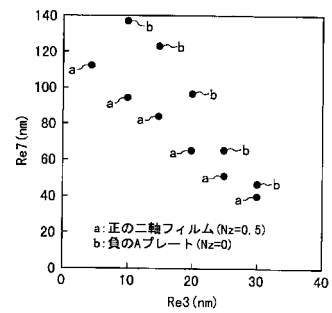
【図 9】



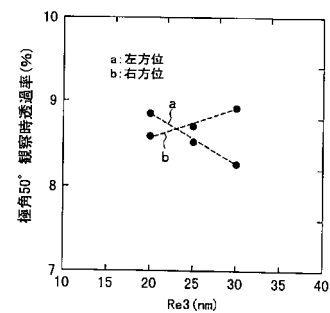
【図 10】



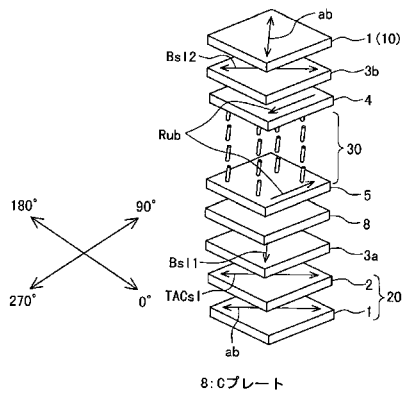
【図 11】



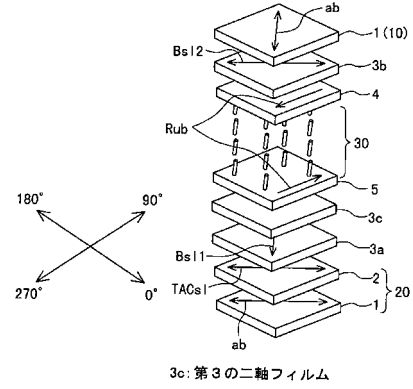
【図 12】



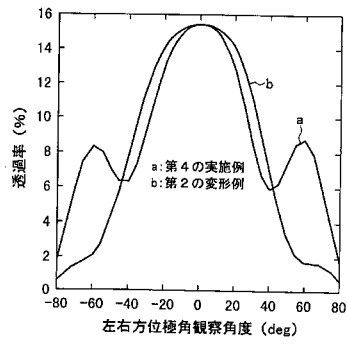
【図 13】



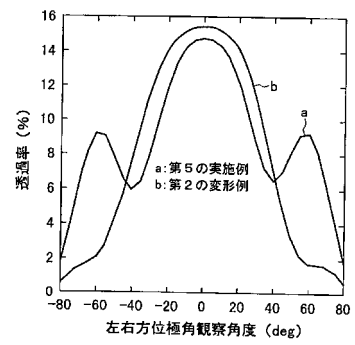
【図 15】



【図 14】



【図 16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H191 FA22X FA22Z FA30X FA30Z FD09 FD10 FD12 HA11 KA02 LA21
PA04 PA06 PA24