

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3555895号
(P3555895)

(45) 発行日 平成16年8月18日(2004.8.18)

(24) 登録日 平成16年5月21日(2004.5.21)

(51) Int.Cl.⁷

GO2F 1/13363

GO2B 5/30

GO2F 1/139

F I

GO2F 1/13363

GO2B 5/30

GO2F 1/139

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2002-341563 (P2002-341563)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成14年11月25日 (2002.11.25)		シャープ株式会社
(62) 分割の表示	特願平10-63683の分割		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
原出願日	平成10年3月13日 (1998.3.13)	(74) 代理人	100078282
(65) 公開番号	特開2003-228070 (P2003-228070A)		弁理士 山本 秀策
(43) 公開日	平成15年8月15日 (2003.8.15)	(74) 代理人	100062409
審査請求日	平成14年11月25日 (2002.11.25)		弁理士 安村 高明
		(74) 代理人	100107489
			弁理士 大塩 竹志
		(72) 発明者	山原 基裕
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	井上 威一郎
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々電極層及び配向膜を有する一対の基板の間に液晶層が挟持されてなる液晶表示素子と、

該液晶表示素子の両側を挟む一対の偏光子と、

少なくとも一方の偏光子及び該液晶表示素子の間に設けられた少なくとも1枚の位相差素子とを有し、

該位相差素子の屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、該位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している液晶表示装置の製造方法であって、

該液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖 ($C_m H_{2m+1} -$) の長さ m が $m < 3.40$ 、かつ、

該液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とが、

$1 < ((n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650)))$

10

20

$$\frac{1}{\left(\frac{n_e(450) - n_e(550)}{n_e(550) - n_e(650)} \right) - 0.422m + 2.55}$$

の範囲に該液晶材料をブレンドする工程を包含する液晶表示装置の製造方法。

【請求項 2】

各々電極層及び配向膜を有する一対の基板の間に液晶層が挟持されてなる液晶表示素子と

、
該液晶表示素子の両側を挟む一対の偏光子と、

少なくとも一方の偏光子及び該液晶表示素子の間に設けられた少なくとも 1 枚の位相差素子とを有し、

該位相差素子の屈折率楕円体の 3 つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、該位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している液晶表示装置の製造方法であって、

該液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖 ($C_m H_{2m+1} -$) の長さ m が $3.40 < m < 3.90$ 、かつ、

該液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とが、

$$0.80 < \left(\frac{n_o(450) - n_o(550)}{n_o(550) - n_o(650)} \right) / \left(\frac{n_e(450) - n_e(550)}{n_e(550) - n_e(650)} \right) < 1.20$$

の範囲に該液晶材料をブレンドする工程を包含する液晶表示装置の製造方法。

【請求項 3】

各々電極層及び配向膜を有する一対の基板の間に液晶層が挟持されてなる液晶表示素子と

、
該液晶表示素子の両側を挟む一対の偏光子と、

少なくとも一方の偏光子及び該液晶表示素子の間に設けられた少なくとも 1 枚の位相差素子とを有し、

該位相差素子の屈折率楕円体の 3 つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、該位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している液晶表示装置の製造方法であって、

該液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖 ($C_m H_{2m+1} -$) の長さ m が $m > 3.90$ 、かつ、

該液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とが、

$$-0.422m + 2.55 < \left(\frac{n_o(450) - n_o(550)}{n_o(550) - n_o(650)} \right) / \left(\frac{n_e(450) - n_e(550)}{n_e(550) - n_e(650)} \right) < 1$$

の範囲に該液晶材料をブレンドする工程を包含する液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

20

30

40

50

本発明は、液晶表示素子と光学的異方性を有する位相差素子とを組み合わせることにより表示画面の視野角が改善された液晶表示装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技術 】

従来、ネマティック液晶を用いた液晶表示装置は時計や電卓等の数値セグメント型表示装置に広く用いられていたが、最近ではワードプロセッサ、ノートブック型パーソナルコンピュータや車載用液晶テレビジョン等にも用いられるようになっている。

【 0 0 0 3 】

この液晶表示装置は、一般に、液晶層を間に挟んで対向配置される一対の透光性基板を有しており、この基板上に画素をオン・オフさせるための電極配線等が形成されている。例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、液晶に電圧を印加するための画素電極がマトリクス状に設けられ、各画素電極に選択的に電位を与えるためのスイッチング手段として電界効果トランジスタ等の能動素子が上記電極配線と共に基板上に設けられている。さらに、カラー表示を行う液晶表示装置においては、基板上に赤色、緑色、青色等のカラーフィルタ層が設けられている。

10

【 0 0 0 4 】

このような液晶表示装置においては、液晶のツイスト角に応じて異なる表示方式が適宜選択されて用いられている。その中でも、例えば、アクティブ駆動型ツイストネマティック液晶表示方式（以下、TN方式と称する）やマルチプレックス駆動型スーパーツイストネマティック液晶表示方式（以下、STN方式と称する）が良く知られている。

20

【 0 0 0 5 】

前者のTN方式は、ネマティック液晶分子を一対の基板間で 90° 捻れた状態に配向させ、その捻れ方向に沿って光を導くことにより表示を行うものである。後者のSTN方式は、ネマティック液晶分子のツイスト角を一対の基板間で 90° よりも大きくすることによって液晶印加電圧の閾値付近における光透過率が急峻に変化することを利用したものである。

【 0 0 0 6 】

これらの表示方式のうち、STN方式は液晶の複屈折効果を利用したものであるので、色の干渉によって表示画面の背景に特有の着色が生じる。従来、このような着色を防いでSTN方式により白黒表示を行うためには、光学補償板を用いることが有効であると考えられている。この光学補償板を用いる表示方式としては、ダブルスーパーツイストネマティック位相補償方式（以下、DSTN方式と称する）と、フィルム型位相補償方式（以下、フィルム付加型方式と称する）とに大別される。

30

【 0 0 0 7 】

上記DSTN方式は、表示用液晶セルと、この表示用液晶セルとは逆方向のツイスト角で捻れ配向させた液晶セルとの2層の液晶セルを有する構造であり、他方のフィルム付加型方式は、光学的異方性を有するフィルムを配置した構造である。軽量性及び低コスト性の観点からはフィルム付加型方式が有力であると考えられている。

【 0 0 0 8 】

上記STN方式においては、これらの位相補償方式を採用することにより白黒表示特性が改善されたため、カラーフィルタ層を設けてカラー表示を可能にしたカラーSTN液晶表示装置が実現されている。

40

【 0 0 0 9 】

一方、TN方式はノーマリブラック方式とノーマリホワイト方式とに大別される。

【 0 0 1 0 】

前者のノーマリブラック方式は液晶表示素子の両側を挟んで1対の偏光板をその偏光方向が相互に平行になるように配置し、液晶層にオン電圧を印加しない状態（オフ状態）で黒を表示する方式である。後者のノーマリホワイト方式は液晶表示素子の両側を挟んで1対の偏光板をその偏光方向が相互に直交するように配置し、液晶層にオフ状態で白を表示する方式である。これらのうち、表示コントラスト、色再現性及び表示の視角依存性等の観

50

点からはノーマリホワイト方式が有力である。

【0011】

ところで、上記TN方式の液晶表示装置においては、液晶分子に屈折率異方性 Δn が存在していること、及び液晶分子が上下基板に対して傾斜して配向していることにより、観察者が表示画面を見る方向や見る角度によって表示画像のコントラストが変化し、視角依存性が大きくなるという問題がある。この問題について以下に説明する。

【0012】

図8はTN方式の液晶表示素子31の断面構造を模式的に示したものであり、液晶層に中間調表示の電圧が印加され、液晶分子32がやや立ち上がっている状態を示している。

【0013】

この液晶表示素子31において、一对の基板33、34の表面の法線方向に通過する直線偏光35、及び法線方向に対して傾きを持って通過する直線偏光36、37は液晶分子32と交わる角度が各々異なっている。ここで、液晶分子32には屈折率異方性 Δn が存在するため、各直線偏光35、36、37が液晶分子32を通過すると正常光と異常光とが発生し、これらの位相差に伴って楕円偏光に変換されるので、これが視角依存性の発生原因となる。

【0014】

さらに、実際の液晶層の内部において、基板33と34との中間部付近と基板33、34の近傍とでは液晶分子32のチルト角が異なっており、また、基板表面の法線方向を軸として液晶分子32が90°捻れている状態にあるので、これらも視角依存性の発生原因となる。

【0015】

このように、液晶層を通過する直線偏光35、36、37はその方向や角度により様々な複屈折効果を受けて複雑な視角依存性を示すことになる。

【0016】

例えば、画面法線方向から正視角方向（画面の下方向）に視角を傾けて行くと、ある角度以上で表示画面が着色する現象（以下、着色現象と称する）や白黒が反転する現象（以下、反転現象と称する）が発生する。また、画面法線方向から反視角方向（画面の上方向）に視角を傾けて行くと、急激にコントラストが低下する。

【0017】

さらに、上述した液晶表示装置においては、表示画面が大きくなるにつれて視角が狭くなるという問題もある。例えば、大きな液晶表示画面を近距離で正面方向から見ると、視角依存性のために画面の上部と下部とで表示された色が異なる場合がある。これは、表示画面が大きくなると画面全体を見る見込み角が大きくなるため、表示画面をよ斜め方向から見たのと同じことになるからである。

【0018】

このようなTN方式における視角依存性を改善するために、光学的異方性を有する光学素子（位相差素子）としての位相差板（又は位相差フィルム）を液晶表示素子と偏光板との間に配置する方法が提案されている。

【0019】

この方法では、屈折率異方性を有する液晶分子を通過して直線偏光から楕円偏光に変換された光を、屈折率異方性を有する液晶層の片側又は両側に設けた位相差板を通過させる。これにより、視角に応じて生じる正常光と異常光との位相差変化を補償して直線偏光に再変換することができるので、視角依存性を改善することが可能となる。

【0020】

例えば特開平5-313159号公報には、位相差板として屈折率楕円体の1つの主屈折率方向を位相差板表面の法線方向に対して平行にしたものを用いる方法が提案されている。しかしながら、この位相差板を用いても正視角方向の反転現象を改善するのには限界がある。

【0021】

そこで、特開平 6 - 7 5 1 1 6 号公報には、位相差板として屈折率楕円体の主屈折率方向を位相差板の表面の法線方向に対して傾斜させたものを用いる方法が提案されている。ここでは、位相差板として以下のような 2 種類のものが挙げられている。

【 0 0 2 2 】

1 つは、位相差板の屈折率楕円体の 3 つの主屈折率のうち、最小の主屈折率の方向を位相差板の表面に対して平行にし、かつ、残りの 2 つの主屈折率の一方の方向を位相差板の表面に対して θ の角度で傾斜させると共に、他方の方向を位相差板表面の法線方向に対して θ の角度で傾斜させ、 θ の値を $20^\circ < \theta < 70^\circ$ としたものである。

【 0 0 2 3 】

もう 1 つは、位相差板の屈折率楕円体の 3 つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ であり、位相差板の表面に平行な主屈折率 n_a 又は n_c の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向を表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜させると共に、主屈折率 n_c 又は n_a の方向を表面に平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜させたものであり、屈折率楕円体が傾斜した位相差板である。 10

【 0 0 2 4 】

これら 2 種類の位相差板のうち、前者は各々一軸性のものと二軸性のものを用いることができる。後者はこのような位相差板を 1 枚のみで用いてもよいが、さらに、2 枚の位相差板を各々の主屈折率 n_b の傾斜方向が互いに 90° の角度をなすように組み合わせることもできる。

【 0 0 2 5 】

このような位相差板を液晶表示素子と偏光板との間に少なくとも 1 枚以上配置することにより、表示画像の視角に依存して生じるコントラストの変化、着色現象及び反転現象をある程度までは改善することができる。 20

【 0 0 2 6 】

さらに、特開平 8 - 1 0 1 3 8 1 号公報には、上記 2 種類の位相差板のうち、後者を用いた液晶表示装置において、位相差板の屈折率異方性の波長分散を液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さくすることにより表示色の視角特性を改善する方法が提案されている。また、特開平 5 - 2 1 5 9 1 2 号公報には、屈折率楕円体を傾斜させない従来の位相差板を用いた液晶表示装置において、位相差板の屈折率異方性の波長分散を液晶の屈折率異方性の波長分散に比べて小さくすることにより視角特性を改善する方法が提案されている。 30

【 0 0 2 7 】

ここで、位相差板の波長分散を調節する方法としては、位相差板の材料を変更する方法と、位相差板の厚みを調節する方法とが挙げられる。

【 0 0 2 8 】

【発明が解決しようとする課題】

今日のように広視野角及び高表示品位の液晶表示装置が望まれている状況下においては、さらなる視角依存性の改善が要求されており、上述の特開平 6 - 7 5 1 1 6 号公報に開示されている位相差板を用いただけでは必ずしも充分であるとは言えない。

【 0 0 2 9 】

一方、特開平 8 - 1 0 1 3 8 1 号公報及び特開平 5 - 2 1 5 9 1 2 号公報に開示されている方法では、位相差板として使用可能な材料に制限があるため、適切な波長分散を有する材料からなる位相差板は現実的ではない。また、位相差板の厚みを厚くすると、視角を倒したときに光路長の変化と屈折率楕円体の変化とから位相差が変化するため、視野角拡大の妨げとなって実用上好ましくない。さらに、この方法では視角を倒したときの表示画面の着色現象を改善するには至っておらず、未だ改善の余地を有している。 40

【 0 0 3 0 】

本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、視角に依存して生じるコントラスト変化や着色現象、反転現象等をさらに改善し、特に、視角に依存した液晶画面の着色現象を効果的に改善することができる液晶表示装置を提供することを目的 50

とする。

【 0 0 3 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の液晶表示装置の製造方法は、各々電極層及び配向膜を有する一対の基板の間に液晶層が挟持されてなる液晶表示素子と、該液晶表示素子の両側を挟む一対の偏光子と、少なくとも一方の偏光子及び該液晶表示素子の間に設けられた少なくとも1枚の位相差素子とを有し、該位相差素子の屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、該位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している液晶表示装置の製造方法であって、該液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1} -$)の長さ m が $m < 3.40$ 、かつ、該液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とが、

$$\frac{1}{-0.422m + 2.55} \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right)$$

の範囲に該液晶材料をブレンドする工程を包含し、そのことにより上記目的が達成される。

本発明の液晶表示装置の製造方法は、各々電極層及び配向膜を有する一対の基板の間に液晶層が挟持されてなる液晶表示素子と、該液晶表示素子の両側を挟む一対の偏光子と、少なくとも一方の偏光子及び該液晶表示素子の間に設けられた少なくとも1枚の位相差素子とを有し、該位相差素子の屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、該位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している液晶表示装置の製造方法であって、該液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1} -$)の長さ m が $3.40 < m < 3.90$ 、かつ、該液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とが、

$$\frac{0.80}{1.20} \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right)$$

の範囲に該液晶材料をブレンドする工程を包含し、そのことにより上記目的が達成される。

本発明の液晶表示装置の製造方法は、各々電極層及び配向膜を有する一対の基板の間に液晶層が挟持されてなる液晶表示素子と、該液晶表示素子の両側を挟む一対の偏光子と、少なくとも一方の偏光子及び該液晶表示素子の間に設けられた少なくとも1枚の位相差素子とを有し、該位相差素子の屈折率楕円体の3つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、該位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している液晶表示装置の製造方法であって、該液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1} -$)の長さ m が $m > 3.90$ 、かつ、該液晶材料

の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とが、

$$-0.422m + 2.55 \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right) - 1$$

の範囲に該液晶材料をブレンドする工程を包含し、そのことにより上記目的が達成される。

10

【0042】

以下、本発明を完成するに至った経緯及び本発明の作用について説明する。

【0043】

本発明にあっては、位相差素子の屈折率楕円体の 3 つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、位相差素子の表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜していることにより位相差素子の屈折率楕円体が傾斜している。直線偏光が複屈折性を有する液晶層を通過して正常光と異常光とが発生すると、これらの位相差に伴って通過光が楕円偏光に変化されるが、上記位相差板により正常光と異常光との位相差が補償される。

20

【0044】

しかしながら、このような位相差板の補償機能のみでは、さらなる視角依存性の改善要求を充分満たすことができない。

【0045】

そこで、本願発明者らは研究を重ねた結果、液晶表示素子に封入された液晶層において、液晶材料の平均アルキル鎖長と、液晶材料の正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合と、液晶材料の異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との組み合わせ条件が、特に液晶表示画面の着色に影響を与えることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0046】

30

本発明の液晶表示装置にあっては、液晶材料の平均アルキル鎖長と、液晶材料の正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合と、液晶材料の異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との組み合わせ条件を、視角に依存した画面着色が発生しない範囲に設定している。これにより画面の着色をより一層防止することが可能となり、さらに、後述する実施形態に示すように、コントラスト変化や反転現象についても、位相差板の補償機能のみの場合よりもさらに改善することができた。

【0047】

液晶材料の平均アルキル鎖長と、液晶材料の正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合と、液晶材料の異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との関係は、具体的には以下の範囲に設定する。

40

【0048】

(1) 液晶材料の平均アルキル鎖 ($C_m H_{2m+1} -$) の長さ m が $m < 3.40$ の場合、液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とを、

$$1 \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right) - 0.422m + 2.55$$

50

の範囲に設定する。

【0049】

この場合、後述する実施形態1において示すように、通常の液晶表示装置に対して要求される視角 50° において、若干の色付きは生じるものの、どの方向から見ても充分使用に耐え得る表示が得られる。

【0050】

さらに好ましくは、

$$1 \quad \left(\left(\left(n_o(450) - n_o(550) \right) / \left(n_o(550) - n_o(650) \right) \right) / \left(\left(n_e(450) - n_e(550) \right) / \left(n_e(550) - n_e(650) \right) \right) \right) - 0.343m + 2.26$$

10

の範囲に設定する。

【0051】

この場合、後述する実施形態1において示すように、視角 70° というさらに広視野角の液晶表示装置において、どの方向から見ても全く着色現象が無い表示が得られる。

【0052】

(2) 液晶材料の平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1} -$)の長さ m が $3.40 \leq m \leq 3.90$ の場合、液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とを、

20

$$0.80 \leq \left(\left(\left(n_o(450) - n_o(550) \right) / \left(n_o(550) - n_o(650) \right) \right) / \left(\left(n_e(450) - n_e(550) \right) / \left(n_e(550) - n_e(650) \right) \right) \right) \leq 1.20$$

の範囲に設定する。

【0053】

この場合、後述する実施形態2に示すように、通常の液晶表示装置に対して要求される視角 50° において、若干の色付きは生じるものの、どの方向から見ても充分使用に耐え得る表示が得られる。

【0054】

30

さらに好ましくは、

$$0.85 < \left(\left(\left(n_o(450) - n_o(550) \right) / \left(n_o(550) - n_o(650) \right) \right) / \left(\left(n_e(450) - n_e(550) \right) / \left(n_e(550) - n_e(650) \right) \right) \right) < 1.15$$

の範囲に設定する。

【0055】

この場合、後述する実施形態2に示すように、視角 70° というさらに広視野角の液晶表示装置において、どの方向から見ても全く着色現象が無い表示が得られる。

【0056】

(3) 液晶材料の平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1} -$)の長さ m が $m > 3.90$ の場合、液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とを、

40

$$-0.422m + 2.55 \leq \left(\left(\left(n_o(450) - n_o(550) \right) / \left(n_o(550) - n_o(650) \right) \right) / \left(\left(n_e(450) - n_e(550) \right) / \left(n_e(550) - n_e(650) \right) \right) \right) \leq 1$$

の範囲に設定する。

【0057】

50

この場合、後述する実施形態 3 に示すように、通常の液晶表示装置に対して要求される視角 50° において、若干の色付きは生じるものの、どの方向から見ても充分使用に耐え得る表示が得られる。

【0058】

さらに好ましくは、

$$\frac{-0.343m + 2.26 \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550))}{(n_o(550) - n_o(650))} \right) / \left(\frac{(n_e(450) - n_e(550))}{(n_e(550) - n_e(650))} \right)}{1}$$

の範囲に設定する。

【0059】

この場合、後述する実施形態 3 に示すように、視角 70° というさらに広視野角の液晶表示装置において、どの方向から見ても全く着色現象が無い表示が得られる。

【0060】

本発明の液晶表示装置にあつては、波長 550 nm の光に対する液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.060 より大きく 0.120 より小さい範囲に設定するのが好ましい。可視光領域である波長 550 nm の光に対する液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n(550)$ が 0.060 以下又は 0.120 以上である場合、後述する実施形態 4 に示すように、視角方向によって反転現象やコントラスト比の低下が発生することが確認されているからである。波長 550 nm の光に対する液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.060 より大きく 0.120 より小さい範囲に設定することにより視角に応じた位相差を解消することができるので、液晶表示画面において視角に依存して生じる着色現象は当然ながら、コントラスト変化や左右方向の反転現象等もさらに改善することができる。

【0061】

ここで、波長 550 nm の光に対する液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.070 以上 0.095 以下の範囲に設定することにより、後述する実施形態 4 に示すように、視角に応じた位相差をより効果的に解消することができる。従って、液晶表示画面において視角に依存して生じる着色現象、コントラスト変化や左右方向の反転現象等を確実に改善することができる。

【0062】

本発明の液晶表示装置にあつては、位相差素子における屈折率楕円体の傾斜角を 15° 以上 75° 以下の範囲に設定するのが好ましい。このように位相差素子の屈折率楕円体の傾斜角を設定することにより、後述する実施形態 4 に示すように、上述した視角に応じて生じる正常光と異常光との位相差変化を、位相差素子によって確実に補償することができる。

【0063】

本発明の液晶表示装置にあつては、位相差素子の主屈折率 n_a 及び n_b の差と、位相差素子の厚さ d との積 $(n_a - n_b) \times d$ を 80 nm 以上 250 nm 以下の範囲に設定するのが好ましい。このように位相差素子の主屈折率 n_a 及び n_b の差と位相差素子の厚さ d との積を設定することにより、後述する実施形態 4 に示すように、上述した視角に応じて生じる正常光と異常光との位相差変化を、位相差素子によって確実に補償することができる。

【0064】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0065】

図 1 は、本発明の一実施形態である液晶表示装置の構造を示す断面図である。この液晶表示装置は、液晶表示素子 1 と一対の位相差板 2、3 と一対の偏光板 4、5 とからなる液晶セル 16 と駆動回路 17 とを備えている。

【0066】

液晶表示素子 1 は、対向配置された一対の電極基板 6、7 の間に液晶層 8 が挟持されてい

10

20

30

40

50

る。一方の電極基板 6 は、ベースとなるガラス基板（透光性基板）9 の液晶層 8 側の表面に ITO（インジウム錫酸化物）からなる透明電極 10 が形成され、その上に配向膜 11 が形成されている。他方の電極基板 7 は、ベースとなるガラス基板（透光性基板）12 の液晶層 8 側の表面に ITO からなる透明電極 13 が形成され、その上に配向膜 14 が形成されている。

【0067】

両透明電極 10、11 は駆動回路 17 に接続されている。なお、この図 1 においては簡略化のために 2 画素分の構成を示しているが、液晶表示素子 1 の表示部のほぼ全体において所定幅の帯状の透明電極 10、13 がガラス基板 9、12 上に形成され、一方のガラス基板 9 上の透明電極 10 と他方のガラス基板 10 上の透明電極 13 とは基板面に垂直な方向から見て相互に交差（ここでは直交）するように形成されている。

10

【0068】

配向膜 11、14 は、液晶層 8 中の液晶分子が約 90° 捻れ配向するように予めラビング処理が施されている。配向膜 11 のラビング方向 R1 と配向膜 14 のラビング方向 R2 とは、図 2 に示すように、互いに直交する方向に設定されている。

【0069】

両電極基板 6、7 はシール樹脂 15 により貼り合わせられており、電極基板 6、7 とシール樹脂 15 とで囲まれる空間内に液晶層 8 が封入されている。なお、この液晶層 8 の詳細については後述するが、位相差板 2、3 による位相差補償機能と組み合わせて最良な特性が得られるように、液晶層 8 中の液晶材料のアルキル鎖、正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合及び異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との関係が所定の範囲に設定してある。

20

【0070】

位相差板 2、3 は、液晶表示素子 1 とその両側の偏光板 4、5 との間に各々 1 枚ずつ配置されている。この位相差板 2、3 は、透明な有機高分子からなる支持体にディスコティック液晶が傾斜配向又はハイブリッド配向されて架橋されたものである。これにより、後述するように、屈折率楕円体が傾斜した位相差板 2、3 が得られる。

【0071】

位相差板 2、3 の支持体材料としては、一般に偏光板に用いられるトリアセチルセルロース（TAC）が適しており、信頼性が高い位相差板が得られる。それ以外の材料としては、ポリカーボネート（PC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）等の耐環境性や耐薬品性に優れた無色透明の有機高分子フィルムが適している。

30

【0072】

位相差板 2、3 は、図 3 に示すように、異なる 3 方向の主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c を有している。

【0073】

3 つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c は $n_a = n_c > n_b$ の関係を有している。この場合、光学軸が 1 つのみ存在するので位相差板 2、3 は一軸性を備えたものとなり、屈折率異方性が負となる。

【0074】

主屈折率 n_a の方向は、直交座標軸 $x y z$ のうち、位相差板 2、3 の表面に平行（画面に平行）な y 軸の方向と一致している。主屈折率 n_b の方向は、主屈折率 n_a の方向を軸として、位相差板 2、3 の表面に垂直（表面の法線方向、画面に垂直）な z 軸の方向から矢印 A の方向に θ 傾いている。主屈折率 n_c の方向は、主屈折率 n_a の方向を軸として、位相差板 2、3 の表面に平行（画面に平行）な x 軸の方向から矢印 B の方向に θ 傾いている。この屈折率楕円体の傾斜角度 θ は $15^\circ < \theta < 75^\circ$ とするのが好ましい。この範囲に設定することにより屈折率楕円体の傾斜方向が時計回り及び反時計回りに関わらず、位相差板 2、3 による位相差補償機能を確実に得ることができる。ここで、位相差板 2、3 に異方性を与える方向に傾斜する主屈折率 n_b の方向を位相差板 2、3 の表面に投影した方向を D とする。

40

50

【 0 0 7 5 】

位相差板 2、3 の第 1 のリターデーション値は主屈折率 n_a 及び n_c の差（屈折率異方性 Δn ）と位相差素子の厚さ d との積 $(n_c - n_a) \times d$ で表されるが、 $n_a = n_c$ であるためほぼ 0 nm になる。第 2 のリターデーション値は主屈折率 n_a 及び n_b の差（屈折率異方性 Δn ）と位相差素子の厚さ d との積 $(n_a - n_b) \times d$ で表されるが、80 nm 以上 250 nm 以下の範囲に設定するのが好ましい。この範囲に設定することにより、位相差板 2、3 による位相差補償機能を確実に得ることができる。

【 0 0 7 6 】

なお、液晶や位相差板（位相差フィルム）といった光学異方体においては、3 次元方向の主屈折率 n_a 、 n_b 、 n_c の異方性が屈折率楕円体で表される。その屈折率異方性 Δn は、屈折率異方体をどの方向から観察するかによって異なる値になる。

10

【 0 0 7 7 】

本実施形態の液晶表示装置において、液晶表示素子 1、位相差板 2、3 及び偏光板 4、5 は図 4 に示すように配置されている。

【 0 0 7 8 】

偏光板 4 は、その吸収軸 $A \times 1$ が上述の配向膜 1 1 のラビング方向 R_1 と平行になるように配置され、偏光板 5 は、その吸収軸 $A \times 2$ が上述の配向膜 1 4 のラビング方向 R_2 と平行になるように配置される。この液晶表示装置においては、ラビング方向 R_1 、 R_2 を互いに直交させているため、吸収軸 $A \times 1$ 、 $A \times 2$ も互いに直交している。

【 0 0 7 9 】

20

位相差板 2 は、図 3 に示した方向 $D(D_1)$ が配向膜 1 1 のラビング方向 R_1 と平行になるように配置され、位相差板 3 は、図 3 に示した方向 $D(D_2)$ が配向膜 1 4 のラビング方向 R_2 と平行になるように配置される。

【 0 0 8 0 】

このような液晶表示素子 1、位相差板 2、3 及び偏光板 4、5 の配置により、液晶層 8 にオン電圧を印加しないオフ時に光を透過して白色表示を行う所謂ノーマリホワイトモードの液晶表示装置が得られる。

【 0 0 8 1 】

なお、位相差板 2、3 の配置については、位相差板 2、3 のうちのいずれか一方のみを液晶表示素子 1 の片側に配置してもよく、又は位相差板 2、3 の両方を液晶表示素子 2 の片側に重ねて配置してもよい。さらに、3 枚以上の位相差板を用いることも可能である。

30

【 0 0 8 2 】

次に、液晶層 8 について、詳細に説明する。

【 0 0 8 3 】

上述したように、位相差板 2、3 による位相差補償機能と組み合わせて最良な特性が得られるように、液晶層 8 中の液晶材料のアルキル鎖、正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合及び異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との関係は、表示画面に視角に依存した着色が発生しない範囲に設定してある。

【 0 0 8 4 】

具体的には、液晶材料の平均アルキル鎖長と、液晶材料の正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合と、液晶材料の異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との関係は、以下の（1）～（3）の少なくともいずれかの設定範囲の条件を満たすように設定する。

40

【 0 0 8 5 】

（1）液晶材料の平均アルキル鎖（ $C_m H_{2m+1}$ ）の長さ m が $m < 3.40$ の場合、液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とを、

$$1 \quad \left(\left(n_o(450) - n_o(550) \right) / \left(n_o(550) - n_o(650) \right) \right) \quad 50$$

$$\left(\frac{ne(450) - ne(550)}{ne(550) - ne(650)} \right) / \left(\frac{no(450) - no(550)}{no(550) - no(650)} \right) - 0.422m + 2.55$$

の範囲に設定する。

【0086】

より好ましくは、

$$\left(\frac{no(450) - no(550)}{no(550) - no(650)} \right) / \left(\frac{ne(450) - ne(550)}{ne(550) - ne(650)} \right) - 0.343m + 2.26$$

の範囲に設定する。

【0087】

(2) 液晶材料の平均アルキル鎖 ($C_m H_{2m+1} -$) の長さ m が $3.40 \leq m \leq 3.90$ の場合、液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $ne(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $ne(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $ne(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $no(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $no(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $no(650)$ の変化度合とを、

$$\left(\frac{no(450) - no(550)}{no(550) - no(650)} \right) / \left(\frac{ne(450) - ne(550)}{ne(550) - ne(650)} \right) - 1.20$$

の範囲に設定する。

【0088】

より好ましくは、

$$0.85 < \left(\frac{no(450) - no(550)}{no(550) - no(650)} \right) / \left(\frac{ne(450) - ne(550)}{ne(550) - ne(650)} \right) < 1.15$$

の範囲に設定する。

【0089】

(3) 液晶材料の平均アルキル鎖 ($C_m H_{2m+1} -$) の長さ m が $m > 3.90$ の場合、液晶材料の波長 450 nm の光に対する異常光屈折率 $ne(450)$ 、波長 550 nm の光に対する異常光屈折率 $ne(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する異常光屈折率 $ne(650)$ の変化度合と、波長 450 nm の光に対する正常光屈折率 $no(450)$ 、波長 550 nm の光に対する正常光屈折率 $no(550)$ 及び波長 650 nm の光に対する正常光屈折率 $no(650)$ の変化度合とを、

$$-0.422m + 2.55 \leq \left(\frac{no(450) - no(550)}{no(550) - no(650)} \right) / \left(\frac{ne(450) - ne(550)}{ne(550) - ne(650)} \right) - 1$$

の範囲に設定する。

【0090】

より好ましくは、

$$-0.343m + 2.26 \leq \left(\frac{no(450) - no(550)}{no(550) - no(650)} \right) / \left(\frac{ne(450) - ne(550)}{ne(550) - ne(650)} \right) - 1$$

の範囲に設定する。

【0091】

この構成により、本実施形態の液晶表示装置は、液晶表示素子 1 に視角に応じて生じる正常光と異常光との位相差変化を位相差板 2、3 で補償すると共に、液晶表示画面に生じる視角に依存した着色を液晶層 8 の液晶材料により特に効果的に補償することができる。従って、視角に依存した表示画面の着色が効果的に改善され、同時にコントラスト変化や反転現象も改善されて、高画質の画像を得ることができる。

【0092】

10

20

30

40

50

以下に本発明の液晶表示装置について、さらに具体的な実施形態を挙げて説明する。

【0093】

(実施形態1)

本実施形態1では、図1に示した液晶表示装置において、液晶層8の液晶材料として下記構造式で示される材料系をブレンドして、1モルに対する平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1}$)の長さmを $m < 3.40$ とし、液晶材料の波長450nmの光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長550nmの光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長650nmの光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長450nmの光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長550nmの光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長650nmの光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とを

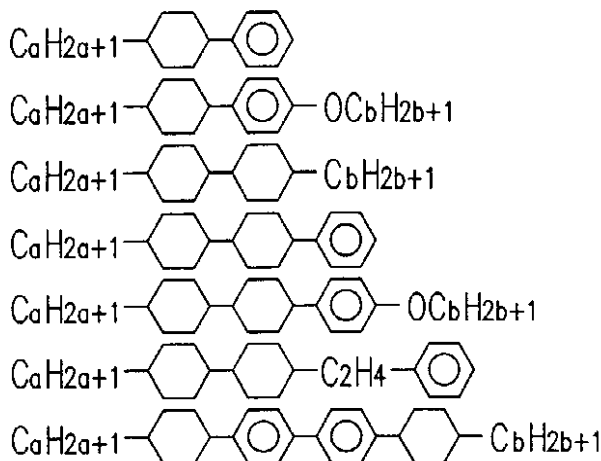
$$1 > \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right) - 0.422m + 2.55$$

10

の範囲に設定したものを用いた。

【0094】

【化1】



20

【0095】

液晶セル16のセル厚(液晶層8の厚み)は5 μm とし、下記表1に示す5つの液晶表示装置(サンプル#11~#15)を作製した。

30

【0096】

位相差板2、3としては、透明な支持体(例えばトリアセチルセルロース(TAC)等)にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶を傾斜配向させて架橋させて、第1のリターデーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が0nm、第2のリターデーション値 $(n_a - n_b) \times d$ が100nmであり、図3に示した主屈折率 n_b の方向がxyz座標軸におけるz軸方向から矢印Aの方向に約20°傾き、主屈折率 n_c の方向がx軸方向から矢印Bの方向に約20°傾いた屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta = 20^\circ$ のものを作製した。

【0097】

さらに、比較のために、図1の液晶表示装置に示した液晶表示装置において、液晶層8の液晶材料として

$1 > \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right)$
又は

$\left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right) > -0.422m + 2.55$

の範囲に設定したものを用いた以外は本実施形態と同様にして下記表1に示した2つの液晶表示装置(比較サンプル#100及び#101)を作製した。

40

50

【0098】

上記サンプル#11～#15及び比較サンプル#100、#101について、白色光の下、目視試験を行った結果を下記表1に示す。尚、下記表1及び後述する実施形態2、3の表2、3において、

$F(n_o(\lambda), n_e(\lambda)) = ((n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))) / ((n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650)))$ であり、

○は着色無し、△は使用に耐え得る程度の着色あり、×は使用に耐えない程度の着色ありを示す。

【0099】

10

【表1】

サンプル		#100	#11	#12	#13	#14	#15	#101
平均アルキル鎖長(m)		3.38	3.30	3.25	3.30	3.38	3.35	3.30
$F(n_o(\lambda), n_e(\lambda))$		1.25	1.14	1.16	1.05	1.05	1.00	0.90
視 角 (θ)	50°	×	○	○	○	○	○	×
	60°	×	△	△	○	○	○	×
	70°	×	×	×	○	○	○	×

20

【0100】

上記表1に示すように、本実施形態のサンプル#13～#15については、視角70°においてどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。従って、

$1 - ((n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))) / ((n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))) - 0.343m + 2.26$

の範囲では、特に優れた特性が得られることがわかる。

【0101】

また、本実施形態のサンプル#11及び#12については、視角50°まではどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。視角60°では左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、使用に耐え得る程度の着色であった。

30

【0102】

これに対して、比較サンプル#100及び#101については、視角50°においてさえ左右方向から見た場合に使用に耐え得ない程の黄色から橙色の着色が確認された。

【0103】

さらに、位相差板2、3として透明な支持体にディスコティック液晶を塗布してハイブリッド配向させた以外は本実施形態のサンプル#11～サンプル#15、及び比較サンプル#100、#101と同様に作製した液晶表示装置についても同様の結果が得られた。

【0104】

40

(実施形態2)

本実施形態2では、図1に示した液晶表示装置において、液晶層8の液晶材料として下記構造式で示される材料系をブレンドして、1モルに対する平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1} -$)の長さmを3.40～3.90とし、液晶材料の波長450nmの光に対する異常光屈折率 $n_e(450)$ 、波長550nmの光に対する異常光屈折率 $n_e(550)$ 及び波長650nmの光に対する異常光屈折率 $n_e(650)$ の変化度合と、波長450nmの光に対する正常光屈折率 $n_o(450)$ 、波長550nmの光に対する正常光屈折率 $n_o(550)$ 及び波長650nmの光に対する正常光屈折率 $n_o(650)$ の変化度合とを

$0.80 - ((n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650)))$

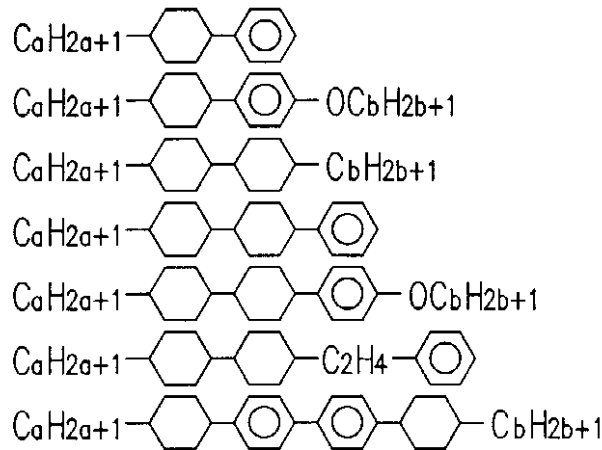
50

)) / ((ne(450) - ne(550)) / (ne(550) - ne(650)))
)) 1.20

の範囲に設定したものをを用いた。

【0105】

【化2】



10

【0106】

液晶セル16のセル厚は5 μmとし、下記表2に示す5つの液晶表示装置(サンプル# 21 ~ # 25)を作製した。

【0107】

位相差板2、3としては、透明な支持体(例えばトリアセチルセルロース(TAC)等)にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶を傾斜配向させて架橋させて、第1のリターデーション値(nc - na) × dが0 nm、第2のリターデーション値(na - nb) × dが100 nmであり、図3に示した主屈折率nbの方向がxyz座標軸におけるz軸方向から矢印Aの方向に約20°傾き、主屈折率ncの方向がx軸方向から矢印Bの方向に約20°傾いた屈折率楕円体の傾斜角度θ = 20°のものを作製した。

【0108】

さらに、比較のために、図1の液晶表示装置に示した液晶表示装置において、液晶層8の液晶材料として

0.80 > ((no(450) - no(550)) / (no(550) - no(650))) / ((ne(450) - ne(550)) / (ne(550) - ne(650)))

又は

((no(450) - no(550)) / (no(550) - no(650))) / ((ne(450) - ne(550)) / (ne(550) - ne(650))) > 1.20

の範囲に設定したものをを用いた以外は本実施形態と同様にして下記表2に示した2つの液晶表示装置(比較サンプル# 200及び# 201)を作製した。

【0109】

上記サンプル# 21 ~ # 25及び比較サンプル# 200、# 201について、白色光の下、目視試験を行った結果を下記表2に示す。

【0110】

【表2】

20

30

40

サンプル		#200	#21	#22	#23	#24	#25	#201
平均アルキル鎖長(m)		3.90	3.55	3.80	3.68	3.60	3.45	3.40
F(no(λ),ne(λ))		0.75	0.85	0.90	1.00	1.15	1.15	1.25
視 角 (θ)	50°	×	○	○	○	○	○	×
	60°	×	△	○	○	○	△	×
	70°	×	×	○	○	○	×	×

10

【0111】

上記表2に示すように、本実施形態のサンプル#22～#24については、視角70°においてどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。従って、

$$0.85 < \left(\left(\text{no}(450) - \text{no}(550) \right) / \left(\text{no}(550) - \text{no}(650) \right) \right) / \left(\left(\text{ne}(450) - \text{ne}(550) \right) / \left(\text{ne}(550) - \text{ne}(650) \right) \right) < 1.15$$

の範囲では、特に優れた特性が得られることがわかる。

【0112】

また、本実施形態のサンプル#21及び#25については、視角50°まではどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。視角60°では左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、使用に耐え得る程度の着色であった。

20

【0113】

これに対して、比較サンプル#200及び#201については、視角50°においてさえ左右方向から見た場合に使用に耐え得ない程の黄色から橙色の着色が確認された。

【0114】

さらに、位相差板2、3として透明な支持体にディスコティック液晶を塗布してハイブリッド配向させた以外は本実施形態のサンプル#21～サンプル#25、及び比較サンプル#200、#201と同様に作製した液晶表示装置についても同様の結果が得られた。

【0115】

30

(実施形態3)

本実施形態3では、図1に示した液晶表示装置において、液晶層8の液晶材料として下記構造式で示される材料系をブレンドして、1モルに対する平均アルキル鎖($C_m H_{2m+1}-$)の長さmを $m > 3.90$ とし、液晶材料の波長450nmの光に対する異常光屈折率 $ne(450)$ 、波長550nmの光に対する異常光屈折率 $ne(550)$ 及び波長650nmの光に対する異常光屈折率 $ne(650)$ の変化度合と、波長450nmの光に対する正常光屈折率 $no(450)$ 、波長550nmの光に対する正常光屈折率 $no(550)$ 及び波長650nmの光に対する正常光屈折率 $no(650)$ の変化度合とを

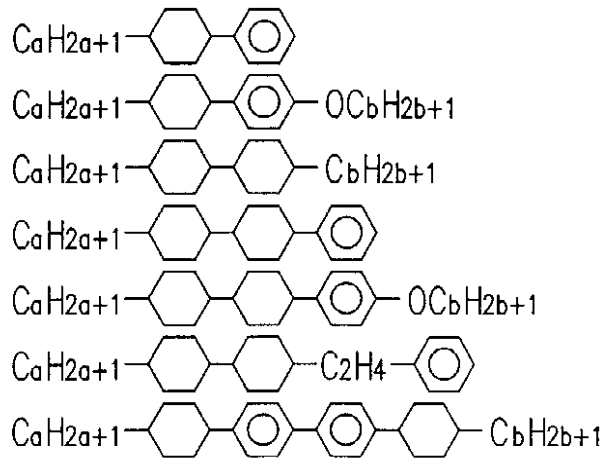
$$-0.422m + 2.55 - \left(\left(\text{no}(450) - \text{no}(550) \right) / \left(\text{no}(550) - \text{no}(650) \right) \right) / \left(\left(\text{ne}(450) - \text{ne}(550) \right) / \left(\text{ne}(550) - \text{ne}(650) \right) \right) > 1$$

40

の範囲に設定したものをを用いた。

【0116】

【化3】



10

【 0 1 1 7 】

液晶セル 1 6 のセル厚は $5 \mu\text{m}$ とし、下記表 3 に示す 5 つの液晶表示装置 (サンプル # 3 1 ~ # 3 5) を作製した。

【 0 1 1 8 】

位相差板 2、3 としては、透明な支持体 (例えばトリアセチルセルローズ (T A C) 等) にディスコティック液晶を塗布し、ディスコティック液晶を傾斜配向させて架橋させて、第 1 のリターデーション値 $(n_c - n_a) \times d$ が 0 nm 、第 2 のリターデーション値 $(n_a - n_b) \times d$ が 100 nm であり、図 3 に示した主屈折率 n_b の方向が $x y z$ 座標軸における z 軸方向から矢印 A の方向に約 20° 傾き、主屈折率 n_c の方向が x 軸方向から矢印 B の方向に約 20° 傾いた屈折率楕円体の傾斜角度 $\theta = 20^\circ$ のものを作製した。

20

【 0 1 1 9 】

さらに、比較のために、図 1 の液晶表示装置に示した液晶表示装置において、液晶層 8 の液晶材料として

$$-0.422m + 2.55 > \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550))}{(n_o(550) - n_o(650))} \right) / \left(\frac{(n_e(450) - n_e(550))}{(n_e(550) - n_e(650))} \right)$$

30

又は

$$\left(\frac{(n_o(450) - n_o(550))}{(n_o(550) - n_o(650))} \right) / \left(\frac{(n_e(450) - n_e(550))}{(n_e(550) - n_e(650))} \right) > 1$$

の範囲に設定したものをを用いた以外は本実施形態と同様にして下記表 3 に示した 2 つの液晶表示装置 (比較サンプル # 3 0 0 及び # 3 0 1) を作製した。

【 0 1 2 0 】

上記サンプル # 3 1 ~ # 3 5 及び比較サンプル # 3 0 0、# 3 0 1 について、白色光の下、目視試験を行った結果を下記表 3 に示す。

【 0 1 2 1 】

40

【 表 3 】

サンプル	#300	#31	#32	#33	#34	#35	#301
平均アルキル鎖長(m)	4.60	5.00	4.20	4.60	4.50	5.00	4.75
$F(n_o(\lambda), n_e(\lambda))$	0.50	0.44	0.80	0.70	0.89	1.00	1.10
視 角 (θ)	50°	×	○	○	○	○	×
	60°	×	×	△	○	○	×
	70°	×	×	×	○	○	×

10

【0122】

上記表3に示すように、本実施形態のサンプル#33～#35については、視角70°においてどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。従って、

$$-0.343m + 2.26 \left(\frac{(n_o(450) - n_o(550)) / (n_o(550) - n_o(650))}{(n_e(450) - n_e(550)) / (n_e(550) - n_e(650))} \right) - 1$$

の範囲では、特に優れた特性が得られることがわかる。

【0123】

また、本実施形態のサンプル#31については、視角50°まではどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。視角60°では左右方向から見た場合に使用に耐え得ない程度の着色があった。

20

【0124】

また、本実施形態のサンプル#32については、視角50°まではどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。視角60°では左右方向から見た場合に若干の着色が確認されたが、使用に耐え得る程度の着色であった。

【0125】

これに対して、比較サンプル#300及び#301については、視角50°においてさえ左右方向から見た場合に使用に耐え得ない程の黄色から橙色の着色が確認された。

【0126】

さらに、位相差板2、3として透明な支持体にディスコティック液晶を塗布してハイブリッド配向させた以外は本実施形態のサンプル#31～サンプル#35、及び比較サンプル#300、#301と同様に作製した液晶表示装置についても同様の結果が得られた。

30

【0127】

(実施形態4)

本実施形態4では、図1に示した液晶表示装置において、液晶層8の液晶材料として波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を0.070、0.080、0.095に設定した材料を用い、液晶セル16のセル厚を5 μ mとして3つの液晶表示装置(サンプル#41～#43)を作製した。各サンプルの平均アルキル鎖長さm及び正常光屈折率 n_o の変化度合と異常光屈折率 n_e の変化度合 $F(n_o(\lambda), n_e(\lambda))$ は、下記表4の通りである。

40

【0128】

【表4】

サンプル	#41	#42	#43
平均アルキル鎖長(m)	3.38	3.68	4.60
$F(n_o(\lambda), n_e(\lambda))$	1.05	1.00	0.70

【0129】

50

位相差板 2、3 としては、ディスコティック液晶を傾斜配向させた上記実施形態 1 と同様のものを用いた。

【0130】

さらに、比較のために、図 1 の液晶表示装置に示した液晶表示装置において、液晶層 8 の液晶材料として波長 550 nm の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.060、0.120 に設定したものを用いた以外は本実施形態と同様にして 2 つの液晶表示装置（比較サンプル # 401 及び # 402）を作製した。

【0131】

上記サンプル # 41 ~ # 43 及び比較サンプル # 401、# 402 について、図 5 に示すような受光素子 21、増幅器 22 及び記録装置 23 を備えた測定系を用いて液晶表示装置の視角依存性を測定した。

10

【0132】

この測定系において、液晶表示装置の液晶セル 16 は、ガラス基板 9 側の面 16a が直交座標軸 x y z の基準面 x - y の位置になるように設置される。

【0133】

受光素子 21 は一定の立体受光角で受光し得る素子であり、液晶セル 16 の面 16a に垂直な z 方向に対して角度 ϕ （視角）をなす方向に、座標原点から所定距離を置いた位置に配置されている。

【0134】

測定時には、測定系に設置された液晶セル 16 に対して面 16a の反対側の面から波長 550 nm の単色光を照射する。これにより、液晶セル 16 を透過した単色光の一部が受光素子 21 に入射される。そして、受光素子 21 の出力は、増幅器 22 で所定のレベルに増幅された後、波形メモリやレコーダ等を備えた記録装置 23 によって記録される。

20

【0135】

この測定系に本実施形態のサンプル # 41 ~ # 43 及び比較サンプル # 401、# 402 を設置して、受光素子 21 を一定の角度 ϕ で固定した場合の各液晶表示装置への印加電圧と受光素子 21 の出力レベルとの関係を測定した。

【0136】

ここでは、x 方向が画面の下側であり、y 方向が画面の左側であると仮定して、角度 ϕ が 50° となるように受光素子 21 の配置位置を上方向、右方向及び左方向に各々変えて測定を行った。

30

【0137】

本実施形態のサンプル # 41 ~ # 43 についての測定結果を図 6 (a) ~ (c) に、比較サンプル # 401 及び # 402 についての測定結果を図 7 (a) ~ (c) に示す。図 6 (a) ~ (c) 及び図 7 (a) ~ (c) は、各液晶表示装置に印加される電圧に対する光の透過率（透過率 - 液晶印加電圧特性）を示すグラフであり、図 6 (a) 及び図 7 (a) が図 2 の上方向から測定を行った結果であり、図 6 (b) 及び図 7 (b) が図 2 の右方向から測定を行った結果であり、図 6 (c) 及び図 7 (c) が図 2 の左方向から測定を行った結果である。

【0138】

この図 6 (a) ~ (c) において、一点鎖線で示した曲線 L1、L4、L7 が液晶層 8 に $\Delta n(550) = 0.070$ の液晶材料を用いたサンプル # 41 を示し、実線で示した曲線 L2、L5、L8 は液晶層 8 に $\Delta n(550) = 0.080$ の液晶材料を用いたサンプル # 42 を示し、点線で示した曲線 L3、L6、L9 は液晶層 8 に $\Delta n(550) = 0.095$ の液晶材料を用いたサンプル # 43 を示す。図 7 (a) ~ (c) において、実線で示した曲線 L10、L12、L14 は液晶層 8 に $\Delta n(550) = 0.060$ の液晶材料を用いた比較サンプル # 401 を示し、点線で示した曲線 L11、L13、L15 は液晶層 8 に $\Delta n(550) = 0.120$ の液晶材料を用いた比較サンプル # 402 を示す。

40

【0139】

上方向の透過率 - 液晶印加電圧特性については、本実施形態のサンプル # 41 ~ # 43 で

50

は図6(a)のL1~L3に示すように、電圧が高くなるのに伴って透過率が充分下がることを確認された。これに対して、比較サンプル#402では図7(a)のL11に示すように、電圧を高くしても十分に透過率が下がらず、比較サンプル#401では図7(a)のL10に示すように、電圧が高くなるのに伴って透過率が一旦低下した後で再び上昇する反転現象が見られた。

【0140】

同様に、右方向の透過率 - 液晶印加電圧特性については、本実施形態のサンプル#41~#43では図6(b)のL4~L6に示すように、電圧が高くなるのに伴って透過率がほぼ0近くまで低下することが確認された。一方、比較サンプル#401では図7(b)のL12に示すように、電圧が高くなるのに伴って透過率がほぼ0近くまで低下するが、比較サンプル#402では図7(b)のL13に示すように、電圧が高くなるに伴って透過率が一旦低下した後で再び上昇する反転現象が見られた。

10

【0141】

同様に、左方向の透過率 - 液晶印加電圧特性については、本実施形態のサンプル#41~#43では図6(c)のL7~L9に示すように、電圧が高くなるのに伴って透過率がほぼ0近くまで低下することが確認された。一方、比較サンプル#401では図7(c)のL14に示すように、電圧が高くなるのに伴って透過率がほぼ0近くまで低下するが、比較サンプル#402では図7(c)のL15に示すように、電圧が高くなるに伴って透過率が一旦低下した後で再び上昇する反転現象が見られた。

【0142】

さらに、上記サンプル#41~#43及び比較サンプル#401、#402について、白色光の下、目視試験を行ったところ、本実施形態のサンプル#41~#43及び比較サンプル#401については、視角50°まではどの方向から見ても着色は確認されず、良好な画質が得られた。

20

【0143】

これに対して、比較サンプル#402については、視角50°において左右方向から見た場合に黄色から橙色の着色が確認された。

【0144】

以上の結果から、液晶層8の液晶材料として波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を0.070、0.080、0.095に設定した本実施形態の液晶表示装置(サンプル#41~#43)では、図6(a)~図6(c)に示したように、電圧を印加していくと透過率が充分低下して反転現象も見られないため視野角が拡大しており、また、着色現象も見られないので液晶表示装置の表示品位が格段に向上していることがわかる。

30

【0145】

これに対して、液晶層8の液晶材料として波長550nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を0.060、0.120に設定した液晶表示装置(比較サンプル#401及び#402)では、図7(a)~図7(c)に示したように、視角依存性が充分改善されていないことがわかる。

【0146】

さらに、位相差板2、3として透明な支持体にディスコティック液晶を塗布してハイブリッド配向させた以外は本実施形態のサンプル#41~サンプル#43、及び比較サンプル#401、#402と同様に作製した液晶表示装置についても同様の結果が得られた。

40

【0147】

上記位相差板2、3の屈折率楕円体の傾斜角度 θ を変化させて、透過率 - 液晶印加電圧特性の傾斜角度 θ に対する依存性を調べた結果、15° θ 75°の範囲であれば、位相差板2、3におけるディスコティック液晶の配向状態に関係なく、基本的に上述したものと同様な結果が得られた。これに対して、傾斜角度が15°未満又は75°を超える場合には、反視角方向における視野角が拡大されないことが確認された。

【0148】

50

上記位相差板 2、3 の第 2 のリターデーション値 $(n_a - n_b) \times d$ を変化させて、透過率 - 液晶印加電圧特性の第 2 のリターデーション値に対する依存性を調べた結果、第 2 のリターデーション値が 80 nm 以上 250 nm 以下の範囲であれば、位相差板 2、3 におけるディスコティック液晶の配向状態に関係なく、基本的に上述したものと同様な結果が得られた。これに対して、第 2 のリターデーション値が 80 nm 未満又は 250 nm を超える場合には、横方向（左右方向）における視野角が拡大されないことが確認された。

【0149】

さらに、上記比較サンプル # 401 及び # 402 の目視試験の結果を基にして、図 1 の液晶表示装置に示した液晶表示装置において、液晶層 8 の液晶材料として波長 550 nm の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.065、0.100、0.115 に設定したものをを用いた以外は本実施形態と同様にして 3 つの液晶表示装置（サンプル # 44 ~ # 46）を作製した。

10

【0150】

図 5 に示した測定系にこれらのサンプル # 44 ~ # 46 を設置して、受光素子 21 を一定の角度 ϕ で固定した場合の各液晶表示装置への印加電圧と受光素子 21 の出力レベルとの関係を測定し、さらに、白色光の下、目視試験を行った。

【0151】

その結果、波長 550 nm の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.100、0.115 に設定した本実施形態のサンプル # 45 及び # 46 では、角度 $\phi = 50^\circ$ とした場合に左右方向において電圧を高くするとわずかに透過率の上昇が確認された。しかしながら、目視においては反転現象が生じておらず、この程度の透過率の上昇は使用に耐え得るものであった。上方向においては、何等問題のない結果が得られた。一方、波長 550 nm の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.065 に設定した本実施形態のサンプル # 44 では、上述した比較サンプル # 401 と同様に、上方向において電圧を高くするに伴って透過率が一旦低下した後で再び上昇するような反転現象があったが、図 7 (a) に示した比較サンプル # 401 (L10) に比べて透過率の上昇度合は小さく、使用に耐え得るものであった。左右方向においては、何等問題のない結果が得られた。

20

【0152】

また、目視試験においては、本実施形態のサンプル # 45 及び # 46 について黄色から橙色の若干の着色が確認されたが、問題にならない程度の着色であった。一方、本実施形態のサンプル # 44 については若干の青みを呈していることが確認されたが、問題にならない程度の青みであった。

30

【0153】

さらに、サンプル # 44 と比較サンプル # 401 について、1 V 程度の電圧を印加して液晶セル 16 の表面の法線方向における白表示時の透過率を測定した。その結果、比較サンプル # 401 では使用に耐え得ない程度の透過率の低下が見られた。これに対して、本実施形態のサンプル # 44 では若干の透過率の低下が確認されたが、使用に耐え得る程度のものであった。

【0154】

【発明の効果】

40

以上詳述したように本発明による場合には、屈折率楕円体の 3 つの主屈折率 n_a 、 n_b 及び n_c が $n_a = n_c > n_b$ の関係を有し、表面に概ね平行な主屈折率 n_a 及び n_c のうちの一方の方向を軸として、主屈折率 n_b の方向が表面の法線方向から時計回り又は反時計回りに傾斜すると共に、主屈折率 n_a 及び n_c の他方の方向が表面に概ね平行な方向から時計回り又は反時計回りに傾斜している位相差板を用いることにより、液晶表示素子の位相差変化を補償することができる。それに加えて、液晶層の液晶材料の平均アルキル鎖長と、液晶材料の正常光屈折率 n_o の波長に対する変化度合と、液晶材料の異常光屈折率 n_e の波長に対する変化度合との組み合わせ条件を視角に依存した画面着色が発生しない範囲に設定することにより、視角に依存した液晶表示画面の着色をより一層防止することが可能となり、さらに、反転現象や反視角方向のコントラスト比の低下についても、位相差

50

板の補償機能のみの場合よりもさらに改善することができる。

【0155】

特に、本発明では、通常の液晶表示装置に対して要求される視角 50° において、あらゆる方向から見て充分使用に耐え得る程度まで液晶表示画面の着色を抑えることが可能となる。

【0156】

さらに、本発明では、視角 70° というさらに広視野角の液晶表示装置において、どの方向から見て液晶表示画面に全く着色現象が無い状態を実現することができる。

【0157】

従って、本発明によれば、白黒表示におけるコントラスト比が観察者の視角方向によって影響されないため、液晶表示装置の表示画像の品質を格段に向上させることができる。 10

【0158】

本発明では、波長 550 nm の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.060 より大きく 0.120 より小さい範囲に設定することにより、液晶表示素子に視角に応じて生じる位相差を解消することができる。よって、液晶表示画面において視角に依存して生じる着色現象は当然ながら、コントラスト変化や左右方向の反転現象等もさらに改善することができる。

【0159】

さらに、本発明では、波長 550 nm の光に対する屈折率異方性 $\Delta n(550)$ を 0.070 以上 0.095 以下の範囲に設定することにより、より一層、視角に応じて生じる位相差を効果的に解消することができる。よって、液晶表示画面において視角に依存して生じる着色現象、コントラスト変化や左右方向の反転現象等をさらに確実に改善することができる。 20

【0160】

本発明では、屈折率楕円体の傾斜角を 15° 以上 75° 以下の範囲に設定することにより、位相差素子による位相差の補償機能を確実に得ることができるので、視認性を確実に向上することができる。

【0161】

本発明では、位相差素子の主屈折率 n_a 及び n_b の差と、位相差素子の厚さ d との積 $(n_a - n_b) \times d$ を 80 nm 以上 250 nm 以下の範囲に設定することにより、位相差素子による位相差の補償機能を確実に得ることができるので、視認性を確実に向上することができる。 30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図2】図1の液晶表示装置における配向膜のラビング方向と視角方向との関係を示す図である。

【図3】図1の液晶表示装置における位相差板の主屈折率の方向を示す斜視図である。

【図4】図1の液晶表示装置における液晶表示素子、偏光板及び位相差板の光学的な配置を示す斜視図である。

【図5】実施形態4の液晶表示装置の視角依存性を測定するための測定系を示す斜視図である。 40

【図6】実施形態4の液晶表示装置の透過率 - 液晶印加電圧特性を示すグラフである。

【図7】比較例の液晶表示装置の透過率 - 液晶印加電圧特性を示すグラフである。

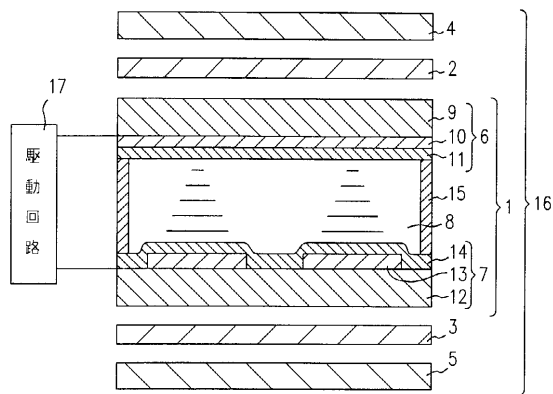
【図8】TN液晶表示素子における液晶分子の揃え配向を示す模式図である。

【符号の説明】

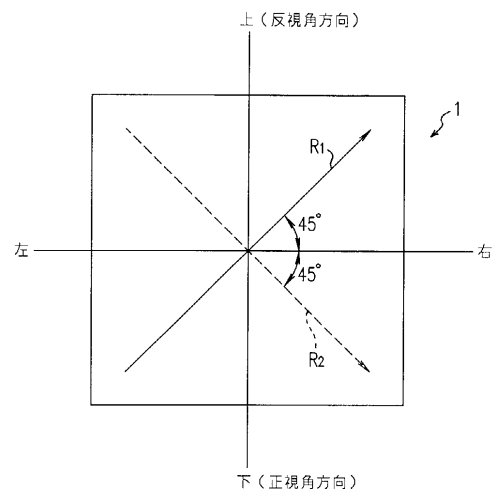
- 1 液晶表示素子
- 2、3 位相差板
- 4、5 偏光板
- 6、7 電極基板
- 8 液晶層

- 9、12 透光性基板
- 10、13 透明電極
- 11、14 配向膜
- 15 シール樹脂
- 16 液晶セル
- 17 駆動回路

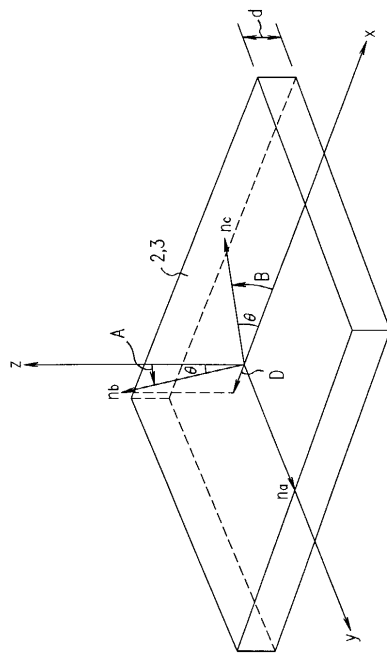
【図 1】



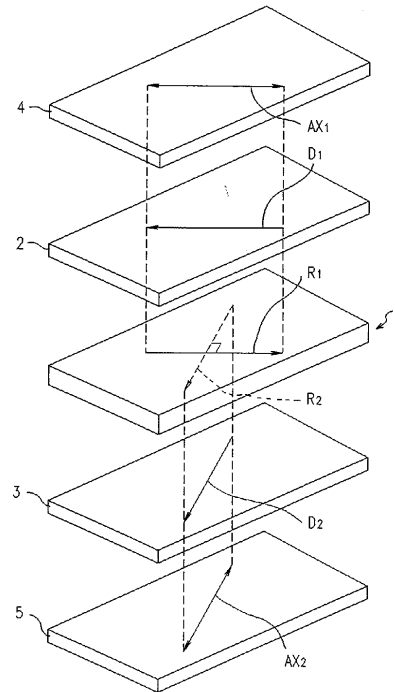
【図 2】



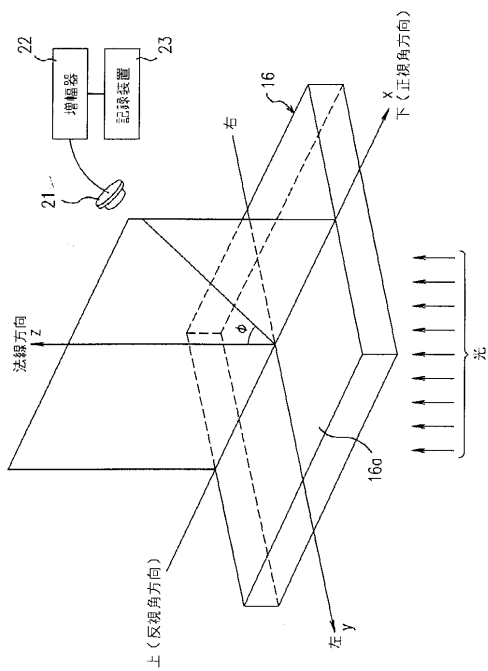
【 図 3 】



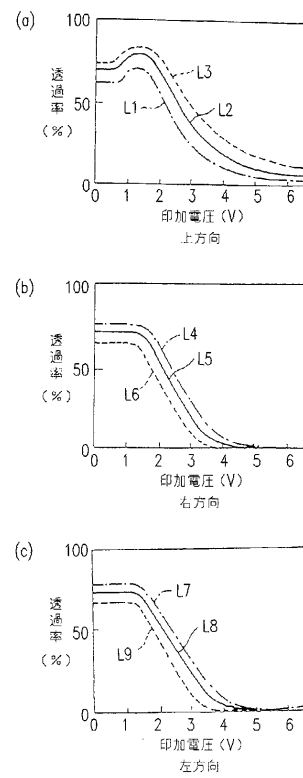
【 図 4 】



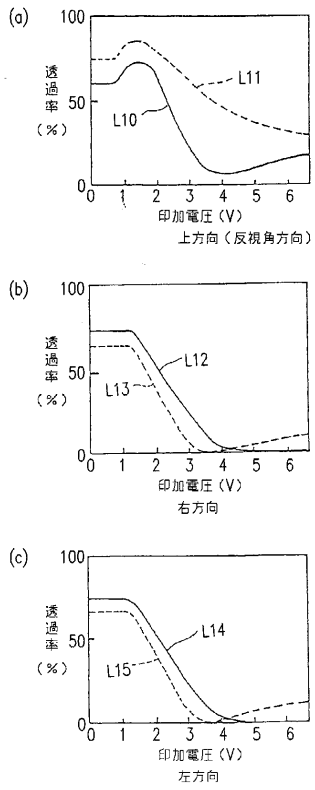
【 図 5 】



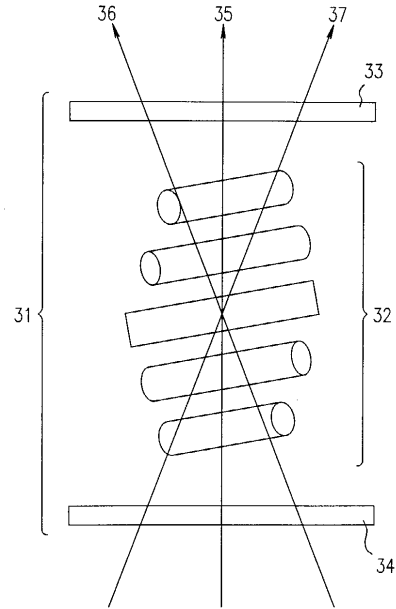
【 図 6 】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 河原 英雄

(56)参考文献 特許第3452478(JP, B2)
特開平06-075116(JP, A)
特開平05-059365(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02F 1/13 - 1/141