

(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2004-139140
(P2004-139140A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int.Cl.⁷G02F 1/1335
G02F 1/1335
G02F 1/13363

F 1

G02F 1/1335 520
G02F 1/1335 510
G02F 1/13363

テーマコード(参考)

2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-37987 (P2004-37987)
 (22) 出願日 平成16年2月16日 (2004. 2. 16)
 (62) 分割の表示 特願2000-177976 (P2000-177976)
 の分割
 原出願日 平成12年6月14日 (2000. 6. 14)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 100077931
 弁理士 前田 弘
 (74) 代理人 100094134
 弁理士 小山 廣毅
 (74) 代理人 100113262
 弁理士 竹内 祐二
 (72) 発明者 清水 雅宏
 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 伊藤 康尚
 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

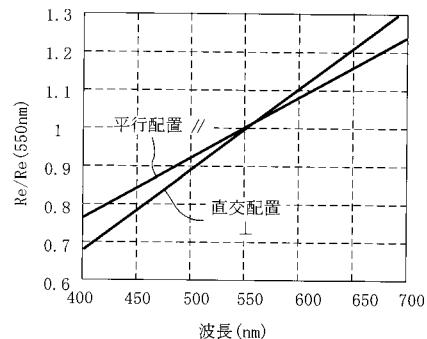
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 黒表示の品位の高い、反射モードの表示を実現できる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 観察者側に設けられ基板側から入射し、偏光素子、位相差素子、および液晶層をこの順で通過し、反射層で反射された光を用いて表示を行う反射領域を有する。液晶層のリターデーション $n \cdot d$ は、印加される電圧値に応じて、 $n_1 \cdot d$ $n \cdot d$ $n_2 \cdot d$ の範囲で変化し、 $n \cdot d = n_1 \cdot d$ のときに黒表示を行う。 $n_1 \cdot d$ は、可視光の波長 (400 nm ~ 700 nm) の全てに対して、 $n_1 \cdot d / 4$ の関係を満足し、且つ、位相差素子のリターデーションは、の増加にともない単調増加する関係を有する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液晶層と、前記液晶層を介して互いに対向するように配置された第1基板および第2基板と、前記液晶層の前記第1基板側に設けられた反射層と、前記液晶層の前記第2基板側に設けられた位相差素子および偏光素子と、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板の前記液晶層側の設けられた第2電極とを有し、前記第2基板側から入射し、前記偏光素子、前記位相差素子、および前記液晶層をこの順で通過し、前記反射層で反射された光を用いて表示を行う反射領域を有する液晶表示装置であって、

前記液晶層の複屈折率 n と前記反射領域の前記液晶層の厚さ d との積で規定されるリタデーション $n \cdot d$ は、前記第1電極と前記第2電極との間の電圧値に応じて、 $n_1 \cdot d = n_2 \cdot d$ の範囲で変化し、 $n \cdot d = n_1 \cdot d$ のときに黒表示を行い、

$n_1 \cdot d$ は、可視光の波長 (400 nm ~ 700 nm) の全てに対して、 $n_1 \cdot d / 4$ の関係を満足し、且つ、前記位相差素子のリタデーションは、の増加にともない単調増加する関係を有する、液晶表示装置。

【請求項 2】

黒表示における前記液晶層のリタデーション $n_1 \cdot d$ と前記位相差素子のリタデーションとを組み合わせた合計のリタデーションは、複数の / 4 に対して、 / 4 と一致する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記反射層は、前記第1基板の前記液晶層側に設けられており、且つ、前記液晶層側の表面が凹凸形状を有する拡散反射層である、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、反射モードで表示が可能な液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、軽量、薄型で、且つ、低消費電力であるという特長を有しているので、携帯情報端末のディスプレイなどに広く用いられている。液晶表示装置のなかでも、反射型液晶表示装置や透過反射両用型液晶表示装置は、液晶層の背面に設置した反射層により反射された周囲光を用いて表示（反射モード表示）を行うことができる。従って、透過型液晶表示装置では不可欠なバックライトを使用しなかったり、バックライトの負担を低減することができるため、さらに消費電力が少ない。

【0003】

反射型液晶表示装置として、図 17 に示すように、1枚の偏光板 230 を用いた反射型表示装置 200 が知られている。このような反射型液晶表示装置 200 は、偏光板を1枚とすることによって、2枚の偏光板を備えるタイプに比べて、明るく、高コントラスト比の表示を実現することができる。

【0004】

反射型液晶表示装置 200 は、液晶セル 210 の観察者側に、位相差板 220 と偏光板 230 とを有している。液晶セル 210 は、一対の基板 201 および 202 の間に設けられた液晶層 208 と、液晶層 208 に電圧を印加するための反射電極 203 および透明電極 205 と有している。

【0005】

偏光板 230 を通過した直線偏光は、位相差板（例えば、/4 板）220 と液晶層 208 とを通過することによって、リタデーション（位相差を波長で換算して、長さで示した量）が与えられる。このリタデーションの大きさは、位相差板 220 のリタデーションと、液晶層 208 のリタデーションとに依存する。液晶層 208 のリタデーションは、液

10

20

30

40

50

晶層 208 の複屈折率 n と、その厚さ d (セルギャップとも言う。)との積 ($n \cdot d$) で表され、印加電圧の大きさに応じて、液晶分子の配向変化による複屈折率 (n) の変化に伴って変化する。従って、印加電圧を制御し、液晶層 230 のリタデーションを調整することによって、偏光板 230 を透過し、位相差板 220 と液晶層 208 とを通過し、反射電極 203 で反射され、再び、液晶層 208 と位相差板 220 とを通過する光に与えるリタデーションの大きさが調整される。すなわち、印加電圧を制御することによって、偏光板 230 を通過し、反射電極 203 で反射され、再び偏光板 230 を透過する光の量が制御されるので、階調表示が実現される。

【0006】

ところが、位相差板 230 および液晶層 208 のリタデーションを特定の波長 (例えば可視光 (400 ~ 700 nm) のなかで視感度が最も高い 550 nm) について、白または黒表示のための最適設計を行ったとしても、位相差板 230 や液晶層 208 のリタデーションは波長分散を有するので、他の波長では最適設計値からずれてしまい、特に、黒表示では、光漏れや着色が大きく、表示品位が大きく低下する。

【0007】

そこで、特許文献 1 は、液晶層のリタデーション $n \cdot d$ の波長分散と位相差板のリタデーションの波長分散とを異ならせて、その差分が可視光の全波長領域で波長の 1/4 倍とすることによって、黒表示の波長依存性が改善された反射型液晶表示装置を開示している。この液晶表示装置は、正の誘電率異方性を有する液晶層と、可視光の波長の増加にともないリタデーションが単調減少する位相差板とを組み合わせて、ノーマリーブラックモード (以下、NB モードと略す。) で表示を行う。

【特許文献 1】特開平 9-218403 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、本願発明者が検討した結果、上記特許文献 1 に開示されている反射型液晶表示装置には、以下の問題があることがわかった。

【0009】

正の誘電率異方性を有する液晶層を用いて NB モードで表示を行うということは、液晶層のリタデーション $n \cdot d$ が大きい状態で黒表示を行うことになるので、良好な黒表示を得るためにには、液晶層の厚さ d を高い精度で制御する必要があり、製造プロセスにマージンが少なく、生産性が低い。

【0010】

特に、表面に凹凸形状を有する拡散反射層 (典型的には反射電極) を基板の液晶層側に設けた構成 (内側配置) の液晶表示装置においては、その表面の凹凸形状により液晶層のリタデーション $n \cdot d$ が場所により異なるので、表示品位が低下する。

【0011】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、黒表示の品位の高い、反射モードの表示を実現できる液晶表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の液晶表示装置は、液晶層と、前記液晶層を介して互いに対向するように配置された第 1 基板および第 2 基板と、前記液晶層の前記第 1 基板側に設けられた反射層と、前記液晶層の前記第 2 基板側に設けられた位相差素子および偏光素子と、前記第 1 基板の前記液晶層側に設けられた第 1 電極と、前記第 2 基板の前記液晶層側の設けられた第 2 電極とを有し、前記第 2 基板側から入射し、前記偏光素子、前記位相差素子、および前記液晶層をこの順で通過し、前記反射層で反射された光を用いて表示を行う反射領域を有する液晶表示装置であって、前記液晶層の複屈折率 n と前記反射領域の前記液晶層の厚さ d との積で規定されるリタデーション $n \cdot d$ は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の電圧値に応じて、 $n_1 \cdot d$ $n \cdot d$ $n_2 \cdot d$ の範囲で変化し、 $n \cdot d = n_1 \cdot d$

10

20

30

40

50

のときに黒表示を行い、 $n_1 \cdot d$ は、可視光の波長 (400 nm ~ 700 nm) の全てに対して、 $n_1 \cdot d / 4$ の関係を満足し、且つ、前記位相差素子のリタデーションは、の増加にともない単調増加する関係を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0013】

黒表示における前記液晶層のリタデーション $n_1 \cdot d$ と前記位相差素子のリタデーションとを組み合わせた合計のリタデーションは、複数の に対して、/4 と一致する構成とすることが好ましい。

【0014】

前記反射層は、前記第1基板の前記液晶層側に設けられており、且つ、前記液晶層側の表面が凹凸形状を有する拡散反射層である構成とすることが好ましい。 10

【発明の効果】

【0015】

本発明によると、液晶層の厚さのばらつきに影響を受け難く、且つ、着色と光漏れの少ない、高品位の黒表示を実現する、反射モードで表示が可能な液晶表示装置が提供される。

【0016】

また、本発明による液晶表示装置の黒表示の品位は、液晶層の厚さのばらつきの影響を受け難いので、製造プロセスのマージンが広く、生産性に優れるという利点も有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下の説明では、反射型液晶表示装置を例に、本発明の実施形態の液晶表示装置の表示原理を説明するが、本発明は反射型液晶表示装置に限られず、反射モードで表示を行う反射領域を有する液晶表示装置、例えば、透過反射両用型液晶表示装置（例えば、特開平11-101992号公報参照）や半透過膜（ハーフミラー）を用いた半透過型液晶表示装置（例えば、特開平2000-19501号公報参照）に適用することができる。少なくとも、表示の最小単位に対応する絵素領域毎に、反射モードで表示を行う反射領域を有する液晶表示装置に、広く適用することができる。また、例示する反射型液晶表示装置は、液晶層および位相差板のリタデーションの設計が従来と異なるが、その他の構成は、公知のものを広く利用でき、また、偏光板、位相差板、液晶層および反射層は、観察者側からこの順に配置されればよく、基板（ガラス基板）との位置関係に特に制限はない。 30

【0018】

本発明による実施形態の反射型液晶表示装置は、例えば、図17に示した従来の反射型液晶表示装置200と同じ基本構成を有しているので、図17を参照しながら、説明する。

【0019】

まず、本実施形態の反射型液晶表示装置は、液晶層208のリタデーション $n \cdot d$ が、印加された電圧値に応じて、 $n_1 \cdot d = n \cdot d = n_2 \cdot d$ の範囲で変化し、 $n \cdot d = n_1 \cdot d$ のときに黒表示を行うように構成されている。すなわち、本実施形態の反射型液晶表示装置は、液晶層208のリタデーションが小さいときに、黒表示を行う。

【0020】

表1と、図1および図2を参照しながら、この構成の利点を説明する。表1は、以下に説明する4つのモード（I、II、IIIおよびIV）の液晶表示装置の液晶材料の誘電率異方性の正または負、2つの電圧V1およびV2（V1 < V2）における白黒表示状態および液晶層のリタデーション値をまとめて示している。図1は、4つのモードの液晶表示装置の電圧-反射率特性を模式的に示した図であり、図2は、同じく4つのモードの液晶表示装置の液晶層の電圧-リタデーション特性を模式的に示した図である。 40

【0021】

【表1】

モード	誘電率異方性	V1		V2	
		表示	リタデーション	表示	リタデーション
I	正	黒	$\Delta n_2 \cdot d$	白	$\Delta n_1 \cdot d$
II		白		黒	
III	負	白	$\Delta n_1 \cdot d$	黒	$\Delta n_2 \cdot d$
IV		黒		白	

10

【0022】

まず、正の誘電率異方性を有する液晶層を用いて、液晶層に印加する2種類の電圧V1およびV2($V1 < V2$)で白黒表示を行う場合、(I)V1で黒、V2で白を表示するモード(NB)と、(II)V1で白、V2で黒を表示するモード(ノーマリホワイトモード、以下「NWモード」と略す。)とがある。この2つのモードのうち、モードIは、液晶層のリタデーションが大きい状態($n_2 \cdot d$)で、黒を表示する。一方、モードIIは、液晶層のリタデーションが小さい状態($n_1 \cdot d$)で黒を表示する。

【0023】

両方のモードにおいて、液晶層の厚さ(すなわち、セル厚)dが変動した場合、液晶層のリタデーション $n \cdot d$ の変動量は、モードIの方が大きい(なぜなら、 $n_2 > n_1$)。すなわち、セル厚dが設計値からずれると、黒を表示する際の液晶層のリタデーション値の設計値からのずれは、モードIの方がモードIIよりも大きい。その結果、黒の遮光状態が不十分となり、十分なコントラスト比が得られないことがある。上記の特許文献1は、このモードIを採用しているので、良好な黒表示を実現し難いのである。

【0024】

一方、負の誘電率異方性を有する液晶層を用いて、液晶層に印加する2種類の電圧V1、V2($V1 < V2$)で白黒表示を行う場合、(III)V1で白、V2で黒を表示するモード(NW)と、(IV)V1で黒、V2で白を表示するモード(NB)とがある。この2つのモードのうち、モードIIIは、液晶層のリタデーションが大きい状態($n_2 \cdot d$)で黒を表示する。一方、モードIVは、液晶層のリタデーションが小さい状態($n_1 \cdot d$)で黒を表示する。

【0025】

両方のモードにおいて、セル厚dが変動した場合、液晶層のリタデーション $n \cdot d$ の変動量はモードIIIの方が大きい。すなわち、セル厚dが設計値からずれると、黒を表示する際の液晶層のリタデーション値の設計値からのずれは、モードIIIの方がモードIVよりも大きい。その結果、黒の遮光状態が不十分となり、十分なコントラスト比が得られないことがある。

【0026】

以上のことより、液晶層のリタデーションが小さい状態($n_1 \cdot d$)で黒を表示するモードIIまたはモードIVが、セル厚dの変動に対して表示品位の劣化が小さく、生産性において有利であることがわかる。

【0027】

次に、本実施形態の反射型液晶表示装置の液晶層は、 $n_1 \cdot d$ が、可視光の波長(400nm~700nm)の全てに対して、 $n_1 \cdot d / 4$ の関係を満足するように構成されている。

【0028】

液晶層のリタデーション($n_1 \cdot d$)は、一般に、どのような値をも取りうるが、この値が $1 / 4$ 波長($1 / 4$)よりも大きいと、例えば、正の誘電率異方性の液晶層を用いたNWモード(モードII)の場合、図3に示すように、その電圧-反射率特性において、一旦黒を表示した後に、印加電圧の増加にともない反射率が増加し、階調の反転が生じ

20

30

40

50

る可能性がある。また、負の誘電率異方性を有する液晶層を用いたN B (モードI V)においても同様に、液晶層のリタデーション ($n_1 \cdot d$) の値が $/4$ よりも大きいと、階調の反転が生じる可能性がある。従って、黒表示を行う場合の液晶層のリタデーション ($n_1 \cdot d$) は、可視光の全ての波長 (400 ~ 700 nm) に対して、 $/4$ よりも小さいことが好ましく、さらに、セル厚 d の値に関係なく着色の少ない良好な黒表示を実現するためには、 $n_1 \cdot d$ がゼロに近い値をとることが好ましい。

【0029】

次に、位相差板のリタデーションの条件について説明する。

【0030】

これまでの説明から明らかなように、1枚の偏光板を用いた反射型液晶表示装置において良好な黒表示を行うためには、可視光の波長 (400 nm ~ 700 nm) の全てに対して、 $/4$ のリタデーションが必要である。つまり、可視光の全波長に対して、液晶層と位相差板との組み合わせによって、 $/4$ のリタデーションを実現できれば、着色のない良好な黒表示を実現することができる。

【0031】

可視光の全波長に対して、 $/4$ となるリタデーション (Reと表記) の波長依存性は、図4に示すように、波長に比例して単調増加する。なお、図4の縦軸には、550 nmのリタデーション (Re (550 nm) と表記) で規格化した値も示す。

【0032】

上述したように、黒表示状態の液晶層のリタデーション $n_1 \cdot d$ はゼロに近いことが好ましいが、モードIIおよびIVでは、いずれも、黒表示における液晶層のリタデーションはゼロにならず、少ないながらもリタデーションが発生する。これを、「液晶層に残留しているリタデーション」(または、「液晶層の残留リタデーション」)と呼ぶこととする。残留リタデーションは下記の原因によって発生する。

【0033】

正の誘電率異方性を有する液晶層を用いたN Wモード (モードII)においては、液晶層に電圧を印加してリタデーションが十分小さくなつた場合でも、基板界面付近の液晶分子は、配向処理された表面との相互作用が大きく、電界の影響を受け難いため、初期配向の状態を維持しようとする。そのため、十分に電圧を印加した状態でも、液晶層にはリタデーションが残留する。負の誘電率異方性を有する液晶層を用いたN Bモード (モードI V)においては、プレチルト角をつけるように配向処理を施すため、基板付近の液晶分子は完全な垂直配向とならないので、モードIIと同様に、液晶層にリタデーションが残留する。また、液晶層にわずかに電圧を印加した状態で黒表示を行う場合にも、液晶層に僅かではあるがリタデーションが発生する。

【0034】

図5に、液晶層の残留リタデーションの波長依存性の例を示す。図5は、後述する実施形態で用いた正の誘電率異方性を有する液晶層に、電圧を3.5 V印加した場合の残留リタデーション ($n_1 \cdot d$) の波長依存性を示す図である。図5に示したように、液晶層の残留リタデーションの値(絶対値)は、 $/4$ 条件を満足する値 (550 nmの波長に対して138 nm) と比較して、20 nmと小さく、その波長依存性も波長の増加に対して単調に減少している。着色の少ない良好な黒表示を実現するためには、この残留リタデーションと位相差板のリタデーションとを組み合わせた合計のリタデーションが、可視光の全波長範囲で $/4$ 条件を満足することが好ましい。そのためには、550 nmの波長に対して118 nm以上のリタデーションを追加する必要があるので、位相差板は、液晶層の残留リタデーション (20 nm) に比べて大きなリタデーションを有する必要がある。すなわち、黒表示の表示品位には、位相差板のリタデーションの波長依存性が支配的に影響することがわかる。

【0035】

上述したように、液晶層の残留リタデーション ($n_1 \cdot d$) と位相差板のリタデーションとを組み合わせた合計のリタデーション (合計のリタデーションは、遅相軸方向の相

10

20

30

40

50

対関係に依存するので、一般には、単純な算術和とはならない。)が、可視光の全波長に対して $1/4$ であるという条件を満足すれば、着色のない良好な黒表示が実現されることになる。液晶層の残留リタデーション ($n_1 \cdot d$) と組み合わせた結果が、可視光の全波長に対して $1/4$ のリタデーションを与えるために必要な、位相差板のリタデーションの波長依存性を計算によって求めた結果を図 6 に示す。図 6 の縦軸は、図 4 と同様に、550 nm のリタデーションで規格化した値を示している。図 6 の 2 本の直線は、液晶層の残留リタデーション ($n_1 \cdot d$) の光学軸 (遅相軸) に対して位相差板の光学軸 (遅相軸) を直交に配置した場合 (図 11 (a) 参照) と、それらを互いに平行に配置した場合 (図 11 (b) 参照) の結果を示している。

【0036】

図 6 から明らかなように、位相差板に要求されるリタデーションの波長依存性は、波長の増加にともないリタデーションが単調に増加する関数で表されることである。

【0037】

このような波長依存性を有する位相差板を液晶層と偏光板との間に挿入した場合と、上記特許文献 1 に開示されている従来の位相差板 A または B を用いた場合について、黒表示状態における反射率の波長依存性を図 7 に示す。図 7 から明らかなように、従来の位相差板を用いた場合には、光漏れがひどく、着色の少ない良好な黒表示ができない。それに対し、図 6 に示した波長依存性を有する位相差板を用いると、可視光の全ての波長に対して、反射率が低く、良好な黒表示が実現できることが分かる。

【0038】

次に、図 8 から図 13 を参照しながら、本発明の実施形態による具体的な反射型液晶表示装置の構造と表示特性を説明する。

【0039】

図 8 に示した本発明による実施形態の反射型液晶表示装置 100 は、液晶セル 110 と、液晶セル 110 の観察者側に配置された位相差板 120 と偏光板 130 とを有している。液晶セル 110 は、一対の基板 (ガラス基板) 101 および 102 と、これらの間に設けられた液晶層 108 と、液晶層 108 に電圧を印加するための反射電極 (A1 層) 103 および透明電極 (ITO 層) 105 と有している。反射電極 103 は、基板 101 の液晶層側に設けられているので、基板 101 の厚さによる視差の影響 (二重写り) がない。また、反射電極 103 の液晶層 108 側表面を凹凸形状とし、拡散反射性を持たせることにより、ペーパホワイト性に優れた表示ができる。

【0040】

基板 101 の液晶層 108 側表面には、薄膜トランジスタ (TFT; 不図示) が設けられており、反射電極 103 には、TFT を介して所定の期間に表示信号電圧が供給される。基板 101 および 102 の液晶層 108 側には、それぞれ配向膜 104 および 106 が設けられている。配向膜 104 および 106 には、液晶層 108 の正の誘電率異方性を有する液晶分子を 70° ツイスト配向させるように、ラビング処理が施されている。液晶層 108 の厚さ (セルギャップ) d は、スペーサ (不図示) によって、約 $3.0 \mu\text{m}$ に制御されている。また、観察者側の基板 102 と透明電極 105 との間にカラーフィルタ層 107 が設けられている。この液晶表示装置 100 は常法に従って製造され得る。

【0041】

液晶層 108 の液晶材料としては、正の誘電率異方性を有し、波長 550 nm の光に対する複屈折率 n が 0.065 のネマチック液晶材料を用いる。この液晶材料の複屈折率 n の波長依存性を図 9 に示す。図 9 の縦軸は、複屈折率 n を 550 nm における複屈折率で規格化した値を示す。図 9 に示したように、この液晶材料の複屈折率 n は、僅かではあるが、波長の増加につれて単調に減少する傾向を示す。

【0042】

位相差板 120 は、ジアセチルセルロース (DAC) から形成されたもので、そのリタデーションは、図 10 に示すように、可視光 (400 nm ~ 700 nm) に対して波長の増加にともない単調に増加する波長依存性を示す。

10

20

30

40

50

【0043】

このようなリタデーションの波長依存性を有する位相差板120は、例えば、特開平8-201628号公報に記載されている方法で作製される。この方法によると、加熱溶融したD A Cをフィルムの形態に押し出し、押出されたD A Cフィルムを、その厚さを一定に保った状態で幅方向に圧縮しながら、長手方向に延伸することによって、D A Cの分子鎖の配向が制御され、3軸方向の屈折率が調整された位相差板が作製される。この他、溶媒キャスト法を用いて上記位相差板を作製することもできる。

【0044】

位相差板120の条件設定について以下に説明する。

【0045】

NWモードの反射型液晶表示装置の場合、液晶層108に電圧($V_2 (> V_1)$)を印加して黒表示を行うので、前述したように、液晶層108の残留リタデーションを考慮に入れる必要がある。本実施形態の液晶表示装置100の場合、液晶層108に3.5Vの電圧を印加したときに、液晶層108に残留したリタデーションは550nmの光に対して18nmであり、その光学軸(遅相軸)の方位は、実効的には両基板101および102上の配向膜104および106のラビング方向の丁度中間にあり、それぞれのラビング方向から35°の方位である。この残留リタデーションの波長依存性は、先の図5に示したものと同じであり、波長に比べ非常に小さい。

【0046】

液晶層108に電圧を印加した状態で良好な黒表示を行うためには、液晶層108の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)と組み合わせた結果のリタデーションが、可視光の全波長に対して $/4$ と一致するように、位相差板120のリタデーションおよび光学軸(遅相軸)の配置を決める必要がある。

【0047】

しかしながら、可視光の全波長に対して、リタデーション(組合せ後)を $/4$ と一致させることは困難であるので、まず、人間の目の視感度が最高となる550nmの光に対するリタデーションが $/4$ となるように設計を行う。ここで、液晶層108の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)の光学軸(遅相軸)方位と位相差板の光学軸(遅相軸)方位との関係により、以下(i)および(ii)の2つの場合が考えられる。

【0048】

(i) 図11(a)に示すように、液晶層108の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)の光学軸(遅相軸: SL_{LC})方位に対して、直交する方位に位相差板120の光学軸(遅相軸: SL_p)を配置する場合、それぞれのリタデーションの差が、液晶層108と位相差板120との組み合せのリタデーションの値を決定する。したがって、位相差板120のリタデーションは、550nmに対して $/4$ となる138nmに、液晶層108のリタデーション18nmを加えた156nmに設定する。

【0049】

(ii) 図11(b)に示すように、液晶層108の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)の光学軸(遅相軸: SL_{LC})方位に対して、平行な方位に位相差板120の光学軸(遅相軸: SL_p)を配置する場合、それぞれのリタデーションの和が、液晶層108と位相差板120との組み合せのリタデーションの値を決定する。したがって、位相差板120のリタデーションは、550nmに対して $/4$ となる138nmから、液晶層108のリタデーション18nmを引いた120nmに設定する。

【0050】

このように、液晶層108の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)と位相差板120のリタデーションとを組み合わせた結果のリタデーションが、視感度が最高となる550nmに対して $/4$ に設定されている場合、コントラスト比の高い黒表示を実現できる。

【0051】

しかしながら、上述したように、リタデーションが波長の増加に連れて単調に減少する従来の位相差板を用いると、550nm以外の波長に対するリタデーションが、 $/4$ に

10

20

30

40

50

一致せず、黒表示において、例えば、青または赤の波長（約450nmまたは約650nm）の光が漏れ、その結果、黒表示が、紫などに着色する（図7参照）。それに対し、本実施形態の液晶表示装置100が有する位相差板120は、図10に示したように、リタデーションが波長の増加に連れて単調に増大する波長依存性を有するので、着色の無い、良好な黒表示が実現できる。

【0052】

反射型液晶表示装置100の電圧とコントラスト比との関係を図12に、黒表示状態における反射率の波長依存性を図13に、それぞれ示す。これらの図には、上記特許文献1に開示されている従来の位相差板AまたはBを用いた場合の結果を合わせて示している。

【0053】

図12および図13から明らかなように、波長に対してリタデーションが単調減少する従来の位相差板AまたはBを用いた場合に比べ、波長に対してリタデーションが単調増加する本実施形態の位相差板120を用いると、コントラスト比も高く、着色の少ない良好な黒表示を行うことが可能であることがわかる。

【0054】

他の位相差板を用いた液晶表示装置について説明する。位相差板を除く他の全ての構成は上述した液晶表示装置100と同じである。

【0055】

ここでは、ポリビニルアルコール（PVA）を用いて作製された2枚の位相差板を貼り合せた積層型位相差板を用いる。一方の位相差板のリタデーションは約120nmで、他方の位相差板のリタデーションは約275nmである。この積層型位相差板のリタデーションの波長依存性は、図14に示すように、波長の増加にともなって単調に増大する関係を有する。

【0056】

この積層型位相差板を備える液晶表示装置の黒表示状態のリタデーション（液晶層の残留リタデーションと位相差板のリタデーションとの組合せた合計のリタデーション）の波長依存性を図15に示す。なお、図15の縦軸は、リタデーションをそれぞれの波長で規格化した値を示している。従って、図15の縦軸の値が0.25のときに、/4条件が満足される。図15から明らかなように、この液晶表示装置の黒表示状態のリタデーションが、複数の互いに異なる波長1および2に対して/4条件を満足していることがわかる。また、縦軸の値は、可視光の全波長範囲に亘って、0.23～0.26の範囲内にある。図15に示したように、リタデーションの波長依存性が極値を持つ曲線（ここでは上に凸の曲線）で表され、その曲線が/4条件を示す直線（ここでは、縦軸が0.25となり横軸に平行な直線）と2点で交わるようにリタデーションを設定すれば、比較的広い波長範囲に亘って、/4条件に近い条件を実現できる。勿論、リタデーションの波長依存性を示す曲線が複数の極値を有して、3つ以上の点で/4条件を満足するようにしてもよい。

【0057】

図15に示したリタデーションの波長依存性を有する反射型液晶表示装置の黒表示状態における反射率の波長依存性を図16に示す。図16には、上記特許文献1に開示されている従来の位相差板AまたはBを用いた場合の結果を合わせて示している。図16からわかるように、本実施形態の反射型液晶表示装置の黒状態における反射率は、従来の位相差板を用いたものに比べ、青および赤の波長（約450nmおよび約650nm）の反射率が抑えられており、着色の少ない良好な黒表示が実現される。

【0058】

さらに、可視光の全波長に対して、液晶層の残留リタデーション（n1・d）と位相差板のリタデーションとを組み合わせた結果のリタデーションが/4になるように形成された位相差板（すなわち、図6に示したリタデーションの波長依存性を有する位相差板）を用いることにより、さらに高コントラスト比、かつ着色のない良好な黒表示が可能である。

【0059】

このように、位相差板のリタデーションが波長に対して単調増加し、さらに複数の波長において液晶層の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)と位相差板のリタデーションとを組み合わせた合計のリタデーションが $/4$ になるように設定した位相差板を用いることで、着色と光漏れの少ない黒表示が実現される。

【0060】

また、本実施形態の反射型液晶表示装置100は、液晶層108のリタデーションが小さいときに黒表示を行うモードを採用しているので、液晶層108の厚さdのばらつきが、黒表示の表示品位に影響し難く、反射電極103の液晶層108側表面を凹凸形状とし、拡散反射性を持たせた構成によって、高品位の表示を実現することができる。

10

【0061】

上記の実施形態では、リタデーションが波長に対して単調増加する位相差板をジアセチルセルロースを用いて形成した例を説明したが、位相差板の材料はこれに限られない。また、位相差板および偏光板を用いた構成を示したが、これらの光学素子は板状のものに限られず、フィルム状など他の形状の位相差素子および偏光素子を用いることができる。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明の液晶表示装置は、少なくとも、表示の最小単位に対応する絵素領域毎に、反射モードで表示を行う反射領域を有する液晶表示装置に、広く適用することができる。例えば、反射型液晶表示装置や透過反射両用型液晶表示装置、半透過膜(ハーフミラー)を用いた半透過型液晶表示装置に利用することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】表1に示した4つのモード(I～IV)の液晶表示装置の電圧-反射率特性を模式的に示した図である。

【図2】表1に示した4つのモード(I～IV)の液晶表示装置の液晶層の電圧-リタデーション特性を模式的に示した図である。

【図3】液晶層のリタデーションが $/4$ よりも大きい、反射型液晶表示装置の電圧-反射率特性を模式的に示す図である。

【図4】可視光の全波長に対して $/4$ となるリタデーションの波長依存性を示す図である。

30

【図5】本発明の実施形態による反射型液晶表示装置の液晶層の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)の波長依存性を示す図である。

【図6】液晶層の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)と組み合わせた結果が、可視光の全波長に対して $/4$ のリタデーションを与えるために必要な、位相差板のリタデーションの波長依存性(計算結果)を示す図である。

【図7】従来の位相差板と本発明の位相差板を用いた反射型液晶表示装置の黒表示状態における、反射率の波長依存性を示す図である。

【図8】本発明による実施形態の反射型液晶表示装置100を模式的に示す断面図である。

40

【図9】反射型液晶表示装置100の液晶層108に用いられる液晶材料の複屈折率nの波長依存性を示す図である。

【図10】反射型液晶表示装置100の位相差板120のリタデーションの波長依存性を示す図である。

【図11】(a)および(b)は、反射型液晶表示装置100における、液晶層108の残留リタデーション($n_1 \cdot d$)の光学軸(遅相軸)と、位相差板120の光学軸(遅相軸)との相対配置を模式的に示す図であり、(a)は直交配置、(b)は平行配置である。

【図12】反射型液晶表示装置100の電圧とコントラスト比との関係を示す図である。

【図13】反射型液晶表示装置100の黒表示状態における反射率の波長依存性を示す図

50

である。

【図14】本実施形態の反射型液晶表示装置に用いられる積層型位相差板のリタデーションの波長依存性を示す図である。

【図15】図14に示したリタデーションの波長依存性を有する積層型位相差板を備える反射型液晶表示装置の黒表示状態のリタデーション（液晶層の残留リタデーションと位相差板のリタデーションとの組合せた合計のリタデーション）の波長依存性を示す図である。

【図16】図15に示したリタデーションの波長依存性を有する反射型液晶表示装置の黒表示状態における反射率の波長依存性を示す図である。

【図17】従来の一枚偏光板タイプの反射型液晶表示装置200を模式的に示す断面図である。 10

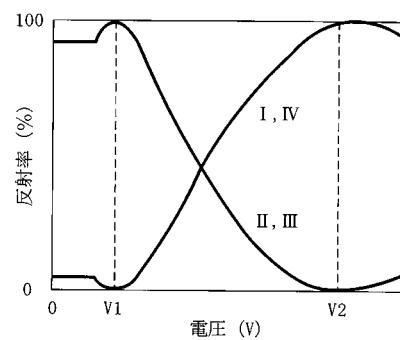
【符号の説明】

【0064】

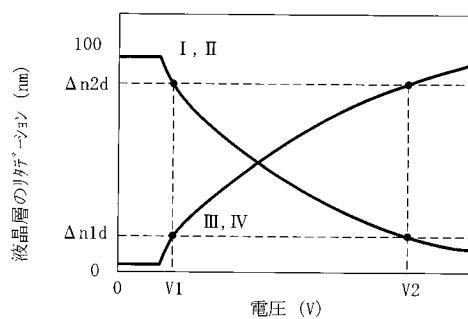
- 100、200 反射型液晶表示装置
- 101、102、201、202 基板
- 103、203 反射電極
- 104、106 配向膜
- 105、205 透明電極
- 107 カラーフィルタ層
- 108 液晶層
- 110、210 液晶セル
- 120、220 位相差板（位相差素子）
- 130、230 偏光板（偏光素子）

20

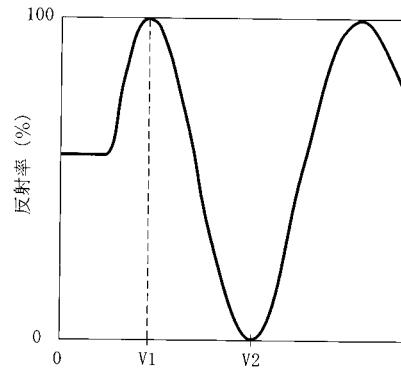
【図1】



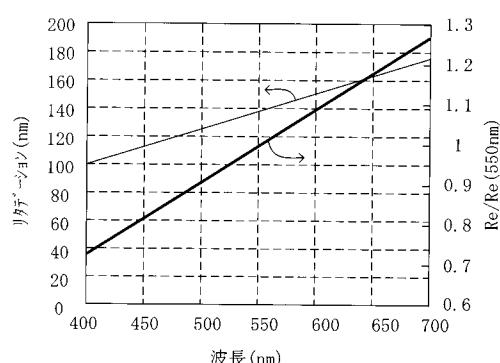
【図2】



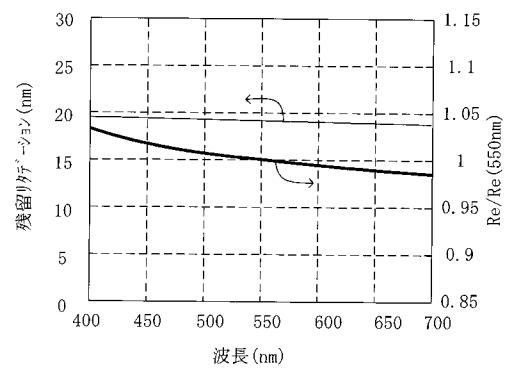
【図3】



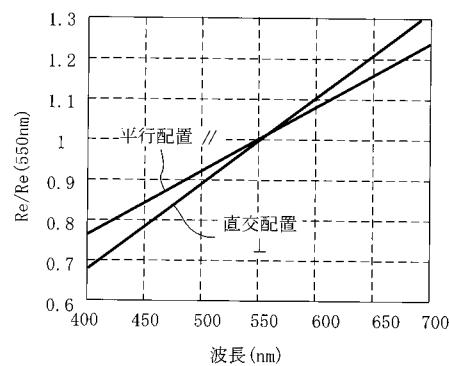
【図4】



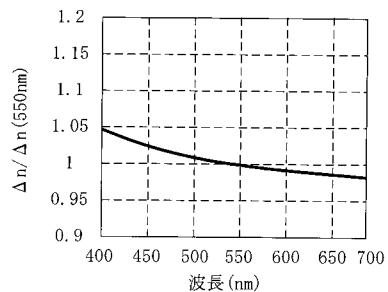
【図5】



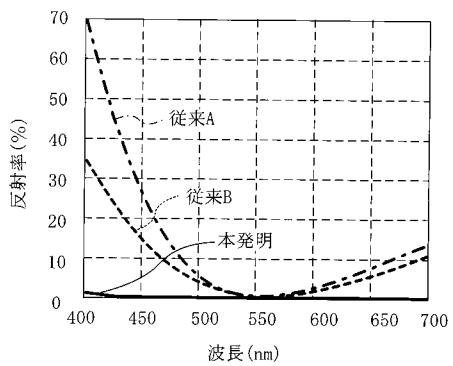
【図6】



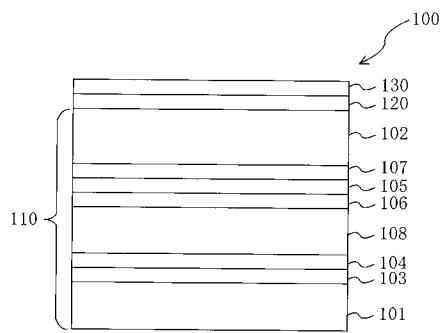
【図9】



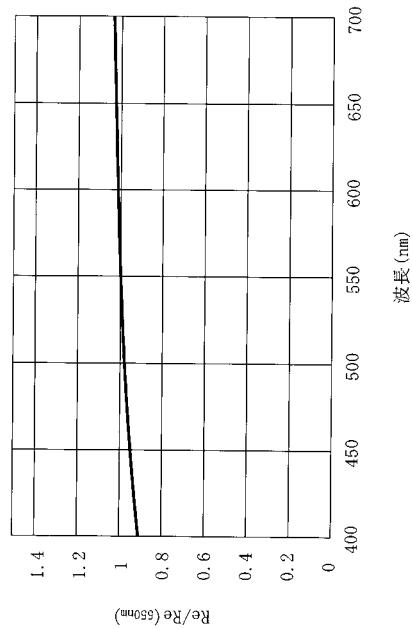
【図7】



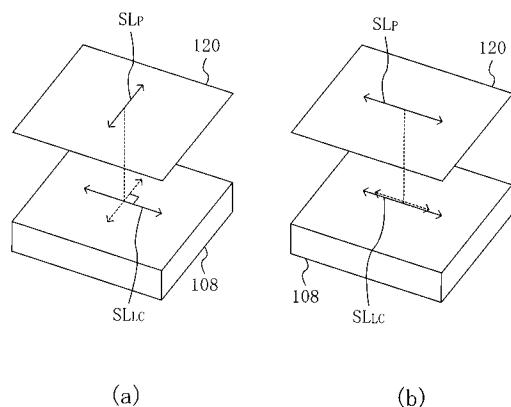
【図8】



【図10】



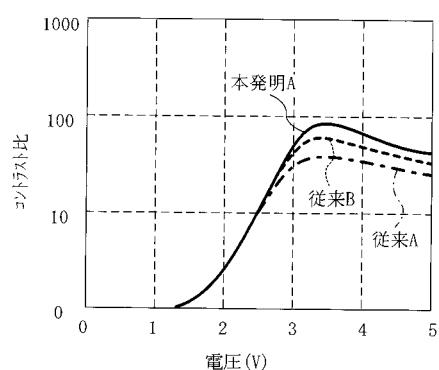
【図11】



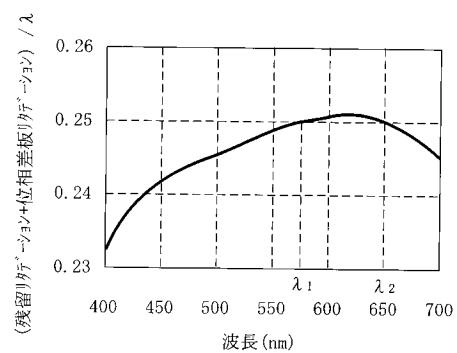
(a)

(b)

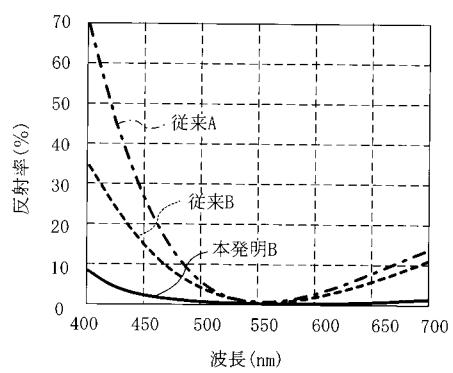
【図12】



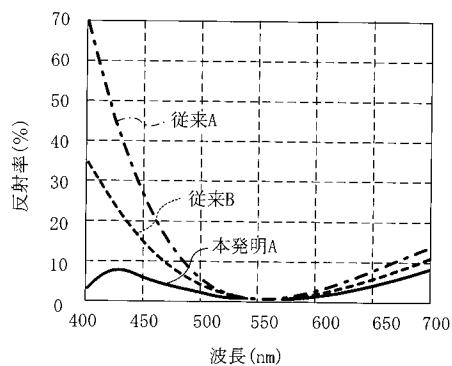
【図15】



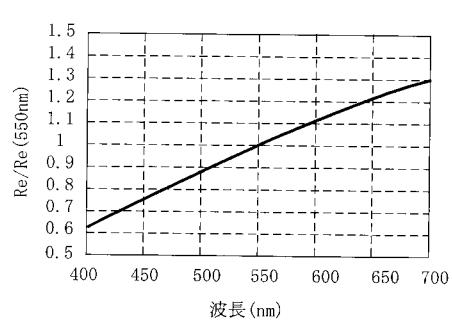
【図16】



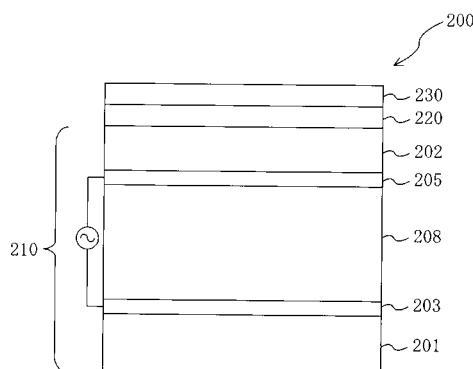
【図13】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(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 中井 貴子
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 2H091 FA08X FA11X FA14Y HA06 KA02 LA17 LA30

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2004139140A	公开(公告)日	2004-05-13
申请号	JP2004037987	申请日	2004-02-16
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	清水雅宏 伊藤康尚 山原基裕 中井貴子		
发明人	清水 雅宏 伊藤 康尚 山原 基裕 中井 貴子		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13363		
FI分类号	G02F1/1335.520 G02F1/1335.510 G02F1/13363		
F-TERM分类号	2H091/FA08X 2H091/FA11X 2H091/FA14Y 2H091/HA06 2H091/KA02 2H091/LA17 2H091/LA30 2H191/FA02Y 2H191/FA22X 2H191/FA30X 2H191/FA32Z 2H191/FA34Y 2H191/FB02 2H191/FC01 2H191/FC07 2H191/FC32 2H191/FD07 2H191/FD22 2H191/FD35 2H191/GA04 2H191/KA02 2H191 /KA04 2H191/KA05 2H191/LA13 2H191/LA21 2H191/LA22 2H191/LA27 2H191/NA34 2H191/NA37 2H191/NA43 2H191/NA48 2H191/PA42 2H191/PA44 2H191/PA45 2H191/PA53 2H191/PA62 2H191 /PA64 2H291/FA02Y 2H291/FA22X 2H291/FA30X 2H291/FA32Z 2H291/FA34Y 2H291/FB02 2H291 /FC01 2H291/FC07 2H291/FC32 2H291/FD07 2H291/FD22 2H291/FD35 2H291/GA04 2H291/KA02 2H291/KA04 2H291/KA05 2H291/LA13 2H291/LA21 2H291/LA22 2H291/LA27 2H291/NA34 2H291 /NA37 2H291/NA43 2H291/NA48 2H291/PA42 2H291/PA44 2H291/PA45 2H291/PA53 2H291/PA62 2H291/PA64		
代理人(译)	前田弘 竹内雄二		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够实现高质量的黑色显示和反射模式显示的液晶显示装置。反射区域设置在观察者侧，从基板侧进入，依次穿过偏振元件，相位差元件和液晶层，并利用由反射层反射的光进行显示。液晶层的延迟 $\Delta n \cdot d$ 根据施加的电压值在 $\Delta n_1 \cdot d \leq \Delta n \cdot d \leq \Delta n_2 \cdot d$ 的范围内变化，在 $\Delta n \cdot d = \Delta n_1 \cdot d$ 的情况下，显示为黑色。对于可见光 λ 的所有波长(400nm至700nm)， $\Delta n_1 \cdot d$ 满足 $\Delta n_1 \cdot d \leq \lambda / 4$ 的关系，并且随着 λ 的增加，延迟元件的延迟增加。它具有单调增加的关系。[选择图]图6

