

(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2006-251050
(P2006-251050A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02F 1/1335 (2006.01)	G02F 1/1335	2H049
G02B 5/30 (2006.01)	G02F 1/1335 510	2H091
G02F 1/13363 (2006.01)	G02B 5/30	
	G02F 1/13363	

審査請求 未請求 請求項の数 37 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2005-64128 (P2005-64128)
(22) 出願日 平成17年3月8日(2005.3.8)

(71) 出願人 302020207
東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社
東京都港区港南4-1-8
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

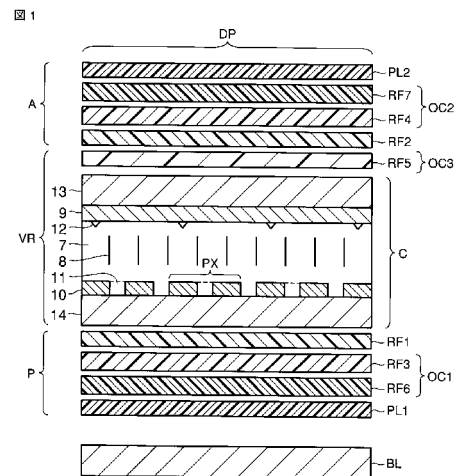
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】 視野角特性を改善することができ、しかも、コストの低減が可能な液晶表示素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 円偏光主導型の垂直配向モードの液晶表示素子は、円偏光子構成体P、可変リターダー構成体VR、円検光子構成体Aを備える。円偏光子構成体Pはその光学補償用に第1偏光板PL1と第1位相差板RF1との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x < n_y < n_z$ となる1軸の第3位相差板RF3を含む第1光学補償層OC1を備え、円検光子構成体Aはその光学補償用に第2偏光板PL2と第2位相差板RF2との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x < n_y < n_z$ となる1軸の第4位相差板RF4を含む第2光学補償層OC2を備え、可変リターダー構成体VRはその光学補償用に第1位相差板RF1と第2位相差板RF2との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x > n_y > n_z$ となる第5位相差板RF5を含む第3光学補償層OC3を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2枚の電極付基板間に液晶を挟持したドットマトリクス型の液晶セルを、光源側に位置する第1偏光板と観察者側に位置する第2偏光板との間に配置し、前記第1偏光板と前記液晶セルとの間に一軸の第1位相差板を配置し、前記第2偏光板と前記液晶セルとの間に一軸の第2位相差板を配置した表示素子であり、

前記第1偏光板及び前記第1位相差板を含む円偏光子構成体と、

前記液晶セルを含む可変リターダ構成体と、

前記第2偏光板及び前記第2位相差板を含む円検光子構成体と、を、

光源側から、前記円偏光子構成体、前記可変リターダ構成体、前記円検光子構成体の順に配置し、前記可変リターダ構成体が黒表示状態において法線位相差が光学的に正である液晶表示素子であって、

前記第1位相差板及び前記第2位相差板は、進相軸及び遅相軸を透過する所定波長の光の間に1/4波長の位相差を与える一軸の4分の1波長板であり、

さらに、前記円偏光子構成体は、その光学補償用に前記第1偏光板と前記第1位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる1軸の第3位相差板を含む第1光学補償層を備え、

前記円検光子構成体は、その光学補償用に前記第2偏光板と前記第2位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる1軸の第4位相差板を含む第2光学補償層を備え、

前記可変リターダ構成体は、その光学補償用に前記第1位相差板と前記第2位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y > n_z$ となる第5位相差板を含む第3光学補償層を備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

前記第1光学補償層は、屈折率異方性が $n_x < n_y = n_z$ となる1軸の第6位相差板を含み、かつ、前記第6位相差板の遅相軸を前記第1偏光板の透過軸と略平行となるように配置し、

前記第2光学補償層は、屈折率異方性が $n_x < n_y = n_z$ となる1軸の第7位相差板を含み、かつ、前記第7位相差板の遅相軸を前記第2偏光板の透過軸と略平行となるように配置したことを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記第1光学補償層は、トータルの光学機能が $n_x < n_y < n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板によって構成されたことを特徴とする請求項2に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

前記第2光学補償層は、トータルの光学機能が $n_x < n_y < n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板によって構成されたことを特徴とする請求項2に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

前記第5位相差板を前記第1位相差板または前記第2位相差板上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項 6】

前記第5位相差板は、前記第1位相差板と前記液晶セルとの間に配置された第1セグメント層と、前記第2位相差板と前記液晶セルとの間に配置された第2セグメント層と、からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項 7】

前記第1セグメント層を前記第1位相差板上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等であることを特徴とする請求項6に記載の液晶表示素子。

【請求項 8】

前記第2セグメント層を前記第2位相差板上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等であることを特徴とする請求項6に記載の液晶表示素子。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記液晶セルは、電圧を印加しない状態にて画素内の液晶分子配列が基板主面に対して略垂直な垂直配向モードであることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 10】

前記液晶セルは、電圧を印加した状態にて画素内の液晶分子配列が少なくとも 2 方位を向くように制御された配向分割型の垂直配向モードであることを特徴とする請求項 9 に記載の液晶表示素子。

【請求項 11】

各画素における開口領域のうち、少なくとも半分の領域において、前記電圧を印加した状態における画素内の液晶分子配列方位が前記第 1 偏光板の吸収軸若しくは透過軸と略平行となるように制御されたことを特徴とする請求項 9 に記載の液晶表示素子。

10

【請求項 12】

画素内に配向分割制御用の突起を備えたことを特徴とする請求項 10 に記載の液晶表示素子。

【請求項 13】

前記電極に配向分割制御用のスリットを設けたことを特徴とする請求項 10 に記載の液晶表示素子。

【請求項 14】

2 枚の前記基板における前記液晶層を挟持する面に配向分割制御用の配向処理を施した配向膜を設けたことを特徴とする請求項 10 に記載の液晶表示素子。

20

【請求項 15】

前記第 1 位相差板及び前記第 2 位相差板は、アトーン樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ゼオノア樹脂、トリアセチルセルロース樹脂、変性ポリカーボネート樹脂のいずれかの樹脂によって形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 16】

前記第 3 位相差板及び前記第 4 位相差板は、光軸が法線方位のネマティック液晶ポリマーからなることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 17】

前記第 5 位相差板は、カイラルネマティック液晶ポリマー若しくはコレステリック液晶ポリマー若しくはディスコティック液晶ポリマーのいずれかの液晶ポリマーによって形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

30

【請求項 18】

前記第 6 位相差板及び前記第 7 位相差板は、面内に光軸があるディスコティック液晶ポリマーによって形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 19】

前記第 3 位相差板及び前記第 4 位相差板の法線方向の位相差を $R(1)$ 、前記第 5 位相差板の法線方向の位相差または前記第 1 セグメント層及び前記第 2 セグメント層の法線方向の位相差を併せた位相差を $R(2)$ 、前記第 6 位相差板及び前記第 7 位相差板の面内方向の位相差を $R(3)$ としたとき、

$$-6/5 \times R(1) - 244 \quad R(2) \quad -6/5 \times R(1) - 172$$

40

$$\text{かつ、} 20 \quad R(2) \quad 80$$

$$\text{かつ、} -40 \quad R(3) \quad 0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 20】

前記第 3 位相差板及び前記第 4 位相差板の法線方向の位相差を $R(1)$ 、前記第 5 位相差板の法線方向の位相差または前記第 1 セグメント層及び前記第 2 セグメント層の法線方向の位相差を併せた位相差を $R(2)$ 、前記第 6 位相差板及び前記第 7 位相差板の面内方向の位相差を $R(3)$ としたとき、

$$-230 \quad R(1) \quad -210$$

$$\text{かつ、} 40 \quad R(2) \quad 60$$

50

かつ、 $-40 \leq R(3) \leq 0$

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 1】

前記液晶セルは、画素の少なくとも一部の領域、または、表示領域の少なくとも一部に反射層を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 2】

2 枚の電極付基板間に液晶を挟持し各画素に反射層を備えたドットマトリクス型の液晶セルと、偏光板との間に一軸の第 2 位相差板を配置した表示素子であり、

前記偏光板及び前記第 2 位相差板を含む円偏光子兼円検光子構成体と、

前記液晶セルを含む可変リターダ構成体と、備え、

前記可変リターダ構成体が黒表示状態において法線位相差が光学的に正である液晶表示素子であって、

前記第 2 位相差板は、進相軸及び遅相軸を透過する所定波長の光の間に $1/4$ 波長の位相差を与える一軸の 4 分の 1 波長板であり、

さらに、前記円偏光子兼円検光子構成体は、その光学補償用に前記偏光板と前記第 2 位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる 1 軸の第 4 位相差板を含む第 2 光学補償層を備え、

前記可変リターダ構成体は、その光学補償用に前記第 2 位相差板と前記液晶セルとの間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y > n_z$ となる第 5 位相差板を含む第 3 光学補償層を備えたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2 3】

前記第 2 光学補償層は、屈折率異方性が $n_x < n_y = n_z$ となる 1 軸の第 7 位相差板を含み、かつ、前記第 7 位相差板の遅相軸を前記偏光板の透過軸と略平行となるように配置したことを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 2 4】

前記第 2 光学補償層は、トータルの光学機能が $n_x < n_y < n_z$ の 2 軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板によって構成されたことを特徴とする請求項 2 3 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 5】

前記第 5 位相差板を前記第 2 位相差板上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の 2 軸の屈折率異方性と同等であることを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 6】

前記液晶セルは、電圧を印加しない状態にて画素内の液晶分子配列が基板主面に対して略垂直な垂直配向モードであることを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 7】

前記液晶セルは、電圧を印加した状態にて画素内の液晶分子配列が少なくとも 2 方位を向くように制御された配向分割型の垂直配向モードであることを特徴とする請求項 2 6 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 8】

各画素における開口領域のうち、少なくとも半分の領域において、前記電圧を印加した状態における画素内の液晶分子配列方位が前記偏光板の吸収軸若しくは透過軸と略平行となるように制御されたことを特徴とする請求項 2 6 に記載の液晶表示素子。

【請求項 2 9】

画素内に配向分割制御用の突起を備えたことを特徴とする請求項 2 7 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3 0】

前記電極に配向分割制御用のスリットを設けたことを特徴とする請求項 2 7 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3 1】

2 枚の前記基板における前記液晶層を挟持する面に配向分割制御用の配向処理を施した配向膜を設けたことを特徴とする請求項 2 7 に記載の液晶表示素子。

10

20

30

40

50

【請求項 3 2】

前記第 2 位相差板は、アトーン樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ゼオノア樹脂、トリアセチルセルロース樹脂、変性ポリカーボネート樹脂のいずれかの樹脂によって形成されたことを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3 3】

前記第 4 位相差板は、光軸が法線方位のネマティック液晶ポリマーからなることを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3 4】

前記第 5 位相差板は、カイラルネマティック液晶ポリマー若しくはコレステリック液晶ポリマー若しくはディスコティック液晶ポリマーのいずれかの液晶ポリマーによって形成されたことを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

10

【請求項 3 5】

前記第 7 位相差板は、面内に光軸があるディスコティック液晶ポリマーによって形成されたことを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3 6】

前記第 4 位相差板の法線方向の位相差を $R(1)$ 、前記第 5 位相差板の法線方向の位相差を $R(2)$ 、前記第 7 位相差板の面内方向の位相差を $R(3)$ としたとき、

$$-6/5 \times R(1) - 244 \quad R(2) \quad -6/5 \times R(1) - 172$$

$$\text{かつ、} \quad 20 \quad R(2) \quad 80$$

$$\text{かつ、} \quad -40 \quad R(3) \quad 0$$

20

を満足することを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3 7】

前記第 4 位相差板の法線方向の位相差を $R(1)$ 、前記第 5 位相差板の法線方向の位相差を $R(2)$ 、前記第 7 位相差板の面内方向の位相差を $R(3)$ としたとき、

$$-230 \quad R(1) \quad -210$$

$$\text{かつ、} \quad 40 \quad R(2) \quad 60$$

$$\text{かつ、} \quad -40 \quad R(3) \quad 0$$

を満足することを特徴とする請求項 2 2 に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

この発明は、液晶表示素子に係り、特に円偏光主導型の垂直配向モードの液晶表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、薄型、軽量、低消費電力である等の様々な特徴を有しており、OA 機器、情報端末、時計、及びテレビ等の様々な用途に応用されている。特に、薄膜トランジスタ（以下、TFT という）を有する液晶表示装置は、その高い応答性から、携帯テレビやコンピュータなどのように多量の情報を表示するモニタとして用いられている。

【0003】

40

近年、情報量の増加に伴い、画像の高精細化や表示速度の高速化に対する要求が高まっている。これら要求のうち画像の高精細化は、例えば、上述した TFT が形成するアレイ構造を微細化することによって実現されている。

【0004】

一方、表示速度の高速化に関しては、従来の表示モードに代わって、例えばネマティック液晶を用いた OCB (Optically Compensated Birefringence) モード、VAN (Vertically Aligned Nematic) モード、HAN (Hybrid Aligned Nematic) モード、および配列モード、並びにスメクチック液晶を用いた界面安定型強誘電性液晶 (SSFLC: Surface-Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal) モードおよび反強誘電性液晶 (AFLC: Anti-Ferroelectric Liquid Crystal) モードが検討されている。

50

【0005】

これら表示モードのうち、特にVANモードは、従来のTN(Twisted Nematic)モードよりも速い応答速度を得ることができ、さらに静電気破壊のような不良発生の原因となるラビング処理を垂直配向により不要にできるという特長を有している。なかでも、配向分割型VANモード(以下、MVAモードという)は、視野角の拡大が比較的容易なことから特に注目されている。

【0006】

MVAモードでは、マスクラビング、画素電極構造の工夫、画素内に突起を設けるなどして、これらによって画素電極及び対向電極から画素領域に印加される電界の傾きを制御することが行われている。液晶層の画素領域は、液晶分子の配向方向が電圧印加状態で互いに90°の角度をなすような例えば4つのドメインに配向分割され、これにより、視角特性の対称性改善と反転現象の抑止を実現している。

10

【0007】

なおかつ、液晶分子が基板主面にほぼ垂直に配列した状態、すなわち黒表示状態での液晶層の法線位相差の視角依存性を負の位相差板を用いて補償し、これにより、視角に対するコントラスト(CR)を良好なものとしている。さらに、この負の位相差板が偏光板の視角依存性も補償するような面内位相差をもつ2軸位相差板であれば、さらに優れた視角-コントラスト特性を実現することができる。

【0008】

しかしながら、従来のMVAモードでは、各画素内を配向分割しているため、配向分割境界及び配向分割構造である画素内突起や画素電極スリットの近傍にシュリーレン配向や意図しない方位への配向など、望ましい液晶配列方位とは異なる方位に配列した領域が形成される。

20

【0009】

直線偏光板を用い、直線偏光主導の複屈折制御をした液晶表示素子のクロスニコル下における液晶層の透過率 $Tlp(LC)$ は次式で表わされる。

【数1】

$$Tlp(LC) = I_0 \cdot \sin^2(2\theta) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta n(\lambda, V) \cdot d}{\lambda} \pi\right) \quad \dots(1)$$

30

【0010】

この数式(1)において、 I_0 は偏光板の透過軸に平行な直線偏光の透過率であり、 θ は液晶層の遅相軸と偏光板の光軸とのなす角度であり、 V は印加電圧であり、 d は液晶層の厚みであり、 λ は液晶表示素子への入射光の波長である。

【0011】

数式(1)において、屈折率異方性 $n(\theta, V)$ は、その領域における実効的な印加電圧及びネマティック液晶分子の各々の傾き角に依存する。 $T(LC)$ を0乃至 I_0 に変化させるためには、 $n(\theta, V) d / \lambda$ を0乃至 $\pi/2$ のレンジで変化させ、なおかつ、 θ の値を $\pi/4$ (rad)とする必要がある。このため、液晶分子が $\pi/4$ 以外の方位に配列した領域では、透過率が低下することになる。前述したように、MVAモードは、配向分割をしているために、必然的にこうした領域を伴っている。したがって、MVAモードは、TNモードなどと比較して透過率が低いといった問題を有している。

40

【0012】

こうした問題を解決するために、円偏光主導型のMVAモードが検討されている。直線偏光板の代わりに位相差板すなわち進相軸及び遅相軸を透過する所定波長の光の間に1/4波長の位相差を与える一軸の4分の1波長板を備えた偏光板、つまり円偏光板を用いることによって前述した問題を解決している。円偏光板を用い、円偏光主導型の複屈折制御をした液晶表示素子のクロスニコル下における液晶層の透過率 $Tcp(LC)$ は次式で表わされる。

50

【数 2】

$$T_{cp}(LC) = I_0 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta n(\lambda, V) \cdot d}{\lambda} \pi\right) \quad \dots(2)$$

【0013】

この数式(2)からわかるように、透過率 $T_{cp}(LC)$ は、液晶分子の配列方位に依存しない。したがって、配向分割境界及び配向分割構造の近傍にシュリーレン配向や意図しない方位への配向など、望ましい液晶配列方位とは異なる方位に配列した領域を伴っていても液晶分子の傾きさえ制御できれば、所望の透過率を得ることができるわけである。

10

【0014】

しかしながら、従来の円偏光主導型の MVA モードは、視野角特性が狭いといった問題を抱えている。

【0015】

図9は、従来の円偏光主導型 MVA モードの液晶表示素子の断面構造の一例を示したものである。図9に示すように、第1基板13は、その内面に設けられたITO(インジウム・ティン・オキサイド)からなる共通電極9を備えており、この共通電極9上に画素内を配向分割するための突起12を備えている。これと対向する第2基板14は、その内面に設けられたITOからなる画素電極10を備えており、画素内を配向分割するためのスリット11(画素電極がない領域)を備えている。共通電極9と画素電極10との間には、誘電異方性が負のネマティック液晶7が挟持されており、液晶分子8が電圧を印加しない状態にて基板主面に対してほぼ垂直に配列するよう配向処理がなされている。

20

【0016】

こうした構造からなる液晶セルは、その両外面にそれぞれ設けられた、位相差板3, 4、及び、偏光板5, 6を備えている。位相差板3, 4は、図2に示すような屈折率異方性を有する1軸の4分の1波長板であり、その遅相軸が偏光板5, 6の透過軸と $\pi/4$ (rad)の角度をなすように設けられている。

【0017】

このような構造では、一对の位相差板3, 4は、それぞれの遅相軸が互いに直交する構造となるので、負の位相差板として作用する。例えば550nmの波長の光に対しては-280nm程度の負の位相差を与える。これに対し、液晶層7は、電界制御により2分の1波長の位相差変化を得るには、材料の屈折率異方性 n と液晶層厚 d とを乗じた値 $n \cdot d$ を300nm以上とする必要がある。このため、液晶表示素子としてのトータルの位相差はゼロとはならず、黒表示時の視野角特性が劣化する。また、1軸の4分の1波長板を用いているので、偏光板の視野角特性に起因して液晶層に入射する円偏光の偏光特性にも視野角依存性が生じている。

30

【0018】

このようにして、従来の円偏光主導型 MVA モードは、液晶層に入射する入射光を略円偏光として前述した透過率が低い問題を解決しているが、液晶層に入射する円偏光の視角依存性や液晶層の位相差の視角依存性を補償する手段を設けていないため、コントラスト視角が狭いといった問題が生じる。

40

【0019】

図10は、図9に示した構造を有する液晶表示素子の等コントラスト曲線の測定結果の一例である。ここで、0度(deg.)及び180度(deg.)の方位が画面の左右方向に相当し、90度(deg.)及び270度(deg.)の方位が画面の上下方向に相当する。図10に示すように、コントラスト比が10:1以上の視野は、上下左右とも $\pm 40^\circ$ 程度と狭く、実用に耐え得る特性は得られていなかった。

【0020】

こうした問題に対し、1軸の4分の1波長板の代わりに図12に示すような屈折率異方性を有する2軸の4分の1波長板を用いて液晶層に入射する円偏光の視角依存性を補償し

50

、視野角特性を改善する提案がなされている。

【0021】

図11は、図12に示した2軸の4分の1波長板15を用いた円偏光主導型MVAモード液晶表示素子の断面構造の一例を示したものである。この構造では、用いた4分の1波長板の屈折率楕円体が図12に示すように $n_x > n_y > n_z$ となっているため、面内の位相差は4分の1波長であり、上下で面内遅相軸が互いに直交するように配置すれば負の位相差板として機能するので、その位相差値を制御すれば液晶層の法線方向の位相差を補償し、視野角特性が改善される。

【0022】

図13は、図11に示した円偏光主導型MVAモード液晶表示素子の等コントラスト曲線の実測結果である。図10に示した結果と比較して、若干視野が拡大され、特性の改善がなされていることがわかる。しかしながら、斜め方位については、コントラスト比10:1以上の視野は $\pm 80^\circ$ 程度と広いが上下左右方位は $\pm 40^\circ$ 程度と実用に耐え得る視野角特性となっていない。これは、液晶層の法線方向の位相差が前述した2軸の4分の1波長板である程度改善されるものの、実際、用いることができるフィルムとしては高分子フィルムであり、液晶層の位相差の波長分散に合致させることが困難であることに起因している。また、円偏光板として見れば、十分な視角特性を得る構造とはなっていないことも前述したコントラスト比の視野角特性の一因となっている。

10

【0023】

これに対し、図12に示した2軸の4分の1波長板の代わりに図15に示すような屈折率異方性を有する2軸の4分の1波長板を用いた円偏光主導型MVAモード液晶表示素子も提案されている。

20

【0024】

図14は、図15に示した2軸の4分の1波長板16を用いた円偏光主導型MVAモード液晶表示素子の断面構造の一例を示したものである。この構造では、用いた4分の1波長板の屈折率異方性が図15に示すように $x_n > n_y < n_z$ となっている。図9及び図11に示した構造と同様に、MVAモードの液晶セルの外面に4分の1波長板16及び偏光板5, 6を配置した構造となっている。

【0025】

図14に示した構造では、用いた4分の1波長板の屈折率が $n_y < n_z$ となっているため、仮に $n_x > n_z$ であってもこれを液晶セルの上下で遅相軸が直交となるよう配置しても、1軸の4分の1波長板を上下で直交配置した図9の構造と比較して負の位相差としての作用が弱まるし、 $n_x < n_z$ の場合は正の位相差を生ずる。したがって、液晶層の屈折率異方性 n が極めて小さい場合、つまりは液晶層の位相差変化量が2分の1波長を下回り、液晶セルの透過率が不十分となるような条件としない限り、図9の構造よりもコントラスト視角特性が狭くなってしまふ。

30

【0026】

図16は、図14に示した円偏光主導型MVAモード液晶表示素子の等コントラスト曲線の実測結果である。図16に示すように、コントラスト比が1:1以下の領域が生じており、図10及び図13より狭い視野角特性となっていることがわかる。こうした特性となっているのは、図11に示した構造と同様に、円偏光板として見れば、十分な視野角特性を得る構造とはなっていないことも一因している。

40

【0027】

また、図11に示した構造及び図14に示した構造は、ともに2軸の4分の1波長板を用いている。こうした2軸の位相差板は、高分子フィルムを2軸延伸して得ているため、製造コストが高くなる問題を抱えている。また、屈折率の制御も限られた範囲でしかなしえないので、所望の屈折率楕円体を実現することが困難となっている。さらには、2軸性を得るために、材料の選択範囲が狭く、液晶の屈折率の波長分散特性に合致させることが困難であるといった問題も抱えている(例えば、非特許文献1、非特許文献2、及び、非特許文献2参照。)

50

【非特許文献1】T.Ishinabe et al, A Wide Viewing Angle Polarizer and a Quarter-wave plate with a Wide Wavelength Range for Extremely High Quality LCDs, IDW'01 Proceedings, p485(2001)

【非特許文献2】Y.Iwamoto et al, Improvement of Display Performance of High Transmittance Photo-Aligned Multi-domain Vertical Alignment LCDs Using Circular Polarizers, IDW'02 Proceedings, p85(2002)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0028】

この発明は、上述した問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、視野角特性を改善することができ、しかも、コストの低減が可能な液晶表示素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0029】

この発明の第1の態様による液晶表示素子は、
 2枚の電極付基板間に液晶を挟持したドットマトリクス型の液晶セルを、光源側に位置する第1偏光板と観察者側に位置する第2偏光板との間に配置し、前記第1偏光板と前記液晶セルとの間に一軸の第1位相差板を配置し、前記第2偏光板と前記液晶セルとの間に一軸の第2位相差板を配置した表示素子であり、
 前記第1偏光板及び前記第1位相差板を含む円偏光子構成体と、
 前記液晶セルを含む可変リターダ構成体と、
 前記第2偏光板及び前記第2位相差板を含む円検光子構成体と、を、
 光源側から、前記円偏光子構成体、前記可変リターダ構成体、前記円検光子構成体の順に配置し、前記可変リターダ構成体が黒表示状態において法線位相差が光学的に正である液晶表示素子であって、
 前記第1位相差板及び前記第2位相差板は、進相軸及び遅相軸を透過する所定波長の光の間に1/4波長の位相差を与える一軸の4分の1波長板であり、
 さらに、前記円偏光子構成体は、その光学補償用に前記第1偏光板と前記第1位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる1軸の第3位相差板を含む第1光学補償層を備え、
 前記円検光子構成体は、その光学補償用に前記第2偏光板と前記第2位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる1軸の第4位相差板を含む第2光学補償層を備え、
 前記可変リターダ構成体は、その光学補償用に前記第1位相差板と前記第2位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y > n_z$ となる第5位相差板を含む第3光学補償層を備えたことを特徴とする。

【0030】

この発明の第2の態様による液晶表示素子は、
 2枚の電極付基板間に液晶を挟持し各画素に反射層を備えたドットマトリクス型の液晶セルと、偏光板との間に一軸の第2位相差板を配置した表示素子であり、
 前記偏光板及び前記第2位相差板を含む円偏光子兼円検光子構成体と、
 前記液晶セルを含む可変リターダ構成体と、備え、
 前記可変リターダ構成体が黒表示状態において法線位相差が光学的に正である液晶表示素子であって、
 前記第2位相差板は、進相軸及び遅相軸を透過する所定波長の光の間に1/4波長の位相差を与える一軸の4分の1波長板であり、
 さらに、前記円偏光子兼円検光子構成体は、その光学補償用に前記偏光板と前記第2位相差板との間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる1軸の第4位相差板を含む第2光学補償層を備え、
 前記可変リターダ構成体は、その光学補償用に前記第2位相差板と前記液晶セルとの

間に配置されるとともに屈折率異方性が $n_x = n_y > n_z$ となる第5位相差板を含む第3光学補償層を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0031】

この発明によれば、視野角特性を改善することができ、しかも、コストの低減が可能な液晶表示素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、この発明の一実施の形態に係る液晶表示素子について図面を参照して説明する。

【0033】

図1は、一実施の形態に係る液晶表示素子の構成を概略的に示す図である。図1に示すように、液晶表示素子は、各画素の液晶分子配列が画素に電圧を印加していない状態において基板主面に対してほぼ垂直に配向した円偏光主導型の垂直配向モードの液晶表示素子であって、円偏光子構成体Pと、可変リターダ構成体VRと、円検光子構成体Aと、を備えている。

【0034】

可変リターダ構成体VRは、2枚の電極付基板間に液晶層を挟持したドットマトリクス型の液晶セルCを備えている。すなわち、この液晶セルCは、MVAモードの液晶セルであって、アクティブマトリクス基板14と対向基板13との間に液晶層7を挟持した構造を有している。また、これらアクティブマトリクス基板14と対向基板13との間隔は、図示しないスペーサによって一定に維持されている。このような液晶セルCは、画像を表示する表示領域DPを備えている。表示領域DPは、マトリクス状に配置された画素PXによって構成されている。

【0035】

アクティブマトリクス基板14は、ガラス基板などの光透過性を有する絶縁基板を備えて構成され、その一方の主面上に、走査線や信号線などの各種配線、走査線と信号線との交差部付近に設けられたスイッチング素子などを備えているが、発明の作用効果に関与しないので省略する。また、アクティブマトリクス基板14は、これらの上に画素PX毎に配置された画素電極10を備えている。画素電極10の表面は、配向膜によって覆われている。

【0036】

走査線及び信号線などの各種配線は、アルミニウム、モリブデン、銅などによって形成されている。また、スイッチング素子は、例えば、アモルファスシリコンやポリシリコンを半導体層とし、アルミニウム、モリブデン、クロム、銅、タンタルなどをメタル層とした薄膜トランジスタ(TFT)である。このスイッチング素子は、走査線、信号線、並びに画素電極10と接続されている。アクティブマトリクス基板14では、このような構成により、所望の画素電極10に対して選択的に電圧を印加することを可能としている。

【0037】

画素電極10は、ITO(インジウム・ティン・オキサイド)のような光透過性を有する導電材料によって形成され得る。この画素電極10は、例えばスパッタリング法などにより薄膜を形成した後、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いてその薄膜をパターンングすることにより形成される。

【0038】

配向膜は、ポリイミドなどの光透過性を有する樹脂材料からなる薄膜によって構成されている。なお、この実施形態では、配向膜には、ラビング処理は施さずに液晶分子8に垂直配向性を付与している。

【0039】

対向基板13は、ガラス基板などの光透過性を有する絶縁基板を備えて構成され、その一方の主面上に、共通電極9を備えている。この共通電極9の表面は、配向膜によって覆われている。

10

20

30

40

50

【0040】

共通電極 9 は、画素電極 10 と同様に、光透過性を有する導電材料、例えばITOによって形成され得る。また、配向膜は、アクティブマトリクス基板 14 側の配向膜と同様に、光透過性を有する樹脂材料、例えばポリイミドによって形成され得る。なお、この実施形態では、共通電極 9 は、すべての画素電極と切れ目なく対向するよう平坦な連続膜として形成されている。

【0041】

カラー液晶表示素子として構成する場合、液晶セル C は、カラーフィルタ層を備えている。カラーフィルタ層は、3色例えば青、緑、赤にそれぞれ着色された着色層で構成されている。このカラーフィルタ層は、アクティブマトリクス基板 14 側の絶縁基板と画素電極 10 との間に設けてCOA (color filter on array) 構造を採用しても良いし、対向基板 13 に設けてもよい。

10

【0042】

COA 構造を採用した場合、カラーフィルタ層にはコンタクトホールが設けられており、画素電極 10 は、このコンタクトホールを介してスイッチング素子と接続されている。このようなCOA構造は、アクティブマトリクス基板 14 と対向基板 13 とを貼り合わせて液晶セル C を構成する際に、アライメントマークなどを利用した高精度な位置合わせが不要となる利点を有している。

【0043】

円偏光子構成体 P は、液晶セル C の光源すなわちバックライトユニット BL 側に位置する第 1 偏光板 PL1、及び、第 1 偏光板 PL1 と液晶セル C との間に配置された一軸の第 1 位相差板 RF1 を含んでいる。円検光子構成体 A は、液晶セル C の観察側に位置する第 2 偏光板 PL2、及び、第 2 偏光板 PL2 と液晶セル C との間に配置された一軸の第 2 位相差板 RF2 を含んでいる。

20

【0044】

第 1 偏光板 PL1 及び第 2 偏光板 PL2 は、その面内において、互いにほぼ直交する透過軸及び吸収軸を有している。これらの第 1 偏光板 PL1 及び第 2 偏光板 PL2 は、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置されている。

【0045】

第 1 位相差板 RF1 及び第 2 位相差板 RF2 は、その面内において、互いにほぼ直交する進相軸及び遅相軸を有しており、進相軸及び遅相軸をそれぞれ透過する所定波長 (例えば 550 nm) の光の間に 1/4 波長の位相差を与える一軸の 4 分の 1 波長板である。このような第 1 位相差板 RF1 及び第 2 位相差板 RF2 は、それぞれの遅相軸が互いに直交するように配置されている。

30

【0046】

このような構成の液晶表示素子、特に、画素 PX の少なくとも一部の領域、または、表示領域 DP の少なくとも一部にバックライト光を透過可能な透過部を備えた液晶表示素子は、バックライトユニット BL、円偏光子構成体 P、可変リターダ構成体 VR、円検光子構成体 A の順に積層して構成されている。

【0047】

ところで、このように構成された液晶表示素子は、円偏光子構成体 P の光学補償用に第 1 偏光板 PL1 と第 1 位相差板 RF1 との間に配置された第 1 光学補償層 OC1、円検光子構成体 A の光学補償用に第 2 偏光板 PL2 と第 2 位相差板 RF2 との間に配置された第 2 光学補償層 OC2、及び、可変リターダ構成体 VR の光学補償用に第 1 位相差板 RF1 と第 2 位相差板 RF2 との間に配置された第 3 光学補償層 OC3 を備えている。

40

【0048】

すなわち、第 1 光学補償層 OC1 は、円偏光子構成体 P を出射した出射光の偏光状態が出射方位によらず略円偏光となるように円偏光子構成体 P の視角特性を補償する。第 2 光学補償層 OC2 は、円検光子構成体 A を出射した出射光の偏光状態が出射方位によらず略円偏光となるように円検光子構成体 A の視角特性を補償する。第 3 光学補償層 OC3 は、

50

可変リターダ構成体VRにおける液晶セルCの位相差（液晶分子8が基板主面にほぼ垂直に配列した状態、すなわち黒表示状態において液晶層7における光学的に正の法線位相差）の視角特性を補償する。

【0049】

第1光学補償層OC1は、少なくとも屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる光学的に1軸の第3位相差板（ポジティブCプレート）RF3を含んでいる。第2光学補償層OC2は、少なくとも屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる光学的に1軸の第4位相差板（ポジティブCプレート）RF3を含んでいる。第3光学補償層OC3は、屈折率異方性が $n_x = n_y > n_z$ となる光学的に1軸の第5位相差板（ネガティブCプレート）RF5を含んでいる。

【0050】

図1に示した例では、第1光学補償層OC1は、さらに、屈折率異方性が $n_x < n_y = n_z$ となる光学的に1軸の第6位相差板（ネガティブAプレート）RF6を含んでいる。この第6位相差板RF6は、その遅相軸が第1偏光板PL1の透過軸と略平行となるように配置されている。ここでは、第6位相差板RF6は、第1偏光板PL1と第3位相差板RF3との間に配置されている。

【0051】

また、第2光学補償層OC2は、さらに、屈折率異方性が $n_x < n_y = n_z$ となる光学的に1軸の第7位相差板（ネガティブAプレート）RF7を含んでいる。この第7位相差板RF7は、その遅相軸が第2偏光板PL2の透過軸と略平行となるように配置されている。ここでは、第7位相差板RF6は、第2偏光板PL2と第4位相差板RF4との間に配置されている。

【0052】

また、図1に示した例では、第3光学補償層OC3を構成する第5位相差板RF5は、液晶セルCと第2位相差板RF2との間に配置されている。なお、第5位相差板RF5は、液晶セルCと第1位相差板RF1との間に配置されても良い。また、第5位相差板RF5は、機能を2分し、第1位相差板RF1と液晶セルCとの間に配置された第1セグメント層と、第2位相差板RF2と液晶セルCとの間に配置された第2セグメント層と、で構成されても良い。

【0053】

第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2としては、図2に示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x > n_y = n_z$ ）を有するものが適用可能である。第3位相差板RF3及び第4位相差板RF4としては、図3Aに示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x = n_y < n_z$ ）を有するものが適用可能である。第5位相差板RF5としては、図3Bに示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x = n_y > n_z$ ）を有するものが適用可能である。第6位相差板RF6及び第7位相差板RF7は、図4に示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x < n_y = n_z$ ）を有するものが適用可能である。また、なお、図2乃至図4において、 n_x 及び n_y はそれぞれの位相差板の主面内での互いに直交する2方向での屈折率を示し、 n_z はそれぞれの位相差板の主面に対する法線方向での屈折率を示すものとする。

【0054】

図5は、図1に示した液晶表示素子の視野角特性の光学原理を説明するための各光路における偏光状態を概念的に示す図である。

【0055】

すなわち、液晶表示素子では、光学的に負の第5位相差板RF5を含む第3光学補償層OC3を用い、その他に別途に設けた第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2とともに負の位相差板として作用させ、 $n \cdot d$ が280nm以上となる液晶層7の法線方向に沿った光学的に正の位相差（法線位相差）の視野角依存性を補償している。このような補償機能を有した第3光学補償層OC3を第1位相差板RF1と第2位相差板RF2との間に設けている。このため、第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2に入射する光が直線偏光である限り、第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2を出射した光は出射角度や出射方位によらず略円偏光となる。

10

20

30

40

50

【0056】

したがって、第3光学補償層OC3が液晶層7と第2位相差板RF2との間に位置する場合、液晶層7に入射する光は入射角度や方位に依らず円偏光となる。液晶層7の法線位相差により、円偏光が楕円偏光になったとしても第3光学補償層OC3の作用により円偏光に戻されるので、第3光学補償層OC3の上に位置する第2位相差板RF2に入射する光は、入射角度や入射方位に依らず円偏光となる。したがって、観察する方向に関わらず良好な表示特性を得ることができる。

【0057】

また、第3光学補償層OC3が液晶層7と第1位相差板RF1との間に位置する場合、第3光学補償層OC3に入射する光は入射角度や入射方位に依らず円偏光となる。第3光学補償層OC3の法線位相差により、円偏光が楕円偏光になったとしても液晶層7の作用により円偏光に戻されるので、液晶層7の上に位置する第2位相差板RF2に入射する光は、入射角度や入射方位に依らず円偏光となる。したがって、第3光学補償層OC3を液晶層7と第2位相差板RF2との間に配置した場合と同様に、観察する方向に関わらず良好な表示特性を得ることができる。

【0058】

これに対し、前述した図11の構造からなる円偏光主導型MVAモード液晶表示素子では、屈折率異方性が $n_x > n_y > n_z$ である2軸の4分の1波長板15を配置し、これら一対の4分の1波長板15の遅相軸を互いに直交させた構造となっている。これらの4分の1波長板15は、上述した実施の形態に採用した第3光学補償層OC3、及び、第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2の機能を同時に実現する機能を有しているが、液晶層7の法線位相差をも補償する条件とした場合、2軸の4分の1波長板を出射した光は必然的に楕円偏光となる。したがって、2軸の4分の1波長板を出射した光は、楕円長軸方向に方位を持った偏光となっている。結果的に、液晶分子配列方位に依存した透過率特性となるため、図13に示したように、方位によっては、十分な視野角補償効果が得られない。

【0059】

これに対して、この実施の形態の液晶表示素子構造では、液晶層7及びこれの法線位相差を補償する第3光学補償層OC3に入射する偏光を方位的な極性のない円偏光としているので、前述した問題は発生せず、方位に依存しない補償効果が得られる。

【0060】

こうした効果を十分に得るには、入射側に位置する第1位相差板RF1及び第1偏光板PL1との間に、第1位相差板RF1及び第1偏光板PL1の視角特性を補償するような光学的に1軸の位相差板からなる第1光学補償層OC1を配置するとともに、出射側に位置する第2位相差板RF2及び第2偏光板PL2との間に、第2位相差板RF2及び第2偏光板PL2の視角特性を補償するような光学的に1軸の位相差板からなる第2光学補償層OC2を配置すれば尚良い視角特性を得ることができる。

【0061】

つまり、2軸の位相差板を用いることにより視野角特性が改善できることは従来技術で説明した通りであるが、本構成によれば、1軸の第1位相差板(4分の1波長板)RF1と第1光学補償層OC1に含まれる第3位相差板RF3とを組み合わせることにより、視野角特性を改善可能な2軸の位相差板と実質的に同等の機能を持たせることが可能となる。同様に、1軸の第2位相差板(4分の1波長板)RF2と第2光学補償層OC2に含まれる第4位相差板RF4とを組み合わせることにより、視野角特性を改善可能な2軸の位相差板と実質的に同等の機能を持たせることが可能となる。これにより、視野角特性を改善するとともに、2軸の位相差板を用いる場合よりもコストの低減が可能となる。

【0062】

上述した実施の形態に係る液晶表示素子は、液晶セルCにおいて、電圧を印加した状態にて画素内の液晶分子配列が少なくとも2方位を向くように制御された配向分割型の垂直配向モードであって、各画素PXにおける開口領域のうち、少なくとも半分の領域におい

10

20

30

40

50

て、電圧を印加した状態における画素 P X 内の液晶分子 8 の配列方位が第 1 偏光板 P L 1 の吸収軸若しくは透過軸と略平行となるように制御されることが望ましい。

【 0 0 6 3 】

このような配向制御は、図 1 に示したように、画素 P X 内に配向分割制御用の突起 1 2 を備えることで実現可能であるし、また、各画素 P X に配置された画素電極 1 0 及び対向電極 9 の少なくとも一方の一部に配向分割制御用のスリット 1 1 を設けることでも実現可能であり、さらには、アクティブマトリクス基板 1 4 及び対向基板 1 3 における液晶層 7 を挟持する面に配向分割制御用のラビング等の配向処理を施した配向膜を設けることでも実現可能である。さらには、これらの突起 1 2、スリット 1 1、及び、配向処理を施した配向膜の少なくとも 2 つを組み合わせても良いことは言うまでもない。

10

【 0 0 6 4 】

前述したように、直線偏光主導型 M V A モード液晶表示素子では、液晶分子配列方位が偏光板の透過軸に対して $\theta / 4$ (rad) の角度をなすとき (T l p (L C) の数式 (1) 中の θ の値が $\theta / 4$ (rad) となるときの)、最大の透過率を得ることができる。したがって、直線偏光主導型 M V A モードの場合、電圧を印加した状態における画素内の液晶分子配列方位が偏光板の透過軸に対して $\theta / 4$ (rad) の角度をなすように画素内に配向分割構造 (突起やスリット) を設けたり、配向膜にラビング等の配向処理を施したりしている。

【 0 0 6 5 】

これに対して、円偏光主導型 M V A モードの液晶表示素子の場合、透過率は電圧を印加した状態における画素内の液晶分子配列方位に依存しない。したがって、液晶層 7 及び第 5 位相差板 R F 5 にて 2 分の 1 波長の位相差を得られれば、液晶分子配列方位に依らず、優れた透過率特性を得ることができる。

20

【 0 0 6 6 】

配向分割方垂直配向モードでは、前述した 2 分の 1 波長の位相差を光の入射角度に依存せず得られるように配向分割をなしている。しかしながら、入射角度や液晶分子の傾き角によっては、配向分割効果による位相差の方位性の補償がなされない場合が生じる。こうした問題を最小限に抑えるためには、前述したように、液晶分子配列方位を偏光板の透過軸若しくは吸収軸と平行な方位にすると良い。これは、液晶層 7 及び第 5 位相差板 R F 5 を出射した光が円偏光にならず楕円偏光となったときにその楕円偏光の長軸の方位が検光子である第 1 偏光板 P L 1 の光軸 (透過軸及び吸収軸) と平行となるためである。

30

【 0 0 6 7 】

上述した実施の形態に係る液晶表示素子では、第 1 位相差板 R F 1 及び第 2 位相差板 R F 2 は、アトーン樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ゼオノア樹脂、トリアセチルセルロース樹脂など、その面内でのリターデーション値が入射光波長に殆ど依存しない樹脂のいずれかによって形成されることが望ましい。または、第 1 位相差板 R F 1 及び第 2 位相差板 R F 2 は、変性ポリカーボネート樹脂など、その面内でのリターデーション値が入射光波長にかかわらず入射光波長の約 $1 / 4$ となる樹脂によって形成されることが望ましい。このように、ポリカーボネートなどのように短波長側でリターデーションが大きくなる材料よりも、どの波長領域においても屈折率が一定であるような材料、もしくは変性ポリカーボネートのような入射光波長に関わらず、リターデーション値が常に波長の 4 分の 1 となるような材料を用いることにより、入射光波長分散依存性の小さい偏光が可能となる。

40

【 0 0 6 8 】

第 3 位相差板 R F 3 及び第 4 位相差板 R F 4 は、光軸が法線方位のネマティック液晶ポリマーによって形成されることが望ましい。法線方向に正の位相差を持つフィルムは、従来の延伸技術では作成困難な為、光軸が法線方位のネマティック液晶ポリマー、もしくは、ディスコティック液晶ポリマーのいずれかを用いる方が実現が容易になる。

【 0 0 6 9 】

第 5 位相差板 R F 5 は、カイラルネマティック液晶ポリマー、若しくは、コレステリッ

50

ク液晶ポリマー、若しくは、ディスコティック液晶ポリマーのいずれかの液晶ポリマーによって形成されることが望ましい。

【0070】

前述したように、この実施の形態では、液晶層7の法線位相差を補償する目的で第5位相差板RF5を適用している。補償する液晶層7の位相差には波長分散があり、この波長分散を含めて液晶層7の位相差を補償するには、第5位相差板RF5も同等の波長分散を持っていた方がより優れた補償効果が得られる。したがって、第5位相差板RF5は、前述したように液晶ポリマーにて形成した方が良い。

【0071】

第6位相差板RF6及び第7位相差板RF7は、面内に光軸があるディスコティック液晶ポリマーによって形成されることが望ましい。面内方向に負の位相差を持つフィルムは、従来の延伸技術では作成困難な為、ディスコティック液晶ポリマーを用いる方が実現が容易になる。

【0072】

また、上述した実施の形態に係る液晶表示素子では、第1光学補償層OC1は、トータルの光学機能が $n_x < n_y < n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板によって構成しても良い。例えば、第3位相差板RF3として機能する機能層及び第6位相差板RF6として機能する機能層を同一平面（例えば、第1位相差板RF1）上に形成することにより、実質的に2軸の屈折率異方性を有するのと同等の光学機能の位相差板を構成することが可能である。なお、ここでの機能層とは、例えば、先に説明した材料によって形成された層である。

【0073】

第2光学補償層OC3は、トータルの光学機能が $n_x < n_y < n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板によって構成しても良い。例えば、第4位相差板RF4として機能する機能層及び第7位相差板RF7として機能する機能層を同一平面（例えば、第2位相差板RF2）上に形成することにより、実質的に2軸の屈折率異方性を有するのと同等の光学機能の位相差板を構成することが可能である。

【0074】

第5位相差板RF5を第1位相差板RF1または第2位相差板RF2上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板を構成しても良い。例えば、第5位相差板RF5として機能する機能層を第1位相差板RF1または第2位相差板RF2上に形成することにより、実質的に2軸の屈折率異方性を有するのと同等の光学機能の位相差板を構成することが可能である。

【0075】

このような構成により、複数の位相差板としての機能を有する単一の位相差板を提供することができ、部材点数を削減できるとともに、全体の層厚が削減でき、薄型化に有利である。

【0076】

また、先に説明したように、第5位相差板RF5は、第1位相差板RF1と液晶セルCとの間に配置された第1セグメント層と、第2位相差板RF2と液晶セルCとの間に配置された第2セグメント層と、に機能的に分離しても良い。このとき、例えば、第5位相差板RF5として機能する機能層の膜厚をTとしたときに、第1セグメント層の膜厚と第2セグメント層との膜厚の総和がTとなるように形成すればよい。

【0077】

このような構成において、第1セグメント層を第1位相差板RF1上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板を構成しても良い。また、第2セグメント層を第2位相差板RF2上に形成し、トータルの光学機能が $n_x > n_y > n_z$ の2軸の屈折率異方性と同等の単一の位相差板を構成しても良い。

【0078】

このような構成により、複数の位相差板としての機能を有する単一の位相差板を提供す

ることができ、部材点数を削減できるとともに、全体の層厚が削減でき、薄型化に有利である。

【0079】

また、上述したように複数の位相差板として機能する単一の位相差板によれば、2軸延伸フィルムでは困難な条件、例えば、面内位相差が+140nmの第6位相差板RF6（または第7位相差板RF7）上に法線位相差として+40乃至60nmを加味するような条件であっても、実現可能であり、しかもコストを低減することができる。

【0080】

次に、第1光学補償層OC1、第2光学補償層OC2、及び、第3光学補償層OC3の最適化について説明する。

【0081】

今、図6に示すように、第1光学補償層OC1及び第2光学補償層OC2にそれぞれ含まれる第3位相差板RF3及び第4位相差板RF4の法線方向の位相差をR(1)とし、第3光学補償層OC3に含まれる第5位相差板RF5の法線方向の位相差をR(2)とし、第1光学補償層OC1及び第2光学補償層OC2にそれぞれ含まれる第6位相差板RF6及び第7位相差板RF7の面内方向の位相差をR(3)としたとき、これらR(1)、R(2)、R(3)の値をそれぞれX、Y、Zとする直交座標系を定義する。

【0082】

すなわち、R(1)は、第3位相差板RF3においては、 $(n_z - n_x)$ （または n_y ） \times （第3位相差板RF3の厚さ）に相当し、第4位相差板RF4においては、 $(n_z - n_x)$ （または n_y ） \times （第4位相差板RF4の厚さ）に相当する。

【0083】

R(2)は、第5位相差板RF5においては、 $(n_z - n_x)$ （または n_y ） \times （第5位相差板RF5の厚さ）に相当する。なお、第5位相差板RF5を第1セグメント層と第2セグメント層で構成した場合、 $(n_z - n_x)$ （または n_y ） \times （第1セグメント層の厚さ+第2セグメント層の厚さ）に相当する。

【0084】

R(3)は、第6位相差板RF6においては、 $(n_z - n_x)$ （または n_y ） \times （第6位相差板RF6の厚さ）に相当し、第7位相差板RF7においては、 $(n_z - n_x)$ （または n_y ） \times （第7位相差板RF7の厚さ）に相当する。

【0085】

液晶表示素子の表示領域（画面）において、白表示の色味 C^* が10以上となるようにするには、液晶層7の実効的なリターデーション $(n \cdot d)$ が210nm以下となるように構成する必要がある。一般的なTF-T駆動の場合の印加電圧が10Vであることを考慮すると、電圧無印加時の液晶層7の $n \cdot d$ は360nm以下であることが要求される。一方で、TNモードの6割以上の機能を得るには、 $n \cdot d$ は280nm以上であることが要求される。

【0086】

液晶層7の $n \cdot d$ が280nm以上360nm以下の範囲内において、画面を観察したとき、最も視野角が狭い方位のコントラスト比10:1以上の視野角が60°以上となる最適化条件は、

$$-6/5 \times R(1) - 244 \quad R(2) \quad -6/5 \times R(1) - 172$$

$$\text{かつ、} 20 \quad R(2) \quad 80$$

$$\text{かつ、} -40 \quad R(3) \quad 0$$

を満足することであることが明らかとなった。

【0087】

また、最も視野角が狭い方位のコントラスト比10:1以上の視野角が60°以上となるより望ましい最適化条件としては、

$$-230 \quad R(1) \quad -210$$

$$\text{かつ、} 40 \quad R(2) \quad 60$$

10

20

30

40

50

かつ、 $-40 R(3) 0$
を満足することであることが明らかとなった。

【0088】

このように、この実施の形態に係る液晶表示素子は、液晶層7の視角補償機能と円偏光子構成体及び円検光子構成体の視角補償機能とを分離することにより、各々の波長分散を個別に制御することが可能となるので、これを同時に従来構成と比較して、波長に対する補償効果が優れたものとなる効果も得ることができる。

【0089】

以下に、この発明の具体的な実施形態について説明する。なお、主要な構成は、図1を参照して説明した通りである。

【0090】

《実施形態1》

実施形態1に係る液晶表示素子においては、液晶層7は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料として、メルク(株)社製のF系液晶を用いた。ここで用いた液晶材料の屈折率異方性 n は、 0.095 (測定波長は 550 nm 。以下位相差板の屈折率や位相差は全て波長 550 nm での測定値を記す) であり、液晶層7の厚み d は $3.5 \mu\text{m}$ である。したがって、液晶層7の $n \cdot d$ は、 330 nm である。

【0091】

この実施形態1では、第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2として、日本ゼオン社製のゼオノア樹脂からなる1軸の4分の1波長板(面内位相差は 140 nm) を適用した。また、第1位相差板RF1として用いたフィルムの表面(偏光板との対向面)に垂直配向膜としてJSR社製JALS214-R14を成膜した後、メルク社製のネマティック液晶ポリマーを塗布した。この液晶ポリマーの屈折率異方性 n は、 0.040 であり、その厚み d は $1.25 \mu\text{m}$ である。したがって、液晶ポリマーの法線位相差は、 50 nm である。このような液晶ポリマー層は、第3位相差板RF3として機能する。

【0092】

また、同様に、第2位相差板RF2として用いたフィルムの表面にも法線位相差が 50 nm の液晶ポリマー層を形成する。この液晶ポリマー層は、第4位相差板RF4として機能する。一方、第2位相差板RF2として用いたフィルムの裏面(液晶セルCとの対向面)をラビングして、その上に屈折率異方性 n が 0.102 であり、ヘリカルピッチが $0.9 \mu\text{m}$ であるメルク社製の紫外線架橋型のカイラルネマティック液晶を層厚 $2.36 \mu\text{m}$ となるよう塗布し、螺旋軸がフィルム法線方向となる状態にて紫外線を照射する。このような液晶ポリマー層は、第5位相差板RF5として機能する。このようにして得られた第5位相差板RF5の法線位相差は、 -220 nm となっている。

【0093】

こうして第3位相差板RF3としての機能を有する第1位相差板RF1を、第1位相差板RF1が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。また、第3位相差板RF3の直上には、第1偏光板PL1として住友化学工業社製の偏光板SRW062Aを糊などの接着層を介して貼り付けた。

【0094】

一方、第4位相差板RF4及び第5位相差板RF5としての機能を有する第2位相差板RF2を、第5位相差板RF5が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。また、第4位相差板RF4の直上には、第2偏光板PL2として住友化学工業社製の偏光板SRW062Aを糊などの接着層を介して貼り付けた。

【0095】

第1偏光板PL1及び第2偏光板PL2の各々の透過軸と第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2の遅相軸とのなす角度は $\pi/4$ (rad) としてあり、第1偏光板PL1の透過軸と第3位相差板RF3の遅相軸とは平行としてあり、液晶層7に電圧を印加した際の液晶分子配列方位は各々の第1偏光板PL1及び第2偏光板PL2の透過軸と平行若しくは直交するように突起12やスリット11を配置してある。また、第2偏光板PL2

10

20

30

40

50

の吸収軸と第1偏光板PL1の吸収軸とは、互いに直交するよう配置してある。さらに、第1位相差板RF1の遅相軸と第2位相差板RF2の遅相軸とは、互いに直交するよう配置してある。

【0096】

このように構成された液晶表示素子において、液晶層7に印加する電圧を4.2V（白表示時）及び1.0V（黒表示時；液晶材料のスレシヨルド電圧未満の電圧であり、液晶分子は垂直配向のままの状態となる電圧である）となるようにして駆動させ、コントラスト比の視角特性を評価した。

【0097】

結果を図7Aに示す。ほぼ全方位でコントラスト比10：1以上の視野が $\pm 80^\circ$ 以上となり、優れた視野角特性を得られることが確認できた。また、4.2Vにおける透過率を測定したところ、5.0%と極めて高い透過率を得ていることが確認できた。

【0098】

《実施形態2》

実施形態2に係る液晶表示素子は、実施形態1で説明した液晶表示素子の構成のうち、第5位相差板RF5を2つのセグメントで構成した以外は、実施形態1と同様に構成した。

【0099】

すなわち、この実施形態2では、第1位相差板RF1として用いたフィルムの表面（偏光板との対向面）に第3位相差板RF3として機能する液晶ポリマー層を形成する。一方、第1位相差板RF1として用いたフィルムの裏面（液晶セルCとの対向面）をラビングして、その上に屈折率異方性 n が0.102であり、ヘリカルピッチが0.9 μm であるメルク社製の紫外線架橋型のカイラルネマティック液晶を層厚1.18 μm となるよう塗布し、螺旋軸がフィルム法線方向となる状態にて紫外線を照射する。このような液晶ポリマー層は、第5位相差板RF5の第1セグメント層として機能する。このようにして得られた第1セグメント層の法線位相差は、-110nmとなっている。

【0100】

また、同様に、第2位相差板RF2として用いたフィルムの表面に第4位相差板RF4として機能する液晶ポリマー層を形成する。一方、第2位相差板RF2として用いたフィルムの裏面（液晶セルCとの対向面）をラビングして、その上に屈折率異方性 n が0.102であり、ヘリカルピッチが0.9 μm であるメルク社製の紫外線架橋型のカイラルネマティック液晶を層厚1.18 μm となるよう塗布し、螺旋軸がフィルム法線方向となる状態にて紫外線を照射する。このような液晶ポリマー層は、第5位相差板RF5の第2セグメント層として機能する。このようにして得られた第2セグメント層の法線位相差は、-110nmとなっている。

【0101】

このような第1位相差板RF1を、第1セグメント層が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。また、第2位相差板RF2を、第2セグメント層が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。

【0102】

このように構成された液晶表示素子において、液晶層7に印加する電圧を4.2V（白表示時）及び1.0V（黒表示時；液晶材料のスレシヨルド電圧未満の電圧であり、液晶分子は垂直配向のままの状態となる電圧である）となるようにして駆動させ、コントラスト比の視角特性を評価した。

【0103】

結果を図7Bに示す。ほぼ全方位でコントラスト比10：1以上の視野が $\pm 80^\circ$ 以上となり、また、実施形態1よりもさらに優れた視野角特性を得られることが確認できた。また、4.2Vにおける透過率を測定したところ、5.0%と極めて高い透過率を得ていることが確認できた。

【0104】

10

20

30

40

50

《実施形態3》

実施形態3に係る液晶表示素子においては、液晶層7は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料として、メルク(株)社製のF系液晶を用いた。ここで用いた液晶材料の屈折率異方性 n は、0.095(測定波長は550nm。以下位相差板の屈折率や位相差は全て波長550nmでの測定値を記す)であり、液晶層7の厚み d は3.5 μ mである。したがって、液晶層7の $n \cdot d$ は、330nmである。

【0105】

この実施形態3では、第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2として、日本ゼオン社製のゼオノア樹脂からなる1軸の4分の1波長板(面内位相差は140nm)を適用した。また、第1位相差板RF1として用いたフィルムの表面(偏光板との対向面)に垂直配向膜としてJSR社製JALS214-R14を成膜した後、メルク社製のネマティック液晶ポリマーを塗布した。この液晶ポリマーの屈折率異方性 n は、0.040であり、その厚み d は1.25 μ mである。したがって、液晶ポリマーの法線位相差は、50nmである。このような液晶ポリマー層は、第3位相差板RF3として機能する。さらに、この第3位相差板RF3として機能する液晶ポリマー層の表面をラビングした後、富士写真フィルム社製のディスコティック液晶ポリマーを塗布した。この液晶ポリマーの屈折率異方性 n は、0.102であり、その厚み d は0.196 μ mである。この液晶ポリマー層の面内遅相軸とラビング方向とが直交するので、液晶ポリマーのラビング方向に対する面内位相差は、20nmである。このような液晶ポリマー層は、第6位相差板RF6として機能する。

【0106】

また、同様に、第2位相差板RF2として用いたフィルムの表面にも法線位相差が50nmの液晶ポリマー層を形成する。この液晶ポリマー層は、第4位相差板RF4として機能する。さらに、この第4位相差板RF4として機能する液晶ポリマー層の表面をラビングした後、富士写真フィルム社製のディスコティック液晶ポリマーを塗布した。この液晶ポリマーの屈折率異方性 n は、0.102であり、その厚み d は0.196 μ mである。この液晶ポリマー層の面内遅相軸とラビング方向とが直交するので、液晶ポリマーのラビング方向に対する面内位相差は、20nmである。このような液晶ポリマー層は、第7位相差板RF7として機能する。

【0107】

一方、第2位相差板RF2として用いたフィルムの裏面(液晶セルCとの対向面)をラビングして、その上に屈折率異方性 n が0.102であり、ヘリカルピッチが0.9 μ mであるメルク社製の紫外線架橋型のカイラルネマティック液晶を層厚2.36 μ mとなるよう塗布し、螺旋軸がフィルム法線方向となる状態にて紫外線を照射する。このような液晶ポリマー層は、第5位相差板RF5として機能する。このようにして得られた第5位相差板RF5の法線位相差は、-220nmとなっている。

【0108】

こうして第3位相差板RF3及び第6位相差板RF6としての機能を有する第1位相差板RF1を、第1位相差板RF1が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。また、第6位相差板RF6の直上には、第1偏光板PL1として住友化学工業社製の偏光板SRW062Aを糊などの接着層を介して貼り付けた。なお、この第1偏光板PL1は、その透過軸が第6位相差板RF6を形成する際のラビング方向と平行となるように配置される。

【0109】

一方、第4位相差板RF4、第7位相差板RF7及び第5位相差板RF5としての機能を有する第2位相差板RF2を、第5位相差板RF5が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。また、第7位相差板RF7の直上には、第2偏光板PL2として住友化学工業社製の偏光板SRW062Aを糊などの接着層を介して貼り付けた。なお、この第2偏光板PL2は、その透過軸が第7位相差板RF7を形成する際のラビング方向と平行となるように配置される。

10

20

30

40

50

【0110】

第1偏光板PL1及び第2偏光板PL2の各々の透過軸と第1位相差板RF1及び第2位相差板RF2の遅相軸とのなす角度は $\pi/4$ (rad)としてあり、第1偏光板PL1の透過軸と第3位相差板RF3の遅相軸とは平行としてあり、液晶層7に電圧を印加した際の液晶分子配列方位は各々の第1偏光板PL1及び第2偏光板PL2の透過軸と平行若しくは直交するように突起12やスリット11を配置してある。また、第2偏光板PL2の吸収軸と第1偏光板PL1の吸収軸は、互いに直交するよう配置してある。さらに、第1位相差板RF1の遅相軸と第2位相差板RF2の遅相軸とは、互いに直交するよう配置してある。

【0111】

このように構成された液晶表示素子において、液晶層7に印加する電圧を4.2V(白表示時)及び1.0V(黒表示時;液晶材料のスレシヨルド電圧未満の電圧であり、液晶分子は垂直配向のままの状態となる電圧である)となるようにして駆動させ、コントラスト比の視角特性を評価した。

【0112】

結果を図7Cに示す。ほぼ全方位でコントラスト比10:1以上の視野が $\pm 80^\circ$ 以上となり、実施形態2よりもさらに優れた視野角特性を得られることが確認できた。また、4.2Vにおける透過率を測定したところ、5.0%と極めて高い透過率を得ていることが確認できた。

【0113】

《実施形態4》

実施形態4に係る液晶表示素子は、実施形態3で説明した液晶表示素子の構成のうち、第5位相差板RF5を2つのセグメントで構成した以外は、実施形態3と同様に構成した。

【0114】

すなわち、この実施形態4では、第1位相差板RF1として用いたフィルムの表面(偏光板との対向面)に第3位相差板RF3として機能する液晶ポリマー層を形成する。一方、第1位相差板RF1として用いたフィルムの裏面(液晶セルCとの対向面)をラビングして、その上に屈折率異方性 n が0.102であり、ヘリカルピッチが0.9 μm であるメルク社製の紫外線架橋型のカイラルネマティック液晶を層厚1.18 μm となるよう塗布し、螺旋軸がフィルム法線方向となる状態にて紫外線を照射する。このような液晶ポリマー層は、第5位相差板RF5の第1セグメント層として機能する。このようにして得られた第1セグメント層の法線位相差は、-110nmとなっている。

【0115】

また、同様に、第2位相差板RF2として用いたフィルムの表面に第4位相差板RF4として機能する液晶ポリマー層を形成する。一方、第2位相差板RF2として用いたフィルムの裏面(液晶セルCとの対向面)をラビングして、その上に屈折率異方性 n が0.102であり、ヘリカルピッチが0.9 μm であるメルク社製の紫外線架橋型のカイラルネマティック液晶を層厚1.18 μm となるよう塗布し、螺旋軸がフィルム法線方向となる状態にて紫外線を照射する。このような液晶ポリマー層は、第5位相差板RF5の第2セグメント層として機能する。このようにして得られた第2セグメント層の法線位相差は、-110nmとなっている。

【0116】

このような第1位相差板RF1を、第1セグメント層が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。また、第2位相差板RF2を、第2セグメント層が液晶層7側に対向するように糊などの接着層を介して貼り付けた。

【0117】

このように構成された液晶表示素子において、液晶層7に印加する電圧を4.2V(白表示時)及び1.0V(黒表示時;液晶材料のスレシヨルド電圧未満の電圧であり、液晶分子は垂直配向のままの状態となる電圧である)となるようにして駆動させ、コントラスト

10

20

30

40

50

ト比の視角特性を評価した。

【0118】

結果を図7Dに示す。ほぼ全方位でコントラスト比10:1以上の視野が±90°以上となり、また、実施形態3よりもさらに優れた視野角特性を得られることが確認できた。また、4.2Vにおける透過率を測定したところ、5.0%と極めて高い透過率を得ていることが確認できた。

【0119】

《比較例》

図1に示した構成から第1光学補償層OC1、第2光学補償層OC2、及び、第3光学補償層OC3を省き、これ以外の条件は実施形態1と同様の材料、製造方法にて直線偏光主導型のMVAモードの液晶表示素子を作成した。実施形態1と同様にしてコントラスト比の視角特性を評価した。結果を図8に示す。一部の方位でコントラスト比10:1以上の視野が±60°以上となるが、概ね±40°程度であった。

10

【0120】

以上説明したように、この発明によれば、垂直配向モードや配向分割方垂直配向モードなどの液晶層にて入射光の位相を略2分の1波長変調させる表示モードにおいて、液晶分子の配列方位がシュリーレン配向や意図する方位以外の方位に配列することなどによる透過率の低下を防ぐために、液晶層に入射する偏光を円偏光とした円偏光主導型の表示モード、特に円偏光主導型MVAモードにおいて、視野角特性が狭いといった問題、及び、用いる部材の製造コストが高いといった問題を解決するために、新規な液晶表示素子の構造を提供するものである。

20

【0121】

これによれば、新規な構造により、従来の円偏光主導型MVAモードと同様に、高い透過率特性を得るばかりでなく、優れたコントラスト視角特性を実現することができ、しかも、従来の視角補償構造を伴った円偏光主導型MVAモードよりも安価に提供することができる。

【0122】

なお、この発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

30

【0123】

上述した実施の形態においては、液晶セルCが画素PXの少なくとも一部の領域または表示領域DPの少なくとも一部に透過部を備えた液晶表示素子について説明したが、この例に限定されるものではない。例えば、液晶セルCが画素PXの少なくとも一部の領域または表示領域DPの少なくとも一部に反射層を備えた液晶表示素子についても、同様の構成を採用することが可能である。

【0124】

すなわち、図17に示すように、円偏光主導型の垂直配向モードの液晶表示素子は、円偏光子兼円検光子構成体APと、可変リターダ構成体VRと、を備え、これらの順に積層して構成されている。可変リターダ構成体VRは、2枚の電極付基板間に液晶層を挟持したドットマトリクス型の液晶セルCを備えている。すなわち、この液晶セルCは、MVAモードの液晶セルであって、アクティブマトリクス基板14と対向基板13との間に液晶層7を挟持した構造を有している。また、これらアクティブマトリクス基板14と対向基板13との間隔は、図示しないスペーサによって一定に維持されている。このような液晶セルCは、画像を表示する表示領域DPを備えている。表示領域DPは、マトリクス状に配置された画素PXによって構成されている。

40

【0125】

画素PX毎に配置された画素電極10は、少なくともその一部にアルミニウムのような

50

光反射性を有する反射層を備えている。このような反射層を備えた反射部においては、液晶層 7 の厚み d は、上述した実施の形態における液晶表示素子の透過部での厚みの約半分に設定されている。

【0126】

円偏光子兼円検光子構成体 AP は、第 2 偏光板 PL2、及び、第 2 偏光板 PL2 と液晶セル C との間に配置された一軸の第 2 位相差板 RF2 を含んでいる。第 2 位相差板 RF2 は、その面内において、互いにほぼ直交する進相軸及び遅相軸を有しており、進相軸及び遅相軸をそれぞれ透過する所定波長（例えば 550 nm）の光の間に $1/4$ 波長の位相差を与える一軸の 4 分の 1 波長板である。

【0127】

ところで、このように構成された液晶表示素子は、円偏光子兼円検光子構成体 AP の光学補償用に第 2 偏光板 PL2 と第 2 位相差板 RF2 との間に配置された第 2 光学補償層 OC2、及び、可変リターダ構成体 VR の光学補償用に第 1 位相差板 RF1 と第 2 位相差板 RF2 との間に配置された第 3 光学補償層 OC3 を備えている。

【0128】

すなわち、第 2 光学補償層 OC2 は、円偏光子兼円検光子構成体 AP を出射した出射光の偏光状態が出射方位によらず略円偏光となるように円偏光子兼円検光子構成体 AP の視角特性を補償する。第 3 光学補償層 OC3 は、可変リターダ構成体 VR における液晶セル C の位相差（液晶分子 8 が基板主面にほぼ垂直に配列した状態、すなわち黒表示状態において液晶層 7 における光学的に正の法線位相差）の視角特性を補償する。

【0129】

第 2 光学補償層 OC2 は、少なくとも屈折率異方性が $n_x = n_y < n_z$ となる光学的に 1 軸の第 4 位相差板（ポジティブ C プレート）RF3 を含んでいる。第 3 光学補償層 OC3 は、屈折率異方性が $n_x = n_y > n_z$ となる光学的に 1 軸の第 5 位相差板（ネガティブ C プレート）RF5 を含んでいる。

【0130】

図 17 に示した例では、第 2 光学補償層 OC2 は、さらに、屈折率異方性が $n_x < n_y = n_z$ となる光学的に 1 軸の第 7 位相差板（ネガティブ A プレート）RF7 を含んでいる。この第 7 位相差板 RF7 は、その遅相軸が第 2 偏光板 PL2 の透過軸と略平行となるように配置されている。ここでは、第 7 位相差板 RF6 は、第 2 偏光板 PL2 と第 4 位相差板 RF4 との間に配置されている。

【0131】

また、図 17 に示した例では、第 3 光学補償層 OC3 を構成する第 5 位相差板 RF5 は、液晶セル C と第 2 位相差板 RF2 との間に配置されている。なお、第 5 位相差板 RF5 は、液晶セル C と第 1 位相差板 RF1 との間に配置されても良い。また、第 5 位相差板 RF5 は、機能を 2 分し、第 1 位相差板 RF1 と液晶セル C との間に配置された第 1 セグメント層と、第 2 位相差板 RF2 と液晶セル C との間に配置された第 2 セグメント層と、で構成されても良い。

【0132】

第 2 位相差板 RF2 としては、図 2 に示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x > n_y = n_z$ ）を有するものが適用可能である。第 4 位相差板 RF4 としては、図 3A に示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x = n_y < n_z$ ）を有するものが適用可能である。第 5 位相差板 RF5 としては、図 3B に示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x = n_y > n_z$ ）を有するものが適用可能である。第 7 位相差板 RF7 は、図 4 に示すような構造の屈折率楕円体（ $n_x < n_y = n_z$ ）を有するものが適用可能である。

【0133】

このような反射部を備えた液晶表示素子においても、2 軸の位相差板を用いることにより視野角特性が改善できることは従来技術で説明した通りであるが、本構成によれば、1 軸の第 2 位相差板（ 4 分の 1 波長板）RF2 と第 2 光学補償層 OC2 に含まれる第 4 位相差板 RF4 とを組み合わせることにより、視野角特性を改善可能な 2 軸の位相差板と実質

10

20

30

40

50

的に同等の機能を持たせることが可能となる。これにより、視野角特性を改善するとともに、2軸の位相差板を用いる場合よりもコストの低減が可能となる。

【0134】

また、1つの液晶セルCが上述したような透過部と反射部とを併せ持って構成されても良いことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0135】

【図1】図1は、この発明の一実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造の一例を概略的に示す図である。

【図2】図2は、一実施の形態に係る液晶表示素子に適用可能な第1位相差板及び第2位相差板の屈折率楕円体の形状を説明するための図である。 10

【図3A】図3Aは、一実施の形態に係る液晶表示素子に適用可能な第3位相差板及び第4位相差板の屈折率楕円体の形状を説明するための図である。

【図3B】図3Bは、一実施の形態に係る液晶表示素子に適用可能な第5位相差板の屈折率楕円体の形状を説明するための図である。

【図4】図4は、一実施の形態に係る液晶表示素子に適用可能な第6位相差板及び第7位相差板の屈折率楕円体の形状を説明するための図である。

【図5】図5は、図1に示した液晶表示素子のコントラスト視角特性の補償原理を説明するための図である。

【図6】図6は、一実施の形態に係る液晶表示素子に適用される第1光学補償層、第2光学補償層、及び、第3光学補償層の最適化条件を説明するための図である。 20

【図7A】図7Aは、実施形態1に係る液晶表示素子の等コントラスト曲線の測定結果を示す図である。

【図7B】図7Bは、実施形態2に係る液晶表示素子の等コントラスト曲線の測定結果を示す図である。

【図7C】図7Cは、実施形態3に係る液晶表示素子の等コントラスト曲線の測定結果を示す図である。

【図7D】図7Dは、実施形態4に係る液晶表示素子の等コントラスト曲線の測定結果を示す図である。

【図8】図8は、比較例に係る液晶表示素子の等コントラスト曲線の測定結果を示す図である。 30

【図9】図9は、従来 of 液晶表示素子の断面構造の一例を説明するための図である。

【図10】図10は、図9に示した液晶表示素子の等コントラスト曲線の一例を示す図である。

【図11】図11は、従来 of 液晶表示素子の断面構造の一例を説明するための図である。

【図12】図12は、図11に示した液晶表示素子に用いる2軸の4分の1波長板の屈折率楕円体の形状を説明するための図である。

【図13】図13は、図11に示した液晶表示素子の等コントラスト曲線の一例を示す図である。

【図14】図14は、従来 of 液晶表示素子の断面構造の一例を説明するための図である。 40

【図15】図15は、図14に示した液晶表示素子に用いる2軸の4分の1波長板の屈折率楕円体の形状を説明するための図である。

【図16】図16は、図14に示した液晶表示素子の等コントラスト曲線の一例を示す図である。

【図17】図17は、この発明の他の実施の形態に係る液晶表示素子の断面構造の一例を概略的に示す図である。

【符号の説明】

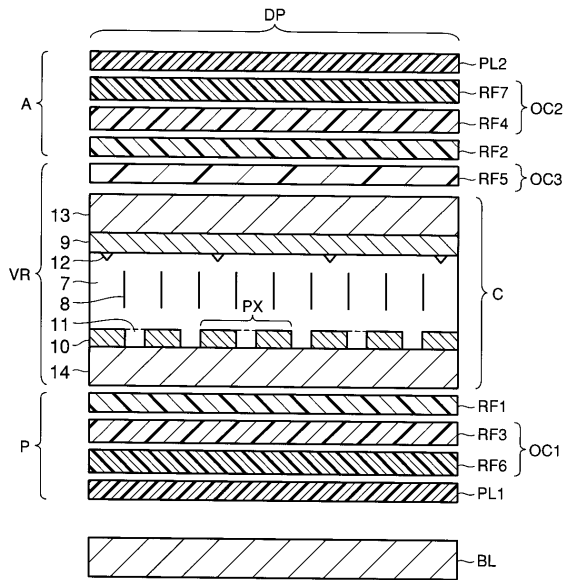
【0136】

R F 1 ... 第1位相差板、R F 2 ... 第2位相差板、R F 3 ... 第3位相差板、R F 4 ... 第4位相差板、R F 5 ... 第5位相差板、R F 6 ... 第6位相差板、R F 7 ... 第7位相差板、P L 50

1 ... 第 1 偏光板、P L 2 ... 第 2 偏光板、7 ... 液晶層、8 ... 液晶分子、9 ... 共通電極、10 ... 画素電極、11 ... スリット、12 ... 突起、13 ... 対向基板、14 ... アクティブマトリクス基板、B L ... バックライトユニット (光源)、P ... 円偏光子構成体、V R ... 可変リターダ構成体、A ... 円検光子構成体、C ... 液晶セル、A P ... 円偏光子兼円検光子構成体、O C 1 ... 第 1 光学補償層、O C 2 ... 第 2 光学補償層、O C 3 ... 第 3 光学補償層

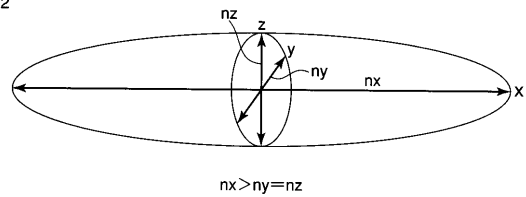
【 図 1 】

図 1



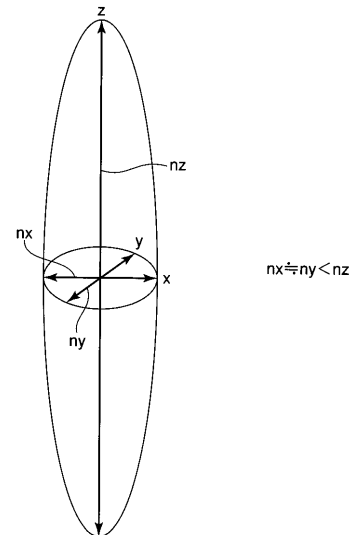
【 図 2 】

図 2



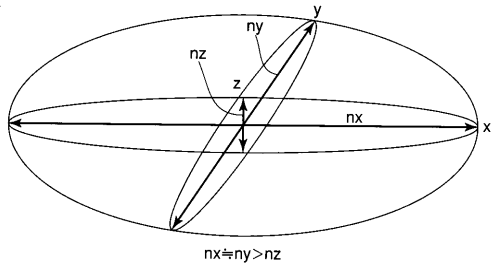
【 図 3 A 】

図 3A



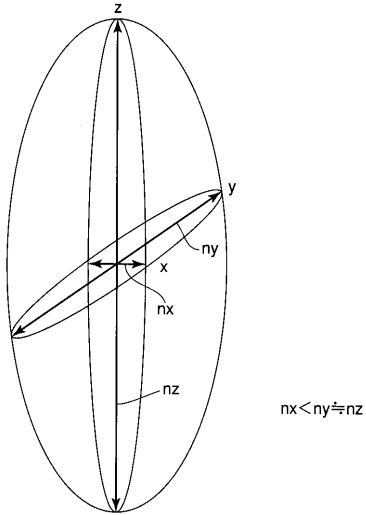
【 図 3 B 】

図 3B



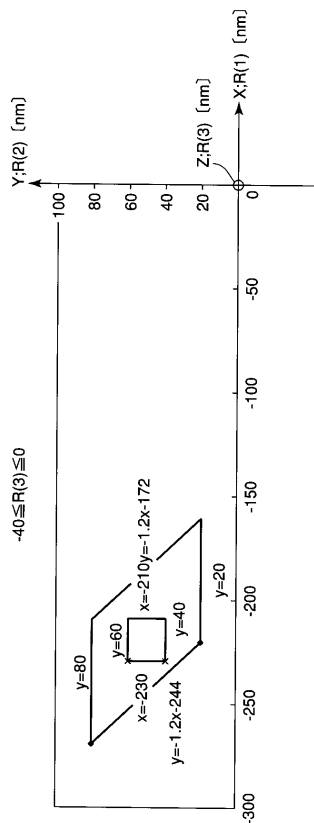
【 図 4 】

図 4



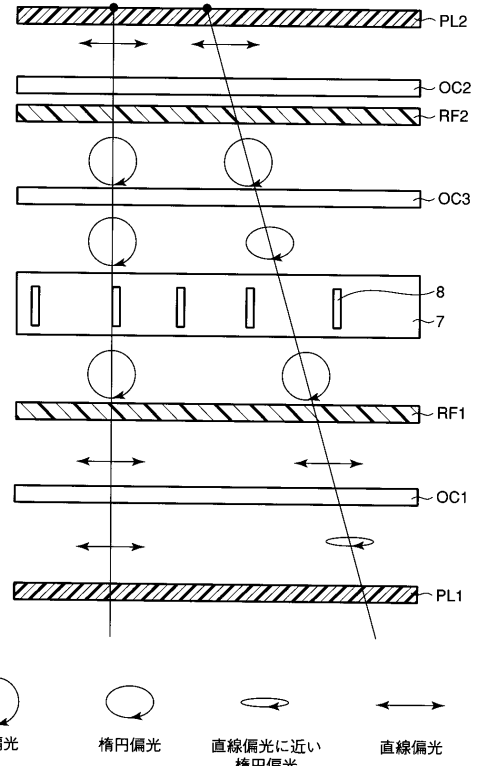
【 図 6 】

図 6



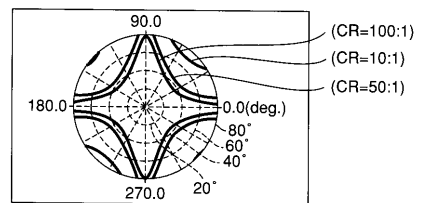
【 図 5 】

図 5



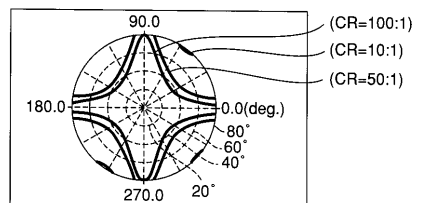
【 図 7 A 】

図 7A



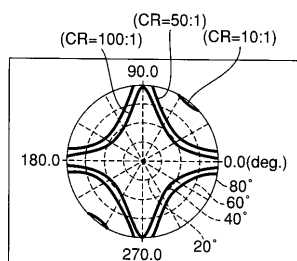
【 図 7 B 】

図 7B



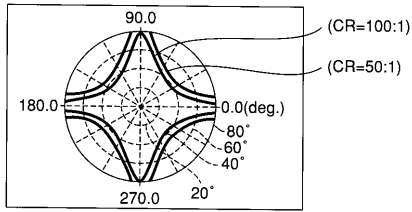
【 図 7 C 】

図 7C



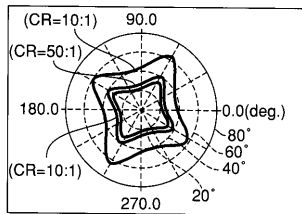
【 図 7 D 】

図 7D



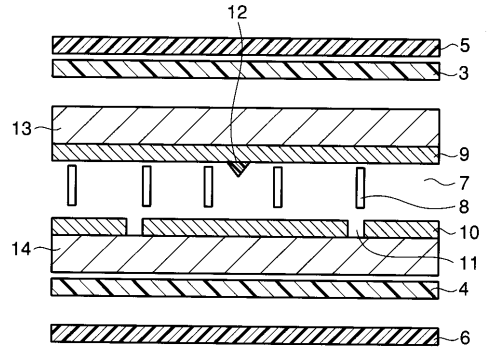
【 図 8 】

図 8



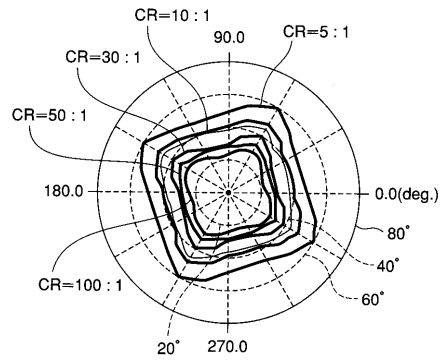
【 図 9 】

図 9



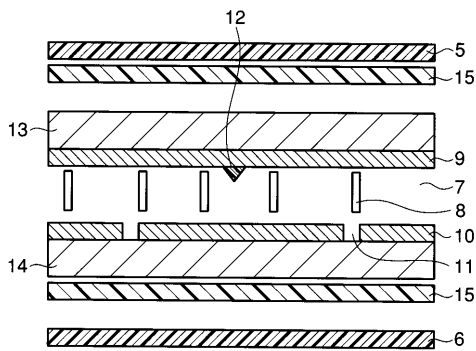
【 図 10 】

図 10



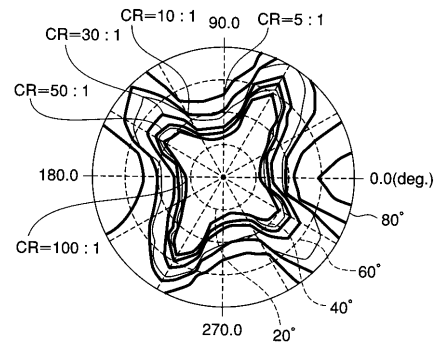
【 図 11 】

図 11



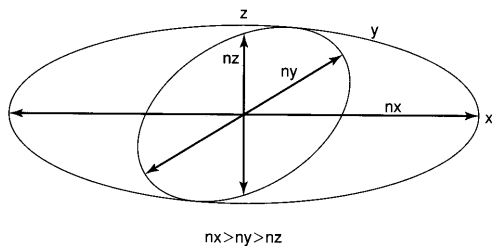
【 図 13 】

図 13



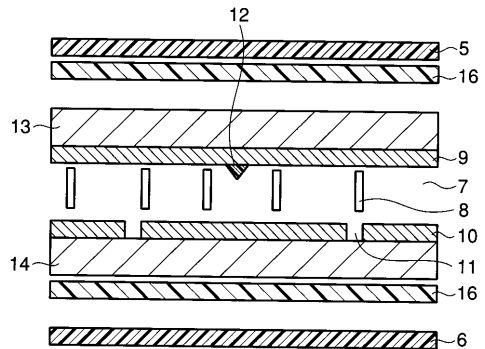
【 図 12 】

図 12



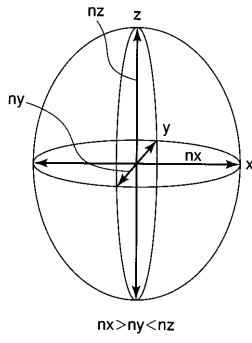
【 図 14 】

図 14



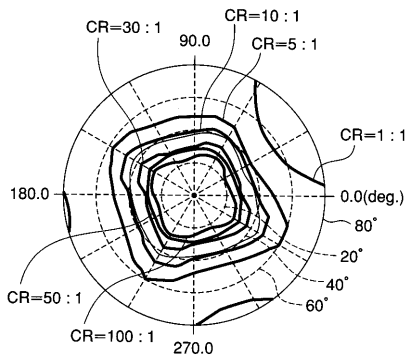
【 図 1 5 】

図 15



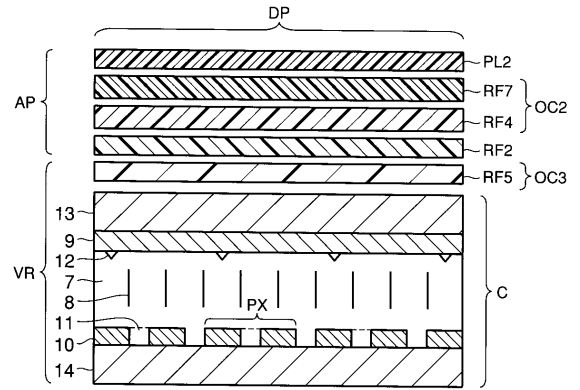
【 図 1 6 】

図 16



【 図 1 7 】

図 17



フロントページの続き

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 伊藤 秀樹

東京都港区港南四丁目1番8号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

(72)発明者 村山 昭夫

東京都港区港南四丁目1番8号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

(72)発明者 久武 雄三

東京都港区港南四丁目1番8号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

(72)発明者 多胡 千種

東京都港区港南四丁目1番8号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

Fターム(参考) 2H049 BA02 BA06 BA42 BB03 BB22 BB27 BB33 BC02 BC03 BC22

2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z FA14Y FB02 FC23 FD06 FD10 FD15

GA02 GA06 GA13 HA06 KA01 KA02 LA12 LA13 LA17 LA19