

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3657708号
(P3657708)

(45) 発行日 平成17年6月8日(2005.6.8)

(24) 登録日 平成17年3月18日(2005.3.18)

(51) Int.C1.⁷

F 1

G02F 1/13363

G02F 1/13363

G02B 5/30

G02B 5/30

G02F 1/139

G02F 1/139

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願平8-248350

(22) 出願日

平成8年9月19日(1996.9.19)

(65) 公開番号

特開平9-160022

(43) 公開日

平成9年6月20日(1997.6.20)

審査請求日

平成15年9月18日(2003.9.18)

(31) 優先権主張番号

特願平7-259980

(32) 優先日

平成7年10月6日(1995.10.6)

(33) 優先権主張国

日本国(JP)

(73) 特許権者 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫

(72) 発明者 岡本 ますみ

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72) 発明者 庄子 雅人

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72) 発明者 田中 康晴

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液晶電気光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を備えた液晶電気光学装置において、前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、
Z 10

(n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率を表す。 n_{dx} , n_{dy} は前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。)を満たし、

前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの面内方向か法線方向の少なくとも一方にねじれることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項2】

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を備えた液晶電気光学装置において、前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、
Z 10

(n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したと

10

20

きの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率を表す。ndx, ndyは前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、ndx, ndyは互いに垂直である。ndzは、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。)を満たし、

前記液晶層の液晶分子は前記液晶セル内でねじれを有し、前記光学異方素子は前記液晶分子のねじれによる視野角を補償するように光軸がねじれていることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項3】

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を有する液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子の面内方向のリタデーションの比Mを

$$M = n_{LC} \cdot d_{LC} / (ndx - ndy)$$

としたとき、

$$7.5 < M < 18$$

(ndx, ndyは、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y方向の屈折率を表し、x, y方向とは前記光学異方素子の面内方向であって互いに垂直である。また、前記液晶層の厚み(単位: μm)をdLC、前記液晶層の電界無印加の状態における面内方向の直交する屈折率どうしの差をndCとする。)を満たし、

前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの面内方向か法線方向の少なくとも一方にねじれることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項4】

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を有する液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子の面内方向のリタデーションの比Mを

$$M = n_{LC} \cdot d_{LC} / (ndx - ndy)$$

としたとき、

$$7.5 < M < 18$$

(ndx, ndyは、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y方向の屈折率を表し、x, y方向とは前記光学異方素子の面内方向であって互いに垂直である。また、前記液晶層の厚み(単位: μm)をdLC、前記液晶層の電界無印加の状態における面内方向の直交する屈折率どうしの差をndCとする。)を満たし、

前記液晶層の液晶分子は前記液晶セル内でねじれを有し、前記光学異方素子は前記液晶分子のねじれによる視野角を補償するように光軸がねじれていることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項5】

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を有する液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子は、 $Z = (ndx - ndz) / (ndx - ndy)$ としたとき、

$$7 Z 10.$$

且つ、

前記光学異方素子の面内方向のリタデーションの比Mを、 $M = n_{LC} \cdot d_{LC} / (ndx - ndy)$ としたとき、 $7.5 < M < 18$

(ndx, ndy, ndzは、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率を表す。ndx, ndyは前記

10

20

30

40

50

光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} 、 n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。また、前記液晶層の厚み（単位： μm ）を d_{LC} 、前記液晶層の電界無印加の状態における面内方向の直交する屈折率どうしの差を n_{LC} とする。）となり、

前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの面内方向か法線方向の少なくとも一方にねじれていることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項 6】

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を有する液晶電気光学装置において、

前記光学異方素子は、 $Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、

$$7 \leq Z \leq 10,$$

且つ、

前記光学異方素子の面内方向のリターデーションの比Mを、 $M = n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7.5 < M < 18$

(n_{dx} 、 n_{dy} 、 n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み（単位： μm ）と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx、y、z方向の屈折率を表す。 n_{dx} 、 n_{dy} は前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} 、 n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。また、前記液晶層の厚み（単位： μm ）を d_{LC} 、前記液晶層の電界無印加の状態における面内方向の直交する屈折率どうしの差を n_{LC} とする。）となり、

前記液晶層の液晶分子は前記液晶セル内でねじれを有し、前記光学異方素子は前記液晶分子のねじれによる視野角を補償するように光軸がねじれていることを特徴とする液晶電気光学装置。

【請求項 7】

前記光学異方素子は、ポリカーボネイト、ポリアリレート、コレステリック液晶ポリマー、ディスコティック液晶ポリマーのいずれかからなることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は液晶電気光学装置に係わり、特に高速応答の液晶電気光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

高速応答が得られる液晶電気光学装置として、OCBモードが注目を集めている。

【0003】

OCBの基本構成を図2を用いて説明する。

【0004】

OCBモードは、一主面に電極51a、52aが形成された2枚の基板51、52を主面が対向するように配置し、2枚の基板間に液晶層53が挟持された液晶セル50と、液晶セル50を狭持するように配置された2枚の偏光板60と、偏光板60と液晶セル50間に配置された光学異方素子70とを有している。

【0005】

前記液晶層53は、図2(a)に示すように、液晶層53の液晶分子のうち前記2枚の基板の一方の基板51に接する複数の液晶分子53aからなる第1の液晶層領域Aと、液晶層の液晶分子のうち2枚の基板の他方の基板52に接する複数の液晶分子53bからなる第2の液晶層領域Bと、液晶層53の液晶分子のうち第1の液晶層領域Aと第2の液晶層領域Bとに挟まれた複数の液晶分子からなる第3の液晶層領域Cとからなる。電極に印加

10

20

30

40

50

する電圧値を変えることにより、この液晶層の液晶分子は、図2(a)、(b)、(c)に示すような配列状態をとる。

【 0 0 0 6 】

O C B モードの液晶層は、2枚の基板の配向方向が等しく、電圧無印加状態では図2(a)に示すようにスプレイ配列状態をとり、電極に電圧を印加すると図2(b)に示すような第3の液晶層領域Cの一部の液晶分子5 3 c1が基板の法線方向とほぼ平行に配列しているベンド配列状態をとり、更に電圧を印加すると図2(c)に示すような第3の液晶層領域Cの液晶分子5 3 c2、5 3 c3が基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態をとる。O C B モードは、この図2(b)(c)の状態における各々の印加電圧間で表示を行い、電圧を制御することにより液晶層における位相差を変化させて表示する複屈折効果型の液晶表示モードであり、その応答速度は、O C B モードに関する文献によれば、数m sという必要かつ十分な値が得られることが報告されている。10

【 0 0 0 7 】

この表示モードの表示時の液晶分子配列は、液晶の上半分、下半分が常時ほぼ対称な形状となっていることが特徴である。したがって、液晶分子が並ぶ面(図2の紙面方向)に平行となるような視角(観察角度)の範囲であれば、液晶の上半分、下半分がほぼ対称な形状となり、この場合の液晶層の屈折率楕円体は球になり、この範囲であれば視角依存性がほとんど無くなり、広い視野角が得られる。

【 0 0 0 8 】

しかし、液晶が並ぶ面に対して平行でない視角に対しては、液晶層の屈折率楕円体が球にはならず観察角度により屈折率楕円体が変形してしまい視角依存を生じる。20

【 0 0 0 9 】

この様な視野角の問題を解決する方法として、厚さ方向の屈折率を最適化した二軸の光軸を有する光学異方素子を附加することが報告されている(宮下ら、Eurodisplay '93, pp1 49-152)。

【 0 0 1 0 】

また、O C B モードで良好な黒表示を得るには、高電圧側で黒とするノーマリホワイトモード表示が好ましい。これは、電圧を印加し液晶分子が図2(c)に示すように第3の液晶層領域Cの液晶分子5 3 cがほぼ基板の法線方向に対して平行となる、すなわち液晶分子がほぼ立ち上がった状態を黒表示に用いるものであり、この状態では液晶層の位相差が比較的小さな値であるので、偏光板を直交して得られる黒の均一性が良い。30

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、広視角かつ高速応答を得るにはO C B モードのLCDが挙げられ、良好な黒表示を得るのにはノーマリホワイトモード表示が好ましい。そして視角を補償するには液晶層の屈折率楕円体を補償して球となるような光学異方素子を選定することが重要となる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、ノーマリホワイトモード表示のO C B モード及びその類似のモードに最適な光学異方素子を持つ液晶電気光学装置を提供することを目的とする。なお、O C B モードと類似のモードとは、液晶層5 3が、図2(b)に示すような第3の液晶層領域Cの一部の液晶分子5 3 c1が基板の法線方向とほぼ平行に配列している配列状態を持ち、この配列状態の液晶層に更に電圧をかけて図2(c)に示すような第3の液晶層領域Cの液晶分子5 3 c2、5 3 c3が基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態を持つ液晶電気光学装置をいう。例えば、O C B モードと同一の配向処理を施した液晶セルにカイラル能を持たせた液晶を入れると、電圧無印加時にはユニフォーム配列で180°ツイストの配列が得られる。このような配列に対し、大きな電圧を印加すると前述のベンド配列が容易に得られる。40

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明の液晶電気光学装置は、

ペンド配向を呈することが可能な液晶層を有する液晶セルと、前記液晶セルの視角依存性を低減させる少なくとも一つの光学異方素子と、を備えた液晶電気光学装置において、前記光学異方素子は、

$Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$ (n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、前記液晶セルと前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記液晶セルの法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和の x , y , z 方向の屈折率を表す。 n_{dx} , n_{dy} は前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。)を満たし、前記光学異方素子の光軸が前記液晶セルの面内方向か法線方向の少なくとも一方にねじれていることを特徴とする液晶電気光学装置を提供するものである。

【0014】

すなわち、この液晶電気光学装置のペンド配向液晶セルの液晶層は、液晶層の液晶分子のうち2枚の基板の一方の基板に接する複数の液晶分子からなる第1の液晶層領域と、液晶層の液晶分子のうち前記2枚の基板の他方の基板に接する複数の液晶分子からなる第2の液晶層領域と、液晶層の液晶分子のうち第1の液晶層領域と第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子からなる第3の液晶層領域とからなる。電極への第1の電圧印加時では、液晶層は第3の液晶層領域の複数の液晶分子のうちの一部の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列し、電極への第2の電圧印加時では、液晶層は前記第3の液晶層領域の前記複数の液晶分子はその傾きが前記基板の法線方向と略平行に配列されている。

【0015】

そして、光学異方素子は、基板の法線方向に対して傾いた方向における、前記第2の電圧印加時の液晶層の、前記2枚の基板に狭持された液晶層の厚さ方向成分の光学異方性を補償することを特徴とする。すなわち、本発明のOCBモード及びOCBモードに類似したモードにおいては、第2の電圧印加時では基板付近の液晶分子を除く液晶分子は基板の法線方向に対してほぼ平行であるため、基板の法線方向、すなわち、液晶層の厚さ方向の光学異方性成分に屈折率異方性が非常に大きくなる。本発明では、光学異方素子を配置して、基板の法線方向に対して傾いた方向における、このような液晶層の厚さ方向成分の液晶層の光学異方性を補償する。

【0016】

本発明の液晶層の配列状態をOCBモードに類似したモードの液晶電気光学装置を例にあげて図1を用いて説明する。

【0017】

図1(a)に示すように、液晶層13は複数の液晶分子からなり、この液晶層13は、2枚の基板の一方の基板、すなわち電極11aを持つ基板11に接する複数の液晶分子13aからなる第1の液晶層領域Aと、2枚の基板の他方であり電極12aを持つ基板12に接する複数の液晶分子13bからなる第2の液晶層領域Bと、第1の液晶層領域と第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子13cからなる第3の液晶層領域Cとからなる。そして、図1(a)は電圧を電極への電圧無印加時の液晶分子の配列を示し、図1(b)は電極への第1の電圧印加状態を示し、図1(c)は電極への第2の電圧印加状態を示す。

【0018】

図1(a)に示すように、電極に接続された電圧駆動源40から電極11a、12aへの電圧無印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子13cは互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって前記基板の面内方向でねじれて配列している。

【0019】

図1(b)に示すように、電極11a、12aへの第1の電圧印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち層中央の一部の液晶分子13c1の傾きが基板の法線方向と

10

20

30

40

50

略平行に配列している。この第1の電圧印加時とは、閾値電圧以上で液晶分子が基板の法線方向と略平行、すなわち液晶分子が立ち上がり始めた液晶セルの位相差の印加電圧による変化が急激である状態より更に、液晶への印加電圧を大きくした時である。

【0020】

次に、図1(c)に示すように、電極11a、12aへの第2の電圧印加時では、第3の液晶層領域の電極に接する側の複数の液晶分子13c2、13c3の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第2の電圧印加時は、第1の電圧印加時よりも更に電圧をかけた状態であり、このとき第3の液晶層領域の液晶分子13c2、13c3が前記基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態、すなわち液晶が立ち上がった状態となる。

【0021】

このようなOCBモードに類似のモード及びOCBモードでは、図1(b)、(c)に示すような配列状態では、2枚の基板11、12間に液晶層13を狭持した液晶層厚み方向で液晶層の上半分と下半分は液晶層の中央付近を境にほぼ対称のベンド配列となっている。このため、図4に示すように液晶分子が厚み方向に並ぶ平面40に対してほぼ平行となるような視角(観察角度)の範囲であれば、液晶の上半分、下半分がほぼ対称な形状となり、この場合の液晶層の光学異方性を表す屈折率楕円体は球になり、この範囲であれば視角依存性がほとんど無くなり、広い視野角が得られる。一方、図4に示す平面40に対して平行でない視角に対しては、液晶層の屈折率楕円体が球にはならず観察角度により屈折率楕円体が変形してしまい視角依存を生じる。

【0022】

本発明はこのような液晶層の光学異方性を補償することにより、より広い視角を得ることができるものである。

【0023】

すなわち、本発明の液晶電気光学装置は、下記の屈折率楕円係数Z値をもつ2軸の光軸を有する負の光学異方性を持つ光学異方素子を有する。

【0024】

$Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$ としたとき、 $7 \leq Z \leq 10$

ここに、 n_{dx} , n_{dy} , n_{dz} は、基板と光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位： μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和のx, y, z方向の屈折率成分を表す。 n_{dx} , n_{dy} は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、 n_{dx} , n_{dy} は互いに垂直である。 n_{dz} は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。

【0025】

液晶セルの液晶層が図4に示した配向の場合、これ等価な屈折率楕円体は図5に示すよう

$n_{zLC} > n_{xLC} > n_{yLC}$

で、図5の楕円体RLの各断面であるxz面、yz面、xy面から明らかなように、例えると「ラグビーボール」がy方向に圧縮された形状になる。

【0026】

これを補償する光学異方素子の屈折率楕円体RCは図6に示すように、図5と逆に「ラグビーボール」の長軸方向zを他の2軸よりも圧縮し、かつ他の2軸のうちy方向を長くした形状にするのが望ましい。

【0027】

この屈折率楕円体を屈折率の式に表すと、

$Z = (n_{xC} - n_{zC}) / (n_{xC} - n_{yC})$

ここに、 $n_{zC} < n_{xC} < n_{yC}$ である。

【0028】

ここで、 n_z の大きさは、図1の液晶層13の基板に接する領域A、Bの液晶分子13a、13bの傾き、すなわちプレチルト角に依存する。

10

20

30

40

50

【0029】

均一表示を得るには、プレチルト角と液晶層の厚みが均一であることが望まれるが、均一にし得るプレチルト角は高くなるに従い製作が難しく、高々 8 度が限界である。したがって Z 値はプレチルト角により変化し、実現可能なプレチルト角の範囲では、

7 Z 10

となる。

【0030】

このような光学異方素子を配置した液晶電気光学装置は、OCB モード及びそれと類似のモードのノーマリー・ホワイト表示に適している。これにより、基板の法線方向に対して傾いた方向における、このような液晶層の厚さ方向成分の液晶層の光学異方性を補償して、視角をより広くすることができる。この範囲内であれば、視角が広く、反転領域の非常に少ない、優れた表示性能が得られる。Z の値が、7 未満になると、反転領域が広くなり、コントラスト比が良好な範囲も狭くなる。また、10 より大きくなると、再度反転領域が増加する。10

【0031】

更に、本発明では、Z の値が、

8 Z 10

であることがより好ましい。

【0032】

本発明では、OCB 及びこれと類似した表示モード OCB 及びこれと類似した表示モードは、より広い視野角を得るために先に述べた条件の光学異方素子を使用する。更に、本発明では、光学異方素子のリタデーションと液晶セルのリタデーションの関係を特定の条件に設定することにより、駆動電圧を実用範囲内にし、かつ、明るい表示ができるを見出した。20

【0033】

OCB 及びこれと類似した表示モードは、全て複屈折モードであり、その液晶セルの透過率 T は、次式で表される。

【0034】

$$T = \sin^2 (R / \lambda) \quad \dots \quad (1)$$

(1) 式は直交ニコルで、光軸は透過率軸と 45° の時の透過率を表す。R は偏光板間に存在する光学異方体のリタデーション値であり、λ は光源波長である。30

【0035】

光学異方素子の光軸の向きは、液晶セルのラビング軸の向きに対して垂直である。この様な配置の場合、総リタデーション値は、液晶セルのリタデーション R_{LC} と光学異方素子のリタデーション R_{fx} のそれぞれのリタデーション値の差となり、式(1)中のパラメータ R は、

$$R = R_{LC} - R_{fx} \quad \dots \quad (2)$$

となる。

【0036】

したがって、(2) 式から、液晶セルの透過率は、液晶セルのリタデーションと光学異方素子の面内方向のリタデーションの差により決まる。すなわち、光学異方素子の面内方向のリタデーションは、ディスプレイの明るさに影響する。40

【0037】

液晶セルのリタデーションは液晶層に印加される電圧によって変化する。液晶セルの電圧が変化し、液晶セルのリタデーションと光学異方素子の面内方向のリタデーションが等しくなったとき、総リタデーションは零となり、黒の表示が得られる。

【0038】

すなわち、光学異方素子の面内方向リタデーションは、黒表示が得られる電圧値に影響する。そこで、光学異方素子の面内方向リタデーションと光学異方素子の面内方向リタデーションの比、すなわちリタデーション比 M として次の様に M を定義し、これらの影響を調50

べた。

【0039】

$$M = R_{LC} / R_{fxy} = n_{LC} \times d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy}) \quad \dots (3)$$

ここで、 n_{LC} は液晶の屈折率差、 d_{LC} は液晶層の厚みである。

【0040】

図11に、リタデーション比Mに対する電気光学特性への依存性を示す。Mの値が7.5以下になると、透過率が低下するため、コントラスト比が下がり、表示品位が劣化する。又、Mが18以上になると、透過率が上がり表示品位は良くなるが、黒表示電圧が10V以上と高くなり過ぎ、消費電力の増加や高電圧印加のための特殊な高耐圧集積回路が必要となり実用的でない。したがって、良好な明るさと実用的な黒表示電圧を達成できるリタデーション比Mは、

$$7.5 < M < 18$$

である。

【0041】

また、本発明の液晶電気光学装置は、光学異方素子が、

$$0.022 \quad n_{dx} - n_{dy} \quad 0.667$$

$$0.15 < n_{dx} - n_{dz} < 6.7$$

とするのが好ましい。これにより、液晶層の $n_{LC} \cdot d_{LC}$ の値が $0.3 \mu m$ 以上 $5 \mu m$ 以下とした時に最適な光学異方素子を有する液晶電気光学装置を得ることができる。

【0042】

また、本発明の液晶電気光学装置は、2枚の偏光板の内、1枚を反射板とすることができます。

【0043】

この場合、光が装置を2度通過するので、 $(n_{dx} - n_{dy})$ の下限値は0.011となる。

【0044】

また、本発明の液晶電気光学装置は、第1の電圧印加時を液晶電気光学装置の表示のオン時とすると、第1の電圧印加時では液晶層の配列状態が第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち一部の液晶分子9aの傾きが基板の法線方向と略平行に配列しているため、高速応答の表示を得ることができる。

【0045】

また、本発明の液晶電気光学装置は、第1の電圧印加時と第2の電圧印加時の間で表示を行うことを特徴とする。これにより高速応答の表示を得ることができる。

【0046】

また、本発明の液晶光学素子は、第1の電圧印加時における第3の液晶層領域の前記基板の法線方向と略平行に配列した液晶分子を中心にして、2枚の基板間に挟持された液晶層の厚さ方向に、2枚の各々の基板に向かって段階的に液晶分子の傾きが変化していることを特徴とする。

【0047】

また、本発明の液晶光学素子は、第1の電圧印加時の液晶層の厚さ方向における第3の液晶層領域の中央部の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列していることを特徴とする。

【0048】

また、本発明の液晶電気光学装置は2枚の偏光板は各々の光学軸が直交するように配置されることを特徴とする。このように設定し、かつ上記のように屈折率楕円係数Z、リタデーション比Mの値を設定することにより、第2の電圧印加時で良好な黒表示を得ることができる。

【0049】

2枚の偏光板が直交する時と平行な時とを比較した場合、どちらでも表示可能であるが、良好なコントラスト比を得るためにには良い黒を得るすなわち透過率が低いことが必要とな

10

20

30

40

50

るので、偏光板が直交状態であることがより好ましい。これは、偏光板が平行状態で黒の場合は、波長分散の影響が出るためである。偏光板が平行状態では、コントラスト比は低下すると考えられるが、透過率を高くしやすい。

【0050】

偏光板の光学軸を、前記2枚の基板の各々の配向処理方向のなす角を2等分する2等分線から45°傾いた方向に設定することを特徴とする。これは、2枚の偏光板を直交に配置した時でも平行に配置した時でも、このように設定することにより最大透過率を得ることができる。

【0051】

以上の液晶電気光学装置に適用できる具体的なOCBモードおよびOCBモードに類似のモードの液晶層の配列状態を以下に示す。なお、2枚の偏光板のうち1枚を反射板とした場合にも適用できる。この場合、液晶セルに入射した光は液晶層厚の2倍の距離を通過することとなるので、透過型に比べ液晶層厚を約半分にでき、応答速度の更なる改善が期待できる。

10

【0052】

本発明の液晶電気光学装置は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子は、電圧無印加時にスプレイ配列していることを特徴とする。すなわち、OCBモードに適用することができる。

【0053】

さらに、本発明の液晶電気光学装置の一態様は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の前記基板内の面内方向のねじれ能 θ が、 $\theta = 0^\circ$ である。

20

【0054】

ここに、ねじれ能とは、液晶自体が持つ自発的なねじれ角を示し、一般にねじれ能はコレステリック液晶組成物の混合濃度により制御できる。

【0055】

さらに、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、2枚の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ能 θ が、 $0 > \theta > 0^\circ$ であることを特徴とする。このようにねじれ能 θ を $0 > \theta > 0^\circ$ にすることにより、電圧無印加時のスプレイ配向状態から第1の電圧印加時の第3の液晶層領域の1部の複数の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している状態への移動時間が $\theta = 0^\circ$ であるときと比べ、格段に早くすることができる。

30

【0056】

さらに、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ能 θ が、 $\theta = 90^\circ$ で、かつプレチルト角が2枚の基板で異なることを特徴とする。 $\theta = 90^\circ$ のとき、プレチルト角が2枚の基板で異ならせることにより、表示を可能とする。

【0057】

さらに、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ能 θ が、 $\theta = 180^\circ$ であることを特徴とする。バックフロー効果を考えた場合、ねじれ能が 180° 及びその前後である $175^\circ \sim 185^\circ$ であることが最も望ましい。ここで、バックフロー効果について説明する。例えば電圧がかかっている時の中央近傍のやや立ち上がった液晶分子は、電圧を切ることにより基板付近の寝ている状態の液晶分子に引き戻される。しかし、中央付近の立ち上がった部分の液晶分子は、中央近傍の液晶分子によって寝た状態になるのを妨げられ、戻りが遅くなる。これをバックフロー効果という。ベンド配列の場合、このバックフロー効果は無くなるが、液晶が 180° ねじれた状態を除いたねじれ状態が生じた場合、このバックフロー効果が発生する。

40

【0058】

また、本発明の液晶電気光学装置は、電極への電圧無印加時では、前記第3の液晶層領域

50

の複数の液晶分子は互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって基板の面内方向でねじれて配列することを特徴とする。すなわち、O C B モードと類似のモードであり、この場合でも本発明は適用可能である。この場合、O C B モードと同様に表示領域にて高速応答が可能となる。

【0059】

さらに、O C B モードと類似のモードとしては、本発明の液晶電気光学装置は、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ角¹⁰が、略90°または略270°であり、かつ液晶層のプレチルト角が前記2枚の基板で異なることを特徴とする。この場合、ねじれ角²⁰が、90°または270°の場合、液晶層の中央付近の液晶分子が立ち上がった状態の領域では、二枚の基板表面での液晶分子のプレチルト角が等しい場合、液晶層の上半分と下半分での位相差の大きさが等しくなり、しかもその方向が互いにほぼ90度となっている。この為セル全体としての位相差はセルの上半分と下半分が互いに補償する関係となる。このため、印加電圧を更に増加させて液晶分子を駆動しても光学応答を変化させることができない。これに対し、プレチルト角を2枚の基板間で異ならすことにより、セルの上半分と下半分とで配列が異なるために位相差が生じ、2枚の基板間でプレチルト角が等しいセルの飽和電圧を印加したときでも明の表示ができる。したがって、さらに、電圧を印加することで、暗の表示が得られ、高速表示が可能になる。このようなセル全体としての位相差がセルの上半分と下半分が互いに補償する関係となるねじれ角90°または270°の場合、そしてこのような関係となる傾向の強いねじれ角90°を除く85°～95°、ねじれ角270°を除く265°～275°の場合に、2枚の基板のプレチルト角の大きさを変えることは有効である。

【0060】

また、本発明の液晶電気光学装置の他の態様は、液晶層が、第1の電圧印加時は電圧が無印加であることを特徴とする。すなわち、電圧無印加時に第3の液晶層領域の1部の複数の液晶分子の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している状態となっているものであり、O C B モードと類似のモードであり、この場合でも本発明は適用可能である。

【0061】

本発明の液晶電気光学装置に用いる光学異方素子について、以下に示す。

【0062】

光学異方素子は2軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板であることを特徴とする。³⁰

【0063】

また、1枚のみで本発明のZの範囲が実現できない場合の光学異方素子の一態様は、1軸の光軸からなる2枚以上の位相差板の組み合わせからなり、少なくとも2枚の位相差板の光軸が異なることを特徴とする。

【0064】

また、一軸の光学異方素子の組み合わせでZの値の範囲が実現できない場合は、光学異方素子の一態様は、1軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板と、2軸の光軸からなる少なくとも1枚の位相差板とからなることを特徴とする。

【0065】

また、光学異方素子の他の態様は、基板と光学異方素子をほぼ平行に配置したときの基板の法線方向に光学異方性が負である少なくとも1枚の位相差板とからなることを特徴とする。⁴⁰

【0066】

また、液晶セルのねじれの光学効果をより良く補償したい場合には、光学異方素子の他の態様は、光学異方素子の光軸のねじれは、基板の面内方向または、基板の法線方向または基板の面内方向と法線方向の両方の方向にねじれていることを特徴とする。

【0067】

この様な光学異方素子は液晶層のねじれを補償する、または、液晶層の基板の法線方向成分の光学異方性を補償する。

【0068】

以上のように、本発明では、光学異方素子は、1軸または2軸の光軸をもつ位相差板、負の位相差板を単独あるいは組み合わせることにより、光学異方素子として2軸の光軸をもつようすれば良い。例えば、1軸の光軸を有する位相差板を2枚以上組み合わせる場合であれば、少なくとも2枚の位相差板の光軸が一致しないように配置して、光学異方素子として2軸の光軸を持つようにする必要がある。

【0069】

また、液晶層の液晶分子の基板の面内方向または、基板の法線方向または基板の面内方向と法線方向の両方によるねじれを補償するように、光学異方素子の光軸にねじれを持たせることにより、液晶層のねじれによる光学的影響を補償することができる。この場合、液晶層は、部分的あるいはほぼ全体的に、一方の基板から他方の基板に向かって連続的にあるいは段階的に液晶分子が、基板の面内方向あるいは法線方向あるいはその両方の方向でねじれている場合を含む。10

【0070】

また、液晶層の基板の法線方向成分に負である位相差板と光学特性上同等となるように、光学異方素子の光軸にねじれを持たせることにより、液晶層の基板の方線方向成分の光学異方性を補償することができる。この場合、光軸のねじれ角の大きい、例えば、光学異方素子の光軸を基板の面内方向にねじった光軸により実現できる。

【0071】

位相差板の材質としては、ポリカーボネート、ポリアリレートなど、また、光学異方素子として光軸にねじれをもたせるために、コレステリック液晶ポリマー、ディスコティック液晶ポリマーなどの位相差板を用いることができるが、上記の特性が得られるものであれば、これら材料に限定されない。20

【0072】**【発明の実施の形態】**

以下本発明の液晶電気光学装置の実施例を、液晶層の液晶分子が電圧無印加時に液晶分子同志がほぼ平行に配列しており、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する前記液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ角 θ は、 $\theta = 180^\circ$ である場合を例に挙げて詳細に説明する。

【0073】**(実施例1)**

図3及び図4に示すように、本実施例の液晶電気光学装置1は、液晶セル10、この液晶セル10を挟む2枚の偏光板20および液晶セルと一方の偏光板で挟まれた光学異方素子30と、電圧駆動源40とからなる。

【0074】

液晶セル10は一主面に電極11aが形成された第1の基板11と、一主面に電極12aが形成された第2の基板12を電極が対向するように配置し、2枚の基板11、12間に液晶層13を挟持している。この装置はノーマリホワイト表示の液晶電気光学装置である。光学異方素子30は、液晶層13の光学異方性を補償している。

【0075】

図1に示すように、液晶層13は複数の液晶分子からなり、この液晶層13は、2枚の基板の一方の基板11に接する複数の液晶分子13aからなる第1の液晶層領域Aと、2枚の基板の他方の基板12に接する複数の液晶分子13bからなる第2の液晶層領域Bと、第1の液晶層領域と第2の液晶層領域とに挟まれた複数の液晶分子13cからなる第3の液晶層領域Cとからなる。そして、図1(a)は電圧を電極への電圧無印加時の液晶分子の配列を示し、図1(b)は電極への第1の電圧印加状態を示し、図1(c)は電極への第2の電圧印加状態を示す。40

【0076】

図1(a)に示すように、電圧駆動源40から電極11a、12aへの電圧無印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子13cは互いに略平行で、かつ一方の基板から他

10

20

30

40

50

方の基板に向かって前記基板の面内方向でねじれて配列している。

【0077】

図1(b)に示すように、電極への第1の電圧印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち一部の液晶分子13c1の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第1の電圧印加時とは、閾値電圧以上で液晶分子が基板の法線方向と略平行、すなわち液晶分子が立ち上がり始めた液晶セルの位相差の印加電圧による変化が急激である状態より更に、液晶への印加電圧を更に大きくした時である。

【0078】

図1(c)に示すように、電極への第2の電圧印加時では、第3の液晶層領域の複数の液晶分子13c1、13c2、13c3の傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。この第2の電圧印加時は、第1の電圧印加時よりも更に電圧をかけた状態であり、このとき第3の液晶層領域の液晶分子13cが前記基板の法線方向とほぼ平行に配列している状態、すなわち液晶が立ち上がった状態となる。

【0079】

この液晶層13を2枚の基板にて挟持した液晶セル10を図3に示している。図に示すように、液晶セル10は、ガラス基板の一主面に電極12aが形成されたアレイ基板12とガラス基板の一主面上に電極11aが形成された対向基板11の2枚の基板を主面が対向するように配置し、2枚の基板間にネマティック液晶層13が挟持されてなる。

【0080】

図3に示すようにアレイ基板12は、ガラス基板上にマトリクス状に複数の信号線(図示せず)および複数の走査線(図示せず)が配設され、これらの交点に対応してポリシリコンのTFT12bとこのTFTに接続して形成された画素電極12aが形成されており、これらの上に配向膜12cが形成されている。一方、対向基板11は、ガラス基板上に前記アレイ基板11の各画素電極12aに対応して赤、緑、青の三原色からなるカラーフィルタ11bと、これら各色のカラーフィルタを区画するように形成されたブラックマトリクス11cが形成され、これらの上にITO電極11a、配向膜11dが順次形成されている。

【0081】

次に、製造方法および表示方法について説明する。

【0082】

ガラス基板上にポリシリコンTFT3と走査線(図示せず)であるゲート線、信号線(図示せず)、画素電極12aを形成した、画素数が縦480、横 640×3 画素のアレイ基板12を形成した。

【0083】

次に、ガラス基板上にアレイ基板12の各画素電極に対応して赤、緑、青の三原色からなるカラーフィルタ11bと、これら各色のカラーフィルタを区画するように形成されたブラックマトリクス11cとを形成し、この上にITO電極11aを形成して対向基板11を形成した。これら2枚のアレイ基板12、対向基板11上に各々配向膜12c、11dとしてとしてポリイミド(SE-5211、(株)日産化学社製。プレチルト角約5°)を80nmの厚さに塗布・形成した。ここで、画素ピッチは縦0.33mm、横0.11mmである。続いて前記配向膜を、走査線に平行かつ、2枚の基板11、12上の各々の電極11a、12aが対向するように配置したときに、2枚の基板のラビング方向RAが互いに平行になるような方向にラビングした。

【0084】

次に、アレイ基板12上にスペーサ(図示せず)として直径7.1μmの球状微粒子(ミクロパールSP、(株)積水ファインケミカル製)を一方の基板の主面に80個/mm²の密度で散布した。もう一方の対向基板11の有効表示領域の周辺部をエポキシ樹脂の接着剤(XN-21、三井東圧化学株式会社製)を、液晶注入のための開口部を除いてスクリーン印刷法によって塗布した。その後、アレイ基板12と対向基板11を前記配向膜どうしを対向させた状態で重ね合わせ、加圧しながら加熱して接着し、セルギャップが7.1μ

10

20

30

40

50

mの液晶セル10を作製した。

【0085】

そしてこの液晶セルに液晶組成物13としてネマティック液晶組成物(ZLI-1132、E.Merck社製。n = 0.14)にカイラル剤(S811、E.Merck社製)を添加したものを真空注入法により注入し、注入後液晶の注入口を紫外線硬化樹脂(UV-1000、(株)ソニー・ケミカル製)にて封止した。この時、カイラル剤の濃度は、液晶のらせんピッチが約35μmとなるように調整した。この液晶セルのカラーフィルタ11bが形成された対向基板11側に、光学異方素子30として、ポリカーボネット製の光学異方素子である位相差板を、位相差板の屈折率が大きい方向をラビング方向に直交するように配置した。

【0086】

光学異方素子30の橿円係数Zは、

$$Z = (n_{dx} - n_{dz}) / (n_{dx} - n_{dy})$$

としたとき、Z = 9になるようにした。

【0087】

ここに、n_{dx}、n_{dy}、n_{dz}は、前記基板と前記光学異方素子をほぼ平行に配置したときの前記基板の法線方向における前記光学異方素子の厚み(単位: μm)と前記光学異方素子との屈折率の積の総和を表す。n_{dx}、n_{dy}は、前記光学異方素子の厚み方向とほぼ垂直である面の面内方向における前記光学異方素子の屈折率成分を表し、n_{dx}、n_{dy}は互いに垂直である。n_{dz}は、前記光学異方素子の厚み方向の前記光学異方素子の屈折率成分を表す。

【0088】

さらに偏光板20(G1220DU、(株)日東电工製)を、光学軸がラビング方向に対して45°でかつ2枚の偏光板の光学軸が互いに直交するように貼り付けた。位相差板には、フィルムをx軸方向に延伸した後、y軸方向に延伸して2軸とした位相差板の面内方向の位相差の値が100nm(n_{dx}とn_{dy}との差が0.1)である位相差板を用い、第2の電圧印加状態の時の前記液晶セルの位相差を補償するように配置、すなわち2枚の偏光板の光学軸が互いに直交し、かつ位相差板の屈折率が大きい方向をラビング方向に直交するように配置した。そして、この光学異方素子はリタデーション比をMとしたとき、

$$M = n_{LC} \cdot d_{LC} / (n_{dx} - n_{dy})$$

から、M = 10になるようにした。

【0089】

前記液晶層の厚みをd_{LC}(単位: μm)、前記液晶層の屈折率異方性をn_{LC}とする。

【0090】

得られた液晶電気光学装置は、電極への電圧無印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子は互いに略平行で、かつ一方の基板から他方の基板に向かって前記基板の面内方向で180°ねじれて配列している。

【0091】

第1の電圧印加時では、第3の液晶層領域Cの複数の液晶分子のうち第3の液晶層領域Cの中央部の液晶分子13c1の傾きが基板の法線方向と略平行に配列し、液晶分子13c1を中心にして、2枚の基板間に挟持された液晶層13の厚さ方向に、液晶分子13c2、13c3のように、2枚の各々の基板11、12に向かって段階的に液晶分子の傾きが変化している。

【0092】

第2の電圧印加時では、第3の液晶層領域の複数の液晶分子13cの傾きが基板の法線方向と略平行に配列している。

【0093】

この第1の電圧印加時と前記第2の電圧印加時の間で電圧駆動源40によりオン、オフ駆動して表示を行った。本実施例の場合、セルの実効的な位相差がおよそ0.26μmとなる電圧を駆動電圧の最小値として使用した。第1の電圧印加を2.4V、第2の電圧印加を6.5Vとして表示を行った。

10

20

30

40

50

【0094】

その結果、図9に示すように、駆動電圧に対して透過率が単調に減少する電気光学特性が得られ、正面でのコントラスト比は100以上が得られ、視角も広かった。応答速度は階調間での差はほとんど無く、約5m/sと高速であり、動きのある画像を表示しても輪郭がぼやけることなど無く良好な表示が得られた。なお、図7～図10は等コントラストを表す図であり、円の中心を基板の法線方向を観察方向の基準とした時の観察方向によるコントラストを表し、斜線部分は反転領域を示す。図7～図10において、円の中心から外側に向かって同心円状に円が大きくなるにしたがって、基板の方線方向と観察方向とのなす角度が大きくなり、円の中心と円上のある任意の点を結んだ線の方向（アジマス）が基板の面内方向における観察方向を表す。

10

【0095】

図中、曲線(50)がコントラスト比(50)、この曲線(50)で囲まれた領域がコントラスト比50以上、曲線(10)で囲まれた領域がコントラスト比50～10、曲線(1)で囲まれた領域がコントラスト比1～10である。

【0096】**(実施例2)**

実施例1における位相差板のZの値を7として、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。この結果を図8に示す。こうして得られたLCDは視角を振っても良好な表示が得られた。

【0097】

20

(比較例1)

実施例1における位相差板のZの値を1（1軸位相差板1枚使用）として、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。この結果を図7に示す。こうして得られたLCDは視角を振ったときに反転領域が非常に広く、また、コントラストの低下も著しかった。

【0098】**(比較例2)**

実施例1における位相差板のZの値を12（1軸位相差板1枚使用）として、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。この結果を図10に示す。こうして得られたLCDは視角を振ったときに反転領域が非常に広く、また、コントラストの低下も著しかった。

30

【0099】

以上のように、Zの値を7 Z 10、さらに好ましくは8 Z 10となるような光学異方素子を用いることにより、視角依存性の少ない液晶光学素子を得ることができる。

【0100】

また、ここでは、液晶層の液晶分子が電圧無印加時に液晶分子同志がほぼ平行に配列しており、2枚の基板の一方の基板から他方の基板に向かって配列する前記液晶層の液晶分子の基板内の面内方向のねじれ角θは、θ = 180°である場合を例に挙げて説明したが、ノーマリホワイトモード表示のOCBモード及びその類似のモードにも適用でき、同様の効果を得ることができる。

40

【0101】

また、nLC・dLCを1.0として、Mの値を変化させた場合の印加電圧（横軸）と透過率（縦軸）との関係を図11に示す。

【0102】**(実施例3)**

実施例1における光学異方素子を、位相差板の面内方向における位相差の値が400nmの1軸位相差板と、位相差板の面内方向における位相差の値が500nmの1軸位相差板の2枚を、光軸が直交するように重ね合わせ、Z = 9, M = 10となるように光学異方素子を作製した以外は、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは視角は視角特性が改善されていた。

50

【0103】**(実施例4)**

実施例1における光学異方素子を、位相差板の面内方向における位相差の値が100nmの1軸位相差板1枚と負の位相差板($n_{dx}, n_{dy} > n_{dz}$)を組み合わせて、光学異方素子としてZ値が9となるように作製した以外は、実施例1と同一の部材と条件でTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは視角は視角特性が改善されていた。

【0104】**(比較例3)**

実施例1におけるスペーサの直径を5.3μmとし、セルギャップを5.3μmとした以外は、実施例1と同様Zの値が9の光学異方素子を用い、同一の部材と条件でM=7.4のTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは透過率が低く、表示品位が損なわれがちであった。

10

【0105】**(比較例4)**

実施例1におけるスペーサの直径を13μmとし、セルギャップを13μmとした以外は、実施例1と同一の部材と条件でM=18.2のTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDは最大電圧を6Vまでしかかけられなかった(これ以上の電圧ではTFT素子が破壊されるため)ため、十分に黒くすることができず、表示品位が損なわれがちであった。

【0106】

20

以上のように、本発明の光学異方素子は、2軸の光軸を有する位相差板を1枚以上用いる、1軸の光軸を有する位相差板を2枚以上用いる、2軸あるいは1軸の光軸を有する位相差板と負の位相差板を併用することなどで得られる。また、Mの値を $7.5 < M < 18$ とすることにより表示品位の良い液晶光学素子を得ることができる。

【0107】**(実施例5)**

実施例1における偏光板のうち1枚を反射板にかえ、スペーサの直径を3.6μmとし、セルギャップを3.6μmとし、位相差板の面内方向における位相差の値が50nmである2軸の位相差板を用いた以外は、実施例1と同一の部材と条件でZ=9、M=10のTFT-LCDを作製した。こうして得られたLCDを駆動したところ、視角特性が良好で、明るい表示が得られた。

30

【0108】**(実施例6)**

実施例1における光学異方素子を、ねじれ位相差板2枚を組み合わせて作製した。具体的には、コレステリック液晶ポリマーからなる基板の面内方向に光軸のねじれ角が10°で面内方向の位相差が100nmの位相差板1枚と、基板の面内方向に光軸のねじれ角が650°で面内方向の位相差が零の位相差板1枚の2枚を組み合わせて作製した。この光学異方素子は、全体には光軸のねじれが基板の面内方向に660°ねじれている。

【0109】

40

このように、光学異方素子の光軸にねじれを与えたことにより、高コントラストが得られ、また、光軸のねじれ角が650°の位相差板を用いることにより、光学特性上負の位相差板を有したものと同じ効果を得、視角特性が良好となった。

【0110】**(実施例7)**

実施例1における光学異方素子をねじれ位相差板1枚と、負の位相差板1枚とを組み合わせて作製した。すなわち、コレステリック液晶ポリマーからなる基板の方向に光軸のねじれ角が10°の位相差板1枚と、基板と光学異方素子をほぼ平行に配置したときの基板の法線方向に光学異方性が負である負の位相差板を組み合わせて、光学異方素子全体でZ=9となるように光学異方素子を作製した。

【0111】

50

このように、光学異方素子の光軸にねじれを与えたことにより、高コントラストが得られ、負の位相差板であることから、視角特性が良好となった。

【0112】

(実施例8)

実施例1における光学異方素子を、2軸のねじれのない位相差板1枚とねじれ位相差板1枚を組み合わせて作製した。すなわち、コレステリック液晶ポリマーからなるねじれ位相差板1枚と2軸位相差板との組み合わせで、光学異方素子全体で $Z = 9$ となるように光学異方素子を作製した。これにより、視角特性が良好となった。

【0113】

以上の実施例で説明した本発明の液晶電気光学装置は、パソコン、ワープロ等に用いる液晶表示素子やビデオプロジェクタのライトバルブ、3D-TVに使用するメガネに用いる高速液晶シャッタ等に広く応用することができる。10

【0114】

【発明の効果】

本発明の液晶電気光学装置は、OCBモードまたは類似のモードの液晶セルに組み合わせる光学異方素子が2軸、かつ負の光学異方性を有し、橍円係数Zを7以上10以下に設定したものであるから、上記モードのノーマリーホワイト表示に適した視角特性の良好な液晶電気光学装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明するもので、(a)は液晶セルの電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、(b)は液晶セルの第1の電圧印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、(c)は液晶セルの第2の電圧印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図20、

【図2】従来のOCBモードの液晶電気光学装置の液晶セルを説明するもので、(a)は液晶セルの電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す断面図、(b)は液晶セルの第1の電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す縦断面図、(c)は液晶セルの第2の電圧無印加時の液晶分子の配列状態を示す縦断面図、

【図3】本発明の一実施例である液晶電気光学装置の断面図、

【図4】本発明の一実施例の動作を説明する略斜視図。

【図5】本発明に用いる液晶セルの屈折率橍円体を説明する図、30

【図6】本発明に用いる光学異方素子の屈折率橍円体を説明する図、

【図7】比較例1の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図8】本発明の実施例2の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図9】本発明の実施例1の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図10】比較例2の液晶電気光学装置の視角特性を示す図、

【図11】リタデーションMの値をパラメータとする印加電圧 - 透過率曲線図。

【符号の説明】

1 ... 液晶電気光学装置

1 0 ... 液晶セル

1 1 ... 基板

1 1 a ... 電極

1 2 ... 基板

1 2 a ... 電極

1 3 ... 液晶層

1 3 a ... 第1の液晶層領域Aの液晶分子

1 3 b ... 第2の液晶層領域Bの液晶分子

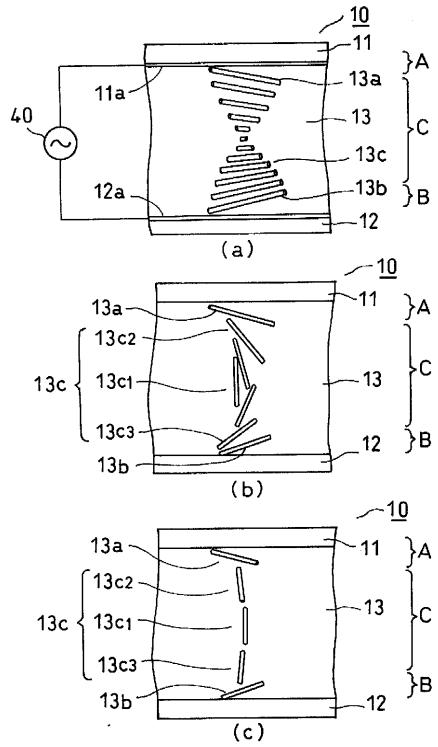
1 3 c ... 第3の液晶層領域Cの液晶分子

2 0 ... 偏光板

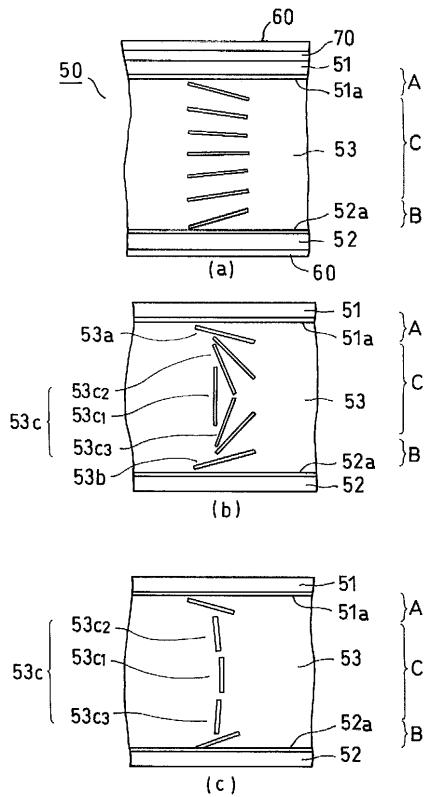
3 0 ... 光学異方素子

40

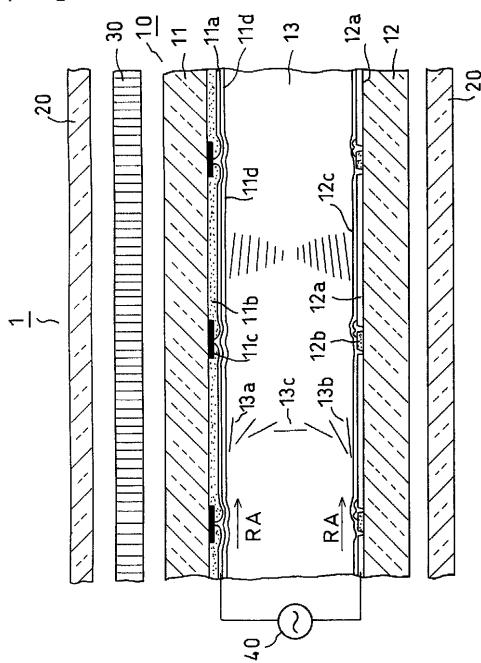
【図1】



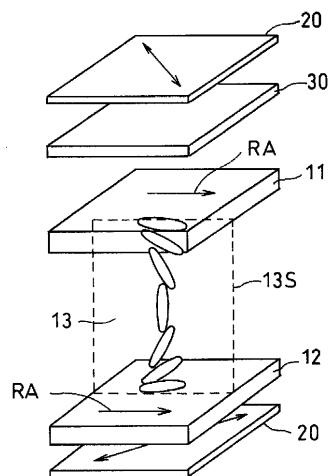
【図2】



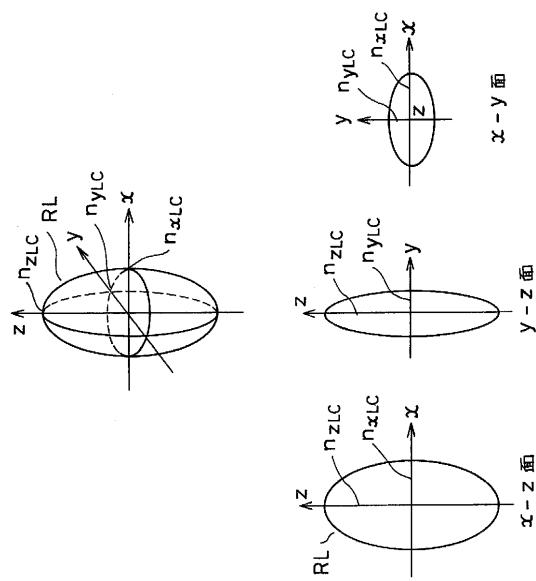
【図3】



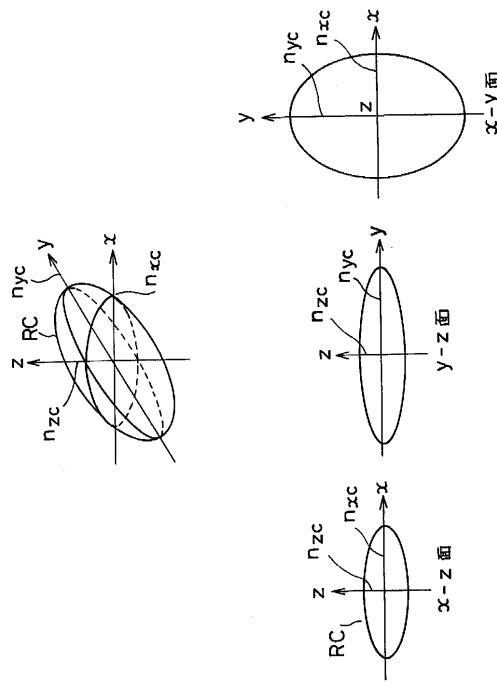
【図4】



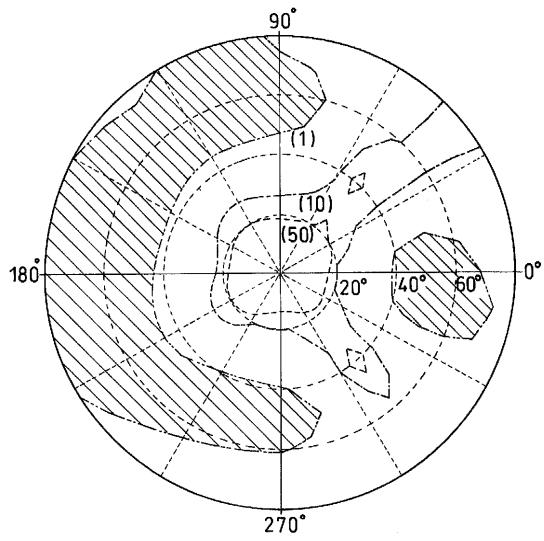
【図5】



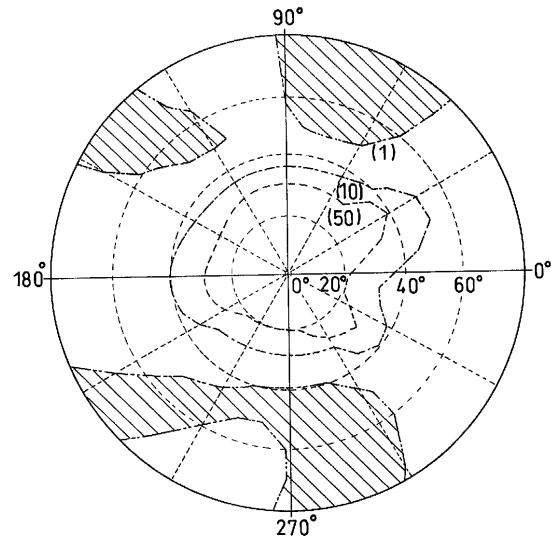
【図6】



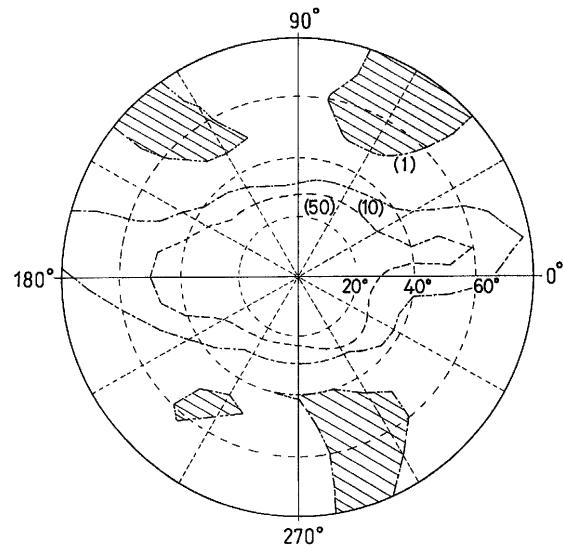
【図7】



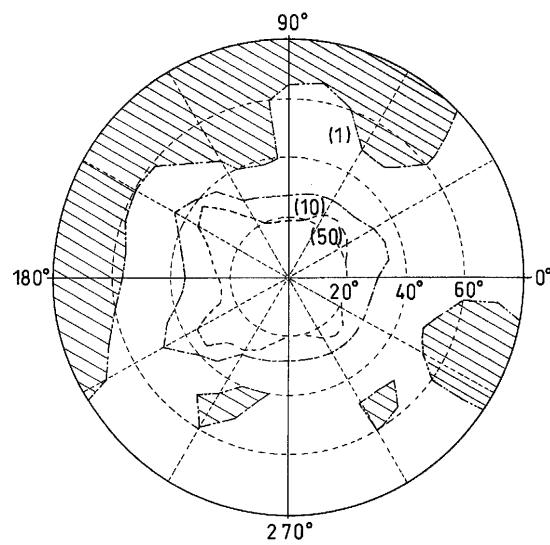
【図8】



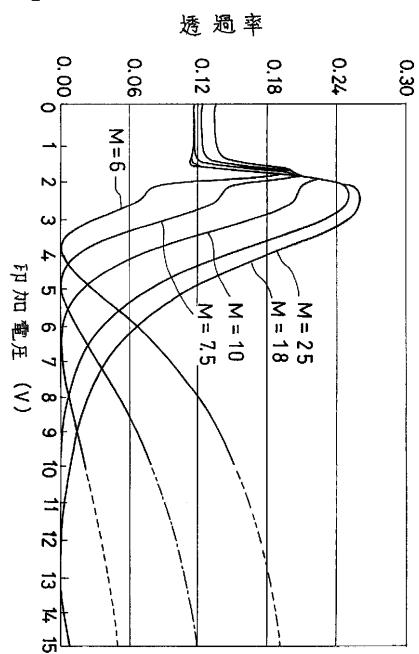
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 正仁
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72)発明者 福岡 暢子
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72)発明者 二ノ宮 利博
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72)発明者 大山 賀
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72)発明者 吉田 典弘
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

(72)発明者 羽藤 仁
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

審査官 井口 猶二

(56)参考文献 特開平07-049509(JP,A)
欧州特許出願公開第00669542(EP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02F 1/13363
G02B 5/30
G02F 1/139