

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4846222号
(P4846222)

(45) 発行日 平成23年12月28日 (2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日 (2011.10.21)

(51) Int. Cl.

F I

GO2F 1/13363 (2006.01)

GO2F 1/13363

GO2F 1/1337 (2006.01)

GO2F 1/1337 505

GO2F 1/1347 (2006.01)

GO2F 1/1347

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-294144 (P2004-294144)
 (22) 出願日 平成16年10月6日 (2004.10.6)
 (65) 公開番号 特開2006-106434 (P2006-106434A)
 (43) 公開日 平成18年4月20日 (2006.4.20)
 審査請求日 平成19年8月28日 (2007.8.28)

(73) 特許権者 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (74) 代理人 100091340
 弁理士 高橋 敬四郎
 (74) 代理人 100105887
 弁理士 来山 幹雄
 (72) 発明者 岩本 宜久
 東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
 レー電気株式会社内
 (72) 発明者 杉山 貴
 東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン
 レー電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ電極を備える上側基板及び下側基板と、その両者間に保持され、電界が発生していない状態で液晶分子がツイスト配列してヘリカル構造を示し、リタデーションが、 $0.75\mu\text{m}$ 以上 $0.95\mu\text{m}$ 以下である液晶層とを有する駆動セルと、

前記駆動セルの一方の基板面上に配置され、上側基板及び下側基板と、その両者間に保持され、液晶分子がツイスト配列してヘリカル構造を示す液晶層を含み、該液晶層は、ヘリカル構造の旋回方向が、前記駆動セルのヘリカル構造の旋回方向とは逆向きであり、該液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向と、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向とが、前記上側及び下側基板の面内で直交する補償手段であって、ヘリカル構造の旋回角の大きさが、前記駆動セルのヘリカル構造の旋回角の大きさと等しく、 100° 以上 150° 以下であり、該液晶層のリタデーションは、前記駆動セルの液晶層のリタデーションとの差が $0.3\mu\text{m}$ 以下である補償手段と、

前記駆動セルと補償手段とを含む構造体の両側にそれぞれクロスニコルに配置された2枚の偏光板であって、透過軸または吸収軸の方向が、ともに、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向と 45° の角をなすようにクロスニコルに配置された2枚の偏光板とを有することで、

前記駆動セルへの電圧無印加時において、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中

10

20

央に位置する液晶分子の配向方位と 90° をなす方位の、極角 60° 方向から観察したときの透過率が4%以下であり、

前記駆動セルの液晶層及び前記補償手段の液晶層は二色性色素を含まない液晶表示素子。

【請求項2】

前記駆動セル及び補償手段のヘリカル構造の旋回角の大きさが、 110° 以上 130° 以下である請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項3】

前記駆動セルがスリットを備える電極を用いて、液晶層に斜め電界を発生させる方法で、液晶表示素子が場所により複数の配向方向を有する液晶層を備えるマルチドメイン構造である請求項1または2に記載の液晶表示素子。

10

【請求項4】

前記補償手段の液晶層が、正の一軸光学異方性を有する液晶材料で形成されている請求項1～3のいずれか1項に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示素子に関し、特に、ツイストネマチック(TN)モードの液晶表示素子に関する。

【背景技術】

20

【0002】

図10は、従来のTNモード液晶表示素子の主要部の構成を示す概略的な分解斜視図である。

【0003】

液晶表示素子は、液晶セル20及び偏光板50、51を含んで構成される。

【0004】

液晶セル20は、上側基板11、上側基板11に略平行に対向配置される下側基板12、及び上側基板11と下側基板12との間に保持される液晶層15を含む。液晶層15には、 90° のねじれ角を有するTN液晶である液晶分子15aが充填されている。

【0005】

30

上側基板11は、たとえば平板なガラス基板である透明基板11a、透明基板11a上にたとえばITO(Indium Tin Oxide)で形成された電極11b、及び電極11b上に形成された配向膜11cを含む。

【0006】

下側基板12は、透明基板12a、透明基板12a上に形成された電極12b、及び電極12b上に形成された配向膜12cを含む。透明基板12a、電極12b及び配向膜12cを形成する材料は、上側基板11のそれらを形成する材料と同じである。

【0007】

上側基板11と下側基板12とは、配向膜11c、12cが向き合うように対向配置される。

40

【0008】

図10における右方向を基準(0°)とし、下側基板12と平行な面内において反時計回りに回転した方位角 θ で液晶分子の配向方向(長軸方向)等を表す角度座標を定義する。

【0009】

上側基板11及び下側基板12の配向膜11c、12cには、ラビング処理が施されている。上側基板11の配向膜11cに施されたラビングの方向D1は方位角 45° の方向であり、下側基板12の配向膜12cに施されたラビングの方向D2は方位角 315° (-45°)の方向である。配向膜11c、12cに接触する液晶分子15aはラビング方向に平行に配向し、ラビング方向を示す矢印の先端側の端部が基板から持ち上がるように

50

チルトする。配向膜は対向配置されているので、下側基板 12 側の液晶分子 15a の基板から持ち上がった方の端部が、上側基板 11 側の液晶分子 15a の基板に接触する方の端部に対応するようにチルトする。

【0010】

液晶層 15 内の液晶分子 15a が方位角方向にツイストし、ヘリカル構造を構成する。このヘリカル構造は左旋回となり、ねじれ角（ツイスト角、旋回角）は 90° 、厚さ方向の中央に位置する液晶分子の配向方向の方位角 θ は 270° になる。

【0011】

偏光板 50 が、液晶セル 20 の上側基板 11 の外側の面に密着し、偏光板 51 が、下側基板 12 の外側の面に密着している。偏光板 50 の透過軸の方向 D3 の方位角 θ は 45° であり、偏光板 51 の透過軸の方向 D4 の方位角 θ も 45° である。偏光板 50 と 51 とは、平行ニコル配置されている。

10

【0012】

電圧が印加されない状態では、液晶分子 15a は TN 配列している。偏光板 51 を透過して下側基板 12 に入射した光は、液晶分子 15a のダイレクタに沿って偏光方向を旋回させながら液晶層 15 内を進み、 90° 旋回したところで上側基板 11 から出射するため、上側基板 11 側の偏光板 50 で遮られる。このため黒表示が実現される。

【0013】

電圧印加時においては、液晶分子 15a が基板（上側基板 11 及び下側基板 12）に垂直に立つため、偏光板 51 を透過して下側基板 12 に入射した光は、そのまま液晶層 15 内を進み、上側基板 11 及び偏光板 50 から出射する。この場合、白表示が実現される。

20

【0014】

このようなノーマリブラック 90° ねじれ TN モードの液晶表示素子において、電圧無印加時に良好な黒レベル（光透過率の低い良好なオフ表示）を得るには、液晶層 15 の厚さ d (μm) と、液晶層 15 を形成する液晶材料の複屈折率 Δn の積 $\Delta n d$ （リタデーション、単位 μm ）を適切に調整する必要がある。

【0015】

図 11 は、リタデーション $\Delta n d$ と電圧無印加時の光透過率との関係を表したグラフである。横軸は、リタデーション $\Delta n d$ を単位「 μm 」で示す。縦軸は、光透過率を単位「%」で示す。

30

【0016】

リタデーション $\Delta n d$ が、約 $0.49 \mu\text{m}$ 、及び約 $1 \mu\text{m}$ のとき光透過率は極小値をとる。これはいわゆる Gooch & Tarry の式に従う光透過率の変化を示すものである。リタデーション $\Delta n d$ が約 $1 \mu\text{m}$ を超えると、光透過率の目立った増減はなく、また、リタデーション $\Delta n d$ が約 $1.9 \mu\text{m}$ 以上の範囲においては、光透過率は単調に減少している。したがって、少なくともある一定値以上のリタデーション $\Delta n d$ では、リタデーション $\Delta n d$ が、約 $0.49 \mu\text{m}$ （第 1 ミニマム条件）、及び約 $1 \mu\text{m}$ （第 2 ミニマム条件）のときの光透過率より低い光透過率を与え、良好な黒表示を実現することができる。

【0017】

40

ところが、リタデーション $\Delta n d$ の値を大きくとる（たとえば第 2 ミニマム条件以上のリタデーション $\Delta n d$ ）と、液晶層 15 の厚さが増大するため、液晶分子 15a の応答速度が低速になる。また、駆動電圧が上昇するという問題が生じる。更に、リタデーション $\Delta n d$ を大きくすることによって良好な黒表示を得る方法は、液晶分子のねじれ角が 90° の場合でのみ有効な方法である。

【0018】

図 11 に示したグラフからわかるように、図 10 に示したノーマリブラック型 TN 液晶表示素子では、Gooch & Tarry のミニマム条件以外の、リタデーション $\Delta n d$ が小さい領域においては、良好な黒レベルを得るのは困難である。良好な黒レベルが得られるのは、Gooch & Tarry のミニマム条件のみとなるため、設計上の制約が大きい

50

。しかも、ねじれ角が 90° に設定された高速応答の液晶表示素子を作製するために、リタデーション $\Delta n d$ を約 $0.49\mu\text{m}$ にした場合であっても、通常は良好な黒レベルを得ることは難しく、また、ギャップ変動の影響が大きいため視角が狭くなり、更には、均一厚さのセルの製造が困難であるという問題点がある。このため、 $0.49\mu\text{m}$ というリタデーションは、実際にはほとんど用いられていないのが現状である。

【0019】

現在、一般に用いられているノーマリホワイト型の液晶表示素子においては、黒表示を電圧印加時に実現するため、良好な黒表示を得るには比較的高い印加電圧（駆動電圧）設定を必要とする。更に、単純マトリクス駆動の液晶表示素子の場合は、明表示の透過率を重視して走査本数を増加させると、それに伴って黒レベルが上昇し、明瞭な表示コントラストを得られない場合が生じる。

10

【0020】

「従来の単層型ツイステッドネマティック電界効果型液晶表示セルに給電手段を具備しないツイステッドネマティック液晶層を重畳した二層型構造」の液晶表示装置が發明されている。（たとえば、特許文献1参照。）

特許文献1に記載の二層型液晶表示装置は、「2枚の基板間に螺旋軸を基板面と垂直な方向にして基板間で液晶分子長軸を実質的に 90° 捻ったいわゆるツイステッドネマティック電界効果型液晶表示装置に関するものであり、特にその非活性時の表示の色付き現象を軽減化する技術に関するものである。」

【0021】

20

【特許文献1】特開昭57-96315号公報

【發明の開示】

【發明が解決しようとする課題】

【0022】

本發明の目的は、高品質の液晶表示素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本發明の一観点によると、それぞれ電極を備える上側基板及び下側基板と、その両者間に保持され、電界が発生していない状態で液晶分子がツイスト配列してヘリカル構造を示し、リタデーションが、 $0.75\mu\text{m}$ 以上 $0.95\mu\text{m}$ 以下である液晶層とを有する駆動セルと、前記駆動セルの一方の基板面上に配置され、上側基板及び下側基板と、その両者間に保持され、液晶分子がツイスト配列してヘリカル構造を示す液晶層を含み、該液晶層は、ヘリカル構造の旋回方向が、前記駆動セルのヘリカル構造の旋回方向とは逆向きであり、該液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向と、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向とが、前記上側及び下側基板の面内で直交する補償手段であって、ヘリカル構造の旋回角の大きさが、前記駆動セルのヘリカル構造の旋回角の大きさと等しく、 100° 以上 150° 以下であり、該液晶層のリタデーションは、前記駆動セルの液晶層のリタデーションとの差が $0.3\mu\text{m}$ 以下である補償手段と、前記駆動セルと補償手段とを含む構造体の両側にそれぞれクロスニコルに配置された2枚の偏光板であって、透過軸または吸収軸の方向が、ともに、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向と 45° の角をなすようにクロスニコルに配置された2枚の偏光板とを有することで、前記駆動セルへの電圧無印加時において、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方位と 90° をなす方位の、極角 60° 方向から観察したときの透過率が4%以下であり、前記駆動セルの液晶層及び前記補償手段の液晶層は二色性色素を含まない液晶表示素子が提供される。

30

40

【0024】

この液晶表示素子は、良好な黒レベル、高コントラスト、広い視角、良好な急峻性等の特徴を備え得る液晶表示素子である。

【發明の効果】

50

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、高品質の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】

【 0 0 2 6 】

本願発明者らは、先の提案（特願 2 0 0 3 - 2 8 7 0 5 4 号、[発明を実施するための最良の形態]の[0 0 1 2]～[0 0 5 4]及び図 1～図 1 1）において、「電界が発生していない状態で液晶分子がツイスト配列してヘリカル構造を示す液晶層を保持し、該液晶層に基板面内方向の電界を発生させる電極が形成された駆動セルと、前記駆動セルの一方の面上に配置され、液晶分子がツイスト配列してヘリカル構造を示す液晶層を含み、ヘリカル構造の旋回方向が、前記駆動セルのヘリカル構造の旋回方向とは逆向きであり、該液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向が、前記駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向と直交する補償手段と、前記駆動セルと補償手段とを含む構造体の両側にそれぞれ配置された偏光板とを有する液晶表示素子」（特願 2 0 0 3 - 2 8 7 0 5 4 号、[請求項 1]）等の発明を詳しく開示した。

10

【 0 0 2 7 】

本願においては、これに関連した液晶表示素子を提案する。

【実施例】

【 0 0 2 8 】

図 1 は、実施例による液晶表示素子の主要部の構成を示す概略的な分解斜視図である。図 1 には、ねじれ角が 9 0 ° の液晶表示素子の例を示した。実施例による液晶表示素子は、駆動セル 3 0、補償セル 4 0、駆動セル 3 0 側の偏光板 5 3、及び補償セル 4 0 側の偏光板 5 2 を含んで構成される。

20

【 0 0 2 9 】

駆動セル 3 0 の構成は、図 1 0 に示した液晶セル 2 0 のそれと同一である。

【 0 0 3 0 】

補償セル 4 0 は、上側基板 3 1、下側基板 3 2、及び両者に挟まれた液晶層 3 5 を含んで構成される。下側基板 3 2 が駆動セル 3 0 の上側基板 2 1 に接触している。上側基板 3 1 及び下側基板 3 2 の対向面上にそれぞれ配向膜 3 1 c、3 2 c が形成され、ラビング処理が施されている。上側基板 3 1 の配向膜 3 1 c に施されたラビングの方向 D 7 は方位角 2 2 5 ° の方向であり、下側基板 3 2 の配向膜 3 2 c に施されたラビングの方向 D 8 は方位角 3 1 5 ° (- 4 5 °) の方向である。

30

【 0 0 3 1 】

液晶層 3 5 には、たとえば正の一軸光学異方性を有する液晶材料が充填されている。液晶層 3 5 内の液晶分子 3 5 a がツイストし、ヘリカル構造を構成する。このヘリカル構造は右旋回となり、ねじれ角は 9 0 °、厚さ方向の中央に位置する液晶分子の配向方向の方位角 θ は 0 ° になる。駆動セル 3 0 の液晶層 2 5 の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子 2 5 a の配向方向 (2 7 0 °) と、補償セル 4 0 の液晶層 3 5 の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子 3 5 a の配向方向 (0 °) とは、基板面内方向で相互に直交する。

【 0 0 3 2 】

駆動セル 3 0 の場合も、補償セル 4 0 の場合も、液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向は、上側基板に施されたラビング処理の面内方向の単位ベクトルと、下側基板に施されたラビング処理の面内方向の単位ベクトルの合成ベクトルの向きと直交する方向である。したがって、駆動セルと補償セルの液晶層の厚さ方向に関する中央位置の液晶分子の配向方向が相互に直交するとは、駆動セル 3 0 における当該合成ベクトルの方向と、補償セル 4 0 における当該合成ベクトルの方向とが直交することを意味する。

40

【 0 0 3 3 】

偏光板 5 2 が、補償セル 4 0 の上側基板 3 1 の外側の面に密着し、偏光板 5 3 が、駆動セル 3 0 の下側基板 2 2 の外側の面に密着している。偏光板 5 2 の透過軸の方向 D 9 の方位角 θ は 1 3 5 ° であり、偏光板 5 3 の透過軸の方向 D 1 0 の方位角 θ は 4 5 ° である。

50

偏光板 52 と 53 とは、クロスニコル配置されている。

【0034】

上下2枚の偏光板 52、53 の透過軸の方向は、ともに、駆動セル 30 の液晶層 25 の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子 25a の配向方向と 45° の角をなす。

【0035】

なお、実施例による液晶表示素子は、電圧無印加時に黒表示、電圧印加時に白表示を行う液晶表示素子である。

【0036】

以下、実施例による液晶表示素子について、良好な表示状態が得られる条件を検討したシミュレーション結果を示す。シミュレーションは、すべてシンテック社製の LCD MASTER 6.02 1次元シミュレータを用いて行った。液晶材料は、メルク社製の ZLI-4792 を想定し、偏光板は日東電工製 G1220U、またはボラテクノ製 KN-18242T を想定した。また、液晶材料にはカイラル剤が添加されているとし、液晶分子は配向膜により設定したツイスト方向と同じ方向にねじれるようにした。

【0037】

ねじれ角が 120° 以下の場合、セル厚 d とカイラルピッチ p の比 d/p が 0.1 となるように調整した。ねじれ角がそれより大きい場合は、 d/p が 0.2 となるように調整した。なお、配向膜には 0.5° のプレティルト角を付与するものと設定した。

【0038】

図2は、ねじれ角を 90°、リタデーション $\Delta n d$ を 0.5 μm (セル厚 5 μm) に固定し、電圧無印加時における可視光領域の液晶表示素子正面観察時の分光スペクトルを計算した結果を示すグラフである。

【0039】

グラフの横軸は、波長を単位「nm」で示す。縦軸は、光透過率を、「任意単位」で示す。aの曲線は、図10に示した従来例による液晶表示素子、bの曲線は、図1に示した実施例による液晶表示素子についてのシミュレーション結果である。

【0040】

aの曲線を参照する。従来例による液晶表示素子においては、約 440 nm をピークとする短波長側、及び、約 570 nm 以上の長波長側において、光り抜けが生じていることがわかる。実際に、シミュレーションと同じ材料及び条件で、従来例による液晶表示素子のサンプルを作製し、観察を行ったところ、当該サンプルにおいて電圧無印加時の表示状態は紫色を呈しており、光り抜けが生じていることが確認された。

【0041】

bの曲線を参照する。実施例による液晶表示素子では、すべての波長域において、ほとんど光り抜けが生じていないことがわかる。実際に、シミュレーションと同じ材料及び条件で、実施例による液晶表示素子のサンプルを作製し、観察を行ったところ、当該サンプルにおいては、電圧無印加時に良好な黒レベルが得られることが確認された。

【0042】

なお、実施例による液晶表示素子においては、駆動セルと補償セルとの間のリタデーション $\Delta n d$ の差が 0.3 μm 以内であれば、良好な黒レベルが得られることを確認した。

【0043】

次に、実施例による液晶表示素子について、電圧無印加時の黒レベル状態における視角特性のセル厚依存性についてシミュレーションを行った。

【0044】

図3(A)～(E)は、ねじれ角 90° において、0.44 μm 以上 0.8 μm 以下の5つのリタデーションの値に対する電圧無印加時等輝度曲線を示す。(A)は、リタデーションが 0.44 μm (セル厚が 4.4 μm) の場合、(B)は、0.55 μm (セル厚が 5.5 μm) の場合、(C)は、0.65 μm (セル厚が 6.5 μm) の場合、(D)は、0.75 μm (セル厚が 7.5 μm) の場合、(E)は、0.8 μm (セル厚が 8 μm) の場合の等輝度曲線である。駆動セルと補償セルのセル厚は等しいとしてシミュレー

10

20

30

40

50

ションを行った。なお、これ以降説明するシミュレーションにおいては、偏光板としてK N - 1 8 2 4 2 Tを想定した。

【 0 0 4 5 】

図3 (A) ~ (E) の等輝度曲線から、セル厚 (リタデーション) の増加に伴い、視角を大きく振った場合の光り抜けが小さくなり、セル厚が約 $7.5 \sim 8 \mu\text{m}$ (リタデーションが約 $0.75 \sim 0.8 \mu\text{m}$) で最も光り抜けが少ない状態が得られることがわかる。

【 0 0 4 6 】

なお、素子正面から観察したときの黒レベルはすべてのセル厚設定で等しく、一対の偏光板をクロスニコル配置したものと同等であった。更に、シミュレーションを繰り返した結果、方位 0° または 180° 、極角 60° (セルの法線を 0° とした場合) から観察したとき、電圧無印加時透過率 (黒レベル透過率) を約 4% 以下に抑制できる条件は、セル厚が $6.3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下であることもわかった。

【 0 0 4 7 】

実施例による液晶表示素子は、G o o c h & T a r r y ミニマム条件によるリタデーション $\Delta n d$ の制約なしに良好なオフ表示を実現可能なノーマリブラックTN液晶表示素子である。従来のG o o c h & T a r r y の式に従うTNモード液晶表示素子に比べ、セル厚設定は任意であり、セル設計の自由度が大きい。広範なセル厚に渡って、電圧無印加時に正面観察による良好な黒レベルを得ることができる。

【 0 0 4 8 】

続いて、実施例による液晶表示素子について、素子正面から観察した場合の電気光学特性を計算し、印加電圧が 5 V 時の光透過率、及び電気光学特性におけるカーブの急峻性 (シャープネス) のセル厚依存について検討を行った。急峻性の評価は、印加電圧 5 V における光透過率を 100% としたとき、 90% の透過率が得られる電圧を「 V_{90} 」と定義し、また、 5% の透過率が得られる電圧を「 V_5 」と定義し、それらの比「 V_{90}/V_5 」を用いて行った。

【 0 0 4 9 】

図4は、印加電圧 5 V 時の光透過率、及び、「 V_{90}/V_5 」のセル厚に対する変化を示すグラフである。横軸は、セル厚を単位「 μm 」で示し、縦軸は、透過率及び「 V_{90}/V_5 」を、それぞれ単位「 $\%$ 」、「任意単位」で示す。

【 0 0 5 0 】

aの曲線は、 5 V 印加時の光透過率を示す曲線である。bの曲線は、「 V_{90}/V_5 」を示す。

【 0 0 5 1 】

aの曲線を参照する。セル厚が約 $8 \mu\text{m}$ のとき、透過率が最も低くなっている。 $8 \mu\text{m}$ のセル厚は、図3 (A) ~ (E) を参照して、黒レベルの視角特性が最も良好となる範囲に属すると説明した値である。

【 0 0 5 2 】

bの曲線を参照する。セル厚の増加に伴って、「 V_{90}/V_5 」の値も増加している。これは、急峻性がセル厚の増加に伴い、劣化することを示す。

【 0 0 5 3 】

2本の曲線より、電圧印加時の透過率を重視する場合は、セル厚を大きく設定することは好ましくないことがわかる。

【 0 0 5 4 】

電圧印加時光透過率の上昇、及び急峻性の改善のためには、ねじれ角の設定を変更することが有効であると考えられる。本願発明者らは、まず、いくつかのねじれ角 (90° 、 100° 、 110° 、 120° 、 130° 、 140° 、 150° 及び 160°) を設定し、各ねじれ角において、良好な電圧無印加時視角特性が得られるセル厚条件を調査した。視角特性の評価は、方位 180° 、極角 60° における光透過率のセル厚依存性を、各ねじれ角について調べることにより行った。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

図5は、実施例による液晶表示素子、及びそれとはねじれ角だけが異なる液晶表示素子を、方位180°、極角60°から観察した場合の、電圧無印加時の光透過率を表すグラフである。

【0056】

横軸はセル（駆動セル及び補償セル）の厚さを単位「 μm 」で示す。縦軸は、透過率を単位「%」で示す。駆動セルの液晶分子のねじれ角ごとに曲線を作成した。

【0057】

白丸を実線でつないだ曲線は、ねじれ角が90°の場合、白丸を点線でつないだ曲線は、ねじれ角が100°の場合、白四角を実線でつないだ曲線は、ねじれ角が110°の場合、白四角を点線でつないだ曲線は、ねじれ角が120°の場合、白三角を実線でつないだ曲線は、ねじれ角が130°の場合、白三角を点線でつないだ曲線は、ねじれ角が140°の場合、バツ印を実線でつないだ曲線は、ねじれ角が150°の場合、バツ印を点線でつないだ曲線は、ねじれ角が160°の場合のシミュレーション結果を示す。

10

【0058】

90°以上150°以下のねじれ角の範囲において、透過率約4%以下が得られるセル厚条件は、6.5 μm 以上9.5 μm 以下であることがわかる。

【0059】

また、たとえば、ねじれ角が90°の場合は、セル厚が約8 μm で透過率が最小となり、その値（最低透過率）は、約1%である。この点について、本願発明者らは、更に、図5より、各ねじれ角における透過率の最小値（最低透過率）と、それを与えるセル厚とを求めグラフ化した。

20

【0060】

図6は、最低透過率のねじれ角依存性、及び、最低透過率を与えるセル厚のねじれ角依存性を表すグラフである。aの曲線は、前者の関係を表し、bの曲線は、後者の関係を表す。

【0061】

横軸は、ねじれ角を単位「°」で示す。縦軸は、最低透過率、及び、最低透過率を与えるセル（駆動セル及び補償セル）厚を、それぞれ単位「%」及び「 μm 」で示す。

【0062】

aの曲線を参照する。最低透過率は、ねじれ角が130°のとき最大となることがわかる。

30

【0063】

bの曲線を参照する。最低透過率が得られるセル厚は、ねじれ角の増加に伴い、ほぼ線形に増加することがわかる。

【0064】

上述の結果を踏まえ、本願発明者らは、実施例による液晶表示素子、及びそれとはねじれ角だけが異なる液晶表示素子の駆動セル（上下基板の電極間）に5Vの電圧を印加した場合の、各ねじれ角条件における正面観察時透過率のセル厚依存性を計算した。

【0065】

図7は、実施例による液晶表示素子、及びそれとはねじれ角だけが異なる液晶表示素子の駆動セルに5Vの電圧を印加し、液晶表示素子を正面から観察した場合の光透過率を表すグラフである。

40

【0066】

横軸はセル（駆動セル及び補償セル）厚を単位「 μm 」で示す。縦軸は、透過率を単位「%」で示す。駆動セルの液晶分子のねじれ角（90°、100°、110°、120°、130°、140°、150°）ごとに曲線を作成した。曲線の表示方法は、図5の場合と同じであり、たとえば、白丸を実線でつないだ曲線は、ねじれ角が90°の場合のシミュレーション結果を示す。

【0067】

100°以上130°以下（100°、110°、120°、130°）のねじれ角に

50

において、セル厚変化に対する透過率の変化が、ねじれ角 90° の場合よりも小さいことがわかる。

【0068】

以上の検討をもとに、良好な電圧印加時透過率が得られ、かつ、電圧無印加時における視角特性（黒レベルの視角特性）に優れた液晶表示素子のセル厚、及びねじれ角の条件を決定する。

【0069】

図8は、セル厚とねじれ角で定められる条件における、5V印加時の透過率、及び電圧無印加時の方位 180° 、極角 60° における透過率を示す図表である。

【0070】

横軸は、セル厚を単位「 μm 」で示し、縦軸は、ねじれ角を単位「 $^\circ$ 」で示す。図中の各条件において、上段の数値は5V印加時の透過率を示し、下段の数値は電圧無印加時の透過率を示す。たとえば、セル厚 $6.5\mu\text{m}$ 、ねじれ角 90° の条件においては、5V印加時の透過率が 27.1% 、電圧無印加時の透過率が 3.86% である。なお、図8には、5V印加時透過率が 27% 以上、かつ電圧無印加時透過率が 4% 以下となる条件についてのみ示してある。

【0071】

図8より、セル厚が $6.5\mu\text{m}$ 以上 $9.5\mu\text{m}$ 以下、ねじれ角が 90° 以上 150° 以下のとき、より好ましくは、セル厚が $7.5\mu\text{m}$ 以上 $9.5\mu\text{m}$ 以下、ねじれ角が 110° 以上 130° 以下のとき、良好な表示性能を実現することができると考えられる。上記の好ましいセル厚の範囲を、リタデーション $\Delta n d$ で表すと、 $0.65\mu\text{m}$ 以上 $0.95\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは、 $0.75\mu\text{m}$ 以上 $0.95\mu\text{m}$ 以下となる。

【0072】

上記の範囲でセル厚（もしくはリタデーション）またはねじれ角を設定することにより、電圧印加時の透過率を大きく減少させることなく（比較的高いオン透過率を保ったまま）、電圧無印加時の黒レベルの良好な、優れた表示性能をもつ液晶表示素子を得ることができる。

【0073】

なお、上記の好ましいリタデーション $\Delta n d$ は、従来の良好な黒レベルの得られるノーマリブラックTN液晶表示素子のそれよりも非常に小さい。このため液晶表示素子のセル厚を薄くすることができ、応答速度の低下を防止することができる。

【0074】

次に、本願発明者らは、「 V_{90}/V_5 」（正面観察時の電気光学特性における急峻性を表す尺度）の、各ねじれ角条件におけるセル厚依存性を調べた。「 V_{90}/V_5 」は、その値が大きい場合、印加電圧（駆動電圧）を低減させる原因となる。

【0075】

図9は、「 V_{90}/V_5 」のセル厚依存性を示すグラフである。

【0076】

横軸はセル（駆動セル及び補償セル）厚を単位「 μm 」で示す。縦軸は、「 V_{90}/V_5 」を「任意単位」で示す。駆動セルの液晶分子のねじれ角（ 90° 、 100° 、 110° 、 120° 、 130° 、 140° 、 150° 、 160° ）ごとに曲線を作成した。曲線の表示方法は、図5の場合と同じであり、たとえば、白丸を実線でつないだ曲線は、ねじれ角が 90° の場合のシミュレーション結果を示す。

【0077】

ねじれ角が大きくなるにつれ、「 V_{90}/V_5 」の値が減少し、急峻性が改善されていくことがわかる。また、ねじれ角が 140° までは、セル厚の増加に伴い急峻性が劣化する傾向が見られるが、 150° 以上では、それとは反対の傾向が見られる。これよりねじれ角が 150° 未満の場合と、 150° 以上の場合とでは、液晶表示素子の光学的な動作原理は異なる傾向にあり、 150° 以上の範囲では、ねじれ角が 180° 以上のいわゆるスーパーツイストネマチック（STN）モードと同等な動作を示していると考えられる。

10

20

30

40

50

S T Nモードは、一般的に、セル厚変化に対する表示特性変化が大きく製造上取り扱いにくい傾向がある。したがって、ねじれ角は150°未満に設定することが好ましいであろう。

【0078】

実施例による液晶表示素子は、視角が広く、高コントラストで、急峻性が良好なノーマリブラックTN液晶表示素子である。

【0079】

なお、実施例においては、駆動セル50の上側基板41と偏光板64との間に、駆動セル50のねじれ方向と逆のねじれ方向を有し、液晶層内の厚さ方向の中央における液晶ダイレクタ方位が互いに基板面内方向で直交する補償セル60を配置した。補償セル60の液晶層55内の液晶分子55aは、動作中にその配列状態を変化させないため、補償セル60の代わりに、同等の光学特性を有する液晶ポリマ等からなる光学フィルムやプラスチックフィルムを用いてもよい。たとえばポラテクノ製(Dejima製)Twistarフィルムなどの液晶性を有する光学フィルムを好ましく用いることができる。補償セル60に代えてTwistarフィルムを用いた液晶表示素子についてもシミュレーションを行い、上述の結果と同様な結果を得た。

【0080】

また、駆動セル50と補償セル60の配置を交換してもよい。

【0081】

実施例による液晶表示素子においては、駆動セルの液晶分子の配向を一様(モノドメイン配向)とした。駆動セルの液晶分子が場所により配向方向を異にする(液晶表示素子が場所により複数の配向方向を有する液晶層を備える)マルチドメイン構造を採用することも可能である。マルチドメイン構造は、駆動セルの配向膜に光配向による配向処理を施す方法、駆動セルにスリットを備える電極を用いて、液晶層に斜め電界を発生させる方法等により実現可能である。

【0082】

マルチドメイン構造を採用することにより、モノドメイン構造採用時よりも、一層、視角特性を改善することができる。殊に、明表示時の視角対称性を改善することができる。

【0083】

更に、本願に係る液晶表示素子のうち、特に単純マトリクス駆動の液晶表示素子については、従来は困難であった低デューティ(1/4~1/16デューティ)条件における良好な表示品位を得ることが可能である。従来のツイストネマチック液晶表示素子においては、良好な黒レベルを得る条件が少なく、電気光学特性における急峻性も悪いので、1/4 duty未満程度しか実用化されていなかった。しかもねじれ角を90°以外に設定することができなかった。しかし、本願に係る液晶表示素子は、図9に示すように、ねじれ角を変えることによって急峻性を制御することができ、かつ、黒レベル、及びその視角特性も良好にすることが可能である。

【0084】

以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、実施例においては、上下2枚の偏光板の透過軸の方向が、ともに、駆動セルの液晶層の厚さ方向に関して中央に位置する液晶分子の配向方向と45°の角をなすとしたが、偏光板の吸収軸の方向がこのようになるように、2枚の偏光板をクロスニコル配置してもよい。その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【産業上の利用可能性】

【0085】

(i)、スタティック駆動液晶表示素子、(ii)、セグメント表示単純マトリクス駆動液晶表示素子、(iii)、ドットマトリクス表示単純マトリクス駆動液晶表示素子、(iv)、上記(ii)及び(iii)を1つの素子内に内蔵する液晶表示素子、(v)、薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor、TFT)駆動を含む

アクティブマトリクス駆動液晶表示素子等に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】実施例による液晶表示素子の主要部の構成を示す概略的な分解斜視図である。

【図2】ねじれ角を 90° 、リタデーション $\Delta n d$ を $0.5 \mu m$ （セル厚 $5 \mu m$ ）に固定し、電圧無印加時における可視光領域の液晶表示素子正面観察時の分光スペクトルを計算した結果を示すグラフである。

【図3】（A）～（E）は、ねじれ角 90° において、 $0.44 \mu m$ 以上 $0.8 \mu m$ 以下の5つのリタデーションの値に対する電圧無印加時等輝度曲線を示す。

【図4】印加電圧5V時の光透過率、及び、 V_{90}/V_5 のセル厚に対する変化を示すグラフである。

10

【図5】実施例による液晶表示素子、及びそれとはねじれ角だけが異なる液晶表示素子を、方位 180° 、極角 60° から観察した場合の、電圧無印加時の光透過率を表すグラフである。

【図6】最低透過率のねじれ角依存性、及び、最低透過率を与えるセル厚のねじれ角依存性を表すグラフである。

【図7】実施例による液晶表示素子、及びそれとはねじれ角だけが異なる液晶表示素子の駆動セルに5Vの電圧を印加し、液晶表示素子を正面から観察した場合の光透過率を表すグラフである。

【図8】セル厚とねじれ角で定められる条件における、5V印加時の透過率、及び電圧無印加時の方位 180° 、極角 60° における透過率を示す図表である。

20

【図9】「 V_{90}/V_5 」のセル厚依存性を示すグラフである。

【図10】従来のTNモード液晶表示素子の主要部の構成を示す概略的な分解斜視図である。

【図11】リタデーション $\Delta n d$ と電圧無印加時の光透過率との関係を表したグラフである。

【符号の説明】

【0087】

11、21、31 上側基板

12、22、32 下側基板

30

11a、12a、21a、22a、31a、32a 透明基板

11b、12b、21b、22b 電極

11c、12c、21c、22c、31c、32c 配向膜

15、25、35 液晶層

15a、25a、35a 液晶分子

20 液晶セル

30 駆動セル

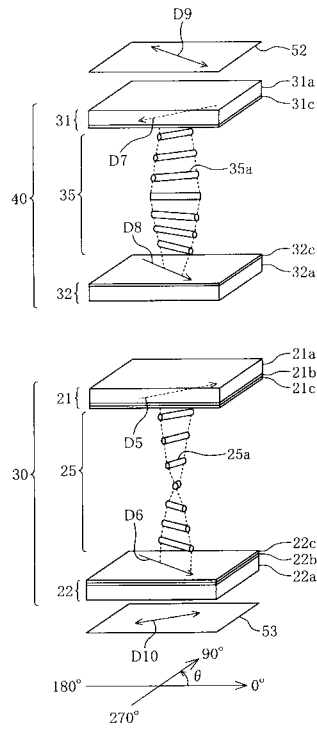
40 補償セル

50、51、52、53 偏光板

D1～D10 方向

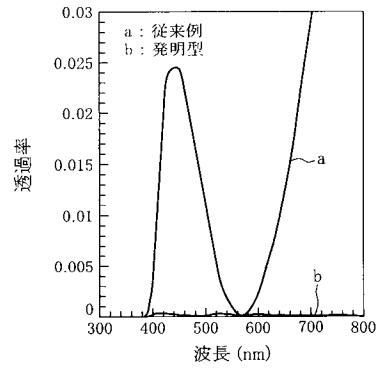
40

【図 1】

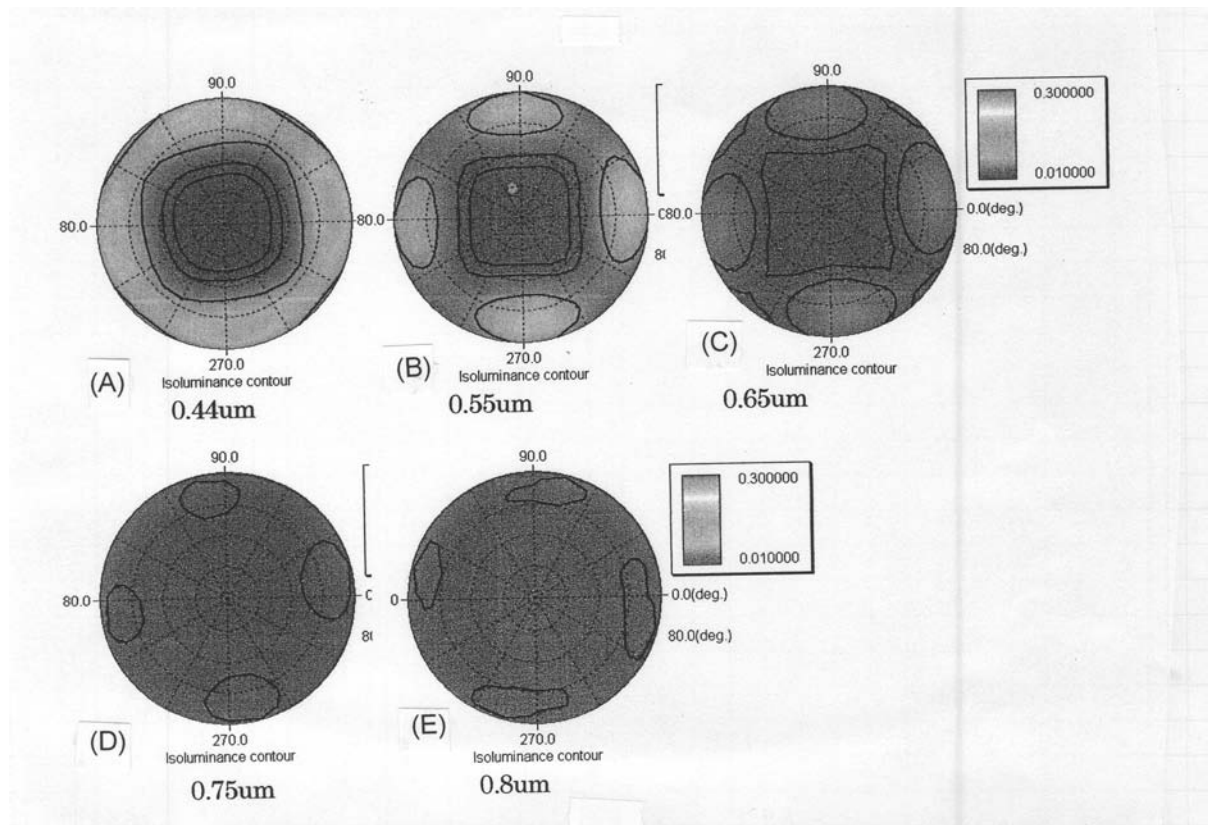


21: 上側基板
 22: 下側基板
 21a, 22a: 透明基板
 21b, 22b: 電極
 21c, 22c: 配向膜
 25: 液晶層
 25a: 液晶分子
 30: 駆動セル
 31: 上側基板
 32: 下側基板
 31a, 32a: 透明基板
 31c, 32c: 配向膜
 35: 液晶層
 35a: 液晶分子
 40: 補償セル
 D5~D10: 方向

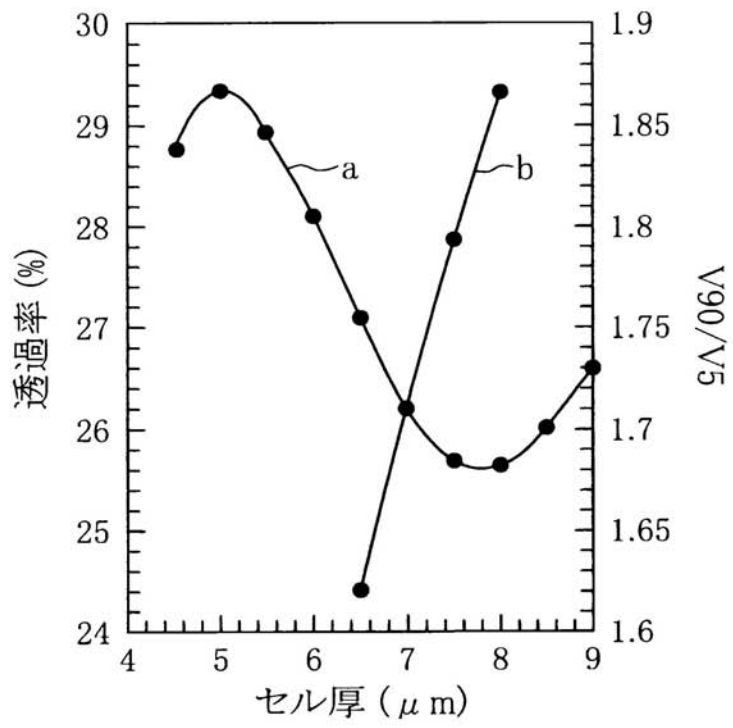
【図 2】



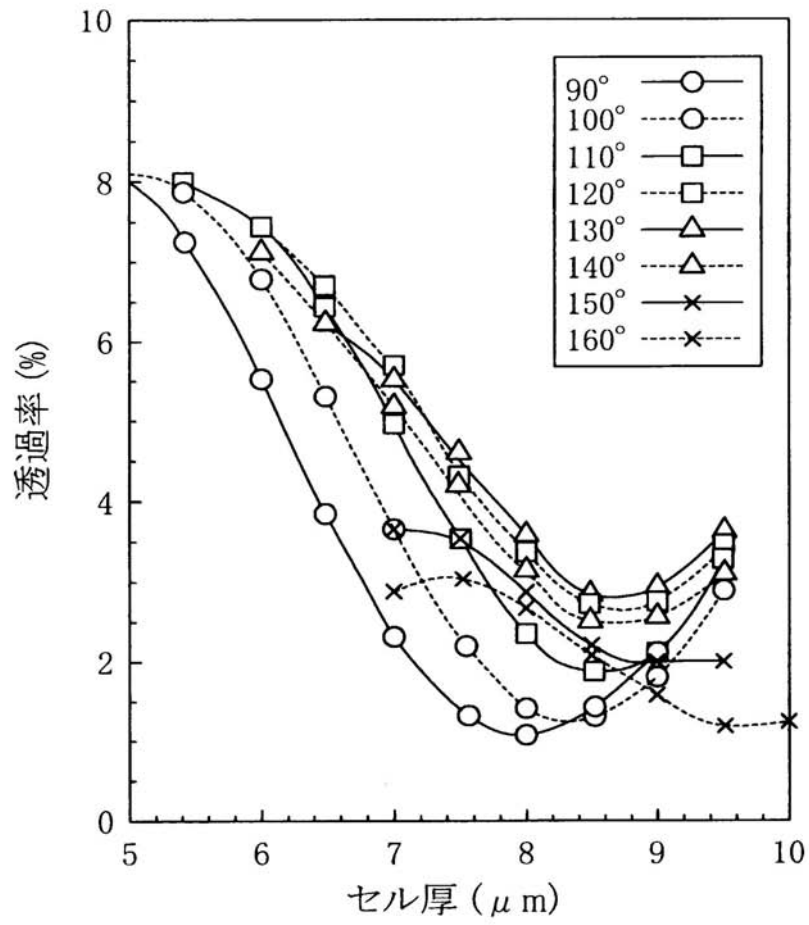
【図 3】



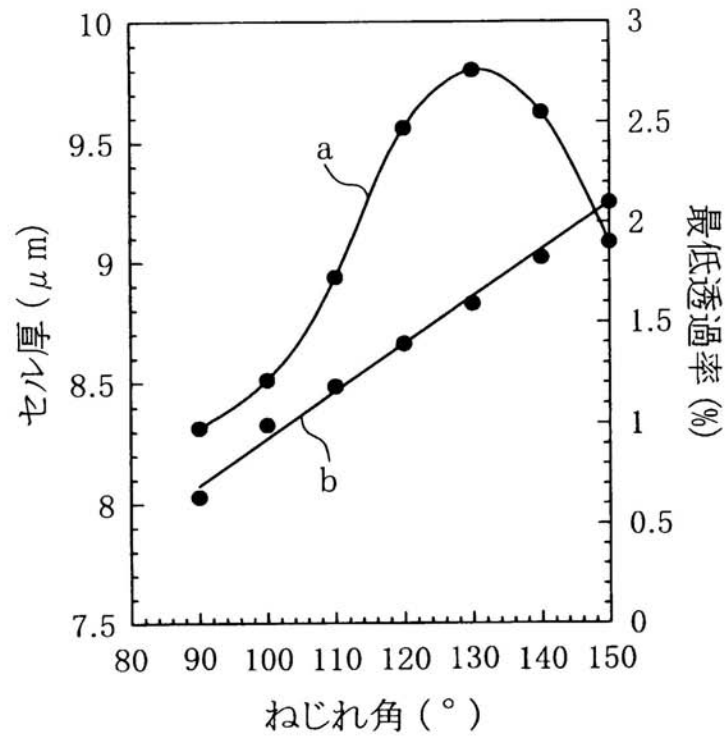
【図 4】



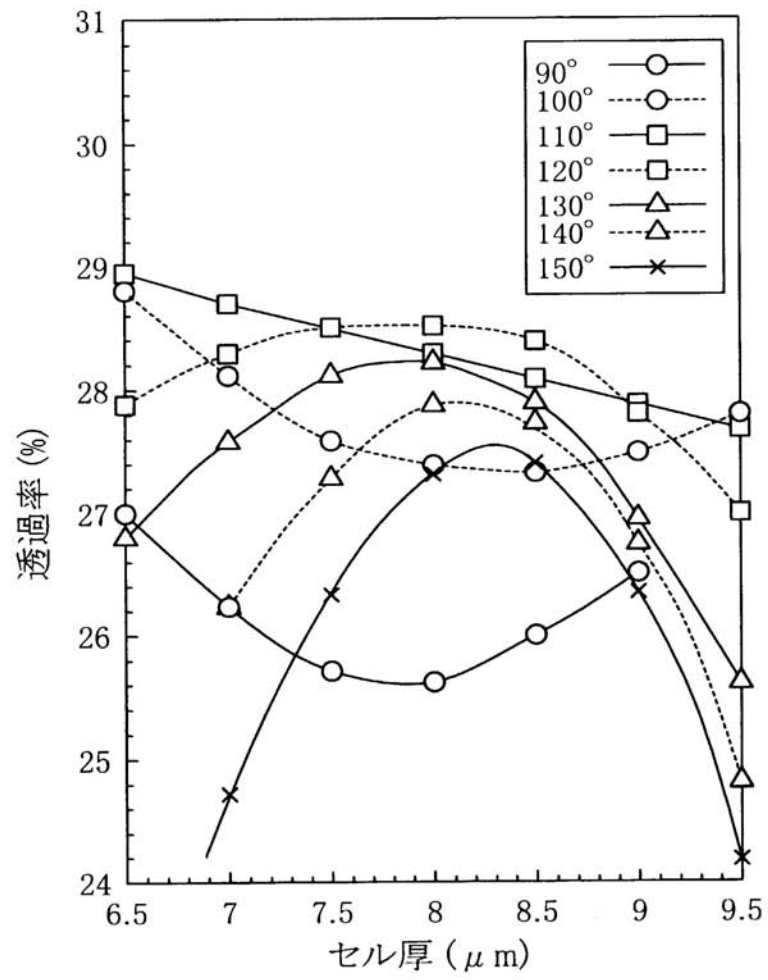
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

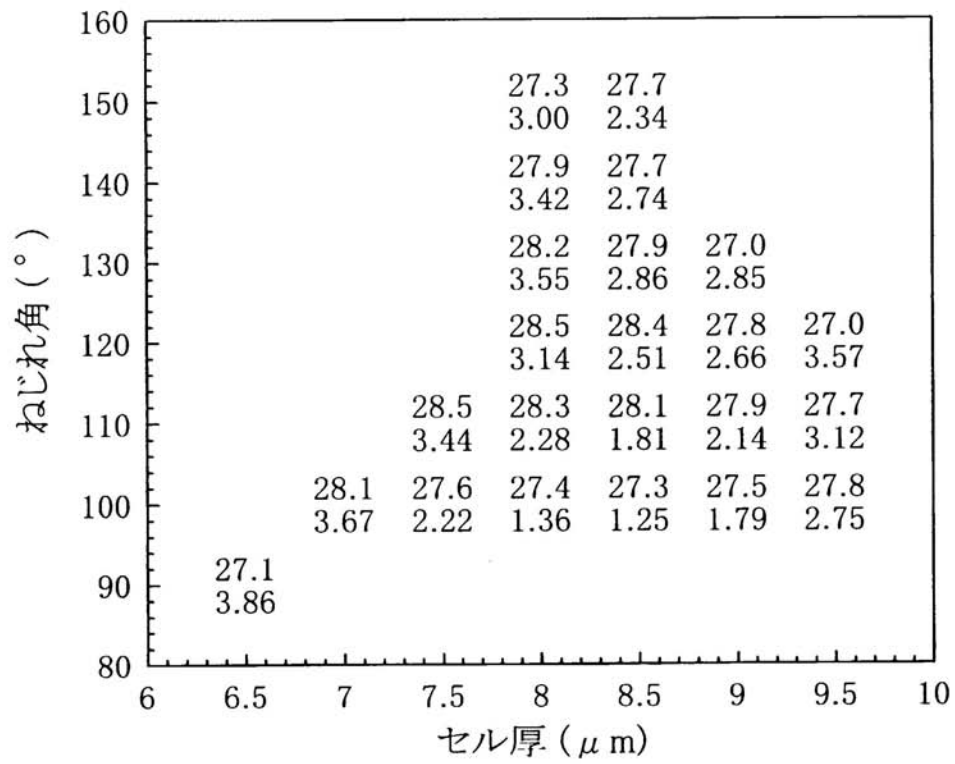
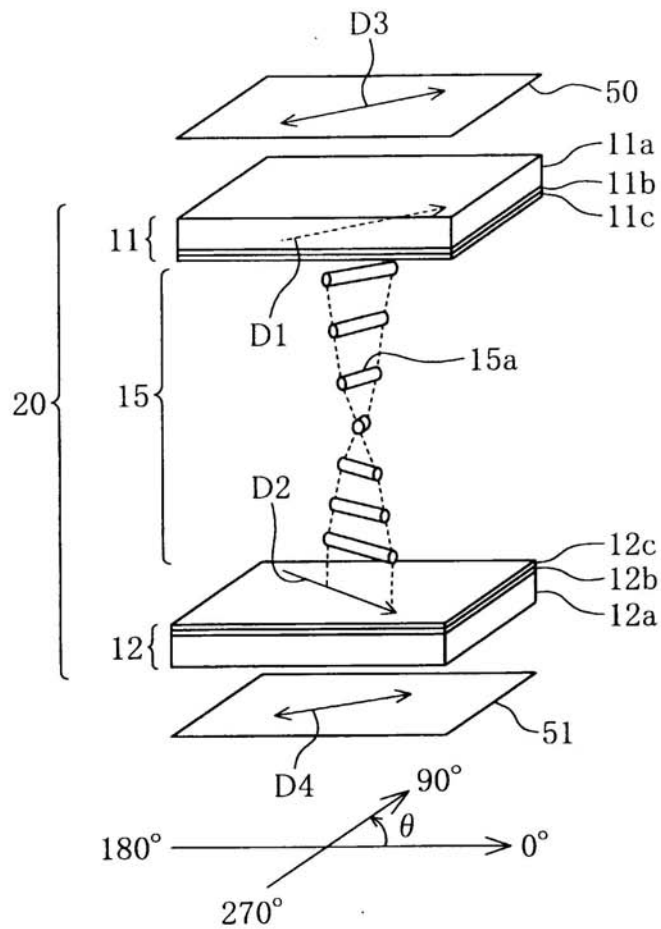


Figure 1 is a line graph showing the ratio V_{90}/V_5 (arbitrary unit) on the y-axis versus cell thickness (セル厚) in μm on the x-axis. The x-axis ranges from 6.5 to 10.0 μm , and the y-axis ranges from 1.0 to 2.0. The graph displays data for various angles from 90° to 160° . The legend indicates that solid lines with open symbols represent experimental data, and dashed lines with open symbols represent calculated data.

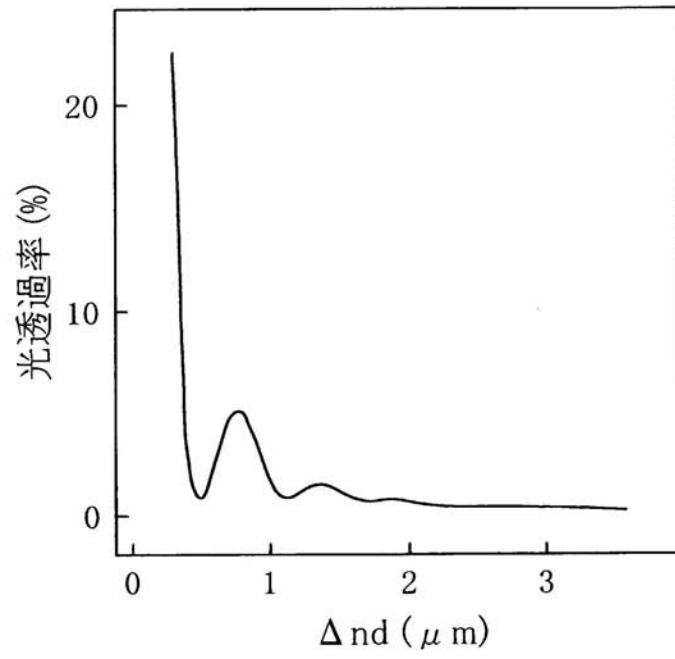
セル厚 (μm)	90° (Exp)	90° (Calc)	100° (Exp)	100° (Calc)	110° (Exp)	110° (Calc)	120° (Exp)	120° (Calc)	130° (Exp)	130° (Calc)	140° (Exp)	140° (Calc)	150° (Exp)	150° (Calc)	160° (Exp)	160° (Calc)
6.5	1.61															
7.0	1.70		1.53													
7.5	1.80		1.61		1.45		1.35		1.29		1.23		1.18		1.14	
8.0	1.87		1.70		1.54		1.40		1.32		1.23		1.17		1.13	
8.5		1.79			1.64		1.49		1.42		1.26		1.16		1.12	
9.0					1.53		1.38		1.53		1.39		1.16		1.11	
9.5													1.10		1.09	

【図10】



11: 上側基板
 12: 下側基板
 11a, 12a: 透明基板
 11b, 12b: 電極
 11c, 12c: 配向膜
 15: 液晶層
 15a: 液晶分子
 20: 液晶セル
 50, 51: 偏光板
 D1~D4: 方向

【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 都甲 康夫
東京都目黒区中目黒 2 - 9 - 13 スタンレー電気株式会社内

審査官 森江 健蔵

(56)参考文献 特開平01-178925(JP,A)
特開平06-043461(JP,A)
特開平02-000023(JP,A)
特開昭64-049021(JP,A)
特開昭63-234225(JP,A)
特開平04-214535(JP,A)
特表2003-505721(JP,A)
特開昭57-096315(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F	1 / 13363
G02F	1 / 1337
G02F	1 / 1347

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	JP4846222B2	公开(公告)日	2011-12-28
申请号	JP2004294144	申请日	2004-10-06
[标]申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气株式会社		
申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	斯坦雷电气有限公司		
[标]发明人	岩本宜久 杉山貴 都甲康夫		
发明人	岩本 宜久 杉山 貴 都甲 康夫		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/1337 G02F1/1347		
FI分类号	G02F1/13363 G02F1/1337.505 G02F1/1347		
F-TERM分类号	2H089/HA25 2H089/HA29 2H089/HA30 2H089/QA16 2H089/RA05 2H089/SA04 2H089/SA07 2H089/SA12 2H089/SA13 2H089/TA04 2H089/TA14 2H090/KA05 2H090/LA06 2H090/MA15 2H090/MB12 2H091/FA08X 2H091/FA12X 2H091/FD08 2H091/FD09 2H091/FD10 2H091/GA06 2H091/HA07 2H091/KA02 2H091/KA03 2H091/LA17 2H091/LA20 2H189/AA24 2H189/AA29 2H189/AA30 2H189/HA12 2H189/HA16 2H189/KA01 2H189/KA07 2H189/KA08 2H189/KA10 2H189/KA13 2H189/KA14 2H189/LA17 2H191/FA22 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FD09 2H191/FD10 2H191/FD13 2H191/GA05 2H191/GA08 2H191/HA06 2H191/HA09 2H191/HA33 2H191/HA34 2H191/HA37 2H191/KA02 2H191/KA04 2H191/KA05 2H191/KA06 2H191/LA22 2H191/LA25 2H191/PA83 2H290/AA15 2H290/AA16 2H290/BA07 2H290/BB41 2H290/BF13 2H290/BF23 2H290/CA44 2H290/CA51 2H290/CB12 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FD09 2H291/FD10 2H291/FD13 2H291/GA05 2H291/GA08 2H291/HA06 2H291/HA09 2H291/HA33 2H291/HA34 2H291/HA37 2H291/KA02 2H291/KA04 2H291/KA05 2H291/KA06 2H291/LA22 2H291/LA25 2H291/PA83		
审查员(译)	森江 健蔵		
其他公开文献	JP2006106434A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种扭曲向列（TN）模式液晶显示元件，其具有诸如优异的黑电平，高对比度，宽视角，优异的陡度等特性。ŽSOLUTION：液晶显示元件具有：驱动单元，具有配备有电极的上侧和下侧基板，以及保持在其间并且包括扭曲排列并且在没有电的状态下具有螺旋结构的液晶分子的液晶层。领域;补偿装置，设置在驱动单元的一个基板的表面上，包括上侧和下侧基板，以及保持在其间并包括扭曲排列并具有螺旋结构的液晶分子的液晶层，其中，相对于液晶层，螺旋结构的扭转方向与驱动单元中的螺旋结构的扭转方向相反，液晶分子在液晶层中心的取向方向与液晶层的取向方向相反。驱动单元在上侧基板和下侧基板的表面上以直角垂直相交;两个偏振板分别设置在包括驱动单元和补偿装置的结构体的两侧，交叉尼科耳，其中透射轴或其吸收轴的两个方向与液晶分子的取向方向成45°角。交叉尼科耳中的驱动单元的液晶层的中心处置。

