

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 特 許 公 報 ( B 2 )

(11)特許番号

特許第3474167号  
(P3474167)

(45)発行日 平成15年12月8日(2003.12.8)

(24)登録日 平成15年9月19日(2003.9.19)

(51)Int.Cl <sup>7</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363
1/133	500	1/133 500

請求項の数 14 (全 25数)

(21)出願番号 特願2000 - 601491(P2000 - 601491)

(86)(22)出願日 平成12年2月23日(2000.2.23)

(86)国際出願番号 PCT/JP00/01042

(87)国際公開番号 W000/050954

(87)国際公開日 平成12年8月31日(2000.8.31)

審査請求日 平成12年10月19日(2000.10.19)

(31)優先権主張番号 特願平11 - 44431

(32)優先日 平成11年2月23日(1999.2.23)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(31)優先権主張番号 特願平11 - 173942

(32)優先日 平成11年6月21日(1999.6.21)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(73)特許権者 000001960  
シチズン時計株式会社  
東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(72)発明者 金子 靖  
日本国埼玉県所沢市大字下富字武野840番地  
シチズン時計株式会社 技術研究所内

(72)発明者 新井 真  
日本国埼玉県所沢市大字下富字武野840番地  
シチズン時計株式会社 技術研究所内

(74)代理人 100080931  
弁理士 大澤 敬

審査官 藤岡 善行

(56)参考文献 特開 平10 - 31211(JP,A)  
特開 平9 - 120050(JP,A)  
特開 平7 - 36028(JP,A)  
特開 平8 - 292413(JP,A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に、ツイスト角が200°～260°にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなるSTN液晶素子と、該STN液晶素子の第2の基板の外側に設けた位相差板と、該位相差板の外側に設けた偏光板とを備え、前記STN液晶素子の複屈折量を示すnd値が0.7～0.8μmであり、前記位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが0.35～0.40μmであり、該位相差板の遅相軸と前記偏光板の吸収軸あるいは透過軸との交差角が30°～45°であることを特徴とする液晶表示装置。

2

【請求項2】 請求項1に記載の液晶表示装置において、前記第1の電極が反射材料で形成された反射電極であり、前記反射層を兼ねていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の液晶表示装置において、前記第1の基板の前記反射層より前記ネマチック液晶側、あるいは前記第2の基板の前記ネマチック液晶側にカラーフィルタを設けた液晶表示装置。

【請求項4】 前記カラーフィルタが複数色のフィルタからなる請求項3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、前記第2の基板の外側に光拡散層を設けた液晶表示装

置。

【請求項 6】 前記位相差板の屈折率が、遅相軸方向の屈折率を  $n_x$ 、該遅相軸と直交する方向の屈折率を  $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を  $n_z$  と定義したとき、 $n_x > n_z > n_y$  の関係がある請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 半透過反射層と第 1 の電極を有する第 1 の基板と第 2 の電極を有する第 2 の基板との間に、ツイスト角が  $200^\circ \sim 260^\circ$  にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる S T N 液晶素子と、  
該 S T N 液晶素子の第 2 の基板の外側に設けた第 1 の位相差板と、  
該第 1 の位相差板の外側に設けた第 1 の偏光板と、  
前記 S T N 液晶素子の第 1 の基板の外側に設けた第 2 の位相差板と、  
該第 2 の位相差板の外側に設けた第 2 の偏光板と、  
該第 2 の偏光板の外側に設けたバックライトとを備え、  
前記 S T N 液晶素子の複屈折量を示す  $n_d$  値が  $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$  であり、  
前記第 1 の位相差板の位相差値が  $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$  であり、  
該第 1 の位相差板の遅相軸と前記第 1 の偏光板の吸収軸あるいは透過軸との交差角が  $30^\circ \sim 45^\circ$  であり、  
前記第 2 の位相差板の位相差値が概ね  $1/4$  波長であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】 半透過反射層と第 1 の電極を有する第 1 の基板と第 2 の電極を有する第 2 の基板との間に、ツイスト角が  $200^\circ \sim 260^\circ$  にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる S T N 液晶素子と、  
該 S T N 液晶素子の第 2 の基板の外側に設けた第 1 の位相差板と、  
該第 1 の位相差板の外側に設けた第 1 の偏光板と、  
前記 S T N 液晶素子の第 1 の基板の外側に設けた第 2 の位相差板と、  
該第 2 の位相差板の外側に設けた第 3 の位相差板と、  
該第 3 の位相差板の外側に設けた第 2 の偏光板と、  
該第 2 の偏光板の外側に設けたバックライトとを備え、  
前記 S T N 液晶素子の複屈折量を示す  $n_d$  値が  $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$  であり、  
前記第 1 の位相差板の位相差値が  $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$  であり、  
該第 1 の位相差板の遅相軸と前記第 1 の偏光板の吸収軸あるいは透過軸との交差角が  $30^\circ \sim 45^\circ$  であり、  
前記第 2 の位相差板の遅相軸と前記第 3 の位相差板の遅相軸とが概ね  $60^\circ$  に交差しており、  
前記第 2 の位相差板の位相差値が概ね  $1/4$  波長で、前記第 3 の位相差板の位相差値が概ね  $1/2$  波長であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】 半透過反射層と第 1 の電極を有する第 1 の基板と第 2 の電極を有する第 2 の基板との間に、ツイ

\*スト角が  $200^\circ \sim 260^\circ$  にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる S T N 液晶素子と、  
該 S T N 液晶素子の第 2 の基板の外側に設けた第 1 の位相差板と、  
該第 1 の位相差板の外側に設けた第 1 の偏光板と、  
前記 S T N 液晶素子の第 1 の基板の外側に設けた第 2 の位相差板と、  
該第 2 の位相差板の外側に設けた第 3 の位相差板と、  
該第 3 の位相差板の外側に設けた第 2 の偏光板と、  
該第 2 の偏光板の外側に設けたバックライトとを備え、  
前記 S T N 液晶素子の複屈折量を示す  $n_d$  値が  $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$  であり、  
前記第 1 の位相差板の位相差値が  $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$  であり、  
該第 1 の位相差板の遅相軸と前記第 1 の偏光板の吸収軸あるいは透過軸との交差角が  $30^\circ \sim 45^\circ$  であり、  
前記第 2 の位相差板の遅相軸と前記第 3 の位相差板の遅相軸とが概ね直交しており、  
前記第 2 の位相差板の位相差値の波長依存性と前記第 3 の位相差板の位相差値の波長依存性が異なり、  
該第 2 の位相差板の位相差値と該第 3 の位相差板の位相差値との差が概ね  $1/4$  波長であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】 請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、  
前記第 2 の基板の外側に光拡散層を設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】 請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の液晶表示装置において、  
前記第 1 の基板の前記半透過反射層より前記ネマチック液晶側、あるいは前記第 2 の基板の前記ネマチック液晶側にカラーフィルタを設けた液晶表示装置。

【請求項 12】 前記第 1 の位相差板の屈折率が、遅相軸方向の屈折率を  $n_x$ 、該遅相軸と直交する方向の屈折率を  $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を  $n_z$  と定義したとき、 $n_x > n_z > n_y$  の関係があることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 13】 前記半透過反射層が、厚さ  $0.01 \mu\text{m} \sim 0.03 \mu\text{m}$  の金属薄膜からなる請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 14】 前記半透過反射層が、画素毎に開口部を設けた金属薄膜である請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は液晶表示装置の構造に関し、特に、液晶素子の内部に設けた反射層あるいは半透過反射層と 1 枚の偏光板とによって、明るい白黒表示やカラー表示を実現する単偏光板方式の反射型液晶表示装置および半透過反射型液晶表示装置に関するもの

である。

【0002】

【従来の技術】従来、反射型液晶表示装置としては、1対の偏光板の間にTN（ツイステッドネマティック）液晶素子やSTN（スーパーツイステッドネマチック）液晶素子を配置し、その一方の偏光板の外側に反射層を設けた構造のものが主に用いられている。しかしこのような反射型液晶表示装置は、外光が視認側から入射して反射層によって反射されて視認側へ出射するまでに、2枚の偏光板を2回ずつ通過することになるため光量の減少が多くなり、表示の明るさが低かった。さらに、反射層が液晶素子のガラス基板の外側にあるので、表示に影が生じるという問題もあった。

【0003】このような問題の対策として、偏光板1枚で表示が可能な単偏光板型液晶表示装置が提案されている。それによれば、偏光板が1枚であることから、従来の偏光板を2枚用いる反射型液晶表示装置に比べて光量の減少が少なくなり、表示の明るさを改善することができる。また、単偏光板型液晶表示装置では、反射層を液晶素子の内部に形成することによって、表示の影の問題も解決することが可能である。

【0004】このような単偏光板型液晶表示装置は、例えば、特開平4-97121号公報（JP, 04-97121, A）に見られるように、1枚の偏光板と1枚の位相差板および反射層を内在した液晶素子とから構成されている。しかしながら、このような従来の単偏光板型液晶表示装置は、良好な黒表示を実現できず、コントラストが低いという問題があった。良好な黒表示を得るためには、黒表示部では可視光領域のすべての波長において低い反射率（視認側から見た入射光量に対する出射光量の比率）を実現する必要がある。

【0005】しかし、上述した液晶表示装置では、液晶素子に電圧を印加しない状態のオフ時に白表示で、電圧を印加した状態のオン時に黒表示となるノーマリ白モードについて説明されているが、このノーマリ白モードでは、良好な黒表示を得ることが難しく、その結果、コントラストが低い表示しか得られない。

【0006】そこで、良好な黒表示を得るために、例えば、特開平7-84252号公報（JP, 07-84252, A）に見られるように、液晶素子に電圧を印加しない状態のオフ時に黒表示で、電圧を印加した状態のオン時に白表示となるノーマリ黒モードの反射型液晶表示素子が開発されている。しかし、この液晶表示装置でも、液晶素子の複屈折量を示すDn値や、位相差板の配置角度及び位相差値や、偏光板の配置角度等の最適化が不十分であるため、可視光領域の全ての波長に対して低い反射率を実現することはできず、コントラストが不十分である。

【0007】また、上述した従来の単偏光板型液晶表示装置では、反射層は光を透過しないのでバックライトを

設けることができず、外光が弱い場所や夜間には表示を見ることができなかった。そこで、反射層として、薄膜アルミニウムを蒸着やスパッタ法で形成したハーフミラーを用いたり、反射層に画素毎の開口部を設け、外光が弱い場所や夜間にはバックライトの光で表示を行う半透過反射型液晶表示装置が開発されている。

【0008】しかし、単偏光板型液晶表示装置の場合、外光を用いる反射表示の時には、入射光が液晶素子を往復した状態で、1枚の偏光板によってその反射光の出射が制御されて良好な黒表示が得られるように、液晶素子および位相差板等の光学素子を設計する必要がある。一方、バックライトを用いた透過表示の時には、バックライトからの光が液晶素子を1回しか透過せず、その状態で1枚の偏光板によってその光の出射が制御されて良好な黒表示が得られるように、液晶素子および光学素子を設計する必要がある。そのため、反射表示と透過表示の両方とも高いコントラストを得ることは難しかった。

【0009】反射層に画素毎の開口部を設けた液晶表示装置は、例えば、特開平10-282488号公報（JP, 10-282488, A）に開示されているが、そこには液晶素子や光学素子の条件に関する記述は一切なく、反射表示の時と透過表示の時で、いかにして良好なコントラスト表示を両立させるかについて何も記載されていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】この発明は上述のような技術的背景に鑑みてなされたものであり、単偏光板型液晶表示装置において、すべての波長に亘り良好な低い反射率の黒表示を得ることにより、明るくコントラストの高い表示を実現することを目的とする。また、それを半透過反射型液晶表示装置にして、外光による反射表示とバックライト照明による透過表示とを可能にし、且つ反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られるようにすることも目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明による液晶表示装置は、上記の目的を達成するため、反射層と第1の電極とを有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に、 $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$  にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してSTN液晶素子を構成し、そのSTN液晶素子の第2の基板の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側）に位相差板を、さらにその外側に偏光板を備えた単偏光板型の反射型液晶表示装置であって、上記STN液晶素子の複屈折量を示すnd値が $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であり、上記位相差板の複屈折量を示す位相差値Rが $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ であり、その位相差板の遅相軸と偏光板の吸収軸あるいは透過軸との交差角が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする。この液晶表示装置において、上記第1の電極を反射材料で形

成した反射電極にすることにより、上記反射層を兼ねることができ、別に反射層を設ける必要がなくなる。

【0012】この発明による液晶表示装置はまた、半透過反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に、ツイスト角が $200^{\circ} \sim 260^{\circ}$  にツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してSTN液晶素子を構成し、そのSTN液晶素子の第2の基板の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側）に第1の位相差板を、さらにその第1の位相差板の外側に第1の偏光板を設け、上記STN液晶素子の第1の基板の外側に、第2の位相差板と第2の偏光板とバックライトとを順次備え、半透過反射型液晶表示装置を構成する。そして、上記STN液晶素子の複屈折量を示す  $n_d$  値が $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ で、上記第1の位相差板の位相差値が $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ であり、第1の位相差板の遅相軸と第1の偏光板の吸収軸あるいは透過軸との交差角が $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$  であり、第2の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長である。

【0013】このような液晶表示装置において、上記第2の位相差板と第2の偏光板との間に第3の位相差板を設け、その第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とが概ね $60^{\circ}$  に交差するようにし、第2の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長で、第3の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であるようにするとよい。あるいは、上記第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とが概ね直交するようにし、その第2の位相差板の位相差値の波長依存性と第3の位相差板の位相差値の波長依存性が異なり、第2の位相差板の位相差値と第3の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長であるようにしてもよい。上記半透過反射層を、厚さ $0.01 \mu\text{m} \sim 0.03 \mu\text{m}$ の金属薄膜とするか、画素毎に開口部を設けた金属薄膜とすることができる。

【0014】これらの各液晶表示装置において、上記STN液晶素子の第2の基板の外側に光拡散層を設けるとよい。また、上記STN液晶素子の第1の基板の反射層よりネマチック液晶側、あるいは第2の基板のネマチック液晶側にカラーフィルタを設けることにより、カラー液晶表示装置になる。そのカラーフィルタが複数色、特に3原色のフィルタからなるようにすれば、フルカラー表示を行うことができる。さらに、上記位相差板の屈折率が、遅相軸方向の屈折率を $n_x$ 、該遅相軸に直交する方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を $n_z$ と定義したとき、 $n_x > n_z > n_y$ の関係があるようにするのが望ましい。

【0015】上述したこの発明による液晶表示装置は、従来の単偏光板型の反射型液晶表示装置あるいは半透過型液晶表示装置とその基本構成は同じであるが、液晶素子の  $n_d$  値、位相差板の位相差値、位相差板の配置角、および偏光板の配置角を、高コントラストが得られるノーマリ黒モードについて、光学シミュレーションと

実測データを用いて最適化を行ったものである。その結果、反射表示の場合、STN液晶素子に電圧無印加状態で、偏光板を通してから入射する直線偏光は、位相差板とSTN液晶素子を透過した状態で全ての波長で円偏光となる。そして、反射層反射され、再度STN液晶素子と位相差板を透過すると、偏光方向が $90^{\circ}$  回転した直線偏光となり、全て偏光板に吸収されるため、完全な黒表示を得ることができる。

【0016】つまり、偏光板と位相差板と反射層を内在したSTN液晶素子により、電圧無印加時の黒表示が良好であり、且つ偏光板が1枚であるので明るい白表示ができるため、高コントラストの表示を実現できる。また、反射層が液晶素子に内在しているので表示の影も生じない。一方、半透過型液晶表示装置でバックライトを点灯した透過表示においては、バックライトから出た光は、STN液晶素子の裏面に設けた第2の偏光板と位相差値が $1/4$ 波長である第2の位相差板とを透過し、さらにSTN液晶素子の半透過反射層を透過してネマチック液晶に入射する。

【0017】前述したように、第1の位相差板の位相差値と配置角度を最適化したので、液晶素子の複屈折性と第1の位相差板の位相差とを合成した複屈折性は、丁度 $1/4$ 波長相当になっている。したがって、STN液晶素子の裏面の第2の位相差板を液晶素子の複屈折性と減算する位置に配置すると複屈折性が無くなり、バックライトから出た光は、STN液晶素子の裏面に設けた第2の偏光板を通過してその透過軸方向に直線偏光し、そのままの状態第1の位相差板から出射する。

【0018】したがって、バックライト側の第2の偏光板と視認側の第1の偏光板とが、その吸収軸が互いに直交するように配置されていると、良好な黒表示が得られる。そして、STN液晶素子に電圧を印加した状態では、液晶素子の複屈折性が変化し、反射表示および透過表示ともに良好な白表示を得ることが可能になり、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、この発明による液晶表示装置の最良の実施形態を図面を参照して具体的に説明する。

〔第1の実施形態：図1から図3，図10および図13〕

まず、この発明による液晶表示装置の第1の実施形態の構成を図1および図2によって説明する。図1はその液晶表示装置の構成を示す模式的な断面図、図2はその反射層と第1，第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

【0020】この液晶表示装置は図1に示すように、STN液晶素子20と、その第2の基板2の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側：視認側）に設けた位相差板12と、その位相差板12の外側に設けた偏光板11

とによって、単偏光板型の反射型液晶表示装置を構成している。偏光板 1 1 と位相差板 1 2 は、アクリル系粘着剤で接着して一体化しており、STN 液晶素子 2 0 の第 2 の基板 2 の外面にアクリル系粘着剤で貼り付けてある。STN 液晶素子 2 0 は、それぞれ厚さ 0.5 mm のガラス板からなる第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 とが、周囲をシール材 5 によって張り合わされ、その間隙に左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶 6 が封入され挟持されている。

【0021】その第 1 の基板 1 の内面に、アルミニウムからなる厚さ 0.2 μm の反射層 7 と、それを覆うアクリル系材料からなる厚さ 2 μm の保護膜 8 とが形成され、さらにその保護膜 8 上に第 1 の電極 3 が形成されている。第 2 の基板 2 の内面には第 2 の電極 4 が形成されている。第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 は、いずれも透明導電膜である酸化インジウム錫 (ITO) 膜によって、図 2 に示すように互いに直交するストライプ状に多数形成され、その第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 が交差して重なり合う部分がそれぞれ画素部となる。この第 1 の電極 3 を形成した第 1 の基板 1 の保護膜 8 上と、第 2 の電極 4 を形成した第 2 の基板 2 の内面には、それぞれ配向膜を形成しているが図示を省略している。

【0022】この ITO 膜からなる第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の透過率は、明るさの点で重要である。ITO 膜のシート抵抗値が低いほど膜厚が厚くなり、透過率が低くなる。この実施形態では、第 2 の電極 4 にはデータ信号を印加するので、クロストークの影響が少なくなるように、シート抵抗値が約 100 オームで厚さが 0.05 μm 程度の ITO 膜を用いる。その ITO 膜の平均透過率は約 92% である。また、第 1 の電極 3 には走査信号を印加するので、クロストークを低下するために、シート抵抗値が約 10 オームで厚さが 0.3 μm 程度の ITO 膜を用いる。その ITO 膜の平均透過率は約 89% と幾分低い、少なくとも一方の電極に透過率が 90% 以上の透明電極を用いることによって、表示の明るさを改善できる。

【0023】偏光板 1 1 は、なるべく明るく且つ偏光度が高いことが好ましく、この実施形態では、透過率 45% で偏光度 99.9% の材料を使用した。その偏光板 1 1 の表面に、屈折率の異なる無機薄膜を真空蒸着法やスパッタ法で複数層コートした反射率が 0.5% 程度の無反射層を設けると、偏光板 1 1 の表面反射が低下して透過率が改善され、より明るくなる。また、黒レベルが低下することによって、コントラストも改善される。

【0024】しかし、無機薄膜は高価であるので、最近では 1 層 ~ 2 層の有機材料をコートした塗布タイプの無反射膜が開発されており、反射率は 1% 前後と多少高いが、低価格である。これらの無反射膜でも無反射層として充分使用可能である。位相差板 1 2 は、ポリカーボネート (PC) を延伸した厚さ約 70 μm の透明フィルム

で、波長 0.55 μm での位相差値 R は 0.39 μm である。この位相差板 1 2 の屈折率は、遅相軸方向の屈折率を  $n_x$ 、遅相軸と直交する方向の屈折率を  $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を  $n_z$  と定義した場合、 $n_x > n_z > n_y$  の関係になる、いわゆる Z タイプの位相差板を用いる。この Z タイプの位相差板を用いることにより、視野角特性を改善できるので好ましいが、勿論、 $n_x > n_y = n_z$  の関係がある通常の位相差板も使用可能である。

【0025】次に、各構成部材の配置関係を図 3 を用いて説明する。STN 液晶素子 2 0 の第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の表面には配向膜 (図示せず) が形成され、図 3 に示すように、第 1 の基板 1 の内面は、水平軸に対して右上がり 30° 方向にラビング処理することにより、ネマチック液晶 6 の下液晶分子配向方向 6 a は +30° となり、第 2 の基板 2 の内面は右下がり 30° 方向にラビング処理することにより、ネマチック液晶 2 の上液晶分子配向方向 6 b は -30° となる。一般に、時計方向回りの角度をマイナスで、反時計方向回りの角度をプラスで示す。

【0026】粘度 20 cP のネマチック液晶 6 には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加して、ねじれピッチ P を 11 μm に調整し、反時計方向回りでツイスト角 T s が 240° の STN 液晶素子 2 0 となる。使用するネマチック液晶 6 の複屈折の差  $n$  は 0.131 で、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 の隙間であるセルギャップ d は 5.8 μm とする。したがって、ネマチック液晶 6 の複屈折の差  $n$  とセルギャップ d との積で表す STN 液晶素子 2 0 の複屈折量を示す  $nd$  値 R s は 0.76 μm となる。偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a は、水平軸を基準にして +30° に配置する。そして、位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a は、水平軸を基準にして +65° に配置している。したがって、偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a との交差角  $\theta$  は、35° になっている。

【0027】ここで、この第 1 の実施形態の液晶表示装置の効果について、図 10 から図 13 も参照して説明する。まず、偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a との交差角  $\theta$  の効果について説明する。図 10 は、偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a とのなす交差角  $\theta$  と液晶表示装置による表示のコントラストとの関係を示す線図で、曲線 3 1 がコントラストを示して示る。この図から明らかなように、交差角  $\theta$  が 35° ~ 40° で最も高いコントラストが得られ、交差角  $\theta$  が 30° ~ 45° の範囲でも良好なコントラストが得られるが、交差角  $\theta$  が 30° 以下あるいは 45° 以上になると、良好なコントラストは得られない。この交差角  $\theta$  を 35° に固定して、偏光板 1 1 と位相差板 1 2 を STN 液晶素子 2 0 に対して同時に回転して実験したところ、この実施形態での配置角に対して ±10° の範囲で良好なコントラストが得られ、配置角度の絶

対値より交差角の方が重要であること見出した。

【0028】次に、STN液晶素子20の複屈折量であるnd値の効果について説明する。図11はSTN液晶素子20のnd値とコントラストおよび電圧無印加時の黒表示の反射率との関係を説明する線図であり、曲線32がコントラストを示し、曲線33が黒表示の反射率を示す。STN液晶素子20のnd値が大きくなるとコントラストは高くなり、ndが0.78μm以上では飽和する。しかし、電圧無印加時であるオフ状態での黒表示の反射率は、nd値が0.75μm付近で最小となる。そのため、STN液晶素子20のnd値としては、0.70μmから0.80μmの範囲で良好な表示が得られ、特に0.75~0.78μmが好ましい。

【0029】次に、位相差板12の位相差値Rの効果について説明する。図12は位相差板12の位相差値Rとコントラストとの関係を示す線図であり、曲線34はコントラストを示している。この図から明らかなように、位相差値Rが、0.38~0.39μmで最も高いコントラストが得られ、0.35μmから0.40μmの範囲でも良好なコントラストが得られるが、0.35μm以下や0.40μm以上になると、コントラストが低下して良好な表示を得ることができない。このように、位相差板12の遅相軸と偏光板11の吸収軸との交差角、位相差板12の位相差値R、液晶素子20のnd値を綿密に最適化することによって、オフ状態で完全な黒表示を得ることができる。

【0030】図13に、この実施形態の単偏光板型液晶表示装置の反射特性を示す。曲線35は、電圧無印加時の黒表示の反射率で、曲線36は電圧を印加した時の白表示の反射率を示す。比較のために、前述した特開平7-84252号公報(JP,07-84252,A)の実施例1に記載されているノーマリ黒モードの単偏光板型液晶表示装置を試作して評価し、比較例としてその黒表示の反射率を破線の曲線37に、白表示の反射率を破線の曲線38に示す。その比較例は、STN液晶素子のネマチック液晶のツイスト角は240°で、nd値は0.65μmで、位相差板の位相差値Rは0.35μmである。

【0031】この発明の第1の実施形態の液晶表示装置に、図1における上方の視認側から偏光板11を通過して入射した直線偏光は、位相差板12とSTN液晶素子20のネマチック液晶6を透過することによって、可視光領域の全ての波長の光が円偏光となる。第1の電極3や保護膜8は複屈折性をもたないので、偏光状態は変化せず円偏光のまま反射層7に到達する。反射層7で反射された円偏光は、再度ネマチック液晶6と位相差板12を透過することにより、偏光方向が90°回転した直線偏光に戻り、偏光板11ですべて吸収されるため、図13の曲線35に示すように可視光領域のほぼ全域で

反射率が低く、良好な黒表示が得られる。

【0032】図13の曲線37に示した比較例の電圧無印加状態では、短波長と長波長の光が漏れて反射率が上がるため良好な黒表示はできず、紫色の黒表示となるためコントラストが低下する。STN液晶素子20の第1の電極3第2の電極4の間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、STN液晶素子20の実質的なnd値が減少する。そのため、偏光板11を通して入射した直線偏光は、位相差板12とネマチック液晶6を透過しても完全な円偏光とはならず、楕円偏光や直線偏光となる。

【0033】この電圧印加によってネマチック液晶6で発生する複屈折量を1/4波長相当に設定すると、偏光板11より入射して反射層7によって反射される直線偏光は回転せずにそのまま戻るので、図13の曲線36に示すように可視光領域のほぼ全域で反射率が高くなり、明るく良好な白表示を得ることができる。図13の曲線38に示した比較例の電圧印加状態では、長波長側の反射率が低下するため良好な白表示はできず、青みを帯びた暗い白表示であった。このように、偏光板11と位相差板12と反射層7を内在したSTN液晶素子20を用い、STN液晶素子20のnd値を0.7~0.8μm、位相差板12の位相差値Rを0.35~0.40μm、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの交差角を30°~45°にすることによって、良好な黒表示が得られ、その結果、明るくコントラストの高い表示を実現することができる。

【0034】〔第1の実施形態の変形例：図4〕  
上述した第1の実施形態では、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとがなす角度を交差角と定義したが、偏光板11を90°回転しても視野角特性が多少異なるが、ほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、偏光板11の透過軸と位相差板12の遅相軸12aとのなす角度を交差角と定義すると、その交差角が30°~45°の範囲でも良好な表示特性が得られる。また、STN液晶素子20として、240°ツイストのSTN液晶素子を用いたが、ツイスト角が200°~260°STN液晶素子を用いても、偏光板11と位相差板12の交差角を上記のように保ったまま、STN液晶素子に対する偏光板11と位相差板12の配置角度を調整することによって、同様な反射型液晶表示装置が得られる。

【0035】さらに、位相差板12として、ポリカーボネートを延伸したフィルムを用いたが、液晶を含有したフィルムを延伸し、温度により位相差値が変化する温度補償型位相差板を用いると、高温や低温での明るさやコントラストが改善し、より良好な反射型液晶表示装置が得られる。また、STN液晶素子の反射層を第1の基板の内側に設けたが、反射層を第1の基板の外側に配置しても、表示に影は発生するが、表示のコントラストに関

しては同様な効果が得られる。さらに、図 4 に示すように、STN 液晶素子 2 0 の第 2 の基板 2 と位相差板 1 2 との間に拡散層 1 5 を設けることにより、反射層 7 で反射された光を散乱させ、広視野角で明るい表示を得ることができる。外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ない方が高コントラストが得られて好ましい。

【0036】〔第 2 の実施形態：図 5 から図 7〕

次に、この発明による液晶表示装置の第 2 の実施形態について、図 5 から図 7 を用いて説明する。まず、図 5 と 10 図 6 によってその液晶表示装置の構成を説明する。これらの図は、前述した第 1 の実施形態の図 1 および図 2 と同様な図であり、対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は簡略にするか省略する。この第 2 の実施の形態の液晶表示装置も、単偏光板型の反射型液晶表示装置を構成しており、STN 液晶素子の構成、位相差板と偏光板の配置角度、および拡散板を設けた点が、第 1 の実施の形態の構成と異なっている。

【0037】この液晶表示装置の液晶素子 2 1 は、第 1 の基板 1 の内面に直接アルミニウムからなる厚さ 0 . 2 20  $\mu\text{m}$  の反射電極 9 を形成し、図 1 における反射層 7 と保護膜 8 を設けておらず、ネマチック液晶 6 が反時計回りで  $200^\circ$  ツイスト配向している点が、第 1 の実施形態における液晶素子 2 0 と相違する。反射電極 9 は、表面が反射面をなし、図 1 および図 2 における第 1 の電極 3 と反射層 7 とを兼ねている。そして、この反射電極 9 は図 6 に示すように、透明なストライプ状の第 2 の電極 4 と直交する方向にストライプ状に形成され、第 2 の電極 4 と交差して重なる各部分がそれぞれ画素部となる。

【0038】この STN 液晶素子 2 1 の第 2 の基板 2 の 30 外側に、図 5 に示すように、拡散層 1 5、位相差板 1 2、および偏光板 1 1 を順次配設し、偏光板 1 1 と位相差板 1 2 はアクリル系粘着剤で貼り合わせて一体化している。拡散層 1 5 は、反射電極 9 で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けている。外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ない方が高コントラストが得られるので好ましい。ここでは、粘着剤に微粒子を混合した厚さ  $30\mu\text{m}$  の散乱性粘着剤を拡散層 1 5 として用い、第 2 の基板 2 と位相差板 1 2 の接着剤としても兼用している。 40

【0039】偏光板 1 1 は第 1 の実施の形態で用いたものと同じである。位相差板 1 2 は、ポリカーボネート (PC) を延伸した厚さ約  $70\mu\text{m}$  の透明フィルムで、波長  $0.55\mu\text{m}$  での位相差値 R が  $0.39\mu\text{m}$  である。その角方向の屈折率の関係は第 1 の実施形態の場合と同じである。

【0040】次に、この液晶表示装置の各構成部材の平面的な配置関係について、図 7 を用いて説明する。STN 液晶素子 2 1 の反射電極 9 と第 2 の電極 4 の表面には配向膜 (図示せず) が形成され、ネマチック液晶 6 の下 50

液晶分子配向方向 6 a および上液晶分子配向方向 6 b は、第 1 の基板 1 側は、水平軸に対して右上がり  $20^\circ$  方向にラビング処理することにより下液晶分子配向方向 6 a は  $+20^\circ$  となり、第 2 の基板 2 は右下がり  $20^\circ$  方向にラビング処理することにより上液晶分子配向方向 6 b は  $-20^\circ$  となる。粘度  $20\text{cp}$  のネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチ P を  $11\mu\text{m}$  に調整し、反時計方向回りで  $220^\circ$  ツイストの STN 液晶素子 2 1 を形成する。

【0041】使用するネマチック液晶 6 の複屈折の差  $n$  は  $0.131$  で、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 の隙間であるセルギャップ  $d$  は  $5.8\mu\text{m}$  とする。したがって、ネマチック液晶 6 の複屈折の差  $n$  とセルギャップ  $d$  との積で表す液晶素子 2 1 の複屈折量を示す  $nd$  値は  $0.76\mu\text{m}$  となる。偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a は、水平軸を基準にして、 $+15^\circ$  に配置する。位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a は、図 7 に示すように、水平軸を基準にして  $+55^\circ$  に配置しており、偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a とのなす交差角 は  $40^\circ$  になっている。

【0042】ここで、この実施形態の液晶表示装置の作用効果について説明する。まず、偏光板 1 1 と位相差板 1 2 の配置角度であるが、位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a の配置角度を水平軸を基準にして  $55^\circ$  とし、第 1 の実施の形態とは変更したが、偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a との交差角 の効果については、第 1 の実施の形態とほぼ同じ傾向を示し、交差角 が  $38^\circ \sim 43^\circ$  で最も高いコントラストが得られ、交差角 が  $30^\circ \sim 45^\circ$  の範囲では良好なコントラストが得られるが、 $30^\circ$  以下あるいは  $45^\circ$  以上になると良好なコントラストは得られない。次に、STN 液晶素子 2 1 の  $nd$  値の効果についても、第 1 の実施の形態とほぼ同一傾向を示し、液晶素子 2 1 の  $nd$  値が大きくなると、コントラストは高くなる。

【0043】しかし、電圧無印加時のオフ状態での黒表示の反射率は、 $nd$  値が  $0.75\mu\text{m}$  付近で最小となる。そのため、STN 液晶素子 2 1 の  $nd$  値としては、 $0.70\mu\text{m}$  から  $0.80\mu\text{m}$  の範囲で良好な表示が得られ、特に  $0.75 \sim 0.77\mu\text{m}$  が好ましい。次に、位相差板 1 2 の位相差値 R の効果について説明する。STN 液晶素子 2 1 のツイスト角は  $220^\circ$  で、第 1 の実施の形態のツイスト角  $240^\circ$  より小さくなっている。そのために、位相差板 1 2 の位相差値 R は、第 1 の実施の形態より少し小さい値が好ましく、単位差値 R が  $0.35 \sim 0.36\mu\text{m}$  の範囲で高いコントラストが得られ、 $0.34\mu\text{m}$  以下あるいは  $0.40\mu\text{m}$  以上ではコントラストが低下し、良好な表示を得ることができない。

【0044】このように、位相差板 1 2 と偏光板 1 1 の交差角、位相差板 1 2 の位相差値 R、STN 液晶素子

21の  $n_d$  値を綿密に最適化することによって、オフ状態で完全な黒表示を得ることができる。なお、拡散層15は、STN液晶素子の第2の基板2の外側(視認側)に配置すればよく、位相差板12と偏光板11との間、あるいは偏光板11の視認側の表面に配置してもよい。しかし、表示ボケを減らすために、なるべく第2の基板2の近くに配置するのが好ましい。さらに、第2の基板2の厚さも、なるべく薄い方が表示ボケが少なくなるので好ましく、この実施形態では厚さ0.5mmとした。この液晶表示装置に、図5における上方の視認側から入射する外光による反射表示の作用は、前述の第1の実施形態の場合と同じであるから説明を省略する。

【0045】この実施形態においては、偏光板11と位相差板12と反射電極9を内在したSTN液晶素子21を用い、STN液晶素子21の  $n_d$  値を0.7~0.8 $\mu\text{m}$ 、位相差板12の位相差値Rを0.35~0.40 $\mu\text{m}$ 、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとの交差角を30°~45°にすることによって、良好な黒表示が得られ、その結果、明るくコントラストの高い表示を実現できる。

【0046】〔第2の実施の形態の変形例〕

この実施形態でも、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとがなす角度を交差角と定義したが、偏光板11を90°回転しても、視野角特性が多少異なるがほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、偏光板11の透過軸と位相差板12の遅相軸12aとのなす角度を交差角と定義すると、交差角が30°~45°の範囲でも良好な表示特性が得られる。

【0047】この実施の形態では、STN液晶素子21として、220°ツイストのSTN液晶素子を用いたが、ツイスト角が200°~260°のSTN液晶素子でも、偏光板11と位相差板12の交差角を上記のように保ったまま、STN液晶素子に対する偏光板11と位相差板12の配置角度を調整することにより、同様な反射型液晶表示装置が得られる。さらに、この実施形態では、位相差板12としてポリカーボネート(PC)を1軸延伸し、Z軸方向の屈折率 $n_z$ が、遅相軸方向の屈折率 $n_x$ とそれに直交する方向の屈折率 $n_y$ に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている通常タイプの位相差板を用いたが、PC多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている、いわゆるZタイプの位相差板、あるいはポリビニルアルコール(PVA)やポリプロピレン(PP)、アクリルやポリスチレンなどの材料を延伸した位相差板を用いても、同様な効果が得られる。

【0048】〔第3の実施形態：図8および図9〕

次に、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態について、図8および図9を用いて説明する。図8は、その液晶表示装置の構成を示す模式的断面図で、図9は、そのカラーフィルタとSTN液晶素子の第1、第2の電極(仮想線で示す)との平面的な配置関係を示す平面図

であり、それぞれ図1、図2および図4と同じ部分には同一の符号を付している。また、この実施形態におけるSTN液晶素子と偏光板の吸収軸および位相差板の遅相軸の配置関係は、図3によって説明した第1の実施形態の場合と同じであるので図示を省略した。

【0049】この第3の実施形態の反射型液晶表示装置は、STN液晶素子20の反射層7と第1の電極3との間にカラーフィルタ10を設けたことにより、カラー表示が可能になっていることが、第1の実施形態の構成と異なっている。この液晶表示装置のSTN液晶素子22は、第1の基板1の内面に設けたアルミニウムからなる厚さ0.2 $\mu\text{m}$ の反射層7の上に、厚さ1 $\mu\text{m}$ のカラーフィルタ10を設けている。そのカラーフィルタ10は、赤フィルタRと緑フィルタGと青フィルタBの3色のフィルタで構成され、図9に示すように、第2の基板2の内面に形成したストライプ状の各第2の電極4にそれぞれ対応させて交互に平行なストライプ状に形成されている。各色のフィルタR、G、Bの幅は、第2の電極4の幅より広く形成し、隙間が生じないようにしている。カラーフィルタ10の間にすきまが生じると、入射光が増加して明るくはなるが、表示色に白の光が混色して色純度が低下するので好ましくない。液晶素子22のその他の構成は、図1に示した液晶素子20と同じであるから説明を省略する。

【0050】この液晶素子22の第2の基板2の外側(視認側)に、図4に示した液晶表示装置と同様に、拡散層15、位相差板12、および偏光板11を順次配置している。それらの各板の構成および互いに粘着剤で貼り合わせることで、拡散層15として散乱性粘着剤を用いることも、第1の実施形態の変形例と同様である。カラーフィルタ10は明るさを改善するために、分光スペクトルにおける最大透過率なるべく高いことが好ましく、各色のフィルタの最大透過率は80%以上が良く、90%以上が最も好ましい。また、分光スペクトルにおける最小透過率も20%~50%と高くする必要がある。

【0051】カラーフィルタ10としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、電着型など各種のものを使用できるが、アクリル系やPVA系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型のカラーフィルタが、耐熱温度が高く色純度も良いので最も好ましい。高透過率のカラーフィルタ10を得るために、第1の基板1の内面にアルミニウム薄膜からなる反射層7を形成し、その反射層7の表面を陽極酸化処理して不活性化させた後、感光性樹脂に顔料を10~15%配合したカラーレジストを、スピナを用いて第1の基板1の内面に塗布し、露光と現像を行って、厚さが1 $\mu\text{m}$ 程度でも透過率が高いカラーフィルタ10を得た。

【0052】ここで、この第3の実施形態の液晶表示装置の作用効果について説明する。第1の実施形態で説明

したように、STN液晶素子22（第1の実施形態ではSTN液晶素子20）の第1、第2の電極3、4間に電圧を印加しないオフ状態では、良好な黒表示を得ることができる。図8において、上方の視認側からこの液晶表示装置に偏光板11を通して入射した直線偏光は、位相差板12とネマチック液晶6を透過することにより、可視光領域のすべての波長成分が円偏光となる。

【0053】第1の電極3、保護膜8、およびカラーフィルタ10はまったく複屈折性を持たないので、偏光状態は変化せずに円偏光のまま反射層7に到達する。反射層7で反射された円偏光は、液晶素子22と位相差板12を透過することにより、入射時に対して偏光方向が90°回転した直線偏光に戻り、すべて偏光板11で吸収されるため、完全な黒表示が得られる。STN液晶素子22の第1の電極3と第2の電極4の間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、STN液晶素子22の実質的なnd値が減少する。この電圧印加によってSTN液晶素子22で発生する複屈折性を1/4波長相当に設定すると、偏光板11から入射した直線偏光は、位相差板11とネマチック液晶6を透過して楕円偏光や直線偏光になるが、反射層7によって反射された後、回転せずにそのまま戻るので、殆どすべて偏光板11を通過して視認側へ出射し、明るい白表示を得ることができる。

【0054】そして、表示画素のオン（白）とオフ（黒）を組み合わせることで、カラー表示が可能となる。たとえば、赤フィルタRのある画素をオン（白）にし、緑フィルタGと青フィルタBのある画素をオフ（黒）にすることによって赤表示になる。この実施形態の反射型液晶表示装置は、反射率が高く且つコントラスト比が10以上と高い値が得られ、彩度が高く、明るいカラー表示を実現することができた。このように、視認側から順次偏光板11、位相差板12、および拡散層15と、反射層7とカラーフィルタ10を内在した液晶素子22とを用いることにより、単偏光板型の反射型液晶表示装置でも、明るく高コントラストで高彩度のカラー表示が可能になる。

【0055】〔第3の実施の形態の変形例〕

この実施形態では、偏光板11の吸収軸11aと位相差板12の遅相軸12aとなす角度を交差角と定義したが、偏光板11を90°回転しても、視野角特性が多少異なるが、ほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、偏光板11の透過軸と位相差板12の遅相軸12aとなす角度を交差角と定義すると、交差角が30°~45°の範囲でも良好な表示特性が得られる。この実施形態では、液晶素子22として、240°ツイストのSTN液晶素子を用いたが、ツイスト角が200°~260°STN液晶素子を用いても、偏光板11と位相差板12の交差角を上記のように保ったまま、STN液晶素子22に対する偏光板11と位相差板12の配置角度を

調整することにより、同様な反射型カラー液晶表示装置が得られる。

【0056】この実施形態では、反射層7を、第1の電極3の下側に保護膜8を挟んで形成したが、第2の実施形態のように、第1の電極3をアルミニウムや銀等の金属膜で形成することによって、反射層7と兼用した反射電極とし、その反射電極上に直接カラーフィルタ10を形成することも可能である。また、この実施形態では、カラーフィルタ10を第1の基板1側に設けたが、第2の基板2の内側で、第2の電極4と第2の基板2の間にカラーフィルタ10を形成することも可能である。

【0057】しかし、カラーフィルタ10を第1の基板側に設けた方が、保護膜8をカラーフィルタ10の平坦化と、反射層7と第1の電極3との絶縁層とに兼ねることができるので好ましい。また、カラーフィルタ10として、赤、緑、青の3色のフィルタからなるものを用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色のフィルタからなるカラーフィルタを用いても、同様に明るいカラー表示が可能である。

【0058】〔第4の実施形態：図14から図17〕次に、この発明による液晶表示装置の第4の実施形態について、図14から図17を用いて説明する。なお、これから説明する各実施形態は、この発明によって単偏光板型の半透過反射型液晶表示装置を構成したものである。まず、第4の実施形態の液晶表示装置の構成を図14および図15によって説明するが、前述した図1および図2と対応する部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は簡単にすることが省略する。この液晶表示装置は、図14に示すように、STN液晶素子20と、その第2の基板2の外側（視認側）に配置した第1の位相差板12およびその外側に配置した第1の偏光板11と、STN液晶素子20の第1の基板1の外側（視認側と反対側）に順次配置した第2の位相差板18、第2の偏光板17、およびバックライト16とによって構成されている。

【0059】STN液晶素子20は、図1に示した第1の実施形態におけるSTN液晶素子20と殆ど同じ構成であるが、図1のSTN液晶素子20における反射層7に代えて、第1の基板1の内面に半透過反射層27を設けた点だけが相違する。その半透過反射層27は、厚さ0.02μmのアルミニウム膜からなる。半透過反射層27は、アルミニウムの膜厚を非常に薄くすることにより、入射光の一部は透過し残りは反射する、いわゆるハーフミラーにしている。この実施形態では、アルミニウム膜の膜厚を0.02μmとしたことで、10~20%程度の光を透過し、残りの80~90%の光を反射するようにし、図15に仮想線で示した第1の電極3と第2の電極4とがそれぞれ交差して重なる各画素部を全て含む表示領域全体に亘って共通の半透過反射層27を方形に形成した。

【0060】第1の位相差板12および第1の偏光板11は、図1に示した第1の実施形態で使用した位相差板12および偏光板11と同じであるが、第2の位相差板18および第2の偏光板17と区別する関係でこの実施形態からは、第1の位相差板12および第1の偏光板11という。これらはアクリル系粘着剤で一体化しており、液晶素子20ともアクリル系粘着剤で貼り付けている。第2の位相差板18は、ポリカーボネートを延伸した厚さ約70 $\mu\text{m}$ で、波長0.55 $\mu\text{m}$ での位相差値 $F3 = 0.14\mu\text{m}$ で、1/4波長板となっている。第2の偏光板17は偏光度が高いことが重要であり、透過率が44%で偏光度が99.99%の偏光板を使用した。バックライト16は、導光板に蛍光灯やLEDを取り付けたものや、エレクトロルミネッセンス(EL)板などを用いることが可能であるが、この実施の形態では厚さが約1mmで、発光色が白色のEL板を用いた。

【0061】次に、これらの構成部材の平面的な配置関係を図16および図17を用いて説明する。図14に示したSTN液晶素子20の第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜(図示せず)が形成され、図16に示すように、第1の基板1側を水平軸に対して右上がり30°方向にラビング処理することによって、ネマチック液晶6の下液晶分子配向方向6aは+30°となり、第2の基板2側は右上がり30°方向にラビング処理することによって、ネマチック液晶6の上液晶分子配向方向6bは-30°となる。

【0062】粘度20cpのネマチック液晶6には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを11 $\mu\text{m}$ に調整し、ねじれ方向が半時計回りでツイスト角が240°のSTN液晶素子20を形成する。使用するネマチック液晶6の複屈折の差 $n$ は0.131で、第1の基板1と第2の基板2の間隙であるセルギャップdは5.8 $\mu\text{m}$ とする。したがって、ネマチック液晶6の複屈折の差 $n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子20の複屈折性を示す $nd$ 値 $R_s$ は0.76 $\mu\text{m}$ となる。

【0063】第1の偏光板の吸収軸11aは、図17に示すように、水平軸を基準にして+30°に配置する。第1の位相差板12の遅相軸12aは、水平軸を基準にして+65°に配置する。したがって、第1の偏光板の吸収軸11aと第1の位相差板12の遅相軸12aとの交差角は35°になっている。STN液晶素子20の下側に配置した第2の位相差板18の遅相軸18aは、図16に示すように水平軸に対して+75°に配置し、第2の偏光板17の吸収軸17aは水平軸に対して-60°に配置し、第1の偏光板11の吸収軸11aと直交する。

【0064】ここで、この実施形態の液晶表示装置の効果について説明する。この実施形態においても、図14における上方の視認側からの外光の入射による反射表示

の場合の作用・効果に関しては、STN液晶素子に内在する反射層が半透過反射層に変わったことによる多少の相違はあるが、基本的には第1の実施形態の液晶表示装置について、図10から図14を用いて説明したのと同じであるので、説明を省略する。

【0065】そこで、図14に示すバックライト16を点灯した透過表示について説明する。バックライト16から出た光は、第2の偏光板17を通過することにより直線偏光となる。この直線偏光は、第2の位相差板の遅相軸18aに対して45°の角度に入射するので円偏光となる。半透過反射層27で、約8割は反射されるが残りの2割の光が透過する。STN液晶素子20に電圧を印加していない状態では、第1の位相差板12と液晶素子20の合成した位相差値は、ほぼすべての波長において1/4波長になっている。

【0066】したがって、この実施形態のように配置すると、第2の位相差板18で発生した位相差と、STN液晶素子20と第1の位相差板12とで合成した位相差とが減算されてゼロとなり、第2の偏光板17による偏光方向と同じ偏光方向の直線偏光となって、第1の位相差板12から出射し、第1の偏光板11に入射する。その第1の偏光板の吸収軸11aと第2の偏光板の吸収軸17aとが直交している(よって透過軸も直交する)ので、その入射光は第1の偏光板11を透過できず、黒表示となる。

【0067】STN液晶素子20の第1の電極3と第2の電極4の間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶6の分子が立ち上がり、STN液晶素子20の実質的な $nd$ 値が減少する。そのため、バックライト16から出て第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、第2の位相差板18を通過することによって円偏光となるが、第1の位相差板12とSTN液晶素子20を透過することにより、楕円偏光や直線偏光になる。この電圧印加によりSTN液晶素子20で発生する位相差を1/4波長とすると、第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、さらに第1の位相差板12とを透過することによって偏光方向が90°回転するため、第1の偏光板11を透過し、良好な白表示を得ることができる。

【0068】第1の実施形態と同様な反射表示における作用・効果と、上述した透過表示における作用・効果から明らかなように、この第4の実施形態の液晶表示装置は、STN液晶素子20の視認側に第1の偏光板11および第1の位相差板12を配置し、半透過反射層27を内在したSTN液晶素子20の $nd$ 値を0.7~0.8 $\mu\text{m}$ 、第1の位相差板12の位相差値を0.35~0.40 $\mu\text{m}$ 、第1の偏光板の吸収軸11aと第1の位相差板の遅相軸12aとの交差角を30°~45°とすることにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、STN液

晶素子 20 の下側（視認側と反対側）に第 2 の位相差板 18 と第 2 の偏光板 17 とバックライト 16 を備えたことにより、外光が少ない環境ではバックライト 16 を点灯することで、良好なコントラストの表示が得られる。

【0069】〔第 4 の実施形態の変形例〕

上記第 4 の実施形態では、第 1 の偏光板 11 の吸収軸 11a と第 1 の位相差板の遅相軸 12a とのなす角度を交差角 と定義したが、第 1 の偏光板 11 を  $90^\circ$  回転しても、視野角特性が多少異なるだけでほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、第 1 の偏光板 11 の透過軸と第 1 の位相差板 12 の遅相軸 12a とのなす角度を交差角 と定義すると、交差角 が  $30^\circ \sim 45^\circ$  の範囲でも、良好な表示特性が得られる。この実施形態では、STN 液晶素子 20 として、 $240^\circ$  ツイストの STN モードの STN 液晶素子を用いたが、ツイスト角が  $200^\circ \sim 260^\circ$  の STN 液晶素子を用いても、第 1 の偏光板 11 と第 1 の位相差板 12 との交差角を上記のように保ったまま、STN 液晶素子 20 に対する第 1 の偏光板 11 と第 1 の位相差板 12 の配置角度を調整することにより、同様な半透過反射型液晶表示装置が得られる。

【0070】また、この実施形態では、第 1 の位相差板 12 としてポリカーボネートを延伸したフィルタを用いたが、液晶を含有したフィルムを延伸し、温度により位相差値が変化する温度補償型位相差板を用いると、高温や低温での明るさやコントラストが改善し、より良好な半透過反射型液晶表示装置が得られる。さらに、この実施形態では、半透過反射層 27 を、厚さ  $0.02 \mu\text{m}$  のアルミニウム薄膜で形成したが、厚さ  $0.03 \mu\text{m} \sim 0.01 \mu\text{m}$  の範囲であれば、一部の光が透過するハーフミラーとすることが可能である。また、表面に数  $\mu\text{m}$  から数十  $\mu\text{m}$  ピッチの凹凸を形成すると、反射光が散乱して視認性が改善され、より好ましい。

【0071】半透過反射層 27 はアルミニウム薄膜に限らず、アルミニウム合金や銀の薄膜、あるいは反射率を改善するためと表面を保護するために、アルミニウムと無機酸化物の多層膜を用いることも可能である。この実施形態では、半透過反射層 27 を第 1 の電極 3 とは別に形成したが、第 1 の電極をアルミニウムや銀等の金属薄膜で形成することによって、半透過反射層 27 と兼用した反射電極とすることもでき、それによって構造を単純化することが可能である。また、半透過反射層 27 を STN 液晶素子 20 の第 1 の基板 1 の外側に配置しても、表示に影は発生するがほぼ同様な効果が得られる。

【0072】〔第 5 の実施形態：図 18〕

次に、この発明による液晶表示装置の第 5 の実施形態について説明する。この第 5 の実施形態の液晶表示装置は、図 14 および図 15 に示した第 4 の実施形態の半透過反射型液晶表示装置と殆ど同じ構成であり、第 2 の位

相差板 18 と第 2 の偏光板 17 の配置角度が第 4 の実施形態の場合と異なっているだけである。したがって、図 18 を用いてその相違点だけを説明する。なお、各構成要素については、図 14 および図 15 に示した符号を使用する。

【0073】STN 液晶素子 20 の下側に配置した第 2 の位相差板 18 の遅相軸 18a は、第 4 の実施の形態と異なり、水平軸を基準にして  $-15^\circ$  に配置され、第 2 の偏光板 17 の吸収軸 17a は  $+30^\circ$  で、第 1 の偏光板 11 の吸収軸 11a と平行に配置する。STN 液晶素子 20 におけるネマチック液晶 6 の下分子配向方向 6a および上分子配向方向 6b は、第 4 の実施形態と同じであり、そのツイスト角度も反時計回りで  $240^\circ$  である。また、第 1 の偏光板 11 の吸収軸 11a の方向と第 1 の位相差板 12 の遅相軸 12a の方向がそれぞれ  $+30^\circ$  と  $+65^\circ$  であり、その交差角 が  $35^\circ$  であることも、図 17 によって説明した第 4 の実施形態と同じである。

【0074】この第 5 の実施形態の液晶表示装置においても、反射表示については第 1 の実施の形態と同じであり、第 1 の位相差板 12 と第 1 の偏光板 11 の配置を最適化することで、良好なコントラストの表示が可能である。そこで、バックライト 16 を点灯した透過表示について説明する。バックライト 16 から出た光は、第 2 の偏光板 17 により直線偏光となる。この直線偏光は第 2 の位相差板 18 の遅相軸 18a に対して  $45^\circ$  の角度に入射するので円偏光となる。そして、半透過反射層 27 で約 8 割は反射されるが、残りの 2 割の光が透過する。

【0075】STN 液晶素子 20 に電圧を印加していない状態においては、第 1 の位相差板 12 と STN 液晶素子 20 との合成した複屈折性はすべての波長において  $1/4$  波長となっている。この実施形態では、第 2 の位相差板 18 を第 1 の実施形態の配置に対して  $90^\circ$  ずらして配置してあるため、第 2 の位相差板 18 で発生した位相差と STN 液晶素子 20 と第 1 の位相差板 12 との合成した位相差とが加算されて  $1/2$  波長となり、第 2 の偏光板 17 を通して入射する直線偏光に対して偏光方向が  $90^\circ$  回転した直線偏光となって、第 1 の位相差板 12 から射出し、第 1 の偏光板 11 に入射する。

【0076】第 1 の偏光板 11 の吸収軸 11a と第 2 の偏光板 17 の吸収軸 17a とは平行であるため、第 1 の偏光板 11 に入射した直線偏光は透過できず、黒表示となる。これに対し、STN 液晶素子 20 の第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 の分子が立ち上がり、STN 液晶素子 20 の実質的は  $n_d$  値が減少する。そのため、第 2 の偏光板 17 を通して入射した直線偏光は、第 2 の位相差板 18 を通過することにより円偏光となるが、第 1 の位相差板 12 と STN 液晶素子 20 を透過することによって楕円偏光や直線偏光に戻る。

【0077】この電圧印加によりSTN液晶素子20で発生する位相差値を $1/4$ 波長とすると、第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、STN液晶素子20と第1の位相差板12を偏光方向を回転せずにそのまま透過するため、第1の偏光板11を透過し、良好な白表示を得ることができる。このように、第1の偏光板11と第1の位相差板12と半透過反射層27を内在したSTN液晶素子20により、外光を用いる反射表示においては、良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、STN液晶素子20の下側に第2の位相差板18と第2の偏光板17とバックライト16を備えることにより、外光が少ない環境でも、バックライト16を点灯することによって良好なコントラストの表示が得られる。

【0078】〔第4, 第5の実施形態の変更例: 図19〕

図19は上述した第4の実施形態および第5の実施形態に拡散層を追加した例を示す図である。このように、STN液晶素子20の第2の基板2の外側(視認側)に拡散層15を設けることにより、半透過反射層27で反射された光を散乱させ、広視野角で明るい表示を得ることができる。

【0079】〔第6の実施形態: 図20から図23〕次に、この発明による液晶表示装置の第6の実施形態について図20から図23を用いて説明する。この第6の実施形態の液晶表示装置は、第4の実施形態の液晶表示装置に対してSTN液晶素子のツイスト角度、第1の位相差板と第2の位相差板の配置角度、および半透過反射層の形状が異なり、さらに第3の位相差板と拡散層を追加している。

【0080】まず、図20および図21によって、この第6の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するが、これらの図は第4の実施形態の図13および図14に相当する図で、対応する部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は簡単にするか省略する。この液晶表示装置は図20に示すように、STN液晶素子23と、その第2の基板2の外側(視認側)に順次設けた拡散層15、第1の位相差板12、および第1の偏光板11と、STN液晶素子23の第1の基板1の外側(視認側と反対側)に順次設けた第2の位相差板18、第3の位相差板19、第2の偏光板17、およびバックライト16とにより半透過反射型液晶表示装置を構成している。

【0081】第1の偏光板11と第1の位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化している。また、第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17もアクリル系粘着剤で一体化しており、STN液晶素子23ともアクリル系粘着剤で接着している。STN液晶素子23は、アルミニウム膜からなる厚さ $0.1\mu\text{m}$ の半透過反射層29とアクリル系材料からなる厚さ $2\mu\text{m}$ の保護膜8とITOからなる厚さ $0.3\mu\text{m}$ の第1の電

極3が形成されている厚さ $0.5\text{mm}$ のガラス板からなる第1の基板1と、ITOからなる厚さ $0.05\mu\text{m}$ の第2の電極4が形成されている厚さ $0.5\text{mm}$ のガラス板からなる第2の基板2と、第1の基板1と第2の基板2を張り合わせるシール材5と、第1の基板1と第2の基板2に挟持されている反時計回り $220^\circ$ ツイスト配向しているネマチック液晶6とから形成している。

【0082】図21に示すように、第1の電極3と第2の電極4は互いに直交する方向にストライプ状に形成されており、それらが平面的に交差して重なり合う部分が画素部となる。そして、その全画素部を含む表示領域全体に亘って共通の半透過反射層29を設けている。この半透過反射層29には、各画素に対応する位置毎に開口部29aを形成している。その各開口部29aはフォトリソグラフィ工程により形成する。この半透過反射層29を形成するアルミニウム膜の膜厚は第4の実施形態の半透過反射層27より厚いので、開口部29a以外の部分は完全な反射層となっており、開口部29aの面積で透過率と反射率を調整することが可能である。この実施形態では、開口部29aの面積を画素面積の30%に設定したので、30%程度の光を透過し、残りの70%程度の光を反射するようにした。

【0083】図20に示す拡散層15は、半透過反射層29で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けている。外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ない方が高コントラストが得られて好ましい。ここでは、粘着剤に微粒子を混合した厚さ $30\mu\text{m}$ の散乱性粘着剤を拡散層15として用い、液晶素子21と第1の位相差板12の接着剤としても兼用している。

【0084】第1の偏光板11、第2の偏光板17、およびバックライト16は、第4の実施形態で用いたものと同じである。第1の位相差板12は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ での位相差値F1が $0.35\mu\text{m}$ である。この第1の位相差板12の屈折率は、遅相軸方向の屈折率を $n_x$ 、それに直交する方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を $n_z$ と定義した場合、 $n_x > n_y = n_z$ の関係となっている通常タイプの位相差板を用いた。第2の位相差板18は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ の位相差値が $0.14\mu\text{m}$ で、 $1/4$ 波長相当である。第3の位相差板19もPCを延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ の位相差値が $0.28\mu\text{m}$ で、 $1/2$ 波長相当に設定する。第2の位相差板18の屈折率と第3の位相差板19の屈折率は、 $n_x > n_y = n_z$ の関係となっている通常タイプの位相差板を用いた。

【0085】次に、各構成部材の配置関係を図22および図23を用いて説明する。第1の電極3と第2の電極

4の表面には配向膜（図示せず）が形成され、図22に示すように、第1の基板1は、水平軸に対して、右上がり20°方向にラビング処理することで、ネマチック液晶6の下液晶分子配向方向6aは+20°となり、第2の基板2は右下がり20°方向にラビング処理することで上液晶分子配向方向6bは-20°となる。粘度20cPのネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを11μmに調整し、反時計方向回りでツイスト角が220°のSTN液晶素子23を形成する。

【0086】使用するネマチック液晶6の複屈折の差nは0.131で、第1の基板1と第2の基板2の間隙であるセルギャップdは5.8μmとする。したがって、ネマチック液晶6の複屈折の差nとセルギャップdとの積で表すSTN液晶素子23の複屈折性を示すnd値Rsは0.76μmである。第1の偏光板の吸収軸11aは、図23に示すように、水平軸を基準にして+15°に配置する。第1の位相差板の遅相軸12aは、水平軸を基準にして+55°に配置しており、第1の偏光板の吸収軸11aと第1の位相差板の遅相軸12aとのなす交差角は40°になっている。STN液晶素子23の下側（視認側と反対側）に配置した第2の位相差板18の遅相軸18aは、図22に示すように、水平軸に対して+30°に配置し、第3の位相差板19の遅相軸19aは垂直に配置している。そして、第2の偏光板17の吸収軸17aは水平軸に対して-75°に配置し、第1の偏光板11の吸収軸11aと直交する。

【0087】ここで、この第6の実施形態の作用・効果について説明する。まず、反射特性の効果について説明する。第1の偏光板11と第1の位相差板12の配置角度であるが、この実施形態ではSTN液晶素子23のツイスト角が220°と第4の実施形態の240°とは異なり、第1の位相差板12の遅相軸12aの配置角度を水平軸を基準にして55°としてある。しかしながら、第1の偏光板11の吸収軸11aと第1の位相差板の遅相軸12aとの交差角の効果については、第1の実施形態とほぼ同じ傾向を示し、交差角が38°~43°で最も高いコントラストが得られ、交差角が30°以下や45°以上では良好なコントラストは得られない。

【0088】次に、STN液晶素子23のnd値の効果についても、第4の実施形態とほぼ同一傾向を示し、液晶素子23のnd値が大きくなると、コントラストは高くなる。しかし、電圧無印加時のオフ状態の黒の反射率は、nd値が0.75μm付近で最小となる。そのため、液晶素子23のnd値としては、0.70μmから0.80μmで良好な表示が得られ、とくに0.75~0.77μmの範囲が好ましい。

【0089】次に、第1の位相差板12の位相差値F1の効果について説明する。STN液晶素子23のツイスト角は220°と、第1の実施形態のツイスト角240

より小さくなっている。そのために、第1の位相差板12の位相差値F1は、第1の実施形態より少し小さい値が好ましく、位相差値F1が0.35~0.36μmで立位コントラストが得られ、0.34μm以下や0.40μm以下ではコントラストが低下し、良好な表示を得ることができない。このように、第1の位相差板12と第1の偏光板11との交差角と、第1の位相差板12の位相差値F1と、液晶素子23のnd値とを綿密に最適化することで、STN液晶素子23が220°ツイストであるこの実施の形態の液晶表示装置においても、オフ状態で完全な黒表示を得ることができる。

【0090】図20において、視認側から第1の偏光板11を通して入射した直線偏光は、第1の位相差板12とSTN液晶素子23のネマチック液晶6を透過することで、可視光領域のすべての波長成分が円偏光となる。拡散層15に位相差値をほとんどもたず、偏光状態を変化させない材料を用いたので、偏光状態への影響は無視できる。半透過反射層29で反射された円偏光は、再度ネマチック液晶6と第1の位相差板12を透過することによって偏光方向が90°回転した直線偏光に戻り、第1の偏光板11で全て吸収されるため、良好な黒表示が得られる。

【0091】なお、拡散層15は、第2の基板2から第1の偏光板11の間、あるいは第1の偏光板11の表面のどこに配置してもよいが、表示ボケを減らすためにはなるべく第2の基板2の近くに配置するのが好ましい。またさらに、第2の基板2の厚さも、なるべく薄い方が表示ボケが少なく好ましく、この実施形態では厚さ0.5mmとした。

【0092】つぎに、STN液晶素子23の第1の電極3と第2の電極4の間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶分子6が立ち上がり、液晶素子23の実質的なnd値が減少する。そのため、第1の偏光板11から入射した直線偏光は、第1の位相差板12とネマチック液晶6を透過しても完全な円偏光とはならず、楕円偏光や直線偏光となる。この電圧印加によりネマチック液晶6で発生する複屈折量を1/4波長相当に設定すると、偏光板より入射した直線偏光は偏光方向が回転せずそのまま戻るので、第1の偏光板11を透過し、明るい白表示を得ることができる。

【0093】次に、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。第2の位相差板18と第3の位相差板19は、図22に示したように配置することで、実質的な遅相軸が水平軸を基準にして60°であり、位相差値Fを波長で除したF/値がすべての波長において1/4である、いわゆる広帯域1/4波長板を構成している。バックライト16から出た光は、第2の偏光板17により直線偏光となる。この直線偏光は第2の位相差板18と第3の位相差板19の2枚で合成する実質的な遅相軸に対して45°の角度に入射するので、円偏光

となる。半透過反射層 2 9 で約 7 割は反射されるが、残りの 3 割の光が透過する。

【0094】STN液晶素子 2 3 に電圧を印加していない状態では、第 1 の位相差板 1 2 と STN液晶素子 2 3 で合成する位相差も  $1/4$  波長となっているので、この実施形態のように配置すると、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 で発生した位相差と、第 1 の位相差板 1 2 と STN液晶素子 2 3 で合成する位相差とが減算されてほぼゼロとなり、第 2 の偏光板 1 7 を通して入射した直線偏光の偏光方向と同じ偏光方向の直線偏光となつて第 1 の位相差板 1 2 から射出し、第 1 の偏光板 1 1 に入射する。

【0095】第 1 の偏光板の吸収軸 1 1 a と第 2 の偏光板の吸収軸 1 7 a は直交しているため、その入射光は第 1 の偏光板 1 1 を透過せず、黒表示となる。第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 を用いることによって、第 2 の位相差板 1 8 だけを用いた第 1 の実施形態よりも、広い波長帯域の光に対して位相差がゼロになるので、より良好な黒表示が得られた。STN液晶素子 2 3 の第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に所定の電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 の分子が立ち上がり、STN液晶素子 2 3 の実質的な  $nd$  値が減少する。

【0096】そのため、第 2 の偏光板 1 7 を通して入射した直線偏光は、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 を通過することによって円偏光となるが、第 1 の位相差板 1 2 と STN液晶素子 2 3 を透過することにより、楕円偏光や直線偏光に戻る。この電圧印加により STN液晶素子 2 3 で発生する複屈折性を  $1/4$  波長相当とすると、第 2 の偏光板 1 7 を通して入射した直線偏光は、さらに第 1 の位相差板 1 2 と STN液晶素子 2 3 を透過することによって偏光方向が  $90^\circ$  回転するため、第 1 の偏光板 1 1 を透過し、良好な白表示を得ることができる。

【0097】このように、第 1 の偏光板 1 1 と第 1 の位相差板 1 2 と半透過反射層 2 9 を内在した STN液晶素子 2 2 で液晶表示装置を構成し、液晶素子 2 3 の  $nd$  値を  $0.7 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、第 1 の位相差板 1 2 の位相差値  $F1$  を  $0.35 \sim 0.40 \mu\text{m}$ 、第 1 の偏光板の吸収軸 1 1 a と第 1 の位相差板の遅相軸 1 2 a との交差角を  $30^\circ \sim 45^\circ$  とすることで、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られ。また、STN液晶素子 2 3 の下側に第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 と第 2 の偏光板 1 7 とバックライト 1 6 を備えることによって、外光が少ない環境でも、バックライト 1 6 を点灯することによって良好なコントラストの表示が得られる。さらに、画素毎に開口部 2 5 を設けた半透過反射層 2 9 を用いたことによって、開口部 2 9 a を大きくすると透過表示重視の液晶表示装置に、開口部 2 5 を小さくすると反射表示重視の液晶表示装置にするように、透過率の対応が可能である。

【0098】〔第 6 の実施の形態の変形例〕

この第 6 の実施の形態では、第 1 の偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と第 1 の位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a とがなす角度を交差角 と定義したが、第 1 の偏光板 1 1 を  $90^\circ$  回転しても、視野角特性が多少異なるだけでほぼ同じ表示特性が得られる。したがって、第 1 の偏光板 1 1 の透過軸と第 1 の位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a とのなす角度を交差角 と定義すると、交差角 が  $30^\circ \sim 45^\circ$  の範囲でも良好な表示特性が得られる。

【0099】この実施形態では、液晶素子 2 3 として、 $220^\circ$  ツイストの STN液晶素子を用いたが、ツイスト角が  $200^\circ \sim 260^\circ$  の STN液晶素子を用いても、第 1 の偏光板 1 1 と第 1 の位相差板 1 2 の交差角を上記のように保ったまま、第 1 の偏光板 1 1 と第 1 の位相差板 1 2 の配置角度を調整することで、同様な半透過反射型液晶表示装置が得られる。また、この実施形態では、第 1 の位相差板 1 2 として、PC を 1 軸延伸し、Z 軸方向の屈折率  $n_z$  が、延伸方向の屈折率  $n_x$  と直角方向の屈折率  $n_y$  に対して、 $n_x > n_y = n_z$  となっている位相差板を用いたが、多軸延伸し、 $n_x > n_x > n_y$  となっている、いわゆる Z タイプの位相差板や、ポリビニルアルコール (PVA) やポリプロピレン (PP) などの材料を延伸した位相差板を用いても、同様な効果が得られる。

【0100】さらに、この実施形態では、第 1 の位相差板 1 2 と STN液晶素子 2 3 で合成する位相差と、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 で発生する位相差が減算するように配置したが、第 5 の実施形態のように、第 1 の位相差板 1 2 と液晶素子 2 1 で合成する位相差と、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 で発生する位相差を加算して  $1/2$  波長になるように配置することも可能である。また、この実施形態では、第 2 の位相差板 1 8 の遅相軸 1 8 a を  $+30^\circ$  に、第 3 の位相差板 1 9 の遅相軸 1 9 a を  $90^\circ$  に配置したが、第 2 の位相差板 1 8 の遅相軸 1 8 a を  $90^\circ$  に、第 3 の位相差板 1 9 の遅相軸 1 9 a を  $+30^\circ$  に配置しても、交差角が  $60^\circ$  であれば同様な効果が得られる。この実施形態では、STN液晶素子 2 3 の下側に第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 の 2 枚の位相差板を備えたが、第 4 の実施形態や第 5 の実施形態のように、位相差値が  $1/4$  波長の第 2 の位相差板 1 8 を配置するだけでも、透過表示のコントラストは多少低下するが、同様な効果が得られる。

【0101】〔第 7 の実施形態：図 2 4 および図 2 7〕次に、この発明による液晶表示装置の第 7 の実施の形態について図 2 4 および図 2 7 によって説明する。この第 7 の実施形態の液晶表示装置は、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 の種類と配置角度が第 6 の実施の形態と異なっているだけであり、その部材構成は図 2 0 および図 2 1 と同じであるので、説明を省略する。図 2 4

は、この発明の第 7 の実施形態における構成要素の配置関係を示す説明図である。

【0102】STN 液晶素子 2 3 と第 1 の位相差板 1 2 と第 1 の偏光板 1 1 と第 2 の偏光板 1 7 の配置は、図 2 0 に示した第 6 の実施形態と同じである。第 2 の位相差板 1 8 は、ポリカーボネート (PC) を延伸した厚さ約 70  $\mu\text{m}$  の透明フィルムで、波長 0.55  $\mu\text{m}$  の位相差値  $F 2 = 0.36 \mu\text{m}$  である。第 3 の位相差板 1 9 は、ポリプロピレン (PP) を延伸した厚さ約 100  $\mu\text{m}$  の透明フィルムで、波長 0.55  $\mu\text{m}$  の位相差値  $F 3 = 0.50 \mu\text{m}$  である。STN 液晶素子 2 3 の下側に配置した第 2 の位相差板 1 8 の遅相軸 1 8 a は、第 6 の実施形態と異なり、水平軸を基準に  $-30^\circ$  に配置され、第 3 の位相差板 1 9 の遅相軸 1 9 a は  $+60^\circ$  に配置してある。したがって、第 2 の位相差板 1 8 の位相差値  $F 2$  と第 3 の位相差板 1 9 の位相差値  $F 3$  は減算されて、有効な位相差値としては  $F = F 3 - F 2 = 0.14 \mu\text{m}$  となっている。

【0103】図 2 7 にこの実施形態で用いた第 2 の位相差板と第 3 の位相差板の位相差値の波長依存性を示す。横軸は光の波長で、縦軸は位相差板の位相差値を示す。曲線 4 1 は第 2 の位相差板 1 8 の位相差値を示し、曲線 4 2 は第 3 の位相差板 1 9 の位相差値を示し、曲線 4 3 は第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 を遅相軸を直交させて重ねた時の位相差値である。第 2 の位相差板 1 8 の材質は、屈折率の波長依存性が大きい PC であるので、曲線 4 1 に示したように短波長の位相差値は大きくなる。一方、第 3 の位相差板 1 9 の材質は屈折率の波長依存性が小さい PP であるので、曲線 4 2 に示したように、短波長の位相差値は長波長の位相差値とほぼ同じでほとんど変化しない。

【0104】したがって、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 を、位相差値が減算するように遅相軸を直交させて重ねると、曲線 4 3 に示したように、0.4  $\mu\text{m}$  付近の短波長の光成分に対する位相差値を 0.7  $\mu\text{m}$  付近の長波長の光成分に対する位相差値より小さくすることができる。つまり、屈折率の波長依存性が異なる 2 枚の位相差板を用いることによって、短波長での位相差値が長波長での位相差値より小さい、いわゆる広帯域 1/4 波長板を形成することが可能になる。したがって、位相差値  $F$  を波長で除した  $F/\lambda$  値は、すべての可視光領域に亘り、ほぼ 1/4 にすることが可能になり、その結果、すべての波長領域で円偏光が得られる。

【0105】ここで、この第 7 の実施形態の液晶表示装置の効果について説明する。反射表示については、第 6 の実施形態と同じであり、第 1 の位相差板 1 2 と第 1 の偏光板 1 1 の配置条件を最適化することによって、良好なコントラストの表示が可能である。また、拡散層 1 5 を備えることにより、広視野角で明るい表示が得られる。次に、バックライト 1 6 を点灯した透過表示につい

て説明する。バックライト 1 6 から出た光は、第 2 の偏光板 1 7 により直線偏光となる。この直線偏光は、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 で形成した広帯域 1/4 波長板の遅相軸である第 3 の位相差板の遅相軸 1 9 a に対して  $45^\circ$  の角度に入射するので、円偏光となる。その後、半透過反射層 2 9 で約 7 割は反射されるが、残りの 3 割の光が透過する。

【0106】STN 液晶素子 2 3 に電圧を印加していない状態では、第 1 の位相差板 1 2 と STN 液晶素子 2 3 で合成する位相差も 1/4 波長となっているので、この実施形態のように配置すると、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 で発生した位相差と、第 1 の位相差板 1 2 と STN 液晶素子 2 3 で合成する位相差が減算されてゼロとなり、第 2 の偏光板 1 7 を通して入射した直線偏光は、その偏光方向が回転することなく第 1 の位相差板 1 2 から射出し、第 1 の偏光板 1 1 に入射する。第 1 の偏光板の吸収軸 1 1 a と第 2 の偏光板の吸収軸 1 7 a とは直交しているため、バックライト 1 6 からの入射光は第 1 の偏光板 1 1 を透過せず、黒表示となる。一方、STN 液晶素子 2 3 の第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に所定の電圧を印加すると、第 6 の実施形態と同様な作用で白表示となる。

【0107】このように、第 1 の偏光板 1 1 と第 1 の位相差板 1 2 と拡散層 1 5 と半透過反射層 2 9 とを内在した STN 液晶素子 2 3 で液晶表示装置を構成して、STN 液晶素子 2 3 の  $nd$  値を 0.7 ~ 0.8  $\mu\text{m}$ 、第 1 の位相差板 1 2 の位相差値  $F 1$  を 0.35 ~ 0.40  $\mu\text{m}$ 、第 1 の偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と第 1 の位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a との交差角  $\theta$  を  $30^\circ \sim 45^\circ$  とすることによって、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、その STN 液晶素子 2 3 の下側 (視認側と反対側) に第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 と第 2 の偏光板 1 7 とバックライト 1 6 を備えることにより、外光が少ない環境でも、バックライト 1 6 を点灯することによって、良好なコントラストの表示が得られる。

【0108】〔第 8 の実施形態：図 2 5 および図 2 6〕次に、この発明による液晶表示装置の第 8 の実施形態について、図 2 5 および図 2 6 を用いて説明する。この第 8 の実施形態の液晶表示装置は、STN 液晶素子のツイスト角が  $240^\circ$  である点と、カラーフィルタを備え、半透過反射層がハーフミラータイプである点が、前述の第 6 の実施形態の液晶表示装置と相違する。図 2 5 は、この第 8 の実施形態の液晶表示装置の構成要素を説明するための模式的な断面図であり、図 2 6 は STN 液晶素子と第 2、第 3 の位相差板と第 2 の偏光板の平面的な配置関係を示す図である。

【0109】この実施形態の液晶表示装置は、図 2 5 に示すように、STN 液晶素子 2 2 と、その第 2 の基板 2 の外側 (視認側) に順次設けた拡散層 1 5、第 1 の位

相差板 1 2、および第 1 の偏光板 1 1 と、STN 液晶素子 2 2 の第 1 の基板 1 の外側（視認側と反対側）に順次設けた第 2 の位相差板 1 8、第 3 の位相差板 1 9、第 2 の偏光板 1 7、およびバックライト 1 6 により、半透過反射型液晶表示装置を構成している。第 1 の偏光板 1 1 と第 1 の位相差板 1 2 は、アクリル系粘着剤で一体化してあり、拡散層 1 5 で STN 液晶素子 2 2 と貼り付けている。また、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 と第 2 の偏光板 1 7 もアクリル系粘着剤で一体化してあり、STN 液晶素子 2 2 とともにアクリル系粘着剤で貼り付けている。

【0110】STN 液晶素子 2 2 は、図 8 および図 9 に示した第 3 の実施形態の液晶素子における反射層 7 を半透過反射層 2 7 に変えた点が異なるだけである。すなわち、この液晶素子 2 2 は、厚さ 0.5 mm のガラス板からなる第 1 の基板 1 の内面に、アルミニウムからなる厚さ 0.02  $\mu\text{m}$  の半透過反射層 2 7 と、赤フィルタ R と緑フィルタ G と青フィルタ B との 3 色からなる厚さ 1  $\mu\text{m}$  のカラーフィルタ 1 0 と、アクリル系材料からなる厚さ 2  $\mu\text{m}$  の保護膜 8 と、ITO からなる厚さ 0.3  $\mu\text{m}$  の第 1 の電極 3 を形成している。そして、この第 1 の基板 1 と、内面に ITO からなる厚さ 0.05  $\mu\text{m}$  の第 2 の電極 4 が形成されている厚さ 0.5 mm のガラス板からなる第 2 の基板 2 とを、シール材 5 によって張り合わせ、その第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 の間に反時計回りに 240° ツイスト配向しているネマチック液晶 6 を挟持している。

【0111】半透過反射層 2 7 は、アルミニウム膜の膜厚を非常に薄くすることにより、一部の光は透過し、残りの光は反射するいわゆるハーフミラーにしてある。この実施形態では、アルミニウム膜の膜厚を、第 4 の実施形態と同じ 0.02  $\mu\text{m}$  としたことで、10~20% 程度の光を透過し、残りの 80~90% の光を反射するようにしている。この半透過反射層 2 7 は、全表示領域に亘って形成している。

【0112】第 1 の偏光板 1 1 と、拡散層 1 5 と、第 2 の位相差板 1 8 および第 3 の位相差板 1 9 と、第 2 の位相差板 1 7 は、前述の第 6 の実施の形態で用いたものと同じである。第 1 の位相差板 1 2 は、先に説明した第 4 の実施形態で用いたものと同じで、波長 0.55  $\mu\text{m}$  の位相差値 F 1 が 0.39  $\mu\text{m}$  の Z タイプの位相差板である。バックライト 1 6 は、第 4 ~ 第 7 の実施形態で使用したのと同じ白色 EL を用いることも可能ではあるが、この実施形態では、彩度と明るさを向上するために、導光板に 3 波長型蛍光管を取り付けたサイドライト方式を用いるものとする。

【0113】カラーフィルタ 1 0 は、赤フィルタ R と緑フィルタ G と青フィルタ B の 3 色のフィルタで構成され、図 9 に示したように、第 2 の電極 4 と平行なストライプ形状とする。各色のフィルタの幅は、第 2 の電極 4

の幅より広く形成して隙間が生じないようにしている。カラーフィルタ 1 0 の間に隙間が生じると、入射光が増加し、明るくはなるが、表示色に白の光が混色して色純度が低下するので好ましくない。カラーフィルタ 1 0 は明るさを改善するために、分光スペクトルにおける最大透過率が高くなるべく高いことが望ましく、各色の最大透過率は 80% 以上が良く、90% 以上が最も好ましい。また、分光スペクトルにおける最小透過率も 20% ~ 50% と高くする必要がある。

【0114】また、このカラーフィルタ 1 0 としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、あるいは電着型などのものを使えるが、アクリル系や PVA 系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型のカラーフィルタが、耐熱温度が高く色純度も良いので最も好ましい。このような高透過率のカラーフィルタを得るために、第 1 の基板 1 にアルミニウム薄膜の半透過反射層 2 7 を形成し、その半透過反射層 2 7 の表面を陽極酸化処理して不活性化させた後、感光性樹脂に顔料を 10~15% 配合したカラーレジストを、スピンナーを用いて第 1 の基板 1 に塗布し、露光工程と現像工程を行い、厚さが 1  $\mu\text{m}$  程度でも透過率が高いカラーフィルタ 1 0 を形成した。

【0115】この液晶表示装置の各構成部材の平面的な配置関係を、図 2 6 に示す。STN 液晶素子 2 2 第 1 の位相差板 1 2 と第 1 の偏光板 1 1 との配置は、第 4 の実施の形態と同じであり、第 1 の偏光板 1 1 の吸収軸 1 1 a と第 1 の位相差板 1 2 の遅相軸 1 2 a との交差角は 35° になっている。第 2 の位相差板 1 8 の遅相軸 1 8 a は、水平軸を基準にして +45° に配置し、第 3 の位相差板の遅相軸 1 9 a は +105° に配置してあり、第 6 の実施形態で説明した広帯域 1/4 波長板を形成し、実質的な遅相軸は水平軸を基準にして +75° になっている。そして、この実施形態のように、第 2 の位相差板 1 8 と第 3 の位相差板 1 9 を配置することにより、第 1 の位相差板 1 2 と STN 液晶素子 2 2 で合成する位相差と減算され、その結果発生する位相差は、すべての波長領域においてほぼゼロとなる。

【0116】ここで、この第 8 の実施形態の液晶表示装置の作用・効果について説明する。カラーフィルタ 1 0 は全く複屈折性をもたないので、反射表示については、第 4 の実施形態と同じであり、第 1 の位相差板 1 2 と第 1 の偏光板 1 1 との配置を最適化することにより、良好なコントラストの表示が可能である。そして、表示画素のオンとオフを組み合わせることによってカラー表示が可能になる。例えば、赤フィルタ R のある画素をオン（白）とし、緑フィルタ G と青フィルタ B のある画素をオフ（黒）にすることで赤表示が可能になる。この実施形態の半透過反射型液晶表示装置は、反射率が高く、且つコントラスト比が 10 以上と高い値が得られたので、バックライト 1 6 が非点灯の反射表示でも、彩度が高く明るいカラー表示が得られた。

【0117】次に、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。バックライト16から出た光は、第2の偏光板17により直線偏光となる。この直線偏光は第2の位相差板18と第3の位相差板19で形成した広帯域1/4波長板の実質的な遅相軸に対して45°の角度に入射するので、円偏光となる。その後、半透過反射層27で約8割の光は反射されるが、残りの2割の光が透過する。

【0118】STN液晶素子22に電圧を印加していない状態では、第1の位相差板12とSTN液晶素子22とで合成する位相差値も全波長において1/4波長であり、この実施形態では、第2の位相差板18と第3の位相差板19で発生する位相差が第1の位相差板12と液晶素子22で合成する位相差と減算してゼロとなるように配置されているので、第2の偏光板17の吸収軸17aと同一方向に偏光して直線偏光となって、第1の位相差板12から射出し、第1の偏光板11に入射する。第1の偏光板の吸収軸11aと第2の偏光板の吸収軸17aとは直交しているため、その入射光は透過できず黒表示となる。そして、第1の電極3と第2の電極4

【0119】このように、第1の偏光板11と第1の位相差板12と拡散層15と、半透過反射層27とカラーフィルタ10を内在したSTN液晶素子22により、外光を用いる反射表示においては良好なコントラストのカラー表示が可能である。また、STN液晶素子22の下側に第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16を備えることにより、外光が少ない環境でもバックライト16を点灯することにより、良好なカラー表示が得られる。

【0120】〔第8の実施形態の変形例〕  
この第8の実施形態では、STN液晶素子22として240°ツイストのSTN液晶素子を用いたが、ツイスト角が200°～260°のSTN液晶素子を使用しても、第1の偏光板11と第1の位相差板12の吸収軸あるいは透過軸の交差角を30°～45°に保ったまま、STN液晶素子22に対する第1の偏光板11と第1の位相差板12の配置角度を調整することによって、同様な半透過反射型カラー液晶表示装置が得られる。

【0121】この実施形態では、STN液晶素子22の下側に、第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16を設けたが、第4の実施形態や第5の実施形態のように、第2の位相差板18と第2の偏光板17とバックライト16だけを設けても、透過表示のコントラストは多少低下するが、この実施形態と同様な半透過反射型カラー液晶表示装置が得られる。また、この実施形態では、第2の位相差板18と第3の位相差板19には、屈折率の波長依存性が等しい材料を用い、遅相軸の交差角が60°になるように配

置したが、第7の実施形態で用いたように、屈折率の波長依存性が異なる2枚の位相差板を遅相軸を直交させて配置して用いることも可能である。

【0122】また、この実施形態では、カラーフィルタ10を第1の基板1側に設けたが、第2の基板2の内側で、第2の電極4と第2の基板2との間にカラーフィルタ10を形成することも可能である。しかし、カラーフィルタ10を第1の基板側に設ける方が、保護膜8をカラーフィルタ10の平坦化と、半透過反射膜27と第1の電極3との絶縁層を兼ねることができるので好ましい。さらに、この実施形態では、カラーフィルタ10として、赤、緑、青の3色のフィルタからなるものを用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色のフィルタからなるカラーフィルタを用いても、同様に明るいカラー表示が可能である。

【0123】この実施形態では、カラーフィルタ製造工程の洗浄ラインに耐えるように、半透過反射層27として、アルミニウム薄膜の表面を陽極酸化処理で不活性化させたが、アルミニウム薄膜上に酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)などの透明な酸化膜を、スパッタリング法や化学的気相成長(CVD)法で形成することも可能である。また、この実施形態では、半透過反射層27として厚さ0.02μmのハーフミラータイプのアルミニウム薄膜を用いたが、第6の実施形態と第7の実施形態で用いた画素毎に開口部を設けた金属薄膜を用いることも可能である。

【0124】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明による単偏光板型の反射型液晶表示装置によれば、外光による明るくコントラストの高い反射表示がえられ、半透過反射型液晶表示装置によれば同様な反射表示と、バックライトの点灯により、コントラストの高い透過表示も可能になる。したがって、この液晶表示装置は、携帯電話機や携帯情報端末(PDA)、携帯型パーソナルコンピュータ、ゲーム機、時計、ビデオカメラ、その他の各種電子機器の表示装置として広範に利用できる。

[図面の簡単な説明]

【図1】この発明による液晶表示装置の第1の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

【図2】同じくその反射層と第1の電極および第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

【図3】同じくその偏光板の吸収軸および位相差板の遅相軸の方向とSTN液晶素子のネマチック液晶のツイスト角の関係を示す説明図である。

【図4】図1に示した液晶表示装置の構成を一部変更した例を示す模式的な断面図である。

【図5】この発明による液晶表示装置の第2の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

【図6】同じくその反射電極と第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

【図 7】同じくその偏光板の吸収軸および位相差板の遅相軸の方向と S T N 液晶素子のネマチック液晶のツイスト角の関係を示す説明図である。

【図 8】この発明による液晶表示装置の第 3 の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

【図 9】同じくそのカラーフィルタと第 1 の電極および第 2 の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

【図 10】この発明による液晶表示装置における位相差板の遅相軸と偏光板の吸収軸との交差角とコントラストとの関係を説明するための線図である。

【図 11】同じく S T N 液晶素子の  $n_d$  値とコントラストおよび黒表示の反射率との関係を説明するための線図である。

【図 12】同じく位相差板の位相差値 R とコントラストとの関係を説明するための線図である。

【図 13】この発明による反射型液晶表示装置と従来の反射型液晶表示装置の分光反射率曲線を比較して示す線図である。

【図 14】この発明による液晶表示装置の第 4 の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

【図 15】同じくその半透過反射層と第 1 の電極および第 2 の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

【図 16】同じくその第 2 の偏光板の吸収軸および第 3 の位相差板の遅相軸の方向と S T N 液晶素子のネマチック液晶のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 17】同じくその第 1 の偏光板の吸収軸の方向と第 1 の位相差板の遅相軸の方向との関係を示す説明図である。

【図 18】この発明による液晶表示装置の第 5 の実施形態における第 2 の偏光板の吸収軸および第 2 の位相差板の遅相軸の方向と S T N 液晶素子のネマチック液晶のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 19】この発明による液晶表示装置の第 4 , 第 5 の実施形態の一部変更例を示す模式的な断面図である。

【図 20】この発明による液晶表示装置の第 6 の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

【図 21】同じくその半透過反射層と第 1 の電極および第 2 の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

【図 22】同じくその第 2 の偏光板の吸収軸および第 2 , 第 3 の位相差板の各遅相軸の方向と S T N 液晶素子のネマチック液晶のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 23】同じくその第 1 の偏光板の吸収軸の方向と第 1 の位相差板の遅相軸の方向との関係を示す説明図である。

【図 24】この発明による液晶表示装置の第 7 の実施形態における第 2 の偏光板の透過軸および第 2 , 第 3 の位相差板の遅相軸の方向と S T N 液晶素子のネマチック液晶のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 25】この発明による液晶表示装置の第 8 の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

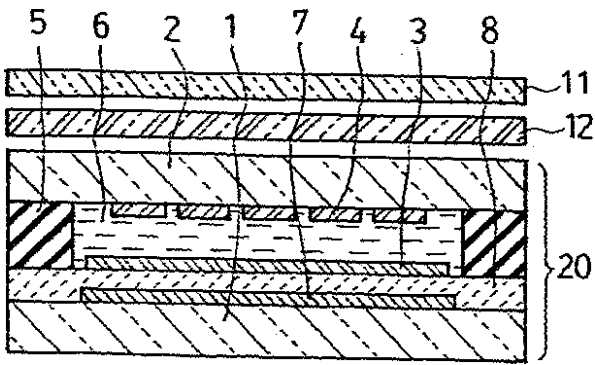
【図 26】同じくその第 2 の偏光板の吸収軸の方向および第 2 の位相差板の遅相軸の方向と S T N 液晶素子のネマチック液晶のツイスト角との関係を示す説明図である。

【図 27】同じく第 2 の位相差板と第 3 の位相差板の位相差値の波長依存性を示す線図である。

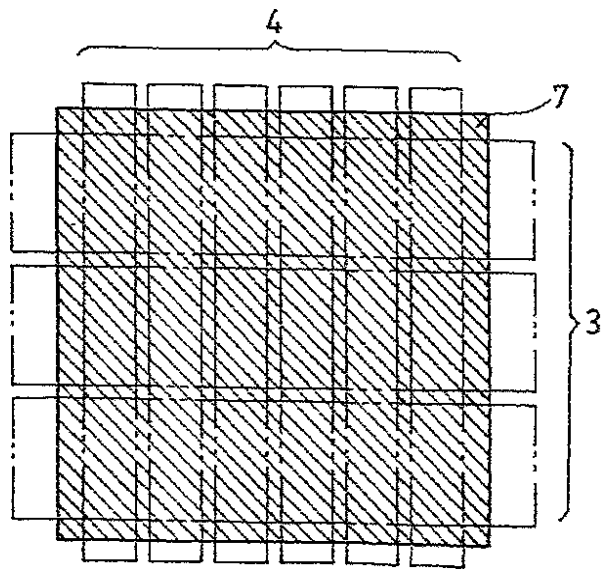
#### 【符号の説明】

1 : 第 1 の基板	2 : 第 2 の基板
3 : 第 1 の電極	4 : 第 2 の電極
5 : シール材	6 : ネマチック液晶
6 a : ネマチック液晶の下液晶分子配向方向	
6 b : ネマチック液晶の上液晶分子配向方向	
7 : 反射層	8 : 保護膜
9 : 反射電極	10 : カラーフィルタ
11 : 偏光板	11 a : 偏光板の吸収軸
12 : 位相差板	12 a : 位相差板の遅相軸
15 : 拡散層	16 : バックライト
17 : 第 2 の偏光板	
17 a : 第 2 の偏光板の吸収軸	
18 : 第 2 の位相差板	
18 a : 第 2 の位相差板の遅相軸	
19 : 第 3 の位相差板	
19 a : 第 3 の位相差板の遅相軸	
20 , 20 , 21 , 22 , 23 : S T N 液晶素子	
27 , 29 : 半透過反射層	

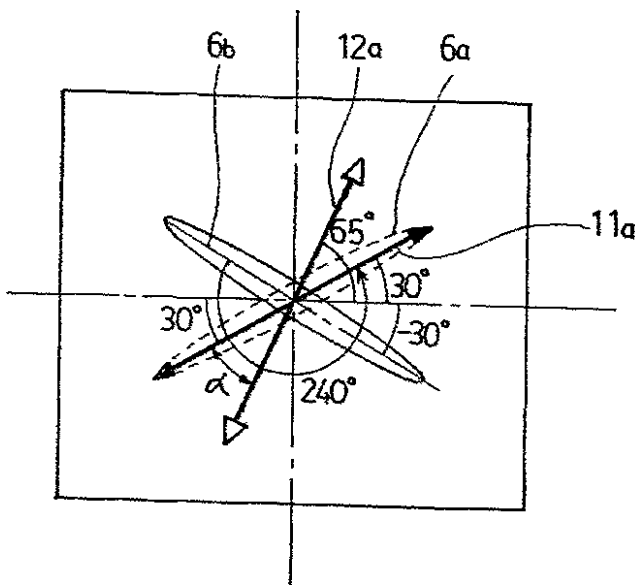
【図1】



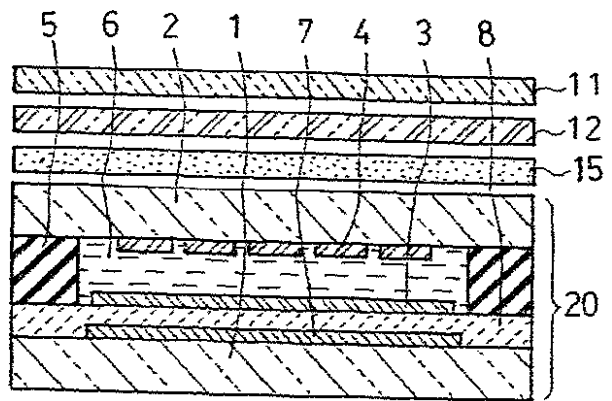
【図2】



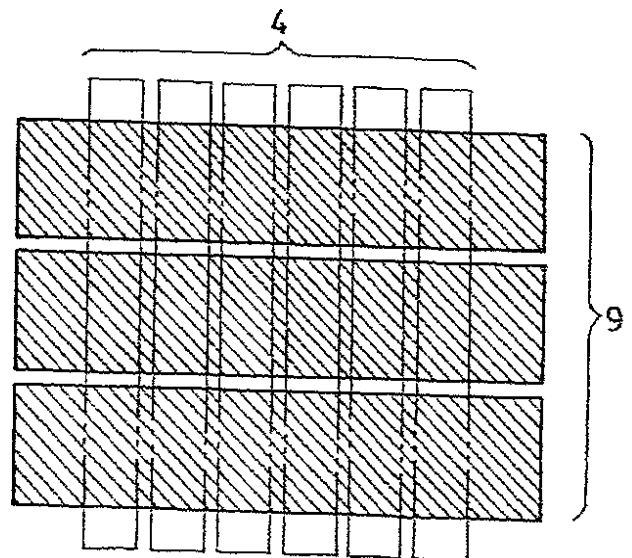
【図3】



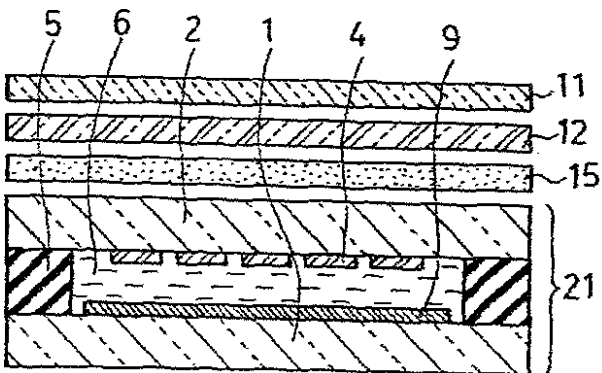
【図4】



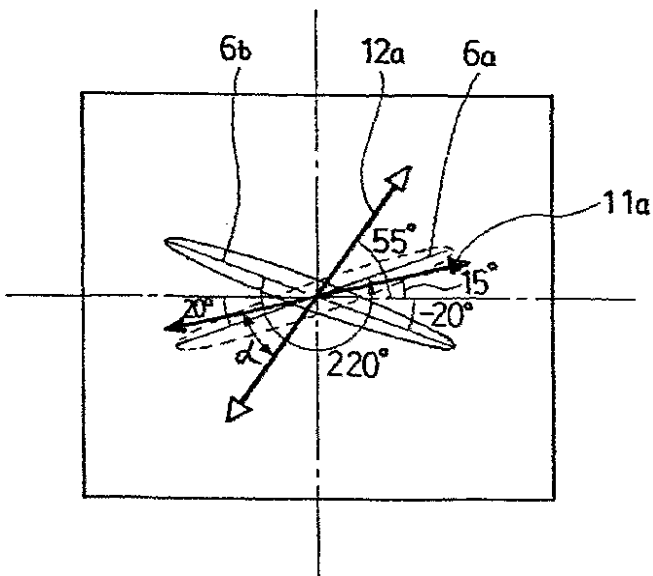
【図6】



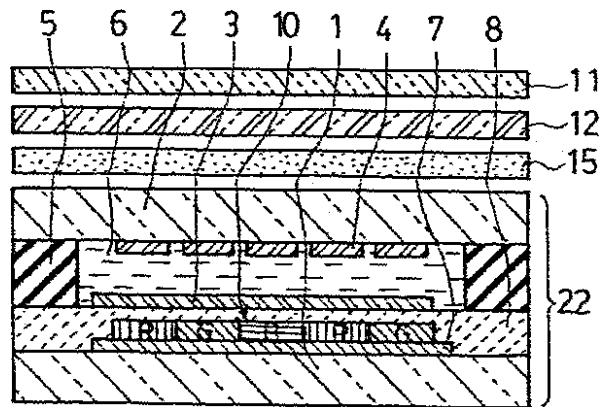
【図5】



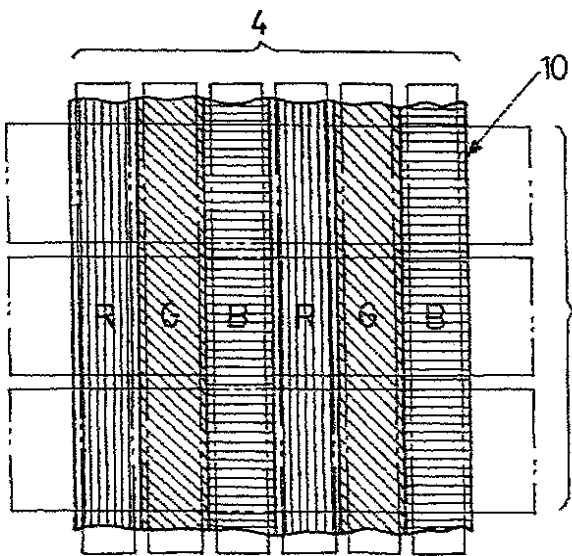
【図 7】



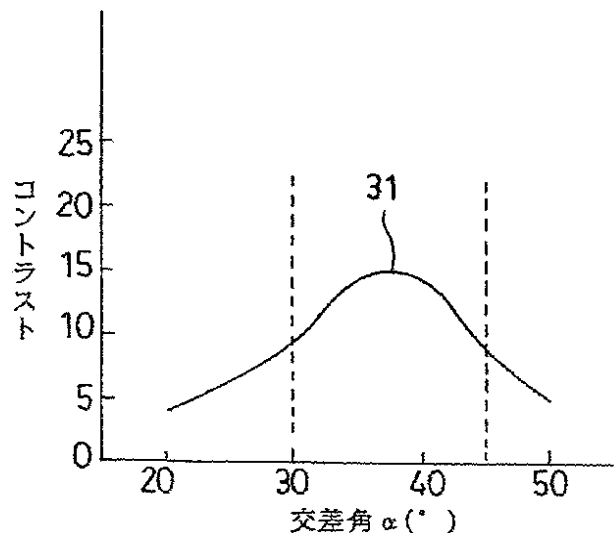
【図 8】



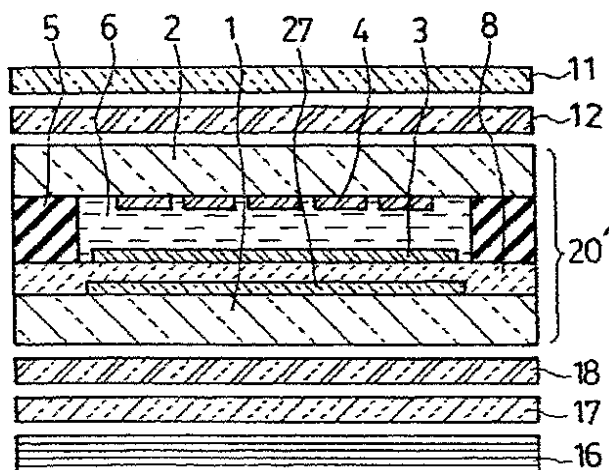
【図 9】



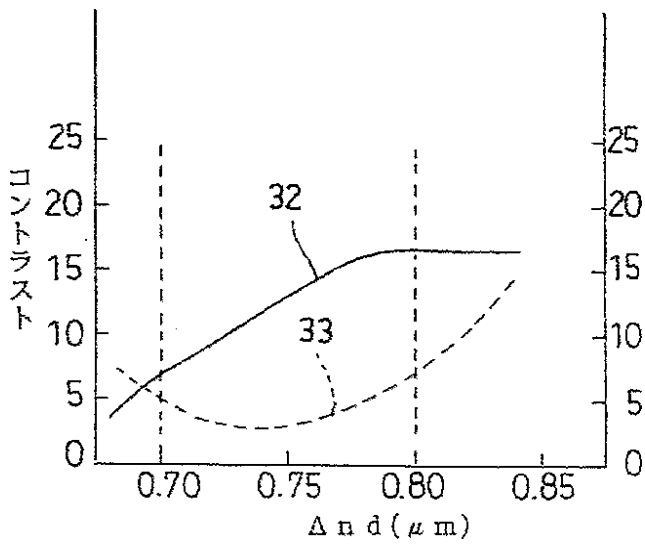
【図 10】



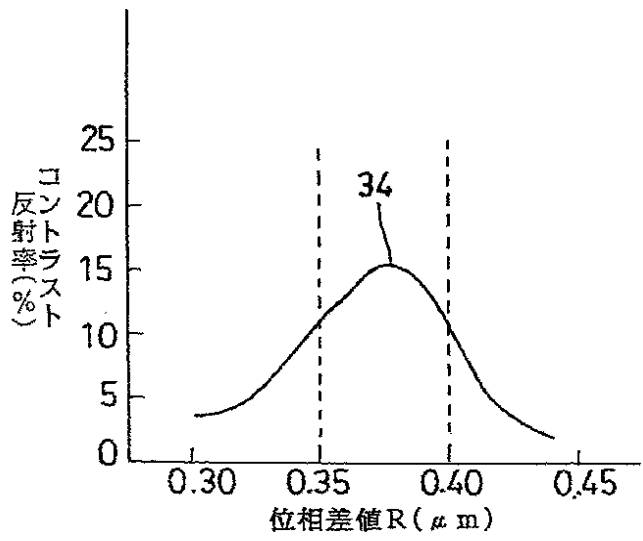
【図 14】



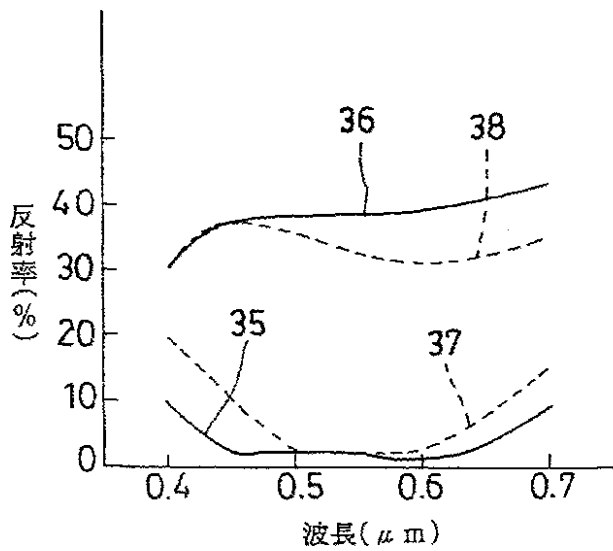
【図 1 1】



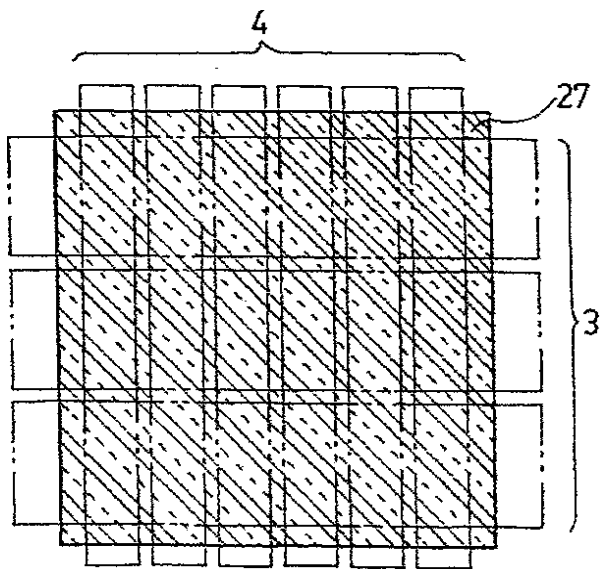
【図 1 2】



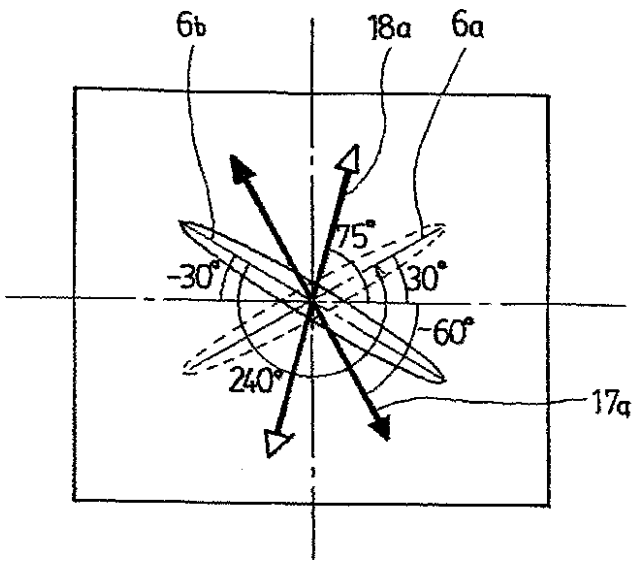
【図 1 3】



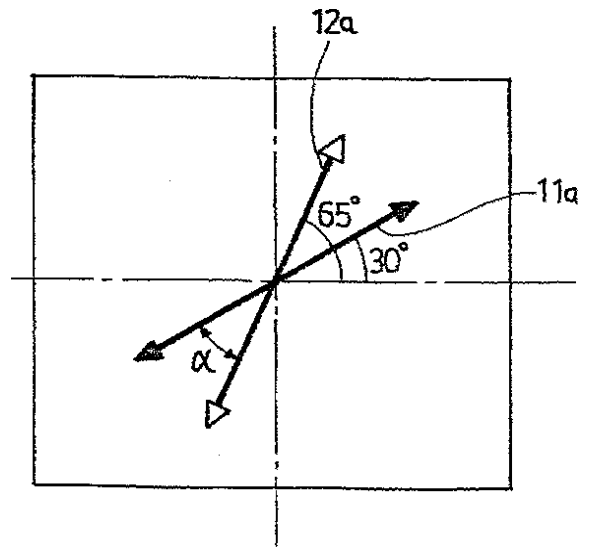
【図 1 5】



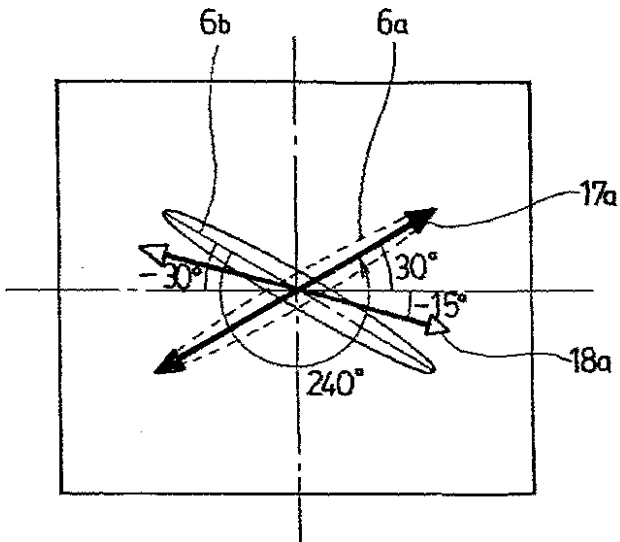
【図 16】



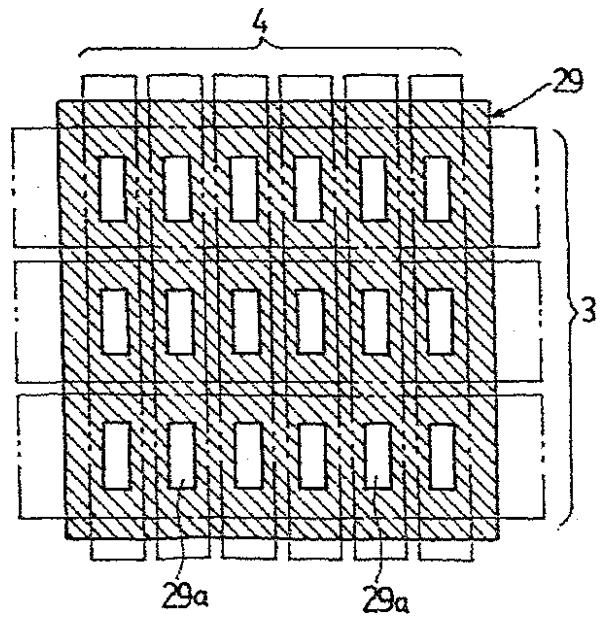
【図 17】



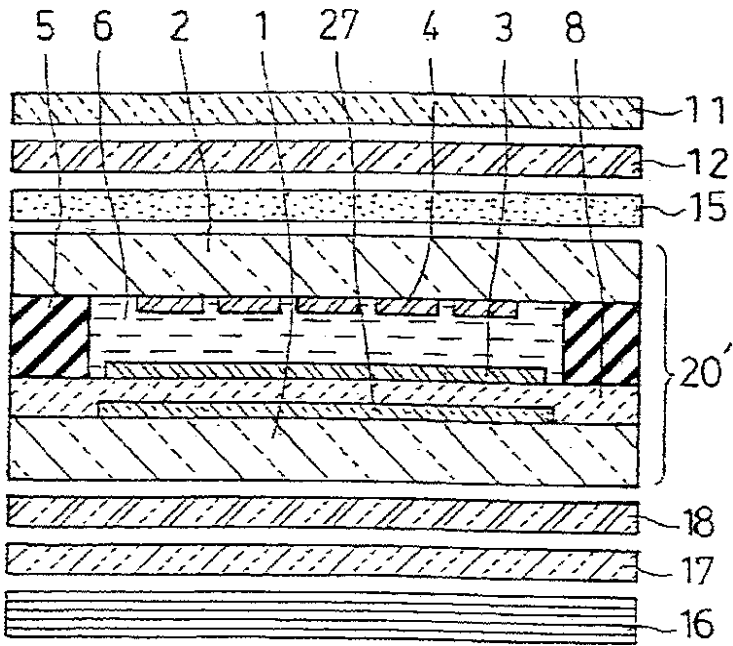
【図 18】



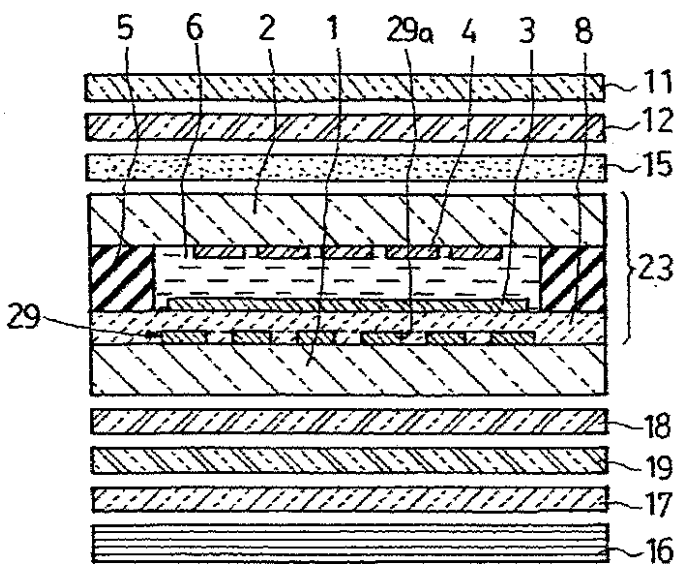
【図 21】



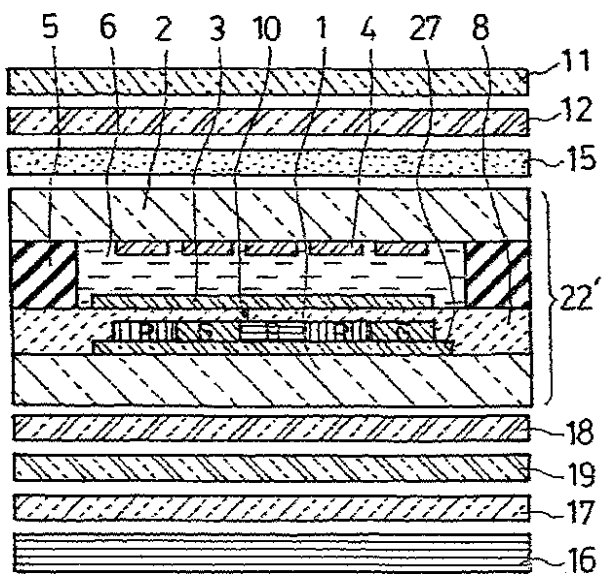
【図19】



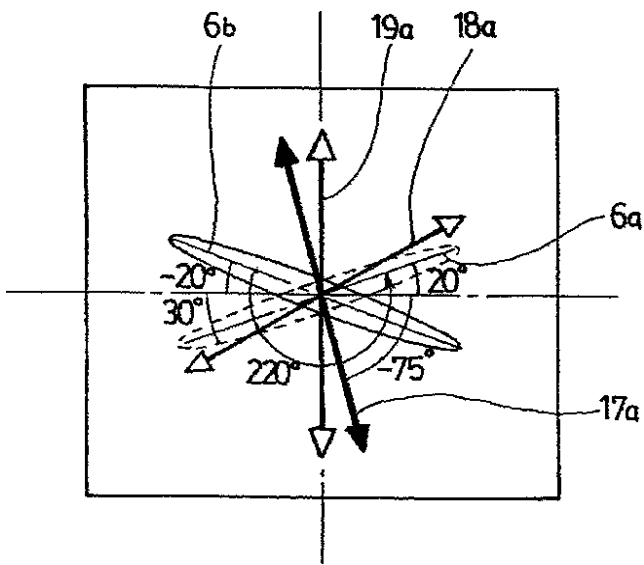
【図20】



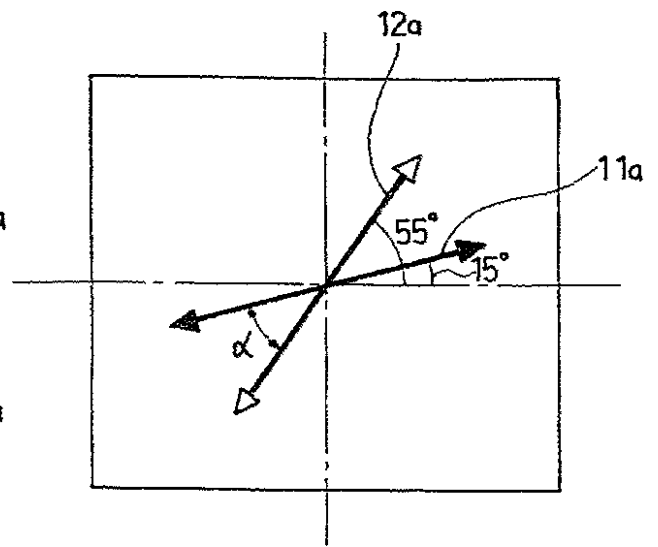
【図25】



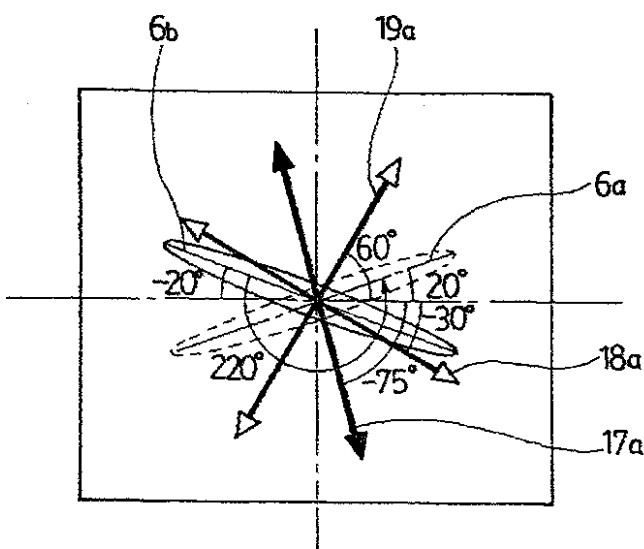
【図 2 2】



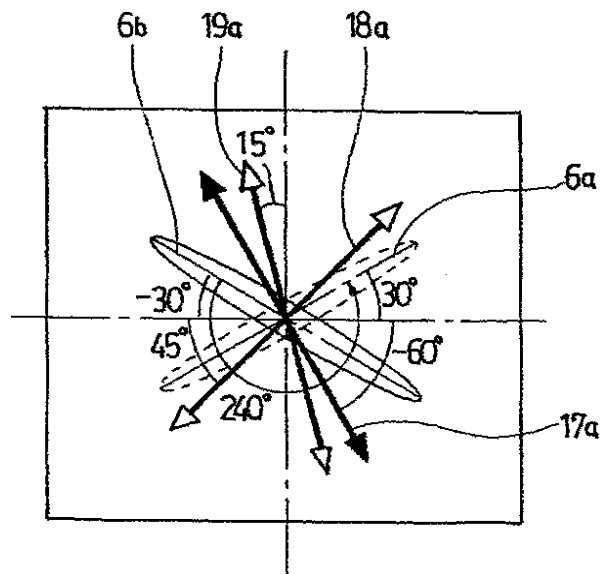
【図 2 3】



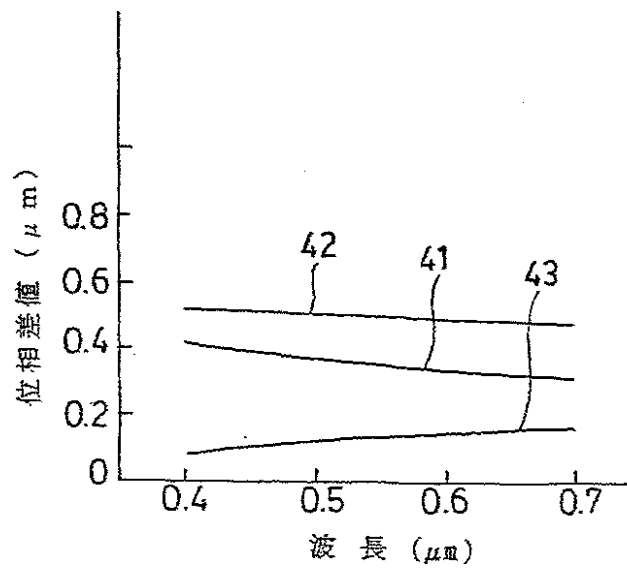
【図 2 4】



【図 2 6】



【図 2 7】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平10 - 31211 ( J P , A )  
特開 平 9 - 120050 ( J P , A )  
特開 平 7 - 36028 ( J P , A )  
特開 平 8 - 292413 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G02F 1/13363  
G02F 1/133

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP3474167B2</a>	公开(公告)日	2003-12-08
申请号	JP2000601491	申请日	2000-02-23
[标]申请(专利权)人(译)	西铁城控股株式会社		
申请(专利权)人(译)	西铁城钟表有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	西铁城钟表有限公司		
[标]发明人	金子靖 新井真		
发明人	金子靖 新井真		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/139 G02F1/133		
CPC分类号	G02F1/13363 G02F1/1397 G02F2001/133637 G02F2202/02 G02F2202/40 G02F2413/03 G02F2413/08 G02F2413/12 G02F2413/13		
FI分类号	G02F1/13363 G02F1/133.500		
代理人(译)	大泽圭		
优先权	1999044431 1999-02-23 JP 1999173942 1999-06-21 JP		
其他公开文献	JPWO2000050954A1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

在具有反射层(7)的第一基板(1)和第一电极(3)之间以及在具有第二电极(4)的第二基板(2)之间,扭转角为 $200^\circ$ 。通过将扭转了 $260^\circ$ 的向列液晶(6)夹在中间来形成STN液晶元件(20),并且在STN液晶元件的第二基板(2)的外侧设置有相位差板(12)。设置偏光板(11),表示STN液晶元件(20)的双折射量的 $\Delta Nd$ 值为 $0.7\sim 0.8\mu\text{m}$ ,表示相位差板(12)的双折射量的相位差值为 $0.35\sim 0.40\mu\text{m}$ ,通过将延迟板(12)的慢轴与偏振片(11)的吸收轴或透射轴之间的交叉角设置为 $30^\circ$ 至 $45^\circ$ ,在整个波长范围内具有低反射率的黑色显示 获得高对比度的明亮显示。

【图3】

